

ANNEXE 4 : Étude préalable agricole – Ter Qualitechs



ETUDE PRÉALABLE
AGRICOLE
ZAC du Botrel 2 – Acigné (35)

Document produit par Ter-Qualitechs



5 Allée de la Planche Fagline
PA de la Teillais
35740 PACE
02 99 23 15 25

1

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Table des matières

Table des matières

Table des matières	2
Acronymes et abréviations.....	3
Table des figures.....	4
Table des tableaux.....	5
1 Contexte	6
1.1 Cadre de l'étude préalable et de compensation collective agricole.....	6
1.2 Contexte réglementaire appliqué au projet de la ZAC du Botrel 2.....	7
2 Présentation générale du projet.....	8
2.1 Objectifs	8
2.2 Le porteur de projet : la commune d'Acigné	8
2.3 Localisation du projet.....	10
2.4 Description du projet	11
3 Etude des impacts sur les exploitations agricoles	14
3.1 Méthodologie.....	14
3.2 Synthèse des diagnostics d'exploitation	15
4 Etude préalable agricole	21
4.1 Définition du territoire concerné.....	21
4.2 Analyse de l'état initial de la situation agricole du territoire concerné	26
5 Analyse de l'impact sur les exploitations et sur l'activité agricole globale du territoire.....	32
5.1 Effets positifs du projet sur l'économie agricole du territoire.....	32
5.2 Effets négatifs du projet sur l'économie agricole du territoire	32
5.3 Evaluation des impacts économiques de la consommation du foncier sur l'économie agricole du territoire.....	34
6 Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole.....	35
6.1 Mesures d'évitement.....	35
6.2 Mesures de réduction	36
6.3 Mesures de compensation.....	39
Conclusion	41
Bibliographie.....	42



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

2

Acronymes et abréviations

CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie
CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole
EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée
ETA : Entreprise de Travaux Agricoles
ETP : Equivalent Temps Plein
EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale
GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
Ha : Hectare
IAA : Industries agro-alimentaires
MAEC : Mesure Agro-Environnementale et Climatique
OAP : Orientation d'Aménagement et de Programmation
OTEX : Orientation technico-économique des exploitations
PAC : Politique Agricole Commune
PBS : Production brute Standard
PLUi : Plan Local d'Urbanisme intercommunal
RGI : Ray-Grass Italien
RICA : Réseau d'Information Comptable Agricole
RPG : Registre Parcellaire Géographique
SARL : Société à Responsabilité Limitée
SAU : Surface Agricole Utile
SCoT : Schéma de cohérence territoriale
SIQO : Signes d'Identification de la Qualité et de l'Origine
UTH : Unité de Travailleur Humain
ZAC : Zone d'Aménagement Concertée
ZAN : Zéro Artificialisation Nette



Table des figures

Figure 1 - Localisation du projet	10
Figure 2 - Tranches de travaux prévisionnelles du projet (février 2025)	11
Figure 3 - Plan de délimitation du projet (scénario retenu le 10/12/2024)	12
Figure 4 - Cartographie du Plan local d'urbanisme (PLU) autour du périmètre du projet (Ouest Am', 2023)	12
Figure 5 - Environnement écologique du projet	13
Figure 6 - Répartition des parcelles concernées en fonction des quatre exploitants de la ZAC (RPG 2023)	15
Figure 7 - Assolement de l'exploitation n°2 (surface en ha)	17
Figure 8 - Assolement de l'exploitation n°3 (surface en ha)	19
Figure 9 - Orientations technico-économiques des communes autour d'Acigné (Agreste, Recensement agricole 2020)	21
Figure 10 - Ratio des différents types de cultures par commune	22
Figure 11 - Eléments paysagers autour du projet de la ZAC de Botrel	23
Figure 12 - Grands types de sols de la zone	24
Figure 13 - Délimitation du périmètre d'étude pour la compensation agricole	25
Figure 14 – Surface (en ha) de chaque type de culture dans l'assolement du territoire d'étude (RPG 2023)	27
Figure 15 - Localisation des acteurs agricoles (CUMA, ETA, négoces agricoles)	29
Figure 16 - Evolution des ETP entre 2010 et 2020 par commune (Agreste, Recensements agricoles 2010 et 2020)	31
Figure 17 – Evolution de l'artificialisation du territoire autour du projet de ZAC entre 2009 et 2022 (portail d'artificialisation des sols)	33
Figure 18 - Parcelles cadastrales sur le projet de la ZAC du Botrel 2	37



Table des tableaux

Tableau 1 - Réglementations appliquées au projet d'agrandissement de la ZAC du Botrel 2 7

Tableau 2 - Evolution de la population historique de 1968 à 2021 au sein de Rennes Métropole 9

Tableau 3 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°1..... 16

Tableau 4 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°2..... 18

Tableau 5 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°3..... 20

Tableau 6 - Comparaison du nombre d'exploitations agricoles et de la Surface agricole utile (SAU) du territoire entre 2010 et 2020 (Recensements agricoles 2010 et 2020)..... 26

Tableau 7 - Production brute standard (PBS) du territoire en 2020, hors OTEX cultures fruitières ou maraîchage, comparée à la SAU (en ha) 27

Tableau 8 - Récapitulatif de l'ensemble des acteurs agroalimentaires situés sur le territoire..... 30

Tableau 9 - Récapitulatif de l'ensemble des actions de ventes directes au sein du territoire d'étude 30

Tableau 10 - Récapitulatif des projets en cours ayant un impact sur des surfaces agricoles dans le secteur (MRAE, 2019-2024) 33

Tableau 11 - Impact du projet sur l'économie agricole du territoire..... 34

Tableau 12 - Récapitulatif des impacts directs et indirects du projet sur l'économie agricole du territoire 34

Tableau 13 - Objectifs de densité minimale définis par le SCoT du Pays de Rennes (mis à jour le 22/10/2019) 36



1 Contexte

1.1 Cadre de l'étude préalable et de compensation collective agricole

L'étude réalisée ici porte sur un projet de construction d'une Zone d'aménagement concertée (ZAC) sur la commune d'Acigné, en Ile-et-Vilaine.

Le secteur agricole est un acteur majeur du territoire. Par son occupation de l'espace et le travail qu'il y réalise, par le tissu économique qu'il crée, il est aussi l'un des premiers secteurs concerné par les aménagements urbains ou routiers, par exemple. La perte de foncier disponible pour l'agriculture est devenue une problématique majeure, particulièrement dans les secteurs à dynamique urbaine forte. Les impacts pour les exploitations agricoles peuvent être plus ou moins importants selon les systèmes d'exploitation (productions, parcellaires, type de sol...), sans oublier le côté humain et social. Plus largement, la perte de foncier peut également impacter de manière significative l'économie agricole du territoire. Les procédures d'aménagement fonciers, parfois mises en œuvre, n'ont pour but que de compenser les effets directs des aménagements (pertes de surface). L'étude préalable et de compensation collective agricole vise à évaluer les impacts directs et indirects sur le potentiel économique agricole du territoire, afin de définir, le cas échéant, des mesures destinées à les éviter, les réduire, voire les compenser. Cette étude est rendue obligatoire par l'article L. 112-1-3 du code rural et de la pêche maritime dont les modalités d'application sont définies dans le décret n°2016-1190 du 31 août 2016, qui impose d'étudier les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet ainsi que de définir des mesures de compensation permettant de consolider l'économie agricole du territoire.

L'étude préalable agricole se déroule en plusieurs phases. La première phase d'étude consiste à étudier les grands ensembles agricoles locaux dans l'objectif de déterminer un territoire d'étude. Cette étape passe notamment par la rencontre des exploitations agricoles directement concernées par le projet, permettant d'identifier les filières concernées. L'agriculture au sein de ce territoire est ensuite caractérisée plus précisément afin d'évaluer les éventuels impacts sur les dynamiques agricoles à l'échelle du territoire et à proposer au besoin des mesures correctives (éviter, réduire, voire compensation de ces impacts).



1.2 Contexte réglementaire appliqué au projet de la ZAC du Botrel 2

Les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole, font l'objet d'une étude préalable. Les conditions cumulatives de soumission à l'étude préalable agricole (définies par l'article L. 112-1-3 du code rural et de la pêche maritime dont les modalités d'application sont définies dans le décret n°2016-1190 du 31 août 2016) sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Réglementations appliquées au projet d'agrandissement de la ZAC du Botrel 2

Règlementation appliquée au projet	
Projets soumis à une étude d'impact environnementale de façon systématique dans les conditions prévues à l'article R. 122-2 du code de l'environnement.	Le projet de ZAC est soumis à étude d'impact systématique
Projet dont l'emprise est située en tout ou partie sur : - une zone agricole (A), forestière ou naturelle (N) délimitée par un document d'urbanisme opposable qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 du code rural et de la pêche maritime (CRPM) dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet. - une zone à urbaniser (AU) délimitée par un document d'urbanisme opposable qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 du code rural et de la pêche maritime dans les trois années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet. - En l'absence de document d'urbanisme délimitant ces zones, l'emprise des projets concernés doit être située en tout ou partie sur toute surface qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet.	Le projet de ZAC est situé sur des parcelles classées AU et affectées à une activité agricole ces dernières années.
Projet dont la surface prélevée définitivement par le projet, est supérieure à un seuil de défini par arrêté préfectoral. Lorsque la surface prélevée s'étend sur plusieurs départements, le seuil retenu est le seuil le plus bas des seuils applicables dans les différents départements concernés.	Le projet porte sur une surface initiale supérieure à ce seuil (21,36 ha).
Ille-et-Vilaine : pas d'arrêté sur le département : seuil de 5 ha	

Les 3 critères étant remplis, le projet de création de la ZAC du Botrel 2 est donc soumis à la réalisation d'une étude préalable et de compensation collective agricole.



2 Présentation générale du projet

2.1 Objectifs

Un projet de construction de ZAC sur la commune d'Acigné est à l'étude pour répondre à la demande croissante de logements au sein de la métropole rennaise. La commune prévoit la construction de 76 nouveaux logements par an jusqu'en 2035 (c'est un objectif présent dans le nouveau programme local de l'habitat (PLH) de Rennes Métropole. Il fait suite au projet de la ZAC Botrel 1, directement au Sud. Le projet vise la construction d'environ 792 logements (logements collectifs, maisons individuelles et habitats légers participatifs) sur le site de Botrel 2, avec des objectifs de densité portés à 39 logements/ha.

Le projet initial prévoit de s'étendre sur une surface totale de 21,36 ha dont une partie est actuellement valorisée en terres agricoles.

Les grands enjeux encadrant la création de cette ZAC sont :

- L'Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) métropolitaine "Projet patrimonial et paysager, trame verte et bleue, axes de développement de la ville archipel". Cette OAP rappelle les grands principes à respecter en matière d'habitat, de mobilités, de développement commercial et d'animation des centres-villes, de protections du patrimoine, du paysage et de la trame verte et bleue.
- L'Orientation d'Aménagement et de Programmation métropolitaine "Santé, énergie, climat". Cette OAP rappelle plusieurs principes à mettre en œuvre à l'échelle de chaque opération d'aménagement pour répondre aux enjeux de santé, énergétiques et climatiques.
- L'Orientation d'Aménagement et de Programmation communale d'Acigné : cette OAP définit le projet communal et ses grandes orientations, notamment sur le renforcement du centre-ville.
- L'Orientation d'Aménagement et de Programmation de quartier « le Botrel ». Cette OAP définit les principes et objectifs d'aménagement attendus sur la ZAC. Elle pourra être éventuellement adaptée dans le cadre de la deuxième modification du PLUi, dont l'enquête publique est en cours, pour prendre notamment en compte les évolutions de la réglementation et les impacts du Zéro Artificialisation Nette de la loi Climat et Résilience.
- Le règlement graphique et littéral qui précise les dispositions réglementaires à respecter sur chaque terrain.

2.2 Le porteur de projet : la commune d'Acigné

La ville d'Acigné est située dans la couronne Rennaise, à l'est de Rennes et regroupe 6 888 habitants (Insee, 2021). Elle fait partie des 43 communes de Rennes Métropole et souhaite répondre à la demande croissante de logements qui existe sur le territoire dû à une population croissante au sein de la métropole, qui a vu une augmentation de près de 60 000 habitants en 11 ans (Erreur ! Source du r envoi introuvable.).

La commune investit fortement dans des projets d'aménagement et de réhabilitation urbaine (près de 1,2 millions d'euros).



Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Présentation générale du projet

2.2.1 Développement démographique

Comme le montre le Tableau 2, la population de la commune a augmenté à un taux annuel moyen de 0,9 % entre 2015 et 2021 (Insee, 2024).

Tableau 2 - Evolution de la population historique de 1968 à 2021 au sein de Rennes Métropole

Année	1968(*)	1975(*)	1982	1990	1999	2010	2015	2021
Population	243 257	284 058	306 622	334 531	373 833	409 757	438 865	467 858
Densité moyenne (hab/km²)	345	402,9	434,9	474,5	530,2	581,2	622,5	663,6

(*) 1967 et 1974 pour les DOM.

Les données proposées sont établies à périmètre géographique identique, dans la géographie en vigueur au 01/01/2024.

Sources : Insee, RP1967 à 1999 dénombrements, RP2010 au RP2021 exploitations principales.

Cette augmentation est soutenue par :

- Un solde naturel positif, lié à une population jeune et un taux de natalité dynamique ;
- Un solde migratoire positif, résultat de l'arrivée de nouvelles familles attirées par le cadre de vie et la proximité de Rennes.

La répartition démographique d'Acigné montre un fort dynamisme des tranches d'âge actives et jeunes :

- 19,5 % de la population a moins de 14 ans ;
- Les 30-44 ans, souvent des ménages en phase d'installation, représentent 19,7 % de la population.

Cette croissance démographique, associée à un accroissement de la demande en logements, justifie pleinement le projet d'extension de l'offre résidentielle via la création d'une nouvelle Zone d'Aménagement Concerté (ZAC).

2.2.2 Dynamisme économique et emploi

Le développement démographique d'Acigné s'accompagne d'un essor économique significatif. L'économie locale bénéficie du rayonnement économique de Rennes Métropole, qui constitue un pôle d'emploi majeur à l'échelle régionale. La proximité des zones d'activités rennaises offre aux habitants d'Acigné un large bassin d'emplois qualifiés et diversifiés (Site officiel de la ville d'Acigné, 2024).

2.2.3 Interactions avec Rennes Métropole

Acigné entretient des relations étroites avec Rennes Métropole sur les plans :

- Démographique : l'attractivité de Rennes génère une dynamique résidentielle dans les communes environnantes, comme Acigné. De nombreux habitants d'Acigné travaillent à Rennes, bénéficiant ainsi des infrastructures de transports métropolitains ;



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

9

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Présentation générale du projet

- Économique : Rennes Métropole constitue un moteur économique régional, avec des pôles d'activités stratégiques tels que la technopole Atalante ou les zones industrielles périphériques. Les entreprises et emplois situés dans l'agglomération rennaise dynamisent indirectement le marché local à Acigné ;
- Aménagement et mobilité : Acigné est intégrée au réseau de transports de Rennes Métropole, facilitant les déplacements quotidiens vers le cœur de l'agglomération.

Cette intégration métropolitaine renforce l'attractivité résidentielle et économique de la commune. Toutefois, la croissance régulière de la population impose une planification rigoureuse des infrastructures et des équipements, d'où la nécessité de développer de nouvelles zones résidentielles structurées comme la future ZAC de logements (Site officiel de la ville d'Acigné, 2024).

2.2.4 Derniers aménagements résidentiels sur la commune

Au cours des dernières années, la commune d'Acigné a initié plusieurs projets d'aménagement résidentiel pour répondre à la demande croissante en logements et promouvoir un développement urbain durable. La ville d'Acigné conduit ses opérations d'aménagement sous forme de Zones d'Aménagement Concerté (ZAC). En effet, après la construction de la ZAC du Centre-ville, la ZAC Judith d'Acigné, créée en 2023, prend le relais en renouvellement urbain au sein de la commune. La ZAC du Botrel 1 est actuellement en cours de réalisation. C'est un projet majeur visant à créer environ 390 logements diversifiés. La commercialisation de ces lots est en cours, avec une vente directe par la ville pour les lots libres et denses, tandis que les autres types de logements sont commercialisés par les constructeurs. Cette ZAC est limitrophe de la ZAC Botrel 2 faisant ici l'objet de l'étude.

2.3 Localisation du projet

La Figure 1 présente l'emplacement de la future ZAC au sein de la commune concernée.

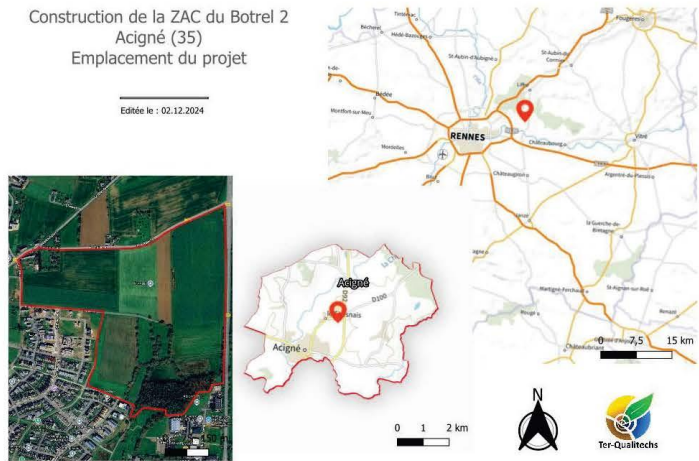


Figure 1 - Localisation du projet



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

10

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - **Présentation générale du projet**

Le projet est situé sur la commune d'Acigné, située au Nord-Est de Rennes. La commune est bordée au nord par la forêt de Rennes et la forêt du Chevré. La ZAC se trouve au nord du centre-ville en bordure de l'axe Noyal sur Vilaine - Liffré.

2.4 Description du projet

La ZAC a pour objectif de construire au minimum 749 logements (soit une densité d'environ 37 logements par hectare) de tailles variées et adaptées pour des familles, étudiants et seniors, l'objectif étant d'assurer une mixité sociale.

2.4.1 Planning de réalisation du projet

Le projet de la ZAC du Botrel 1 a été initié le 27 juin 2016. Le projet de Botrel 2 a donc vocation à prendre le relais de Botrel 1 pour atteindre l'objectif du PLH de 76 logements/an. En effet, cet objectif ne peut être couvert par le seul renouvellement urbain (ZAC Judith d'Acigné et OAP mentionnés plus haut).

Les principales étapes du projet de construction de la ZAC de Botrel 2 sont, jusqu'à présent :

- Été 2023 : fin de la commercialisation de la première tranche (15 ha) ;
- Fin 2026 : fin de commercialisation de la seconde tranche correspondant à 1/3 de la surface et des logements.

Il est prévu que le projet se construise en 5 tranches de travaux prévisionnelles, ces différentes tranches sont présentées sur la Figure 2.



Figure 2 - Tranches de travaux prévisionnelles du projet (février 2025)

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - **Présentation générale du projet**

2.4.2 Plan du projet et aménagements

La Figure 3 représente le périmètre opérationnel du projet de ZAC de Botrel 2.

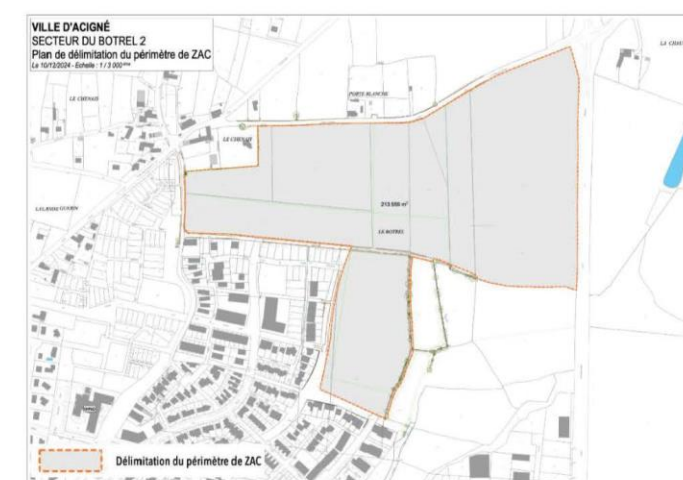


Figure 3 - Plan de délimitation du projet (scénario retenu le 10/12/2024)

2.4.2.1 Plan local d'urbanisme

La Figure 4 présente le plan local d'urbanisme sur le périmètre du projet.

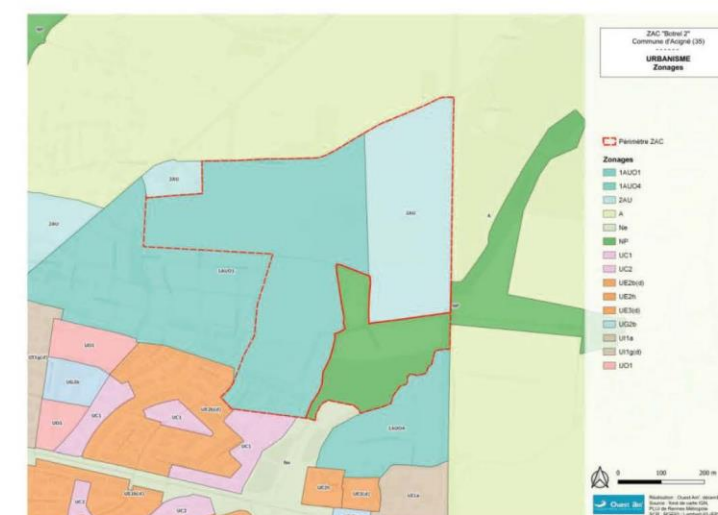


Figure 4 - Cartographie du Plan local d'urbanisme (PLU) autour du périmètre du projet (Ouest Am', 2023)

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Présentation générale du projet

Les parcelles du site sont classées en zones 1AUo1 (ouverte à l'urbanisation) et 2AU (à urbaniser) et NP (zone naturelle) en vert. Les zones apparaissant en vert et jaune sur la carte constitueront une trame verte au sein de la zone. Sur cette zone, la maîtrise foncière est complète (Figure 4).

2.4.2.2 Environnement du projet

La Figure 5 présente les enjeux écologiques sur la zone d'implantation du futur projet de ZAC.

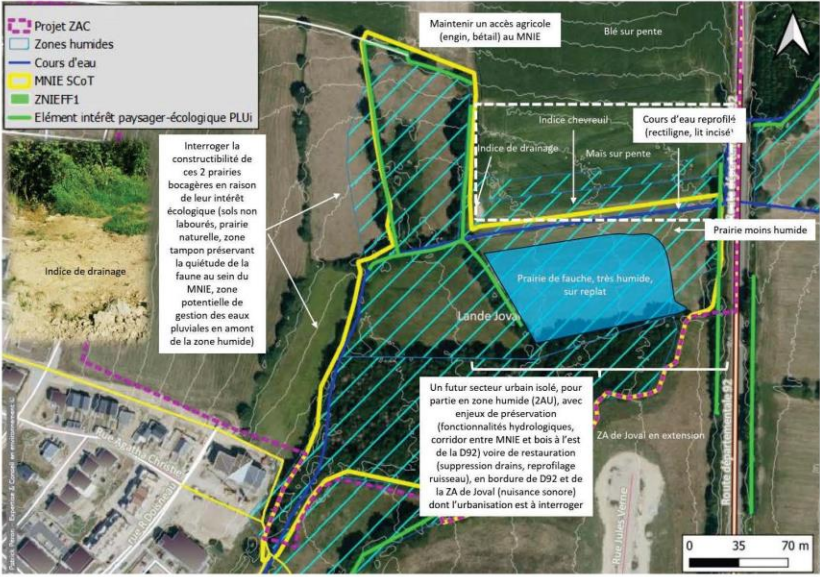


Figure 5 - Environnement écologique du projet

Le site s'intègre dans un environnement à forte valeur écologique et paysagère (Figure 5). Les éléments d'intérêt paysager constituent une trame bocagère qui crée des chambres paysagères au sein de la zone. On trouve également des zones humides. La topographie du site est marquée (talweg et Vallon de Jovall qui constituent un dénivelé de 15 m du nord au sud de la zone) et elle devra être prise en compte dans les projets de construction.

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude des impacts sur les exploitations agricoles

3 Etude des impacts sur les exploitations agricoles

3.1 Méthodologie

La démarche de compensation collective agricole n'a pas pour but de compenser les impacts directs et individuels sur les exploitations touchées par la réalisation d'un projet. En revanche, l'étude et l'évaluation des impacts sur chaque exploitation directement concernée est un préalable à la réalisation de l'étude de compensation collective, notamment dans la compréhension de l'agriculture du territoire. L'objectif est aussi d'impliquer les exploitants du territoire dans l'élaboration de mesures de compensation, le cas échéant.

Les impacts potentiels pour chaque exploitation peuvent être directs, avec notamment une perte de surface exploitable. Cette perte de surface pourrait avoir différentes retombées sur la viabilité des systèmes d'exploitation (emploi, rentabilité économique, perte d'autonomie fourragère, pertes de surfaces pâturables, inadéquation du parc matériel avec les surfaces cultivables, accès aux parcelles...), ou des problématiques environnementales (pression azotée, surfaces d'épandages...).

Les impacts indirects concernent l'organisation du système en place : fragmentation de l'exploitation pouvant induire une restructuration du parcellaire, une réorganisation des assolements, la réalisation de nouveaux aménagements permettant la circulation des animaux et/ou du matériel, et souvent un temps de travail supplémentaire. Les impacts indirects concernent aussi les partenaires techniques et commerciaux intervenant sur ces exploitations.

Des visites sur l'exploitation concernée ont été réalisées dans le but de collecter les informations nécessaires à l'évaluation de l'impact du projet. Les exploitants ont été rencontrés individuellement pour la réalisation du diagnostic. D'autres données ont été collectées à partir de l'analyse d'études antérieures et de différents producteurs de données institutionnels.

L'objectif de ces diagnostics est d'identifier les enjeux principaux sur chaque exploitation à plusieurs niveaux :

- Technique : viabilité du système tel qu'il est pratiqué actuellement, nombre d'animaux sur l'exploitation, niveau de production...
- Economique : rentabilité du système d'exploitation, autonomie, investissements, parc matériel, pérennité de l'exploitation...
- Social : maintien de l'emploi sur l'exploitation, viabilité actuelle et future pour un repreneur...
- Environnemental : adéquation du système d'exploitation vis-à-vis des contraintes environnementales (pression azotée par exemple), réglementation locale...

Les résultats et éléments essentiels (enjeux, nature et importance des impacts) de cette phase sont synthétisés dans la partie suivante.

Cette étude d'impact sur les exploitations impactées constitue un préalable à l'étude de territoire et permet d'identifier les premiers enjeux et problématiques.

