

Etude d'impact

Réalisée en vertu de l'article R122-2 du code de l'Environnement conformément à l'article R122-5 modifié par le décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011

Création de la ZAC de La Plesse

BETTON (35)



Dossier 5602896 - Janvier 2016



Hôtel de Ville
Place Charles de Gaulle
BP83129
35831 BETTON cedex

SOMMAIRE

PREAMBULE	5
1. DEMANDEUR	5
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	6
3. RESUME NON TECHNIQUE	9
3.1 Description du projet	9
3.2 Analyse de l'état initial de l'environnement	12
3.2.1 Milieu physique	12
3.2.2 Milieu naturel	13
3.2.3 Milieu humain	14
3.3 Analyse des effets du projet sur l'environnement et mesures d'accompagnement	15
3.4 Analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus	17
3.5 Estimation du Cout des mesures en faveur de l'environnement	17
3.6 Analyse des méthodes utilisées et difficultés rencontrées	17
4. PRESENTATION DU PROJET	18
4.1 Situation géographique	18
4.2 Situation cadastrale	20
4.3 Contexte	22
4.4 Les études préalables : Contraintes et principes d'aménagement	23
4.4.1 Objectifs du projet	23
4.4.2 Le parti d'aménagement	23
4.5 Les différents scénarios étudiés	25
4.5.1 Scénario 1	25
4.5.2 Scénario 2	27
4.5.3 Scénario 3	29
4.6 Le scénario retenu	31
4.6.1 Un parti pris paysager fort	33
4.6.2 Un réseau viaire économe	33
4.6.3 Un parti urbain et architectural ambitieux	34
4.6.4 Programme prévisionnel	34
4.7 La procédure de ZAC	35
4.7.1 La concertation	35
4.7.2 La création de la ZAC	36
4.7.3 La réalisation de la ZAC	36
4.8 Compatibilité avec les Documents de gestion et d'orientation en matière d'aménagement du territoire et d'environnement	37
4.8.1 Le SCoT ou Schéma de Cohérence Territoriale du Pays de Rennes	37
4.8.2 Le PDU ou Plan de Déplacements Urbains	40
4.8.3 Le PLH ou Programme Local de l'Habitat	41
4.8.4 Le PLU ou Plan Local d'Urbanisme de la commune de Betton	43
4.8.5 Le PCD ou Plan Communal de Déplacements	45
4.8.6 Le SDAGE Loire Bretagne	45
4.8.7 Le SAGE Vilaine	47
4.8.8 Le schéma régional du climat	47
4.8.9 Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)	48
4.9 Calendrier prévisionnel du projet	49
5. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	50
5.1 Milieu physique	50
5.1.1 Climatologie	50
5.1.2 Qualité de l'air	51
5.1.3 Contexte géologique local	52
5.1.4 Pédologie	53

5.1.5	Topographie	54
5.1.6	Hydrographie	55
5.1.7	Eaux de ruissellement	58
5.1.8	Eaux souterraines	61
5.1.9	Risques naturels et technologiques	63
5.2	Milieu naturel	65
5.2.1	Paysage	65
5.2.2	Patrimoine naturel	67
5.2.3	Zones humides	68
5.2.4	Faune / Flore / Habitats	71
5.2.5	Corridors écologiques	73
5.3	Milieu Humain	75
5.3.1	Démographie	75
5.3.2	Occupation du sol	76
5.3.3	Patrimoine culturel et archéologique	76
5.3.4	Activités économiques	77
5.3.5	Cadre urbain	81
5.3.6	Le bruit	88
6.	ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION OU DE COMPENSATION RETENUES	92
6.1	Milieu physique	92
6.1.1	L'air et le climat	92
6.1.2	Géologie, Pédologie, Topographie	103
6.1.3	Hydrographie	104
6.1.4	Eaux souterraines	108
6.1.5	Risques naturels	108
6.2	Milieu naturel	110
6.2.1	Paysage	110
6.2.2	Patrimoine naturel	111
6.2.3	Compatibilité du projet avec le programme Natura 2000	112
6.2.4	Zones humides	112
6.2.5	Faune / Flore / Habitats	113
6.2.6	Corridors écologiques	118
6.3	Milieu Humain	118
6.3.1	Démographie/logement/activités économiques	118
6.3.2	Occupation du sol	119
6.3.3	Patrimoine culturel et archéologique	119
6.3.4	Cadre urbain	120
6.3.5	Le bruit	123
6.3.6	La santé humaine	125
6.4	Bilan des impacts potentiels	127
7.	ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS	129
7.1	Projet de suppression du PN7	129
7.2	Autres projets communaux	130
7.3	Le Projet Via Silva	130
8.	MODALITES DE SUIVI DES MESURES MISES EN OEUVRE EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA SANTE	131
8.1	Modalités de suivi des mesures retenues	131
8.2	Suivi en phase travaux	132
9.	ESTIMATION DU COUT DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT	133
10.	ANALYSE DES METHODES UTILISEES ET DIFFICULTES RENCONTREES	133
10.1	Etat initial	134
10.2	Estimation des impacts	135

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma général d'aménagement projeté retenu au stade du dossier de création	11
Figure 2 : Situation de la commune dans l'agglomération rennaise	18
Figure 3 : Situation géographique du projet (Géoportail IGN)	19
Figure 4 : Périmètre de la zone de projet	21
Figure 5 : Scénario 1 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)	26
Figure 6 : Scénario 2 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)	28
Figure 7 : Scénario 3 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)	30
Figure 8 : Schéma général d'aménagement projeté retenu	32
Figure 9 : Extrait de la carte du DOO arrêté le 31 janvier 2014	38
Figure 10 : Localisation des emplacements réservés (extrait du Diagnostic, Archipole nov. 2014)	44
Figure 11 : Données pluviométriques (source : Météo-France)	50
Figure 12 : Rose des vents 2002-2014 (source : Windsurfer)	51
Figure 13 : Dépassement des valeurs réglementaires en 2013	52
Figure 14 : Extrait de la carte BRGM 1/50 000	53
Figure 15 : Extrait de la base de données BSS du BRGM	54
Figure 16 : Extrait des études préalables Phase 1 diagnostic (Archipole, nov 2014)	55
Figure 17 : Bassin versant de l'Ille et de l'Illet (Syndicat Mixte du BV de l'Ille et de l'Illet)	57
Figure 18 : Fossé, dalot et fin du busage du ruisseau	59
Figure 19 : Réseaux d'eaux pluviales et mesures de gestion prévues par le Schéma Directeur	60
Figure 20 : Périmètre de protection rapproché du captage du Vau Reuzé	61
Figure 21 : Extrait de la carte des remontées de nappe du BRGM (inondationsnappe.fr)	62
Figure 22 : Forages recensés à proximité de la zone d'étude (Base de données BSS)	62
Figure 23 : Extrait du Plan de prévention des risques d'inondation en région rennaise	63
Figure 24 : Réseau de haies bocagères et de chemins à préserver (Diagnostic paysager)	65
Figure 25 : Mesures de protection du patrimoine naturel à proximité de la zone d'étude	68
Figure 26 : Inventaire des zones humides et des cours d'eau Hydroconcept 2006	69
Figure 27 : Localisation des sondages du diagnostic complémentaire	70
Figure 28 : Cartographie des habitats recensés lors de l'inventaire Faune Flore (Philippe Fouillet consultant en écologie)	72
Figure 29 : Extrait du PADD repérant la trame verte et bleue	73
Figure 30 : Evolution de la population de Betton de 1968 à 2016 et allonger le graphique	75
Figure 31 : Population par tranche	75
Figure 32 : Zones d'habitations conservées dans le cadre du projet	76
Figure 33 : Part des activités en % (INSEE 2012)	77
Figure 34 : Cartes des commerces de Betton (source : Rapport de présentation du PLU, 2008)	78
Figure 35 : Nature des parcelles agricoles exploitées sur le site (Géoportail : llots de culture RGP 2012)	79
Figure 36 : Activités industrielles recensées dans la bdd BASIAS	80
Figure 37 : Localisation des équipements publics (PADD)	83
Figure 38 : Accès et desserte (Phase 1 : Diagnostic, Archipole nov. 2014)	84
Figure 39 : Lignes présentes à proximité de la zone d'étude (Phase 1 : Diagnostic, Archipole nov. 2014)	85
Figure 40 : Evolution des trafics journaliers (Etude circulation Egis)	86
Figure 41 : Extrait de la carte des servitudes d'utilité publique du PLU	89
Figure 42 : Implantation des points de mesures	90
Figure 43 : Synthèse des impacts énergétiques estimés et effet de serre (Etude Polenn)	92
Figure 44 : Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées (Etude Polenn)	95
Figure 45 : Etude de micro réseaux à l'échelle d'ilots (source : Etude EnR, Polenn)	96
Figure 46 : Schéma de principe des écoulements d'eaux pluviales au sein du projet	106
Figure 47 : Réseau de haies bocagères et de chemins à préserver (Diagnostic paysager)	110
Figure 48 : Mesures de protection du patrimoine naturel à proximité de la zone d'étude	111
Figure 49 : Principales actions de conservation de la biodiversité sur le site urbanisé (Etude de la Biodiversité, P. Fouillet)	115
Figure 50 : Estimation du nombre de véhicules induits par la ZAC (Etude Polenn)	121
Figure 51 : Zones dans lesquelles les futurs bâtiments sensibles seront soumis à des objectifs d'isolation de façade	124
Figure 52 : Projet de restructuration du carrefour	126
Figure 53 : Possibilités de trémie sous la voie	129
Figure 54 : Emplacement de la zone de retournement à prévoir pour l'arrêt de bus	130

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Débits de référence (source : eau France).....	56
Tableau 2 : Plus fortes crues enregistrées	56
Tableau 3 : Bilan annuel 2013 du Réseau Qualit'eau 35	58
Tableau 4 : Principaux chiffres sur l'évolution du secteur agricole de la commune de Betton (source : Agreste 1988 à 2010).....	79
Tableau 5 : Synthèse des impacts du projet	127

PREAMBULE

La Ville de Betton mène, depuis de nombreuses années, une action volontariste afin de maîtriser son urbanisation. Le développement de l'urbanisation s'est ainsi concrétisé ces dernières années par la réalisation de plusieurs opérations situées à l'Ouest de la commune. Aujourd'hui, 77 % de la population bettonnaise habitent à l'Ouest de la voie ferrée.

Afin d'assurer le relais de ces opérations, de rééquilibrer l'urbanisme de la commune vers l'Est et surtout de répondre à des demandes toujours importantes de logements et d'installation d'une surface alimentaire sur la commune, le conseil municipal a souhaité engager l'urbanisation du secteur de la Plesse et de la Chauffeterie.

Le présent rapport constitue l'état initial de l'étude d'impact qui accompagnera le dossier de création de la ZAC.

1. DEMANDEUR

Le Maître d'ouvrage de l'opération est :



Ville de Betton
Place Charles de Gaulle - BP 83129
35831 BETTON cedex
Tél : 02 99 55 81 01

Maîtrise d'œuvre urbaine :

Etudes urbaines : Archipôle - Rennes
Etudes paysagères : Atelier Le Quintrec - Rennes
Economie de l'aménagement : OCDL groupe Giboire - Rennes
Etudes VRD : ECR Environnement - Rennes

Cette étude a été réalisée par :



ECR environnement
Zone de Kerhoas II - 2 rue André Ampère
56260 LARMOR-PLAGE
Tél : 02.97.87.42.32 / Fax : 02.97.87.42.52

Au sein de la société ECR environnement, le projet est suivi par Hélène ROUX, chargée d'affaires.

En collaboration avec :

Polenn- Etude EnR : cabinet chargé de la réalisation de l'étude des énergies renouvelables

Philippe FOUILLET : consultant Environnement Biodiversité

Alhyange acoustique : cabinet d'études acoustiques

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La présente étude a été élaborée conformément au Code de l'Environnement :

- Partie réglementaire, Livre premier, Titre II, Section 1 : Études d'impact des travaux et projets d'aménagement.
- Décret n° 2009-496 du 30 avril 2009 relatif à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement prévue aux articles L. 122-1 et L. 122-7 du code de l'environnement.
- **Décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements** et définissant également le contenu du "cadre préalable" de l'étude d'impact, qui peut être demandé par le maître d'ouvrage à l'autorité administrative compétente pour autoriser les projets.

Les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé à l'article R122-2 du code de l'Environnement sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau.

Extrait du tableau annexé à l'article R122-2 du code de l'Environnement :

CATÉGORIES D'AMÉNAGEMENTS, d'ouvrages et de travaux	PROJETS soumis à étude d'impact	PROJETS soumis à la procédure de " cas par cas " en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE
34° Zones d'aménagement concerté, permis d'aménager et lotissements situés, à la date du dépôt de la demande, sur le territoire d'une commune dotée ni d'un PLU ou d'un document d'urbanisme en tenant lieu, ni d'une carte communale.	Travaux, constructions ou aménagements réalisés en une ou plusieurs phases, lorsque l'opération crée une SHON supérieure ou égale à 40 000 m ² ou dont le terrain d'assiette couvre une superficie supérieure ou égale à 10 ha.	Travaux, constructions ou aménagements réalisés en une ou plusieurs phases, lorsque l'opération : soit crée une SHON supérieure ou égale à 3 000 m ² et inférieure à 40 000 m ² et dont le terrain d'assiette ne couvre pas une superficie supérieure ou égale à 3 ha, soit couvre un terrain d'assiette d'une superficie supérieure ou égale à 3 ha et inférieure à 10 ha et dont la SHON créée est inférieure à 40 000 m ² .

Le projet consiste en la création d'une Zone d'Aménagement Concerté dont le terrain d'assiette couvre une superficie supérieure ou égale à 10 ha : **une étude d'impact est obligatoire.**

Le contenu de l'étude d'impact est renseigné à l'article R122-5 modifié par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011.

Contenu de l'étude d'impact

Article R122-5 modifié par le Décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 - art. 1

I. Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

II. L'étude d'impact présente :

1° Une description du projet comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions, y compris, en particulier, une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet et des exigences techniques en matière d'utilisation du sol lors des phases de construction et de fonctionnement et, le cas échéant, une description des principales caractéristiques des procédés de stockage, de production et de fabrication, notamment mis en œuvre pendant l'exploitation, telles que la nature et la quantité des matériaux utilisés, ainsi qu'une estimation des types et des quantités des résidus et des émissions attendus résultant du fonctionnement du projet proposé.

2° Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques telles que définies par l'article L. 371-1, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments ;

3° Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) **et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement**, en particulier sur les éléments énumérés au 2° et sur la consommation énergétique, la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux ;

4° Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;

ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage

5° Une esquisse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine, le projet présenté a été retenu ;

6° Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ;

7° Les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour :

- **éviter les effets négatifs notables** du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- **compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet** sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments visés au 3° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments visés au 3° ;

8° Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial visé au 2° et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, une explication des raisons ayant conduit au choix opéré ;

9° Une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées par le maître d'ouvrage pour réaliser cette étude ;

10° Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact et des études qui ont contribué à sa réalisation ;

12° Lorsque le projet concourt à la réalisation d'un programme de travaux dont la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact comprend une appréciation des impacts de l'ensemble du programme.

IV. Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci est précédée d'un **résumé non technique** des informations visées aux II et III. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant.

V. Pour les travaux, ouvrages ou aménagements soumis à autorisation en application du titre Ier du livre II, l'étude d'impact vaut document d'incidences si elle contient les éléments exigés pour ce document par l'article R. 214-6.

Cette étude sera complétée pour tenir compte des remarques formulées dans l'avis de l'Autorité environnementale. Elle fera aussi l'objet d'un complément lors de l'élaboration du dossier de réalisation grâce aux précisions qui seront vérifiées lors de la phase pré-opérationnelle.

3. RESUME NON TECHNIQUE

Conformément à l'article R122-4 du Code de l'environnement, ce chapitre constitue le résumé non technique de l'étude d'impact de l'opération d'aménagement de la ZAC de la Plesse portée par la Ville de Betton.

L'objectif de ce chapitre préalable est de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude en offrant une synthèse non technique de chacun des chapitres présentés dans la suite du document. Aussi, le sommaire retenu dans ce chapitre correspond au déroulement de l'étude d'impact.

3.1 DESCRIPTION DU PROJET

Les opérations récentes d'aménagement sur la ville de Betton ont principalement eu lieu sur la partie ouest de l'agglomération. Afin d'assurer le relais de ces opérations, de rééquilibrer l'urbanisme de la commune vers l'Est et surtout de répondre à des demandes toujours importantes de logements et d'installation d'une surface alimentaire sur la commune, le Conseil municipal a souhaité engager l'urbanisation du secteur de la Plesse et de la Chauffeterie, à l'Est de la commune, sur un secteur non bâti d'environ 21 hectares..

Une équipe pluridisciplinaire composée, d'un urbaniste, d'un paysagiste (groupement ARCHIPOLE Urbanisme et Architecture et Yannis LE QUINTREC), d'un bureau d'études VRD spécialisé en ingénierie de l'aménagement (ECR Environnement), d'un environnementaliste (ECR Environnement), d'un géomètre (ECR Environnement) et d'un économiste de l'aménagement (OCDL) a été désignée afin de réaliser les études préalables à la création de la ZAC.

Ces études ont permis de valider la faisabilité technique, financière et opérationnelle de l'opération et de cerner les contours du montage pré-opérationnel.

Les objectifs généraux définis pour l'aménagement de ce secteur sont les suivants :

- Réaliser une zone à vocation principale d'habitat en continuité du bâti existant et dans le cadre d'un aménagement durable à proximité du pôle d'échanges de la Gare,
- Implanter, en cœur d'opération, une surface commerciale alimentaire de 3 000 m² maximum couplée à une station-service,
- Répondre aux objectifs de densité du SCoT,
- Remplir les objectifs qualitatifs et quantitatifs du PLH arrêté le 20 février 2014 par la production de logements diversifiés assurant une mixité urbaine et une mixité sociale, et mettant en œuvre les nouvelles formes urbaines,
- Réaliser une voie urbaine structurante de ce nouveau quartier depuis le rond-point d'entrée de ville vers le Nord du secteur et, éventuellement l'Ouest,
- Desservir la zone par le réseau de transports en commun,
- Aménager une entrée de ville depuis la déviation,
- Mettre en œuvre un maillage dense pour les circulations piétonnes et cycles en lien avec les quartiers existants, vers le pôle gare et le centre ainsi que vers les secteurs agro-naturels de l'Est de la commune,
- Restructurer, en conséquence, les voies urbaines périphériques à ce secteur,
- Faciliter les déplacements Est-Ouest notamment, en assurant un franchissement souterrain de la voie ferrée,
- Protéger et renforcer le patrimoine naturel du site par le maintien et la confortation des haies remarquables existantes,
- Réaliser un aménagement urbain et paysager assurant un cadre de vie de qualité,
- Intégrer les préoccupations environnementales, notamment dans le domaine de l'énergie.

Le projet d'aménagement de la ZAC de la Plesse prévoit la réalisation d'environ 630 logements dans le respect de la densité préconisée par le SCoT et de la mixité contenue dans le projet de PLH adopté le 17 décembre 2015 par le Conseil métropolitain.

La programmation prévisionnelle finalement retenue prévoit la répartition suivante :

- Environ 366 logements collectifs
 - dont environ 190 logements collectifs sociaux (PLUS - PLAI)
 - dont environ 95 logements collectifs en Accession Aidée (PSLA)
 - dont environ 81 logements en promotion immobilière
- Environ 95 logements en produits régulés
 - dont environ 40 terrains à bâtir non libre de constructeur à prix régulés
 - dont environ 23 locatifs intermédiaires à loyer conventionné
 - dont environ 32 logements (PLS institutionnel)
- Environ 172 lots libres de constructeurs

A ce programme d'habitat s'ajoute également des espaces publics d'infrastructures: voiries et places, réseaux, dispositifs de régulation des eaux pluviales, chemins piétons... et un îlot mixte espace commercial (surface alimentaire de 3000 m² couplée à une station-service et habitat).

Le projet est compatible avec l'affectation des sols définie par les documents d'urbanisme opposables, ainsi que son articulation avec les plans, schémas et programmes relatifs à l'aménagement du territoire.

Il s'agit notamment :

- du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) ;
- du Plan de Déplacements Urbains (PDU) ;
- du Programme Local de l'Habitat (PLH) de Rennes Métropole ;
- du Plan Local de l'Urbanisme (PLU) : pièces écrites, règlement, annexes sanitaires, évaluation environnementale, orientations d'aménagement, PADD ;
- du Plan Communal de Déplacements (PCD).

Le projet se caractérise par une maîtrise paysagère des entrées de quartier, la pertinence des liaisons et voies de distribution internes, ainsi que par la prédominance d'une structure paysagère de qualité intégrant la nouvelle urbanisation. En effet, le parc central structurant nord-sud et le bois habité représentent 2,5 ha, soit 12% de la surface de la ZAC, auxquels s'ajoute le parc agricole d'une surface de 3 ha.

Le scénario d'aménagement retenu se distingue notamment par :

- une implantation de la surface alimentaire plus compacte en polarité de quartier ;
- des parcelles individuelles orientées majoritairement vers le sud et favorable aux apports solaires (L'étude du potentiel de développement des énergies renouvelables réalisée par le bureau d'étude Polenn est jointe en annexe de cette étude).

L'aménagement de la ZAC est prévu en plusieurs tranches opérationnelles sur environ 10 années.

Le lancement des travaux de viabilisation (première tranche) est prévu pour le deuxième semestre 2017.

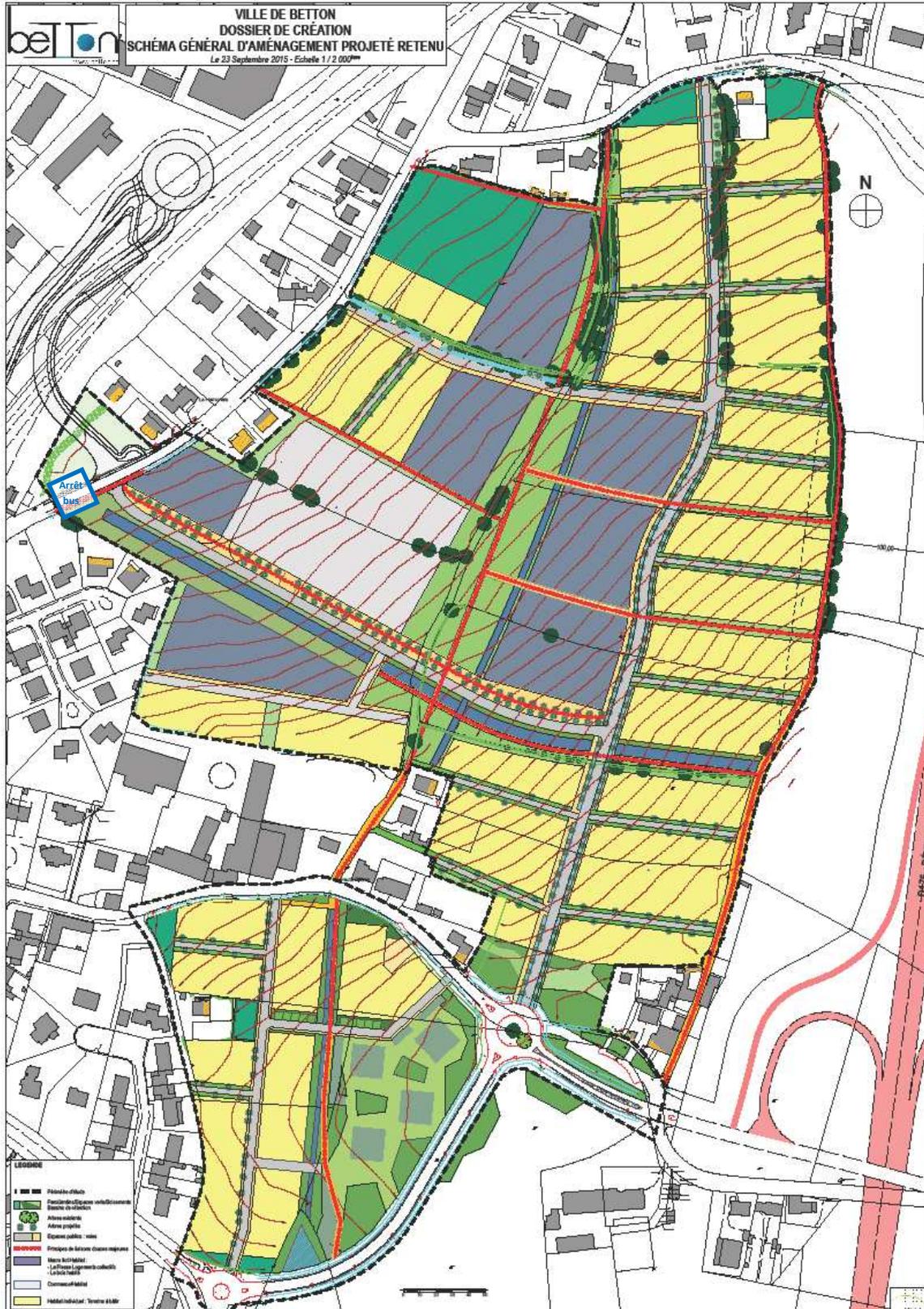


Figure 1 : Schéma général d'aménagement projeté retenu au stade du dossier de création

3.2 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

3.2.1 Milieu physique

Climat

Le territoire de Betton est caractérisé par un climat de type océanique tempéré. Les vents sont orientés Sud-Ouest, Nord-Est de vitesses moyennes 20 km/h environ.

Qualité de l'air

Comme dans la plupart des communes de l'agglomération rennaise peu industrialisées, la pollution de l'air reste faible, malgré quelques pics, conséquence principalement des déplacements, du chauffage urbain et de l'agriculture en ce qui concerne les pesticides.

Sols

Selon la carte géologique du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le sous-sol de la commune de Betton est principalement constitué de schistes briovériens, roches anciennes riches en argiles et donc peu perméables, d'alluvions modernes dans les fonds de vallées et de limons éoliens quaternaires.

Topographie

Le site de la Plesse est situé à l'est du centre-ville et de la voie ferrée, en appui sur un coteau orienté en pente régulière vers la vallée du canal d'Ille et Rance.

Le point haut est à 58 m d'altitude au niveau du hameau de la Plesse (partie Sud du site). Le terrain descend en limite Nord-Ouest du périmètre d'étude à 40 m d'altitude (rue de la Hamonais), soit un dénivelé de 18 m et une pente moyenne de 3,8%.

Eaux superficielles

Le site de projet est entièrement situé sur le bassin versant de l'Ille et n'est traversé par aucun cours d'eau.

Le SDAGE Loire-Bretagne se décline en différentes catégories d'actions et de préconisations à réaliser afin d'atteindre le bon état global des masses d'eau, dont :

- Réduire la pollution organique, le phosphore et l'eutrophisation
- Préserver les zones humides et la biodiversité

Les objectifs du SAGE Vilaine pouvant être plus particulièrement concernés par le projet sont :

- **L'ALTERATION DE LA QUALITE PAR LES REJETS D'ASSAINISSEMENT**
 - Orientation 2 : Optimiser la gestion des eaux pluviales :
- **LES ZONES HUMIDES**
 - Orientation 1 : Marquer un coup d'arrêt à la destruction des zones humides
 - Orientation 2 : Protéger les zones humides dans les documents d'urbanisme
 - Orientation 3 : Mieux gérer et restaurer les zones humides
- **L'ALTÉRATION DE LA QUALITÉ PAR LES PESTICIDES**
 - Orientation 1 : Diminuer l'usage des pesticides
 - Orientation 3 : Promouvoir des changements de pratiques
 - Orientation 4 : Aménager l'espace pour limiter le transfert de pesticides vers le cours d'eau

Eaux souterraines

Selon le BRGM, l'emprise de la ZAC est située en zone de très faible sensibilité vis à-vis du risque de remontées de nappes. Elle n'est concernée par aucun périmètre de protection de captage d'eau souterraine destiné à l'alimentation en eau potable.

Risques naturels et technologiques

Une partie du territoire de Betton est concernée par le Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) du bassin de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet. Le périmètre de la ZAC se trouve en amont, en dehors de la zone inondable. La zone de projet n'est concernée par aucun périmètre de Plan de Prévention du Risque Technologique (PPRt), ni aucun établissement SEVESO. A ce titre, les risques technologiques sont nuls.

3.2.2 Milieu naturel

Paysage

La zone d'étude correspond à un ensemble de parcelles agricoles (pâtures et cultures) contenant des haies arborées ou arbustives encadrées par des zones urbanisées de la ville de Betton (au sud, au nord et à l'ouest) et par la déviation de la Route départementale D 175 à l'est.

Patrimoine naturel

Aucune mesure de protection du patrimoine naturel n'est identifiée sur le site de la Plesse :

- Le **site Natura 2000** le plus proche est la Zone Spéciale de Conservation «Complexe forestier Rennes, étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève» dont la limite se trouve 1 km à l'est, en amont ;
- La **ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) de type I** la plus proche correspond à la « Zone humide de la Boullière », située à environ 500 m à l'ouest ;
- La **ZNIEFF de type II** la plus proche correspond à la Forêt de Rennes, distante d'environ 1 km ;
- Le **Milieu Naturel d'Intérêt Ecologique (MNIE)** répertorié par le SCoT du Pays de Rennes le plus proche, La Fontaine Guillaume, est à 500 m sur les bords de l'Ille.

Zones humides

L'inventaire des zones humides intégré au PLU, réalisé par le Syndicat du bassin versant de l'Ille et de l'Illet en 2006, n'identifie pas de zone humide sur le secteur de la Plesse.

Les seules zones humides identifiées par le diagnostic complémentaire réalisé le 23 mars 2015 sont situées au niveau:

- du **fossé nord** toujours en eau en bordure de la parcelle n°AP35,
- du **fond de la parcelle n°AP80** friche remblayée, en contrebas de la voie ferrée.

Faune / Flore / Habitats

La biodiversité de la zone a fait l'objet d'un inventaire Faunistique et Floristique entre le mois d'octobre 2014 et le mois de septembre 2015.

Les enjeux pour la flore et les habitats sont réduits. La sensibilité écologique du site correspond essentiellement aux haies arborées et arbustives résiduelles, aux petites zones de friches arbustives et aux fossés inondables.

Il n'y a aucune espèce végétale protégée ou patrimoniale sur le site. La diversité végétale des zones agricoles reste assez réduite (espèces communes des pâtures et cultures).

Les espèces animales protégées présentes sont des espèces communes du bocage du centre de l'Ille-et-Vilaine : une chauve-souris (Pipistrelle commune), une vingtaine d'espèces d'oiseaux, deux batraciens et l'insecte Grand Capricorne (cette espèce en limite de répartition nord au niveau du bassin de Rennes).

Corridor écologiques

Le projet ne vient pas mordre sur le réseau de liaisons écologiques repéré dans le SCoT du Pays de Rennes.

3.2.3 Milieu humain

Occupation du sol

L'occupation du sol correspond actuellement à un espace agricole.

Patrimoine culturel

Le périmètre d'étude n'accueille ni site classé ou inscrit et n'interfère pas avec un périmètre de protection du patrimoine bâti.

Le PLU n'identifie pas de site archéologique sur la zone d'étude. La DRAC Bretagne a toutefois été sollicitée afin de s'assurer que le projet n'est pas susceptible de porter atteinte à la conservation du patrimoine archéologique. En réponse, la DRAC précise qu'un arrêté de prescription de diagnostic archéologique préalable aux travaux sera établi.

Activité économique

Les deux secteurs d'activités principaux pour les actifs sur la commune sont le commerce, les transports et services divers d'une part, et l'administration publique d'autre part.

La commune de Betton conserve une agriculture dynamique avec 32 sièges d'exploitation en 2009, malgré de fortes contraintes liées à la périphérie rennaise. Depuis 1988, la surface agricole utile (SAU) exploitée par les agriculteurs de la commune diminue régulièrement. En 2010, elle couvre environ 59% du territoire.

Cadre urbain

Une étude circulation a été réalisée par le cabinet Egis sur le premier semestre 2015 sur le secteur Est de Betton, dans le cadre du projet de suppression du passage à niveau de la Plesse (PN n°7). Actuellement, au niveau de ce passage à niveau, en général 4-5 véhicules maximum sont en attente sur les branches principales des carrefours.

Betton bénéficie d'une bonne desserte par les transports en commun, puisque qu'elle est desservie par plusieurs lignes du Service de Transport de l'Agglomération Rennaise (STAR) et par une ligne de TER. La situation du quartier à proximité immédiate du centre bourg et de la gare est un véritable atout pour faciliter les déplacements doux.

La commune dispose d'une crèche parentale, une halte-garderie, un Centre de Loisirs Sans Hébergement (CLSH), 3 écoles publiques, une école privée et un collège.

Réseaux/déchets

Les études pré opérationnelles n'ont pas identifié de souci majeur pour le prolongement des réseaux passant à proximité.

La collecte des déchets sera assurée par Rennes Métropole.

Bruit

Une campagne de mesures acoustiques a été réalisée par le cabinet Alhyange acoustique du 22 au 23 janvier 2015, en 4 points sur une durée de 24h. Ce diagnostic a permis de caractériser le paysage sonore préexistant.

Le projet est considéré en zone d'ambiance sonore préexistante « modérée ».

3.3 ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

La synthèse des impacts potentiels du projet et des mesures retenues pour y remédier ou les atténuer est établie dans le tableau suivant :

Milieu	Paragraphe	Impacts potentiels	Mesures retenues
MILIEU PHYSIQUE	Climat et qualité de l'air	Les deux sources d'impact sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre sont l'augmentation de la circulation automobile et la consommation d'énergie des bâtiments.	<ul style="list-style-type: none"> • Multiples liaisons douces piétons/cycles en connexion avec les quartiers voisins, les équipements publics, la gare, le centre et la campagne. • Desserte de la ZAC par le bus, aire de covoiturage et volonté d'installer des bornes de recharge pour véhicules électriques. • Limitation de la vitesse au sein du quartier (cours urbaines). • Conception et orientation des bâtiments, recours aux énergies renouvelables, îlot passif, sensibilisation des futurs acquéreurs et professionnels de la construction. <p>➔ Les engagements forts pris en faveur du développement durable limiteront la consommation d'énergie fossile et les émissions de gaz à effet de serre</p> <p><u>En phase travaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de matériaux d'origine locale et réutilisation au maximum des déblais sur site, • Gestion des conditions de circulation. • Terrassements en période où les sols ne sont pas totalement secs.
	Sols	Projet en appui sur la topographie locale ➔ Peu d'impact sur les sols	Réutilisation au maximum des déblais en tant que remblais pour les espaces verts notamment
	Eaux superficielles	Le projet est susceptible de générer des impacts sur le plan quantitatif et qualitatif sur les milieux récepteurs, par le canal d'Ille et Rance.	<ul style="list-style-type: none"> • Bassins de rétention et techniques alternatives (canaux et noues) pour la gestion des eaux de ruissellement, • Station-service de la surface commerciale équipée d'un déboureur séparateur à hydrocarbures <p><u>En phase travaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des bassins tampon dès le début des travaux <p>➔ Amélioration des débits ruisselés par rapport à l'état actuel du site. La qualité des eaux sera préservée par décantation des MES et rétention possible des pollutions accidentelles</p>
	Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pas ou faiblement polluées compte tenu de la vocation d'habitat de la ZAC. • Une légère infiltration s'effectuera au fond des noues et canaux. <p>➔ Impact quasi nul</p>	Les mesures prises pour préserver la qualité des eaux souterraines sont celles prise pour les eaux superficielles décrites au paragraphe précédent.
	Risques naturels et technologiques	Absence de risque naturel identifié, ni de risque technologique s'appliquant sur le périmètre de projet	Aucune mesure particulière
MILIEU NATUREL	Paysage	Modification du paysage agricole péri-urbain en paysage urbain	<p>Composition d'un paysage de transition en entrée de Ville : bois habités et parc agricole notamment, Maintien et confortement des chemins existants et du réseau de haies bocagères, création de haies nouvelles et de boisements, Création de canaux plantés de récupération et d'infiltration des eaux pluviales</p> <p>Parc central et bassins tampons boisés</p> <p>➔ Parti pris paysager fort qui permettra d'assurer un paysage urbain de qualité</p> <p><u>En phase travaux :</u> Chantier propre, gestion des déchets, végétalisation rapide des surfaces terrassées de l'emprise dédiée aux bassins tampons</p>
	Patrimoine naturel	Aucune mesure de protection du patrimoine naturel sous influence directe du projet n'est identifiée Pas d'impact sur le patrimoine naturel, ni sur les sites Natura 2000	
	Zone humide	Le périmètre opérationnel ne comprend pas de zones humides.	Le fossé nord sera conservé sous forme de noue ➔ Impact quasi nul

		Le fond de la parcelle n°80 et le fossé nord répondent toutefois aux critères	
	Faune flore habitats	Les impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la biodiversité locale peuvent être considérés de niveaux moyens car concernent des représentants d'espèces protégées communes dans l'ouest de la France.	<ul style="list-style-type: none"> La conservation des haies bocagères permettra de préserver les oiseaux nicheurs et le maintien du Grand capricorne sur site. La création de haies supplémentaires est prévue dans le cadre du traitement paysager et plantation d'espèces herbacées dans les noues. La conservation des fossés inondables (en particulier de la parcelle n°35 au nord) permettra celle des populations de batraciens présents. <p><u>Entretien</u> : Fauche tardive, objectif zéro phyto <u>En phase travaux</u> : Adaptation de la périodicité des travaux, Délimitation de l'emprise du chantier, Gestion des produits utilisés et des déchets</p> <p>➔ Impacts limités sur la biodiversité locale</p>
	Corridors écologiques	Absence de liaison écologique identifiée sur la zone d'étude	Création d'une trame verte au sein du projet avec le parc central, le bois habité et les lanières bocagères. ➔ Impact positif par la création de nouvelles haies et espaces boisés
MILIEU HUMAIN	Activité économique	Ouverture d'une zone d'habitat de 630 logements comportant une surface commerciale de 3000 m ² , sur une surface actuellement agricole ➔ Impact bénéfique de l'arrivée de nouveaux habitants sur les services et l'activité économique locale	Devenir de l'exploitation agricole enclavée dans le futur quartier (indemnisation et convention) pris en compte, Aménagement de la ZAC en plusieurs tranches ➔ Impact limité et temporisé sur l'activité de l'exploitation agricole
	Occupation du sol	Installation d'une zone dédiée à l'habitat, sur une zone agricole de pâtures et de cultures, en prolongement de l'urbanisation existante	Modification de l'occupation du sol en compatibilité avec les documents d'urbanisme en vigueur. Pas de mesures particulières sur ce point
	Patrimoine culturel et archéologique	Le projet n'est pas situé dans le périmètre d'un monument historique ou d'un site archéologique. Pas d'impact sur le patrimoine culturel. Un arrêté de prescription de diagnostic archéologique préalable aux travaux sera établi par la DRAC.	Pas de mesures particulières dans l'état actuel des connaissances
	Cadre urbain	Les études pré opérationnelles n'ont pas identifié de souci majeur pour le prolongement des réseaux passant à proximité. L'accroissement de la population lié à la ZAC aura une incidence perceptible sur la fréquentation des infrastructures d'accueil et des écoles. Bien que d'après l'étude circulation les projets à l'Est de Betton impactent peu le PN7, à l'horizon 2025, l'étude de circulation projette une saturation du PN7 à 500 véhicules/jour/sens. <u>En phase travaux</u> : La zone n'étant pas enclavée en milieu urbain, les travaux ne devraient pas perturber les accès aux habitations riveraines. Le chantier de viabilisation de la ZAC s'effectuera en plusieurs tranches.	La ZAC inclura dans son bilan financier une provision pour la participation au financement des équipements publics. Le nouveau quartier offrira des modes de transports différenciés combinés aux liaisons douces, qui multiplieront les pratiques de déplacements. Le projet de suppression du passage à niveau et de création de la trémie est un atout fort du projet, il permettra de fluidifier les flux d'échanges avec le centre-ville par une nouvelle répartition des trafics. Cependant le projet de ZAC est conçu pour se réaliser de manière indépendante de cet ouvrage. <u>En phase travaux</u> : Une signalisation claire et lisible sera mise en place pour assurer de bonnes conditions de desserte et de déplacement des usagers dans le secteur. Communication sur l'avancée des travaux. ➔ Dérangements limités en phase travaux
	Bruit	En zone modérée, le niveau de bruit après travaux ne devra pas dépasser 60 dB le jour et 55 dB la nuit ➔ Impact temporaire en phase travaux	Les travaux de viabilisation seront réalisés durant la journée.
	Santé humaine	Incidences du projet sur l'eau, l'air et le bruit traitées ci-avant. Vocation de logement du site. ➔ Impacts limités	

3.4 ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Les impacts cumulés ont été regardés par rapport aux projets de :

- Suppression du PN7
- Autres projets communaux
- Projet Via Silva

3.5 ESTIMATION DU COUT DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Le coût des principales mesures prévues pour l'insertion du projet dans l'environnement est estimé de l'ordre de 2,5 M€HT.

3.6 ANALYSE DES METHODES UTILISEES ET DIFFICULTES RENCONTREES

On peut estimer que dans le cas du présent projet, il n'a pas été rencontré de difficultés particulières lors de la réalisation de l'étude d'impact (hormis celles apparaissant habituellement au stade des dossiers de création) notamment grâce à la mise en œuvre d'expertises dans différents domaines.

4. PRESENTATION DU PROJET

4.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Au cœur de l'agglomération rennaise, Betton, 10 651 habitants au 1^{er} janvier 2015 répartis sur 2673 ha, est la cinquième ville de Rennes Métropole en terme de nombre d'habitants.

Située au nord de Rennes, à proximité de l'axe Rennes-Saint-Malo et sur la route touristique du Mont-Saint-Michel, Betton occupe une position stratégique :

- à 10 minutes de Rennes, en première couronne,
- à 45 minutes de Saint-Malo,
- à 1 heure du Mont-Saint-Michel,
- à 3 heures de Paris (2h30 à l'horizon 2017-2018).

Des atouts géographiques (grande diversité de paysages, milieux naturels préservés, proximité de l'Ille et du canal d'Ille et Rance), ainsi qu'un positionnement intéressant en termes de dessertes routières (route du Mont-Saint-Michel, voie ferrée Rennes-St Malo, nouvelle déviation,....) ont accentué la pression démographique.



Source : Audiar.

Figure 2 : Situation de la commune dans l'agglomération rennaise

Les opérations récentes d'aménagement ont principalement eu lieu ces dernières années sur la partie ouest de l'agglomération. Pour rechercher un certain équilibre pour les opérations futures, le conseil municipal a donc décidé d'engager l'urbanisation du secteur de la Plesse et de la Chauffeterie situé à l'Est de la commune.

Le périmètre d'étude se situe à l'Est de la commune. Il comprend près de 21 hectares. Il est bordé par :

- Au Nord : la rue de la Hamonais et une zone pavillonnaire ;
- A l'Ouest : une zone pavillonnaire et la voie ferrée ;
- Au Sud : une zone pavillonnaire et des terres agricoles ;
- A l'Est : la RD 175 (axe nord-sud, classée au PDU en axe de catégorie 1).

Il borde le merlon de la déviation dans sa partie Est.

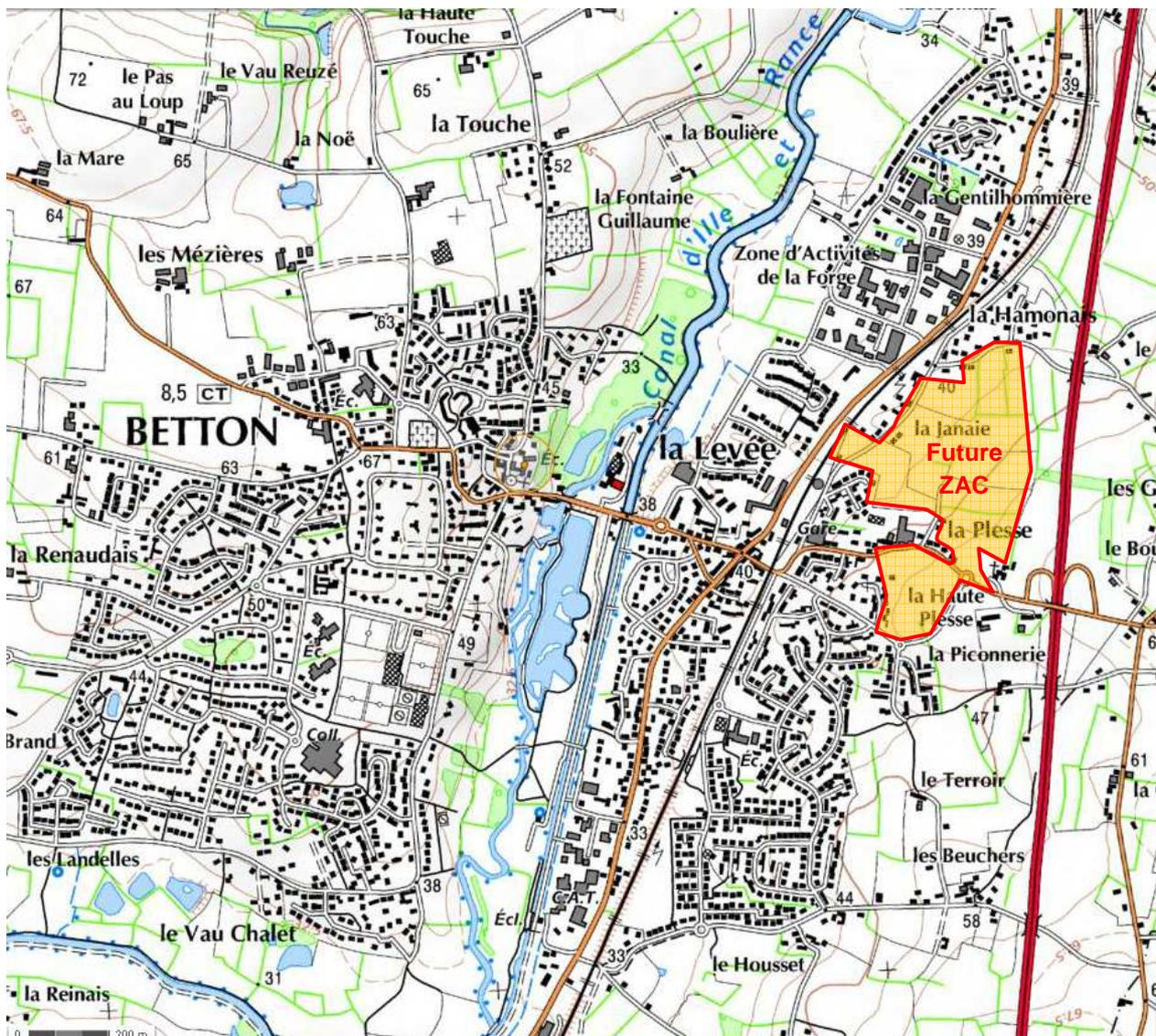


Figure 3 : Situation géographique du projet (Géoportail IGN)

Le périmètre d'étude est occupé majoritairement par des terres agricoles, et comprend deux habitations à conserver. En périphérie, plusieurs hameaux sont présents (la Hamonais, la Plesse, la Basse Plesse, la Haute Plesse et la Chauffeterie). A brève échéance, le siège d'exploitation agricole situé en limite d'opération, cessera son activité.

Le site est accessible depuis la rue de la Forêt, la RD 175 (ou déviation), la rue de la Hamonais et l'avenue de la Haye Renaud.

4.2 SITUATION CADASTRALE

Le périmètre d'étude d'une surface d'environ 21 ha concerne les parcelles suivantes :

section	numéro	Surface (m ²)
AP	35	11587
AP	40	13991
AP	145	9203
AP	144	700
AP	34	15971
AP	41	18061
AP	33	19624
AP	80	2355
AP	98	117
AL	377	4661
AL	378	23733
AR	2	10732
AR	175	2865
AR	163	691
AR	221	10227
AR	56	5221
AR	131	9063
AR	167	6928
AR	171	10306
AR	1	15119
AR	220	500
AR	235	258
AP	29	973
AR	205	12
AR	206	24
AR	159p	68
AR	227	3 000
AR	233	337
AR	161	685
AR	165p	1 005
AR	57	508
AR	58	408
AP	229	716
Chemin rural		2040
DP		750
Total		202 439 m²

Echelle 1/2000 ème

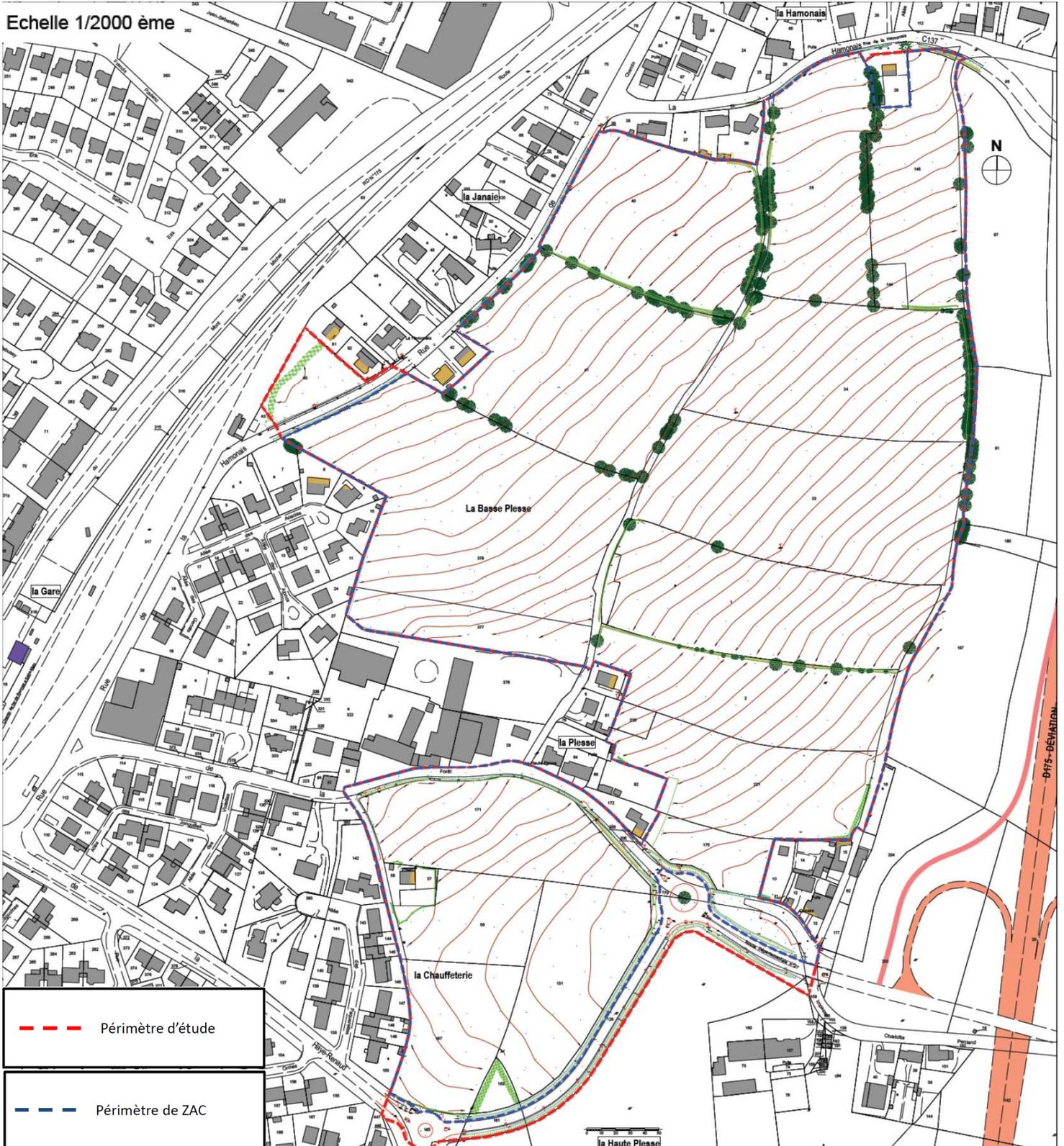


Figure 4 : Périmètre de la zone de projet

4.3 CONTEXTE

Le développement de l'urbanisation de la ville de Betton s'est concrétisé ces dernières années par la réalisation de plusieurs opérations situées à l'Ouest de la commune.

Ces dernières années, ont ainsi été réalisés :

- le Domaine des Mézières et le Domaine du Trégor (construction de 260 logements),
- le secteur de Pont Brand (construction de 320 logements),
- le Trieux (construction de 98 logements collectifs),
- la Basse Renaudais (9 ha environ), ce lotissement de 220 logements est en voie d'achèvement, une extension de l'opération est en cours de réalisation (35 logements),
- le lotissement de la Basse Robinais prévoit la construction de 85 logements sur les années 2013-2015,
- la ZAC de la Renaudais créée en avril 2011 marque l'achèvement de l'urbanisation à l'Ouest de la commune avec la construction de 360 logements sur les années 2013-2017,
- La Forge, une opération de renouvellement urbain de 115 logements est à l'étude.

Aujourd'hui, 77% de la population bettonnaise habitent à l'Ouest de la voie ferrée.

Le conseil municipal a souhaité engager l'urbanisation du secteur de la Plesse et de la Chauffeterie d'une superficie d'environ 21 hectares, afin d'assurer le relais de ces opérations, de rééquilibrer l'urbanisme de la commune vers l'Est et surtout de répondre à des demandes toujours importantes de logements et d'installation d'une surface alimentaire sur la commune.

4.4 LES ETUDES PREALABLES : CONTRAINTES ET PRINCIPES D'AMENAGEMENT

4.4.1 Objectifs du projet

Les objectifs généraux définis pour l'aménagement de ce secteur sont les suivants :

- Réaliser une zone à vocation principale d'habitat en continuité du bâti existant et dans le cadre d'un aménagement durable à proximité du pôle d'échanges de la Gare,
- Implanter, en cœur d'opération, une surface commerciale alimentaire de 3 000 m² maximum couplée à une station-service,
- Répondre aux objectifs de densité du SCoT,
- Remplir les objectifs qualitatifs et quantitatifs du PLH arrêté le 20 février 2014 par la production de logements diversifiés assurant une mixité urbaine et une mixité sociale, et mettant en œuvre les nouvelles formes urbaines,
- Réaliser une voie urbaine structurante de ce nouveau quartier depuis le rond-point d'entrée de ville vers le Nord du secteur et, éventuellement l'Ouest,
- Desservir la zone par le réseau de transports en commun,
- Aménager une entrée de ville depuis la déviation,
- Mettre en œuvre un maillage dense pour les circulations piétonnes et cycles en lien avec les quartiers existants, vers le pôle gare et le centre ainsi que vers les secteurs agro-naturels de l'Est de la commune,
- Restructurer, en conséquence, les voies urbaines périphériques à ce secteur,
- Faciliter les déplacements Est-Ouest notamment, en assurant un franchissement souterrain de la voie ferrée,
- Protéger et renforcer le patrimoine naturel du site par le maintien et la confortation des haies remarquables existantes,
- Réaliser un aménagement urbain et paysager assurant un cadre de vie de qualité,
- Intégrer les préoccupations environnementales, notamment dans le domaine de l'énergie.

4.4.2 Le parti d'aménagement

Conformément aux objectifs pré-cités, le projet s'articule autour d'éléments majeurs, à savoir :

- une densité affirmée permettant ainsi de limiter la consommation d'espace en privilégiant la compacité ;
- une recherche de mixité, en terme de nombre de logements, de diversification des formes urbaines et de financement, qui permet de répondre aux objectifs du PLH (adopté 17 décembre 2015 par le Conseil métropolitain) ;
- une mixité fonctionnelle caractérisée par l'implantation d'une surface commerciale (îlot commerce/logements) en cœur de quartier ;
- un traitement qualitatif d'entrée de Ville et de quartier ;
- des polarités de quartier en cohérence avec le maillage structurant de la ville et les nouveaux accès et voies créés depuis le giratoire d'entrée de ville, l'Avenue de la Haye Renaud, les rues de la Forêt et de la Hamonais ;
- un important réseau de cheminements doux irrigant l'ensemble de la ZAC et en connexion avec l'existant ;
- un parti pris paysager fort caractérisé notamment par la présence d'un parc urbain central ouvert sur la ville. Il s'étire jusqu'à la Chaufferie (au sud) et s'ouvre sur une densité forte. Il est connecté au parc agricole de lisière ville/campagne proposé le long de la déviation Est par le renforcement des haies bocagères et cheminements existants et les nouvelles trames vertes proposées d'est/ouest ;
- de l'habitat individuel au contact de l'architecture existante.

Précisons également que, dans le cadre des études préalables, la réflexion portée sur les espaces publics s'est étendue au-delà du périmètre de la ZAC en s'attachant notamment :

- aux liaisons avec le centre-ville et la gare ;
- à l'urbanisation existante ;
- à la réalisation de connexions douces inter-quartiers ;
- aux jardins, parcs et espaces récréatifs de Betton ;
- aux équipements publics scolaires, culturels, associatifs... ;
- aux voies périphériques requalifiées ;
- au franchissement de la voie ferrée, etc.

Sur ce dernier point, il est à noter qu'une étude préliminaire conduite par la Ville, en partenariat avec les services de SNCF RESEAU et, portant sur la suppression du passage à niveau n°7 de la levée et le franchissement de la voie ferrée tant au niveau piétons que routier, est menée en parallèle des études liées au projet de ZAC.

Le projet de ZAC, compte-tenu de sa proximité avec le projet de pôle d'échanges multimodal prend en compte les résultats de cette étude.

Cependant, il est important de souligner que le schéma d'aménagement fonctionne sans ce projet de franchissement souterrain de la voie ferrée.

Le bouclage du projet de ZAC est en effet assuré de manière indépendante. La rue de la Hamonais, la rue de la Forêt, l'avenue de la Haye Renaud et les futures rues Nord sud et Est-ouest permettent à la fois la connexion de ce nouveau quartier au centre et, d'autre part de répondre aux flux de circulation.

La Ville de BETTON se réserve le droit de moduler le projet d'urbanisation selon la date d'ouverture du nouveau franchissement du passage à niveau à la Hamonais.

4.5 LES DIFFERENTS SCENARIOS ETUDIES

Les études préalables conduites à partir de plusieurs options d'aménagement ont enrichi la réflexion sur le parti urbain du nouveau quartier et entériné un principe de franchissement sous la voie ferrée comprenant cependant toutes les incertitudes de financement et de phasage de l'ouvrage dans le temps.

Les différents scénarii présentés se différencient essentiellement par la position de l'avenue principale de desserte et son mail, qui dans les 3 options assure la liaison entre la Haye Renaud et la Hamonais et varie suivant le positionnement de l'équipement commercial, des logements collectifs ou macro-îlots.

Tous les scénarii présentent également une volonté forte de mettre en place une organisation de rues en bouclage desservant le quartier. Conjuguée à la trame verte, (support de cheminements doux et de systèmes alternatifs de récupération des eaux pluviales) l'urbanisation générale vient s'insérer dans le canevas des espaces publics mis en place.

Différentes solutions de localisation du centre de gravité du cœur de quartier et de la densité (gabarits, hauteurs des constructions, capacité des logements en collectifs et en habitat individuel) ont été étudiées.

Les bassins de rétention dédiés à la régulation des eaux pluviales sont prévus dans le périmètre pour les 3 options.

4.5.1 Scénario 1

Ce scénario propose principalement :

- une centralité caractérisée par un macro-îlot en polarité de quartier intégrant une visibilité affirmée du pôle commercial/logements en façade de la rue de la Hamonais; La morphologie de l'îlot commerce/habitat est moins compacte et propose un bouclage traversant pour délimiter le macro îlot.
- un traitement qualitatif des espaces publics est mis en œuvre par la réalisation d'un parc transversal nord/sud et un accompagnement de l'habitat collectif aux carrefours des axes majeurs créés ;
- un habitat individuel rayonnant en rive de l'urbanisation existante ;
- un "bois habité" de transition, entre ville et campagne, traversé par une rue secondaire ;
- une desserte limitée depuis la rue de la forêt.

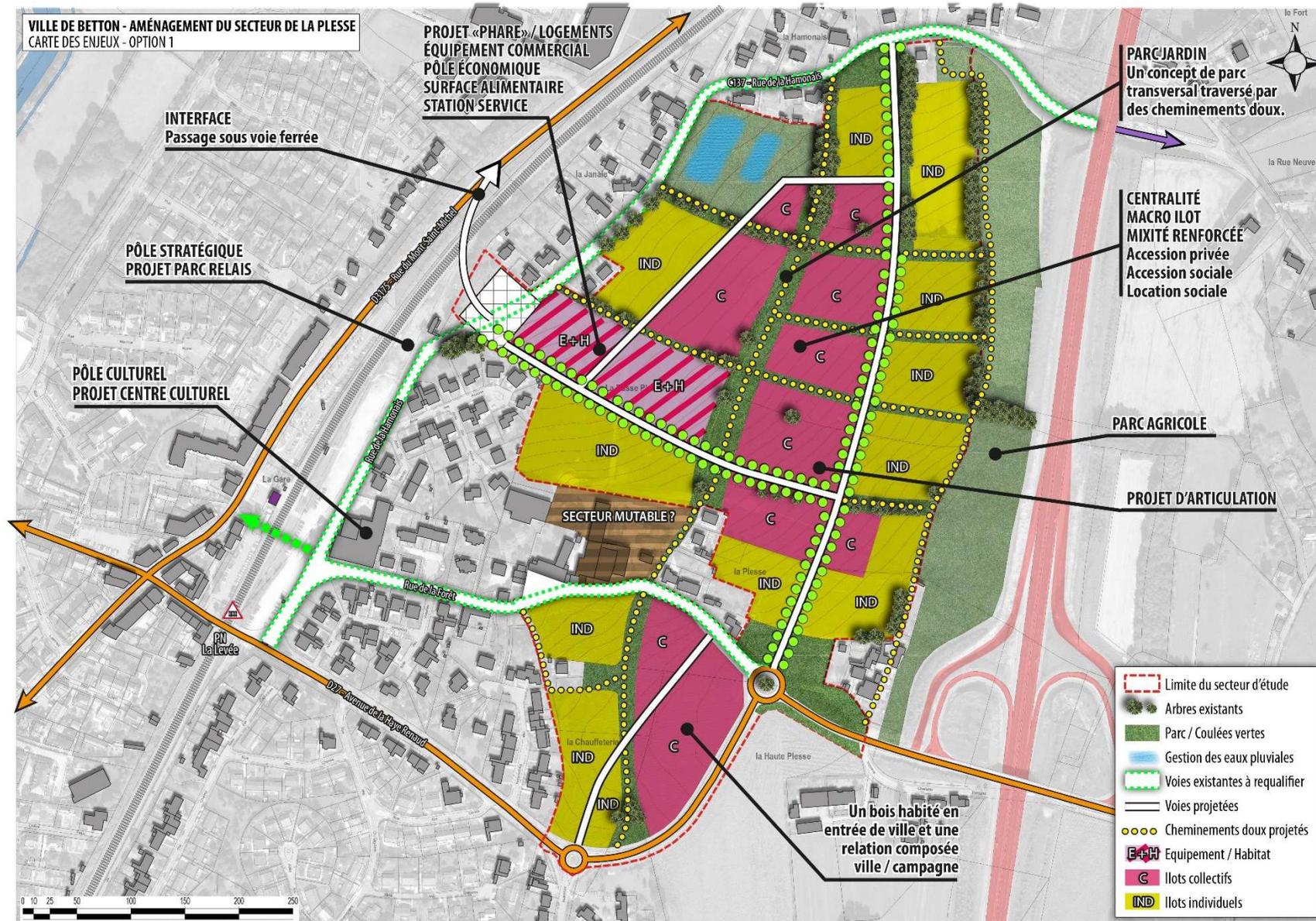


Figure 5 : Scénario 1 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)

4.5.2 Scénario 2

Ce scénario se différencie principalement du précédent par :

- une implantation de la surface alimentaire compacte en continuité du siège d'exploitation agricole (proposé comme secteur de mutation et d'enjeux à terme) dans les 3 options ;
- une avenue paysagère à la croisée des grandes structures paysagères du quartier, ouverte sur la fenêtre de la Hamonais ;
- un macro-îlot étiré au nord en regard sur le parc et le mail Est/ouest ;
- des lisières moins harmonieuses au regard du tissu pavillonnaire existant;
- un "bois habité" en fonctionnement plus autonome (un seul accès au secteur) ;
- la Chauffeterie est desservie en appui de la rue de la Forêt, requalifiée en rue partagée et depuis le giratoire de la Haye Renaud.

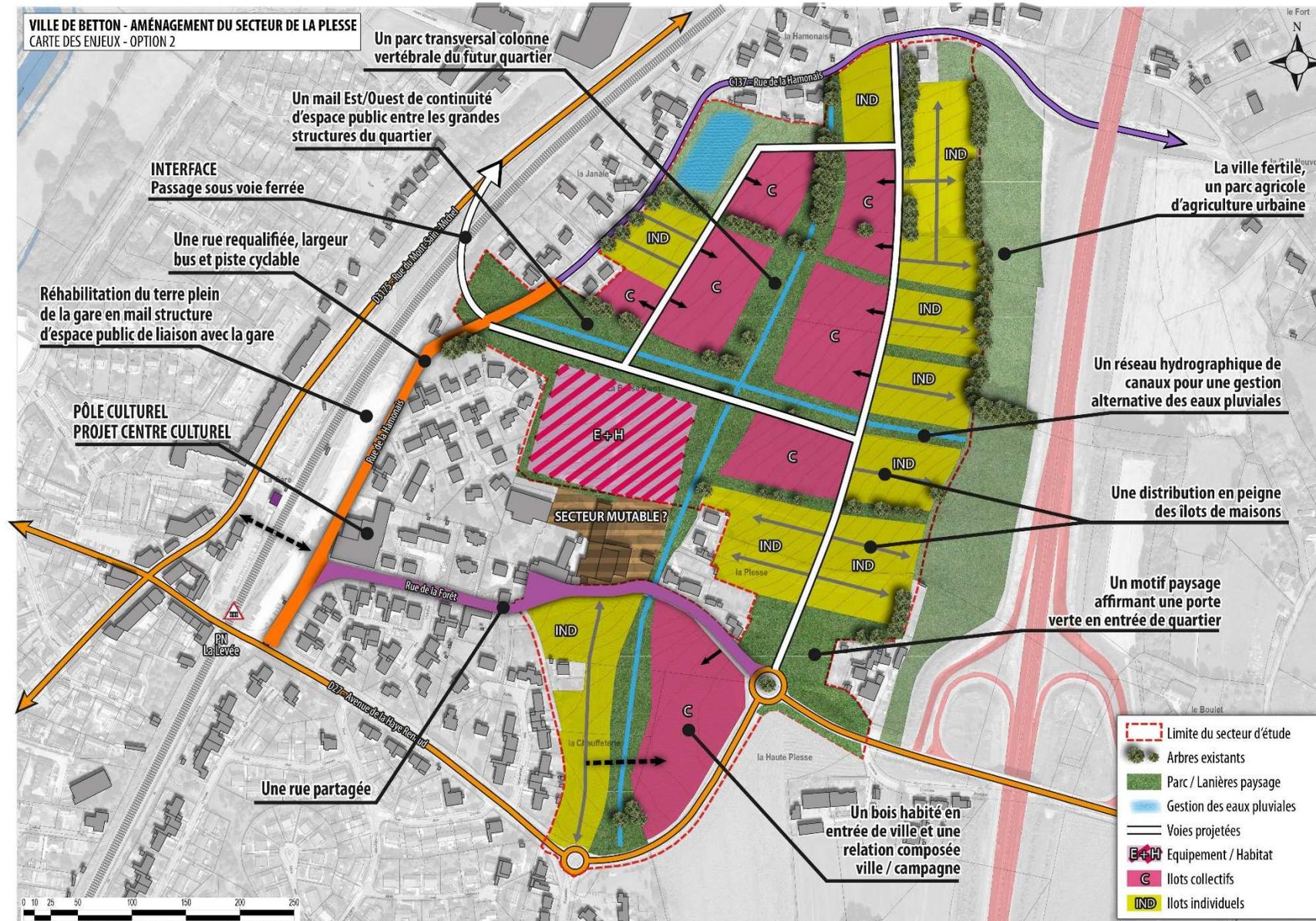


Figure 6 : Scénario 2 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)

4.5.3 Scénario 3

Ce scénario se distingue par :

- une maîtrise de l'entrée de quartier par du logement collectif sur la Plesse ;
- une implantation de la surface alimentaire plus compacte toujours en polarité de quartier ;
- une répartition du logement collectif en vis à vis du pôle commercial et de la capacité de l'opération à répondre aux objectifs du PLH ;
- une forme urbaine favorisant une intégration harmonieuse au tissu urbain périphérique ;
- des orientations de parcelles individuelles orientées majoritairement vers le sud et favorables aux apports solaires ;
- une optimisation des espaces de régulation des eaux pluviales.

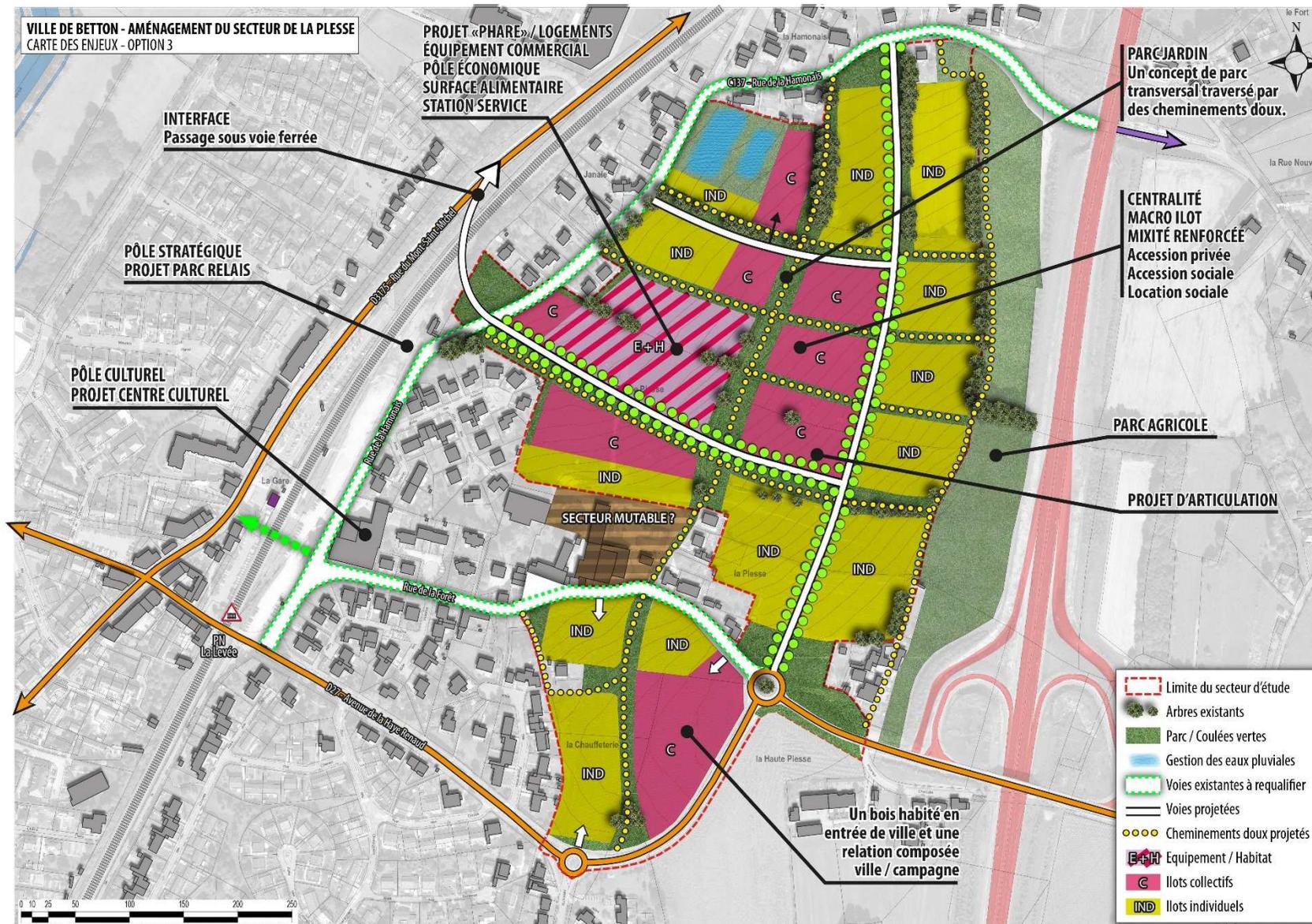


Figure 7 : Scénario 3 (phase 3 Etude préliminaire, juin 2015)

4.6 LE SCENARIO RETENU

Le scénario retenu, s'appuie à la fois sur des données et caractéristiques topographiques, géographiques, paysagères et environnementales propres à la ville de Betton et du site, ainsi que sur le maintien de la cohérence territoriale Bettonaise.

Le projet prévoit la réalisation d'environ 630 logements dans le respect de la densité préconisée par le SCoT et de la mixité contenue dans le projet de PLH adopté le 17 décembre 2015 par le Conseil métropolitain.

Ce nouveau quartier intègre également une surface alimentaire de proximité d'environ 3000 m² de surface de vente et une station-service.

Il se caractérise par une maîtrise paysagère des entrées de quartier, la pertinence des liaisons et voies de distribution de la ZAC, ainsi que par la prédominance d'une structure paysagère de qualité intégrant la nouvelle urbanisation. En effet, le parc central structurant nord-sud et le bois habité représentent 2,5 ha, soit 12% de la surface de la ZAC, auxquels s'ajoute le parc agricole de 3 ha en limite Est du périmètre opérationnel de ZAC.

4.6.1 Un parti pris paysager fort

L'environnement et le paysage sont des éléments structurants du projet.

Le diagnostic paysager réalisé dans le cadre des études préalables a permis de composer les espaces publics majeurs de la ZAC, selon les éléments suivants :

- Préserver et conforter le bocage existant : les arbres et les haies présents sur site seront protégés, valorisés et confortés pour donner au futur quartier un caractère champêtre et urbain où l'urbanisation vient s'insérer progressivement dans la continuité du tissu urbain. Afin de délimiter les parcelles, de nouvelles haies seront créées permettant notamment de distribuer les parcelles à l'est sous forme de « peigne ».
- Tirer profit de la géographie du site dans le choix de l'implantation des bâtiments et dans la gestion des eaux pluviales. S'agissant de cette dernière, afin de limiter l'emprise des bassins de rétention, un réseau de canaux de récupération et d'infiltration des eaux pluviales sera créé.
- Composer les franges du quartier notamment en tissant des rapports harmonieux entre le futur quartier et son territoire ville/campagne par la création de boisements et de lisières boisées.
- Recomposer une entrée de Ville : le projet de parc agricole à l'Est du site ainsi que le « bois habité » au Sud marquent l'entrée de ville et permettent de redéfinir un paysage de transition. Le parc agricole, situé en dehors du périmètre de ZAC, fera l'objet du programme des équipements publics.
- Maintenir et conforter les chemins et promenades existantes : un ancien chemin d'exploitation présent au centre du périmètre, marque la colonne vertébrale du projet et sert d'emprise à une voie verte composée de parcs et jardins sur laquelle piétons et cycles pourront circuler.

4.6.2 Un réseau viaire économe

Le réseau viaire se caractérise par des nouveaux accès et dessertes qui s'appuient sur le réseau viaire secondaire périphérique au quartier, afin de maintenir les continuités de déplacements existantes et de garantir des perméabilités avec le nouveau quartier par des dessertes en bouclage :

A partir du giratoire d'entrée de ville d'un côté et la rue de la Hamonais de l'autre côté, s'organise une nouvelle rue structurante est-ouest en liaison avec la gare et le centre-ville. C'est la voie majeure de distribution de la centralité de quartier.

Elle s'étoffe d'un second axe nord-sud et d'un traitement qualitatif des espaces publics.

Une organisation de rues traversantes est-ouest et de cours urbaines, de venelles en impasse caractérise le parti pris des espaces publics et du logement individuel.

Au sud, à la Chauffeterie, deux rues secondaires reliées à l'Avenue de la Haye Renaud et la rue de la Forêt irriguent le « Bois habité » et l'habitat individuel. Un réseau de ruelles en peigne complète la hiérarchisation des espaces publics et la desserte des terrains à bâtir.

Les emprises des voies sont dimensionnées pour répondre aux différents usages d'occupation, en réduisant au minimum l'impact des surfaces minérales dédiées à la circulation motorisée. Ce parti pris favorise ainsi le partage des usages et une modération de la vitesse.

La requalification des voies périphériques (rue de la Hamonais et rue de la Forêt) participe également à cette volonté de sécurisation et de liaisons apaisées à travers des propositions de maillages doux à l'échelle de la Ville.

La voirie primaire inter-quartiers est conçue pour le passage du bus. Ce sera aussi le cas de la rue de la Hamonais une fois requalifiée.

Le projet de ZAC intègre un maillage des modes de déplacements « doux » piétons et/ou vélos pour promouvoir l'usage d'une pratique urbaine et tient compte du projet d'extension du réseau de la STAR (lignes métropolitaines).

Des liaisons piétonnes vers la Hamonais, les voiries existantes, le centre-ville et la campagne sont créées.

4.6.3 Un parti urbain et architectural ambitieux

Articulée à la trame urbaine existante, les formes urbaines se traduisent par les éléments suivants:

- Une maîtrise architecturale d'entrées de Ville Est et de quartier, à travers notamment la réalisation des macro-îlots de logements collectifs en R+2+combles sur le secteur de la Chauffeterie dans un espace boisé.
- Des épannelages progressifs des macro-îlots vers les maisons individuelles inscrits sur la topographie et en appui des grands axes verts paysagers et du parc, favorisant ainsi l'intégration harmonieuse au tissu urbain périphérique.
- Ouverts sur les cœurs d'îlots, les programmes collectifs traités en macro-îlot sur le secteur de la Plesse offrent une nouvelle forme urbaine et garantissent des percées visuelles en cœur de quartier.
- Des îlots de maisons s'organisent en petites unités autour de ruelles ou cours en impasse privilégiant majoritairement l'orientation sud.
- A l'Ouest de la voie verte, une surface commerciale de 3000 m² accueillera une station-essence ainsi que des logements en R+2 et R+3 sur un espace restreint.

Le programme de cette ZAC est à vocation d'habitat. Son programme a été établi dans le souci de répondre à une demande de logements toujours plus importante sur la Commune et de favoriser la mixité de la population en proposant des formes d'habitat diversifiées.

4.6.4 Programme prévisionnel

La programmation prévisionnelle finalement retenue consiste en la réalisation d'environ 633 logements dont la réalisation est prévue sur une durée d'environ 10 ans et répartie en destination, typologie et nombre de la manière suivante :

- Environ 366 logements collectifs
 - dont environ 190 logements collectifs sociaux (PLUS - PLAI)
 - dont environ 95 logements collectifs en Accession Aidée (PSLA)
 - dont environ 81 logements en promotion immobilière
- Environ 95 logements en produits régulés
 - dont environ 40 terrains à bâtir non libre de constructeur à prix régulés
 - dont environ 23 locatifs intermédiaires à loyer conventionné
 - dont environ 32 logements (PLS institutionnel)
- Environ 172 lots libres de constructeurs

A ce programme d'habitat, s'ajoute également l'aménagement des espaces publics d'infrastructures: voiries et places, réseaux, dispositifs de régulation des eaux pluviales rendus nécessaires du fait de l'imperméabilisation des terrains, chemins piétons... et un îlot mixte espace commercial (surface alimentaire couplée à une station-service)/habitat.

Au total, le projet prévoit la réalisation d'environ 87 000 m² de Surfaces De Planchers (SDP).

L'aménagement est prévu, de manière prévisionnelle, en 6 tranches opérationnelles sur environ 10 ans. Le lancement des travaux de viabilisation (première tranche) est prévu pour le deuxième semestre 2017.

Ce calendrier sera susceptible d'être modifié dans le temps, si l'on prend en compte les critères suivants :

- la maîtrise foncière,
- l'évolution du marché de l'immobilier,
- le financement de l'ouvrage/trémie de franchissement sous la voie ferrée, conditionné à la suppression du passage à niveau de la Levée (PN7) et au raccordement de la rue du Mont Saint-Michel, axe historique de Betton.

4.7 LA PROCEDURE DE ZAC

La ZAC est une procédure d'urbanisme opérationnel qui permet de réaliser des opérations d'aménagement d'ensemble (logements, commerces, services, activités,...) permettant, à la collectivité, une maîtrise du projet dans ses différentes composantes.

Cette démarche lui permet ainsi de déterminer le programme de constructions et de contrôler la cohérence d'ensemble du projet afin de garantir une image qualitative du futur quartier.

La ZAC, dont l'initiative revient à la collectivité territoriale, est notamment régie par les règles du code de l'urbanisme et du Plan Local d'Urbanisme (PLU).

La mise en œuvre d'une ZAC comporte plusieurs étapes :

4.7.1 La concertation

La personne publique qui prend l'initiative de la ZAC est tenue d'informer l'ensemble des personnes concernées, sur la nature et le contenu du projet, avant même que la ZAC soit créée.

Plus précisément, la concertation qui doit se poursuivre jusqu'à la délibération approuvant le dossier de création de ZAC, a pour objectif d'informer les habitants, les associations locales sur le projet, et de leur permettre de formuler des avis et des propositions sur la définition du périmètre et des objectifs de la ZAC envisagée.

Les modalités de la concertation relatives au projet de ZAC de la Plesse – la Chauffeterie ont été arrêtées par la collectivité, lors du conseil municipal du 21 mai 2014, de la façon suivante :

- Réunion de la commission Cadre de Vie et Développement Durable ;
- Parution d'articles dans le Betton infos ;
- Mise à disposition du dossier d'études avec ouverture d'un registre sur lequel tout intéressé pourra inscrire ses observations et ce pendant un mois ;
- Mise à disposition du dossier d'études sur le site Internet de la Commune ;
- Organisation de réunions publiques ;
- Permanence des élus.

4.7.2 La création de la ZAC

En parallèle de la concertation, l'étape de la création constitue le premier volet de la démarche engagée. En s'appuyant sur les études préalables réalisées, cette étape définit l'opportunité de réaliser l'opération et ses effets, en analysant notamment ses impacts prévisibles sur l'environnement et les mesures compensatoires.

La personne publique qui a pris l'initiative de la ZAC établit un dossier de création qui comprend :

- Un rapport de présentation, exposant l'objet et la justification de l'opération, une description de l'état initial du site, et indiquant le programme prévisionnel des constructions à édifier dans la zone, en énonçant les raisons pour lesquelles le projet a été retenu au regard des dispositions d'urbanisme en vigueur.
- Une étude d'impact pour apprécier les effets du projet sur l'environnement ;
- Un plan de situation, à petite échelle, permettant d'identifier avec précision la localisation de la zone ;
- Un plan de délimitation à grande échelle pour faire apparaître le ou les périmètres composant la zone.
- Le régime au regard des taxes (exonération ou non de la part inter-communale de la taxe d'aménagement).

La décision de création de la zone est prise par le conseil municipal (c'est le cas de la ZAC de la Plesse-la Chauffetterie) ou, dans certains cas, par le Préfet.

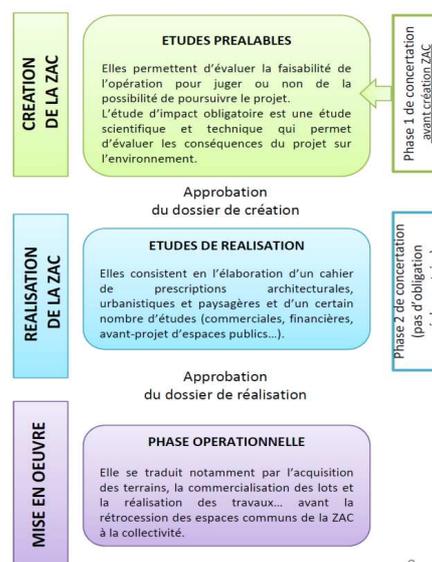
4.7.3 La réalisation de la ZAC

L'étape de la réalisation, permet d'une part de préciser la nature du projet et d'autre part, d'établir les conditions précises de sa réalisation (projet urbain, financement, conditions techniques, etc).

Le dossier de réalisation comprend :

- Le programme des équipements publics à réaliser dans la zone ;
- Le programme global des constructions à réaliser dans la zone ;
- Les modalités prévisionnelles de financement échelonnées dans le temps ;
- Les modifications ou compléments à apporter éventuellement à l'étude d'impact.

S'ensuit ensuite la phase opérationnelle.



4.8 COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE GESTION ET D'ORIENTATION EN MATIERE D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET D'ENVIRONNEMENT

Conformément à l'article R122-5 du Code de l'environnement, le présent chapitre vise à présenter les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par les documents d'urbanisme opposables au moment de la rédaction de l'étude d'impact, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L371-3.

Ce chapitre repose nécessairement sur l'analyse des documents existants et en vigueur. De ce fait, il ne tient pas compte des documents en cours de modification ou en cours de réalisation et qui n'ont pas encore fait l'objet d'une approbation par les services compétents. Toutefois, compte tenu de la nature du projet et de son calendrier de mise en œuvre, on peut indiquer que ces documents seront intégrés aux études à venir s'ils ont été approuvés d'ici là.

Il s'agit notamment :

- Du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), du Plan de Déplacements Urbains (PDU) et du Programme Local de l'Habitat (PLH) de Rennes Métropole, dont les révisions sont en cours ;
- Du Plan Local de l'Urbanisme (PLU) : pièces écrites, règlement, annexes sanitaires, évaluation environnementale, orientations d'aménagement, PADD ;
- Du Plan Communal de Déplacements (PCD) ;
- Du SDAGE Loire Bretagne et du SAGE Vilaine ;
- Du Schéma Régional du Climat ;
- Du Plan Eolien Régional.

4.8.1 Le SCoT ou Schéma de Cohérence Territoriale du Pays de Rennes

Le Schéma de Cohérence territoriale (SCoT) du Pays de Rennes identifie les espaces qui accueilleront de nouveaux logements, des entreprises, des équipements et détermine les lieux à valoriser et à protéger (patrimoine, espaces agricoles et naturels).

Ce dernier, dont la version initiale datait de décembre 2007, a été mis en révision et un nouveau schéma a été approuvé par délibération du 29 mai 2015.

Dans le cadre de l'organisation de la nouvelle armature urbaine, la ville de Betton a été caractérisée comme pôle d'appui au Cœur de Métropole.

Le nouveau SCoT fixe le potentiel urbanisable maximum de Betton à 115 ha. Le périmètre de la ZAC de La Plesse se trouve dans les directions d'urbanisation prévues comme le montre la carte ci-après.

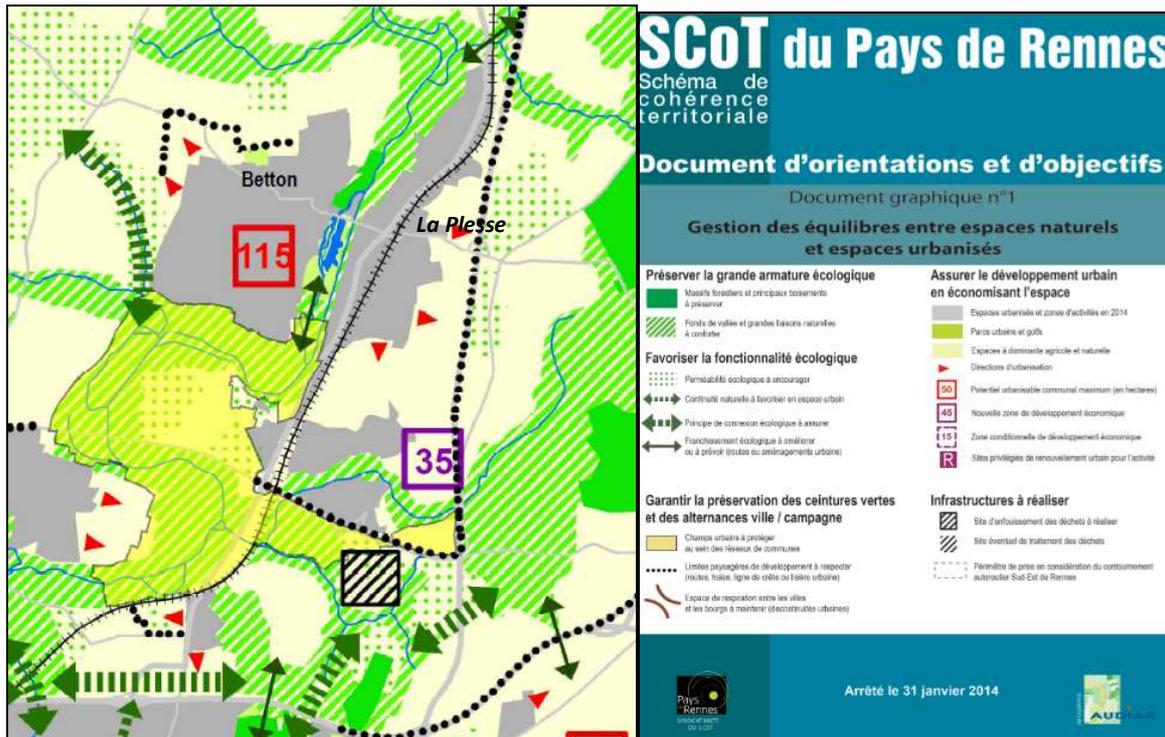


Figure 9 : Extrait de la carte du DOO arrêté le 31 janvier 2014

Parmi les orientations susceptibles de concerner ce projet, le nouveau SCOT prévoit que :

- Afin de favoriser la mixité des fonctions urbaines et le regroupement des commerces dans les lieux les plus opportuns, les futurs développements de commerces se localiseront préférentiellement dans les centralités des communes du Pays. La (ou les) centralité(s) de quartiers se développeront essentiellement sur les seuls besoins courants, en cohérence avec l'évolution de la population communale et notamment celle vivant à proximité des commerces.
- afin de donner une lisibilité foncière à moyen terme aux exploitations, les extensions urbaines ne pourront se faire qu'en continuité urbaine. Elles devront être contenues afin d'éviter une consommation excessive des espaces agricoles et naturels. Les secteurs d'extensions urbaines possibles des communes sont indiqués par des flèches de direction, en cohérence avec les analyses paysagères et environnementales.
- s'agissant des opérations nouvelles à vocation d'habitat, elles devront tendre vers des densités minimum, différenciées en fonction de l'armature urbaine : pour les pôles d'appui du **Cœur de métropole, la densité est de 30 logements/ha minimum.**

Pour les communes bénéficiant de la présence d'un **pôle d'échanges**, ce document prévoit, dans les secteurs situés à proximité des pôles d'échanges, une densité d'occupation plus élevée que sur le reste du territoire communal. L'urbanisation nouvelle à caractère résidentiel doit répondre à l'objectif d'atteindre ou dépasser une **densité minimale de 45 logements/ha.**

La densité retenue sur le périmètre de la future ZAC répond aux objectifs du SCOT et du PLH dans la destination et la répartition des nouveaux logements produits.

Sur le secteur de la Plesse/la Chauffetterie, la densité différenciée sur 19 hectares (*) s'applique selon deux critères :

- La **densité de 45 logements/ha** liée à la proximité de la gare et du Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) repéré au PLU (EP1), s'applique sur une superficie d'environ **4,45 ha soit environ 201 logements.**
- La **densité de 30 logements/ha** liée au statut de la Ville de Betton comme pôle d'appui au cœur de métropole, s'applique sur une superficie d'environ **14,40 ha soit environ 432 logements.**

Cette densité retenue sur les 19 ha de la ZAC atteint une capacité totale d'environ 633 logements.

() La surface retenue pour le calcul de la densité à l'échelle de la ZAC est de 19 ha environ, une fois décomptée les contenances foncières comprenant :*

- L'emplacement réservé (ER97) non affecté à des surfaces construites et identifié pour l'aménagement de voirie, espaces verts et espaces publics.*
- Le chemin existant situé le long de la déviation Est classé en Ng au PLU.*
- Les parcelles impactées par la marge de recul de 100m de la loi Barnier.*
- La parcelle privée contenue dans le périmètre de la ZAC et déjà bâtie.*

Le projet de la Plesse/ La Chauffeterie est en compatibilité avec les objectifs du SCoT de continuité urbaine, de densité et de mixité des fonctions urbaines avec la création de la surface commerciale.

4.8.2 Le PDU ou Plan de Déplacements Urbains

Le PDU de Rennes Métropole, approuvé le 5 juillet 2007, s'organise autour de 3 enjeux :

- accompagner un développement équitable et solidaire,
- préserver un environnement et un cadre de vie de qualité,
- confirmer la mobilité dans son rôle de vecteur du dynamisme économique.

Ces 3 enjeux se déclinent en 6 principaux axes d'actions à développer entre 2007 et 2017 :

- Développer un urbanisme favorable aux modes alternatifs,
- Développer les lieux d'intermodalité,
- Valoriser les déplacements de proximité,
- Réduire l'usage des modes de déplacements individuels motorisés,
- Adapter et hiérarchiser les infrastructures routières,
- Informer et sensibiliser.

Par ailleurs, le PDU classe le réseau viaire de l'agglomération selon 3 catégories :

- **Catégorie 1** : les voies d'intérêt national ou régional, qui accueillent le trafic de longue distance et entretiennent les relations de l'agglomération avec l'extérieur de l'aire urbaine. La priorité y est la fluidité du transit et les nouvelles urbanisations devront intégrer la problématique des déplacements pour ne pas affecter leur fonction première de transit.
- **Catégorie 2** : les voies structurant l'aire urbaine, qui permettent de relier les pôles urbains de Rennes Métropole entre eux et avec les communes situées dans le reste de l'aire urbaine, et assurent l'accès au réseau de catégorie 1.
- **Catégorie 3** : voies de desserte urbaine Sur le secteur étudié, la RD 175 est classée en catégorie 1 et l'avenue d'Armorique en catégorie 2.

Le PDU a été mis en révision au cours de l'année 2013.

Le projet de la ZAC est compatible avec le programme d'actions fixé par le PDU et notamment :

- par un aménagement favorable aux modes de déplacements alternatifs à la voiture en renforcement des liaisons douces inter-quartier : important maillage piétons-cycles à l'intérieur du nouveau quartier, voie primaire dimensionnée pour permettre l'extension du réseau de transport en commun et d'un nouvel arrêt « La Plesse » ;
- en limitant l'étalement urbain par un urbanisme économe en consommation de foncier par des formes urbaines spécifiques plus « compactes » ;
- le macro-îlot privilégie la densité la plus forte en préservant un cœur d'îlot piétons articulé autour du parc urbain (logements collectifs, maisons de ville, petits lots libres et en continuité avec l'urbanisation existante ;
- le « bois habité » construit dans les clairières limite l'accès à la voiture en privilégiant les parcours doux ;
- l'entrée de Ville intègre une aire de covoiturage.

4.8.3 Le PLH ou Programme Local de l'Habitat

Le PLH approuvé le 15 juin 2006 et adapté le 8 juillet 2010 définit les objectifs et les principes de la politique intercommunale de l'habitat. Afin de préserver l'attractivité de la métropole, combattre la hausse des prix et des loyers, accueillir les jeunes actifs dont Rennes Métropole a besoin pour assurer son avenir, maintenir et développer les dispositifs d'accès au logement pour les plus démunis, proposer des solutions adaptées aux personnes âgées, et économiser l'espace, ce programme a établi 5 orientations majeures :

- construire 4 500 logements par an sur l'agglomération,
- produire une gamme diversifiée de logements, à savoir 50% de logements aidés (25 % minimum de logements locatifs sociaux et 25 % de logements en accession aidée) pour toute opération de plus de 30 logements, les terrains à bâtir d'une surface supérieure à 350 m² ne doivent pas dépasser 20 % du nombre total de logements de l'opération,
- construire différemment en économisant l'espace et offrir des logements de qualité,
- mettre en place et appliquer le référentiel de développement durable cadrant la production immobilière à venir,
- maintenir et adapter les dispositifs d'accès au logement des plus démunis.

La commune de Betton a formalisé cet engagement par voie de convention le 13 mars 2007 pour une production totale de 1 584 logements à l'échéance 2014. Dans le cadre du PLH 2005-2014, la commune a réalisé 1593 logements conformément à ses objectifs.

Ce dernier étant arrivé à échéance, le conseil communautaire a engagé sa révision en février 2014. Six grandes orientations stratégiques ont été adoptées par le conseil métropolitain de Rennes Métropole le 17 décembre 2015 pour les 6 années à venir, à savoir :

- garder le cap quantitatif et qualitatif en faisant preuve de souplesse et de réactivité, le seuil minimal de production annuel de logements est arrêté à environ 4 000 pour Rennes Métropole (920 pour la ville de Betton) ;
- différencier les objectifs et la programmation selon les territoires en s'appuyant sur l'armature urbaine définie dans le SCoT, la définition de ces objectifs différenciés se fera lors de la phase de contractualisation avec les communes, le taux de 20% de logements locatifs sociaux devra être atteint d'ici 2025 ; ainsi selon sa localisation au sein de l'armature urbaine et son parc locatif social existant, les communes se verront affecter un objectif dégressif de 30 à 15% (30% pour la ville de Betton) ;
- compléter les produits aidés par le développement des produits régulés (en agissant sur les prix et les produits de la chaîne de logements) (15% pour la ville de Betton) ;
- veiller aux conditions de l'attractivité des parcs existants (performance énergétique, vieillissement de la population...);
- maintenir une obligation de résultats pour les publics en situation de précarité ;
- évaluer le retour sur investissement des aides publiques à l'habitat.

Comme le PLH précédent, la mise en œuvre de ce nouveau PLH s'appuiera sur une contractualisation d'objectifs, commune par commune, qui interviendra au cours du 1er semestre 2016. La réussite du PLH 2015-2020 reposera en effet sur l'engagement de chaque commune à apporter sa contribution, tout en tenant compte de la spécificité des territoires. Le Conseil municipal a émis un avis favorable sur ce projet de PLH 2015-2020 le 23/09/2015.

Les objectifs fixés figurent dans le tableau ci-après :

Production souhaitée pour le PLH 2015-2020		
Production globale : 920		
Production annuelle moyenne : 153		
Déclinaison programmatique pour les futures opérations conventionnées		
Locatif social	30 %	- PLUS – PLAI
Accession sociale	15 %	- Accession sociale
Produits régulés	15 %	- Terrains à bâtir non libre de constructeur à prix régulé - Locatif intermédiaire à loyer conventionné (PLS, «Pinel» régulé...) - PLS Institutionnel - Accession maîtrisée
Produits libres	40 %	- Lots libres - Promotion immobilière

Le projet a été conçu pour être compatible avec les nouveaux objectifs de mixité du PLH.

4.8.4 Le PLU ou Plan Local d'Urbanisme de la commune de Betton

Approuvé le 5 juillet 2011 et modifié les 12 février et 10 décembre 2014, le PLU de Betton s'inscrit dans une démarche visant à réduire la consommation de l'espace afin de préserver les capacités de l'agriculture et protéger les milieux naturels et les paysages. L'extension de l'urbanisation s'effectue ainsi dans un souci de compacité afin de limiter l'impact sur l'agriculture, et elle s'inscrit dans le respect d'une trame verte et bleue qui met en relation les espaces naturels, agricoles et urbains.

Par ailleurs, le PADD confirme la volonté de la commune de développer son potentiel économique et urbain et le renforcement des liaisons douces entre les quartiers Est de Betton d'une part, et la gare et le centre, d'autre part.

Les prescriptions du PLU concernant le secteur de la Plesse sont les suivantes :

Le 12 février 2014, le secteur la Plesse - la Chauffeterie a été classé en zone 1AUD2 et en zone 1AUD2i, c'est-à-dire dans une zone ouverte à l'urbanisation dès lors que les conditions cumulées suivantes sont réunies :

- Compatibilité avec les orientations d'aménagement et de programmation,
- Surface minimale de 5 ha à aménager en 1AUD2i et 2 ha en 1AUD2,
- Desserte par les réseaux.

Les constructions y sont autorisées lors de la réalisation d'une opération d'aménagement.

L'Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) La Plesse - La Chauffeterie définit les principes d'aménagement avec lesquels les projets des travaux ou d'opérations doivent être compatibles.

La voie principale (V4) caractérisant la voie structurante de la Plesse a été positionnée sur le document graphique du PLU.

Des emplacements réservés concernant les terrains stratégiques sont inscrits sur le site d'étude :

Pour les liaisons :

- ER n°32 affecté à l'élargissement de la voie de liaison de la Plesse,
- ER n°97 affecté à l'aménagement de l'entrée du secteur en voirie, espaces verts, espaces publics,
- ER n°43 affecté au passage piétons-cycles sous voie ferrée

Pour les espaces verts :

- ER n°74 affecté à la création d'un espace vert et d'une continuité piétonne (classé en zone UE1 au PLU du 5 juillet 2011 modifié), prolongé par l'emplacement réservé n°43

et en périphérie :

Pour les équipements publics :

- ER n°92 : un équipement culturel rue de la Hamonais. La servitude de localisation d'un ouvrage public ayant pour objet de développer le pôle multimodal de la gare (parkings, modes doux, transports en commun et TER).

Le schéma d'intention retenu a pris en compte toutes les servitudes d'urbanisme.

Les conclusions de l'étude SNCF réseaux (juillet 2015) ont été validées par les élus. Une modification du PLU est ainsi envisagée pour prendre en compte le projet de trémie envisagé en lieu et place des emplacements réservés 43 et 74.

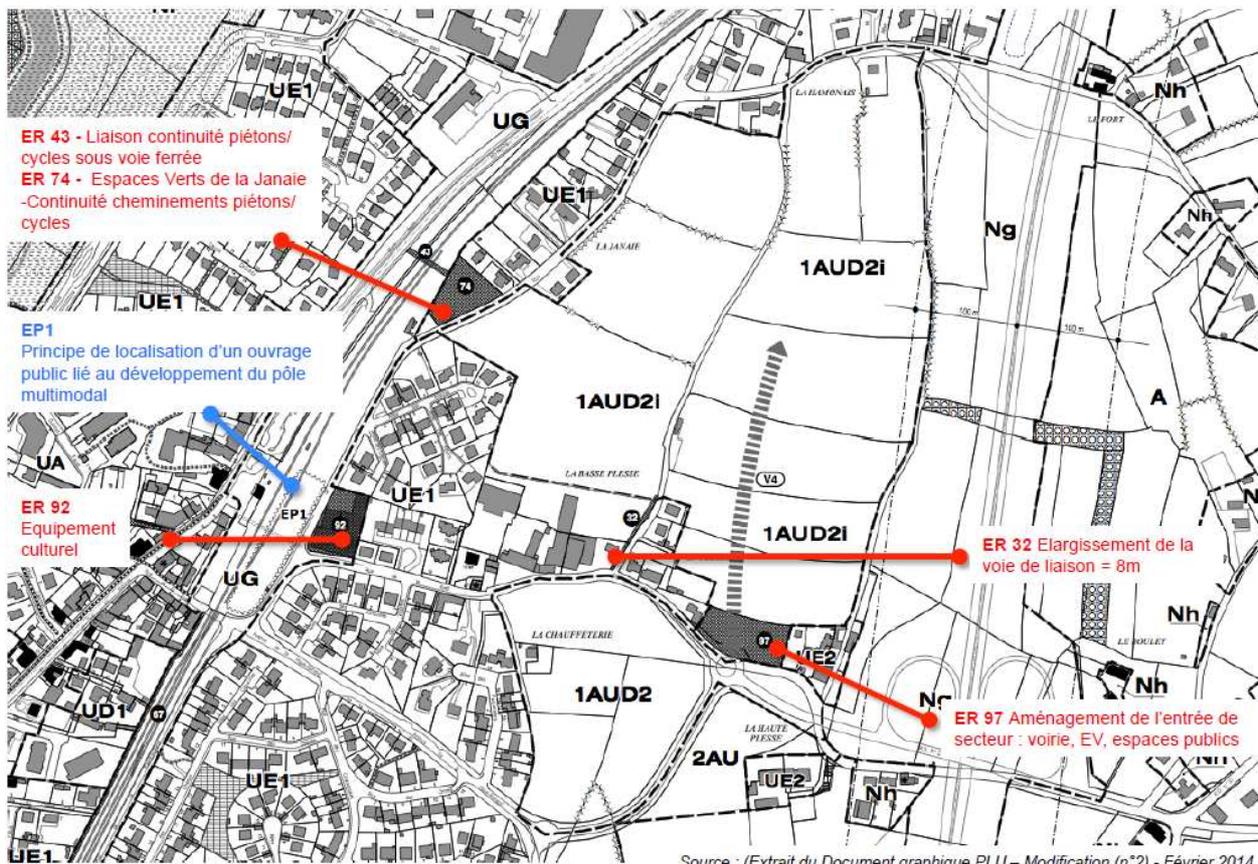


Figure 10 : Localisation des emplacements réservés (extrait du Diagnostic, Archipole nov. 2014)

En application de l'article L111.1.4 (Loi Barnier) du Code de l'Urbanisme, une marge de recul a été portée le long de la RD 175 (100 m).

Le site d'étude est pour partie couvert par le périmètre des secteurs situés au voisinage des infrastructures de transports terrestres affectés par le bruit. Ceci est essentiellement lié à la présence de la voie ferrée et des rues de Rennes et du Mont Saint Michel. Une servitude d'utilité publique relative aux interdictions d'accès le long des routes express et des déviations d'agglomération (EL 11) borde le périmètre d'étude.

Une servitude d'utilité publique relative aux transmissions radioélectriques (Beignon- Saint Aubin du Cormier) et une ligne électrique HTa traversent le périmètre d'étude.

4.8.5 Le PCD ou Plan Communal de Déplacements

Conformément au PDU, la commune de Betton a élaboré son PCD. Approuvé le 2 avril 2012, il programme un plan d'actions qui s'articule autour de quatre objectifs principaux :

1^{er} objectif : Partager l'espace public de façon équitable entre les modes de déplacements

- Créer des espaces de transition entre la ville et la campagne, notamment par le traitement des entrées de ville ;
- Requalifier les axes de la rue de Rennes, de l'avenue d'Armorique et de la rue Mont Saint- Michel).

2^{ème} objectif : Adapter la desserte des transports en commun avec le développement communal

- Etudier la desserte du Village Oxylane et préparer l'urbanisation du secteur Est ;
- Renforcer le pôle multimodal de la gare.

3^{ème} objectif : Développer un réseau modes doux pour limiter les déplacements automobiles de courte distance

- Créer deux passerelles de franchissement du Canal d'Ille-et-Rance ;
- Faciliter les franchissements de la voie de chemin de fer, en aménageant des passages dénivelés sous la voie de chemin de fer au niveau de la gare et au niveau de l'Enseigne de l'Abbaye ;
- Améliorer le maillage des modes doux et s'assurer de la connexion de l'ensemble des chemins existants.

4^{ème} objectif : Optimiser l'espace dédié au stationnement pour ne pas inciter à l'usage de la voiture.

- Optimiser le stationnement dans le périmètre du centre-ville pour libérer des espaces pour les modes doux (zones bleues, places urbaines, espace semi piéton...);
- Extension du parking relais à l'Est de la voie ferrée.

Le projet de la ZAC est compatible avec le programme d'actions fixé par le PCD et notamment :

- par un aménagement favorable aux modes de déplacements alternatifs à la voiture en renforcement des liaisons douces inter-quartier : important maillage piétons-cycles à l'intérieur du nouveau quartier, voie primaire dimensionnée pour permettre l'extension du réseau de transport en commun et d'un nouvel arrêt « La Plesse » ;
- en limitant l'étalement urbain par un urbanisme économe en consommation de foncier par des formes urbaines spécifiques plus « compactes » ;
- le macro-îlot privilégie la densité la plus forte en préservant un cœur d'îlot piétons articulé autour du parc urbain (logements collectifs, maisons de ville, petits lots libres et en continuité avec l'urbanisation existante ;
- le « bois habité » construit dans les clairières limite l'accès à la voiture en privilégiant les parcours doux ;
- l'entrée de Ville intègre une aire de covoiturage.

4.8.6 Le SDAGE Loire Bretagne

Le SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 déterminait les objectifs suivants pour les masses d'eau de l'Ille :

Masses d'eau	code	Objectif d'état écologique	Objectif d'état chimique	Objectif d'état global
L'ILLE depuis Dings jusqu'à sa confluence avec la vilaine	FRGR0110	Bon potentiel en 2015	Bon état en 2015	Bon potentiel en 2015

Concernant la gestion des eaux pluviales :

Différents objectifs sont listés par le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021, sous l'objectif général « Maîtriser les rejets d'eaux pluviales » :

La nouvelle disposition 3D-2 « Réduire les rejets d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales » est reformulée de la façon suivante :

Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement.

Dans cet objectif, il est recommandé que le SCOT (ou, en l'absence de SCOT, le PLU et la carte communale) limitent l'imperméabilisation et fixent un rejet à un débit de fuite limité lors des constructions nouvelles. A défaut d'une étude locale précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale.

Concernant les zones humides :

La disposition 8A-2 : « Les plans d'actions de préservation et de gestion » est reformulée de la façon suivante :

Dans les territoires où les masses d'eau présentent un risque de non-atteinte des objectifs environnementaux dû au cumul de pressions sur l'hydrologie et de pollutions (macropolluants, nitrates), un enjeu spécifique existe pour la reconquête des fonctionnalités des zones humides, par exemple par la restauration de zones humides dégradées. Dans ces territoires, les SAGE peuvent comporter des actions spécifiques de reconquête des zones humides. Ces actions peuvent consister à remettre en place des zones tampons, soit sous forme de recréation de zones humides, soit sous forme de mesures d'aménagement et de gestion de l'espace adaptées.

La disposition 8A-3 reste inchangée :

Les zones humides présentant un intérêt environnemental particulier et les zones humides dites zones stratégiques pour la gestion de l'eau sont préservées de toute destruction même partielle. Toutefois un projet susceptible de faire disparaître tout ou partie d'une telle zone peut être réalisé dans les cas suivants :

- *projet bénéficiant d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP), sous réserve qu'il n'existe pas de solution alternative constituant une meilleure option environnementale,*
- *projet portant atteinte aux objectifs de conservation d'un site NATURA 2000 pour des raisons impératives d'intérêt public majeur.*

La disposition 8B-1 :

Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide.

A défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides, cumulativement :

- *dans le bassin versant de la masse d'eau ;*
- *équivalente sur le plan fonctionnel ;*
- *équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité.*

A défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface supprimée sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.

La gestion, l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme.

4.8.7 Le SAGE Vilaine

La commune de Betton est comprise dans le périmètre du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Vilaine approuvé le 14 novembre 2014 suite à l'enquête publique.

Les objectifs transversaux du SAGE pouvant être plus particulièrement concernés par le projet sont les suivants :

L'ALTERATION DE LA QUALITE PAR LES REJETS D'ASSAINISSEMENT

Orientation 2 : Optimiser la gestion des eaux pluviales :

Une meilleure gestion des eaux pluviales sur le bassin de la Vilaine permettra de limiter les risques d'inondation et de préserver les ressources en eau et les milieux naturels des risques de pollution.

Disposition 134 - Limiter le ruissellement lors des nouveaux projets d'aménagement

Afin d'améliorer la qualité des rejets urbains par temps de pluie et de limiter les ruissellements liés à une augmentation de l'imperméabilisation des sols, les rejets d'eaux pluviales relevant de la « nomenclature Eau » (projets supérieurs à un hectare), annexée à l'article R.214-1 du Code de l'environnement, respectent la valeur maximale de débit spécifique de 3 l/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale.

Le **schéma directeur de gestion des eaux pluviales de la commune de Betton** programme la réalisation d'un bassin de récupération des eaux pluviales de 5 000 m³ sur la parcelle n°40 au nord du site d'étude. Il recueillera les eaux pluviales de la majorité du site d'étude. Le débit de fuite a été choisi de façon à ne pas saturer les réseaux enterrés et fossés avant de rejoindre le canal d'Ille et Rance.

Ce dernier s'étend sur 2 bassins versants, le second bassin est positionné plus au sud en dehors du secteur d'étude.

LES ZONES HUMIDES

Orientation 1 : Marquer un coup d'arrêt à la destruction des zones humides

Orientation 2 : Protéger les zones humides dans les documents d'urbanisme

Orientation 3 : Mieux gérer et restaurer les zones humides

La protection des zones humides est renforcée par le nouveau SAGE Vilaine. En particulier le règlement interdit la destruction de zones humides (soumise à déclaration ou autorisation supérieures à 1000m², en application des articles L 214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement), sur certains bassins versants.

Le bassin versant de l'Ille n'appartient pas aux bassins versants concernés.

L'ALTÉRATION DE LA QUALITÉ PAR LES PESTICIDES

Orientation 1 : Diminuer l'usage des pesticides

Orientation 3: Promouvoir des changements de pratiques

Orientation 4: Aménager l'espace pour limiter le transfert de pesticides vers le cours d'eau

4.8.8 Le schéma régional du climat

Le **Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE)** arrêté par le Préfet de région le 4 novembre 2013 comprend plusieurs fiches d'orientation touchant de près les ENR :

- Les orientations 24 à 28 concernent les filières éolien, solaire photovoltaïque et thermique, méthanisation, bois énergie l'intégration des systèmes ENR décentralisés dans le mix énergétique

- L'orientation 4 concerne l'intégration des énergies renouvelables dans les programmes de construction et de réhabilitation

Les enjeux pour un projet d'aménagement sont :

- Contribuer aux objectifs régionaux: réduction de la demande en électricité et augmentation de la puissance en énergies « vertes »
- S'engager dans la transition énergétique
- Aboutir à un plan d'aménagement qui facilite la construction de bâtiments économes en énergie.

De plus, les objectifs du Plan Climat Energie de Rennes Métropole sont les suivants :

1. Planifier et aménager le territoire pour réduire la dépendance énergétique
2. Anticiper et accompagner les mutations énergétiques
3. Mobiliser les acteurs du territoire et accompagner les changements sociétaux
4. Renforcer la dimension énergétique dans la politique de l'habitat
5. Offrir des services urbains économes en énergie

De plus la commune de Betton est signataire de la Convention des Maires.

Il s'agit d'un engagement à dépasser les objectifs de l'Union Européenne d'ici 2020, à savoir réduire de 20% les émissions de CO₂ sur leurs territoires, par une meilleure efficacité énergétique et l'utilisation et la production d'une énergie moins polluante.

4.8.9 Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)

En application de l'article L.371-3 du code de l'Environnement, la mise en œuvre de la trame verte et bleue à l'échelle régionale se concrétise par l'élaboration du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) copiloté par l'État et la Région.

Le SRCE n'est pas une « couche » supplémentaire dans la réglementation existante. Il ne crée pas (et ne peut pas créer) de nouvelles réglementations. Il s'agit d'un outil d'alerte et de cadrage pour aider les acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la trame verte et bleue à l'échelle locale, notamment les collectivités.

Le projet de SRCE a fait l'objet d'une enquête publique qui s'est déroulée du 14 avril au 19 mai 2015.

Le plan d'actions en lui-même comprend 72 actions structurées en 4 grands thèmes :

- Thème A : Une mobilisation cohérente du territoire régional en faveur de la trame verte et bleue (19 actions)
- Thème B : L'approfondissement et le partage des connaissances liées à la trame verte et bleue (14 actions)
- Thème C : La prise en compte de la trame verte et bleue dans le cadre des activités économiques et de la gestion des milieux (24 actions)
- Thème D : La prise en compte de la trame verte et bleue dans le cadre de l'urbanisation et des infrastructures linéaires (15 actions)

4.9 CALENDRIER PREVISIONNEL DU PROJET

Par délibération en date du 24 mai 2014, la Ville de BETTON a lancé les études préalables, défini les objectifs et décidé d'engager une concertation préalable à la création d'une ZAC sur le secteur de la Plesse et de la Chauffeterie.

- Courant de l'été 2014, suite au lancement d'une consultation, une équipe pluridisciplinaire composée d'un urbaniste, d'un paysagiste, d'un bureau d'étude VRD spécialisé en Ingénierie de l'aménagement, d'un environnementaliste, d'un géomètre et d'un économiste de l'aménagement a été désignée.
- 1^{er} semestre 2016 : approbation du dossier de création de la ZAC (après une procédure de mise à disposition).
- L'approbation du dossier de réalisation est envisagée pour le deuxième semestre 2016 avec un lancement des travaux de viabilisation prévu pour le deuxième semestre 2017.

L'aménagement est prévu (au stade de la création) en 6 tranches opérationnelles pour une durée d'environ 10 ans.

5. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

5.1 MILIEU PHYSIQUE

5.1.1. Climatologie

En Bretagne le climat est à classer dans la catégorie tempéré océanique, marqué par un contraste modéré entre les saisons. Dans le bassin rennais, l'influence océanique est cependant atténuée. Les précipitations sont faibles (entre 650 et 750 mm de pluviométrie moyenne interannuelle).

Les données climatiques qui suivent proviennent de la station Météo France de Rennes - St Jacques et ont été recueillies pour la période 1971-2000.

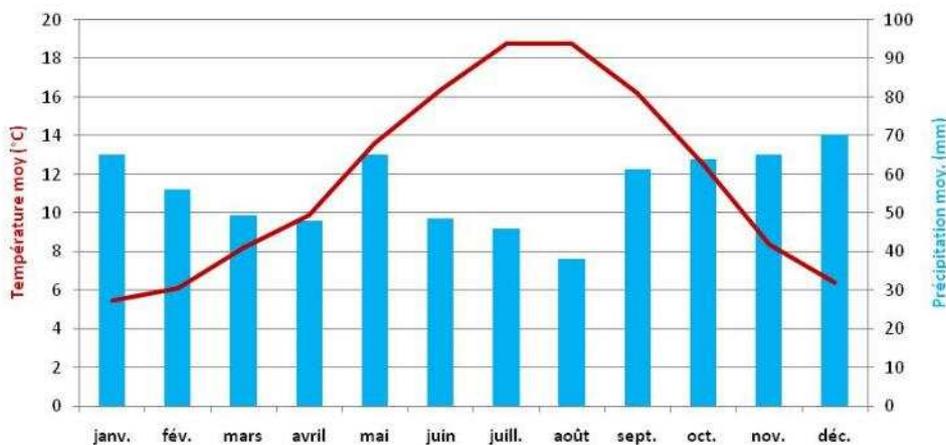


Figure 11 : Données pluviométriques (source : Météo-France)

Précipitations :

La pluviométrie moyenne se révèle faible par rapport au contexte breton mais reste typique de la situation de la Bretagne orientale et plus particulièrement du bassin de Rennes, faiblement marqué sur le plan topographique. Les précipitations annuelles atteignent en moyenne 676,8 mm.

La répartition des pluies montre que les précipitations maximales sont enregistrées durant l'hiver (octobre à janvier), avec de nouveau un pic plus important au mois de mai. La période sèche s'étend du mois de juin au mois d'août.

Températures :

Les températures moyennes maximales sont peu élevées; elles dépassent à peine 24°C pendant les mois d'été. Les mois les plus froids sont janvier, février mars et décembre. Pendant ces mois, les gelées sont assez fréquentes (6 à 9 jours de gel). Les étés sont relativement chauds et ensoleillés (entre 1700 et 1800 heures d'insolation annuelle).

Les vents :

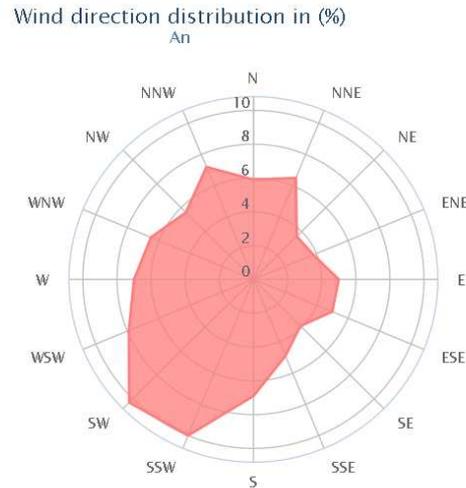


Figure 12 : Rose des vents 2002-2014 (source : Windsurfer)

Des vents orientés Sud-Ouest, Nord-Est de vitesses moyennes l'automne et en hiver (environ 20 km/h).

5.1.2 Qualité de l'air

Le Plan Régional pour la Qualité de l'Air en Bretagne, dont la compétence a été reprise par le Conseil Régional, a été révisé et approuvé en octobre 2008. Les orientations qu'il préconise afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'air sont au nombre de dix et ont été classées par ordre de priorité.

Elles visent à réduire l'exposition des bretons aux pollutions d'origine automobile, agricole, industrielle, résidentielle, tertiaire et à la pollution par le radon. Les autres orientations ont pour but d'améliorer la surveillance de la qualité de l'air, de développer les connaissances sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé et sur le patrimoine naturel et architectural, ainsi que d'accroître la sensibilisation de chacun aux enjeux de préservation de la qualité de l'air.

L'association Air Breizh (organisme agréé par le ministère chargé de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en Bretagne) suit cinq stations de surveillance de la qualité de l'air à Rennes (3 pour qualifier la pollution urbaine et deux pour qualifier la pollution due au trafic). Les paramètres suivis sont : NO₂, CO, O₃, SO₂, BTEX, PM₁₀, PM_{2.5} (particules de diamètre inférieur à 2,54 et 10 µm).

Bien que la majorité des seuils réglementaires soit respectée dans les villes bretonnes en 2013, deux polluants connaissent des dépassements plus ou moins réguliers :

- Le dioxyde d'azote dont les concentrations peuvent être problématiques notamment à proximité d'axes de circulation importants (la station des Halles à Rennes peut atteindre la valeur limite annuelle et dépassent le seuil d'information).
- Des épisodes de pollution aux particules (PM₁₀) peuvent apparaître en cas d'advection de masses d'air polluées depuis d'autres régions et/ou lorsque les conditions météorologiques sont stables et défavorables à la dispersion des polluants.

Zone Géographique	Objectif de qualité	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte
Rennes	O ₃	NO ₂ (site trafic)	PM10 (sites urbain et trafic) et NO ₂ (sites urbain et trafic)	-

Figure 13 : Dépassement des valeurs réglementaires en 2013

En l'absence de mesure de qualité de l'air sur le territoire communal, aucun problème particulier n'est identifié sur la commune.

Comme dans la plupart des communes de l'agglomération rennaise peu industrialisées, la pollution de l'air reste faible, malgré quelques pics, conséquence principalement des déplacements, du chauffage urbain et de l'agriculture en ce qui concerne les pesticides. Les micro-particules ont un effet néfaste sur la santé, car leur petitesse leur permettent d'atteindre les bronches en profondeur. On les soupçonne d'intervenir dans le nombre croissant de personnes asthmatiques.

La circulation de transit sur les 4 voies apporte plus de pollution que le trafic de proximité (les émissions augmentent avec le trafic et la vitesse). C'est pourquoi, il est recommandé de planter des rideaux d'arbres le long des grands axes routiers afin que les feuillages fixent les poussières et les fines particules tout en épurant l'air et en assurant une compensation carbone des émissions de gaz à effet de serre émises par les véhicules. Sur les surfaces étroites, les haies complètes, c'est-à-dire à trois strates (buissons, arbustes, arbres), sont les plus à même de faire obstacle à ces pollutions grâce à l'homogénéité de leur linéaire. Si la riserme est plus large, une bande boisée peut aussi être envisagée. Outre les effets bénéfiques que cela pourrait apporter à la biodiversité et au paysage, les boisements des bordures de voies apportent un confort d'été non négligeable en rafraîchissant l'air ambiant (évapotranspiration, ombres portées) et limitent l'absorption de la chaleur dans le bitume réduisant d'autant la dégradation des bandes roulatantes et les pollutions concomitantes.

Le PLU peut agir sur la densité du trafic en ne favorisant pas les déplacements automobiles individuels, mais au contraire en facilitant les déplacements alternatifs : piétons et vélos pour la proximité, et bus et train pour les déplacements intercommunaux. Pour cela, il faut inverser les priorités de circulation. Les itinéraires piétons vélos doivent être renforcés (accessibilité vers les équipements et services), plus lisibles (repérage aisé, ligne tendue), plus confortables (éclairage, revêtement, parking vélo), moins longs (densification). C'est aux voitures de faire le détour ou de céder le passage, ce qui permettrait également de jouer sur la vitesse et donc d'apaiser la circulation pour rendre la chaussée vivable pour tout le monde. Qui dit vélo dit aussi place de stationnement. Sur l'espace public, il est à penser devant chaque entrée d'équipement et de service, tout comme l'espace poussette. Dans l'espace privé, leur place doit être accessible plus facilement que la voiture pour favoriser leur usage. Le PLU pourra veiller à ce que l'emplacement du cycle soit pris en compte : 2 m² minimum dans le garage, le cellier, une annexe...

5.1.3 Contexte géologique local

Le sous-sol de la commune de Betton est principalement constitué de schistes briovériens, roches anciennes riches en argiles et donc peu perméables, d'alluvions modernes dans les fonds de vallées et de limons éoliens quaternaires. La vallée de l'Ille et du canal d'Ille-et-Rance, constituée d'alluvions modernes, coupe le territoire communal en deux. Les limons éoliens quaternaires sont présents un peu partout sur la commune hors des vallées. Ils couvrent un paysage vallonné et constituent de riches terres agricoles. L'ensemble de la commune présente des sols ayant tendance à retenir l'eau et à s'opposer à son infiltration en profondeur.

D'après la carte géologique du secteur d'étude, la formation géologique attendue au droit du site, sous les terrains de recouvrement et de remblais, est composée d'alternances silto-gréseuses jaune verdâtre, tendres.