3.2 Synthèse des diagnostics d'exploitation

Le projet de la ZAC de Botrel 2 impacte quatre exploitations agricoles. Trois exploitations ont été rencontrées dans le cadre de cette étude : l'exploitation n°1 est impactée sur 3,5ha de SAU, l'exploitation n°2 sur 10ha et l'exploitation n°3 sur 11 ha (Figure 6). L'ensemble de ces parcelles sont valorisées sous baux précaires. Les parties suivantes synthétisent les échanges réalisés avec les exploitants.

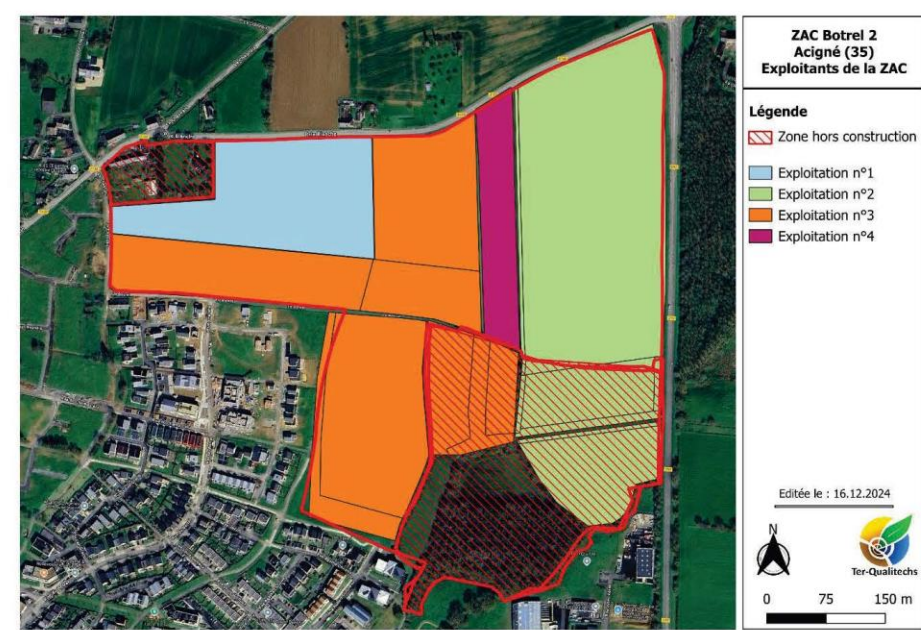


Figure 6 - Répartition des parcelles concernées en fonction des quatre exploitants de la ZAC (RPG 2023)

3.2.1 Exploitation n°1

L'exploitation n°1 est une exploitation individuelle dont le gérant est installé depuis 2000 en grandes cultures sur la commune d'Acigné. Elle s'étend sur 24 ha de SAU et son parcellaire est relativement groupé (adjacent à la localisation de la ZAC Botrel 2) mais composé de petites parcelles d'une surface moyenne de 2ha. Le gérant loue l'ensemble de ses parcelles et il est en bail précaire avec la commune d'Acigné pour la parcelle du projet. L'exploitation compte 1 UTH qui correspond au chef d'exploitation. Il se fait aider par son fils qui vient d'obtenir son bac agricole. Le gérant possède également une entreprise d'élagage et bois de chauffage.

3.2.1.1 Productions végétales sur l'exploitation n°1

Sur les 24ha de SAU, l'exploitant produit 21 ha de grandes cultures de vente et possède 3,3ha de prairies temporaires sur lesquelles il produit du foin qu'il vend à des marchands de chevaux. Pour la

saison 2025, l'exploitant a semé 21 ha en orge, mais il produit également du blé, du colza et du maïs, intégrés à la rotation. Les cultures sont vendues à la coopérative AGRIAL ou à BDV services.

Concernant la fertilisation des cultures, l'exploitant réalise des analyses de sol tous les 5 ans sur ses parcelles afin d'estimer la fertilisation qu'il y a à réaliser. Il a pour habitude de pratiquer une fertilisation azotée avec de l'ammonitrate 33.5, un chaulage si nécessaire et il épand également du compost sur ses parcelles.

3.2.1.2 Partenaires de l'exploitation n°1

L'exploitant est adhérent à la CUMA d'Amanlis et utilise notamment l'épandeur, qui est idéal pour l'épandage du compost. Il fait également appel à une entreprise de travaux agricoles (ETA) : l'ETA Cléray Loïc pour les services de battage et de semis des cultures.

Il se fournit auprès d'AGRIAL et BDV services et vend ses cultures aux mêmes organismes. Pour les semences et les engrais, il se fournit également auprès de l'entreprise AGRICOM.

3.2.1.3 Parcelles de l'exploitation n°1 concernées par le projet

Les parcelles de l'exploitation n°1 concernées par le projet représentent une surface de 3,5 ha. Elles sont implantées en grandes cultures (blé, orge, colza ou maïs suivant la rotation). L'ensemble de cette surface est concernée par le projet de ZAC, ce qui engendre une perte de 15% de la SAU de l'exploitation (Tableau 3).

Tableau 3 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°1

Surface impactée	Ratio surface concernée / SAU	Productions de la parcelle concerné
3,5 ha	15 %	Grandes cultures

3.2.1.4 Perspectives de l'exploitant

Le projet de la ZAC de Botrel 2 représente une part importante de la SAU de l'exploitation n°1 (Tableau 3). C'est une exploitation familiale que le gérant souhaite conserver, voire développer. Cependant, la faible SAU ne permet pas à l'exploitation d'être rentable, ni de se lancer dans des investissements. Il a 48 ans et son fils a un projet d'installation sur l'exploitation. Il souhaiterait pouvoir atteindre une SAU de 50 à 70 ha afin de générer des revenus. Si possible, son fils aimerait également installer un atelier d'élevage (poulets labellisés ou vaches allaitantes).

3.2.2 Exploitation n°2

L'exploitation n°2 est une EARL dont le gérant est installé depuis le 1^{er} avril 2024 en système de polycultures-élevage (bovins lait et porcs à façon) sur la commune d'Acigné. Elle s'étend sur 82 ha de SAU et son parcellaire est relativement groupé autour du site d'exploitation. La reprise d'exploitation est récente et a été faite à un tiers. La parcelle du projet est louée à l'exploitant via un bail précaire. L'exploitation compte 1,5 UTH ainsi qu'un stagiaire.

3.2.2.1 Productions végétales sur l'exploitation n°2

Sur les 82ha de SAU, l'exploitant produit 59 ha de grandes cultures de vente et possède 18ha de prairies permanentes et 5 ha de prairies temporaires sur lesquelles il fait pâturer ses vaches laitières. Concernant les grandes cultures, il produit du blé, de l'orge, du colza et du maïs ensilage destiné à l'alimentation des vaches. L'assolement de l'exploitation est représenté Figure 7.

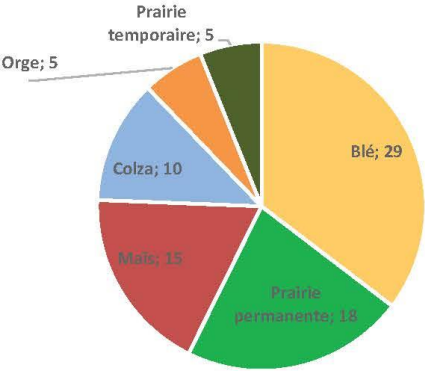


Figure 7 - Assolement de l'exploitation n°2 (surface en ha)

Pour la fertilisation des cultures, l'exploitant épand du lisier de porcs sur les céréales à paille et du fumier bovin sur les cultures de maïs. Il réalise aussi régulièrement une fertilisation minérale à base de NPK (Azote - phosphore – potassium).

3.2.2.2 Productions animales sur l'exploitation n°2

L'exploitation n°2 possède un atelier de vaches laitières avec 45 vaches à la traite. Leur alimentation est majoritairement composée de maïs ensilage, mais également de luzerne et d'ensilage d'herbe. L'EARL est en autonomie totale pour les fourrages et la paille. Les vaches sont au pâturage, généralement du mois de février au mois de novembre. Le lait est vendu à Sill Entreprise, pour la laiterie Malo.

Il existe également un atelier de porcs sur l'exploitation, avec 365 places en post-sevrage et 716 places en engraissement. Cet élevage est en intégration avec l'entreprise Terdici. Cela signifie que l'exploitant loue son bâtiment à l'entreprise et effectue le travail en élevage, mais les porcs appartiennent à Terdici.



3.2.2.3 Partenaires de l'exploitation n°2

L'exploitant est adhérent à la CUMA d'Acigné et utilise notamment le semoir à maïs, le cover crop et le déchaumeur à disques. Il est également adhérent à la CUMA de Servon-sur-Vilaine pour l'épandage du lisier. Il fait appel à l'ETA Jamelot à Acigné pour des services tels que la moisson, l'ensilage et l'épandage.

Le lait est vendu à la laiterie Malo, et il vend ses grandes cultures à Terdici, avec qui il est également sous contrat pour l'élevage de porcs, comme évoqué dans la partie précédente.

3.2.2.4 Parcelle de l'exploitation n°2 concernée par le projet

La parcelle de l'exploitation n°2 concernée par le projet représente une surface de 10 ha. Elle est implantée en grandes cultures, avec une rotation maïs, blé, orge, colza. L'ensemble de ces surfaces est concerné par le projet de ZAC. L'exploitant ne pourra donc pas conserver le bail si la parcelle est ouverte à l'urbanisation. Cela engendre une réduction de 12% de la SAU de l'exploitation (Tableau 4). Selon l'exploitant, ce sont de très bonnes terres et les rendements sur cette parcelle ont tendance à être supérieurs à la moyenne de l'exploitation.

Tableau 4 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°2

Surface impactée	Ratio surface concernée / SAU	Productions de la parcelle concerné
10 ha	12 %	Grandes cultures

3.2.2.5 Perspectives de l'exploitant

Le projet de la ZAC de Botrel 2 représente une part importante de la SAU de l'exploitation n°2 (Tableau 4). L'exploitant est jeune et récemment installé. Il a pour projet de s'associer avec son frère qui a également repris une exploitation de 90 ha à proximité, ainsi qu'avec leur père qui possède l'exploitation familiale. Les deux frères ont le projet d'embaucher un salarié à temps plein lorsqu'il se seront associés.

3.2.3 Exploitation n°3

L'exploitation n°3 est un GAEC qui rassemble trois associés, installés depuis 1994 et 1995 en système de bovins-lait. Le siège d'exploitation est situé sur la commune d'Acigné et il existe un autre site sur la commune de Noyal-sur-Vilaine. Le parcellaire de l'exploitation, de 126 ha, est principalement morcelé sur trois communes (Acigné, Noyal-sur-Vilaine et Cesson-Sévigné). Les parcelles du projet sont en location via un bail précaire. L'exploitation compte 2,5 UTH et pratique une agriculture conventionnelle.

3.2.3.1 Productions végétales sur l'exploitation n°3

Sur les 126 ha de SAU, l'exploitant produit 40 ha de grandes cultures de vente (blé), des fourrages pour l'alimentation des vaches et il possède 30ha de prairies sur lesquelles il fait pâturer ses vaches laitières.



Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude des impacts sur les exploitations agricoles

Concernant les cultures fourragères, il produit de la luzerne, des betteraves fourragères et du maïs ensilage. L'assolement de l'exploitation est représenté Figure 8.

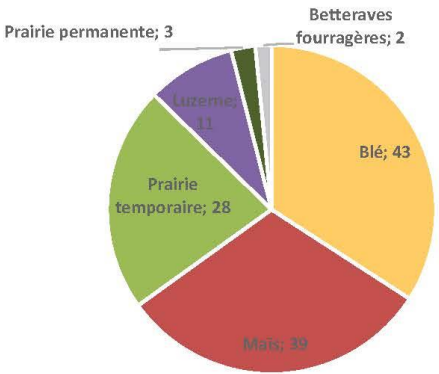


Figure 8 - Assolement de l'exploitation n°3 (surface en ha)

Pour la fertilisation des cultures, l'exploitant effectue une fertilisation minérale et organique lorsque cela est nécessaire.

3.2.3.2 Productions animales sur l'exploitation n°3

L'exploitation n°3 possède un atelier de 120 vaches laitières. Leur alimentation est majoritairement composée de maïs ensilage, mais également de luzerne, d'ensilage d'herbe et de betterave. Le GAEC est en autonomie totale pour les fourrages et la paille. Pour compléter l'alimentation, des compléments sont achetés. Les vaches sont au pâturage durant 4 mois de l'année. Le lait est vendu au groupe Savencia.

3.2.3.3 Partenaires de l'exploitation n°3

Le GAEC est adhérent à la CUMA la Cessonnaise à Cesson-Sévigné et à la CUMA Maïs à Acigné pour tout type de matériel. Il fait également appel à l'ETA Jamelot à Acigné pour les travaux de récolte et à l'entreprise Cléray pour l'épandage du lisier.

Les productions de blé sont vendues à AGRIAL et le lait est vendu à Savencia. Ses fournisseurs pour les cultures et l'élevage sont le négoce Demeuré et l'entreprise Sanders.

3.2.3.4 Parcelles de l'exploitation n°3 concernées par le projet

Les parcelles de l'exploitation n°3 concernées par le projet représentent une surface de 10 ha. Elles sont implantées en grandes cultures, avec une rotation maïs, blé, orge, colza ou en prairie temporaire. L'ensemble de ces surfaces seraient totalement artificialisées par le projet de ZAC, ce qui engendre une perte de 9% de la SAU de l'exploitation (Tableau 5). Selon l'exploitant, la perte de ces parcelles n'entraîne pas de difficultés particulières pour le GAEC.



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

19

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude des impacts sur les exploitations agricoles

Tableau 5 - Surface concernée par le projet sur le parcellaire total de l'exploitation n°3

Surface impactée	Ratio surface concernée / SAU	Productions de la parcelle concernée
8,9 ha	7 %	Grandes cultures (luzerne/ blé / maïs)
2,4 ha	2%	Prairie temporaire

3.2.3.5 Perspectives de l'exploitant

Le projet de la ZAC de Botrel 2 représente une part conséquente de la SAU de l'exploitation n°3 (Tableau 5). L'exploitant interrogé est associé avec sa sœur et son beau-frère sur le GAEC. Son beau-frère part à la retraite l'an prochain et ses parts d'exploitation seront cédées à un tiers qui s'installera sur la ferme. La baisse de cette SAU pourrait impacter ce nouvel associé.

En revanche, l'exploitant considère que ce projet impactera peu son exploitation (tant par rapport à l'autonomie fourragère qu'à l'autonomie en paille) car ces parcelles ont pu lui être compensées par d'autres situées à proximité (voir partie 6.2.1.3). Ces nouvelles parcelles ont soit été rachetées ou louées sous forme de bail rural, ce qui assure une certaine stabilité à l'exploitation.



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

20

4 Etude préalable agricole

L'étude préalable et de compensation collective agricole est réalisée selon les dispositions de l'article D. 112-1-19 du Code rural. Elle consiste en particulier à réaliser une analyse de l'économie agricole du territoire portant sur la production primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles.

4.1 Définition du territoire concerné

Les textes réglementaires ne précisent pas les critères à prendre en compte afin de délimiter le périmètre d'étude à retenir. La méthodologie appliquée ici vise à déterminer un territoire cohérent et représentatif de l'agriculture locale.

4.1.1 Productions agricoles : orientations technico-économiques (OTEX)

La Figure 9 représente les principales orientations technico-économiques (OTEX) des communes situées autour du projet de ZAC.

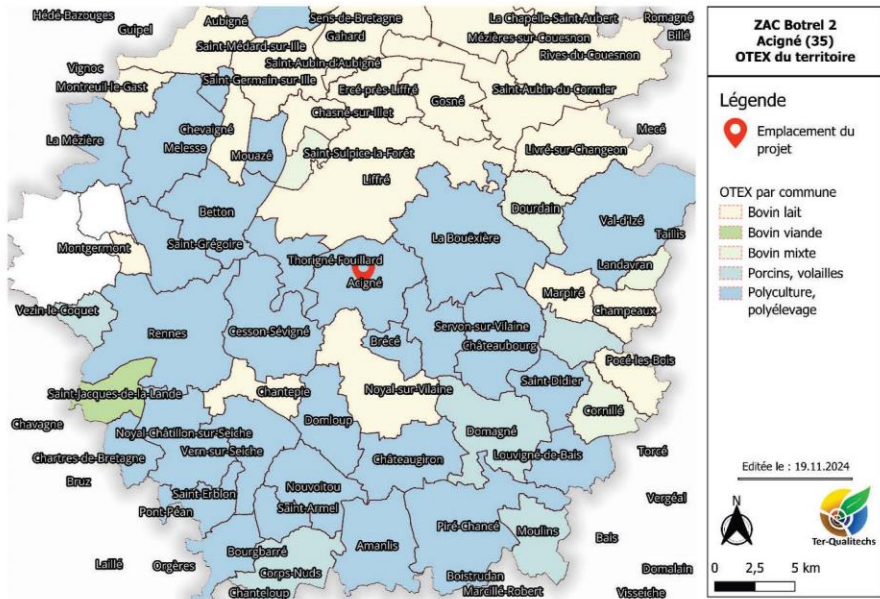


Figure 9 - Orientations technico-économiques des communes autour d'Acigné (Agreste, Recensement agricole 2020)

La commune d'Acigné est principalement orientée en système de polyculture-élevages. C'est le cas de la majorité des communes adjacentes, sauf Noyal-sur-Vilaine et Liffré (orientation bovins-lait). Au nord d'Acigné, on observe un clivage où la majorité des communes sont orientées en système bovins-lait (comme Liffré ou Gosné, par exemple) (Figure 9).



4.1.2 Productions végétales majoritaires des communes autour d'Acigné

L'activité de production végétale aux alentours d'Acigné est majoritairement tournée vers les productions fourragères. Par exemple, à Acigné, on trouve 62% de productions fourragères et 35% de grandes cultures. La part de chaque culture dans l'assolement des communes autour d'Acigné est présentée Figure 10. Ces surfaces fourragères majoritaires témoignent d'un territoire où l'élevage est dominant, comme évoqué dans la partie précédente.

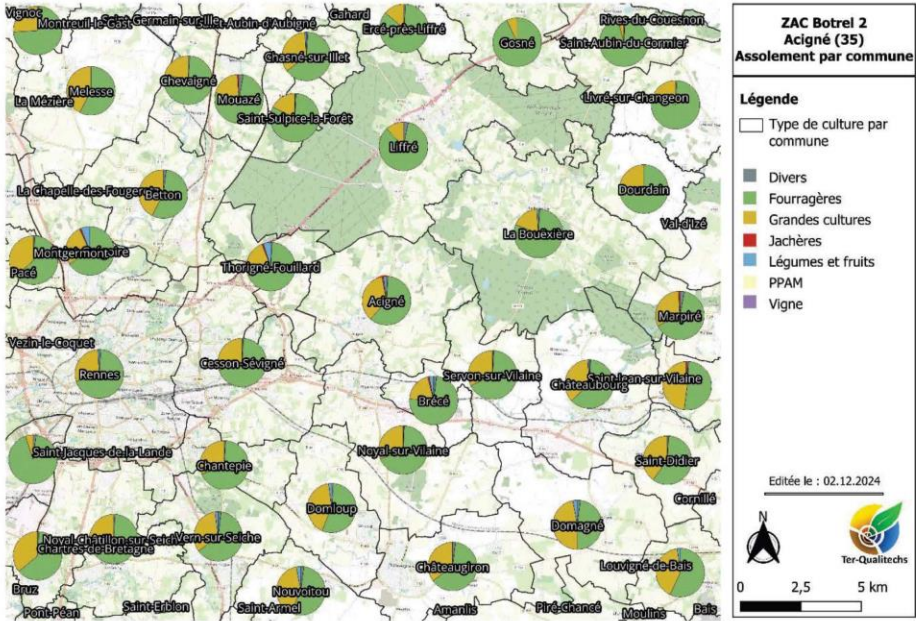


Figure 10 -Ratio des différents types de cultures par commune

4.1.3 Fragmentation du parcellaire agricole des exploitations concernées

La fragmentation du parcellaire agricole désigne la division ou le morcellement des terres agricoles. Ce phénomène peut résulter de divers facteurs, tels que la reprise d'exploitation, l'héritage familial, ou encore le développement urbain. La fragmentation du parcellaire a plusieurs conséquences pour l'agriculture en rendant notamment la gestion des terres plus complexe et moins efficace, en augmentant les coûts d'exploitation, de transport, et d'entretien, etc. Dans le cadre de recherche de foncier, une exploitation agricole aura tendance à favoriser le regroupement parcellaire, donc la recherche de terre contiguës à celle déjà présentes sur l'exploitation.



Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude préalable agricole

Les exploitants intervenant sur les parcelles concernées par le projet ont pu confirmer lors des entretiens que leur parcellaire était principalement étendu sur trois communes :

- Acigné,
- Cesson-Sévigné
- Noyal-sur-Vilaine.

4.1.4 Eléments du paysage et grands types de sols

La Figure 11 permet d'observer deux forêts de taille significative au nord du projet : la forêt de Rennes et la forêt du Chevré. Ces éléments sont des facteurs limitants dans la diminution du parcellaire agricole et peuvent permettre de délimiter le territoire d'étude.

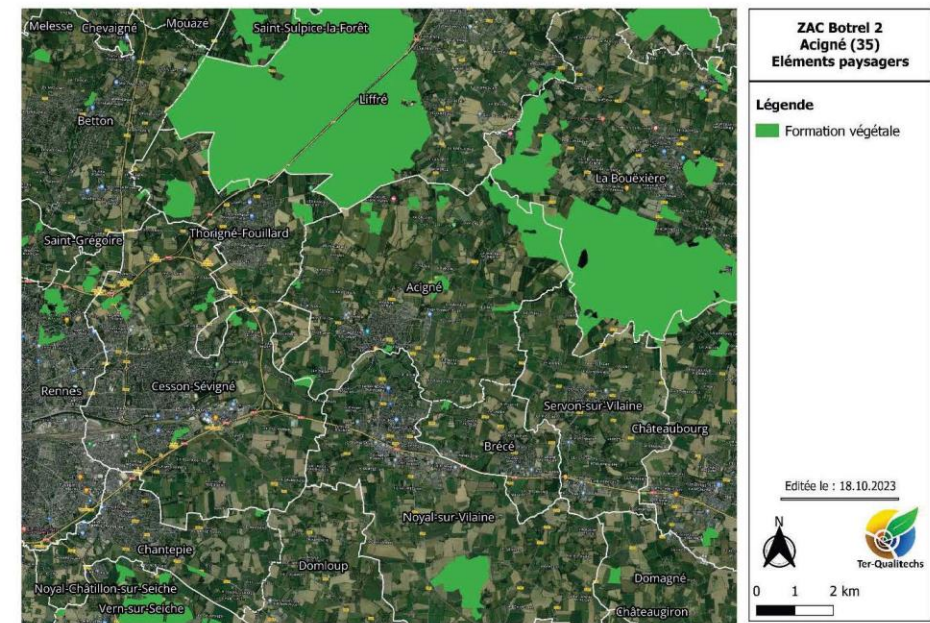


Figure 11 - Eléments paysagers autour du projet de la ZAC de Botrel

La Figure 12 présente les grands types de sols de la zone autour du projet. La zone de Fluvisols au sud du projet représente la vallée de la Vilaine. On trouve une certaine hétérogénéité dans les sols du territoire, majoritairement composés de Cambisols. Ce critère n'apporte pas d'éléments à la détermination du territoire.

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude préalable agricole

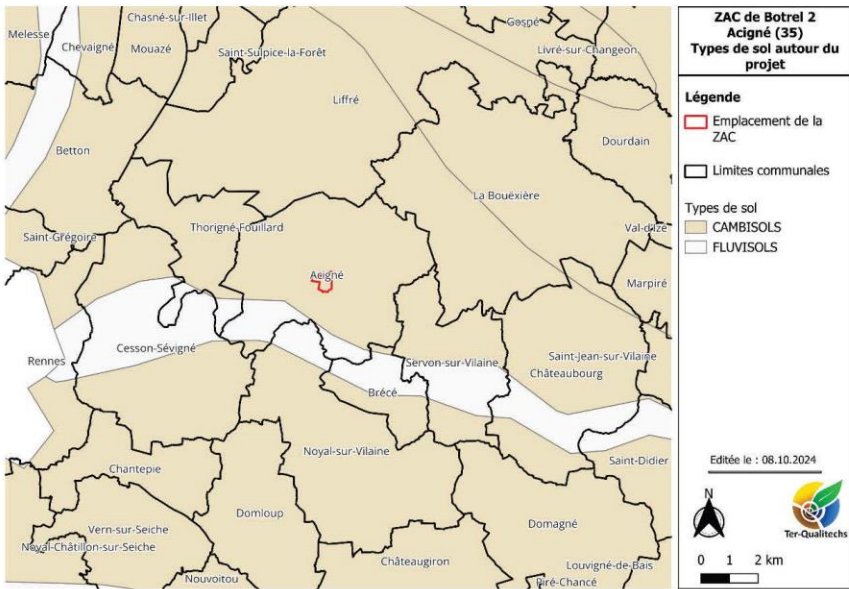


Figure 12 - Grands types de sols de la zone

4.1.5 Définition du territoire d'étude

Grâce à l'étude des différents critères présentés précédemment, il est possible d'établir un territoire d'étude homogène autour d'Acigné :

- Le critère OTEX permet de distinguer une rupture entre le secteur d'Acigné, où les communes sont majoritairement en systèmes de polyculture-élevages, et les communes plus au nord, vers Liffre où elles sont majoritairement en systèmes de bovins lait.
- L'ensemble des communes autour d'Acigné ont un assolement majoritairement constitué de fourrages, ce critère ne permet donc pas de déterminer un territoire d'étude.
- Le critère de fragmentation du parcellaire des exploitations concernées constitue le critère principal pour la définition du territoire d'étude. Trois communes sont concernées par ce critère : Acigné, Cesson-Sévigné et Noyal-sur-Vilaine.
- Deux forêts de taille importante peuvent être observées sur les communes de la Bouëxière et de Liffre.
- Concernant les types de sols sur la zone étudiée, on trouve majoritairement des Cambisols qui témoignent de l'homogénéité de la zone d'étude.

Un territoire cohérent et homogène peut donc être établi grâce aux critères d'orientation technico-économique, de fragmentation du parcellaire et des éléments paysagers, parmi les communes à proximité d'Acigné. Ce critère permet de retenir les trois communes sur lesquelles se situent le parcellaire des exploitants concernés : Acigné, Cesson-Sévigné et Noyal-sur-Vilaine. Ce territoire est présenté en Figure 13.