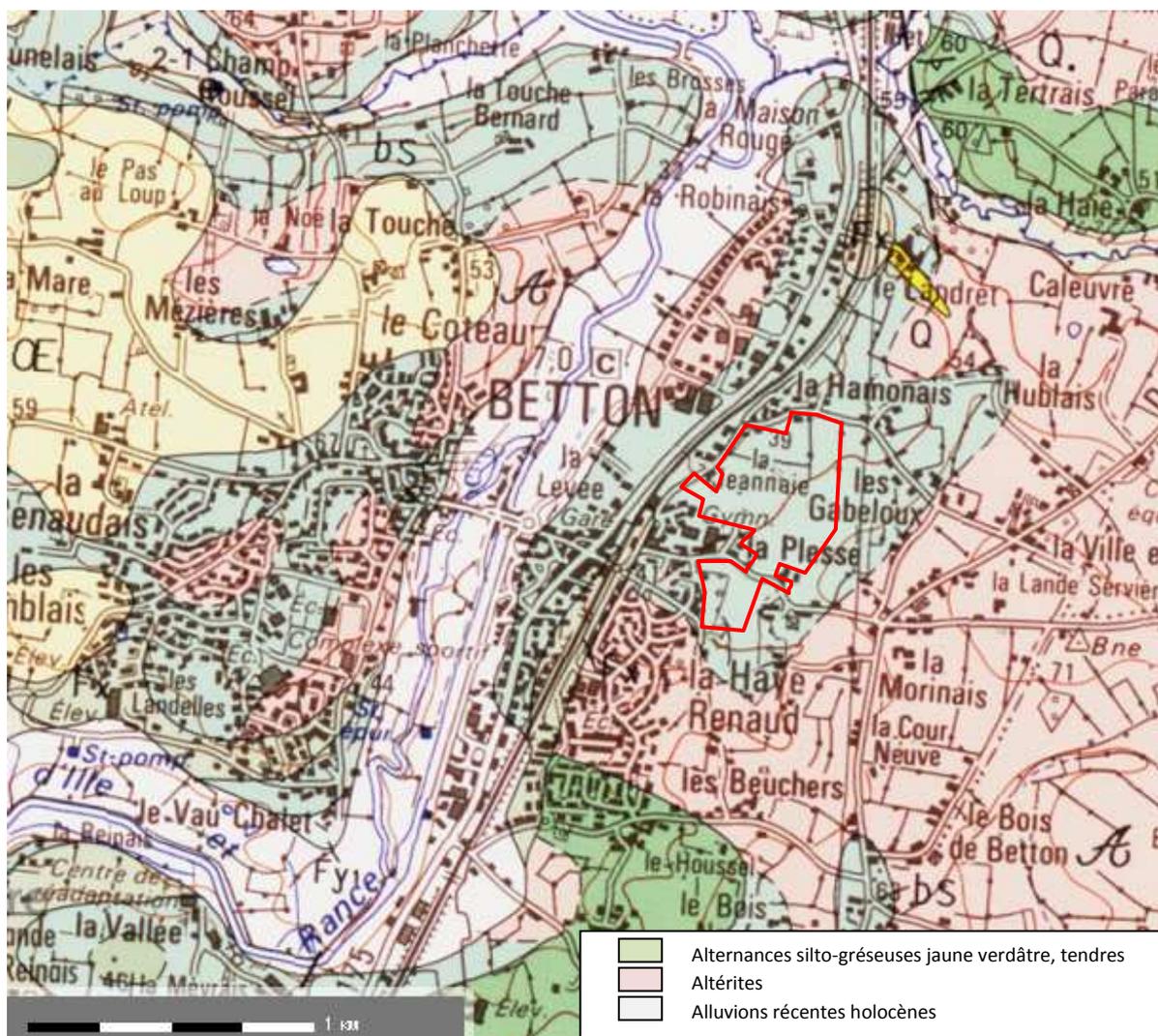


Figure 14 : Extrait de la carte BRGM 1/50 000

Les matériaux du sol et du sous-sol ne font l'objet d'aucune exploitation particulière au niveau de la zone d'étude.

D'après la carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone d'aléa « à priori nul » à « faible ».

5.1.4 Pédologie

Deux forages pour la géothermie réalisés en décembre 2010 au lieu-dit La Plesse sont recensés dans la base de donnée du sous-sol du BRGM.

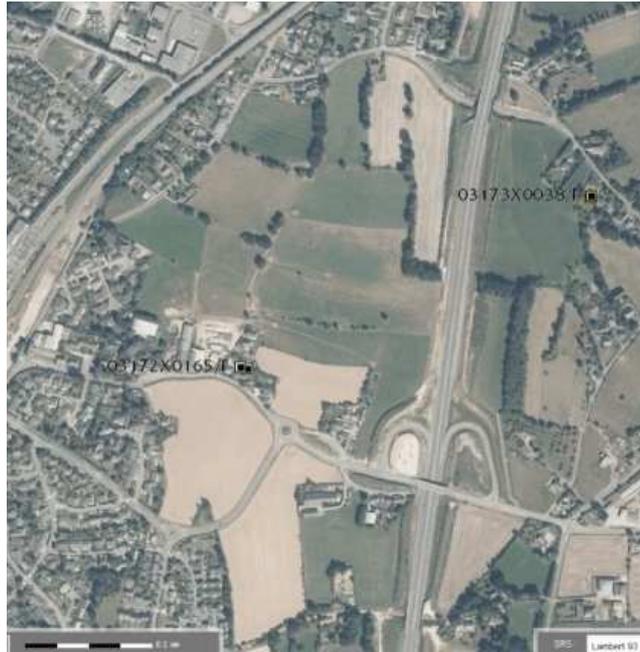


Figure 15 : Extrait de la base de données BSS du BRGM

La coupe renseignée est la suivante :

- 0-1 m : terre végétale
- 1-10 m : schiste gris jaune
- 10-30 m : schiste rouge gris
- 30-55 m : Schiste blanc
- 55-60 m : Schiste gris

Les niveaux d'eau ont été trouvés à 41 et 57 m de profondeur.

A ce stade de l'étude, il n'y a pas d'étude géotechnique programmée sur la zone de projet. Cette dernière sera réalisée lors de la phase pré-opérationnelle.

Une étude pédologique comprenant des sondages et des tests de perméabilité, visant à délimiter les zones humides et déterminer les possibilités d'infiltration du sol en place a été réalisée le 23 mars 2015.

L'emplacement des sondages et les coupes de sol sont détaillés au paragraphe zone humides, figure 24.

La perméabilité mesurée au niveau des sondages 4 et 5 est <5 mm/h, soit une perméabilité très faible à nulle.

5.1.5 Topographie

Installée sur une colline qui surplombe le cours d'eau de l'Ille et le canal d'Ille et Rance, la commune s'étend de part et d'autres de la vallée de l'Ille.

Le site de la Plesse est en appui sur un coteau orienté vers la vallée du canal en pente douce et régulière.

Le secteur présente d'importants dénivelés. Le point haut est à 58 m d'altitude au niveau du hameau de la Plesse (partie Sud du site d'étude). Le terrain descend en limite Nord-Ouest du périmètre d'étude à 40 m d'altitude (la Hamonais), soit un dénivelé de 18 m et une pente moyenne de 3,8%.

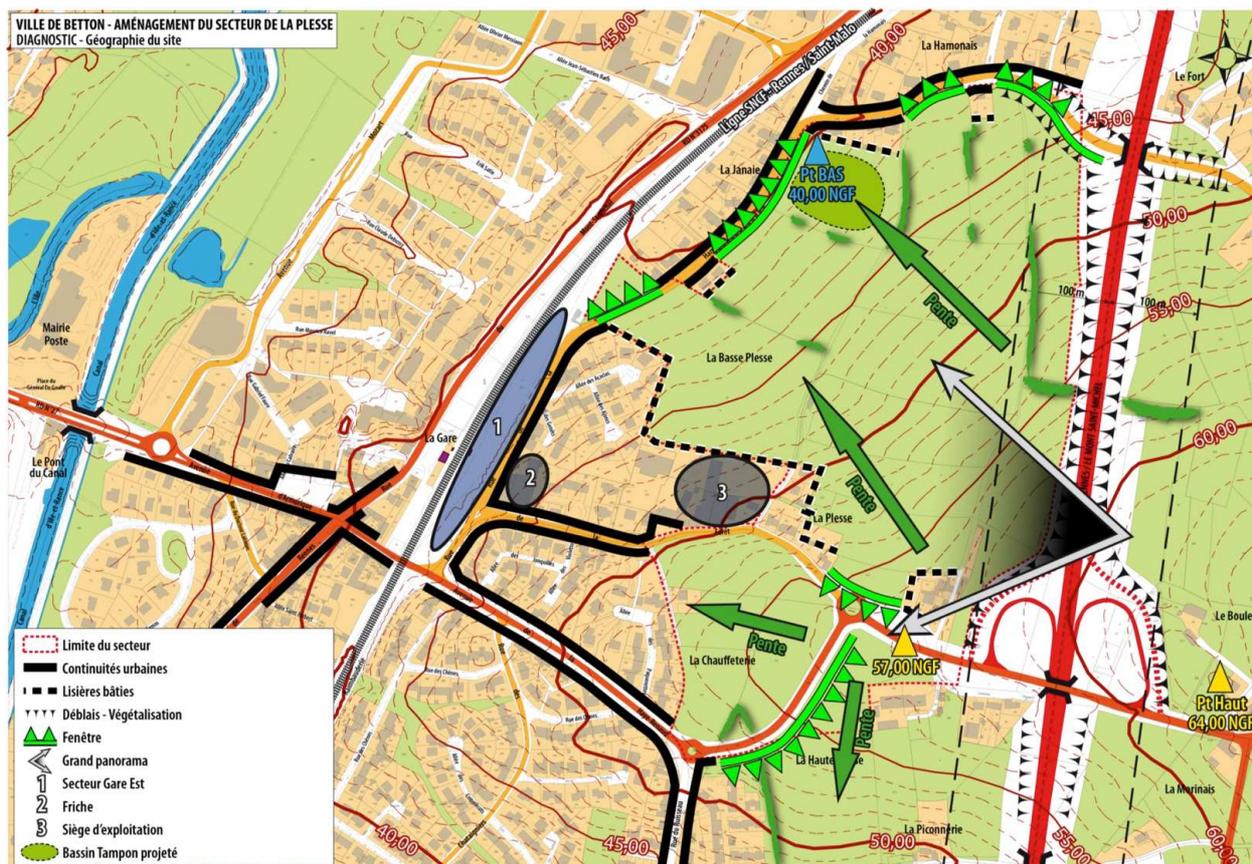


Figure 16 : Extrait des études préalables Phase 1 diagnostic (Archipole, nov 2014)

5.1.6 Hydrographie

5.1.6.1 Réseau hydrographique

Le territoire communal dépend du bassin hydrologique de la Vilaine (10 900 km²) et plus précisément est inscrite dans le bassin versant hydrographique de l'Ille.

Le territoire de Betton est traversé du nord au sud par la partie canalisée de l'Ille (Canal d'Ille-et-Rance). Le réseau hydrographique principal est constitué en rive gauche par l'Illet et son affluent le ruisseau de Caleuvre et en rive droite par les ruisseaux de Quincampoix (en limite communale avec Melesse) et de la Gravelle (en limite communale avec Saint-Grégoire).

Deux autres ruisseaux majeurs existent sur la commune, le Bunelais et le Launay.

Le site de projet lui-même est entièrement situé sur le bassin versant de l'Ille mais n'est traversé par aucun cours d'eau.

Deux stations hydrométriques permettent le suivi débitmétrique des cours d'eau du bassin versant :

- l'Ille à Montreuil sur Ille (station J7103010),
- l'Illet à Chasne sur Illet (station J7114010).

Les débits de référence mesurés à la station de jaugeage de Saint Grégoire sont les suivants :

Tableau 1: Débits de référence (source : eau France)

	Suivi	Superficie	Module	QMNA ₅	Qpointe ₁₀
L'Ille à Saint Grégoire	1850-2014	103 km ²	0.680 m ³ /s	0.028 m ³ /s	11 m ³ /s
L'Illet à Chasne sur Illet	1990-2014	107 km ²	0.764 m ³ /s	0.045 m ³ /s	17 m ³ /s

Ces débits moyens mensuels mettent en évidence des étiages sévères.

En revanche, en période hivernale, les débits peuvent être importants avec un maximum rencontré en janvier.

DEBIT EN m ³ /s	L'ILLE A MONTREUIL SUR ILLE	L'ILLET A CHASNE SUR ILLET
Janvier 1995	11,7 m ³ /s	16,3 m ³ /s
Décembre 1999	14,8 m ³ /s	15 m ³ /s
Novembre 2000	8 m ³ /s	27 m ³ /s
Janvier 2001	17,8 m ³ /s	18,2 m ³ /s
Mars 2001	15,4 m ³ /s	19,1 m ³ /s

Tableau 2 : Plus fortes crues enregistrées

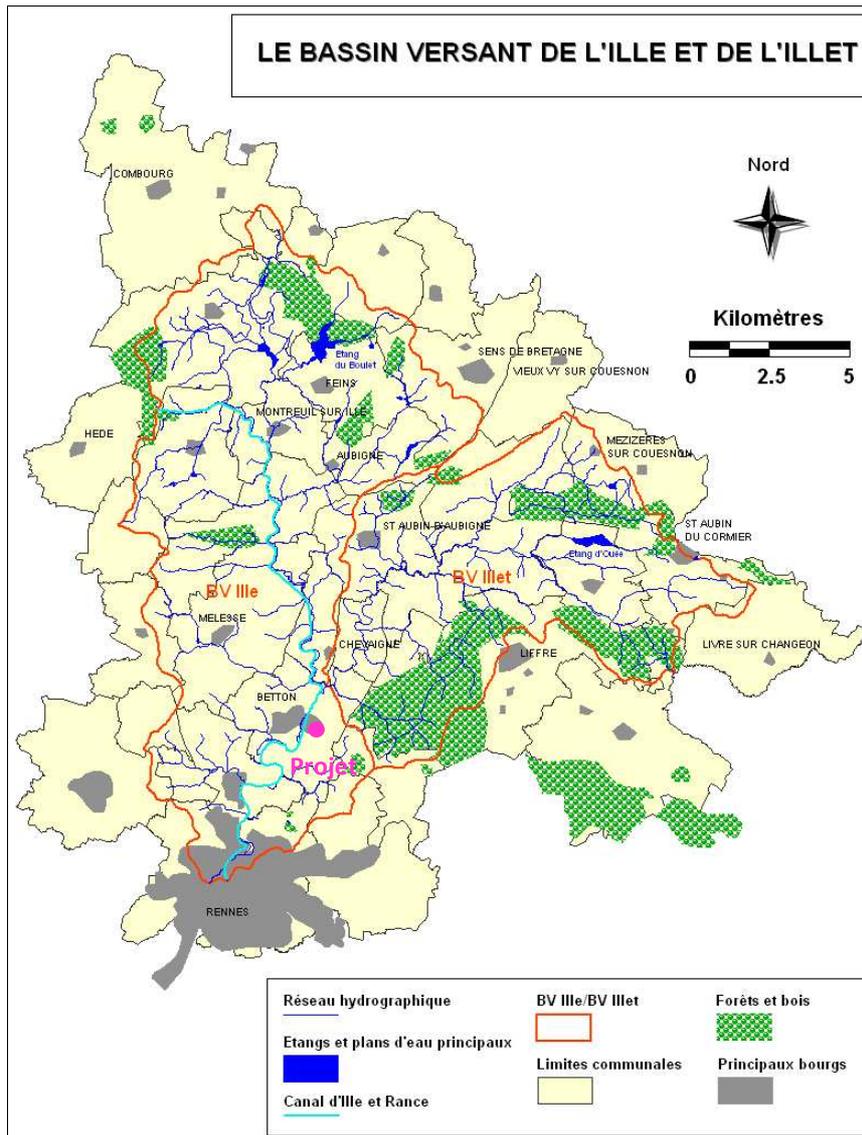


Figure 17 : Bassin versant de l'Ille et de l'Illet (Syndicat Mixte du BV de l'Ille et de l'Illet)

5.1.6.2 Qualité des eaux et objectifs de qualité

Le SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 détermine les objectifs suivants pour la masse d'eau de l'Ille :

Masses d'eau	code	Objectif d'état écologique	Objectif d'état chimique	Objectif d'état global
L'ILLE depuis Dings jusqu'à sa confluence avec la vilaine	FRGR0110	Bon potentiel en 2015	Bon état en 2015	Bon potentiel en 2015

La commune de Betton est comprise dans le périmètre du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Vilaine approuvé le 14 novembre 2014 suite à l'enquête publique

De plus, le contrat de bassin versant (2010-2014) est un engagement entre le Syndicat de bassin versant, l'Etat et ses différents partenaires financiers que sont l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, la Région Bretagne, et le Conseil Général d'Ille et Vilaine pour conduire les actions nécessaires à la reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sur le bassin de l'Ille et de l'Illet.

Un nouveau contrat territorial du Bassin Versant de l'Ille et de l'Illet (2015-2019) est soumis à enquête publique à compter du 18 janvier 2016.

L'ensemble des masses d'eau déclassent essentiellement pour les paramètres "macropolluants" et "morphologie". Une problématique spécifique liée aux pesticides est à noter sur les masses d'eau de l'Ille aval et du ruisseau de la Mare.

Ces problématiques ont été définies par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (2007) sur la base des données du suivi qualité de l'eau et des pressions qui s'exercent sur le milieu (agriculture, assainissement ...). Il s'agit des paramètres qui posent un risque au regard de l'atteinte du Bon Etat Ecologique.

Le bilan annuel 2013 de réseau de suivi d'Ille et Vilaine indique la qualité suivante pour l'Ille en amont et en aval de Betton :

Tableau 3 : Bilan annuel 2013 du Réseau Qualité'eau 35

	O ₂ dissous	DBO ₅	P _{tot}	NH ₄ ⁺	Nitrates
Ille à Montreuil sur Ille	5.44	2.4	0.117	0.43	22.3
Ille à Saint Grégoire	7.35	3	0.16	0.18	27

5.1.7 Eaux de ruissellement

L'exutoire du bassin versant de la zone de projet est un fossé qui rejoint le contre-fossé du canal d'Ille et Rance à proximité du terrain d'entraînement de tir à l'arc. L'axe principal d'écoulement est constitué de ce fossé, alimenté par une canalisation Ø 800 mm qui suit un ouvrage de franchissement SNCF (dalot maçonné), le long du Centre de secours.

On note que convergent vers ce nœud d'écoulement :

- une conduite Ø600 mm qui reçoit les écoulements de la zone d'urbanisation projetée et du bassin versant rural associé,
- les fossés de rives de la voie SNCF Rennes-Saint Malo,
- les fossés de rives de la RD175 actuelle.

La friche entre la voie SNCF et la rue de la Hamonais est hydrauliquement indépendante.



Figure 18 : Fossé, dalot et fin du busage du ruisseau

Du fait de l'imperméabilité des sols et des pentes, l'eau a tendance à s'écouler assez naturellement en surface : ruissellement, réseaux de fossés, ruisseaux, rivières... ou à stagner. De plus l'artificialisation par l'homme (canalisation, recalibrage, busage, drainage, remblais et plans d'eau) exacerbe ce phénomène de rejet rapide à l'aval ce qui peut poser des problèmes d'inondation.

Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales de la commune de Betton programme la réalisation d'un bassin de récupération des eaux pluviales de 5 000 m³ sur la parcelle n°AP40 au nord du site d'étude. Il recueillera les eaux pluviales de la majorité du site d'étude.

En effet, ce dernier s'étend sur 2 bassins versants, un second bassin est positionné plus au sud en dehors du secteur d'étude.

Il est à noter le projet de réaliser 2 bassins tampons en bordure de la voie ferrée.

L'ouvrage principal qui captera les eaux pluviales des zones urbanisables sera de type bassin à sec paysager. Ce type d'aménagement permet de répondre aux objectifs qualitatifs et hydrauliques pour ce type de zone. Il sera implanté conformément au plan dans l'angle Nord-Ouest du secteur urbanisable et rejettera ses eaux dans la conduite Ø 600 mm actuellement présente au point bas de la voie.

Un ouvrage de régulation calibré permettra de réguler un débit moyen de type orifice proche du débit retenu. En sortie du bassin, un bloc pré-traitement sera aménagé avec grille pour flottant, cloison siphonoïde et une petite zone de décantation. Enfin, un dispositif de vannage manuel complètera le dispositif.

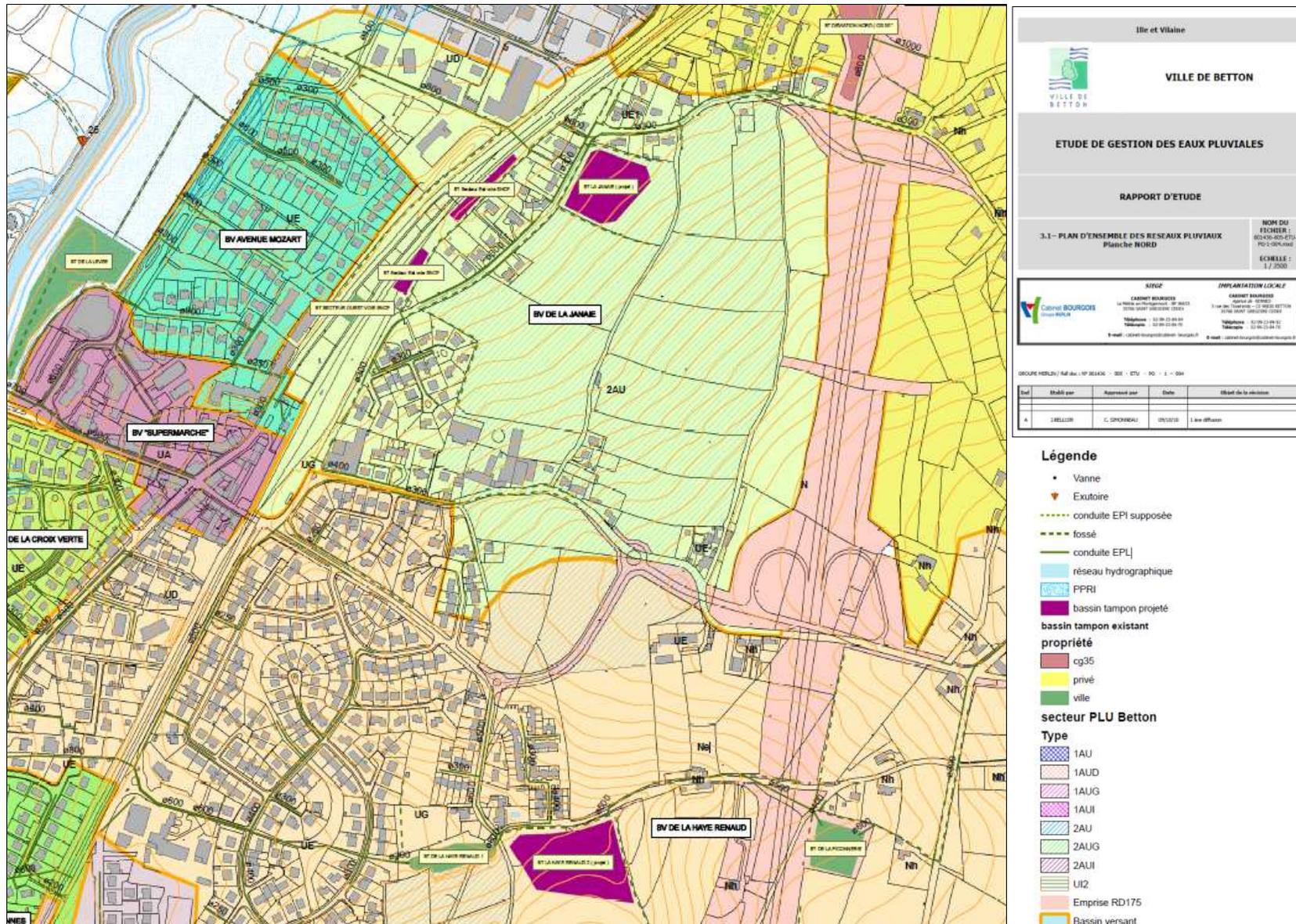


Figure 19 : Réseaux d'eaux pluviales et mesures de gestion prévues par le Schéma Directeur

5.1.8 Eaux souterraines

Le Syndicat de production et de distribution d'eau potable sur le Bassin Rennais (CEBR) exploite le captage du Vau Reuzé pour la production d'eau potable. Ce captage est constitué d'un puits et d'un forage.

Les terrains de la future ZAC n'appartiennent pas aux périmètres de protection situés au nord-est de Betton, sur l'autre versant de l'Ille.

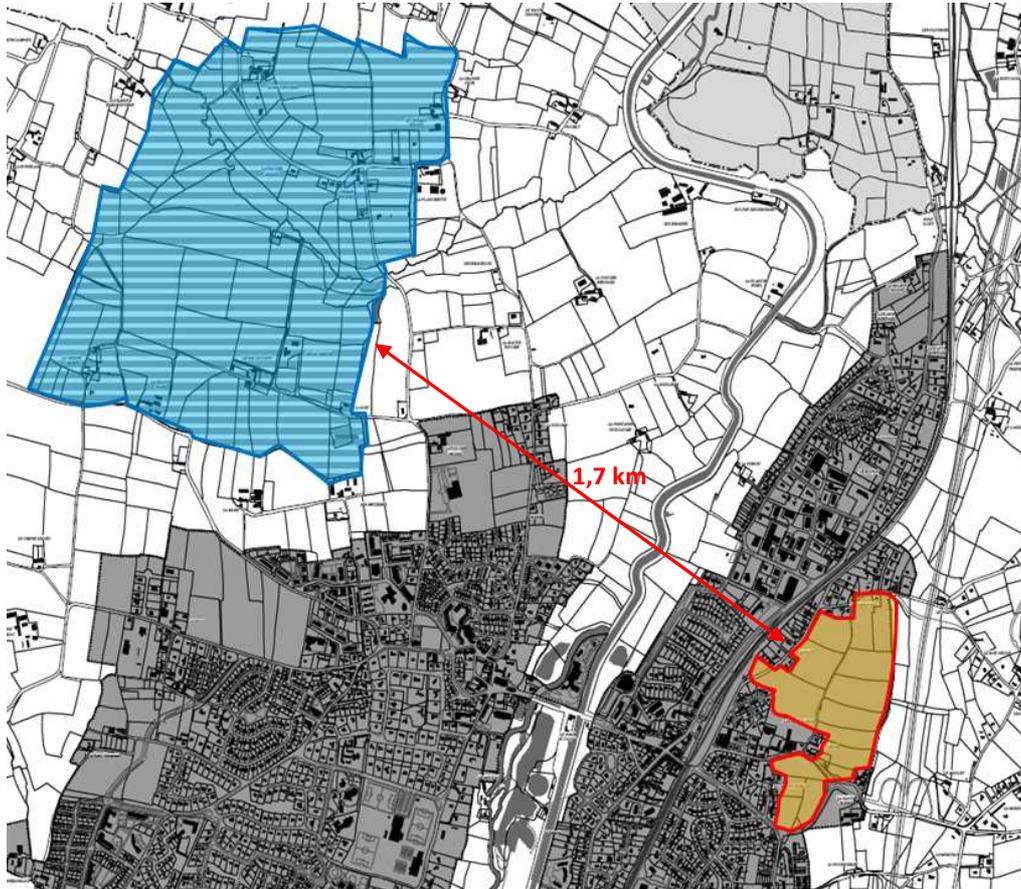


Figure 20 : Périmètre de protection rapproché du captage du Vau Reuzé

Selon l'Agence Régionale de la Santé (ARS) consultée dans le cadre de cette étude, les autres captages situés dans un périmètre de 5 km de la zone d'étude sont :

- Le captage privé de la société Coralis 2 à Cesson Sévigné
- Le captage de la Noé à Saint Grégoire
- Les captages de Lillion et des Bougrières à Rennes

D'après la carte des risques de remontée de nappe établie par le BRGM, le secteur d'étude se situe dans une zone de sensibilité très faible concernant les remontées de nappe.

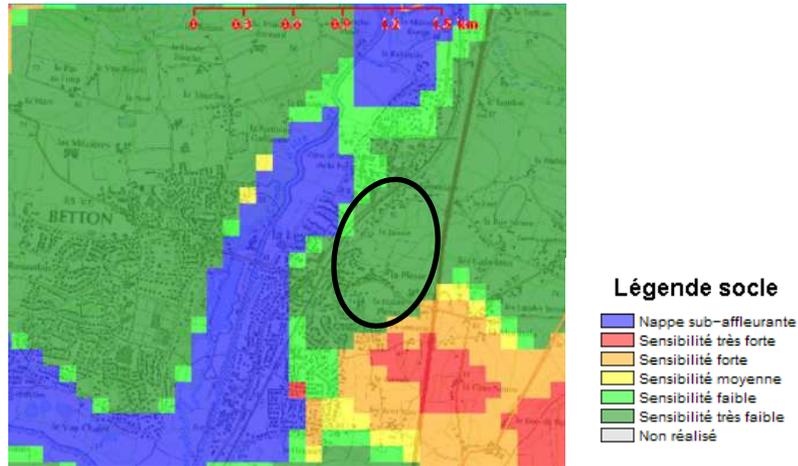


Figure 21 : Extrait de la carte des remontées de nappe du BRGM (inondationsnappe.fr)

Les ouvrages recensés dans la base de données du sous-sol (BSS) du BRGM sont les suivants :



Figure 22 : Forages recensés à proximité de la zone d'étude (Base de données BSS)

	ouvrage	localisation	profondeur	eau	date
03172X0166/F	Sonde géothermique	La Plesse	55 m	41 m	Déc. 2010
03172X0165/F	Sonde géothermique	La Plesse	60 m	57 m	Déc. 2010
03173X0039/F	Forage géothermie	La rue neuve	90 m	-	Mars 2013
03173X0038/F	Forage géothermie	La rue neuve	95 m	-	Mars 2013
03173X0025/F	Forage eau cheptel	La petite Hublais	85 m	45 m	Oct. 2011
03173X0040/F	Forage	Le Landret	90 m	53 m	Sept 2013

5.1.9 Risques naturels et technologiques

Une partie du territoire de Betton est concernée par le Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) du bassin de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet approuvé par arrêté préfectoral le 10 décembre 2007. Ce PPRI vise à contrôler le développement de l'urbanisation dans les secteurs les plus à risques et à préserver des secteurs non urbanisés pour laisser des champs d'expansion à la crue.

La carte des aléas et des risques identifie deux zones réglementaires :

- zone rouge tramée, correspondant aux secteurs naturels, inondables, ou urbanisés ou peu urbanisés et réservés à l'expansion des crues. La constructibilité y est presque totalement interdite,
- zone bleue, correspondant aux zones d'aléas faibles et moyens (hauteur d'eau inférieure à 1 m) situés en secteurs urbanisés mais où, malgré tout, l'inondation peut perturber le fonctionnement social et l'activité économique.

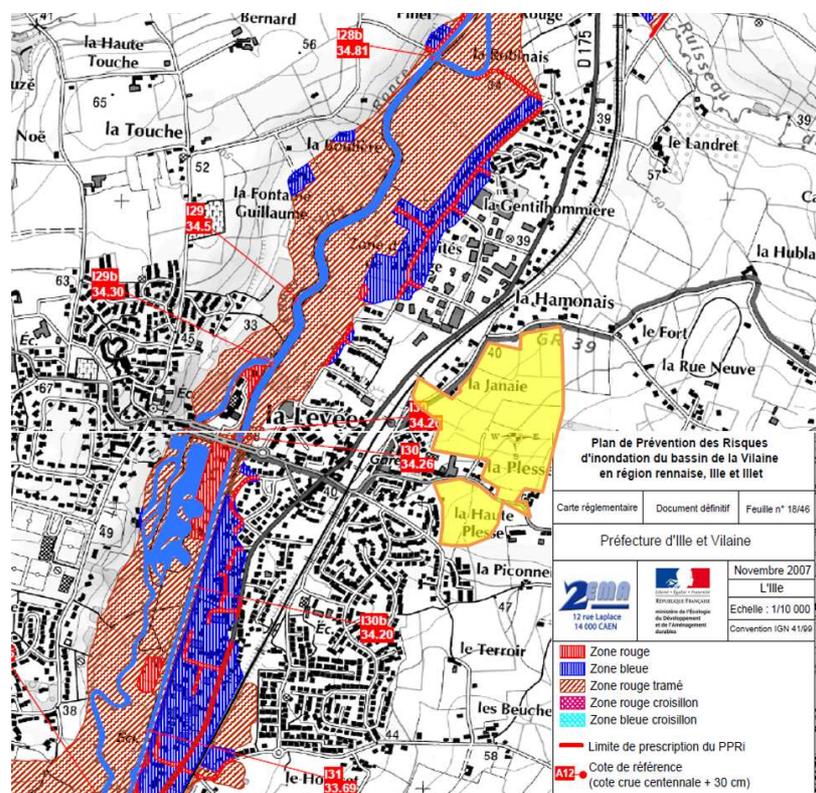


Figure 23 : Extrait du Plan de prévention des risques d'inondation en région rennaise

Le périmètre de la ZAC se trouve en amont, en dehors de la zone inondable.

Les risques majeurs recensés par le Dossier Communal Synthétique sur le Risque Majeur (DCS) sont :

- le risque « feux de forêt » : tous les bois et landes situés sur le territoire communal sont susceptibles d'être concernés par un feu de forêt.
- le risque transport de matières dangereuses : le territoire de la commune est traversé par un flux de transports de matières dangereuses. Il s'agit essentiellement d'un flux de transit. Ce transport de matières dangereuses s'effectue par la voie ferrée, les routes départementales 175, 29 et 91, les canalisations de gaz.

Le zonage sismique de la France (décret du 22 octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la commune de Betton en zone d'aléa sismique 2 (aléa faible).

La zone de projet n'est concernée par aucun périmètre de PPRt, ni aucun établissement SEVESO. A ce titre, les risques technologiques sont nuls.

5.2 MILIEU NATUREL

5.2.1 Paysage

La commune de Betton a pour préoccupation l'équilibre entre l'urbanisation et la préservation de ses zones rurales, sur les 2700 hectares seuls 387 sont aujourd'hui construits (source : site Internet de la commune).

Cinq grandes entités paysagères sont perceptibles sur le territoire communal :

- Le fond de vallée de l'Ille, large et plat, en partie occupé par des axes de communication ;
- les coteaux qui relient le fond de vallée aux plateaux agricoles, qui sont en grande partie urbanisés ;
- les plateaux agricoles ouverts sur lesquels le bocage est résiduel ;
- les vallons préservés des cours d'eau (Quincampoix, ruisseau de la Gravelle, Illet, ruisseau de Caleuvre...) ;
- les boisements limitrophes, perceptibles du territoire communal mais qui se trouvent principalement sur les communes de Thorigné-Fouillard et Liffré (bois de Champaufour, forêt de Rennes).

Le site de la Plesse est en appui sur un versant orienté vers la vallée du canal d'Ille et Rance, en pente régulière vers le nord-ouest.

Le diagnostic paysager de la future ZAC a été réalisé par l'Atelier Yannis le Quintrec

Le périmètre d'étude s'inscrit à la porte Nord/Est d'entrée de la ville de Betton. Il inclut les terrains compris entre la marge de recul de la déviation et les quartiers pavillonnaires de la Hamonais, au nord du siège d'exploitation de la Plesse.

L'urbanisation environnante témoigne de différentes époques de constructions aux typologies variées (anciennes activités, hangars, maisons et propriétés anciennes, pavillons plus récents, équipements sportifs,...).

Enfin, un réseau de haies bocagères en appui du parcellaire est repéré comme élément de paysage (au titre du L123-1-5-7 du CU), ainsi qu'un réseau de chemins à conserver ou des principes de cheminements à créer.

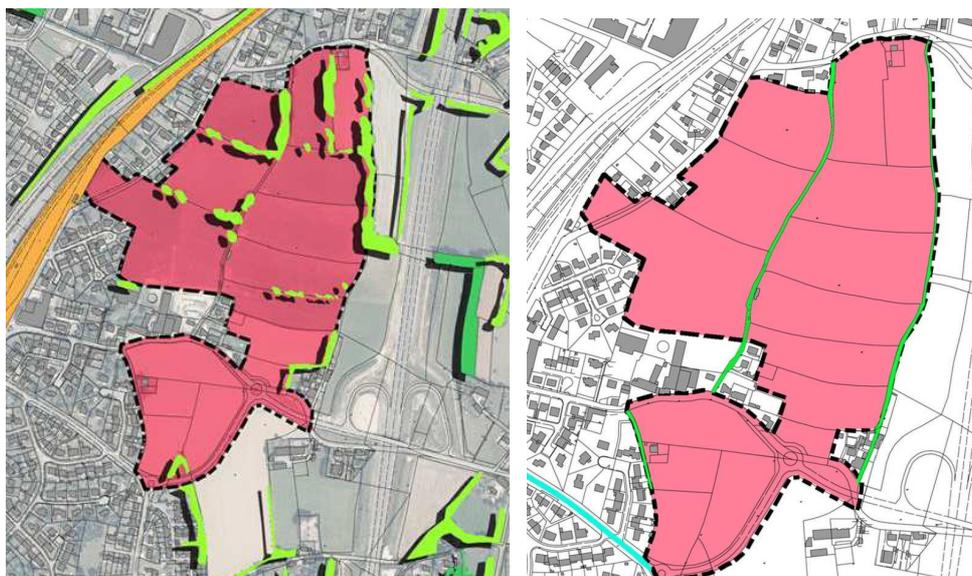


Figure 24 : Réseau de haies bocagères et de chemins à préserver (Diagnostic paysager)



Vues est depuis la rue de la Hamonais



Rue de la Hamonais vue vers le nord



Vues est depuis le nord de la rue de la Hamonais



Vue sud depuis la rue de la Foret



Vue nord depuis la Plesse



Vue nord depuis la rue de la Hamonais

5.2.2 Patrimoine naturel

Les mesures de protection s'appliquant sur la commune sont :

- **Trois ZNIEFF de type I :**
 - **le ruisseau de Quincampoix :** Il s'agit d'un fond de vallée de 30 ha dont l'intérêt botanique réside en la présence d'une flore diversifiée de sous-bois (sceau de Salomon) et d'une flore de prairie humide (orchis tacheté). L'intérêt ornithologique est surtout quantitatif avec 52 espèces d'oiseaux recensées.
 - **les zones humides de la Boulière :** D'une surface de 28 ha, ce complexe humide de boisements de type aulnaie-saulaie et prairies d'utilisation extensive est caractérisé par la présence d'espèces végétales des zones tourbeuses ou des marais (Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, pedicularis palustris) constituant un cortège floristique unique dans le bassin de Rennes et intéressant pour le département. L'intérêt ornithologique réside en la nidification probable de la Chouette chevêche, du Grèbe castagneux, du Lorient et la nidification possible de la Bergeronnette printanière.
 - **la bordure du canal d'Ille-et-Rance à Roulefort :** Il s'agit d'un ensemble de 42 ha constitué de bois humide, prairies humides et marais. Son intérêt ornithologique est très élevé à la fois quantitativement et qualitativement : nidification possible du Phragmites des joncs et de la Bergeronnette printanière, nidification probable du Grèbe castagneux, du Faucon hobereau, de la Chouette chevêche, de la Huppe fasciée, du Pouillot de Bonelli et du Lorient.

- **Le site Natura 2000 «Complexe forestier Rennes, étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève» (FR5300025)** concerne la commune de Betton à hauteur de 3,98 ha de lisière forestière caractérisée par la présence de l'habitat prioritaire « Hêtraie-chênaie acidiphile atlantique à houx » (Corine Biotope : 41.12 et Nomenclature EUR 15 : 91.20) également appelée localement « Hêtraie-chênaie collinéenne à houx »

Aucune mesure de protection du patrimoine naturel n'est identifiée sur le site de la Plesse :

- Le site Natura 2000 le plus proche est la Zone Spéciale de Conservation «Complexe forestier Rennes, étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève» dont la limite se trouve 1 km à l'est, en amont
- La ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) de type I la plus proche correspond à la « Zone humide de la Boulière », située à environ 500 m à l'ouest
- La ZNIEFF de type II la plus proche correspond à la Forêt de Rennes, distante d'environ 1 km
- Le Milieu Naturel d'Intérêt Ecologique (MNIE) répertorié par le SCOT du Pays de Rennes le plus proche, La Fontaine Guillaume, est à 500 m sur les bords de l'Ille.

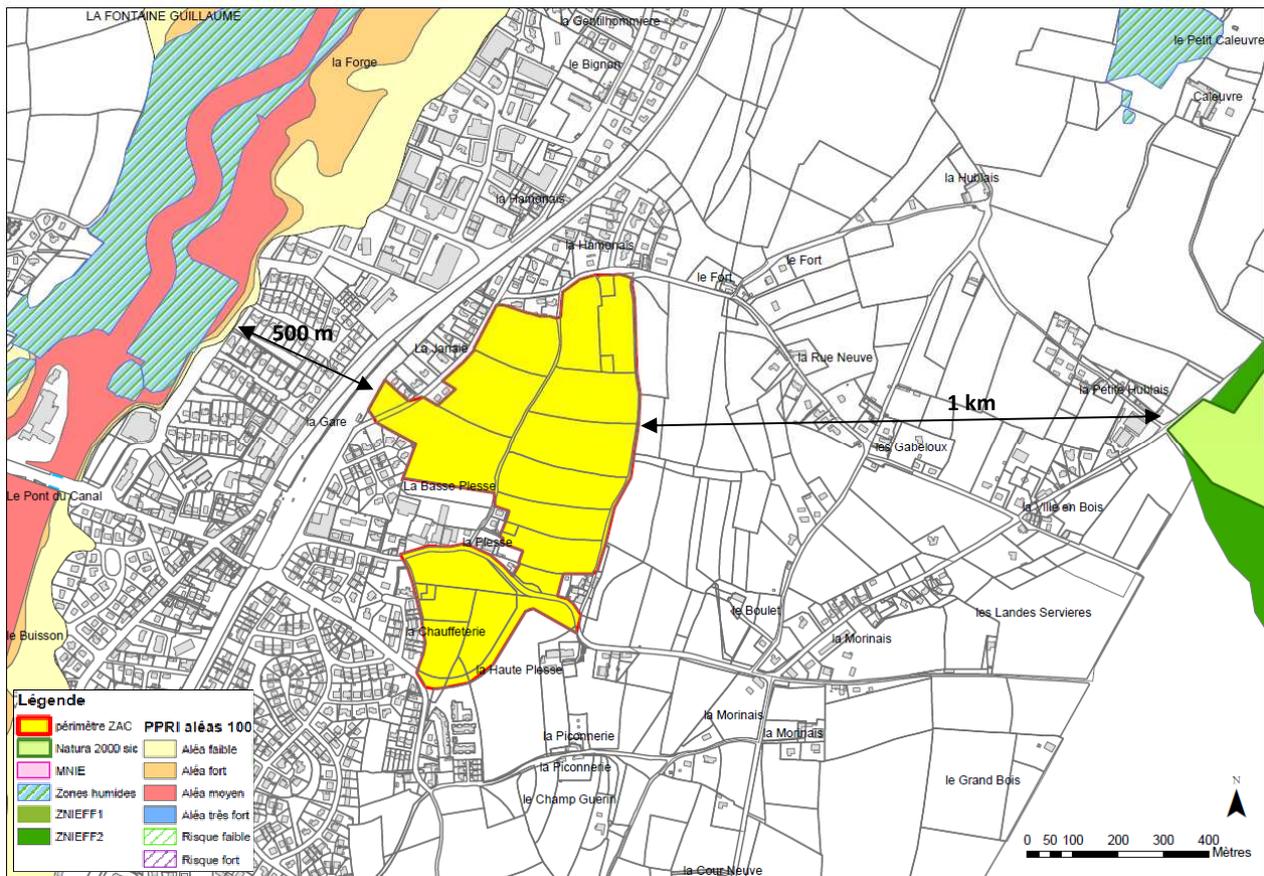


Figure 25 : Mesures de protection du patrimoine naturel à proximité de la zone d'étude

5.2.3 Zones humides

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 précise les caractéristiques de la végétation, des habitats et des sols des zones humides. Il présente également une méthodologie détaillée pour le travail de terrain.

Les caractéristiques des sols humides sont représentées par le tableau du GEPPA :

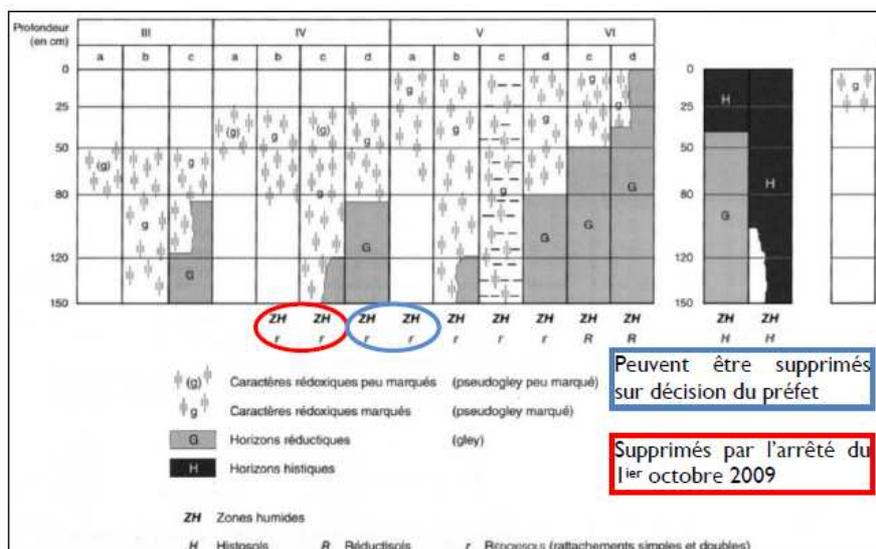


Figure 3 : Classes d'hydromorphie, GEPPA 1981 – Extrait du « Répertoire pédologique 2008 »

L'inventaire des zones humides et des cours d'eau de la commune a été réalisé par le Syndicat du bassin versant de l'Ille et de l'Illet en 2006 par la société Hydroconcept sur la base du Guide d'Orientation méthodologique élaboré par la CLE du SAGE Vilaine.

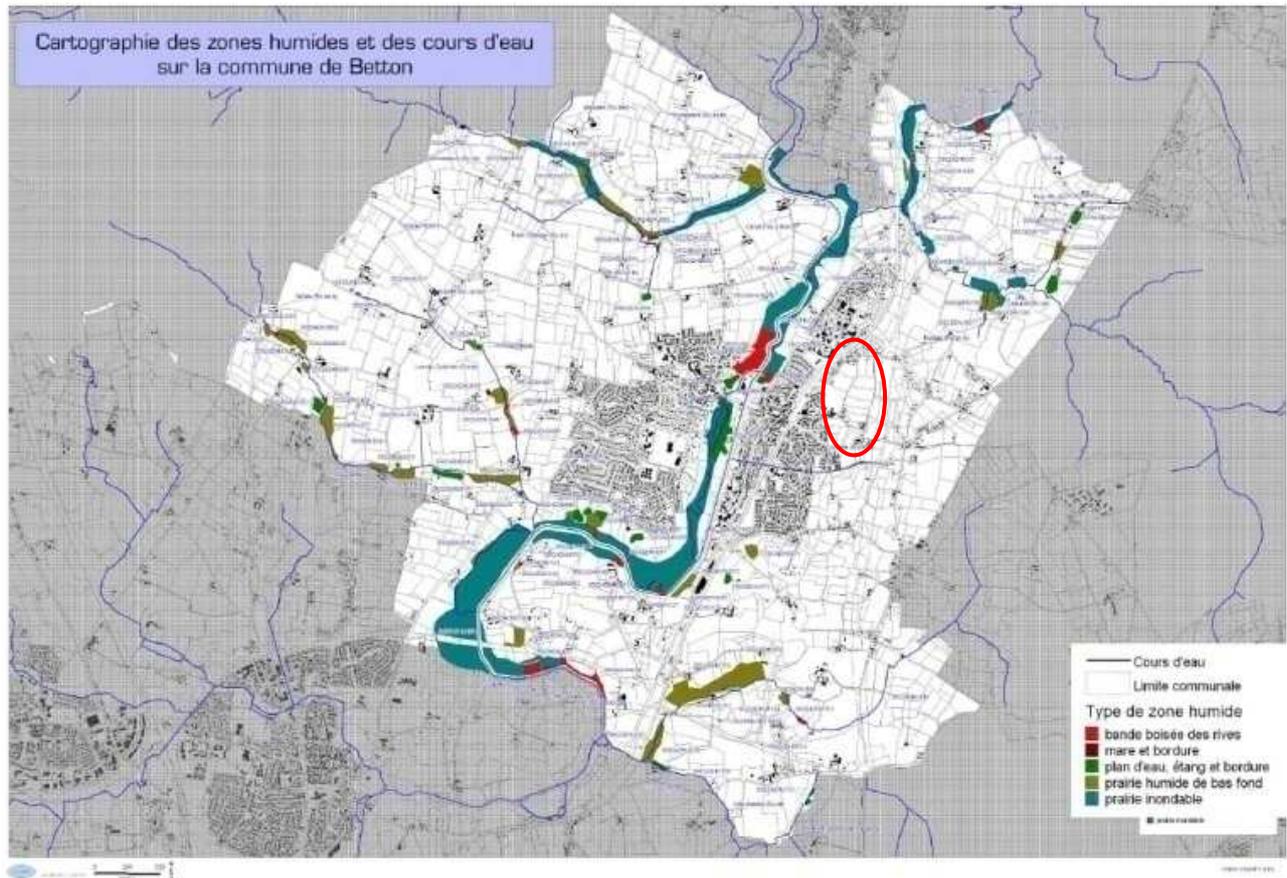


Figure 26 : Inventaire des zones humides et des cours d'eau Hydroconcept 2006

Aucune zone humide n'a été recensée sur le secteur de la Plesse lors de cet inventaire.

Un nouveau diagnostic a été réalisé sur les zones AU par le cabinet DMeau en octobre 2010, selon les critères de l'arrêté du 24 juin 2008. Les écoulements des terrains de la Janaie sont dirigés majoritairement vers l'ouest. Un seul point bas a fait l'objet de recherche de zones humides le long de la route qui relie la Gare au lieu-dit la Hamonais. Un sondage a été réalisé sur ce secteur dans une prairie temporaire pâturée le long de la route qui relie la Gare à la Hamonais.

Le détail de ce sondage est le suivant :

- Aucune trace d'hydromorphie de la surface à 30cm de profondeur.
- De légers traits rédoxiques sont observables entre 30 et 40cm de profondeur.

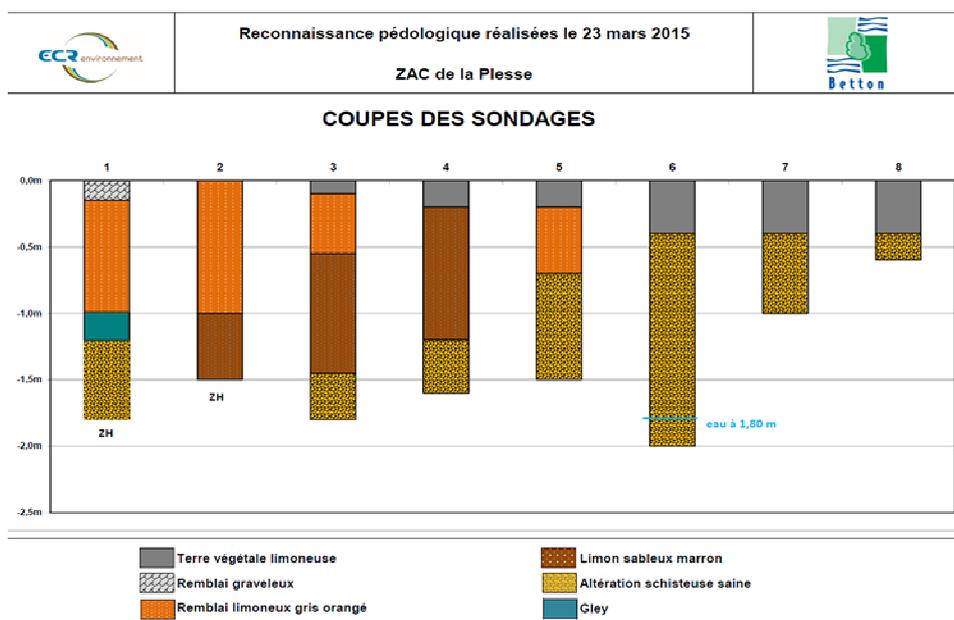
Ce sol ne correspond pas à un sol de zone humide selon les critères.

Un diagnostic complémentaire a été réalisé par nos soins le 23 mars 2015. Selon les critères de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, les seules zones humides identifiées sur le site d'études sont situées au niveau :

- du **fossé nord** toujours en eau, en bordure de voirie devant la parcelle n°AP35,
- du **fond de la parcelle n°AP80** friche remblayée, en point bas.



Figure 27 : Localisation des sondages du diagnostic complémentaire



5.2.4 Faune / Flore / Habitats

La zone d'étude correspond à un ensemble de parcelles agricoles (pâtures et cultures) contenant des haies arborées ou arbustives et encadrées par des zones urbanisées de la ville de Betton (au sud, au nord et à l'ouest) et par la déviation de la Route départementale D 175 à l'est.

La biodiversité de la zone a fait l'objet d'un inventaire Faunistique et Floristique entre le mois d'octobre 2014 et le mois de septembre 2015.

Les enjeux de conservation du site sont très réduits :

- il ne contient pas ou n'est pas proche d'aires protégées (zone Natura 2000 à environ un kilomètre vers l'est) ;
- il ne comprend pas d'éléments importants des trames verte et bleue (restes de bocage peu connecté avec d'autres zones, pas de trame bleue) ;
- les espèces végétales présentes sont toutes des espèces communes des zones agricoles, haies bocagères ou fossés inondés.
- les habitats du site sont de même des zones artificialisées (cultures, prairie pâturées, bocage dégradé) et les zones humides se réduisent à des structures linéaires (fossés) ;
- les espèces animales protégées présentes sont des espèces communes du bocage du centre de l'Ille-et-Vilaine : une chauve-souris (Pipistrelle commune), une vingtaine d'espèces d'oiseaux, deux batraciens et l'insecte Grand Capricorne (cette espèce en limite de répartition nord au niveau du bassin de Rennes).

Les enjeux pour la flore et les habitats restent très réduits, les enjeux pour la faune concernent donc environ 25 espèces protégées. Toutes ces espèces sont communes ou relativement communes dans les bocages cultivés du centre de l'Ille-et-Vilaine et donc le site d'études ne présente que des enjeux réduits pour la conservation de la biodiversité de cette grande zone.

Les habitats de reproduction et de repos des espèces protégées utilisant le site sont ici essentiellement les haies arbustives et arborées : zones de chasse, de transit et éventuellement de repos pour les chiroptères, zones de nidification et de repos pour les oiseaux arboricoles, zone de reproduction pour le Grand capricorne. Les fossés inondables sont ici des zones de repos et peut-être des zones de reproduction intermittentes pour les deux espèces de batraciens du site.

Vis à vis de la conservation de la biodiversité locale, les structures linéaires abritant les zones de reproduction et de repos (et de transit), haies arborées ou arbustives, petites zones en friches, fossés inondables, sont les zones les plus sensibles (leurs disparitions impliquent celles des populations locales des espèces protégées reproductrices du site). Ces divers milieux sont donc les plus sensibles à l'aménagement (à la destruction).

La sensibilité écologique du site correspond essentiellement aux haies arborées et arbustives résiduelles, aux petites zones de friches arbustives et aux fossés inondables.

La cartographie des habitats identifiés est présentée ci-après.

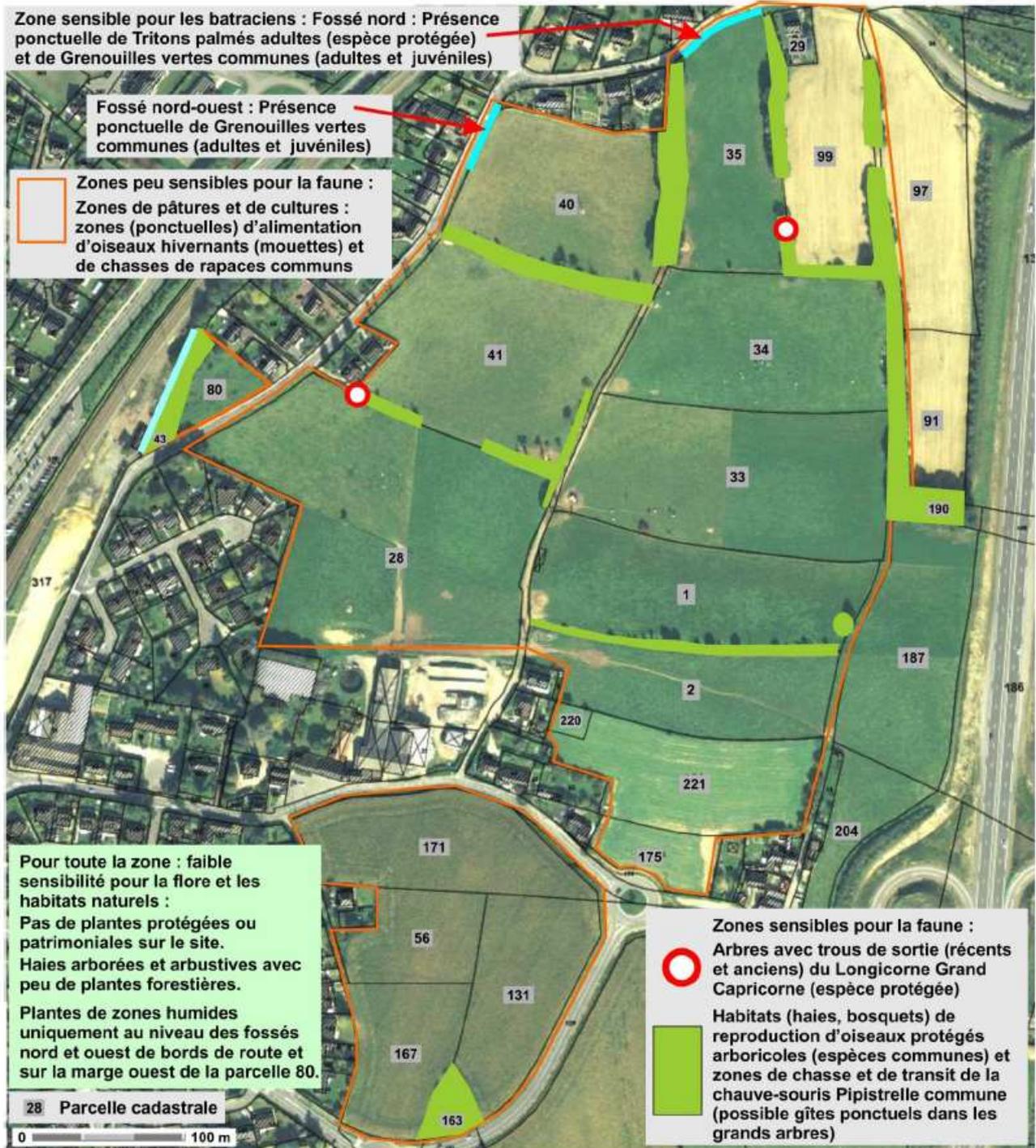


Figure 28 : Cartographie des habitats recensés lors de l'inventaire Faune Flore (Philippe Fouillet consultant en écologie)

5.2.5 Corridors écologiques

Les continuités naturelles sont reliées les unes aux autres par des corridors écologiques (haies bocagères, ruisseaux, chemins, prairies...). Les corridors écologiques présentent autant d'intérêt que les milieux qu'ils rejoignent. Ils facilitent les échanges d'espèces entre les espaces.

Un diagnostic des continuités naturelles a été réalisé dans le cadre du SCOT du Pays de Rennes :

- Deux continuités naturelles majeures, les vallées de l'Ille et de l'Illet
- Des connexions écologiques liées aux vallons
- Un secteur de bocage préservé à l'est du territoire communal

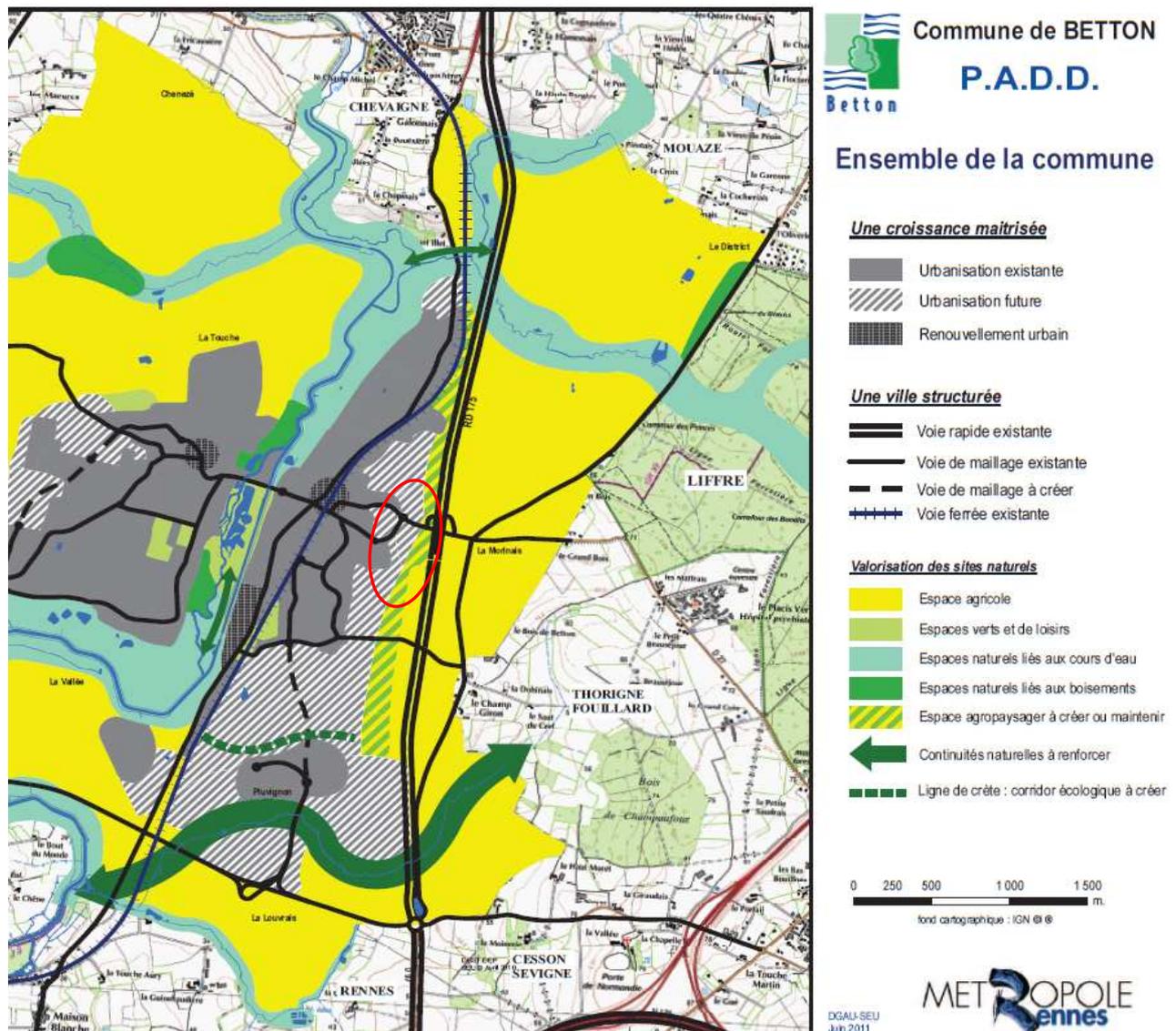


Figure 29 : Extrait du PADD repérant la trame verte et bleue

Les enjeux bocagers pour la commune sont donc, d'une part quantitatif (assurer le maintien du linéaire bocager, voire renforcer le réseau), et d'autre part qualitatif (structure des haies bocagères, du réseau bocager).

La Vallée de l'Ille, les différents cours d'eau et les connexions qu'ils assurent avec la forêt de Rennes et les espaces naturels du Nord de Rennes constituent une trame verte et bleue bien affirmée, dont l'opération d'aménagement intégrera les connexions.

Les haies les plus riches sont celles qui présentent une structure complète, c'est-à-dire celles qui associent une strate arborée, arbustive et une lisière herbacée. Or, il s'avère que la plupart des haies bocagères de Betton sont dégradées et incomplètes.

Le maillage a été profondément modifié, d'abord par les aménagements agricoles puis par les infrastructures linéaires. Les haies sont donc inégalement réparties sur le territoire ne jouant plus vraiment le rôle de corridor sauf au sud-est de Betton. Le bocage préservé constitue via le vallon du ruisseau de Bunelais un lien entre la forêt de Rennes, le bois de Champaufour et la vallée de l'Ille.

La préservation et la confortation de la trame écologique (verte et bleue), qui constitue une armature essentielle garantissant les continuités naturelles est un objectif essentiel du SCOT. Les objectifs concernant plus spécifiquement le secteur de la Plesse sont les suivants :

La préservation des milieux naturels et des fonds de vallées :

La Vallée de l'Ille constitue une continuité naturelle majeure ;

Le renforcement des fonctionnalités écologiques des secteurs assurant un rôle de connexion entre les grands milieux naturels (prise en compte du réseau hydrographique, des réseaux de haies, etc.) :

- *Les connexions biologiques entre la Vallée de l'Ille et la forêt de Rennes doivent être des éléments forts du projet (connexions à l'Est et à l'Ouest).*
- *Des perméabilités doivent être encouragées à l'Est de la 4 voies et au Nord/Ouest en limite communale de Melesse.*

Le maintien ou le rétablissement de perméabilités écologiques dans le cadre d'infrastructures existantes ou de nouvelles infrastructures :

Cet aspect a été pris en compte dans la déviation de la RD175, mais doit être valorisé dans les espaces agronaturels et le secteur Vivier Louis / Brebion.

Le PADD affiche un objectif de protection du patrimoine naturel notamment en :

- assurant la continuité des axes naturels majeurs de la Vallée de l'Ille et de l'ensemble de ses affluents, la préservation des cours d'eau et de leurs abords. Ils ont été repérés dans le cadre de l'étude zone humide et cours d'eau.
- renforçant le maillage bocager,
- favorisant des aménagements respectueux des problématiques de qualité des eaux,
- optimisant les connexions entre boisements, espaces verts, etc.

Les orientations d'aménagement reprennent ces objectifs de préservation dans les différents secteurs concernés.

Le site de la Plesse présente un bocage dégradé (nombreuses haies détruites, bordures urbanisées) qui a peu de relations directes avec la lisière de la forêt de Rennes (maillage bocager lâche entre les deux, coupé par une route à 4 voies, connectivité de la trame verte réduite). Le site ne contient pas de cours d'eau mais juste quelques fossés inondables isolés (connectivité de la trame bleue très réduite).

5.3. MILIEU HUMAIN

5.3.1 Démographie

La population totale de Betton connaît une croissance importante et continue depuis la fin des années 1960 pour s'établir au 1^{er} janvier 2016 à 10984 habitants.

Le taux de croissance annuel, compris entre 2.8 et 2.4% de 1975 à 1999 marque un certain ralentissement depuis 1999. Depuis 1999, cette progression est plus réduite, avec moins de 1% par an.

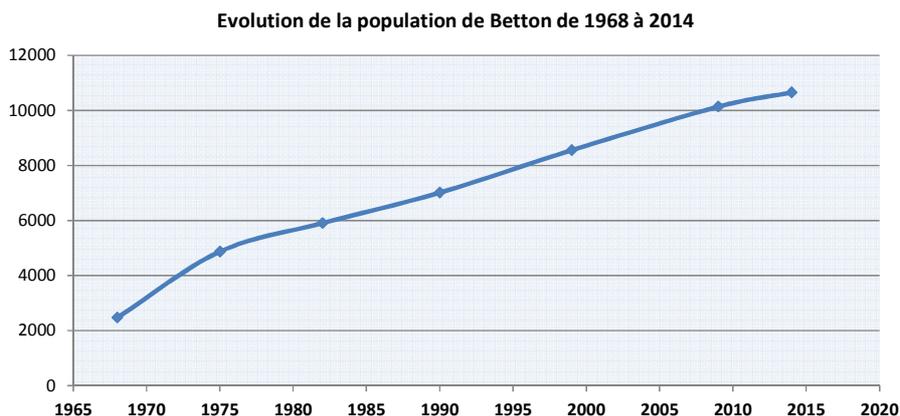
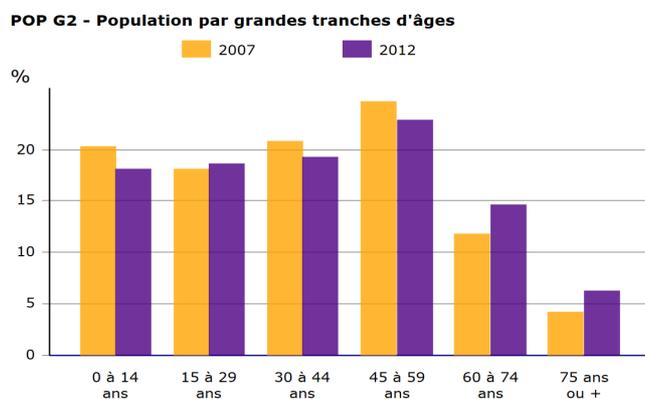


Figure 30: Evolution de la population de Betton de 1968 à 2016

La répartition de la population par tranche d'âge est la suivante. Une tendance au vieillissement est observée.



Sources : Insee, RP2007 et RP2012 exploitations principales.

Figure 31 : Population par tranche

Logements :

En 2014, le nombre total de logement est de 4494, dont 95% de résidences principales. La part de logements collectifs est de 33.1% (recensement INSEE 2012).

Le nombre moyen d'habitants par logement est de 2,25 (recensement INSEE 2012). Ce chiffre a globalement tendance à baisser au fil du temps.

Dans le souci de répondre à la demande de logements et de poursuivre l'effort en faveur de la mixité, la commune a signé, dans le cadre du PLH 2005-2014, une convention de contractualisation le 13 mars 2007. 1 593 logements ont été livrés sur cette période.

5.3.2 Occupation du sol

La zone d'étude est occupée majoritairement par des cultures ou des prairies cultivées.

A terme, le siège d'exploitation agricole situé en limite de l'opération, cessera son activité. A noter qu'un protocole d'indemnisation compensant cette cessation d'activité a été formalisé et validé par l'exploitant lui-même. De même, les parcelles seront récupérées au fur et à mesure de l'avancement du chantier (via la formalisation d'une convention d'occupation précaire en cours).

Le périmètre d'étude comprend également deux habitations à conserver. La première située au Nord-Est du secteur de la Plesse, le long de la voirie et, la seconde à l'Ouest du secteur de la Chauffage.

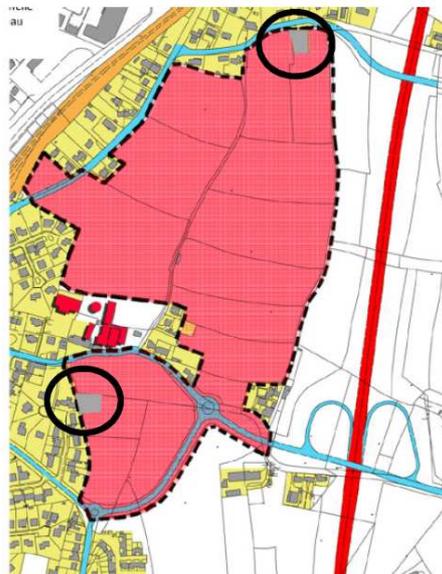


Figure 32 : Zones d'habitations conservées dans le cadre du projet (Diagnostic, Archipole Urbanisme et Architecture nov 2014)

L'urbanisation riveraine est constituée d'un tissu ancien mixte :

- rue de la Forêt : un tissu diffus pavillonnaire de maisons mitoyennes, ferme et dépendances et de lotissements (années 70) ;
- rue de la Hamonais : un pavillonnaire discontinu de maisons isolées. Une densification récente observée, issue de la division parcellaire des plus grands terrains, avec des accès au terrain en drapeau et des constructions implantées en 2^{ème} rideau le long de la voie ferrée.

5.3.3 Patrimoine culturel et archéologique

De nombreux édifices et éléments de patrimoine bâti sont présents sur la commune. La base de données MERIMEE du Ministère de la culture recense :

- De nombreuses maisons et fermes des 18^{ème}, 19^{ème} et 20^{ème} siècles ;
- Des manoirs et demeures des 15^{ème}, 16^{ème} et 17^{ème} siècles ;

- Des croix monumentales, croix de chemin et croix de cimetière ;
- Un patrimoine industriel ancien (ancienne laiterie, ancien moulin à blé...);
- La gare, le monument aux morts, ...

Aucun de ces édifices n'est cependant classé ou inscrit au titre des Monuments Historiques.

Une étude a été menée dans le cadre du PLU afin de recenser le patrimoine bâti d'intérêt local. Des mesures de protection sont établies sur environ 150 ensembles bâtis.

A ce titre, une demeure du 19^e siècle est classée 3 étoiles au 19^{ter} rue de la Forêt et une maison du 20^e siècle est classée 1 étoile au 21 rue de la Forêt.

Le PLU n'identifie pas de site archéologique sur la zone d'étude. 15 zones de présomption de prescriptions archéologiques ont été répertoriées par la DRAC suivant arrêté préfectoral du 19 novembre 2015. Le site de la Plesse n'est pas concerné.

La DRAC Bretagne a toutefois été sollicitée afin de s'assurer que le projet pas susceptible de porter atteinte à la conservation du patrimoine archéologique. En réponse, la DRAC précise qu'un arrêté de prescription de diagnostic archéologique préalable aux travaux sera établi en raison de la vaste superficie de l'aménagement et de la situation topographique favorable à l'implantation humaine et à la conservation de vestiges archéologiques, conformément aux dispositions du livre V de Code du Patrimoine.

5.3.4 Activités économiques

D'après l'INSEE, la ville compte 772 établissements actifs fin 2012, les commerces, transports et services sont majoritaires.

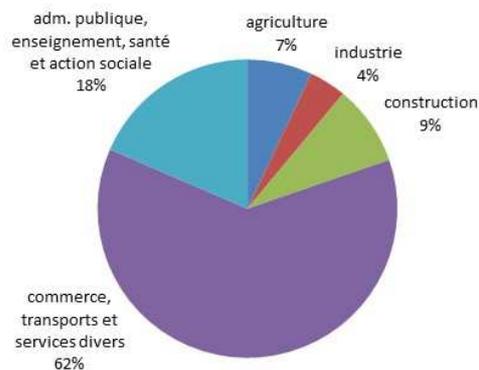


Figure 33 : Part des activités en % (INSEE 2012)

Betton compte plus de 280 commerçants, artisans et entreprises répartis sur l'ensemble de son territoire. Les entreprises sont regroupées en zones d'activités, les commerces et services de proximité se trouvent préférentiellement en centre-ville et à la Levée.

Les vocations des ZA de la commune sont les suivantes :

- La ZA de la Forge : Vocation mixte.
- La ZA de la Motte d'Ille : Vocation mixte
- La ZA de l'Enseigne de l'Abbaye : Vocation industrie- PME/PMI.
- La ZA de la Renaudais : Vocation artisanat / TPE.

- Les ZA Pluvignon-La Bunelais : Vocation commerce liées aux sports, loisirs, équipements
- La ZA en cours Basse Robinais : Vocation artisanat
- La ZA en cours Bel Air : Vocation services

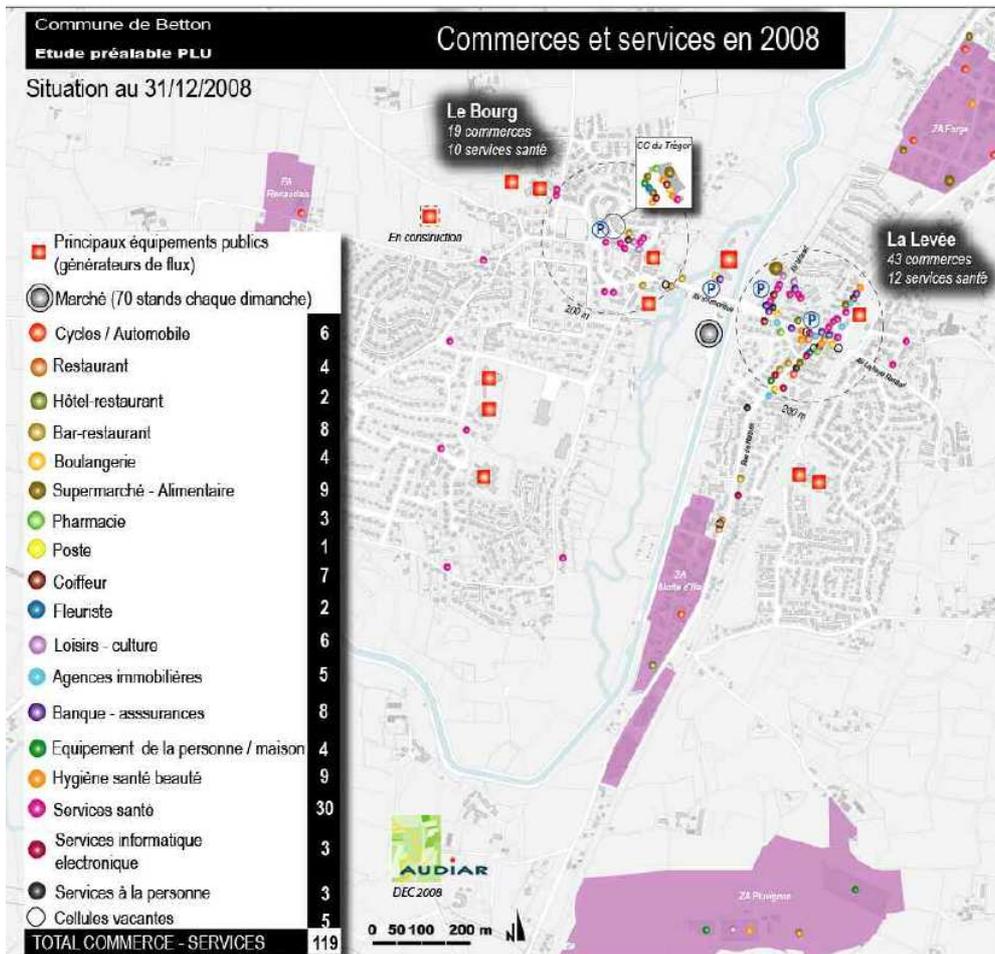


Figure 34 : Cartes des commerces de Betton (source : Rapport de présentation du PLU, 2008)

5.3.4.1 Agriculture

Un diagnostic participatif a été réalisé en février 2009 dans le cadre du PLU.

Nombre et taille des exploitations professionnelles

	1979	1988	2000	2007	2009
Exploitations professionnelles	79	64	40	33	32
SAU moyenne (ha)	23	27	42		60**

Source : RGA 2000+*diagnostic étude préalable au PLU 2007 (AUDIAR)+**diagnostic participatif agricole 2009 sur 28 exploitations (AUDIAR).

Un quart des agriculteurs a moins de 40 ans.

La commune de Betton conserve une agriculture dynamique avec 32 sièges d'exploitation sur la commune en 2009, malgré de fortes contraintes liées à la périphérie rennais.

Betton suit la tendance générale de mutation de l'activité agricole depuis les vingt dernières années. D'un système orienté vers la polyculture et l'élevage, notamment laitier, on assiste à une diversification des productions, avec une diminution importante du nombre d'exploitations agricoles. En 2009, la production agricole majoritaire reste l'élevage traditionnel (laitier 45%, bovin 31%) avec une tendance vers le développement des cultures de vente (37 % des exploitations, 10).

Les données issues du recensement agricole de 2010 (Agreste) indiquent un nombre d'exploitation diminué de 40% par rapport à 2000.

Tableau 4 : Principaux chiffres sur l'évolution du secteur agricole de la commune de Betton (source : Agreste 1988 à 2010)

Année du recensement	1988	2000	2010
Nombre d'exploitations	110	61	35
Surface moyenne par exploitation	18 ha	30 ha	45 ha
Surface agricole utilisée des exploitations	2004 ha	1843 ha	1587 ha
Superficie en terres labourables	1432 ha	1614 ha	1362 ha
Superficie toujours en herbe	556 ha	214 ha	215 ha
Nombre de vaches laitières	1182 (45 expl.)	762 (25 expl.)	686 (15 expl.)
Nombre de vaches nourrices	174 (20 expl.)	127 (9 expl.)	124 (9 expl.)

Depuis 1988, la surface agricole utile (SAU) exploitée par les agriculteurs de la commune diminue régulièrement. En 2010, elle couvre environ 59% du territoire.

Sur le site de la Plesse, on observe principalement des prairies permanentes et des céréales.

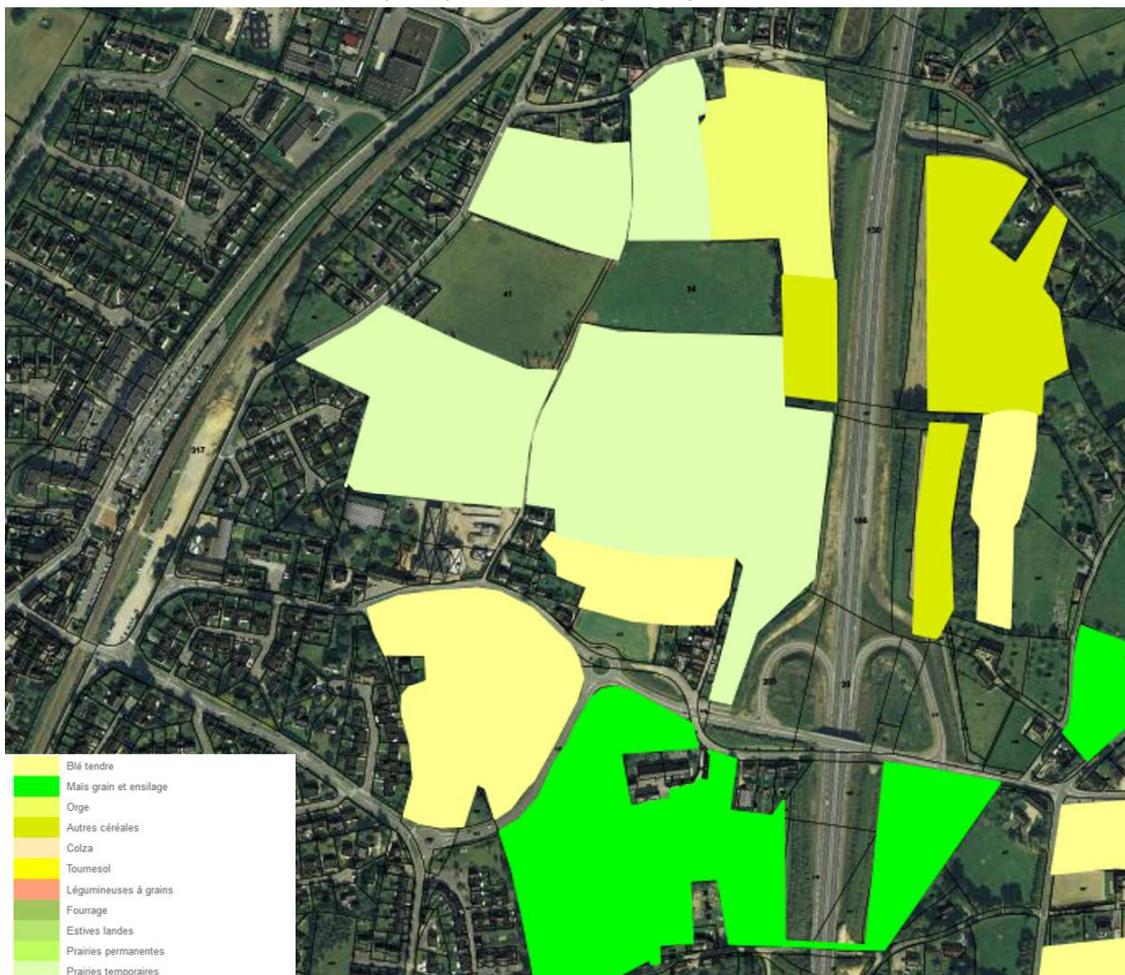


Figure 35 : Nature des parcelles agricoles exploitées sur le site (Géoportail : Ilots de culture RGP 2012)

5.3.4.2 Sites industriels ou potentiellement pollués

L'usage du site est agricole. Il n'y pas d'activité antérieure connue.

Aucun sol pollué n'est répertorié dans la base de données BASOL.

Les activités industrielles répertoriées dans la base de données BASIAS sont les suivantes à proximité du périmètre d'étude.



Figure 36 : Activités industrielles recensées dans la bdd BASIAS

ref	activité	période
BRE3501001	Atelier peinture	Terminée (1967-1995)
BRE3501001	Station-service	Terminée (1924-1980)
BRE3501001	Dépôt carburant	Terminée (1930-)
BRE3501001	Matériaux - centrale enrobage	Terminée (1984-)
BRE3501001	DLI	Terminée (1973-1980)
BRE3501001	EDF dépôt de liquides combustibles	Terminée (1970-1980)
BRE3501001	Pressing	Terminée (1975-1981)
BRE3501001	Garage	Terminée (1972-1980)

5.3.5 Cadre urbain

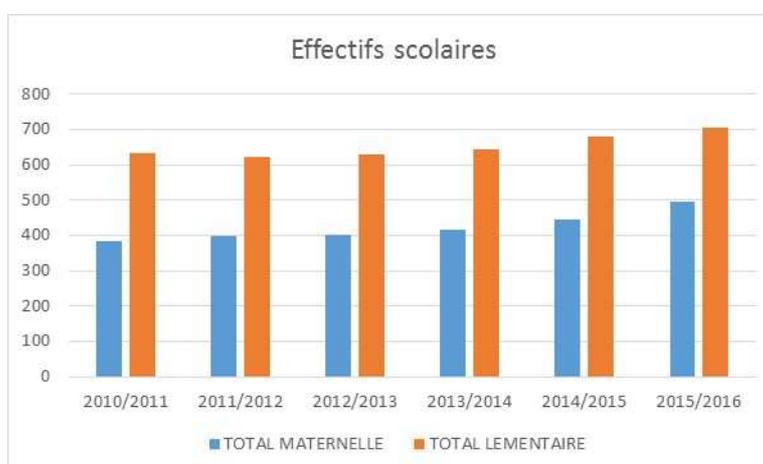
5.3.5.1 Equipements publics

La commune dispose d'une crèche parentale, une halte-garderie, un Centre de Loisirs Sans Hébergement (CLSH), 3 écoles publiques, une école privée et un collège.

Les effectifs scolaires (maternelle / élémentaire) pour les 6 dernières années sont les suivants :

	2010/2011 sept. 2010		2011/2012 sept. 2011		2012/2013 sept. 2012		2013/2014 sept. 2013		2014/2015 sept. 2014		2015/2016 sept. 2015	
MATERNELLE	Nb classes	Effectifs										
Haye-Renaud	3	83	3	80	3	80	3	80	3	90	4	118
Omblais	5	133	5	143	5	134	5	143	5	149	6	158
Mezières	2	57	2	58	2	61	2	53	3	72	3	74
Raoul Follereau	4	110	4	115	4	126	4	123	4	135	5	145
	(1 ps/cp)											
TOTAL MATERNELLE	14	363	14	397	14	401	14	415	15	446	18	495
ELEMENTAIRE	Nb classes	Effectifs										
Haye-Renaud	5	120	5	110	5	120	5	120	6	135	6	140
Omblais	10	254	10	252	10	247	10	253	10	247	13	251
Mezières	3	61	3	57	3	74	3	75	3	85	4	89
Raoul Follereau	7	198	7	185	8	189	8	183	8	211	8	223
TOTAL ELEMENTAIRE	25	632	25	623	26	630	26	631	27	678	29	706
TOTAL	39	1016	39	1020	40	1031	40	1060	42	1124	47	1201

4 classes supplémentaires ont été créées à la rentrée 2015-2016.



Le collège François Truffaut d'une capacité de 600 élèves compte actuellement 503 élèves (rentrée 2015/2016) provenant en grande majorité de Betton :

Collège François Truffaut	Effectifs	Nb classes
6 ^{ème}	5	133
5 ^{ème}	5	114
4 ^{ème}	5	130
3 ^{ème}	5	126
TOTAL	20	503

En ce qui concerne le lycée, les élèves poursuivent leur scolarité à Rennes. Le lycée de secteur est le lycée Jean Macé.

Les principaux équipements culturels sont les suivants :

- La médiathèque Théodore Monod,
- La salle des Fêtes, Salle Polyvalente, Galerie Espace-Expo,
- Le "Vau Chalet" : Ecole de Musique, Ateliers d'Arts Plastiques.

Les équipements et activités sportifs présents sur la commune sont :

- Complexe sportif des Omblais (gymnase, salle de tennis, salle de tennis de table, salle de danse, salle de judo et 6 terrains de foot (dont un en gazon synthétique) ;
- Complexe sportif de la Touche (Salle multisports et salle d'escrime) ;
- Salle de la Haye Renaud (gymnase) ;
- Base de canoë kayak du Vau Chalet ;
- Terrain de tir à l'arc ;
- Terrain de VTT.

Des équipements sont à destination des associations :

- Maison du Développement de l'Emploi et des Service ;
- Carrefour des Services ;
- Salle Anita Conti ;
- Foyer du Clos Paisible ;
- Le Prieuré (ancienne école privée).

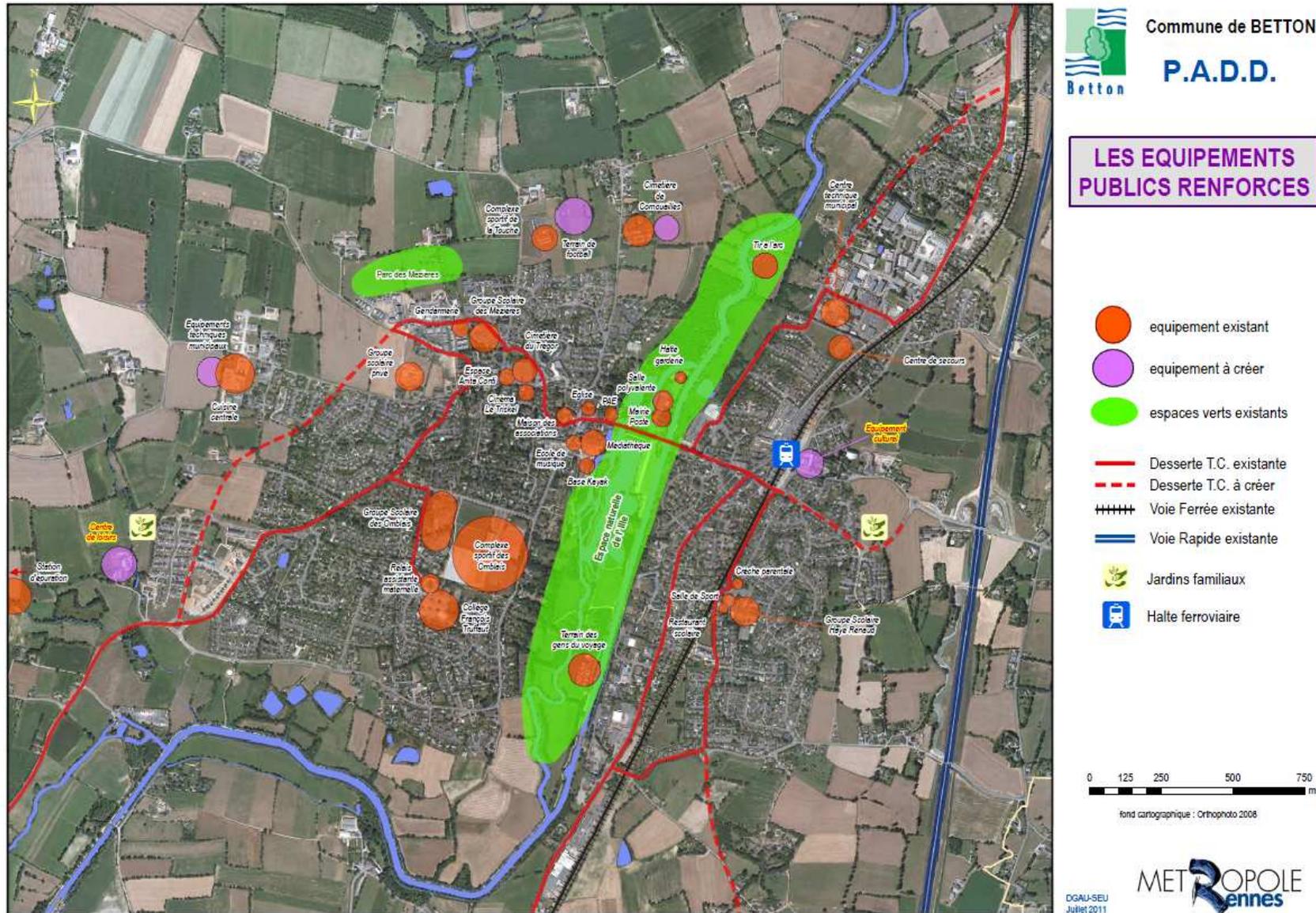


Figure 37 : Localisation des équipements publics (PADD)

5.3.5.2 Desserte et liaisons

La commune est traversée par plusieurs axes de communication majeurs : la route du Mont-Saint Michel, le canal d'Ille et Rance, la voie ferrée Rennes-Saint Malo et plus récemment la nouvelle déviation (RD 175).

La commune est traversée par les routes départementales 29, 91, 27, 97, 82 et 175. La RD175, la RD 27 et la voie communale n°2 constituent les principales liaisons entre le centre-ville et l'extérieur.

Le site de la Plesse est bordé par la rue de la Hamonais qui longe l'ouest et le nord du périmètre de la future ZAC, la rue de la Forêt qui sépare une partie la Chauffeterie du reste de la ZAC et l'avenue de la Haye Renaud qui permet l'accès au centre-ville depuis la RD 175.

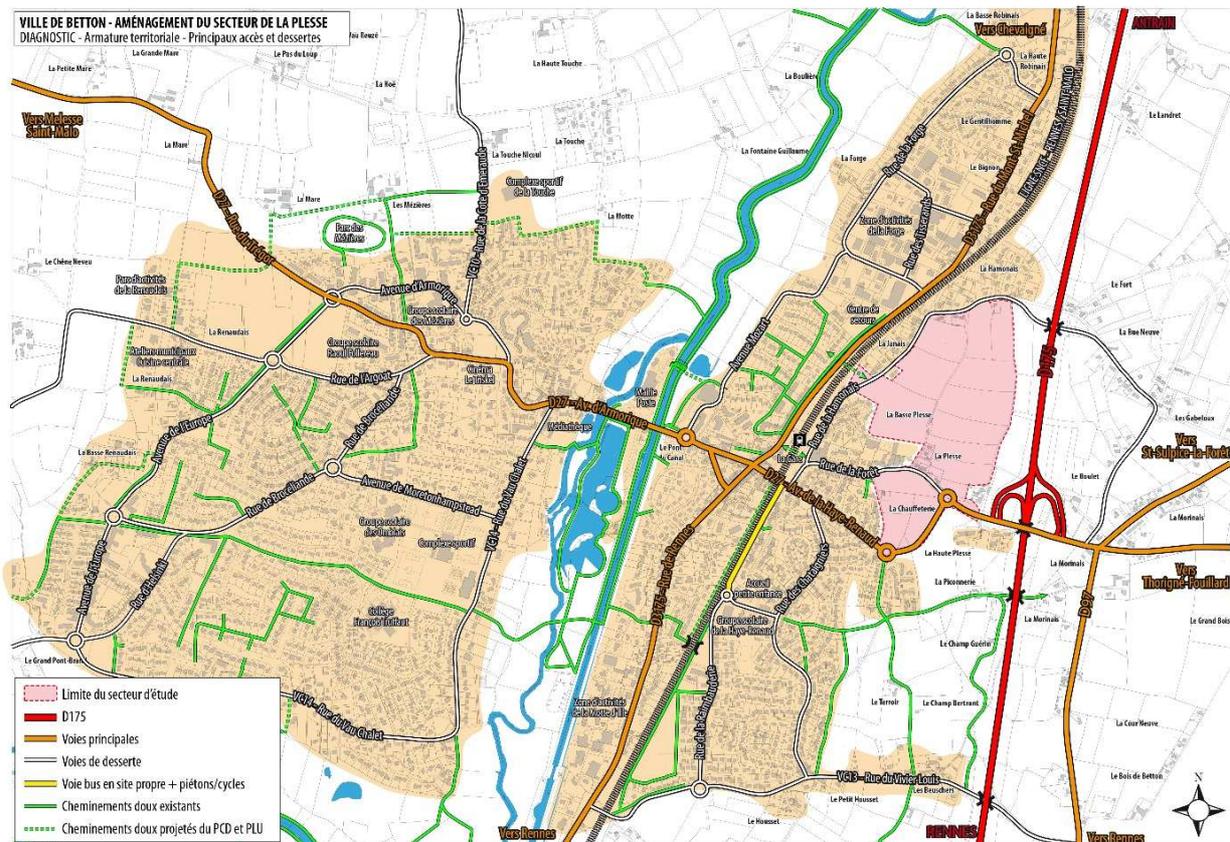


Figure 38 : Accès et desserte (Phase 1 : Diagnostic, Archipole nov. 2014)

5.3.5.3 Transports en commun

Betton bénéficie d'une bonne desserte par les transports en commun puisque qu'elle est desservie par plusieurs lignes du Service de Transport de l'Agglomération Rennaise (STAR) et par une ligne de TER :

- Lignes 51 et 151 express : Betton – Rennes/Sainte-Anne. Le temps de trajet entre les deux terminus est de l'ordre de 35 minutes pour la ligne 51 et 25 minutes pour la 151 express. En semaine, la fréquence est de 5 à 15 minutes aux heures de pointe et de 30 minutes sur le reste de la journée ;
- Ligne 78 : Betton - Saint-Grégoire – Rennes/Villejean. Le temps de trajet entre les deux terminus est d'environ 30 minutes. En semaine la fréquence est de 30 minutes en moyenne ;
- Ligne 71 : Chevaigné – Betton – Rennes/Sainte-Anne à raison de 10 trajets par jour ;
- Ligne 94 : Betton Centre – Chevaigné à raison de 8 trajets par jour en semaine ;

- Ligne TER : Betton/Gare – Rennes/Gare. En semaine, on compte 12 trajets par jours de Betton à Rennes et 15 trajets par jour de Rennes à Betton.

La gare qui a été réaménagée se trouve non loin d'un arrêt de bus et dispose d'un abri à vélos ce qui favorise la multimodalité. De plus, une traversée piéton-cycle sécurisée sera prochainement aménagée par la SNCF au niveau de la gare (statut de liaison interquartier à terme de cette traversée).

Des dessertes scolaires spécifiques vers le collège François Truffaut de Betton et le collège et lycée d'enseignement privé de Saint-Grégoire complètent le dispositif de transports en commun.

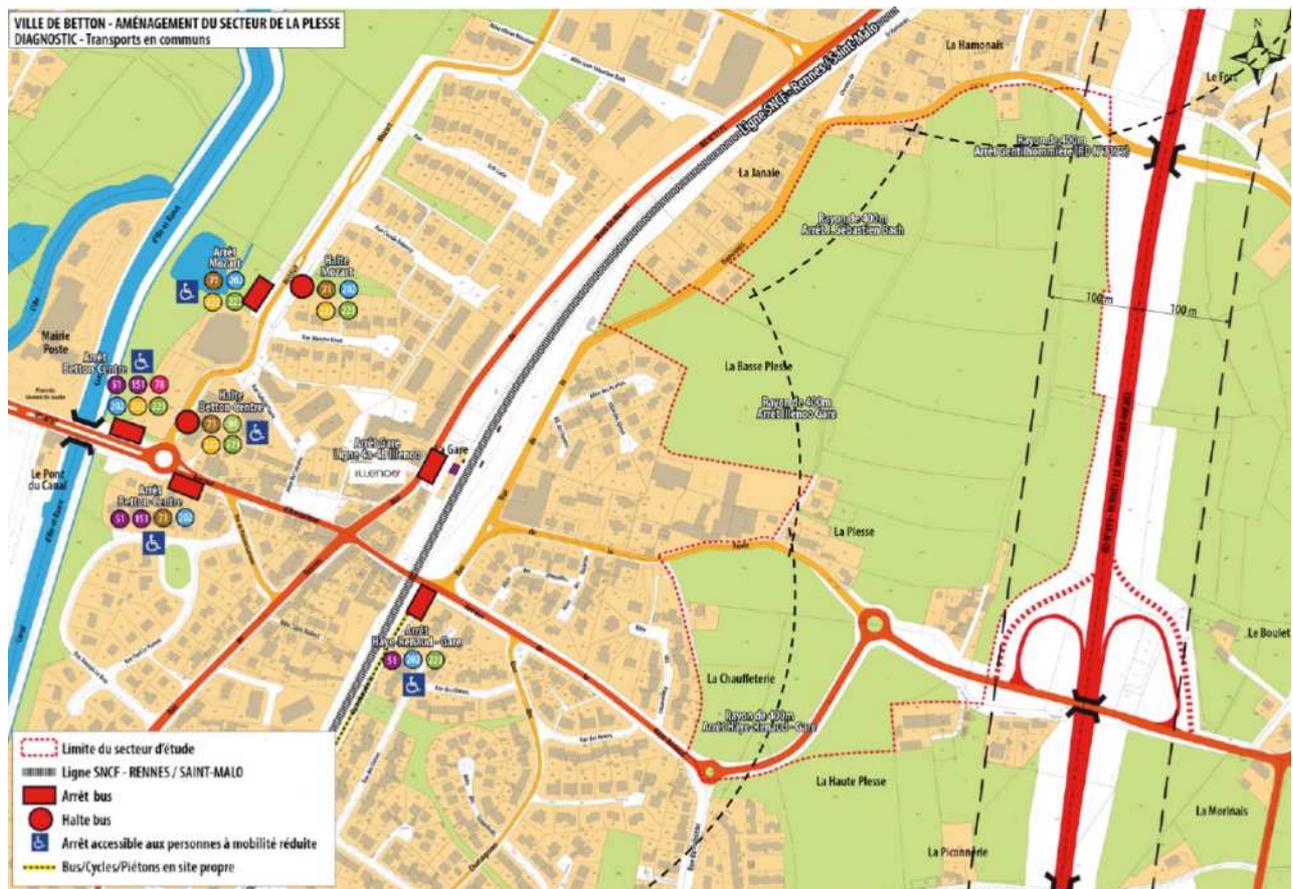


Figure 39 : Lignes présentes à proximité de la zone d'étude (Phase 1 : Diagnostic, Archipole nov. 2014)

A l'heure actuelle, aucun arrêt de bus ne dessert la zone de la Plesse, le plus proche est l'arrêt Haye Renaud Gare. Une extension de ligne du réseau Star est prévue pour le nouveau quartier. Les modalités précises seront détaillées dans le cadre du complément à l'étude d'impact du dossier de réalisation.

5.3.5.4 Circulation

Deux points de comptage du trafic journalier effectués par le Conseil général d'Ille et Vilaine se trouvent sur la RD175 de part et d'autre de la future ZAC. La mise en place de la déviation a permis de diminuer sensiblement le trafic sur la Route de Rennes/rue du Mont Saint-Michel qui était de 18554 véhicules/j en entrée d'agglomération en 2006.

Le bureau d'étude EGIS a réalisé en 2015 l'Etude de circulation/déplacements lancée par la Ville sur le secteur est de Betton.

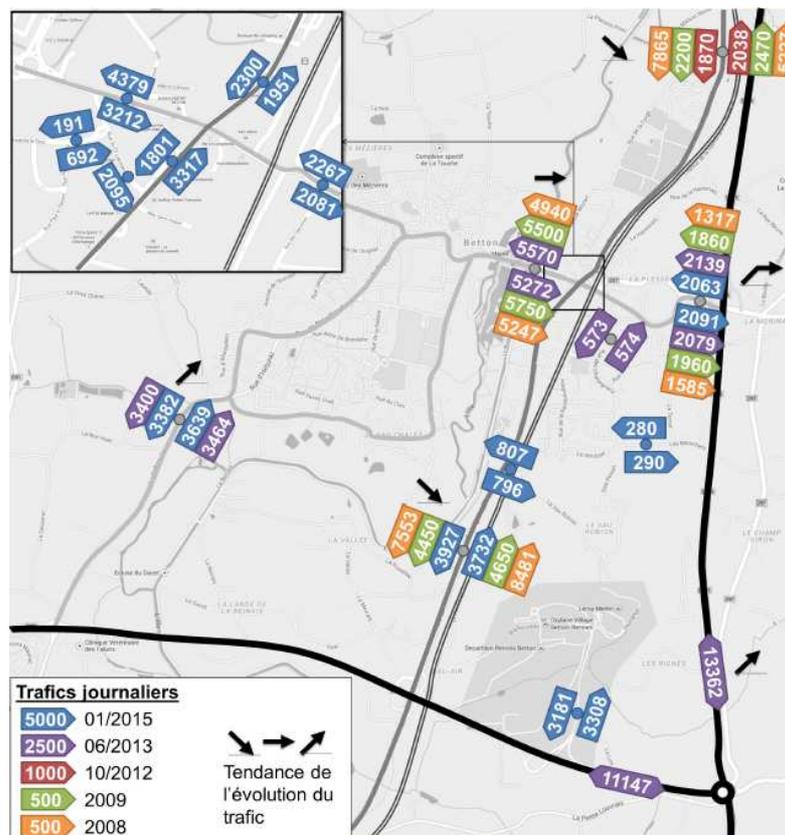
Les résultats des comptages réalisés en janvier 2015 indiquent :

- Une stabilisation du trafic Est-Ouest.
- Des flux Nord-Sud toujours en évolution :

La décroissance du trafic sur la rue de Rennes se confirme et se poursuit avec un trafic moyen journalier de 7700 véh/jour en 2015 contre 9100 véh/jour en 2009, soit une baisse de 15%.

A contrario, la RD175 et la route vers St-Grégoire présentent encore des évolutions à la hausse :

- +2% de trafic depuis 2013 pour la route vers St-Grégoire
- +6% d'augmentation entre 2012 et 2013 sur la RD175 (après une stabilisation en 2012).



Au passage à niveau n°7, en général, 4-5 véhicules maximum sont en attente sur les branches principales des carrefours. Lors du passage de trains, des files d'attente sont observées sur environ 100 m sur les avenues d'Armorique et de la Haye-Renaud.

Trafics HPM (08H00 – 09H00) : Environ 270 véh/h à franchir le PN7 en Est-Ouest et 370 véh/h en Ouest-Est

Trafics HPS (17H30 – 18H30) : Environ 350 véh/h par sens à franchir le PN7

La voiture reste toujours prépondérante, mais une augmentation de 2 points de la part modale des transports en commun est observée entre 2006 (10%) et 2011 (12%).

5.3.5.5 Les réseaux

La desserte de la zone sera réalisée à partir des réseaux, secs et humides, présents aux abords, qui seront étendus et si nécessaire renforcés. Les études pré opérationnelles n'ont pas identifié de souci majeur pour le prolongement des réseaux passant à proximité.

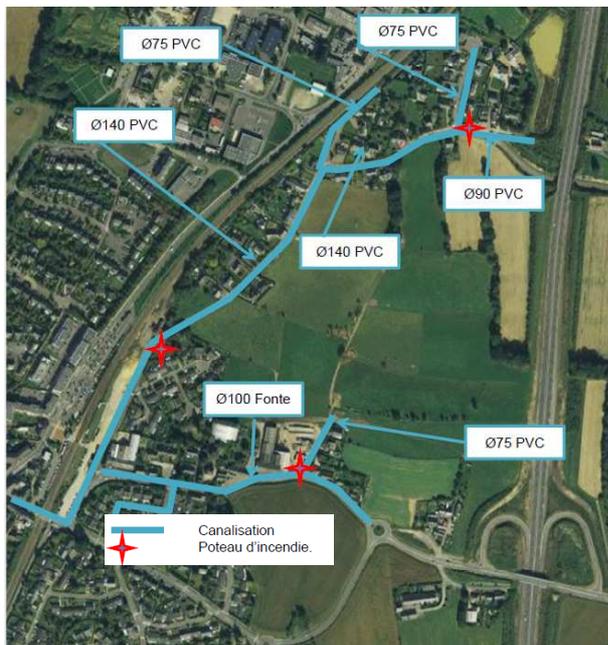
Les éléments repris dans ce paragraphe sont ceux du Diagnostic technique, ECR Environnement, novembre 2014.



Réseau EU



Réseau EP



Réseau d'alimentation



Réseau gaz



Réseau de téléphonie



Réseau HTA et basse tension

Le projet sera raccordé au réseau d'assainissement collectif métropolitain.

La station d'épuration intercommunale Rennes Nord est basée à La Noë Huet sur un affluent de l'Ille au sud de l'agglomération de Betton. L'extension mise en service en 2008 a permis d'augmenter la capacité d'acceptabilité de la station à 40 000 équivalent habitants (EH). Une étude prospective montre que cette capacité peut être portée à 48 000 EH. Cette capacité permet de répondre aux besoins d'assainissement de la commune de Betton, y compris ceux liés à l'urbanisation nouvelle.

5.3.5.6 Les déchets

Le plan départemental de gestion des déchets ménagers et assimilés d'Ille et Vilaine approuvé par arrêté préfectoral du 6 mars 2003 est actuellement en révision. La collecte des déchets relève de la compétence de Rennes Métropole.

La déchetterie la plus proche est celle de la Noë Huet, située à 3 km du projet d'aménagement au sud-est de Betton.

5.3.6 Le bruit

Le bruit est la plus grande cause de fatigue en France. Il engendre toutes sortes de maux qui empêche l'épanouissement de la personne. Le bruit crée un stress permanent qui garde le corps humain en alerte, situation qui favorise les infarctus. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime même que l'exposition chronique au bruit pourrait être à l'origine de 3% des décès dus aux maladies cardiaques ischémiques. Le calme est donc un facteur prioritaire de la qualité de vie qu'il faut chercher à maintenir ou restaurer dans les aménagements.

Le bruit lié à la circulation constitue la pollution sonore la plus importante. Plusieurs voies sont concernées par l'arrêté préfectoral de 2001 relatif au classement sonore des infrastructures de transport terrestre.

Les principes de la lutte anti bruit sont les suivants :

- éloigner l'urbanisation des sources de bruit,
- isoler les sources de bruit, notamment lorsqu'il s'agit d'équipement,
- orienter les bâtiments de telle sorte qu'ils tournent le dos aux sources bruyantes en utilisant l'effet d'écran du bâtiment.
- protéger : l'efficacité d'un écran ou d'un merlon sera essentiellement fonction de sa hauteur, de sa longueur et de la position respective de la source et du récepteur. Leur insertion est très délicate dans la ville car c'est un non-sens urbain.

Le décret d'application de l'article L.572 du code de l'environnement précise les agglomérations concernées par l'élaboration d'une carte de bruit. Betton fait partie des communes concernées.

Le classement sonore des infrastructures de transports terrestres prévoit cinq catégories de voies selon le niveau de bruit qu'elles engendrent ; la catégorie 1 étant la plus bruyante. Sont classées les routes et rues écoulant plus de 5000 véhicules/j, les voies de chemins de fer interurbaines de plus de 5 trains par jour, les voies de chemin de fer urbaines de plus de 100 trains par jour, les lignes de transports en commun en site propre de plus de 100 autobus ou rames par jour. Le classement doit permettre une protection durable des futurs riverains à partir d'évaluation de trafic établie à l'horizon de 20 ans.

Une zone d'incidences avec une largeur maximum est considérée de part et d'autre de chaque infrastructure classée. Elle correspond aux secteurs affectés par le bruit :

- Catégorie 1 : 300 m
- Catégorie 2 : 250 m
- Catégorie 3 : 100 m
- Catégorie 4 : 30 m
- Catégorie 5 : 10 m

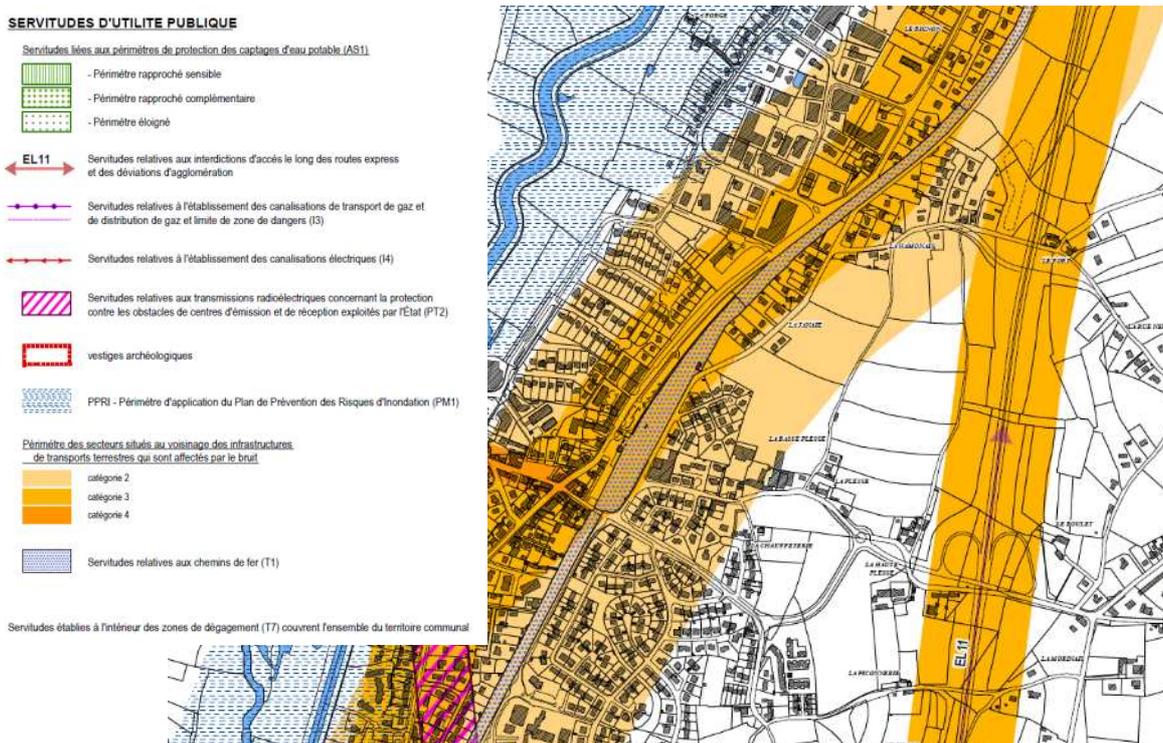


Figure 41 : Extrait de la carte des servitudes d'utilité publique du PLU

Ce classement se traduit par l'application de normes d'isolation acoustique des bâtiments, sur la largeur indiquée ci-dessus à compter de la chaussée extérieure ; seuls sont concernés par cette mesure les bâtiments d'habitations, les établissements d'enseignement, les bâtiments de santé, de soin et d'action sociale et les bâtiments d'hébergement à caractère touristique.

Ce classement a un impact sur la future ZAC, qui se situe dans un secteur entre la voie express D175 et la voie ferrée, dont le classement sonore est de catégorie 2 pour la voie ferrée et 3 pour la voie express.

Une campagne de mesure acoustique a donc été réalisée par le cabinet Alhyange acoustique du 22 au 23 janvier 2015, en 4 points sur une durée de 24h, afin d'intégrer l'ensemble des périodes réglementaires nocturne (22h-7h) et diurne (7h-22h). Ce diagnostic a permis de caractériser le paysage sonore préexistant.

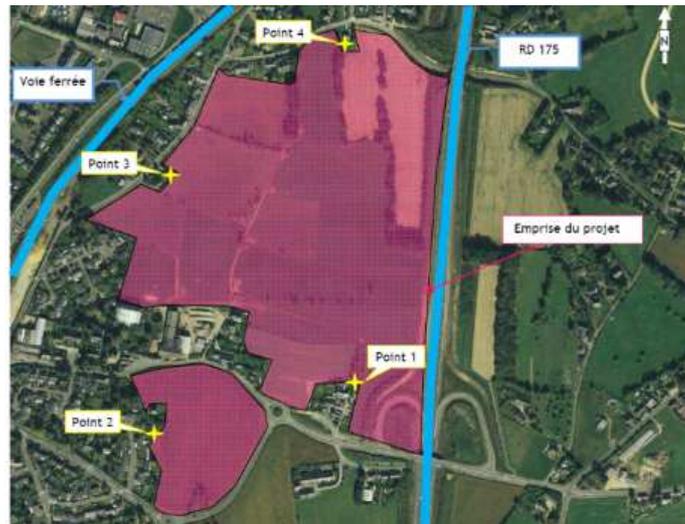


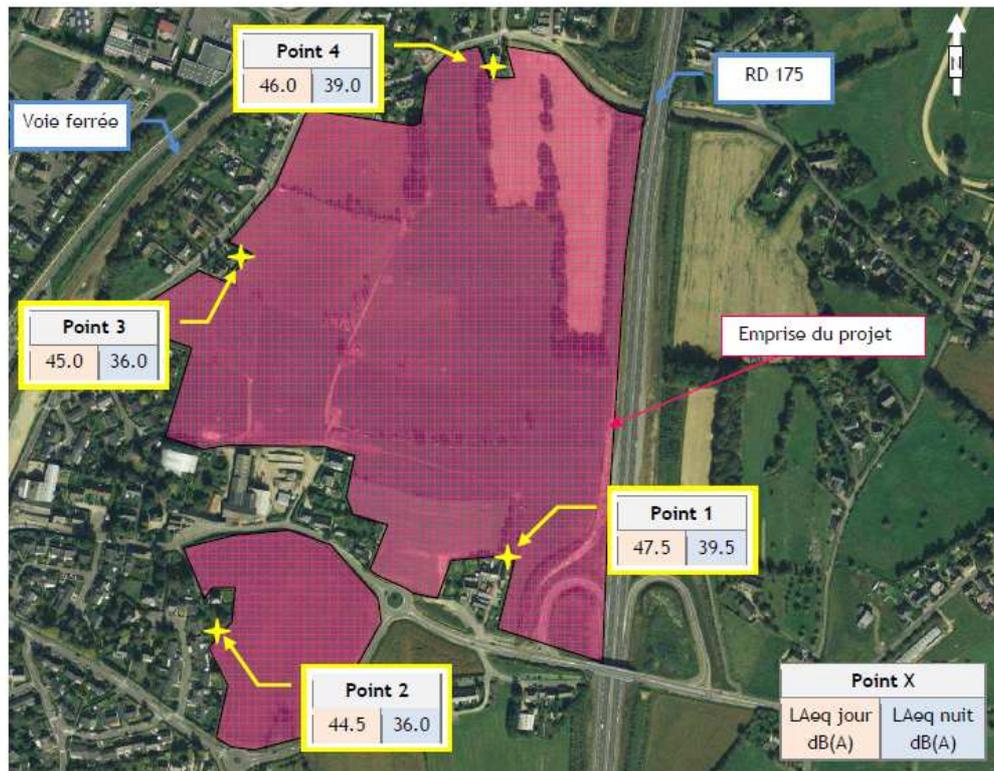
Figure 42 : Implantation des points de mesures

Les sources de bruit actuelles caractérisant le paysage sonore, et recensées par l'opérateur le jour de la campagne de mesure, sont les suivantes :

- Le bruit de la circulation routière, sur la RD175 et sur les dessertes locales ;
- Le bruit de la végétation et des activités du voisinage.

L'impact de la voie ferrée n'a pas été ressenti par l'opérateur lors de l'installation des points de mesure. De plus, aucun passage de train significatif n'a été observé sur les chronogrammes des mesures aux points les plus proches.

La carte et le tableau suivants présentent les résultats des niveaux sonores mesures (période 6h-22h) et nuit (période 22h-6h) en dB(A).



Niveaux sonore mesurés	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
L _{Aeq} diurne (6h - 22h)	47.5 dB(A)	44.5 dB(A)	45.0 dB(A)	46.0 dB(A)
L _{Aeq} nocturne (22h - 6h)	39.5 dB(A)	36.0 dB(A)	36.0 dB(A)	39.0 dB(A)
Critère de zone (Arrêté 5 mai 1995)	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>

Rappel critères : L_{Aeq} jour < 65 dB(A) et L_{Aeq} nuit < 60 dB(A) = Zone modérée.

Le projet est considéré, au sens de l'arrêté du 5 mai 1995, en zone **d'ambiance sonore préexistante modérée**.

Les niveaux de bruit résiduel mesurés sont essentiellement dus au trafic routier et à l'activité urbaine continue, aussi bien en période diurne que nocturne, notamment pour les points de mesure les plus proches de la RD 175.

6. ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION OU DE COMPENSATION RETENUES

Conformément au cadre réglementaire, il s'agit dans ce chapitre d'évaluer « *les effets directs et indirects temporaires et permanents du projet sur l'environnement et la santé, les partis environnementaux et les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé* ».

6.1 MILIEU PHYSIQUE

6.1.1 L'air et le climat

Effets permanents et mesures envisagées

L'article L.300-1 du Code de l'Urbanisme créé par la loi n° 2009-967 dite « Grenelle I » du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, article 8 – point II, précise à ce sujet que « Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L.300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

L'étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables réalisée par le bureau d'étude spécialisé Polenn est jointe en annexe.

Le programme n'étant constitué que de logements et d'une surface commerciale de 3000 m², les sources d'impact sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre sont l'augmentation de la circulation automobile, la consommation d'énergie des bâtiments : chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage et électricité spécifique et l'éclairage public.

Par conséquent, toutes les mesures favorisant les alternatives à l'utilisation de l'automobile et les économies d'énergie sont de nature à réduire ces effets.

Le tableau suivant présente la synthèse des impacts estimés pour les 3 grands types de consommations énergétique (hypothèses détaillées dans l'Etude des Energies renouvelables jointe en annexe) :

	Consommation énergétique annuelle estimée	Emissions de CO ₂ t/an
Bâtiments (tous usages)	2 800 à 4 550 MWh _{ef} /an (RT 2012)	170 à 610 t/an
Consommation conventionnelles	2 500 à 3 700 MWh _{ef} /an (PASSIF) <i>en fonction du type d'énergie utilisé et du niveau de performance</i>	130 à 470 t/an <i>en fonction du type d'énergie utilisé et du niveau de performance</i>
Transports	-	830 t/an <i>selon nos hypothèses</i>
Eclairage	12 à 26 MWh _{ef} /an	1,2 à 2,6 t/an

Figure 43 : Synthèse des impacts énergétiques estimés et effet de serre (Etude Polenn)

Déplacements

L'impact des transports peut être limité grâce aux mesures suivantes :

- Favoriser les liaisons douces pour permettre un usage de la marche à pied et du vélo dans les trajets quotidiens,
- Favoriser la desserte du quartier par les transports en commun : position des arrêts, fréquence de passage adaptée aux besoins quotidiens,
- Favoriser le co-voiturage ou l'acquisition de véhicules partagés,
- Rapprocher les lieux d'habitat des lieux de travail,
- Rapprocher les commerces et les services des lieux d'habitat,
- Implanter les zones de stationnement collectif en périphérie du quartier de manière à limiter la circulation à l'intérieur du quartier,
- Limiter la circulation : zone piétons prioritaires, limiter les places de stationnement, création d'axes non traversants afin de ne pas inciter les non riverains à circuler dans la zone, limiter la vitesse.

La situation du quartier à proximité immédiate du centre bourg et de la gare est un véritable atout pour faciliter les déplacements doux.

En proposant des alternatives à la voiture, le projet d'aménagement de la ZAC sera de nature à encourager les économies de carbone fossile.

Les dispositions retenues au sein de la ZAC de la Plesse sont les suivantes :

Principes de déplacement retenus	
Liaisons douces	<p>Le projet de ZAC intègre un maillage de liaisons douces piétons et/ou vélos en connexion avec les quartiers voisins, la gare, le centre-ville, les équipements publics et l'ensemble du territoire de Betton.</p> <p>Ces liaisons piétonnes permettront notamment de rejoindre la Hamonais, le centre-ville, les équipements publics, le réseau de transport en commun et la campagne.</p>
Transport en commun	<p>Le réseau de bus métropolitain sera étendu pour desservir le nouveau quartier. Le nouvel arrêt est prévu rue de la Hamonais 430 m au nord de l'arrêt existant de la Haye Renaud.</p> <p>La voie primaire inter-quartiers est conçue d'une largeur suffisante pour le passage du bus.</p> <p>A proximité, le quartier de la gare réaménagé en pôle multimodal avec arrêt de bus, abri à vélos et parking voiture sera connecté à la ZAC</p>
Vitesse des véhicules	<p>Les emprises des voies sont dimensionnées pour répondre aux différents types d'occupation, en réduisant au minimum la bande dédiée à la circulation motorisée. Ce parti-pris favorise le partage des usages et la modération de la vitesse.</p>
Co-voiturage et auto-partage	<p>Plusieurs aires de covoiturage sur la commune (la Morinais, la Brandais, Tihouit, la gare, ...) contribuent à limiter l'usage individuel de la voiture. Une nouvelle aire de covoiturage sera aménagée au niveau du rond-point de la Haute Plesse.</p> <p>Une borne de recharge véhicule électrique sera mise en place au niveau de la surface commerciale.</p> <p>Une réflexion sera menée sur l'autopartage.</p> <p>Une étude spécifique mobilité durable et accessibilité a été réalisée.</p>

Conception des bâtiments

Conception des bâtiments

Dans une logique d'évitement et de réduction, l'objectif est de favoriser la construction de bâtiments économes en énergie.

Les économies d'énergies reposent sur la conception des bâtiments (techniques d'isolation, par exemple isolation externe pour favoriser l'inertie thermique, formes compactes et simples pour réduire les surfaces de contact à l'air ...) et leur orientation : constructions bioclimatiques.

D'ici 2020, la Réglementation Thermique imposera la construction de bâtiments passifs. Les projets d'aménagement doivent anticiper cette future réglementation en facilitant, ou a minima, en laissant possible la construction de bâtiments passifs. L'orientation Sud (+/- 30°) permet de construire du passif à moindre coût. En effet, moins un bâtiment est orienté vers le Sud, plus il faudra trouver des solutions architecturales pour récupérer un peu d'ouverture au Sud et plus il faudra isoler donc plus il coûtera cher.

L'orientation Sud (+/- 30°) permet de bénéficier d'un maximum d'apports solaires gratuits en hiver et de limiter les surchauffes en mi-saison et été. Ceci est d'autant plus vrai pour les maisons individuelles qui sont moins compactes qu'un immeuble et donc plus déperditives.

La pente (orientée Nord-Ouest) et la végétation sont également des éléments à prendre en compte pour l'optimisation des apports solaires.

Le volet énergie a été abordé dès la phase diagnostic et fait l'objet de présentations en réunion. Un travail spécifique sur l'orientation des parcelles a été réalisé en concertation avec l'urbaniste et l'équipe de maîtrise d'œuvre pour optimiser le plan de composition et concevoir un schéma d'aménagement qui permette une orientation des bâtiments pour favoriser les apports solaires gratuits préalable à atteindre un niveau de performance élevé.

Cette réflexion sera poursuivie et confortée lors de l'établissement du dossier de réalisation :

Les zones de constructibilité, en particulier sur les parcelles individuelles, seront calculées de manière à conserver les marges de recul nécessaires, en fonction de la pente du terrain, de la hauteur des bâtiments, de la végétation pour assurer un minimum d'ensoleillement en hiver. Cette mesure se traduira au niveau des emprises constructibles du plan d'aménagement et dans le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales.

La collectivité s'est engagée à sensibiliser, notamment au travers de la mise en place d'un lieu d'échange et d'exposition dédié au projet et sa stratégie de développement durable ainsi que l'instauration d'un accompagnement spécifique sur l'énergie auprès des futurs acquéreurs. L'objectif

La collectivité s'est engagée à créer un îlot PASSIF sur la ZAC (2 bâtiments de logements collectifs, environ 60 logements).

La collectivité réfléchira au stade du dossier de réalisation à l'intégration d'exigences spécifiques sur le niveau de performance des bâtiments. Par exemple imposer un niveau de performance de plus en plus exigeant en fonction du phasage de manière à atteindre progressivement le niveau passif / la RT 2020 voire plus.

Desserte énergétique

L'étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables met en évidence :

- La disponibilité immédiate de plusieurs énergies renouvelables (solaire passif, solaire actif, énergie bois, géothermie peu profonde)
- Les conditions de mobilisation de ces énergies
- La disponibilité locale du bois énergie
- L'intérêt économique sur les coûts d'exploitation sur 20 ans du recours aux énergies renouvelables
- L'impact environnemental réduit par rapport aux énergies fossiles de l'utilisation des énergies renouvelables

Préconisations	Avantages	Contraintes	Impact environnemental
0- Solaire passif	Faible coût car intégré à la conception du bâtiment.	Favoriser une orientation nord/sud et prendre en compte les ombres portées.	Impact environnemental le plus faible : pas de technique, simplicité des principes, durabilité optimale car directement liée au bâti. Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où l'utilisation de solaire « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
1 - Solaire thermique	Permet de réduire la consommation d'énergie fossile de manière efficace. Positionnement clair du quartier vis-à-vis de l'extérieur (le solaire thermique se voit !).	Investissement parfois élevé, notamment sur les lots individuels. Etude spécifique sur les collectifs pour assurer un dimensionnement optimal.	Impact environnemental très faible de cette solution. Peu de consommation énergétique pour son fonctionnement, peu d'impact lié à la production des composants du système, durée de vie importante, proche de la durée de vie du bâtiment. Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où l'utilisation de solaire « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
2- Récupération d'énergie sur les eaux usées	Faible coût, installation simple	Production d'ECS collective	Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où la récupération de chaleur « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
3- Chauffage bois collective	Chaufferie collective par bâtiment : fonctionnement et gestion mutualisés. Prix du bois moins inflationniste que celui du gaz. Modulation du Cepmax de la RT 2012	Surface nécessaire pour une chaufferie collective. Frais de maintenance plus élevés que le gaz.	Bilan comptable « neutre » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (la combustion du bois n'ajoute pas de carbone lorsque les forêts sont replantées, ce qui est le cas en France).
4 - Réseau de chaleur bois	Solution qui permet de produire la quasi-totalité des besoins en chauffage et ECS des bâtiments collectifs à partir d'énergies renouvelables. Prix du bois moins inflationniste que celui du gaz. Modulation du Cepmax de la RT 2012	Investissement plus lourd, organisation juridique à mettre en œuvre pour la répartition ou la revente de chaleur. Rentabilité à calculer dans le cadre d'une étude d'approvisionnement en énergie.	Bilan comptable « neutre » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (la combustion du bois n'ajoute pas de carbone lorsque les forêts sont replantées, ce qui est le cas en France).
5 - Solaire photovoltaïque	Production d'énergie verte locale. Positionnement clair du quartier vis-à-vis de l'extérieur (le solaire photovoltaïque se voit !). Rentabilisation par le rachat de l'énergie.	Investissement important. Attention à ne pas négliger la performance énergétique des bâtiments au profit de l'investissement en photovoltaïque.	Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la production d'électricité verte.
6- PAC Géothermie	Récupération d'énergie dans le sol	Investissement important, forages	Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la récupération d'énergie. Impact négatif des fuites de fluides frigorigènes sur l'effet de serre Impact négatif sur la pointe de puissance électrique
7- PAC eau	Récupération d'énergie dans l'eau		Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la récupération d'énergie. Impact négatif des fuites de fluides frigorigènes sur l'effet de serre Impact négatif sur la pointe de puissance électrique
8- Micro éolien	Production d'électricité verte Visibilité	Investissement important, productivité dépendante du régime de vent et de l'exposition au vent, souvent faible en milieu urbanisé	Réduction de l'impact environnemental lié à la consommation d'électricité Diminution du Pic électrique

Figure 44 : Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées (Etude Polenn)

Plusieurs scénarios d'approvisionnement en énergie mobilisant les énergies renouvelables ont été étudiés.

Ainsi, pour un logement collectif, certains scénarios présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

En logement individuel, les scénarios gaz + ballon thermodynamique et Bois granulés + ballon thermodynamique présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée que le scénario PAC géothermie.

Le recours aux énergies renouvelables permettra de réduire certains besoins énergétiques mais surtout les émissions de gaz à effet de serre. Le recours au solaire passif (bioclimatisme), au solaire actif (production de chaleur ou d'électricité), à la biomasse sont donc des solutions à privilégier.

La collectivité s'engage à au minimum recommander le recours aux énergies renouvelables pour les logements collectifs et intermédiaires.

Une réflexion sera menée lors du découpage des lots afin de favoriser la mutualisation de chaufferie (regroupements des bâtiments proches dans un même lot) et la collectivité s'engage à recommander la réalisation de chaufferies collectives.

Trois configurations ont notamment été étudiées autour des bâtiments de logements.

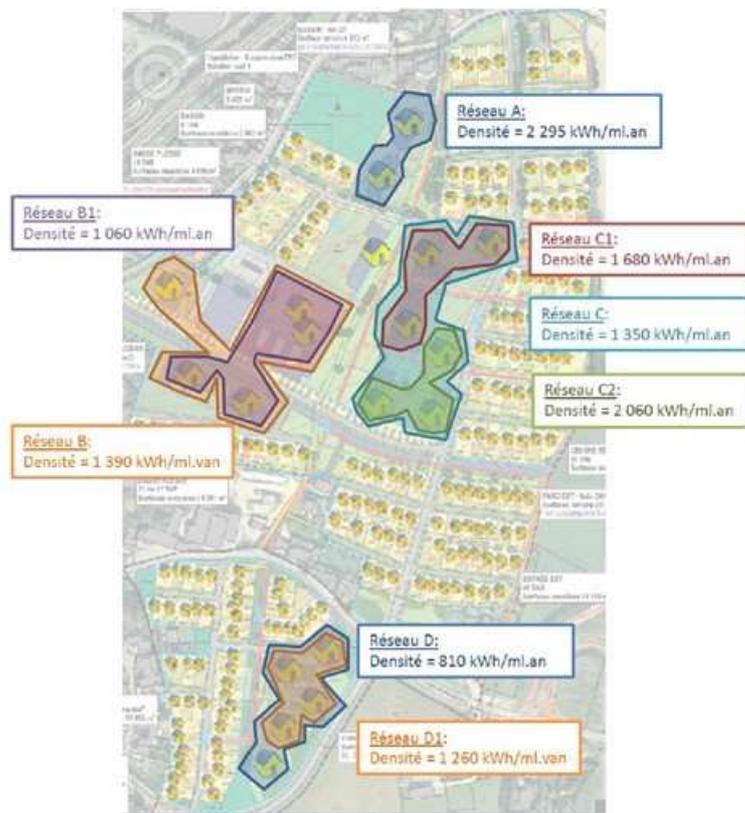


Figure 45 : Etude de micro réseaux à l'échelle d'îlots (source : Etude EnR, Polenn)

La collectivité s'engage à informer sur le **Pacte électrique Breton** et limiter le recours aux PAC air/air. Par exemple en autorisant le recours à ce type de système que sous certaines conditions (niveau de performance énergétique du bâtiment très élevée, niveau de performance énergétique du système (COP) minimum à respecter)

La collectivité réfléchira également sur les moyens de limiter le recours au chauffage électrique.

Par ailleurs, la collectivité s'engage à recommander l'usage de **matériaux biosourcés** et à faible énergie grise

Une étude **d'optimisation énergétique de l'éclairage public** est prévue en phase réalisation.

Ces orientations seront affinées et détaillées lors de la constitution du dossier de réalisation. Elles pourront par exemple être intégrées aux critères de sélection de l'aménageur ou des promoteurs, puis au cahier des prescriptions architecturales, urbaines et paysagères.

Les mesures volontaristes relatives à la conception des bâtiments et la desserte énergétique mise en place (**en vert**) ou prévues (**en bleu**) sur le projet sont détaillées dans le tableau suivant (et p.93 du rapport de l'étude sur le potentiel de développement en énergies renouvelables), avec les moyens de mise en œuvre et les modalités de suivi.

Tableau 5 : Propositions d'actions spécifiques à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
BATIMENTS					
1-Réaliser des Bâtiments économes en énergie	Information et sensibilisation des acteurs du projet pour aboutir à un plan d'aménagement en cohérence avec les objectifs énergétiques	+	Mesure effectuée Le volet énergie a été abordé dès la phase diagnostic et fait l'objet de présentations spécifiques en réunion	<u>Phase création</u> : réunions, note de travail, plan d'orientation <u>Phase réalisation</u> : Plan d'aménagement, cahier des prescriptions	Vérification du plan d'aménagement Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie
	Plan de composition favorable aux apports solaires : permettant que les ouvertures principales soient orientées au Sud (+/- 20°) et limitant les ombres portées	+	Mesure effectuée Travail en concertation avec l'urbaniste et l'équipe de maîtrise d'œuvre pour optimiser le plan de composition	<u>Phase création</u> : réunions, note de travail, plan d'orientation <u>Phase réalisation</u> : Plan d'aménagement, cahier des prescriptions	Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie Vérification du plan d'aménagement (nombre de lots orientés Nord-Sud) et cahier des prescriptions
	Définir un niveau de performance énergétique, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> Exigence réglementaire : la RT 2012 l'impose Niveau RT 2012-XX% progressif par phase de l'opération Niveau passif sur un îlot Niveau positif sur un îlot 	- + ++ +++	Mesure en réflexion La collectivité s'engage à réaliser un îlot à énergie passive. Cette mesure sera approfondie en phase réalisation Les services instructeurs doivent contrôler la conformité au dépôt de PC et à l'achèvement des travaux.	<u>Phase création</u> : la ville de Betton s'est engagée à : - sensibiliser les riverains, les potentiels futurs acquéreurs et les acteurs de la construction sur le volet énergie, notamment à travailler la mise en place d'un lieu d'échange et d'exposition - mettre en place un accompagnement spécifique sur l'énergie auprès des futurs acquéreurs - réfléchir à l'intégration d'exigences spécifiques sur le niveau de performance des bâtiments - réaliser un îlot Passif (2 bâtiments de logements collectifs, environnement 60 logements) <u>Phase réalisation</u> : Positionnement de la collectivité sur les exigences à respecter Traduction dans le cahier des prescriptions Accompagnement des maîtres d'ouvrages (BE, EIE	Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie Attestation RT 2012 Etude RT 2012 Etudes spécifiques (PHPP, etc.) Labels (Effinergie+, BEPOS, etc.) Réaliser un bilan énergétique conventionnel de la ZAC à partir des études thermiques réglementaires des bâtiments construits

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
				etc.)	
2-Encourager l'usage des énergies renouvelables	<p>Recours à une énergie renouvelable obligatoire pour la production du chauffage ou de l'eau chaude sanitaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> -pour les maisons individuelles ou accolées (Cf RT 2012) -pour les logements collectifs : étude d'approvisionnement en énergie qui devra au minimum étudier la production d'eau chaude solaire centralisée et la production centralisé du chauffage au bois énergie ou -Logements collectifs: imposer une ENR, solaire ou bois -Logements collectifs: réseau de chaleur à l'ilot (bois par exemple) 	<ul style="list-style-type: none"> - - + ++ 	<p>Rappel: Exigence RT 2012 pour les maisons individuelles ou accolées (5 solutions qui incluent le solaire photovoltaïque) : l'idée est de privilégier l'usage des ENR pour les besoins en chauffage et en ECS avant la production d'électricité</p> <p>Etude d'approvisionnement en énergie pour SHON> 50m² : cf. décret 2013-979 du 30 octobre 2013</p> <p>Mesure en réflexion La collectivité s'engage à renforcer les exigences réglementaires sur les bâtiments collectifs (par exemple en imposant des scénarios de solutions centralisées à l'étude d'approvisionnement ou en imposant le recours à une énergie renouvelable)</p>	<p><u>Phase création</u> : la ville de Betton s'est engagée à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - encourager le recours aux énergies renouvelables pour les logements collectifs, notamment en locatif social - une réflexion sera menée lors du découpage des lots afin de favoriser la mutualisation de chaufferie (regroupements des bâtiments proches dans un même lot) - Informer sensibiliser : mise en place d'un accompagnement spécifique sur l'énergie auprès des futurs acquéreurs - les logements collectifs sont regroupés pour accentuer l'opportunité de créer des chaufferies collectives <p><u>Phase réalisation</u> :</p> <p>Positionnement de la collectivité sur les exigences à respecter</p> <p>Traduction dans le cahier des prescriptions</p> <p>Accompagnement des maîtres d'ouvrages recommandé (BE, EIE etc.)</p>	Vérification à l'instruction du PC
	Faire réaliser des sondages pour mettre en évidence la présence d'éventuelles nappes en sous-sol et la possibilité de développer un système de PAC sur nappe phréatiques ou sur sondes géothermiques	+	Cette mesure peut être réalisée en phase création ou réalisation. En fonction des résultats, si un potentiel intéressant est mis en évidence, la collectivité pourra informer ou imposer le recours à la géothermie (CF. Objectif 2)		Résultat des sondages
	Promouvoir le recours à des fournisseurs d'électricité issue de ressources renouvelables			<p><u>Phase création</u> : engagement de la collectivité à promouvoir l'électricité verte</p> <p><u>Phase réalisation</u> :</p> <p>Positionnement de la collectivité sur les modalités de promotion :</p>	

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
				-Traduction dans le cahier des prescriptions -Sensibilisation et information des futurs habitants en partenariat avec l'agence locale de l'énergie (ALEC)	
	Prévoir la possibilité d'utiliser du bois (accès, espace de stockage.		Mesure en réflexion La nécessité de prévoir ou de rendre possible la livraison de bois énergie (desserte + stockage) est connue des concepteurs	<u>Phase création</u> : Sensibilisation des acteurs du projet (réalisée) <u>Phase réalisation</u> : Plan d'aménagement : desserte des parcelles, espace de stockage approprié Cahier des prescriptions Sensibilisation et information des futurs habitants	Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions
3-Minimiser les appels de puissance sur le réseau électrique en hiver pour le chauffage	<ul style="list-style-type: none"> - Informer sur le Pacte électrique breton - Pompes à chaleur autorisées uniquement en relève de chaudière. - Interdire les PAC air/air et air/eau - Chauffage électrique comme solution de chauffage interdit sauf si la consommation conventionnelle en <u>énergie finale</u> est inférieure à 15 kWh/m²/an 	<ul style="list-style-type: none"> - + ++ +++ 	Les solutions utilisant uniquement l'électricité comme énergie pour le chauffage et la production d'ECS contribuent à fragiliser le réseau de distribution d'électricité breton	<u>Phase création</u> : Sensibilisation des acteurs du projet (réalisée) La collectivité s'engage à informer sur le Pacte électrique Breton et limiter le recours aux PAC air/air. Par exemple en autorisant le recours à ce type de système que sous certaines conditions (niveau de performance énergétique du bâtiment très élevée, niveau de performance énergétique du système (COP) minimum à respecter) La collectivité réfléchira également sur les moyens de limiter le recours au chauffage électrique. <u>Phase réalisation</u> : Traduction dans le cahier des prescriptions Accompagnement par des spécialistes	Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions Vérification à l'instruction du PC
4- Réduire l'énergie grise des matériaux utilisés	<ul style="list-style-type: none"> - Energie grise: recommander sans imposer ou interdire - Conseiller l'usage de matériaux biosourcés - Interdire l'usage du PVC pour les menuiseries - Imposer l'usage de matériaux biosourcés 	<ul style="list-style-type: none"> - + ++ +++ 		<u>Phase création</u> : La collectivité s'engage à recommander l'usage de matériaux biosourcés et à faible énergie grise <u>Phase réalisation</u> : Positionnement de la collectivité en faveur de la réduction de l'énergie grise du projet Traduction dans le cahier des prescriptions	Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
	pour l'isolation/les menuiseries			Accompagnement par des spécialistes	
TRANSPORTS ET VOIRIES					
5-Faciliter l'usage des transports en commun et des modes de transport doux	<p>Prévoir des arrêts de bus au cœur ou à proximité immédiate du nouveau quartier sur les voies principales</p> <p>Prévoir des cheminements doux (piétons et vélos) identifiés, accessibles et en trajets directs pour relier les points du quartier entre eux et au centre-ville</p>		<p>Mesure effectuée</p> <p>La proximité de la gare et du centre de Betton ont constitués des avantages dans le choix de l'emplacement du projet. Cette situation facilite l'usage des transports en communs ainsi que les déplacements doux.</p> <p>D'autre part les services de Rennes Métropole ont été sollicités pour demander la desserte en bus du futur quartier et ont répondu de manière favorable.</p> <p>Le projet de ZAC intègre un maillage de liaisons douces piétons et/ou vélos en connexion avec les quartiers</p> <p>Voisins, la gare, le centre-ville, les équipements publics et l'ensemble du territoire de Betton.</p> <p>Une nouvelle aire de covoiturage sera aménagée au niveau du rond-point de la Haute Plesse.</p>	<p>Phase création :</p> <p>Choix du site en fonction de la desserte par les transports en communs et la proximité des services et commerces ou d'un pôle multimodal.</p> <p>Intégration les déplacements doux à la conception du projet</p> <p>Phase réalisation :</p> <p>Conforter les dispositions prises dès la phase création</p> <p>Plans d'aménagement</p> <p>Prévoir l'information et la sensibilisation des futurs habitants</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement</p> <p>Réalisation ou actualisation d'un plan des déplacements doux à l'échelle de la commune</p> <p>Réalisation d'une enquête sur le mode de transports des habitants du quartier, quelques années après la fin de son aménagement</p>
6-Limiter la circulation des véhicules à moteur dans le nouveau quartier	<p>Concevoir des voies partagées</p> <p>Créer des poches de stationnement regroupées en limite du nouveau quartier</p>		<p>Les emprises des voies sont dimensionnées pour répondre aux différents types d'occupation, en réduisant au minimum la bande dédiée à la circulation motorisée. Ce parti pris favorise ainsi le partage des usages et une modération de la vitesse.</p>	<p>Phase création :</p> <p>Maillage viaire du projet</p> <p>Schéma d'intention</p> <p>Phase réalisation :</p> <p>Plan d'aménagement</p> <p>Profils de voiries</p> <p>Signalétique / Information</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement</p>
7-Anticiper la transition vers les	<p>Donner la possibilité d'installation de bornes de recharges pour véhicules électriques :</p>		<p>Obligation pour tous les PC de logements collectifs ou bureaux neufs déposés à compter du 1^{er} juillet 2012</p>	<p>Phase création :</p> <p>La ville de Betton (ou son futur concessionnaire) s'engage à installer une borne de recharge au</p>	<p>Recensement des bornes de recharge</p> <p>Etude sur le taux d'utilisation des</p>

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
véhicules électriques	-dans les parkings de stationnements collectifs -sur les ombrières photovoltaïques		<i>Arrêté du 20 février 2012 relatif à l'application des articles R. 111-14-2 à R. 111-14-5 du code de la construction et de l'habitation</i> L'installation de bornes de recharges électriques au niveau de la surface commerciale est une véritable volonté du projet. Une étude mobilité durable est en cours pour en définir les possibilités techniques.	niveau de la surface commerciale. Une étude est en cours pour en définir les possibilités techniques.	bornes
8-Optimiser l'éclairage public	-Réaliser une étude d'éclairage public secteur par secteur en phase réalisation -Faire réaliser une étude de faisabilité éclairage LED -Extinction nocturne de l'éclairage public et pilotage par horloges astronomiques -Favoriser l'éclairage des cheminements piétons plutôt que celui des routes	- + + ++	Mesure en réflexion Une étude sur l'éclairage public est prévue en phase réalisation L'éclairage public est semi-permanent sur la commune La commune a déjà une expérience en LED sur un autre projet de ZAC	<u>Phase création</u> : La ville de Betton (ou son futur concessionnaire) s'engage à faire réaliser une étude sur l'éclairage en phase réalisation <u>Phase réalisation</u> : Réalisation d'une étude d'optimisation de l'éclairage public et conception d'un éclairage performant.	Bilan énergétique de l'éclairage
ADAPTATION A LA TRANSITION ENERGETIQUE					
9-Prévoir l'évolution vertueuse des consommations	Adapter le dimensionnement du réseau de distribution d'électricité à un contexte de bâtiments peu énergivores, non chauffés à l'électricité, pour faire des économies d'investissement.	+++	Discussion à initier avec le concessionnaire du réseau et le SDE35 en phase de réalisation : concerne le dimensionnement des réseaux et des transformateurs.		
10-Accompagner les futurs habitants dans la démarche de sobriété énergétique	Informers les futurs habitants des objectifs fixés sur l'opération au travers de réunions d'information et de supports de communication, en amont de leur acquisition	+	Mesure en réflexion Un accompagnement est prévu	<u>Phase création</u> : La ville de Betton s'engage à mettre en place un accompagnement des futurs habitants sur l'énergie par un prestataire spécialisé <u>Phase réalisation</u> : Formalisation des modalités d'accompagnement (forme, support d'information, etc.)	Mise en place d'un plan d'action Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin Etc.

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
11-Créer les conditions d'une conception performante	<p>Informations spécifiques des futurs acquéreurs sur les enjeux énergétiques, les objectifs à atteindre et comment y arriver.</p> <p>Mettre en place de démarches d'accompagnement aux projets individuels et collectifs</p> <p>Accompagner les maîtres d'ouvrage dans leur démarche de conception grâce à un conseil spécifique pendant la conception</p> <p>Réserver un lot à de l'autopromotion performante (logement individuel ou intermédiaire)</p>	<p>+</p> <p>++</p> <p>+++</p>	<p>Mesure en réflexion</p> <p>Un accompagnement est prévu</p>	<p><u>Phase création</u> :</p> <p>La ville de Betton s'engage à mettre en place un accompagnement des futurs habitants sur l'énergie par un prestataire spécialisé</p> <p><u>Phase réalisation</u> :</p> <p>Contractualisation de la mission de suivi avec un bureau d'études spécialisé ou l'Alec,</p>	<p>Mise en place d'un plan d'action</p> <p>Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin</p> <p>Etc.</p>
11-Faciliter le financement de la construction performante	<p>Réduire le prix du foncier pour les projets qui s'inscrivent dans une démarche de performance énergétique élevée</p> <p>Participer au financement de l'isolation des bâtiments et/ou de la production locale d'énergie</p> <p>Proposer des aides financières sur des bâtiments passifs. Par exemple, passer des accords avec une banque afin que la faiblesse des charges de chauffage sur un bâtiment passif soit prise en compte pour obtenir une mensualité de remboursement de prêt plus élevée</p>	<p>+++</p> <p>+++</p> <p>++++</p>			

En phase travaux

Les effets directs des travaux sur le climat sont dus à l'émission de gaz à effet de serre (gaz d'échappement) par les engins de travaux et matériels à moteur thermique utilisés au cours des travaux.

La phase chantier peut également avoir des effets indirects sur les émissions de gaz à effet de serre en dégradant les conditions de circulation des usagers sur les voiries existantes (réduction du nombre de voies de circulation, possibles congestions, ...). La gestion des conditions de circulation permettra de limiter ces effets sur le climat.

Les matériaux d'origine locale seront privilégiés afin de limiter le bilan carbone de leur amenée.

Les deux effets possibles d'un chantier sur la qualité de l'air sont les émissions de poussière et les gaz d'échappement des engins de chantier.

Ces inconvénients sont difficilement évitables lors d'un chantier, une manière de les réduire est de réaliser les terrassements à une période où les sols ne sont pas totalement secs (contraignant en termes de calendrier), et de réutiliser sur place les matériaux de déblais pour les remblais.

D'autre part, toutes les dispositions seront appliquées pour ne pas perturber la qualité de l'air respiré par les passants et les personnels travaillant dans le secteur lors des travaux. Notamment, les véhicules à moteur thermique en action dans les enceintes des chantiers seront en conformité avec la réglementation en vigueur en matière de rejets atmosphériques.

Enfin, les mesures relatives à la conception des bâtiments et à la desserte énergétique sont détaillées p.93 du rapport de l'étude sur le potentiel de développement, en énergies renouvelables, avec les moyens de mise en œuvre et les modalités de suivi".

6.1.2 Géologie, Pédologie, Topographie

Le projet s'adaptera à la topographie locale sans remaniement important.

L'aménagement de la ZAC nécessitera la réalisation des voiries, réseaux, espaces verts et récréatifs, des logements collectifs et individuels, de la surface commerciale et des ouvrages de gestion des eaux pluviales et espaces publics.

Les études géotechniques préciseront les dispositions particulières à mettre en œuvre pour les fondations des bâtiments et la manière dont les déblais peuvent être réutilisés en remblai.

Les terrassements nécessaires à mise en place des voiries, noues et au déblai des tranchées pour la pose des réseaux seront principalement du décapage de terre végétale. Il est prévu de valoriser la terre végétale sur site afin de réaliser les espaces publics (talus arborés notamment). Les déblais des bâtiments collectifs seront réutilisés pour les jardins.

La réalisation des bassins de gestion des eaux pluviales et sous-sol de la surface commerciale nécessiteront des terrassements plus profonds qui devront être évacués. Des volumes importants issus des constructions privées sont également attendus.

Le projet aura peu d'impact sur les sols.

6.1.3 Hydrographie

Eaux de ruissellement

Le projet est susceptible de générer des impacts sur le plan quantitatif et qualitatif sur les milieux récepteurs, constitués en premier lieu par le canal d'Ille et Rance.

Aspect hydraulique

Le site est actuellement occupé par des terres pâturées et cultivées. L'aménagement de la ZAC conduira à une imperméabilisation du sol sur une partie de la surface (constructions, voiries, parkings ...).

L'augmentation de l'imperméabilisation du sol aura un effet sur la circulation des eaux. Au moment des épisodes pluvieux, la fraction directement infiltrée sera moindre et, par conséquent, le ruissellement sera accru. Cela induit un risque de modification du régime hydrologique du cours d'eau en aval.

Plusieurs mesures seront mises en œuvre afin de compenser cet effet.

Le projet d'aménagement de la ZAC fera l'objet d'un dossier au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l'environnement (loi sur l'eau), où seront développés les aspects spécifiquement liés à l'hydraulique.

Aspect qualitatif

Les surfaces imperméabilisées dans le cadre du projet peuvent également être à l'origine d'une dégradation momentanée de la qualité des eaux. Trois principales sources de pollution peuvent se distinguer : chronique, saisonnière et accidentelle.

La pollution chronique résulte des charges accumulées sur les surfaces imperméables (chaussées, parkings, toitures) pendant les périodes de temps sec, lessivées par les pluies et que l'on retrouve au niveau des points de rejets de l'assainissement pluvial.

Les eaux pluviales véhiculent divers polluants (matières organiques, DBO5, DCO, Matières En Suspension, hydrocarbures, métaux lourds) provenant notamment de la circulation automobile (usure des pneus, pertes d'huile, de carburant,...).

La pollution saisonnière peut être liée :

- d'une part, à l'épandage de sels de déverglaçage, lors des conditions météorologiques exceptionnelles (neige, verglas). En Bretagne, les chaussées sont rarement traitées et le projet ne présente qu'un faible enjeu vis-à-vis de ce type de pollution.
- d'autre part, à l'entretien des espaces verts, qui peut nécessiter l'emploi de produits chimiques dont les plus courants sont les désherbants et les limiteurs de croissance. Ces produits constituent un facteur de risque pour la qualité des eaux. A noter que la ville de Betton s'est engagée depuis 2007 dans une démarche « zéro phyto » en privilégiant notamment le désherbage thermique.

La pollution accidentelle est liée aux éventuels déversements ou fuites de produits polluants.

Cette dernière sera cependant relativement limitée en raison de la vocation d'habitat de la zone.

En revanche, bien que ce risque ne puisse être évalué, les opérations de chargement-déchargement sont plus à même de générer des déversements accidentels. Le problème se pose essentiellement pour des produits liquides qui, par écoulement à travers le réseau pluvial, peuvent atteindre le milieu naturel (nappe ou cours d'eau). Le risque est existant notamment si les lots sont approvisionnés en fioul domestique.

La vitesse qui sera pratiquée sur la future ZAC à terme limitera les risques de survenue d'un accident.

Mesures retenues

Selon l'étude de gestion des eaux pluviales jointe en annexe sanitaire du PLU, réalisée par le Cabinet Bourgois en 2010, le dimensionnement sera réalisé pour une **pluie de référence centennale**. Ce niveau de protection a été fixé par l'étude de gestion des eaux pluviales annexée au PLU en raison de la présence d'un réseau ferroviaire en aval du projet.

Le volume de stockage temporaire des eaux pluviales est déterminé d'après la méthode des pluies en fonction du débit de fuite spécifique, de la surface active collectée et des coefficients Montana locaux (pour une période de retour centennale).

Dans le cas présent, le débit de fuite autorisé pour le projet est de **3 l/s/ha**. **Ce débit spécifique est fixé par le SDAGE Loire Bretagne**. De cette manière, les réseaux enterrés Ø 600 mm et fossés avant de rejoindre le canal d'Ille et Rance ne seront pas saturés.

Les coefficients Montana utilisés sont ceux de la **station météo de l'aéroport de Rennes/St Jacques de la Lande**.

Pour une surface totale collectée de 23 ha, le volume à stocker est de **4800 m³**.

Le volume de stockage pourra être diminué avec la mise en place de revêtements alternatifs (revêtements drainants, parkings végétalisés, toiture végétalisée, ...). Les cheminements piétons seront notamment ensablés non imperméables.

Les eaux pluviales seront gérées sur l'espace public.

Ce volume sera obtenu sous forme de plusieurs ouvrages de gestion des eaux pluviales : bassins, canal dans le parc central et noues en parallèle du réseau de haies bocagères, selon le schéma de principe ci-dessous.

Afin de limiter l'emprise des bassins de rétention, un réseau de canaux de récupération et d'infiltration des eaux pluviales sera créé en parallèle du réseau de lanières bocagères. Ceci permettra de ralentir le flux évacué et, le cas échéant, de réinfiltrer, au moins partiellement, les eaux pluviales (cf. esquisse paysagère Yannis Le Quintrec paysagiste).

Le bassin de rétention principal au nord est prévu de faible profondeur et boisé. Un cahier d'entretien sera élaboré.

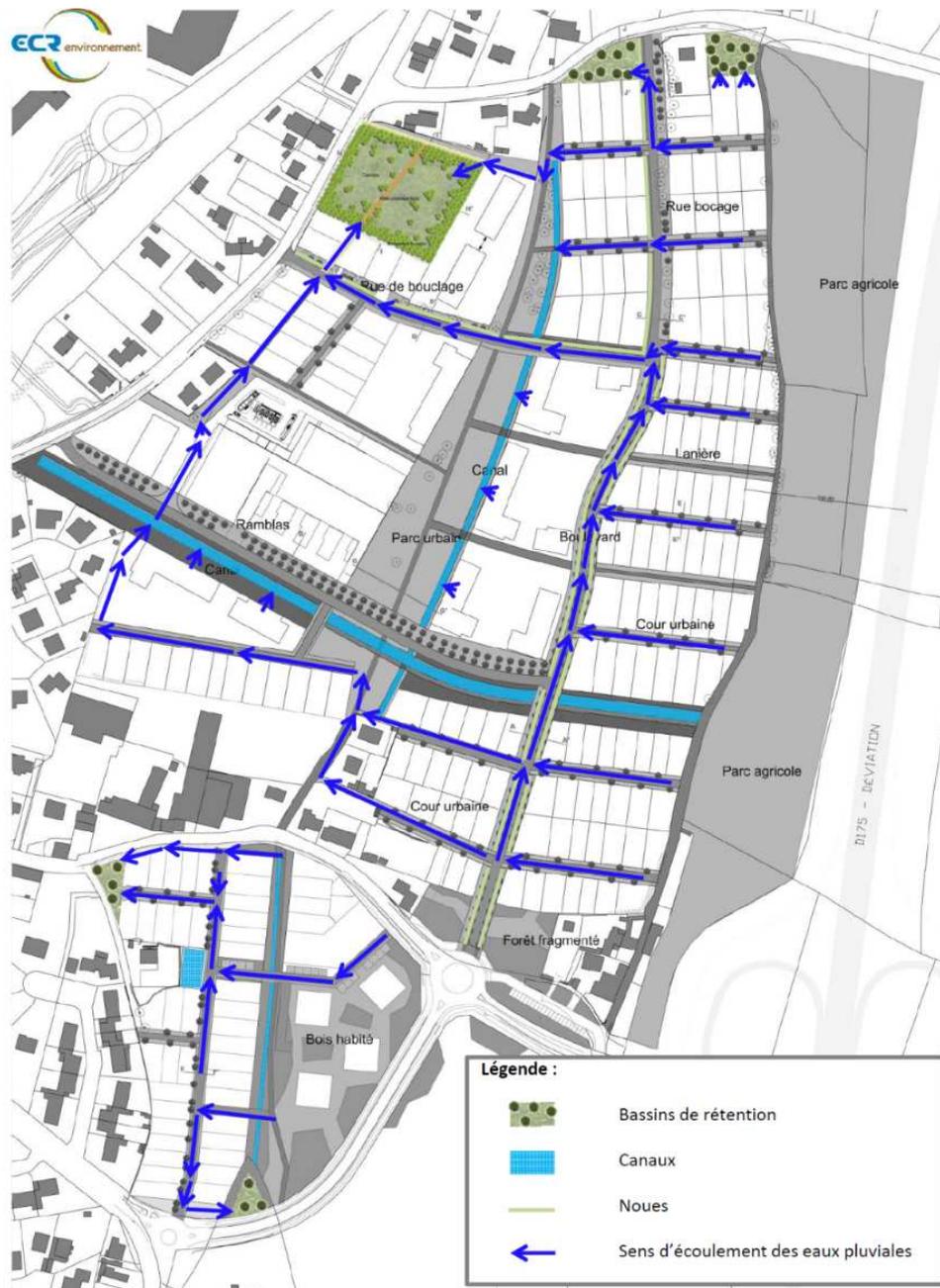


Figure 46 : Schéma de principe des écoulements d'eaux pluviales au sein du projet

Ces ouvrages permettront également un **traitement qualitatif des rejets d'eaux pluviales**. Le principe du traitement offert par ce type d'ouvrage repose sur la décantation d'une grande majorité des matières en suspension entraînant également un certain abattement des autres pollutions (matières organiques, métaux lourds, ...).

Le bassin de rétention permettra de plus la rétention des produits non miscibles à l'eau et moins denses que l'eau et permettront ainsi de lutter contre d'éventuelles pollutions par les hydrocarbures. L'essentiel des éventuelles eaux d'incendie rejoindront également le réseau des eaux pluviales et le bassin. Les pollutions accidentelles pourront être confinées dans le bassin à l'aide de la vanne de confinement manuelle qui sera mise en place en amont du rejet vers le réseau extérieur.

La station-service de la surface commerciale sera équipée d'un **déboureur séparateur à hydrocarbures** avant rejet au réseau d'eaux pluviales de la zone.

De façon à optimiser l'efficacité des aménagements, il sera réalisé des opérations périodiques de maintenance et d'entretien de la mesure compensatoire et des réseaux. L'ensemble des systèmes mis en place (dégrilleur...) devra faire l'objet d'une surveillance et d'un nettoyage réguliers.

Les opérations de surveillance et d'entretien seront assurées par les services techniques communaux.

Pour assurer la pérennité des dispositifs, il s'agira de respecter les modalités de gestion et d'entretien suivantes au minimum deux fois par an et suite aux gros événements pluvieux (liste non exhaustive) :

- visite et surveillance de l'état général des ouvrages,
- nettoyage de l'ouvrage,
- ramassage des feuilles et des flottants potentiels pour éviter le colmatage des orifices de collecte et d'évacuation,
- visite de surveillance après les épisodes orageux.

Les modalités d'entretien des ouvrages seront détaillées dans le dossier qui sera déposé au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l'environnement (loi sur l'eau), où seront développés les aspects spécifiquement liés à l'hydraulique.

En phase travaux

Ces travaux seront réalisés en plusieurs phases.

Les impacts principaux en phase de travaux sont les suivants :

- L'élévation du risque de pollution (fuites d'hydrocarbures des engins de chantier ou déversements accidentels de produits dangereux manipulés sur le chantier,...),
- L'introduction de matières en suspension dans les eaux superficielles par lessivage des matériaux de remblai lors du remaniement des terrains.

Les ouvrages de régulation des eaux pluviales non infiltrant seront réalisés dès le démarrage des travaux d'aménagement. Des rigoles ou fossés provisoires permettant de canaliser les eaux vers les ouvrages seront créés en tant que de besoin, afin d'éviter tout départ de sédiment vers le milieu naturel en période pluvieuse, pendant la phase de travaux.

Les éventuels stockages d'hydrocarbures ou de tout produit liquide susceptible de créer une pollution de l'eau ou du sol seront réalisés sur une surface imperméabilisée (avec rétention obligatoire). En phase travaux, les zones de stationnement des engins de chantier seront réalisées en surfaces empierrées imperméabilisées.

Les matériels et engins de chantier seront vérifiés régulièrement. Les opérations d'entretien ne seront pas réalisées sur le site.

Les pentes seront orientées vers un fossé de récupération des eaux qui sera créé. Un filtrage en bout de fossé pourra être réalisé par l'intermédiaire de bottes de pailles.

Le regard de visite avec vanne pourra être mis en place avant début du chantier afin de pouvoir confiner les eaux en cas de pollution. Ce dispositif restera en place en phase définitive afin d'assurer son rôle.

Les mesures de mise en œuvre, surveillance et entretien seront détaillées dans le dossier déposé au titre de la loi sur l'eau.

6.1.4 Eaux souterraines

D'une façon générale, l'incidence potentielle du projet sur les écoulements souterrains dépend :

- De la localisation et de la profondeur des nappes aquifères.
- Des caractéristiques des aménagements (déblai / remblai),
- De la compressibilité des sols (et tassements induits),

Le développement d'espaces imperméabilisés sur le site (actuellement pâturé et cultivé) devrait réduire l'infiltration des eaux dans le sol.

L'emprise de la ZAC est située en zone de très faible sensibilité vis à-vis du risque de remontées de nappes (selon le BRGM). Elle n'est concernée par aucun périmètre de protection de captage d'eau souterraine destiné à l'alimentation en eau potable.

Les études géotechniques préciseront la profondeur des niveaux d'eau rencontrés. Les points bas seront aménagés en ouvrages de gestion des pluviales.

Une légère infiltration s'effectuera au fond des bassins tampon et noues. La nature des sols permettra de déterminer l'étanchéité du sol existant à la profondeur envisagée de ces ouvrages.

Compte tenu de la vocation principale d'habitat de la ZAC, les eaux infiltrées seront faiblement polluées.

Les eaux de la station-service seront traitées via un déboureur-séparateur à hydrocarbures.

Compte tenu des dispositions présentées ci-avant pour préserver la qualité des eaux, aucune mesure spécifique supplémentaire n'est prescrite sur ce thème.

En phase travaux

Compte tenu des profondeurs de terrassements prévues pour la réalisation des voiries et des bâtiments et de la morphologie du sous-sol, les travaux ne devraient pas atteindre les niveaux piézométriques des aquifères susceptibles d'être présents au droit du site.

La protection qualitative des eaux souterraines pendant les phases de travaux relève de la maîtrise des risques de déversement en surface de substances polluantes susceptibles de s'infiltrer. Les mesures prises par les entreprises dans le cadre de la gestion des rejets et déchets de chantier (cf. ci-dessus) permettront de réduire les risques de contamination des formations souterraines.

Une vigilance particulière sera mise en œuvre aux abords des secteurs identifiés comme zones humides.

6.1.5 Risques naturels

Le périmètre de la ZAC n'est pas directement concerné par un risque naturel. Le projet est situé en zone d'aléa sismique de niveau 2 ce qui signifie qu'il n'existe pas de prescription particulière concernant la sismicité.

La zone de projet n'est concernée par aucun périmètre de PPRt, ni aucun établissement SEVESO. A ce titre, les risques technologiques sont nuls. Aucune mesure particulière n'est préconisée.

La présence d'une éventuelle pollution des sols (bien que peu vraisemblable, les terrains n'ayant pas été remaniés) sera gérée dans le cadre de la réalisation des travaux.

Le risque vis-à-vis du transport de matières dangereuses proviendra principalement de l'alimentation de la station-service en carburant.

Aucune mesure particulière n'est prévue concernant les risques industriels et technologiques.

6.2 MILIEU NATUREL

6.2.1 Paysage

Le périmètre d'étude s'inscrit à la porte Nord/Est d'entrée de ville de Betton. Il inclut les terrains compris entre la marge de recul de la déviation et les quartiers pavillonnaires de la Hamonais, au nord du siège d'exploitation de la Plesse.

Le site est un terrain agricole en pente régulière vers le canal d'Ille et Rance qui présente un paysage ouvert, à l'exception de la RD175 depuis laquelle l'accès visuel est bloqué par un merlon.

Le site présente un réseau de haies bocagères en appui du parcellaire repéré comme élément de paysage, ainsi qu'un réseau de chemins à conserver.

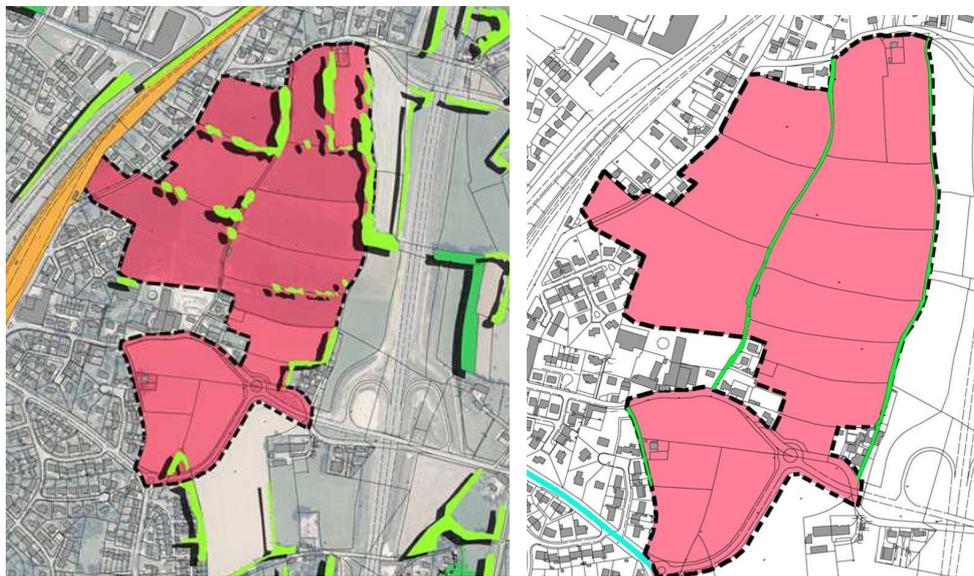


Figure 47 : Réseau de haies bocagères et de chemins à préserver (Diagnostic paysager)

Les choix et mesures prises pour assurer un paysage urbain de qualité sont :

- **Préserver et conforter le bocage existant** : les arbres et les haies présents sur site seront protégés, valorisés et confortés pour donner au futur quartier un caractère champêtre et urbain où l'urbanisation vient s'insérer progressivement dans la continuité du tissu urbain. Afin de délimiter les parcelles, de nouvelles haies seront créées permettant notamment de distribuer les parcelles à l'est sous forme de « peigne ».
- **Tirer profit de la géographie du site** dans le choix de l'implantation des bâtiments et dans la gestion des eaux pluviales. S'agissant de cette dernière, afin de limiter l'emprise des bassins de rétention, un réseau de canaux de récupération et d'infiltration des eaux pluviales sera créé.
- **Composer les franges du quartier** notamment en tissant des rapports harmonieux entre le futur quartier et son territoire ville/campagne par la création de boisements et de lisières boisées. En particulier lisières boisées entre les bâtiments collectifs (R+2) et les habitations existantes seront d'une hauteur supérieure (7 à 8 m).
- **Recomposer une entrée de Ville** : le projet de parc agricole à l'Est du site ainsi que le « bois habité » au Sud marquent l'entrée de ville et permettent de redéfinir un paysage de transition.
- **Maintenir et conforter les chemins et promenades existantes** : un ancien chemin d'exploitation présent au centre du périmètre, marque la colonne vertébrale du projet et sert d'emprise à une voie verte composée de parcs et jardins sur laquelle piétons et cycles pourront circuler.

En phase travaux, les nuisances visuelles seront réduites par :

- le maintien en état de propreté du chantier et de ses abords,
- la gestion des déchets et des dépôts de matériaux : les déchets seront entreposés dans des conteneurs appropriés et évacués au fur et à mesure,
- la végétalisation rapide des surfaces terrassées dédiées aux bassins tampons.

6.2.2 Patrimoine naturel

Aucune mesure de protection du patrimoine naturel n'est identifiée sur le site de la Plesse :

- Le **site Natura 2000** le plus proche est la Zone Spéciale de Conservation «Complexe forestier Rennes, étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève» dont la limite se trouve 1 km à l'est, en amont
- La **ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) **de type I** la plus proche correspond à la « Zone humide de la Boullière », située à environ 500 m à l'ouest
- La **ZNIEFF de type II** la plus proche correspond à la Forêt de Rennes, distante d'environ 1 km
- Le **Milieu Naturel d'Intérêt Ecologique (MNIE)** répertorié par le SCOT du Pays de Rennes le plus proche, La Fontaine Guillaume, est à 500 m sur les bords de l'Ille

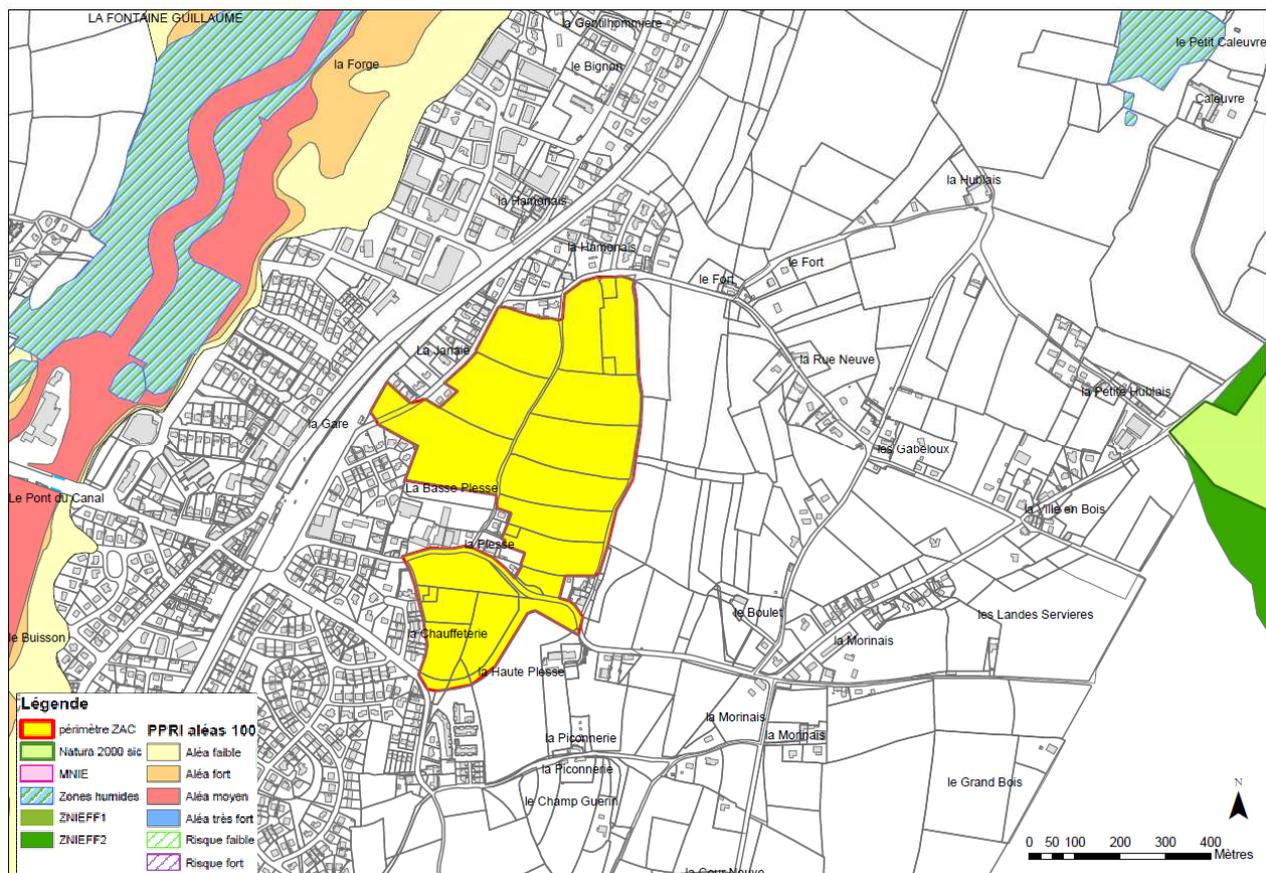


Figure 48 : Mesures de protection du patrimoine naturel à proximité de la zone d'étude

Compte tenu de la localisation du projet vis-à-vis des espaces en lien avec la préservation de la biodiversité, aucune incidence n'est prévisible sur la préservation des zonages réglementaires ou inventoriés.

6.2.3 Compatibilité du projet avec le programme Natura 2000

Le site Natura 2000 le plus proche est le site «Complexe forestier Rennes, étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève» (FR5300025), dont la limite se trouve 1 km à l'est, en amont.

Ce site concerne la commune de Betton à hauteur de 3,98 ha de lisière forestière caractérisée par la présence de l'habitat prioritaire « Hêtraie-chênaie acidiphile atlantique à houx » (Corine Biotope : 41.12 et Nomenclature EUR 15 : 91.20), également appelée localement « Hêtraie-chênaie collinéenne à houx ».

Etant données:

- la nature du projet (création d'un quartier d'habitat),
- la position aval et la distance du site d'étude vis-à-vis de ce site Natura 2000,
- l'absence de rejet, sinon d'eaux pluviales traitées et régulées, vers le réseau hydrographique,

Le projet ne portera pas atteinte à l'intégrité des espèces des sites et du réseau Natura 2000.

6.2.4 Zones humides

Le périmètre du projet ne comprend pas de cours d'eau, ni de zones humides dans son périmètre opérationnel.

Toutefois, les investigations complémentaires réalisées dans le cadre des études préalables ont mis en évidence la présence de zones humides non stipulées au PLU à l'échelle de la zone d'étude :

- Le fond de la parcelle n°AR80, friche remblayée comprise dans le périmètre d'étude global, répond aux critères de détermination des zones humides (selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009).

La surface répondant aux critères d'identification des zones humides représente 750 m² environ. Cette parcelle se situe au niveau de la trémie prévue pour supprimer le passage à niveau n°7.

Cette zone humide ne semble pas en relation hydraulique avec d'autres zones humides si ce n'est le fossé bordant le bas de la voie ferrée. La voie ferrée et le merlon de l'autre côté de celle-ci créent un barrage de plusieurs mètres vers l'aval et les zones humides du canal d'Ille et Rance.

Le projet de franchissement sous la voie ferrée à proximité immédiate est distinct de la ZAC. Les effets cumulés avec d'autres projets connus sont traités au chapitre 7.

- Le fossé toujours en eau, longeant la voirie au nord, présente des espèces hygrophiles. Ce fossé nord sera préservé sous forme de noue dans le cadre de la gestion des eaux pluviales.

Celles-ci ont été étudiées car sont situées sur la zone d'étude, mais n'appartiennent pas au périmètre opérationnel.

6.2.5 Faune / Flore / Habitats

La zone d'étude est occupée par des cultures ou des prairies cultivées.

L'inventaire Faune Flore a été réalisé d'octobre 2014 à octobre 2015 sur la zone de projet.

Les enjeux de conservation du site sont très réduits, il ne contient pas ou n'est pas proche d'aires protégées et ne comprend pas d'éléments importants des trames verte et bleue. Les espèces végétales présentes sont toutes des espèces communes des zones agricoles, haies bocagères ou fossés inondés. Les habitats du site sont de même des zones artificialisées (cultures, prairie pâturées, bocage dégradé) et les zones humides se réduisent à des structures linéaires (fossés).

Les espèces animales protégées présentes sont des espèces communes du bocage du centre de l'Ille-et-Vilaine : une chauve-souris, une vingtaine d'espèces d'oiseaux, deux batraciens et l'insecte Grand Capricorne (cette espèce moins fréquente au nord de Rennes).

Les habitats de reproduction et de repos de ces espèces protégées sont ici essentiellement les haies arbustives et arborées (chiroptères, oiseaux, Grand capricorne) ou les fossés inondables (batraciens). Ces divers milieux sont donc les plus sensibles à l'aménagement vis à vis de la conservation de la biodiversité locale.

Le site est une future zone d'urbanisation, en conséquence, les impacts potentiels correspondent essentiellement à la disparition de la plus grande partie des milieux semi-naturels du site.

Pour la flore, les impacts potentiels restent réduits et correspondent à la disparition de populations d'espèces non protégées et communes (plantes des cultures, prairies, haies et fossés humides).

De même, les habitats semi-naturels qui pourraient être détruits (zones agricoles, prairies mésophiles, restes de haies bocagère, fossés et zones en friche ou rudérales) sont des milieux très fréquents et banalisés. Les petites zones humides linéaires du site (fossés des parcelles AP35 et bordure ouest de la parcelle AR80) restent de même des zones très artificielles ne correspondant pas à des habitats d'intérêt patrimoniaux.

Les impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la flore et les habitats semi-naturels correspondent à la disparition complète de populations de plantes et d'habitats agricoles mais restent réduits vis-à-vis de la conservation de la biodiversité car ils ne concernent que des espèces non protégées ou patrimoniales très communes et des habitats banalisés.

Les impacts pour la faune correspondent essentiellement à des destructions d'habitats d'espèces protégées :

Les possibles disparitions de haies et de parcelles en friches arbustives denses (parcelles AR163 et AR80) impliquent la destruction de zone de reproduction et de repos d'oiseaux protégés pour lesquelles cela est interdit sans l'obtention d'une dérogation (dossier «CNPN» Conseil National de la Protection de la Nature). La destruction de haies et zones arbustives en période de nidification correspond à la destruction directe d'individus d'espèces protégées (œufs, jeunes au nid).

De même la destruction éventuelle d'arbres contenant des larves de Grands Capricornes implique la destruction de zone de reproduction et d'individus d'une espèce pour laquelle cela est interdit sans l'obtention d'une dérogation (dossier «CNPN»).

Les éventuelles coupes d'arbres contenant des cavités ou trous de pics implique la destruction d'habitats de repos potentiels pour les Chiroptères arboricoles. Les éventuelles disparitions de haies et friches impliquent aussi la disparition de zones de transit et d'alimentation pour les Pipistrelles.

L'éventuel comblement des fossés contenant des populations de batraciens (en particulier Triton palmé) correspond à la destruction d'individus d'espèces protégés qui est de même interdit sans l'obtention d'une dérogation.

Les conséquences possibles du projet d'urbanisation sur les autres espèces protégées correspondent surtout à des disparitions d'habitats d'alimentation (rapaces diurnes : Faucon Crécerelle et Buse variable, Mouettes rieuses en hiver, passereaux de passage ou hivernants divers (disparitions de populations de micromammifères proies ou d'insectes ou de réserves de graines).

Les impacts potentiels du projet d'urbanisation sur les populations animales d'espèces protégées pourront impliquer des destructions des principaux habitats de reproduction du site (haies arborées et friches denses pour les oiseaux, arbres pour le Grand Capricorne), des destructions d'habitats de repos (oiseaux, chiroptères) ou des destructions directes d'individus (oiseaux au nid, larves de Grand Capricorne, batraciens des fossés).

Les impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la biodiversité locale peuvent être considérés de niveaux moyens car s'ils correspondent à de possibles destructions d'habitats et d'individus d'espèces protégées ils concernent uniquement des représentants d'espèces communes dans l'ouest de la France.

Mesures d'évitement d'impacts :

Sur le site, la majorité des alignements d'arbres et des haies présentes sera préservée (cf. figure suivante).

Ceci concerne les haies arborées du nord du site : la haie en bordure Est des parcelles AP99, AP34 et AP33, la haie arborée entre AP99 et AP35, celle entre AP35 et AP40, celle entre AP40 et AP41, les arbres isolés bordant le chemin agricole central (parcelle AP41, coin sud-est), la haie entre les parcelles AR1 et AR2 et la zone en friche bordée par des arbres de la petite parcelle AR163.

Ces structures constitueront des espaces verts de bords de voirie ou seront intégrées à des zones d'espaces verts plus larges.

De même les arbres repérés comme contenant des trous de sortie d'imagos de Grand capricorne seront conservés et inclus dans des zones d'espaces verts (conservation de l'habitat de reproduction). Cependant il est probable que l'insecte, à long terme, recherchera probablement d'autres arbres à coloniser sur le site ou ailleurs (en particulier les chênes affaiblis par les travaux de terrassement les environnants).

La conservation de ces zones permettra donc la préservation des habitats de reproduction des oiseaux protégés et ceux des Grands capricornes, ainsi que les habitats de repos potentiels des Chiroptères et d'une partie des zones d'alimentation pour les oiseaux et les chiroptères (les zones d'alimentation prairiales actuelles disparaissant en grande partie).

Cependant, il est probable que certaines espèces d'oiseaux abandonneront le site si elles sont trop sensibles à la présence humaine constante (en période travaux puis en période d'activité) ou si leurs zones d'alimentation résiduelles ne sont plus suffisantes (après disparition des zones prairiales actuelles).

De même, les Grands Capricornes des arbres préservés subiront probablement des risques de mortalité importants après urbanisation (en particulier par collision avec des véhicules des voiries bordant leurs arbres d'origine) et donc la population se déplacera vers d'autres zones.

Le fossé de bordure de la parcelle AP35 sera conservé et intégré à un espace vert ou lié à une noue d'épuration des eaux de ruissellement. Cependant ils seront situés après des systèmes d'épuration efficaces car les batraciens sont très sensibles à la pollution de l'eau (alimentation des fossés par de l'eau dépolluée).

Par ailleurs, une large part de la zone sera occupée par des jardins privatifs séparés par des haies qui apporteront une diversité végétale qui n'existe pas actuellement et constituer des refuges potentiels, en particulier pour l'avifaune et les insectes. Compte tenu de l'importance de la trame verte, on pourra voir un impact positif sur l'avifaune, celle-ci s'adapte bien aux quartiers urbains dans la mesure où une place importante est réservée aux espaces verts publics et aux jardins.

Mesures de réduction d'impacts :

En phase d'activité :

Les zones arborées préservées seront intégrées dans des espaces verts qui seront gérés par les services municipaux (les haies ne seront pas intégrées aux propriétés privés car leur gestion écologique ne serait plus possible). Il ne sera pas utilisé de produit phytosanitaire pour l'entretien de ces espaces verts (entretien manuel) et la diversité végétale naturelle des haies sera préservée (pas de plantation d'espèces exotiques dans les haies bocagères).

Afin de favoriser le maintien sur le site d'oiseaux nicheurs et de chiroptères, il sera installé, en hauteur sur de grands chênes, des nichoirs (type mésange) et des gîtes artificiels à chauves-souris. De même il sera mis en place, au niveau des pelouses des espaces verts, des structures de type « hôtels à insectes » favorables aux abeilles solitaires, bourdons et autres espèces (coccinelles et autres).

Pour les insectes et aussi les oiseaux insectivores du site, des parties importantes des pelouses des espaces verts ne seront fauchées, au maximum, que une ou deux fois par an, afin de permettre l'apparition et la floraison de plantes fleuries autochtones attractives pour la faune.

Si des parties des fossés inondables actuels doivent être détruites, elles seront remplacées par des zones de surface équivalentes ou plus grandes qui permettront le maintien sur place des amphibiens (creusement, par exemple de fossés de un mètre de profondeur, un mètre de largeur sur une dizaine de mètres de longueur). Ces zones seront aussi gérées par les services municipaux et préservées des risques de pollution ou de dégradation par un grillage.

En phase travaux,

Les incidences des travaux sur la faune peuvent être de 3 types :

- Impacts par destruction d'individus en phase travaux
- Impact par destruction d'habitats en phase travaux
- Impact par dérangement en phase travaux

Plusieurs espèces d'oiseaux communs sont présentes sur le site, notamment dans les haies bocagères. La période de nidification s'avère être une période critique pour les œufs et les nichées, car ils sont particulièrement exposés. Une bonne partie des espèces présentes sur l'aire d'étude étant protégée, il est notamment interdit de détruire les individus, nids et couvées.

Au vu du contexte local de proximité de la déviation et d'espaces naturels proches, l'impact sur l'avifaune par dérangement en phase travaux est considéré comme faible.

Les mesures d'atténuation sont de deux types : mesures de suppression d'impacts et mesures de réduction d'impacts. Intégrées dans la phase de conception du projet, elles permettent de garantir un impact minimal de l'aménagement.

Les mesures retenues sont les suivantes :

Adaptation de la périodicité des travaux

La période des travaux sera ajustée afin de ne pas perturber la reproduction des oiseaux.

Les mois critiques à éviter sont situés entre mars et début juillet (ils correspondent à la période de nidification). Nous préconisons ainsi de ne pas réaliser de travaux de défrichement et de terrassement sur les secteurs arbustifs et arborés entre les mois de mars et juillet. Les effets attendus de cette mesure sont d'éviter tout risque de destruction des nids et des œufs des espèces protégées nichant sur la zone impactée directement par l'emprise du projet. Toutefois très peu de défrichements sont prévus.

Limitation de l'emprise du chantier

Les mesures de préservation du cadre biologique résident dans la limitation au strict nécessaire de l'emprise du chantier et des secteurs d'évolution des camions et engins, de façon à limiter la dévégétalisation et le dérangement de la faune occupant ou fréquentant les zones voisines. Pour cela, les emprises des aménagements et des zones de travaux, stockages de matériaux... feront l'objet d'une délimitation précise, matérialisée de façon lisible sur le terrain. Une vigilance particulière sera mise en œuvre aux abords des habitats les plus sensibles conservés sur le site : haies bocagères et fossés en eau.

De même, si un arbre contenant une cavité doit être coupé, il sera nécessaire de vérifier l'absence de chiroptères (risque de mortalité pour un éventuel individu au repos en hiver).

Les fossés préservés seront balisés afin d'éviter les risques de comblement ou de pollutions accidentelles au cours des travaux et ne seront réunis avec la noue que par la suite.

Une fois les bassins de rétention construits et mis en forme dans les parcelles, ils seront végétalisés avec des plantes locales. Les fossés préservés seront alors mis en contact avec les bassins (par une tranchée ou une canalisation en fonction de possibilités fonctionnelles) afin de faciliter les entrées des batraciens, des invertébrés aquatiques et des graines de plantes hygrophiles sur les zones des bassins.

En début de chantiers, ces diverses recommandations seront rappelées aux responsables des travaux et les balisages des zones à préserver seront mis en place.

Produits utilisés lors du chantier et contrôle des polluants

Dans la mesure du possible, les produits nécessaires pour les travaux (huiles, boues, solvants...) seront biodégradables. Les substances non naturelles et polluantes ne seront pas rejetées dans le milieu naturel et seront retraitées par des filières appropriées. Dans ce but, il pourra être mis en place une filière de récupération des produits/matériaux usagers. Les terres souillées seront aussi évacuées/retraitées et des analyses seront réalisées pour vérifier la non pollution des sols.

Gestion des déchets

Les entreprises attributaires des travaux seront responsables du tri et de l'évacuation des déchets et emballages générés par le chantier. Les entreprises devront ainsi s'engager à :

- Organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité ;
- Conditionner hermétiquement ces déchets ;
- Définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieure selon les filières appropriées ;
- Prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages ;
- Enfin, pour tous les déchets industriels spécifiques (DIS), l'entreprise établira ou fera établir un bordereau de suivi permettant notamment d'identifier le producteur des déchets (en l'occurrence le Maître d'Ouvrage), le collecteur-transporteur et le destinataire.

L'application des mesures d'atténuation proposées en phase travaux permettra de réduire au minimum les impacts du projet sur la faune et la flore.

6.2.6 Corridors écologiques

Le projet respecte la cohérence écologique de la région et ne vient pas mordre sur le réseau de liaisons écologiques.

Le projet créera un réseau ramifié de lanières bocagères connecté au parc jardin central.

6.3 MILIEU HUMAIN

6.3.1 Démographie/logement/activités économiques

Le projet prévoit la réalisation d'environ 630 logements dans le respect de la densité préconisée par le SCoT et de la mixité contenue dans le projet de PLH approuvé le 17 décembre 2015, par le Conseil métropolitain

Selon les données de l'INSEE (recensement 2012) le nombre moyen d'habitants par logement est de 2,25 (chiffre ayant globalement tendance à baisser au fil du temps). La population supplémentaire est ainsi estimée à 1417 habitants.

La venue à terme, de 1400 nouveaux habitants (à raison d'une centaine de logements par an environ en 6 tranches opérationnelles prévisionnelles) aura nécessairement un impact bénéfique sur les services, l'activité économique locale, les commerces et plus généralement sur la vie de la commune (associative, sportive...).

Activité agricole

La qualité et l'emprise conséquente des terres agricoles qui seront urbanisées demandent une prise en compte du devenir des exploitations agricoles sur le secteur.

Des négociations ont déjà été engagées avec les locataires exploitants. La mesure la plus appropriée est, idéalement, de trouver des terres en remplacement de celles perdues, en s'appuyant sur les organismes professionnels agricoles.

Pour le site de la Plesse, une évolution à long terme a été envisagée avec l'exploitant, ce qui permettra de trouver des solutions de recomposition en lien avec l'exploitant. Un protocole d'indemnisation compensant cette perte d'exploitation de ces terres a été formalisé. D'autre part l'aménagement de la ZAC se fera en plusieurs tranches sur environ 10 ans. Les parcelles seront récupérées au fur et à mesure de l'avancement du chantier via la formalisation d'une convention d'occupation précaire en cours.

Activités commerciales

L'apport de nouveaux habitants générera un accroissement de la fréquentation des commerces à proximité. La surface commerciale alimentaire de 3000 m² répond à un besoin identifié sur la commune.

En phase travaux

La zone n'étant pas enclavée en milieu urbain, les travaux perturberont pas les accès aux commerces.

6.3.2 Occupation du sol

Le projet d'aménagement de la ZAC va modifier l'occupation du sol, correspondant actuellement à un espace agricole, en installant un espace dédié au logement, en prolongement du bourg de l'autre côté de la voie ferrée.

Le projet est compatible avec les documents de gestion et d'orientation en matière d'aménagement du territoire en vigueur.

6.3.3 Patrimoine culturel et archéologique

Le périmètre d'étude n'accueille ni site archéologique, ni site classé ou inscrit et n'interfère pas avec un périmètre de protection du patrimoine bâti.

Il n'aura donc pas d'impact dans ce domaine.

La DRAC Bretagne a toutefois été sollicitée afin de s'assurer que le projet pas susceptible de porter atteinte à la conservation du patrimoine archéologique. En réponse, la DRAC précise qu'un arrêté de prescription de diagnostic archéologique préalable aux travaux sera établi en raison de la vaste superficie de l'aménagement et de la situation topographique favorable à l'implantation humaine et à la conservation de vestiges archéologiques.

6.3.4 Cadre urbain

Les infrastructures et les équipements publics

Les équipements publics

L'accroissement de la population strictement lié à la mise en place de la ZAC aura une incidence perceptible sur la fréquentation des infrastructures d'accueil et des écoles. Cependant, celle-ci sera étalée dans le temps.

Selon les ratios issus des données de l'INSEE, le nombre d'enfants en âge d'être scolarisés en maternelle et primaire représente respectivement 3,4 et 6,3% de la population totale des nouveaux logements. Ceci se traduira par un effectif scolaire supplémentaire (après achèvement total de la ZAC, selon l'hypothèse prévisionnelle de 6 tranches comprenant approximativement une centaine de logements pour chacune d'entre-elles), de l'ordre de 16 pour la maternelle et 79 pour le primaire, conformément au tableau figurant ci-après :

Tranches prévisionnelles	1	2	3	4	5	6
Nbre de logement supplémentaire	130	100	100	100	100	100
Nbre d'habitant supplémentaire	292,5	225	225	225	225	225
Nbre de logement supplémentaire en cumulé	130	230	330	430	530	630
Nbre d'habitant supplémentaire en cumulé	292,5	517,5	742,5	967,5	1192,5	1417,5
Nbre maternelle PS	3,33	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Nbre maternelle MS	3,33	6,00	5,33	5,33	5,33	5,33
Nbre maternelle GS	3,33	6,00	8,67	8,00	8,00	8,00
Nbre total maternelle	10,00	14,67	16,67	16,00	16,00	16,00
Nbre primaire CP	3,6	6,33	9,00	11,67	11,00	11,00
Nbre primaire CE1	3,6	6,6	9,33	12,00	14,67	14,00
Nbre primaire CE2	3,6	6,6	9,6	12,33	15,00	17,67
Nbre primaire CM1	3,6	6,6	9,6	12,6	15,33	18,00
Nbre primaire CM2	3,6	6,6	9,6	12,6	15,6	18,33
Nbre total primaire	18,00	32,73	47,13	61,20	71,60	79,00
Nombre total d'élève scolarisés en maternelle et en primaire	28,00	47,40	63,80	77,20	87,60	95,00
Nombre d'élèves "entrant" en cumulé	28,00	51,00	74,00	97,00	120,00	143,00
Elèves "sortis" en cumulé	0,00	3,60	10,20	19,80	32,40	48,00

Cependant, le nombre d'élèves à accueillir simultanément sera inférieur à celui calculé ci-dessus en raison de l'étalement de la livraison des logements.

Ce nombre devrait néanmoins induire l'ouverture de nouvelles classes.

L'apport de nouveaux habitants peut également générer un accroissement de la fréquentation des équipements socioculturels et sportifs. On rappellera que selon le diagnostic du PLU, les équipements de Betton sont nombreux et majoritairement implantés à l'ouest et que le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) prévoit la réhabilitation des équipements existants en prenant en compte les principes du développement durable et la création de nouveaux équipements : centre culturel à l'est de la gare, terrain de foot à la Touche, renforcement des activités nautiques, projet de salle de sports pour 2019 certainement à La Touche.

La ZAC inclura par ailleurs dans son bilan financier une provision pour la participation au financement des équipements publics.

Les voiries

Transports en commun

Betton bénéficie déjà d'une bonne desserte en transports en commun puisque qu'elle est desservie par plusieurs lignes du Service de Transport de l'Agglomération Rennaise (STAR) et par une ligne de TER. La gare est un pôle multimodal avec un arrêt de bus à proximité, un abri à vélos et un parc de stationnement.

De plus, la ZAC bénéficiera d'une desserte spécifique en transport en commun. Le nouvel arrêt est prévu rue de la Hamonais 430 m au nord de l'arrêt existant de la Haye Renaud.

Une nouvelle aire de covoiturage sera aménagée au niveau du rond-point de la Haute Plesse.

D'autre part, l'installation de bornes de recharges électriques au niveau de la surface commerciale est une véritable volonté du projet.

Liaisons douces

Les déplacements piétons et cycles seront favorisés grâce à la mise en place de voies dédiées notamment du nord au sud au niveau du parc central et en bordure du parc agricole, connectées avec les équipements publics et les autres projets rénovés (salle de sport et école de la Haye Renaud).

Déplacements et circulation

Le nombre de véhicules liés aux habitants du futur quartier est estimé à 1056 selon les hypothèses suivantes :

Typologie des logements	superficie (ha)	Nombre de logements	Nombre de voiture par logement	Total véhicules individuels
ZAC La Plesse Chauffeterie	19.75	633		1056
<i>Collectifs & semi-collectifs</i>		421	1.5	632
<i>Individuels- lots libres</i>		212	2.0	424

Figure 50 : Estimation du nombre de véhicules induits par la ZAC (Etude Polenn)

Les hypothèses de distances parcourues sont les suivantes :

- 50% des trajets quotidiens correspondent à des déplacements dans le bourg à pied ou à vélo
- 50% des trajets quotidiens sont vers le lieu de travail avec en moyenne 14 km aller-retour (d'après l'Observatoire Régional des Transports de Bretagne, la distance moyenne domicile travail en Bretagne est de 7 km)

Une étude circulation a été réalisée par le cabinet Egis en mai 2015 sur le secteur est de Betton, dans le cadre du projet de suppression du passage à niveau de la Plesse (PN n°7).

Si la voie ferrée fonctionne aujourd'hui comme une barrière artificielle, puisque seuls le PN7 (flux est/ouest) et le platelage Est de la gare (en piétons-cycles) permettent son franchissement, le PN7, le carrefour Haye-Renaud/Forêt et l'axe routier historique transversal (D27) reçoivent cependant un trafic et un fonctionnement actuel correct.

Pour autant à l'horizon 2025, l'étude de circulation et la modélisation prospective réalisée par le bureau d'étude, projette une saturation du PN7 à 500 véhicules/jour/sens à cette échéance.

La hausse générale de la population aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est de Betton entraîne une demande importante sur le franchissement qu'est le PN7. Cette demande est accentuée par des difficultés de circulation sur la rocade Nord. Différents scénarios ont été testés à partir du modèle d'agglomération pour connaître les trafics à l'horizon 2025 sur le secteur Est et le PN 7.

Il existe peu de différences entre les différents scénarios au niveau des trafics 2025 sur le PN7 :

- Le trafic prévu en 2025 est déjà lié aux différentes opérations sur Betton, mais non encore complètement livrées ;
- Les projets à l'Est impactent peu le PN7, mais entraînent des reports de trafics ailleurs ;
- La saturation de la rocade Nord (notamment avec le projet Viasilva) est un point crucial qui entraîne des reports sur Betton.

Cet ouvrage permettra de fluidifier les flux d'échanges avec Betton par une nouvelle répartition des trafics.

De plus, le nouveau quartier offrira les conditions d'utilisation de modes de transports différenciés qui intéresseront un fort potentiel d'usagers. Le recours aux transports en commun (TER et lignes urbaines bus), combiné aux liaisons douces vélos-piétons créées dans la ZAC, multiplieront les pratiques de déplacements.

En phase travaux

La zone n'étant pas enclavée en milieu urbain, les travaux ne devraient pas perturber les accès aux habitations riveraines.

La réalisation des travaux engendrera des trafics parasites de camions et engins.

Ces trafics viendront gonfler les trafics existants et pourront être sources de nuisances. De plus, la circulation pourra être momentanément alternée, notamment pour l'aménagement de carrefours ou le dévoiement des réseaux.

Le passage à niveau sera interdit aux engins de chantier.

Le chantier de viabilisation de la ZAC s'effectuera en plusieurs tranches. Les apports et évacuations de matériaux nécessitant des transports par camions les plus conséquents ont lieu lors de la réalisation des terrassements plus profonds qui devront être évacués (réalisation des bassins de gestion des eaux pluviales et sous-sol de la surface commerciale).

Une signalisation claire et lisible sera mise en place pour assurer de bonnes conditions de desserte et de déplacement des usagers dans le secteur pendant le chantier.

De plus, un travail de communication (parutions d'articles dans la presse locale, dans le Betton Info, mise en place de panneaux d'affichage sur et aux alentours du site, installation de panneaux de signalisation...) sera réalisé afin de sécuriser les accès au chantier et favoriser l'information des usagers et des riverains quant à l'avancement du chantier.

Les réseaux

La desserte de la zone sera réalisée à partir des réseaux, secs et humides, présents aux abords, qui seront étendus et si nécessaire renforcés. Les études pré opérationnelles n'ont pas identifié de souci majeur pour le prolongement des réseaux passant à proximité.

Plusieurs poteaux incendie sont présents sur les rues à proximité de la ZAC. Des poteaux supplémentaires seront posés si nécessaires. La défense incendie sera réalisée à partir de poteaux à créer sur la ZAC.

La station d'épuration intercommunale Rennes Nord, dont l'extension a été mise en service en 2008 pour une capacité de 40 000 équivalents habitants (EH), permet de répondre aux besoins d'assainissement de la commune de Betton, y compris ceux liés à l'urbanisation nouvelle.

Les déchets

La nouvelle zone sera intégrée dans le circuit de collecte des déchets géré par Rennes Métropole.

Sur la ZAC, le réseau de voirie sera adapté au déplacement des véhicules de collecte de déchets. Les conteneurs enterrés seront regroupés sur des aires spécifiques.

La quantité de déchets produits peut être estimée à partir du nombre moyen de résidents après achèvement du programme. Si l'on retient le chiffre de 1400 habitants supplémentaires, il sera produit entre 310 et 630 tonnes supplémentaires environ de déchets par an sur la ZAC.

L'incitation à l'utilisation des composteurs déjà pratiquée sur la commune participera à la réduction de ces volumes.

En phase travaux

Tous les déchets produits sur le chantier seront triés et stockés dans des bennes et évacués par des sociétés spécialisées conformément à la réglementation en vigueur. Il sera rappelé que les feux sont interdits sur les chantiers.

6.3.5 Le bruit

Dans le cadre des études d'impact du projet d'aménagement de la ZAC de La Plesse, une étude acoustique visant à permettre à la Ville et au futur aménageur d'avoir une connaissance des nuisances sonores existantes et futures et les critères de bruit réglementaire en découlant, a été réalisée en janvier 2015.

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée en 4 points sur une longue durée : ce diagnostic a permis de caractériser le paysage sonore préexistant.

Selon les mesures, le projet est considéré en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, au sens de l'arrêté du 5 mai 1995.

En zone d'ambiance modérée, la contribution sonore des nouvelles voiries desservant des logements ne devra pas dépasser les valeurs de 60 dB le jour et 55 dB la nuit.

De plus, les voies de transport terrestre suivantes ont un classement sonore qui impacte la ZAC :

- Catégorie 3 pour la RD 175 à l'Est de la ZAC
- Catégorie 2 pour la voie ferrée à l'Ouest de la ZAC

Les isollements de façade des bâtiments sensibles (logements, établissement d'enseignement ou de soin...) qui pourraient être construits sur les zones impactées devront en tenir compte. L'image ci-dessous présente les zones dans lesquelles les futurs bâtiments sensibles du projet seront soumis à des objectifs d'isolation de façade renforcés (logements, bâtiments d'enseignement, de santé...) :

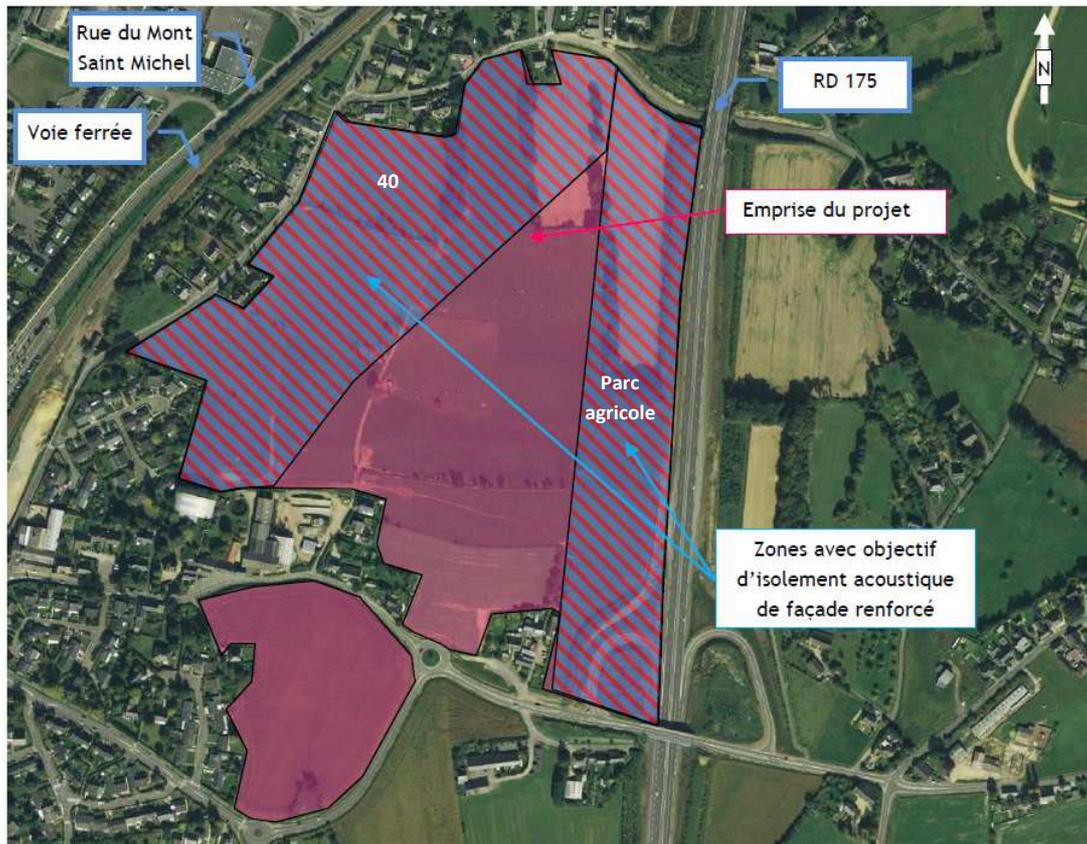


Figure 51 : Zones dans lesquelles les futurs bâtiments sensibles seront soumis à des objectifs d'isolation de façade

Certaines de ces zones ne feront pas l'objet de constructions :

- la bande de 100 m de la RD 175 sera aménagée en parc agricole,
- la parcelle n°AP 40 sera dédiée à la gestion des eaux pluviales.

La valeur d'isolement acoustique minimal ci-dessous est à pondérer en fonction de l'exposition du bâtiment à la voie. Celle-ci pourra être diminuée selon le masquage du bâtiment par des obstacles (autres bâtiments ou merlons), et par rapport à l'angle d'exposition de la façade à la voie (façades latérales, façades arrières...).

Les nuisances sonores les plus significatives proviendront de l'augmentation de la circulation automobile engendrée par l'arrivée de nouveaux habitants. Toutes les mesures prévues pour limiter la circulation automobile (gabarit de voie limité, cheminements doux, desserte par les transports en commun...) sont donc également efficaces pour limiter les nuisances sonores.

En phase travaux :

Pour limiter les nuisances sonores et leur impact éventuel sur la santé des populations environnantes, les travaux de viabilisation seront réalisés durant la journée. De plus, les responsables du chantier choisiront les engins et les modes opératoires les moins bruyants.

En ce qui concerne des lots libres, selon la réglementation en vigueur, il incombera aux propriétaires ou à leurs maîtres d'œuvre de prendre les mesures nécessaires pour limiter les nuisances sonores et respecter les normes en vigueur.

6.3.6 La santé humaine

Les effets sur la santé sont la résultante des pollutions de l'air, de l'eau, des sols, des nuisances sonores, olfactives...qu'entraîne le projet. L'effet cumulatif par rapport aux pollutions existantes doit également être pris en compte. Les incidences sur ces compartiments ont été traitées ci-avant.

L'eau

Les impacts potentiels de l'aménagement de la ZAC sur la santé du fait d'une dégradation de la qualité des eaux peuvent être induits par les rejets directs dans le milieu récepteur d'eaux usées ou d'eaux pluviales non traitées.

Les mesures prévues pour supprimer ces impacts potentiels sont décrits aux paragraphes consacrés à ces thématiques.

L'air

Compte tenu qu'il n'est pas prévu sur la ZAC, d'activités industrielles générant des pollutions spécifiques de l'air, les seuls impacts potentiels sur la santé sont ceux liés à une éventuelle augmentation de la pollution engendrée par la circulation automobile et le chauffage des habitations.

Toutes les mesures prises pour diminuer l'usage de la voiture et limiter la consommation énergétique des habitations sont donc de nature à protéger la santé des populations riveraines. Ces mesures sont décrites au paragraphe consacré à cette thématique.

Le bruit

Les mesures prises pour limiter les nuisances sonores et donc leur impact potentiel sur la santé sont décrites dans le cadre du paragraphe consacré à cette thématique.

Les émissions lumineuses

L'éclairage public de Betton est coupé, en semaine entre minuit et six heures du matin, le week-end (les nuits des vendredis et samedis) entre une heure trente et six heures du matin.

Les émissions lumineuses seront celles prévues et installées dans tout quartier urbain (éclairage public et privé).

Une attention particulière sera apportée à la hiérarchisation de l'éclairage public en fonction de l'usage des voies et des espaces publics. Certains espaces pourront être peu voire non éclairés. Une étude éclairage sera réalisée au stade du dossier de réalisation.

La sécurité

Pour prévenir les risques d'accidents tant dans la ZAC que dans l'environnement immédiat, divers éléments seront mis en place :

Au sein de la ZAC, la structure du réseau de desserte est prévue pour limiter les vitesses et les trajets :

La structure viaire est constituée d'un boulevard principal s'accrochant sur le rond-point d'entrée de la Ville et distribuant le macro-îlot et les voies en peigne (cours urbaines) distribuant les maisons de ville. Les rues en peigne sont conçues en impasse comme des cours urbaines.

Le long de ces rues principales, on retrouve une piste cyclable, qui trouvera une connexion aisée jusqu'à la gare. Le macro-îlot est distribué sur sa périphérie ce qui crée un pôle de centralité complètement piétonnier en relation avec le parc urbain.

Le boulevard principal se boucle avec la rue de la Hamonais.

En périphérie de la ZAC, l'objectif est de requalifier la rue de la Hamonais et en faire une liaison interquartier. Elle sera ainsi redimensionnée à 6 m pour le passage du bus et, des pistes cyclables et piétonnes seront créées afin notamment d'assurer une continuité d'espace public entre la ZAC et la Gare vers le centre-ville.

Le carrefour de la Haye-Renaud avec la rue de la Forêt actuellement trop étendu sera revu de manière à être plus sécuritaire.



Figure 52 : Projet de restructuration du carrefour

La rue de la Forêt sera requalifiée sous forme d'une rue partagée et pacifiée.

La traversée piéton-cycle sécurisée prochainement aménagée par la SNCF au niveau de la gare constituera un atout de sécurisation supplémentaire des trajets.

6.4 BILAN DES IMPACTS POTENTIELS

La synthèse des impacts potentiels du projet et des mesures retenues pour y remédier ou les atténuer est établie dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Synthèse des impacts du projet

Milieu	Paragraphe	Impacts potentiels	Mesures retenues
MILIEU PHYSIQUE	Climat et qualité de l'air	Les deux sources d'impact sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre sont l'augmentation de la circulation automobile et la consommation d'énergie des bâtiments.	<ul style="list-style-type: none"> • Multiples liaisons douces piétons/cycles en connexion avec les quartiers voisins, les équipements publics, la gare, le centre et la campagne. • Desserte de la ZAC par le bus, aire de covoiturage et volonté d'installer des bornes de recharge pour véhicules électriques. • Limitation de la vitesse au sein du quartier (cours urbaines). • Conception et orientation des bâtiments, recours aux énergies renouvelables, îlot passif, sensibilisation des futurs acquéreurs et professionnels de la construction. <p>➔ Les engagements forts pris en faveur du développement durable limiteront la consommation d'énergie fossile et les émissions de gaz à effet de serre</p> <p><u>En phase travaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de matériaux d'origine locale et réutilisation au maximum des déblais sur site, • Gestion des conditions de circulation. • Terrassements en période où les sols ne sont pas totalement secs.
	Sols	Projet en appui sur la topographie locale ➔ Peu d'impact sur les sols	Réutilisation au maximum des déblais en tant que remblais pour les espaces verts notamment
	Eaux superficielles	Le projet est susceptible de générer des impacts sur le plan quantitatif et qualitatif sur les milieux récepteurs, par le canal d'Ille et Rance.	<ul style="list-style-type: none"> • Bassins de rétention et techniques alternatives (canaux et noues) pour la gestion des eaux de ruissellement, • Station-service de la surface commerciale équipée d'un déboureur séparateur à hydrocarbures <p><u>En phase travaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des bassins tampon dès le début des travaux <p>➔ Amélioration des débits ruisselés par rapport à l'état actuel du site. La qualité des eaux sera préservée par décantation des MES et rétention possible des pollutions accidentelles</p>
	Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pas ou faiblement polluées compte tenu de la vocation d'habitat de la ZAC. • Une légère infiltration s'effectuera au fond des noues et canaux. <p>➔ Impact quasi nul</p>	Les mesures prises pour préserver la qualité des eaux souterraines sont celles prise pour les eaux superficielles décrites au paragraphe précédent.
	Risques naturels et technologiques	Absence de risque naturel identifié, ni de risque technologique s'appliquant sur le périmètre de projet	Aucune mesure particulière
MILIEU NATUREL	Paysage	Modification du paysage agricole péri-urbain en paysage urbain	<p>Composition d'un paysage de transition en entrée de Ville : bois habités et parc agricole notamment, Maintien et confortement des chemins existants et du réseau de haies bocagères, création de haies nouvelles et de boisements,</p> <p>Création de canaux plantés de récupération et d'infiltration des eaux pluviales</p> <p>Parc central et bassins tampons boisés</p> <p>➔ Parti pris paysager fort qui permettra d'assurer un paysage urbain de qualité</p> <p><u>En phase travaux :</u> Chantier propre, gestion des déchets, végétalisation rapide des surfaces terrassées de l'emprise dédiée aux bassins tampons</p>
	Patrimoine naturel	Aucune mesure de protection du patrimoine naturel sous influence directe du projet n'est identifiée	

		Pas d'impact sur le patrimoine naturel, ni sur les sites Natura 2000	
	Zone humide	Le périmètre opérationnel ne comprend pas de zones humides. Le fond de la parcelle n°80 et le fossé nord répondent toutefois aux critères	Le fossé nord sera conservé sous forme de noue → Impact quasi nul
	Faune flore habitats	Les impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la biodiversité locale peuvent être considérés de niveaux moyens car concernent des représentants d'espèces protégées communes dans l'ouest de la France.	<ul style="list-style-type: none"> La conservation des haies bocagères permettra de préserver les oiseaux nicheurs et le maintien du Grand capricorne sur site. La création de haies supplémentaires est prévue dans le cadre du traitement paysager et plantation d'espèces herbacées dans les noues. La conservation des fossés inondables (en particulier de la parcelle n°35 au nord) permettra celle des populations de batraciens présents. <p><u>Entretien</u> : Fauche tardive, objectif zéro phyto <u>En phase travaux</u> : Adaptation de la périodicité des travaux, Délimitation de l'emprise du chantier, Gestion des produits utilisés et des déchets</p> <p>→ Impacts limités sur la biodiversité locale</p>
	Corridors écologiques	Absence de liaison écologique identifiée sur la zone d'étude	Création d'une trame verte au sein du projet avec le parc central, le bois habité et les lanières bocagères. → Impact positif par la création de nouvelles haies et espaces boisés
MILIEU HUMAIN	Activité économique	Ouverture d'une zone d'habitat de 630 logements comportant une surface commerciale de 3000 m ² , sur une surface actuellement agricole → Impact bénéfique de l'arrivée de nouveaux habitants sur les services et l'activité économique locale	Devenir de l'exploitation agricole enclavée dans le futur quartier (indemnisation et convention) pris en compte, Aménagement de la ZAC en plusieurs tranches → Impact limité et temporisé sur l'activité de l'exploitation agricole
	Occupation du sol	Installation d'une zone dédiée à l'habitat, sur une zone agricole de pâtures et de cultures, en prolongement de l'urbanisation existante	Modification de l'occupation du sol en compatibilité avec les documents d'urbanisme en vigueur. Pas de mesures particulières sur ce point
	Patrimoine culturel et archéologique	Le projet n'est pas situé dans le périmètre d'un monument historique ou d'un site archéologique Pas d'impact sur le patrimoine culturel. Un arrêté de prescription de diagnostic archéologique préalable aux travaux sera établi par la DRAC.	Pas de mesures particulières dans l'état actuel des connaissances
	Cadre urbain	Les études pré opérationnelles n'ont pas identifié de souci majeur pour le prolongement des réseaux passant à proximité. L'accroissement de la population lié à la ZAC aura une incidence perceptible sur la fréquentation des infrastructures d'accueil et des écoles. Bien que d'après l'étude circulation les projets à l'Est de Betton impactent peu le PN7, à l'horizon 2025, l'étude de circulation projette une saturation du PN7 à 500 véhicules/jour/sens. <u>En phase travaux</u> : La zone n'étant pas enclavée en milieu urbain, les travaux ne devraient pas perturber les accès aux habitations riveraines. Le chantier de viabilisation de la ZAC s'effectuera en plusieurs tranches.	La ZAC inclura dans son bilan financier une provision pour la participation au financement des équipements publics. Le nouveau quartier offrira des modes de transports différenciés combinés aux liaisons douces, qui multiplieront les pratiques de déplacements. Le projet de suppression du passage à niveau et de création de la trémie est un atout fort du projet, il permettra de fluidifier les flux d'échanges avec le centre-ville par une nouvelle répartition des trafics. Cependant le projet de ZAC est conçu pour se réaliser de manière indépendante de cet ouvrage. <u>En phase travaux</u> : Une signalisation claire et lisible sera mise en place pour assurer de bonnes conditions de desserte et de déplacement des usagers dans le secteur. Communication sur l'avancée des travaux. → Dérangements limités en phase travaux
	Bruit	En zone modérée, le niveau de bruit après travaux ne devra pas dépasser 60 dB le jour et 55 dB la nuit → Impact temporaire en phase travaux	Les travaux de viabilisation seront réalisés durant la journée.
	Santé humaine	Incidences du projet sur l'eau, l'air et le bruit traitées ci-avant. Vocation de logement du site. → Impacts limités	

7. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Les effets cumulés sont le résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés par un même projet ou par plusieurs projets dans le temps et l'espace et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux.

Dans les chapitres précédents, ont été présentés les différents effets que le projet pouvait engendrer sur les différentes composantes de l'environnement.

Ce chapitre doit permettre d'exposer comment les effets du projet peuvent se cumuler et interagir entre eux. La définition des impacts cumulatifs sont l'effet total des impacts engendrés sur l'environnement et ses composants à un endroit donné.

7.1 PROJET DE SUPPRESSION DU PN7

La suppression du passage à niveau n°7 a fait l'objet d'une étude préliminaire par Réseau Ferré de France (devenu depuis SNCF RESEAU).

Les caractéristiques de la variante retenue sont les suivantes :

- Deux voies de 3.50m plus une surlargeur centrale de 1m (croisement des bus)
- Une piste cyclable côté nord de 2.50m permet un dégagement de la visibilité
- Un trottoir côté nord de 1.5m adapté aux PMR raccordé par une passerelle au centre-ville et dénivelé par rapport aux voies
- Un carrefour giratoire devant la caserne des pompiers de 23m de rayon extérieur et 7m d'anneau
- Des pentes inférieures à 10%
- Un ouvrage de 11.80m de longueur et de 15.80m d'ouverture droite à gabarit normal (4.30m) et des trémies avec radier étanche



Figure 53 : Possibilités de trémie sous la voie

Ce projet constitue un véritable atout pour le projet de ZAC de la Plesse, qui bénéficiera ainsi d'un accès direct au PEM de la gare et au centre-ville.

Le délai d'études et de travaux est de 5 ans au total, le cout prévisionnel des travaux est estimé à 11 millions d'euros TTC. Cet ouvrage, selon l'étude EGIS est indispensable pour au plus tard 2025, soit avant l'achèvement de la ZAC programmé en 2027.

Toutefois, l'aménagement du quartier est conçu pour fonctionner dans un premier temps, en termes de circulation, en attendant ce projet. L'arrêt de bus nécessitera notamment une aire de retournement prévue rue de la Hamonais sur la parcelle n°AL28.

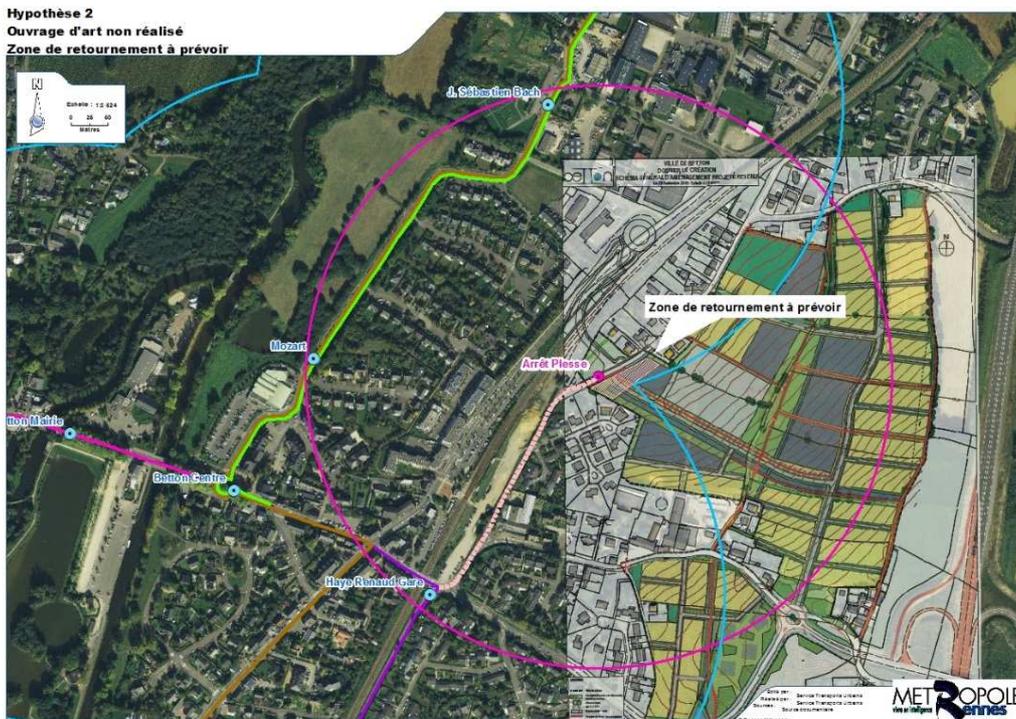


Figure 54 : Emplacement de la zone de retournement à prévoir pour l'arrêt de bus

7.2 AUTRES PROJETS COMMUNAUX

La commercialisation de la ZAC de la Renaudais est terminée, les dernières livraisons auront lieu en 2018. Les dernières livraisons du secteur de la Basse Robinais sont prévues fin 2016.

Plusieurs projets sont en cours sur la commune, on compte notamment :

- Un projet de lotissement de 200 logements à la Forge,
- Un projet d'une trentaine de logement au centre-ville,
- Un projet d'une trentaine de logement et d'une cellule commerciale rue de Rennes,
- Le projet de renouvellement urbain du Haut Chalet.

7.3 LE PROJET VIA SILVA

Le projet de ZAC métropolitaine ViaSilva, labellisée en 2009 projet d'ÉcoCité et qui s'étend sur environ 570 ha sur les communes de Cesson-Sévigné et de Thorigné-Fouillard est un projet conséquent à proximité immédiate de Betton et de la rocade nord.

Chaque phase fera l'objet d'opérations d'aménagement (ZAC) sous maîtrise d'ouvrage, soit communautaire (ZAC des Champs-Blancs et ZAC Via Silva ouest en cours d'étude), soit communale (ZAC des Pierrins à Cesson-Sévigné, secteur Portail à Thorigné-Fouillard).

8. MODALITES DE SUIVI DES MESURES MISES EN OEUVRE EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA SANTE

Au regard des éléments détaillés ci-avant, des dispositions d'accompagnement sont proposées de manière à s'assurer de la mise en œuvre des mesures retenues et de garantir leur efficacité.

8.1 MODALITES DE SUIVI DES MESURES RETENUES

Certaines problématiques étaient à traiter particulièrement dans le projet :

- Les déplacements (éviter l'encombrement des réseaux viaires existant et à créer et sécuriser les déplacements doux),
- La densité des constructions,
- La gestion des eaux pluviales,

Ces problématiques font l'objet de mesures compensatoires.

Les modalités de mise en œuvre et de suivi de ces mesures sont assurées par le Maître d'Ouvrage et son maître d'œuvre. Par ailleurs, certains points particuliers feront l'objet d'un suivi de la part des services de l'Etat (Police de l'Eau).

milieu	paragraphe	Eléments / Mesures prévus par le projet	Suivi proposé
MILIEU PHYSIQUE	Climat Qualité de l'air	Liaisons douces piétons/cycles Desserte de la ZAC par le bus, aire de covoiturage et volonté d'installer des bornes de recharge pour véhicules électriques Limitation de la vitesse au sein du quartier, Conception et orientation des bâtiments, recours aux énergies renouvelables	Accompagnement par le bureau d'étude Energie lors du dossier de réalisation de la ZAC
	Eaux superficielles	Bassins de rétention et techniques alternatives (canaux et noues) pour la gestion des eaux de ruissellement, Station-service de la surface commerciale équipée d'un déboureur séparateur à hydrocarbures	Contrôle de conception (respect des volumes utiles et des débits de fuite) par le maître d'œuvre Contrôle du bon fonctionnement lors d'un évènement pluvieux, Entretien régulier, Visite de surveillance après les fortes pluies, curage des boues lorsque nécessaire
MILIEU NATUREL	Paysage	Composition d'un paysage de transition en entrée de Ville : bois habité et parc agricole notamment, Maintien et confortement des chemins existants et du réseau de haies bocagères, création de haies nouvelles et de boisements, Création de canaux plantés de récupération et d'infiltration des eaux pluviales	Préconisations paysagères définies dans un cahier de recommandations Contrôle de suivi des prescriptions intégrées au règlement de la ZAC lors des phases de conception et de réception des travaux, aussi bien pour les espaces publics que privés.
	Faune flore habitats	La conservation des haies bocagères permettra de préserver les oiseaux nicheurs et le maintien du Grand capricorne sur site Création de haies supplémentaires prévue dans le cadre du traitement paysager et plantation d'espèces herbacées dans les noues La conservation des fossés inondables (en particulier de la parcelle AP35 au nord) permettra celle des populations de batraciens présents. Entretien : Fauche tardive, objectif zéro phyto	Points de contrôle régulier par les services chargés de l'entretien et les services technique communaux par observations visuelles en période favorable (printemps, été) à l'horizon 1 an, 3 ans et 10 ans afin de procéder à d'éventuels travaux d'entretien (par exemple, pour éviter la fermeture de ces espaces en cas de développement important de la végétation) ou proposer des dispositifs pour favoriser si besoin la biodiversité : gestion différenciée, nichoirs, abris.... Suivi pendant les travaux décrit ci-après.

MILIEU HUMAIN	<i>Patrimoine culturel</i>	Inventaire archéologique prescrit par la DRAC	Suites à donner à définir à l'issue du diagnostic
	<i>Cadre urbain</i>	Bien que les projets à l'Est impactent peu le PN7, à l'horizon 2025, l'étude de circulation projette une saturation du PN7 à 500 véhicules/jour/sens à cette échéance. Le nouveau quartier offrira des modes de transports différenciés combinés aux liaisons douces, qui multiplieront les pratiques de déplacements.	Contrôle des conditions de circulation Organisation de campagnes de comptage routier

8.2 SUIVI EN PHASE TRAVAUX

Les modalités de suivi de ces mesures relèvent du management environnemental du chantier qui sera assuré par le Maître d'Ouvrage et des missions d'assistance envisagées pour assurer le suivi environnemental des travaux et la protection de la sécurité et de la santé des ouvriers. Par ailleurs, certains points particuliers feront l'objet d'un suivi de la part des services de l'Etat (Police de l'Eau ou Préfecture). Le suivi environnemental du chantier s'appuiera sur le respect des engagements pris et de la réglementation existante.

Ces dispositions concernent :

- **La mise en place d'une charte chantier propre, la gestion des déchets** : L'engagement de la collectivité et/ou de son futur concessionnaire en termes de chantier respectueux de l'environnement se traduira par la mise en œuvre d'une Charte Chantier Vert reprenant notamment les différents aspects visant à encadrer la réalisation des travaux de manière à :
 - limiter les risques de contamination des milieux,
 - organiser la gestion des déchets,
 - utiliser des matériaux d'origine locale et réutiliser au maximum des déblais sur site,
 - réaliser les terrassements en période où les sols ne sont pas totalement secs et réaliser les bassins tampons dès le début des travaux
 - délimiter clairement l'emprise du chantier,
- **Gestion des conditions de circulation** : Une signalisation claire et lisible sera mise en place pour assurer de bonnes conditions de desserte et de déplacement des usagers dans le secteur pendant le chantier
- **La mise en place d'un suivi environnemental de chantier** qui consiste en la participation d'un ingénieur écologue à la phase de préparation des travaux ainsi qu'à la phase chantier afin de s'assurer que les aspects environnementaux soient bien considérés. Cette mission peut se traduire par :
 - La participation à l'élaboration du cahier des charges pour les entreprises ;
 - La validation des mesures mises en œuvre (en particulier l'adaptation de la périodicité des travaux), et la proposition des modifications en cours de travaux qui pourraient s'avérer nécessaires ;
 - La localisation des éléments à enjeux écologiques (espèces protégées, habitats d'espèces protégées, etc.) à travers notamment de la cartographie précise (1/1000 à 1/5000) des habitats d'espèces animales ou végétales identifiés comme patrimoniaux ;
 - La formation et la sensibilisation du personnel responsable du chantier aux précautions à prendre, avec remise d'un document d'information destiné à tous les intervenants ;
 - La vérification de la bonne conduite des travaux vis-à-vis des exigences environnementales, et la vérification de la prise en compte des mesures arrêtées dans l'étude d'impact et reprises dans l'arrêté d'autorisation des travaux ;
 - La présence aux réunions de chantier pour un suivi à pied d'œuvre du bon déroulement des travaux et le cas échéant de pouvoir réagir en cas d'imprévu.

9. ESTIMATION DU COUT DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Sont indiquées ci-dessous, les estimations des coûts concernant les principales mesures prévues pour l'insertion du projet dans l'environnement :

Postes	Coûts prévisionnels
Aménagements paysagers et visant au renforcement des haies et à la création de boisements	530 000 €HT
Mesures de gestion des eaux pluviales : bassins	115 000 €HT
Mesures de gestion des eaux pluviales : noues	115 000 €HT
Mesures de gestion des eaux pluviales : canal	240 000 €HT
Bois habité	435 000 €HT
Parc urbain	755 000 €HT
Parc agricole urbain	330 000 €HT
Assistance d'un écologue pour la rédaction des cahiers des charges et durant la phase travaux	2 500 €HT
Total	2 522 500 €HT

Certaines mesures en faveur de l'environnement sont difficilement quantifiables et ne sont donc pas mentionnées dans le tableau. Il s'agit essentiellement de la prise en compte systématique et permanente de l'environnement à chaque étape du projet.

10. ANALYSE DES METHODES UTILISEES ET DIFFICULTES RENCONTREES

La connaissance du site et de son environnement est basée sur un ensemble de données collectées auprès des détenteurs de l'information à partir :

- d'un recueil bibliographique composé d'études et de documents divers,
- d'une consultation de divers organismes ou de leur site Internet : administrations publiques, collectivités, associations, concessionnaires...

Les études pré opérationnelles réalisées par ARCHIPOLE Urbanisme et Architecture et Yannis LE QUINTREC architecte paysagiste :

- Aménagement d'une zone commerciale à vocation alimentaire et d'une zone d'habitat :
 - Diagnostic et Orientations de projet, Novembre 2012
 - Synthèse, décembre 2013
- Etudes préalables phase 1 : Diagnostic novembre 2014

avaient pour but de valider la faisabilité technique et opérationnelle de l'opération et de cerner les contours du montage pré-opérationnel : équilibre financier, contraintes techniques, validation du programme et du parti pris urbain et paysager, procédure réglementaire, planification dans le temps.

Cette première analyse de données a été complétée par des reconnaissances de terrain, l'analyse de divers documents et la prise de contact avec différents interlocuteurs pour compléter la connaissance et la compréhension du site.

10.1 ETAT INITIAL

Les principales sources de données et de connaissance du site utilisées sont indiquées ci-dessous, par thème :

Climat/Energie

Météo France : Données 1971-2000 de la Rennes aéroport, la plus proche du secteur d'étude
Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables réalisée par Polenn

Relief

- carte IGN 1/25 000 (Géoportail)
- Relevés topographiques du site (Etude de paysagère et ECR Environnement)

Géologie, hydrogéologie

- BRGM : Carte géologique 1/50 000, carte des remontées de nappe et BSS
- Géorisque

Eaux superficielles

- Banque HYDRO
- SDAGE Loire-Bretagne, SAGE Vilaine

Cadre biologique

- inventaire Zones humides du PLU
- Inventaire Faune Flore réalisé en 2014-2015 par Philippe Fouillet Consultant
- DREAL Bretagne
- SCoT du Pays de Rennes

Paysage et patrimoine

- Reconnaissances sur le site : analyse paysagère, photo
- Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Bretagne
- PLU de Betton

Documents cadres de l'urbanisme

- Plan Local d'Urbanisme
- Schéma de Cohérence Territoriale du Pays de Rennes
- Plan de Déplacements Urbains
- Programme Local de l'Habitat
- Plan Communal de Déplacements

Données socio-économiques et humaines

Démographie, logements / Activités économiques / Equipements publics

- Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE)
- Agence d'Urbanisme et de Développement Economique du Pays de Rennes (AUDIAR)
- Ville de Betton
- Etude de circulation déplacements sur le secteur est de Betton réalisée par Egis

Réseaux et gestion des déchets :

Diagnostic technique ECR Environnement novembre 2014

Nuisances

Bruit : PLU carte des servitudes, Etude acoustique

Air : Association Air Breizh – rapport d'activités

Risques

- Banques de données BASOL et BASIAS
- Préfecture et DDTM d'Ille et Vilaine

10.2 ESTIMATION DES IMPACTS

L'évaluation des impacts a été réalisée sur la base de l'analyse de l'état actuel de l'environnement dans lequel s'insère le projet et à partir des éléments de description du projet fournis par le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre de l'opération.

Elle est établie à l'échelle du site et de son environnement, plus ou moins éloigné, en fonction des thématiques environnementales.

Le principe de proportionnalité a été appliqué, à savoir que le contenu de l'étude d'impact est en relation avec les enjeux environnementaux et socio-économiques propres au site étudié, à la taille et à la nature de du projet.

Dans le cas présent, compte tenu de la nature de l'activité, de la taille du projet, du faible intérêt du site en matière de biodiversité et de la **conception du projet dans un soucis environnemental affirmé**, la conduite d'expertises supplémentaires, de modélisations sur une composante précise de l'environnement (le bruit par exemple) n'a pas été jugée nécessaire.

Annexes :

Annexe 1 : Délibération du 24 mai 2014 portant sur le lancement des études préalables et les modalités de concertation de la ZAC

Annexe 2 : Etude acoustique

Annexe 3 : Inventaire Faunistique et Floristique

Annexe 4 : Etude de circulation déplacements sur le secteur Est de Betton

Annexe 5 : Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

Annexe 1 :

**Délibération du 24 mai 2014 portant sur le lancement des études préalables
et les modalités de concertation de la ZAC**

DEPARTEMENT D'ILLE-ET-VILAINE - COMMUNE DE BETTON

Extrait du registre des délibérations du conseil municipal

CONSEIL MUNICIPAL DU 21 MAI 2014

Convocation en date du 14 mai 2014

Séance ordinaire présidée par Michel GAUTIER, Maire.

ETAIENT PRESENTS

M. GAUTIER, L. BESSERVE, F. TIROT, C. BROLON, M. DOUDARD, A. MOISAN, F. BROCHAIN, T. ANNEIX, C. PIRON, MP. LEGENDRE, adjoints,
R. PIEL, C. DANLOS, N. PIEL, B. ROHON, conseillers délégués,
M. LE GENTIL, L. TYMEN, G. GROSSET-PROULHAC, S. ROUANET, D. FARGEAUD-ESCOFIER, G. PICHOFF, B. TANCRAI, C. LE GUELLEC, L. ALLIAUME, N. LUCAS, J. RENAULT, L. FAROUJ, P. DESHAYES, C. COUDRAIS, R. CORBEILLE, J. MEYER

ABSENTS EXCUSES

D. CONSTANTIN, JL. VAULEON, S. CHERIF

PROCURATIONS

JL. VAULEON à G. GROSSET-PROULHAC

SECRETAIRE

B. TANCRAI

14-86 URBANISATION DU SECTEUR DE LA PLESSE/LA CHAUFFETERIE : LANCEMENT D'UNE PROCEDURE DE CREATION DE LA ZAC : DEFINITION DES OBJECTIFS DE L'OPERATION, DES MODALITES DE CONCERTATION DU PUBLIC ET LANCEMENT DE LA CONSULTATION D'UNE EQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

(délibération inscrite à l'ordre du jour)

Séparé en deux par le Canal et l'Ille, le territoire communal s'est organisé depuis l'origine de part et d'autre. Jusque dans les années 60, les deux pôles Est et Ouest fonctionnaient presque comme deux entités autonomes. Dans les années 60-70, le développement communal s'amorce avec l'aménagement de zones résidentielles construites au sud des centres anciens. Il se poursuit dans les années 80 avec la restructuration et l'extension du centre bourg et le développement de zones d'activités en limite urbaine marquant les entrées de ville.

Dans les années 90, l'ouest de la commune connaît un développement résidentiel important dans la continuité de l'urbanisation existante. Ces dernières années, ont été réalisés :

- le Domaine des Mézières et le Domaine du Trégor aujourd'hui achevés (construction de 260 logements),
- le secteur de Pont Brand aussi achevé (construction de 320 logements),
- le Trieux (construction de 98 logements collectifs),
- la Basse Renaudais (9 ha environ), ce lotissement de 220 logements est en voie d'achèvement, une extension de l'opération est en cours de réalisation (35 logements),
- le lotissement de la Basse Robinais prévoit la construction de 85 logements sur les années 2013-2015,
- la ZAC de la Renaudais créée en avril 2011 marque l'achèvement de l'urbanisation de partie Ouest de la commune avec la construction de 360 logements sur les années 2013-2017.
- La Forge, opération de renouvellement urbain de 115 logements, est à l'étude.

Aujourd'hui, la commune souhaite s'étendre de manière maîtrisée sur la partie Est de son territoire, tout en réalisant en parallèle des opérations de renouvellement urbain dans l'existant (secteur commercial du Trégor, zone de la Motte d'Ille) afin d'économiser ses espaces agro-naturels. L'urbanisation à l'Est permettra ainsi de rééquilibrer la commune en termes de démographie.

Afin d'assurer le relais de ces opérations d'urbanisme et surtout de répondre à une demande toujours importante de logements sur la commune, il convient aujourd'hui de s'interroger sur l'urbanisation du secteur de la Plesse et de la Chauffeterie dans son prolongement avec l'existant.

En vue d'établir un schéma d'aménagement global cohérent et de permettre le financement des équipements publics, des études préalables à la création d'une ZAC seront ainsi engagées sur un périmètre essentiellement non bâti d'environ 21 hectares qui s'étend entre la voie ferrée (à l'Ouest) et la déviation à l'Est.

Il convient dès lors, en application de l'article L 300-2 du Code de l'Urbanisme, préalablement à cette création de ZAC, de délibérer sur les objectifs poursuivis par ce projet et les modalités d'une concertation qui associera pendant toute la durée d'élaboration du projet les habitants, les associations, et les autres personnes concernées.

Ainsi, la forte volonté politique d'urbaniser ce secteur repose sur les objectifs suivants :

- Réaliser une zone à vocation principale d'habitat en continuité du bâti existant et dans le cadre d'un aménagement durable à proximité du pôle d'échanges de la Gare,

- Implanter, en cœur d'opération, une surface commerciale alimentaire de 3 000 m² maximum couplée à une station-service,
- Répondre aux objectifs de densité du SCoT,
- Remplir les objectifs qualitatifs et quantitatifs du PLH arrêté le 20 février 2014 par la production de logements diversifiés assurant une mixité urbaine et une mixité sociale, et mettant en œuvre les nouvelles formes urbaines,
- Réaliser une voie urbaine structurante de ce nouveau quartier depuis le rond-point d'entrée de ville vers le Nord du secteur et, éventuellement l'Ouest,
- Desservir la zone par le réseau de transports en commun,
- Aménager une entrée de ville depuis la déviation,
- Mettre en œuvre un maillage dense pour les circulations piétonnes et cycles en lien avec les quartiers existants, vers le pôle gare et le centre ainsi que vers les secteurs agro-naturels de l'Est de la commune,
- Restructurer, en conséquence, les voies urbaines périphériques à ce secteur,
- Faciliter les déplacements Est-Ouest notamment, en assurant un franchissement souterrain de la voie ferrée,
- Protéger et renforcer le patrimoine naturel du site par le maintien et la confortation des haies remarquables existantes,
- Réaliser un aménagement urbain et paysager assurant un cadre de vie de qualité,
- Intégrer les préoccupations environnementales, notamment dans le domaine de l'énergie.

Il apparaît en conséquence utile de définir les modalités de concertation suivantes :

- la réunion de la commission Cadre de Vie,
- la parution d'articles dans le Betton Infos,
- la mise à disposition du dossier d'études avec ouverture d'un registre sur lequel tout intéressé pourra formuler ses observations et ce pendant un mois,
- la mise à disposition du dossier d'études sur le site internet de la commune,
- l'organisation de réunions publiques,
- la permanence des élus.

Les dates seront définies ultérieurement par arrêté municipal.

Afin de concrétiser ce projet d'aménagement, des études doivent être entreprises. Une équipe pluridisciplinaire composée, sous forme d'allotissement, d'un urbaniste, d'un paysagiste, d'un bureau d'études VRD spécialisé en ingénierie de l'aménagement, d'un environnementaliste, d'un géomètre et d'un économiste de l'aménagement, sera ainsi constituée afin d'analyser les contraintes et les besoins, les enjeux et la faisabilité technique, juridique et financière de l'opération.

Ces études aboutiront à l'établissement du dossier de concertation préalable et du dossier de création.

En effet, une fois la ZAC créée, il s'agira de réaliser des études pré-opérationnelles en vue de la confection du dossier de réalisation qui déterminera le programme des équipements publics, le programme global de construction et les modalités prévisionnels de financement de l'opération.

Après en avoir délibéré, le Conseil Municipal décide de:

- **APPROUVER** le lancement d'une procédure de ZAC sur le secteur de la Plesse-La Chauffeterie et les études qui s'ensuivent,
- **ARRETER** les objectifs sus énoncés,
- **ARRETER** les modalités de concertation sus décrites,
- **LANCER** une consultation pour désigner une équipe pluridisciplinaire composée, sous forme d'allotissement, d'un urbaniste, d'un paysagiste, d'un bureau d'études VRD spécialisé en ingénierie de l'aménagement, d'un environnementaliste, d'un géomètre et d'un économiste de l'aménagement,

AUTORISER Monsieur le Maire à signer toutes les pièces relatives à ce dossier.

Mise aux voix, la délibération est adoptée à l'unanimité. Accusé de réception - Ministère de l'Intérieur

035-213500242-20140521-CM-14-86-DE

Accusé certifié exécutoire

Réception par le préfet : 23/05/2014

Le Maire,
Michel GAUTIER.



Annexe 2 :

Etude acoustique

ILE DE FRANCE - Siège social
60 rue du Faubourg Poissonnière
75010 PARIS
01.43.14.29.01
info@alhyange.com

BRETAGNE
14 rue du Rouz
29900 CONCARNEAU
02.98.90.48.15
bzh@alhyange.com

GRAND OUEST
31 rue de la Tour d'Auvergne
44200 NANTES
09.72.26.07.07
grandouest@alhyange.com

SUD-EST
102 rue Masséna
69006 LYON
04.82.53.89.69
pacara@alhyange.com

CENTRE LOIRE
12 rue du Docteur Fournier
37000 TOURS
02.45.47.10.40
touraine@alhyange.com

RUSSIE
FroAlhyangeKonsalting ooo
21 Lokomotivny pr. Of. 118
MOSCOU
+7.495.48.23.712
info@alhyange.ru

www.alhyange.fr



AMENAGEMENT DE ZAC

LA PLESSE ET LA CHAUFFETERIE BETTON (35)

DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE

SITUATION INITIALE

BUREAU D'ETUDES

ECR Environnement
2 Boulevard Jean Monnet
56260 LARMOR-PLAGE

REDACTION : Cédric RAMAUGE
VERIFICATION : Sylvain DEVAUX
APPROBATION : Caroline DERNY

REFERENCE : AL 14/18437
INDICE : 1
DATE : 18/01/2016

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	4
2.1. Textes réglementaires.....	4
2.2. Normes	4
2.3. Résumé des principaux textes réglementaires.....	5
3. PRESENTATION DU SITE ET DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	10
3.1. Description du site et des points de mesures	10
3.2. Conditions de mesure	11
3.3. Résultats de la mesure	12
4. ANALYSE ET INTERPRETATION REGLEMENTAIRE.....	14
4.1. Bruit routier : arrêté du 5 mai 1995	14
4.2. Seuils de bruit maxi et isolement de façade	15
4.3. Isolement de façade pour les futurs bâtiments du projet	16
4.4. Bruit de voisinage : Décret du 31 août 2006	17
5. CONCLUSION	18
6. ANNEXES.....	19
6.1. Fiche de mesure dans l'environnement.....	20
6.2. Niveaux et critère de bruit résiduel par bandes d'octaves.....	24
6.3. Conditions météorologiques	25
6.4. Matériel Utilisé	26
6.5. Notions Acoustiques	27

1. OBJET

Dans le cadre des études d'impact du projet d'aménagement de la ZAC de La Plesse et La Chauffeterie à Betton (35), l'objet de l'étude acoustique est de permettre à l'aménageur d'avoir une connaissance des nuisances sonores existantes et futures et les critères de bruit réglementaires en découlant.

A noter que la ZAC se situe dans un secteur entre la voie express D175 et la voie ferrée, dont le classement sonore de chacune est de catégorie 3.

La présente mission acoustique concerne la situation initiale, et se décompose en plusieurs étapes :

- Caractérisation du paysage sonore préexistant par une campagne de mesure acoustique : 4 points de mesure longue durée,
- Analyse et interprétation réglementaire.

L'objet de ce rapport de diagnostic est de présenter la campagne de mesure acoustique réalisée sur site, et les critères sonores réglementaires.



2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1. Textes réglementaires

La réglementation acoustique applicable dans le cadre du projet d'aménagement est la suivante :

- **Code de l'environnement** par l'article L 571-92 complété par ses textes d'application soit les articles R571-44 à R571-523 relatifs à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres,
- **Décret n°95-21 et 95-22 du 9 janvier 1995** relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le Code de l'urbanisme et le Code de la construction et de l'habitation.
- **Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996** relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.
- **Arrêté du 5 mai 1995** relatif au bruit des infrastructures routières.
- **Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006** relatif à la lutte contre les bruits de voisinage

Les principaux textes sont résumés ci-après.

2.2. Normes

Les normes applicables sont les suivantes :

- **Norme NF S 31-110** « Acoustique - Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation » de novembre 2005 ;
- **Norme NF S 31-085** « Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier - Spécifications générales de mesurage » de novembre 2002 ;
- **Norme NF S 31-010** « Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit dans l'environnement - Méthodes particulières de mesurage » de décembre 1996 ;

2.3. Résumé des principaux textes réglementaires

Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières

Les niveaux maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle sont fixés aux valeurs suivantes :

- **Infrastructure nouvelle**

L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995 fixe les niveaux admissibles en façade de bâtiment pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle, telle que mentionnée à l'article 4 du décret 95-22 du 09-01-95, aux valeurs précisées dans le tableau ci-dessous.

Usage et nature des locaux	LAeq ⁽²⁾ Diurne (6h-22h)	LAeq ⁽²⁾ Nocturne (22h-6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A) ⁽¹⁾	55 dB(A)
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

Nota :

⁽¹⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à **57 dB(A)**.

⁽²⁾ Les niveaux sonores LAeq indiqués sont les niveaux à 2 mètres en avant de la façade des bâtiments, fenêtres fermées.

Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant mesuré avant la construction de la voie nouvelle est inférieure à 65 dB(A) en période diurne et inférieur à 60 dB(A) en période nocturne.

Dans le cas où une zone respecte le critère d'ambiance modérée seulement pour la période nocturne, c'est le niveau sonore maximal de 55 dB(A) qui s'applique à cette période.

- **Voie existante**

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution sonore avant travaux est inférieure aux valeurs fixées dans le tableau précédent, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux.
- **Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.**

L'article 3 de l'arrêté du 5 mai 1995 définit les objectifs suivants pour le cas de transformation d'une route (pour une augmentation de la contribution sonore de l'infrastructure d'au moins 2 dB(A) à terme) en période diurne (6h - 22h), aux valeurs suivantes (pour la période nocturne, les valeurs sont diminuées de 5 dB(A)) :

Nature de locaux	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation) ⁽¹⁾	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 60 dB(A)	< 65 dB(A)	60 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)	< 65 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
> 65 dB(A)	≥ 65 dB(A)	65 dB(A)	
Bureaux	Indifférent	< 65 dB(A)	65 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	Aucune obligation
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salle de soins et de repos des malades	≤ 60 dB(A)	Indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	≤ 60 dB(A)	Indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)

Nota :

- ⁽¹⁾ Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site **toutes sources sonores confondues**, y compris la route dans son état initial.

- **Isolement de façade**

« Article 4 - Dans les cas nécessitant un traitement du bâti mentionnés à l'article 5 du décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, l'isolement acoustique contre les bruits extérieurs D_{nAt} vis-à-vis du spectre routier défini dans les normes en vigueur [exprimé par l'indice $D_{nT,A,tr}$ depuis la NRA], exprimé en dB(A), sera tel que :

$$D_{nAt} \geq L_{Aeq} - Obj + 25$$

L_{Aeq} : Contribution sonore de l'infrastructure définie à l'article 1^{er}

Obj : contribution sonore maximale admissible

[...] l'isolement résultant ne devra pas être inférieur à 30 dB(A). »

Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif au classement des infrastructures de transports

Les objectifs d'isolation acoustique de façade sont déterminés soit par la méthode forfaitaire soit par la méthode in-situ.

- Méthode forfaitaire

La méthode forfaitaire permet de définir l'objectif à respecter en fonction du classement sonore des infrastructures (cat 1 à 5) et de la configuration du site (distance, orientation, obstacle).