Figure 13 - Délimitation du périmètre d'étude pour la compensation agricole

4.2 Analyse de l'état initial de la situation agricole du territoire concerné

Cette partie présente les principaux éléments caractéristiques de l'agriculture du territoire. Les effets positifs et négatifs du projet sur l'économie agricole du territoire précédemment défini, au niveau des exploitations agricoles, des filières en place et sur l'activité agricole globale du secteur sont ensuite identifiés. Cette analyse doit intégrer une évaluation financière générale des impacts. Il s'agit ainsi d'évaluer l'impact des prélèvements fonciers sur le potentiel économique agricole du territoire, mais aussi sur l'emploi et les potentielles répercussions d'ordre sociétal, le cas échéant.

4.2.1 Etat des lieux des exploitations du territoire

Le Tableau 6 présente l'évolution du nombre d'exploitation et de la SAU sur le territoire d'étude entre le recensement agricole de 2010 et le recensement agricole de 2020.

Tableau 6 - Comparaison du nombre d'exploitations agricoles et de la Surface agricole utile (SAU) du territoire entre 2010 et 2020 (Recensements agricoles 2010 et 2020)

	Nombre d'exploitations 2010	Nombre d'exploitations 2020	SAU 2010 (ha)	SAU 2020 (ha)
Acigné	44	27	1 894	1 885
Cesson-Sévigné	29	20	1 348	1 174
Noyal-sur-Vilaine	49	35	2 683	3 039
Total	122	82	5 925	6 098

Le nombre d'exploitations sur le territoire a baissé de 33% entre 2010 et 2020. La SAU totale des 3 communes du territoire est en hausse de 173 ha entre 2010 et 2020 (+2,3%) (Tableau 6). Les chiffres issus du recensement doivent être interprétés avec prudence, le parcellaire d'une exploitation étant comptabilisé sur la commune du siège d'exploitation.

4.2.2 La production agricole primaire du territoire d'étude

La Figure 14 présente l'assolement moyen de la zone d'étude. Il est basé sur les déclarations PAC 2023, qui totalisaient 5 824 ha déclarés. Les cultures les plus représentées dans cet assolement sont les prairies (permanentes ou temporaires) (36% de l'assolement), le maïs (18%) et le blé tendre (18%).

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude préalable agricole

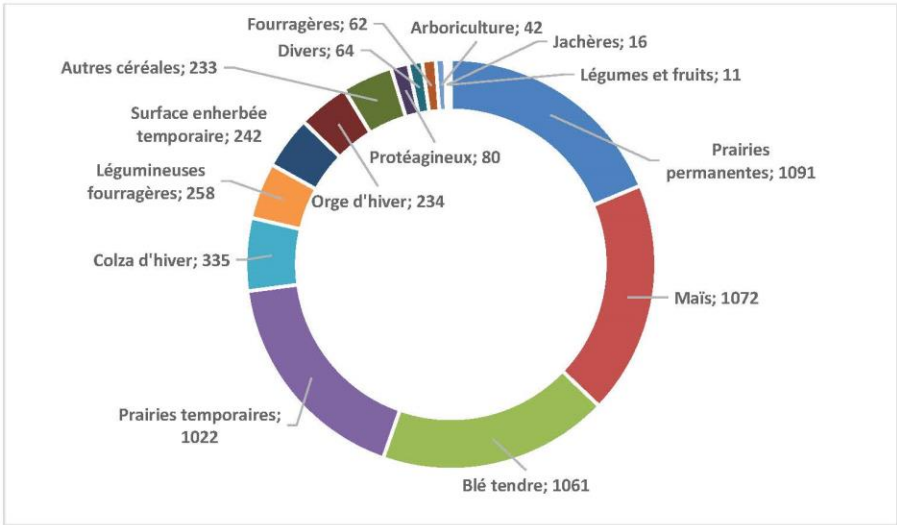


Figure 14 – Surface (en ha) de chaque type de culture dans l'assolement du territoire d'étude (RPG 2023)

La valeur économique de la production agricole primaire sortie de champs, considérée comme la première commercialisation par les exploitants, est évaluée par l'indicateur de Production Brute Standard (PBS). C'est une valeur de référence de l'AGRESTE (établissement public de statistiques agricoles). Elle décrit un potentiel de production pour les différentes cultures et peut s'apparenter au chiffre d'affaires annuel à l'hectare. Cet indicateur est retenu dans cette étude comme étant un indicateur normalisé.

Cette donnée est disponible à l'échelle communale. Il est alors facile d'en déduire une PBS moyenne par hectare. Le projet de ZAC du Botrel 2 concerne des exploitations typées polycultures-élevage. Ainsi, cette valeur intègre la partie générée par les grandes cultures, mais aussi par les élevages. Les OTEX liés aux activités de maraîchage et cultures fruitières sont retirés de la PBS moyenne car non concernées par les impacts potentiellement créés par le projet, les SAU présentées dans le tableau suivant sont donc légèrement différentes de celles présentées dans le Tableau 6 qui prend en compte l'ensemble des cultures du territoire. Sur le territoire défini précédemment, le PBS moyen est de 2 392 €/ha (Tableau 7).

Tableau 7 - Production brute standard (PBS) du territoire en 2020, hors OTEX cultures fruitières ou maraîchage, comparée à la SAU (en ha)

Commune	PBS 2020 (€)	SAU 2020 (ha)	PBS moyenne (€/ha)
Acigné	4 825 000	1 840	2 622
Cesson-Sévigné	2 229 000	1 170	1 905
Noyal-sur-Vilaine	8 022 000	3 027	2 650
Valeurs moyennes	5 025 333	2 012	2 392



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

27

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Etude préalable agricole

4.2.3 Première transformation et commercialisation

Deux dépôts de la coopérative agricole Agrial ont été identifiés sur le territoire, à Acigné et à Cesson-Sévigné (Filiale VEGAM).

D'autres entreprises en dehors du territoire peuvent être en lien avec des agriculteurs du territoire, comme la laiterie Malo, Savencia, les entreprises Terdici et Sanders.

AGRIAL est une coopérative agricole et agro-alimentaire spécialisée dans le négoce de produits agricoles et d'aliments pour animaux d'élevages. Elle propose un approvisionnement agricole ainsi que la collecte de céréales et accompagne techniquement et économiquement ses adhérents. Agrial réunit 12 500 agriculteurs et 22 000 salariés dans 11 pays. Son chiffre d'affaires est de 7,4 milliards d'euros.



La laiterie Malo est une centrale laitière spécialisée dans la production de yaourts et d'emprésurés, rattachée à Sill Entreprises depuis 2008. Chaque année, la laiterie transforme 150 millions de litres de lait, avec ses 10 lignes de productions en frais et 2 lignes de séchage en poudre de lait. Elle rassemble 240 salariés. En 2018, son chiffre d'affaires était de plus de 95 millions d'euros.



Sanders est une entreprise du groupe Avril, spécialisée dans la production animale. Elle est implantée sur toute la France. Sanders accompagne les éleveurs afin de les aider dans la gestion de leur exploitation (nutrition, gestion sanitaire, amélioration de l'impact environnemental...). Chaque année, Sanders produit 3,4 millions de tonnes d'aliments dans 23 usines réparties sur le territoire national. L'entreprise rassemble 26 000 clients. Sanders Bretagne possède un chiffre d'affaires de 672 millions d'euros en 2023.



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

28

4.2.4 Prestataires de services, collectifs de travaux agricoles et filières agro-alimentaires

En termes d'établissements agricoles collectifs, le territoire compte plusieurs CUMA : la CUMA la Verdure à Noyal-sur-Vilaine, la CUMA Union et la CUMA Gould'oeuvre, à Acigné. Les entreprises agricoles sur le territoire sont l'ETA Bonneau et Touchais Pierre à Noyal. On trouve aussi Cléray Loïc et l'ETA Jamelot à Acigné (Figure 15).

D'autres CUMA ou entreprises de travaux agricoles ne sont pas du territoire mais peuvent intervenir dans la zone étudiée, comme l'ETA MARETHEU, l'ETA JARY, CORBES, SARL DUVAL. La CUMA d'Amanlis est en dehors du territoire mais certains des agriculteurs interrogés dans le cadre de cette étude y sont adhérents.

La Figure 15 présente les différents acteurs agricoles présents sur le territoire d'étude.

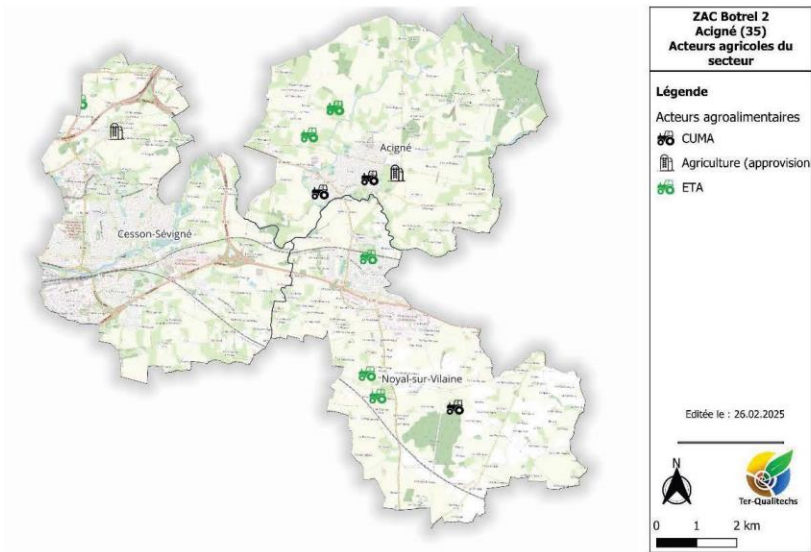


Figure 15 - Localisation des acteurs agricoles (CUMA, ETA, négoce agricoles)

4.2.5 Première transformation

Le bassin Rennais a une activité agro-alimentaire importante, on retrouve une diversité d'entreprises, que ce soit dans le secteur de la viande, du lait, mais aussi des entreprises agroalimentaires (boulangerie industrielle, transformation de produits carnés...). La liste des entreprises agro-alimentaires du secteur est décrite ci-dessous (d'après la CCI Bretagne et Observatoire des IAA de Bretagne) (Tableau 8).



Tableau 8 - Récapitulatif de l'ensemble des acteurs agroalimentaires situés sur le territoire

Secteur	Entreprise	Localisation
Viandes, charcuterie, laiterie	OLGA	NOYAL-SUR-VILAINE
	AGRIAL	CESSON-SEVIGNE

4.2.6 Valeurs sociales et environnementales des espaces agricoles du territoire

4.2.6.1 Part de l'agriculture biologique sur le territoire

Sur l'ensemble des communes étudiées, la part de surface en agriculture biologique (AB) représente quasiment 25% de la SAU du territoire, contre 10,3% des surfaces sur toute la Bretagne (Agence Bio, 2023). L'AB est donc largement présente sur le territoire d'étude.

4.2.6.2 Circuits courts et démarches agricoles

Certains agriculteurs ont également développé une activité de vente directe sur tout ou partie de leur production. Le tableau suivant présente une liste non exhaustive des exploitations du territoire d'étude pratiquant une activité de vente directe.

Dans les communes étudiées, on retrouve 5 exploitations pratiquant une activité de vente directe à la ferme, dont 1 en agriculture biologique.

Tableau 9 - Récapitulatif de l'ensemble des actions de ventes directes au sein du territoire d'étude

Commune	Exploitation	Production	AB
Acigné	Ferme bio Ifer	Viande bovine, légumes, pain, lait	Oui
	GAEC du Chalet	Produits laitiers	
	Le Petit Monthelon	Volailles	
	Ferme de Guichet	Viande bovine	
Cesson-Sévigné	Spiruline de Sévigné	Spiruline	

A proximité du territoire d'étude, plusieurs magasins de producteurs sont présents : le magasin Douze Arômes à Betton, L'instant Fermier à Chateaubourg et Brin d'herbe à Chantepie.

Les activités de vente à la ferme et d'agriculture biologique représentent une part non négligeable de la surface agricole sur le secteur étudié. De nombreux acteurs agricoles en amont et en aval sont également présents sur le territoire. Cela est révélateur d'une agriculture à plus forte valeur ajoutée et très active.



4.2.6.3 Emploi agricole sur le territoire

La Figure 16 présente l'évolution des équivalents temps plein (ETP) agricoles par commune du territoire d'étude entre les recensements agricoles de 2010 et de 2020.

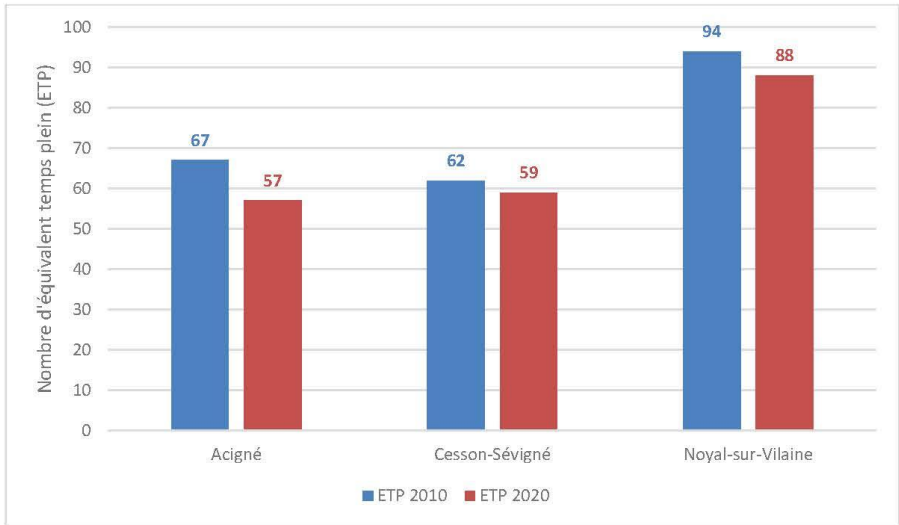


Figure 16 - Evolution des ETP entre 2010 et 2020 par commune (Agreste, Recensements agricoles 2010 et 2020)

L'évolution des équivalents temps plein montre une diminution totale de 19 emplois agricoles à l'échelle des communes du territoire étudié. Le dénombrement en ETP est le résultat du nombre d'heures de travail divisé par l'horaire légal ou conventionnel auquel est soumis chaque salarié par secteur d'activité, ici, celui de la production agricole. Le nombre d'actifs agricoles reste tout de même élevé dans le secteur, puisque l'on compte 204 ETP en 2020 sur les trois communes.

5 Analyse de l'impact sur les exploitations et sur l'activité agricole globale du territoire

5.1 Effets positifs du projet sur l'économie agricole du territoire

Il n'existe pas d'effets positifs de ce projet sur l'économie agricole du territoire.

5.2 Effets négatifs du projet sur l'économie agricole du territoire

5.2.1 Impacts directs

Le projet de construction de la ZAC du Botrel 2 entrainera plusieurs impacts économiques directs sur l'activité agricole du territoire.

- Les 21,36 ha du projet sont situés sur des parcelles agricoles actuellement mises à disposition par la commune d'Acigné via des baux précaires à 4 agriculteurs du secteur. Ces constructions entraînent une réduction de leur SAU ;
- La construction des lotissements entrainera, malgré les aménagements, une forte artificialisation des sols, ce qui peut engendrer des problématiques pour les écoulements des eaux ;
- Ces pertes de surfaces peuvent entraîner des pertes de chiffres d'affaires pour les entreprises en amont et en aval de la filière agricole.

5.2.2 Impact du projet sur l'emploi dans les filières agricoles et agroalimentaires

Pour évaluer l'impact du projet sur les emplois agricoles, les données suivantes sont utilisées :

- Une exploitation agricole en Bretagne génère en moyenne 6 emplois directs dans les filières agricoles et agroalimentaires (CRAB, 2020, Les emplois directs dans les filières agricoles et agroalimentaires bretonnes en 2020) ;
- La SAU moyenne d'une exploitation bretonne est de 62 ha (Recensement Agricole, 2020).

A raison de 6 emplois pour 62 hectares, un hectare génère 0,096 emplois.

Ainsi, le projet de la ZAC de Botrel engendrant un changement de 21,36 ha de terres agricoles, on peut estimer que celui-ci engendrera la perte de 2 emplois agricoles sur le territoire.

5.2.3 Effets cumulés avec d'autres projets connus

Sur le territoire, l'artificialisation a augmenté de 1,9% entre 2009 et 2022, ce qui est largement supérieur à la moyenne en Ile-et-Vilaine qui est de 0,17%. L'artificialisation du territoire d'étude peut aller jusqu'à 2-3% (Figure 17) dans la commune de Cesson-Sévigné. En effet, ce projet se trouve à proximité de l'agglomération de Rennes et subit fortement son influence.

La Figure 17 présente l'évolution de l'artificialisation des sols entre 2009 et 2022 sur le territoire d'étude.

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Analyse de l'impact sur les exploitations et sur l'activité agricole globale du territoire

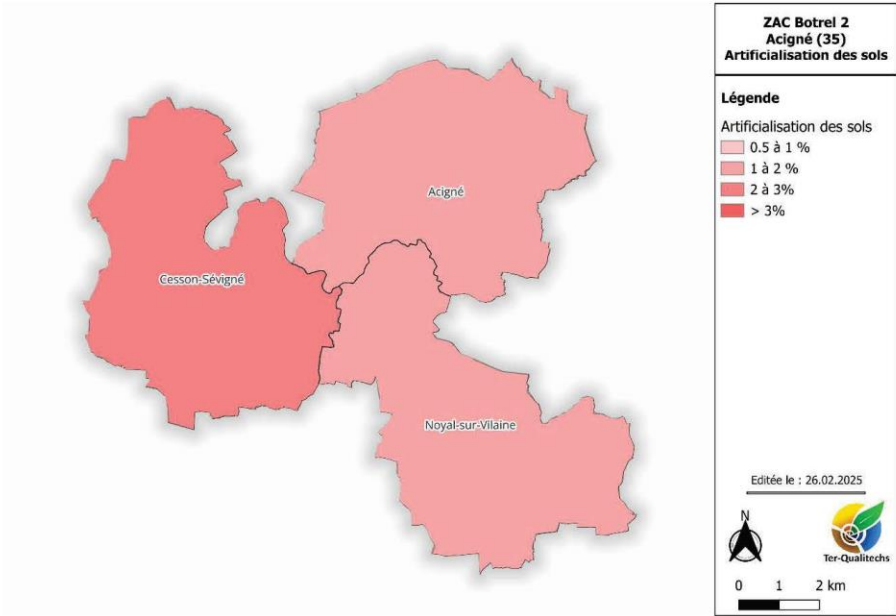


Figure 17 – Evolution de l'artificialisation du territoire autour du projet de ZAC entre 2009 et 2022 (portail d'artificialisation des sols)

Le Tableau 10 montre la pression immobilière du secteur à travers les nombreux projets, notamment de zones d'aménagement concertées dédiées à la construction de logements et dont la construction est prévue sur la même période que le projet de la ZAC de Botrel. En effet, on trouve 4 projets de construction ayant un impact sur la surface agricole du territoire.

Tableau 10 - Récapitulatif des projets en cours ayant un impact sur des surfaces agricoles dans le secteur (MRAE, 2019-2024)

Commune	Projet	Surface agricole impactée (ha)	Date d'avis AE
Acigné	Parc éolien (3 éoliennes)	0.9	27/02/2023
Cesson-Sévigné	Aménagement de l'îlot C2 de la zone d'aménagement concerté (ZAC) Atalante-ViaSilva	1.6	20/08/2020
	Construction d'une centrale photovoltaïque au sol	1.0	18/06/2024
Noyal-sur-Vilaine	Projet de création de zone aménagement concerté	18.1	15/07/2020



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

33

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Analyse de l'impact sur les exploitations et sur l'activité agricole globale du territoire

5.3 Evaluation des impacts économiques de la consommation du foncier sur l'économie agricole du territoire

La méthode utilisée pour évaluer les impacts économiques du projet sur l'économie agricole du territoire d'étude est basée sur les données économiques à l'échelle de ce dernier.

5.3.1 Impact direct annuel du projet

Le calcul des impacts économiques est basé sur l'indicateur Production Brute Standard (PBS). La PBS est un indicateur équivalent au chiffre d'affaires des productions agricoles. Le coefficient de PBS représente la valeur de la production potentielle par hectare ou par tête d'animal présent hors toute aide. L'impact économique sur la filière amont est intégré dans la valeur de la PBS (à travers les charges payées par l'exploitant). Elle est exprimée en euros. Leur valeur est régionalisée. La PBS est ici ajustée aux surfaces agricoles des communes du territoire. Le Tableau 11 présente l'impact économique direct du projet sur l'économie agricole du territoire.

Tableau 11 - Impact du projet sur l'économie agricole du territoire

Récapitulatif de l'impact potentiel direct du projet sur l'économie agricole (en €/ha)	€ par hectare
Potentiel économique impacté	2 392

5.3.2 Impact indirect annuel du projet

Le montant indirect de perte est le montant lié à la valeur ajoutée produite par les industries agro-alimentaires. D'après les données issues de l'Insee et de l'Agreste, le chiffre d'affaires en agro-alimentaire est considéré comme étant celui de l'agriculture, multiplié par un coefficient de 1,54. L'impact financier indirect est ainsi estimé à $2\,392 \times 1,54 = 3\,684$ €/ha.

5.3.3 Récapitulatif de l'impact économique global du projet

Ainsi, l'impact économique global du projet sur l'activité agricole est estimé à 6 076 €/ha. Le Tableau 12 présente la somme des impacts directs et indirects du projet.

Tableau 12 - Récapitulatif des impacts directs et indirects du projet sur l'économie agricole du territoire

	€ par hectare
Impact direct	2 392
Impact indirect	3 684
Total des impacts directs et indirects	6 076 €/ha



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

34

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

6 Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

La phase suivante consiste à proposer des mesures envisagées pour éviter et réduire les effets négatifs. Une liste de propositions est évaluée et chacune est jugée en fonction de ses forces et faiblesses et de ses réponses aux enjeux du territoire.

Si aucune proposition n'est en mesure d'éviter ou réduire les impacts du projet, l'étude présentera des mesures de compensation collective envisageables pour consolider l'économie agricole du territoire.

6.1 Mesures d'évitement

Les mesures d'évitement modifient le projet afin de supprimer un impact négatif que ce projet pourrait engendrer. L'évitement est la première solution qui permet de s'assurer de la préservation des espaces agricoles.

6.1.1 Maintien d'une activité agricole

Dans le cadre de ce projet, une partie classée zone naturelle d'environ 9 ha ne sera pas construite. Malgré tout, ces zones sont difficilement exploitables d'un point de vue agricole. Un entretien par pâturage ou fauche ponctuelle pourra cependant être envisagé.

6.1.2 Choix du site

Les parcelles concernées par la réalisation du projet sont identifiées depuis plus de 15 ans au PLUi. Elles sont par ailleurs en continuité directe des zones urbanisées, notamment de la ZAC Botrel 1, pour laquelle cette nouvelle ZAC vient répondre aux nouveaux besoins en logements.

Le SCoT du Pays de Rennes, approuvé en 2015 et modifié en 2019, fixe des orientations générales en matière de densité pour l'ensemble du territoire. Il vise à limiter l'étalement urbain en favorisant une densification maîtrisée des zones urbanisées. Ainsi, la réalisation de cet aménagement répond à ces préconisations, notamment en ne créant pas de mitage agricole.

Par ailleurs, comme précisé dans la partie suivante, la commune d'Acigné a anticipé la réalisation de ce projet en entamant des démarches avec les agriculteurs intervenant sur les parcelles depuis 10 ans.

6.1.3 Densité de logements au sein de la ZAC

Le SCoT du Pays de Rennes, modifié en octobre 2019, présente la densité minimale de logements par hectare en fonction du niveau d'armature de chaque ville. Ce nombre de logements à produire est présenté dans le Tableau 13. Le SCoT définit la ville d'Acigné comme un Pôle de proximité et un pôle d'appui de secteur. Ainsi, la densité minimale de logements au sein de la commune est définie à 25 logements/ha. Or, la ZAC du Botrel 2 prévoit une densité de 39 logements par ha. Les objectifs de densité prévus par le SCoT sont donc largement respectés.



Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

Tableau 13 - Objectifs de densité minimale définis par le SCoT du Pays de Rennes (mis à jour le 22/10/2019)

Niveau de l'armature	Nombre de logements à produire par ha
Cœur de métropole	45 logements/ha
Pôles structurants de bassin de vie	30 logements/ha
Pôles d'appui du cœur de métropole	30 logements/ha
Pôles de proximité	20 logements/ha
dont Pôles d'appui de secteur	25 logements/ha

6.2 Mesures de réduction

La réduction des impacts intervient dans un second temps, quand les impacts négatifs sur l'espace agricole n'ont pu être totalement évités et que l'impossibilité de reporter le projet hors de l'espace agricole a été pleinement démontrée.

6.2.1 Mesures de réductions antérieures à la mise en place du projet

Dans le cadre de l'acquisition des parcelles du secteur du Botrel 2, la mairie d'Acigné a pu réaliser des protocoles d'accord avec les exploitants agricoles. La Figure 18 présente les différentes parcelles cadastrales présentes sur la zone du projet. Elles sont situées en section ZB. Certaines des parcelles mentionnées sont comprises dans le secteur de la ZAC du Botrel 1, qui précédait la construction de la ZAC du Botrel 2.



Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

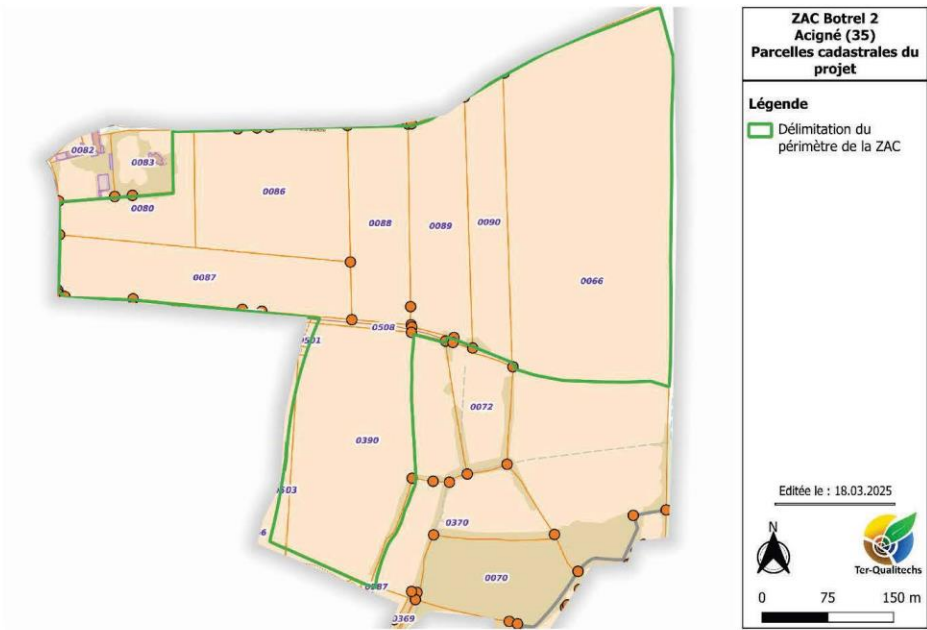


Figure 18 - Parcelles cadastrales sur le projet de la ZAC du Botrel 2

6.2.1.1 Parcelles de l'exploitation n°1

L'exploitant a signé le 06/10/2016 un protocole transactionnel avec la commune concernant l'éviction des parcelles cadastrées E 767, E 768, ZB 80 et ZB 86.