En tissu ouvert ou en rue en U, la valeur de l'isolation acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,tr}$ minimal des pièces est donnée dans le tableau ci-dessous par catégorie d'infrastructure :

Distance (m)	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250
	à 10	à 15	à 20	à 25	à 30	à 40	à 50	à 65	à 80	à 100	à 125	à 160	à 200	à 250	à 300
Cat 1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
Cat 2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	
Cat 3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30					
Cat 4	35	33	32	31	30										
Cat 5	30														

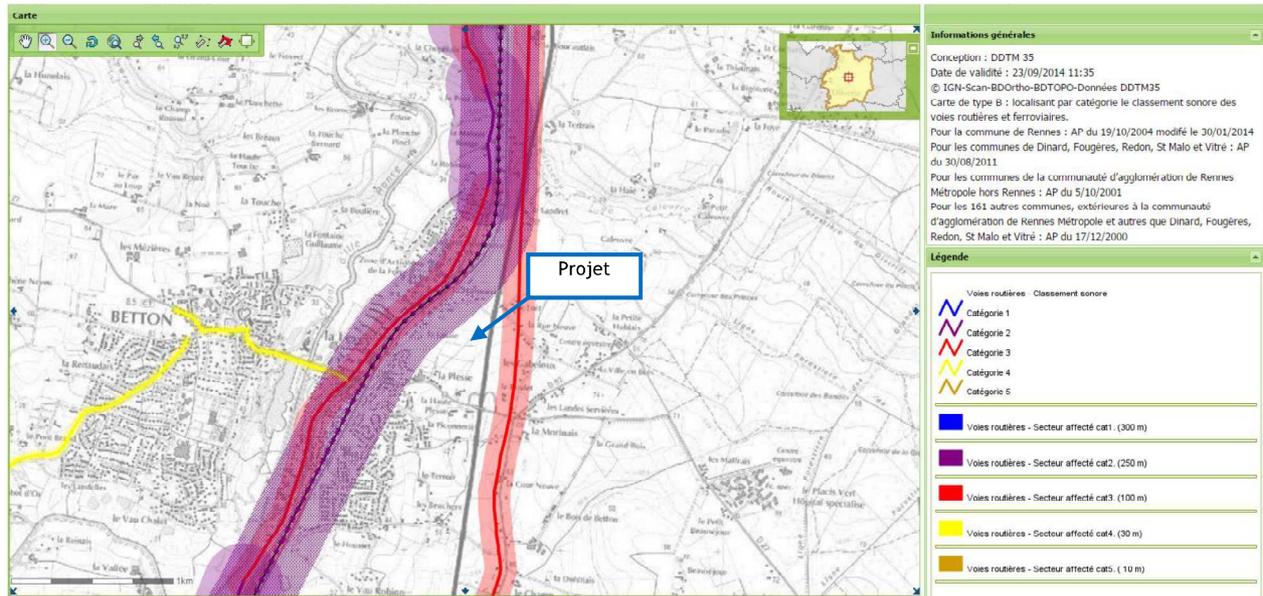
Nota :

- A diminuer selon la valeur de l'angle α sous lequel est vue l'infrastructure depuis le milieu de la façade de l'angle considéré (orientation du bâtiment et présence d'obstacles entre l'infrastructure et la façade) cf. suite
- A diminuer si présence d'une protection acoustique le long de l'infrastructure (écran acoustique ou merlon)
- Les valeurs du tableau tiennent compte de l'influence de conditions météorologiques standards.

Protection des façades du bâtiment considéré par des bâtiments

Angle de vue α	correction
$\alpha > 135^\circ$	0 dB
$110^\circ < \alpha \leq 135^\circ$	-1 dB
$90^\circ < \alpha \leq 110^\circ$	-2 dB
$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	-3 dB
$30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	-4 dB
$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	-5 dB
$0^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	-6 dB
$\alpha = 0^\circ$ (façade arrière)	-9 dB

Le classement sonore des voies bruyantes autour du projet sont visibles sur la carte suivante.



- Classement sonore de la D175 : catégorie 3
- Classement sonore de la rue du Mont Saint Michel : catégorie 3
- Classement sonore de la voie ferrée : catégorie 2

Décret n° 2006-1099 du 31 Août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage

Ce texte limite l'émergence admissible du niveau sonore ambiant (comprenant le bruit perturbateur) sur le niveau sonore résiduel, en période diurne (7h - 22h) et nocturne (22h - 7h).

Émergence globale

Période considérée	Période diurne (7h-22h)	Période nocturne (22h-7h)
Émergence maximale autorisée	+5 dB(A)	+3 dB(A)

Les valeurs maximales de l'émergence globale sont à pondérer en fonction de la durée d'apparition du bruit perturbateur :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
$T \leq 1$ minute	+6
1 minute < $T \leq 5$ minutes	+5
5 minutes < $T \leq 20$ minutes	+4
20 minutes < $T \leq 2$ heures	+3
2 heures < $T \leq 4$ heures	+2
4 heures < $T \leq 8$ heures	+1
8 heures > T	+0

Émergence spectrale

L'émergence spectrale est définie comme la différence entre le niveau sonore ambiant (comprenant le bruit perturbateur) et le niveau sonore résiduel dans chaque bande d'octave.

Bande d'octave	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Émergence maximale autorisée	+7 dB	+7 dB	+5 dB	+5 dB	+5 dB	+5 dB

Cas particulier

Les émergences globales et spectrales ne sont recherchées que lorsque le niveau bruit ambiant comportant le bruit particulier est :

- Supérieur à 25 dB(A) si la mesure est effectuée à l'intérieur d'un logement d'habitation
- Supérieur à 30 dB(A) si la mesure est effectuée à l'extérieur.

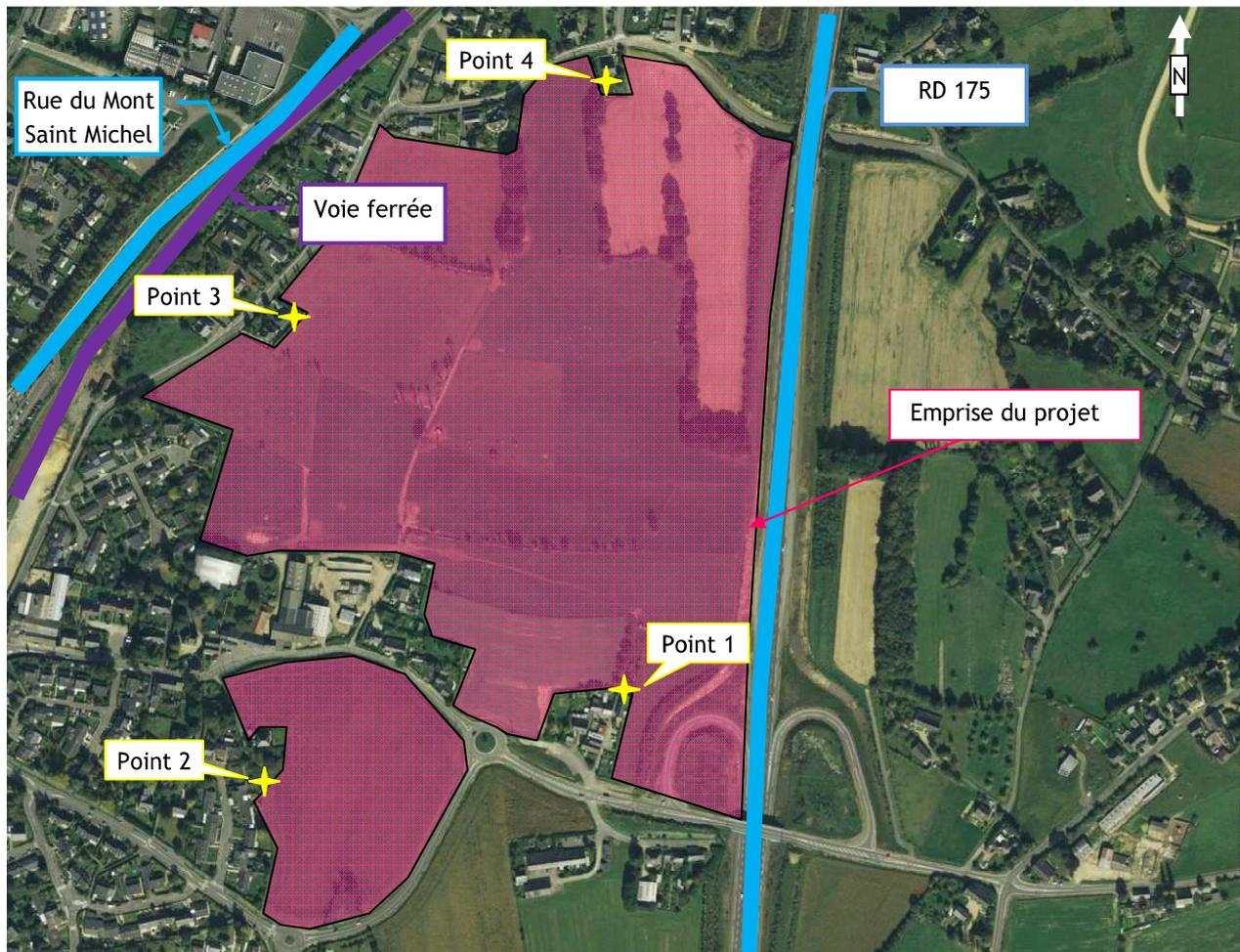
L'arrêté préfectoral du 10 juillet 2000, relatif aux bruits de voisinage pour le département d'Ile et Vilaine (35), confirme, à l'article 3, que [L'émergence, telle que définie dans les dispositions de l'article R.48-4 du Code de la Santé Publique (décret n° 95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage) est prise en compte pour l'appréciation d'une infraction lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré comportant le bruit particulier est égal ou supérieur à 30 dB(A)].

3. PRESENTATION DU SITE ET DE LA CAMPAGNE DE MESURE

3.1. Description du site et des points de mesures

Afin de caractériser l'ambiance sonore existante, une campagne de mesure acoustique a été réalisée en 4 points de mesure, et sur une durée de 24 heures, afin d'intégrer l'ensemble des périodes réglementaires nocturne (22h-7h) et diurne (7h-22h).

La vue aérienne ci-dessous précise l'implantation des points de mesure :



Les sources de bruit actuelles caractérisant le paysage sonore, et recensées par notre opérateur le jour de la campagne de mesure, sont les suivantes :

- Le bruit de la circulation routière, sur la RD175 et sur les dessertes locales ;
- Le bruit de la végétation et des activités du voisinage.

A noter que l'impact de la voie ferrée n'a pas été ressenti par notre opérateur lors de l'installation des points de mesure. De plus, aucun passage de train significatif n'a été observé sur les chronogrammes des mesures aux points les plus proches.

3.2. Conditions de mesure

- **Norme de mesure**

Les mesures ont été effectuées suivant la Norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » et la norme NF S 31-085 « Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier ».

- **Matériel utilisé et paramètres de réglage**

Les sonomètres utilisés ont été étalonnés en laboratoire depuis moins d'un an, calibrés avant chaque campagne de mesure et étaient conformes à la norme NFS 31-009 (NF EN 60804) relative aux sonomètres intégrateurs.

La liste du matériel utilisé est détaillée en annexe.

Les réglages du sonomètre étaient les suivants :

- Niveau sonore moyen Leq
- Durée d'intégration d'1 seconde
- Mesure par bande d'octave de 63 Hz à 8 kHz

- **Dates de la mesure**

La mesure a été réalisée du 22 au 23 janvier 2015.

La mesure a eu lieu en dehors des périodes de vacances scolaires, du jeudi au vendredi, l'activité sonore routière et urbaine est donc supposée représentative de la situation habituelle.

- **Conditions météorologiques**

Les conditions météorologiques sont conformes aux conditions de la norme de mesure. Elles sont détaillées en annexes.

- **Périodes d'analyse et indicateurs retenus**

Les indices de bruit routier correspondent aux LAeq mesurés sur les périodes jour et nuit complètes : LAeq 6h-22h et LAeq 22h-6h. Ces indices caractérisent la « dose de bruit » reçue sur l'ensemble de la période diurne et de la période nocturne. L'heure de pointe la plus bruyante est également analysée.

Les critères de bruit résiduel (réglementation Bruit de voisinage et ICPE) sont retenus sur des périodes représentatives calmes du jour et de la nuit.

Le tableau ci-dessous présente les tranches horaires sélectionnées pour caractériser les critères de niveau de bruit résiduel des périodes diurne et nocturne :

Période	Horaires	Description
Diurne	13h à 15h	Période diurne calme et représentative
Nocturne	01h à 03h	Période nocturne calme et représentative

Ces tranches horaires sont sélectionnées d'après l'analyse de l'évolution des niveaux sonores heure par heure sur l'ensemble de la période de mesure pour chaque point (données en annexe).

3.3. Résultats de la mesure

Les indices de bruit routier correspondant aux LAeq mesurés sur les périodes jour et nuit complètes sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Point	Niveaux sonores en dB(A) - Indicateurs de bruit routier		
	LAeq jour 6h-22h	LAeq nuit 22h-6h	LAeq « heure de pointe » 8h-9h
Point 1	47.5	39.5	51.0
Point 2	44.5	36.0	49.0
Point 3	45.0	36.0	48.5
Point 4	46.0	39.0	51.5

Les résultats des niveaux sonores L_{Aeq} , L90 et L50 mesurés pour les périodes nocturne et diurne les plus calmes sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Période	Point de mesure	Niveaux sonores résiduel en dB(A)		
		L90	L50	LAeq
Jour (13h-15h)	Point 1	36.5	39.0	41.0
	Point 2	33.0	35.5	39.0
	Point 3	32.5	36.0	39.5
	Point 4	35.0	38.0	40.5
Nuit (1h-3h)	Point 1	28.0	31.5	35.0
	Point 2	26.5	30.0	33.0
	Point 3	27.0	29.5	33.5
	Point 4	28.0	31.0	38.0

Les indices fractiles LX correspondent au niveau de pression acoustique pondéré A dépassé pendant X% de l'intervalle de temps considéré- Les L90 et L50 (niveaux sonores dépassés pendant 90 et 50% du temps de mesure) sont les plus utilisés pour caractériser une ambiance sonore en supprimant de l'analyse les événements ponctuels non représentatifs.

Le LAeq est le niveau sonore moyen pendant la mesures, prenant en compte tous les événements ponctuels (passages de voiture, aboiements de chien...).

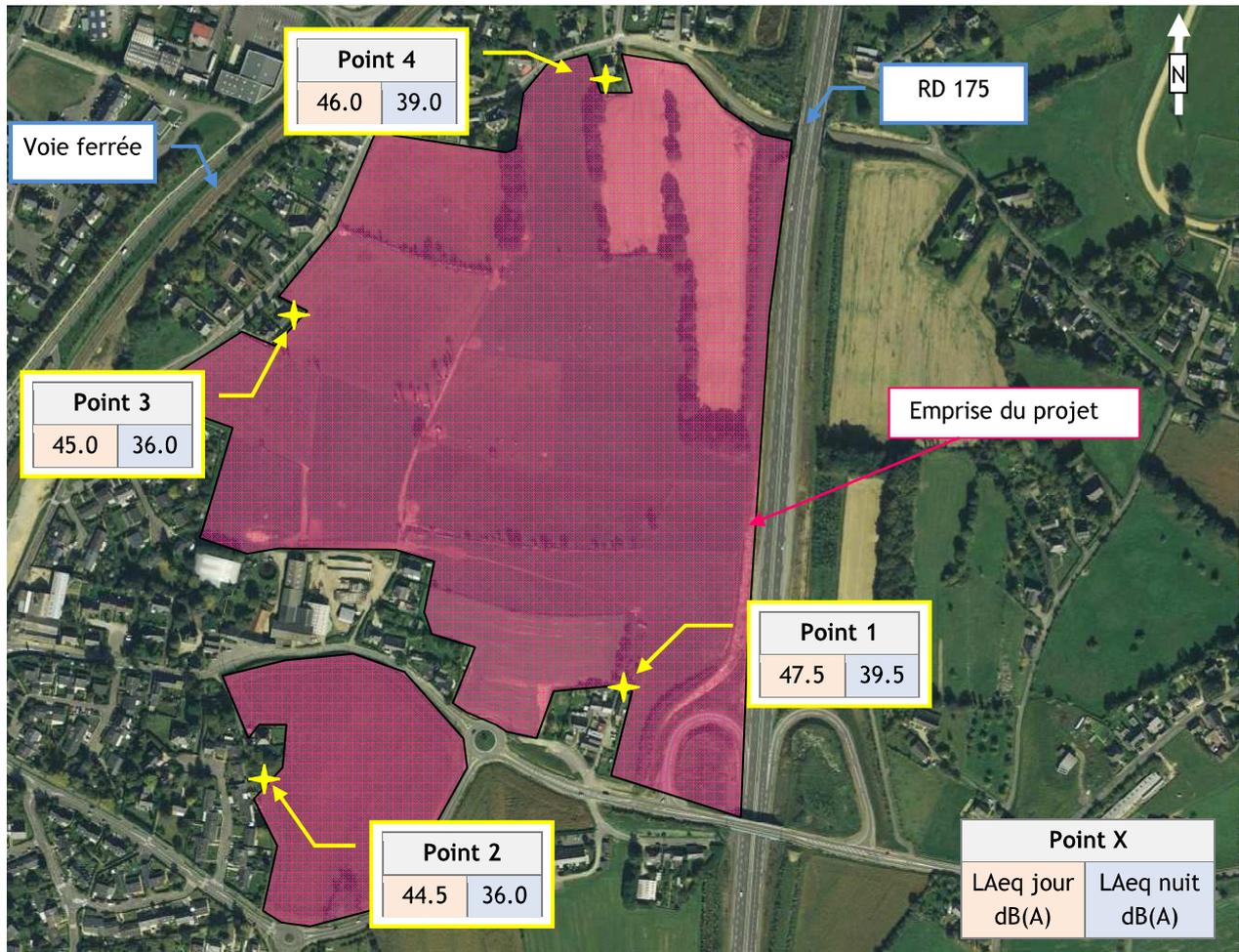
Nota :

- Toutes les valeurs de niveaux sonores présentées sont arrondies au ½ dB(A) près
- L'ensemble des résultats de la mesure est reporté en Annexe
- Pour la détermination du critère de niveau de bruit résiduel, le niveau retenu est l'indice L50 (niveau sonore dépassé pendant 50 % du temps de mesure) afin de s'affranchir des perturbations sonores ponctuelles non représentatives du bruit de fond et notamment celles issues des pics d'énergie par exemple liés au trafic routier et représente les demies-heures les plus calmes conformément au cahier des charges du maître d'ouvrage.

4. ANALYSE ET INTERPRETATION REGLEMENTAIRE

4.1. Bruit routier : arrêté du 5 mai 1995

La carte et le tableau suivants présentent les résultats des niveaux sonores mesurés (période 6h-22h) et nuit (période 22h-6h) en dB(A).



Niveaux sonore mesurés	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
L _{Aeq} diurne (6h - 22h)	47.5 dB(A)	44.5 dB(A)	45.0 dB(A)	46.0 dB(A)
L _{Aeq} nocturne (22h - 6h)	39.5 dB(A)	36.0 dB(A)	36.0 dB(A)	39.0 dB(A)
Critère de zone (Arrêté 5 mai 1995)	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>	<u>Zone modérée</u>

Rappel critères : L_{Aeq} jour < 65 dB(A) et L_{Aeq} nuit < 60 dB(A) = Zone modérée.

4.2. Seuils de bruit maxi et isolement de façade

- Voie nouvelle

Les seuils de bruit maxi pour les voies nouvelles sont précisés ci-dessous :

Usage et nature des locaux initialement	Contribution maximale de l'infrastructure après travaux en dB(A)	
	L _{Aeq} 6h-22h	L _{Aeq} 22h-6h
<u>Etablissement de santé, de soins, et d'action sociale</u> Zone modérée Zone non modérée	60 65	55 60
<u>Etablissement d'enseignement</u> (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs) Zone modérée Zone non modérée	60 65	-
<u>Logements</u> Zone modérée Zone non modérée	60 65	55 60
Locaux à usage de bureaux	65	-

- Voie existante

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante (augmentation de la contribution sonore de l'infrastructure d'au moins 2 dB(A) à terme), le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution sonore avant travaux est inférieure aux valeurs fixées dans le tableau précédent, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux.
- Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

- Isolement de façade logements existants uniquement

En cas de dépassement des contributions maximales, une précaution à mettre en œuvre peut être de s'assurer que les isollements de façades des logements existants respectent la contrainte suivante :

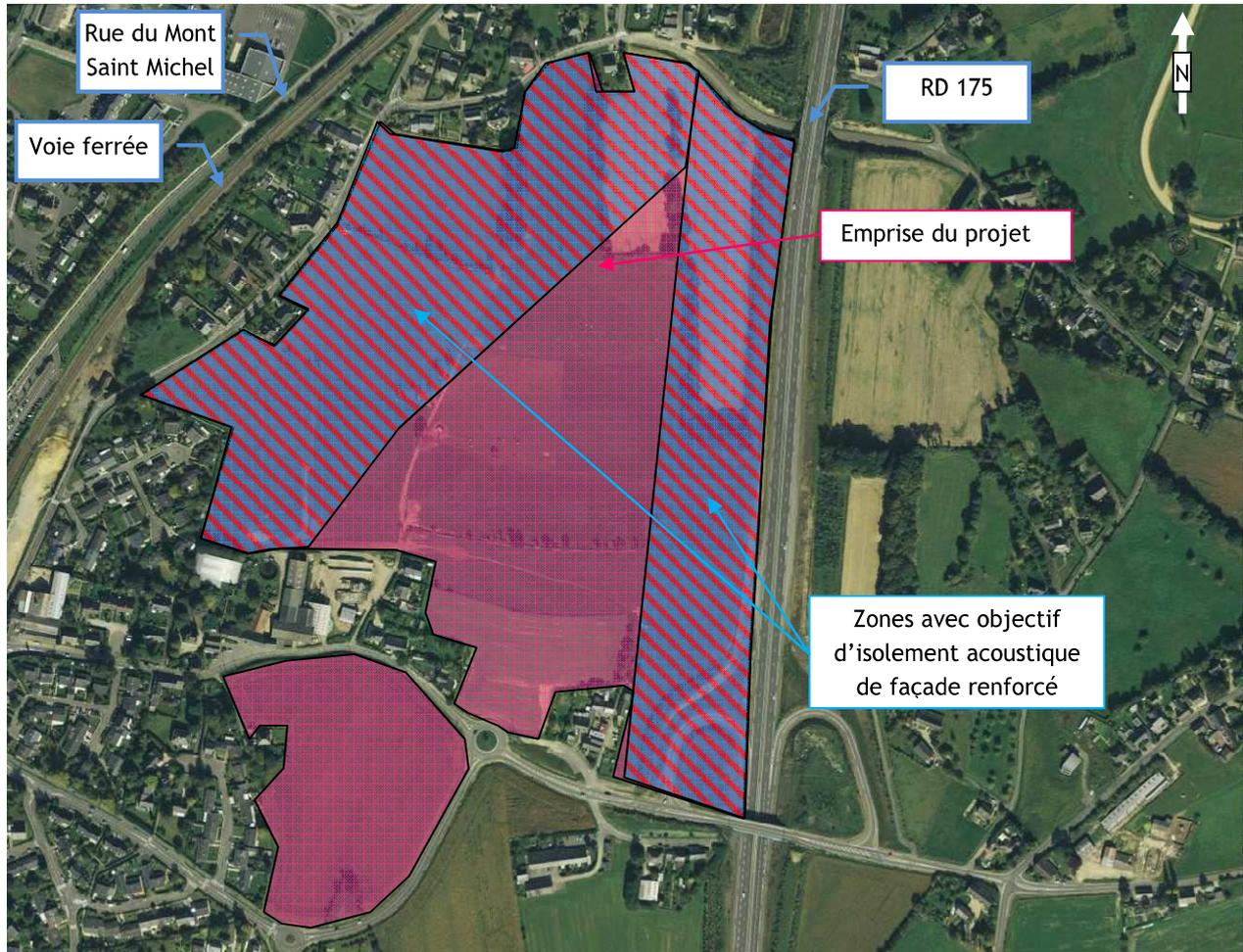
$$D_{nT,A,tr} \geq L_{Aeq} - Obj + 25$$

L_{Aeq} : Contribution sonore de l'infrastructure définie à l'article 1^{er}

Obj : contribution sonore maximale admissible

4.3. Isolement de façade pour les futurs bâtiments du projet

L'image ci-dessous présente les zones dans lesquelles les futurs bâtiments sensibles du projet seront soumis à des objectifs d'isolation de façade renforcés (logements, bâtiments d'enseignement, de santé...) :



L'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,Tr}$ minimal des pièces est donnée dans le tableau ci-dessous par catégorie d'infrastructure :

Distance (m)	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250
	à 10	à 15	à 20	à 25	à 30	à 40	à 50	à 65	à 80	à 100	à 125	à 160	à 200	à 250	à 300
Cat 2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	
Cat 3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30					

Nota :

- La valeur d'isolement acoustique minimal ci-dessous est à pondérer en fonction de l'exposition du bâtiment à la voie. Celle-ci pourra être diminuée selon le masquage du bâtiment par des obstacles (autres bâtiments ou merlons), et par rapport à l'angle d'exposition de la façade à la voie (façades latérales, façades arrières...).
- Les objectifs d'isolement de façade pour les bâtiments du projet côté Ouest devront prendre en compte la double exposition à la voie ferrée, et à la rue du Mont Saint Michel.

4.4. Bruit de voisinage : Décret du 31 août 2006

Les critères de niveaux de bruit résiduel sont définis, au niveau des points de mesure, en se basant sur les périodes de faible fréquentation routière. On considèrera l'indice L₅₀ pour les périodes diurne et nocturne (des résultats plus complets sont présentés en annexes).

Les niveaux sonores résiduels mesurés pourront être utilisés par la MO et les MOE, dans le cadre du respect du décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinages, cela dans le cas d'installations d'équipements techniques au sein du projet.

La carte suivante présente les résultats des mesures L₅₀ jour et nuit en dB(A).

Période	Critère de Niveau sonore résiduel global L ₅₀ en dB(A)			
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
Période diurne (13h - 15h)	39.0 dB(A)	35.5 dB(A)	36.0 dB(A)	38.0 dB(A)
Période nocturne (01h - 03h)	31.5 dB(A)	30.0 dB(A)	29.5 dB(A)	31.0 dB(A)

Commentaires :

Les niveaux de bruit résiduel mesurés sont essentiellement dus au trafic routier et à l'activité urbaine continue, aussi bien en période diurne que nocturne, notamment pour les points de mesure les plus proches de la RD 175.

5. CONCLUSION

Dans la cadre des études d'impact du projet d'aménagement de la ZAC de La Plesse et La Chauffeterie à Betton, l'objet de l'étude acoustique est de permettre à l'aménageur d'avoir une connaissance des nuisances sonores existantes et futures et les critères de bruit réglementaire en découlant.

Une campagne de mesure acoustique a donc été réalisée en janvier 2015 en 4 points sur une longue durée : ce diagnostic a permis de caractériser le paysage sonore préexistant.

Les conclusions de ce diagnostic acoustique :

- Les voies de transport terrestre suivantes ont un classement sonore qui impacte la ZAC :
 - o Classement sonore de la D175 : catégorie 3
 - o Classement sonore de la rue du Mont Saint Michel : catégorie 3
 - o Classement sonore de la voie ferrée : catégorie 2

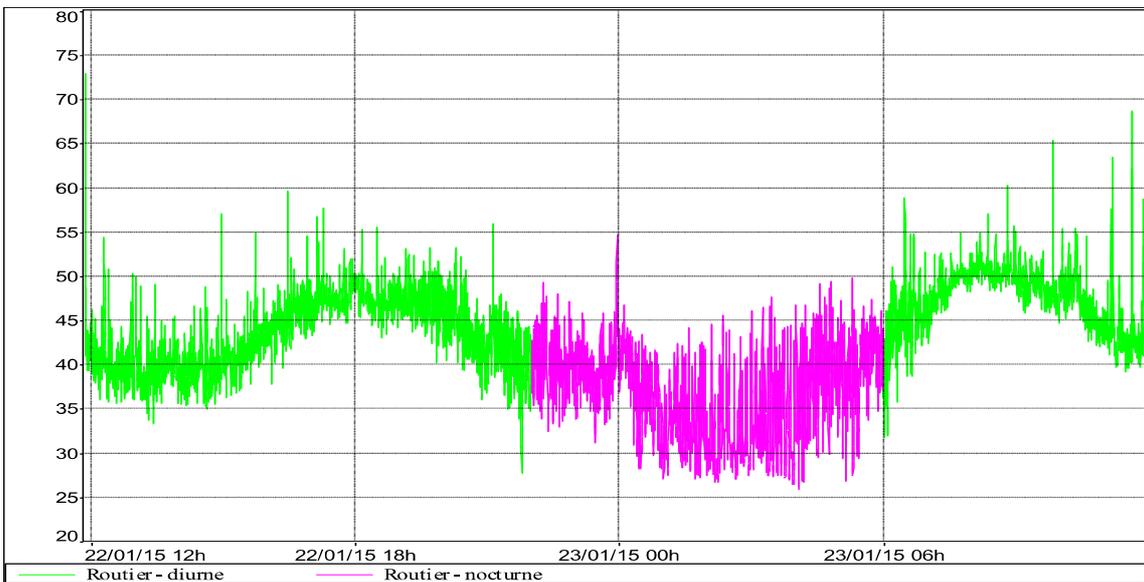
Les isollements de façade des bâtiments sensibles (logements, établissement d'enseignement ou de soin...) qui pourraient être construits sur les zones impactés devront en tenir compte.

- L'impact des sources de bruit existantes (principalement les axes routiers) sur la zone étudiée est caractérisé et représente la situation initiale.
- Le projet est considéré, au sens de l'arrêté du 5 mai 1995, en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.
- Les niveaux sonores résiduels mesurés pourront être utilisés en vue du dimensionnement d'éventuels équipements techniques bruyants dans le cadre du respect du décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinages et de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à l'impact sonore des ICPE.

6. ANNEXES

- FICHE DE MESURE DANS L'ENVIRONNEMENT
- NIVEAUX ET CRITERE DE BRUIT RESIDUEL PAR BANDES D'OCTAVES
- CONDITIONS METEOROLOGIQUES
- MATERIEL UTILISE
- NOTIONS ACOUSTIQUES

6.1. Fiche de mesure dans l'environnement

<h1>Point 1</h1>	<p style="text-align: right;">Date : 22/23 janvier 2015</p> <p style="text-align: right;">Température : 0 à 10°C</p> <p style="text-align: right;">Ciel : dégagé</p> <p style="text-align: right;">Précipitations : nulles</p> <p style="text-align: right;">Hauteur : 1,5m</p>																																																																																										
<h2>Bruit routier</h2>																																																																																											
<p><u>Localisation :</u></p> 	<p><u>Photographie :</u></p> 																																																																																										
<p><u>Evolution du niveau sonore :</u></p> 																																																																																											
<p><u>Tableau des résultats :</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Fichier</td> <td colspan="8">P1 - SIP - routier</td> </tr> <tr> <td>Lieu</td> <td colspan="8">#1</td> </tr> <tr> <td>Type de données</td> <td colspan="8">Leq</td> </tr> <tr> <td>Pondération</td> <td colspan="8">A</td> </tr> <tr> <td>Début</td> <td colspan="8">22/01/15 11:52:11</td> </tr> <tr> <td>Fin</td> <td colspan="8">23/01/15 11:54:57</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Leq particulier</td> <td>Lmin</td> <td>Lmax</td> <td>L90</td> <td>L50</td> <td>L10</td> <td>L5</td> <td>Durée cumulée</td> </tr> <tr> <td>Source</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>dB</td> <td>h:min:s</td> </tr> <tr> <td>Routier - diurne</td> <td>47.3</td> <td>27.0</td> <td>81.6</td> <td>38.5</td> <td>45.1</td> <td>49.9</td> <td>51.0</td> <td>16:02:56</td> </tr> <tr> <td>Routier - nocturne</td> <td>39.5</td> <td>25.1</td> <td>56.9</td> <td>29.1</td> <td>36.8</td> <td>43.1</td> <td>44.5</td> <td>07:59:50</td> </tr> </table>	Fichier	P1 - SIP - routier								Lieu	#1								Type de données	Leq								Pondération	A								Début	22/01/15 11:52:11								Fin	23/01/15 11:54:57									Leq particulier	Lmin	Lmax	L90	L50	L10	L5	Durée cumulée	Source	dB	h:min:s	Routier - diurne	47.3	27.0	81.6	38.5	45.1	49.9	51.0	16:02:56	Routier - nocturne	39.5	25.1	56.9	29.1	36.8	43.1	44.5	07:59:50	<p><u>Commentaires :</u></p> <p>Principales sources sonores :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circulation sur la D175 - Circulations sur dessertes locales - Activités du voisinage 						
Fichier	P1 - SIP - routier																																																																																										
Lieu	#1																																																																																										
Type de données	Leq																																																																																										
Pondération	A																																																																																										
Début	22/01/15 11:52:11																																																																																										
Fin	23/01/15 11:54:57																																																																																										
	Leq particulier	Lmin	Lmax	L90	L50	L10	L5	Durée cumulée																																																																																			
Source	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	h:min:s																																																																																			
Routier - diurne	47.3	27.0	81.6	38.5	45.1	49.9	51.0	16:02:56																																																																																			
Routier - nocturne	39.5	25.1	56.9	29.1	36.8	43.1	44.5	07:59:50																																																																																			

Point 2

Bruit routier

Date : 22/23 janvier 2015
 Température : 0 à 10°C
 Ciel : dégagé
 Précipitations : nulles
 Hauteur : 1,5m

Localisation :



Photographie :



Evolution du niveau sonore :

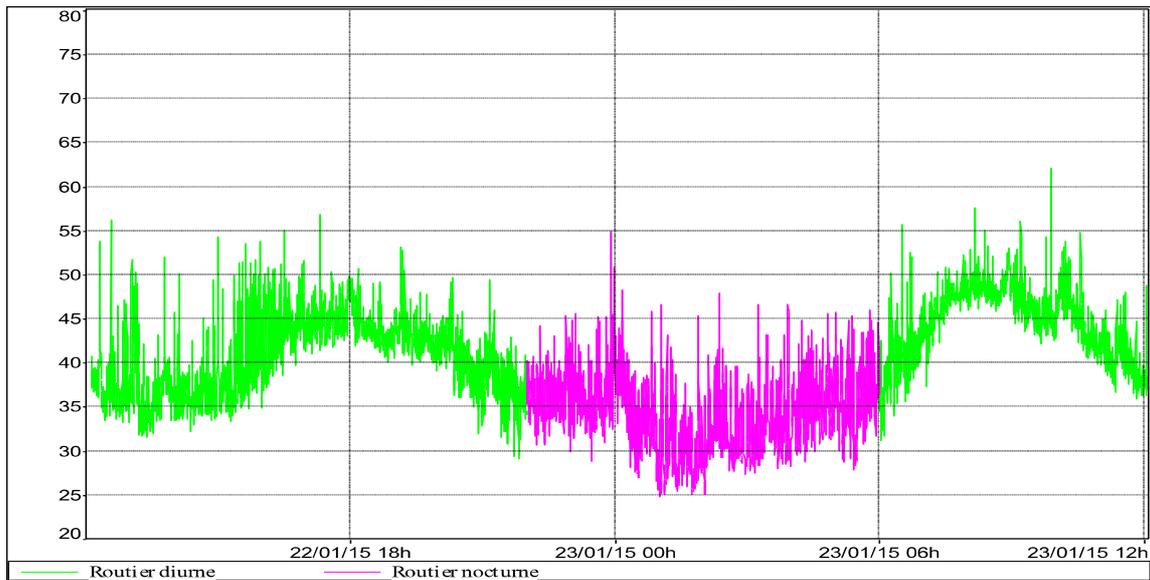


Tableau des résultats :

Fichier	P2 - DUO 10280 - routier							
Lieu	ALHYANGE280							
Type de donnée	Leq							
Pondération	A							
Début	22/01/15 12:03:42							
Fin	23/01/15 12:03:55							
	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	Durée cumulée h:min:s
Routier diurne	44.4	28.3	71.5	35.2	41.9	47.9	49.1	15:55:15
Routier nocturne	36.2	24.1	64.8	28.6	33.5	39.3	41.0	07:59:58

Commentaires :

- Principales sources sonores :
- Circulation sur la D175
 - Circulations sur dessertes locales
 - Activités du voisinage

Point 3

Bruit routier

Date : 22/23 janvier 2015
 Température : 0 à 10°C
 Ciel : dégagé
 Précipitations : nulles
 Hauteur : 1,5m

Localisation :



Photographie :



Evolution du niveau sonore :

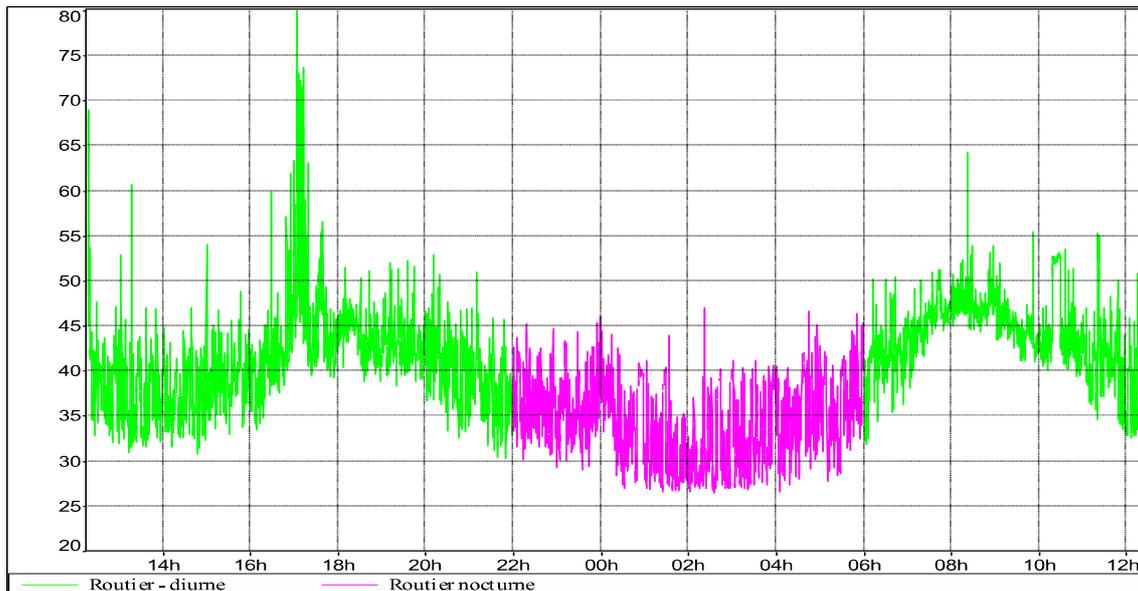


Tableau des résultats :

Fichier	P3 - DUO 10853 - routier							
Lieu	ALHYANGE853							
Type de donnée	Leq							
Pondération	A							
Début	22/01/15 12:17:30							
Fin	23/01/15 12:16:36							
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	Durée cumulée h:min:s
Routier - diurne	50.7	29.3	88.3	34.8	41.5	47.2	49.3	15:59:16
Routier nocturne	36.0	26.2	54.9	27.9	33.6	39.6	40.6	07:59:50

Commentaires :

- Principales sources sonores :
- Circulation sur la D175
 - Circulations sur dessertes locales
 - Activités du voisinage

Point 4

Bruit routier

Date : 22/23 janvier 2015
 Température : 0 à 10°C
 Ciel : dégagé
 Précipitations : nulles
 Hauteur : 1,5m

Localisation :



Photographie :



Evolution du niveau sonore :

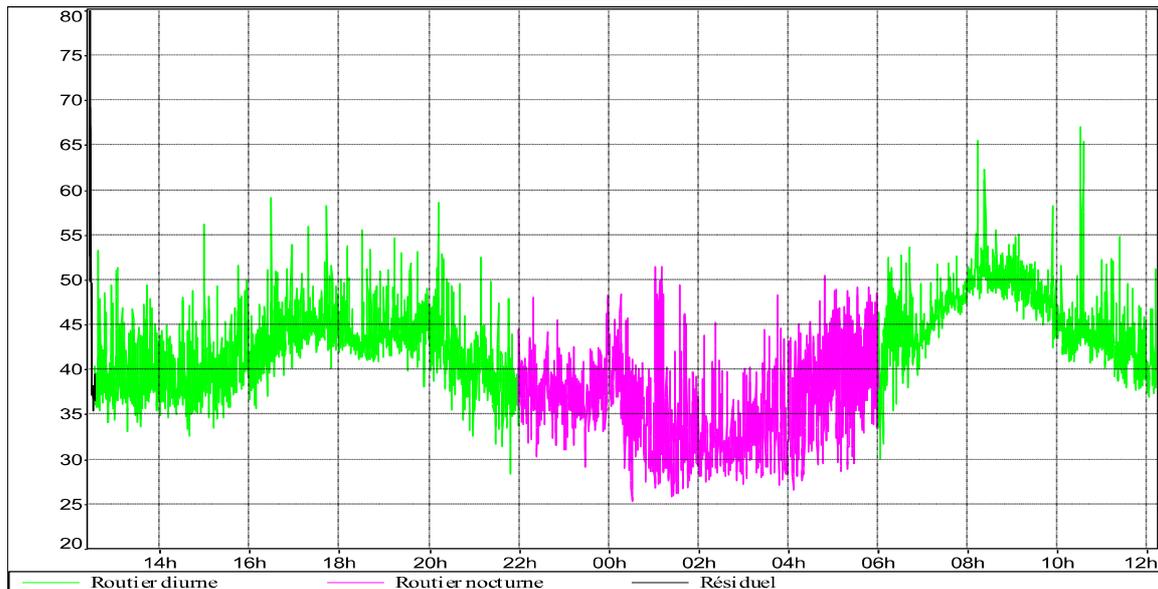


Tableau des résultats :

Fichier	P4 - DUO 10 - routier							
Lieu	10-DUO #10460							
Type de donnée	Leq							
Pondération	A							
Début	22/01/15 12:25:57							
Fin	23/01/15 12:11:58							
	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	Durée cumulée h:min:s
Source	46.0	27.6	74.9	37.1	42.9	49.2	50.6	15:38:13
Routier diurne	46.0	27.6	74.9	37.1	42.9	49.2	50.6	15:38:13
Routier nocturne	38.9	24.8	60.0	29.1	35.3	41.6	44.0	07:59:55

Commentaires :

Principales sources sonores :

- Circulation sur la D175
- Circulations sur dessertes locales
- Activités du voisinage

6.2. Niveaux et critère de bruit résiduel par bandes d'octaves

- Point 1 :

Niveau sonore résiduel L ₅₀	Niveaux sonores par bandes d'octave en dB (arrondis à 0.5 dB)								Niveau sonore global en dB(A)
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
Période diurne 13h-15h	53.5	46.5	36.5	30.5	34.5	30.5	19.5	13.0	39.0
Période nocturne 1h-3h	39.0	33.5	27.0	30.0	27.5	18.5	11.0	12.0	31.5

- Point 2 :

Niveau sonore résiduel L ₅₀	Niveaux sonores par bandes d'octave en dB (arrondis à 0.5 dB)								Niveau sonore global en dB(A)
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
Période diurne 13h-15h	51.5	41.0	32.0	30.5	31.0	25.5	17.5	12.5	35.5
Période nocturne 1h-3h	37.5	32.0	29.5	28.5	25.5	15.5	11.5	11.5	30.0

- Point 3 :

Niveau sonore résiduel L ₅₀	Niveaux sonores par bandes d'octave en dB (arrondis à 0.5 dB)								Niveau sonore global en dB(A)
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
Période diurne 13h-15h	49.0	40.5	32.0	30.5	30.5	25.5	15.5	12.0	36.0
Période nocturne 1h-3h	38.5	29.5	26.0	26.0	25.0	19.0	13.0	12.0	29.5

- Point 4 :

Niveau sonore résiduel L ₅₀	Niveaux sonores par bandes d'octave en dB (arrondis à 0.5 dB)								Niveau sonore global en dB(A)
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
Période diurne 13h-15h	51.0	44.0	34.0	31.5	34.0	28.5	20.0	14.5	38.0
Période nocturne 1h-3h	38.5	34.0	25.0	29.0	27.0	17.5	11.0	11.0	31.0

6.3. Conditions météorologiques

Distance émetteur/récepteur

En dessous de 40 m, les conditions météorologiques ont une influence négligeable sur les niveaux sonores.

Tableau de définition de l'influence des conditions météorologiques

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

U1 : vent fort ($3 < v < 5$ m/s) - contraire au sens source - récepteur	T1 : jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
U2 : vent moyen ($1 < v < 3$ m/s) - contraire au sens source - récepteur ou vent fort peu contraire	T2 : idem T1 mais au moins une condition non vérifiée
U3 : vent nul ou vent quelconque de travers	T3 : lever ou couché du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant	T4 : nuit et (nuageux ou vent)
U5 : vent fort portant	T5 : nuit et ciel dégagé et vent faible
--	Etat météorologique Conduisant à une très forte atténuation du niveau sonore
-	Etat météorologique Conduisant à une forte atténuation du niveau sonore
Z	Etat météorologique nuls ou négligeables
+	Etat météorologique Conduisant à renforcement faible du niveau sonore
++	Etat météorologique Conduisant à renforcement moyen du niveau sonore

Conditions météorologiques rencontrées pendant les périodes d'analyses

- Surface du sol : sèche
- Couverture nuageuse : nulle
- Vent : vent nul à moyen secteur Nord-est
- Température : 0 à 15°C

Influence des conditions météorologiques pendant les périodes d'analyses

- o Période diurne : U3-T2 (forte atténuation du niveau sonore)
- o Période nocturne : U3-T5 (renforcement faible du niveau sonore)

6.4. Matériel Utilisé

	Matériel	ID	N° Série	Préamplificateur	Microphone	Dernier étalonnage
	Sonomètre SIP	2	10629	981120	1153	19/02/2014
X	Sonomètre DUO	11	10461	-	141231	15/10/2014
X	Sonomètre DUO	12	10462	-	141232	15/10/2014
X	Sonomètre DUO	13	10463	-	141233	15/10/2014
X	Calibreur CAL 21	1 / 2 / 5	35072584	-	-	08/10/2013

	Logiciel	Version	Description
X	dBTrait	5.4	Analyses des mesures acoustiques dans l'environnement
	dBbati	5.2	Mesures et analyses acoustiques dans le bâtiment
	dBTrig	5.2	Mesures acoustiques et vibratoires dans l'environnement et le bâtiment
	dBFA suite	4.9	Mesures et analyses vibratoires
	dBLexd	6.0.0.10	Analyses des mesures acoustiques aux postes de travail

6.5. Notions Acoustiques

Le son c'est d'abord la sensation sonore, composante de son environnement naturel perçu.

Le son, ou vibration acoustique, est un mouvement des particules d'un milieu élastique de part et d'autre d'une position d'équilibre. Ces mouvements de particules entraînent une variation locale de pression. Cette variation se transmet de proche en proche et permet à la vibration acoustique de se propager.

On parle d'onde acoustique : les analogies avec une onde lumineuse ou une onde radio sont nombreuses.

Spectre

Comme pour la lumière, la propagation acoustique dépend de la fréquence, qui s'exprime en hertz (Hz).

Pour la lumière, la fréquence est associée à la couleur ; dans le cas du son, la fréquence est liée à la hauteur : un son grave aura une fréquence faible, un son aigu une fréquence élevée.

L'oreille humaine perçoit des niveaux de pression sonore compris entre 20 Hz et 20 000 Hz.

Un son est généralement composé de l'association d'un très grand nombre de fréquences, qui forme le spectre du son. Dans la pratique, on caractérise le bruit par un ensemble réduit de valeurs, et on découpe le domaine des fréquences en bandes d'octaves ou de tiers d'octaves.

Pondération

Afin de mieux rendre plus intelligible un phénomène sonore, il est possible d'utiliser des filtres ou pondérations.

Trois pondérations fréquentielles sont utilisées, appelées A B ou C.

En pratique, on utilise le plus souvent la pondération A, car elle donne des résultats en bon accord avec la gêne ressentie par l'oreille humaine. Elle donne une importance réduite aux basses fréquences ainsi qu'aux très hautes fréquences.

L_p : niveau de pression sonore

La pression acoustique est une variation de pression dans un fluide, entre son état au repos et son état au passage de l'onde acoustique. Elle s'exprime en Pascals (Pa).

La plage de variations de pression étant extrêmement large, l'utilisation d'un indicateur de type logarithmique est nécessaire. Le niveau L en décibels d'une pression acoustique P, est défini comme:

$$L_p = 20 \log\left(\frac{P}{p_{ref}}\right) \quad p_{ref} : \text{pression de référence } p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

L'unité de mesure pour L_p est le décibel (dB ou dB(A) dans le cas d'utilisation de la pondération A).

Le L_p dépend de la distance de la source au récepteur et des conditions de propagation. Il est généralement exprimé en dB par bande de fréquence (octave ou tiers d'octave) et en dB(A) pour le niveau global. Le L_p est mesurable avec un sonomètre.

Lorsqu'on s'intéresse au L_p sur un intervalle de temps assez long, différents indicateurs sont utilisés pour rendre compte d'un phénomène sonore en particulier :

Niveau sonore LAeq

Le LAeq est le niveau sonore moyen équivalent pondéré A, mesuré sur un intervalle donné. Cet indicateur tient compte de tous les événements sonores de la mesure et pondère leur importance en fonction de leur temps d'apparition.

Indices Fractiles LX

Niveau de pression acoustique pondéré A dépassé pendant X% de l'intervalle de temps considéré- Les L90 et L50 (niveaux sonores dépassés pendant 90 et 50% du temps) sont les plus utilisés pour caractériser une ambiance sonore en supprimant de l'analyse les événements ponctuels non représentatifs.

Bruit résiduel

C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence de bruit particulier considéré comme perturbateur. Il est généralement pris comme état initial d'un emplacement de mesure, en l'absence de sources sonore.

Bruit ambiant

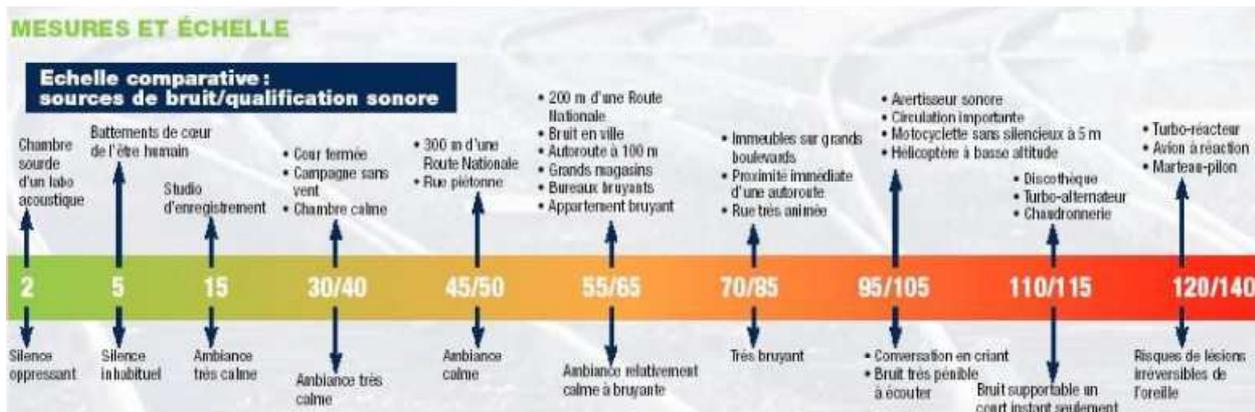
Niveau de pression acoustique considéré avec l'ensemble des sources sonores étudiées, ou mesuré.

Emergence

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Elle est définie comme la différence arithmétique du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Echelle comparative de niveaux sonores

L'échelle ci-dessous est donnée à titre indicatif afin de mieux se rendre compte des niveaux sonores présentés.



Annexe 3 :

Inventaire Faunistique et Floristique

Secteur urbanisable de la Plesse et de la
Chauffeterie (Betton, Ille-et-Vilaine).
Réalisation des études préalables et de
création de ZAC. Analyse de la biodiversité
du site : état initial, impacts, mesures
d'évitement et de réduction d'impacts.

Décembre 2015



Secteur urbanisable de la Plesse et de la Chauffeterie
(Betton, Ille-et-Vilaine).
Réalisation des études préalables et de création de ZAC.
Analyse de la biodiversité du site : état initial, impacts,
mesures d'évitement et de réduction d'impacts.

Décembre 2015

Sommaire

1. Méthodes d'étude de la biodiversité.	1
1.1. Analyse de la flore et des habitats naturels.	1
1.2. Étude de la faune.....	2
2. Relation du site avec les aires protégées voisines et la trame verte et bleue.	6
3. Analyse de la flore et des habitats naturels.	9
3.1. Analyse de la flore.....	9
3.2. Analyse des habitats.....	24
4. Analyse de la faune du site	26
4.1. Les mammifères.....	26
4.2. L'avifaune.	27
4.3. Les reptiles et les batraciens.....	31
4.4. Les insectes et les autres invertébrés.	32
5. Synthèse des enjeux et sensibilités floristique et faunistiques du site	40
6. Analyse des impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la conservation de la biodiversité locale.	42
7. Présentation des mesures d'évitement et de réduction d'impacts.	43
7.1. Mesures d'évitement d'impacts	43
7.2. Mesures de réduction d'impacts.	46
7.3. Suivis et prescriptions de conseils de gestion écologique des espaces verts.	49

Secteur urbanisable de la Plesse et de la Chauffeterie (Betton, Ille-et-Vilaine). Réalisation des études préalables et de création de ZAC.

Analyse de la biodiversité du site : état initial, impacts, mesures d'évitement et de réduction d'impacts.

Fouillet Philippe - Études Faunistiques et Écologiques – Décembre 2015

1. Méthodes d'étude de la biodiversité.

La zone d'étude (voir Figure 1 et Figure 2 Figure 3) correspond à un ensemble de parcelles agricoles (pâtures et cultures) contenant des haies arborées ou arbustives et encadrées par des zones urbanisées de la ville de Betton (au sud, au nord et à l'ouest) et par la déviation de la Route départementale D 175 à l'est. La biodiversité de la zone a été étudiée entre le mois d'octobre 2014 et le mois de septembre 2015.

1.1. Analyse de la flore et des habitats naturels.

L'analyse de la flore correspond à la recherche systématique de toutes les espèces présentes sur la zone d'étude. L'étude a pris en compte toutes les espèces visibles successivement entre l'automne et l'été suivant (plantes vasculaires sauvages ou plantées en zones naturelles).

Les espèces ont été nommées et déterminées à partir de flores fiables (flore du Massif Armoricaïn¹, flores généralistes^{2 3 4 5} et flores anglaises spécialisées^{6 7}). Les niveaux de rareté des espèces présentes ont été appréciés à partir des données de l'Atlas de la Flore d'Ille-et-Vilaine⁸ et de celle d'un ouvrage de synthèse⁹ (listant les espèces protégées nationalement ou régionalement ou celles inscrites sur la liste rouge des plantes menacées du Massif Armoricaïn). L'étude implique la recherche, en priorité, des éventuelles populations d'espèces remarquables (patrimoniales) afin (si présentes) de les cartographier précisément et d'évaluer les états de conservation de leurs populations locales.

La liste exhaustive des plantes observées est présentée au niveau du Tableau 4 ; les espèces y sont listées par familles botaniques et en fonction des différentes parties de la zone d'étude (colonnes) et avec indication du statut régional des espèces (niveau de rareté et présence d'espèces invasives).

¹ ABBAYES, H. DES, CLAUSTRES G., CORILLION, R. & DUPONT, P., 1971. Flore et végétation du Massif Armoricaïn, Tome 1 : La flore vasculaire. P.U.B. Saint-Brieuc, 1226 pages.

² TISON J-M & et de FOUCAULT B. 2014. Flora Gallica. Flore de France. Société Botanique de France et Biotope Éditions, 1196 pages.

³ BLAMEY M. & GREY-WILSON C., 2003. La flore d'Europe occidentale. Flammarion éditeurs, 544 pages.

⁴ DANTON PH. & BAFFRAY M., 1995. Inventaire des plantes protégées de France. Nathan, Paris, 294 p.

⁵ JAUZEIN P., 2011. Flore des champs cultivés (2 ème édition). Éditions Quae éditeur, 898 p.

⁶ COPE T. & GRAY A., 2009. Grasses of the British Isles. B.S.B.I. Handbook N° 13, Paul Ashton editor, 608 pages.

⁷ POLAND J. & CLEMENT E., 2009. The vegetative key to the British flora. John Poland editor, 526 pages.

⁸ DIARD L., 2005. Atlas de la flore d'Ille-et-Vilaine - Flore vasculaire. Éditions Siloë, Nantes, Laval, 670 pages.

⁹ ANNEZO N., MAGNANON S. & MALENGREAU D., 1998. Bilan régional de la flore Bretonne. Édition Biotope, Mèze, 137 pages.

Les habitats naturels ou semi-naturels présents sont analysés selon le référentiel Européen « Corine Biotopes »¹⁰ et la version française de la typologie EUNIS¹¹.

1.2. Étude de la faune.

L'étude de la faune implique la recherche des espèces sauvages protégées, patrimoniales ou plus ou moins communes présentes sur les divers milieux constituant la zone d'étude. Cet inventaire de la faune implique l'utilisation de méthodes d'analyses diverses, adaptées aux particularités biologiques des différents groupes d'espèces :

- Étude des mammifères terrestres : étude par observations directes d'individus (espèces diurnes ou crépusculaires), recherche d'éventuels cadavres sur et autour du site ou recherche de toutes traces caractéristiques (crottes, empreintes, débris de nourriture, terriers, gîtes, pistes, coulées et autres indices).
- Étude des chauves-souris (chiroptères) : l'étude de ces espèces correspond, d'une part, à l'analyse des émissions ultrasonores des individus chassant sur la zone d'étude au crépuscule et en début de nuit. Ici il a été utilisé un détecteur Pettersson D 240x permettant l'enregistrement, en expansion de temps, des vocalisations pour des analyses sonores et graphiques ultérieures sur ordinateur¹². Ces prospections correspondent à la réalisation de parcours crépusculaires et nocturnes suivant les habitats les plus favorables à la chasse et au transit (haies arborées, lisières, zones humides). D'autre part, il est possible de rechercher d'éventuels gîtes dans les arbres favorables (creux ou avec cavités ou fissures) ou des bâtiments de la zone d'étude.
- **Étude de l'avifaune** (oiseaux) : L'analyse du peuplement nicheur du site correspond à la recherche des espèces présentes entre début mars et fin juillet dans les différents habitats par observations visuelles directes ou par écoute des chants de parade. Il est pris en compte divers indices prouvant la reproduction de manière possible, probable ou certaine (chants de parade réguliers, présences de couples, construction de nids, observation de nids ou de jeunes, transports de nourriture vers les nids, nourrissages de jeunes non volant, etc.. ; voir le Tableau 2 récapitulant les comportements pouvant être pris en compte et les indices associés et le Tableau 1 présentant la fiche de terrain utilisée).

Tableau 1 : **Détails de la fiche de terrain utilisée pour les points d'écoute et d'observation de l'avifaune.**

Station :	GPS :	Date :	Heure :	Météo :		
	Chanteur cantonné correspondant à un territoire de reproduction (1)	Autres preuves de reproduction : Cp P Ba A Be F J N (1)	Ind. isolé (0.5)	Cris (0.5)	Troupe (0.5)	Total
Espèce 1						
Espèce 2						

Légende : Cp : couple P : parade Ba : bâtisseur A : alarme Be : becquée F : groupe familiale J : juvénile N : nid observé. (1) : correspond à l'observation d'un couple nicheur différencié (multiplié par le nombre de couples détectables sur chaque zone) (0.5) : correspond à l'observation d'espèce sans preuve de nidification locale.

¹⁰ RAMEAU J-C., BISSARDON M & GUIBAL L., 1997. CORINE Biotopes : Version originale. Type d'habitats français. ENGREF Nancy et Atelier Technique des Espaces Naturels éditeurs, 175 pages.

¹¹ LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

¹² BARATAUD M., 2012. Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Collection inventaire & biodiversité, Biotopes, Muséum national d'histoire naturelle. 344 p.

Tableau 2 : Présentation des indices de nidifications pouvant être pris en compte.

Comportements	Probabilité de nidification	Indices
Niveau A		
	Simple présence	
Espèce observée en période de nidification.		A
Niveau B		
	Nidification possible	
Espèce observée en période de nidification dans un habitat favorable.		B 1
Chant (ou autre manifestation vocale associée à la reproduction) en période de reproduction.		B 2
Niveau C		
	Nidification probable	
Couple(s) dans un habitat favorable en période de reproduction.		C 3
Territoire permanent attesté par des comportements territoriaux à plusieurs dates en un lieu donné.		C 4
Parades ou vols nuptiaux, accouplements.		C 5
Visite d'un site de nid probable (cavité,...).		C 6
Adultes agités ou inquiets (alarme,...).		C 7
Plaque incubatrice (sur un oiseau tenu en mains).		C 8
Construction de nid (ou forage de cavité).		C 9
Niveau D		
	Nidification certaine	
Manœuvre de dissuasion ou de diversion (aile cassée).		D 10
Nid utilisé (ou coquilles).		D 11
Juvéniles récemment envolés (espèces nidicoles) ou en duvet (espèces nidifuges).		D 12
Adultes dans un site (y entrant ou en sortant) dans des conditions indiquant l'existence d'un nid occupé (cas des nids élevés ou en cavité dont le contenu ne peut être vu) ou adultes sur un nid couvant ou abritant des poussins.		D 13
Transport d'aliments pour les jeunes ou de sacs fécaux par des adultes.		D 14
Nid contenant des œufs.		D 15
Nid contenant des jeunes (vus ou entendus).		D 16

Tableau 3 : Présentation de la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) :

La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance a été élaborée et décrite par Blondel, Ferry et Frochet en 1970 (BLONDEL & al., 1970 ; BOUTELOUP et al., 2004 ; M.E.D.D. & ADEME, 2004 ; L.P.O., 2004 ; ANDRE, 2005). Cette méthode consiste, aux cours de deux sessions distinctes de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et / ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cris, mâle, femelle, couple...). Chaque individu ne devra être compté qu'une fois. Les observations effectuées sont conventionnellement traduites en couples nicheurs selon l'équivalence suivante : un oiseau vu ou entendu criant = 0,5 couples ; un mâle chantant ou paradant = 1 couple ; un oiseau bâtissant = 1 couple ; un groupe familial, un nid occupé, un nourrissage, une becquée = 1 couple.

À la fin de chaque session de dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples.

L'Indice Ponctuel d'Abondance s'obtient en ne conservant que la plus forte des 2 valeurs obtenues pour chaque espèce pour l'une ou l'autre des 2 sessions de dénombrement. Ainsi, si lors du premier comptage, 5 couples de Mésanges charbonnières ont été notés et 2.5 couples lors du second, l'IPA de cette espèce pour la station et l'année considérée sera égal à 5.

En pratique, le premier passage doit être réalisé entre le 25 mars et le 30 avril, le second entre le 8 mai et le 20 juin. Les observations doivent être réalisées très tôt le matin, dans les 3 à 4 heures après le lever du soleil et dans des conditions météorologiques favorables (proscrire froid, vent fort, forte pluie, brouillard).

Les éléments obtenus avec cette méthode ne donnent pas une représentation densitaire du peuplement en place mais plutôt un indice permettant des comparaisons ultérieures. Le peuplement enregistré est en effet déformé, les espèces aux chants discrets ne sont en effet contactées que sur quelques mètres ou dizaines de mètres alors que les espèces aux chants puissants (coucou par exemple) ou celles volant en hauteur peuvent être prises en compte sur de grandes distances (plusieurs centaines de mètres).

La comparaison des populations nicheuses des différents habitats et secteurs représentatifs du site d'étude a été effectuée en utilisant la méthode des I.P.A. ou Indices Ponctuels d'Abondance (voir encadré explicatif Tableau 3). Il a été défini huit stations d'observation sur le site (voir Tableau 5 et Figure 5) qui ont été analysées deux fois 20 minutes au cours de deux périodes matinales du printemps 2015 (en avril et en juin ; voir les dates et détails des stations dans le chapitre présentant l'avifaune du site). À chaque comptage il est noté toutes les espèces visibles ainsi que leurs indices de reproduction (voir la fiche de terrain utilisée Tableau 1) ce qui permet de caractériser le peuplement nicheur de chacune des zones et donc des différents habitats du site.

Ces observations ont été complétées par des prospections complémentaires sur l'ensemble du site et à d'autres moments de la journée (en particulier au crépuscule afin de mettre en évidence les éventuelles présences d'espèces nocturnes).

Les oiseaux ont aussi été répertoriés, sur le site, au cours de l'ensemble du cycle annuel, en particulier automne (octobre) et hiver (décembre et mars) afin d'analyser l'intérêt de la zone pour les espèces migratrices et hivernantes.

- Étude des Reptiles : étude par recherches visuelles des individus dans des zones favorables, en particulier le long de talus et haies bien exposés.
- Étude des Batraciens : étude par recherches visuelles des adultes sur tout le site et des éventuelles zones de reproduction au niveau des zones inondables (sur le site il y a juste quelques fossés temporairement en eau) ; les déplacements des individus, en particulier entre la zone d'étude et les éventuelles zones favorables environnantes sont aussi analysés si possible.
- Étude des Insectes protégés et patrimoniaux : étude en priorité, par recherches visuelles, des espèces protégées susceptibles de coloniser le site (ici uniquement des gros coléoptères saproxylophages liés aux vieux arbres) et prise en compte des représentants de différents groupes susceptibles de comprendre des espèces patrimoniales aux répartitions assez bien connues régionalement et déterminables assez facilement : libellules, papillons diurnes (adultes et chenilles), orthoptères (espèces aussi perceptibles par leurs vocalisations), autres gros coléoptères (par exemple Lucane cerf-volant), hyménoptères butineurs (par exemple bourdons et abeilles sauvages) et autres espèces patrimoniales (les espèces reconnaissables sur place sont déterminées à vue ou relâchées après détermination, celles non protégées nécessitant des observations à la loupe binoculaire étant conservées).
- Mollusques gastéropodes (escargots) : prise en compte (recherches visuelles de jour et au crépuscule) des espèces présentes, en particulier les espèces patrimoniales.

Les espèces sont nommées et déterminées à partir de référentiels actualisés (<http://www.faunaeur.org/>) et de faunes récentes. Les déterminations de ces espèces impliquent la consultation de nombreux ouvrages de déterminations : différents guides naturalistes par groupes d'espèces, ouvrages de la faune de France pour les insectes, ainsi que des disques présentant les vocalisations des mammifères¹³, des oiseaux¹⁴, des batraciens^{15 16} et des orthoptères¹⁷, et d'autres ouvrages spécialisés (traces et empreintes¹⁸).

¹³ ROCHÉ J-C & JOLLIVET B., 2002. Guide sonore des mammifères d'Europe. Guide sonore CEBA (2CD).

¹⁴ ROCHÉ J-C & CHEVEREAU J., 2001. Guide sonore des oiseaux d'Europe et du Maghreb. Guide sonore CEBA (10 CD).

¹⁵ ROCHÉ J., 1997. Au pays des Grenouilles. Un guide sonore des grenouilles et crapauds d'Europe de l'Ouest. Disque compact, Sittelle éditeur.

¹⁶ DEROUSSIN F., 2012. Chants des grenouilles rainettes et crapauds de France. CD NaturOphonia.

Les niveaux de raretés locales ou régionales des espèces peuvent être analysés à partir de synthèses régionales¹⁹ et d'atlas récents publiés (mammifères²⁰, oiseaux²¹, longicornes²², batraciens et reptiles²³, libellules, papillons diurnes), d'atlas de Bretagne en cours de réalisation (consultations de versions provisoires sur sites Web de Bretagne Vivante pour les libellules, orthoptères et papillons²⁴) ou d'atlas et analyses nationales^{25 26 27}

L'ensemble des espèces animales répertoriées sont indiquées dans le Tableau 10 présentant les espèces par groupes faunistiques et avec indication de leurs localisations sur le site et de leurs statuts (espèces protégées ou patrimoniales ou communes); les localisations des oiseaux protégés nicheurs sont indiquées au niveau de la Figure 5 et celles des autres espèces protégées au niveau de la Figure 6.

L'étude globale faune flore a été effectuée au cours de différentes périodes entre l'automne 2014 et l'été 2015 : le 24 octobre 2014, le 26 décembre 2014, le 12 mars 2015, le 10 avril, le 28 mai, le 19 juin et le 15 juillet.

-
- ¹⁷ BONNET F-R., 2009. Guide sonore des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé éditeurs, Lausanne, Paris.
- ¹⁸ CHAZEL L. et DA ROS M., 2002. L'encyclopédie des traces d'animaux d'Europe. Delachaux et Niestlé éditeurs, Lonay (Suisse), Paris, 384 pages.
- ¹⁹ Liste rouge et responsabilité biologique régionales pour la faune de Bretagne : <http://www.observatoire-biodiversite-bretagne.fr/content/view/full/79848>
- ²⁰ Groupe Mammalogique Breton, 2015. Atlas des mammifères de Bretagne. Éditions Locus Solus, 303 p.
- ²¹ GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Groupe Ornithologique Breton, Bretagne-Vivante SEPNB, LPO 44, Groupe d'études Ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé, 512 p.
- ²² GOUVERNEUR X. et GUERARD P., 2011. Les longicornes armoricains. Atlas des coléoptères Cerambycidae des départements du Massif Armoricaïn. Invertébrés Armoricains, les cahiers du GRETIA, 7, 224 p.
- ²³ LE GARFF B. (Coord.), 2014. Atlas des amphibiens et des reptiles de Bretagne et de Loire-Atlantique. Penn ar Bed, N° 216 - 218. 200 p.
- ²⁴ <http://www.bretagne-vivante.org/content/category/127/167/>
- ²⁵ GRAND D. & BOUDOT J-P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze (Collection Parthénope), 480 pages.
- ²⁶ LAFRANCHIS T., 2010. Papillons d'Europe. Guide et clés de détermination des papillons de jour. DIATHEO éditeur, Paris, 379 pages.
- ²⁷ LAFRANCHIS T., 2000. Les papillons de jours de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 448 pages.
- ²⁸ VOISIN J.-F. (coord.), 2003. Atlas des Orthoptères et des Mantides de France. Patrimoines Naturels, 60 Paris, MNHN.
- ²⁹ LESCURE J. & MASSARY de J-C. (coords), 2012. Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Museum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 272 p.
- ³⁰ ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D., 1999. Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Société d'Études Ornithologiques de France - Ligue pour la Protection des Oiseaux. Paris, 560 pages.
- ³¹ Bilan du programme STOC pour la France : site web <http://vigienature.mnhn.fr>

2. Relation du site avec les aires protégées voisines et la trame verte et bleue.

Le site et ces abords immédiats n'appartiennent à aucune aire protégée pour sa biodiversité.

La zone Natura 2000 la plus proche correspond au site Natura 2000 ZSC FR5300025 - Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève. C'est ici l'extrémité ouest de la Forêt domaniale de Rennes qui est située à environ 950 mètres à l'Est de la partie Est de la ZAC (voir Figure 1).

La forêt de Rennes est de plus une ZNIEFF de type 2 (mêmes limite et distance que la zone Natura 2000).

La zone de la ZAC ne fait pas partie d'une trame verte remarquable. C'est une zone de pâture banalisée et de cultures intensives sur une ancienne zone bocagère assez fortement réduite (restes de chemins creux et de talus arborés dans la moitié nord ; voir Figure 2). Les haies arborées situées dans la partie nord de la zone sont relativement isolées (par une zone urbanisée au nord, par une route à quatre voies à l'Est (RD 175). Néanmoins un trame bocagère (coté Est de la RD 175) partielle et assez urbanisée correspond à une mise en relation entre le bocage résiduel du site et la lisière Ouest de la forêt de Rennes.

La zone de la ZAC ne contient pas de cours ou de plans d'eau à l'exception de fossés de bordure de route sur la marge nord et ouest. Ils sont asséchés en période estivale et non reliés à un autre réseau. Un plan d'eau artificiel est présent au nord du site (bassin de réception des eaux pluviales de la RD 175). La zone est déconnectée de la trame bleue locale (canal d'Ille-et-Rance, ruisseau de Caleuvre provenant de la Forêt de Rennes).

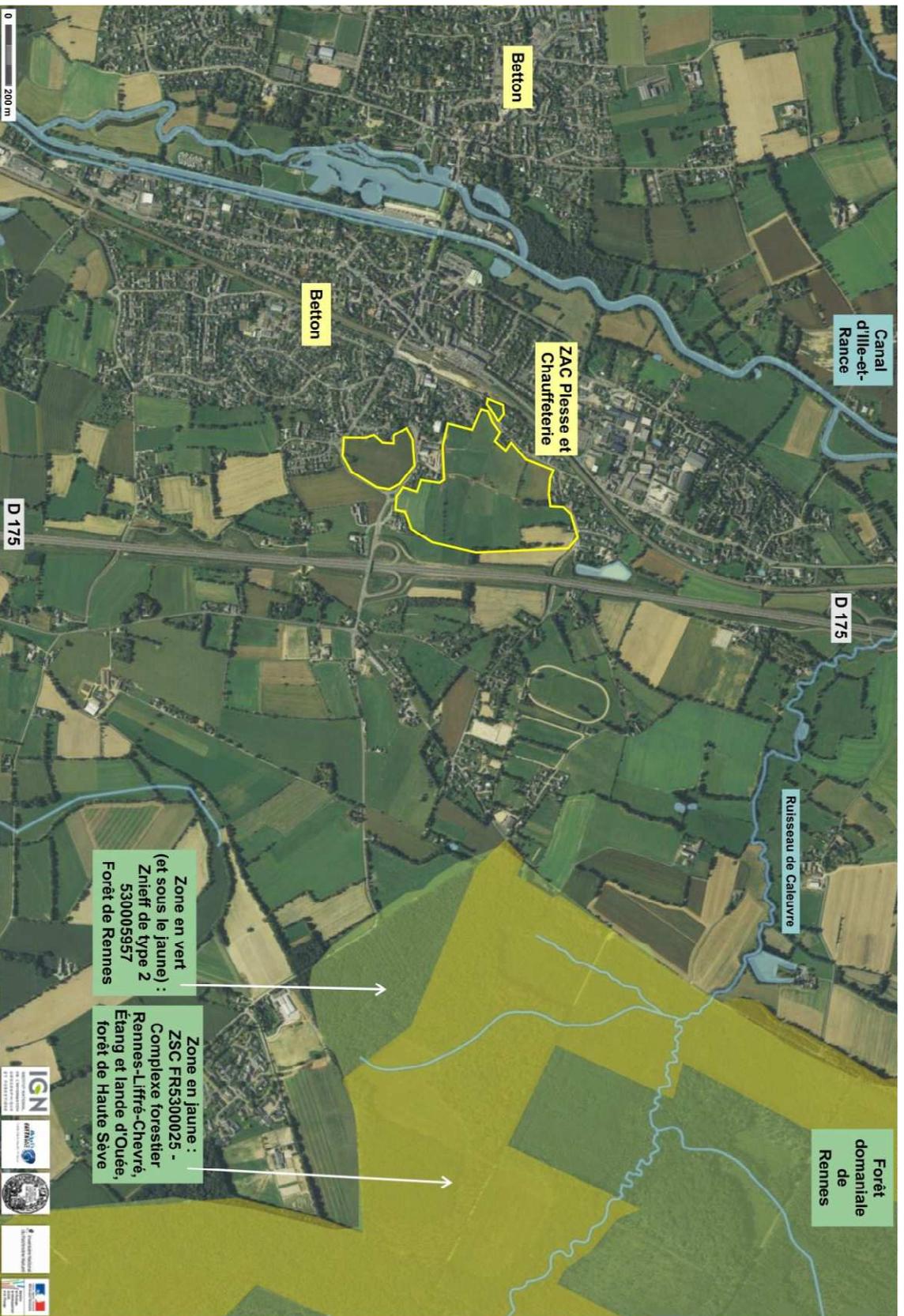


Figure 1 : Position du site d'étude par rapport aux aires protégées les plus proches : Zone Natura 2000 ZSC FR5300025 - Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouéé, forêt de Haute Sève (ici zones en jaune de l'extrémité ouest de la forêt domaniale de Rennes) et par rapport à la trame verte et bleu (Photo aérienne de fond Géoportail).

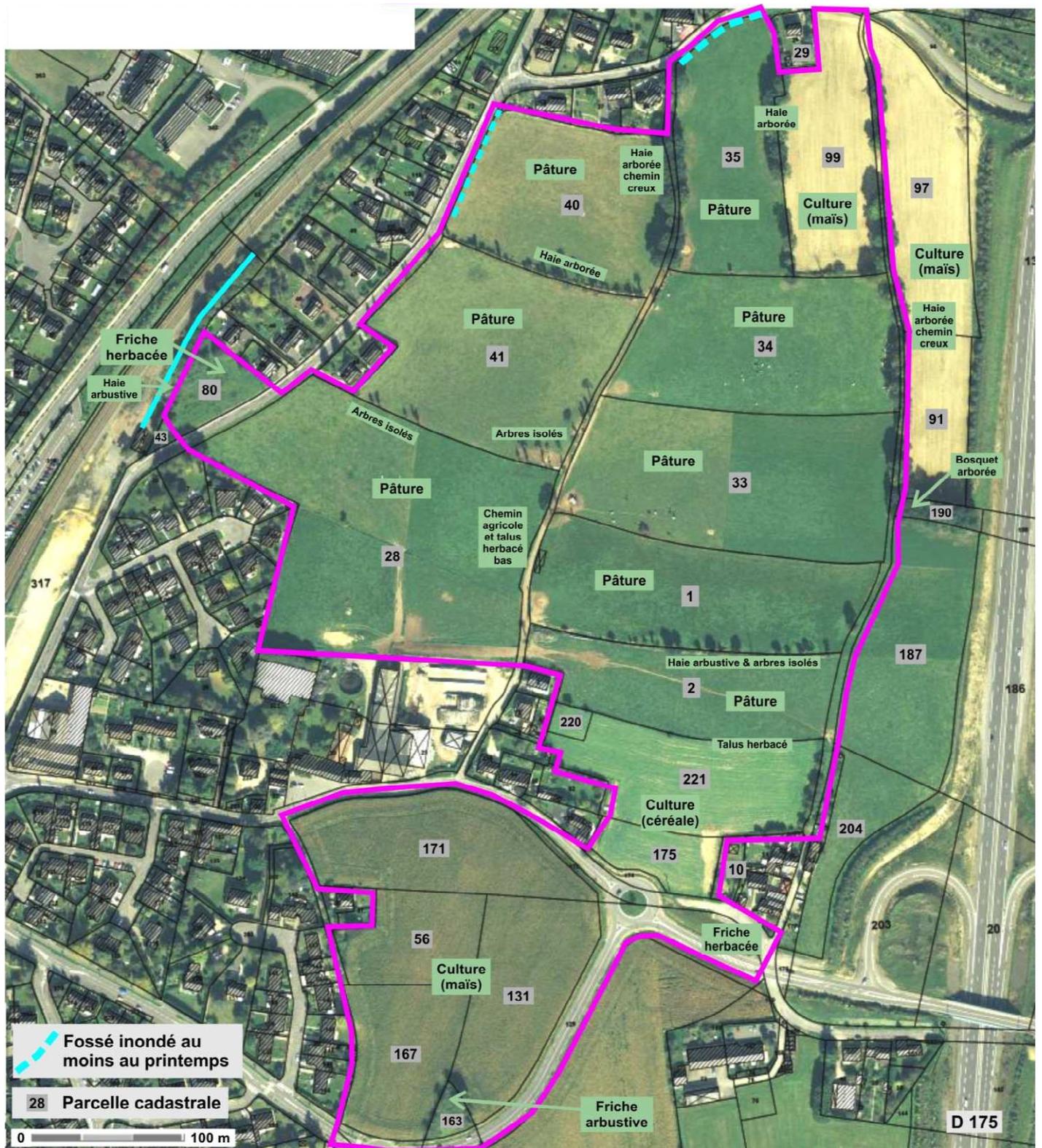


Figure 2 : Occupation du sol du site de la ZAC de la Presse et de la Chauffeterie en 2015 (Photo aérienne de fond Géoportail).

3. Analyse de la flore et des habitats naturels.

3.1. Analyse de la flore.

Cent soixante-cinq espèces sont signalées dans le Tableau 4 (espèces du site et de ces bordures). Il n'a été trouvée aucune espèce protégée³² ou inscrite sur la liste rouge des espèces menacées du Massif Armoricain³³.

Le Tableau 4, présente la liste de l'ensemble des espèces inventoriées et comprend 10 colonnes correspondant à 10 types de zones ou d'habitats du site (voir leurs localisations sur la Figure 3 et leurs caractéristiques à la fin du Tableau 4).

Les deux tiers du site correspondent à une série de parcelles pâturées par des bovins (parcelles 28, 33, 34, 35, 40, 41, 1 et 2 ; voir Photo 14 et Photo 15). Ce sont des prairies herbacées mésophiles très homogènes et à la végétation très peu diversifiée d'espèces communes (moins de 40 espèces, voir colonne 4 du Tableau 4).

Les zones de cultures et leurs marges en friches contiennent une série d'espèces différentes des pâtures mais aussi très communes sur les sols remués.

Au nord la parcelle 99 (Photo 16 à Photo 19) est une zone de maïs en 2015 avec une flore réduite sauf sur sa marge nord (talus herbacé) (colonne 1 du Tableau 4).

La culture (céréale) des parcelles 175, 220 et 221, reste de même assez pauvre en espèces, cependant les céréales sont plus favorables à la biodiversité végétale avec la présence d'espèce comme le Grand coquelicot (colonne 3 du Tableau 4). Les marges sud et nord de cet ensemble de parcelles sont des zones de friches herbacées agricoles assez riches (présence d'un talus herbacé bas au sud, voir Photo 6, et bordure en friche du rond-point au sud, voir Photo 5).

La zone de culture sud, en maïs en 2015 (parcelles 56, 131, 167 et 171 ; voir Photo 1 à Photo 3), est aussi très pauvre en espèces (colonne 2 du Tableau 4). Les marges de la zone cultivée (talus entre la culture et le bord de route) est par contre une zone plus riche en plantes herbacées diverses (y compris de très jeunes arbres, bouleaux, peupliers et pins).

La structure bocagère du site comprend diverses haies avec talus ou alignements d'arbres plus ou moins isolés (visiblement un ancien bocage assez fortement remembré). Les seules haies arborées bien conservées sont celles présentes dans le quart nord du site (quatre principales structures sont présentes au nord du site mais elles ne contiennent que des plantes communes ; voir colonne 5 du Tableau 4).

Haie entre les parcelles 35 et 99 : haie arborée correspondant à un alignement (incomplet vers le sud) de grands chênes pédonculés (voir Photo 18 et Photo 19). Sur la moitié nord, il y a 13 grands chênes (15 à 18 mètres de hauteur) et un châtaignier sur un talus réduit (40 à 50 cm) et une flore au sol simplifiée (roncier, digitale, genêt ; voir Photo 19). La moitié sud comprend 4 chênes moyens isolés (10 à 12 mètres de hauteur) sur un talus herbacé de 20 centimètres (voir Photo 18).

Haie entre les parcelles 35 et 40 : haie arborée haute correspondant à un chemin creux (deux mètres de profondeur, talus de 50 cm) entouré par deux talus arborés (surtout de chênes pédonculés de 15 à 18 mètres de hauteur et sous-bois varié de houx, noisetiers, etc. ; voir Photo 20 à Photo 22). Du côté ouest sont présents 13 chênes d'environ 15 mètres

³² Arrêté du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national. Version consolidée au 24 février 2007 ; Arrêté du 23 mai 2013 portant modification de l'arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national ; Arrêté du 23 juillet 1987 fixant la liste des espèces végétales protégées en Bretagne.

³³ ANNEZO N., MAGNANON S. & MALENGREAU D., 1998. Bilan régional de la flore Bretonne. Édition Biotope, Mèze, 137 pages.

et, du côté Est, 9 chênes aussi de 15 à 18 mètres ainsi que 6 autres chênes de 10 à 12 mètres.

Le sous-bois du chemin creux contient peu d'espèces remarquables (chemin creux en partie comblé par des branchages et autres débris végétaux provenant des jardins environnants). On note la présence d'espèces communes des talus comme la Violette de Rivin, le Fusain d'Europe, le Géranium herbe-à-Robert, le Conopode dénudé et la Jacinthe des bois). Les talus ensoleillés (côté ouest) sont colonisés par des espèces plus thermophiles (Jasione des montagnes, Millepertuis couché).

Haie entre les parcelles 40 et 41 : haie arborée et arbustive d'orientation est-ouest sur talus de herbeux (0,5 à 1 m. de hauteur) comprenant de grands arbres variés (16 arbres dont 8 ragosses ; voir Photo 23 à Photo 26) : chênes pédonculé ragosses (10 à 15 m.), châtaigniers et tilleuls, merisiers (tous d'environ 12 m.) séparés par des arbustes divers (houx, sureaux, noisetiers, aubépines, ajoncs d'Europe, ronciers) avec divers troncs morts sur pied et des souches avec lierres et pieds de Digitales)

Haie marginal Est (bordure Est des parcelles 99, 33 et 34) : haie arborée haute (chênes et châtaigniers de 15 à 20 mètres, hêtres, merisiers, alisier torminal, de 10 à 15 mètres) avec nombreux arbustes à la base (houx, noisetiers, troènes) sur talus de 1 mètre (voir Photo 11 et Photo 12). Il s'agit d'un ancien chemin creux (1,8 mètres de profondeur) partiellement comblé et avec un coté détruit. Au sud il est en continuité avec un bosquet arboré (chênes) proche de la RD 175 (lisière avec Troène et Scrofulaire scorodoine ; voir colonne 6 du Tableau 4).

La partie nord de la même haie (Est parcelle 99) ne comprenant que des arbres (chênes) plus ou moins isolés avec de grands ronciers (11 chênes de 15 à 20 m de hauteur ; voir Photo 16).

Les autres alignements d'arbres du site ne comprennent pas de talus ou de restes de chemins creux, ce sont des alignements d'arbres lâches ou des talus herbacés en friche basses ou pâturés.

Haie entre les parcelles 34 et 99 : haie basse (talus de 50 cm.) de ronciers, de fougères-aigles et d'arbustes communs (sureau, jeune merisier, noisetier, houx) avec quelques chênes et un grand châtaignier mort (voir Photo 17).

Haie entre les parcelles 1 et 2 : haie d'arbres et arbustes isolés (une vingtaine ; voir Photo 8) et pâturés (houx, nombreux jeunes châtaigniers, noisetiers, Alisier torminal, Aubépine, églantier) avec de nombreuses souches et de nombreux pieds de Digitale à l'extrémité ouest (voir Photo 9) avec un petit talus lié à une différence de niveau de 50 cm entre la parcelle 2 et la parcelle 1 plus basse). Un Alisier torminal isolé avec tronc fendu et cavités est présent en bordure Est (voir Photo 10 et Photo 11).

Haie entre les parcelles 2 et 221 : talus herbacée de 50 cm de hauteur pour un 1 mètre de large, recouvert d'une friche herbacée dense sans arbustes mais avec quelques souches (voir Photo 6 et Photo 7). Quelques espèces peu communes sur le site sont présentes sur cette zone (Potentille faux fraisier, Luzule champêtre, Millepertuis couché ; voir colonne 7 du Tableau 4).

Le chemin central et la bordure entre les parcelles (pâturé) 28 et 41 comprend onze chênes isolés (6 entre 28 et 41), le chemin central est encadré par deux petits talus herbacés (30 cm) avec une végétation banalisée (voir Photo 13). La bordure ouest de la parcelle 41 contient de même 8 chênes de tailles moyennes (10 mètres).

La parcelle 163, en bordure de la zone de culture sud (Avenue de la Haye Renaud), est une zone de forme triangulaire en friche au centre (grand ronciers ; voir Photo 4) et bordé par des arbustes et arbres (châtaigniers, noisetiers, chênes ; voir aussi ; voir Photo 1 à Photo 3). Un noyer (planté) est présent au centre et la végétation reste très réduite (ronciers, graminées communes). La bordure arborée contient quelques plantes typiques

des sous-bois de grandes haies arborées (structures disparues), par exemple de jeunes houx et le Fragon piquant (ou Fragon Petit houx) ; voir colonne 10 du Tableau 4).

Les parcelles 80 et 43, correspondent à une friche herbacée peu humide avec, en bordure ouest, un petit massif lâche de roseaux (voir Photo 30 et colonne 9 du Tableau 4). Ceux-ci sont vraisemblablement liés à la présence, le long des voies ferrées à l'ouest, d'un fossé en eau. Ce fossé est essentiellement caché par des arbustes denses (ronciers, Cornouiller sanguin, Saules, Laurier-Cerise, Gesse à larges feuilles) qui masquent aussi la présence d'une végétation hygrophile herbacée plus complète (Fougère mâle, Salicaire commune, Cirse des marais, Épilobe hirsute et Roseau commun).

Les fossés bordant les parcelles 35, 40, 41 et 28 (coté route) sont des structures contenant une végétation particulière d'espèces hygrophiles, totalement absentes des autres zones du site.

Le fossé situé en bordure de la parcelle 35 est inondé en fin d'hiver et au printemps et jusqu'en juin (maximum de 20 centimètres d'eau, réduit à une litière herbacée inondée en juin avec disparition de l'eau libre ; voir Photo 27 et Photo 28). Les plantes hygrophiles présentes sont des espèces communes (Cardamine des près, Lotier des marais, Œnanthe safranée, Gaillet des marais, Menthe odorante, Scrofulaire aquatique, Pulicaire dysentérique, Laîche pendante).

Le fossé bordant la parcelle 40 est de même inondé de mars à juin mais seulement sur moins de 10 centimètres hors période pluvieuse. Le fossé bordant la parcelle 41 reste inondé sur quelques centimètres seulement en mars et en avril tout comme celui bordant la parcelle 28 (voir Photo 29) (ces divers fossés enherbés avec très peu de plantes hygrophiles).

Globalement les espèces végétales présentes sur le site sont des espèces communes des haies bocagères, des cultures et des petites zones humides. La sensibilité floristique du site et de ces abords reste donc très réduite (présence **uniquement d'espèces communes**).

Planche 1 : Photographies du site (partie sud).



Photo 1 : Vue de la parcelle 167 en octobre 2014 (vers la parcelle en friche 163) (IPA 1).

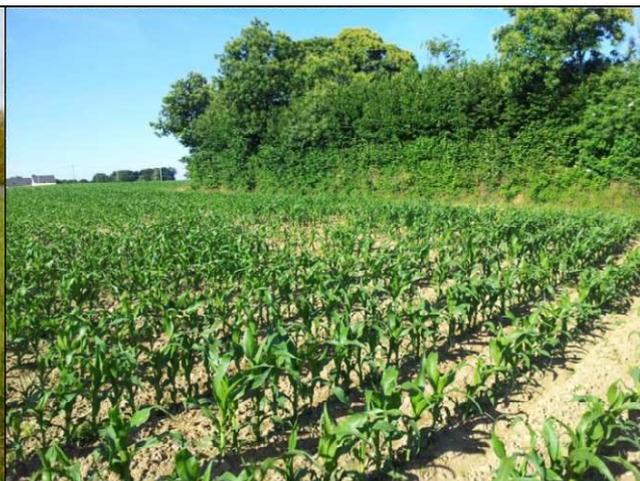


Photo 2 : Vue de la parcelle 167 en juin 2015 vers la bordure arborée de la friche de la parcelle 163 (IPA 1).



Photo 3 : Vue de la parcelle 131 depuis la bordure arborée sud de la parcelle 163.



Photo 4 : Intérieur de la parcelle en friche 163 (ronciers, arbustes et un noyer à droite).



Photo 5 : Vue des parcelles 175 et 221 depuis le rond-point sud (juin 2015) (IPA 2).



Photo 6 : Bordure nord de la parcelle 221 en juin (talus herbacé bas).

Planche 2 : Photographies du site (pâtures centrales).



Photo 7 : Vue de la limite (haie basse) entre les parcelles 221 au sud (gauche) et 2 (pâture au nord à droite).



Photo 8 : Vue du talus arbustif intermittent entre les pâtures 1 et 2.



Photo 9 : Formation à Digitalis et souches à l'extrémité sud-ouest de la parcelle 1.



Photo 10 : **Vue vers l'est de la parcelle 1** (pâture) avec un alisier torminal isolé au fond.



Photo 11 : Parcelle 1 est, Alisier torminal isolé et bordure arborée des parcelles 33 et 34 au fond (IPA 8).



Photo 12 : Haie arborée (ancien chemin creux) des bordures Est des parcelles 33 et 34 (IPA 8).

Planche 3 : Photographies du site (pâture centrales et pâtures et cultures nord).



Photo 13 : Vue de la parcelle 28 depuis le chemin agricole central.



Photo 14 : Vue (vers le nord) depuis le centre de la parcelle pâturée 33.



Photo 15 : Vue (depuis la parcelle 35) de la parcelle 34 et de la marge Est arborée des parcelles 33 et 34 (IPA 7).



Photo 16 : Vus de la parcelle 99 et de la haie arborée intermittente qui la limite vers l'Est (IPA 7).

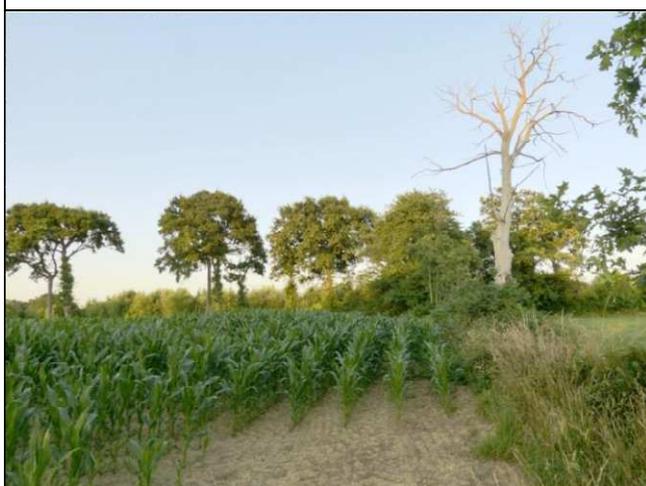


Photo 17 : Vue de la parcelle 99 depuis sa limite sud (haie arbustive avec arbre mort).



Photo 18 : Vue de la parcelle 99 vers le sud.

Planche 4 : Photographies du site (pâtures, haies arborées et cultures nord).

	
<p>Photo 19 : Vue de la haie arborée entre les parcelles 99 et 35 (sur la moitié nord de la limite) (IPA 5).</p>	<p>Photo 20 : Vue du chemin creux arboré séparant les parcelles 35 et 40 (moitié nord depuis la p. 35).</p>
	
<p>Photo 21 : Vue du chemin creux arboré séparant les parcelles 35 et 40 (moitié sud depuis la p. 35) (IPA 6).</p>	<p>Photo 22 : Vue de l'intérieur du chemin creux entre les parcelles 35 et 40 (IPA 6).</p>
	
<p>Photo 23 : Vue (depuis la parcelle 40) de la haie arborée entre les parcelles 40 et 41 (moitié Est).</p>	<p>Photo 24 : Vue (depuis la parcelle 40) de la haie arborée entre les parcelles 40 et 41 (moitié ouest).</p>

Planche 5 : Photographies du site (pâtures, bords de route et friche de la moitié nord-ouest du site).



Photo 25 : Vue de la haie arborée et arbustive entre les parcelles 40 et 41.



Photo 26 : Vue de la parcelle 41 (et face sud de la haie entre 40 et 41) (IPA 4).



Photo 27 : Fossé inondé (bord de route) au nord de la parcelle 35 (vue vers l'Est).



Photo 28 : Fossé au nord de la parcelle 35 (vue vers le sud).



Photo 29 : Vue de la parcelle 28 depuis sa bordure ouest (et fossé de bord de route) (IPA 3).



Photo 30 : Vue de la parcelle 80 (friche herbacée et haie en bordure ouest) (IPA 3).

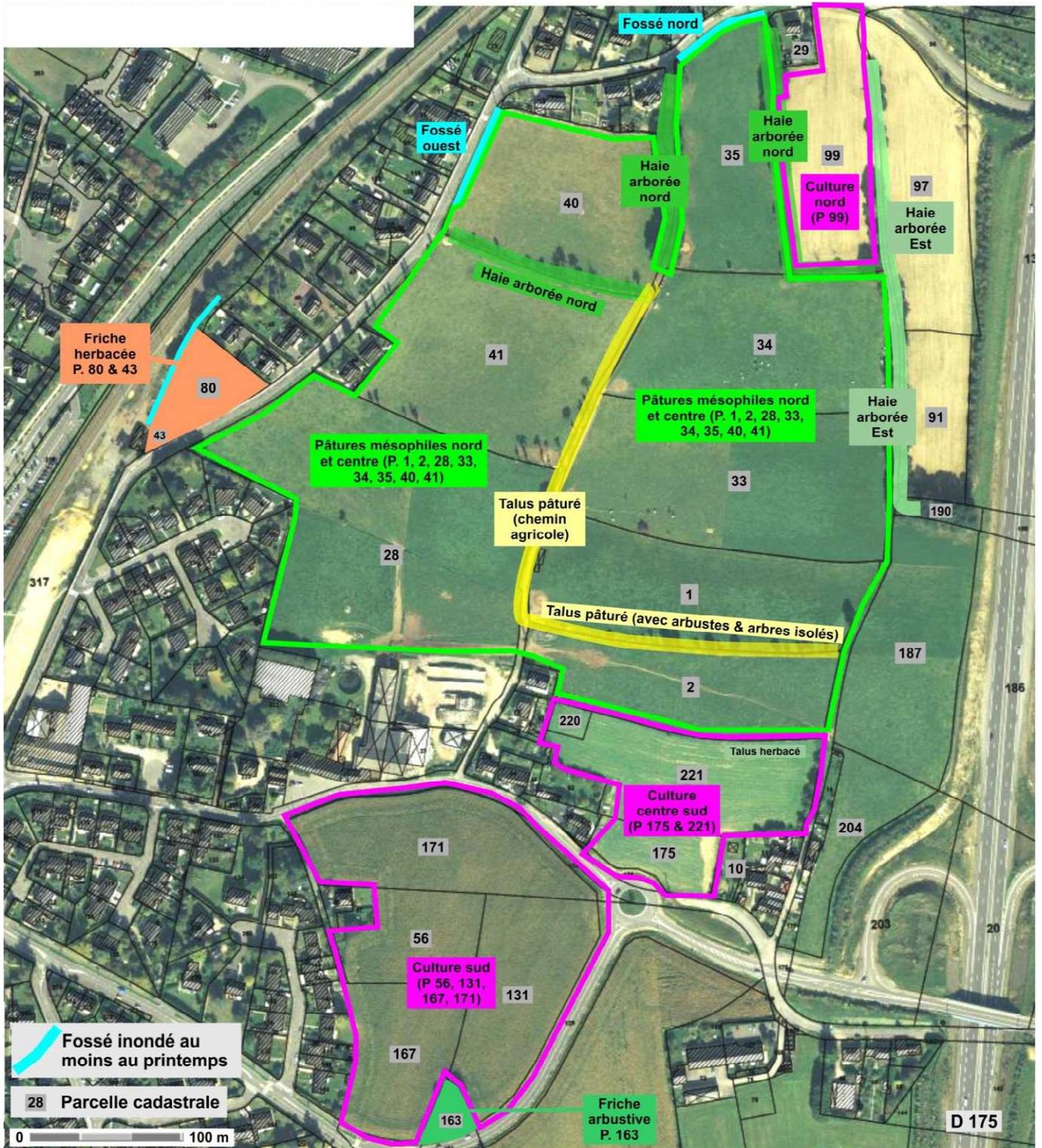


Figure 3 : Localisation des zones correspondant aux dix colonnes du Tableau 4 de présentation de la flore du site et localisation des photographies des planches 1 à 6 (Photo aérienne de fond Géoportail).

Zones différenciées (colonnes 1 à 10 du Tableau 4) : Culture nord, Culture sud, Culture centre sud, Pâtures (mésophiles) nord et centre, Haies arborées nord, Haie arborée Est, Talus & chemin pâturés, Fossés nord et ouest, Friche parcelles 80 & 43 et Friche parcelle 163.

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâturés	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional	
Ptéridophytes														
Pteridacées	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Fougère aigle					X	X				X	C	
Dryopteridacées	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Fougère mâle									X		C	
Polypodiaceées	<i>Polypodium</i> sp.	Polypode commun					X						C	
Gymnospermes														
Pinacées	<i>Pinus</i> sp.	Pin (juvénile)										X	Ex Pl.	
Angiospermes														
Dicotylédones														
Salicacées	<i>Salix atrocinerea</i> Brotero	Saule noir cendré S roux	X	X						X	X	X	C	
	<i>Populus tremula</i> L.	Peuplier tremble									X	X	C	
Bétulacées	<i>Populus</i> sp.	Peuplier										X	Ex Pl.	
	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	Bouleau pubescent		X						X	X	X	C	
	<i>Betula pendula</i> Roth	Bouleau verruqueux								X	X	X	C	
Coryllacées	<i>Corylus avellana</i> L.	Noisetier					X	X			X	X	C	
	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Hêtre						X				X	C	
Fagacées	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Châtaignier				X	X	X	X		X	X	C	
	<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>robur</i>	Chêne pédonculé			X		X	X	X		X	X	C	
Juglandacées	<i>Juglans regia</i> L.	Noyer					X	X	X	X	X	X	Ex Pl.	
Urticacées	<i>Urtica dioica</i> L.	Grande ortie	X				X	X	X	X	X	X	C	
Polygonacées	<i>Polygonum</i> gr. <i>aviculare</i> L.	Renouée des oiseaux							X				C	
	<i>Polygonum maculosa</i> Gray (= <i>P. persicaria</i> L.)	Renouée persicaire								X			C	
	<i>Rumex acetosa</i> L. subsp. <i>acetosa</i>	Oseille des prés Gd Oseille	X				X	X		X	X	X	C	
Amaranthacées	<i>Rumex crispus</i> L.	Patience crépue	X				X	X		X	X	X	C	
	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Patience agglomérée						X					C	
	<i>Amaranthus</i> sp.	Amarante							X				Ex Inv	
	<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopode blanc				X	X		X	X	X	X	C	
Caryophyllacées	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. ssp. <i>media</i>	Mouron des oiseaux		X			X	X	X	X	X	X	C	
	<i>Stellaria holostea</i> L.	Stellaire holostée		X			X	X	X	X	X	X	C	
	<i>Cerastium fontanum</i> Baumg. ssp. <i>virgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet	Céraiste commun		X					X				C	
Renonculacées	<i>Spergula arvensis</i> L.	Spergule des champs			X								C	
	<i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. <i>Alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	Compagnon blanc						X		X			C	
Renonculacées	<i>Ranunculus repens</i> L.	Renoncule rampante	X			X	X	X	X	X	X	X	C	
	<i>Ranunculus acris</i> L. subsp. <i>acris</i>	Renoncule âcre					X	X		X	X	X	C	
	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	Renoncule ficaire		X		X	X	X		X	X	X	C	
Légende :			Statut régionale de la plante :		C : Esp. indigène commune		L : Esp indigène localisée		Ex Inv. : Exotique invasive		Ex Pl. : Exotique plantée		Espèces des zones humides (loi sur l'eau)	

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâtures	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional
Papavéracées	Papaver rhoeas L.	Grand coquelicot		X	X			X	X			X	C
	Cheilidonium majus L.	Grande Chélidoine			X		X		X				C
Fumariacées	Fumaria muralis Sond. ex W.D.J.Koch subsp. boreal (Jord.) Pugosley	Fumeterre des murailles	X				X	X	X				C
	Cardamine pratensis L.	Cardamine des prés										X	C
Brassicacées (Crucifères)	Cardamine flexuosa With.	Cardamine des bois				X		X					C
	Cardamine hirsuta L.	Cardamine hirsute	X			X			X				C
	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	Bourse à Pasteur			X	X	X		X				C
	Brassica napus L.	Colza Navet	X					X					Ex Pl.
	Sinapis arvensis L.	Moutarde des champs	X										C
	Rubus agr. fruticosus auct. non L.	Ronce commune			X		X	X	X	X	X	X	C
	Rosa canina L.	Rosier des chiens églantier							X				C
	Potentilla erecta (L.) Rauschel	Potentille érigée tomentille								X			C
	Potentilla reptans L.	Potentille rampante	X						X	X	X		C
	Potentilla sterilis (L.) Garcke	Potentille faux fraisier							X	X			C
Rosacées	Malus sylvestris Mill.	Pommier sauvage						X					C
	Sorbus torminalis (L.) Crantz	Alisier torminal						X	X				C
	Crataegus monogyna L.	Aubépine monogyre					X	X	X				C
	Prunus spinosa L.	Prunellier					X	X	X				C
	Prunus avium L.	Merisier					X	X	X				C
	Prunus laurocerasus L.	Laurier-Cerise					X	X	X		X		Ex Inv
	Cytisus scoparius (L.) Link	Genêt à balais		X	X		X	X	X	X	X	X	C
	Ulex europaeus (L.)	Alonc d'Europe					X	X		X			C
	Vicia cracca L.	Vesce à épis								X			C
	Vicia tetrasperma (L.) Schreber	Vesce à quatre graines		X									C
	Vicia sativa L.	Vesce cultivée			X					X	X	X	C
	Lathyrus latifolius L.	Gesse à larges feuilles									X		C
	Medicago lupulina L.	Luzerne lupuline								X			C
	Medicago sativa L.	Luzerne cultivée									X		C
	Trifolium repens L.	Trèfle blanc			X		X						C
Lotus corniculatus L. subsp. corniculatus	Lotier corniculé										X	C	
Lotus uliginosus Schkuhr = Lotus pedunculatus Cav.	Lotier des marais									X	X	C	
Oxalidacées	Oxalis acetosella L.	Pain de coucou					X						C
	Geranium molle L.	Geranium mou		X						X			C
Géraniacées	Geranium dissectum L.	Géranium découpé	X		X		X	X	X	X	X	X	C
	Geranium robertianum L.	Géranium herbe-à-Robert					X			X	X		C
Légende :	Statut régionale de la plante :	C : Esp. indigène commune	L : Esp indigène localisée	Ex Inv. : Exotique invasive	Ex Pl. : Exotique plantée	Espèces des zones humides (loi sur l'eau)							

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâtures	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional
Euphorbiacées	<i>Mercurialis annua</i> L.	Mercuriale annuelle	X							X			C
	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbe réveille-matin	X	X						X			C
	<i>Euphorbia peplus</i> L.	Euphorbe des jardins									X		C
	<i>Euphorbia lathyris</i> L.	Euphorbe épurge	X							X			C
Acéracées	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Érable sycomore						X					C
	<i>Ilex aquifolium</i> L.	Houx			X		X	X				X	C
Celastracées	<i>Euonymus europaeus</i> L.	Fusain d'Europe					X	X					C
	<i>Malva moschata</i> L.	Mauve musquée						X					C
Hypéricacées	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Tilleul à grandes feuilles					X						Ex Pl.
	<i>Hypericum humifusum</i> L.	Millepertuis couché					X	X	X				C
	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Millepertuis perforé					X			X			C
	<i>Viola arvensis</i> Murray	Pensée des champs	X										C
Violacées	<i>Viola riviniana</i> Reichenb.	Violette de Rivin					X	X					C
	<i>Byronia cretica</i> ssp. <i>dioica</i> (Jacq.) Tutin (= <i>Byronia dioica</i> Jacq.)	Byrone dioïque			X								C
Lythracées	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Salicaire commune								X	X		C
	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Épilobe hirsute velu								X	X		C
Onagracées	<i>Epilobium agr. tetragonum-obscurum</i>	Épilobe à quatre angles Épilobe à feuilles sombres	X							X			C
	<i>Cornus sanguinea</i> L.	Cornouiller sanguin									X		C
Araliacées	<i>Hedera helix</i> L.	Lierre			X		X	X	X		X	X	C
	<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	Conopode dénudé			X		X	X		X			C
Apiacées (Ombellifères)	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	Berce commune sphondyle	X		X		X	X		X	X		C
	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	Carotte sauvage		X	X	X	X		X		X		C
	<i>Oenanthe crocata</i> L.	Oenanthe safranée								X			C
	<i>Primula veris</i> L. subsp. <i>veris</i>	Primevère officielle	X	X	X							X	C
Oléacées	<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Mouron des champs rouge	X	X				X		X			C
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Troène commun						X					C
Gentianacées	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn. subsp. <i>erythraea</i>	Erythrée petite-centaurée								X			C
	<i>Galium palustre</i> L.	Gaillet des marais								X			C
Rubiacées	<i>Galium mollugo</i> L.	Caille lait blanc mollugine	X	X			X	X		X	X		C
	<i>Galium aparine</i> L.	Gaillet gratteron	X	X			X	X		X	X		C
	<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i> (L.) R. Br.	Liseron des haies			X					X			C
Convolvulacées	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Myosotis des champs			X	X		X					C
	<i>Ajuga reptans</i> L.	Bugle rampant					X			X			C
Borraginacées	<i>Teucrium scorodonia</i> L.	Germandrée scorodoine				X	X	X		X			C
	<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamier pourpre			X	X	X			X			C
Lamiacées (Labiales)													
Légende :	Statut régionale de la plante :	C : Esp. indigène commune	L : Esp indigène. localisée	Ex Inv. : Exotique invasive	Ex Pl. : Exotique plantée	Espèces des zones humides (loi sur l'eau)							

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâtures	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional
Lamiacées (Labiales) (suite)	<i>Stachys sylvatica</i> L.	Épiaire des bois											C
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Bruyère commune	X			X	X					X	C
	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Menthe odorante ou menthe à feuilles rondes								X			C
Solanacées	<i>Solanum nigrum</i> L.	Morrelle noire				X			X				C
Hydrophyllacées	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Phacélie à feuilles de tanaisie	X										Ex Pl.
	<i>Scrofularia scorodonia</i> L.	Scrofulaire scorodone						X					C
Scrofulariacées	<i>Scrofularia auriculata</i> L.	Scrofulaire aquatique								X			C
	<i>Linaria repens</i> (L.) Miller	Linaire rampante	X				X	X					C
	<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort. subsp. <i>elatine</i>	Linaire élatine	X		X								C
	<i>Digitalis purpurea</i> L.	Digitale pourpre	X	X	X		X	X	X				C
	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Véronique Petit-Chêne	X			X	X						C
	<i>Veronica arvensis</i> L.	Véronique des champs	X		X								C
	<i>Veronica persica</i> Poiret	Véronique de Perse				X	X						C
	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	Plantain majeur		X	X	X	X		X	X			C
	<i>Plantago lanceolata</i> L. subsp. <i>lanceolata</i>	Plantain lancéolé		X	X	X	X	X	X	X	X		C
	Caprifoliacées	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sureau noir					X	X	X			
	<i>Lonicera periclymenum</i> L.	Chèvrefeuille des bois			X		X	X					C
Valérianacées	<i>Valeriana calcarata</i> Loisel.	Mâche carénée					X						C
Campanulacées	<i>Campanula rapunculosa</i> L.	Campanule rampant		X									C
	<i>Jasione montana</i> L.	Jasione des montagnes					X	X					C
Asteracées (Composée)	<i>Bellis perennis</i> L.	Paquerette	X	X		X	X		X	X			C
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Vergerette du Canada	X	X	X								Ex Inv.
	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	Pulicaire dysentérique								X	X		C
	<i>Achillea millefolium</i> L.	Achillée millefeuille		X		X			X	X	X		C
	<i>Tripleurospermum inodorum</i> Sch.Bip. [1844, Tanacet., 32] <i>Matricaria perforata</i> Mérat	Matricaire perforée		X				X		X	X		C
	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Grande Marguerite		X						X	X		C
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	Bardane à petites têtes						X			X		C
	<i>Senecio jacobaea</i> L.	Senécon jacobée		X						X	X		C
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Senécon commun					X				X		C
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Chardon commun		X		X		X			X		C
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Crise des marais									X		C	
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Crise des champs		X	X	X	X	X			X		C	
Légende :	Statut régionale de la plante :	C : Esp. indigène commune	L : Esp indigène localisée	Ex Inv. : Exotique invasive	Ex Pl. : Exotique plantée	Espèces des zones humides (loi sur l'eau)							

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâtures	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional	
Asteracées (Composée)	<i>Centaura decipiens</i> Thuill. (= <i>C. nemoralis</i> Jordan & C. thuillei J.D.) (<i>Centaura</i> gr. <i>nigra</i>)	Centaurée noire		X						X	X		C	
	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Porcelle entracinée	X	X		X	X	X	X	X			C	
	<i>Picris echinoides</i> L.	<i>Picris</i> fausse vipérine		X	X							X	C	
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Laiteron rude		X	X			X					C	
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron maraîcher											C	
	<i>Taraxacum</i> Sect. <i>Ruderalia</i> K, O & S. = <i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i> Wigg.	Pissenlit commun		X			X	X		X	X		C	
	<i>Lapsana communis</i> L.	Lapsane commune				X	X	X	X	X			C	
	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Crépis capillaire verdâtre		X	X		X	X	X				C	
	Angiospermes Monocotylédones													
	Liliacées	<i>Hyacinthoides non-scripta</i> (L.) Chouard	Jacinthe des bois						X					X
<i>Ruscus aculeatus</i> L.		Fragon piquant, Petit houx							X				X	C
Amaryllidacées Joncacées	<i>Narcissus pseudonarcissus</i> L.	Narcisse jaune						X					Ex Pl ?	
	<i>Juncus effusus</i> L.	Jonc épars ou difflus				X				X	X		C	
	<i>Juncus conglomeratus</i> L.	Jonc aggloméré								X	X		C	
	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	Luzule champêtre							X				C	
	<i>Arum italicum</i> Miller s.l. subsp. <i>italicum</i>	Gouet d'Italie						X					C	
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Fétuque faux-roseau										X	C	
	<i>Lolium perenne</i> L.	Ray-grass d'Angleterre		X	X	X	X		X	X			C	
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Ray-grass d'Italie		X	X	X	X		X	X			C	
	<i>Poa trivialis</i> L. subsp. <i>trivialis</i>	Pâturin commun				X	X		X	X			C	
	<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>	Pâturin des prés				X	X		X	X			C	
Poacées (Graminées)	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	Dactyle aggloméré	X	X		X	X	X	X	X	X		C	
	<i>Ceratocchia cathartica</i> (Vahl) Herter (= <i>Bromus willdenowii</i> Kunth)	Brome purgatif						X		X			Ex Inv.	
	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. Ex Nevski subsp. <i>repens</i> = <i>Elymus repens</i> (L.) Hordeum murinum L.	Chiendent rampant									X		C	
	<i>Avena fatua</i> L. subsp. <i>fatua</i>	Orge des rats		X				X					C	
	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv. Ex J.&C. subsp. <i>bulbosum</i> (Willd.) Schubler & Martens	Folle avoine		X	X	X	X	X	X		X	X	C	
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. subsp. <i>odoratum</i>	Flouve odorante					X				X		C	
	<i>Holcus lanatus</i> L.	Houque laineuse				X				X	X		C	
	C : Esp. indigène commune													
	L : Esp indigène localisée													
	Ex Inv. : Exotique invasive													
Ex Pl. : Exotique plantée														
Espèces des zones humides (loi sur l'eau)														

Tableau 4 : Liste des plantes du site (cultures, pâtures, haies, fossés et friches).

Familles	Espèces : noms scientifiques	Noms vernaculaires	Culture nord	Culture sud	Culture centre sud	Pâtures nord et centre	Haies arborées nord	Haie arborée Est	Talus & chemin pâturés	Fossés nord et ouest	Friche p. 80 43	Friche p. 163	Statut régional
	Agrostis stolonifera L. subsp. stolonifera	Agrostide blanche				X			X		X		C
	Danthonia decumbens (L.) DC.	Danthonie inclinée	X							X			C
	Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	Roseau commun									X		C
	Bambusoideae	Bambou (indéterminé)									X		Ex PI
Cypéracées	Carex pendula Hudson	Laiche pendante								X		C	
Légende :	Statut régionale de la plante :	C : Esp. indigène commune	L : Esp indigène localisée	Ex Inv. : Exotique invasive	Ex PI. : Exotique plantée	Espèces des zones humides (loi sur l'eau)							

Légende colonnes :

Cultures nord : flore de la parcelle 99 (labour puis maïs) et de ces marges herbacées (bords cultures et bord route au nord).

Cultures sud : flore des parcelles 56, 131, 167 et 171 (labour puis maïs) et de leurs marges herbacées (bords cultures et routes périphériques).

Cultures centre sud : flore des parcelles 175, 220 et 221 (labour puis céréales) et de leurs marges herbacées (bords cultures, bord route et rond-point au sud, talus herbacé au nord).

Pâtures nord et centre : flore des parcelles pâturées mésophiles du site (28, 33, 34, 35, 40, 41, 1 et 2).

Haies arborées nord : flore des haies arborées du nord du site (et anciens chemins creux) (limites parcelles 41-40, 40-35 et 35-99).

Haie arborée Est : flore de la haie (ancien chemin creux) des bordures ouest des parcelles 99, 34 et 33.

Talus chemin pâturés : flore du talus pâturé arbustif de la limite des parcelles 1 et 2, 2 et 221 et des bordures du chemin central (entre 28-41 et 1-33-34).

Fossés nord et ouest : flore des fossés inondés entre route ouest et pâtures et des bordures humides des pâtures (bordure nord de la parcelle 35, bordures ouest des parcelles 40, 41 et 28).

Friche herbacée : flore des parcelles 80 et 43.

Friche arbustive : flore de la parcelle en friche 163.

3.2. Analyse des habitats.

Les fossés inondables colonisés par une majorité de plantes hygrophiles³⁴ (bordure nord de la parcelle 35, bordure ouest de la parcelle 40 peuvent être considéré comme de petites friches humides linéaires (et artificielles) (les fossés des parcelles 41 et 28, rapidement asséchés, semblent surtout colonisés par des espèces mésophiles).

La bordure ouest de la parcelle est de même une zone humide mais très enfrichée et à la végétation herbacée peu caractéristique des habitats humides.

Globalement la partie nord de la zone d'étude correspond à un habitat de catégorie Corine biotopes³⁵ 84.4 « Bocage », mais ici assez dégradé (haies réduites et discontinues, chemins creux partiellement comblés) (voir cartographie Figure 4).

Les pâtures mésophiles correspondent à un habitat banalisé et artificialisé de catégorie Corine biotopes 81.1 « Prairie sèche améliorée ».

Les zones cultivées correspondent à la catégorie Corine biotopes 82.2 « Cultures avec marges de végétation spontanée » (Cultures traitées intensivement, entremêlées avec des bandes de végétation spontanée).

Les parcelles en friche 163, 80 et 43 correspondent à la catégorie Corine biotopes 87.1 « Terrains en friche » Les talus secs en bordure de route sont des « Zones rudérales », catégorie Corine biotopes 87.2.

Les fossés temporairement inondés (surtout parcelle 35) peuvent être considérés comme de petites zones (artificialisées) de la catégorie 37.21 « Prairies humides atlantiques et subatlantiques » ou 37.217 « Prairies à Jonc diffus ».

Globalement les habitats du site et de ces pourtours sont des habitats artificialisés et banalisés et les petits espaces de friches humides sont de même des zones artificielles de tailles réduites.

³⁴ Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.

³⁵ RAMEAU J-C., BISSARDON M & GUIBAL L., 1997. CORINE Biotopes : Version originale. Type d'habitats français. ENGREF Nancy et Atelier Technique des Espaces Naturels éditeurs, 175 pages.

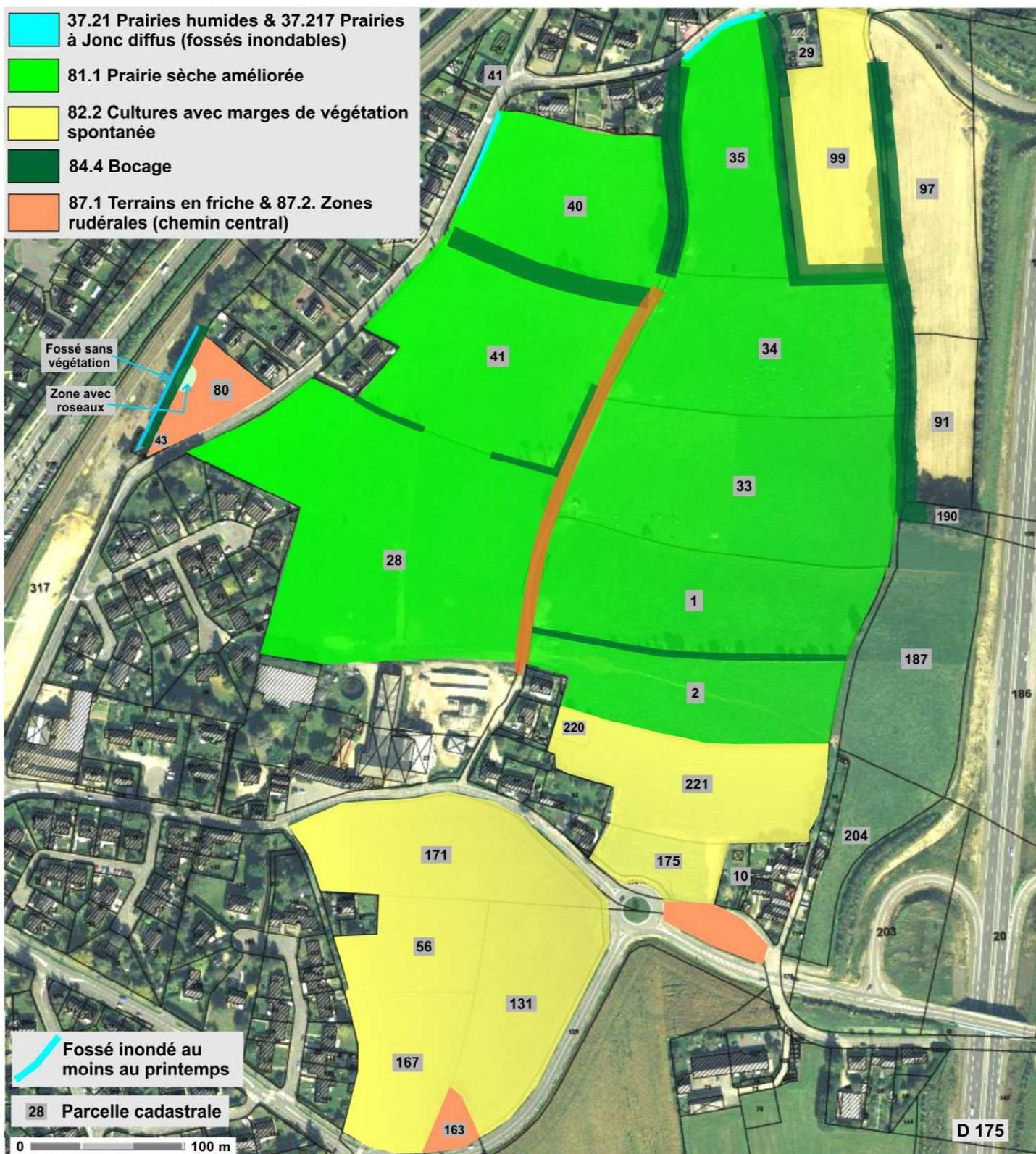


Figure 4 : Cartographie des habitats du site (photo aérienne de fond Géoportail).

4. Analyse de la faune du site.

4.1. Les mammifères.

Le seul mammifère protégé³⁶ présent sur le site est la chauve-souris commune Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*). Cette espèce commune³⁷ est présente, en vol de transit et de chasse, le long des diverses lisières arborées du site (en particulier grandes haies arborées des moitiés nord et Est). Il n'a pas été trouvé de gîtes arboricoles occupés sur le site, cependant les grands arbres du site, contiennent des cavités, trous de pics ou cavités naturelles (voir Photo 39 et Photo 40) qui pourraient être utilisés ponctuellement par cette espèce (les chauves-souris changent souvent de gîtes). Il est cependant probable, pour cette espèce très liée aux constructions humaines, que la majorité des individus chassant sur le site utilise des gîtes situés dans les bâtiments entourant le site (et donc une bonne partie des quartiers de la ville de Betton entourant le site). Le passage ponctuel d'autres espèces de chauves-souris communes reste possible.

Les seuls autres mammifères contactés sur le site (voir Tableau 10) sont la taupe d'Europe, le renard roux (voir Photo 42) et des campagnols indéterminés (terriers dans la pâture). Des sangliers traversent la zone (en hiver) et cherche de la nourriture dans les zones prairiales (présence de traces et secteurs de sols retournés en mars dans la parcelle 1).

Conclusion : les espèces de mammifères présentes sur le site sont des espèces communes y compris la seule espèce protégée contactée (la Pipistrelle commune). Le site est essentiellement une zone de chasse pour cette espèce (de petits gîtes arboricoles potentiels sont cependant présents dans les grands arbres du site).

Tableau 5 : Habitats et localisations des stations IPA (voir Figure 5).

Stations IPA 2015	Caractéristiques des zones d'étude
1	Culture (labour) et zone de friche arbustive avec quelques grands arbres, jardins urbains à proximité (P 163, 167, 131) : Photo 1.
2	Cultures (céréales) et jardins urbains à proximité (à côté d'une route et d'un rond-point) (P 171, 175, 221) : Photo 5.
3	Pâtture et friche herbacée avec haies arbustives et jardins arborés à proximité (P 80 et 28) : Photo 29 et Photo 30.
4	Pâtture et haies arborées et arbustives au nord-ouest du site (et jardins urbains proches) (P 40, 41) : Photo 26.
5	Pâtture et culture séparées par une haie de grands arbres (chênes) (P. 35 et 99) : Photo 19.
6	Pâtture et haies de grands arbres (ancien chemin creux bordé de chênes et d'arbustes (P. 34, 35, 40) : Photo 21 et Photo 22
7	Pâtture et haies arborées Nord-est (P. 34) : Photo 15 et Photo 16.
8	Pâtture et haies arborées Est (et bosquet arboré) (P. 1 et 33) : Photo 11 et Photo 12.

³⁶ Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ; J.O. du 10 mai 2007 et Arrêté du 15 septembre 2012 modifiant l'arrêté du 23 avril 2007 ajoutant, entre autre, le campagnol amphibie à la liste des espèces de mammifères protégées. J.O. du 6 octobre 2012.

³⁷ Groupe Mammalogique Breton, 2015. Atlas des mammifères de Bretagne. Éditions Locus Solus, 303 p.

4.2. L'avifaune.

Trente-cinq espèces d'oiseaux ont été répertoriées sur le site. Elles comprennent vingt-cinq espèces protégées nationalement³⁸. Parmi celles-ci quinze espèces protégées sont des nicheurs sur le site et ces bordures immédiates.

Ce peuplement nicheur a été inventorié sur différentes zones du site grâce à la méthode des IPA (voir chapitre méthodes d'étude : premiers comptages le 10 avril et second le 19 juin). Les points d'écoute ont été répartis sur l'ensemble du site (voir leurs caractéristiques et localisations Figure 5 et Tableau 5).

Tableau 6 : Analyse de l'avifaune nicheuse et printanière du site par point d'étude et d'observation (voir Figure 5 pour la localisation des points).

1 : Culture et friche sud.	2 : Cultures près du rond-point.
3 : Pâturage ouest, friche herbacée et arbustive.	4 : Pâturage nord-ouest et haies arborées et arbustives.
5 : Culture, pâturage et haie arborée du nord du site.	6 : Pâturage et haie arborée haute (chemin creux).
7 : Pâturage et haies arborées du nord-est du site.	8 : Pâturage et haie arborée du centre-est du site.

Espèces / Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	Fréquences d'observation
Accenteur mouchet	2		1		1	1	1	1	87,5 %
Bruant zizi							1		12,5 %
Buse variable					0,5			0,5	25,0 %
Chardonneret élégant						1			12,5 %
Corneille noire	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	100,0 %
Étourneau sansonnet	1	1	1	1	2	1	1	2	100,0 %
Faucon crécerelle						0,5		0,5	25,0 %
Fauvette à tête noire	2		1		1		1	2	62,5 %
Geai des chênes			0,5	0,5				0,5	37,5 %
Grive musicienne			1		1	1		1	50,0 %
Hirondelle rustique				0,5	0,5			0,5	37,5 %
Linotte mélodieuse					1		0,5		25,0 %
Martinet noir	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	87,5 %
Merle noir	2	1	2	1	2		1	1	87,5 %
Mésange à longue queue							1		12,5 %
Mésange bleue			1	1	2	1	1	1	75,0 %
Mésange charbonnière	1		1		1			1	50,0 %
Moineau domestique	1	2		2	1				50,0 %
Pic épeiche								0,5	12,5 %
Pic vert	0,5				0,5		1	0,5	50,0 %
Pie bavarde	0,5	1		0,5	1	0,5	1	0,5	87,5 %
Pigeon Biset domestique	0,5	0,5		0,5		0,5	0,5		62,5 %
Pigeon Ramier	1	1	1	1		1	1	1	87,5 %
Pinson des arbres	2	1	2	1	3	3	2	1	100,0 %
Pouillot véloce			2	1	1	1	1	1	75,0 %
Rougegorge familier	1		1		1	1	1	1	75,0 %
Rouge-queue à front blanc						0,5			12,5 %
Sittelle torchepot			1				0,5		25,0 %
Tourterelle turque	1	1	1	2	1	0,5			75,0 %
Troglodyte mignon	1	1	3	1	3	3	2	1	100,0 %
Verdier d'Europe					1				12,5 %
Nombre d'espèces	16	11	16	15	21	17	19	21	

Légende : Fréquences : % de points contenant l'espèce.

³⁸ Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. J.O. du 5 décembre 2009.

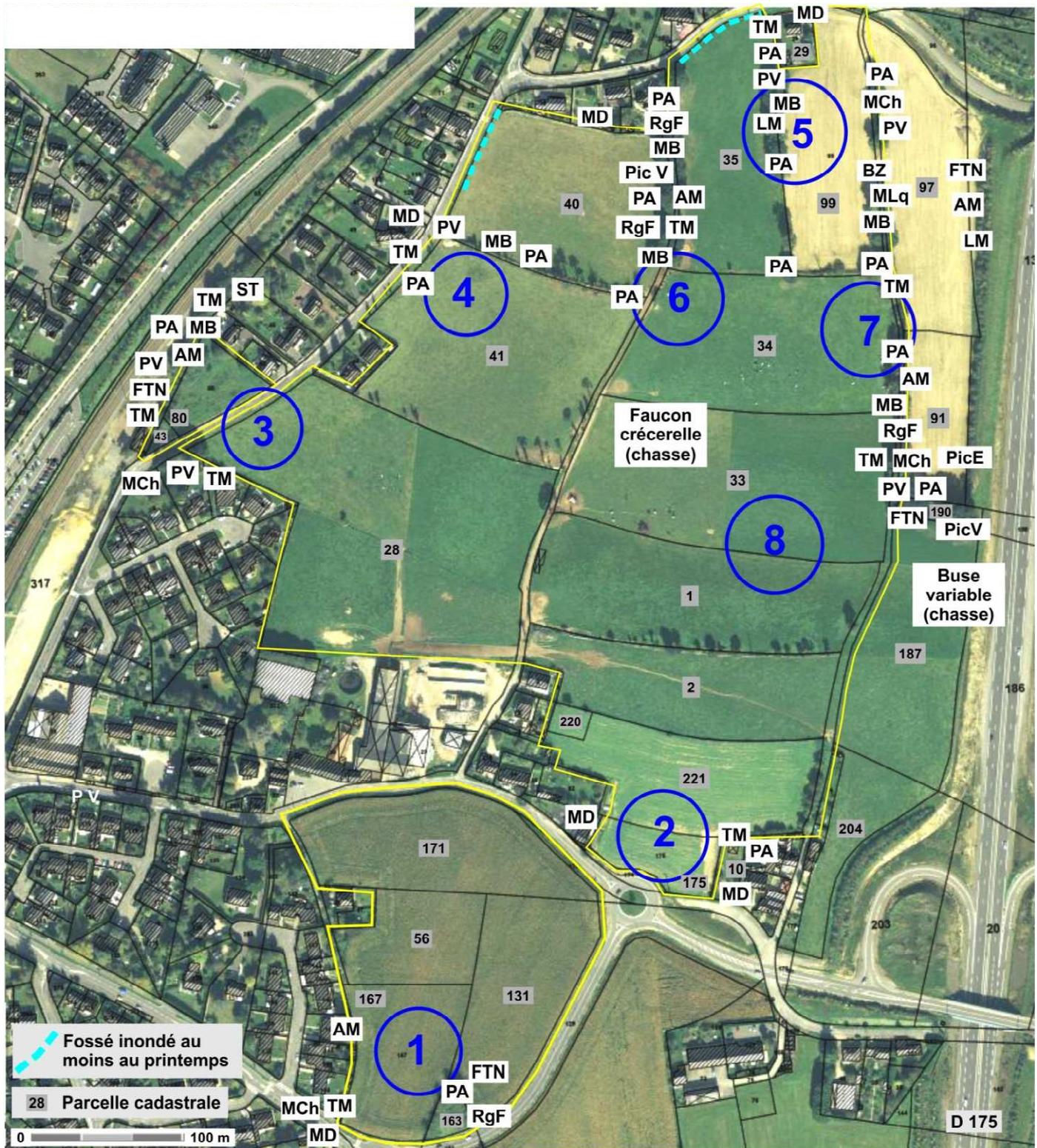


Figure 5 : Localisations des points d'écoute (IPA) et des observations d'oiseaux nicheurs du site (individus chanteurs ou présentant des preuves de nidification) et zones de chasse de rapaces diurnes de passage sur le site au printemps (photo aérienne de fond Géoportail).

Tableau 7 : Initiales des noms d'oiseaux protégés nicheurs du site de la Figure 5.

AM	Accenteur mouchet (individus et chanteurs)	PA	Pinson des arbres (individus et chanteurs)
BZ	Bruant zizi (individus et chanteurs)	PV	Pouillot véloce (individus et chanteurs)
CE	Chardonneret élégant (individus)	PicE	Pic épeiche (individus et cris)
FTN	Fauvette à tête noire (individus et chanteurs)	PicV	Pic Vert (individus et cris)
LM	Linotte mélodieuse (couple et chanteur)	ST	Sitelle Torcheplot (individus et chanteurs)
MB	Mésange bleue (individus et chanteurs)	RgF	Rouge-gorge familial (individus et chanteurs)
MLq	Mésange à longue queue (individus et chanteurs)	TM	Troglodyte mignon (individus et chanteurs)
MCh	Mésange charbonnière (individus et chanteurs)	VE	Verdier d'Europe (individus et chanteurs)

Tableau 8 : Oiseaux présents sur le site en fonction de huit **zones d'observation (regroupement des données des points d'écoute et de toutes les autres observations en toutes saisons)**.

1 : Culture et friche sud.	2 : Cultures près du rond-point.
3 : Pâturage ouest, friche herbacée et arbustive.	4 : Pâturage nord-ouest et haies arborées et arbustives.
5 : Culture, pâturage et haie arborée du nord du site.	6 : Pâturage et haie arborée haute (chemin creux).
7 : Pâturage et haies arborées du nord-est du site.	8 : Pâturage et haie arborée du centre-est du site.

Espèces / Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	Statut local	Statut national
Accenteur mouchet	2	X	1	X	1	1	1	1	N	P
Bergeronnette grise			X	X					H	P
Bruant zizi						X	1	X	N	P
Buse variable					0,5			0,5	N ext	P
Chardonneret élégant				X		1			N	P
Corneille noire	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	N	C
Étourneau sansonnet	1	1	1	1	2	1	1	2	N	C
Faucon crécerelle				X		0,5		0,5	N ext	P
Fauvette à tête noire	2		1		1	X	1	2	N	P
Geai des chênes			0,5	0,5		X	X	0,5	N	C
Grive mauvis							X	X	H M	C
Grive muscienne			1	X	1	1		1	N	C
Hirondelle rustique			X	0,5	0,5			0,5	N ext V	P
Linotte mélodieuse					1		0,5		N	P
Martinet noir	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	N ext V	P
Merle noir	2	1	2	1	2		1	1	N	C
Mésange à longue queue					X	X	1	X	N	P
Mésange bleue			1	1	2	1	1	1	N	P
Mésange charbonnière	1		1		1	X	X	1	N	P
Mouette rieuse						X	X		H M	P
Moineau domestique	1	2	X	2	1				N ext	P
Pic épeiche			X					0,5	N ext	P
Pic vert	0,5				0,5	X	1	0,5	N ?	P
Pie bavarde	0,5	1	X	0,5	1	0,5	1	0,5	N	C
Pigeon Biset domestique	0,5	0,5	X	0,5		0,5	0,5		N ext	C
Pigeon Ramier	1	1	1	1		1	1	1	N	C
Pinson des arbres	2	1	2	1	3	3	2	1	N	P
Roitelet triple-bandeau					X				H M	P
Pouillot véloce			2	1	1	1	1	1	N	P
Rougegorge familier	1		1	X	1	1	1	1	N	P
Rouge-queue à front blanc						0,5			M	P
Sittelle torchepot			1				0,5		N	P
Tourterelle turque	1	1	1	2	1	0,5			N ext	C
Troglodyte mignon	1	1	3	1	3	3	2	1	N	P
Verdier d'Europe					1	X			N	P
Nombre d'espèces : 35	16	12	22	21	23	25	23	24	N : 22	P : 25

Statut local : N : nicheur. N ext : Nicheur local en dehors du site. H : hivernant. M : Migrateur. V : Passage en vol.
Statut national : P : protégé national. C : Chassable (non protégé).

Les oiseaux protégés nicheurs du site sont toutes des espèces arboricoles utilisant les buissons denses ou les grands arbres (frondaisons ou cavités) pour se reproduire. Les zones de reproduction de ces espèces correspondent donc à toutes les zones de haies arborées et arbustives du site ainsi qu'aux secteurs de friches denses (grands ronciers de la parcelle 163) (voir localisations de observations Figure 5).

Toutes ces espèces (Accenteur mouchet, Bruant zizi (voir Photo 41), Chardonneret élégant, Fauvette à tête noire, Linotte mélodieuse, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Pic vert, Pinson des arbres, Pouillot véloce, Rougegorge familier, Sittelle torchepot, Troglodyte mignon et Verdier d'Europe) sont communes ou assez

communes dans le bocage de l'Ille-et-Vilaine³⁹ et elles ne sont pas concernées par la liste rouge régionale⁴⁰.

Le site est aussi utilisé, en période de reproduction, par d'autres espèces protégées nichant sur les pourtours du site ou dans des zones plus éloignées (le site est alors, pour ces espèces, une zone d'alimentation en période de reproduction) : Moineau domestique (nichant dans les bâtiments environnants), Faucon crécerelle et Buse variable (chasse aux micromammifères), Pic épeiche (passages dans les arbres du site), Hirondelle rustique et Martinet noir (chasse aux insectes volants du site).

Si l'on prend en compte les oiseaux non protégés (Corneille noire, Étourneau sansonnet, Geai des chênes, Grive musicienne, Merle noir, Pie bavarde, Pigeon Biset domestique, Pigeon Ramier et Tourterelle turque) le site est utilisé, en période de reproduction, par 30 espèces (22 espèces nicheuses sur le site, voir Tableau 8).

Quelques autres espèces protégées sont présentes sur le site en tant que migrateurs, c'est le cas du Rouge-queue à front blanc (un nicheur peu commune en Bretagne, présent en forêt de Rennes) ou comme hivernants permanents ou de passage (erratiques) (Mouette rieuse, Bergeronnette grise et Roitelet triple-bandeau ; au total 25 espèces protégées fréquentent le site, voir Tableau 8). De même le site est utilisé par la Grive mauvis (espèce non protégée hivernante en Bretagne).

Si globalement la grande majorité ces espèces sont communes ou assez communes en Bretagne ou dans l'ouest de la France, certaines sont considérées en déclin (à l'échelle du pays) **d'après le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC)**⁴¹ (voir Tableau 9).

Tableau 9 : **Évolution globale des populations d'espèces en diminution ou en déclin d'après le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC)** (pour les espèces présentes sur le site).

Espèces	Évolution depuis 1989	Évolution depuis 2001
Chardonneret élégant	Non significatif	Diminution
Faucon crécerelle	Déclin	Diminution
Hirondelle rustique	Déclin	Stable
Linotte mélodieuse	Déclin	Déclin
Pouillot véloce	Déclin	Diminution
Rougegorge familier	Augmentation	Diminution
Troglodyte mignon	Stable	Déclin
Verdier d'Europe	Déclin	Diminution

Légende Tableau 9 :

Déclin : tendance linéaire négative significative ($P < 0.05$) sur le long terme (depuis 1989).

Diminution : tendance linéaire négative significative ($P < 0.05$) sur le moyen terme (depuis 2001).

Augmentation : tendance linéaire positive significative ($P < 0.05$) sur le long ou le moyen terme.

Stable : tendance linéaire non significative et pas de variations interannuelles significatives

³⁹ GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Groupe Ornithologique Breton, Bretagne-Vivante SEPNEB, LPO 44, Groupe d'études Ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé, 512 p.

⁴⁰ Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale : Oiseaux nicheurs & Oiseaux migrateurs de Bretagne. Listes validées par le CSRPN de Bretagne le 11 juin 2015 : <http://www.observatoire-biodiversite-bretagne.fr/content/view/full/79848>

⁴¹ Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) : <http://vigienature.mnhn.fr/page/le-suivi-temporel-des-oiseaux-communs-stoc>

Les oiseaux en déclin ou diminution constante à l'échelle de la France (Linotte mélodieuse puis Faucon crécerelle, Pouillot véloce et Verdier d'Europe) restent cependant des espèces assez communes dans les bocages d'Ille-et-Vilaine. La linotte mélodieuse nécessite la présence de zones d'incultures (haies ou zones en friches arbustives denses) car elle niche dans ce type de milieux (les autres espèces utilisant des haies arbustives avec grands arbres). La Linotte mélodieuse semble peu présente sur le site qui ne contient que peu de zone de buissons denses favorables (les zones arbustives bordant la RD 175 semblent plus favorables).

Toutes les espèces d'oiseaux utilisant le site, nicheuses ou de passages à différentes saisons, sont communes ou relativement communes dans les zones bocagères ou arbustives de l'Ille-et-Vilaine⁴². Le site ne contient pas d'espèces pouvant être considérées comme rares ou patrimoniales mais des espèces en déclin marqué à l'échelle de la France s'y reproduisent ou l'utilisent pour leur alimentation

4.3. Les reptiles et les batraciens

Il n'a pas été observé de reptiles sur le site. Les pâtures mésophiles et les haies résiduelles actuelles sont peu favorables à ces espèces sauf éventuellement à des individus d'espèces communes⁴³ de passage utilisant les structures linéaires (Orvet fragile dans les haies, Couleuvre à collier dans les fossés).

Deux espèces de Batraciens sont présentes sur les marges du site, c'est-à-dire les fossés inondés des bordures nord et ouest des parcelles (voir Photo 31 et Photo 32), il s'agit du Triton palmé (*Triturus helveticus*) et de la Grenouille verte commune (*Pelophylax klepton esculentus*).

Le Triton palmé est une espèce protégée nationalement⁴⁴ et commune en Bretagne, qui est ici présente à l'état adulte dans le fossé au nord de la parcelle 35. Il n'a pas été observé de larves de cette espèce sur la zone et il est probable qu'il n'y a pas de reproduction car le fossé utilisé s'assèche presque complètement dès le début de l'été (les larves de l'espèce se développe du printemps à la fin de l'été dans l'eau ; la reproduction est peut-être possible les années pluvieuses).

La Grenouille verte commune est présente dans le même fossé mais aussi dans celui de la bordure ouest de la parcelle 40. Il a été observé, au printemps, un adulte et quelques juvéniles (de 3 cm) mais pas de preuve de reproduction (pas d'observation de pontes ou de têtards). L'assèchement en début d'été des fossés, limite aussi fortement les possibilités de reproduction pour cette espèce. La Grenouille verte commune n'est que partiellement protégée (captures possible des adultes pour consommation) mais il convient de préserver les pontes et têtards, très semblables à ceux d'autres espèces voisines intégralement protégées.

Il est possible que les individus des deux espèces observés dans le fossé nord proviennent de populations plus importantes colonisant une zone humide source, peut-être le bassin récent de récupération des eaux pluviales situé à une centaine de mètres au nord du site, le long de la RD 175.

⁴² GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Groupe Ornithologique Breton, Bretagne-Vivante SEPNEB, LPO 44, Groupe d'études Ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé, 512 p.

⁴³ LE GARFF B. (Coord.), 2014. Atlas des amphibiens et des reptiles de Bretagne et de Loire-Atlantique. Penn ar Bed, N° 216 - 218. 200 p.

⁴⁴ Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. J.O. du 18 décembre 2007

4.4. Les insectes et les autres invertébrés.

Un insecte protégé nationalement⁴⁵ est présent sur le site. Il s'agit du Coléoptère Longicorne Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*). Cette espèce est liée (développement des larves xylophages et thermophiles) aux chênes bien exposés et affaiblis. Sur le site deux arbres ou ensembles d'arbres ont été colonisés (voir leurs localisations Figure 6) et montrent des trous de sortie des nouveaux adultes sur les troncs, trous caractéristiques de l'espèce :

- Deux troncs de chênes voisins situés en bordure ouest de la limite entre les parcelles 41 et 28 (en limite du coin sud-est de la parcelle 41) montrent de très nombreux trous de sortie d'adultes (3 trous sur le tronc nord et 12 trous sur le tronc sud) visiblement récents (trous de 2015 ou 2014 ; voir Photo 36 à Photo 38) ;
- Un arbre en limite sud des parcelles 35 et 99 montrent quelques trous de sortie mais qui semblent plus anciens (âge indéterminé, avant 2014 ; voir Photo 33 à Photo 35).

L'espèce n'a pas été observée à l'état adulte en 2015 mais sa présence et reproduction récente au niveau de la limite 41 - 28 est certaine. De plus cette espèce peut voler facilement et se réfugier en hauteur dans les plus grands arbres en journée et donc coloniser éventuellement d'autres arbres du site sans si reproduire forcément (une ponte récente sur un autre arbre serait indétectable).

Cette espèce est surtout commune dans la moitié sud de la Bretagne, cependant le bassin de Rennes correspond à une extension importante de la population vers le nord-est de l'Ille-et-Vilaine⁴⁶ (le nord du département n'est pas colonisé par l'espèce).

Un coléoptère patrimonial (non protégé nationalement mais pris en compte par la Directive Habitats) est aussi présent sur le site, le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*). Cette espèce saproxylophage (larves dans les bois morts, souches ou cavités d'arbres) a été observée à l'extrémité sud du site (un cadavre en bordure de la parcelle 163 ; voir Figure 6) sur une zone peu favorable (quelques souches utilisables par les larves dans la parcelle 163). Cette espèce, liée aux souches et arbres morts, n'a pas été observée au nord du site (haies arborées avec bois morts souches et troncs moribonds) alors que cette zone est bien plus favorable à l'espèce.

Le site ne contient pas d'autres espèces d'insectes ou d'invertébrés remarquables. Le peuplement d'insectes du site (voir liste Tableau 10) ne comprend que des espèces communes du bocage d'Ille-et-Vilaine (d'après les atlas régionaux en cours de constitution)⁴⁷.

Trois espèces de libellules communes fréquentent les bordures des fossés inondés (pas de preuve de reproduction ; espèces provenant de plans ou cours d'eau extérieurs). Les quatre espèces d'orthoptères présentes sont liées aux prairies (Grillon champêtre) ou aux haies. Dix espèces de papillons à activité diurne ont été répertoriées, ce sont des espèces communes des zones bocagères contenant des habitats herbacés prairiaux ou en friches (les zones de cultures intensives étant bien moins favorables). Divers boudons (espèces pollinisatrices) sont aussi présents sur le site (au moins trois espèces).

⁴⁵ Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. J.O du 06/05/2007.

⁴⁶ GOUVERNEUR X. et GUERARD P., 2011. Les longicornes armoricains. Atlas des coléoptères Cerambycidae des départements du Massif Armoricain. Invertébrés Armoricains, les cahiers du GRETIA, 7, 224 p.

⁴⁷ <http://www.bretagne-vivante.org/content/category/127/167/>

Les coléoptères répertoriés sur le site sont des espèces liées aux prairies pâturées (Géotrupe coprophage) ou aux zones de friches (coccinelles, œdémères, petit longicorne).

Les fossés inondables du nord-ouest du site sont colonisés par de nombreux petits coléoptères aquatiques communs (Dytiscidés et Hydrophilidés). Ces espèces se retrouvent dans les abreuvoirs à bovins ou dans de petites dépressions rarement inondables des zones prairiales ; c'est le cas, en particulier, dans une petite zone en dépression, en limite ouest des parcelles 28 et 41, à côté des troncs colonisés par le Grand Capricorne, où sont présents, en mai, de nombreux Hydrophilidés du genre Helophorus.

Le fossé inondable nord (parcelle 35) contient aussi divers autres invertébrés aquatiques dont la présence implique le maintien constant d'une forte humidité du substrat et de la litière au fond du fossé (espèces disparaissant des zones totalement asséchées). C'est le cas des Crustacés aquatiques Asellidés et de petits Mollusques bivalves (Sphaeriidés) et gastropodes (Limnées).

Les espèces de mollusques gastéropodes terrestres répertoriées sont des espèces communes en Bretagne^{48 49}.

Conclusion : le site se singularise par la présence d'une population réduite de l'insecte protégé Grand Capricorne (présence de divers chênes favorables à la reproduction de l'espèce). La biodiversité entomologique (et en invertébrés) du site reste cependant assez réduite (**présence d'espèces communes** des haies, pâtures et fossé inondés).

⁴⁸ WELTER-SCHULTES F.W., 2012. European Non-marine Molluscs, a Guide for Species Identification. Göttingen (Planet Poster Editions), 679 pages.

⁴⁹ GARGOMINY O., PRIE V., BICHAIN J-M., CUCHERAT X. & FONTAINE B., 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. MalaCo 7 : 307-382.

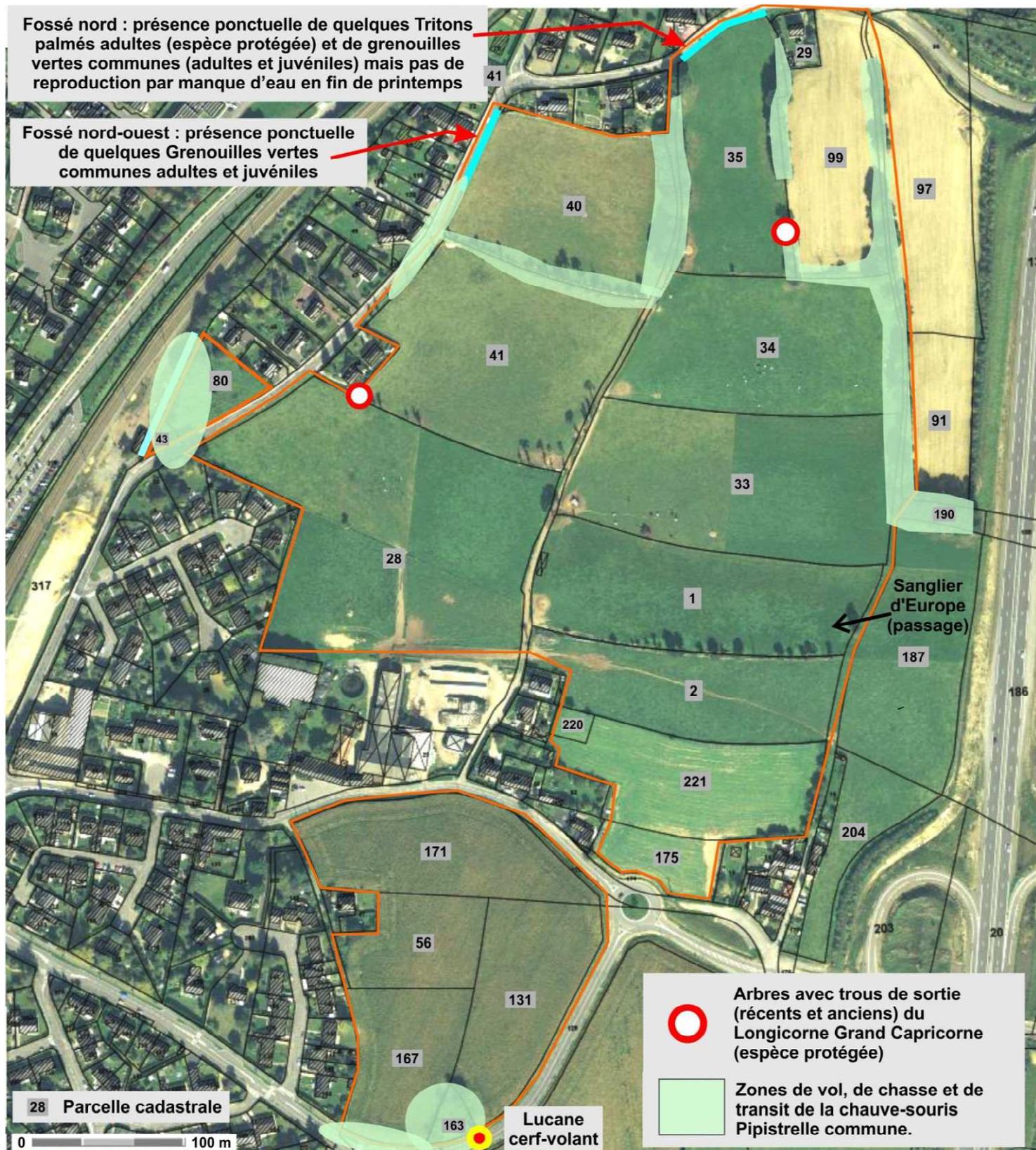


Figure 6 : Localisations des espèces animales protégées ou remarquables (sauf oiseaux) présentes sur le site (photo aérienne de fond Géoportail).

Planche 6 : Photographies d'habitats du site utilisés par les batraciens et le Grand Capricorne.



Photo 31 : Végétation hygrophile du fossé nord (zone de présence des batraciens du site).



Photo 32 : Vue de l'habitat utilisé par le Triton palmé et le Grenouille verte sur le site (fossé nord en avril).



Photo 33 : Chêne du nord du site (limite sud p. 99-35) avec trous d'imagos de Grand Capricorne.

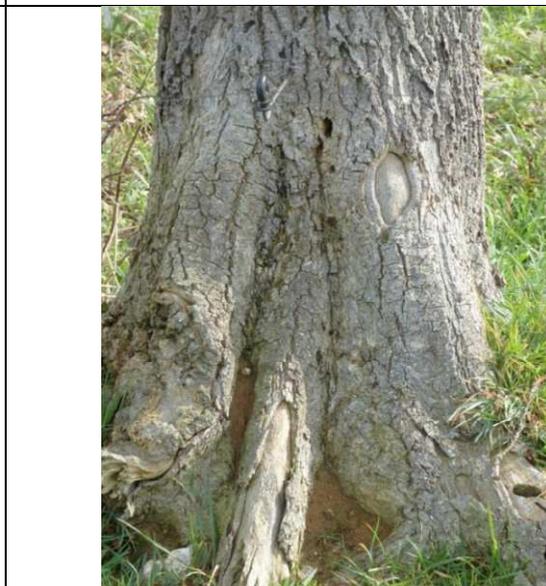


Photo 34 : Trous de sortie d'imago de Grand Capricorne sur un chêne de la limite 99-35.



Photo 35 : Autre vue du chêne (premier plan) utilisé par le Grand Capricorne en limite des parcelles 99 et 35.



Photo 36 : Localisation du chêne utilisé par le Grand Capricorne sur la limite ouest des parcelles 41 et 28 (flèches rouge).

Planche 7 : Photographies d'habitats et d'espèces animales du site
(Grand Capricorne, oiseaux, mammifères).



Photo 37 : Vue des deux troncs atteints par le Grand Capricorne au niveau de la limite ouest des parcelles 41 et 28.



Photo 38 : Vue rapprochée des troncs et des trous de sorties de Grand Capricornes au niveau de la limite ouest des parcelles 41 et 28.



Photo 39 : Alisier torminal isolé de la limite Est de la parcelle 1 avec cavités utilisables par les espèces cavernicoles.

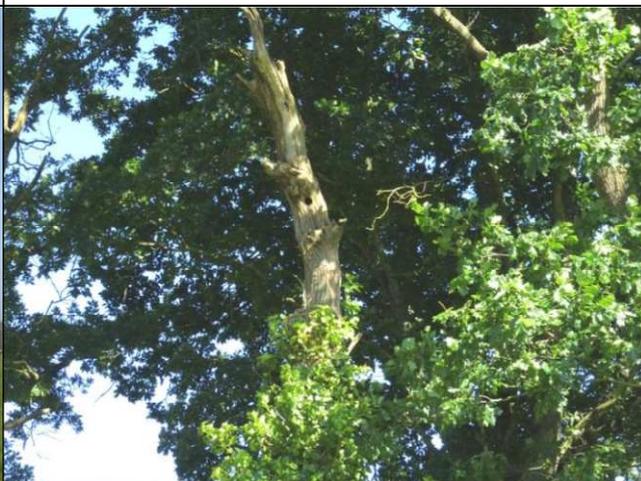


Photo 40 : **Trou de pics utilisables par d'autres oiseaux et des chiroptères** dans un chêne de la haie (chemin creux) entre p. 40 et p. 35.



Photo 41 : Bruant zizi chanteur dans un arbre de la bordure Est de la parcelle 99.



Photo 42 : Renard dans la pâture (parcelle 34) au crépuscule en juillet 2015.

Tableau 10 : Liste des espèces animales observées sur le site d'étude.

Ordres et Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Localisations	Statut général
Mammifères	Chiroptères (chauves-souris)			
Vespertilionidae	Pipistrellus pipistrellus (Schreber)	Pipistrelle commune	Nb. ind. en vol (chasse) le long des haies arborées et lisières du site	Espèce protégée commune
Mammifères	Insectivores			
Talpidae	Talpa europaea Linnaeus	Taupe d'Europe	Taupinières dans les pâtures	Espèce commune
Mammifères	Carnivores			
Canidae	Vulpes vulpes (Linnaeus)	Renard roux	Un individu en juillet sur le site. Nb. crottes en bordure des champs	Espèce commune
Mammifères	rongeurs			
Muridae	Microtus sp.	Campagnols indéterminés	Terriers dans la pâture du site	Espèces communes
Mammifères	Ongulés			
Suidae	Sus scrofa Linnaeus	Sanglier d'Europe	Trace d'individus (empreintes, sol retourné) dans la parcelle N°1 (mars)	Espèce commune
Oiseaux				
Accipitridae	Buteo buteo (Linnaeus)	Buse variable	Individus en vol (chasse) au-dessus du site (venant de l'est)	Espèce protégée commune
Falconidae	Falco tinnunculus Linnaeus	Faucon crécerelle	Un individu en chasse sur le site (toutes saisons)	Espèce protégée commune
Laridae	Larus ridibundus Linnaeus	Mouette rieuse	Jusqu'à une douzaine d'ind. posés dans les pâtures du site	Espèce protégée commune
Columbidae	Columba palumbus Linnaeus	Pigeon ramier	Couples nicheurs sur le site	Espèce commune
	Streptopelia decaocto (Fridvaldszky)	Tourterelle turque	Ind. auprès des maisons du site	Espèce commune
	Columba livia Gmelin	Pigeon biset domestique	Ind. en troupe, vol ou posé dans les pâtures autour du site	Espèce commune
Apodidae	Apus apus (Linnaeus)	Martinet noir	Ind. en vol au-dessus du site	Espèce protégée commune
Picidae	Picus viridis Linnaeus	Pic vert	Ind (couple) de passage dans les arbres de l'Est du site	Espèce protégée commune
	Dendrocopos major (Linnaeus)	Pic épeiche	Ind. de passage sur le site en juin	Espèce protégée commune
Hirundinidae	Hirundo rustica Linnaeus	Hirondelle rustique	Ind. de passage sur le site au printemps	Espèce protégée commune
Motacillidae	Motacilla alba alba Linnaeus	Bergeronnette grise	Ind. de passage sur le site en hiver	Espèce protégée commune
Troglodytidae	Troglodytes troglodytes (Linnaeus)	Troglodyte mignon	Couples nicheurs dans les haies du site	Espèce protégée commune
Prunellidae	Prunella modularis (Linnaeus)	Accenteur mouchet	Couples nicheurs dans les haies du site	Espèce protégée commune
Saxicolidae (Turdidae)	Erithacus rubecula (Linnaeus)	Rougegorge familier	Couples nicheurs dans les haies du site	Espèce protégée commune
	Phoenicurus phoenicurus (Linnaeus)	Rouge-queue à front blanc	Ind. migrateur de passage sur le site en avril	Espèce protégée peu commune
Sylviidae	Sylvia atricapilla (Linnaeus)	Fauvette à tête noire	Couples nicheurs dans les haies arborées du site	Espèce protégée commune
	Phylloscopus collybita (Vieillot)	Pouillot véloce	Nb. nicheurs dans les haies et boisements du site	Espèce protégée commune
Reguliidae	Regulus ignicapillus (Temminck)	Roitelet triple-bandeau	Ind. de passage sur le site en hiver	Espèce protégée commune
Turdidae	Turdus merula Linnaeus	Merle noir	Couples nicheurs dans les haies du site	Espèce commune
	Turdus philomelos Brehm	Grive musicienne	Chanteurs et forges d'escargots dans les haies du site	Espèce commune
	Turdus iliacus Linnaeus	Grive mauvis	Ind. de passage en hivers	Espèce commune
Paridae	Parus major Linnaeus	Mésange charbonnière	Nb. nicheurs dans les haies et arbres du site	Espèce protégée commune
Légende : Nb. : nombreux, ind. individus		Espèces protégées nationalement	Espèces non protégées mais d'intérêt patrimonial	

Tableau 10 : Liste des espèces animales observées sur le site d'étude.

Ordres et Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Localisations	Statut général
Oiseaux (suite)				
Paridae	Cyanistes caeruleus (Linnaeus)	Mésange bleue	Nb. nicheurs dans les haies et arbres du site	Espèce protégée commune
Ægithalidae	Aegithalos caudatus (Linnaeus)	Mésange à longue queue	Un couple dans les haies de l'Est du site	Espèce protégée commune
Sittidae	Sitta europaea Linnaeus	Sittelle torchepot	Ind. dans les grands arbres d	Espèce protégée commune
Corvidae	Corvus corone Linnaeus	Corneille noire	Passage d'ind. et un couple nicheur sur le site	Espèce commune
	Pica pica (Linnaeus)	Pie bavarde	Un couple dans les arbres du site	Espèce commune
	Garrulus glandarius (Linnaeus)	Geai des chênes	Ind. de passage dans les grands arbres	Espèce commune
Sturnidae	Sturnus vulgaris Linnaeus	Étourneau sansonnet	Troupe dans les pâtures du site en hiver	Espèce commune
Fringillidae	Fringilla coelebs Linnaeus	Pinson des arbres	Couples nicheurs dans les haies arborées du site	Espèce protégée commune
	Carduelis chloris (Linnaeus)	Verdier d'Europe	Individus dans les haies et jardins au nord du site	Espèce protégée commune
	Carduelis carduelis (Linnaeus)	Chardonneret élégant	Individus dans les pâtures et les haies en friche	Espèce protégée commune (en régression)
	Carduelis cannabina (Linnaeus)	Linotte mélodieuse	Couple en vol au nord et au sud du site	Espèce protégée commune
Passeridae	Passer domesticus (Linnaeus)	Moineau domestique	Ind. dans les cultures et autour des bâtiments entourant le site	Espèce protégée commune
Emberizidae	Emberiza cirrus Linnaeus	Bruant zizi	Un couple dans les haies de l'Est du site	Espèce protégée commune
Amphibiens (tritons, crapauds, grenouilles)				
Salamandridae	Triturus helveticus (Razoumowsky)	Triton palmé	Adultes dans le fossé inondé nord	Espèce protégée commune
Ranidae	Pelophylax klepton esculentus (Linnaeus)	Grenouille verte commune	Adultes et juvénile dans les fossés nord et nord-ouest (P. 35 et 40)	Esp. assez commune (partiellement protégée)
Insectes Odonates (libellules)				
Calopterygidae	Calopteryx splendens (Harris)	Caloptéryx éclatant	Un mâle dans la parcelle 163	Espèce commune
Platycnemididae	Platycnemis pennipes (Pallas)	Agrion à larges pattes	Un mâle dans la parcelle 163	Espèce commune
Coenagrionidae	Enallagma cyathigerum (Charpentier)	Agrion porte-coupe	Un mâle dans le fossé nord-ouest en juin	Espèce commune
Insectes Orthoptères (Sauterelles, Grillons, Criquets)				
Tettigoniidae	Tettigonia viridissima Linnaeus	Grande Sauterelle verte	Adultes vocalisant dans la haie arborée Est	Espèce commune
Grillidae	Gryllus campestris Linnaeus	Grillon champêtre	Cht. dans les pâtures du site	Espèce commune
	Nemobius sylvestris (Bosc)	Grillon des bois	Ind. vocalisant dans les grandes haies (Nord et Est)	Espèce commune
Acrididae	Pseudochorthippus parallelus (Zetterstedt)	Criquet des pâtures	Nb. ind. dans les prairies et les friches du site	Espèce commune
Insectes Hémiptères (punaises)				
Pentatomidae	Graphosoma italicum (Müller, 1766)	Punaise arlequin	Individus sur les Apiacées de bordures de champs	Espèce commune
Insectes Lépidoptères (papillons)				
Hesperidae	Ochlodes sylvanus (Esper)	Sylvaine	Ind. en vol sur les lisières (p. 163)	Espèce commune
Pieridae	Gonepteryx rhamni (Linnaeus)	Citron	Ind. en vol sur les pâtures fleuries	Espèce commune
	Pieris rapae Linnaeus	Piéride de la rave	Ind. en vol sur le site	Espèce commune
Nymphalidae	Inachis io (Linnaeus)	Paon de jour	Ind. en vol le long des haies et des lisières du site	Espèce commune
	Polygonia c-album (Linnaeus)	Gamma ou Robert le diable	Ind. en vol sur les lisières	Espèce commune
Légende : Nb. : nombreux, ind. : individus		Espèces protégées nationalement		Espèces non protégées mais d'intérêt patrimonial

Tableau 10 : Liste des espèces animales observées sur le site d'étude.

Ordres et Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Localisations	Statut général
Insectes Lépidoptères (papillons) (suite)				
Nymphalidae	Pararge aegeria (Linnaeus)	Tircis	Ind. en vol le long des haies du site	Espèce commune
	Lasiommata megera (Linnaeus)	Mégère Satyre	Ind. en vol dans les zones fleuries	Espèce commune
	Maniola jurtina (Linnaeus)	Myrtil	Ind. en vol sur le site (prairies, chemins, haies et lisières)	Espèce commune
	Coenonympha pamphilus (Linnaeus)	Procris	Individus en vol dans les zones fleuries du site	Espèce commune
Erebidae (Arctiidae)	Tyria jacobaeae (Linnaeus)	Écaille du séneçon	Chenille sur Séneçon jacobée	Espèce commune
Insectes Hyménoptères				
Apidae	Apis mellifera Linnaeus	Abeille domestique	Ouvrières dans les friches et zones fleuries	Espèce commune
	Bombus sp. (Bombus du groupe lapidarius)	Bourdon des pierres	Ind. en vol dans les zones fleuries du site	
	Bombus sp. (Bombus du groupe terrestres)	Bourdon terrestre	Ind. en vol dans les zones fleuries du site	
	Bombus sp. (groupe pascuorum-humilis)	Bourdon des champs ou bourdon variable	Ind. en vol dans les zones fleuries du site	Espèces assez communes
Vespidae	Vespa crabro Linnaeus, 1758	Frelon européen	Ind. en vol le long des haies du site	Espèce commune
Insectes Coléoptères				
Dytiscidae	Agabus bipustulatus (Linnaeus)	Dytique Agabus à deux points	Individus dans le fossé nord et dans les abreuvoirs	Espèce commune
	Hydroporus sp.	Hydropore	Individus dans les fossés nord-ouest	Espèces communes
Hydrophilidae	Hydrobius fuscipes (Linnaeus)	Petit Hydrophile	Individus dans les fossés nord-ouest	Espèce commune
	Helophorus sp.	Helophore	Très nb. ind. dans les fossés et les herbes inondées	
Dryopidae	Dryops sp.	Dryops	Individus dans les fossés nord-ouest	
Geotrupidae	Anoplotrupes stercorosus (Scriba)	Géotrupe	Individus dans les pâtures	Espèce commune (coprophage)
Lucanidae	Lucanus cervus Linnaeus	Lucane cerf-volant	Ind. dans les zones bocagères à grands chênes et au sud	Espèce assez commune dans le bocage
Lampyridae	Lampyris noctiluca (Linnaeus)	Ver luisant	Ind. dans les fossés	Espèce commune (en régression)
Coccinellidae	Coccinella septempunctata Linnaeus	Coccinelle à sept points	Individus dans les haies	Espèce commune
Oedemeridae	Oedemera podagrariae (Linnaeus, 1767)	Œdémère ochtracé	Individus dans les haies	Espèce commune
Cerambycidae	Cerambyx cerdo (Linnaeus)	Grand capricorne	Trous caractéristiques de sortie des imagos sur au moins deux chênes	Espèce protégée assez commune
	Rutpela maculata (Poda)	Lepture tachetée	Individus dans la haie est	Espèce commune
Mollusques Gastéropodes (escargots, limaces)				
Lymnaeidae	Radix sp.	Lymnée	Individus dans les fossés nord-ouest	Espèce commune
Helicidae	Cornu aspersum (O.F. Müller)	Escargot petit gris	Ind. dans les haies	Espèce commune
Arionidae	Arion rufus (Linnaeus)	Limace rouge	Ind. dans les haies	Espèce commune
Mollusques Bivalves				
Sphaeriidae	Non déterminé	Petit bivalve	Individus dans le fossé inondé nord	
Légende : Nb. : nombreux, ind. : individus		Espèces protégées nationalement	Espèces non protégées mais d'intérêt patrimonial	

5. Synthèse des enjeux et sensibilités floristique et faunistiques du site.

Les enjeux de conservation du site sont très réduits :

- il ne contient pas ou n'est pas proche d'aires protégées (zone Natura 2000 à environ un kilomètre vers l'est) ;
- il ne comprend pas d'éléments importants des trames verte et bleue (restes de bocage peu connecté avec d'autres zones, pas de trame bleue) ;
- les espèces végétales présentes sont toutes des espèces communes des zones agricoles, haies bocagères ou fossés inondables.
- les habitats du site sont de même des zones artificialisées (cultures, prairie pâturées, bocage dégradé) et les zones humides se réduisent à des structures linéaires artificielles (fossés) ;
- les espèces animales protégées présentes sont des espèces communes du bocage du centre de l'Ille-et-Vilaine : une chauve-souris (Pipistrelle commune), une vingtaine d'espèces d'oiseaux, deux batraciens et l'insecte Grand Capricorne (cette espèce en limite de répartition nord au niveau du bassin de Rennes).

Les enjeux pour la flore et les habitats restent très réduits, les enjeux pour la faune concernent donc environ 25 espèces protégées. Toutes ces espèces sont **communes ou relativement communes dans les bocages cultivés du centre de l'Ille-et-Vilaine** et donc le site de présente que des enjeux réduits pour la conservation de la biodiversité de cette grande zone.

Les habitats de reproduction et de repos des espèces protégées utilisant le site sont ici essentiellement les haies arbustives et arborées : zones de chasse, de transit et éventuellement de repos pour les chiroptères, zones de nidification et de repos pour les oiseaux arboricoles, zone de reproduction pour le Grand capricorne. Les fossés inondables sont aussi des zones intermittentes de repos, d'alimentation et de transits pour les deux espèces de batraciens du site.

Vis à vis de la conservation de la biodiversité locale, les structures linéaires abritant les zones de reproduction et de repos (et de transit), haies arborées ou arbustives, petites zones en friches, fossés inondables, sont les zones les plus sensibles (leurs disparitions impliquent celles des populations locales des espèces protégées reproductrices du site). Ces divers milieux sont donc les plus sensibles à l'aménagement (à la destruction).

La sensibilité écologique du site correspond essentiellement aux haies arborées et arbustives résiduelles, aux petites zones de friches arbustives et au fossé inondable au nord.

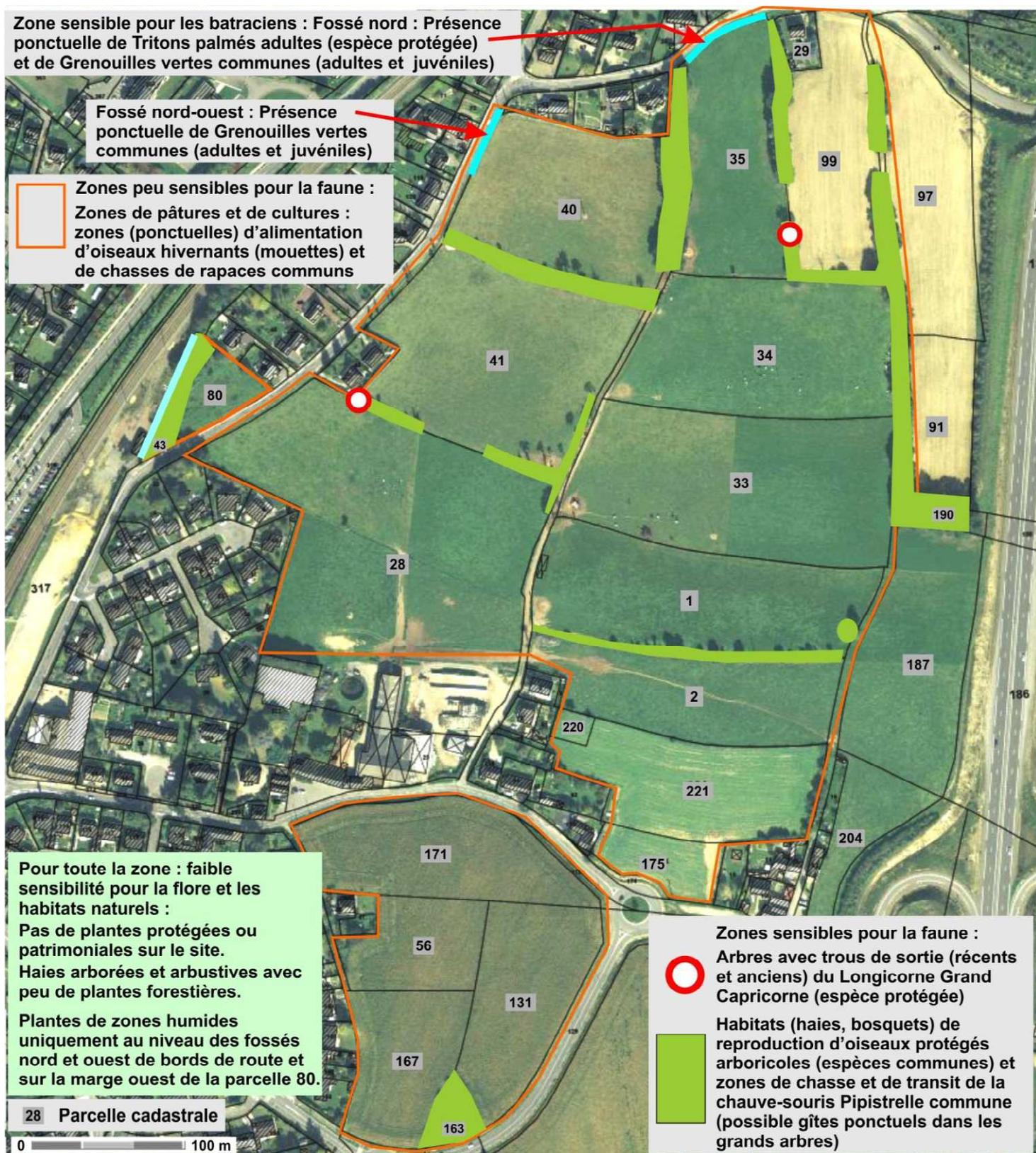


Figure 7 : Synthèse des sensibilités écologiques du site : essentiellement les sensibilités liées à la faune protégée : zones arborées et arbustives (oiseaux nicheurs, chiroptères de passage, Grand capricorne) et fossés inondables (batraciens) (photo aérienne de fond Géoportail).

6. Analyse des impacts potentiels du projet d'urbanisation sur la conservation de la biodiversité locale.

Le site est une future zone d'urbanisation, en conséquence, les impacts potentiels correspondent essentiellement à la disparition de la plus grande partie des milieux semi-naturels du site (voir projet Figure 8 et Figure 9Figure 9).

Pour la flore les impacts potentiels pour la conservation de la biodiversité restent réduits et correspondent à la disparition de populations d'espèces non protégées et communes (plantes des cultures, des prairies, des haies et des fossés humides).

De même les habitats semi-naturels qui pourraient être détruits (zones agricoles, prairies mésophiles, restes de haies bocagère, fossés et zones en friche ou rudérales) sont des milieux très fréquents et ici très artificialisés et dégradés. Les petites zones humides linéaires du site (fossés des parcelles 35 et 40) restent de même des zones très artificielles ne correspondant pas à des habitats d'intérêt patrimoniaux.

Les impacts potentiels **du projet d'urbanisation sur la flore et les habitats semi-naturels** correspondent à la disparition complète de populations de plantes et **d'habitats** agricoles mais restent réduits vis-à-vis de la conservation de la biodiversité car ils ne concernent que des espèces non protégées ou patrimoniales très communes et des habitats banalisés.

Les impacts potentiels pour la faune correspondent essentiellement à des destructions d'habitats d'espèces protégées :

Les possibles disparitions de haies et de parcelles en friches arbustives denses (parcelles 163 et 80) impliqueraient la destruction de zone de reproduction et de repos d'oiseaux protégés pour lesquelles cela est interdit sans l'obtention d'une dérogation (dossier « CNPN »). Les éventuelles destructions de haies et zones arbustives en période de nidification impliqueraient la destruction directe d'individus d'espèces protégées (œufs, jeunes au nid).

De même la destruction éventuelle d'arbres contenant des larves de Grands Capricornes impliquerait la destruction de zone de reproduction et d'individus d'une espèce pour laquelle cela est interdit sans l'obtention d'une dérogation (dossier « CNPN »).

Les éventuelles coupes d'arbres contenant des cavités ou trous de pics impliqueraient la destruction d'habitats de repos potentiels pour les Chiroptères arboricoles. Les éventuelles disparitions de haies et friches impliquent aussi la disparition de zones de transit et d'alimentation pour les Pipistrelles.

Le possible comblement du fossé au nord, contenant des populations de batraciens (en particulier le Triton palmé) correspondrait à la destruction directe d'individus d'espèces protégés qui est de même interdit sans l'obtention d'une dérogation.

Les conséquences possibles du projet d'urbanisation sur les autres espèces protégées correspondent surtout à des disparitions d'habitats d'alimentation ; rapaces diurnes (Faucon Crécerelle et Buse variable), Mouettes rieuses en hiver, passereaux de passage ou hivernants divers (disparitions de populations de micromammifères proies ou d'insectes ou de réserves de graines).

Les impacts potentiels **du projet d'urbanisation sur les populations animales d'espèces protégées** pourront impliquer **des destructions des principaux habitats** de reproduction du site (haies arborées et friches denses pour les oiseaux, arbres pour le Grand Capricorne), **des destructions d'habitats de repos** (zones arborées : oiseaux, **chiroptères**) **ou des destructions directes d'individus** (oiseaux au nid, larves de Grand Capricorne, batraciens des fossés).

Les impacts potentiels du projet d'urbanisation vis-à-vis de la conservation de la biodiversité locale et régionale peuvent être cependant considérés de niveaux faibles à moyens car s'ils correspondent à de possibles destructions d'habitats et d'individus d'espèces protégées, ils concernent uniquement des représentants d'espèces communes dans l'ouest de la France.

7. Présentation des mesures d'évitement et de réduction d'impacts.

7.1. Mesures d'évitement d'impacts.

Sur le site la majorité des alignements d'arbres et des haies présentes sera préservée (voir projet d'aménagement Figure 8 et Figure 9 ainsi que les récapitulatifs des mesures de conservation de la biodiversité du Tableau 11 et de la Figure 10).Figure 9

Ceci concerne les haies arborées du nord du site : la haie en bordure Est des parcelles 99, 34 et 33, la haie arborée entre 99 et 35, celle entre 35 et 40, celle entre 40 et 41, les arbres isolés bordant le chemin agricole central (parcelle 41, coin sud-est), la haie entre les parcelles 1 et 2 et la bordure arborée de la zone en friche bordée par des arbres de la petite parcelle 163.

Ces structures constitueront des espaces verts de bords de voirie ou seront intégrées à des zones d'espaces verts plus larges avec chemins piétonniers ou cyclables (en particulier en zone centrale de la partie nord du site).

Quelques arbres, situés au centre de zones urbanisées seront coupés (certains arbres entre les parcelles 41 et 28).

De plus **les arbres repérés comme contenant des trous de sortie d'imagos de Grand capricorne** seront conservés et inclus dans des zones d'espaces verts (conservation de l'habitat de reproduction de l'espèce). Cependant il est probable que l'insecte, à long terme, recherchera probablement d'autres arbres à coloniser sur le site ou ailleurs (en particulier il pourra coloniser progressivement les autres chênes conservés mais possiblement affaiblis par les travaux de terrassement les environnants).

La conservation des haies arborées permettra donc la préservation des habitats de reproduction des oiseaux protégés et ceux des Grands capricornes, ainsi que les habitats de repos potentiels des Chiroptères ainsi que d'une partie des zones d'alimentation pour les oiseaux et les chiroptères (les zones d'alimentation prairiales actuelles disparaissant en grande partie).

Cependant il est probable que certaines espèces d'oiseaux abandonneront le site si elles sont trop sensibles à la présence humaine constante (en période travaux puis en période d'activité) ou si leurs zones d'alimentation résiduelles ne sont plus suffisantes (après disparition des zones prairiales actuelles) (par exemple Pic vert, Faucon crécerelle).

De même les Grands Capricornes des arbres préservés subiront probablement des risques de mortalité importants après urbanisation (en particulier par collision avec des véhicules des voiries bordant leurs arbres d'origine) et donc la population pourrait décroître localement et se maintenir sur d'autres zones où les risques de mortalité seront plus réduits (loin des nouvelles voiries).

Les fossés des bordures des parcelles 35 et 40 seront situés en marge des zones où seront implantés des bassins de rétention des eaux de ruissellement (bassins et noues enherbées). Les habitats semi-artificiels et humides créés pourront devenir des habitats utilisables par la faune et la flore hygrophile des fossés actuels (dans les parties contenant de l'eau peu ou pas polluée).



Figure 8 : **Projet d'aménagement du site :**
 moitié nord
 (document Ville de Betton).
 En vert clair : espaces verts divers et (ronds foncés) arbres actuels.
 En vert foncé (au nord et au nord-ouest) : bassins de rétention.



Figure 9 : Projet d'aménagement du site : moitié sud (document Ville de Betton).
 En vert clair : espaces verts divers et (ronds foncés) arbres actuels.
 En vert foncé (bords sud et triangle au sud) : bassins de rétention.

Le fossé de la parcelle 40, juste utilisé ponctuellement par quelques grenouilles vertes de passage, sera détruit par les travaux sur la parcelle 40 (fuite spontanée possible des éventuels individus présents en période estivale). Au moment des travaux de terrassements de création d'un bassin de rétention dans la partie nord de la parcelle 35, le fossé bordant le nord de la parcelle 35 (zone de présence du Triton palmé, espèce protégée) sera, dans un premier temps, conservé intégralement (pas de terrassements en bordure immédiate et pas de comblement, pose de barrières) puis, après la fin des travaux, il sera relié progressivement (canalisation ou tranchée) au bassin voisin créé afin que la faune aquatique et la flore hygrophile colonisent spontanément le nouveau bassin.

Remarque : le maintien de la faune semi-aquatique et aquatique dans le fossé préservé puis dans le bassin de rétention, en particulier les batraciens, implique cependant que ces bassins comprennent des systèmes d'épuration efficaces pour les eaux de ruissellement entrantes car les batraciens sont très sensibles à la pollution de l'eau (alimentation des fossés par de l'eau dépolluée en particulier d'hydrocarbures).

7.2. Mesures **de réduction d'impacts**.

En phase chantier :

Les travaux auprès des haies préservées ou ceux impliquant des destructions de quelques haies basses ou arbres isolés ne seront effectués qu'en dehors de la période de reproduction des oiseaux, c'est à dire en évitant la période allant de début mars à la fin juillet. De plus les zones de haies à préserver seront entourées de barrières bien visibles évitant les terrassements ou les destructions accidentelles ou des passages destructeurs d'engins de travaux.

Si un arbre contenant une cavité ou une fissure doit être coupé il sera nécessaire de vérifier l'absence de chiroptères (risque de mortalité pour un éventuel individu au repos en hiver) ou de traces de présence de Grand Capricorne.

De même le fossé préservé (parcelle 35) sera balisé (pose de barrières) afin d'éviter les risques de comblement ou de pollutions accidentelles au cours des travaux en bordure (voir chapitre précédent).

Une fois les bassins de rétention construits et mis en forme dans les parcelles, ils seront végétalisés avec des plantes locales. Le fossé préservé sera alors mis en contact avec le bassin voisin (par une tranchée ou une canalisation en fonction de possibilités fonctionnelles) afin de faciliter les passages éventuels des batraciens, des invertébrés aquatiques et des graines de plantes hygrophiles dans le bassin.

En début de chantiers, ces diverses recommandations seront rappelées aux responsables des travaux et les balisages des zones à préserver seront mis en place.

En phase d'activité :

Les zones arborées préservées seront intégrées dans des espaces verts qui seront gérés par les services municipaux (les haies ne seront pas intégrées aux propriétés privées car leur gestion écologique ne serait plus possible). Il ne sera pas utilisé de produit phytosanitaire pour l'entretien de ces espaces verts (entretien manuel) et la diversité végétale naturelle des haies sera préservée (pas de plantation d'espèces exotiques dans les haies bocagères).

Afin de favoriser le maintien sur le site d'oiseaux nicheurs et de chiroptères il sera mis en place, en hauteur sur de grands chênes ou châtaigniers, des nichoirs (pour petits oiseaux type mésange ou pour oiseaux un peu plus gros type Moineau domestique ou Sittelle torchepot) et des gîtes artificiels à chauves-souris.

Tableau 11 : **Synthèse des données faune flore (sensibilités, impacts potentiels, mesures d'évitement et de réduction, impacts résiduels et suivis).**

Groupes impactés	Enjeux et sensibilités	Impacts potentiels	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Impacts résiduels	Conseils et mesures complémentaires et suivis de la biodiversité du site
Flore	Uniquement présence d'espèces communes des zones agricoles cultivées, pâturées ou bocagères.	Réduits : Destructions de populations d'espèces très communes.	Balisage, en début de chantiers des zones à préserver et rappels de ces mesures aux responsables des travaux. Conservation des haies et de leurs végétations. Conservation du fossé bordant la p 35 riche en plantes hygrophiles.	Conservation, dans les espaces verts, de zones de friches herbacées naturelles. Facilitation de la colonisation des bassins de rétention par la flore hygrophile du fossé nord.	Disparitions possibles du site de certaines espèces communes, liées aux haies ou hygrophiles des fossés.	Suivis de la diversité de la flore des haies. Suivis du maintien des plantes hygrophiles dans les bassins créés.
Habitats	Cultures et pâtures banalisées avec haies dégradées. Zones humides artificielles, réduites à des fossés de bords de route	Réduits : Destructions d'habitats semi-naturels agricoles banalisés et de haies arborées dégradées.	Conservation des haies arborées et du fossé inondable nord.	Balisages des haies et fossé conservés pendant les travaux. Pas de pesticides dans les haies et pas d'implantations de plantes exotiques invasives.	Risques de dégradations progressives des haies restantes (morts des arbres, développements de ronciers, etc.).	Suivis de l'état des haies conservées. Conseils pour la gestion écologique optimale des zones d'espaces verts (conservations de zones de friches, fréquences des coupes, etc.)
Chauves-souris	Les haies et friches sont des zones de chasse d'une espèce très commune (Pipistrelle commune) Gîtes arborés potentiels dans les grands arbres.	Disparition d'habitats de transit ou d'alimentation pour les chiroptères. Possibles destructions de gîtes arboricoles temporaires.	Conservation des haies et donc des zones de chasse et de transit ainsi que des gîtes arboricoles potentiels.	Pose de gîtes artificiels dans les grands arbres préservés. Pas d'insecticides dans les espaces verts et les haies.	Possibles abandons partiels de la zone (car disparition de zones prairiales d'alimentation).	Analyse des présences d'individus chassant dans les haies. Surveillance des états des gîtes artificiels.

Tableau 11 : Synthèse des données faune flore (sensibilités, impacts potentiels, mesures d'évitement et de réduction, impacts résiduels et suivis).

Groupes impactés	Enjeux et sensibilités	Impacts potentiels	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Impacts résiduels	Conseils et mesures complémentaires et suivis de la biodiversité du site
Oiseaux	Une vingtaine d'espèces nicheuses protégées très communes (passereaux et pics). Passage de rapaces diurnes (zone de chasses) et de Laridés (alimentation et repos en hiver).	Destructions de zones de reproduction et de repos d'espèces protégées (haies et friches). Risque de destruction d'individus (dans les nids).	Conservation des haies et donc des zones de reproduction et de repos des oiseaux arboricoles.	Travaux de défrichements ou coupes d'arbres en dehors de la période de nidification. Pose de nichoirs de différents types. Pas d'insecticides sur les espaces verts et conservation de zones de friches herbacées riches en insectes et graines.	Possibles abandons du site par les espèces sensibles à la présence humaine (pics ou autres). Abandon de la zone par les rapaces diurnes (disparition des zones de chasse).	Suivis de la population nicheuse en place. Surveillance des états et utilisations des nichoirs.
Batrachiens	Fossé avec passages d'individus de Triton palmé et de Grenouille verte (pas de reproduction par manque d'eau).	Risque de destruction d'individus d'espèces protégées (si complements, terrassements ou pollutions des fossés).	Conservation du fossé nord (présence triton) pendant les travaux (balisage) et ensuite intégration au bassin de rétention le bordant.	Facilitation de la colonisation des bassins de rétention bien enherbés et épurations efficaces naturelles des eaux polluées entrantes.	Risques de mortalité de batraciens pendant la phase travaux puis ensuite par écrasement ou pollutions des fossés et bassins habités.	Suivis du maintien des populations en place (fossé nord et ensuite bassins).
Insectes	Deux arbres colonisés par l'espèce protégée Grand Capricorne. Haies favorables au Lucane Cerf-volant (souches favorables aux larves).	Risque de destruction des zones de reproduction (arbres) et d'individus larvaires ou adultes. Risques de moralité par collision sur les nouvelles voies routières.	Conservation des arbres habités et des autres grands arbres des haies pouvant être utilisés ultérieurement par le Grand Capricorne. Conservation des souches dans les haies (Lucane).	Conservation des arbres moribonds habités à long terme (pas de coupe sans vérification de l'absence de l'espèce). Pas d'insecticides sur les troncs et souches favorables aux insectes. Poses d'hôtels à insectes et conservations de zones de friches fleuries.	Grand Capricorne et Lucane : risques de mortalité par écrasement ou collision automobile (arbres en bord de route). Disparition d'insectes nocturnes (attirés et tués par les lumières urbaines).	Suivis de la présence du Grand Capricorne sur le site et ces environs. Suivis de l'utilisation des hôtels à insectes. Conseils pour une gestion des espaces verts favorables à la diversité entomologique.

De même il sera mis en place, au niveau des pelouses des espaces verts, des structures de type « hôtels à insectes » favorables aux abeilles solitaires, bourdons et autres espèces (coccinelles et autres). Ces aménagements correspondent à un investissement réduit (quelques centaines d'Euros).

Pour les insectes et aussi les oiseaux insectivores du site, des parties importantes des pelouses des espaces verts ne seront fauchées, au maximum, que une ou deux fois par an, afin de permettre l'apparition et la floraison de plantes fleuries autochtones attractives pour la faune. Il sera aussi mis en place des zones de friches herbacées fleuries fauchées très tardivement en automne (zones d'une cinquantaine de m² si possible).

D'autres zones de pelouses seront ensemencées en plantes mellifères annuelles (espèces horticoles non envahissantes ou indigènes).

7.3. Suivis et prescriptions de conseils de gestion écologique des espaces verts.

Il sera mis en place des suivis permettant de juger à long terme de la bonne conservation de la biodiversité du site urbanisé.

Des visites en périodes printanières et estivales permettront de vérifier le maintien sur place ou l'évolution des populations des espèces végétales et animales et des états et utilisations véritables des différents types de nichoirs mis en place ; il sera analysé :

- Les compositions des flores des haies et des fossés et bassins humides ;
- Les états des haies et des arbres,
- Les richesses en plantes fleuries des zones de pelouses maintenues en friches fleuries ;
- Les présences de chauves-souris (chasses nocturnes) au niveau des haies et les états des gîtes artificiels ;
- La composition du peuplement d'oiseaux nicheurs des haies et les utilisations des nichoirs ;
- Les présences de batraciens dans les espaces humides favorables (bassins de rétention et fossé résiduel) ;
- Les présences de Grand Capricorne ou de trous de sorties des adultes de l'espèce sur les arbres ;
- Les états et utilisations des hôtels à insectes en relation avec les populations d'insectes utilisant les zones fleuries du site.

Ces suivis pourront être effectués à différentes périodes de l'urbanisation progressive du site : à la mise en place des différents aménagements (nichoirs et autres) puis au bout de 5 ans et 10 ans.

Les éléments obtenus feront l'objet de synthèses permettant d'actualiser les conseils de gestion écologique des espaces verts.

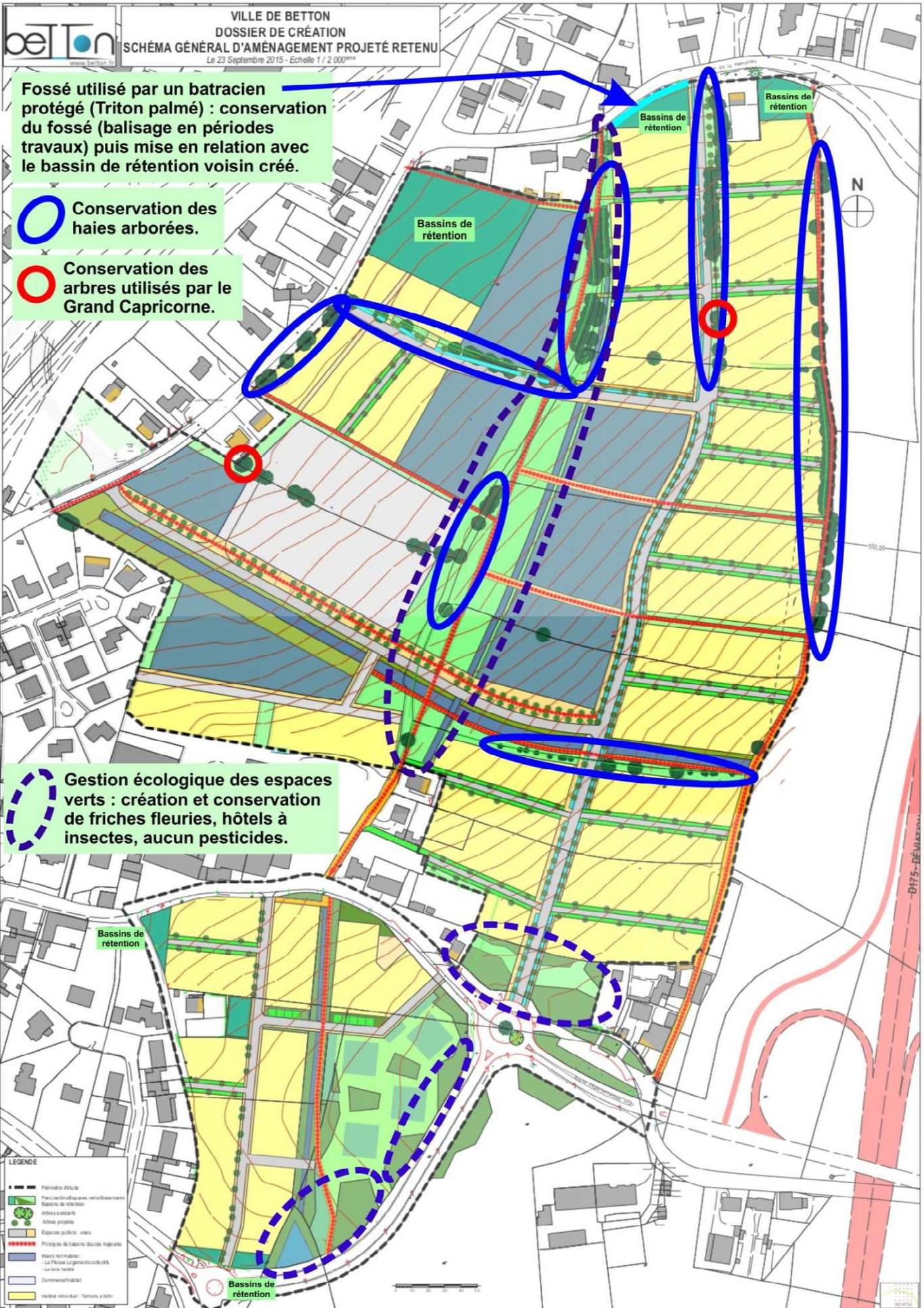


Figure 10 : Résumés des principales actions de conservation de la biodiversité sur le site urbanisé.

Annexe 4 :

Etude de circulation déplacements sur le secteur Est de Betton

ETUDE DE CIRCULATION / DÉPLACEMENTS SUR LE SECTEUR EST DE BETTON

Phases 1 & 2 – Diagnostic
et prospective



— SOMMAIRE —

1 ETAT DES LIEUX

- | Contexte et Organisation du territoire
- | Analyses des déplacements
- | Stationnement rue de Rennes
- | Zoom sur les carrefours du PN 7

2 PROSPECTIVE

— 1 | ETAT DES LIEUX

POPULATION ET MOBILITÉ

Population :

- En 2011, Betton compte 10 085 habitants.
- Soit une croissance de +2,1 % par an depuis 2006

Mobilité (Flux D-T) :

- La voiture toujours prépondérante
- Mais augmentation de 2 points de la part modale TC entre 2006 (10%) et 2011 (12%)

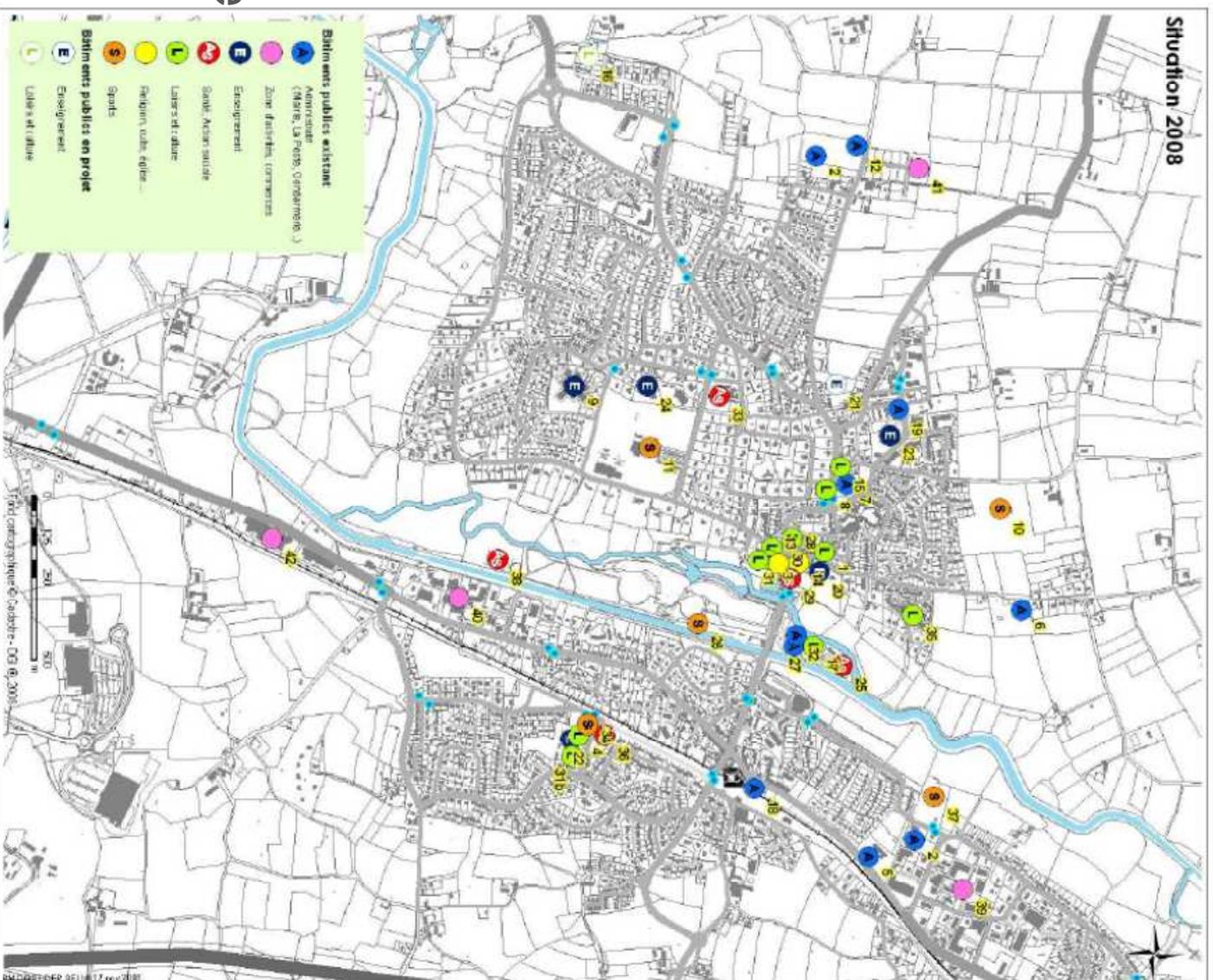
Modes du flux D-T	2006		2011	
	Nb actifs	Part modale	Nb actifs	Part modale
Pas de transport	148	4%	200	4%
Marche à pied	152	4%	192	4%
Deux roues	112	3%	128	3%
Voiture. camion. fourgonnette	3316	80%	3736	77%
Transports en commun	416	10%	604	12%
Ensemble	4144	100%	4860	100%

POLES

A l'échelle communale, des équipements principalement à l'Ouest de la voie ferrée

Sur le secteur étudié, les pôles générateurs de déplacements se situent :

- | Autour du carrefour Rennes / Armorique avec des commerces de proximité, et la gare
- | Autour de la rue des Marronniers avec un pôle de quartier scolaire et de loisirs
- | Au Sud, le village La Forme



Source : PCD de BETTON

HIÉRARCHISATION DE VOIRIE

Hierarchisation des voiries

Des voies structurantes qui accueillent le trafic de transit :

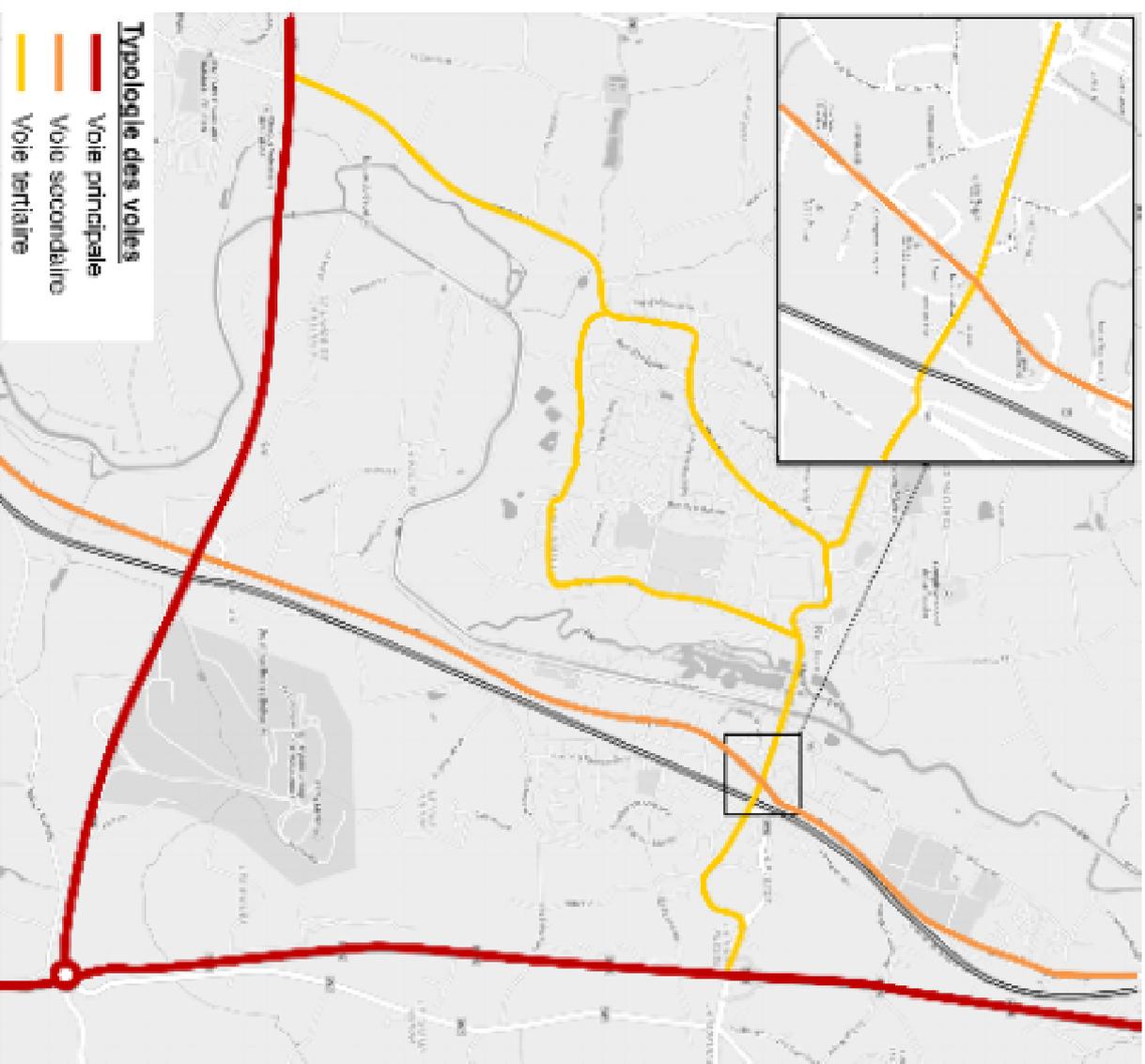
- La RD175 à l'Est
- La RD29 au Sud

Une voie intermédiaire :

- La rue de Rennes dont la vocation est maintenant d'accueillir le trafic intercommunal de l'agglomération

Des voies de desserte des bourgs

- La RD27
- Les routes vers St-Grégoire et Melesse

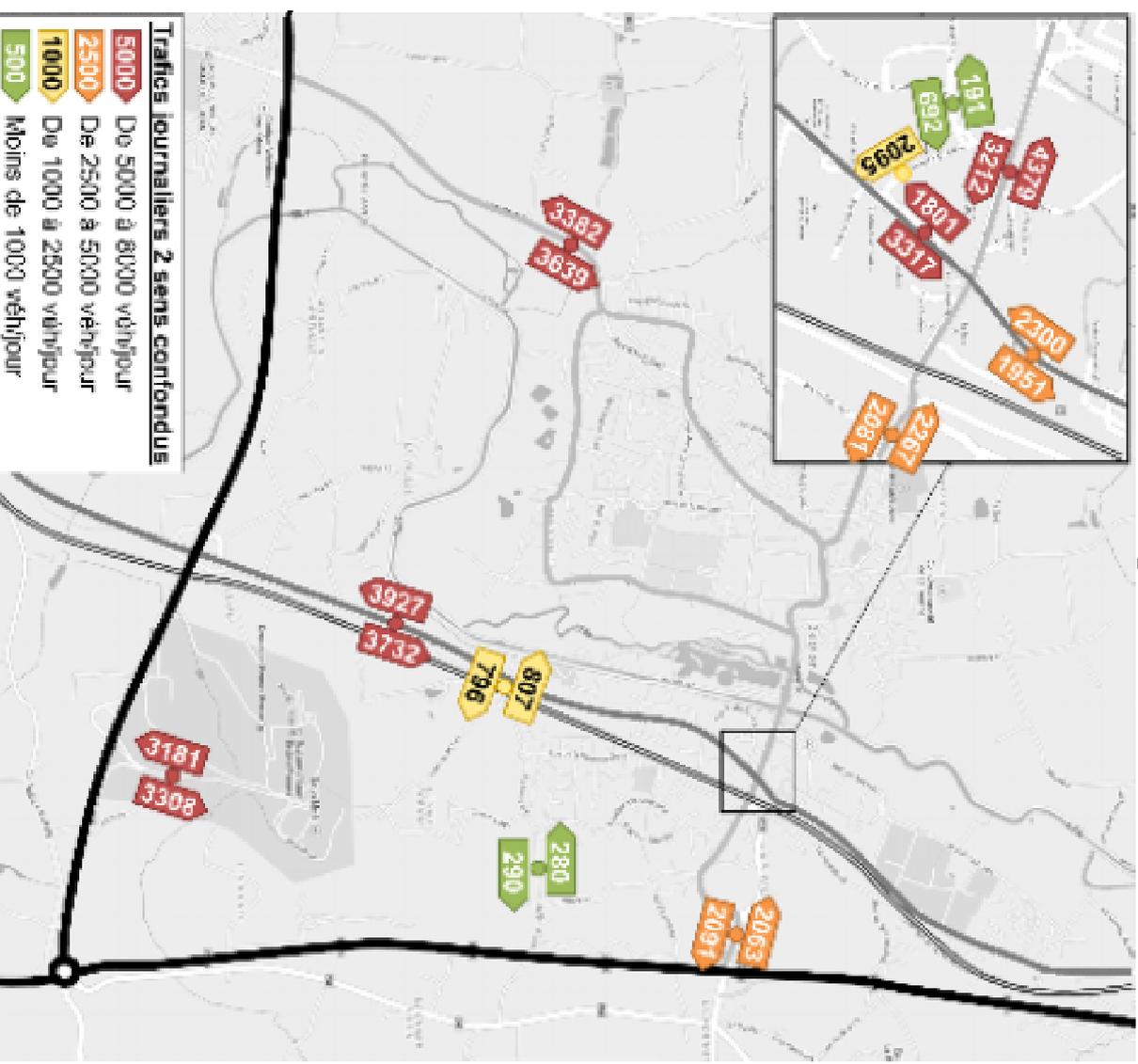


TRAFFICS JOURNALIERS

Traffics journaliers, 2015

Résultats des comptages réalisés en 01/2015 :

- Traffics Nord-Sud importants avec plus de 5000 véh/jour sur la rue de Rennes ou sur la rue des Sabots d'Or vers Saint-Grégoire
- Un trafic important en entrée / sortie de la zone Commerciale Village Forme



TRAFFICS JOURNALIERS

Evolution des trafics journaliers

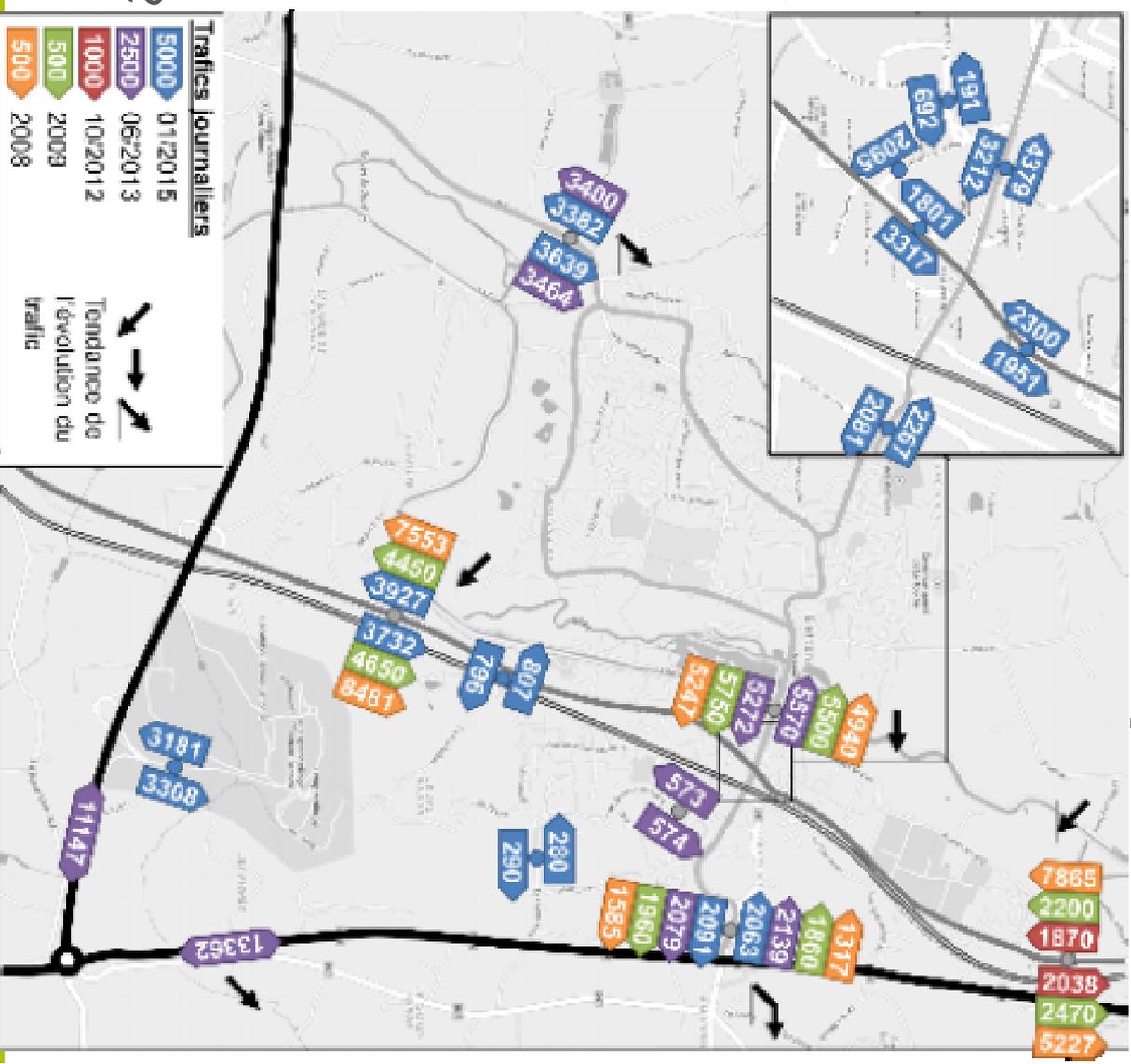
Une stabilisation du trafic Est-Ouest.

Des flux Nord-Sud toujours en évolution :

- La décroissance du trafic sur la rue de Rennes se confirme et se poursuit :
- avec un trafic moyen journalier de 7700 véh/jour en 2015
- contre 9100 véh/jour en 2009
- soit une baisse de 15 %.

A contrario, la RD175 et la route vers St-Grégoire présentent encore des évolutions à la hausse

- +2% de trafic depuis 2013 pour la route vers St-Grégoire
- +6% d'augmentation entre 2012 et 2013 sur la RD175 (après une stabilisation en 2012).



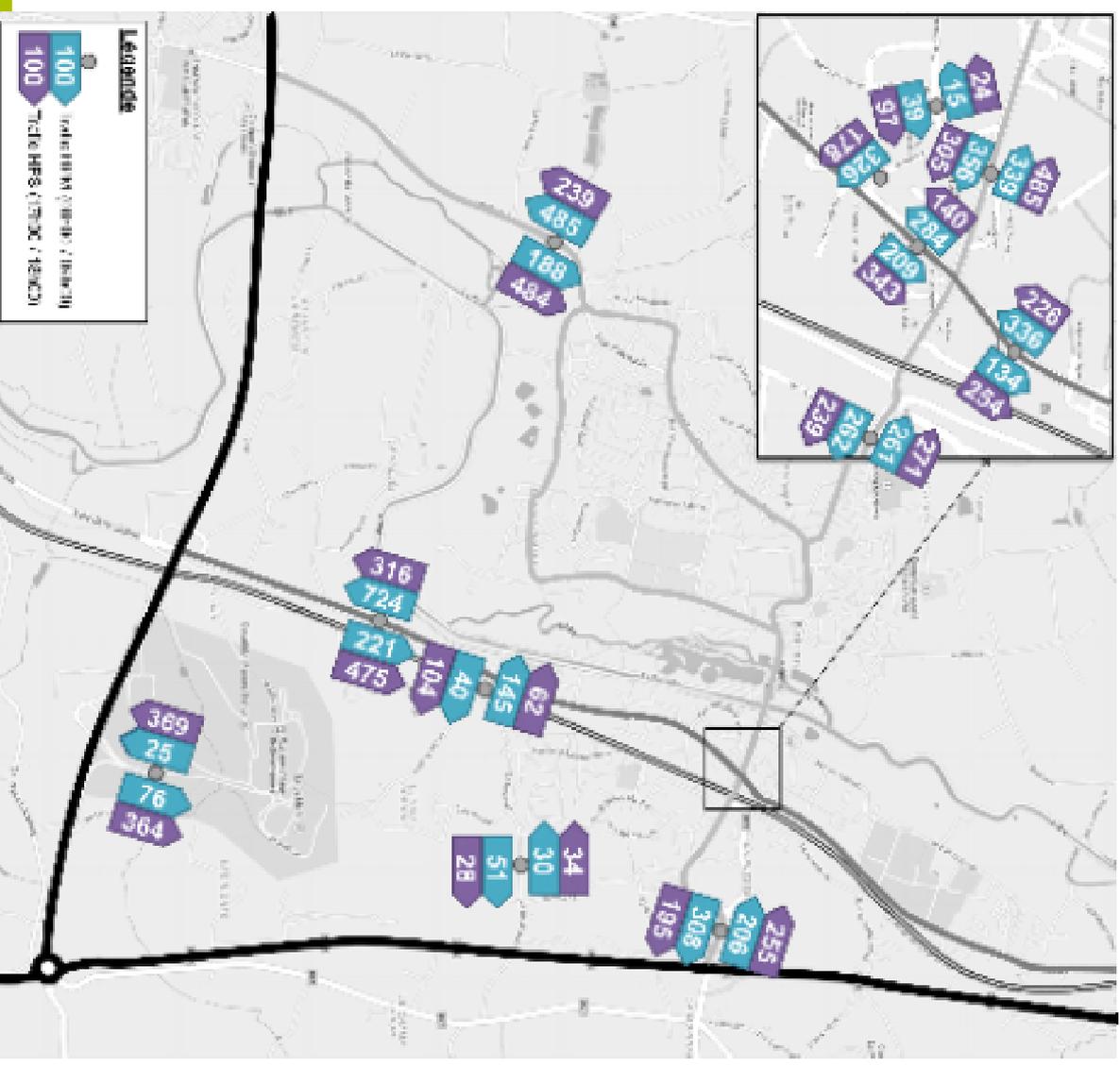
TRAFFICS AUX HEURES DE POINTE

Traffic 2015 aux heures de pointe

- Un trafic pendulaire :
- Très marqué sur les flux Nord-Sud en sortie d'agglomération
- Peu visible sur les carrefours de la Levée

Centre commercial Village Forme

- Attractif le soir
- Trafic surtout le mercredi et le samedi



VITESSES

Respect des vitesses :

- En agglomération, elles sont plutôt bien respectées. Mais ce sont des secteurs où un effort est encore nécessaire pour atteindre une vitesse plus apaisée à 30 km/h (aménagement, ...)
- Sur des routes moins urbanisées, en sortie d'agglomération, les vitesses pratiquées sont vite excessives par rapport à la vitesse réglementaire.



DESSERTTE TC

1 ligne TER permettant un accès rapide à Rennes → fréquentation des parkings gare en hausse

5 lignes urbaines TC desservent actuellement la commune de Betton :

- Ligne 51
- Ligne express 151 (renfort)
- Ligne 71
- Ligne 78
- Ligne 94

Le secteur Est est desservi par la ligne 51

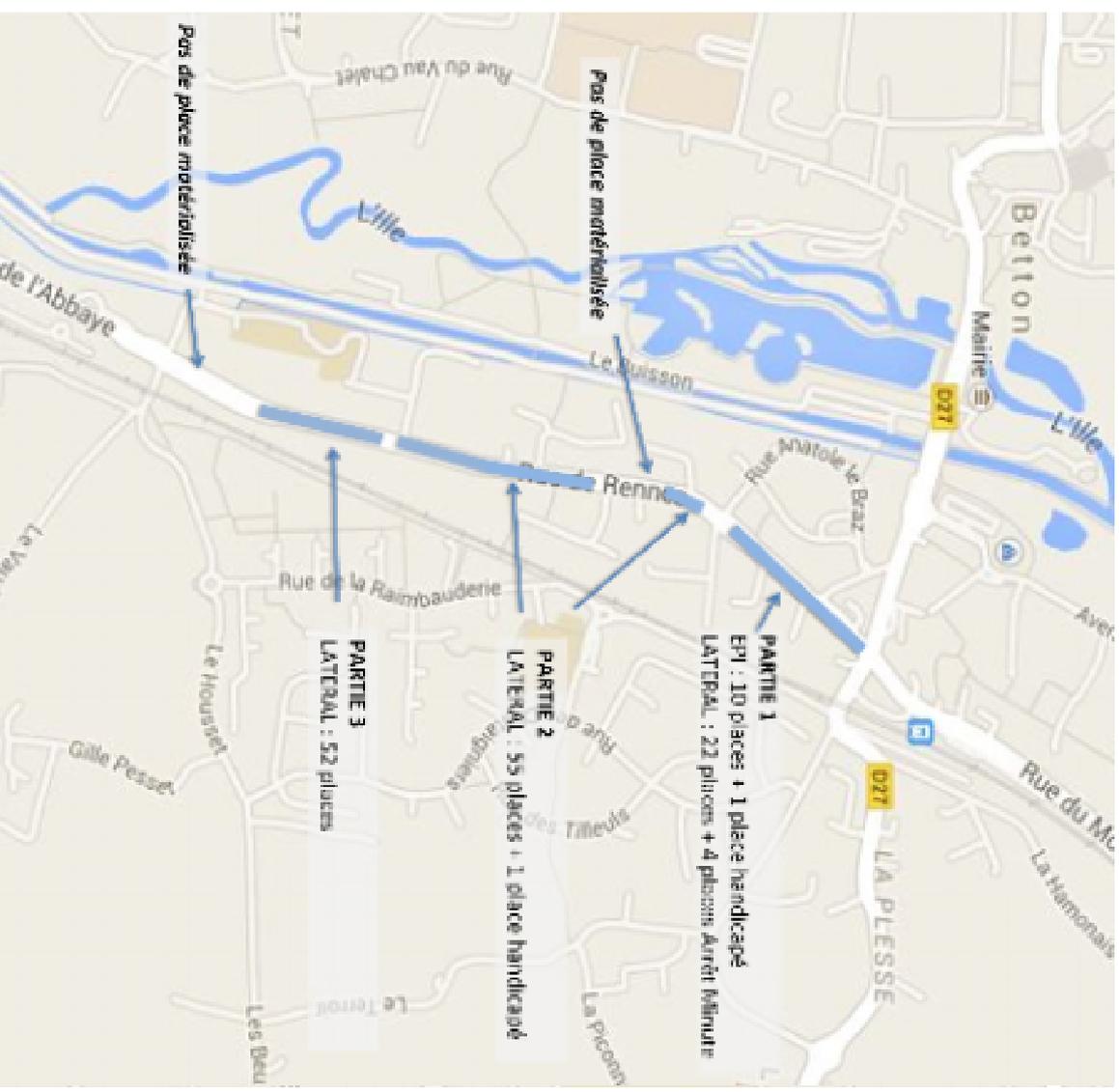


Source : Plan STAR

RUE DE RENNES - OFFRE DE STATIONNEMENT

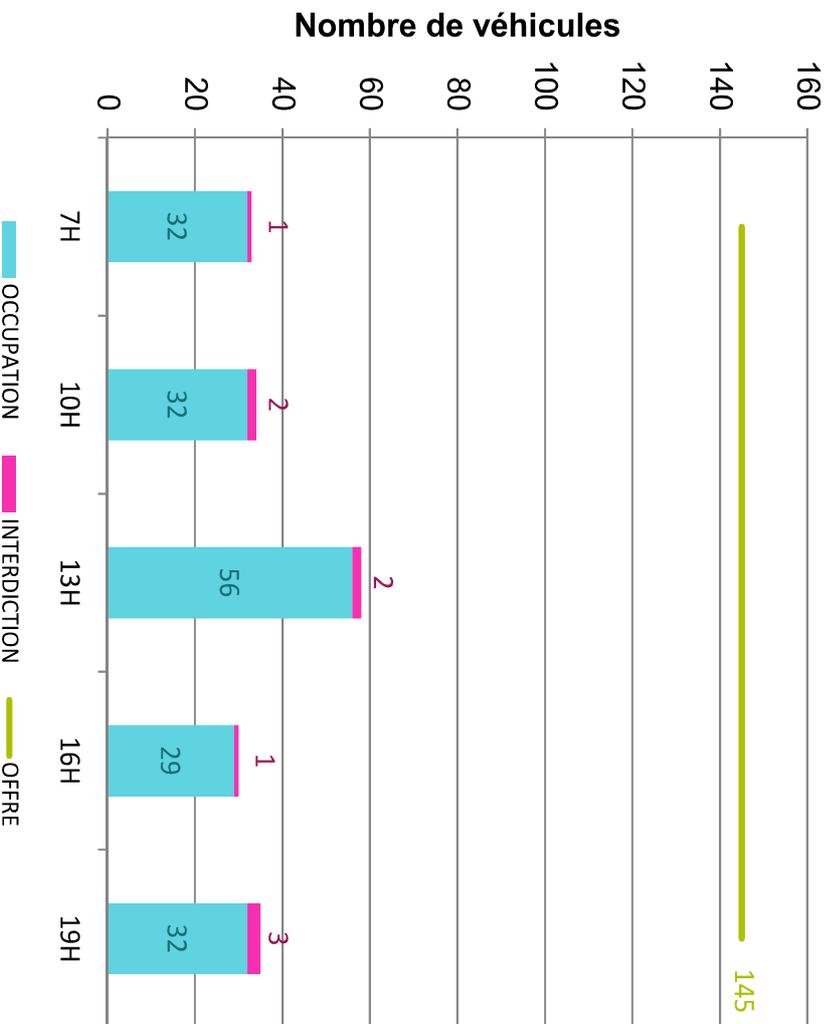
La rue de Rennes offre actuellement 145 places de stationnement entre le carrefour de la Levée et la station service :

- 139 places normales
- 2 places handicapés
- 4 places arrêt minute



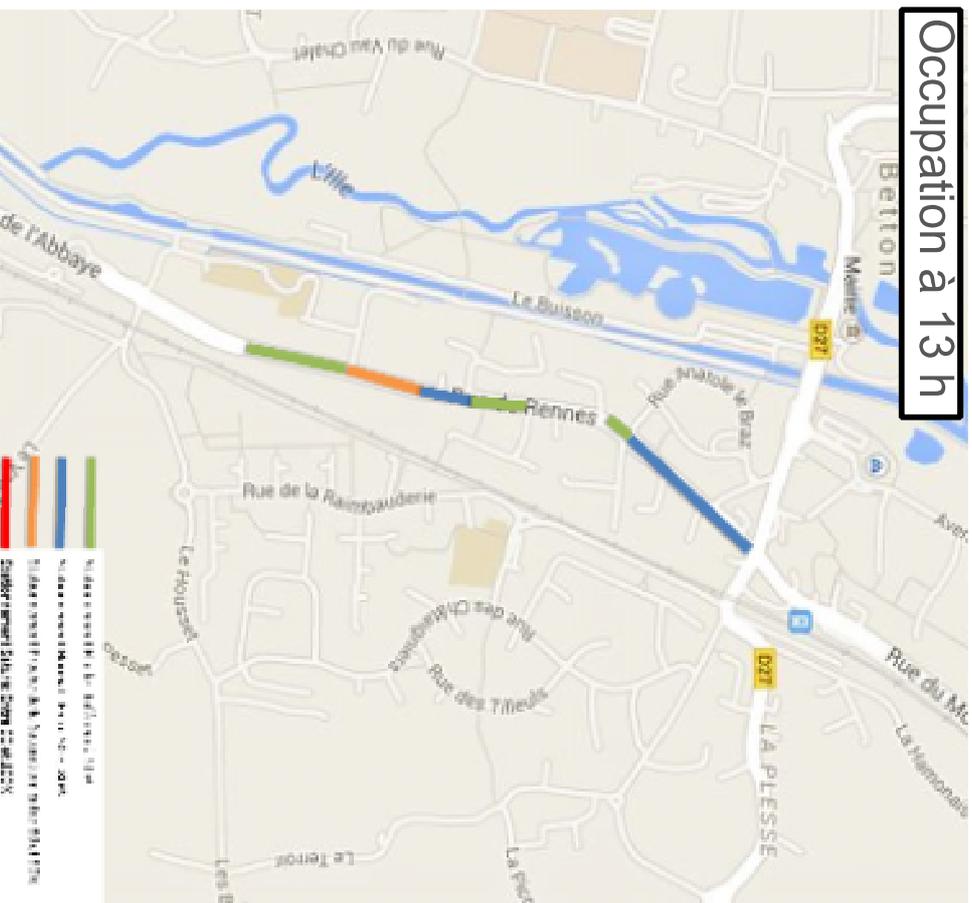
RUE DE RENNES - DEMANDE DE STATIONNEMENT

La demande de stationnement sur l'ensemble de la rue de Rennes enquêtée est faible au regard du nombre de places disponibles. Le pic se situe à 13H avec 58 véhicules, soit un taux de congestion de 40%.



A 13H, la demande est plus forte au niveau des restaurants

Occupation à 13 h



RUE DE RENNES - BESOIN EN STATIONNEMENT

Actuellement, au vu du relevé terrain, l'offre de stationnement sur la rue de Rennes est surabondante par rapport à la demande.

Pour pouvoir répondre au pic de demande de manière correcte (à savoir un taux de saturation à 90% - limite à partir de laquelle l'utilisateur commence à éprouver des difficultés à trouver une place), il faudrait conserver environ **70 places** sur la portion enquêtée.

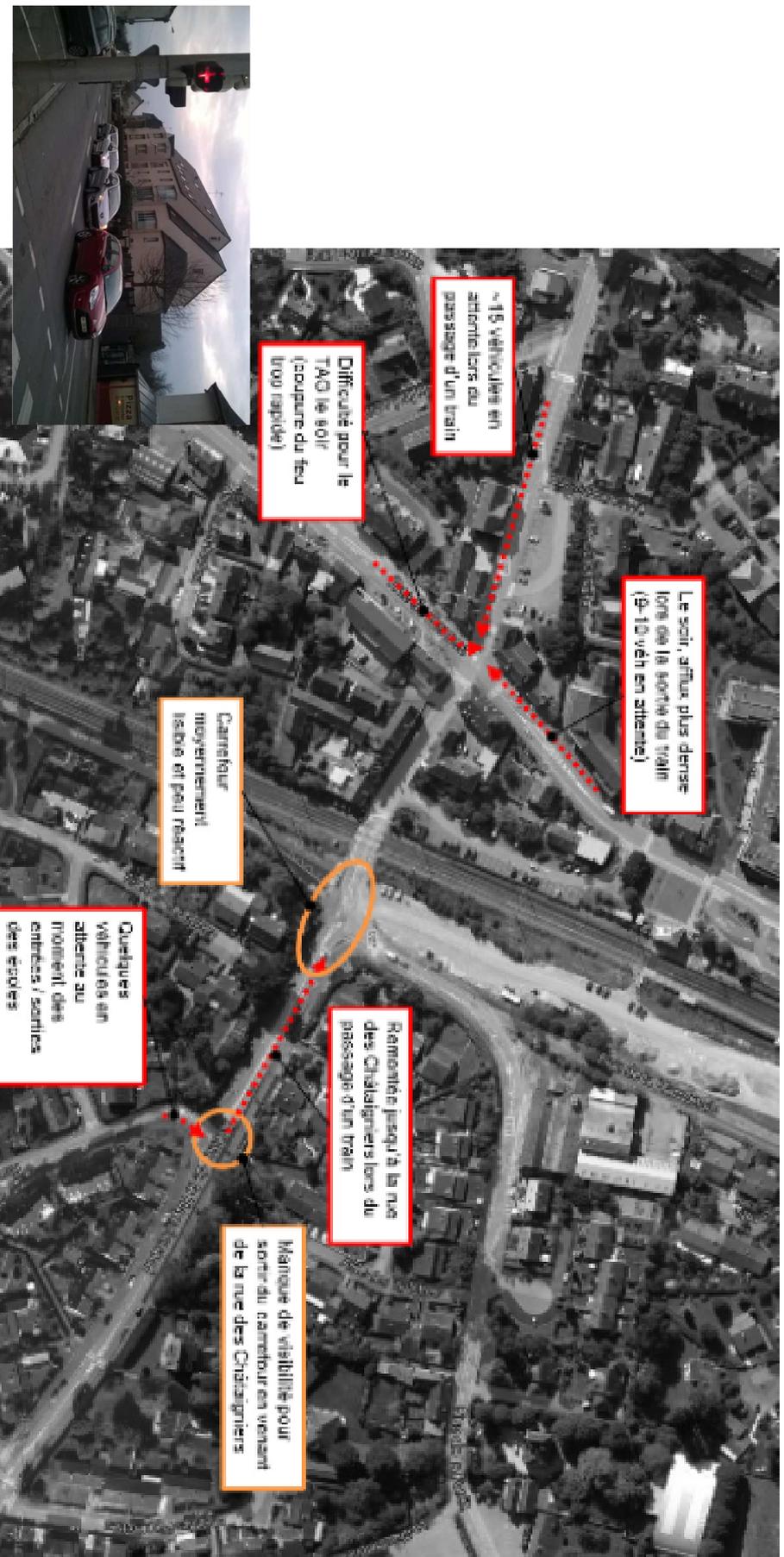
Ces places à conserver se répartissent de la manière suivante :

- 25 places sur la partie 1 - Carrefour de la Levée / R. Anatole le Braz
- 35 places sur la partie 2 – rue Anatole le Braz à la rue de la Motte d'Ille
- 8 à 10 places sur la partie 3 – rue de la Motte d'Ille à la station service

PN7 - CONDITIONS DE CIRCULATION

En général, 4-5 véhicules max en attente sur les branches principales des carrefours

Lors du passage de trains, des files d'attente sur ~100 m sur les avenues d'Armorique et de la Haye-Renaud

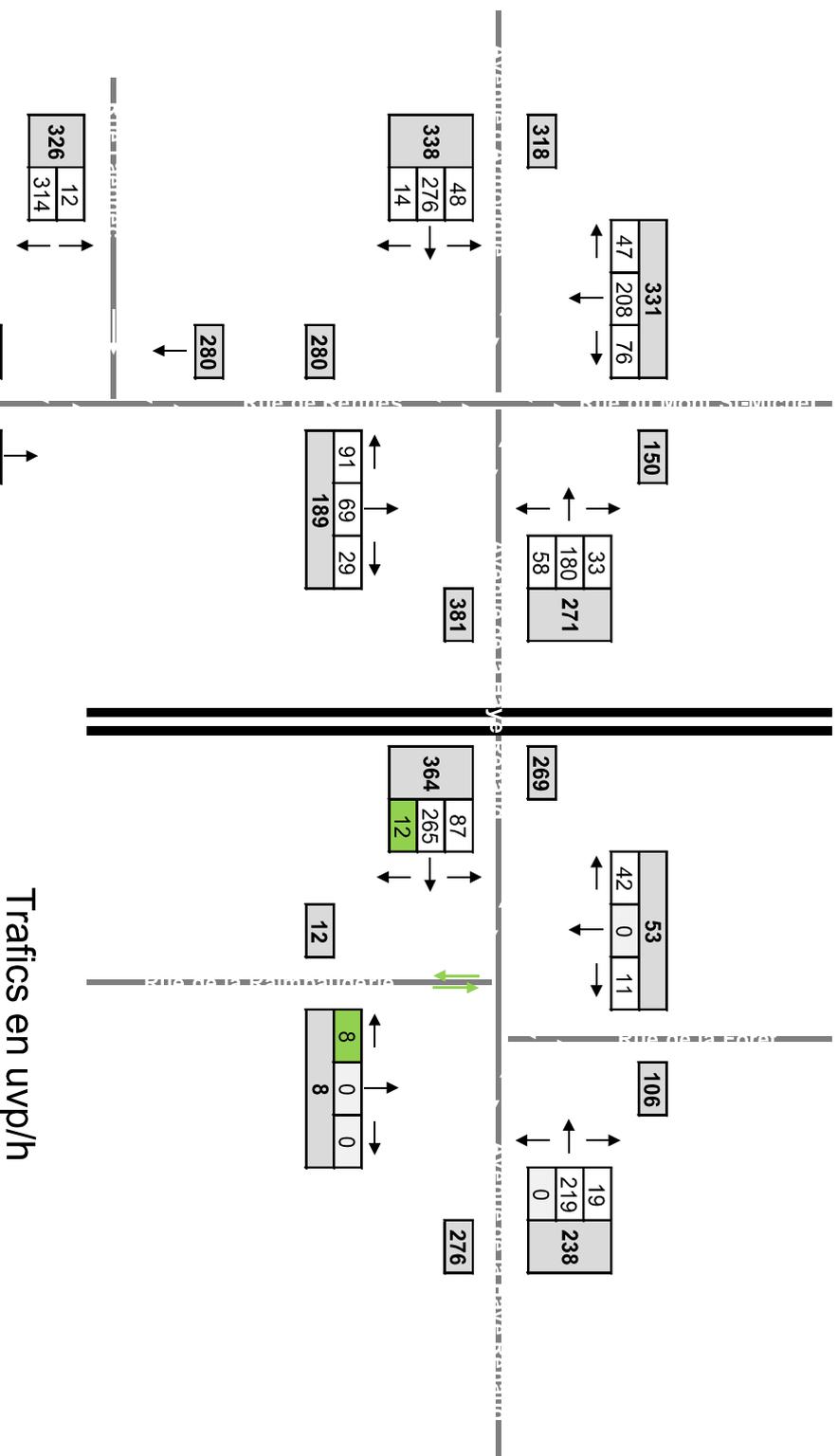


PN7 – TRAFICS HPM (08H00 – 09H00)

Environ 270 véh/h à franchir le PN7 en Est-Ouest et 370 véh/h en Ouest-Est

Des flux filiants tout droit essentiellement :

- *En Est-Ouest sur Haye-Renaud et Armorique*
- *En Nord –Sud sur Rennes et Mont Saint Michel*



Trafics en vvp/h

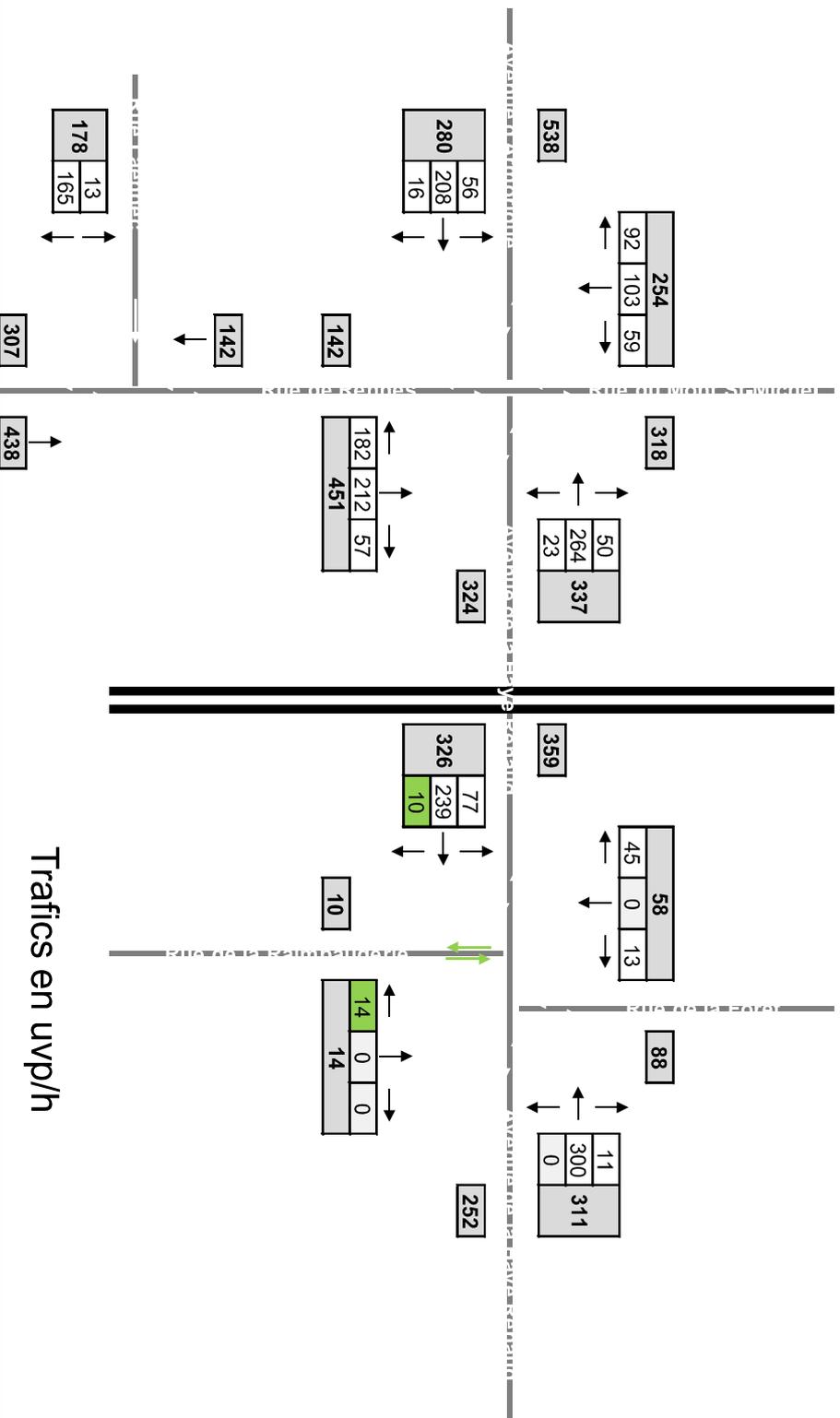
PN7 – TRAFICS HPS (17H30 – 18H30)

Environ 350 véh/h par sens à franchir le PN7

Des flux filants tout droit essentiellement :

- *En Est-Ouest sur Haye-Renaud et Armorique*
- *En Nord –Sud sur Rennes et Mont Saint Michel*

Un flux de tourne-à-gauche de Rennes vers Armorique élevé le soir



Trafics en vvp/h

PN7 - CARREFOUR RENNES / ARMORIQUE

2015

Rennes / Armorique

Période : HPM

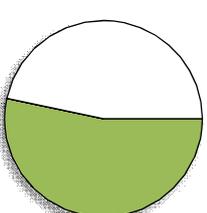
Bonne réserve de capacité du carrefour, malgré les coupures SNCF

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : **2**

53%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Armorique	31s	546 vvp/h	344 vvp/h	202 vvp/h	37%	35 m
1	Haye Renaud	53s	934 vvp/h	280 vvp/h	653 vvp/h	70%	17 m
2	Rennes	20s	352 vvp/h	101 vvp/h	251 vvp/h	71%	10 m
2	Rennes - TAG	20s	129 vvp/h	100 vvp/h	29 vvp/h	23%	10 m
2	Mont-St-Michel	22s	388 vvp/h	260 vvp/h	128 vvp/h	33%	32 m
2	Mont-St-Michel TAG	22s	258 vvp/h	84 vvp/h	174 vvp/h	68%	8 m

Rennes / Armorique

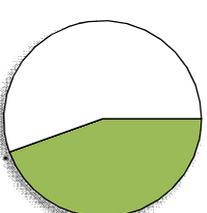
Période : HPS

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : **2**

45%



Rue de Rennes : en HPS, flux important de TAG vers la rue d'Armorique qui ne s'écoule pas dans le cycle

→ Reprogrammation du cycle pour améliorer ce mouvement ?

Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Armorique	31s	546 vvp/h	287 vvp/h	259 vvp/h	47%	28 m
1	Haye Renaud	53s	934 vvp/h	344 vvp/h	589 vvp/h	63%	22 m
2	Rennes	20s	352 vvp/h	275 vvp/h	78 vvp/h	22%	33 m
2	Rennes - TAG	20s	181 vvp/h	200 vvp/h	-19 vvp/h	-10%	124 m
2	Mont-St-Michel	22s	388 vvp/h	204 vvp/h	183 vvp/h	47%	22 m
2	Mont-St-Michel TAG	22s	137 vvp/h	65 vvp/h	72 vvp/h	53%	6 m

NB : Ces tests donnent juste une tendance, le fonctionnement des carrefours du PN étant très fluctuant

PN7 - CARREFOUR HAYE-RENAUD / FORÊT

2015



Haye-Renaud / Forêt

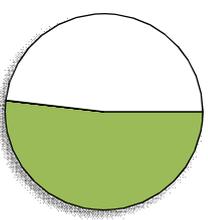
Période : HPM

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : 3

52%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Haye Renaud Est	24s	423 uvp/h	240 uvp/h	183 uvp/h	43%	25 m
2	Haye Renaud Ouest	24s	423 uvp/h	374 uvp/h	49 uvp/h	12%	44 m
3	Forêt	22s	388 uvp/h	58 uvp/h	329 uvp/h	85%	6 m
	Raimbauderie	6s	106 uvp/h	9 uvp/h	97 uvp/h	92%	1 m

2015



Haye-Renaud / Forêt

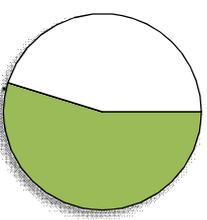
Période : HPS

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : 3

55%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Haye Renaud Est	24s	423 uvp/h	312 uvp/h	111 uvp/h	26%	35 m
2	Haye Renaud Ouest	24s	423 uvp/h	335 uvp/h	88 uvp/h	21%	38 m
3	Forêt	22s	388 uvp/h	64 uvp/h	324 uvp/h	84%	6 m
	Raimbauderie	6s	106 uvp/h	15 uvp/h	90 uvp/h	85%	2 m

NB : Ces tests donnent juste une tendance, le fonctionnement des carrefours du PN étant très fluctuant

PN7 - CAPACITE MAXIMALE

La grève des routiers du 20/01/2015 avec blocage de la rocade Nord de Rennes a entraîné un fort report de flux sur le PN7 de Betton.

Ceci a engendré de fortes congestions et a permis de détecter la capacité maximale du PN.

Le trafic en HPM dans le sens Est-Ouest était de 480 véhicules au lieu des 200 véhicules habituellement, soit un trafic multiplié par 2,3.



Remontée de file sur toute l'avenue de la Haye Renaud

-2| PROSPECTIVE

SCÉNARIO 2025 - HYPOTHÈSES

Sur Betton :

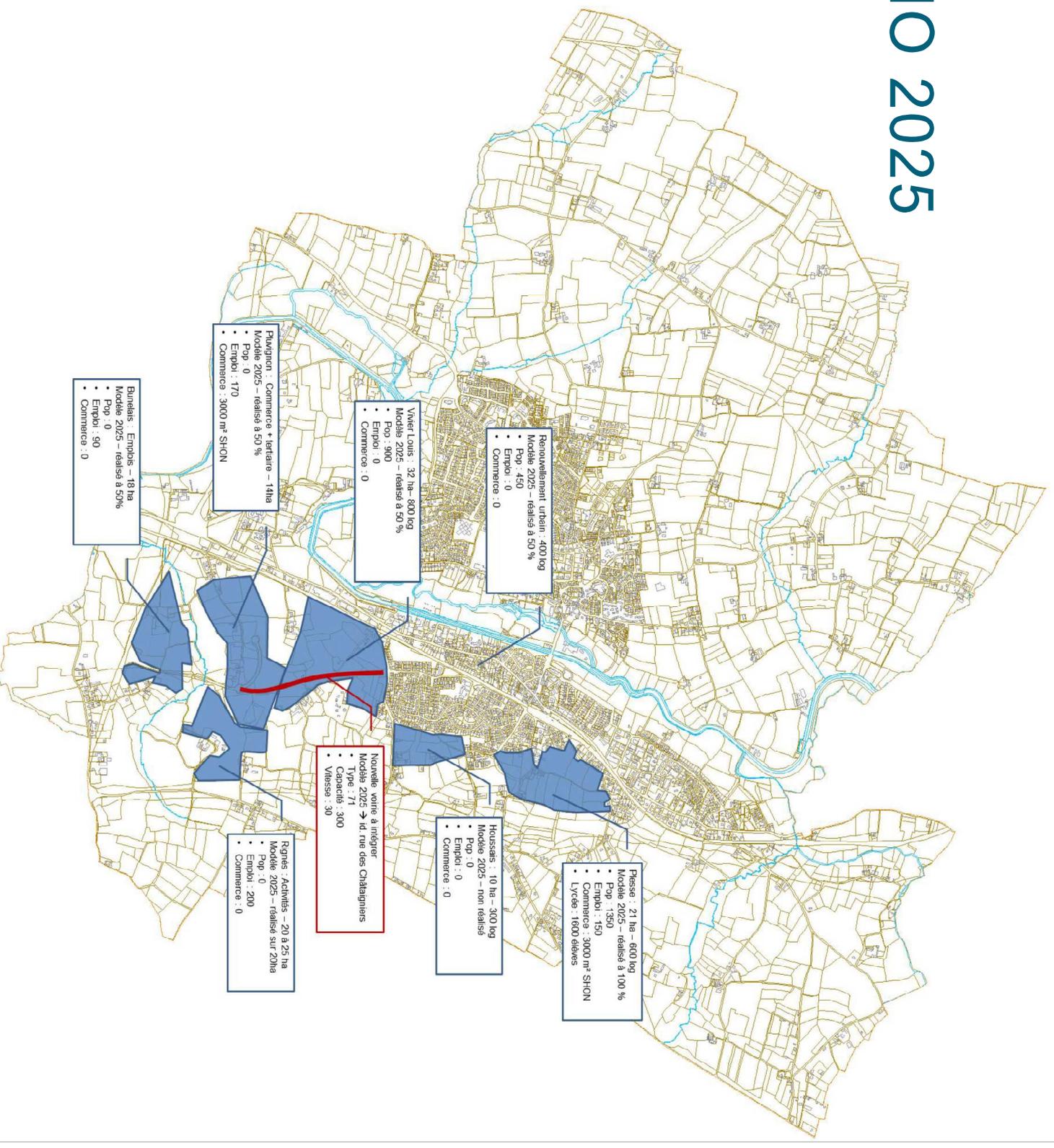
- Réalisation de 1200 logements à l'horizon +10 ans
- Intégration d'un centre commercial et d'un lycée de 1600 élèves sur la Plesse
- Création d'environ 500 emplois et intégration de surfaces commerciales sur les zones à proximité du Village Forme Rennes

Sur Rennes Métropole – les principaux projets :

- Réalisation de la zone ViaSilva
- Ligne de métro B

Evolution par rapport à 2015	Habitat		Emplois		Commerces	Elèves (Lycée)
	Nb de log.	Pop.	en ha	Nb		
Plesse	600	1350	0	150	3000	1600
Houssais	0	0	0	0	0	0
Renouvellement urbain rue de Rennes	200	450	0	0	0	0
Vivier Louis	400	900	0	0	0	0
Rignès	0	0	20	200	0	0
Pluvignon	0	0	7	170	3000	0
Bunelais	0	0	9	90	0	0
TOTAL	1200	2700	36	610	6000	1600

SCÉNARIO 2025



TRAFFICS 2025

Forte augmentation des trafics sur la rue de Rennes et l'avenue d'Armorique et la RD175

Trafics plus stables sur la RD29 et la route de St-Grégoire

Des difficultés au niveau du giratoire RD175/RD29



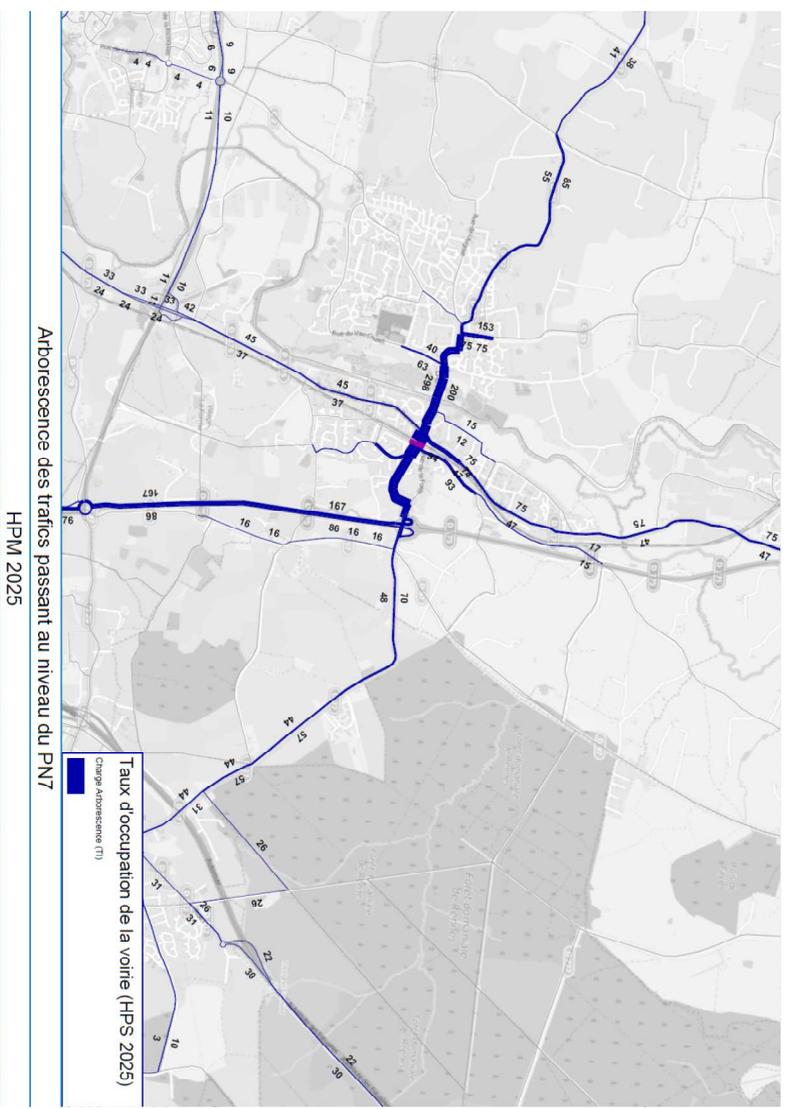
TRAFFICS 2025 – FLUX PASSANT PAR LE PN7

Le PN7 est à saturation à l'horizon 2025 :

L'itinéraire est très attractif, notamment du fait d'une rocade Nord saturée

Cependant, les flux transitant par le PN restent essentiellement des flux d'échanges avec Betton

- Le matin : 300 véh sur les 860 franchissant le PN (35%) ont pour origine ou destination le secteur Est
- Le soir : 240 véh sur les 880 franchissant le PN (27%) ont pour origine ou destination le secteur Est

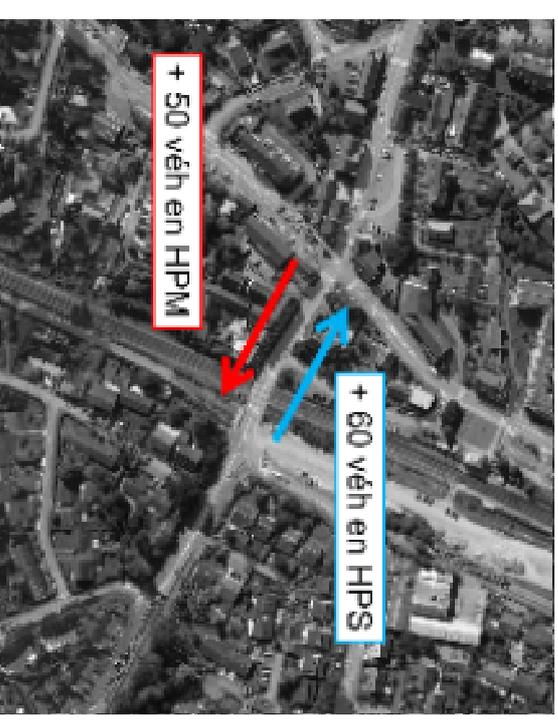


TEST AVEC SUPPRESSION DU PN7

Le modèle intègre une limite de capacité sur le PN7 à 500 véh/h/sens (observation terrain).