Les termes de ce protocole sont les suivants :

- La Commune verse à l'exploitant la somme totale de 135 508,92 € en plusieurs fois en fonction de la libération effective des lieux. A ce jour, il reste encore un montant à lui verser dans les quinze jours suivant la date de libération effective des terres en culture suite à la cession de toute occupation sous forme de convention précaire des terres pour les parcelles restantes.
- La commune a cédé à l'exploitant une partie de la parcelle ZC 66 pour une superficie totale de 14 000 m² au prix de 0,61€ HT/m² afin d'y réinstaller son activité. Il a construit un nouveau bâtiment sur cette parcelle.
- Le protocole transactionnel a été exécuté conformément au calendrier prévu. A la date du 30/09/2021 convenu dans le protocole, l'exploitant a libéré les parcelles cadastrées ZB 80 et 86 et les a nettoyées de tous les dépôts de bois et divers.

Cependant, les parcelles cadastrées ZB 80 et 86 n'étant pas encore utilisées dans le cadre de l'opération d'aménagement ZAC Botrel 2, l'exploitant a demandé à bénéficier d'une convention d'occupation précaire (qui ne confère au preneur aucun droit de renouvellement et aucun droit à se maintenir dans les lieux lorsque l'immeuble est repris en vue de son utilisation définitive).



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

37

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

Dans le souci de répondre favorablement à la demande de l'exploitant et afin de préserver l'usage agricole des terres le plus longtemps possible, la commune d'Acigné a accepté de conclure une convention temporaire d'un an avec lui, non reconductible tacitement mais pouvant être éventuellement suivie d'une ou plusieurs conventions d'un an jusqu'à l'utilisation effective des terres.

L'exploitant est toujours, à ce jour, sous convention précaire pour les 2 parcelles restantes situées dans le périmètre de la ZAC Botrel 2.

6.2.1.2 Parcelle ZB66 exploitée par l'exploitation n°2

Un protocole d'accord a été signé le 6 septembre 2017 avec le GAEC exploitant cette parcelle à l'époque. Ce dernier a souhaité percevoir une indemnisation couvrant le préjudice direct consécutif à l'intervention de l'ordonnance d'expropriation.

Le montant des indemnités s'est établi à 105 180,26 € (indemnités d'éviction, indemnités pour le déséquilibre partiel d'exploitation et indemnité complémentaire d'arrière fumure) avec une libération des terres au 29 septembre 2017.

Suite à cette cessation d'activité sur cette parcelle, la DDTM a attribué la parcelle une autre exploitation (EARL H.) après appel à candidature. L'EARL H. a bénéficié d'une concession d'usage temporaire du 01/05/2018 au 30/09/2023.

Suite à la cessation d'activité de l'EARL H. le 31 mars 2024, l'exploitation n°2 a reçu l'autorisation d'exploiter la parcelle et bénéficie depuis d'une concession d'usage temporaire jusqu'au 30/09/2028. Il a été informé de la situation dès le départ.

6.2.1.3 Parcelles de l'exploitation n°3

L'exploitation n°3 exploitait des terres au lieudit Le Botrel sur les parcelles cadastrées E 764, E 765, E 770, E 2063, ZB 87, ZB 89, ZB 75, ZB 77, ZB 72, ZB 73 et ZB 130 pour une surface totale de 210 666 m².

Un protocole d'accord a été signé le 4 novembre 2016 selon les conditions suivantes :

1 – Cession d'une surface en compensation : Rennes Métropole a cédé à l'exploitant, par l'intermédiaire de la SAFER, les parcelles cadastrées ZC 66 (pour partie) et ZC 68 pour une surface totale de 150 000 m² au prix de 0,61€/ m² soit 91 500,00€.

2 – Versement de l'indemnité sur les surfaces non compensées : la commune a versé à l'exploitant une indemnité d'éviction d'un montant de 65 075,59€ sur la partie restante non compensée à savoir 6,0666 ha se décomposant comme suit :

- Indemnité d'exploitation (calculée à partir de la marge brute à l'hectare) : 9 717,96€ x 6,0666 ha = 58 954,98€ ;
- Indemnité d'arrière fumure : 152€ x 6,0666 ha = 922,12€ ;
- Indemnité pour déséquilibre partiel d'exploitation : 58 954,98€ x (6,0666ha / 68,80ha) = 5 198,49€.



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

38

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

Depuis cette date, l'exploitation n°3 dispose de conventions d'occupation précaire sur les parcelles avec ajustement en fonction de l'évolution du projet.

Un échancier de prise de possession a été établi et est revu chaque année en informant l'exploitant en temps réel.

6.2.1.4 Exploitation n°4 – Parcelle ZB90

Une proposition de maintien dans les lieux à titre temporaire et précaire a été formulée par la commune d'Acigné à l'exploitation n°4 pour une durée de 12 ans à compter du 1^{er} octobre 2016 (soit le double de la durée fixée à Acigné pour déterminer l'indemnité d'éviction prévue au protocole départemental d'indemnisation des exploitants agricoles évincés signé par la chambre d'agriculture, la FDSEA, le Conseil départemental d'Ille et Vilaine, l'AMF 35, l'AMR 35 et la Direction des finances publiques en date du 25 février 2014).

L'exploitation n°4 a souhaité privilégier cette compensation sous forme de maintien dans les lieux à titre temporaire et précaire pour une durée de 12 ans et renoncer à la perception d'une indemnisation pécuniaire d'éviction calculée selon les modalités du protocole sus-cité.

L'exploitation est toujours, à ce jour, sous convention précaire avec la commune.

6.2.2 Mesures de réduction en phase de travaux

Une planification optimale des opérations d'aménagement permettra un maintien de l'activité agricole jusqu'au démarrage des travaux. Ainsi, l'accès et l'exploitation des parcelles doivent être possibles pour les exploitants dans la mesure où les travaux n'ont pas commencé et où les accès aux parcelles sont conservés. Le maître d'ouvrage de la ZAC s'engage auprès des agriculteurs à échanger avec eux de la date de début des travaux, afin qu'ils puissent valoriser un cycle de culture en entier et ainsi réduire l'impact du projet sur le secteur agricole.

6.2.3 Maintien d'une activité agricole au sein de la zone

L'artificialisation des terres ne permettra pas le maintien d'une agriculture viable sur le site de la ZAC.

6.3 Mesures de compensation

Les mesures d'évitement et de réduction ne permettent pas de gérer l'ensemble des impacts identifiés. Subsistent notamment les impacts économiques ainsi que des impacts liés à la pression urbaine.

6.3.1 Estimation du montant d'investissement compensatoire

Pour rappel, il n'existe pas, à ce jour, de méthodologie de calcul unique validée à un niveau régional et national pour compenser les impacts sur l'activité économique agricole d'un territoire. Le calcul suivant, basé sur les méthodes de calcul appliquées dans le cadre d'Etudes de compensation collective agricole réalisées dans d'autres régions, permet d'estimer une perte globale à l'échelle du territoire d'étude.

L'impact économique global initial sur le secteur agricole est estimé à 6 076 €/ha (Tableau 12).



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

39

Mairie d'Acigné - ZAC du Botrel 2 – Acigné (35) - Propositions de mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts sur l'économie agricole

La durée de reconstitution du potentiel économique est fixée à 6 ans dans le département d'Ille-et-Vilaine et pour une commune comme Acigné, où la surface utile agricole moyenne par unité de travail agricole est inférieure à 30,48ha et dont le taux d'artificialisation de la surface communale est supérieur à 5% (Protocole d'expropriation en Ille-et-Vilaine, Chambre d'Agriculture, 2014).

$6\,076\text{€} \times 6\text{ ans} = 36\,456\text{ €/ha}$ de perte de potentiel économique estimée à l'échelle du territoire.

Le montant de la compensation collective qui vise à consolider l'économie agricole du territoire correspond à celui de l'investissement nécessaire pour la reconstitution du potentiel économique perdu. Il est déterminé à partir d'un rapport entre investissement et production. Il est calculé sur la base des données du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) des années 2015 à 2019. Ainsi, pour 1€ investi, l'activité agricole génère 8,4 € de valeur ajoutée en moyenne.

$36\,456 \div 8,4 = 4\,340\text{ €}$ par hectare de terre agricole impactée.

Ainsi, le montant d'investissement pour compenser la perte de potentiel économique à l'échelle du territoire étudié est estimé à 4 340 €/ha.

A l'échelle du projet, l'enveloppe compensatoire est évaluée à $4\,340\text{ €} \times 21,36\text{ ha} = 92\,702\text{ €}$.

6.3.2 Mesures compensatoires

Ces mesures doivent permettre à l'activité agricole de retrouver le potentiel de production perdu, en volume ou en valeur, notamment au travers de l'enveloppe de 92 702 € décrite dans la partie précédente.

Un appel à manifestation d'intérêt a été mis en place par Rennes Métropole dans l'objectif de participer au « zéro artificialisation nette » (ZAN) de la loi climat et résilience, et de maintenir les surfaces agricoles à 55% du territoire. Rennes Métropole estime que la création d'un fonds métropolitain de compensation agricole collective permet de sélectionner des projets « par la proximité et le calendrier de chacune des opérations d'aménagement. Pour cela, il convient d'identifier parallèlement les projets collectifs les plus à même de rétablir le potentiel de production agricole, qui pourront être financés dans le cadre de ces compensations ». Cet appel à manifestation d'intérêt permet aux porteurs de projet de se faire connaître (Rennes Métropole, 2025).

Le projet de la ZAC du Botrel 2 n'étant pas porté par Rennes Métropole, la commune d'Acigné ne pourra abonder directement au fond de compensation. En revanche, il a été convenu avec Rennes Métropole que les porteurs de projets identifiés et qui ne bénéficieraient pas de l'enveloppe du fond de Rennes Métropole soient redirigés vers la commune d'Acigné pour évaluer la possibilité de les faire bénéficier de l'enveloppe compensatoire de ce projet.



ETUDE PRÉALABLE AGRICOLE

40

Conclusion

Le projet de construction de ZAC étudié ici est porté par la mairie d'Acigné, en Ile-et-Vilaine. Ce projet permettra d'agrandir la proposition de logements sur la commune, dont la demande est croissante, suite au rayonnement de la métropole de Rennes sur celle-ci.

Le projet entrainera une artificialisation de 21,36 ha de terres agricoles, actuellement cultivées par trois exploitations du secteur en système céréalier ou bovin lait. Elles sont toutes les trois liées à la commune d'Acigné par des baux précaires sur ces parcelles.

L'étude préalable agricole montre que le territoire est principalement orienté vers des systèmes d'élevage (polyculture-élevages ou bovins lait), avec des assolements principalement constitués de cultures fourragères. L'activité agricole du secteur est importante, puisque les emplois agricoles y sont élevés et que l'on retrouve des entreprises agricoles ou agroalimentaires. Cependant, l'artificialisation du territoire est forte depuis 2009 et de nombreux projets de construction sont prévus sur les communes alentour. C'est donc un territoire à forte pression foncière, entre territoire rural et territoire urbain.

L'analyse des impacts directs et indirects montre que l'impact économique sur la filière agricole est important, de l'ordre de 6 076 €/ha. L'impact sur l'activité agricole sera total puisque le projet vise à artificialiser la totalité des 21,36ha. Toutefois, les mesures d'évitement et de réduction permettent l'intégration optimisée du projet d'un point de vue environnemental et agricole.

Parmi ces mesures, la commune a démontré une forte anticipation préalable à la réalisation de cette opération par les démarches effectuées depuis plus de 10 ans auprès des agriculteurs intervenant sur le parcellaire concerné.

Enfin, les calculs, basés sur la méthodologie prescrite en région Bretagne imposent à la Ville d'Acigné le paiement d'une compensation collective agricole de l'ordre de 92 702€. Il est prévu que cette compensation finance des projets proposés identifié à travers l'appel à projet porté par Rennes Métropole.



Bibliographie

(35), Mairie d'Acigné. « Mairie d'Acigné (35) - Site officiel ». Text. Mairie d'Acigné (35). <https://www.ville-acigne.fr/>.

Agence Bio. « Observatoire de la production bio sur le territoire français ». Consulté le 20 décembre 2024. <https://www.agencebio.org/observatoire-de-la-production-bio-sur-votre-territoire/>.

Chambre régionale d'agriculture de Bretagne, « Les emplois directs dans les filières agricoles et agroalimentaires bretonnes en 2020 », 2021.

« Dossier complet – Intercommunalité-Métropole de Rennes Métropole (243500139) | Insee ». <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=EPCI-243500139>.

(MRAe), Missions régionales d'autorité environnementale. « Missions régionales d'autorité environnementale (MRAe) ». Missions régionales d'autorité environnementale (MRAe), 4 octobre 2024. <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/>.

« RA 2020-2010 Nombre d'exploitations, SAU, ETP, et PBS, par taille économique et par orientation - Disar-Saiku ». https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/RA2020_001#query/open/RA2020_001.

Rennes Métropole, « Fonds de compensations agricoles collectives – Modalités de l'appel à manifestation d'intérêt », mars 2025.

« Réponse à vos questions - sirene.fr ». <https://www.sirene.fr/sirene/public/recherche>.

Tessé, Hélène Arambourou, Coline Bouvart, Sarah. « Objectif Zéro Artificialisation Nette des sols ». <https://www.strategie.gouv.fr/actualites/objectif-zero-artificialisation-nette-sols>.

Cartographie

Sauf mention contraire, l'ensemble des fonds de cartes utilisées sont issus de la base de données publique de et libre d'accès de l'IGN via la plateforme Géoservices
Accès aux données : <https://geoservices.ign.fr/>



ZAC BOTREL 2
Acigné



Etude sur le potentiel de développement des
énergies renouvelables
Article L. 128.4 du Code de l'Urbanisme



Table des matières

1. Synthèse de l'étude5

1.1. Diagnostic : ENR disponibles 5

1.2. Contexte 5

1.2.1. Portrait Energie-Climat de Rennes Métropole 5

1.2.2. Le référentiel Energie Bas Carbone de Rennes Métropole 5

1.3. Hypothèses programmatiques..... 6

1.4. Taux de couvertures par les ENR 6

1.5. Consommations énergétiques prévisionnelles de la ZAC 6

1.1. Emissions de GES prévisionnelles de la ZAC 7

1.1.1. Emissions liées aux produits de construction..... 7

1.2. Etude de différents scénarios énergétiques (consommations énergétiques et émissions de GES) 7

1.3. Potentialité de création et raccordement au(x) réseau(x) de chaleur 8

1.4. Synthèse 8

1.5. LES ORIENTATIONS DU PROJET LIEES A L'ENERGIE 9

2. Préambule11

2.1. Principe et méthode de l'étude 11

3. Des engagements internationaux à la réglementation des documents d'urbanisme.....12

3.1. Processus de lutte contre le réchauffement climatique..... 12

3.1.1. Processus international 12

3.1.2. Processus européen et national 12

3.2. Des engagements internationaux aux PLUi puis permis d'aménager ou construire. 13

3.3. Contexte réglementaire 13

3.3.1. La Réglementation Environnementale RE2020 13

3.3.2. La RT2012 14

3.4. Contexte local 14

3.4.1. La politique énergie climat du territoire breton..... 14

3.4.2. Portrait énergétique et climat du Pays de Rennes Métropole 15

3.4.3. Les documents supra-communaux et communaux 16

3.4.4. Le référentiel Energie Bas Carbone de Rennes Métropole 16

4. Présentation de la zone d'étude.....18

4.1. Positionnement géographique d'Acigné 18

4.2. Périmètre d'étude..... 18

4.3. Topographie 19

4.4. Végétation et bâti existant 19

5. Phase 1 : Potentiel de mobilisation des énergies renouvelables20

5.1. Energies fossiles disponibles 20

5.2. Les énergies renouvelables et de récupération 20

5.2.1.	Inventaire des énergies renouvelables disponibles et pertinence sur le projet	20
5.2.2.	L'énergie solaire	21
5.2.3.	L'énergie bois	23
5.2.4.	L'énergie éolienne (production d'électricité)	24
5.2.5.	La géothermie (production de chaleur et d'électricité)	28
5.2.6.	La récupération d'énergie sur les eaux usées	30
5.2.7.	Application.....	31
5.2.8.	La méthanisation.....	32
5.3.	Innovations liées à la production d'électricité	32
5.3.1.	L'autoconsommation.....	32
5.3.2.	Les smartgrid	33
6.	Synthèse des énergies renouvelables mobilisables sur site.....	34
7.	Phase 2 : Détermination des consommations d'énergie	36
7.1.	Usages énergétiques attendus	36
7.2.	Les usages liés aux bâtiments	36
7.2.1.	Cas particulier de l'électricité domestique.....	36
7.3.	Estimations des besoins d'énergie des bâtiments en fin d'opération	37
7.3.1.	Définition des niveaux de performance par typologie de bâtiment	37
7.4.	Hypothèses de calcul.....	37
7.5.	Calcul des besoins énergétiques en fin d'opération	38
8.	Phase 3 : Taux de Couverture des besoins de la zone par les ENR	39
8.1.	Production d'électricité par micro-éoliennes	39
8.2.	Production de chaleur et/ou d'électricité par énergie solaire.....	39
8.3.	Production de chaleur par géothermie	40
8.4.	Production de chaleur par Aérothermie	40
8.5.	Production de chaleur par Bois énergie	40
8.6.	Synthèse	40
9.	Phase 4 : Etude de l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables.....	41
9.1.	Comparaison des consommations en énergie finale	42
9.2.	Comparaison des consommations en énergie primaire	43
9.3.	Comparaison des coûts de fonctionnement actualisés sur 20 ans	44
9.3.1.	Maisons individuelles	44
9.3.2.	Logements collectifs.....	45
9.3.3.	Bâtiments d'activités.....	45
9.3.4.	Conclusion	46
9.4.	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne.....	46
9.5.	Synthèse de l'analyse des scénarios d'approvisionnement en énergie	46
10.	Phase 5 : Prise en compte de l'impact carbone lié aux matériaux de construction et à la consommation d'énergie.....	47
10.1.	Définition	47
10.2.	Emissions de GES liées aux produits de construction sur l'ensemble du projet	47

10.3.	Emissions de GES liées aux systèmes énergétiques à l'échelle du projet, en fonction des scénarios d'approvisionnement en énergie et de la performance thermique de l'enveloppe	48
10.4.	Emissions de GES totales (énergie + produits de construction) sur l'ensemble du projet en fonction des scénarios d'approvisionnement en énergie et de la performance thermique de l'enveloppe	49
11.	Phase 6 : Etude d'opportunité de création d'un réseau de chaleur alimenté par les ENR	50
11.1.	Etude d'opportunité d'un réseau de chaleur sur le secteur	50
11.2.	Notion de densité énergétique pour un réseau de chaleur.....	50
11.3.	Hypothèses de consommations énergétiques considérées.....	51
11.4.	Etude d'opportunité	51
11.1.	Analyse qualitative	52
11.2.	Conclusion	52
12.	Phase 7 : 1ère approche énergie climat sur les transports et l'éclairage public.....	53
12.1.	Transports	53
12.1.1.	Propositions pour limiter l'impact des transports.....	53
12.1.2.	Estimation des impacts annuels domicile-travail	53
12.2.	Consommation énergétique attendue pour l'éclairage public.....	54
13.	Phase 8 : Pistes de mesures compensation	54
13.1.	Compensation carbone.....	54
13.1.1.	Compensation carbone volontaire.....	55
13.2.	Proposition de mesures compensatoires.....	55
13.2.1.	Production locale d'électricité.....	55
13.2.2.	Stockage de carbone : plantation de biomasse.....	56
14.	Phase 9 : Synthèse des impacts	58
15.	Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées	59
16.	Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie	61

1. Synthèse de l'étude

1.1. Diagnostic : ENR disponibles

Cette étude a permis de déterminer les sources d'énergies renouvelables pouvant être mobilisées sur le futur lotissement. Le tableau suivant présente une synthèse du potentiel de développement en énergies renouvelables

Energie	Potentiel sur site	Pertinence sur le projet : commentaires
Bois	+++	Solution pertinente : > Ressource disponible sur le territoire > Adaptée aux logements collectifs (mutualisation) et individuels
Solaire passif	++	Conception bioclimatique (maximiser les apports solaires en hiver, s'en protéger en été) > Impact sur le plan de composition > Prendre en compte les ombres portées > Attention à la pente du terrain, non favorable sur les 2/3 du site
Solaire thermique	++	Solution adaptée en collectifs ECS solaires thermiques en toiture et/ou brises-soleil : Orientation sud des toitures ou toits terrasses.
Solaire photovoltaïque	+++	Solution adaptée : > Peut couvrir une partie des consommations > Orientation Sud des toitures ou toits terrasses ou en ombrières de parkings
Géothermie très basse température	++	Forage test et étude de faisabilité indispensables pour confirmer le potentiel et déterminer les modalités d'exploitation
Aérothermie	+++	Solution possible et adaptée (contexte RE2020 très favorable) Peut engendrer > des appels de puissance importants sur le réseau électrique en hiver > des nuisances (visuelles + sonores) : Attention sur les petits lots
Chaleur fatale des eaux usées	++	Solution pertinente à l'échelle d'un bâtiment de logements collectifs
Petit éolien	-	Solution nécessitant une étude de vent précise et moins recommandée en site urbain

→ L'énergie solaire passive et active et l'énergie bois présentent un potentiel de développement.

1.2. Contexte

1.2.1. Portrait Energie-Climat de Rennes Métropole

Le secteur du bâtiment (tertiaire + résidentiel) représente près de la moitié des consommations énergétiques du territoire et le transport plus d'1/3.

On note une grande dépendance aux énergies fossiles (2/3 des consommations).

Le secteur du transport est à l'origine de la moitié des émissions de GES.

Le bâtiment (résidentiel + tertiaire) représente plus d'1/4 des émissions de GES.

> L'aménagement d'une ZAC influe directement sur les secteurs du transport et bâtiments. Les choix retenus sur l'aménagement du projet (exigence sur la performance énergétique des bâtiments, développement des énergies renouvelables, ou développement des alternatives de transport à la voiture individuelle) auront donc un impact sur les consommations énergétiques et les émissions de GES totales du territoire.

1.2.2. Le référentiel Energie Bas Carbone de Rennes Métropole

Il s'applique pour les opérations publiques (ZAC) et se décline en 5 thématiques transversales, réparties selon 2 niveaux : « Socle » (minimum requis) et « Performance ». Il maintient également le principe d'un îlot-test sur chaque opération d'aménagement avec le choix d'une des trois exigences suivantes :

- Niveau Passif.
- Niveau IC construction 2031.
- Ou création une boucle d'auto-consommation collective de l'électricité renouvelable produite sur la ZAC.

La commune d'Acigné souhaite s'inscrire dans ce référentiel.

1.3. Hypothèses programmatiques

Les hypothèses de programmation prises en compte dans l'étude sont les suivantes :

Activité	NOMBRE	SDP unitaire (m²)	SDP totale (m²)
Activité Ferme urbaine	1	150	150
Logement			
Habitats légers participatifs	7	80	560
Logements collectifs	604	65	39260
Maisons individuelles	176	110	19360
Total général	788	405	59330

1.4. Taux de couvertures par les ENR

Les taux de couverture potentiellement atteignables par les énergies renouvelables étudiées en fonction du niveau de performance des bâtiments sont présentés dans le tableau suivant :

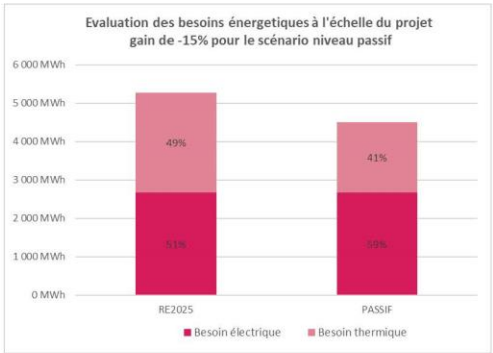
ENR		Taux de couverture moyen par les ENR RE2020 base				Taux de couverture moyen par les ENR niveau isolation passif			
Technologie	Caractéristiques	Productible MWh/an	Chaleur	Electricité	Total Energie	Productible	Chaleur	Electricité	Total Energie
Panneaux Solaire thermique	Inclinaison 30° Orientation: S-E	588	23%	0%	11%	588	32%	0%	13%
Panneau Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30° Orientation: S-E	1868	0%	70%	35%	1868	0%	70%	42%
Chaudière bois granulés		2610	100%	0%	49%	1828	100%	0%	41%
Chaudière bois plaquette		2610	100%	0%	49%	1463	100%	0%	41%
PAC géothermique	COP 3,5	1853	71%	0%	35%	1298	71%	0%	29%
PAC eau	COP 2.7	1644	63%	0%	31%	1152	74%	0%	30%
Micro éolien	P:3KW N:11	25	0%	1%	0%	25	0%	1%	1%

→ Aucune source d'énergie renouvelable ne permet à elle seule de couvrir la consommation d'électricité totale des bâtiments.

La création d'un quartier à énergie positive au sens [énergie consommée < énergie produite] ne pourrait donc se faire qu'à partir d'un « mix énergétique » combinant des énergies renouvelables qui produisent de la chaleur et d'autres de l'électricité et en réduisant de manière drastique les consommations du quartier.

1.5. Consommations énergétiques prévisionnelles de la ZAC

Le graphique suivant présente la consommation prévisionnelle d'énergie finale par scénario de performance énergétique pour l'ensemble de la ZAC multisites :



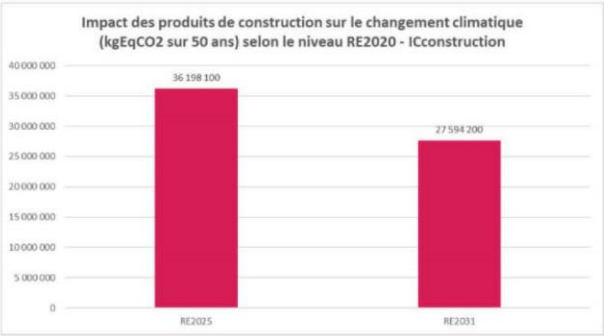
Evaluation des besoins énergétiques à l'échelle du projet par scénario de performance énergétique

Ainsi, la consommation énergétique attendue sur le quartier serait de 5 278 MWh/an pour le scénario RE2020 et 4 496 MWh/an pour le scénario passif.