Un test a été réalisé avec les trafics 2025 pour connaître la demande sur ce franchissement si la capacité n'était pas limitée (capacité standard d'une voie structurante à 900 véh/h/sens), ce qui correspondrait à la suppression du PN1 et la réalisation d'un franchissement inférieur des voies :

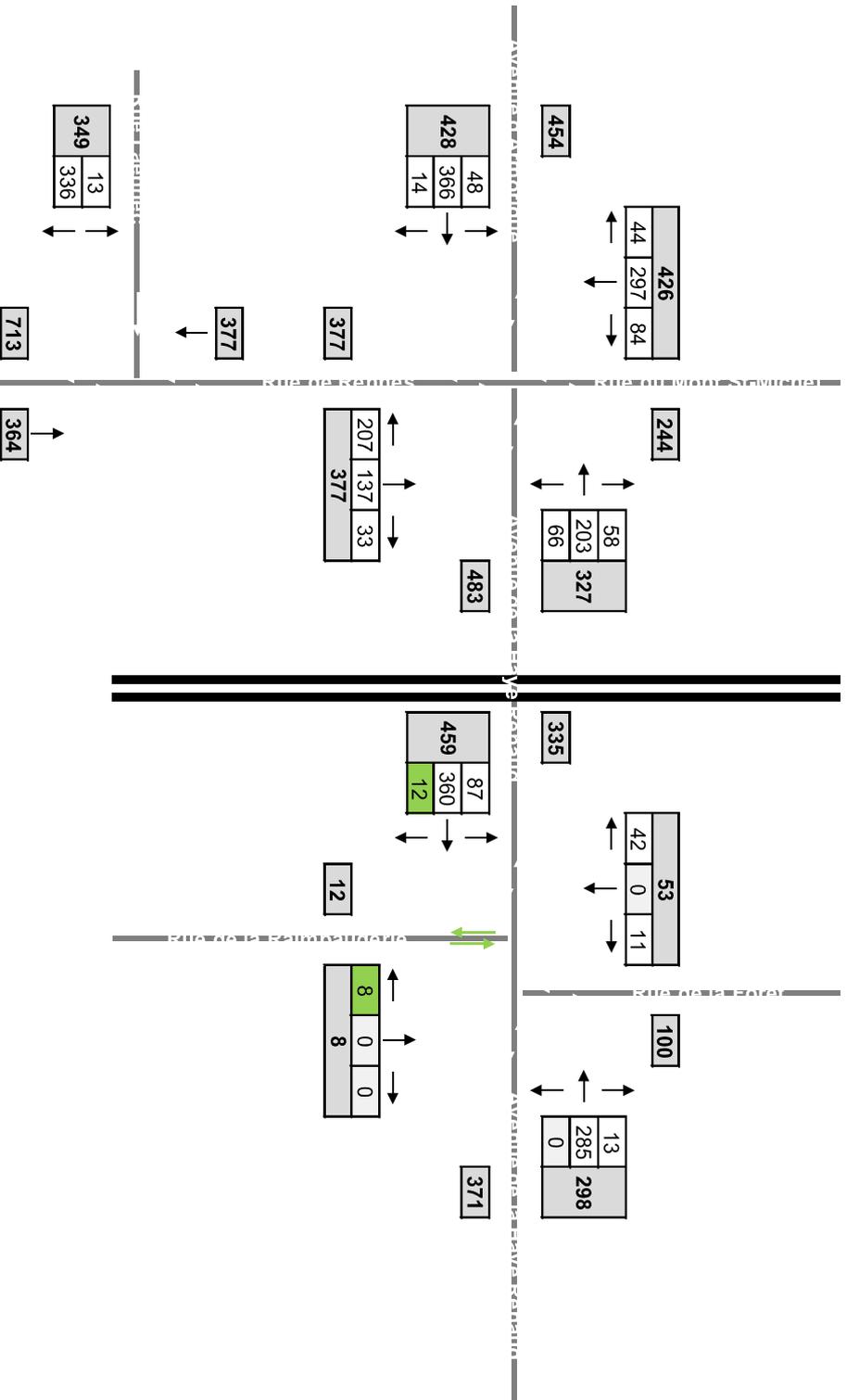
- Le matin, la demande modélisée est un peu plus importante dans les deux sens :
 - + 50 véhicules supplémentaires en Ouest > Est
 - + 20 véhicules supplémentaires en Est > Ouest
- Le soir, la demande modélisée est un peu plus importante sur le sens entrant vers Betton :
 - + 60 véhicules supplémentaires en Est > Ouest, soit +12 % de trafic
 - Pas de modification dans le sens Ouest > Est



PN7 - TRAFICS HPM 2025

Augmentation générale des trafics de +30 à +40% en section
 Au niveau du franchissement du PN7, environ +25 % de trafic
 supplémentaire dans chaque sens

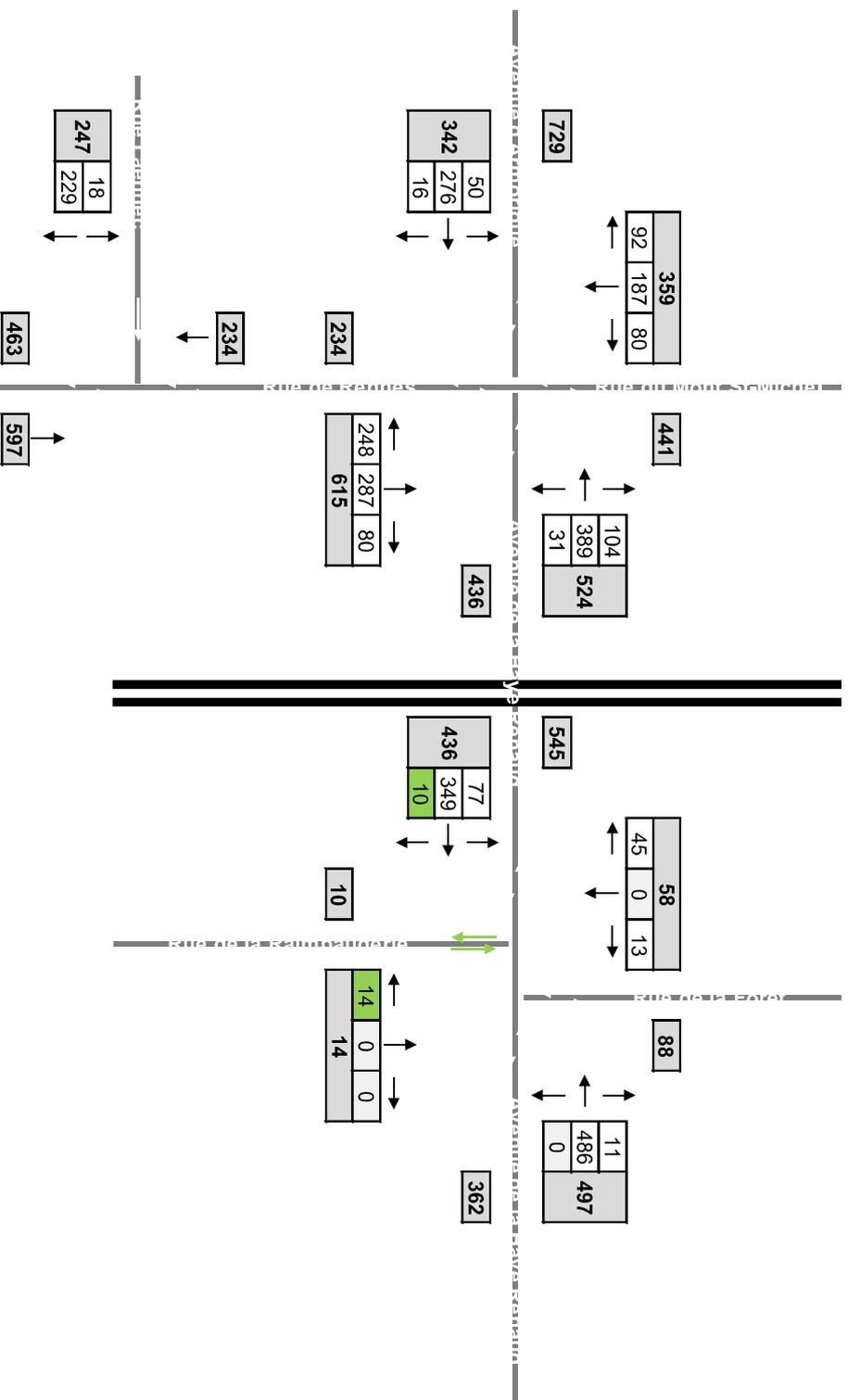
- Dans le sens Ouest > Est : +65 véhicules
- Dans le sens Est > Ouest : +100 véhicules



PN7 - TRAFICS HPS 2025

Augmentation générale des trafics de +30 à +50% en section
 Au niveau du franchissement du PN7, un trafic supplémentaire plus fort dans le sens Est > Ouest

- Dans le sens Ouest > Est : +110 véhicules, +35 % de trafic
- Dans le sens Est > Ouest : +190 véhicules, +50% de trafic



PN7 - CARREFOUR RENNES / ARMORIQUE

2025

Carrefour saturé avec des problèmes concentrés sur les rues de Rennes et rue du Mont Saint-Michel

Rennes / Armorique

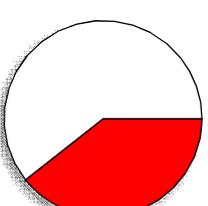
Période : HPM

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : **2**

-39%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Armorique	315	546 vvp/h	434 vvp/h	112 vvp/h	20%	48 m
	Haye Renaud	535	934 vvp/h	339 vvp/h	594 vvp/h	64%	21 m
2	Rennes	205	352 vvp/h	173 vvp/h	179 vvp/h	51%	18 m
	Rennes - TAG	205	57 vvp/h	228 vvp/h	-171 vvp/h	-299%	883 m
2	Mont St-Michel	225	388 vvp/h	345 vvp/h	42 vvp/h	11%	48 m
	Mont St-Michel TAG	225	214 vvp/h	92 vvp/h	122 vvp/h	57%	9 m

Rennes / Armorique

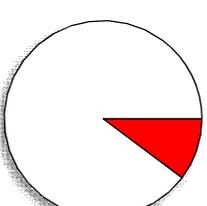
Période : HPS

Durée de cycle : **88 sec**

Réserve de capacité

Nb de phases : **2**

-10%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Armorique	315	546 vvp/h	349 vvp/h	197 vvp/h	36%	36 m
	Haye Renaud	535	934 vvp/h	538 vvp/h	396 vvp/h	42%	40 m
2	Rennes	205	352 vvp/h	375 vvp/h	-23 vvp/h	-6%	205 m
	Rennes - TAG	205	105 vvp/h	273 vvp/h	-168 vvp/h	-161%	872 m
2	Mont St-Michel	225	388 vvp/h	288 vvp/h	99 vvp/h	26%	37 m
	Mont St-Michel TAG	225	80 vvp/h	88 vvp/h	-8 vvp/h	-10%	9 m

NB : Ces tests donnent juste une tendance, le fonctionnement des carrefours du PN étant très fluctuant

PN7 - CARRREFOUR HAYE-RENAUD / FORÊT

2025

egis FRANCE

Haye-Renaud / Forêt

Période : HPM

Carrefour également à la limite de la saturation aussi bien le matin que le soir

Le matin, un trafic Ouest-Est trop important (mais un peu limité par la capacité du carrefour Rennes / Armorique)

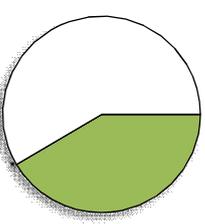
Le soir, les trafics Est-Ouest et Ouest-Est sur l'avenue de la Haye-Renaud sont pénalisés

Durée de cycle : **88 sec**

Nb de phases : **3**

Réserve de capacité

41%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de Vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Haye Renaud Est	24s	423 uvp/h	299 uvp/h	123 uvp/h	29%	33 m
1	Haye Renaud Ouest	24s	423 uvp/h	469 uvp/h	-46 uvp/h	-11%	291 m
2	Forêt	22s	388 uvp/h	58 uvp/h	329 uvp/h	85%	6 m
3	Raimbauderie	6s	106 uvp/h	9 uvp/h	97 uvp/h	92%	1 m

Haye-Renaud / Forêt

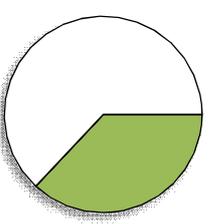
Période : HPS

Durée de cycle : **88 sec**

Nb de phases : **3**

Réserve de capacité

37%



Détail par axe

Phase	Mouvement	Temps de Vert	Capacité	Demande de trafic	Capacité résiduelle	Réserve capacité	Longueur maximale de file d'attente
1	Haye Renaud Est	24s	423 uvp/h	498 uvp/h	-75 uvp/h	-18%	442 m
1	Haye Renaud Ouest	24s	423 uvp/h	445 uvp/h	-22 uvp/h	-5%	165 m
2	Forêt	22s	388 uvp/h	64 uvp/h	324 uvp/h	84%	6 m
3	Raimbauderie	6s	106 uvp/h	15 uvp/h	90 uvp/h	85%	2 m

NB : Ces tests donnent juste une tendance, le fonctionnement des carrefours du PN étant très fluctuant

PN7 – SIMULATIONS DYNAMIQUES

En HPPM 2025 :

- Rue de Rennes saturée et n'écoulant pas tout le trafic

En HPS 2025 :

- Rue de Rennes saturée et n'écoulant pas tout le trafic
- Des remontées ponctuelles sur le PN dans le sens Est-Ouest (2 – 3 fois dans l'HP)



SYNTHÈSE

Un fonctionnement actuel globalement correct :

- Les carrefours encadrant le PN7 fonctionnent correctement malgré les coupures importantes liées au passage des trains.
- Le soir, quelques difficultés ponctuelles sur le trafic en TAG de Rennes vers Armorique, pouvant être amélioré par une adaptation du carrefour (mise en place d'une boucle de détection pour ce mouvement)

En 2025, un PN saturé :

- La hausse générale de la population aussi bien à l'Ouest que à l'Est de Betton entraîne une demande importante sur ce franchissement
- Cette demande est accentuée par des difficultés de circulation sur la rocade Nord

— CONTACT —

BRIERE Marie

| 02 40 74 54 54

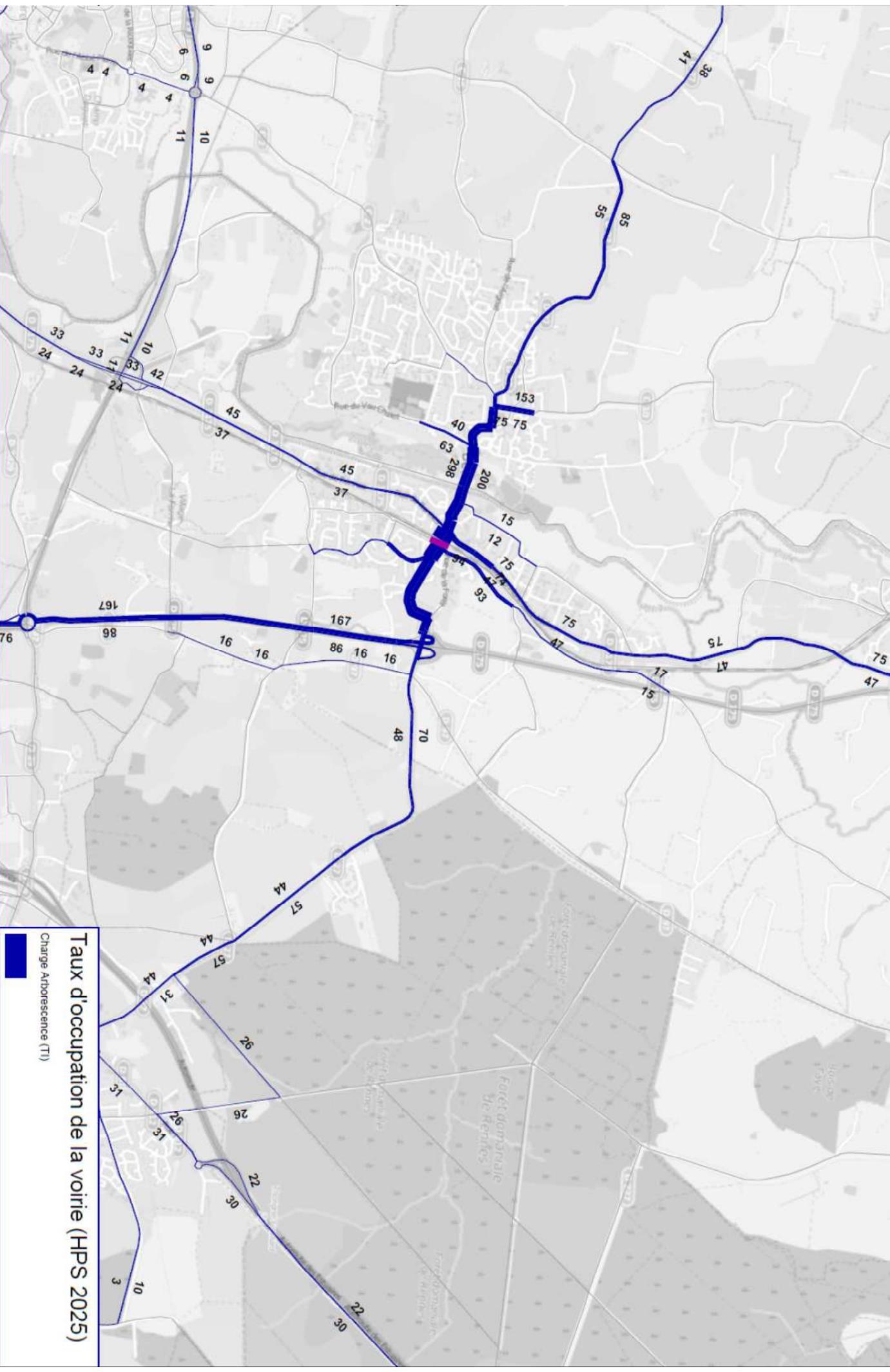
| *marie.briere@egis.fr*

www.egis.fr



— ANNEXES

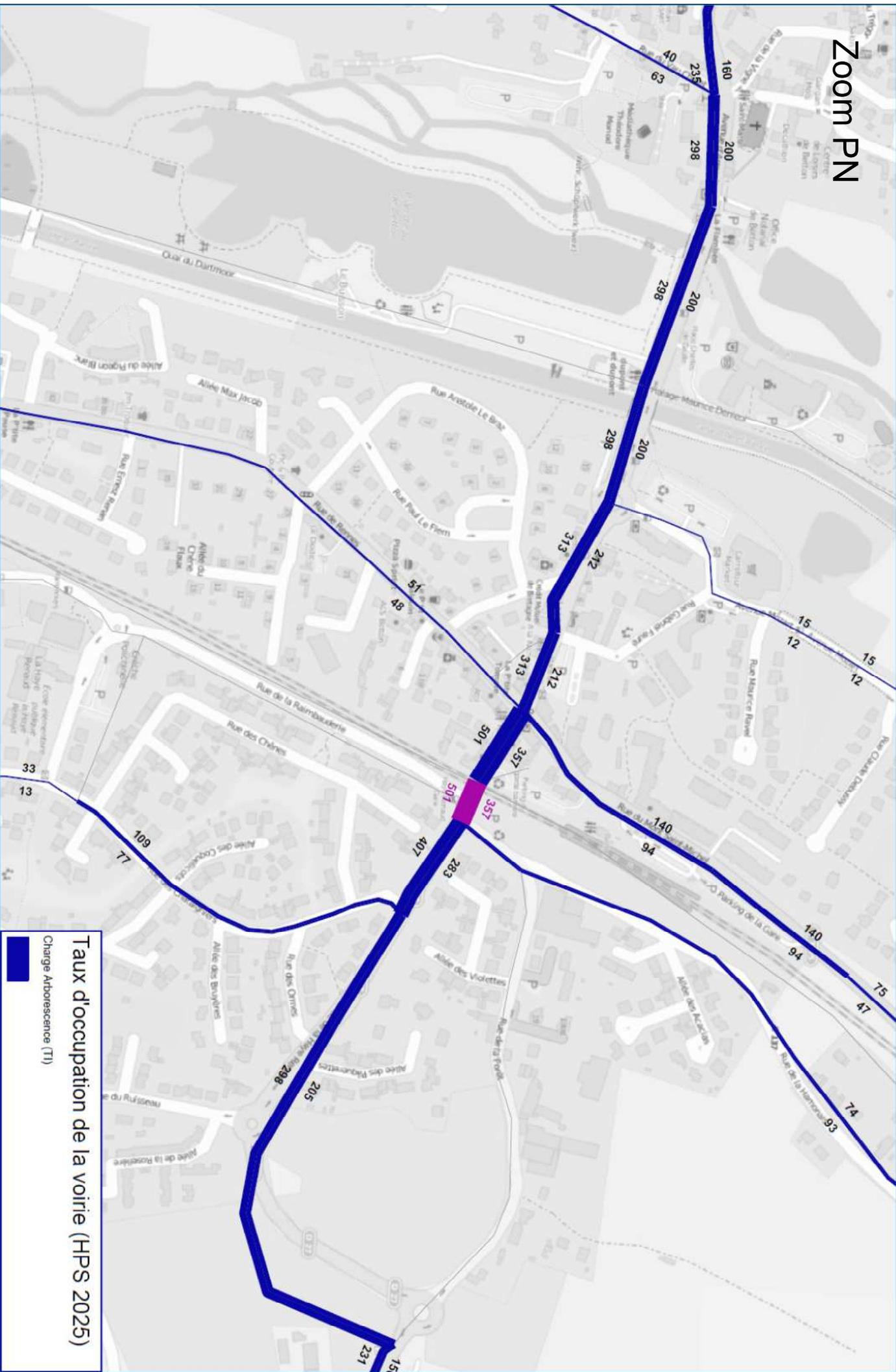
- 1 ARBORESCENCES DE TRAFICS
SUR PN7



Arborescence des trafics passant au niveau du PN7

HPM 2025

Zoom PN

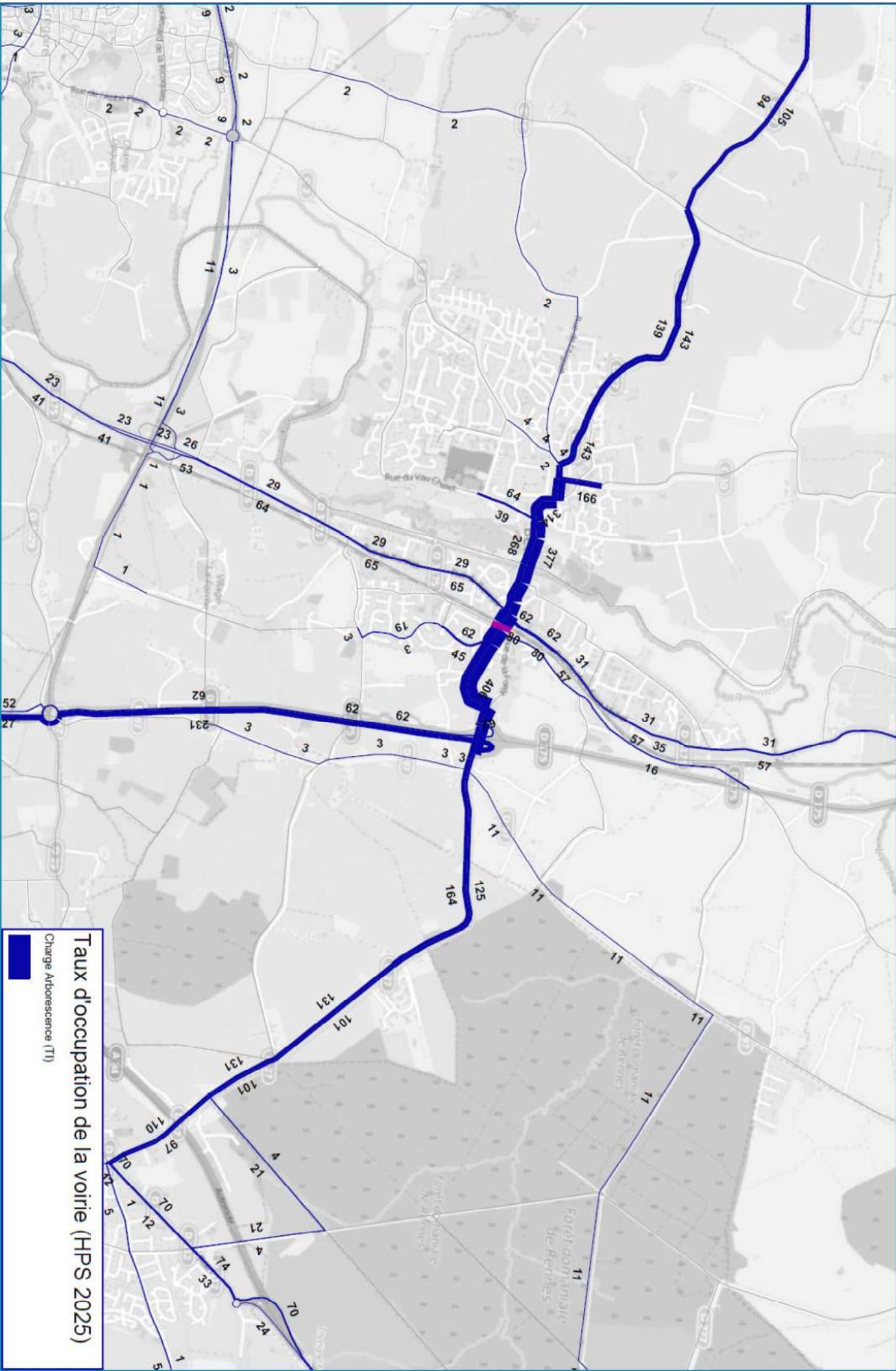


Arborescence des trafics passant au niveau du PN7

HPM 2025

Taux d'occupation de la voirie (HPS 2025)

Charge Arborescence (TI)



Arborescence des trafics passant au niveau du PN7

HPS 2025



Arborescence des trafics passant au niveau du PN7

HPS 2025

Annexe 5 :

Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

RAPPORT

Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

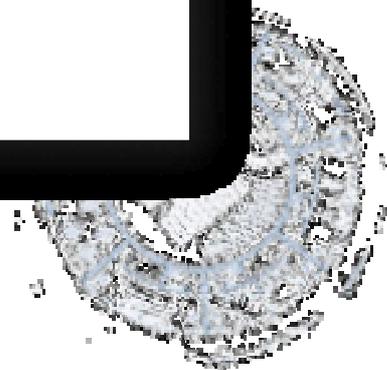
article L. 128.4 du Code de l'urbanisme

—
ZAC de La Plesse Chauffeterie

Betton (35)

MOA : Ville de Betton
Urbaniste : Archipole (35)

Janvier 2016
Version 4





<i>Date</i>	<i>Version</i>	<i>Rédaction</i>	<i>Validation</i>
03/11/2015	1.0 Provisoire	F. PERRIER	M. DOUTE
27/11/2015	2.0 Provisoire	F. PERRIER	
12/01/2016	3.0 Finale	F. PERRIER	
29/01/2016	4.0 Finale	F. PERRIER	



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
LEXIQUE	8
I. INTRODUCTION	9
I.1. CONTEXTE DE LA ZAC	9
I.1. PRINCIPE ET METHODE DE L'ETUDE	9
II. ELEMENTS DE CONTEXTE	11
II.1. PROCESSUS DE LUTTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE.....	11
II.2. EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE	12
II.3. CONTEXTE ENERGETIQUE BRETON	14
II.4. LE CONTEXTE TERRITORIAL ET COMMUNAL	17
III. PRESENTATION DU PROJET D'AMENAGEMENT	18
III.1. POSITIONNEMENT GEOGRAPHIQUE DE BETTON	18
III.2. RELIEF DE LA COMMUNE.....	18
III.3. SITUATION DU PROJET	19
III.4. PERIMETRE D'ETUDE.....	20
III.5. TOPOGRAPHIE	21
III.1. VEGETATION ET BATI EXISTANT.....	21
III.2. PLU	22
III.3. SCHEMA D'AMENAGEMENT ETUDIE.....	23
III.4. PROGRAMMATION	24
IV. PHASE1 : SOURCES D'ENERGIE DISPONIBLES OU MOBILISABLES SUR LE SITE	25
IV.1. ENERGIES FOSSILES.....	25
IV.2. ENERGIES RENOUVELABLES.....	26
IV.3. POTENTIEL DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	28
IV.6. SYNTHESE DU POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LA ZONE.....	45
IV.7. SYNTHESE SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ENERGIES MOBILISABLES.....	46
V. PHASE 2 : DETERMINATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU QUARTIER	48
V.1. USAGES ENERGETIQUES ATTENDUS	48
V.2. ESTIMATIONS DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DES BATIMENTS EN FIN D'OPERATION	51
VI. PHASE 3 : TAUX DE COUVERTURE DES BESOINS DE LA ZONE PAR LES ENR	56
VI.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR MICRO-EOLIENNES.....	56
VI.2. PRODUCTION DE CHALEUR ET/OU D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE	56
VI.3. PRODUCTION DE CHALEUR PAR GEOTHERMIE	57
VI.4. PRODUCTION DE CHALEUR PAR AEROTHERMIE	57
VI.5. PRODUCTION DE CHALEUR PAR BOIS ENERGIE	57
VI.6. SYNTHESE.....	58
VII. PHASE 4 : ETUDE DE L'IMPACT DE LA MOBILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES	60
VIII. PHASE 3 : ETUDE D'OPPORTUNITE DE CREATION D'UN RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR LES ENR	72
VIII.1. ETUDE D'OPPORTUNITE D'UN RESEAU DE CHALEUR SUR LE SECTEUR	72
IX. PROSPECTIVE : PISTES DE MESURES COMPENSATOIRES	77

IX.1.	PRINCIPE DE LA COMPENSATION CARBONE	77
IX.2.	PROPOSITION DE MESURES COMPENSATOIRES :	78
X.	L'ÉCLAIRAGE PUBLIC	82
X.1.	ROLES DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC	82
X.2.	ENJEUX POUR UN PROJET D'AMENAGEMENT	82
X.3.	QUELQUES PRECONISATIONS	83
X.4.	CONSOMMATION ENERGETIQUE ATTENDUE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC	85
XI.	1^{ERE} APPROCHE SUR LES TRANSPORTS ET L'ENERGIE GRISE DES MATERIAUX	86
XII.	SYNTHESE DES AVANTAGES ET CONTRAINTES DES ENERGIES RENOUVELABLES ETUDIEES.....	91
XIII.	PROPOSITIONS D'ACTION SPECIFIQUES LIEES A L'ENERGIE	93
XIV.	PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES.....	101
XIV.1.	PRESCRIPTIONS TECHNIQUES LIEES A LA RT 2012	101
XIV.2.	PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA JUSTIFICATION DES PERFORMANCES	102
XV.	SYNTHESE.....	103
ANNEXES : FICHES TECHNIQUES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES	105	
FICHE ENERGIE SOLAIRE GENERALITES	105	
FICHE ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE	111	
FICHE ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	113	
FICHE POMPES A CHALEUR	115	
FICHE ENERGIE EOLIENNE	117	
FICHE GEOTHERMIE	121	
FICHE : RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES	125	
FICHE ENERGIE MARINES RENOUVELABLES EN BRETAGNE	127	
FICHE REGLEMENTATION POUR L'INTSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE	130	
FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS INDIVIDUELLES	131	
FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS COLLECTIVES.....	132	
FICHE RESEAUX DE CHALEUR	137	
FICHE FOURNISSEURS D'ÉLECTRICITE VERTE	140	
ANNEXE 2 : REGLEMENTATION THERMIQUE 2012	141	
ANNEXE 3 : COUT DE L'ENERGIE	143	
ANNEXE 4 : FRAIS DE MAINTENANCE PRIX EN COMPTE.....	144	
ANNEXE 5 : EMISSIONS DE CO₂.....	145	
ANNEXE 6 : HYPOTHESES RELATIVES AUX EMISSIONS POLLUANTES.....	146	

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Répartition des émissions de CO ₂ sur Rennes métropole en 2006 (Source PCET RM):	17
Figure 2 : Localisation de Betton (Via Michelin)	18
Figure 3: Carte topographique de Betton (Source : cartes-topographiques.fr).....	18
Figure 4: Localisation du secteur d'étude (Source : CCTP).....	19
Figure 5 : Périmètre d'étude (Source : Dossier de création)	20
Figure 6: Analyse topographique du site d'étude (Source : Archipole).....	21
Figure 7: Végétation et bâtiments existants	21
Figure 8: Zonage PLU	22
Figure 9: Orientation d'aménagement du secteur d'étude (Source : Archipole).....	23
Figure 10 : Hypothèses de typologies de logements considérées pour l'étude (Source : OCDL).....	24
Figure 11: Rose des vents de Rennes (source : windfinder.com)	28
Figure 12: Statistiques des vents à Rennes (Source: windfinder.com)	28
Figure 13: Extrait Etude sur le Potentiel Eolien du pays de Rennes	29
Figure 14: Insolation annuelle de la Bretagne (Source Bretagne Environnement)	31
Figure 15 : Orientation optimale des façades principales : Sud +/- 20°	32
Figure 16: Préconisation pour l'optimisation des apports solaires.....	32
Figure 17: Extrait carte des ressources géothermiques en France (source BRGM).....	33
Figure 18: Carte géologique du site (Source: BRGM).....	34
Figure 19: Cartographie des forages à proximité du site (Source : BRGM).....	34
Figure 20: Avantages et inconvénients des différents systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées	36
Figure 21 : schéma de principe d'une filière locale de méthanisation (source Aile)	38
Figure 22: (Installation de valorisation du Biogaz en Bretagne et Pays de la Loire (Source: Aile)	39
Figure 23: Potentiel de développement de l'hydroélectricité de la Bretagne (Source : Rapport Somival)	40
Figure 24: Contexte hydrologique du site (Source : étude d'impact).....	41
Figure 25 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté en Bretagne (source AILE, avril 2011).....	42
Figure 26 : Gisements en consommation de bois énergie plaquette en Bretagne fin 2014 (source AILE).....	43
Figure 27 : Synthèse du potentiel du site vis-à-vis des énergies renouvelables	45
Figure 28: Synthèse sur l'impact environnemental des énergies mobilisables	47
Figure 29 : répartition des consommations électriques pour un ménage moyen en 2010 (Source : NegaWatt).....	49
Figure 30 : Hypothèses de consommations prévisionnelles en fonction de la performance énergétique	52
Figure 31: Répartition des consommations par usage en fonction de la performance.....	53
Figure 32 : Evaluation de la consommation d'énergie finale du quartier par scénario de performance énergétique.....	54
Figure 33: répartition des consommations entre chaleur et électricité	54
Figure 34: Taux de couverture des besoins possible par type d'EnR - niveau RT 2012	58
Figure 35: Taux de couverture des besoins possible par type d'EnR - niveau PASSIF	59
Figure 36 : Comparaison de la consommation d'énergie finale du projet par scénario d'approvisionnement énergétique (niveau RT 2012).....	61
Figure 37: Comparaison des coûts d'investissement.....	62
Figure 38: Coût annuel de fonctionnement la première année	63
Figure 39: Coût des postes énergétiques la 1ère année pour un logement collectif neuf	63
Figure 40: Coût des postes énergétiques la 1ère année pour un logement individuel dense neuf	64

Figure 41: Approche sur le temps de retour en logement collectif neuf.....	66
Figure 42: : Approche sur le temps de retour en logement individuel dense	67
Figure 43: Emissions de CO ₂ du projet.....	69
Figure 44 : Evaluation des scénarios d’approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement collectif	71
Figure 45 : Evaluation des scénarios d’approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement individuel	71
Figure 46: Analyse qualitative du critère de densité énergétique pour un exemple d’implantation	74
Figure 47: Ombrière photovoltaïque	79
Figure 48 : Calcul de la surface boisée nécessaire en mesure compensatoire	81
Figure 49: Exemple d’optiques (Source We-ef)	83
Figure 50: Illustration de l’ULOR (Source: Charte EP SDE35)	84
Figure 51: Hypothèses de nombre de véhicules	87
Figure 52: Emissions annuelles polluantes du parc automobile de l’opération	88
Figure 53 : Propositions pour le recours à des matériaux à faible énergie grise dans les bâtiments	89
Figure 54 : Evaluation des scénarios d’approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement collectif	103
Figure 55 : Evaluation des scénarios d’approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement individuel	103
Figure 56: Synthèse des impacts estimés d’un point de vue énergétique et effet de serre.....	104
Figure 57: Protections solaires adaptées selon l’orientation (Source : <i>La conception bioclimatique, Terre vivante</i>).....	108
Figure 58: hauteur angulaire (source ENSTIB)	109
Figure 59: Paramètres à prendre en compte pour le calcul des marges de recul	109
Figure 60 : principe de fonctionnement d’un’ installation solaire thermique	111
Figure 61 : exemple de membranes d’étanchéité installées sur un bâtiment industriel	113
Figure 62 : modules Photowatt.....	113
Figure 63 : principe de fonctionnement des pompes à chaleur (source www.airclim-concept.com)	115
Figure 64: Source Schéma éolien terrestre en Bretagne	117
Figure 65: Source Synagri.....	117
Figure 66: Schéma de principe d’une installation éolienne (Source: <i>Fiche pratique DDTM35</i>).....	118
Figure 67: Exigences et références règlementaires relatives à l’éolien (Source : www.developpement-durable.gouv.fr)	119
Figure 68© ADEME - BRGM.....	121
Figure 69 : © ADEME - BRGM	121
Figure 70 : © ADEME - BRGM	121
Figure 71 : Synthèse des techniques de géothermie © ADEME - BRGM.....	123
Figure 72: Panorama des technologies d’exploitation des EMR (http://energies-marines.bretagne.fr/)	128
Figure 73: Carte des EMR en Bretagne (<i>Bretagne développement Innovation</i>)	129
Figure 74 : Avantages des réseaux de chaleur	138
Figure 75 : Modulations applicables au Cepmax en fonction du contenu CO ₂ du réseau.	138
Figure 76 : Impact de la modulation du Cepmax pour un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur.	139
Figure 77 : Hypothèses de tarifs considérées	143
Figure 78: Coût de maintenance pour chaque scénario – solutions individuelles.....	144
Figure 79: Coût de maintenance pour chaque scénario – solutions collectives	144
Figure 80: Extrait de l’annexe 4 de l’arrêté du 15 Septembre 2006 relatif au DPE.....	145

Figure 81: Extrait de la note de cadrage sur le contenu en CO ₂ du kWh électrique par usage en France (Source : Ademe 2005)	145
Figure 82 : Description des principaux polluants dus aux véhicules à moteur (source : www.encyclo-ecolo.com)	146
Figure 83 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Diesels	147
Figure 84 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Essence	147
Figure 85: Extrait du Rapport chiffres clés 2011 ORTB	147

LEXIQUE

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AMO	Assistance à maîtrise d'ouvrage
BBC	Bâtiment Basse Consommation (label de la RT 2005)
Bbio	Besoins bioclimatique (indicateur de la RT 2012) : indicateur de la qualité de conception bioclimatique du bâtiment
BE	Bureau d'étude
BEPOS	Bâtiment à Energie Positive (qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme)
Cep	Consommation d'énergie primaire (indicateur de la RT 2012 en kWh _{ep} /m ² de SHON RT/an))
CET	Chauffe-eau Thermodynamique
COP	Coefficient de Performance
DPE	Diagnostic de performance énergétique
ECS	Eau chaude sanitaire
EIE	Espace Info Energie
Energie finale	Energie utilisable après les opérations d'extraction, de production, de transport etc.
Energie primaire	Energie disponible avant exploitation ou transformation
ENR	Energies Nouvelles et Renouvelables ou ENergies Renouvelables
GES	Gaz à effet de serre
HPE	Haute Performance Energétique (label de la RT 2005)
HQE	Haute Qualité Environnementale
kWh _{ep}	kiloWatt.heure d'énergie primaire
MIG	Maison Individuelle groupée
PAC	Pompe à Chaleur
Passif	Bâtiment très faiblement consommateur d'énergie
Passivhaus	référentiel de construction passive (besoins Chauffage < 15 kWh/m ² /an)
PHPP	Logiciel de calcul thermique relatif au référentiel Passivhaus allemand
RCU	Réseau de chaleur Urbain
RT	Réglementation Thermique
RT 2005	Règlementation thermique précédente
RT 2012	Règlementation thermique en vigueur
SDP	Surface De Plancher
SHAB	Surface habitable
SHON	Surface hors œuvre nette
SHON RT	SHON considérée dans la réglementation thermique
STD	Simulation thermique dynamique
Teq CO ₂	Tonne équivalent CO2
THPE	Très Haute Performance Energétique (label de la RT 2005)
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté (Urbanisme)

I. INTRODUCTION

I.1. CONTEXTE DE LA ZAC

La commune de Betton mène les études préalables à la création d'une ZAC sur les secteurs La Plesse et Chauffeterie. La zone couvre une superficie d'environ 21 ha.

Ce document présente l'étude du potentiel de développement des énergies renouvelables sur le projet d'aménagement.

I.1. PRINCIPE ET METHODE DE L'ETUDE

La première loi issue du Grenelle de l'Environnement adoptée par l'Assemblée nationale le 29 juillet 2009 définit 13 domaines d'action visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces domaines d'action, le recours aux énergies renouvelables est particulièrement mis en avant. L'article 8 de la Loi Grenelle 1 modifie notamment l'**article L128-4 du Code de l'Urbanisme** en précisant que :

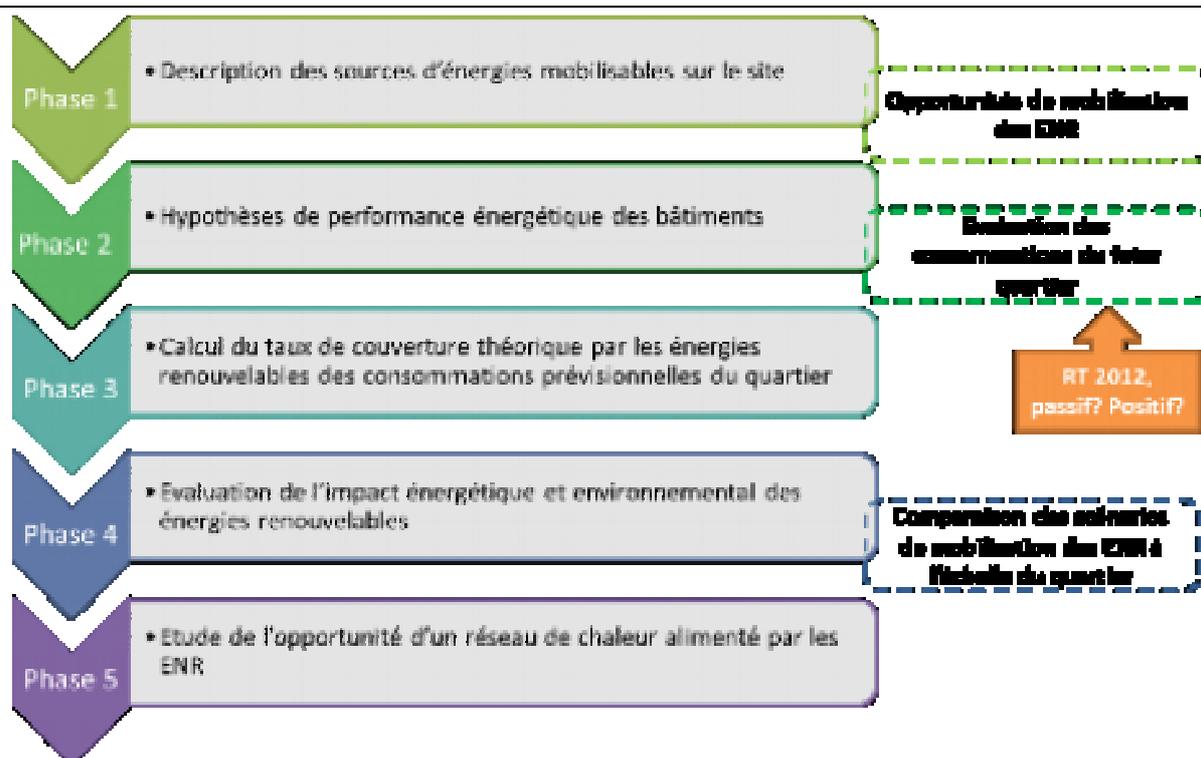
« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

Cette étude vise à dresser un état des lieux des énergies renouvelables qui pourraient être utilisées sur le projet et à définir notamment les possibilités d'implantation de systèmes centralisés permettant de fournir l'énergie nécessaire aux bâtiments à travers des réseaux de chaleur par exemple.

Elle vise également à définir la part relative à l'énergie dans l'impact environnemental global du projet.

L'évolution culturelle et réglementaire actuelle impose en effet la réalisation de bâtiments de plus en plus performants (approche bioclimatique, meilleure isolation, utilisation d'équipements performants et d'énergies renouvelables) afin de limiter globalement l'impact du secteur du bâtiment sur l'appauvrissement des ressources fossiles et sur le dérèglement climatique.

Après avoir rappelé le contexte géopolitique et réglementaire relatif aux politiques publiques liées à l'énergie et présenté succinctement le projet d'aménagement, nous étudierons la mobilisation des énergies renouvelables selon les phases d'études suivantes :



Des rappels techniques sur les énergies renouvelables étudiées sont fournis en annexe.

II. ELEMENTS DE CONTEXTE

Les démarches visant à encourager le développement des énergies renouvelables répondent à deux objectifs principaux à l'échelle mondiale :

- lutter contre le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre issues de ressources non renouvelables ;
- tendre vers une autonomie énergétique qui se passerait des énergies fossiles.

Imposer une étude de « potentiel de développement des énergies renouvelables » pour toute opération d'aménagement faisant l'objet d'une étude d'impact prend place dans ces processus globaux : c'est une petite pierre qui, projet par projet, et couplée à d'autres évolutions des réglementations, devrait permettre d'améliorer l'introduction des énergies renouvelables à l'échelle des territoires.

Nous tentons ici de rappeler quelques processus qui permettent de prendre de la hauteur et de comprendre dans quel contexte géopolitique cette réflexion s'inscrit.

II.1. PROCESSUS DE LUTTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

II.1.1. PROCESSUS INTERNATIONAL

Le **Protocole de Kyoto**, ratifié en 1997 est en vigueur depuis 2005. Il arrive à échéance en 2012. Il avait pour objectif de stabiliser les émissions de CO₂ au niveau de celles de 1990 à l'horizon 2010.

En décembre 2009 s'est tenue la **Conférence internationale de Copenhague** : 15^{ème} conférence annuelle des représentants des pays ayant ratifié la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique et 5^{ème} rencontre des États parties au protocole de Kyoto, elle devait être l'occasion de renégocier un accord international sur le climat prenant la suite du protocole de Kyoto. Elle a été considérée comme un échec partiel par beaucoup, car, bien qu'ayant abouti à une déclaration politique commune, elle n'a pas défini de cadre contraignant.

En 2015, la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques se tiendra à **Paris**. Cette conférence devra marquer une **étape décisive** dans la négociation du futur accord international qui entrera en vigueur en 2020, en adoptant ses grandes lignes. L'objectif est que tous les pays, dont les plus grands émetteurs de gaz à effet de serre - pays développés comme pays en développement - soient engagés par un accord universel contraignant sur le climat.

II.1.1. PROCESSUS EUROPEEN ET NATIONAL

Dans le cadre des accords de Kyoto, la communauté européenne a fixé l'objectif communautaire: "**3 X 20 en 2020**" :

- réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 par rapport à 1990 ;
- 20 % d'énergies renouvelables en Union Européenne en 2020 ;
- baisse de 20 % de la consommation d'énergie par rapport aux projections pour 2020.

Parallèlement, la **France s'est engagée à tenir le Facteur 4 : diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050**.

De plus, le Grenelle de l'Environnement a accéléré l'évolution des réglementations au niveau français, notamment celle de la réglementation thermique des bâtiments neufs et existants.

La loi sur la transition énergétique a été adoptée le 26 Mai. De grands objectifs en matière énergétique ont été adoptés : **réduction de 50% de la part du nucléaire** dans la production totale d'électricité à l'horizon 2025, **réduction de 50% la**

consommation énergétique finale entre 2012 et 2050, une **baisse de 40% des émissions de gaz à effet de serre** sur la période 1990-2030, ou encore **augmentation de la part d'énergies renouvelables à 32%** dans la consommation d'ici à 15 ans.

II.1.2. PROCESSUS LOCAUX

Des processus locaux sont également à l'œuvre. De plus en plus de territoires engagent des Plans Climat Energie Territoriaux (PCET).

Le Schéma Régional Climat Air Energie Breton a été arrêté par le Préfet de région le 4 novembre 2013, après approbation par le Conseil régional lors de sa session des 17 et 18 octobre 2013. Le SRCAE définit aux horizons 2020 et 2050 les grandes orientations et les objectifs régionaux pour maîtriser la demande en énergie, réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la qualité de l'air, développer les énergies renouvelables et s'adapter au changement climatique.

Plus d'informations : http://www.plan-eco-energie-bretagne.fr/jcms/c_7684/schema-regional-climat-air-energie

Enfin, certaines collectivités territoriales s'engagent de manière plus prononcée, en signant notamment la **Convention des Maires**. Il s'agit d'un engagement à **dépasser les objectifs de l'Union Européenne d'ici 2020**, à savoir réduire de 20% les émissions de CO₂ sur leurs territoires, **par une meilleure efficacité énergétique et l'utilisation et la production d'une énergie moins polluante**.



La commune de Betton est signataire de la Convention des Maires.

II.2. EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE

Le Grenelle de l'environnement a accéléré l'évolution des réglementations thermiques.

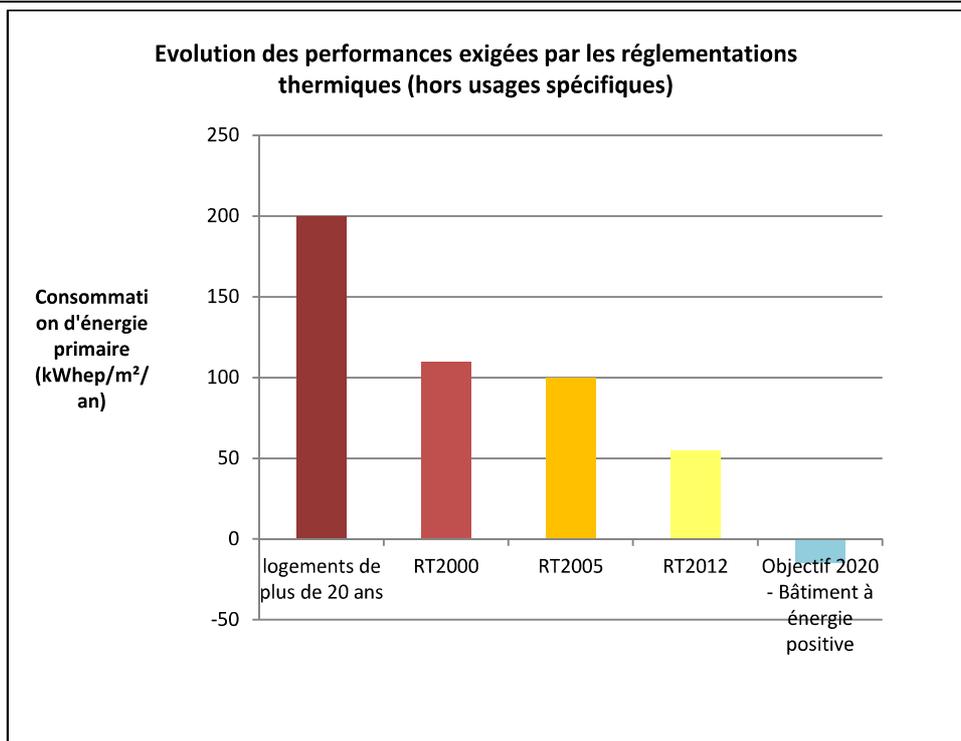
La RT 2005 fait donc place depuis le 1^{er} Janvier 2013 à la RT 2012.



Le niveau de performance énergétique des futurs bâtiments et la place des énergies renouvelables dans une opération d'aménagement sont fortement impactés par cette évolution.

Le niveau de performance énergétique de référence de la RT 2012 correspond, pour simplifier, au niveau du label BBC de la RT 2005. L'objectif annoncé étant d'atteindre le niveau de performance de bâtiments passifs à horizon 2020.

Cette évolution est rappelée sur le schéma ci-dessous :



Extraits du site officiel <http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr> :

Ce qui ne change pas :

- les exigences à respecter sont de deux types : des exigences de performances globales (consommation d'énergie et confort d'été) et des exigences minimales de moyens ;
- la RT 2012 s'articule toujours autour de cinq usages énergétiques : chauffage, climatisation, production d'eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires (ventilation, pompes...).

Ce qui change :

- les **exigences de performance énergétique globales** sont uniquement exprimées en **valeur absolue** de consommation pour plus de clarté : **niveau moyen très performant exigé, à 50 kWh/m²/an** (et non plus en valeur relative par rapport à une consommation de référence recalculée en fonction du projet), modulé en fonction de l'altitude et de la zone climatique du projet notamment.
- l'introduction d'une **exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti** pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel. Cette exigence prendra en compte **l'isolation thermique** et permettra de **promouvoir la conception bioclimatique** d'un bâtiment ;
- la suppression des exigences minimales n'ayant plus lieu d'être dans le nouveau cadre technique fixé ;
- l'introduction de **nouvelles exigences minimales** traduisant des volontés publiques fortes : **obligation de recours aux énergies renouvelables**, obligation de traitement des ponts thermiques (fuites de chaleur), obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements neufs, etc.

La notion de **label de performance énergétique est reconduite** : ces labels ont permis de proposer des « paliers » de performance énergétique dans la RT 2005, afin d'encourager les maîtres d'ouvrage à améliorer leur projet, le dernier palier étant le label BBC. L'objectif de la RT 2012 étant de conduire le milieu du bâtiment à atteindre le bâtiment à énergie positive en 2020, les nouveaux « paliers » sont en cours de définition.

La **justification des performances énergétiques est également introduite dans la RT 2012** sous la forme d'attestations, définies par le décret 2011-544 du 18/05/2011 :

- attestation par le maître d'ouvrage au **dépôt de la demande de permis de construire** de la réalisation de l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies et de la prise en compte de la réglementation thermique ;

- attestation par le maître d'ouvrage à l'**achèvement des travaux que le maître d'œuvre a pris en compte la réglementation thermique**. L'attestation est réalisée par un contrôleur technique, un diagnostiqueur, un organisme certificateur ou un architecte.

De plus, le décret 2013-979 du 30 octobre 2013 rend obligatoire la réalisation d'une étude d'approvisionnement en énergie pour tous les bâtiments dont la SHON est supérieure à 50m².

II.3. CONTEXTE ENERGETIQUE BRETON

La Bretagne connaît une situation particulière relative à l'énergie :

- Une situation péninsulaire :

La situation géographique de la Bretagne, excentrée, engendre **une fragilité de l'alimentation électrique lors des pics de consommation**. L'augmentation forte des pointes de consommation, en période hivernale (+ 14% depuis 2003), fragilise d'autant plus la région. Cette situation place désormais la Bretagne devant un risque généralisé de BLACK OUT.

- Une faible production électrique : 9% de sa consommation
- Une forte croissance démographique et un dynamisme économique qui augmente les besoins en proportion plus importante, malgré une situation actuellement moins énergivore que le reste du territoire français.

La région rencontre donc des difficultés récurrentes et de plus en plus importantes pour répondre aux besoins en électricité des territoires. Elle est par ailleurs très dépendante des territoires limitrophes producteurs d'électricité (Régions Basse-Normandie et Pays de la Loire notamment).

Plusieurs dispositifs politiques visent à réduire cette dépendance électrique et énergétique de la région.

II.3.1. LE PLAN ECO ENERGIE POUR LA BRETAGNE

Ce programme d'actions conjointes mis en œuvre par l'Etat, l'Ademe et la Région Bretagne s'articule autour de trois missions majeures :

- **Maîtriser la consommation d'énergie et développer les énergies renouvelables dans la perspective de la mise en œuvre d'un plan climat régional,**
- Créer une dynamique d'éco-responsabilité au niveau de la production et de la consommation d'énergie,
- Améliorer les connaissances et en favoriser la communication, l'information et la diffusion.

Fédérées autour du slogan et du sigle « **Rassemblons nos énergies ! Plan Eco-Energie Bretagne** », les trois institutions ont fixé des axes d'actions prioritaires :

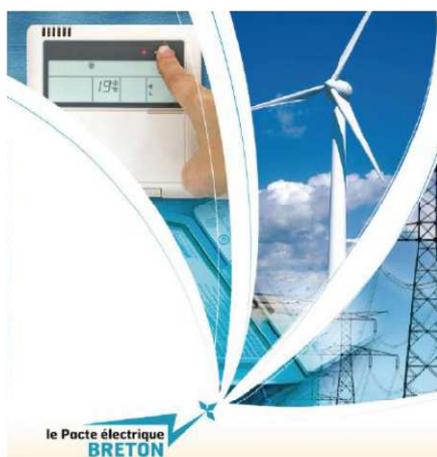
- Le soutien aux collectivités locales, aux entreprises, aux acteurs économiques, aux associations à travers des appels à projets, des aides à la décision, l'élaboration d'outils méthodologiques, un accompagnement des opérations exemplaires.
- La **sensibilisation du grand public aux modes de consommation et aux comportements responsables en matière d'énergie**, en particulier par le développement du réseau breton des espaces Info-énergie.
- La création de l'Observatoire de l'énergie et des gaz à effets de serre.



Plus d'informations : <http://www.plan-eco-energie-bretagne.fr>

II.3.2. LE PACTE ELECTRIQUE BRETON

Co-signé le 14 décembre 2010 par l'État, la Région Bretagne, l'ADEME, RTE et l'ANAH (Agence nationale de l'habitat), le Pacte électrique breton a pour objectif de sécuriser l'avenir électrique de la Bretagne. Ce pacte propose des réponses autour des 3 grands axes suivants :



- **La maîtrise de la demande en électricité**

L'objectif est de **diviser par 3 la progression de la demande en électricité d'ici 2020** en poursuivant la sensibilisation du grand public, soutenant l'animation des politiques énergétiques sur les territoires, en renforçant les dispositifs de rénovation thermique des logements, etc.

- **Le déploiement massif de toutes les énergies renouvelables**

L'objectif est de **multiplier par 4 la puissance électrique renouvelable installée d'ici 2020**, soit 3 600 MW.

- **La sécurisation de l'approvisionnement**

Grâce à un **réseau de transport de l'électricité renforcé**, à l'implantation d'une **unité de production électrique à l'ouest de la Bretagne**, et à **l'intensification de l'expérimentation des réseaux électriques intelligents** et du stockage de l'énergie.

Plus d'informations : http://www.plan-eco-energie-bretagne.fr/jcms/c_7683/pacte-electrique-breton

L'ensemble de ces dispositifs montre le dynamisme de la région Bretagne pour réduire sa dépendance énergétique. Tous les nouveaux projets d'aménagement se doivent d'intégrer ces démarches spécifiques dans leurs modalités de mise en œuvre.

II.4. LE CONTEXTE TERRITORIAL ET COMMUNAL

Rennes Métropole est un territoire sur lequel de nombreuses démarches sur la maîtrise de l'énergie et le climat ont été mises en place. Notamment l'engagement dans un **Agenda 21**, projet qui se décline à travers un **plan climat énergie territorial (PCET)** Les objectifs du PCET s'articulent autour de cinq grands axes :

1. Planifier et aménager le territoire pour réduire la dépendance énergétique
2. Anticiper et accompagner les mutations énergétiques
3. Mobiliser les acteurs du territoire et accompagner les changements sociétaux
4. Renforcer la dimension énergétique dans la politique de l'habitat
5. Offrir des services urbains économes en énergie

Les communes sont accompagnées dans la mise en œuvre de leurs plans d'actions respectifs par l'Agence Locale de l'Energie et du Climat (ALEC).

La commune de Betton est signataire de la convention des maires depuis Mai 2009. Son plan d'action en faveur de l'énergie durable comprend notamment les actions suivantes:

- Adhésion à l'ALEC
- Campagne display: affichage des performances énergétiques des équipements
- Rénovation BBC du groupe scolaire de la Haye Renaud
- Eclairage public semi permanent
- Sensibilisation des acquéreurs de la ZAC Basse Renaudais et de la ZAC de la Renaudais aux économies d'énergie
- Conforter le maillage piéton-cycles
- Plantation de haies bocagères et de bosquets

Le Conseil Municipal a approuvé le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune le 5 juillet 2011. Le PLU a été mis à jour le 30 septembre 2013, et modifié le 10 décembre 2014.

Le PADD définit des orientations d'aménagement et d'urbanisme globales sur l'ensemble du territoire communal. Le PADD est construit selon 3 grands principes, dont « **La réduction des émissions de gaz à effets de serre** » par la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables.

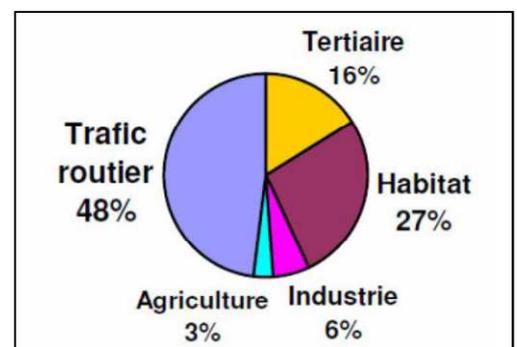
La commune souhaite assurer un développement maîtrisé, notamment par la mise en œuvre de **nouvelles formes urbaines** visant à réduire la consommation d'énergie et de ressources naturelles.

Emissions de gaz à effet de serre :

Les émissions de CO₂ de Rennes Métropole sont évaluées à environ **2 millions de tonnes par an**.

Les trois principaux secteurs émetteurs dans l'agglomération sont le trafic routier (48 %), l'habitat (27 %) et les bâtiments tertiaires (16 %).

Figure 1 : Répartition des émissions de CO₂ sur Rennes métropole en 2006 (Source PCET RM):



III. PRESENTATION DU PROJET D'AMENAGEMENT

III.1. POSITIONNEMENT GEOGRAPHIQUE DE BETTON



Figure 2 : Localisation de Betton (Via Michelin)

La commune de Betton est située à 9,5 km au Nord de Rennes, à proximité de l'axe Rennes-Saint-Malo et sur la route touristique du Mont-Saint-Michel.

III.2. RELIEF DE LA COMMUNE

La figure suivante présente le relief de la commune de Betton :

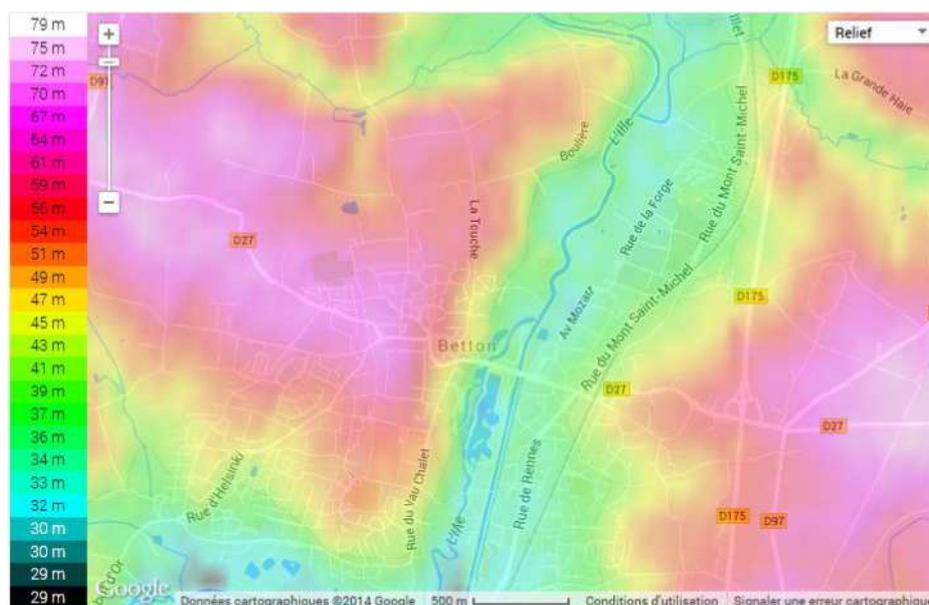


Figure 3: Carte topographique de Betton (Source : cartes-topographiques.fr)

Installée sur une colline qui surplombe le cours d'eau de l'Ille et le canal d'Ille et Rance, la commune s'étend de part et d'autres de la vallée de l'Ille. La diversité topographique de Betton lui offre une richesse de paysages et de milieux naturels préservés qui fait partie du patrimoine de la commune.

III.3. SITUATION DU PROJET

La figure ci-dessous permet de situer le secteur d'études :



Figure 4: Localisation du secteur d'étude (Source : CCTP)

La zone d'étude se situe à l'Est de la commune, entre la voie ferrée (à l'Ouest) et la déviation à l'Est.

III.4. PERIMETRE D'ETUDE

La figure suivante présente le périmètre d'étude :

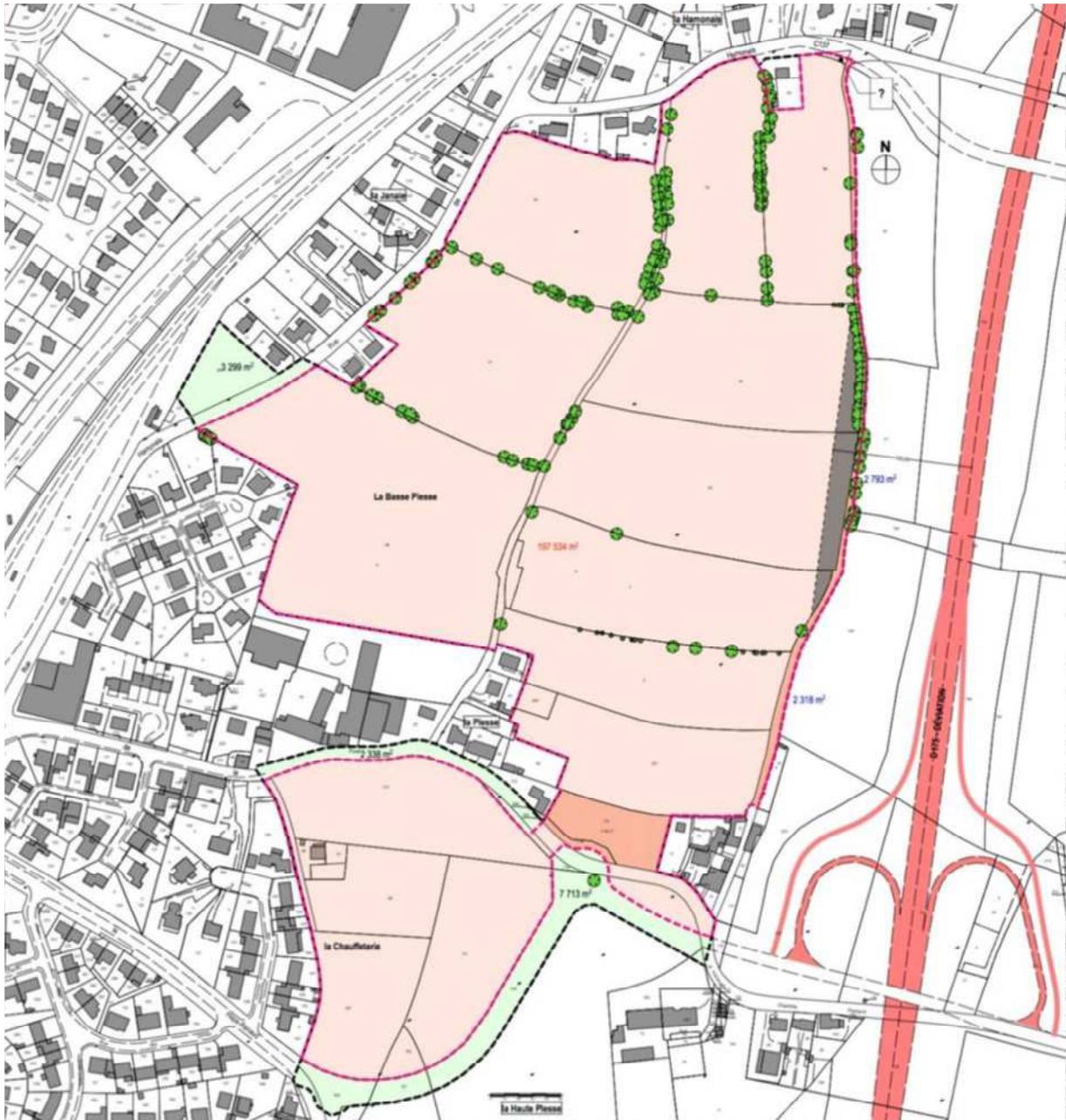


Figure 5 : Périmètre d'étude (Source : Dossier de création)

Le périmètre d'étude s'étend sur environ 21 ha.

III.5. TOPOGRAPHIE

La figure suivante présente le plan topographique de la zone d'étude :

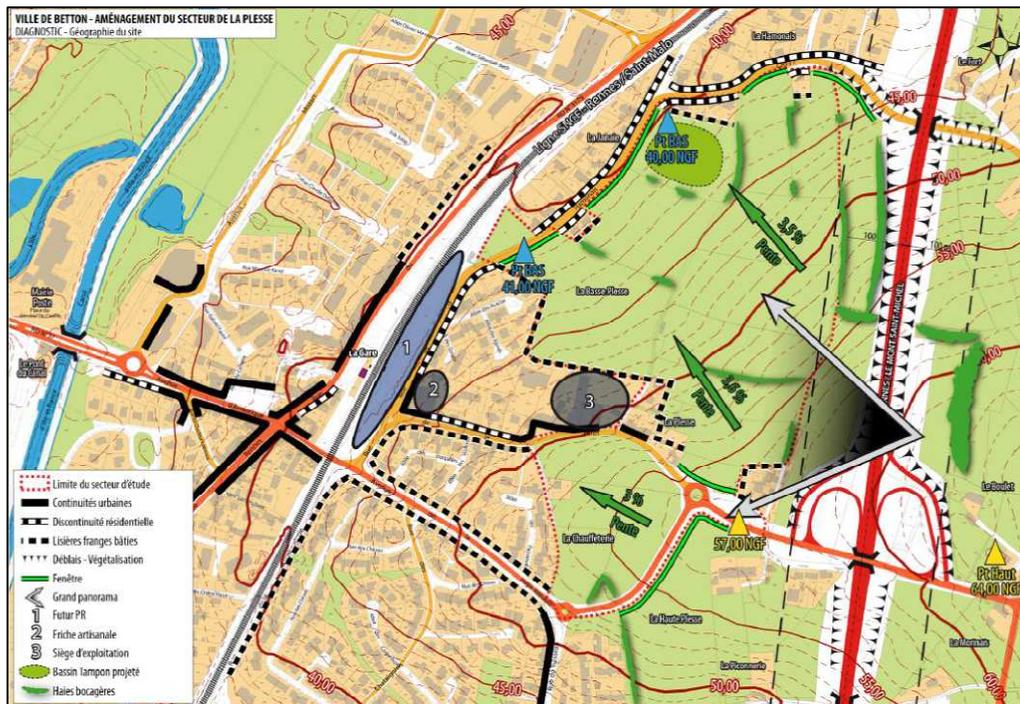


Figure 6: Analyse topographique du site d'étude (Source : Archipole)

Le site est marqué par une pente légère de 3,5% orientée Nord-ouest.

III.1. VEGETATION ET BATI EXISTANT



Figure 7: Végétation et bâtiments existants

III- Présentation du projet d'aménagement

Le périmètre du projet se situe essentiellement sur des parcelles cultivées, il est marqué par la présence de quelques haies bocagères et de deux habitations.

III.2. PLU

Le site est classé en zones urbaines 1AUD2 et 1AUD2i

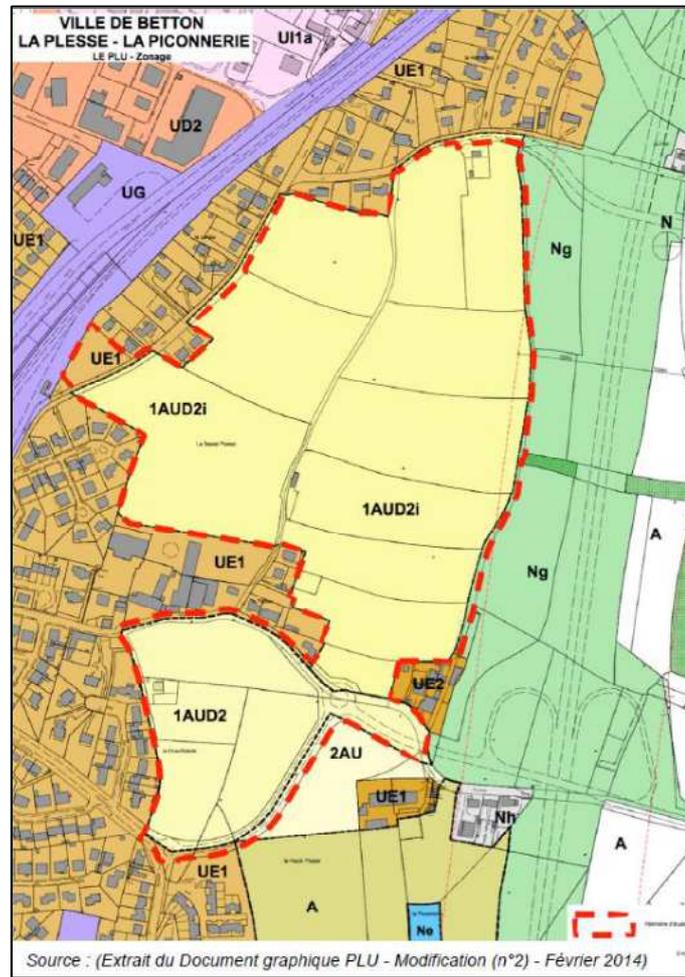


Figure 8: Zonage PLU

III.3. SCHEMA D'AMENAGEMENT ETUDIE

La figure ci-dessous présente le projet d'aménagement :



Figure 9: Orientation d'aménagement du secteur d'étude (Source : Archipole)

Le futur quartier accueillera environ 630 logements de formes variées (individuelle, collective et intermédiaire) ainsi que des commerces.

III.4. PROGRAMMATION

Pour conduire cette étude, nous avons considéré les hypothèses de programmation présentées dans les tableaux ci-dessous :

Typologie des logements	superficie (ha)	Nombre de logements ou bâtiments	Ratio	SDP moyenne (m ²)	SHON _{RT} moyenne estimée (m ²)	SHON _{RT} totale (m ²)
ZAC La Plesse Chauffeterie						
Collectifs & semi-collectifs		421	67%	65	58.5	24 629
MIG			0%	100	90	0
Individuels- lots libres		212	33.5%	110	99	20 988
Commerces	0			3 000	2700	2 700
Total	19.75	633				48 317

Figure 10 : Hypothèses de typologies de logements considérées pour l'étude (Source : OCDL)

NOTA :

Dans la suite de l'étude nous utilisons des ratios de consommation énergétiques issus du calcul réglementaire RT 2012.

La surface de référence est donc la **SHON_{RT}**, elle correspond à peu près à la surface du volume chauffé.

Il ne faut pas confondre la **SHON_{RT}** et la surface de plancher (**SDP**). La **SDP** est la surface de référence officielle pour les documents d'urbanisme ; elle correspond à la somme des surfaces de planchers de chaque niveau clos et couvert d'un bâtiment, calculé à partir du nu intérieur des façades, après déduction de certains éléments s'il y a lieu.

Pour les logements on peut considérer que la **SHON_{RT}** correspond à environ 90% de la **SDP**.

IV. PHASE1 : SOURCES D'ENERGIE DISPONIBLES OU MOBILISABLES SUR LE SITE

IV.1. ENERGIES FOSSILES

Les choix énergétiques pourront intégrer les énergies suivantes :

IV.1.1. L'ELECTRICITE :

L'électricité est en réalité un vecteur d'énergie. En France, elle est produite à partir de ressources fossiles principalement (uranium, gaz, charbon, fioul...), c'est pourquoi nous la classons dans les énergies fossiles. Néanmoins, en 2011, 11% de l'électricité produite en France était d'origine renouvelable (hydraulique, éolien, photovoltaïque...).

Cette énergie, difficilement stockable, a l'avantage d'être simple à utiliser et très polyvalente.

En revanche, la Bretagne est éloignée des sources principales de production : elle ne produit en effet que 10% de son électricité (environ la moitié en hydraulique, un tiers à partir de centrales fioul et 20% en éolien). L'approvisionnement principal (environ les deux-tiers) provient des centrales nucléaires de Flamanville et Chinon, le dernier tiers de la centrale charbon/fioul de Cordemais. La Bretagne est donc une « péninsule électrique » où le risque de *black-out* est réel.

L'impact de l'électricité sur l'environnement est principalement lié au mauvais rendement de production de l'électricité. En effet, uniquement un tiers de l'énergie qui entre dans la centrale ressortira sous forme d'électricité. Dans la majorité des cas, les deux tiers restant sont perdus.

Ce mauvais rendement conduit l'électricité à être une grande consommatrice de ressources fossiles et donc une mauvaise élève dans l'approche écologique de l'énergie.

Il convient ainsi de réserver l'électricité aux usages spécifiques : éclairage, bureautique, électroménager etc...

IV.1.2. LE GAZ NATUREL :

Le gaz naturel est une énergie fossile comme le fioul. Sa combustion rejette cependant légèrement moins de CO₂ que le fioul à énergie produite équivalente. Le gaz naturel est acheminé par des canalisations terrestres, ou sous forme liquéfiée par voie maritime. Le raccordement du territoire en fait une énergie facile d'accès, moins chère que le fioul.

La commune est desservie par le gaz naturel. Une extension du réseau pourrait permettre d'alimenter le futur quartier.

Dans la suite de l'étude, l'énergie fossile de référence pour évaluer l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables sera le gaz naturel.

IV.1.3. LE FIOUL :

Le fioul a tendance à disparaître dans les installations neuves depuis maintenant plusieurs années. Initialement peu cher, il a connu ces dernières années des augmentations très importantes, directement indexées sur le cours du pétrole.

D'autre part, le fioul a un impact important sur le dérèglement climatique par ses rejets carbonés, et parfois soufrés. C'est également une source fossile qu'il serait nécessaire de préserver davantage pour des utilisations plus spécifiques (plastiques, textiles, etc...)

IV.1.4. LE GAZ PROPANE EN BOUTEILLE OU EN CITERNE :

Le gaz en bouteille (propane) ou en citerne peut également être utilisé lorsque le gaz naturel n'est pas disponible. Ce gaz est directement issu du pétrole et son utilisation constitue également un appauvrissement des ressources. Il est plus polluant que le gaz naturel mais moins que le fioul.

Dans le cas où les citernes ne sont pas enterrées, l'impact visuel des citernes de propane peut être particulièrement fort.

IV.2. ENERGIES RENOUVELABLES

Les énergies renouvelables représentent les sources énergétiques qui peuvent être utilisées sans que leurs réserves ne s'épuisent. En d'autres termes, les énergies renouvelables doivent globalement avoir une vitesse de régénération supérieure à la vitesse d'utilisation.

Cette définition permet de classer dans cette catégorie de nombreux types d'énergie :

IV.2.1. L'ENERGIE SOLAIRE :

- **L'énergie solaire passive** : Le solaire passif est la moins chère et l'une des plus efficaces. Elle entre directement dans ce que l'on appelle communément l'approche bioclimatique : l'idée simple est d'orienter et d'ouvrir au maximum les façades principales du bâtiment au sud. Il convient cependant d'intégrer des protections solaires (casquettes solaires, volets) pour limiter les apports en mi-saison et en été afin d'éviter les surchauffes. Cette énergie est directement liée au plan masse du quartier et à l'organisation des bâtiments sur chaque parcelle.
- **L'énergie solaire active** : L'énergie solaire dite « active » se décline sous la forme thermique (production d'eau chaude, chauffage) et photovoltaïque (production d'électricité). Ces deux types d'énergie pourront être utilisés sur le projet.

Le solaire thermique est considéré comme une énergie renouvelable car la durée de vie du soleil dépasse de très loin nos prévisions les plus ambitieuses... Elle peut à ce titre être considérée comme infiniment disponible.

Pour ses qualités environnementales (énergie renouvelable à très faible impact) et durable (simplicité des équipements), l'énergie solaire pourra être intégrée fortement sur le projet.

IV.2.2. LA BIOMASSE (PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE) :

La biomasse représente l'énergie issue d'organismes vivants. En général, lorsque l'on parle de biomasse en énergie, on parle de bois (bûches, granulées, plaquettes) ou de biogaz issu de la digestion anaérobie de composés biologiques (boues de station d'épuration, déchets verts, lisiers, etc.).

Il est également utile de rappeler que l'énergie issue de la biomasse est en fait une énergie solaire indirecte (le soleil permet de faire croître les plantes via la photosynthèse, plantes qui nourrissent les animaux, etc.).

Le bois énergie est l'une des sources énergétiques les plus intéressantes actuellement :

- **renouvelable** : le bois est une source renouvelable puisqu'il peut être planté en quantité et disponible pour la production énergétique dans un délai cohérent par rapport à notre échelle de temps (quelques années à quelques dizaines d'années) ;
- **neutre pour l'effet de serre** : dans le cadre d'une gestion raisonnée (on ne coupe pas plus d'arbres qu'on en replante), sa combustion aura un impact neutre sur l'effet de serre puisque le CO₂ dégagé par sa combustion sera remobilisé par la biomasse en croissance grâce à la photosynthèse ;
- **bon marché** : en fonction des solutions retenues (bûches, granulés, bois déchiqueté), le prix du bois énergie reste intéressant en comparaison avec les autres types d'énergie ;

- **performant** : les équipements actuels (poêles, chaudières) affichent des performances tout à fait intéressantes, et sont de plus en plus automatisés.

Quelques difficultés peuvent cependant être mises en avant :

- **Manutention et modes de vie** : il convient de choisir la technique la plus adaptée en fonction du futur utilisateur. En effet, la solution bois bûche ne sera pas toujours adaptée à des populations vieillissantes par exemple. Le poêle à bûches sera également plus difficile à réguler ou à automatiser par rapport à un poêle à granulés ou à une chaudière bois.
- **Le traitement des fumées** : il est nécessaire de mettre en œuvre des poêles ou des chaudières performants pour l'ensemble des petites installations afin de favoriser une bonne combustion et ainsi des rejets moins chargés. Les installations plus importantes devront disposer d'équipements spécifiques pour traiter les fumées.

D'une manière générale, nous sommes favorables à l'utilisation forte du bois énergie sur le quartier, que ce soit pour les lots individuels ou les logements collectifs ou semi-collectifs. Il conviendra cependant de valider la filière de livraison pour s'assurer de la disponibilité du bois sur le moyen terme.

IV.2.3. L'ÉNERGIE ÉOLIENNE (PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ) :

L'énergie éolienne est également une énergie liée indirectement au soleil. En effet, le mouvement des vents et donc l'énergie contenue dans les vents et récupérée par les éoliennes provient directement des différences de températures des zones de l'atmosphère et donc du soleil. Tant que la terre disposera d'une atmosphère et que le soleil l'éclairera, l'énergie éolienne pourra être utilisée, ce qui laisse encore un peu de temps à l'échelle de nos prévisions.

IV.2.4. L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE (PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ) :

L'énergie hydraulique a également pour origine le soleil, elle est en effet issue du cycle de l'eau (évaporation, précipitation). L'énergie hydraulique marémotrice n'est pas uniquement liée au soleil, les mouvements sont issus en partie de la force gravitationnelle de la lune.

IV.2.5. LA GEOTHERMIE (PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ÉLECTRICITÉ) :

L'énergie issue de la chaleur originelle de la terre peut également être considérée comme de l'énergie renouvelable car la quantité d'énergie stockée dépasse également de loin toutes nos échelles de temps humaines. Elle peut cependant être récupérée lorsque des failles particulières lui permettent de remonter proche de la surface. Certaines régions françaises sont concernées (le bassin parisien ou l'Est de la France par exemple) mais la Bretagne n'est pas dans ce cas de figure.

En revanche, l'énergie solaire stockée en partie superficielle du sous-sol et les nappes peu profondes peut être captée pour la production de chauffage.

IV.3. POTENTIEL DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ENERGIES RENOUVELABLES

IV.3.1. L'ENERGIE EOLIENNE

A GISEMENT

SITUATION DE LA COMMUNE

Les figures suivantes montrent la répartition annuelle des directions et les caractéristiques mensuelles du vent sur Rennes :

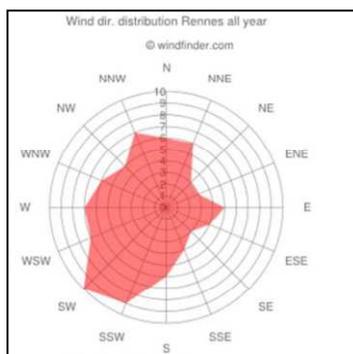


Figure 11: Rose des vents de Rennes (source : windfinder.com)

Rennes (RENNES)													
Les statistiques basent sur les observations entre 7/2002 - 9/2012 tous les jours de 7h à 19h, heure locale													
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	TOT
Direction du vent dominant	↗	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Probabilité du vent > = 4 Beaufort (%)	27	28	33	24	23	20	20	18	18	19	22	25	23
Vitesse du vent (Knots)	9	9	9	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8
Température de l'air moyenne (°C)	7	7	10	13	16	20	20	20	18	14	11	7	13
Sélectionnez mois (Aide)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	An

Figure 12: Statistiques des vents à Rennes (Source: windfinder.com)

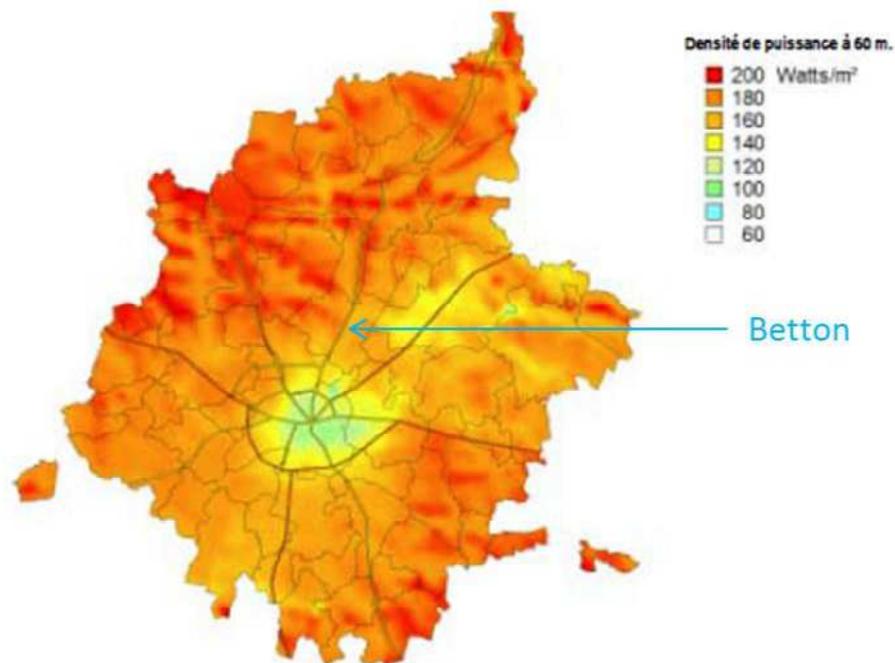
Ainsi au cours d'une année les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest.

GRAND EOLIEN

En Janvier 2004, une étude sur le potentiel éolien du pays de Rennes a été menée. La figure suivante est un extrait du rapport :

1.2.4 Le gisement sur le Pays de Rennes

Le gisement, réalisé avec le logiciel WAsP et des outils informatiques internes, a été calculé avec un pas de calcul de 200 mètres (pavés de 40 000 m²) pour 10 hauteurs différentes, de 10 à 100 mètres.



carte 9 : Atlas éolien du Pays de Rennes – EED

Un rendu représentatif est proposé ci-dessus: il décrit la densité de puissance récupérable par une éolienne, à 60 mètres au dessus du sol.

Il est possible d'extraire de la densité de puissance l'énergie récupérable par rotor en appliquant les coefficients de rendement appropriés.

On considère que le gisement éolien est exploitable à partir d'une densité de puissance de 180 Watts/m².

Le potentiel éolien du Pays de Rennes :

- est favorable au Nord-Ouest et au Sud-Est de l'Agglomération, sur les collines entourant la cuvette rennaise ;
- est défavorable au Nord-Est de Rennes car l'Agglomération et les importantes surfaces boisées freinent le flux de vent ;
- est moyen au Sud-Ouest de la zone, à cause de l'absence de relief.

Ces estimations du gisement devront nécessairement être validées par des campagnes de mesures lors d'études de faisabilité plus poussées sur les sites retenus.

Figure 13: Extrait Etude sur le Potentiel Eolien du pays de Rennes

La densité de puissance observée à 60 m au-dessus du sol à Betton est de 160 Watt/m², le gisement éolien n'est donc pas exploitable.

De plus, l'obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut et les restrictions dues au plafond aérien militaire réduisent à néant le potentiel de développement du grand éolien sur le site.

PETIT EOLIEN

La détermination du potentiel éolien de la zone demande une étude fine du vent, dont le résultat est intrinsèquement lié aux constructions alentours. Il ne sera pertinent de réaliser une telle étude que lorsque l'opération sera entièrement bâtie.

Le potentiel de développement du petit et moyen éolien sur la zone est lié :

- Physiquement à l'implantation des bâtiments qui influencera les trajectoires de vent. Une étude spécifique pourrait être réalisée en fin d'opération pour mettre en évidence un éventuel intérêt
- Economiquement à l'absence d'obligation de rachat de l'électricité produite
- Techniquement à l'efficacité des technologies : le petit éolien n'est aujourd'hui pas à maturité technique pour assurer une productivité suffisante au vu de l'investissement qu'il nécessite

L'impact paysager de ce type de solution en milieu urbanisé n'est pas abordé dans cette étude mais devra l'être si cette solution est envisagée.

Si un emplacement devait être prédéfini il devrait plutôt se situer sur un point haut et dégagé.

Les opérateurs souhaitant installer des petites éoliennes de moins de 12m pourront le faire sans demander de permis de construire (obligatoire à plus de 12m de hauteur).

B CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR L'EOLIEN

Le grand éolien n'est pas envisageable sur la zone.

L'installation de petit et moyen éolien est techniquement possible et devra faire l'objet d'études spécifiques si les opérateurs souhaitent avoir recours à cette source d'énergie.

IV.4.1. L'ÉNERGIE SOLAIRE

La mobilisation de l'énergie solaire est possible selon 3 modalités :

- Apports solaires passifs pour limiter les besoins en chauffage
- Panneaux solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire et de chauffage
- Panneaux solaires photovoltaïques pour la production d'électricité

Les différentes technologies permettant d'exploiter l'énergie solaire sont détaillées en Annexe.

A GISEMENT

BRUT

La carte suivante présente l'insolation annuelle en Bretagne :

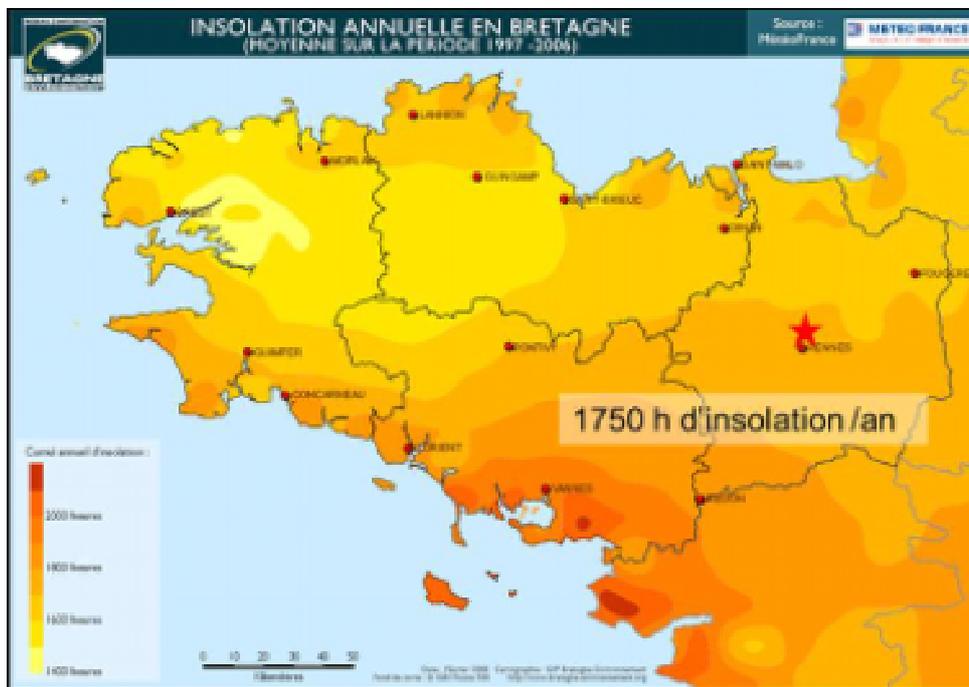


Figure 14: Insolation annuelle de la Bretagne (Source Bretagne Environnement)

L'insolation annuelle de la commune de Betton est comprise entre **1 700 et 1 800 heures**. L'énergie reçue est d'environ **1 200 kWh/m²/an**.

SUR LE SITE

La **pente légère** du site d'étude est orientée de direction Nord-Ouest. Les contraintes d'ombres portées seront davantage engendrées par les bâtiments créés et existants que par cette pente. Les ombres portées devront être prises en compte pour l'optimisation des apports solaires des futurs bâtiments.

La végétation existante (Cf. Figure 7 p. 21 et Figure 9 p. 23) et créée pourra engendrer des effets de masques et entraver l'accès aux apports solaires gratuits en mi-saison. En hiver, les haies étant constituées d'arbres à feuilles caduques, ce problème sera minimisé.

B PREDISPOSITION DU PROJET VIS-A-VIS DES APPORTS SOLAIRES GRATUITS

Construire des bâtiments peu consommateurs d'énergie passe obligatoirement par **l'optimisation des apports solaires passifs pour limiter les besoins en chauffage en hiver et les inconforts dus aux surchauffes estivales.**

A l'échelle des parcelles :

- Prévoir les façades principales au Sud : une orientation Sud-Ouest à Sud-Est (Sud +/- 20°) reste pertinente. Les façades principales s'entendent la plupart du temps « côté jardin » pour les maisons individuelles.
- Assurer un recul suffisant entre les bâtiments pour permettre un accès au soleil au Sud dans les conditions les plus défavorables (solstice d'hiver)

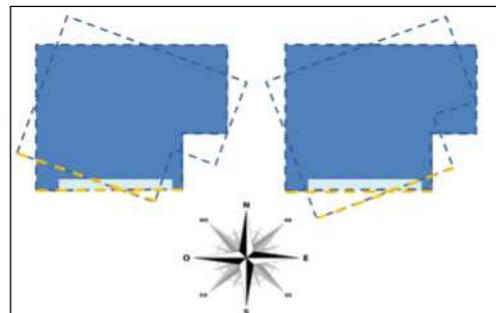


Figure 15 : Orientation optimale des façades principales : Sud +/- 20°

L'annexe sur l'énergie solaire rappelle des données physiques sur la course du soleil et des préconisations pour traiter la thématique des apports solaires à l'échelle d'une opération d'aménagement.

Le plan de composition (Cf. Figure 9 p. 23), a été travaillé de manière à maximiser le nombre de parcelle individuelles orientées Nord-Sud pour favoriser l'optimisation des apports solaires. Ces orientations seront confortées lors de la mise au point du plan de composition au moment du dossier de réalisation. Une étude fine des marges de recul nécessaires pour éviter les ombres portées d'un bâtiment sur un autre permettra d'optimiser l'accès au soleil.

C PRECONISATIONS POUR L'OPTIMISATION DES APPORTS SOLAIRES

Le tableau ci-dessous synthétise ces préconisations:

Echelle	Solaire Passif	Solaire thermique	Solaire photovoltaïque
Zone d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - Parcelle orientée nord/sud - Zone constructible en limite nord de la parcelle - Respect des distances impliquées par les ombres portées 		
Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> - Façades et ouvertures principales au Sud +/- 20° - Protections solaires adaptées 	Réserver l'énergie solaire thermique aux bâtiments à fort besoins en ECS	Production d'énergie à considérer après l'optimisation énergétique du bâtiment (par exemple prévoir une structure de toiture adaptée pour recevoir des panneaux ultérieurement)
		<ul style="list-style-type: none"> - Orientation Sud +/- 25° ; Inclinaison de 45° environ Limiter les ombres et les masques (bâtiments proches, végétation)	

Figure 16: Préconisation pour l'optimisation des apports solaires

IV.5.1. L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

A DEFINITION

La géothermie désigne les processus d'exploitation de l'énergie interne de la planète, pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

Il existe différents types de géothermie que nous présentons en annexe.

L'énergie exploitée provient d'un différentiel de température entre un milieu émetteur – le sol à faible ou forte profondeur, une nappe phréatique - et le fluide frigorigène d'un circuit de pompe à chaleur. C'est ce delta T que l'on cherche à maximiser en allant rechercher de l'énergie dans un milieu où la température est stable au cours de l'année.

B SITUATION DE LA COMMUNE ET DU TERRAIN VIS-A-VIS DE LA CHALEUR TERRESTRE

La carte suivante présente une estimation des ressources géothermiques de l'Ouest de la France :

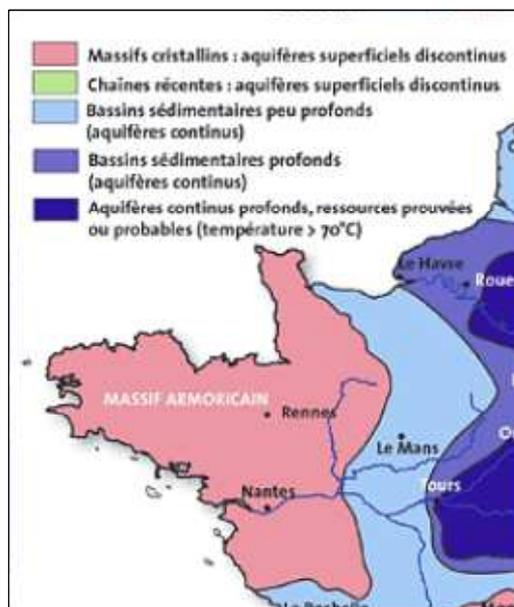


Figure 17: Extrait carte des ressources géothermiques en France (source BRGM)

La commune de Betton, comme l'ensemble du territoire breton, se situe sur un **massif cristallin** contenant des aquifères superficiels discontinus.

Ainsi, des nappes d'eau peu profondes (< 1000 m) présentant des températures moyennes forment le potentiel géothermique. La détection de ces aquifères nécessite des **forages** pour évaluer le potentiel de la zone.



Figure 18: Carte géologique du site (Source: BRGM)

C POTENTIEL DE MOBILISATION DE L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

Pour avoir des données précises sur le potentiel géothermique du site, **la réalisation de forages serait un préalable obligatoire.**

Plusieurs forages sont recensés, dans la base de données Infoterre de BRGM, à proximité du site :

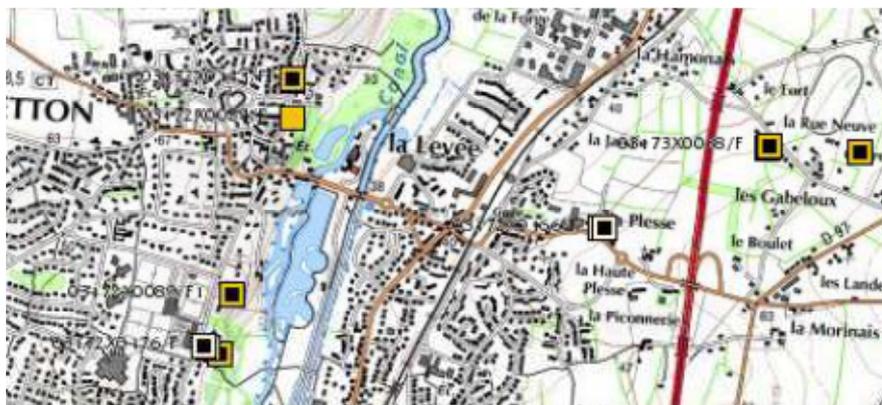


Figure 19: Cartographie des forages à proximité du site (Source : BRGM)

On remarque principalement, la présence de 2 forages au niveau du Hameau de La Plesse. Ce forage met en évidence la présence d'eau à 57 m de profondeur avec un débit de 1,5 m³/h.

En l'absence de données plus précises il est délicat de conclure sur le potentiel géothermique sur site. Néanmoins, l'exploitation de la géothermie apparaît possible puisqu'une installation existe à proximité.

Points de vigilance pour l'exploitation de la géothermie sur nappe :

- Les logements doivent être équipés d'un circuit hydraulique en régime basse température (plancher chauffant, radiateurs basse température...).
- Risque de débits faibles ou variable de la nappe d'eau (performance non garantie dans le temps)
- Contraintes de maintenance
- Coûts de forages élevés à l'unité (environ 30 000 €HT par doublet)
- Incidence en terme de bulle thermique à prendre en compte, afin d'éviter les recirculations d'eau souterraines entre forage de réinjection et forage de pompage, qui devient d'autant plus pénalisante, que l'on augmente le nombre de forages.

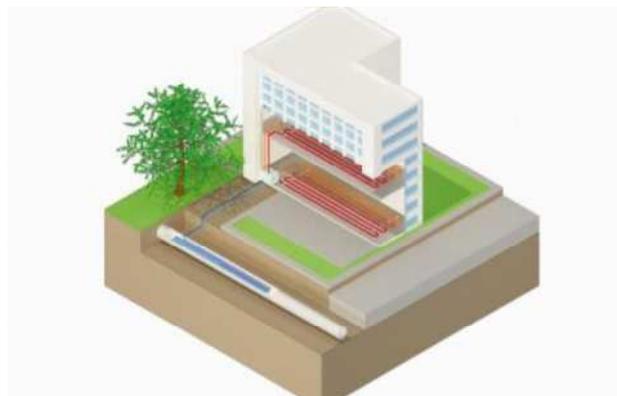
Il existe probablement un potentiel géothermique sur nappe exploitable sur le site de la ZAC. Si la ville souhaite développer ce type d'énergie, la réalisation d'un **forage test** ainsi qu'une **étude de faisabilité** sont indispensables.

IV.5.2. LA RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES

A DEFINITIONS

Source et plus d'info : <http://www.geothermie-perspectives.fr/>

Les eaux usées, d'origine domestique, pluviale ou industrielle comprennent : les eaux ménagères ou eaux grises, les eaux vannes ou eaux noires (toilettes), les eaux d'arrosage (jardins), les eaux industrielles ainsi que les eaux pluviales. Leur température moyenne est d'environ 15°C ce qui en fait une source de chaleur intéressante à exploiter grâce à la mise en place d'une pompe à chaleur. Cette énergie a l'avantage de se situer à proximité de la demande, tout en ayant un impact très limité en termes d'émissions de CO₂. La récupération d'énergie sur les eaux usées est aussi appelée « **cloacothermie** ».



Il existe différentes techniques de récupération, détaillées en annexe.

B AVANTAGES ET LIMITES DES DIFFERENTS SYSTEMES

Chaque système présente des avantages et contraintes. Le choix d'une technologie par rapport à une autre est orienté par la nature et le contexte du projet.

Technologie	Avantages et contraintes	Potentiel
Dans les collecteurs	<ul style="list-style-type: none"> - S'installe dans le réseau public - Nécessite d'avoir de longues conduites droites et un gros diamètre - Doit vérifier les effets sur le fonctionnement du process de la STEP (abaissement de la T°) - Proximité des preneurs de chaleur 	- Potentiel de puissance entre 10 kW et 1 MW
dans les STEP	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de problème de refroidissement - Risque d'être éloigné des preneurs de chaleur 	- Potentiel de puissance jusqu'à 20 MW
dans les stations de relevage	<ul style="list-style-type: none"> - Solution indépendante de la taille du collecteur - Système encore nouveau avec peu de retour d'expérience 	- Potentiel de puissance jusqu'à 2 MW
au pied des bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> - Solution simple pour l'eau chaude sanitaire, mais qui ne convient pas pour un chauffage à distance - Solution individuelle, pour les bâtiments de taille significative (hôtel, hôpital, piscine, industrie) 	- Potentiel de puissance entre 50 kW et 300 kW
Echangeur de chaleur sur l'eau des douches	Facilité de mise en œuvre et très faible entretien	Potentiel de puissance environ 30% de la puissance de production d'ECS

Figure 20: Avantages et inconvénients des différents systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées

C APPLICATION

La récupération thermique sur eaux usées est théoriquement possible sur des réseaux d'assainissement de 5 000 équivalents habitant (EH) au moins; cependant la pratique a montré en Suisse que la rentabilité des projets n'est assurée qu'à partir d'environ 20 000 EH.

La station d'épuration du métropolitaine, située en limite Nord-Ouest de Betton, dispose de 2 filières :

- *une filière biologique à boue activée d'une capacité de 19 000 EH.*
- *une filière biologique membranaire d'une capacité de 21 000 EH.*

La capacité de la station permet donc d'envisager la récupération d'énergie sur les eaux usées.

En revanche la station est trop éloignée du site pour envisager d'alimenter le quartier par de la chaleur issue de la récupération d'énergie sur les eaux usées de la ville.

- ➔ **La récupération énergie sur les eaux usées est possible à partir des technologies de récupération en pied d'immeuble et d'échangeur sur l'eau des douches. La faisabilité des autres systèmes nécessite des études complémentaires.**

IV.5.3. LE BIOGAZ

Le biogaz est une énergie renouvelable produite grâce à un procédé biologique : **la méthanisation**.

La méthanisation est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant une énergie renouvelable, le biogaz, et un fertilisant, le digestat. En l'absence d'oxygène (digestion anaérobie), des bactéries dégradent partiellement la matière organique.

Source : www.aile.asso.fr

Les intérêts de la méthanisation sont multiples :

- ✓ Valoriser la matière organique fermentescible du territoire
- ✓ Produire une énergie renouvelable et locale
- ✓ Produire un fertilisant, le digestat, substituable aux engrais minéraux
- ✓ Recycler et restituer au sol la matière organique et les éléments fertilisants
- ✓ Réduire la production de gaz à effet de serre.

Le biogaz peut être valorisé en alimentant une unité de cogénération qui produira de l'électricité (35 à 40%) et de la chaleur renouvelable (45-50%).

Un quartier urbanisé peut donc théoriquement être alimenté :

- ✓ Par du biogaz injecté (après épuration) dans le réseau de gaz naturel
- ✓ Par de la chaleur renouvelable issue de la cogénération via un réseau de chaleur (cf étude d'opportunité §. VIII)

Un projet d'unité de méthanisation peut s'envisager à l'échelle d'une exploitation agricole ou à une échelle territoriale plus étendue. Le schéma suivant résume l'organisation d'une filière locale structurée de méthanisation :

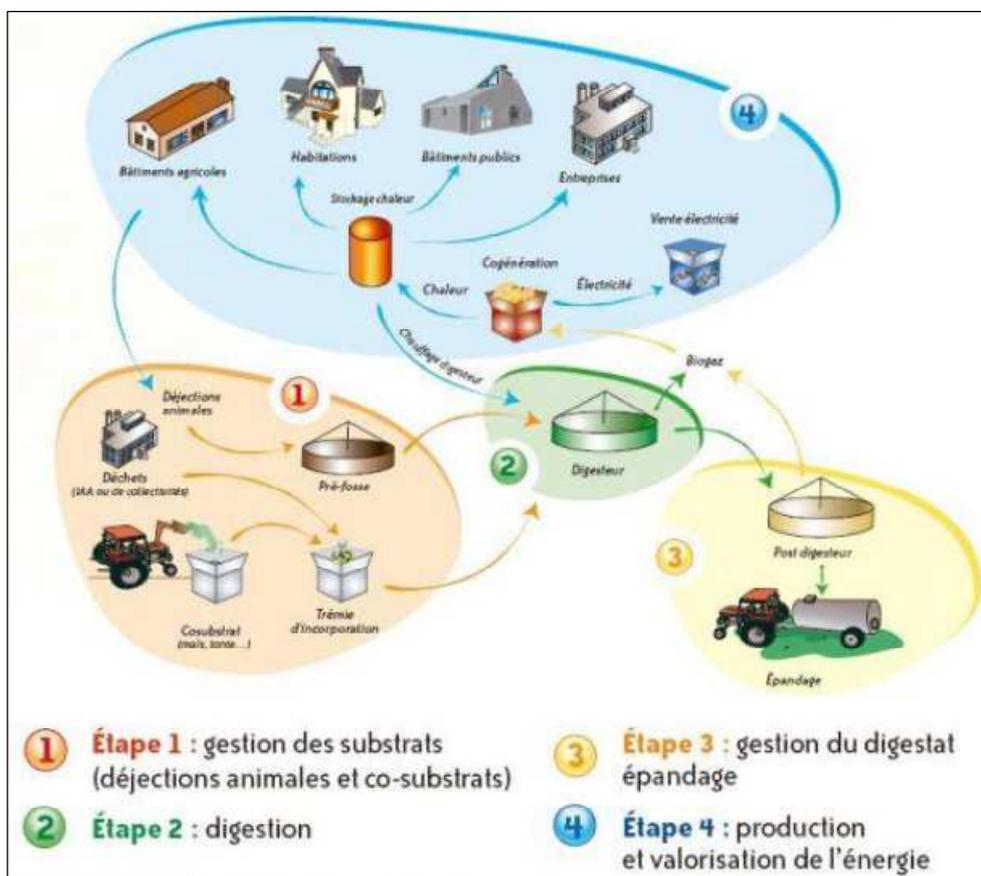


Figure 21 : schéma de principe d'une filière locale de méthanisation (source Aile)

L'exemple emblématique de filière locale structurée est le projet breton Géotexia implanté dans le Mené (<http://geotexia.wordpress.com>).

Une telle filière nécessite une mobilisation d'acteurs locaux ayant des problématiques de déchets organiques (agriculteurs, industries agroalimentaires). Si une telle mobilisation n'est pas préexistante, il est difficile de prendre comme point de départ les besoins énergétiques d'un nouveau quartier pour constituer la filière tant la durée de construction d'un projet est longue (10 ans pour Géotexia).

La figure suivante présente les installations de valorisation du Biogaz en Bretagne :

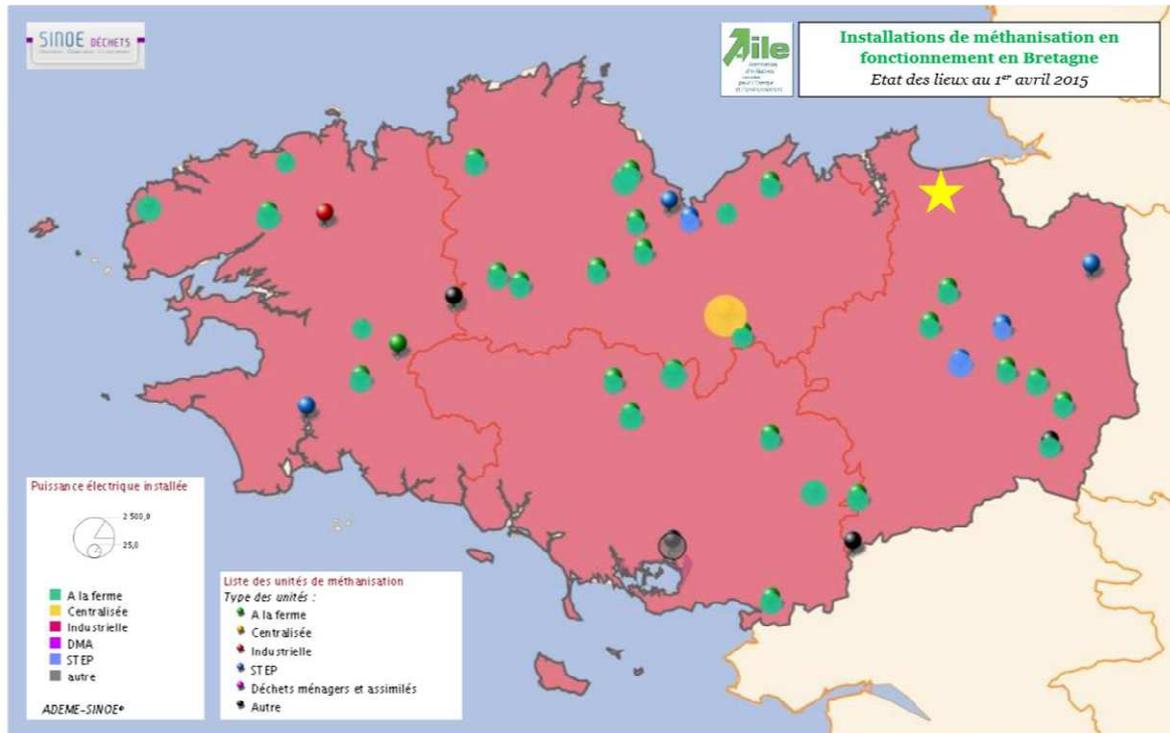


Figure 22: (Installation de valorisation du Biogaz en Bretagne et Pays de la Loire (Source: Aile)

Ils existent plusieurs unités en Ille et Vilaine, dans un secteur relativement proche de Betton : Domagné, Gévezé, Guipel et Liffré (STEP).

L'usine de traitement des eaux de Beaurade, à Rennes, est équipée d'une unité de méthanisation des boues d'épuration et produit de l'électricité grâce à la cogénération.

Cette solution n'apparaît pas pertinente pour Betton dans la mesure où les unités existantes sont trop éloignées.

Cependant, si la collectivité identifie un nouvel enjeu autour d'effluents agricoles et industriels sur son territoire, elle peut initier une réflexion qui se déroulera certainement sur un temps plus long que celui de la conception et de la réalisation du nouveau quartier.

L'existence d'un réseau gaz naturel peut dans ce cas permettre l'usage du biogaz. Il est cependant important de s'interroger sur la nécessité de raccorder le futur quartier au gaz naturel uniquement dans la perspective de le voir desservi par du biogaz à une échelle de temps indéterminée.

L'utilisation de chaleur renouvelable via un réseau de chaleur est étudiée dans le paragraphe VIII de cette étude.

IV.5.4. L'ENERGIE HYDRAULIQUE

La production d'électricité à partir d'énergie hydraulique se décline en 2 types :

- l'hydro-électricité marine (Marées, courants marins, houle.) (Cf. Annexe)
- l'hydroélectricité issue des rivières (pente et débits des cours d'eau)

A L'HYDROELECTRICITE MARINE

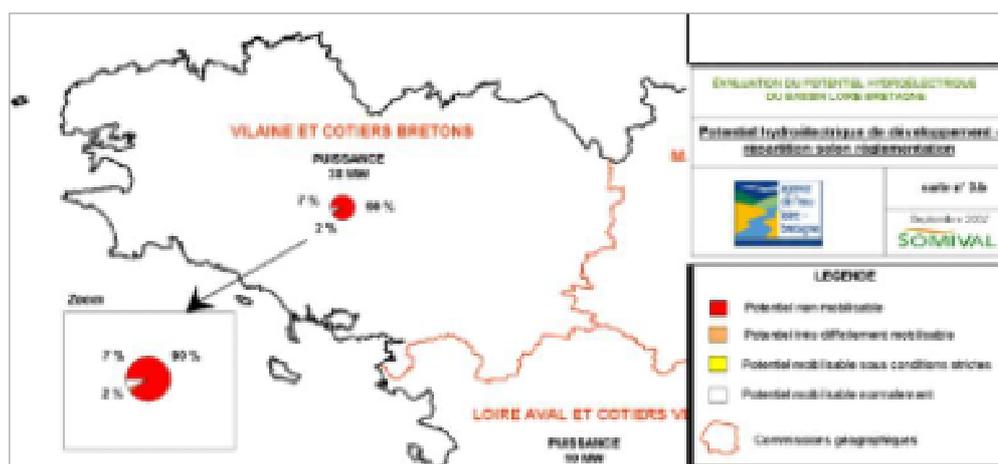
La commune de Betton ne se situe pas en zone côtière ce qui exclue d'office l'hydroélectricité marine.

B L'HYDROELECTRICITE ISSUE DES RIVIERES

Les deux facteurs essentiels qui conditionnent l'énergie mobilisable sont la hauteur de chute et le débit du cours d'eau. Ils dépendent du site et doivent faire l'objet d'études préalables pour déterminer un projet d'aménagement de centrale hydroélectrique.

SITUATION REGIONALE

La figure suivante présente le potentiel hydroélectrique de la Bretagne :



Le potentiel de développement de l'énergie hydroélectrique terrestre de la région Bretagne est très faible : seulement 7,6 MW, à la différence du potentiel hydroélectrique marin élevé en région Bretagne.

SITUATION LOCALE

Le projet se trouve sur le territoire du SAGE Vilaine et du SDAGE Loire Bretagne dont les orientations fondamentales s'appliquent. La restauration de la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau est un des objectifs du SDAGE.

Comme le montre la figure suivante, aucun cours d'eau ne traverse le site :

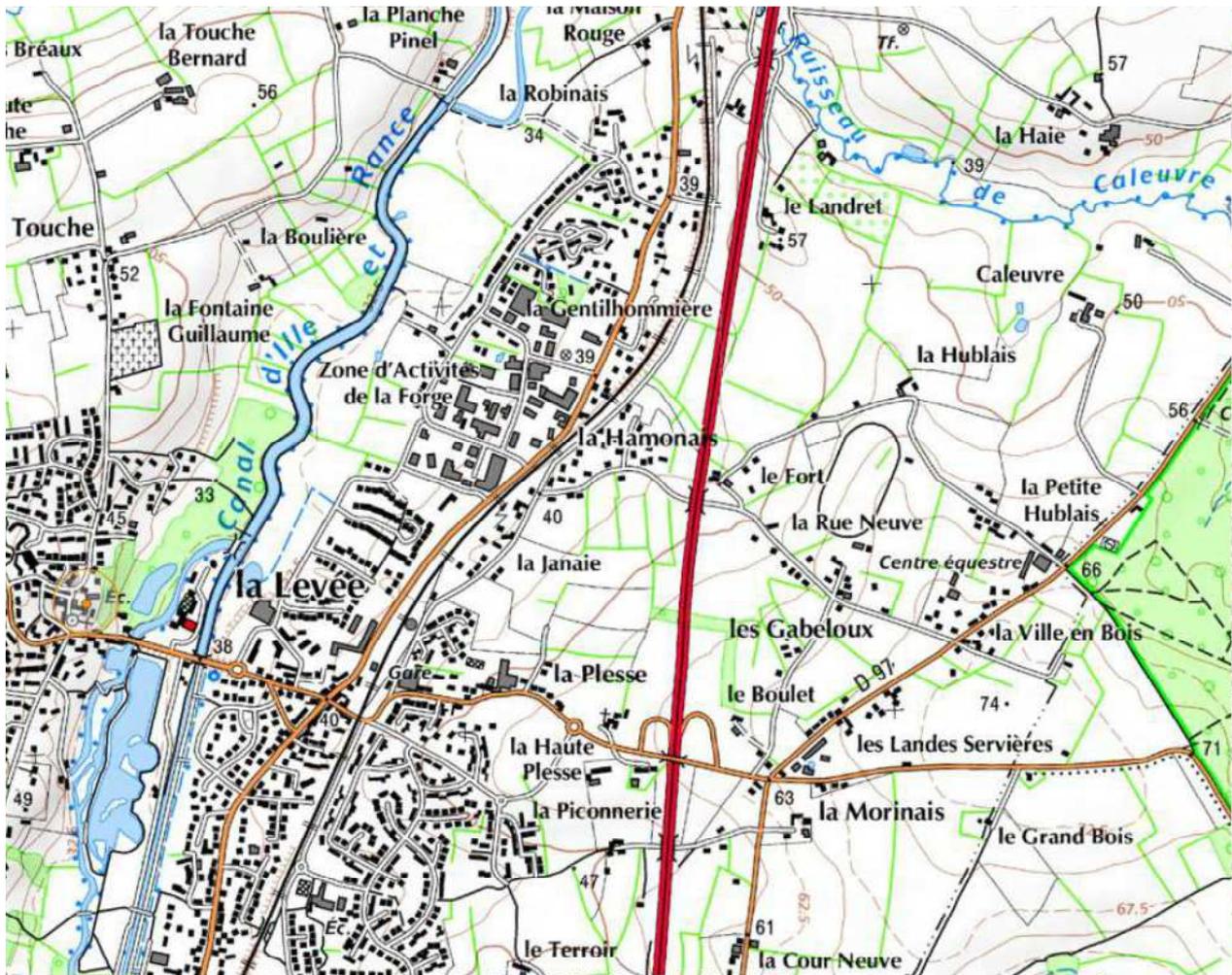


Figure 24: Contexte hydrologique du site (Source : étude d'impact)

Il n'y a pas de cours d'eau sur le site. Le ruisseau de Caleuvre est trop petit pour envisager une installation de production d'hydro-électricité et le potentiel du canal d'Ille et Rance est déjà exploité.

De plus, au vu des objectifs de restauration du caractère naturel, en créant des conditions favorables au maintien ou retour des espèces vivant dans les cours d'eau, la construction d'un ouvrage hydroélectrique est largement compromise. En effet, un tel ouvrage ferait alors obstacle à la continuité écologique. Ainsi, l'essentiel du potentiel se trouve au niveau des ouvrages existants par optimisation ou suréquipement des installations existantes.

L'investissement pour une telle centrale est supérieur à 400 000 € HT hors génie civil, la rentabilité est remise en cause par la faiblesse de la puissance productible.

C APPLICATION

Au vu de la taille des cours d'eau et des objectifs de restauration de la continuité écologique et du niveau élevé d'investissement nécessaire à l'exploitation de l'énergie hydraulique, la zone d'étude ne présente pas de potentiel hydroélectrique.

IV.5.5. L'ENERGIE BOIS

L'énergie bois est disponible sur le territoire sous différentes formes. Les conditions de mobilisations sont détaillées en Annexe.

A BOIS DECHIQUETE OU PLAQUETTES

Le bois déchiqueté est disponible en Ille et Vilaine.

La carte suivante montre les plateformes d'approvisionnement en bois déchiqueté en Bretagne.