Le niveau passif permet de réduire de 15% les besoins grâce à une diminution des consommations de chauffage essentiellement.

1.1. Emissions de GES prévisionnelles de la ZAC

1.1.1. Emissions liées aux produits de construction



Le scénario de référence niveau RE2025 sur les Produits de Construction émettrait 36 200 TCO₂ sur l'ensemble du projet contre 27 600 TCO₂ pour le niveau RE2031 soit une réduction des émissions de 24%.

1.2. Etude de différents scénarios énergétiques (consommations énergétiques et émissions de GES)

Plusieurs scénarios d'approvisionnement en énergie mobilisant les énergies renouvelables ont été étudiés ; le tableau suivant propose une synthèse qualitative des résultats obtenus :

	Faible consommation en Energie Primaire	Faible consommation en Energie finale	Impact sur l'effet de serre	Coût Global sur 20 ans	Taux d'utilisation d'ENR	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
2-Biomasse						
3-Géothermie						
4-aérothermie						
1-GAZ+PAC						

Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques (source : Impulse)

LEGENDE Scénario	Réponse Favorable	Réponse mitigée ou adaptée partiellement au critère	Réponse Défavorable ou inadaptée
------------------	-------------------	---	----------------------------------

Les scénarios S2, S3 et S4, ayant recours aux ENR, sont plus performants du point de vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre en permettant de réduire les émissions jusqu'à 59% par rapport à la référence au gaz.

Le scénario de référence au gaz émettrait 482 T de CO₂ sur 50 ans pour un niveau RE 2025 et 341 T de CO₂ pour un niveau passif pour l'ensemble des constructions, soit une diminution de 29%.

Les émissions de GES liées aux produits de construction sont prépondérantes ; elles représentent environ 65% des émissions totales (consommations énergétiques + Produits de construction).

Un haut niveau d'isolation (niveau passif) associé à des systèmes énergétiques faiblement émissifs (recours aux ENR) et à une construction bas carbone (ICconstruction 2031) en ayant recours à des matériaux biosourcés permet une réduction des émissions de GES de l'ordre de 38%.

La surface de panneaux solaires photovoltaïques à installer pour que la production annuelle compense la consommation annuelle d'électricité (hors chaleur) est de 19 624 m², soit 71% de la surface de toitures estimée.

1.3. Potentialité de création et raccordement au(x) réseau(x) de chaleur

La densité énergétique est insuffisante pour envisager un réseau de chaleur à l'échelle de tout le site.

La pertinence de création de micro-réseaux de chaleur est incertaine en raison des faibles besoins liés aux exigences de performance énergétique et à la densité des habitations. Toutefois, à l'échelle de quelques îlots de logements collectifs, on remarque la création potentielle de micro-réseaux de chaleur. C'est le cas par exemple pour les lots C8, C6 ou C7.

1.4. Synthèse

Le tableau suivant présente la synthèse des impacts estimés pour les 3 grands types de consommations énergétique :

	Consommation énergétique annuelle estimée (MWh/an)		Emissions min de CO ₂ (T/50 ans) y compris fabrication des matériaux		Surface forestière à planter (ha)		Surface forestière à planter (multiple de la surface de la zone)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bâtiments	3237	5501	39 594	63 980	42,8	69,2	2,0	3,0
Trajets domicile travail en voiture	5328		69 189		75		4	
Eclairage	6	12,5	38	13	0,04	0,01	0	0
TOTAL	8 570	10 841	108 821	133 182	118	144	6	7

Synthèse des impacts estimés d'un point de vue énergétique et effet de serre (Source : Impulse)

- > L'écart de consommation entre un bâtiment performant (enveloppe + systèmes) et un bâtiment plus classique peut aller jusqu'à 41%.
- > Les poids énergie et carbone des déplacements domicile/travail sont du même ordre de grandeur que ceux du bâtiment.
- > La compensation carbone pour les bâtiments de la future opération nécessiterait le boisement de 2 à 3 fois la surface de la ZAC.

La mise en place d'exigences sur :

- la performance thermique des bâtiments,
- le recours à des matériaux biosourcés pour les constructions,
- l'utilisation d'énergies renouvelables (production d'électricité photovoltaïque en auto-consommation, chaufferies bois collectives, ...)
- l'intégration des déplacements doux et décarbonés,

représentent donc des leviers pour réduire l'empreinte environnementale du projet.

Le projet facilite l'usage des transports en commun et les modes de déplacements doux. En effet, **la ligne de bus** a été étendue et le terminus se situe dans la future ZAC. **Les pistes cyclables** sont également poursuivies.



Ces orientations seront affinées et détaillées lors de la constitution du dossier de réalisation.

2. Préambule

2.1. Principe et méthode de l'étude

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.

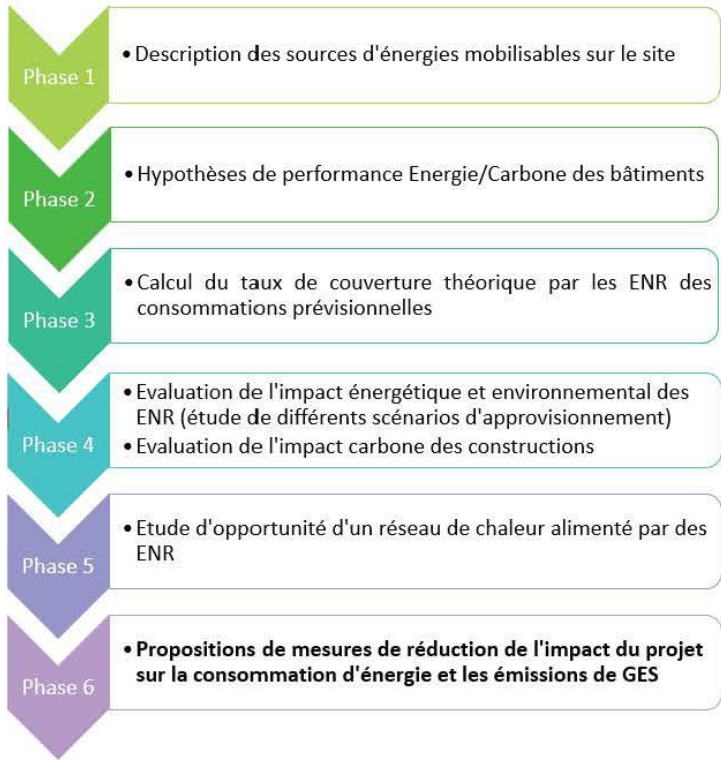
L'article L-300-1 du Code de l'Urbanisme précise que : « Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de 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 :



3. Des engagements internationaux à la réglementation des documents d'urbanisme.

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.

3.1. Processus de lutte contre le réchauffement climatique

3.1.1. Processus international

Le **Protocole de Kyoto**, ratifié en 1997 est en vigueur depuis 2005. Il est arrivé à échéance en 2012 et 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 s'est tenue à **Paris**. Cette conférence marque une **étape décisive** dans la négociation du futur accord international qui entrera en vigueur en 2020.

Elle a abouti, le **12 décembre 2015**, à un accord historique et universel pour le climat, approuvé à l'unanimité par les 196 délégations (195 États + l'Union Européenne), dont la signature est prévue le **22 Avril 2016**. L'Accord de Paris se fixe de maintenir l'augmentation de la température mondiale bien en **dessous de 2 degrés**, et, pour la première fois, de **tendre vers un maximum de 1,5 degré** afin de permettre la sauvegarde des États insulaires (les plus menacés par la montée des eaux), en prévoyant une clause de révision des engagements. Dans ce cadre et conformément aux recommandations du GIEC, la France s'est engagée, avec la **Stratégie Nationale Bas-Carbone** (SNBC) à diviser par 4 ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (le Facteur 4).

3.1.2. Processus européen et national

Dans le cadre des accords de Kyoto, la communauté européenne a fixé dans le paquet énergie climat dit : **"3 X 20 en 2020"** les objectifs suivants :

- Réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 par rapport à 1990 ;
- Porter à 20 % la **part d'énergies renouvelables** dans la consommation en Union Européenne en 2020 ;
- Baisser de 20 % la consommation d'énergie par rapport aux projections pour 2020.

En France, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 ou loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LETCV) fixe par 167 mesures **réglementaires** (ordonnances et décrets d'application), les grands objectifs et le calendrier de la politique énergétique nationale d'ici à 2050 dont les grandes lignes sont ci-dessous :

- **Réduire de 50% de la part du nucléaire** dans la production totale d'électricité à l'horizon 2025,
- **Réduire de 50% la consommation énergétique finale** entre 2012 et 2050,
- **Réduire de 40% des émissions de gaz à effet de serre** sur la période 1990-2030,
- **Porter à 32% la part d'énergies renouvelables** dans la consommation d'ici 2030 ans.

3.2. Des engagements internationaux aux PLUi puis permis d'aménager ou construire.

La LETCV établit la stratégie nationale bas carbone (SNBC) qui décrit la politique d'atténuation du changement climatique comme celle de réduction des émissions de GES et d'augmentation de leur potentiel de séquestration. Les objectifs de la LETCV sont déclinés localement dans les documents de planification de nature stratégique ou réglementaires.

Le Schéma Régional Climat Air Energie Breton (qui sera remplacé par le SRADDET en cours d'élaboration) 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.

La LETCV impose à tous les EPCI de plus de 20 000 habitants de rédiger avant le 31 décembre 2018 leur PCAET. Comme son prédécesseur le PCET, est un outil de planification qui a pour but d'atténuer le changement climatique, de développer les énergies renouvelables et maîtriser la consommation d'énergie. Contrairement à ce dernier, il impose désormais de traiter de la qualité de l'air.

Le permis de construire doit être compatible avec le PLU ou PLUi lequel devant prendre en compte le PCAET ou à défaut les documents de planification supérieurs.

3.3. Contexte réglementaire

3.3.1. La Réglementation Environnementale RE2020

Cette nouvelle Réglementation Environnementale (RE) succède à la RT2012 depuis le 1^{er} janvier 2022 pour les logements, juillet 2022 pour les bureaux et l'enseignement et courant 2025 pour le tertiaire.

Elle a été mise en place pour répondre à trois grands objectifs :

- Améliorer la performance énergétique des bâtiments et favoriser la décarbonation de l'énergie ;
- Réduire l'impact environnemental des constructions neuves ;
- Assurer un confort optimal pendant les grosses chaleurs d'été.

> La ressource énergétique

Du point de vue énergétique, la RE2020 met l'accent sur la conception bioclimatique des bâtiments et impose un seuil maximal de consommation en énergie non renouvelable (Cep,nr).

Les solutions de chauffage décarbonées sont valorisées via l'indicateur ICénergie (chaudières bois, pompes à chaleur...). Ainsi, le recours au gaz exclusif pour le chauffage va progressivement disparaître d'ici 2024 en logements.

> Les systèmes constructifs et les matériaux biosourcés

L'impact carbone d'un bâtiment est désormais pris en compte sur l'ensemble de son cycle de vie.

La réglementation sera progressivement de plus en plus exigeante, depuis son entrée en vigueur en 2022, jusqu'à 2030 avec trois jalons prévus en 2025, 2028 et 2031 qui constituent autant de marches de rehaussement des exigences. À horizon 2030, le seuil maximal en kgCO₂/m² sera abaissé entre 30 % à 40 % par rapport au niveau de référence de 2022. À travers ces nouvelles exigences environnementales, c'est une transformation profonde de la manière de construire qui s'engage et qui mobilise l'ensemble de la filière du bâtiment. Une telle évolution réglementaire doit se faire progressivement pour que la filière et l'ensemble des professionnels puissent s'adapter mais aussi pour que la maîtrise des coûts soit assurée.

Les exigences visant à limiter ces impacts carbone permettront d'encourager puis de systématiser les modes constructifs qui émettent peu de gaz à effet de serre ; Cela signifie notamment construire plus souvent puis systématiquement avec du bois et des matériaux biosourcés, qui stockent le carbone pendant la durée de vie du bâtiment.

Pour les maisons individuelles, la construction en ossature bois deviendra vraisemblablement la norme.

En logement collectif, les matériaux biosourcés seront certainement systématiques en second œuvre et très courants dans le gros œuvre, où les techniques plus traditionnelles, sous réserve de leurs progrès technologiques d'ici-là (bétons bas carbone par exemple), continueront à être présentes.

3.3.2. La RT2012

Elle est encore applicable pour les bâtiments tertiaires (en 2024).

3.4. Contexte local

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 **blackout**.

- ☐ Une faible production électrique : 13% de sa consommation

- ☐ Une forte croissance démographique et un dynamisme économique qui augmentent 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).

3.4.1. La politique énergie climat du territoire breton

- ☐ *Le Schéma Régional Climat Air Energie Breton*

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.

- ☐ *Le plan éco énergie 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.

Plus d'informations : <http://www.plan-eco-energie-bretagne.fr>

- ☐ *Le pacte électrique 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 en proposant 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.

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.

3.4.2. Portrait énergétique et climat du Pays de Rennes Métropole

Les graphiques suivants présentent les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de la Communauté de Communes :



Répartition des consommations d'énergie par filières et par secteurs d'activités en 2020 [source : Terristory]

- ☐ Deux grands secteurs d'activités se dégagent. Le secteur du bâtiment (tertiaire + résidentiel) qui représente près de la moitié des consommations énergétiques du territoire. et le transport (plus d'1/3).
- ☐ On note une grande dépendance aux énergies fossiles (2/3 des consommations).



Répartition des émissions de GES par secteurs en 2020 [source : Terristory]

- ☐ Le secteur du transport est à l'origine de la moitié des émissions de GES.
- ☐ Le bâtiment (résidentiel + tertiaire) représente plus d'1/4 des émissions de GES.

L'aménagement d'une ZAC influe directement sur les secteurs du transport et bâtiments. Les choix retenus sur l'aménagement du projet (exigence sur la performance énergétique des bâtiments, développement des énergies renouvelables, ou développement des alternatives de transport à la voiture individuelle) auront donc un impact sur les consommations énergétiques et les émissions de GES totales du territoire.



Production locale d'énergies renouvelables et de récupération en 2020 [source : Terristory]

> En 2020, la production d'énergies renouvelables couvrait 10% des consommations énergétiques, essentiellement par de la production de chaleur au bois, et seulement 2% de l'électricité consommée.

3.4.3. Les documents supra-communaux et communaux

3.4.3.1] PCAET de Rennes Métropole

Le Plan Climat Air Energie de Rennes Métropole a été adopté en 2019 pour 6 ans. Son plan d'actions a été mis à jour en 2022 et vise une réduction des émissions de GES de 40% d'ici 2030.

Objectif : Assurer un cadre de vie sain aux habitants et diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre/habitants d'ici à 2030.

Il se décline en 5 orientations et 10 ambitions dont :

Orientation 3 : rendre possible des modes de vie bas carbone pour tous les habitants

> 6000 logements rénovés en basse consommation d'ici 2025

> **Construire en anticipant les réglementations thermiques, notamment avec des matériaux biosourcés**

> **-10% de trafic routier** en faisant évoluer les modes de déplacements

Orientation 4 : Mettre la transition énergétique au cœur du modèle de développement économique et d'innovation

> Réduire de 40% les consommations d'éclairage public d'ici 2030

> Stratégie d'économie circulaire yc dans Le BPT

Optimisation 5 : **Multiplier par 3 l'usage d'EnR.**

Il est actuellement en cours de révision pour l'automne 2025.

3.4.3.1] PLH de Rennes Métropole

Face à la tension croissante sur le logement, Rennes Métropole a renforcé son action sur le territoire avec l'adoption le 21 décembre 2023 de son Programme local de l'habitat 2023-2028 (PLH).

Parmi les orientations, on relève la limitation de l'utilisation des terres agricoles en construisant plus sur moins d'espace, dans une densité bien pensée et en mode "bas carbone"

3.4.4. Le référentiel Energie Bas Carbone de Rennes Métropole

Un référentiel Énergie et bas carbone, a été élaboré pour les constructeurs et aménageurs des opérations publiques (ZAC). Commun à la Ville de Rennes et Rennes Métropole, il vise à guider constructeurs et aménageurs afin de réduire l'impact carbone des travaux et des constructions.

Il se décline en **5 thématiques transversales**, réparties selon **2 niveaux** : « Socle » rassemblant les actions qui s'appliquent systématiquement à tous les projets, et « Performance » comprenant des actions plus ambitieuses qui s'appliquent au choix de chaque projet. :

7 Objectifs	Principales exigences associées
DEMARCHE GLOBALE Évaluer l'impact carbone des opérations d'aménagement pour aider à la décision Garantir les performances Énergie Bas Carbone et leur suivi dans le temps	Analyses d'impact en Cycle de Vie des opérations d'aménagement pour optimiser les choix d'aménagement, les performances des bâtiments, et anticiper la réversibilité des ouvrages et l'évolution des usages. Compétences et mission de suivi de la performance Énergie et Carbone des opérations d'aménagement Missions de commissionnement bâtiments
MATÉRIAUX Réduire l'impact carbone des matériaux	Viser le seuil 2025 de la RE2020 Inciter à la mise en œuvre de matériaux bas carbone (label bio-sourcés) et de réemploi
ÉNERGIE ET ADAPTATION AU CLIMAT LOCAL Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires et Anticiper les évolutions du climat local Articuler les consommations énergétiques avec la production locale d'Énergies Renouvelables	Besoin bioclimatique renforcé par rapport à la RE2020 (Bbio - 10 %) Simulations pour garantir 2h d'ensoleillement Certification passive des bureaux Confort d'été : Multi-orientation des logements; Protections solaires extérieures; Contrôle par STD et études d'îlots de Chaleur Urbains Renforcer les études d'approvisionnement en ENR&R et mettre en œuvre les taux d'ENR définis en envisageant des mutualisations énergétiques
MOBILITÉ Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès au transports en commun	Desserte et adaptation des locaux Densification des constructions autour des TC Mutualisation du stationnement véhicule
NATURE DU SOL Limiter l'imperméabilisation	Étude d'imperméabilisation des sols avec plusieurs scénarios ambitieux Mise en œuvre des préconisations retenues

Par ailleurs, Le référentiel maintient le principe d'un **îlot-test** sur chaque opération d'aménagement afin d'encourager les expérimentations et de créer du retour d'expérience.

3 thématiques au choix peuvent être explorées dans le cadre de l'îlot-test, avec les niveaux de performance suivants :

- Sobriété énergétique : niveau Passif. Dans la continuité de l'îlot-test en vigueur dans le cadre du PLH, il s'agit de poursuivre l'expérimentation afin de gagner en expérience et en structuration de filières pour démocratiser ce niveau de performance énergétique et mieux en maîtriser le coût.
- Performance carbone des matériaux de construction : niveau IC construction 2031. Pour cela, la mise en œuvre de matériaux à faible impact carbone : matériaux biosourcés, terre crue, matériaux de réemploi... devra être massifiée. Cet objectif a vocation à préfigurer les principes constructifs bas carbone de demain et encourager le développement des filières locales de matériaux bas carbone.
- Optimisation de l'approvisionnement en énergie renouvelable (chaleur et électricité) : Mettre en œuvre une boucle d'auto-consommation collective de l'électricité renouvelable produite sur la ZAC.

4. Présentation de la zone d'étude

4.1. Positionnement géographique d'Acigné

La commune d'Acigné est située dans le département de l'Ille et Vilaine, à 12 kms à l'Ouest de Rennes :



Localisation d'Acigné (Source : Archipôle)

4.2. Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude s'étend sur environ 21 ha :



Localisation du site (Source : Archipôle)

4.3. Topographie

Les figures suivantes présentent le plan topographique du site :



Analyse topographique (Source : Archipôle)

- > En partie Sud, le terrain présente une pente Sud-Nord, plutôt défavorable pour la valorisation des apports solaires passifs.
- > En partie Nord, la pente Nord-Sud pourrait être exploitée en conception bioclimatique.

4.4. Végétation et bâti existant



Vue Aérienne du site (Source : Géoportail)

Le site est un terrain agricole, vierge de construction.
Il présente des haies bocagères au Sud qui seront conservées et qui n'auront pas d'impact sur les futures constructions car zone humide non constructible.

5. Phase 1 : Potentiel de mobilisation des énergies renouvelables

5.1. Energies fossiles disponibles

ENERGIE	ATOUTS/AVANTAGES	CONTRAINTES/INCONVENIENTS	COMMENTAIRES Impulse
ELECTRICITE	Disponibilité	Coût élevé Faible rendement global Gestion des déchets nucléaires Contexte tendu en hiver en Bretagne > péninsule électrique avec risque de black-out.	A réserver aux usages spécifiques : éclairage, bureautique, électroménagers
GAZ NATUREL	Commune desservie Impact environnemental et économique plus limité que le fioul. Existant d'un réseau est un atout pour le développement du biogaz.	Energie fossile à fort impact environnemental	> Dans la suite de l'étude, l'énergie fossile de référence pour évaluer l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables sera donc le gaz naturel.
FIUOL	-	Très fort impact environnemental	Non envisageable sur l'opération
PROPANE	Impact environnemental plus limité que le fioul	Positionnement des cuves ou réseau gaz	Non envisageable sur le site car présence du gaz naturel.

Synthèse des énergies fossiles disponibles et mobilisables sur le site

5.2. Les énergies renouvelables et de récupération

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.

5.2.1. Inventaire des énergies renouvelables disponibles et pertinence sur le projet

L'ensemble des solutions sont répertoriées dans le tableau ci-dessous et présentées succinctement en annexe.

Un code couleur permet de juger de la pertinence sur l'opération :

Probable Possible Peu probable

Energie	Utilisation	Principe	Pertinence sur le projet et commentaires H3C
Bois	Chaleur	Granulés	Solution adaptée.
		Plaquettes	Solution adaptée.
		Bûches	Le bois bûche n'est pas adapté pour de l'habitat collectif, au contraire du bois granulés ou de la plaquette.
Solaire	Chaleur	Panneaux solaires Thermiques	Solution adaptée.
	Electricité	Panneaux solaires Photovoltaïque	Solution adaptée.
Eolien	Electricité	Grand	Obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut : incompatible en site urbain.
		Petit et micro	Il est préférable d'être un site dégagé avec des vents majoritairement unidirectionnels. Le potentiel est donc limité en milieu urbain et nécessite des études précises.
Hydraulique	Electricité	Grand (marine)	La ZAC ne se situe pas à proximité immédiate de la mer.
		Moyen (rivière)	Site en centre urbain, construction d'un ouvrage hydroélectrique inenvisageable.

Energie	Utilisation	Principe	Pertinence sur le projet et commentaires H3C
			> Potentiel uniquement sur des ouvrages existants (par optimisation ou suréquipement d'installations existantes).
Géothermie	Chaleur/ Froid	Très basse énergie sur aquifère superficiel (nappe)	Solution adaptée au contexte mais nécessitant des forages pour évaluer le potentiel.
		Très basse énergie sur sondes verticales	Solution adaptée au contexte mais nécessitant des forages pour évaluer le potentiel.
		Très basse énergie sur sondes horizontales	En milieu urbain, solution de géothermie la moins adaptée et la moins performante. La densité et l'emprise au sol des bâtiments excluent la faisabilité d'un tel système. Solution plutôt réservée pour l'habitat individuel rural car elle requiert beaucoup de surface au sol.
Aérothermie	Chaleur/ Froid	Pompe à chaleur	Solution adaptée
Méthanisation/ biogaz	Chaleur/ Electricité		Pas d'unité sur la Commune
Récupération de chaleur fatale sur les eaux usées	Chaleur	Sur les eaux usées de la ville (STEP ¹)	STEP trop éloignée du site
		Sur les eaux usées d'un bâtiment	Solution adaptée.

> Les solutions jugées peu probables ne sont pas reprises dans la suite du rapport. Les autres sont étudiées ci-après.

5.2.2. L'énergie solaire

5.2.2.1] Présentation

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.

La mobilisation de l'énergie solaire est possible selon 3 modalités :

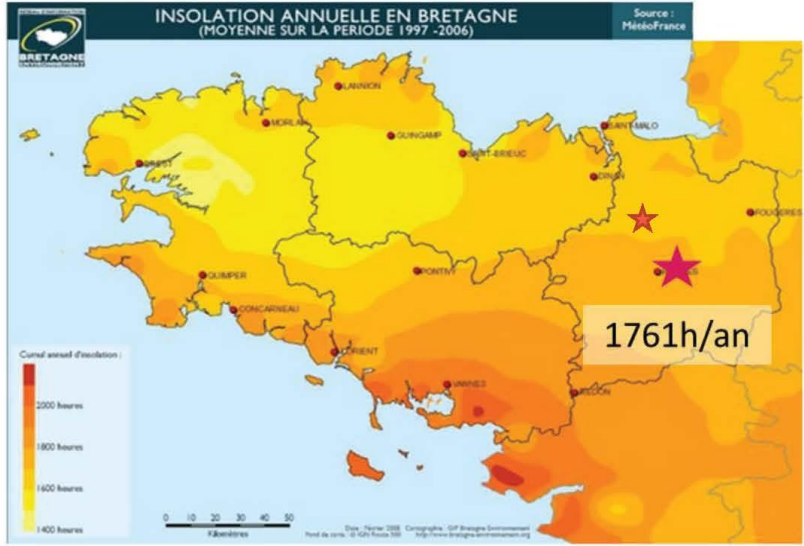
- Apports solaires passifs pour limiter les besoins en chauffage ;
- Panneaux solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire et de chauffage ;
- Panneaux solaires photovoltaïques pour la production d'électricité.

Les différentes technologies permettant d'exploiter l'énergie solaire sont détaillées en Annexe.

¹ STEP = Station de Traitement des Eaux Usées

5.2.2.2] Gisement

La carte suivante présente l'insolation annuelle en Bretagne :



Insolation annuelle de la Bretagne (Source Bretagne Environnement)

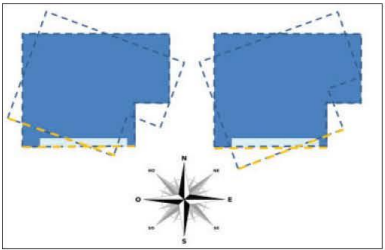
- L'insolation annuelle de la commune d'Acigné est d'environ **1 761 heures** (relevés 1991-2020).

5.2.2.3] Prédisposition du projet vis-à-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)



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.



Eviter les masques et les ombres portées

Echelle	Solaire Passif	Solaire thermique	Solaire photovoltaïque
Zone d'étude	- Respect des distances impliquées par les ombres portées		
Bâtiment	- Façades et ouvertures principales au Sud +/- 20° - Protections solaires adaptées	Réserver l'énergie solaire thermique aux bâtiments à fort besoins en ECS - Orientation Sud +/- 25° ; Inclinaison de 45° environ - Limiter les ombres et les masques (bâtiments proches, végétation)	Production d'énergie à considérer après l'optimisation énergétique du bâtiment (par exemple prévoir une structure de toiture adaptée pour recevoir des panneaux ultérieurement)

Préconisation pour l'optimisation des apports solaires

5.2.3. L'énergie bois

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.

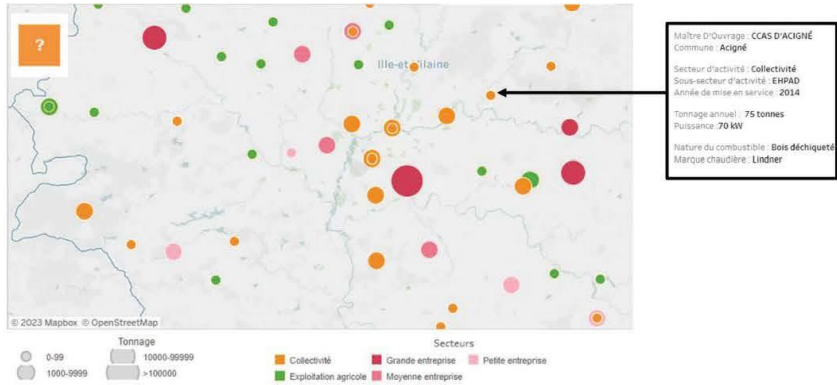
Quelques difficultés peuvent cependant être mises en avant :

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. Il conviendra cependant de valider la filière de livraison pour s'assurer de la disponibilité du bois sur le moyen terme.

On recense plusieurs installations de chaufferie bois déchiqueté au voisinage d'Acigné :



Carte des chaufferies bois en 2020 à proximité d'Acigné (Source : geobretagne.fr)

L'énergie bois est disponible sur le territoire sous différentes formes et la filière est en pleine structuration en Bretagne :

5.2.3.1] Bois déchiqueté ou plaquettes



Le bois déchiqueté permet d'utiliser des produits non valorisables en bois bûche ou bois d'œuvre. Comme les sous-produits (connexes) des industries du bois, les produits en fin de vie comme le bois d'emballage, les palettes usagées (sorti du statut déchet) mais aussi le bois de forêt (premier éclaircissage, branchage, bois tordus). Le bois déchiqueté sert aussi sur les exploitations agricoles pour valoriser le bois issu de la gestion des bocages

En Bretagne, on compte fin 2015 plus de 420 000 tonnes de bois déchiqueté consommées chaque année.

Ce bois provient d'une quarantaine de fournisseurs bretons (95% du bois).

Plusieurs prestataires seraient susceptibles d'approvisionner en bois déchiqueté un projet à Acigné.

5.2.3.2] Granulés 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).

Plusieurs fournisseurs de granulés en vrac par camion souffleur sont susceptibles d'approvisionner en bois granulés.

5.2.3.3] Potentiel sur le projet

- > Le bois est disponible sur le territoire sous différentes formes et pourrait assurer la production de chauffage.
- > Quel que soit le combustible, il sera nécessaire de prévoir un volume de stockage suffisant et accessible pour la livraison.

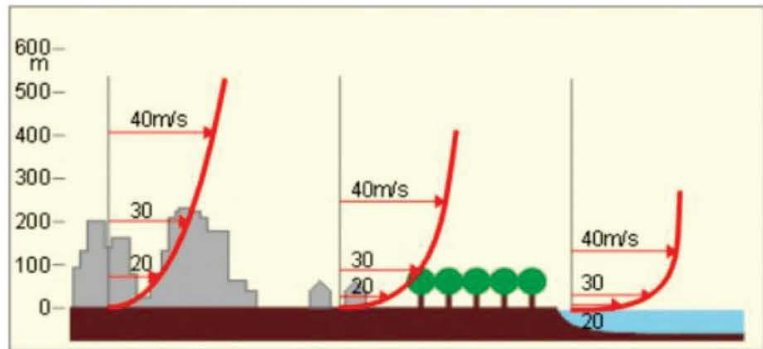
5.2.4. L'énergie éolienne (production d'électricité)

5.2.4.1] Présentation

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.

La connaissance du gisement éolien récupérable est l'élément primordial pour s'assurer de l'intérêt économique du projet. En effet le rendement de l'éolienne sera d'autant plus élevé que le site ne génère pas de la turbulence et que le gisement de vent est important. Le rendement de l'aérogénérateur sera donc fonction de la qualité éolienne du site d'implantation.

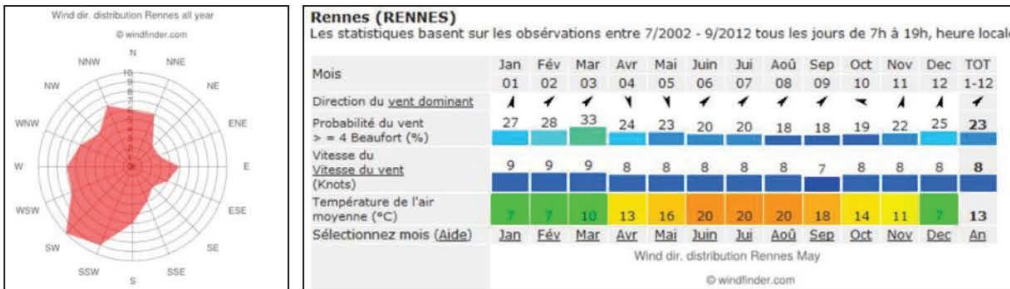
En effet, la vitesse du vent varie en fonction de la hauteur et de la rugosité du terrain. La rugosité générale par le terrain impose « d'aller chercher » le vent en altitude



Evolution de la vitesse du vent en fonction de l'altitude et de la rugosité du terrain

5.2.4.2) Gisement

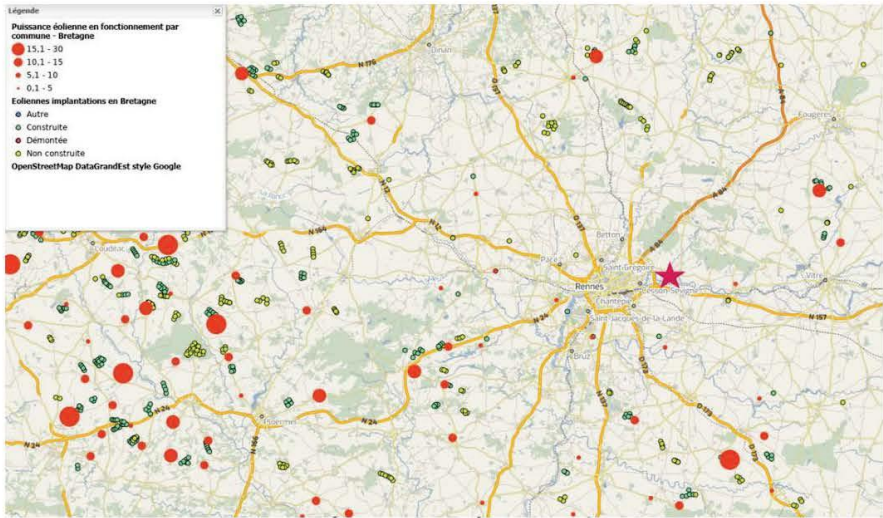
Les figures suivantes montrent la répartition annuelle des directions et les caractéristiques mensuelles du vent sur Rennes (station météo la plus proche du site) :



Rose des vents de Rennes [source : windfinder.com] Statistiques des vents à Rennes [Source : windfinder.com]

Ainsi au cours d'une année les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest.

On recense de quelques installations éoliennes à proximité :



Eoliennes en Bretagne [source : geobretagne.fr]

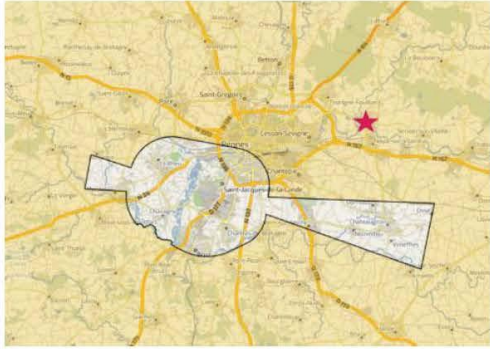


Schéma régional éolien [source : geobretagne.fr]

(a) Grand éolien

L'obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut réduit à néant le potentiel de développement du grand éolien sur ces sites qui ont vocation à accueillir des habitations.

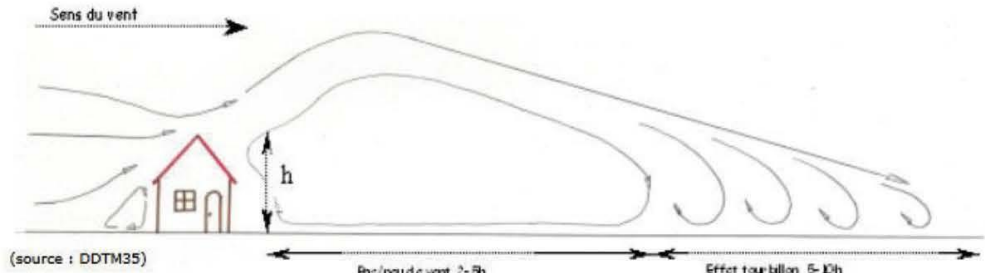
(b) Moyen et petit éolien

Le petit et moyen éolien regroupe les installations de moins de 45m.

Deux types d'éoliennes se partagent le marché du petit éolien :

- les éoliennes à axe vertical,
- les éoliennes à axe horizontal.

Les éoliennes à axe verticales sont moins sensibles aux turbulences générées par les constructions et la végétation.



Turbulences générée par un construction [source DDTM 35]

L'éolien doit par ailleurs respecter une distance minimale d'éloignement aux habitations en fonction de la hauteur de l'éolienne (mat + nacelle). Les procédures administratives à respecter varient également en fonction de la hauteur de l'éolienne.

Hauteur Des éoliennes	Distance aux habitations
12<HT<20	40m
20<HT<30	HTx5
30<HT<45	HTx6

Eloignement aux habitations en fonction de la hauteur [source DDTM 35]

Type	Hauteur	Formalité	Législation des installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	
			Déclaration	Autorisation
Petite	0<HT<12	Déclaration préalable		
Moyenne	12<HT<50	Permis de construire	Rubrique 2980 si P ≤ 20 MW	Rubrique 2980 si P > 20 MW
Grande	>50	Permis de construire		Rubrique 2980

Procédures en fonction de la hauteur (source DDTM 35)

► 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).

5.2.4.3) Potentiel de production dans le projet

Il est préférable d'avoir un site dégagé avec des vents majoritairement unidirectionnels. Le potentiel est donc limité en milieu urbain ; Les études des vents locales sont réalisées à de grandes hauteurs et ne sont pas suffisantes pour caractériser le potentiel en milieu urbain.

5.2.4.4) Préconisations

Le micro (<1kw) et le petit éolien (<30kw) sont les plus adaptés pour une opération d'aménagement, en intégration sur des bâtiments d'équipements publics par exemple.

L'installation de petit éolien est donc techniquement possible mais devra faire l'objet d'études spécifiques si les opérateurs souhaitent avoir recours à cette source d'énergie.

Puissance nominale	Diamètre de l'éolienne (des pales)	Prix de l'éolienne (installation comprise) (€HT)	Production annuelle
100 à 500 W	0,5 – 2 m	3 000 – 5 000 €	200 – 1000 kW
500 à 1 kW	2 – 3 m	5 000 – 14 000 €	1 000 – 2 000 kW
1 à 5 kW	3 – 6 m	14 000 – 35 000 €	2 000 – 10 000 kW
5 à 10 kW	6 – 8 m	35 000 – 45 000 €	10 000 – 20 000 kW
10 à 20 kW	8 – 12 m	45 000 – 80 000 €	20 000 – 40 000 kW

27/64

5.2.5. La géothermie (production de chaleur et d'électricité)

5.2.5.1) Présentation

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.

Il existe 3 principales technologies de géothermie très basse énergie. Ces technologies peuvent toutes être des solutions réversibles (chaud et froid sur le même système : la pompe à chaleur) :

• Sur nappe :

Les opérations avec pompes à chaleur sur aquifères superficiels permettent de valoriser le potentiel thermique de ressources en eaux souterraines pour le chauffage et/ou le rafraîchissement. L'eau souterraine est prélevée dans un aquifère situé généralement à moins de 200 m de profondeur. L'énergie de cette eau souterraine est valorisée à l'aide d'une pompe à chaleur, puis l'eau est réinjectée dans le même aquifère.

• Sur sondes verticales :

L'eau (ou eau glycolée) circule dans des sondes géothermiques pouvant atteindre jusqu'à 200M de profondeur. Il n'y a pas de contact entre le fluide caloporteur de la sonde et la roche. Le transfert de chaleur se fait à travers les matériaux de la sonde, par conduction. La présence d'une nappe d'eau souterraine est valorisée à l'aide d'une pompe à chaleur, puis l'eau est réinjectée dans le même aquifère.

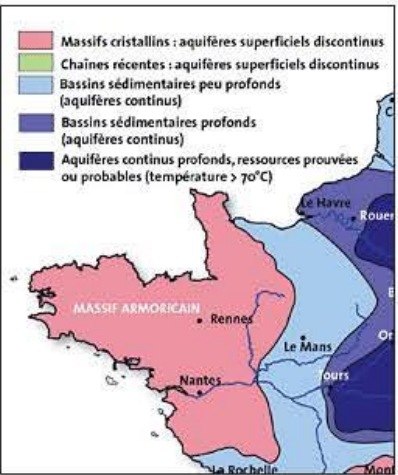
• Sur sondes horizontales :

Le principe de fonctionnement est le même que la géothermie verticale excepté que les capteurs sont disposés de manière horizontale. La surface de capteurs couvre généralement 2,5 à 3 fois la surface chauffée.

En milieu urbain, cette solution est la moins adaptée et la moins performante parmi les systèmes de géothermie. La densité et l'emprise au sol des bâtiments excluent la faisabilité d'un tel système. Cette solution est plutôt réservée pour de l'habitat individuel rural car elle requiert beaucoup de surface au sol. Elle ne sera pas étudiée dans cette étude.

5.2.5.2) Gisement

La carte suivante présente une estimation des ressources géothermiques de l'Ouest de la France :



Extrait carte des ressources géothermiques en France (source BRGM)

28/64

Le site, 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.

Selon le BRGM Bretagne, la région présente de bonnes potentialités géothermiques pour la très basse énergie et il se fait des centaines, voire milliers de forages de géothermie en Bretagne par an.

Pour avoir des données précises sur le potentiel géothermique du site, **la réalisation de forages serait un préalable obligatoire.**

D'après la base de données Info terre du BRGM. Des forages géothermiques sont recensés à proximité du site :



Cartographie des forages à Acigné [Source : BRGM]

> En l'absence de données plus précises il est délicat de conclure sur le potentiel géothermique des sites.

5.2.5.3] Potentiel de production dans le projet

Il existe probablement un potentiel géothermique sur sondes verticales exploitable sur le site mais la réalisation d'un **forage test** ainsi qu'une **étude de faisabilité** sont indispensables.

5.2.5.4] Préconisations

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 variables 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 termes 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.

5.2.6. La récupération d'énergie sur les eaux usées

5.2.6.1] Présentation

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. 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.

Niveaux	Avantages	Inconvénients	Potentiel
Echangeur de chaleur sur l'eau des douches	Facilité de mise en œuvre et très faible entretien	Investissement significatif (3000 euros/douche) Entretien de l'échangeur	Potentiel de puissance environ 30% de la puissance de production d'ECS
Bâtiments	Solution simple pour l'eau chaude sanitaire des bâtiments de taille significative (hôtel, hôpital, piscine, industrie)	Cout d'un réseau distinct pour les eaux grises. Surcout d'un calorifugeage.	Potentiel de puissance entre 50 kW et 300 kW
Collecteurs	Proximité des preneurs de chaleur Utilise des technologies maîtrisées (échangeurs de chaleurs, pompe à chaleur)	Investissement important. Entretien important (nettoyage échangeur) Peu de retours d'expérience. Possibles effets de l'abaissement de T° sur le process de la STEP. Longueur de canalisation et débit suffisants. Potentiel à étudier finement Vigilance sur le montage juridique notamment les relations entre maître d'ouvrage du réseau, exploitant du réseau et maître d'ouvrage du bâtiment à étudier.	Potentiel de puissance entre 10 kW et 1 MW
Stations de relevage	Solution indépendante de la taille du collecteur. Convergence des réseaux vers la station donc débits plus importants.		Potentiel de puissance jusqu'à 2 MW
STEP	Pas de problème de refroidissement Risque d'être éloigné des preneurs de chaleur		Potentiel de puissance jusqu'à 20 MW

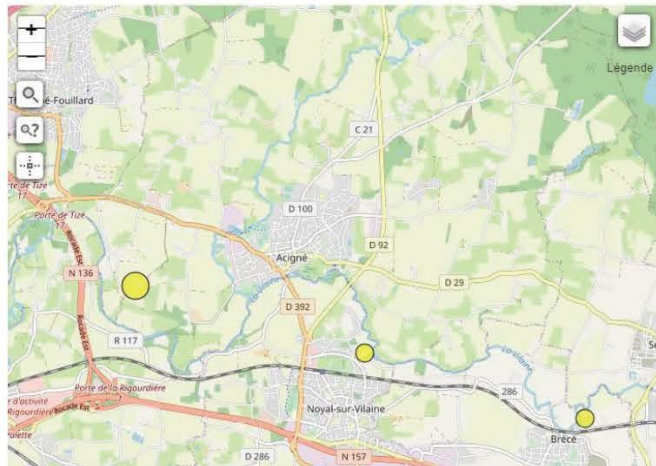
Avantages et inconvénients des différents systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées

5.2.6.2) Exemple de réalisations

Projet	DATE	Niveau	Puissance	Production MWh	Investissement	Bâtiment chauffé
Batagieres Nord-EST (Mulhouse)	2008	Collecteur	520kW	655	600 000 €	75% des besoins de chaleur de 108 logements
Habitat social (Marseille)	2012	Collecteur	530 kW	1689	1 281 000 €	215 logements
STEP Belleville	2011	STEP	300 kW	274 (entrée PAC)	480 000 €	3 bâtiments de logements
Centre aquatique communauté urbaine d'Aras	2018	Collecteur	-	1000	600 000 €	Piscine

5.2.7. 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.



Localisation des station d'épuration des eaux usées à proximité du site

Les deux stations d'épuration les plus proches sont celles de Acigné-Thorigné de 14 000 EH et de Noyal-Sur-Vilaine de 6 000 EH. Leur capacité nominale sont faibles pour envisager de la récupération thermique et elles sont trop éloignées du site.

> 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.

5.2.7.1) Potentiel de production dans le projet

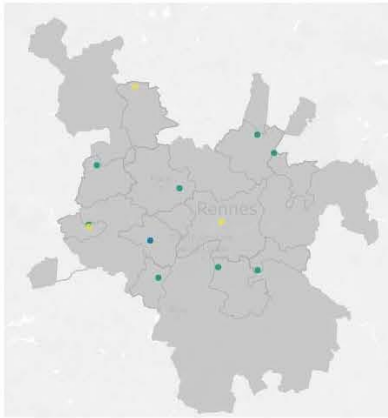
A l'échelle du bâtiment, il existe des technologies de récupération sur les eaux usées pour effectuer du préchauffage. Cette technologie du type « PowerPipe » de Solenove Energie, RecupFloor de Gaia Green, permettent de réduire de 30 à 40% les besoin d'eau chaude sanitaire pour les douches.



Système RecupFloor® de Gaia Green sous avis technique CSTB

5.2.8. La méthanisation

Il n'y a pas d'installation de méthanisation à proximité du site :



Localisation des installations de méthanisation sur Rennes Métropole en 2024
Source : Les installations de méthanisation en Bretagne

5.3. Innovations liées à la production d'électricité

5.3.1. L'autoconsommation

L'ordonnance n°2016-1019 du 27 Juillet 2016 a fixé un cadre, complété depuis par les décrets d'application. Cette ordonnance permet le développement de l'autoconsommation. Elle ouvre, également, la porte à l'autoconsommation collective locale.

L'autoconsommation désigne le fait de consommer tout ou partie de l'électricité produite par son installation de production.

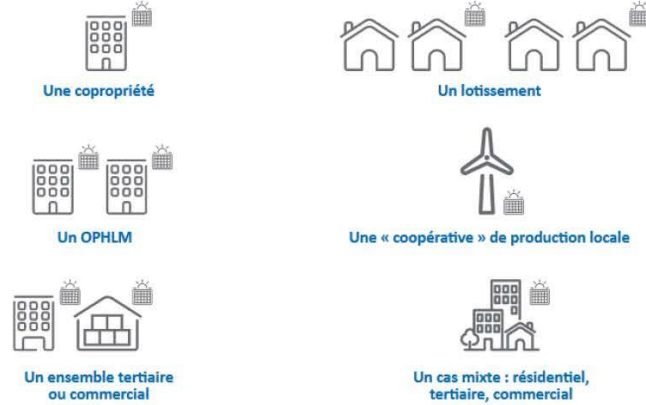
Les évolutions techniques des systèmes photovoltaïques, la baisse de leur coût de production et l'augmentation de leur rendement, rendent l'autoconsommation de plus en plus intéressante face à l'électricité vendue sur le réseau. De plus, l'autoconsommation permet de réduire les coûts de raccordement au réseau public d'électricité.

Le compteur communicant, aussi appelé Linky, suffit à lui seul pour compter l'électricité produite et consommée par la maison. En parallèle, il permet connaître en temps réel l'état du réseau.

La loi autorise également l'autoconsommation collective qui est définie comme « la fourniture d'électricité effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals liés entre eux au sein d'une personne morale et dont les points de soutirage et d'injection sont situés en aval d'un même poste » de distribution d'électricité.

Ainsi, un déficit de production d'un bâtiment à un instant donné peut être compensé par un bâtiment situé à proximité et un excédent de production pourrait être valorisé à proximité.

Les opérations d'autoconsommation collective concernent une large variété de situations :



Formes d'autoconsommation collective [Source: Enedis]

Ainsi au sein d'un quartier, il peut y avoir de l'autoconsommation collective à l'échelle d'un bâtiment d'habitat collectif où les différents logements se partagent la production d'électricité des panneaux photovoltaïques en toiture, mais également entre deux bâtiments voisins.

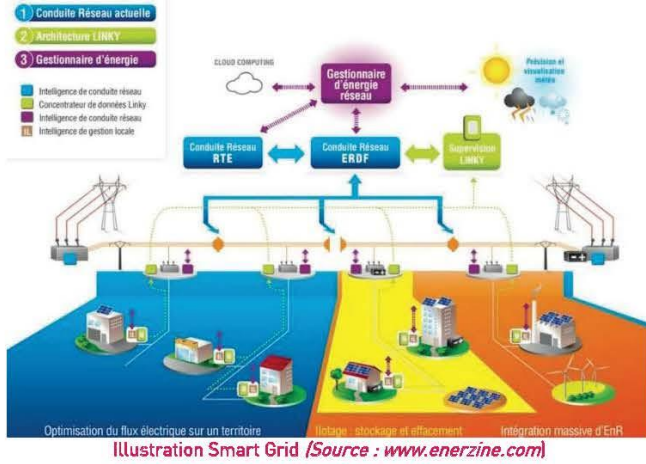
5.3.2. Les smartgrid

Parallèlement au déploiement de l'autoconsommation, se développe ce que l'on appelle couramment les smartgrid ou réseau intelligent.

Un smartgrid (ou « réseau intelligent ») regroupe un territoire défini, un ensemble d'installations de production d'énergie et de systèmes de pilotage de cette production et de la consommation sur ce territoire.

Un smartgrid permet d'équilibrer en temps réel la consommation d'électricité et la production en agissant, via les systèmes de pilotage, sur la production et/ou sur la consommation, le délestage (notion de flexibilité), voire le stockage.

Il utilise les nouvelles technologies de l'information et de la communication pour optimiser la production, la distribution, la consommation, et éventuellement le stockage de l'énergie afin de mieux coordonner l'ensemble des mailles du réseau électrique, du producteur au consommateur final. Il améliore l'efficacité énergétique de l'ensemble en minimisant les pertes en lignes et en optimisant le rendement des moyens de production utilisés, en rapport avec la consommation instantanée. Une grille tarifaire spécifique peut être associée à un smartgrid.



6. Synthèse des énergies renouvelables mobilisables sur site

Energie	Potentiel sur site	Conditions de mobilisation	Atouts/avantages	Contraintes/inconvénients	Avis Impulse et pertinence sur le projet
Bois	+++	Prévoir stockage et approvisionnement Filière bois énergie régionale en cours de structuration	Disponibilité de la ressource Filière créatrice d'emplois locaux Chaudière collective possible en habitat collectif Stabilité du prix de la chaleur	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 Réserver de la place pour implantation des chaufferies + silo de stockage + espace livraison	Solution pertinente : > ressource disponible sur le territoire avec notamment l'exploitation raisonnée du bocage, > adaptée aux logements collectifs (mutualisation) et individuels.
Solaire passif	++	Orientation Sud des bâtiments Attention à la pente du terrain Conception bioclimatique (maximiser les apports solaires en hiver, s'en protéger en été)	Energie gratuite	Contrainte d'orientation Sud Contraintes liées aux ombres portées (bâtiments)	Le plan d'aménagement doit privilégier l'approche bioclimatique et tenir compte des ombres portées créées.
Solaire thermique	+++	ECS solaires thermiques en toiture et/ou brises-soleil (étude approfondie à réaliser). Orientation sud des toitures ou toits terrasses. Réaliser un modèle 3D pour évaluer précisément l'ensoleillement et notamment les ombres portées des bâtiments.	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. Adapté pour le logement.	Conflit d'usage des toitures (occupation de surface importante par les panneaux solaires)	Solution adaptée pour les logements collectifs.
Solaire photovoltaïque	+++	Panneaux photovoltaïques : prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la faisabilité	Photovoltaïque : peut favoriser une intégration au bâti et au	Le coût peut être élevé pour le photovoltaïque.	Solution adaptée :

34/64

7. Phase 2 : Détermination des consommations d'énergie

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.

7.1. Usages énergétiques 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**

7.2. Les usages liés aux bâtiments

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.
- Électricité 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.