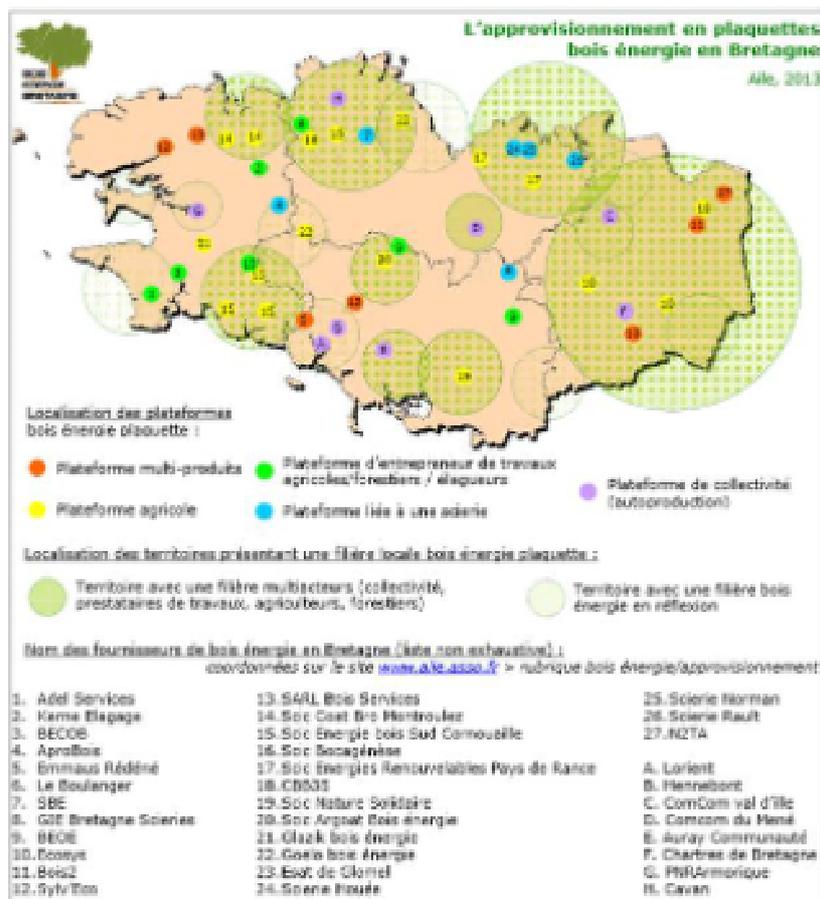


Figure 25 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté en Bretagne (source AILE, avril 2011)

Plusieurs prestataires seraient susceptibles d'approvisionner en bois déchiqueté un projet à Betton : le GIE Les BELUETTES à Iffendic, l'Association HAIENERGIE du Pays de Châteaugiron et ECOSYS à Orgères.

D'autre part, l'association AILE a réalisé dans le cadre de sa mission d'animation du Plan bois énergie Bretagne, une étude prospective sur l'état de la ressource bretonne en bois et son évolution dans les années à venir. Les principales conclusions de ce travail sont les suivantes :



- Le gisement bois plaquette régional est estimé à 615 000 t/an, le gisement sur lequel se porte l'enjeu de mobilisation est situé en forêt
- Le gisement de plaquettes agricoles est loin d'être mobilisé à son optimum (gisement évalué à 170 000 t/an contre une mobilisation actuelle de 10 000 t/an)
- La mobilisation de bois plaquette est actuellement à un tournant dû aux projets mobilisant d'importants tonnages (réseaux urbains, projets de cogénération) : **la mobilisation de bois énergie sur des chaufferies de petite et moyenne capacité (jusqu'à 4000 t de bois par an) ne met pas en péril la ressource régionale. C'est l'un des leviers importants de positionnement des collectivités sur les énergies renouvelables.**
- La mobilisation de la ressource agricole notamment pour l'alimentation de projets en collectivités via des plateformes locales reste pertinente.

Le graphique suivant présente une projection des consommations prévisionnelles (basées sur les projets connus dont la chaufferie cogénération biomasse de 37MW à Rennes) mis en regard des gisements régionaux à horizon 2014 :

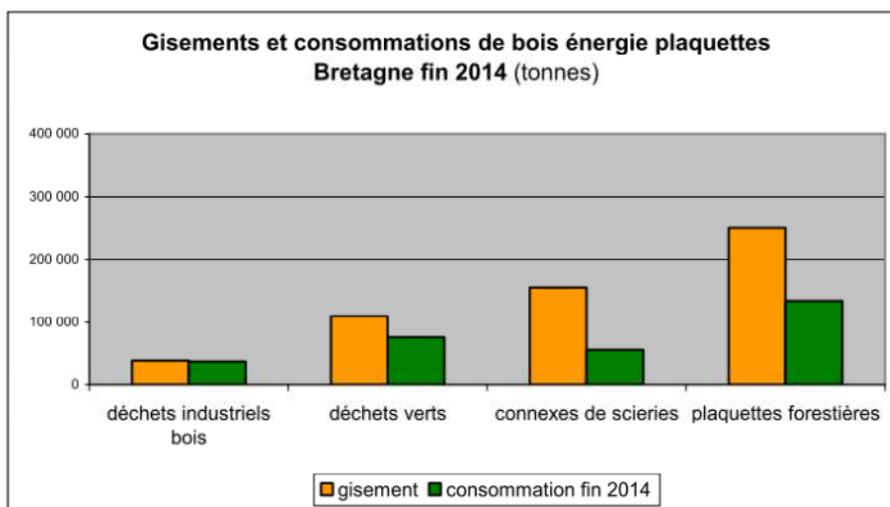


Figure 26 : Gisements en consommation de bois énergie plaquette en Bretagne fin 2014 (source AILE)

La totalité du document est disponible sur le site internet : www.aile.asso.fr

Bilan Plan bois énergie Bretagne 2007-2013 : L'Ille et Vilaine est le plus gros consommateur de **bois déchiqueté** parmi les 4 départements bretons : **239 100 tonnes par an** (dont 110 000 t/an par la chaufferie Rennes Sud)

Aujourd'hui l'organisation de la mobilisation de bois énergie en forêt, le principal gisement, est jeune et a d'énormes marges d'optimisation, les entreprises spécialisées n'ont pas atteint leur équilibre

D'autre part, l'association AILE réalise, entre autre, le recensement des installations mais également des fournisseurs de bois énergie. Elle peut également accompagner les démarches de mise en place d'une telle filière avec les collectivités dans le cas d'un projet défini.

B BOIS BUCHES

Aujourd'hui, de nombreux distributeurs et fournisseurs existent en Bretagne et peuvent fournir les besoins individuels.

Le bois bûche peut être livré en palette de bois certifié. Ce combustible est encore majoritairement commercialisé « au noir », surtout en zone rurale.

Une démarche de qualité régionale a été mise en place par l'association Abibois avec la



création de la marque Bretagne Bois Bûche® : elle identifie les professionnels bretons du bois de chauffage engagés dans une démarche de qualité des produits et des services.

Le site www.bretagneboisbuche.com permet de localiser les fournisseurs de bois bûche engagés dans cette démarche.

C GRANULES DE BOIS

Les **granulés de bois** sont fabriqués avec de la sciure issue de l'industrie du bois : ces sciures sont transformées en granulés par pressage si elles sont sèches, elles sont préalablement séchées avant compression si elles sont humides. Dans les deux cas, les granulés ne comportent pas d'additifs. Le granulé de bois est un produit beaucoup plus homogène que la plaquette, donc plus facilement utilisable, mais il nécessite plus d'énergie pour sa fabrication.



Le bois granulé peut être livré en sacs (poêles à granulés) ou en vrac par camion souffleur (chaudières automatiques).

Un site internet recense les fournisseurs par proximité géographique : www.bois-de-chauffage.net

Le bois est disponible sur le territoire sous différentes formes et pourrait assurer la production de chauffage.

Le bois bûche n'est pas adapté pour de l'habitat collectif, au contraire du bois granulés ou de la plaquette.

Quel que soit le combustible, il sera nécessaire de prévoir un volume de stockage suffisant et accessible pour la livraison.

IV.6. SYNTHÈSE DU POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LA ZONE

Le tableau suivant présente une synthèse du potentiel de l'opération vis-à-vis des sources d'énergies renouvelables, ainsi que de leurs conditions de mobilisations.

Energie	Potentiel du terrain	Conditions de mobilisation
Petit éolien	+	Etude précise des vents à réaliser en phase réalisation et après la construction des bâtiments
Grand éolien	-	Impossible à moins de 500 m d'une zone d'habitation
Solaire	+++	Orientation Sud des bâtiments Réaliser un modèle 3D pour évaluer précisément l'ensoleillement et notamment les ombres portées des bâtiments et de la végétation
Apports passifs	+++	Conception bioclimatique (maximiser les apports solaires en hiver, s'en protéger en été)
Solaire thermique	+++	Panneaux solaires thermiques en toiture et/ou brises-soleil (étude approfondie à réaliser). Orientation sud des toitures ou toits terrasses
Solaire photovoltaïque	+++	Panneaux photovoltaïques : prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la faisabilité technico-économique et les possibilités de positionnement (en toiture, en brise-soleil, en ombrière de parking, sur des candélabres, ...) Orientation Sud des toitures ou toits terrasses
Géothermie		
sur sol	+	La réalisation d'un forage test et d'une étude de faisabilité est indispensable pour confirmer le potentiel et déterminer les modalités d'exploitation.
sur nappe	+	
Récupération d'énergie sur les eaux usées		
En pied d'immeuble	+++	-Bâtiment de taille significative + évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes
STEP	-	-Valorisation possible
Echangeur de chaleur sur l'eau des douches	+++	-Production collective d'ECS
Biogaz	-	Pas d'installation de production à proximité
Hydraulique (électricité)	-	Cours d'eau non exploitable
Bois	+++	Prévoir stockage et approvisionnement Filière bois énergie régionale en cours de structuration

Figure 27 : Synthèse du potentiel du site vis-à-vis des énergies renouvelables

L'énergie solaire passive et active, l'énergie bois, la géothermie, la récupération d'énergie sur les eaux usées, présentent un potentiel de développement. Les grandes lignes sur les conditions de mobilisation sont données en annexe.

IV.7. SYNTHÈSE SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ENERGIES MOBILISABLES

FORMES D'ENERGIE	ATOUTS/AVANTAGES	CONTRAINTES/INCONVENIENTS
ELECTRICITE	Disponibilité <i>A réserver aux usages spécifiques</i>	Coût élevé Faible rendement global, gestion des déchets nucléaires, contexte tendu en hiver en Bretagne
GAZ NATUREL	Commune desservie Impact environnemental plus limité que le fioul	Extension de réseau à prévoir Energie fossile à fort impact environnemental
FIOUL	-	Très fort impact environnemental
PROPANE	Impact environnemental plus limité que le fioul	Positionnement des cuves ou réseau gaz
BOIS – ENR	Disponibilité de la ressource Filière créatrice d'emplois locaux Facilité de mise en œuvre en habitat individuel Chaudière collective possible en habitat collectif	Densité énergétique à valider pour la mise en œuvre de réseaux Niveau d'automatisation à adapter en fonction des utilisateurs Nécessité de mettre en place une logistique d'approvisionnement La qualité du combustible doit être maîtrisée afin d'éviter l'émission de substances polluantes
SOLAIRE – ENR	Site dégagé Energie gratuite Différentes technologies concernant le solaire photovoltaïque peuvent favoriser une intégration au bâti et au milieu urbain (verrières, façade, mobilier urbain, ...) Performante, la technologie du solaire thermique a atteint sa maturité. Le matériel est fiable et a une durée de vie d'au moins 25 ans. Le coût du solaire thermique est très abordable, c'est une énergie consommée sur place	Contrainte d'orientation Sud et nécessité d'une pente du site favorable Contraintes liées aux ombres portées (bâtiment et végétation) Conflit d'usage des toitures (occupation de surface importante par les panneaux solaires) Le coût peut être élevé pour le photovoltaïque Le photovoltaïque sera en général réinjecté sur le réseau, aussi le réseau local doit pouvoir accueillir la production des installations.
PETIT EOLIEN-ENR	Energie renouvelable Plusieurs formes de technologies existent et peuvent facilement s'intégrer au paysage urbain	Productivité faible, matériels non encore optimisés Nuisance sonores potentielles « Effet d'abris » du milieu urbain qui limite la productivité
PAC aérothermie	Amélioration de l'efficacité d'un chauffage électrique Utilisation d'une part d'énergie gratuite provenant d'une source chaude (Air)	COP moyen annuel faible Appel de puissance électrique en hiver Nuisances sonores Impact sur l'effet de serre du fluide frigorigène
PAC sur sondes géothermique	Amélioration de l'efficacité d'un chauffage électrique Utilisation d'une part d'énergie gratuite provenant d'une source chaude (sol, eau)	Appel de puissance électrique en hiver Impact sur l'effet de serre du fluide frigorigène
GEOthermie PROFONDE– ENR	Système performant Peu intégrer un bouquet énergétique en tête de	Coût élevé de mise en œuvre Pas adapté à des projets individuels

IV- Phase1 : Sources d'énergie disponibles ou mobilisables sur le site

	réseau de chaleur	
RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES	Energie de récupération Ressource disponible toute l'année Système simple	Ne fonctionne que simultanément à la demande Contraintes techniques : <ul style="list-style-type: none">- débits d'eaux usées >10l/s- Diamètre collecteur >500 mm- Distance bâtiment-collecteur <200 m

Figure 28: Synthèse sur l'impact environnemental des énergies mobilisables

ENR : énergie renouvelable

V. PHASE 2 : DETERMINATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU QUARTIER

Afin de déterminer le niveau de couverture des consommations énergétiques par les énergies renouvelables, il importe de définir les **niveaux de consommations énergétiques** attendues sur le quartier de manière exhaustive, afin de comparer l'impact environnemental de ces solutions.

Il s'agit donc :

- D'évaluer la totalité des consommations énergétiques du futur quartier en fin d'opération
- De définir des scénarios d'approvisionnement en énergie mobilisant les énergies renouvelables pour répondre à ces besoins
- D'évaluer l'impact environnemental de ces scénarios
- D'évaluer l'impact financier de ces scénarios

Cette étude a pour spécificité d'intégrer :

- l'ensemble des consommations en électricité domestique dans les calculs
- les consommations énergétiques liées à la cuisson des aliments
- La consommation d'électricité des parties communes

V.1. USAGES ENERGETIQUES ATTENDUS

Plusieurs types d'usages de l'énergie peuvent être distingués sur une opération d'aménagement :

- **L'énergie liée au fonctionnement des bâtiments**
- **L'éclairage public**
- **L'énergie consommée par les transports**
- **L'énergie grise mobilisée par la construction des bâtiments**

V.1.1. LES USAGES LIES AUX BATIMENTS

Les bâtiments ont des besoins énergétiques qui peuvent être décomposés en besoins de :

- chauffage
- production d'eau chaude sanitaire
- climatisation
- électricité technique : éclairage, ventilation, circulateurs etc.
- électricité domestique : bureautique, HIFI, électroménager etc.
- Electricité des parties communes (éclairage, ascenseur...)
- Cuisson des aliments

Dans cette étude, nous ne considérerons pas de besoins de froid (climatisation) car l'évolution des réglementations thermiques tend à proscrire l'usage de climatisation au profit d'une meilleure conception des bâtiments.

Cette étude va permettre d'évaluer les besoins énergétiques globaux grâce à des hypothèses de consommations énergétiques, en fonction des typologies de bâtiments prévues sur l'opération.

A CAS PARTICULIER DE L'ELECTRICITE DOMESTIQUE :

Le calcul réglementaire des consommations énergétiques (RT 2005 et 2012) n'intègre pas les consommations d'électricité domestique ni l'énergie nécessaire à la cuisson des aliments, et pourtant, celles-ci représentent une part importante de la consommation énergétique des ménages. Jusqu'à 40% des consommations pour un bâtiment très performant.

L'association **NégaWatt** s'intéresse aux consommations électrodomestiques et a calculé la part de chaque poste pour un ménage moyen en 2010.

Le graphique suivant présente les résultats :

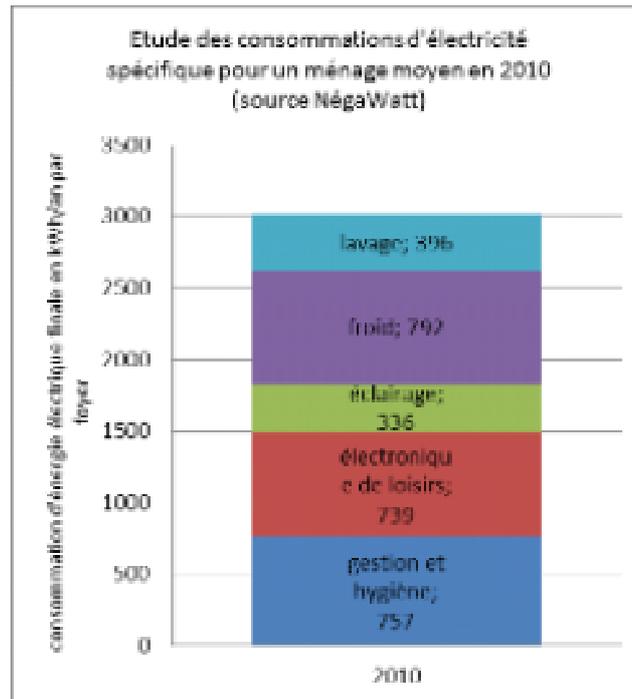


Figure 29 : répartition des consommations électriques pour un ménage moyen en 2010 (Source : NegaWatt)

Ainsi en 2010, un ménage moyen consomme près de 3 000 kWh/an d'électricité pour les usages domestiques.

Dans notre étude, en plus des usages pris en compte par la réglementation thermique (chauffage, ECS, refroidissement, électricité technique : éclairage, circulateurs, pompes, ventilateur...) nous intégrons les usages électrodomestiques suivants :

- lave-linge
- sèche-linge
- lave-vaisselle
- froid
- éclairage
- audio-visuel
- informatique/telecom
- circulateurs et communs
- ventilation
- nettoyage et bricolage
- cuisson

B L'ÉLECTRICITÉ DES PARTIES COMMUNES

Tout comme l'électricité domestique, l'électricité des parties communes, incluant notamment l'éclairage des parkings souterrains, des circulations, l'énergie consommée par les ascenseurs, n'est pas intégrée au calcul thermique réglementaire et représente une consommation d'énergie non négligeable.

Des diagnostics réalisés par Enertech montrent une consommation moyenne d'environ 13 kWh/(m².an.logement).

V.1.2. LES AUTRES USAGES

A L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

Ce poste est supporté directement par les collectivités.

B LES TRANSPORTS

Ces consommations d'énergie liées aux véhicules individuels et au transport collectif ont un impact sur l'effet de serre qu'il convient d'évaluer.

C L'ÉNERGIE GRISE

L'énergie grise peut être définie comme l'énergie fossile nécessaire à la fabrication et au transport des matériaux.

Dans le cadre de la réalisation d'un quartier de logements qui va nécessiter une forte mobilisation des métiers du bâtiment, il peut être intéressant d'encourager l'usage de matériaux à faible énergie grise et dont la mise en œuvre limite les risques sur la santé des ouvriers et des utilisateurs des bâtiments.

Par exemple : favoriser des solutions alternatives aux laines minérales pour l'isolation des bâtiments.

La suite de l'étude n'intégrera pas l'énergie grise des matériaux mais ils sont importants à considérer dans l'optique d'une diminution globale de l'impact énergétique global de la future zone urbanisée

V.2. ESTIMATIONS DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DES BATIMENTS EN FIN D'OPERATION

V.2.1. DEFINITION DES NIVEAUX DE PERFORMANCE ENERGETIQUE PAR TYPOLOGIE DE BATIMENT

A CONSOMMATIONS REGLEMENTAIRES

L'évolution de la réglementation thermique décrite ci-dessus nous incite à définir des hypothèses de consommations énergétiques de référence cohérentes avec le « standard » de la RT 2012.

De fait, elles correspondent à peu près à un niveau de performance BBC-RT 2005.

D'autre part, la future réglementation thermique RT 2020 imposera le standard passif.

Nous avons donc comparé 2 niveaux de performance énergétique pour les futurs bâtiments :

- **RT 2012** : niveau minimal réglementaire depuis janvier 2013 pour tous les logements (équivalent d'un niveau BBC au sens de la RT 2005)
- **Passif** : Objectif de niveau réglementaire RT 2020

Les niveaux de performance énergétique permettent de déduire des consommations prévisionnelles pour chaque typologie de bâtiment, à partir de la $SHON_{RT}$. Les hypothèses de surface de plancher sont rappelées ci-dessous :

- Collectif et intermédiaire : $SDP= 65 \text{ m}^2$, $SHON_{RT} = 58,5 \text{ m}^2$
- Lot libre: $SDP= 110 \text{ m}^2$, $SHON_{RT} = 99 \text{ m}^2$

Pour estimer les consommations prévisionnelles en énergie finale en fonction du niveau de performance des bâtiments, nous appliquons des ratios de consommation conventionnels. Ces ratios ont été déterminés à partir d'une étude interne sur les calculs thermiques réglementaires RT 2005 et RT 2012 d'une fourchette de projets représentatifs. Des coefficients de majoration sont ensuite appliqués sur les postes chauffage et ECS pour se rapprocher des consommations réelles, en accord avec plusieurs études du bureau d'étude Enertech d'évaluation de la performance réelle de bâtiments BBC.

Ces études sont téléchargeables sur leur site internet : www.enertech.fr



B CONSOMMATIONS NON REGLEMENTAIRES - APPROCHE NEGAWATT

Il nous semble important d'aborder ici une approche de **transition énergétique** sous-tendue par les travaux de l'association negaWatt, pilotée par la Compagnie des negaWatt, créée en 2001:

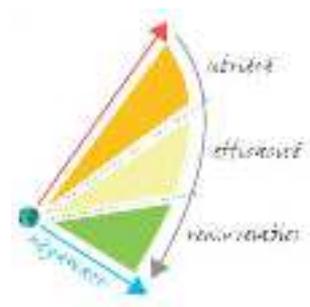
Ces travaux ont été conduits par 24 experts et praticiens de l'énergie, tous impliqués à titre professionnel dans la maîtrise de la demande d'énergie ou le développement des énergies renouvelables. Il s'agit d'une base de travail volontariste mais réaliste.

*"Produire des negaWatt " c'est donc rompre avec nos (mauvaises) habitudes en **préférant la sobriété énergétique au gaspillage**. C'est rechercher la **meilleure utilisation possible de l'énergie**, plutôt que de continuer d'en consommer toujours plus.*

Loin du "retour à la bougie ou à la lampe à pétrole", cette démarche vise à faire la chasse aux watts inutiles grâce à une utilisation plus efficace de l'énergie, et à recourir judicieusement aux énergies renouvelables.

Cette approche est fondée sur les principes suivants :

- SOBRIETE: interroger nos besoins puis agir à travers les comportements individuels et l'organisation collective sur les différents usages de l'énergie pour privilégier les plus utiles, restreindre les plus extravagants et supprimer les plus nuisibles
- EFFICACITE: agir, essentiellement par des choix techniques, sur la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire un service énergétique donné
- Recours aux ENERGIES RENOUVELABLES: augmenter la part de services énergétiques satisfaite par les énergies les moins polluantes et les plus soutenables



Le scénario négaWatt, actualisé en 2013, propose un niveau de performance qui va au-delà de la future réglementation thermique de 2020 en poussant à l'extrême les économies d'énergie et notamment sur la consommation d'électricité domestique. Les usagers sont clairement impliqués dans le niveau de performance de leur habitat.

Plus d'informations : <http://www.negawatt.org>

Pour le niveau de performance passif, nous nous sommes inspirés de cette démarche negaWatt en considérant que les habitants étaient sensibilisés à la sobriété énergétique, donc limitaient leur consommation d'électricité domestique.

C HYPOTHESES DE CONSOMMATIONS DES BATIMENTS

Le tableau suivant présente les hypothèses de consommations en fonction de la performance énergétique :

Typologie SHON _{RT} (m ²)	Collectifs & semi-collectifs 59 m ²		Individuels- lots libres 99 m ²	
	BBC / RT 2012	Passif	BBC / RT 2012	Passif
chauffage	1 880	1 000	3 160	1 700
ECS	1 060	1 060	1 800	1 800
élec technique	520	500	880	820
élec domestique	1 460	1 180	2 480	1 980
cuisson	540	540	540	540
Consommation totale (kWh_{ef}/an)	5 460	4 280	8 860	6 840

Figure 30 : Hypothèses de consommations prévisionnelles en fonction de la performance énergétique

Le graphique suivant représente la répartition des consommations par usages en fonction du niveau de performance énergétique :

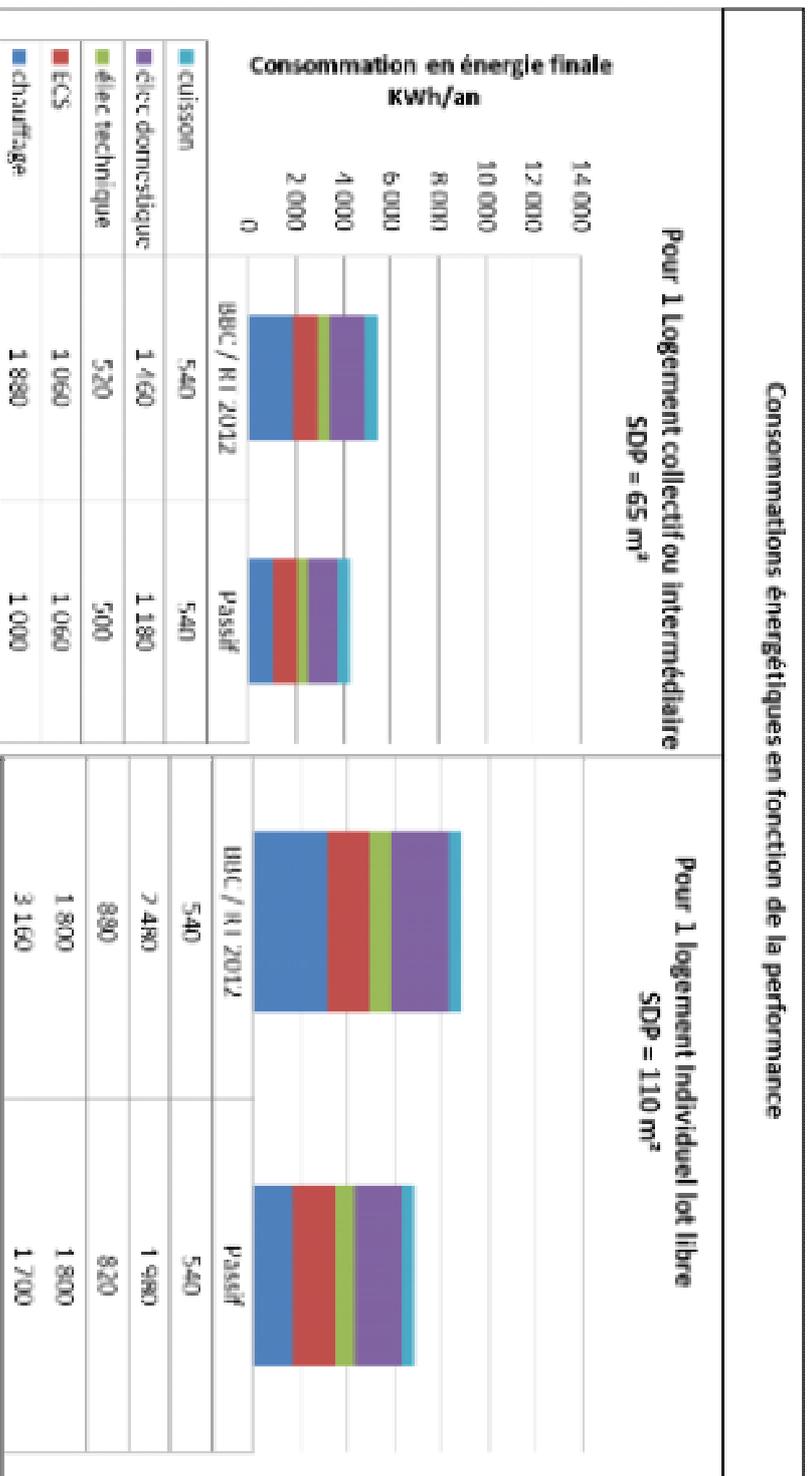


Figure 31: Répartition des consommations par usage en fonction de la performance

L'analyse de ces données permet de constater que :

- ✓ Les économies d'énergie réalisées entre le niveau RT 2012 et le niveau passif sont principalement dues à la diminution des consommations d'énergie pour le chauffage et à une diminution des consommations électrodomestiques.
- ✓ L'électricité domestique (HIFI, électroménager...) et technique (auxiliaires de chauffage, ventilation...) représente une part importante (environ 40%) de la consommation d'énergie: les efforts portant sur la conception du bâti (enveloppe notamment) n'ont qu'un impact limité sur les consommations globales.
- ✓ Le logement individuel est un gros consommateur d'énergie par rapport aux formes collectives.

V.2.2. CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE FINALE EN FIN D'OPERATION

A partir des hypothèses de programmation et de consommation par typologie de bâtiment nous évaluons la consommation en énergie finale de l'ensemble des nouveaux bâtiments de l'opération du bâtiment.

Le graphique suivant présente la consommation prévisionnelle d'énergie finale de l'ensemble du quartier en fin d'opération, par scénario de performance énergétique :

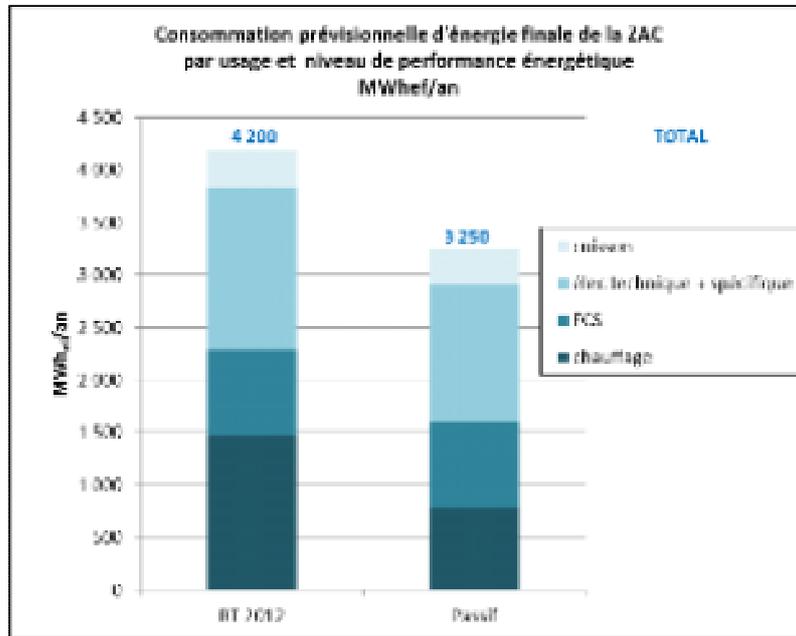


Figure 32 : Evaluation de la consommation d'énergie finale du quartier par scénario de performance énergétique

Ainsi, la consommation énergétique totale attendue pour les logements serait de 4 200 MWh par an pour le scénario RT 2012 et 3 250 MWh/an pour le scénario passif. Le niveau passif permet de réduire de 23% les consommations de l'ensemble des bâtiments grâce à une diminution des consommations de chauffage et d'électricité technique, domestique et des parties communes.

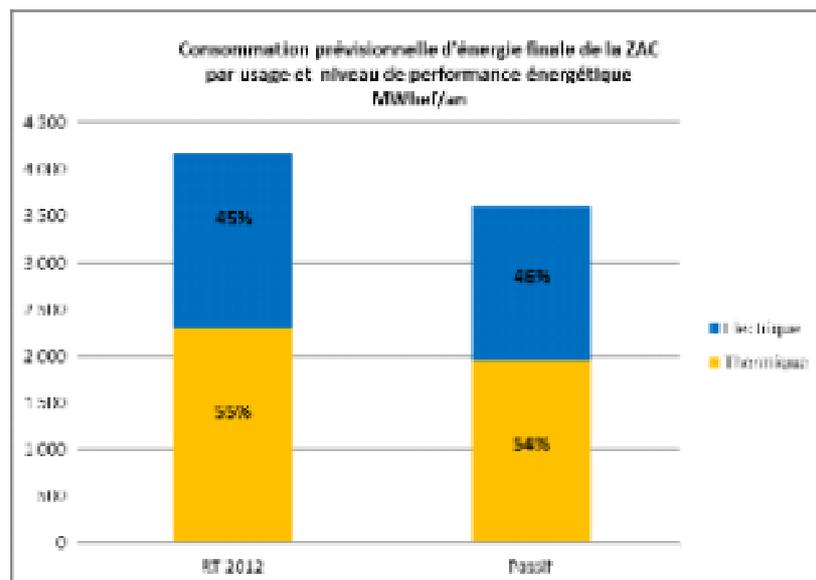


Figure 33: répartition des consommations entre chaleur et électricité

Les consommations énergétiques des bâtiments se répartissent quasiment à égalité (environ 50%) entre chaleur et électricité.

ATTENTION :

Dans le cas où la collectivité et l'aménageur souhaiteraient introduire un niveau de performance énergétique plus exigeant que le niveau réglementaire RT 2012, il conviendrait de prendre comme référence :

- ✓ soit les labels de performance énergétique de la RT 2012 (Effinergie +, THPE) ;
- ✓ soit le niveau de performance Passivhaus allemand ;
- ✓ soit le niveau de performance Minergie Suisse.

Fixer un niveau de performance plus exigeant impliquerait également :

- ✓ de définir la méthodologie de justification des performances atteintes,
- ✓ de définir le type de calcul thermique à exiger.

Dans le cas où la collectivité et l'aménageur ne voudraient pas imposer un choix en début d'opération, il serait possible :

- ✓ d'envisager une progressivité de la performance exigée par tranche de réalisation (introduction dès le départ de cette progressivité dans le cahier des prescriptions environnementales pour éviter une mise à jour régulière) ;

VI. PHASE 3 : TAUX DE COUVERTURE DES BESOINS DE LA ZONE PAR LES ENR

En considérant les hypothèses de consommations énergétiques déterminées précédemment, nous allons déterminer le taux de couverture théorique de chaque énergie renouvelable, pour répondre aux consommations énergétique du futur quartier.

VI.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR MICRO-EOLIENNES

Le relief ne présente pas d'obstacle majeur au vent (Cf. Figure 6), à la différence de la végétation et des futurs bâtiments (Cf. Figure 9 p. 23 et Figure 7 p. 21).

Ordre de grandeur :

La mise en place d'une petite éolienne permet de produire environ 5 600 kWh/an, pour un coût d'investissement de l'ordre de 15 000€ (hors Génie civil).

Les mâts doivent être espacés d'environ H+10 m (H : hauteur de l'éolienne, pâles incluses), soit pour une éolienne de 12m : 22m.

En zone construite, il est préférable de positionner des petites éoliennes en toiture pour minimiser les turbulences liées aux constructions.

Compte tenu de la configuration du projet et des surfaces de toiture, on considère qu'il serait possible d'en implanter environ 50, soit une **production annuelle potentielle de 270 MWh**.

VI.2. PRODUCTION DE CHALEUR ET/OU D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE

La pose de panneaux solaires pourra se faire en toiture des bâtiments.

En prenant en compte les autres utilisations de la toiture (locaux techniques), les ombres générées par les châssis ainsi que les contraintes d'intégration architecturales (marge de recul depuis les façades), **1/3 des surfaces de toiture des logements collectifs pourrait être recouverte de panneaux solaires.**

Pour les maisons individuelles, nous considérons **en moyenne 20 m² de panneaux par logement.**

La surface exploitable en toiture est estimée à 7 500 m² pour l'ensemble de l'opération.

La possibilité de pose en brises soleil sur les bâtiments est techniquement possible mais devra être étudiée au cas par cas pour prendre en compte les ombres portées.

Le tableau suivant donne la productibilité annuelle des différents types de technologies :

Productibilité annuelle	Electricité (kWh/kWc)	Chaleur (kWh/m ²)
Capteurs en toiture	1 025	350
Capteurs en brise soleil	1 000	350
Membrane en toiture	950	

Le tableau suivant présente la production énergétique annuelle potentielle :

	Electricité MWh	Chaleur MWh
Production annuelle	750	2 650
Part de la consommation pour un niveau RT 2012 (usage domestiques compris)	40%	116%
Part de la consommation pour un niveau PASSIF (usage domestiques compris)	46%	136%

Point de vigilance :

Ce calcul reste théorique. En réalité, la rentabilité d'une installation d'ECS solaire et sa pérennité sont assurées pour une couverture de 40% des besoins d'ECS ou 60% des besoins de chauffage et d'ECS. En effet, le surdimensionnement d'une installation entraîne un risque de surchauffe du fluide caloporteur en été et donc de dégradation de l'installation.

D'autre part, plus le taux de couverture est élevé plus le volume de stockage est important (on considère environ 70 litres de stockages par m² de capteur) et plus la taille de chaufferie doit être importante.

VI.3. PRODUCTION DE CHALEUR PAR GEOTHERMIE

Pour avoir des données précises sur le potentiel géothermique du site, la réalisation de forages est nécessaire.

L'exploitation de l'énergie géothermique fait appel à une pompe à chaleur (PAC) sur sol ou sur nappe. Le coefficient de performance de ce type de système est d'environ 3,5 c'est-à-dire que pour 1 kWh consommé, 3,5 sont restitués.

Cela correspondrait à la couverture de **71%** des besoins de chaleur du quartier.

VI.4. PRODUCTION DE CHALEUR PAR AEROTHERMIE

L'aérothermie exploite la chaleur contenue dans l'air et implique le recours à une pompe à chaleur air/eau. Le coefficient de performance de ce type de système est d'environ 2,7 c'est-à-dire que pour 1 kWh consommé, 2,7 sont restitués.

Cela correspondrait à la couverture de **63%** des besoins de chaleur du quartier.

VI.5. PRODUCTION DE CHALEUR PAR BOIS ENERGIE

Suivant la technologie utilisée (poêle à bois, chaudière) et le type de combustible la couverture des besoins varie.

En moyenne on peut considérer qu'une chaudière bois granulés correctement dimensionnée permet de couvrir 100% des besoins de chaleur et une chaudière bois plaquettes 80%.

VI.6. SYNTHÈSE

Le tableau suivant présente les taux de couverture atteignables par les ENR étudiées pour le niveau RT 2012 :

Energie renouvelable	Caractéristiques	Energie Productible (MWh/an)	Taux de couverture moyen des besoins par les EnR niveau RT 2012		
			Besoins de Chaleur	Besoins d'Electricité	Total besoins Energie
Solaire thermique	Inclinaison 30° , Orientation S , Surface: 7 500 m ²	2650	116%	0%	63%
Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30° , Orientation: S , Surface: 7 500 m ²	750	0%	40%	18%
Chaufferie bois granulés		2290	100%	0%	55%
Chaufferie bois plaquette		1830	80%	0%	44%
PAC géothermique (sur sol ou sur nappe)	COP 3,5	1630	71%	0%	39%
PAC air/eau	COP 2,7	1440	63%	0%	39%
Récupération d'énergie EU	en pied d'immeuble 30% d'énergie récupérée	250	11%	0%	6%
Micro éolien	P: 3kW; Nombre: 50	270	0	14%	6%

Figure 34: Taux de couverture des besoins possible par type d'EnR - niveau RT 2012

Le tableau suivant présente les taux de couverture atteignables par les ENR étudiées pour le niveau PASSIF :

Energie renouvelable	Caractéristiques	Energie Productible (MWh/an)	Taux de couverture moyen des besoins par les EnR niveau PASSIF		
			Besoins de Chaleur	Besoins d'Electricité	Total besoins Energie
Solaire thermique	Inclinaison 30°, Orientation: S, Surface: 3 200 m ²	2650	136%	0%	74%
Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30°, Orientation: S, Surface: 3 200 m ²	750	0%	46%	21%
Chaufferie bois granulés		1951	100%	0%	54%
Chaufferie bois plaquette		1561	80%	0%	43%
PAC géothermique(sur sol ou sur nappe)	COP 3,5	1394	71%	0%	39%
PAC air/eau	COP 2.7	1228	74%	0%	39%
Récupération d'énergie EU	en pied d'immeuble 30% d'énergie récupérée	250	13%	0%	7%
Micro éolien	P: 3kW; Nombre: 50	270	0	14%	8%

Figure 35: Taux de couverture des besoins possible par type d'EnR - niveau PASSIF

Aucune source d'énergie renouvelable ne permet à elle seule de couvrir la consommation totale d'énergie des bâtiments. La création d'un quartier à énergie positive au sens [énergie consommée < énergie produite] ne pourra donc se faire qu'à partir d'un mixte énergétique ou en réduisant de manière drastique les consommations du quartier. Pour réduire considérablement les consommations, il faudra fixer un cahier des charges très contraignant pour les concepteurs, sensibiliser et accompagner des habitants.

VII. PHASE 4 : ETUDE DE L'IMPACT DE LA MOBILISATION DES ENERGIES RENEUVELABLES

Après avoir estimé les consommations énergétiques attendues sur l'ensemble du quartier, il convient d'étudier l'approvisionnement en énergie qui permettrait de répondre à ces besoins.

Nous avons donc étudié 5 scénarios, pour chaque scénario de performance énergétique sur les bâtiments de logements. En effet, les hypothèses relatives aux équipements et commerces sont trop incertaines pour déterminer les caractéristiques des scénarios d'approvisionnement en énergie.

Ces scénarios sont pragmatiques et s'appuient sur des solutions techniques éprouvées.

Le tableau suivant décrit les scénarios étudiés :

	Chauffage	Production d'ECS	Energie d'appoint	Remarque
S0 : Gaz – ballon thermodynamique	Gaz naturel	Gaz naturel (Collectif) ou Ballon thermodynamique COP _{moyenannuel} = 2	Electricité	Référence Chaudière à condensation
S1 : Gaz - solaire	Gaz naturel	Solaire (couvrant 40% des besoins)	Electricité	Chaudière à condensation
S2 : Bois granulés	bois	Bois (collectifs) ou Ballon thermodynamique COP _{moyenannuel} = 2 (individuel)	Electricité	Chaufferie collective granulés OU Poêle granulés appoint élec (individuels)
S3: PAC sur sondes géothermiques	Pompe à chaleur sur sondes géothermique	électrique		
S4 PAC air/eau	Pompe à chaleur air/eau COP _{moyenannuel} = 2,8	Pompe à chaleur air/eau	Electrique	

NB : pour les bâtiments de logements collectifs les solutions étudiées sont systématiquement en chaufferie collective.

Pour le scénario 1, le COP¹, traditionnellement de 2,67, est volontairement abaissé à 2 en accord avec une étude Ademe mettant en évidence les performances réelles des systèmes de chauffe eau thermodynamiques.

L'étude de ces scénarios à l'échelle du quartier va permettre de les comparer sous l'angle :

- Des consommations en énergie finale
- De l'impact environnemental (émissions de CO₂)
- Du coût de fonctionnement la première année: les coûts sont globalisés à l'échelle du quartier et intègrent les abonnements

¹ COP : Coefficient de Performance, représente la performance énergétique de la pompe à chaleur. Par exemple un COP de 3 signifie que pour 1 kWh consommé le système (Pompe à chaleur) en restitue 3

VII.1.1. COMPARAISON DES CONSOMMATIONS EN ENERGIE FINALE

Les graphiques suivants permettent de comparer, pour chaque scénario, la consommation en énergie finale attendue sur le quartier :

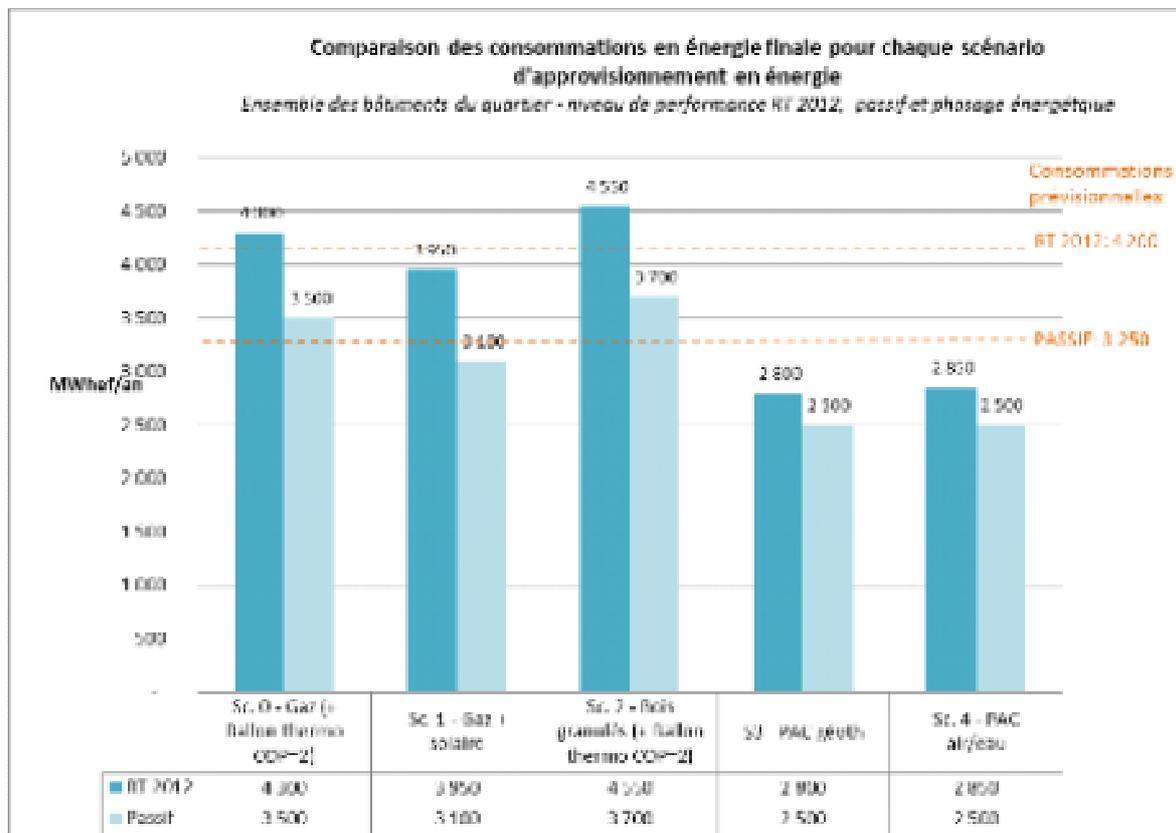


Figure 36 : Comparaison de la consommation d'énergie finale du projet par scénario d'approvisionnement énergétique (niveau RT 2012)

Cette consommation d'énergie est modulée par rapport aux valeurs de 4 200 MWh/an et 3 250 MWh/an calculées en Phase 1. En effet, ces scénarios d'approvisionnement en énergie intègrent de l'énergie gratuite (solaire, énergie du sol), des notions de rendement ou d'appoint, et les consommations des commerces et équipement ne sont plus prises en compte.

Le scénario le moins énergivore est le *S3-PAC géothermique*: ce scénario utilise l'énergie gratuite du sol pour la production de chauffage et d'ECS. Le scénario bénéficie de la récupération de chaleur du ballon thermodynamique pour la production d'ECS uniquement pour les logements individuels.

Le scénarios 1 utilise le solaire pour la production d'ECS mais le chauffage ne bénéficie d'aucune contribution gratuite.

Ces comparaisons montrent qu'à niveau de besoin identique, les consommations énergétiques peuvent varier jusqu' à moins 34% (par rapport au niveau de consommation évalué en phase 1 soit 4 200 MWh/an en RT 2012 ou 3 250 MWh/an en Passif), **en fonction du type d'énergie choisi pour approvisionner les bâtiments.**

Au-delà des consommations d'énergie finale, il importe de s'intéresser à d'autres facteurs qui vont avoir un impact dans les choix stratégiques d'approvisionnement énergétique : **les coûts de fonctionnement, l'impact environnemental et la cohérence avec la politique énergétique bretonne.**

VII.1.2. COMPARAISON DES COÛTS D'INVESTISSEMENT

Pour chaque scénario envisagé en logement individuel et collectif, nous avons estimé l'investissement couvrant les appareils de production de chaleur pour le chauffage et l'ECS, d'émission et de distribution de la chaleur et le système de ventilation. Nous avons considéré un système de ventilation mécanique contrôlée simple flux type Hygro B pour tous les scénarios.

Les graphiques suivant présentent ces estimations :

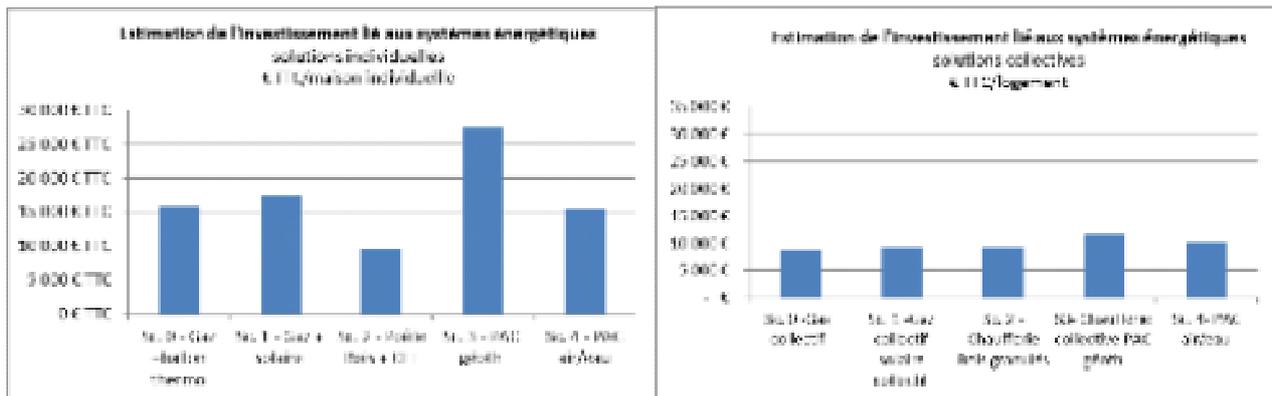


Figure 37: Comparaison des coûts d'investissement

Suivant le scénario d'approvisionnement en énergie, l'investissement lié aux systèmes énergétiques (production + distribution de chauffage et ECS, ventilation) varie du simple au double en logement individuel. La variation est plus légère en logement collectif.

L'investissement dans les systèmes énergétiques (génération, distribution, émission+ VMC) présente une plage de variation par rapport à une solution de référence à environ 15 000 € TTC en logement individuel et 10 000 € TTC par logement en collectif. Les solutions mobilisant les énergies renouvelables ne sont pas nécessairement les plus onéreuses.

Le Scénario 2 comprenant un poêle à bois permet une économie des systèmes de distribution et d'émission. Ceci explique leur moindre coût par rapport aux autres scénarios.

Le scénario le plus cher, la pompe à chaleur sur sondes géothermiques, demande un investissement supplémentaire non négligeable pour la réalisation des forages.

VII.1.3. COMPARAISON DES COÛTS DE FONCTIONNEMENT LA PREMIERE ANNEE

Les hypothèses qui ont permis d'évaluer les coûts de fonctionnement la 1^{ère} année pour chaque scénario sont détaillées en annexe.

Le tableau suivant présente les coûts annuels de fonctionnement TTC par typologie de logement, pour chaque scénario d'approvisionnement d'énergie étudié :

Coût annuel 2014 (énergie + abonnement) niveau RT 2012	Sc. 0 - Gaz (+ Ballon thermo COP=2)	Sc. 1 - Gaz + solaire	Sc. 2 - Bois granulés (+ Ballon thermo COP=2)	Sc. 3 - PAC géoth	Sc. 4 - PAC air/eau
Collectif	710 € TTC	650 € TTC	750 € TTC	680 € TTC	690 € TTC
Logement individuel	1 120 € TTC	1 020 € TTC	1 100 € TTC	950 € TTC	970 € TTC

Figure 38: Coût annuel de fonctionnement la première année

Le graphique suivant présente le détail de la répartition des coûts de fonctionnement annuels TTC pour un **logement collectif neuf** de 65 m² RT 2012:

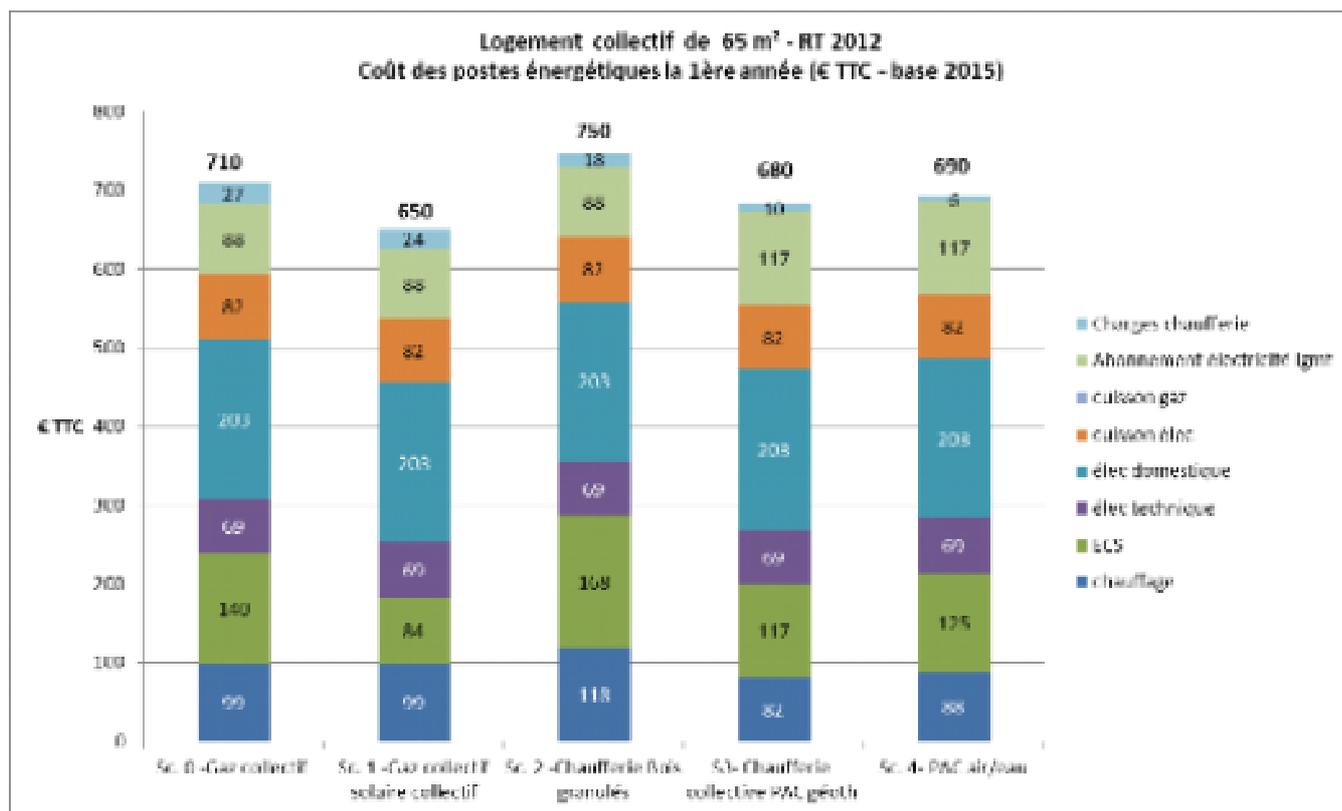


Figure 39: Coût des postes énergétiques la 1^{ère} année pour un logement collectif neuf

En fonction du scénario d'approvisionnement en énergie, le coût de fonctionnement d'un logement collectif varie peu : entre 650 € et 750 € TTC la première année. La première année le scénario S1- Gaz + ECS solaire collective est légèrement moins cher que les autres scénarios.

Le graphique suivant présente le détail de la répartition des coûts de fonctionnement annuels TTC pour un **logement individuel dense** de 110 m² RT 2012:

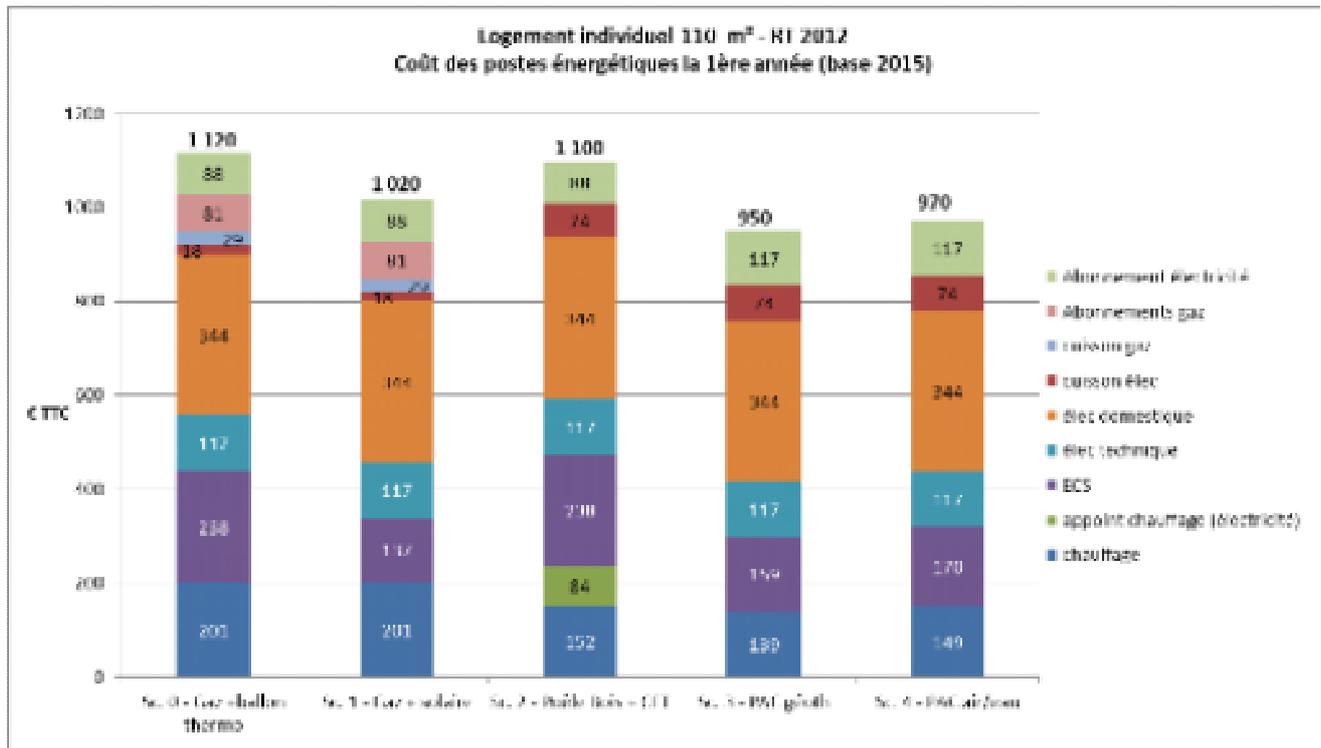


Figure 40: Coût des postes énergétiques la 1ère année pour un logement individuel dense neuf

En fonction du scénario d’approvisionnement en énergie, le coût de fonctionnement d’une maison individuelle groupée ou d’un logement intermédiaire de 110 m² se situe entre 950 € et 1 200 € TTC la première année.

NB : la différence de coût pour la production d’ECS entre le S1 et le S2 est liée à l’énergie d’appoint, électricité pour le S0 et gaz pour le S2. En effet, le prix du kilowattheure gaz est bien inférieur au à celui du kilowattheure électrique.

Plusieurs constats peuvent être tirés de ces graphiques :

- A besoins énergétiques identiques, la consommation énergétique varie en fonction des systèmes énergétiques choisis (rendement des systèmes, énergie gratuite grâce au solaire ou récupération de chaleur)
- Les coûts de fonctionnement pour un niveau RT 2012 varient jusqu’à -60 € TTC par an par rapport à une référence à 710 € TTC en logement collectif (abonnements compris) ; jusqu’à -170 € TTC en maison individuelle dense. Le double abonnement gaz+ électricité place les solutions gaz parmi les solutions les moins favorables.
- La première année de fonctionnement les scénarios intégrant une Pompe à chaleur (sur sondes géothermiques ou air/eau) sont les plus économiques, malgré le prix élevé du kWh électrique : en effet une grande partie de l’énergie consommée est gratuite
- La première année de fonctionnement le scénario de référence S0 Gaz + ballon thermodynamique est le plus onéreux en maison individuelle, alors que c’est le scénario 2 Chauffage bois granulés en logement collectifs.

VII.1.4. COMPARAISON DES COÛTS DE FONCTIONNEMENT ACTUALISES SUR 20 ANS

L'étude des coûts de fonctionnement la première année ne reflète pas les évolutions futures du prix des énergie, notamment la forte inflation des énergies fossiles. C'est pourquoi nous étudions les coûts de fonctionnement sur 20 ans (durée de vie moyenne des systèmes de production de chauffage et d'ECS) en intégrant les coûts de maintenance annuels et en appliquant des taux d'inflation.

La prévision du coût de l'énergie dans les années futures est un exercice difficile. Selon l'ADEME compte-tenu de l'augmentation de la demande, il est envisageable de prévoir une augmentation de 3% du coût de l'énergie hors inflation par an jusqu'en 2020 puis d'observer une croissance exponentielle à partir de cette date.

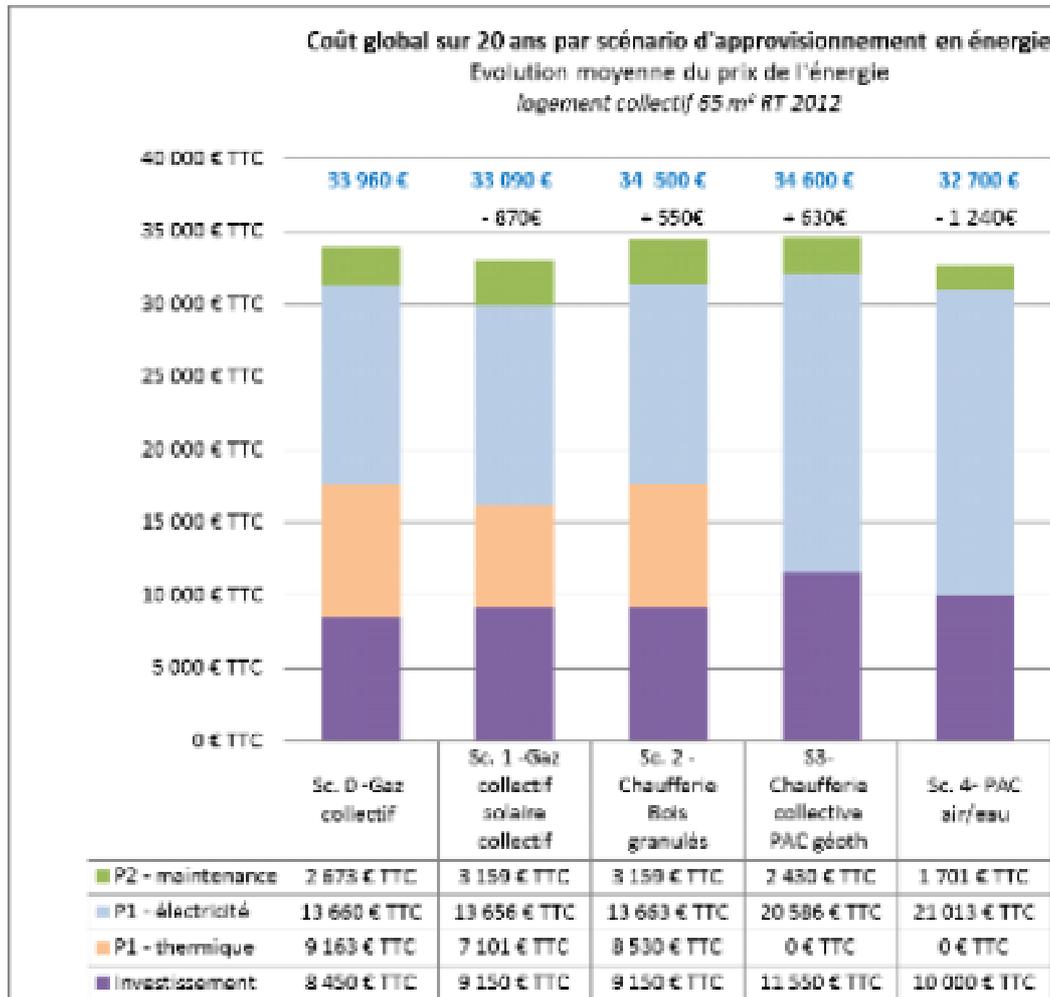
Depuis 5 ans, le coût moyen de l'électricité pour les particuliers a augmenté de 18,6 % soit une moyenne de 3,7 %/an. Les augmentations ont été plus importantes en 2013 et 2014 avec respectivement une augmentation de 6,8 % et 5,6 %/an. (source base de données Pégase, disponible sur le site du ministère du développement durable).

Les taux d'inflation annuels pris en compte sont les suivants :

Energie	Taux d'inflation
Energie fossile	6%
Electricité	4%
Bois	4%
maintenance	2%

• **Logement collectif**

Le graphique suivant présente les résultats de l'analyse en coût global, incluant l'investissement initial, sur 20 ans des différents scénarios d'approvisionnement en énergie pour un logement collectif de 65 m²:



En logement collectif, l'analyse sur 20 ans montre des écarts de coût relativement faibles .

L'électricité représente la part la plus importante des coûts de fonctionnement.

NB: les taux d'inflation considérés peuvent changer les conclusions. Un taux d'inflation plus important de l'électricité pénaliserait les scénarios 100% électriques des PAC.

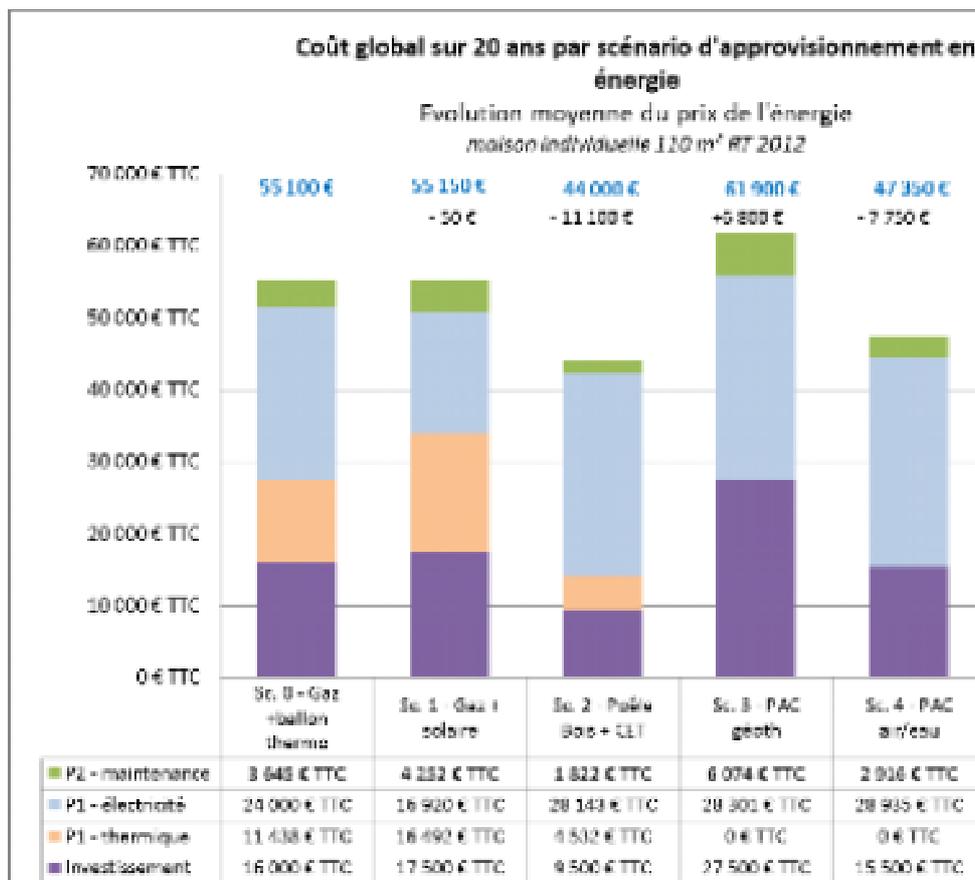
Approche sur le temps de retour :

Par logement	Sc. 0- 100% Gaz	Sc. 1- Gaz + Solaire	Sc. 2- Chauffage Bois granulés	Sc. 3-PAC Géoth	Sc. 4- PAC Air/Eau
Estimation investissement initial systèmes énergétiques (€ TTC)	8 450 €	9 150 €	9 150 €	11 550 €	10 000 €
Ecart coût système / Sc. 0		700 €	700 €	3 100 €	1 550 €
Coût de l'énergie (dont abonnement) la 1^{ère} année de fonctionnement	818 € TTC	782 € TTC	875 € TTC	791 € TTC	776 € TTC
Temps de retour brut (TRB)		19 ans	infini	117 ans	37 ans
Temps de retour actualisé – avec inflation (TRA)		13 ans	25 ans	22 ans	16 ans

Figure 41: Approche sur le temps de retour en logement collectif neuf

• **Maison individuelle**

Le graphique suivant présente les résultats de l'analyse en coût global, incluant l'investissement, sur 20 ans des différents scénarios d'approvisionnement en énergie pour une maison individuelle de 110 m² :



L'étude du coût global sur 20 ans en prenant en compte l'évolution du prix de l'énergie montre que les scénarios bois granulés et PAC air/eau sont les plus économiques. Ils permettent de dégager entre 7 500 €TTC et 10 840 € TTC d'économie sur 20 ans.

Les scénarios intégrant du gaz sont impactés par la forte augmentation du prix des énergies fossiles.

Le scénraio PAC géothermique est pénalisé par son coût d'investissement et la maintenance.

Approche sur le temps de retour :

Par logement	Sc. 0- 100% Gaz	Sc. 1- Gaz + Solaire	Sc. 2- Chauffage Bois granulés	Sc. 3-PAC Géoth	Sc. 4- PAC Air/Eau
Estimation investissement initial systèmes énergétiques (€ TTC)	16 000 € TTC	17 500 € TTC	9 500 € TTC	27 500 € TTC	15 500 € TTC
Ecart coût système / Sc. 0		1 500 € TTC	-6 500 € TTC	11 500 € TTC	-500 € TTC
Coût de l'énergie (dont abonnement) la 1 ^{ère} année de fonctionnement	1 267 € TTC	1 192 € TTC	1 172 € TTC	1 200 € TTC	1 092 € TTC
Temps de retour brut (TRB)		20 ans	0 ans	173 ans	0 ans
Temps de retour actualisé – avec inflation (TRA)		23 ans	0 ans	31 ans	0

Figure 42: : Approche sur le temps de retour en logement individuel dense

Le scénario S2 poêle bois est directement rentable par rapport à la solution de référence Gaz + ballon thermodynamique.

Le scénario S3 PAC sur sondes géothermiques est rentable au bout de 31 ans selon les hypothèses de taux d'inflation prises.

NB : pour un niveau passif, les écarts entre scénarios seraient minisés et les temps de retour plus importants, du fait de la plus faible consommation d'énergie

VII.1.5. COMPARAISON DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

L'impact sur l'effet de serre de l'opération peut être déterminé en calculant les quantités équivalentes de CO₂ émises par les bâtiments en fonction des énergies utilisées. Les hypothèses permettant de calculer les émissions de CO₂ sont détaillées en Annexe.

Le graphique suivant compare par usage et pour chaque scénario les émissions annuelles de CO₂ évaluées selon nos hypothèses pour l'ensemble des logements du projet:

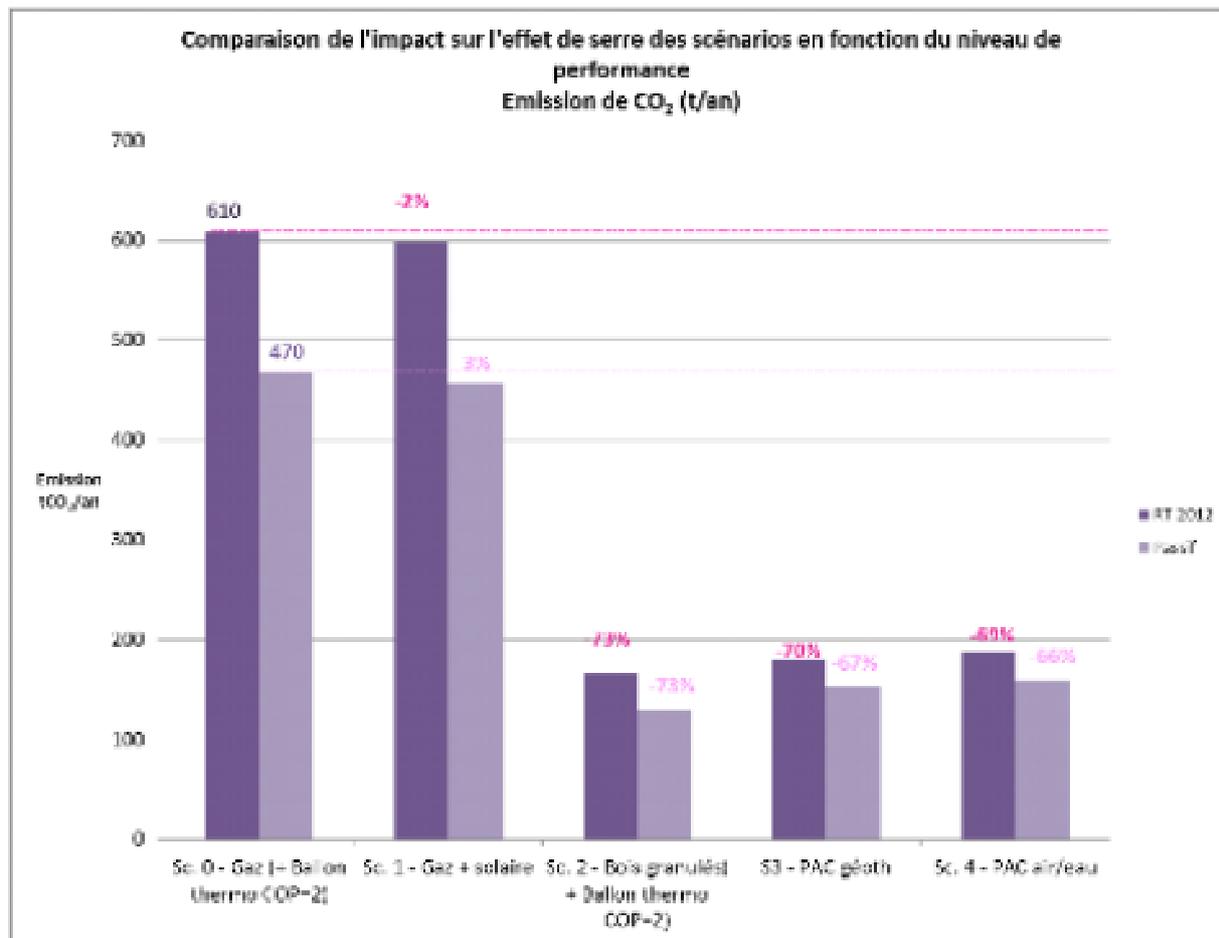


Figure 43: Emissions de CO₂ du projet

Le scénario de référence mobilisant le gaz naturel émettrait près de **610 t de CO₂/an** pour un niveau RT 2012 et **470 t de CO₂/an** pour un niveau passif pour l'ensemble des logements du quartier selon nos hypothèses.

Les autres solutions permettent de réduire les émissions jusqu'à **-73% par rapport à la référence**.

L'appoint de la production ECS est électrique pour le scénario 0, uniquement pour les logements individuels (MIG, intermédiaires et MI), alors qu'il est au gaz pour toutes les typologies dans le scénario 1. Bien que le facteur d'émission de CO₂ du gaz naturel soit supérieur à celui de l'électricité (CF. Annexe 5 : Emissions de CO₂ p. 145), le scénario 1 est plus émetteur de CO₂ du fait de la proportion importante de logement collectifs pour lesquels la production d'ECS ne bénéficie pas d'apports gratuits.

Les scénarios S2, S3 et S4 sont donc très performants du point de vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Il est important de préciser que cette approche n'inclut pas l'impact sur l'effet de serre des éventuelles fuites de fluide frigorigène des pompes à chaleur pour les scénarios 3 et 4. Certains fluides frigorigènes ont un pouvoir de réchauffement climatique plus de 4 000 fois supérieur à celui du CO₂ !

VII.1.6. COMPATIBILITE AVEC LA DEPENDANCE ELECTRIQUE DE LA BRETAGNE

Le dernier élément de comparaison concerne la compatibilité de systèmes étudiés avec la situation de péninsule électrique de la Bretagne.

Le contexte a été décrit dans la première partie de ce rapport.

Le pacte électrique breton fait une recommandation sur l'utilisation de l'électricité :

L'orientation des choix d'investissements et d'équipements

Les signataires s'engagent à assurer une information sur les avantages et inconvénients au regard du système électrique de l'équipement en pompes à chaleur ou en convecteurs aux fins de privilégier d'autres systèmes de chauffage moins consommateurs d'électricité. Les collectivités seront sollicitées pour moduler les critères d'attribution de leurs aides (éco-conditionnalité).

Extrait du Pacte électrique Breton :

Il convient donc d'éviter de promouvoir le recours à des systèmes énergétiques mobilisant fortement l'électricité pour les besoins en chauffage et en production d'ECS pour éviter les phénomènes de pointe en hiver.

Cette exigence de cohérence avec le Pacte électrique breton invite à écarter les solutions utilisant les pompes à chaleur, sauf si elles sont installées avec des précautions spécifiques : en relève de chaudière pour couvrir les besoins en mi-saison par exemple.

VII.1.7. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DES SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

Les résultats des approches énergétiques, économiques environnementales et en lien avec le contexte régional sont synthétisés de manière qualitative dans les tableaux ci-dessous pour les logements collectifs et individuels :

Le code couleur traduit la réponse du scénario aux critères proposés

Scénario étudié	Critère	Faible consommation en Energie finale	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement la 1ère année	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
S0 : Gaz		Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Rouge	Vert
S1: Gaz + ECS solaire		Jaune	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert
S2: Bois granulés		Rouge	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Jaune	Jaune	Jaune	Vert	Rouge
S4- PAC air/eau		Vert	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Rouge

Figure 44 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement collectif

Ainsi, pour un logement collectif, les S1 et S2 présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée que le scénario 3, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

Scénario étudié	Critère	Faible consommation en Energie finale	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement la 1ère année	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
S0 : Gaz + ballon thermodynamique		Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
S1: Gaz + ECS solaire		Jaune	Jaune	Vert	Jaune	Rouge	Vert
S2: Bois granulés + ballon thermodynamique		Jaune	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Rouge	Vert	Rouge	Vert	Rouge
S4- PAC air/eau		Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert	Rouge

Figure 45 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement individuel

LEGENDE Scénario	Réponse Favorable	Réponse mitigée ou adaptée partiellement au critère	Réponse Défavorable ou inadaptée
-------------------------	-------------------	---	----------------------------------

Dans le cadre du projet, en logement individuel, les S0 et S2 présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée que le scénario 3.

VIII. PHASE 3 : ETUDE D'OPPORTUNITE DE CREATION D'UN RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR LES ENR

L'un des objectifs de l'étude est de vérifier la possibilité de création ou de raccordement à un réseau de chaleur ou de froid.

Dans le cas où aucun réseau de chaleur ou de froid n'existe à proximité du site d'étude, nous remplaçons systématiquement ce volet par une **étude d'opportunité sur la création de réseaux de chaleur biomasse, à l'échelle de l'opération ou en micro-réseaux localisés.**

Aucun réseau n'existe actuellement sur le site, il ne s'agira donc pas d'un potentiel de raccordement mais d'une création. De même, les besoins de froid étant inexistant, aucun réseau de froid ne sera intégré dans l'étude.

La fiche réseau de chaleur en annexe p. 137, rappelle la définition du réseau de chaleur, ses avantages et sa prise en compte dans le calcul thermique réglementaire (RT 2012).

Un réseau de chaleur est un ensemble d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à plusieurs bâtiments pour répondre aux besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire.

Intérêts en milieu rural et en milieu urbain peu dense :

De plus en plus de collectivités souhaitent développer ces réseaux de chaleur, même dans un contexte urbain peu dense.

L'optimisation énergétique n'est alors pas le premier facteur décisionnel.

L'aménagement du territoire, la mobilisation de ressources locales comme le bois énergie, la mise en place de filières économiques locales créatrices d'emploi de proximité et non délocalisables sont quelques-uns de ces facteurs.

Outre la mobilisation d'énergies renouvelables, un autre avantage technique peut être identifié : la mise en place d'un système centralisé évite la dispersion de générateurs de chaleur dont l'entretien, la fiabilité, et donc l'impact environnemental sont toujours moins maîtrisés qu'un système centralisé.

La mise en œuvre de systèmes centralisés permet également d'envisager plus sereinement une mutation énergétique.

VIII.1. ETUDE D'OPPORTUNITE D'UN RESEAU DE CHALEUR SUR LE SECTEUR

L'un des objectifs de l'étude d'opportunité est de vérifier la possibilité de création ou de raccordement à un réseau de chaleur ou de froid, notamment bois.

Les objectifs de cette étude d'opportunité sont donc les suivants :

- ✓ définir les zones où une étude de faisabilité technico-économique serait à mettre en œuvre pour confirmer l'opportunité identifiée ;
- ✓ définir d'éventuelles incitations ou obligations de mise en œuvre de l'énergie bois dans le règlement de la ZAC

Pour cette étude, nous n'avons considéré que l'opportunité d'un réseau de chaleur fonctionnant au bois car cette filière est bien structurée en Bretagne.

VIII.1.1. NOTION DE DENSITE ENERGETIQUE POUR UN RESEAU DE CHALEUR

Cette étude d'opportunité repose sur l'analyse de la **densité énergétique** des scénarios.

Elle correspond à la quantité d'énergie consommée par les bâtiments par unité de longueur du réseau (longueur de tranchée).

Le critère généralement admis pour évaluer en première approche l'intérêt d'un réseau de chaleur bois est le coefficient qui représente la quantité d'énergie transportée par un mètre de réseau sur une année, exprimé en kWh/m de réseau de chaleur.

En milieu rural, on considère généralement qu'un **réseau de chaleur peut avoir de l'intérêt à partir de 1 500 kWh/m de réseau et par an**. Par comparaison, la densité minimum des réseaux urbains se situe autour de 8 000 kWh/m et par an.

L'implantation d'un réseau est principalement liée à cette densité énergétique : les zones proches de « gros consommateurs » seront susceptibles d'être plus adaptées à un réseau de chaleur et donc à une chaufferie centralisée que les zones peu consommatrices et diffuses. **L'implantation d'une éventuelle chaufferie n'étant pas définie, nous étudions ce réseau non pas à partir de la chaufferie, mais à partir de chaque bâtiment.**

VIII.1.2. HYPOTHESES DE CONSOMMATIONS ENERGETIQUES CONSIDEREES

Les hypothèses de consommations énergétiques sont issues de l'étude d'approvisionnement en énergie réalisée au paragraphe V.2 p. 51.

VIII.1.3. ETUDE D'OPPORTUNITE

A ANALYSE QUALITATIVE

La figure suivante représente la valeur seuil des 1 500 kWh/ml/an pour un exemple d'implantation de bâtiments. **Les bâtiments potentiellement « raccordables » au réseau sont ceux dont les cercles se chevauchent.**

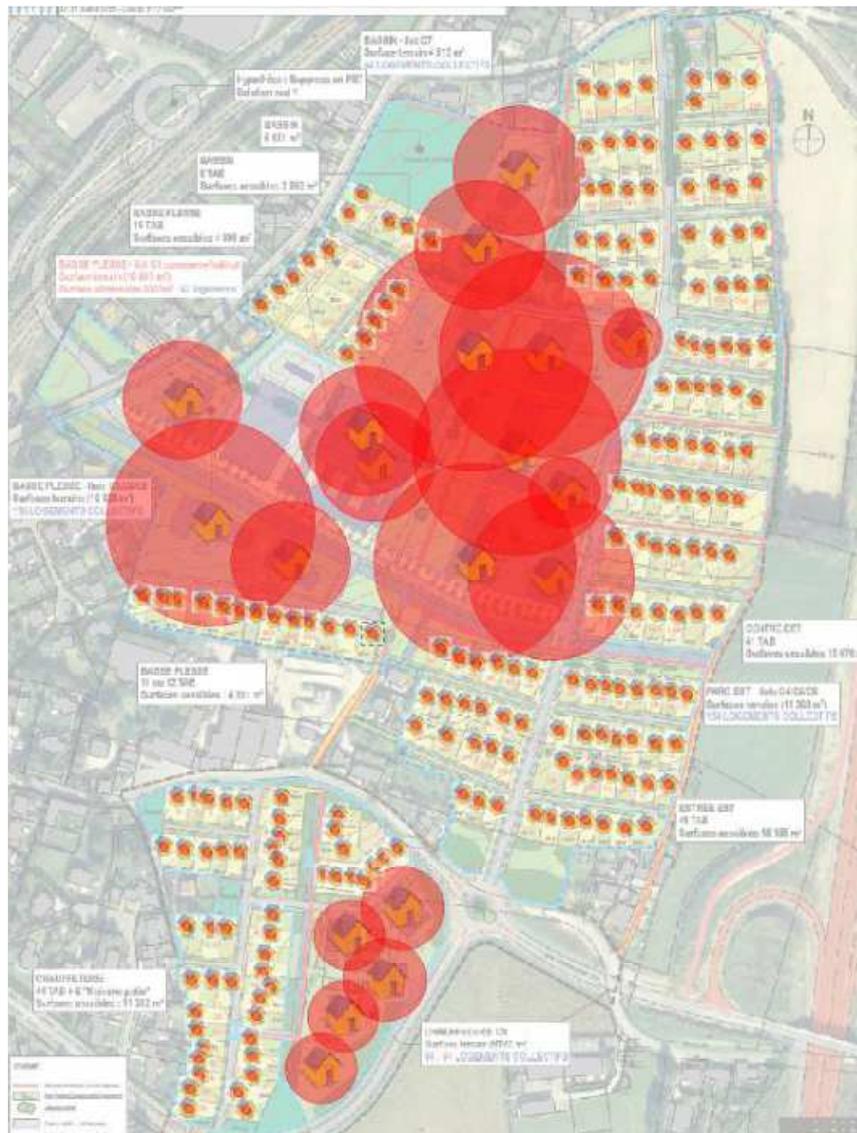


Figure 46: Analyse qualitative du critère de densité énergétique pour un exemple d'implantation

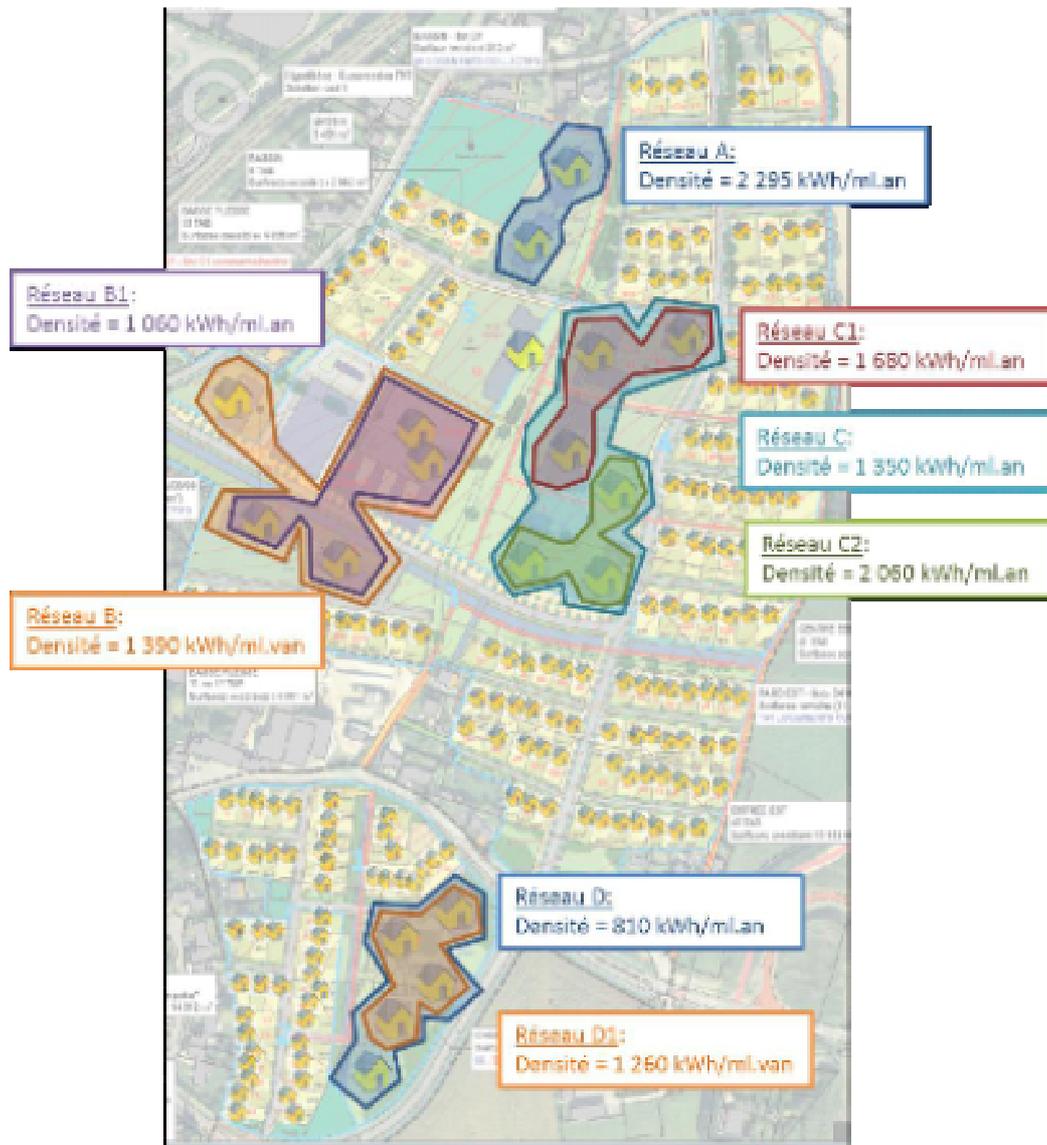
Les cercles ne se chevauchent pas tous, en particulier sur les zones d'habitat individuel. La création d'un réseau de chaleur à l'échelle du quartier n'est donc pas envisageable.

En revanche, plusieurs pôles se distinguent par leur forte densité énergétique : autour des bâtiments de logements collectifs et intermédiaires.

Plusieurs configurations de micro-réseau autour de ces pôles de densité énergétique sont étudiées.

B ANALYSE QUANTITATIVE : ETUDE DE MICRO RESEAUX A L'ECHELLE D'ILOTS

Trois configurations sont étudiées autour des bâtiments de logements. La figure suivante présente les résultats :



Plusieurs configurations de réseaux autour de 2 à 3 bâtiments de logements collectifs montrent une densité supérieure au critère minimum de 1 500 kWh/ml/an : réseau A-**2 295 kWh/ml/an** ; réseau C1-**1 680 kWh/ml/an** ; réseau C2 **2 060 kWh/ml/an**. L'opportunité de créer ces micro-réseaux est donc justifiée d'un point de vue énergétique.

Les configurations de réseaux montrant des densités plus faibles mais relativement élevées pourraient également montrer un intérêt sur la base d'autres critères : réseau B-**1 390 kWh/ml/an** ; réseau C-**1 350 kWh/ml/an** ; réseau D1 **1 260 kWh/ml/an**.

Intégration des équipements existants :



Le site d'étude est trop éloigné des équipements existants de la commune pour envisager un réseau de chaleur alimentant ces équipements et le nouveau quartier.

Ainsi, l'intérêt de créer des chaufferies mutualisées autour de bâtiments collectifs est confirmé. Plusieurs micro-réseaux pourraient être créés à l'échelle d'îlot de bâtiments de logements collectifs (une chaufferie mutualisée dans un bâtiment, desservant des sous-stations dans les bâtiments voisins).

IX. PROSPECTIVE : PISTES DE MESURES COMPENSATOIRES

IX.1. PRINCIPE DE LA COMPENSATION CARBONE

L'usage des énergies renouvelables en substitution des énergies fossiles, parallèlement à l'effort collectif de réduction de la consommation énergétique, contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le recours aux énergies renouvelables est une des solutions permettant de réduire l'impact sur l'effet de serre des besoins en énergie : **la réduction drastique de ces besoins en énergie reste néanmoins prioritaire.**

Polenn propose ici une démarche parallèle à la réduction des consommations énergétiques et au développement des énergies renouvelables : le principe de compensation. **Ces pistes ont vocation à faire avancer la réflexion et ne doivent pas être considérées comme des prescriptions.**

Cette démarche est présentée ici comme une piste permettant de compenser partiellement une pollution résultante d'une nouvelle opération urbaine : elle ne doit pas être considérée comme un droit à polluer ni comme une compensation permettant de se « donner bonne conscience ».

Cette démarche, peut s'envisager de deux manières :

- Compensation via un mécanisme financier
- Compensation via des actions locales

IX.1.1. COMPENSATION CARBONE VOLONTAIRE

Une démarche parallèle à la réduction des consommations énergétiques et au développement des énergies renouvelables est la **compensation carbone volontaire**.

L'Ademe a mis en place un site internet qui développe de manière complète le mécanisme de compensation carbone volontaire <http://www.compensationco2.fr>. La définition suivante est extraite de ce site :

*La compensation volontaire est un mécanisme de financement par lequel une entité (administration, entreprise, particulier) **substitue**, de manière partielle ou totale, une réduction à la source de ses propres émissions de gaz à effet de serre une quantité équivalente de « **crédits carbone** », en les achetant auprès d'un tiers.*

*Concrètement, la compensation consiste à **mesurer** les émissions de gaz à effet de serre générées par une activité (transport, chauffage, etc.) puis, après avoir cherché à **réduire** ces émissions, à **financer** un projet de réduction des émissions de gaz à effet de serre ou de séquestration du carbone : énergie renouvelable, efficacité énergétique ou de reboisement, qui permettra de réduire, dans un autre lieu, un même volume de gaz à effet de serre. Le principe sous-jacent étant qu'une quantité donnée de CO₂ émise dans un endroit peut être « compensée » par la réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente de CO₂ en un autre lieu. Ce principe de « **neutralité géographique** » est au cœur des mécanismes mis en place par le Protocole de Kyoto.*

*Il est important de souligner que la compensation volontaire doit s'inscrire dans une **logique de neutralité carbone** : elle doit toujours accompagner ou suivre la mise en œuvre de solutions énergétiques alternatives ou d'efforts de **réduction des émissions**.*

Ainsi, la municipalité, l'aménageur, les promoteurs et maîtres d'ouvrages des opérations prévues, pourraient entrer dans ce processus.

IX.1.2. COMPENSATION CARBONE PAR DES ACTIONS LOCALES

Une piste complémentaire est d'envisager la mise en œuvre d'actions locales, permettant de prendre conscience du poids de mesures compensatoires locales telles que l'implantation de nouveaux boisements ou la mise en œuvre de capteurs photovoltaïques.

Ce sont ces actions que nous nous proposons de développer dans la partie suivante.

IX.2. PROPOSITION DE MESURES COMPENSATOIRES :

IX.2.1. PRODUCTION LOCALE D'ELECTRICITE

La consommation prévisionnelle d'électricité a été calculée dans la partie «Estimations des consommations d'énergie des bâtiments en fin d'opération ». **Nous avons vu que l'énergie relative à l'électricité représente une part importante des consommations prévisionnelles en énergie finale.**

De fait, envisager une production locale d'électricité est cohérent avec l'objectif de compenser les impacts environnementaux de l'opération.

La production locale d'électricité est envisageable en ayant recours à l'installation de capteurs solaires photovoltaïques.

Nous avons déterminé au paragraphe IV.3 la quantité d'électricité productible par panneaux solaires photovoltaïques par rapport à la surface de toiture disponible.

Le tableau suivant rappelle les résultats :

	Electricité MWh
Production annuelle	750
Part de la consommation pour un niveau RT 2012 Electricité technique et domestique	40%

Ainsi, la surface de toiture disponible ne permettrait de couvrir que 40% des consommations d'électricité spécifique (technique et domestique) hors chauffage et ECS. Pour les scénarios d'approvisionnement en énergie faisant appel à l'électricité pour le chauffage et l'ECS (PAC, CET, etc.), la couverture des besoins d'électricité sera donc forcément inférieure à 50%.

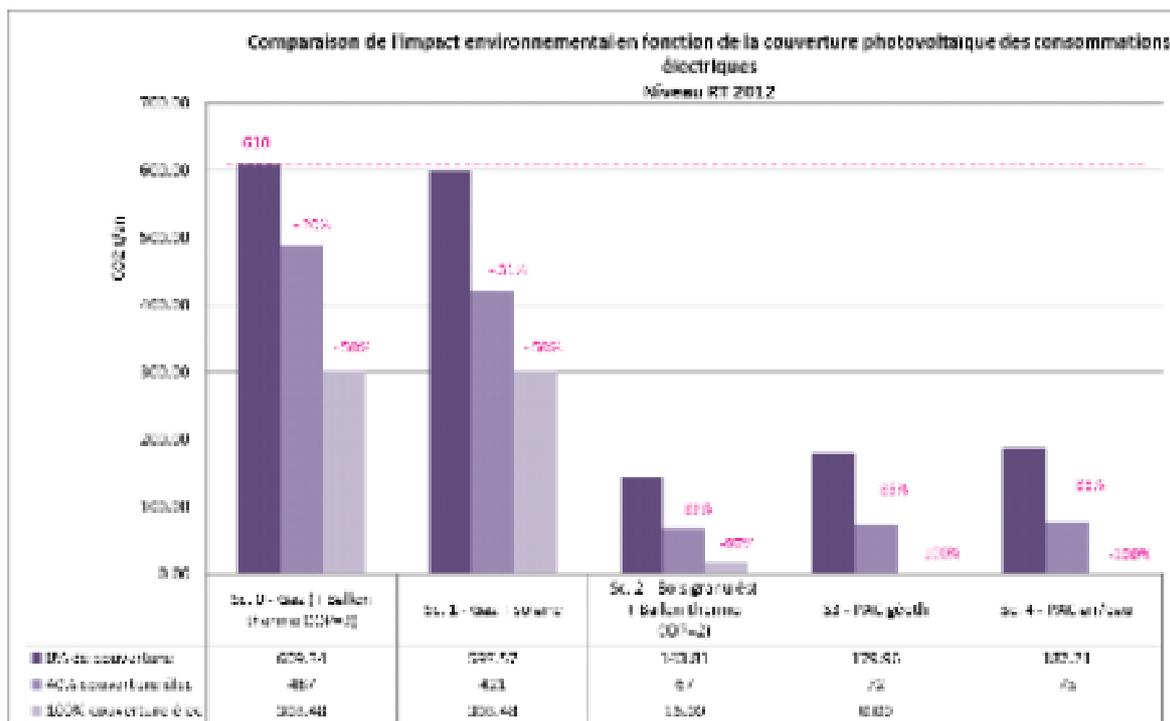
Quel que soit le scénario d'approvisionnement en énergie, la surface disponible par bâtiment ne sera pas suffisante à couvrir 100% des consommations électriques de l'opération. Il faudrait donc envisager une production hors bâtiment, par exemple sur des ombrières de parking, ou sur les bâtiments existants.



Figure 47: Ombrière photovoltaïque

Impact sur les émissions de gaz à effet de serre

Le graphique suivant présente les émissions de gaz à effet de serre en fonction du scénario d’approvisionnement en énergie et du taux de couverture photovoltaïque :



La couverture de 40% des consommations électrodomestiques a un impact relativement faible sur les émissions de gaz à effet de serre.

IX.2.2. STOCKAGE DE CARBONE : PLANTATION DE BIOMASSE

A PREAMBULE

Le cycle du carbone implique la biomasse comme capteur de carbone par excellence : en effet, la photosynthèse permet aux plantes de capter du CO₂ le jour pour assurer leur croissance. De fait, la plantation de biomasse et notamment d'arbres est une piste permettant de stocker du carbone :

- **à long terme à l'échelle d'une vie humaine** puisque les arbres ont une durée de vie d'environ 80 ans dans le cadre d'une exploitation forestière ;
- **à très court terme à l'échelle de la planète** puisque la décomposition de la biomasse réalimente le cycle du carbone en libérant le CO₂ dans l'atmosphère ou en le restockant dans le sol.

Cette piste de réflexion, mise en avant par bon nombre d'organisations est même à l'origine d'une nouvelle activité économique : les entreprises de compensation carbone.

De nombreuses questions restent en suspens concernant le réel impact de telles solutions sur l'effet de serre :

- incertitudes sur les valeurs considérées pour le stockage de carbone en fonction des latitudes, des types de peuplement, des circonstances climatiques ;
- risque de stockage de CO₂ en cas de canicule par exemple ;
- adéquation des essences d'arbres à planter avec le contexte local (pas d'arbres très demandeurs en eau en Afrique par exemple).

Nous proposons donc une piste de compensation locale : plantation de biomasse géographiquement proche de l'opération concernée.

B HYPOTHESES DE CALCUL

Comme précisé plus haut, les données concernant la capacité de stockage de carbone diffèrent de manière importante en fonction des sources.

Nous nous sommes donc appuyés sur le projet CARBOFOR – Séquestration de carbone dans les écosystèmes forestiers en France-Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles- publié en 2004.

Nous considérerons **1 ha de forêt à croissance normale comme unité de référence sur sa durée de vie avec un objectif de valorisation en bois d'œuvre et bois énergie**. Le nombre de tiges à l'hectare est donc variable en fonction des opérations d'éclaircie que les forestiers sont amenés à réaliser pour conduire le peuplement dans de bonnes conditions.

La quantité de carbone stockable par un ha de forêt décrit ci-dessus s'échelonne de **1 à 10 tC/ha/an, soit de 3,6 à 36 tCO₂/ha/an**.

Nous avons considéré dans cette étude un **potentiel de stockage de 5 tC/ha/an soit 18,5 tCO₂/ha/an**.

C SIMULATION DE LA SURFACE BOISEE CORRESPONDANTE

Le graphique ci-dessous présente, pour chacun des trois scénarios, la surface boisée permettant de compenser les émissions annuelles de CO₂ générées par les logements de l'opération.

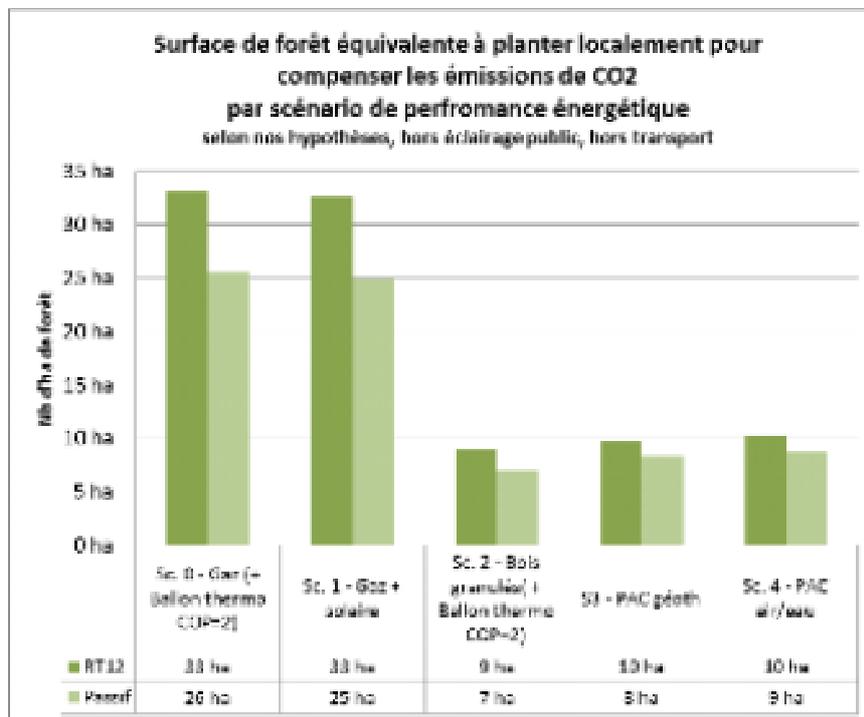


Figure 48 : Calcul de la surface boisée nécessaire en mesure compensatoire

Le scénario de référence nécessiterait donc, selon nos hypothèses, près de 33 ha de forêt en mesure compensatoire pour le niveau RT 2012, soit 1,7 fois la superficie du site, et 26 ha pour le niveau PASSIF.

Le scénario intégrant le bois nécessiterait la plantation de 9 ha, soit une diminution de 73%.

X. L'ECLAIRAGE PUBLIC

X.1. ROLES DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

En milieu urbain, l'éclairage public a plusieurs rôles :

- paysager : perception de l'espace, continuité visuelle, esthétique, mise en valeur du patrimoine ;
- ambiance lumineuse ;
- guidage et confort visuel ;
- sécurité des piétons, des automobilistes, des cyclistes et des biens

D'une manière plus générale, l'amélioration de la visibilité nocturne permet :

- de favoriser la sécurité des déplacements (piétons, cyclistes, véhicules à moteur) ;
- de diminuer l'éblouissement dû aux feux de véhicules ;
- d'améliorer l'estimation des distances ;
- de favoriser la sécurité des personnes et des biens ;
- de valoriser les espaces publics.

L'annexe 6 répertorie les textes qui régissent l'éclairage public ainsi que les grandeurs caractéristiques de l'éclairage et les différents types de lampe.

X.2. ENJEUX POUR UN PROJET D'AMENAGEMENT

Quatre grands enjeux peuvent être dégagés pour l'éclairage public :

- Sécurité et confort des usagés
- Réduction des consommations électriques
- Préservation de l'environnement et du ciel nocturne
- Réduction de la facture énergétique

En effet, l'utilisation excessive de la lumière artificielle pourra d'une part être importune (gêne visuelle à laquelle on ne peut se soustraire, halos lumineux, lumière intrusive dans les propriétés privées), d'autre part représenter une perte d'énergie que l'on peut facilement traduire en termes d'équivalents CO₂ consommés, et donc d'impact sur l'effet de serre.

L'éclairage public constitue un poste important dans le budget énergie d'une commune. En effet, selon l'ADEME, il représente, en moyenne :

- 48 % des kWh d'électricité consommés,
- 38 % de la facture totale d'électricité,
- 23 % de l'ensemble des dépenses énergétiques.

De plus, les charges de fonctionnement, de maintenance et d'entretien seront assurées par la collectivité.

Il importe donc d'anticiper les besoins et de réfléchir aux modalités d'éclairage public en amont de la création d'un nouveau quartier : cela contribuera également à limiter les coûts de fonctionnement pour les collectivités.

Faire le choix de matériels performants, respectueux de l'environnement (une consommation énergétique et un flux lumineux maîtrisés) tout en apportant le niveau de service attendu, est devenu un enjeu majeur pour les communes.

X.3. QUELQUES PRECONISATIONS

La qualité d'éclairage dépend plus de l'homogénéité (uniformité) que du niveau d'éclairement. Ainsi, une mauvaise uniformité de l'éclairage entraîne de l'inconfort visuel (zones d'ombres, moindre éclairement).

Les préconisations qui suivent n'ont pas vocation à être exhaustives mais à donner des pistes de réflexion que l'aménageur devra intégrer à son projet urbain afin que l'impact environnemental de l'opération relatif à l'éclairage public (impact visuel et impact énergétique) soit le plus faible possible.

L'objectif est d'éclairer juste, en maîtrisant la consommation d'énergie et limitant la pollution lumineuse.

1. Etat des lieux

Clarifier les besoins en matière d'éclairage des rues. Toutes les voies ne doivent pas forcément être éclairées selon les mêmes modalités.

- Définir la nécessité d'éclairer ou non les différents types de voies
- Repérer les secteurs sensibles à la pollution lumineuse (fort impact sur la biodiversité)
- Hiérarchiser les voies en fonction du besoin d'éclairage
- Définir le niveau d'éclairement nécessaire par type de voie
- Définir les horaires d'allumage et/ou de réduction de puissance

2. Points lumineux

Déterminer le nombre de points lumineux et la hauteur de mat adaptés au classement des voies et au contexte urbain
Augmenter de l'interdistance entre les mâts grâce à des optiques adaptées tout en conservant une bonne uniformité d'éclairage.

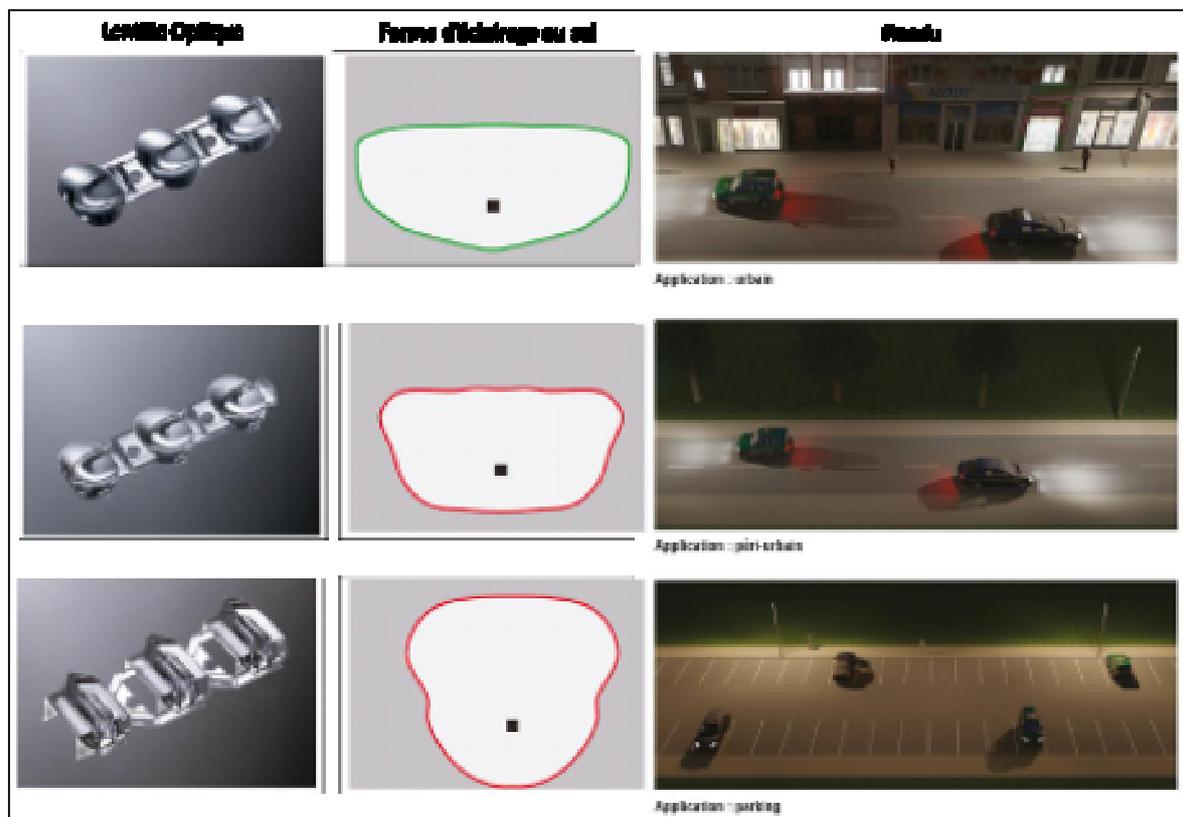


Figure 49: Exemple d'optiques (Source We-ef)

NB : le choix de l'optique permet également de limiter la lumière intrusive dans les propriétés privées

3. Type de lampe

Choisir des lampes adaptées au besoin (Indice de rendu couleur, rendement, etc.). Utiliser des lampes basse consommation (à vapeur de sodium – de type Sodium HP ou d'autres lampes ayant un rendement d'éclairage aussi performant) ou des LED.

4. Luminaire

Utiliser des réflecteurs à haut rendement. Eviter toute émission lumineuse au-dessus de l'horizon (pollution lumineuse).

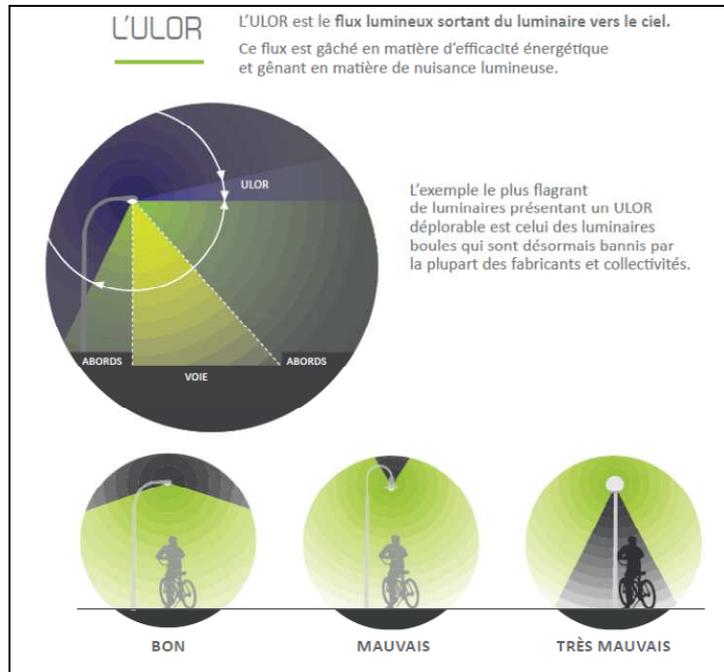


Figure 50: Illustration de l'ULOR (Source: Charte EP SDE35)

5. Lanternes

Choisir des type de lanterne qui facilité la maintenance (accessibilité) et préférer des lanternes recyclables

6. Ballasts d'allumage

Préférer les ballasts électroniques à longue durée de vie.

7. Puissance électrique spécifique

Définir des puissances limites en fonction de la largeur des rues et de leur importance, par exemple (à titre indicatif) :

- pour les rues d'une largeur de < 10 mètres : valeur cible: 2 W/m valeur limite : 3 W/m ;
- pour les rues d'une largeur de > 10 mètres : valeur cible: 4 W/m valeur limite: 6 W/m.

8. Heures de fonctionnement

Pose d'horloges astronomiques permettant l'extinction au cœur de la nuit (23h-6h) et l'allumage automatiques en fonction du lever et coucher du soleil.

Allumage le soir: quand la luminosité descend au-dessous de 40 lux pendant plus de 5 minutes.

Etude de dispositifs permettant la réduction de puissance de 22h-23h et 6h-7h : réduction de l'intensité lumineuse la nuit si une extinction n'est pas possible (variation de la puissance lumineuse ou extinction partielle).

9. Consommation d'énergie

Définir une valeur cible, par exemple : 8 kWh/m/an et une valeur limite haute, par exemple 12 kWh/m/an (kWh par mètre de rue et par an).

10. Electricité renouvelable

Couvrir avec de l'écocourant certifié une part à définir du besoin en électricité pour l'éclairage public.

Assurer avec des lampadaires solaires l'éclairage de rues non électrifiées ou difficilement électrifiables.

11. Etablir un plan de maintenance

12. Faire réaliser une étude d'éclairage

X.4. CONSOMMATION ENERGETIQUE ATTENDUE POUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Deux hypothèses sont étudiées par rapport à l'éclairage public, la première avec un équipement de base, la seconde avec des systèmes à LED.

Les tableaux ci-dessous détaillent les consommations énergétiques d'éclairage public attendues ainsi que les émissions de CO₂ qui y sont liées pour chaque hypothèse :

Equipement de base		Systèmes LED	
Linéaire de réseau d'éclairage public (ml)		Linéaire de réseau d'éclairage public (ml)	
Voie principale	1160	Voie principale	1160
voie secondaire	1650	voie secondaire	1650
Total	2 810	Total	2 810
Consommations estimées kWh		Consommations estimées kWh	
Voie principale	15 250	Voie principale	5 600
voie secondaire	10 850	voie secondaire	6 400
Total	26 100	Total	12 000
Emissions de CO₂ (tCO₂/an)		Emissions de CO₂ (tCO₂/an)	
Voie principale	1.52 58%	Voie principale	0.56 47%
voie secondaire	1.08 42%	voie secondaire	0.64 53%
Total	2.6	Total	1.2

Pour un linéaire Total de **2 810 m** de voiries éclairées, la consommation énergétique prévisionnelle serait de **26 100 kWh/an** en équipement de base et **12 000 kWh/an** en LED. Ce qui correspond à un coût annuel estimé entre **3 900 et 1 800 € TTC** pour la collectivité. Les systèmes LED permettent une économie d'énergie de **63 %** par rapport à un équipement de base.

NB : l'approche économique est délicate. Les systèmes évoluent très rapidement et il y a encore assez peu de retour d'expérience. Aujourd'hui, il est raisonnable de considérer une durée de vie supérieure à 50 000 heures, les opérations de remplacement sont donc moins fréquentes qu'avec des lampes traditionnelles. De plus, les nouvelles technologies de lampadaires à LED permettent d'espacer d'avantage les mâts par rapport aux systèmes classiques.

Les émissions annuelles de CO₂ estimées seraient de **2,6 t/an** en équipement de base et **1,2 t/an** en LED.

Pour plus d'informations :

Eclairons les villes : Accélérer le déploiement de l'éclairage innovant dans les villes européennes ; rapport de la commission Européenne téléchargeable sur le site <http://www.clusterlumiere.com>

XI. 1^{ÈRE} APPROCHE SUR LES TRANSPORTS ET L'ÉNERGIE GRISE DES MATÉRIAUX

XI.1.1. TRANSPORTS

L'implantation du quartier par rapport au centre-bourg, aux zones d'activités commerciales, aux services (écoles, administrations), ou aux arrêts de transport en commun, va conditionner l'impact énergétique lié à l'usage de véhicules à moteur. De même, la facilité de relier les points d'activité cités plus haut grâce à des modes de déplacement doux (à pied, à vélo) aura une incidence sur l'usage de la voiture.

Le rôle de l'urbaniste est donc primordial pour optimiser les itinéraires des usagers afin de favoriser des modes de déplacement non polluants.

La situation du quartier e à proximité immédiate du centre bourg et de la gare est un véritable atout pour faciliter les déplacements doux.

A POLLUTION LIEE AUX VEHICULES A MOTEUR

Les véhicules motorisés sont sources d'émissions polluantes telles que des gaz à effet de serre (CO₂, CO...), du dioxyde de soufre (SO₂), des oxydes d'azote, des hydrocarbures et des particules.

Ces émissions entraînent des effets nocifs sur la qualité de l'air (pollution, effet de serre) et sur la santé (maladies respiratoires, allergies etc.).

Les caractéristiques des principaux polluants et quelques-uns de leurs effets sur la santé sont décrit en annexe.

De plus, les transports motorisés sont responsables de nuisances sonores et de danger qu'il est également important de réduire pour le confort des futurs habitants et des riverains.

B PROPOSITIONS POUR LIMITER L'IMPACT DES TRANSPORTS

L'impact des transports peut être limité grâce aux mesures suivantes :

- Favoriser les liaisons douces pour permettre un usage de la marche à pied et du vélo dans les trajets quotidiens
- Favoriser la desserte du quartier par les transports en commun : position des arrêts, fréquence de passage adaptée aux besoins quotidiens
- Favoriser le co-voiturage ou l'acquisition de véhicules partagés
- Rapprocher les lieux d'habitat des lieux de travail
- Rapprocher les commerces et les services des lieux d'habitat
- Implanter les zones de stationnement collectif en périphérie du quartier de manière à limiter la circulation à l'intérieur du quartier
- Limiter la circulation : zone piétons prioritaires, limiter les places de stationnement, création d'axes non traversants afin de ne pas inciter les non riverains à circuler dans la zone, limiter la vitesse.

C EVALUATION DE L'IMPACT DES TRANSPORTS

Les hypothèses relatives aux émissions polluantes des véhicules particuliers sont détaillées en annexe

HYPOTHESES DE COMPOSITION DU PARC AUTOMOBILES DU FUTUR QUARTIER :

Hypothèses retenues - parc voitures			
Norme	Diesel	Essence	Total
EURO1	0,00%	0,00%	0,00%
EURO2	19,50%	11%	30,00%
EURO3	20,15%	11%	31,00%
EURO4	24,70%	13%	38,00%
EURO5	0,65%	0,35%	1,00%
EURO6	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	65,00%	35,00%	100 %

HYPOTHESES RELATIVES AUX DISTANCES PARCOURUES

Le nombre de véhicule par logement a été fixé de la manière suivante :

- Collectifs et intermédiaires : 1.5 véhicule par logement
- Individuels groupés et lots libres : 2 véhicules par logement

Le tableau suivant présente les hypothèses relatives au nombre de véhicules liés aux habitants du futur quartier :

Typologie des logements	superficie (ha)	Nombre de logements	Nombre de voiture par logement	Total véhicules individuels
ZAC La Plesse Chauffeterie	21.00	633		1056
<i>Collectifs & semi-collectifs</i>		<i>421</i>	<i>1.5</i>	<i>632</i>
<i>Individuels- lots libres</i>		<i>212</i>	<i>2.0</i>	<i>424</i>

Figure 51: Hypothèses de nombre de véhicules

Les hypothèses de distances parcourues sont les suivantes :

- 50% des trajets quotidiens correspondent à des déplacements dans le bourg à pied ou à vélo
- 50% des trajets quotidiens sont vers le lieu de travail avec en moyenne 14 km aller-retour (d'après l'Observatoire Régional des Transports de Bretagne, la distance moyenne domicile travail en Bretagne est de 7 km)

Soit au total 14 780 km parcourus par jour par l'ensemble des véhicules du quartier.

ESTIMATION DES EMISSIONS ANNUELLES

Dans ces conditions, les émissions annuelles polluantes du parc automobile du quartier seraient les suivantes:

Polluant	Unité	Emissions
Oxydes d'azote (NO _x)	kg	1 030
Monoxyde de carbone (CO)	kg	5 700
Hydrocarbures (HC)	kg	190
HC + NO _x	kg	1 960
Particules (PM)	kg	190
Particules (P)*	kg	0
Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	kg	1
Dioxyde de carbone CO ₂	t	830

Figure 52: Emissions annuelles polluantes du parc automobile de l'opération

Pour un nombre total de 1 056 véhicules particuliers, les émissions annuelles dues aux transports seraient de 1 030 kg d'oxyde d'azote, 5 700 kg de monoxyde de carbone, 190 kg d'hydrocarbures, 1960 kg de (particules et oxydes d'azotes), 190 kg de particules et **830 tonnes de CO₂**.

XI.1.2. ENERGIE GRISE DES MATERIAUX

L'énergie grise des matériaux représente l'énergie nécessaire à leur production, à leur transport, à leur mise en place et à leur recyclage ou destruction en fin de vie.

Les analyses de cycle de Vie (ACV) permettent de travailler sur ce paramètre. Ce chapitre a pour objectif de donner des pistes de réflexion au maître d'ouvrage pour favoriser l'usage de matériaux ou de procédés à faible énergie grise.

A MATERIAUX DE VOIRIE

Il est difficile d'envisager de réduire l'énergie grise des matériaux de voirie puisque les solutions techniques font généralement appel à des liants :

- Hydrauliques, à base de ciment (nécessitant de la cuisson à haute température)
- Hydrocarbonés, issus du pétrole

Deux stratégies complémentaires peuvent néanmoins être engagées :

- **Réduire les surfaces de voirie** : en réalisant des voiries plus étroites, en réduisant le linéaire tout en favorisant les cheminements piétons moins exigeants en termes de matériaux (profondeur, densité)
- **Opter pour le traitement en place** : ce procédé permet, grâce à l'adjonction de chaux et de ciment suivis d'un compactage et de nivelage, de donner au sol existant des caractéristiques de voirie « classique ». Ce procédé permet d'éviter de terrasser et d'apporter des matériaux de carrière : ainsi, les déplacements des engins de chantier sont considérablement réduits, et par voie de conséquence la consommation de carburant fossile du chantier est fortement diminuée. Les sols limoneux et argileux se prêtent particulièrement bien à ces procédés. Une étude de sol pourrait permettre de confirmer l'intérêt pour le site.

Ces solutions sont à mettre en lien avec les préconisations relatives à la perméabilité des revêtements de sol pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales.

B MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Les matériaux de construction à faible énergie grise ou bio-sourcés pourraient être privilégiés : cela implique la mise en place de prescriptions particulières dans le Cahier de Prescriptions architecturales, paysagères et environnementales. La provenance des matériaux peut également être un critère avec l'objectif de privilégier des matériaux locaux (nécessitant un moindre transport) ou d'éviter la déforestation des forêts primaires.

Lots de construction	Propositions
Couverture	Ardoises naturelles produites en France
Bois de charpente	Bois européen (pas de bois exotiques)
Isolant	Fibre de bois, fibres de chanvre, ouate de cellulose, fibres textiles recyclées, liège
Gros œuvre	Ossature bois ou maçonnerie à faible énergie grise, terre crue, paille
Menuiseries extérieures	Bois ou mixte bois/alu
Revêtements de sol	Caoutchouc, linoléum naturel, terre cuite

Figure 53 : Propositions pour le recours à des matériaux à faible énergie grise dans les bâtiments

Ces préconisations permettent généralement d'aller dans le sens d'une meilleure qualité de l'air intérieur si des prescriptions sur les niveaux de COV pour les colles, les solvants, les peintures y sont associées.

Il est possible de faire des choix objectifs grâce aux indications contenues dans les fiches FDES des matériaux disponibles sur la base de l'INIES (www.inies.fr).

XII. SYNTHÈSE DES AVANTAGES ET CONTRAINTES DES ENERGIES RENOUVELABLES ETUDIÉES

Préconisations	Avantages	Contraintes	Impact environnemental
0- Solaire passif	Faible coût car intégré à la conception du bâtiment.	Favoriser une orientation nord/sud et prendre en compte les ombres portées.	Impact environnemental le plus faible : pas de technique, simplicité des principes, durabilité optimale car directement liée au bâti. Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où l'utilisation de solaire « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
1 - Solaire thermique	Permet de réduire la consommation d'énergie fossile de manière efficace. Positionnement clair du quartier vis-à-vis de l'extérieur (le solaire thermique se voit !).	Investissement parfois élevé, notamment sur les lots individuels. Etude spécifique sur les collectifs pour assurer un dimensionnement optimal.	Impact environnemental très faible de cette solution. Peu de consommation énergétique pour son fonctionnement, peu d'impact lié à la production des composants du système, durée de vie importante, proche de la durée de vie du bâtiment. Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où l'utilisation de solaire « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
2- Récupération d'énergie sur les eaux usées	Faible coût, installation simple	Production d'ECS collective	Bilan comptable « négatif » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (au sens où la récupération de chaleur « retire » du carbone – le bilan environnemental est donc positif).
3- Chauffage bois collective	Chaufferie collective par bâtiment : fonctionnement et gestion mutualisés. Prix du bois moins inflationniste que celui du gaz. <u>Modulation du Cepmax de la RT 2012</u>	Surface nécessaire pour une chaufferie collective. Frais de maintenance plus élevés que le gaz.	Bilan comptable « neutre » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (la combustion du bois n'ajoute pas de carbone lorsque les forêts sont replantées, ce qui est le cas en France).
4 - Réseau de chaleur bois	Solution qui permet de produire la quasi-totalité des besoins en chauffage et ECS des bâtiments collectifs à partir d'énergies renouvelables. Prix du bois moins inflationniste que celui du gaz. <u>Modulation du Cepmax de la RT 2012</u>	Investissement plus lourd, organisation juridique à mettre en œuvre pour la répartition ou la revente de chaleur. Rentabilité à calculer dans le cadre d'une étude d'approvisionnement en énergie.	Bilan comptable « neutre » sur la concentration en CO ₂ de l'atmosphère (la combustion du bois n'ajoute pas de carbone lorsque les forêts sont replantées, ce qui est le cas en France).
5 - Solaire photovoltaïque	Production d'énergie verte locale. Positionnement clair du quartier vis-à-vis de l'extérieur (le solaire photovoltaïque se voit !). Rentabilisation par le rachat de l'énergie.	Investissement important. Attention à ne pas négliger la performance énergétique des bâtiments au profit de l'investissement en photovoltaïque.	Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la production d'électricité verte.