7.2.1. Cas particulier de l'électricité 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.

Energie	Potentiel sur site	Conditions de mobilisation	Atout/avantages	Contraintes/inconvénients	Avis Impulse et pertinence sur le projet
		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	milieu urbain (verrières, façade, mobilier urbain, ...)		> Peut couvrir une partie des consommations. > Compatible avec un smartgrid.
Géothermie très basse température	++	La réalisation d'un forage test et d'une étude de faisabilité est indispensable pour confirmer le potentiel et déterminer les modalités d'exploitation.	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	Solution théoriquement envisageable après étude de faisabilité + réalisation de forages tests.
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	Solution possible et adaptée. Système pouvant engendrer des appels de puissance sur le réseau et des nuisances sonores (+impact visuel).
Chaleur fatale des eaux usées en pied d'immeuble	+++	-Bâtiment de taille significative + évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes -Valorisation possible -Production collective d'ECS	Energie de récupération Ressource disponible toute l'année Système simple	Ne fonctionne que simultanément à la demande. Contraintes techniques : - débits d'eaux usées >10l/s - Diamètre collecteur >500 mm - Distance bâtiment-collecteur <200 m	Solution pertinente à l'échelle d'un bâtiment de logements collectifs.
Chaleur fatale en pied de douche	+++		Energie de récupération Ressource disponible toute l'année Système simple	-Investissement relativement important	Adaptée à tout logement
Petit éolien	+	Etude précise des vents à réaliser en phase réalisation et après la construction des bâtiments	Energie renouvelable et gratuite Plusieurs formes de technologies existent et peuvent facilement s'intégrer au paysage urbain	Productivité faible Nuisance sonores potentielles « Effet d'abris » du milieu urbain qui limite la productibilité	Solution nécessitant une étude de vent précise et moins recommandée en site urbain.

Réalisable sous conditions
Envisageable

35/64

36/64

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/télécommunication
- circulateurs et communs
- ventilation
- nettoyage et bricolage
- cuisson.
- Parties communes

7.3. Estimations des besoins d'énergie des bâtiments en fin d'opération

7.3.1. Définition des niveaux de performance par typologie de bâtiment

7.3.1.1] Consommations énergétiques réglementaires

Nous avons donc comparé 2 niveaux de performance énergétique pour les futurs bâtiments :

- **RE 2025** : niveau minimal réglementaire applicable pour les 1ers permis de construire à déposer [2027]
- **Passif** : réduisant au maximum les besoins de chauffage.

7.3.1.2] Emissions de gaz à effet de serre (GES) des produits de construction (PCE)

La RE2020 impose la réalisation d'une Analyse du Cycle de Vie des bâtiments en estimant les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). La réglementation sera progressivement de plus en plus exigeante, depuis son entrée en vigueur en 2022, jusqu'à 2030 avec trois jalons prévus en 2025, 2028 et 2031 qui constituent autant de marches de rehaussement des exigences. Nous avons donc comparé 2 niveaux de performance carbone pour les futures constructions :

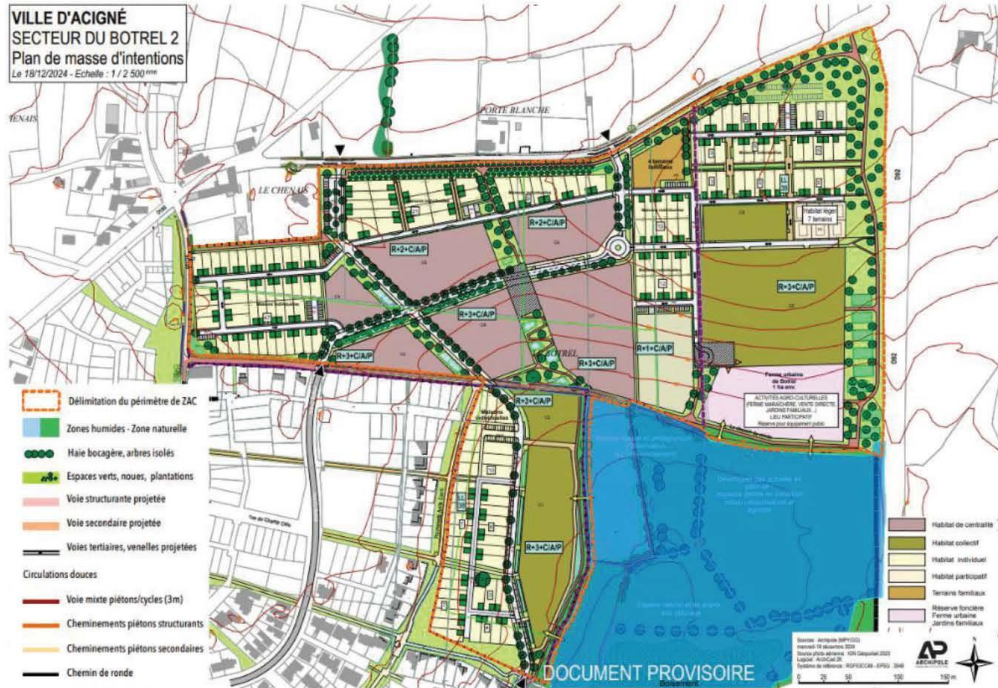
- **ICconstruction RE 2025** : niveau minimal réglementaire pour les 1ers permis de construire en 2027 pour tous les logements (ICconstruction max moyen 2025 = 650 kgEqCO2/m² en logements collectifs et 530 pour les maisons individuelles).
- **ICconstruction RE2030** : réduisant au maximum les besoins émissions de GES et imposant le recours aux matériaux biosourcés (ICconstruction max moyen 2031 = 490 kgEqCO2/m en logements collectifs et 415 en maisons individuelles).

7.4. Hypothèses de calcul

Nous considérons la programmation suivante :

	NOMBRE	SDP unitaire (m²)	SDP totale (m²)
Activité			
Activité Ferme urbaine	1	150	150
Logement			
Habitats légers participatifs	7	80	560
Logements collectifs	604	65	39260
Maisons individuelles	176	110	19360
Total général	788	405	59330

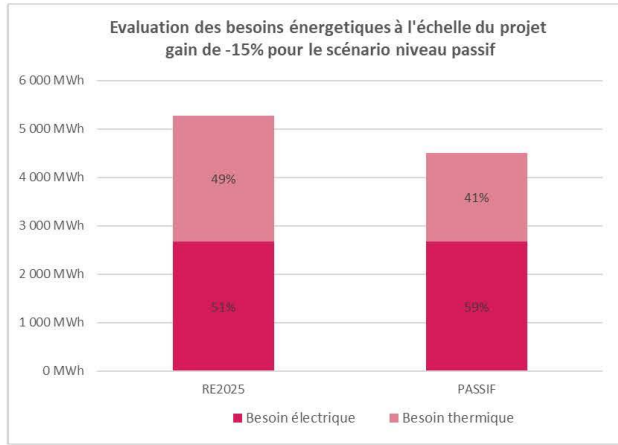
Hypothèses considérées pour les calculs



Plan de composition (Source : Achipôle)

7.5. Calcul des besoins énergétiques en fin d'opération

A partir des hypothèses de programmation et de besoins énergétiques par typologie, nous avons réalisé une évaluation des besoins d'énergie à l'échelle du projet. Le graphique suivant présente la consommation prévisionnelle d'énergie finale par scénario de performance énergétique :



Evaluation des besoins énergétiques à l'échelle du projet par scénario de performance énergétique

Ainsi, la consommation énergétique attendue sur le quartier serait de 5 278 MWh/an pour le scénario RE2025 et 4 496 MWh/an pour le scénario passif.

Le niveau passif permet de réduire de 15% les besoins grâce à une diminution des consommations de chauffage essentiellement.

- En RE 2025, les besoins électriques sont presque équivalents aux besoins thermiques.
- En passif, les besoins électriques sont supérieurs aux besoins thermiques.
- Les réglementations thermiques ont permis d'améliorer la conception énergétique des bâtiments. Les besoins en électricité sont du même ordre que les besoins thermiques.

8. 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 énergétiques du futur quartier.

8.1. Production d'électricité par micro-éoliennes

Le relief ne présente pas d'obstacle majeur au vent.

Ordre de grandeur :

En site urbain, la mise en place d'une petite éolienne de 3 kW permet de produire environ 2 250 kWh/an.

En zone construite, il est préférable de positionner des petites éoliennes en toiture pour minimiser les turbulences liées aux constructions.

Nous considérons que la pose d'une éolienne sera effectuée par ilot, soit 11.

Compte tenu de la configuration du projet, on considère qu'il serait possible d'en implanter 3 à l'échelle de l'opération, soit une production annuelle potentielle de **25 MWh**.

8.2. Production de chaleur et/ou d'électricité par énergie solaire

La pose de panneaux solaires pourra se faire en toiture des bâtiments.

On considère (sous réserve de toiture plate ou mono-pente) que 77% de la surface de toiture peut être exploitée pour installer des panneaux photovoltaïques. En effets, certains éléments techniques (désenfumage, ventilation ...) en toitures réduisent la surface exploitable. Par ailleurs, les dimensions des panneaux ne permettent pas une adaptation parfaite à la toiture.

La surface exploitable en toiture est estimée à 13 739 m² pour l'ensemble de l'opération pour une surface totale de toiture estimée 27 595 m².

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 différentes implantations :

Productibilité annuelle	Electricité (KWh/kWc)	Chaleur (KWh/m²)
Capteurs en toiture	970	350

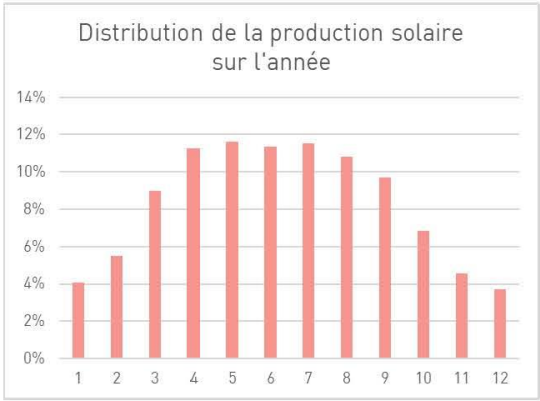
Production annuelle des différentes implantations

La production photovoltaïque (maximale théorique en toiture) est estimée à 1 868 MWh/an.

Point de vigilance :

Le stockage inter saisonnier de l'énergie thermique pour des logements n'est pas encore viable sur le plan technico-économique. Si la production journalière excède la consommation journalière de chaleur, il y a un risque de surchauffe du fluide caloporteur et donc de dégradation de l'installation.

La production solaire annuelle suit la répartition suivante :



Distribution de la production solaire sur l'année

La production solaire est maximale en juillet. En supposant que l'installation soit dimensionnée afin d'obtenir un taux de couverture de 100% des besoins ECS en juillet, le taux de couverture global annuel serait de 60%.

8.3. Production de chaleur par géothermie

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 kWh sont restitués.

8.4. Production de chaleur par Aérothermie

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 kWh sont restitués.

8.5. Production de chaleur par Bois énergie

Suivant la technologie utilisée (poêle à bois, chaudière) et le type de combustible la couverture des besoins varie.

Le dimensionnement des chaufferies en cascade (répartition de la puissance maximale nécessaire sur plusieurs chaudières) permet d'atteindre un taux de couverture de 100% pour toute chaufferie biomasse bien que pour une chaufferie bois déchiqueté, l'optimum technico-économique se situe autour de 80% en associant une chaudière bois déchiqueté (base) et une chaudière gaz (appoint et secours).

8.6. Synthèse

Le tableau suivant présente les taux de couverture atteignables par les ENR étudiées pour les niveaux RE2020 et passif :

ENR		Taux de couverture moyen par les ENR RE2020 base				Taux de couverture moyen par les ENR niveau isolation passif			
Technologie	Caractéristiques	Productible MWh/an	Chaleur	Electricité	Total Energie	Productible	Chaleur	Electricité	Total Energie
Panneaux Solaire thermique	Inclinaison 30° Orientation: S-E	588	23%	0%	11%	588	32%	0%	13%
Panneau Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30° Orientation: S-E	1868	0%	70%	35%	1868	0%	70%	42%
Chaudière bois granulés		2610	100%	0%	49%	1828	100%	0%	41%
Chaudière bois plaquette		2610	100%	0%	49%	1463	100%	0%	41%
PAC géothermique	COP 3,5	1853	71%	0%	35%	1298	71%	0%	29%
PAC eau	COP 2,7	1644	63%	0%	31%	1152	74%	0%	30%
Micro éolien	P:3KW N:11	25	0%	1%	0%	25	0%	1%	1%

Taux de couverture atteignables par les ENR étudiées (Source : Impulse)

> 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.

> Le productions solaires et photovoltaïques considèrent que tous les capteurs sont orientés Sud avec une inclinaison de 30° ce qui ne sera probablement pas le cas à l'échelle du lotissement en fonction du découpage parcellaire et de l'implantation des maisons.

> Le bilan annuel de la production photovoltaïque >100% ne signifie pas que la zone peut s'affranchir du réseau électrique (autonomie). En effet il s'agit d'un bilan production/consommation annuel (voir prospective → production locale d'électricité). La production solaire thermique est inégalement répartie sur l'année (plus forte production en été qu'en hiver).

Pour réduire considérablement les consommations, il faudra fixer un cahier des charges contraignant pour les concepteurs, sensibiliser et accompagner des habitants.

9. Phase 4 : Etude de l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables

Après avoir estimé les consommations énergétiques attendues sur l'ensemble de l'opération, il convient d'étudier l'approvisionnement en énergie qui permettrait de répondre à ces besoins.

Nous avons donc étudié 4 scénarios, pour chaque niveau de performance énergétique.

Ces scénarios sont pragmatiques et s'appuient sur des solutions techniques éprouvées.

Le tableau suivant décrit les scénarios étudiés :

	Chauffage	Production d'ECS	Remarque
S1 : Gaz + PAC	Gaz naturel	PAC couplée à la chaudière	Chaudière hybride en individuel
S2 : Biomasse	Bois	Bois [collectifs] Electrique [individuels]	Chaudière collective granulés Maisons individuelles : Poêle à bois [70%] + appoint électrique [30%]
S3 : Géothermie	Géothermie	Géothermie	
S4 : Aérothermie	Pompe à chaleur air/eau	Pompe à chaleur air/eau	

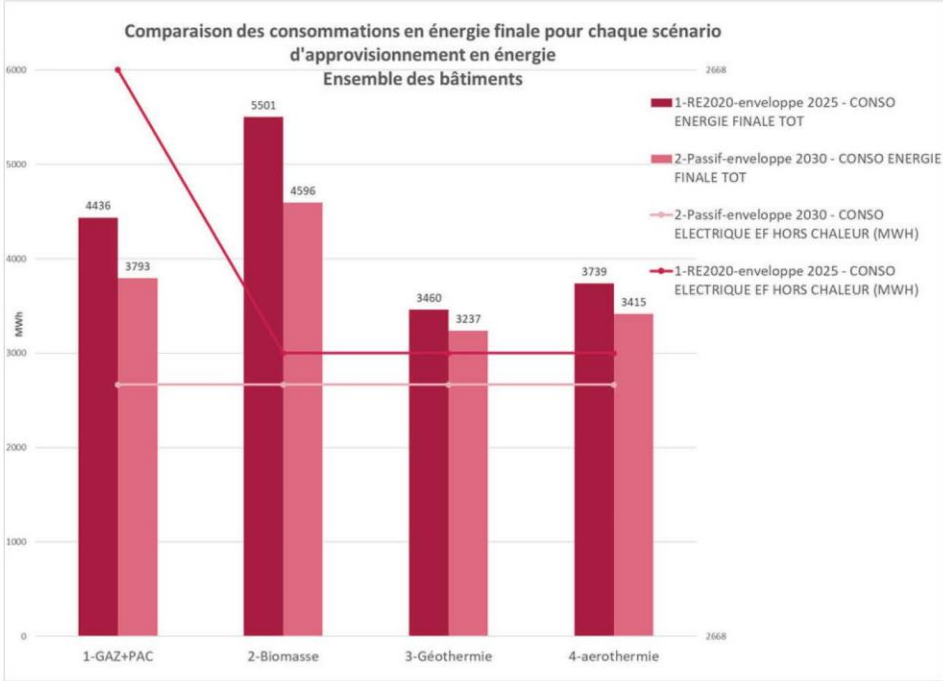
NB : pour les bâtiments de logements collectifs les solutions étudiées sont systématiquement en chaudière collective.

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.

9.1. Comparaison des consommations en énergie finale

Les graphiques suivants permettent de comparer, pour chaque scénario, la consommation en énergie finale attendue sur la ZAC :



Comparaison de la consommation d'énergie finale du projet par scénario d'approvisionnement énergétique et par niveau de performance énergétique (Source : Impulse)

Cette consommation d'énergie est modulée par rapport aux besoins 5 278 MWh/an (RE2025) et 4 496 MWh/an (Passif) 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.

Les scénario S3-PAC géothermique et S4-Pac aérothermie présentent les meilleurs bilans de consommation en énergie finale car ils utilisent l'énergie gratuite du sol ou de l'air pour la production de chauffage et d'ECS.

Le scénario S2-Biomasse ne bénéficie d'aucun apport « gratuit » et le rendement des chaudières bois granulés [90%] est moins bon que celui des chaudières gaz [105%]. Ainsi, le bilan de consommation en énergie finale est le plus élevé. Toutefois il s'agit d'une énergie locale et renouvelable à la différence du gaz.

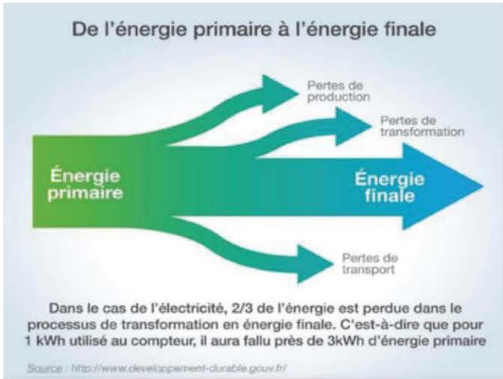
Le scénarios GAZ+PAC privilégie le fonctionnement de la chaudière gaz par basse température afin d'utiliser la PAC lorsque son COP sera le meilleur. La PAC couvre alors 75% des besoins thermiques.

Ces comparaisons montrent qu'à niveau de besoin identique, les bilans énergétiques annuels peuvent varier jusqu' à 37% en fonction des systèmes énergétiques installés.

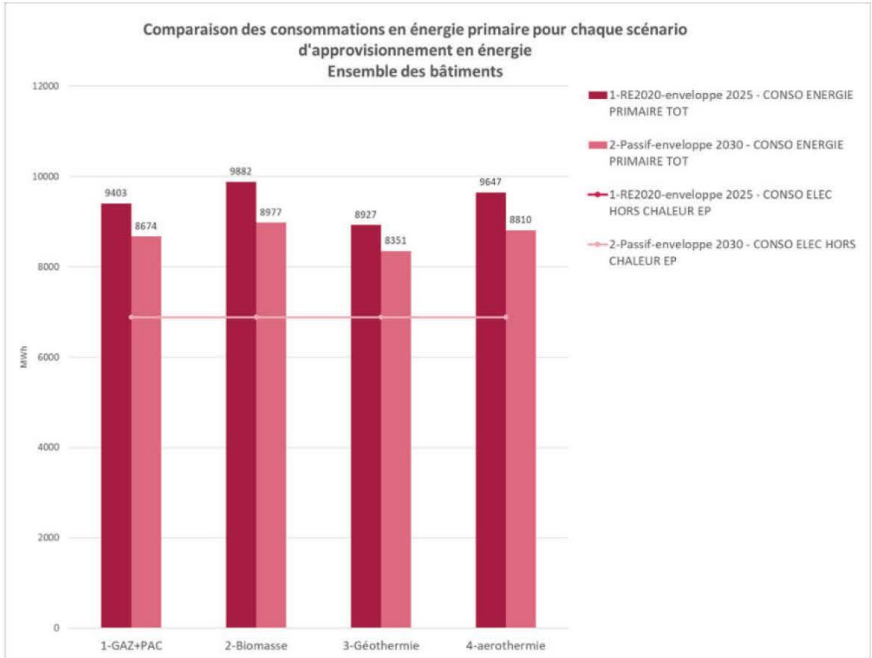
Au-delà des consommations d'énergie finale, il importe de s'intéresser à d'autres facteurs qui vont avoir un impact dans les choix stratégiques d'approvisionnement énergétique : **les coûts de fonctionnement, l'impact environnemental et la cohérence avec la politique énergétique bretonne.**

9.2. Comparaison des consommations en énergie primaire

La consommation en énergie finale (énergie compteur) des systèmes thermodynamique est avantageuse. Or ces systèmes utilisent électrique laquelle est produite par des centrales ayant un certain rendement. Ainsi, il convient de comparer également la consommation en énergie primaire des systèmes.



En raison du mix énergétique, du rendement des centrales et du réseau électrique, 1 kWh d'énergie finale électrique correspond à 2,3 kWh d'énergie primaire.



Comparaison de la consommation d'énergie primaire du projet par scénario d'approvisionnement énergétique

> En intégrant l'énergie primaire, l'intérêt des systèmes thermodynamiques est moins pertinent.

43/64

9.3. Comparaison des coûts de fonctionnement actualisés 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.

Les différents systèmes énergétiques présentés ci-dessus se caractérisent par des coûts d'investissement, de maintenance et d'énergie très hétérogènes. Il convient donc d'avoir une approche économique en cout global.

Avertissement : l'objet de ce paragraphe n'est pas de permettre d'obtenir une indication précise du coût réel mais de faciliter l'appréhension d'un ordre de grandeur de l'écart de coût entre chaque scénario d'approvisionnement en amont d'un projet. Le coût réel dépend de nombreux paramètres propres à chaque situation. Les résultats sont à interpréter avec la plus grande prudence.

Hypothèse de taux d'inflation :

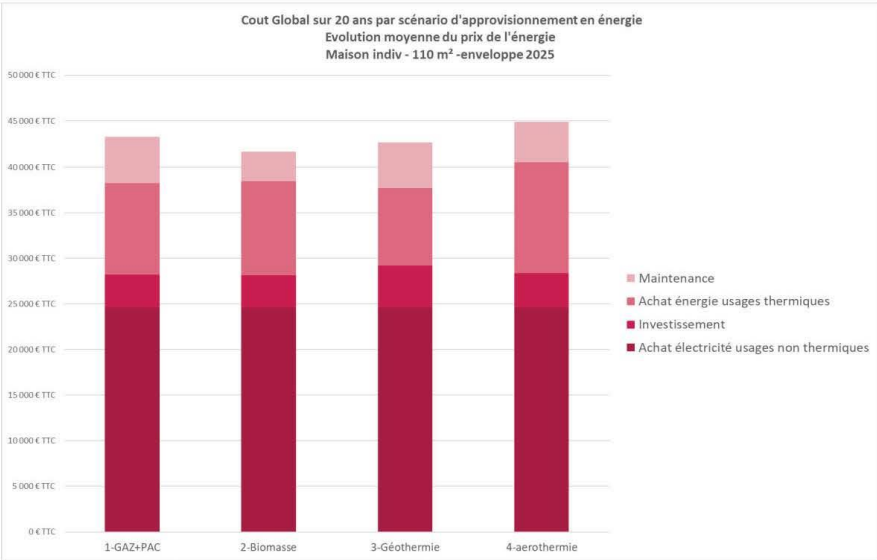
Energie	Taux inflation (%)
Bois granulés	4
Bois plaquettes	4
Electricité	6
Fuel	6
Gaz	6
Propane	8

Hypothèse de taux d'inflation en fonction du type d'énergie

Prix des énergies : valeur janvier 2024.

9.3.1. Maisons individuelles

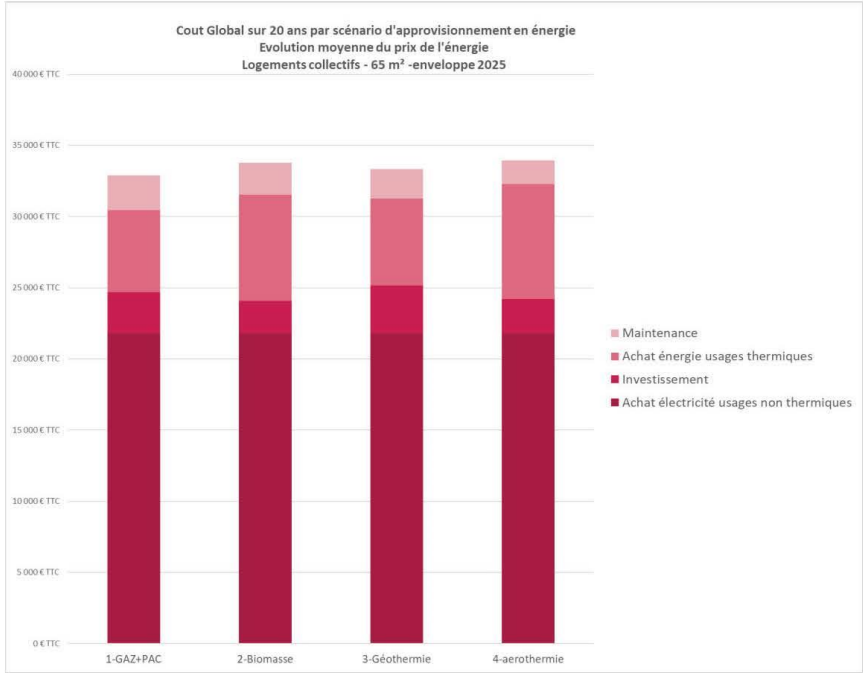
Le graphique suivant présente les résultats de l'analyse en coût global, incluant l'investissement, sur 20 ans des différents scénarios d'approvisionnement en énergie pour une maison de 110 m² SDP :



Coût global sur 20 par scénario d'approvisionnement en énergie pour une maison individuelle libre de 110 m² RE2025

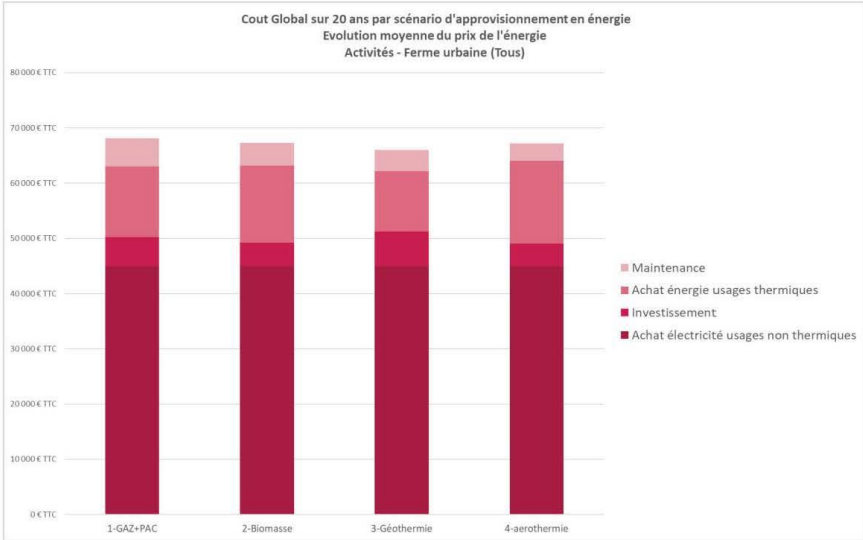
44/64

9.3.2. Logements collectifs



Coût global sur 20 par scénario d'approvisionnement en énergie pour les logements collectifs (ferme urbaine) RE2025

9.3.3. Bâtiments d'activités



Coût global sur 20 par scénario d'approvisionnement en énergie pour les bâtiments d'activités (ferme urbaine) RE2025

9.3.4. Conclusion

- ☒ L'électricité représente la part la plus importante des coûts de fonctionnement.
- ☒ Aucun scénario ne se démarque vraiment sur le plan économique.
- ☒ Le scénario pompe à chaleur géothermie est pénalisé par le coût d'investissement du matériel et les coûts de l'énergie électrique. Les PAC aérothermiques présentent un moins bon rendement qu'en géothermie.