XII- Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées

Préconisations	Avantages	Contraintes	Impact environnemental
6- PAC Géothermie	Récupération d'énergie dans le sol	Investissement important, forages	Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la récupération d'énergie. Impact négatif des fuites de fluides frigorigènes sur l'effet de serre Impact négatif sur la pointe de puissance électrique
7- PAC eau	Récupération d'énergie dans l'eau		Réduction de l'impact environnemental de l'ensemble de l'opération par la récupération d'énergie. Impact négatif des fuites de fluides frigorigènes sur l'effet de serre Impact négatif sur la pointe de puissance électrique
8- Micro éolien	Production d'électricité verte Visibilité	Investissement important, productivité dépendante du régime de vent et de l'exposition au vent, souvent faible en milieu urbanisé	Réduction de l'impact environnemental lié à la consommation d'électricité Diminution du Pic électrique

XIII. PROPOSITIONS D' ACTIONS SPECIFIQUES LIEES A L'ENERGIE

Ce paragraphe propose des actions spécifiques liées à l'énergie.

Elles pourront par exemple être intégrées aux critères de sélection de l'aménageur ou des promoteurs, au cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales ou aux actes de cession de terrain de la ZAC.

Au stade création, le niveau de précision du projet ne permet pas encore de se positionner concrètement sur tous les points. Néanmoins, pour ce projet de ZAC à Betton, le volet énergie est abordé en amont, au début des études préalables à la mise au point du dossier de création.

Ainsi certaines mesures liées à l'énergie sont déjà effectuées et d'autres prévues.

Le Tableau suivant décrit l'ensemble des mesures par degré de volontarisme croissant qui pourraient être mise en œuvre et détaille celles mise en place (en vert) ou prévues (en bleu) sur le projet :

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
BATIMENTS					
1-Réaliser des Bâtiments économes en énergie	Information et sensibilisation des acteurs du projet pour aboutir à un plan d'aménagement en cohérence avec les objectifs énergétiques	+	Mesure effectuée Le volet énergie a été abordé dès la phase diagnostic et fait l'objet de présentations spécifiques en réunion	Phase création : réunions, note de travail, plan d'orientation Phase réalisation : Plan d'aménagement, cahier des prescriptions	Vérification du plan d'aménagement Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie
	Plan de composition favorable aux apports solaires : permettant que les ouvertures principales soient orientées au Sud (+/- 20°) et limitant les ombres portées	+	Mesure effectuée Travail en concertation avec l'urbaniste et l'équipe de maîtrise d'œuvre pour optimiser le plan de composition	Phase création : réunions, note de travail, plan d'orientation Phase réalisation : Plan d'aménagement, cahier des prescriptions	Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie Vérification du plan d'aménagement (nombre de lots orientés Nord-Sud) et cahier des prescriptions
	Définir un niveau de performance énergétique, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> Exigence réglementaire : la RT 2012 l'impose Niveau RT 2012-XX% progressif par phase de l'opération Niveau passif sur un îlot 	- +	Mesure en réflexion La collectivité s'engage à réaliser un îlot à énergie passive. Cette mesure sera approfondie en phase réalisation	Phase création : la ville de Betton s'est engagée à : <ul style="list-style-type: none"> sensibiliser les riverains, les potentiels futurs acquéreurs et les acteurs de la construction sur le volet énergie, notamment à travailler la mise en place d'un lieu d'échange et 	Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie Attestation RT 2012 Etude RT 2012 Etudes spécifiques (PHPP , etc.)
		++	Les services instructeurs doivent		

XIII- Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
	<p>-Logements collectifs: imposer une ENR, solaire ou bois</p> <p>-Logements collectifs: réseau de chaleur à l'ilot (bois par exemple)</p>	++	<p>Mesure en réflexion</p> <p>La collectivité s'engage à renforcer les exigences réglementaires sur les bâtiments collectifs (par exemple en imposant des scénarios de solutions centralisées à l'étude d'approvisionnement ou en imposant le recours à une énergie renouvelable)</p>	<p>d'un accompagnement spécifique sur l'énergie auprès des futurs acquéreurs</p> <p>- les logements collectifs sont regroupés pour accentuer l'opportunité de créer des chaufferies collectives</p> <p><u>Phase réalisation</u> :</p> <p>Positionnement de la collectivité sur les exigences à respecter</p> <p>Traduction dans le cahier des prescriptions</p> <p>Accompagnement des maîtres d'ouvrages recommandé (BE, EIE etc.)</p>	Résultat des sondages
	<p>Faire réaliser des sondages pour mettre en évidence la présence d'éventuelles nappes en sous-sol et la possibilité de développer un système de PAC sur nappe phréatiques ou sur sondes géothermiques</p>	+	<p>Cette mesure peut être réalisée en phase création ou réalisation.</p> <p>En fonction des résultats, si un potentiel intéressant est mis en évidence, la collectivité pourra informer ou imposer le recours à la géothermie (CF: Objectif 2)</p>		
	<p>Promouvoir le recours à des fournisseurs d'électricité issue de ressources renouvelables</p>			<p><u>Phase création</u> : engagement de la collectivité à promouvoir l'électricité verte</p> <p><u>Phase réalisation</u> :</p> <p>Positionnement de la collectivité sur les modalités de promotion :</p>	

XIII - Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
				<p>-Traduction dans le cahier des prescriptions</p> <p>-Sensibilisation et information des futurs habitants en partenariat avec l'agence locale de l'énergie (ALEC)</p>	
	<p>Prévoir la possibilité d'utiliser du bois (accès, espace de stockage.</p>		<p>Mesure en réflexion</p> <p>La nécessité de prévoir ou de rendre possible la livraison de bois énergie (desserte + stockage) est connue des concepteurs</p>	<p><u>Phase création :</u></p> <p>Sensibilisation des acteurs du projet (réalisée)</p> <p><u>Phase réalisation :</u></p> <p>Plan d'aménagement : desserte des parcelles, espace de stockage approprié</p> <p>Cahier des prescriptions</p> <p>Sensibilisation et information des futurs habitants</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions</p> <p>Vérification à l'instruction du PC</p>
<p>3-Minimiser les appels de puissance sur le réseau électrique en hiver pour le chauffage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Informer sur le Pacte électrique breton - Pompes à chaleur autorisées uniquement en relève de chaudière. - Interdire les PAC air/air et air/eau - Chauffage électrique comme solution de chauffage interdit sauf si la consommation conventionnelle en <u>énergie finale</u> est inférieure à 15 kWh/m²/an 	<p>-</p> <p>+</p> <p>++</p> <p>+++</p>	<p>Les solutions utilisant uniquement l'électricité comme énergie pour le chauffage et la production d'ECS contribuent à fragiliser le réseau de distribution d'électricité breton</p>	<p><u>Phase création :</u></p> <p>Sensibilisation des acteurs du projet (réalisée)</p> <p>La collectivité s'engage à informer sur le Pacte électrique Breton et limiter le recours aux PAC air/air. Par exemple en autorisant le recours à ce type de système que sous certaines conditions (niveau de performance énergétique du bâtiment très élevée, niveau de performance énergétique du système (COP) minimum à respecter)</p> <p>La collectivité réfléchira également sur les moyens de limiter le recours</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions</p> <p>Vérification à l'instruction du PC</p>

XIII - Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre au chauffage électrique.	Modalité de suivi
4- Réduire l'énergie grise des matériaux utilisés	<ul style="list-style-type: none"> - Energie grise: recommander sans imposer ou interdire - Conseiller l'usage de matériaux biosourcés - Interdire l'usage du PVC pour les menuiseries - Imposer l'usage de matériaux biosourcés pour l'isolation/les menuiseries 	<p style="text-align: center;">- + ++ +++</p>		<p><u>Phase création :</u> La collectivité s'engage à recommander l'usage de matériaux biosourcés et à faible énergie grise</p> <p><u>Phase réalisation :</u> Positionnement de la collectivité en faveur de la réduction de l'énergie grise du projet</p> <p>Traduction dans le cahier des prescriptions</p> <p>Accompagnement par des spécialistes</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions</p>
TRANSPORTS ET VOIRIES					
5-Faciliter l'usage des transports en commun et des modes de transport doux	<p>Prévoir des arrêts de bus au cœur ou à proximité immédiate du nouveau quartier sur les voies principales</p> <p>Prévoir des cheminements doux (piétons et vélos) identifiés, accessibles et en trajets directs pour relier les points du quartier entre eux et au centre-ville</p>		<p>Mesure effectuée</p> <p>La proximité de la gare et du centre de Betton ont constitué des avantages dans le choix de l'emplacement du projet. Cette situation facilite l'usage des transports en communs ainsi que les déplacements doux.</p> <p>D'autre part les services de Rennes Métropole ont été sollicités pour</p>	<p><u>Phase création :</u> Choix du site en fonction de la desserte par les transports en communs et la proximité des services et commerces ou d'un pôle multimodal.</p> <p>Intégration les déplacements doux à la conception du projet</p> <p><u>Phase réalisation :</u></p>	<p>Vérification du plan d'aménagement</p> <p>Réalisation ou actualisation d'un plan des déplacements doux à l'échelle de la commune</p> <p>Réalisation d'une enquête sur le mode de transports des habitants du quartier, quelques années après la fin de son aménagement</p>

XIII - Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
			<p>demander la desserte en bus du futur quartier et ont répondu de manière favorable.</p> <p>Le projet de ZAC intègre un maillage de liaisons douces piétons et/ou vélos en connexion avec les quartiers Voisins, la gare, le centre-ville, les équipements publics et l'ensemble du territoire de Betton.</p> <p>Une nouvelle aire de covoiturage sera aménagée au niveau du rond-point de la Haute-Plesse.</p>	<p>Conforter les dispositions prises dès la phase création</p> <p>Plans d'aménagement</p> <p>Prévoir l'information et la sensibilisation des futurs habitants</p>	<p>Vérification du plan d'aménagement</p>
<p>6-Limiter la circulation des véhicules à moteur dans le nouveau quartier</p>	<p>Concevoir des voies partagées</p> <p>Créer des poches de stationnement regroupées en limite du nouveau quartier</p>		<p>Les emprises des voies sont dimensionnées pour répondre aux différents types d'occupation, en réduisant au minimum la bande dédiée à la circulation motorisée. Ce parti pris favorise ainsi le partage des usages et une modération de la vitesse.</p>	<p><u>Phase création :</u></p> <p>Maillage viaire du projet</p> <p>Schéma d'intention</p> <p><u>Phase réalisation :</u></p> <p>Plan d'aménagement</p> <p>Profil de voiries</p> <p>Signalétique / Information</p>	<p>Recensement des bornes de recharge</p> <p>Etude sur le taux d'utilisation des bornes</p>
<p>7-Anticiper la transition vers les véhicules électriques</p>	<p>Donner la possibilité d'installation de bornes de recharges pour véhicules électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> -dans les parkings de stationnements collectifs -sur les ombrières photovoltaïques 		<p>Obligation pour tous les PC de logements collectifs ou bureaux neufs déposés à compter du 1^{er} juillet 2012</p> <p>Arrêté du 20 février 2012 relatif à l'application des articles R. 111-14-2 à R. 111-14-5 du code de la construction et de l'habitation</p> <p>L'installation de bornes de recharges électriques au niveau de la surface</p>	<p><u>Phase création :</u></p> <p>La ville de Betton (ou son futur concessionnaire) s'engage à installer une borne de recharge au niveau de la surface commerciale.</p> <p>Une étude est en cours pour en définir les possibilités techniques.</p>	

XIII - Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
			commerciale est une véritable volonté du projet. Une étude mobilité durable est en cours pour en définir les possibilités techniques.		
8-Optimiser l'éclairage public	-Réaliser une étude d'éclairage public secteur par secteur en phase réalisation -Faire réaliser une étude de faisabilité éclairage LED -Extinction nocturne de l'éclairage public et pilotage par horloges astronomiques -Favoriser l'éclairage des cheminements piétons plutôt que celui des routes	- + +	Mesure en réflexion Une étude sur l'éclairage public est prévue en phase réalisation L'éclairage public est semi-permanent sur la commune La commune a déjà une expérience en LED sur un autre projet de ZAC	<u>Phase création :</u> La ville de Betton (ou son futur concessionnaire) s'engage à faire réaliser une étude sur l'éclairage en phase réalisation <u>Phase réalisation :</u> Réalisation d'une étude d'optimisation de l'éclairage public et conception d'un éclairage performant.	Bilan énergétique de l'éclairage
ADAPTATION A LA TRANSITION ENERGETIQUE					
9-Prévoir l'évolution vertueuse des consommations	Adapter le dimensionnement du réseau de distribution d'électricité à un contexte de bâtiments peu énergivores, non chauffés à l'électricité, pour faire des économies d'investissement.	+++	Discussion à initier avec le concessionnaire du réseau et le SDEE35 en phase de réalisation : concerne le dimensionnement des réseaux et des transformateurs.		
10-Accompagner les futurs habitants dans la démarche de sobriété énergétique	Informers les futurs habitants des objectifs fixés sur l'opération au travers de réunions d'information et de supports de communication, en amont de leur acquisition	+	Mesure en réflexion Un accompagnement est prévu	<u>Phase création :</u> La ville de Betton s'engage à mettre en place un accompagnement des futurs habitants sur l'énergie par un prestataire spécialisé <u>Phase réalisation :</u> Formalisation des modalités d'accompagnement (forme, support	Mise en place d'un plan d'action Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin Etc.

XIII- Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	Remarque	Mise en œuvre	Modalité de suivi
11-Créer les conditions d'une conception performante	Informations spécifiques des futurs acquéreurs sur les enjeux énergétiques, les objectifs à atteindre et comment y arriver. Mettre en place de démarches d'accompagnement aux projets individuels et collectifs Accompagner les maîtres d'ouvrage dans leur démarche de conception grâce à un conseil spécifique pendant la conception Réserver un lot à de l'autopromotion performante (logement individuel ou intermédiaire)	+	Mesure en réflexion Un accompagnement est prévu	d'information, etc.) <u>Phase création :</u> La ville de Betton s'engage à mettre en place un accompagnement des futurs habitants sur l'énergie par un prestataire spécialisé <u>Phase réalisation :</u> Contractualisation de la mission de suivi avec un bureau d'études spécialisé ou l'Alec,	Mise en place d'un plan d'action Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin Etc.
11-Faciliter le financement de la construction performante	Réduire le prix du foncier pour les projets qui s'inscrivent dans une démarche de performance énergétique élevée Participer au financement de l'isolation des bâtiments et/ou de la production locale d'énergie Proposer des aides financières sur des bâtiments passifs. Par exemple, passer des accords avec une banque afin que la faiblesse des charges de chauffage sur un bâtiment passif soit prise en compte pour obtenir une mensualité de remboursement de prêt plus élevée	+++ +++ ++++			

XIV. PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES

XIV.1. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES LIEES A LA RT 2012

Bâtiment concerné	Orientation	Prescriptions de la RT 2012	Détail issu de l'arrêté du 26 octobre 2010
Maisons individuelles et maisons accolées	Recours à une énergie renouvelable obligatoire	Recours au solaire thermique pour la production d'ECS	Produire l'eau chaude sanitaire à partir d'un système de production d'eau chaude sanitaire solaire thermique [...] Le logement est équipé a minima de 2 m ² de capteurs solaires permettant d'assurer la production d'eau chaude sanitaire, <u>d'orientation sud et d'inclinaison entre 20° et 60°</u> ;
		OU contribution des énergies renouvelables > 5 kWh _{ep} /m ² /an	OU démontrer que la contribution des énergies renouvelables au Cep du bâtiment [...] est supérieure ou égale à 5 kWh _{ep} /m ² .an).
		OU raccordement à un réseau de chaleur alimenté à + de 50% par une énergie renouvelable	OU être raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération ;
		OU recours à une production d'eau chaude sanitaire thermodynamique	OU recourir à une production d'eau chaude sanitaire assurée par un appareil électrique individuel de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique, ayant un coefficient de performance supérieur à 2, selon le référentiel de la norme d'essai prEN 16147
		OU recours à un système de micro-cogénération	OU recourir à une production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assurée par une chaudière à micro-cogénération à combustible liquide ou gazeux, dont le rendement thermique à pleine charge est supérieur à 90 % sur PCI, le rendement thermique à charge partielle est supérieur à 90 % sur PCI et dont le rendement électrique est supérieur à 10 % sur PCI.
Maisons individuelles, accolées et bâtiments de logements collectifs	Garantir l'accès à l'éclairage naturel	Garantir une surface de parois vitrées minimale	Pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, la surface totale des baies, mesurée en tableau, est supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.

XIV.2. PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA JUSTIFICATION DES PERFORMANCES

Bâtiment concerné	Orientation	Prescriptions de la RT 2012	Décret n°2011-544 du 18 mai 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments
Bâtiments soumis à la RT 2012	Justifier de la prise en compte des prescriptions de la RT 2012 en phase conception	Dépôt d'une attestation au dépôt du permis de construire	<p>Le maître d'ouvrage de tout bâtiment neuf ou de partie nouvelle de bâtiment existant [...] établit [...] un document attestant qu'il a pris en compte ou fait prendre en compte par le maître d'œuvre [...] la réglementation thermique [...] et en particulier :</p> <p>« – la prescription concernant le besoin conventionnel en énergie d'un bâtiment pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage [...]</p> <p>« – les prescriptions sur les caractéristiques thermiques intervenant dans la performance énergétique du bâtiment [...]</p> <p>« Cette attestation est établie sur un formulaire conforme à des prescriptions fixées par arrêté. Elle est jointe à la demande de permis de construire [...].</p>
	Justifier de la prise en compte des prescriptions de la RT 2012 à l'achèvement du chantier	Dépôt d'une attestation à l'achèvement du chantier	<p>A l'achèvement des travaux portant sur des bâtiments neufs ou des parties nouvelles de bâtiment existant soumis à permis de construire [...] :</p> <p>« – [...] le maître d'ouvrage fournit [...] un document attestant la prise en compte par le maître d'œuvre de la réglementation thermique OU</p> <p>« – [...] le maître d'ouvrage fournit [...] un document attestant qu'il a pris en compte la réglementation thermique.</p> <p>« Le document ainsi établi doit attester la prise en compte :</p> <p>« – de la prescription concernant la consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation [...]</p> <p>« – de la prescription concernant le besoin conventionnel en énergie d'un bâtiment pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage [...]</p> <p>« – pour certains types de bâtiments, de la prescription concernant la température intérieure conventionnelle atteinte en été [...]</p> <p>« – des prescriptions sur les caractéristiques thermiques intervenant dans la performance énergétique du bâtiment [...]</p> <p>« Cette attestation est établie sur un formulaire conforme à des prescriptions fixées par arrêté. Elle est jointe à la déclaration d'achèvement des travaux [...].</p>

XV. SYNTHÈSE

Cette étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables met en évidence :

- La disponibilité immédiate de plusieurs énergies renouvelables (solaire passif, solaire actif, énergie bois, géothermie peu profonde)
- Les conditions de mobilisation de ces énergies
- La disponibilité locale du bois énergie
- L'intérêt économique sur les coûts d'exploitation sur 20 ans du recours aux énergies renouvelables
- L'impact environnemental réduit par rapport aux énergies fossiles de l'utilisation des énergies renouvelables

Plusieurs scénarios d'approvisionnement en énergie mobilisant les énergies renouvelables ont été étudiés : le tableau suivant propose une synthèse qualitative des résultats obtenus :

Le code couleur traduit la réponse du scénario aux critères proposés

Scénario étudié	Critère	Faible consommation en Energie finale	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement la 1ère année	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
S0 : Gaz		Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Rouge	Vert
S1: Gaz + ECS solaire		Jaune	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert
S2: Bois granulés		Rouge	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Jaune	Vert	Jaune	Vert	Rouge
S4- PAC air/eau		Vert	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Rouge

Figure 54 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement collectif

Ainsi, pour un logement collectif, les S1 et S2 présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée que le scénario 3, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

Scénario étudié	Critère	Faible consommation en Energie finale	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement la 1ère année	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
S0 : Gaz + ballon thermodynamique		Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
S1: Gaz + ECS solaire		Jaune	Jaune	Vert	Jaune	Rouge	Vert
S2: Bois granulés + ballon thermodynamique		Jaune	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Rouge	Vert	Rouge	Vert	Rouge
S4- PAC air/eau		Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert	Rouge

Figure 55 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques- logement individuel

LEGENDE Scénario

Réponse Favorable	Réponse mitigée ou adaptée partiellement au critère	Réponse Défavorable ou inadaptée
-------------------	---	----------------------------------

En logement individuel, les S0 et S2 présentent une réponse aux critères d’analyse plus adaptée que le scénario 3.

Le recours aux énergies renouvelables permettrait de réduire certains besoins énergétiques mais surtout les émissions de gaz à effet de serre.

Le recours au solaire passif (bioclimatisme), au solaire actif (production de chaleur ou d’électricité), à la biomasse sont donc des solutions à privilégier.

La densité énergétique du quartier est trop faible pour créer un réseau de chaleur unique. Des solutions de chaufferies collectives par îlot pourraient être intéressantes à étudier opération par opération : sur la base de bâtiments très performants, le seul critère de densité énergétique n’est pas forcément favorable, mais une étude économique détaillée pourra montrer un intérêt.

L’ensemble des propositions permettant d’atteindre les objectifs est présentée dans le tableau « **SYNTHESE DES OBJECTIFS ET DES MESURES ASSOCIEES** ».

Le tableau suivant présente la synthèse des impacts estimés pour les 2 grands types de consommations énergétique :

	Consommation énergétique annuelle estimée	Emissions de CO ₂ t/an
Bâtiments (tous usages)	2 800 à 4 550 MWh _{ef} /an (RT 2012)	170 à 610 t/an
Consommation conventionnelles	2 500 à 3 700 MWh _{ef} /an (PASSIF) <i>en fonction du type d’énergie utilisé et du niveau de performance</i>	130 à 470 t/an <i>en fonction du type d’énergie utilisé et du niveau de performance</i>
Transports	-	830 t/an <i>selon nos hypothèses</i>
Eclairage	12 à 26 MWh _{ef} /an	1,2 à 2,6 t/an

Figure 56: Synthèse des impacts estimés d’un point de vue énergétique et effet de serre

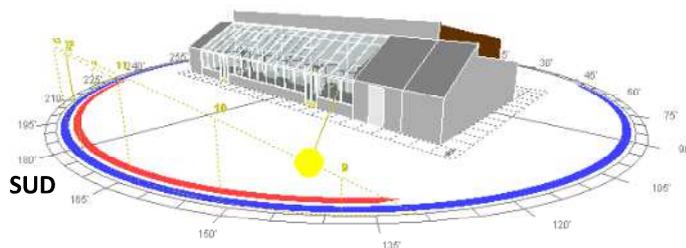
Enfin, il sera nécessaire d’informer et d’accompagner les futurs habitants sur la mise en place des solutions mobilisant les énergies renouvelables pour leur permettre de faire un choix pertinent.

ANNEXES : FICHES TECHNIQUES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

FICHE ENERGIE SOLAIRE GENERALITES

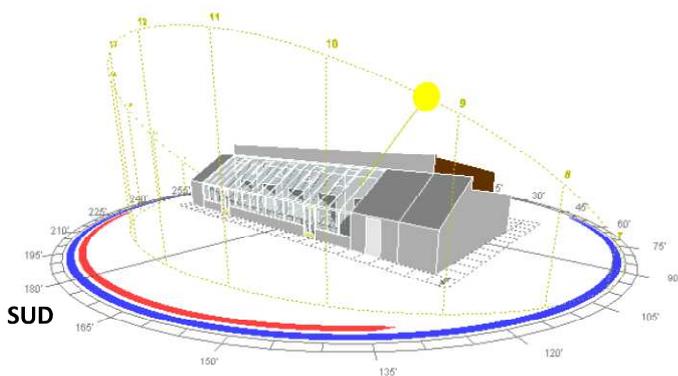
TRAJECTOIRE DU SOLEIL AU COURS DE L'ANNEE

La démarche d'optimisation des apports solaires nécessite la compréhension de la trajectoire du soleil dans le ciel, en fonction des saisons. Les figures suivantes illustrent 3 trajectoires correspondant à l'hiver à la mi-saison et l'été.



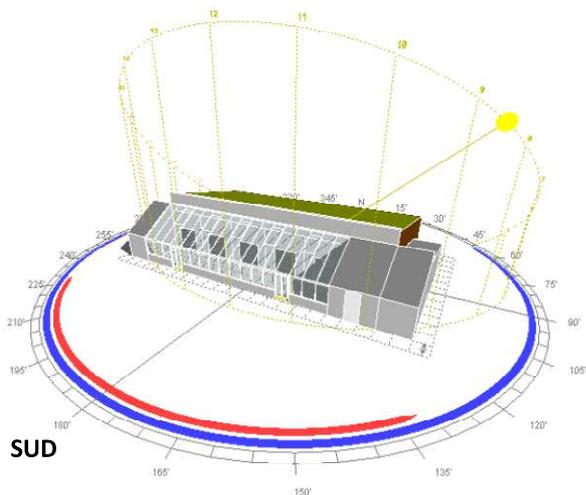
Hiver

Trajectoire courte et basse sur l'horizon.
Le soleil se lève au Sud-Est, se couche au sud-ouest



Mi-saison

Trajectoire longue et plus haute dans le ciel: le soleil se lève à l'Est, se couche à l'Ouest



Eté

Trajectoire longue et très haute dans le ciel: le soleil se lève au Nord-Est, se couche au Nord-Ouest.

CONSEQUENCES POUR LES APPOINT SOLAIRES

Ces conséquences sont étudiées du point de vue d'un exemple très simple de bâtiment parallélépipédique, pour illustrer l'impact de l'orientation des façades principales sur les apports solaires dont va bénéficier le bâtiment.

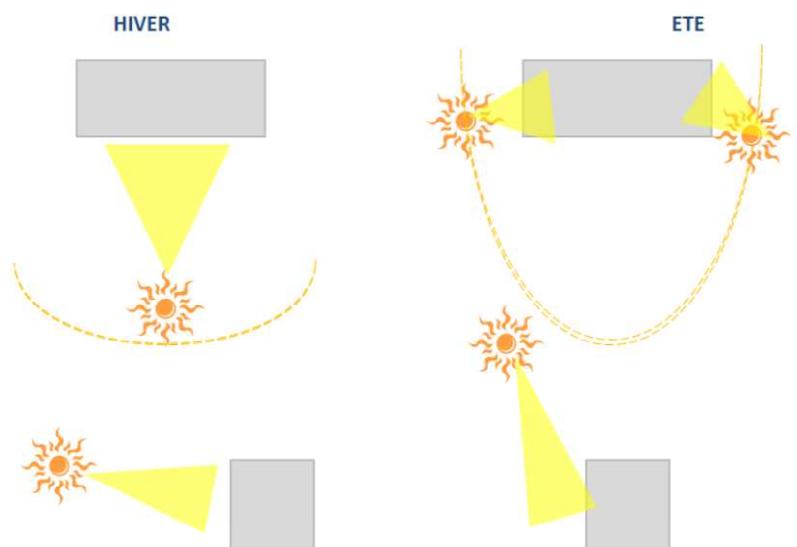
Il est évident que la réalité est toujours plus nuancée car l'architecte ne conçoit pas des bâtiments uniquement parallélépipédiques, ni orientés strictement Nord-Sud ou Est-Ouest.

Mais il est important de garder à l'esprit les grands principes présentés ci-dessous dès la phase de conception d'une opération d'aménagement.

BATIMENT DONT LES FAÇADES PRINCIPALES SONT ORIENTEES AU SUD

Les schémas ci-dessous montrent qu'avec des façades principales orientées au Sud :

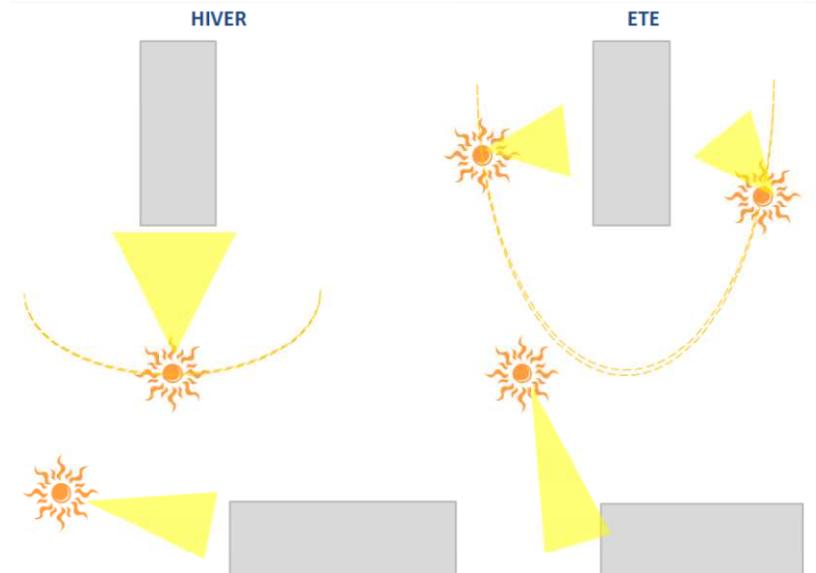
- en hiver : le bâtiment **profite d'apports solaires gratuits**, car le **soleil est bas sur l'horizon** avec un rayonnement incident proche de l'horizontal, qui pénètre donc facilement par les vitrages ;
- en été : **les apports solaires directs au Sud sont limités** car le soleil est très haut dans le ciel, une simple casquette horizontale permet de s'en protéger complètement ;
- en été : **le bâtiment évite les apports solaires trop importants par les façades Ouest et Est**, lorsque le développé de ces façades n'est pas trop important, ce qui limite les risques de surchauffe.



BATIMENT DONT LES FAÇADES PRINCIPALES SONT ORIENTEES EST OU OUEST

Les schémas ci-dessous montrent qu'avec des façades principales orientées à l'Est ou à l'Ouest

- en hiver : le bâtiment ne profite pas d'apports solaires gratuits, car **le rayonnement solaire provient d'un cadran Sud-Est à Sud-Ouest**, les façades principales ne sont donc pas impactées ;
- en été : le bâtiment bénéficie d'apports solaires importants le matin à l'est (de 6h à 12h) et l'après-midi à l'Ouest (de 14h à 21h) ce qui favorise les risque de surchauffes.



PRECONISATIONS D'ORDRE GENERAL

La démarche d'optimisation énergétique peut donc être décrite en plusieurs étapes.

ORIENTATION DES BATIMENTS

A l'échelle du bâtiment :

- prévoir les façades principales au Sud : une orientation Sud-Ouest à Sud-Est reste pertinente. Les façades principales s'entendent la plupart du temps « côté jardin » pour les maisons individuelles ;
- assurer un recul suffisant entre les bâtiments pour permettre un accès au soleil au Sud dans les conditions les plus défavorables (solstice d'hiver).
- Prévoir des protections solaires adaptées pour éviter le risque de surchauffe et donc les consommations énergétiques liées à la climatisation.

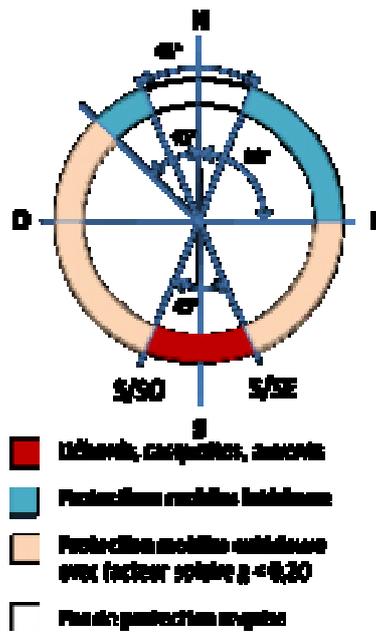


Figure 57: Protections solaires adaptées selon l'orientation (Source : La conception bioclimatique, Terre vivante)

Cette démarche mise en œuvre à l'échelle du Plan Masse permet également de favoriser l'implantation de capteurs solaires, qu'ils soient thermiques ou photovoltaïques.

Dans une optique uniquement axée sur l'accès au soleil pour la production d'énergie solaire thermique ou photovoltaïque, il convient donc de respecter au mieux ce recul pour optimiser la production.

A l'échelle des logements :

- Préférer une orientation des logements Nord-Sud : espaces tampons au Nord, espaces de vie au Sud
- Eviter les logements mono-orientés à l'Est ou à l'Ouest : des logements traversants permettent de minimiser l'impact d'une orientation défavorable
- Proscrire les logements mono-orientés au Nord, qui ne bénéficieront d'apports solaires que tôt le matin et tard le soir en été.

IMPACT DU RELIEF

Le relief a un impact fort sur les apports solaires. En effet, en terrain plat (pente=0%), l'optimisation des apports solaires devrait permettre, dans l'idéal, aux façades principales de bénéficier d'apports solaires gratuits en hiver, lorsque :

- le soleil est bas sur l'horizon
- les besoins en chauffage sont les plus importants

Dans ces conditions, la hauteur angulaire du soleil, le 21 décembre à midi (solstice d'hiver) est de 18° . Aucun obstacle ne devrait donc se trouver dans le champ de cette hauteur angulaire pour éviter les masques et les ombres résultantes. Sur une surface plane, cet angle impose ainsi un recul de 3.1 fois la hauteur des bâtiments situés juste au sud du bâtiment étudié.

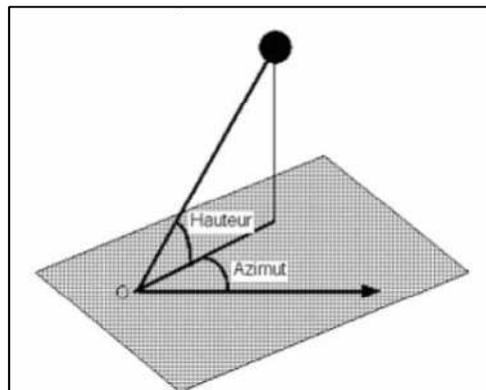


Figure 58: hauteur angulaire (source ENSTIB)

Sur un secteur accidenté, plus la pente est forte vers le Nord, plus les marges de recul devront augmenter. Le schéma suivant présente les paramètres à prendre en compte pour le calcul des marges de recul entre 2 bâtiments :

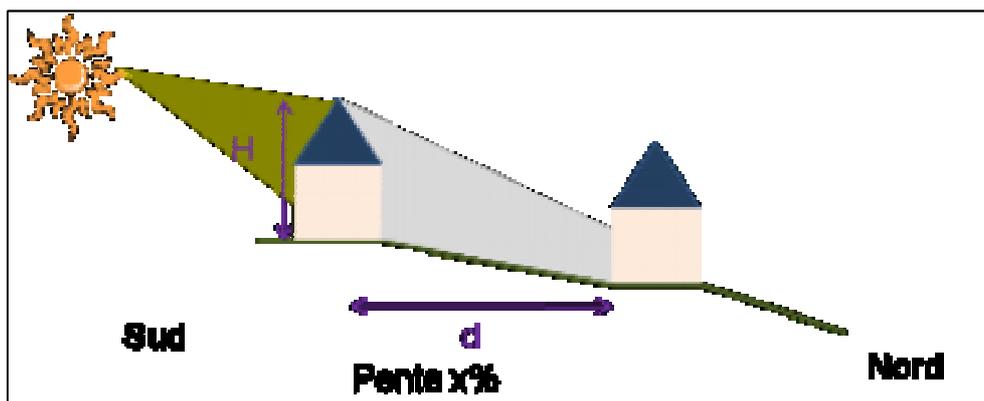


Figure 59: Paramètres à prendre en compte pour le calcul des marges de recul

Le tableau suivant présente un exemple de calcul de marge de recul entre un bâtiment de hauteur $H=9$ m situé au Sud d'un bâtiment à créer pour des pentes allant de 0 à 6%. La ratio d/H peut être utilisé dans tous les cas de figure.

penne du terrain	ratio d/H	Avec $H=9$ m
6.0%	$d= 4.33 \times H$	$d= 39.0$ m
5.5%	$d= 4.24 \times H$	$d= 38.2$ m
5.0%	$d= 4.15 \times H$	$d= 37.4$ m
4.5%	$d= 4.05 \times H$	$d= 36.5$ m
4.0%	$d= 3.96 \times H$	$d= 35.6$ m
3.5%	$d= 3.86 \times H$	$d= 34.7$ m
3.0%	$d= 3.76 \times H$	$d= 33.8$ m
2.0%	$d= 3.54 \times H$	$d= 31.9$ m
0.0%	$d= 3.08 \times H$	$d= 27.7$ m

Ces marges de recul ne peuvent pas toujours être mises en œuvre, car elles rentrent en interaction avec d'autres enjeux (densité, voirie, formes urbaines etc.). Cependant, plus elles seront optimisées, plus les bâtiments pourront profiter d'apports solaires gratuits.

MASQUES SOLAIRES

Le maintien de haies bocagères est important puisqu'elles ont un rôle à jouer sur le maintien de la qualité de l'eau, peuvent servir de corridor écologique lorsque qu'un réel maillage existe ou a été reconstitué.

Il conviendra donc de prendre en compte les arbres qui seront conservés dans le projet de manière à ce que leur ombre portée ne limite pas trop les apports solaires. **Dans l'ombre d'une haie de grande taille, un espace de jeux ou un parking collectif pourrait être aménagé par exemple.**

FORMES URBAINES

En ce qui concerne les **formes urbaines**, la prise en compte de la performance énergétique peut se traduire par les priorités suivantes :

- privilégier la **densité des logements** : des maisons groupées avec deux parois mitoyennes sont moins déperditives que des maisons isolées ;
- privilégier des **formes architecturales compactes** : des logements semi-collectifs (en R+1 ou R+2) permettent souvent d'aboutir à une meilleure compacité que des maisons groupées ;
- privilégier des **logements traversants** : les maisons individuelles sont généralement traversantes. Pour des petits collectifs, cet objectif permet souvent d'organiser les espaces de vie au Sud et les espaces fonctionnels (entrée, buanderie, coursives d'accès extérieur) au Nord. Les logements traversants ont l'avantage de permettre une ventilation naturelle estivale pour éviter les surchauffes. Cette organisation permet aussi d'éviter la plupart du temps les logements défavorisés d'un point de vue de l'orientation (orientation principale au Nord ou Nord-Est par exemple).

FICHE ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

A RAPPEL SUR LE SOLAIRE THERMIQUE

L'énergie solaire est une énergie gratuite, abondante et renouvelable. C'est l'énergie renouvelable de prédilection pour la production d'eau chaude, notamment celle à basse température.

Un rayonnement global d'environ 1500 kWh/m² « tombe » par an sur les départements de l'Ouest de la France, cela correspond à peu près à 150 litres de fioul par m².

Cette énergie arrive sous deux formes, le rayonnement direct provenant directement du soleil et le rayonnement diffus lorsque le ciel est nuageux. Le rayonnement diffus représente plus de la moitié du rayonnement annuel dans nos régions.

Une installation solaire thermique permet de récupérer environ 40 à 60% du rayonnement global provenant du soleil pour chauffer de l'eau, destinée à la production d'eau chaude sanitaire ou à du chauffage.

Le schéma suivant présente une installation simplifiée de type solaire collectif pour la production d'eau chaude sanitaire.

Une installation solaire comprend les éléments suivants :

- un **réseau de capteurs solaires** qui permet de transférer l'énergie solaire au fluide qui le traverse au moyen de l'absorbeur ;
- le circuit primaire qui permet de transporter et de transférer l'énergie solaire vers l'eau à travers un échangeur externe ou interne ;
- le **ballon de stockage solaire** qui permet d'accumuler l'eau chaude pour une utilisation ultérieure ;
- une **source d'énergie d'appoint**, instantanée ou couplée à un stockage d'eau chaude ;
- différents organes en fonction des systèmes : circulateurs primaires et secondaires, régulateurs, sondes, etc.

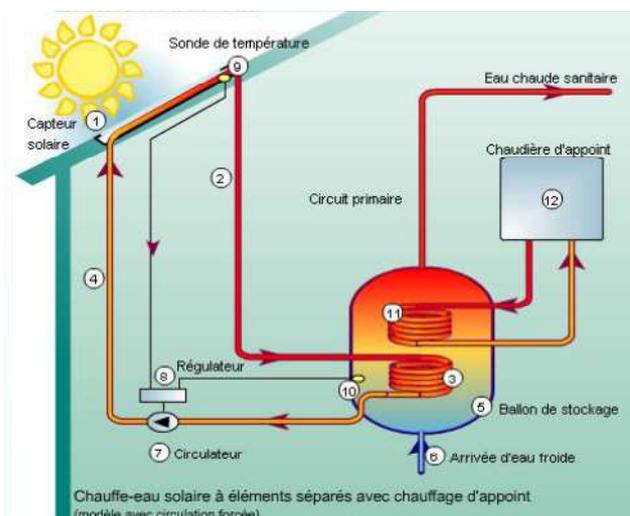


Figure 60 : principe de fonctionnement d'un' installation solaire thermique

B TYPES D'UTILISATION

L'énergie solaire thermique peut être utilisée dans l'Ouest de la France sans restriction particulière, autant dans les logements individuels que les logements collectifs.

Les établissements recevant des personnes âgées de type **EHPAD** sont eux aussi de bon candidats à l'utilisation du solaire thermique car les **besoins en eau chaude sanitaire sont importants toute l'année**.

En revanche, les **locaux tertiaires et les commerces** ont généralement de faibles besoins en eau chaude. Il n'est donc **pas judicieux de le prévoir pour ces bâtiments** (en dehors de commerces spécifiques avec des forts besoins d'eau chaude).

Le solaire thermique est généralement utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire. Il est important de rappeler que les systèmes solaires thermiques peuvent également participer à réduire de manière globale les besoins thermiques des bâtiments en produisant également une partie du chauffage.

Les installations solaires thermiques permettent de faire des économies d'énergie qui représentent environ :

- 40 à 50% des besoins d'eau chaude sanitaire lorsque le solaire est uniquement dimensionné pour la production d'eau chaude,
- 30% environ sur le chauffage et 60 à 65% sur l'eau chaude lorsque le système est dimensionné pour assurer une part des besoins de chauffage en complément de l'eau chaude.

C LES SCHEMAS POSSIBLES ET CEUX QU'IL CONVIENT D'EVITER ABSOLUMENT

Plusieurs éléments sont à retenir pour l'installation d'énergie solaire pour la production d'eau chaude :

- **environ 4 à 5 m² pour les maisons individuelles ;**
- **environ 1 à 1,5 m² pour les logements collectifs ;**
- **éviter tout surdimensionnement** : en effet, il est toujours préférable de sous dimensionner une installation solaire :
 - o l'investissement d'une installation solaire « sous dimensionnée » sera toujours mieux rentabilisé ;
 - o les risques de surchauffe (en mi-saison et en été) du liquide caloporteur de l'installation seront réduits ce qui augmentera la pérennité de l'installation (pas de risque de corrosion des tuyaux) ;
 - o les subventions de l'Ademe (logements collectifs notamment) sont liées à un rendement minimum de 400 kWh/m²/an ce qui conduit à limiter le nombre de capteurs ;
- **incliner les panneaux solaires à 45° environ ;**
- **maintenir une orientation au sud à plus ou moins 25° maximum ;**
- **limiter les ombres et les masques (bâtiments proches, végétation) ;**
- ne pas installer autant d'installations solaires que de logements dans un bâtiment collectif. Ce principe est parfois préconisé mais il n'est jamais rentable d'un point de vue technique ou économique ;
- dans une installation solaire collective, il convient de limiter au mieux la longueur de tuyauterie de distribution et d'isoler ces tuyauteries au maximum. En effet, afin de réduire les risques de légionelles, l'eau chaude devra généralement circuler en continu dans l'ensemble des logements (notion de bouclage), 24h/24 7j/7 toute l'année. Les pertes de bouclage peuvent ainsi être très importantes et limiter d'autant le gain des installations solaires.

L'utilisation du solaire en combinaison chauffage + eau chaude, est généralement privilégiée pour les maisons individuelles avec un plancher chauffant de type PSD (plancher solaire direct). Ce principe peut néanmoins être étudié dans le cas de bâtiments collectifs, une étude spécifique doit permettre de dimensionner au mieux les composants pour limiter les surchauffes et optimiser économiquement l'ensemble.

D PRECONISATIONS

L'intégration d'énergie solaire a été prise en compte lors de la modélisation initiale (niveau BBC). Sans cette utilisation, les consommations en énergie pour l'eau chaude pourraient se trouver doublées.

Nous vous conseillons donc de préconiser l'utilisation de ce type d'énergie pour tous les bâtiments dont les besoins d'eau chaude sont importants en imposant une étude de faisabilité au minimum pour les bâtiments collectifs.

Il est nécessaire de rappeler que la réglementation thermique (RT2012), en vigueur dans les bâtiments d'habitation impose, pour les logements individuels et assimilés, l'utilisation d'énergie renouvelable pour la production d'eau chaude sanitaire. Le solaire est, à ce titre, l'une des sources privilégiées pour répondre à ce principe.

FICHE ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'énergie solaire photovoltaïque est une solution de production d'énergie électrique décentralisée qui peut être avantageusement étudiée lors de la construction de bâtiments neufs, par exemple.

En revanche, même si l'intégration de tels systèmes doit être réfléchi le plus en amont dans les projets de construction, notamment pour assurer une intégration réussie, **il est toujours préférable de considérer le photovoltaïque en dehors de la phase d'optimisation énergétique du bâtiment. Un bâtiment doit d'abord être performant à l'aide d'une bonne orientation (démarche bio-climatique), d'une bonne enveloppe (isolation, vitrage), avant d'être performant par l'intégration de systèmes énergétiques complexes.**

L'installation de panneaux photovoltaïques pourrait être envisagée afin de produire de l'énergie électrique localement et de revendre la production à EDF.

Ce type de production décentralisée est actuellement aidé, il est donc intéressant d'en étudier l'opportunité. Cependant, afin de bénéficier d'un tarif de rachat optimal, il est nécessaire d'intégrer le générateur photovoltaïque au bâtiment : remplacement de bardage vertical, membrane d'étanchéité, casquettes solaires, etc. En effet, dans le cas d'une production à partir d'un système intégré, le tarif de rachat est majoré.

Plusieurs solutions pourraient être envisagées sur les bâtiments du quartier, en fonction de la configuration et de l'architecture des constructions.

A MEMBRANES D'ETANCHEITE PHOTOVOLTAÏQUES

Pour les bâtiments collectifs par exemple, il pourrait être envisagé d'intégrer des panneaux tout en assurant l'étanchéité des toitures. Des modules photovoltaïques sont directement intégrés, en usine, sur une membrane d'étanchéité, ainsi que l'ensemble des connectiques.

Pour une surface équivalente, ces modules sont moins performants que des modules classiques mais le coût de ces solutions et l'intérêt technique de mutualiser l'étanchéité avec une production photovoltaïque rendent ce produit aujourd'hui adapté à certains projets.



Figure 61 : exemple de membranes d'étanchéité installées sur un bâtiment industriel

B PANNEAUX DE SILICIUM

La seconde solution repose sur des modules plus classiques à base de silicium polycristallin. Généralement adaptés pour la maison individuelle, ces systèmes peuvent être posés sur quasiment tous les types de support.

Les modules polycristallins offrent une puissance située autour de **130 W à 140 W par m²**. La performance de ces capteurs est donc supérieure à celle des membranes. En revanche, l'intégration dans les bâtiments nécessite des structures spécifiques plus difficiles et coûteuses à mettre en œuvre que les modules membranes.



Figure 62 : modules Photowatt

C PRECONISATIONS

Afin de bénéficier des avantages de la production photovoltaïque, nous vous proposons d'imposer une étude de faisabilité d'intégration de solaire photovoltaïque pour les bâtiments collectifs. Cette préconisation a l'avantage de ne pas imposer l'implantation de modules mais favorise la prise de conscience des possibilités et de l'intérêt de ces solutions.

FICHE POMPES A CHALEUR

Les pompes à chaleur sont souvent également considérées comme utilisant de l'énergie renouvelable. Ces équipements spécifiques utilisent en effet généralement de l'énergie solaire (« aérothermie », « géothermie » horizontales ou verticales) car elles puisent une partie de l'énergie de l'atmosphère ou du sol, eux-mêmes chauffés par le soleil. **En revanche, nous considérons que ces équipements ne peuvent être classés parmi les énergies renouvelables au même titre que les précédentes car :**

- les pompes à chaleur fonctionnent grâce à l'électricité, une énergie qui nécessite pour sa production environ 3 fois plus d'énergie fossile (gaz, uranium, fioul, etc.) ;
- le rendement de ces équipements (COP : coefficient de performance, ratio entre l'énergie produite et l'énergie utilisée) atteint pour le moment des niveaux généralement inférieurs à 3 (en moyenne annuelle). Un rapide calcul au regard du bilan de l'énergie électrique, permet ainsi de montrer que ces équipements, malgré l'utilisation technique d'énergie solaire, consomment autant d'énergie fossile qu'une chaudière traditionnelle ;
- leur fonctionnement nécessite l'usage d'un fluide frigorigène dont l'impact sur l'effet de serre est important (équivalent de 1300 à 1900 kg de CO₂ par kg de fluide frigorigène) : en effet, toutes les pompes à chaleur ont un taux de fuite qui va de 3% à 10% par an ;
- **les pompes à chaleur sont donc plutôt de bons systèmes de chauffage électrique. Elles deviendront des énergies renouvelables lorsque le COP dépassera en moyenne annuelle le rendement des centrales électriques actuelles et/ou lorsque l'énergie électrique utilisée sera d'origine renouvelable.**



Figure 63 : principe de fonctionnement des pompes à chaleur (source www.airclim-concept.com)

Il est important de noter que les pompes à chaleurs Air-Eau, couramment appelées « aérothermie », nécessitent l'implantation d'un groupe extérieur muni d'un ventilateur qui peut générer des **nuisances acoustiques non négligeables, surtout dans le cas d'un habitat dense.**

Enfin, il est important de préciser que l'installation massive de pompes à chaleur contribue à affaiblir le réseau de distribution d'électricité à cause des appels de puissance importants les jours de grand froid.

Extrait du Pacte électrique breton :

L'orientation des choix d'investissements et d'équipements

Les signataires s'engagent à assurer une information sur les avantages et inconvénients au regard du système électrique de l'équipement en pompes à chaleur ou en convecteurs aux fins de privilégier d'autres systèmes de chauffage moins consommateurs d'électricité. Les collectivités seront sollicitées pour moduler les critères d'attribution de leurs aides (éco-conditionnalité).

FICHE ENERGIE EOLIENNE

PRESENTATION

L'énergie éolienne est en fort développement en France depuis plusieurs années maintenant.

L'ensemble de l'électricité produite par les sites d'éoliennes est généralement revendu à EDF. En revanche, de par la nature même de l'électricité, elle profite principalement aux consommateurs proches du site éolien. Cette production décentralisée a ainsi plusieurs avantages :

- produire une partie de l'énergie électrique à partir d'énergies renouvelables et donc limiter le recours aux énergies fossiles ;
- limiter les pertes sur le réseau de transport et de distribution en assurant une production locale ;
- permettre aux utilisateurs proches de limiter leur impact sur l'environnement par l'utilisation de cette électricité ;
- participer à la vie locale et au rayonnement de la commune.

L'une des spécificités de l'énergie éolienne est son **caractère variable**, lié aux variations de l'intensité du vent.

A GRAND EOLIEN

DEFINITION

On distingue les types d'éoliennes en fonction de leur puissance et de leur taille :

- le "moyen éolien", pour les machines entre 36 kW et 350 kW
- le "grand éolien" (puissance supérieure à 350 kW), pour lequel on utilise des machines à axe horizontal munies, dans la plupart des applications, d'un rotor tripale.

RESTRICTIONS

L'obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut et les restrictions dues au plafond aérien militaire réduisent à néant le potentiel de développement du grand éolien sur la plupart des projets d'aménagement. Le développement de tel projet se fait à l'échelle départementale voir régional.



Figure 64: Source Schéma éolien terrestre en Bretagne

B PETIT EOLIEN

DEFINITION

Selon l'Ademe, le « petit éolien » désigne les éoliennes dont la hauteur du mât est inférieure à 35 mètres et dont la puissance varie de 0,1 à 36 kW.

En France, le petit éolien reste peu développé : notamment car il n'y a pas d'obligation de rachat de l'électricité produite.



Figure 65: Source Synagri

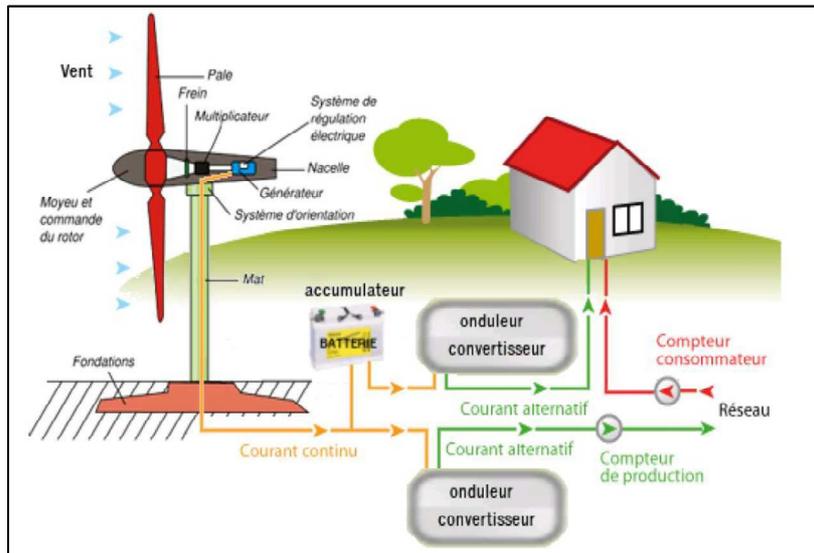


Figure 66: Schéma de principe d'une installation éolienne (Source: Fiche pratique DDTM35)

C PRODUCTIBILITE

La figure suivante extraite de la fiche technique éolien réalisée par la DDTM 35 donne un ordre d'idée de l'énergie produite en fonction du type d'éolienne :

Type	Utilisation	Puissance (KW)	Hauteur (nacelle) (m)	Production annuelle (MWh)	Nombre de ménages (5 MWh/an)
Micro	Domestique	0,5 - 5	< 12m	1 - 10 ⚠	0.25 - 2 ⚠
Petite	Domestique/ agriculteurs	5 - 50	12 - 30	10 - 100 ⚠	2 - 20 ⚠
Moyenne	PME/industrie	50 - 250	30 - 50	100 - 500 ⚠	20 - 100 ⚠
Grande	Production en masse	> 250	> 50	> 500 ⚠	> 100 ⚠
Valeurs pour les grandes éoliennes actuelles		1 000 KW (1 MW)	60—80	1 200—2 300	240—460
		2 000 kW (2 MW) (évolution 3MW)	80—120	2 900— 5 500	580—1 100

Données EDF Enbrin et DDTM35

⚠ : Les valeurs indicatives du tableau ci-dessus sont dans l'hypothèse de production de 1000 à 2000 heures/an de production. La viabilité économique de l'éolienne impose une production minimum de 1000 heures. Elles nécessitent une étude détaillée du site et de la recherche de l'éolienne la plus adaptée (type, puissance, hauteurs).

REGLEMENTATION

A OCCUPATION DU SOL

Le tableau suivant présente les exigences et références réglementaires relatives à l'occupation du sol et aux obligations d'études d'impact.

Hauteur d'éolienne	Exigences réglementaire	Référence Réglementaire
< 12 m	Aucune exigence	Aucune
> 12 m	Permis de construire	Article R.421-2 du code de l'urbanisme
> 50 m	<p>Enquête publique</p> <p>Assujetties à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elles doivent être situées à plus de 500 mètres des zones destinées à l'habitation ; ✓ - Elles doivent se conformer à de nouvelles prescriptions réglementaires encadrant leur implantation et leur exploitation 	<p>Articles L. 553-2 et R. 122-9 du code de l'environnement</p> <p><i>Le décret de nomenclature et les arrêtés de prescription seront établis dans le cadre de la réglementation des installations classées (au plus tard le 12 juillet 2011).</i></p> <p><i>Sauf pour les installations dont la demande de permis de construire a été déposée avant la publication de la loi Grenelle 2, et pour celles constituées d'une éolienne dont la puissance est inférieure ou égale à 250 kilowatts et dont la hauteur est inférieure à 30 mètres.</i></p>
Parc éolien	<p>Evaluation préalable des conséquences sur l'environnement</p> <p>Les installations éoliennes doivent comporter plus de 5 mâts</p>	<p><i>Etude d'impact pour les éoliennes de plus de 50 mètres, notice d'impact pour les éoliennes de moins de 50 mètres.</i></p> <p><i>Sauf pour les installations dont la demande de permis de construire a été déposée avant la publication de la loi Grenelle 2, et pour celles constituées d'une éolienne dont la puissance est inférieure ou égale à 250 kilowatts et dont la hauteur est inférieure à 30 mètres.</i></p>

Figure 67: Exigences et références réglementaires relatives à l'éolien (Source : www.developpement-durable.gouv.fr)

B SUPPRESSION DES ZONES DE DEVELOPPEMENT EOLIEN

La loi Brottes (n° 2013-312), promulguées par le président de la république le 15 Avril 2013 prévoit plusieurs mesures de simplification :

- suppression des ZDE (Zones de Développement de l'Eolien) qui se superposaient avec les Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE),
- suppression de la règle des cinq mâts minimum,
- dérogation à la Loi Littoral pour les territoires ultramarins facilitant l'implantation de parcs éoliens en bord de mer,
- Enfin, le texte va permettre le raccordement à terre des énergies marines renouvelables qui, jusqu'alors, s'avérait complexe, voire impossible à réaliser.

Plus d'information : la DDTM 35 a réalisé une fiche pratique éolien téléchargeable sur le site suivant :
<http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/petit-et-moyen-eolien-a2279.html>

FICHE GEOTHERMIE

A LA GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE (TEMPERATURE INFERIEURE A 30°C)

Elle concerne les aquifères peu profonds d'une température inférieure à 30°C, température très basse, qui peut cependant être utilisée pour le chauffage et la climatisation si l'on adjoint une pompe à chaleur.

Elle concerne également la captation d'énergie solaire stockée dans sous-sol superficiel à l'aide de PAC sur sondes géothermiques.

Ce type de géothermie est exploitable en Bretagne, la nature du sol et la profondeur de l'aquifère influenceront l'efficacité du système mis en place.



Figure 68 © ADEME - BRGM

B LA GEOTHERMIE BASSE ENERGIE (30 A 90°C)

Appelée également basse température ou basse enthalpie, elle consiste en l'extraction d'une eau à moins de 90°C dans des gisements situés entre 1 500 et 2 500 mètres de profondeur.

L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires de la planète car ces bassins recèlent généralement des roches poreuses (grès, conglomérats, sables) imprégnées d'eau.

Le niveau de chaleur est insuffisant pour produire de l'électricité mais parfait pour le chauffage des habitations et certaines applications industrielles.



Figure 69 : © ADEME - BRGM

C LA GEOTHERMIE MOYENNE ENERGIE (90 A 150°C)

La géothermie de moyenne température ou moyenne enthalpie se présente sous forme d'eau chaude ou de vapeur humide à une température comprise entre 90 et 150°C.

Elle se retrouve dans les zones propices à la géothermie haute énergie, mais à une profondeur inférieure à 1 000 m.

Elle se situe également dans les bassins sédimentaires, à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 mètres.

Pour produire de l'électricité, une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide intermédiaire est nécessaire.

D La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C)

La géothermie haute enthalpie ou haute température concerne les fluides qui atteignent des températures supérieures à 150°C.

Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé.

Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.



Figure 70 : © ADEME - BRGM

E LA GEOTHERMIE PROFONDE DES ROCHES CHAUDES FRACTUREES (HOT DRY ROCK)

Elle s'apparente à la création artificielle d'un gisement géothermique dans un massif cristallin. A trois, quatre ou cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Elle se réchauffe en circulant dans les failles et la vapeur qui s'en dégage est pompée jusqu'à un échangeur de chaleur permettant la production d'électricité. Plusieurs expérimentations de cette technique sont en cours dans le monde, notamment sur le site de Soultz-sous-Forêts en Alsace.

La figure suivante résume les différents types de géothermie présentés ci-dessus :

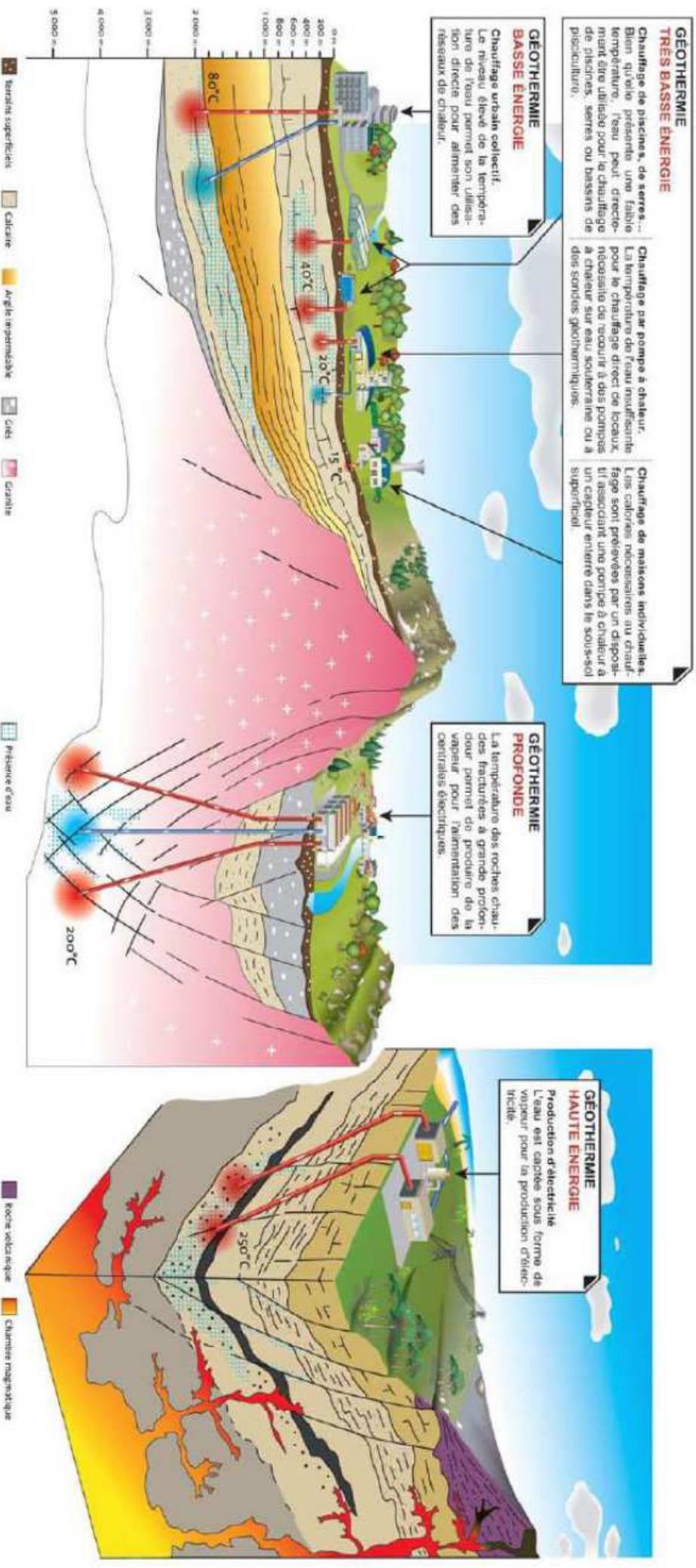
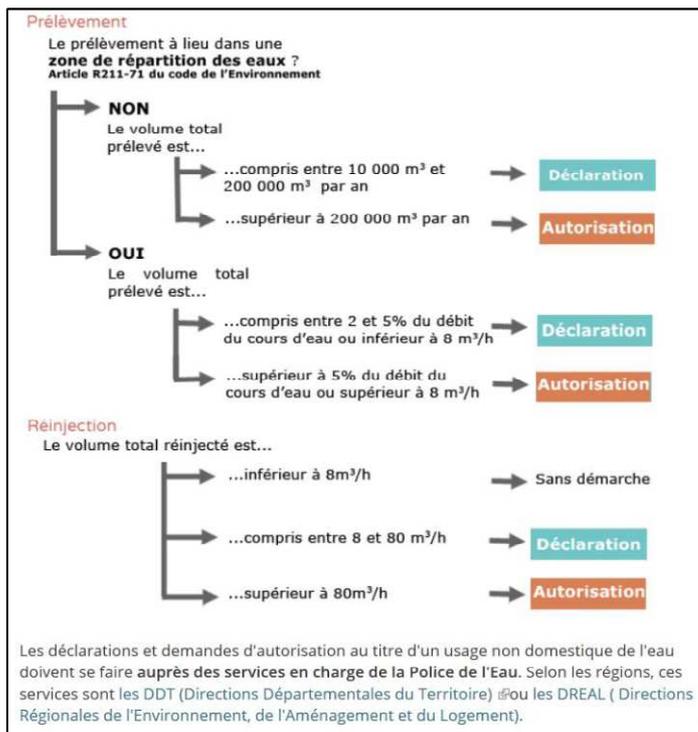
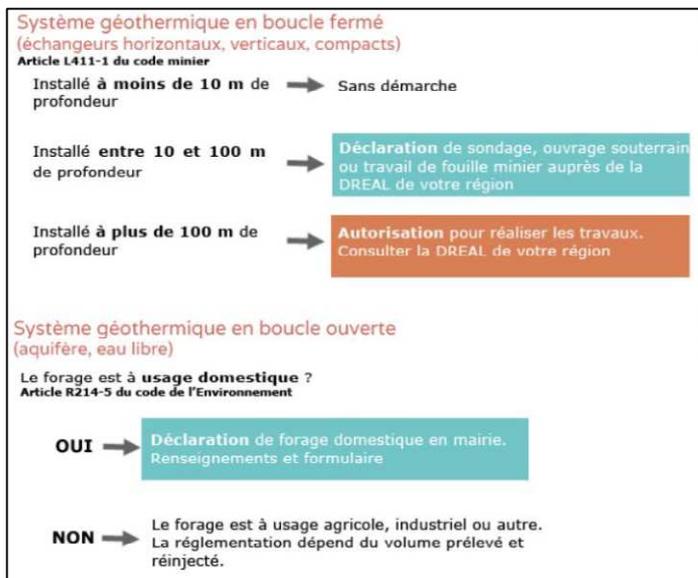


Figure 71 : Synthèse des techniques de géothermie © ADEME - BRGM



F REGLEMENTATION



Le code minier, le code de la santé publique, le code général des collectivités territoriales peuvent régir les opérations de géothermie. La géothermie est régie par le code minier en vertu de son article L.112-2 (ancien article 3) qui donne une définition de la géothermie et du régime juridique qui lui est applicable. Ainsi, « les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire de l'énergie sous forme thermique, notamment par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent », sont considérés comme des mines. Une substance minière appartient à l'Etat et non au propriétaire du sol. L'exploitation d'une ressource minière nécessite donc des autorisations accordées par l'Etat. Outre le code minier, les opérations de géothermie entrent dans le champ d'application du code de l'environnement pour les prélèvements et les réinjections en nappe, le code de la santé publique et le code général des collectivités territoriales qui peuvent s'appliquer dans certains cas particuliers.

Les opérations géothermiques peuvent être soumises à différents régimes d'autorisation ou de déclaration qui supposent le montage de dossier administratifs plus ou moins approfondis selon les cas et des circuits d'approbation administrative plus ou moins long. Les opérations de moins de 100 m de profondeur et de moins de 232 KW de puissance thermique sont considérées comme des opérations de minime importance et ne sont soumises qu'à déclaration. Dans les autres cas, elles sont soumises à autorisation. A cette réglementation nationale, s'appliquent des réglementations territorialisées et spécifiques. En effet, certaines portions du territoire, du fait de particularités naturelles, font l'objet de mesures de protection susceptibles d'impacter le dimensionnement d'un projet de géothermie, voire de l'interdire.

Source BRGM

FICHE : RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES

Ils existent différentes techniques de récupération d'énergie sur les eaux usées :

Dans les collecteurs du réseau d'assainissement (ouvrages assurant la collecte et le transport des eaux usées : canalisations, conduites, ...)

Cette solution utilise la chaleur des effluents quel qu'en soit le type (eaux vannes et eaux grises), sans prétraitement nécessaire. Elle met en œuvre des échangeurs spécifiques qui sont :

- soit directement intégrés dans des canalisations neuves lors de leur fabrication
- soit rapportés et posés en partie basse des canalisations d'eaux usées existantes ou construites spécifiquement.

Elle nécessite des collecteurs de taille adaptée, non coudés sur une longueur suffisante et disposant d'un débit d'eaux usées minimum d'environ 15 l/s. En fonctionnement, cette solution comporte des contraintes d'exploitation liées à l'encrassement des échangeurs par ensablement et formation de biofilm dans le collecteur et à une limitation de baisse de la température des eaux usées à 5 K maximum après passage dans l'échangeur, pour ne pas perturber le processus d'épuration en aval.

Ce système a l'avantage de pouvoir se situer proche des preneurs de chaleur. Couplé à une chaudière et une pompe à chaleur, un tel dispositif permet éventuellement d'alimenter un chauffage à distance.

Dans les stations d'épuration (STEP),

Cette solution utilise la chaleur eaux épurées (après traitement) et peut être mise en place dans l'enceinte de la STEP de capacité supérieure à 5000 équivalents logements, en amont du rejet des eaux épurées vers le milieu naturel. Elle peut théoriquement autoriser une liaison directe vers la pompe à chaleur et éviter ainsi la présence d'échangeur intermédiaire. La récupération de chaleur sur les eaux épurées en sortie de STEP peut être réalisée grâce à différents types d'installations et d'échangeurs : échangeurs à plaques, échangeurs multitubulaires (faisceau de tubes), échangeurs coaxiaux.

Dans les stations (ou postes) de relevage

La solution de récupération de chaleur des eaux usées au niveau des stations de pompage (ou postes de relevage) peut être aussi intéressante car ces stations sont situées en ville et donc proches des preneurs de chaleur. Le système utilise une fosse de relevage existante. Une partie des eaux usées est pompée de la fosse de la station de pompage avant STEP vers des échangeurs.

Au pied de bâtiments ayant une forte consommation d'eau (dans ce dernier cas, on parlera plutôt de récupération d'énergie thermique sur les eaux grises)

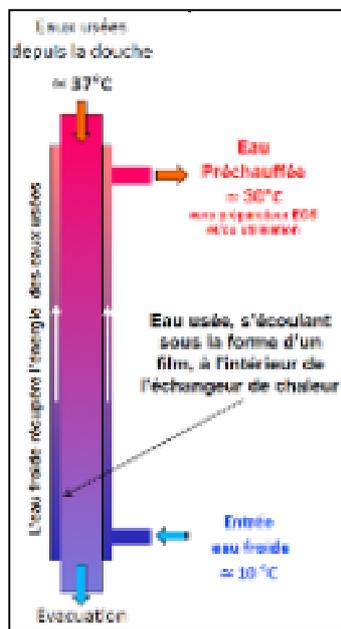
Cette solution nécessite obligatoirement une évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes. Elle peut permettre l'utilisation de matériel non spécifique aux eaux usées (échangeurs standards, PAC) et nécessite généralement des systèmes sophistiqués de filtrations et d'auto nettoyage des échangeurs sur eaux usées.

Cette solution capte la chaleur des eaux usées directement à la sortie de l'immeuble, grâce à un échangeur de chaleur installé dans une fosse dédiée à cette utilisation.

Les eaux usées arrivent dans une cuve centrale. Le filtre retient les plus grosses particules dans la cuve et une pompe déverse quotidiennement les résidus accumulés dans la cuve vers le collecteur. Le niveau d'eau dans la fosse est maintenu suffisamment haut pour qu'il y ait déversement du trop-plein dans le tube intermédiaire puis vers le collecteur.

Cette solution se différencie des autres précédemment citées car son domaine d'application privilégié est la production d'eau chaude sanitaire de l'immeuble. L'application au chauffage (et/ou à la climatisation) d'une installation de récupération de chaleur en sortie de bâtiments peut également être envisagée avec l'intégration au dispositif d'une pompe à chaleur.

Echangeur de chaleur sur l'eau des douches



Cette solution peut être mise en œuvre individuellement ou à l'échelle d'un bâtiment d'habitat collectif. Un échangeur de chaleur est posé directement sur la canalisation d'évacuation des eaux de douche et permet de récupérer environ 60% de la chaleur.

FICHE ENERGIE MARINES RENOUVELABLES EN BRETAGNE

Avec ses 2 730 km de côtes, la Bretagne dispose d'atouts naturels favorables au développement des énergies marines renouvelables à partir de différentes sources : les courants, les marées, les vagues, la houle, la différence de salinité et le vent

La région Bretagne ainsi que de grands acteurs industriels sont engagés dans le développement des énergies renouvelables marines. Avec, 50% des compétences R&D maritimes françaises concentrées en Bretagne, la filière est en plein essor. C'est le premier pilier du **pacte électrique breton**.

Hydrolien

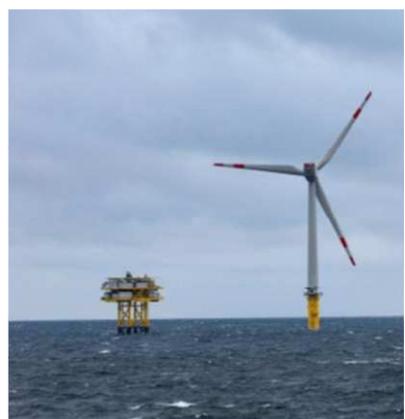


Cette énergie nécessite la mise en place d'une turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins pour créer une énergie mécanique transformée ensuite en électricité par un alternateur.

Un courant de marée de 5 nœuds, soit 9,25 km/h, renferme plus d'énergie qu'un vent soufflant à 80 km/h.

Relativement peu encombrante (en comparaison avec une éolienne), l'hydrolienne tire parti du caractère renouvelable et surtout prédictible de sa source.

Eolien offshore



Cette technologie reprend le système de l'éolienne terrestre par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique puis électrique, à l'aide de turbines. Cette technologie est la plus mature des EMR.

Les éoliennes posées, regroupées en parcs en pleine mer (offshore), sont implantées sur des fondations directement fixées au plateau continental à une profondeur maximum de 40 m.

La mer est un emplacement n'offrant aucun obstacle aux vents. Ainsi, même à basse altitude, ceux-ci ont une vitesse plus importante et sont moins turbulents.

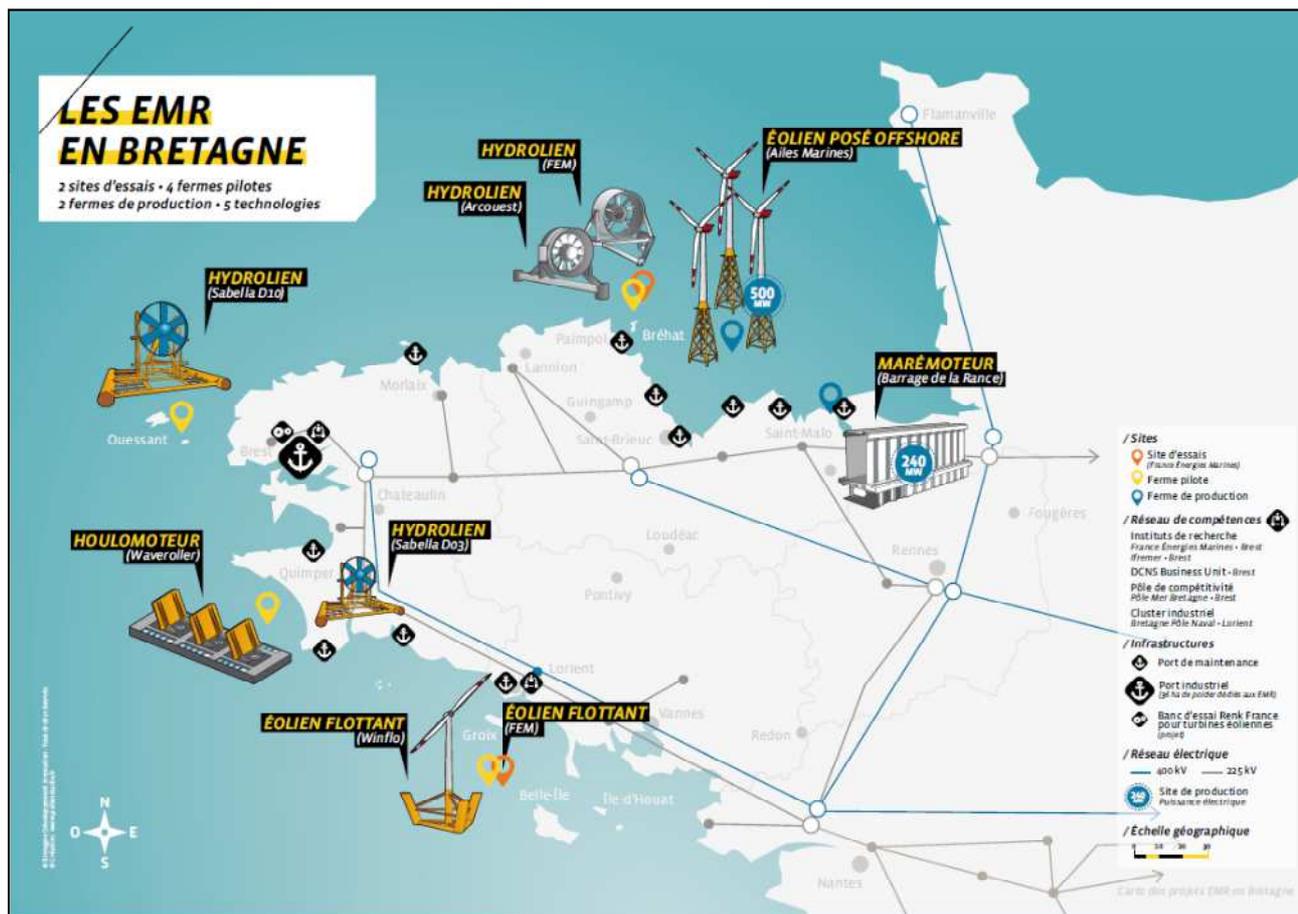
La partie « marine » du parc comprend :

- les aérogénérateurs (fondations + mâts + turbines). Les mâts peuvent atteindre une centaine de mètres au-dessus du niveau de la mer et chaque pale peut dépasser 50 m de long ;

	<ul style="list-style-type: none"> - un module pour les équipes d'intervention ; - un transformateur ; - les câbles sous-marins assurant la collecte et le transport de l'énergie jusqu'à la côte.
<p>Eolien Flottant Offshore</p> 	<p>L'éolien maritime flottant utilise la force des vents en pleine mer, sur des sites qui peuvent - contrairement à l'éolien posé - dépasser 40m de profondeur.</p> <p>La mer est un emplacement de choix pour l'énergie éolienne: il n'y a aucun obstacle aux vents. Ainsi, même à basse altitude, les vents ont une vitesse plus importante et sont moins turbulents. En repoussant la limite maximum de la profondeur de 40m à 300m, les éoliennes flottantes peuvent être installées plus loin des côtes que les éoliennes posées, limitant ainsi les conflits d'usage et permettant de tirer parti d'une ressource en vent plus importante et plus stable.</p>
<p>Marée moteur</p>  <p>Barrage de la Rance</p>	<p>A la différence des hydroliennes posées au fond de la mer et utilisant l'énergie cinétique (mouvement) de l'eau, les usines marémotrices utilisent l'énergie potentielle (différence de niveau entre les masses d'eau).</p> <p>Le phénomène de marée est dû au différentiel de temps de rotation entre la Terre (24 heures) et la Lune (28 jours). Il s'ensuit que le globe terrestre tourne à l'intérieur d'une "coque" d'eau de mer déformée par l'attraction lunaire.</p> <p>Par rapport à la plupart des autres énergies naturelles, l'énergie marémotrice présente l'avantage d'être parfaitement prédictible : en un point donné, l'énergie disponible ne dépend que de la position relative des astres et de la Terre.</p>
<p>Houlomoteur</p> 	<p>Cette technologie s'apparente à un dispositif mécanique qui utilise le mouvement des vagues - la houle - pour articuler un ensemble de cylindres et produire de l'électricité via un vérin hydraulique et une turbine.</p> <p>L'intérêt de l'énergie houlomotrice repose sur sa simplicité d'installation ne nécessitant pas de fondation.</p>

Figure 72: Panorama des technologies d'exploitation des EMR (<http://energies-marines.bretagne.fr/>)

La figure suivante présente les énergies marines renouvelables en Bretagne :



/ 2 sites d'essais (FEM)
 Un site d'essais en mer à vocation à tester en conditions réelles les technologies d'exploitation des ressources énergétiques marines. Un site d'essais est ouvert aux différentes technologies.
 En Bretagne, France Énergies Marines (FEM) permet l'accès à deux sites d'essais : Paimpol-Bréhat et Groix. Ils sont tous les deux adossés à des fermes pilotes pour mutualiser les coûts d'investissement.

Le site hydrolien de Paimpol-Bréhat
 Le site d'essais hydrolien de FEM pourrait accueillir prochainement pour des tests le projet d'hydrolienne de grande puissance ORCA. Piloté par Alstom, ce projet est labellisé par le Pôle Mer Bretagne et bénéficie des fonds Investissements d'avenir.

Le site éolien de Groix
 Prévu au sud de l'île de Groix, le site d'essais FEM est dédié à l'éolien offshore flottant. La ferme pilote du projet WinFlo est située à proximité de ce site d'essais.

/ 4 fermes pilotes
 Une ferme pilote est un site d'expérimentation EMR dédié à un seul projet.

HYDROLIEN / Arcouest
/ Enjeu : tester les principaux éléments d'hydroliennes de grande puissance (faisabilité technique, économique, environnementale et administrative)
/ Porteurs du projet & technologie : le 1^{er} prototype d'hydrolienne Arcouest d'EDF a été conçu par DCNS/Openhydro.
/ Dimensions & positionnement : Parc de 4 hydroliennes. Turbines de 16 m de diamètre. Immersion à 35 m de profondeur
/ Puissance électrique : 2MW à 2,5 m/s
/ Budget global : de l'ordre de 40 M€ (dont 7,2 M€ d'aides publiques)

HYDROLIEN / Sabella D10
/ Enjeu : proposer une hydrolienne simple et robuste, gage de fiabilité et de moindre maintenance.
/ Porteur(s) du projet : Sabella, associée à GDF Suez et CDK technologies
/ Puissance électrique : 4 hydroliennes de 1,1 MW.

/ Technologie : Sabella, écran de turbine posé sur le fond marin. Maintien en conditions opérationnelles pendant 20 ans.
/ Dimensions : Hydrolienne équipée d'un rotor de 10 m de diamètre.
/ Budget global : 10,3 M€. Ce projet bénéficie des fonds des Investissements d'avenir, du soutien de l'Europe et de la Région Bretagne.

HOULOMOTEUR / Waveroller
/ Enjeu : récupération de l'énergie des vagues
/ Porteur(s) du projet : DCNS (France) et Fortum (Finlande).
 Projet en phase d'étude de faisabilité.
/ Technologie : DCNS évalue plusieurs technologies dont le Waveroller, un battant qui repose sur le fond de la mer. Le mouvement de va-et-vient que lui imprime la houle crée de l'énergie.
/ Puissance électrique : le site de la future ferme expérimentale aura une puissance de 1,5 MW

ÉOLIEN FLOTTANT / Winflo
/ Enjeu : réaliser la première éolienne flottante multi-MW française
/ Porteur(s) du projet : Winacelle (consortium Nass&Wind et DCNS) et Vergnet
/ Centres R&D : Ifremer, ENSTA Bretagne, LBMS Brest
/ Technologie : Free Floating Platform (FFP), éolienne offshore flottante en eaux profondes sur plate-forme semi-submersible à ancrages caténaires (facilité de maintenance)
/ Dimensions & positionnement : Hauteur du démonstrateur : 100 m. Positionnement au-dessus de fonds allant de 50 à 200 m
/ Puissance électrique : multi-MW
/ Budget global : 40 M€. Ce projet bénéficie des fonds Investissements d'avenir

/ 2 fermes de production
 Une ferme de production est un site de production d'électricité connecté au réseau.
/ L'énergie des courants marins (barrage de la Rance géré par EDF)
/ L'énergie des éoliennes posées (parc éolien offshore de St-Brieuc porté par le consortium Ailes Marines)

Figure 73: Carte des EMR en Bretagne (Bretagne développement Innovation)

FICHE REGLEMENTATION POUR L'INSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

A DROIT D'EAU

Avant d'engager des démarches pour une **petite centrale hydroélectrique**, il est nécessaire d'être détenteur du droit d'eau.

- Droit fondé en titre

Un droit d'usage de l'eau exonère d'une demande d'autorisation ou de renouvellement. Sur les cours d'eau domaniaux (appartenant à l'Etat) ce droit doit être acquis avant l'édit royal de Moulins de 1566. Sur les cours d'eau non domaniaux, ce droit doit être acquis avant l'abolition du régime féodal, le 4 août 1789. Il est impératif d'être en mesure d'apporter la preuve de ce droit !

- Absence de droit

Il est nécessaire de formuler une demande pour produire de l'électricité. L'installation d'une **petite centrale hydroélectrique** est soumise à la loi du 16 octobre 1919 relative à l'énergie hydraulique.

Selon la réglementation en vigueur, une **petite centrale hydroélectrique** dont la puissance maximale brute est inférieure à 4 500 kW nécessite une autorisation délivrée en préfecture. Cette autorisation est renouvelable une seule fois pour 30 ans.

Les projets de plus de 4 500 kW nécessitent une concession délivrée par le Conseil d'Etat. Le concessionnaire doit présenter sa demande de renouvellement onze ans au moins avant l'expiration de la concession.

B DROIT DE L'ENVIRONNEMENT

L'installation d'une **petite centrale hydroélectrique** est soumise au respect de la législation sur l'eau détaillée dans le code de l'environnement et la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006

- Une étude d'impact est nécessaire pour les centrales supérieures à 500 kW,
- Il est nécessaire de maintenir un débit minimum de 10% du débit moyen annuel pour la vie et la circulation des poissons,
- Il existe des contraintes potentielles liées aux zones Natura 2000, non présente sur le site, ou au (projet de) classement projeté ou en cours sur la rivière, ou à d'éventuelles servitudes.

C ENQUETE PUBLIQUE

Une enquête publique est demandée pour les installations dont la puissance sera supérieure à 500 kW.

D RACCORDEMENT AU RESEAU

Un dossier est à déposer en préfecture au titre de la demande de raccordement. La Loi du 10 février 2000 et ses arrêtés sur l'obligation d'achat pour centrale d'une puissance maximale brute inférieure à 12 MW, oblige EDF, ou les Entreprises Locales de Distributions (ELD) appelée également Distributeurs Non Nationalisés, à acheter l'électricité produite par certaines installations de production raccordées au réseau dont l'Etat souhaite encourager le développement.

FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS INDIVIDUELLES

Par biomasse, nous entendons dans cette étude l'ensemble de la filière « bois énergie ».

L'utilisation du bois dans les logements individuels ou intermédiaires se développe assez fortement depuis quelques années. Les solutions disponibles permettent généralement de chauffer l'ensemble du logement avec un système simple et performant.



Celui-ci pourrait être de quatre types :

Type	Avantages	Inconvénients	Remarque
Foyer fermé	Facilité d'installation Alimentation à partir de bûches Possibilité de récupération de chaleur pour l'étage Coût de la bûche	Faible autonomie Impossibilité de réguler finement la diffusion de chaleur Rendement moyen Temps d'entretien important	Pas de dispositif de chauffage central
Poêle à bois bûche	Facilité d'installation Alimentation à partir de bûches Coût de la bûche	Faible autonomie Impossibilité de réguler la diffusion de chaleur Rendement supérieur à celui du foyer fermé Temps d'entretien important	Pas de dispositif de chauffage central
Poêle à granulés	Autonomie pouvant être importante Possibilité de régulation Stockage en format sac ou vrac Bon rendement Temps d'entretien limité	Bruit généré (parfois) Coût du granulé Nécessite un branchement électrique	Pas de dispositif de chauffage central
Chaudière granulés	Automatisation équivalente à une chaudière fioul ou gaz Rendement très bon Autonomie très importante Temps d'entretien limité	Installation nécessitant une chaufferie et de l'espace de stockage Coût de la chaufferie au regard de besoins faibles en BBC	Chauffage central, couplage possible avec du solaire Vigilance sur la puissance à installer

Toutes ces solutions sont envisageables.

En maison individuelle, les systèmes de chauffage divisé type poêles, ou foyer fermé sont très bien adaptés : le **logement doit être conçu de manière à ce que la chaleur puisse facilement desservir toutes les pièces**. Les particuliers feront leur choix en fonction de leurs volonté de passer du temps à la manipulation du bois bûche et du décendrage. **L'automatisation des poêles à granulés permet d'améliorer le niveau de confort des usagers en limitant la manutention et en offrant la possibilité de programmer des plages de chauffage.**

Les chaudières à granulés sont adaptées en maison individuelle à condition :

- d'avoir de la place pour la chaufferie : chaudière+silo de stockage, **environ 10 m²** ;
- d'installer un système de chauffage central ;
- d'adapter la puissance à installer aux besoins de la maison.

En effet, la réglementation thermique 2012 imposera un standard BBC en termes de besoins : le coût d'un système de chauffage central pourra apparaître trop important au vu de faibles besoins en chaleur. La puissance nécessaire sera elle aussi assez faible, il est donc important que les chaudières installées présentent des petites puissances (6-8-10 kW). C'est dans cette optique que de plus en plus de constructeurs se penchent sur des matériels de faible puissance adaptés aux maisons performantes.

FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS COLLECTIVES

Comme pour le chauffage collectif au fioul ou au gaz, il est possible d'installer une chaudière granulés pour desservir des logements collectifs. Il s'agit de réaliser une chaufferie collective qui dessert les logements avec comptage de chaleur ou non (tout dépend des modalités de gestion du bâtiment) : **une étude de faisabilité peut être imposée pour préciser l'intérêt de cette solution dans les logements collectifs.**

Il est dans ce cas nécessaire de prévoir une chaufferie dédiée avec un silo de stockage dimensionné en fonction des besoins, un accès pour le camion de livraison. En termes de maintenance, le contrat de maintenance doit prévoir le passage régulier d'un agent pour le déchargement et l'entretien annuel de la chaufferie. La valorisation des cendres doit également être prévue.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUDIERES AUTOMATIQUES

Les chaudières automatiques à bois sont des générateurs de chaleur qui sont très différents des chaudières bûches traditionnelles. Elles utilisent du bois déchiqueté (ou des granulés de bois).

Le combustible est convoyé **automatiquement** dans le foyer grâce à un système de convoyage (vis sans fin ou tapis convoyeur), ce qui supprime complètement les manipulations quotidiennes de bois nécessaires avec une chaudière à bûches. La combustion est complètement maîtrisée grâce à la maîtrise des arrivées d'air comburant et de la quantité de combustible apportée au foyer. Le rendement atteint 80 à 90% ce qui a plusieurs conséquences : températures de fumée très basses (110°C), cendres très fines produites en faible quantité (1 à 2% en volume), peu de dégagements de poussières et de produits de combustion incomplète dans les fumées.

Le bois est stocké dans un silo attenant à la chaufferie, dimensionné en fonction de la consommation prévisionnelle de l'installation.

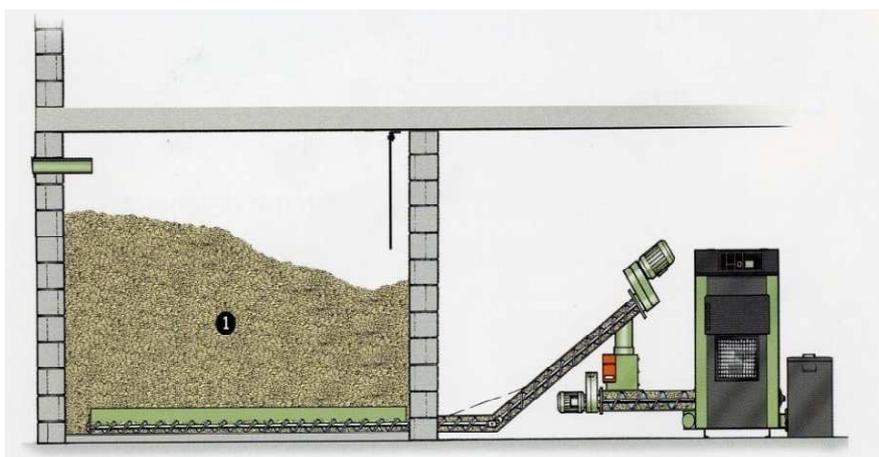


Schéma de principe d'une chaufferie bois.

COMBUSTIBLE

A ORIGINE DU BOIS

Le **bois déchiqueté** consommé par les chaufferies bretonnes peut être d'origine industrielle ou agricole.

Le **bois déchiqueté d'origine industrielle** provient :

- de connexes d'industrie du bois
- de DIB² : palettes ou cageots en fin de vie
- de bois d'éclaircies forestières



Ces différentes ressources sont regroupées, mélangées et calibrées sur des plateformes de stockage et de conditionnement qui assurent l'approvisionnement des chaufferies.

Le **bois déchiqueté d'origine agricole** provient de la valorisation des branchages issus de l'entretien des haies et des talus : il est produit et vendu par des groupes d'agriculteurs structurés localement.

Les **granulés de bois** sont fabriqués avec de la sciure issue de l'industrie du bois : ces sciures sont transformées en granulés par pressage si elles sont sèches, elles sont préalablement séchées avant compression si elles sont humides. Dans les deux cas, les granulés ne comportent pas d'additifs. Le granulé de bois est un produit beaucoup plus homogène que la plaquette, donc plus facilement utilisable, mais il nécessite plus d'énergie pour sa fabrication.

B CONDITIONS DE PRODUCTION ET DE STOCKAGE

Quelle que soit l'origine du bois, le maître d'ouvrage devra être vigilant sur les caractéristiques techniques suivantes :

- **granulométrie** maximale tolérée par la chaudière ;
- **taux d'humidité** maximum toléré par la chaudière ;
- taux de **poussières** (ou taux de « fines ») ;
- absence de **terre ou de sable** (produit du mâchefer dans la chaudière) ;
- absence de **corps étrangers** (morceaux de métal, plastique ou autres d'origines diverses).

Ces caractéristiques étant variables en fonction des gammes de puissance et des constructeurs de chaudière, le maître d'ouvrage devra exiger un **engagement du fournisseur** sur la base de la qualité du bois préconisée par le constructeur de la chaudière.

Une attention particulière devra être portée à la **production de bois d'origine agricole** :

- **Chantier de déchiquetage** : éviter le déchiquetage de branches terreuses. La terre reste dans le bois déchiqueté et provoque la production de mâchefer. De la même manière, le déchiquetage de branches vertes avec feuilles provoque au séchage la production de poussière en grande quantité. Il est donc préférable de déchiqueter du bois d'hiver, sans feuilles ; ou de laisser sécher les feuilles avant le chantier de déchiquetage en cas d'abatage estival obligatoire (prairies humides).
- **Stockage du bois** : le bois déchiqueté doit être stocké sur dalle, sous hangar couvert et aéré, au moins 6 mois après déchiquetage, pour permettre le séchage. L'aération du hangar ne nécessite pas forcément de ventilation mécanique : des ouvertures latérales ou zénithales doivent permettre l'évacuation de la vapeur d'eau produite par la fermentation du bois.
- **Corps étrangers** : le lieu de stockage et la manutention du bois doivent permettre de limiter au maximum l'introduction accidentelle de corps étrangers (outils, pièces métalliques, ficelles etc.) susceptibles de bloquer les vis de convoyage du bois dans la chaudière.
- **Gestion des stocks** : le bois déchiqueté en hiver doit sécher 6 mois à 1 an. La production de l'année suivante devra être stockée séparément de manière à ne pas ré-humidifier de la plaquette sèche. Le hangar devra se prêter à ce type de gestion des stocks.

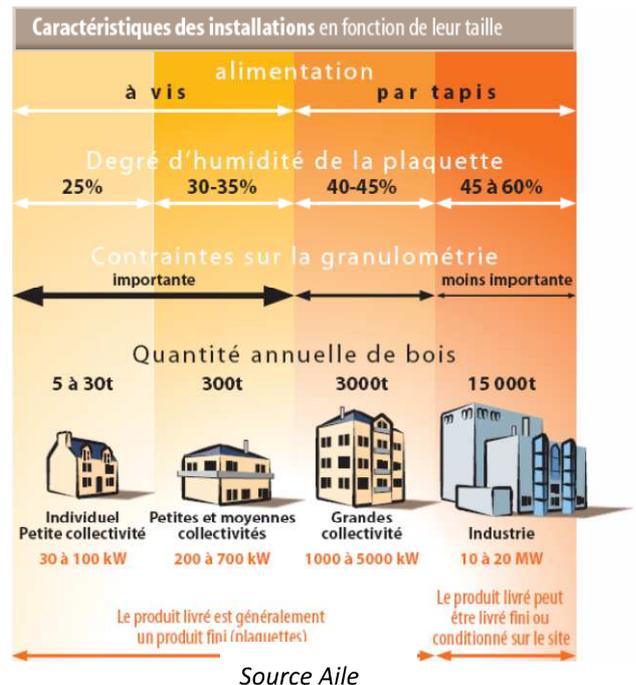
² DIB : déchets industriels banals

GAMME DE PUISSANCE

La gamme de puissance couverte par les chaudières automatiques est très étendue : de 20 kW (chauffage d'une maison), à plusieurs MW pour les usages industriels.

A chaque gamme de puissance correspond un système de convoyage de bois déchiqueté. Plus la puissance augmente, plus la granulométrie du bois peut être grossière et plus le taux d'humidité acceptable est élevé.

Le granulé est plus adapté aux chaudières de petites à moyennes puissances : de 8 kW à 300 kW lorsque plusieurs chaudières sont installées « en cascade ».



CHAUDIÈRES BOIS ET QUALITÉ DE L'AIR

Une note de synthèse ADEME-MEEDDAT "Le bois énergie et la qualité de l'air" a été rendue publique en mars 2009.

Principaux enseignements :

1-le bois énergie contribue pour une très faible part aux émissions nationales de dioxyde de soufre (SO₂) et d'oxydes d'azote (NO_x) (2% environ) et contribue à hauteur de 10% environ aux émissions de dioxines et de poussières totales ;

2-le bois énergie contribue de manière significative aux émissions nationales de :

- composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) : 22%,
- de monoxyde de carbone (CO) : 31%,
- d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (77% pour la somme des 4 HAP),
- de particules : 27% pour les PM10 et 40% pour particules les plus fines (PM2,5).

En résumé, le bois-énergie ne constitue pas actuellement au niveau national et en termes de bilan d'émissions, une source majeure de pollution par le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les dioxines. Par contre sa contribution, en l'état actuel des technologies ou des pratiques, est notable vis-à-vis des poussières fines, des composés organiques volatils, du monoxyde de carbone, et des hydrocarbures aromatiques polycycliques, et **en raison surtout de la combustion du bois en maison individuelle dans de mauvaises conditions.**

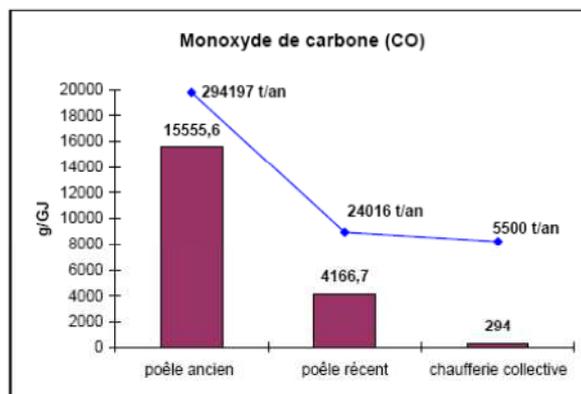
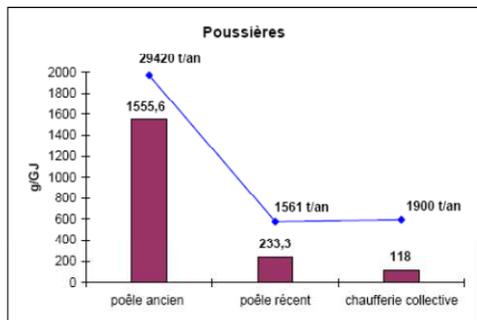
Le secteur domestique est responsable en grande partie des émissions de polluants atmosphériques liés à la combustion du bois :

- 81% du bois consommé en France l'est par le secteur domestique ;
- Le combustible utilisé est de qualité très variable ce qui impact considérablement la qualité de la combustion ;
- Le parc d'appareils de chauffage au bois est ancien et la combustion y est mal maîtrisée.

Les graphiques suivants (source note Ademe-MEEDDAT, 2009) illustrent les différences d'émissions de polluants entre des appareils anciens, des appareils récents et des chaufferies collectives, par unité d'énergie produite (pour 1 GJoule produit).

Comme le montre la figure 4, pour une même quantité d'énergie produite, les poêles anciens émettent environ 4 à 7 fois plus de polluants atmosphériques (poussières, CO) que les poêles récents et 13 à 53 fois plus que les chaufferies collectives (à noter que la tendance est similaire pour les autres polluants).

Figure 4. Facteurs d'émission de poussières et de monoxyde de carbone, corrigés du rendement (en g/GJ sortant) pour un poêle ancien, un poêle récent et une chaufferie collective (Sources : ADEME, 2005c et CITEPA, 2003)



Ainsi, la combustion du bois dans des appareils neufs et *a fortiori* dans des chaudières automatiques permet de réduire considérablement l'impact de la combustion sur la qualité de l'air.

PRINCIPE D'IMPLANTATION DU SILO

L'un des points clé de la réussite d'une installation de chaufferie bois est l'implantation du silo d'approvisionnement en bois. Ce silo doit être facilement accessible pour les livraisons de combustible : il doit permettre un remplissage aisé au moment de la livraison et dimensionné pour assurer une autonomie suffisante en chauffage.

La chaudière pourra être installée au même niveau que le silo. Si ce n'est pas le cas, un système de convoyage spécifique devra être prévu pour amener le combustible au niveau du corps de chauffe.

SILO POUR BOIS DECHIQUETE

La livraison de bois déchiqueté en vrac s'effectue grâce à des camions de livraison ou des attelages tracteurs remorque : ce type de livraison par bennage nécessite une réflexion en amont sur l'accès à la parcelle et les manœuvres réalisables sur le site (rayon de courbure du véhicule).



Livraison par camion benne (source Aile)



Livraison par tracteur+remorque agricole (source Aile)

Si le site présente un dénivelé naturel, le silo pourra être conçu en aérien ou semi-enterré afin de limiter les frais de génie civil.

Dans le cas contraire, un silo enterré est incontournable (sauf dans le cas de chaudières de grosse puissance avec désilage par échelles carrossables).

Les silos doivent être étanches à l'eau et disposer d'un système d'aération du bois, souvent raccordé à la chaufferie

Le dispositif de fermeture du silo peut prendre plusieurs formes : trappes carrossables, trappe coulissante latéralement, trappe à ouverture verticale. Dans tous les cas, le dispositif devra être adapté aux dimensions du véhicule de livraison des plaquettes, et assurer la sécurité des intervenants autour de la livraison ainsi que l'étanchéité du silo.



Trappe coulissante



Trappe sur vérins hydrauliques
(source Compte.R)



Trappe coulissante latéralement

SILO POUR GRANULES

L'approvisionnement en granulés étant plus simple à assurer que l'approvisionnement en plaquettes, la conception des silos est plus facile. La livraison du granulé est réalisée par camion souffleur. Cet approvisionnement se fait en aérien grâce à l'utilisation d'un tuyau flexible de soufflage, raccordé au silo par un raccord pompier. De fait, la chaufferie et le silo peuvent être :

- de plain-pied avec raccord pompier à hauteur accessible ;
- en sous-sol, avec raccord pompier rapporté au niveau du Rdc.



Pièce de réserve avec alimentation par vis
(source ÖkoFEN)



Livraison par camion souffleur

FICHE RESEAUX DE CHALEUR

DEFINITION

Un réseau de chaleur est un ensemble d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à plusieurs bâtiments pour répondre aux besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire.

Cette définition technique doit être complétée par une définition juridique qui distingue deux types de réseaux :

- **Chaufferie dédiée** qui utilise un réseau pour distribuer de la chaleur à des bâtiments appartenant au même maître d'ouvrage :
ex1 : chaudière communale qui dessert les écoles publiques, la mairie, la cantine et la médiathèque.
- Le producteur de chaleur qui exploite la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de la chaleur (au moins 2 usagers distincts) : c'est le **réseau de chaleur au sens juridique**.
ex2 : réseau qui dessert les écoles, le collège, le lycée et son internat, des logements sociaux.

BOUQUET ENERGETIQUE

Les réseaux de chaleur ont l'avantage de pouvoir mettre en œuvre un « bouquet énergétique » en tête de réseau : il est donc possible de mobiliser différentes ressources énergétiques permettant de garantir une stabilité des prix, une sécurité d'approvisionnement et d'assurer une certaine flexibilité (saisonniers notamment).

Les possibilités d'approvisionnement sont décrites dans le tableau suivant, surtout valable pour les « grands » réseaux urbains :

		Définition	Intérêt environnemental
Energies renouvelables et de récupération	Bois énergie	Valorisation par combustion de produits bois	Impact neutre sur l'effet de serre
	Biogaz	Produit à partir de matières organiques ou de digesteurs de stations d'épuration	Valorisation d'une ressource énergétique locale non fossile
	Chaleur issue de cogénération	Production simultanée de chaleur et d'électricité	Amélioration du rendement et réduction des émissions de CO ₂ par rapport à la production dissociée
	Géothermie profonde	Exploitations d'aquifères profonds, adaptée à de grosses installations, concentrées aujourd'hui dans le Bassin Parisien	Récupération de chaleur
	Usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM)	Valorisation de la chaleur produite par la combustion des déchets	Valorisation d'une ressource énergétique locale non fossile
	Valorisation de chaleur fatale	Chaleur produite par un site, un process et non valorisée sur le site	Utilisation d'une ressource existante
Energies fossiles	Gaz naturel, fioul, charbon	Energies fossiles valorisées par combustion	Aucun en dehors de la cogénération Impact fort sur l'effet de serre

AVANTAGES DES RESEAUX DE CHALEUR

Les avantages des réseaux de chaleur sont de plusieurs types et résumés dans le tableau suivant :

Environnementaux	Réduction des émissions de polluants par la plus grande maîtrise de la combustion de systèmes centralisés et performants. Mobilisation des énergies renouvelables et notamment la biomasse : réduction de l'utilisation d'énergies fossiles et donc des émissions de gaz à effet de serre.
Optimisation énergétique	Les réseaux permettent d'utiliser de la chaleur non valorisée et optimisent donc le bilan énergétique de sites ou de quartiers
Service aux usagers	Distribution d'une chaleur dont le prix et la disponibilité sont attractifs par rapport à des systèmes indépendants peu maîtrisés ; exploitation centralisée indépendante des usagers.
Aménagement urbain	Dans le cadre d'aménagements de nouveaux quartiers ou de réhabilitations de quartiers existants, ce type d'installation apparaît comme un outil pertinent face à l'augmentation des prix des énergies fossiles et à la nécessaire démarche d'optimisation énergétique des territoires pour réduire l'impact environnemental et la dépendance liée aux énergies fossiles.

Figure 74 : Avantages des réseaux de chaleur

Les principales difficultés relèvent :

- de l'investissement : un investissement spécifique au réseau, à la chaufferie et au stockage du combustible ;
- de la difficulté du dimensionnement, notamment lié au phasage d'opérations sur un quartier neuf.

VALORISATION DES RESEAUX DE CHALEUR ENR DANS LA RT 2012

La RT 2012 valorise les réseaux de chaleur vertueux c'est-à-dire, entre autres, émettant peu de CO₂ par kWh distribué. Ces réseaux doivent pour ce faire mobiliser des énergies renouvelables et de récupération dans leur mix énergétique.

Le tableau suivant présente les coefficients applicables pour moduler le Cepmax en fonction du contenu CO₂ du réseau, dans le cas de bâtiments raccordés à un réseau de chaleur :

Contenu CO ₂ du réseau en g/kWh	<50	Entre 50 et 100	Entre 100 et 150	>150
Modulation du Cepmax	+30%	+20%	+10%	0%

Figure 75 : Modulations applicables au Cepmax en fonction du contenu CO₂ du réseau.

La conséquence directe est une modulation favorable de la limite haute de consommation d'énergie primaire pour les bâtiments raccordés à un réseau. Le tableau suivant présente un exemple de modulation :

	Cepmax	Cepmax avec bois énergie	Cep max modulé en fonction du contenu CO ₂ du réseau de chaleur			
			<50 g/kWh	Entre 50 et 100 g/kWh	Entre 100 et 150 g/kWh	>150 g/kWh
Bretagne						
Maisons individuelles	55	70	70	65	60	55
Logements collectifs	55	70	70	65	60	55
Logements collectifs jusqu'au 31/12/2014	63.25	80.5	80.5	74.75	69	63.25

Figure 76 : Impact de la modulation du Cepmax pour un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur.

FICHE FOURNISSEURS D'ÉLECTRICITE VERTE

L'électricité verte désigne dans son sens courant une **électricité respectueuse de l'environnement**. On l'assimile souvent à l'électricité renouvelable, définie dans la directive électricité renouvelable 2001 comme l'électricité produite à partir de "**sources d'énergie non fossiles renouvelables**" :

- énergie éolienne ;
- solaire ;
- géothermique ;
- houlomotrice ;
- marémotrice et hydroélectrique ;
- biomasse : la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (comprenant les substances végétales et animales), de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ;
- gaz de décharge ;
- gaz des stations d'épuration d'eaux usées ;
- biogaz.

L'Union européenne s'est engagée à ce que 21 % de sa consommation brute d'électricité soit produite à partir de sources renouvelables en 2010. Chaque état membre s'est vu attribuer des objectifs indicatifs ; il est de 21 % pour la France.

Différents systèmes permettent de soutenir l'électricité verte, ce sont principalement **les tarifs d'achat** (le producteur vend son électricité à un prix fixé à l'avance) et les **certificats verts** (obligation d'une part d'électricité verte dans le mix avec la création d'un marché). D'autres instruments viennent compléter ce marché : les appels d'offre, les incitations fiscales et le marché volontaire de l'électricité verte. Ce dernier concerne les consommateurs souhaitant une certaine quantité d'électricité verte dans le mix qu'ils reçoivent.

Pour y apporter des réponses, aider le consommateur à choisir et améliorer les offres vertes présentes sur le marché, **un label est en cours de création par le CLER et le WWF**. En France, la plupart des fournisseurs d'électricité proposent des offres vertes. **Le consommateur a ainsi la possibilité de faire le choix de consommer une électricité provenant de sources d'énergie renouvelables.**

Plusieurs de nos voisins ont d'avantage de recul sur ce type de produits car la libéralisation du marché de l'électricité est antérieure. Dans ces pays, des labels ont été créés pour indiquer au consommateur la qualité des offres vertes (Ok Power, Naturemade Star, etc...).

Ainsi dans une démarche volontariste de réduction du bilan carbone des consommations énergétiques du site, l'aménageur pourrait inciter les futurs usagers de l'électricité à consulter les différents fournisseurs d'électricité verte. Les fournisseurs proposent différents tarifs avec des taux d'électricité verte variant de 25 à 100 %.

Parmi les fournisseurs les plus connus nous trouvons : EDF, GDF-Suez, Poweo, Direct Energie ou Enercoop.

L'ensemble des fournisseurs d'énergie est référencé sur le site internet www.energie-info.fr

ANNEXE 2 : REGLEMENTATION THERMIQUE 2012



Issue de la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement du 03/08/09 (Art.4), dite loi Grenelle1, la réglementation thermique 2012 fixe comme objectif de consommation énergétique une valeur maximale de 50kWh_{ep}/(m².an). Ce niveau, équivalent au niveau BBC actuel, permettra de diminuer par trois les consommations énergétiques par rapport à la réglementation thermique 2005. La performance énergétique du bâtiment sera également mesurée en fonction de son adéquation avec une conception bioclimatique. Le coefficient BBio et la température intérieure conventionnelle seront les outils

de mesure de cette exigence. Cette réglementation préfigure l'objectif du Grenelle de généraliser en 2020 la conception de bâtiments passifs.

LES NIVEAUX DE REFERENCE

Les exigences de performance énergétique portent sur les trois facteurs suivants :

- le coefficient **Cep** (coefficient de consommation en énergie primaire) qui doit être **inférieur au niveau imposé dans l'arrêté (Cepmax)**, à savoir **50 kWh_{ep}/(m².an)**, modulé en fonction de la localisation géographique, l'altitude, la surface moyenne, le type d'usage de bâtiment et les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées,
- le coefficient **Bbio** (coefficient prenant en compte la conception bioclimatique du bâtiment) qui doit être **inférieur au niveau imposé dans l'arrêté, à savoir 60** (valeur sans unité), modulé en fonction de la localisation géographique, l'altitude et la surface moyenne,
- la température intérieure conventionnelle qui doit être inférieure à une température intérieure conventionnelle de référence pour le projet.

L'intégration de l'impact des émissions de gaz à effet de serre dans le calcul du Cepmax offre une marge supplémentaire dans les cas suivants :

- les bâtiments à usages d'habitation équipés de production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire alimentée en bois énergie,
- tous les bâtiments raccordés à un réseau de chaleur et/ou de froid faiblement émetteur de CO₂.

En conséquence, sur la région Bretagne et pour ces configurations, le coefficient de modulation des émissions de gaz à effet amènerait à une valeur de consommation de référence de 70 kWh_{ep}/(m².an) au lieu des 55 kWh_{ep}/(m².an) exigés sur cette zone géographique.

Bretagne	Cepmax cas général	Cepmax bois énergie
Maisons individuelles	55	70
Logements collectifs	55	70
Logements collectifs jusqu'au 31/12/2014	63.25	80.5

Tableau 1 : modulation du Cep max en fonction du type de logement et de l'énergie utilisée (cep max en kWh_{ep}/m²_{shonRT.an})

EXIGENCES DE MOYENS

Les critères de performance énergétique nouvellement définis dans la réglementation thermique sont accompagnés **d'exigences de moyens**.

Les maisons individuelles ou accolées **devront obligatoirement avoir recours aux énergies renouvelables**. Plusieurs solutions sont possibles :

- un équipement de production d'eau chaude sanitaire solaire comprenant au moins 2m² de capteurs orientés au Sud et inclinés entre 20° et 60°,
- le raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération,
- une contribution des énergies renouvelables au Cep au moins supérieure à 5kWhep/(m².an),
- un équipement thermodynamique pour la production d'eau chaude sanitaire ayant un COP supérieur à 2,
- le recours à une production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assuré par une chaudière à micro-cogénération respectant des rendements minimum.

Les valeurs maximales attendues de perméabilité à l'air pour les bâtiments à usage d'habitation seront celles imposées dans le cadre du label BBC Effinergie actuel.

Dans un objectif de diminution des consommations électriques, les bâtiments à usage d'habitation devront avoir un accès favorisé à la lumière naturelle. **La surface totale des baies devra être supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.**

Tous les bâtiments seront équipés de sous-comptages énergétiques pour déterminer la répartition des consommations énergétiques (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité) et permettre aux usagers de faire un suivi de leurs consommations énergétiques. Ces installations ont pour objectif de créer des conditions propices à la responsabilisation des usagers et aux économies d'énergie.

APPLICATION

La réglementation thermique 2012 entre en vigueur aux échéances suivantes :

- le 28 octobre 2011 pour les logements situés en zone ANRU et pour les bâtiments à usage de bureau, les bâtiments d'enseignement et les établissements d'accueil de la petite enfance,
- un an après la publication de l'arrêté, soit fin 2012, pour les autres bâtiments à usage autre que d'habitation,
- le 1^{er} janvier 2013 pour les autres bâtiments à usage d'habitation.

ANNEXE 3 : COUT DE L'ENERGIE

Le tableau suivant présente les hypothèses, selon les valeurs Août 2015, qui ont permis d'évaluer les coûts de fonctionnement la 1^{ère} année pour chaque scénario.

	Montant € HT	Montant € TTC
<u>électricité 6kVA-tarif bleu</u>		
abonnement 6kVA	83.81 € HT	88.42 €/an TTC
prix du kWh unique	0.0980 € HT	0.1467 €/kWh TTC
<u>électricité 9kVA-tarif bleu</u>		
abonnement 9kVA	111.09 € HT	117.20 € TTC
prix du kWh unique	0.0980 € HT	0.1467 €/kWh TTC
<u>électricité 12kVA-tarif bleu</u>		
abonnement 12kVA	170.72€ HT	180.11 € TTC
prix du kWh unique	0.0980 € HT	0.1467 €/kWh TTC
<u>Taxes</u>		
		<i>montant €/kWh</i>
<i>taxe sur la conso finale d'élec</i>		<i>0.00957 € HT</i>
CSPE		<i>0.01950 € HT</i>
<u>Granulé bois</u>		
	0.0623 €/kWh HT	0.0667 €/kWh TTC
prix de la tonne livrée en vrac	293 € HT	
PCI	4700 kWh/t	
<u>Gaz naturel- B0</u>		
abonnement	76.44 € HT	80.64 € TTC
prix du kWh unique	0.0612 € HT	0.0763 €/kWh TTC
<u>Gaz naturel- B1</u>		
abonnement	189.84 € HT	200.28 € TTC
prix du kWh unique	0.0420 € HT	0.0632 €/kWh TTC

Figure 77 : Hypothèses de tarifs considérées

ANNEXE 4 : FRAIS DE MAINTENANCE PRIX EN COMPTE

Les coûts de maintenance annuels par logement pris en compte sont les suivants :

- Solutions individuelles :

Scénario	Opération de maintenance	Coût annuel de maintenance
Sc. 0- Chaudière gaz condensation et ballon thermodynamique	Visite annuelle de contrôle	150 € TTC
Sc. 1- Chaudière gaz condensation et ECS solaire	Visite annuelle de contrôle +contrôle CET	175 € TTC
Sc. 2 Poêle granulés Bois + CET	Ramonage + contrôle installation solaire tous les 2 ans	75 € TTC
Sc.3-PAC sur sondes géothermiques	Visite annuelle de contrôle PAC	250 € TTC
Sc. 4 PAC Air/eau	Visite annuelle de contrôle PAC	120 € TTC

Figure 78: Coût de maintenance pour chaque scénario – solutions individuelles

- Solutions collectives :

Scénario	Opération de maintenance	Coût annuel de maintenance
Sc. 0- Chaudière gaz condensation	Visite annuelle de contrôle	110 € TTC
Sc. 1- Chaudière gaz condensation et ECS solaire	Visite annuelle de contrôle +contrôle installation solaire tous les 2 ans	130 € TTC
Sc. 2 Chaufferie bois granulés	Ramonage + contrôle installation solaire tous les 2 ans	130 € TTC
Sc.3-PAC sur sondes géothermiques	Visite annuelle de contrôle PAC	100 € TTC
Sc. 4 PAC Air/eau	Visite annuelle de contrôle PAC	70 € TTC

Figure 79: Coût de maintenance pour chaque scénario – solutions collectives

ANNEXE 5 : EMISSIONS DE CO₂

Les coefficients utilisés sont issus de l'Arrêté du 15/09/06 relatif au Diagnostic de Performance Energétique et d'une publication de l'Ademe sur les émissions de gaz à effet de serre des kWh électriques en fonction de l'usage de l'électricité :

Facteurs de conversion des kilowattheures finaux en émission de gaz à effet de serre (kgCO ₂ /kWhPCL _{ef} ou tCO ₂ /MWhPCL _{ef})		
ENERGIE	CHAUFFAGE	PRODUCTION ECS
Bois, biomasse	0,013	0,013
Gaz naturel	0,234	0,234
Fioul domestique	0,3	0,3
Charbon	0,342	0,384
Gaz propane ou butane	0,274	0,274
Autres combustibles fossiles	0,32	0,32
Electricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment	0	0
Electricité (hors électricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment)	0,18	0,04

Figure 80: Extrait de l'annexe 4 de l'arrêté du 15 Septembre 2006 relatif au DPE

Emissions CO ₂ de l'électricité selon note Ademe 2005 (kgCO ₂ /kWhPCL _{ef} ou tCO ₂ /MWhPCL _{ef})	
Chauffage	0,18
Eclairage	0,1
Cuisson, lavage	0,06
autres usages résidentiels	0,04

Figure 81: Extrait de la note de cadrage sur le contenu en CO₂ du kWh électrique par usage en France (Source : Ademe 2005)

Nous avons considéré dans cette étude pour l'électricité un coefficient de 0,18 pour le chauffage, de 0,06 pour la cuisson et de 0,04 pour les autres usages.

ANNEXE 6 : HYPOTHESES RELATIVES AUX EMISSIONS POLLUANTES

Le tableau suivant décrit les caractéristiques des principaux polluants et quelques-uns de leurs effets sur la santé :

Polluant	Sources	Effets sur la santé
Le monoxyde de carbone (CO)	Le monoxyde de carbone résulte d'une combustion incomplète et rapide du carburant, notamment lors des arrêts dus aux embouteillages	anoxie (manque d'oxygène), troubles cardio-vasculaires, migraine, vertiges, troubles de la vision
Les oxydes d'azote (NOx)	Les oxydes d'azote sont issus de la réaction de l'oxygène et de l'azote de l'air sous l'effet de l'élévation de la température du moteur	irritations, diminution des défenses immunitaires et altération des fonctions pulmonaires
Les hydrocarbures (HC)	Les hydrocarbures proviennent d'une combustion incomplète du carburant et de l'huile du moteur	irritations oculaires, toux
Les particules fines	Les particules fines sont émises principalement par les moteurs diesel. Elles sont composées de carbone, d'hydrocarbures, de composés soufrés et de composés minéraux variés	irritations des bronches et des muqueuses nasales, problèmes respiratoires
Résidus de plomb	Les résidus de plomb sont liés à la présence d'additifs en plomb dans certains carburants	intoxications, anémie, troubles de la croissance, insuffisance rénale
Le dioxyde de soufre (SO₂)	Le dioxyde de soufre est émis par les moteurs diesel	altération des fonctions pulmonaires
L'ozone (O₃)	Il ne faut pas confondre l'ozone de la « couche d'ozone » et l'ozone de surface : l'ozone de surface est un polluant toxique qui se forme au sol. Elle apparaît quand les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, issus des véhicules et des usines, se transforment sous l'action des rayons solaires et de la chaleur. L'ozone est l'une des principales composantes du smog qui est un brouillard jaunâtre causée par un cocktail de polluants atmosphériques (ozone + particules fines). L'ozone peut se retrouver jusqu'à 800 km de son point d'origine et est donc un des principaux « produit » exportés dans le monde (sic) ! L'ozone apparaît lors de la réaction de certains des polluants sous l'effet du rayonnement solaire	migraine, irritations oculaires, altération des fonctions pulmonaires, toux

Figure 82 : Description des principaux polluants dus aux véhicules à moteur (source : www.encyclo-ecolo.com)

Pour évaluer les émissions polluantes des transports dans le futur quartier, nous partons des normes Euro qui fixent des limites d'émissions en fonction du type de véhicule et du carburant utilisé.

Depuis 1993, les normes Euro fixent successivement des seuils d'émission de plus en plus contraignants.

Récapitulatif des normes EURO pour les véhicules Diesel en mg/km								
Norme	Oxydes d'azote (NO _x)	Monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC)	HC + NO _x	Particules (PM)	Particules (P)*	Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	Dioxyde de carbone CO ₂
Euro 1		2720		970	140			175500
Euro 2		1000		900	100			168500
Euro 3	500	640		560	50			154200
Euro 4	250	500		300	25			142750
Euro 5	180	500		230	5			127000
Euro 6	80	500		170	5			110000

(*) Uniquement pour les voitures à essence à injection directe fonctionnant en mélange pauvre (combustion stratifiée).

(**) Nombre de particules. Une valeur limite doit être définie au plus tard pour la date d'entrée en vigueur de la norme Euro 6.

(***) Les normes euro ne fixent pas de valeur pour les émissions de CO₂, celles-ci sont estimées à partir de la publication «Véhicules particuliers vendus en France » édition 2012 de l'Ademe.

Figure 83 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Diesels

Récapitulatif des normes EURO pour les véhicules Essence en mg/km								
Norme	Oxydes d'azote (NO _x)	Monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC)	HC + NO _x	Particules (PM)	Particules (P)**	Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	Dioxyde de carbone CO ₂
Euro 1		2720						175500
Euro 2		2200						168500
Euro 3	150	2200	200					154200
Euro 4	80	1000	100					142750
Euro 5	60	1000	100		5		68	127000
Euro 6	60	1000	100		5		68	110000

Figure 84 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Essence

Le rapport Chiffres Clés 2011 de l'Observatoire Régional des Transports en Bretagne (ORTB) indique la composition du parc automobile Breton :

...l'âge	Bretagne	...la source d'énergie	Bretagne
< 4 ans	18,8%	Essence	34,9%
4 + 5 ans	13,3%	Gazole	64,6%
6 + 7 ans	13,7%	Bicarburant - GPL	0,5%
8 à 10 ans	22,3%	Electricité	0,0%
11 à 15 ans	31,9%	Non dét.	0,0%
Total	100,0%	Total	100,0%

Figure 85: Extrait du Rapport chiffres clés 2011 ORTB

En fonction, de l'âge du véhicule (donc de sa date de mise en circulation) il est possible de retrouver la norme Euro qui s'appliquait à l'époque et d'en déduire les taux d'émission de polluants en estimant qu'ils sont égaux aux valeurs limites de la norme EURO.