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.

9.4. Compatibilité avec la dépendance électrique 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 :

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).

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.

9.5. Synthèse de l'analyse des scénarios d'approvisionnement en énergie

Les résultats des approches énergétiques, économiques, environnementales et en lien avec le contexte régional sont synthétisés de manière qualitative dans le tableau ci-dessous.

Le code couleur traduit la réponse du scénario aux critères proposés

Ainsi, les Scénario biomasse et PAC aérothermie présentent une réponse aux critères d'analyse plus adaptée, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

	Faible consommation en Energie Primaire	Faible consommation en Energie finale	Impact sur l'effet de serre	Coût Global sur 20 ans	Taux d'utilisation d'ENR	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne
2-Biomasse						
3-Géothermie						
4-aérothermie						
1-GAZ+PAC						

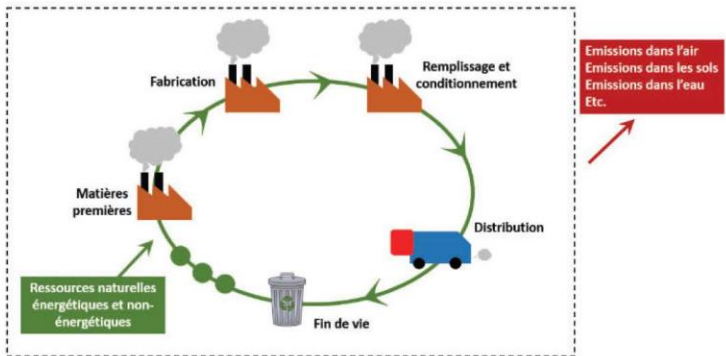
Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critère environnementaux et économiques (Source : Impulse)

LEGENDE Scénario	Réponse Favorable	Réponse mitigée ou adaptée partiellement au critère	Réponse Défavorable ou inadaptée
------------------	-------------------	---	----------------------------------

10. Phase 5 : Prise en compte de l'impact carbone lié aux matériaux de construction et à la consommation d'énergie.

10.1. Définition

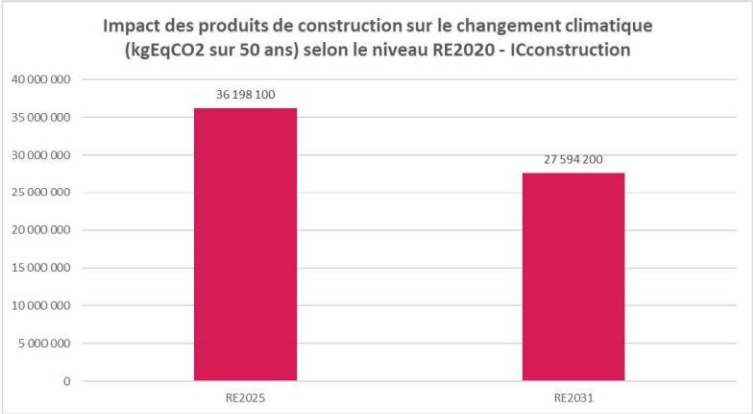
La construction des bâtiments génère des émissions de GES à la fois pour la fabrication des matériaux et leur acheminement que pour la consommation de carburants sur le chantier. Le parallèle peut être fait avec "l'énergie grise" du bâtiment. Les émissions équivalentes de Gaz à Effet de Serres (GES) intègre l'ensemble de la vie du bâtiment, de l'extraction des matières premières à la fin de vie des matériaux. Nous intégrons également les émissions de GES liées à la consommation d'énergie des bâtiments en fonction du scénario énergétique.



L'impact carbone des matériaux de construction est estimé à partir des niveaux réglementaires de la RE2020 et de retours d'expériences.

10.2. Emissions de GES liées aux produits de construction sur l'ensemble du projet

Ci-dessous, l'impact des matériaux de construction en fonction des différents seuils à l'échelle du projet :



L'impact carbone des matériaux représente les émissions de CO2 des matériaux induites par leur production, leur transport, leur mise en place et leur recyclage ou destruction en fin de vie.

Le scénario de référence niveau RE2025 sur les Produits de Construction émettrait 36 200 TCO2 sur l'ensemble du projet contre 27 600 TCO2 pour le niveau RE2031 soit une réduction des émissions de 24%.

Les matériaux de construction à faible empreinte carbone ou biosourcés 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, paille, ...
Gros œuvre	Ossature bois ou maçonnerie à faible énergie grise, terre crue, paille, bétons bas carbone
Menuiseries extérieures	Bois ou mixtes bois/alu
Revêtements de sol	Caoutchouc, linoléum naturel

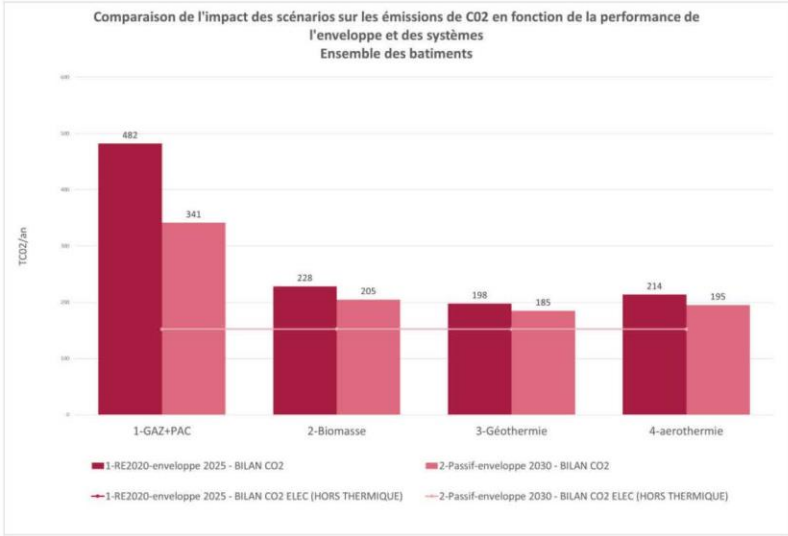
Propositions pour le recours à des matériaux à faible énergie grise dans les bâtiments

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.

L'analyse du bilan carbone de l'aménagement met en évidence la prépondérance de l'impact carbone liée aux matériaux de construction (EGES PCE en courbe sur le graphique) en comparaison avec les émissions totales (produits de construction + émissions induites par l'énergie consommée au sein des bâtiments). Au-delà des questions liées à la raréfaction des ressources, la réduction des surfaces artificialisées et la mise en œuvre de matériaux renouvelables et/ou recyclés serait à privilégier.

10.3. Emissions de GES liées aux systèmes énergétiques à l'échelle du projet, en fonction des scénarios d'approvisionnement en énergie et de la performance thermique de l'enveloppe

Le graphique ci-dessous représente les émissions de GES liées à l'énergie en fonction des scénarios d'approvisionnement et de la performance thermique des bâtiments :



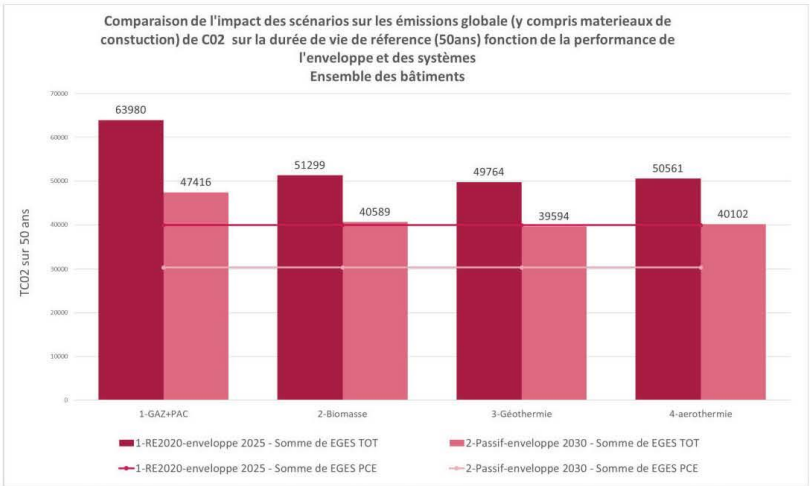
Emissions de CO2 liées aux systèmes énergétique du projet sur 50 ans

Le scénario de référence au gaz émettrait 482 T de CO2/an pour un niveau RT 2025 et 341 T de CO2/an pour un niveau passif pour l'ensemble des constructions selon nos hypothèses, soit une diminution de 29%.

Les scénarios S2, S3 et S4 sont plus performants du point de vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre en permettant de réduire les émissions jusqu'à **59%** par rapport à la référence.

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 supérieure à celui du CO₂ !

10.4. Emissions de GES totales (énergie + produits de construction) sur l'ensemble du projet en fonction des scénarios d'approvisionnement en énergie et de la performance thermique de l'enveloppe



Emissions de CO₂ du projet sur 50 ans (systèmes + produits de construction)

Le scénario de référence au gaz émettrait **63 980 Tde CO₂/an** pour un niveau RE 2025 et **47 416 T de CO₂/an** pour un niveau **passif RE20231** pour l'ensemble des constructions, soit une diminution de **26%**.

L'impact des produits de construction représente de l'ordre de **65 à 80%** des impacts climatiques du bâtiment sur 50 ans. Les mesures visant à réduire l'impact de l'enveloppe (construction biosourcée) sont donc particulièrement pertinentes.

Un haut niveau d'isolation (niveau passif) associé à des systèmes énergétiques faiblement émissifs (recours aux ENR) et à une construction bas carbone (ICconstruction 2031 en ayant recours à des matériaux biosourcés) permet une réduction des émissions de GES de l'ordre de 38%.

11. Phase 6 : Etude d'opportunité de création d'un réseau de chaleur alimenté 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 pas 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.

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.

11.1. Etude d'opportunité d'un réseau 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 du lotissement.

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.

11.2. Notion de densité énergétique pour un réseau 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.

11.3. Hypothèses de consommations énergétiques considérées

Les hypothèses de consommations énergétiques (liées au chauffage seulement) sont issues de l'étude d'approvisionnement en énergie réalisée au paragraphe 6.

11.4. Etude d'opportunité

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.

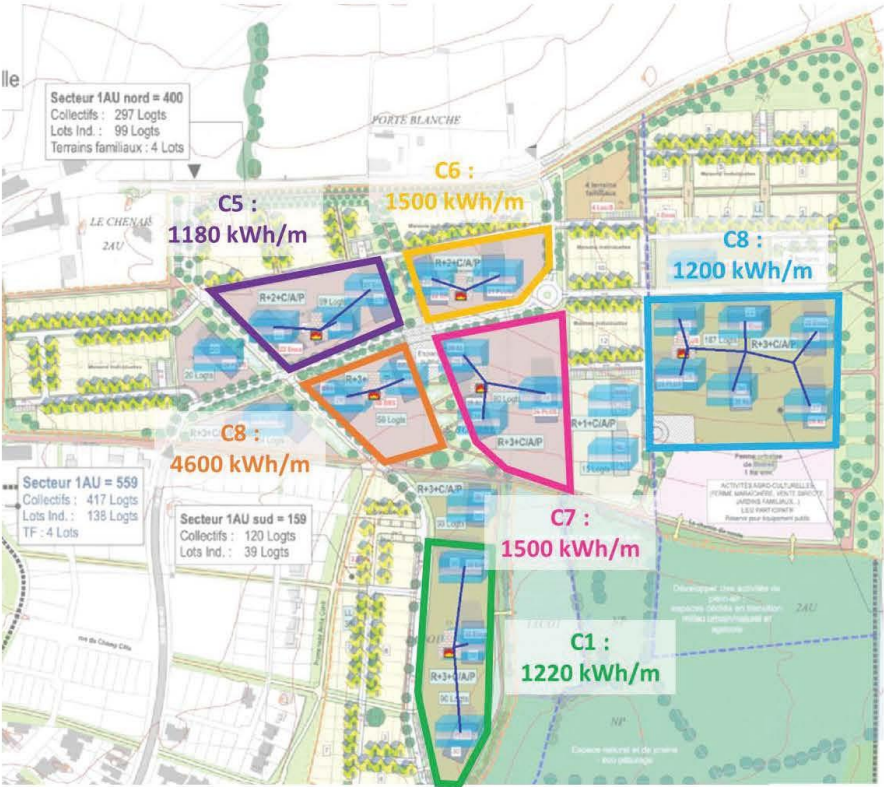


Analyse qualitative de la densité énergétique (source : Impulse)

- > La densité énergétique est insuffisante pour envisager un réseau de chaleur à l'échelle de tout le site.
- > Toutefois, des pôles se dégagent permettant peut-être d'envisager la création de micro-réseaux de chaleur à l'échelle de certains ilots.

11.1. Analyse qualitative

Nous étudions le tracé de plusieurs réseaux entre bâtiments d'un même lot :



Analyse quantitative de la densité énergétique (source : Impulse)

- > Les densités énergétiques sont pour la plupart des lots un peu inférieures au seuil de 1500 kWh/ml. Néanmoins, une étude de faisabilité pourrait permettre d'affiner cette étude. La création de micro-réseaux de chaleur à l'échelle d'ilot est peut-être envisageable.

11.2. Conclusion

La pertinence de création de micro-réseaux de chaleur est incertaine en raison des faibles besoins liés aux exigences de performance énergétique et à la densité des habitations.

Toutefois, à l'échelle de quelques ilots de logements collectifs, on remarque la création potentielle de micro-réseaux de chaleur. C'est le cas par exemple pour les lots C8, C6 ou C7. Pour les bâtiments proches de plus de 30 logements collectifs, la pertinence économique d'une production centralisée de chaleur se vérifie par une étude de faisabilité et permet une évolutivité de la gestion énergétique (smartgrid/ évolution vers des solution plus performantes ...) à l'échelle de chaque ilot. A contrario, l'installation de chaudières gaz individuelles enferme les logements dans cette logique de production de chaleur.

12. Phase 7 : 1ère approche énergie climat sur les transports et l'éclairage public

12.1. Transports

L'implantation du projet 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.

12.1.1. 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 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 de manière à limiter la circulation à l'intérieur du périmètre projet.
- ☐ 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.

12.1.2. Estimation des impacts annuels domicile-travail

Le nombre de véhicule a été fixé à 2 pour les maisons individuelles et 1 par logement collectif.

Les hypothèses de distances parcourues domicile-travail, issues de d'étude INSEE de Bretagne environnement, sont estimées à 20 kms.

<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/distance-oyenne-entre-le-domicile-et-le-travail-selon-le-sexe>

Dans ces conditions, les émissions annuelles polluantes du parc automobile seraient les suivantes :

Hypothèses		
	Hypothèse	Unité
Nombre de voitures	960	Voitures
Distance moyenne domicile travail	30	Km
Jours travaillés/an	220	Jours
Part des trajets en voiture individuelle	84%	
Emission CO2 du parc	130	gCO2/km
Consommation moyenne du parc	5,5	l/100km
Résultats		
Km parcours /an	10 644 480	km
Emission CO2	1 383,78	Tonnes
Consommation d'énergie MWh	5 328	MWh

Émissions CO2 du parc automobile de l'opération

Pour un nombre total de **960 véhicules particuliers**, les émissions annuelles dues aux transports seraient de **1 384 tonnes de CO₂**.

12.2. Consommation énergétique attendue pour l'éclairage public

Deux hypothèses sont étudiées par rapport à l'éclairage public, la première avec un éclairage permanent (nuit complète) et la seconde avec une extinction nocturne de 22h30 à 6h.

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 :

	Eclairage nuit complète	Extinction nocturne 22h30-6h	Pas d'éclairage
Linéaire de voirie (m)	1020	1020	0
Puissance KW	3,06	3,06	0
Temps de fonctionnement/an (h)	4100	1910	0
Consommation électrique MWh	12,5	6,0	0
Coût	1547	981	0
Emission kg CO2	0,7	0,3	0

Chiffres selon la période nocturne

Pour un linéaire total estimé à **1 020 m** de voiries éclairées, la consommation énergétique prévisionnelle et les émissions de CO₂ seraient divisées par 2 avec **12,5 MWh/an** en éclairage permanent et **6 MWh/an** avec une extinction nocturne.

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 davantage les mâts par rapport aux systèmes classiques.

Pour plus d'informations :

Éclairons 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>

13. Phase 8 : Pistes de mesures compensation

13.1. 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.**

Impulse 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

13.1.1. 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.

13.2. Proposition de mesures compensatoires

13.2.1. Production locale d'électricité

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.**

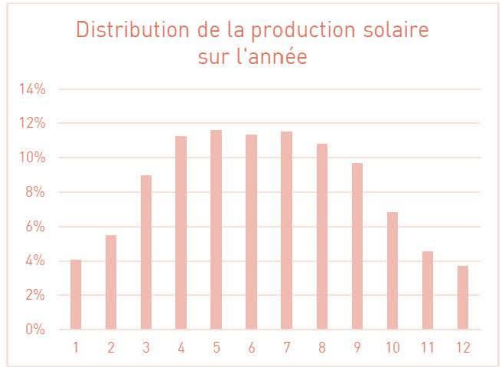
De fait, envisager une production locale d'électricité est cohérent avec l'objectif de compenser les impacts environnementaux de l'opération.

La production locale d'électricité est envisageable en ayant recours à l'installation de capteurs solaires photovoltaïques.

Les besoins en électricité (hors chaleurs) sont estimés à **2 668 MWh/an**.

La surface de panneaux à installer pour que la production annuelle compense la consommation annuelle d'électricité (hors chaleur) est de **19 624 m²**, soit environ 71% des surfaces de toitures estimées.

On rappelle que la production solaire varie en fonction de la date selon la répartition typique suivante :



Périmètre du bilan		Unité	% de la surface de toiture estimée	T CO2 EVITEE
Consommation électricité (hors chaleur annuelle)	2 668	MWh		
Surface panneaux PV pour Bilan électrique annuel >0	19 624	m ²	71%	152
Surface panneaux PV pour Bilan électrique Décembre>0	73 042	m ²	265%	567

Pour que la production locale d'électricité en décembre excède la consommation en décembre et ainsi soulager le réseau électrique en hiver, il faudrait installer de l'ordre de **73 042 m² de panneaux soit 265% de la surface de toiture estimée.**



Ombrière photovoltaïque

13.2.2. Stockage de carbone : plantation de biomasse

• Préambule

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.

• Hypothèses 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.

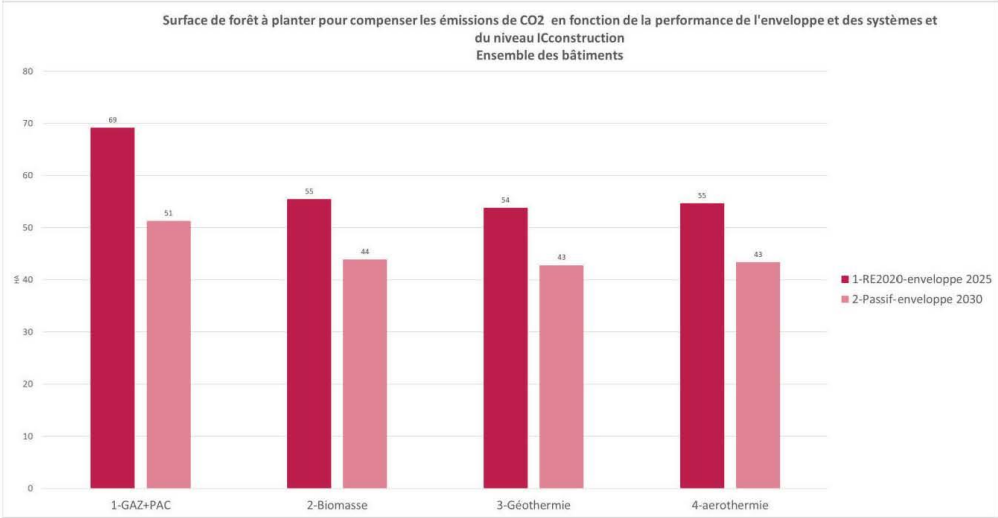
Nous considérerons **1 ha de forêt à croissance normale comme unité de référence sur sa durée de vie avec un objectif de valorisation en bois d'œuvre et bois énergie**. Le nombre de tiges à l'hectare est donc variable en fonction des opérations d'éclaircie que les forestiers sont amenés à réaliser pour 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**.

• Simulation de la surface boisée 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.



Calcul de la surface boisée nécessaire en mesure compensatoire

Le projet nécessiterait donc, selon nos hypothèses, de 54 à 69 ha de forêt en mesure compensatoire pour le niveau RE2025 avec une enveloppe de base et de 43 à 51 ha pour le niveau passif avec une enveloppe bas carbone, soit environ **2 à 3 fois la taille de la ZAC** (hors déplacements domicile-travail).

14. Phase 9 : Synthèse des impacts

	Consommation énergétique annuelle estimée (MWh/an)		Emissions min de CO2 (T/50 ans) y compris fabrication des matériaux		Surface forestière à planter (ha)		Surface forestière à planter (multiple de la surface de la zone)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bâtiments	3237	5501	39 594	63 980	42,8	69,2	2,0	3,0
Trajets domiciles travail en voiture	5328		69 189		75		4	
Eclairage	6	12,5	38	13	0,04	0,01	0	0
TOTAL	8 570	10 841	108 821	133 182	118	144	6	7

> L'écart de consommation entre un bâtiment performant (enveloppe + systèmes) et un bâtiment plus classique peut aller jusqu'à **41%**.

> Les poids énergie et carbone des déplacements domicile/travail sont du même ordre de grandeur que ceux du bâtiment.

> La compensation carbone des émissions induites par **les consommations directe d'énergie** pour les bâtiments du lotissement nécessiterait le boisement de **2 à 3 fois** la surface du lotissement.

15. Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées

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 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 consommations énergétiques pour son fonctionnement, peu d'impacts liés 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- Chaufferie bois collective	Chaufferie collective par bâtiment : fonctionnement et gestion mutualisés. Prix du bois moins inflationniste que celui du gaz.	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.	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 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.

59/64

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

60/64

16. Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie

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.
Au stade création, le niveau de précision du projet ne permet pas encore de se positionner concrètement sur tous les points. De plus, le projet s'étalera sur un certain nombre d'années et devra de ce fait s'adapter aux évolutions du contexte, notamment réglementaire par rapport à l'énergie.

Objectif	Mesure proposée	Volontarisme	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	+	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	+	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 RE2020 l'imposeNiveau RE2020-XX% progressif par phase de l'opérationNiveau passif sur les collectifs et intermédiairesNiveau passif sur un îlotNiveaux passifs sur tous les bâtiments collectifsNiveau positif sur un îlot	- + ++ ++ +++	Accompagnement de la collectivité par un bureau d'étude spécialisé en énergie Attestation RE 2020 Etude RE 2020 Etudes spécifiques (PHPP, etc.) Labels (Effinergie +, BEPOS, etc.) Réaliser un bilan énergétique conventionnel du lotissement à partir des études thermiques réglementaires des bâtiments construits
	Recours à une énergie renouvelable obligatoire pour la production du chauffage ou de l'eau chaude sanitaire : <ul style="list-style-type: none">-pour les maisons individuelles ou accolées (Cf RE 2020)-pour les logements collectifs : étude d'approvisionnement en énergie qui devra au minimum étudier la production d'eau chaude solaire centralisée et la production centralisée du chauffage au bois énergie ou-Logements collectifs : imposer une ENR, solaire ou bois.	- - + ++	Vérification à l'instruction du PC Etude de faisabilité
2-Encourager l'usage des énergies renouvelables	-Développer l'autoconsommation électricité renouvelable -Mettre en place un smart-grid ou réseau intelligent -Développer des panneaux PV sur les parkings et les bâtiments.	++ ++++	Cahier des prescriptions Suivi énergétique (consommation et production)

61/64

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- Chauffage électrique comme solution de chauffage interdit sauf si la consommation conventionnelle en <u>énergie finale</u> est inférieure à 15 kWh/m²/an- Mise en place d'un smart grid	- + ++ +++	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- Imposer l'usage de matériaux biosourcés (Construction 2028 ou 2031)- Imposer un label bas carbone (Biosourcé, BBCA, E+C)	- + ++ +++	Vérification du plan d'aménagement et cahier des prescriptions
TRANSPORTS ET VOIRIES			
5-Faciliter l'usage des transports en commun et transport doux	Prévoir des arrêts de bus au cœur ou à proximité immédiate du projet sur les voies principales Prévoir des cheminements doux (piétons et vélos) identifiés, accessibles et en trajets directs pour relier les points entre eux et au centre-ville		Vérification du plan d'aménagement Réalisation ou actualisation d'un plan des déplacements doux à l'échelle de la commune Réalisation d'une enquête sur le mode de transports, quelques années après la fin de son aménagement
6-Limiter la circulation des véhicules à moteur	Concevoir des voies partagées Créer des poches de stationnement regroupées en périphérie.		Vérification du plan d'aménagement
7-Anticiper la transition vers les véhicules électriques	Donner la possibilité d'installation de bornes de recharges pour véhicules électriques : <ul style="list-style-type: none">-dans les parkings de stationnements collectifs-sur les ombrières photovoltaïques		Recensement des bornes de recharge Etude sur le taux d'utilisation des bornes
8-Optimiser l'éclairage public	<ul style="list-style-type: none">-Extinction nocturne de l'éclairage public et pilotage par horloges astronomiques-Favoriser l'éclairage des cheminements piétons plutôt que celui des routes	- + + ++	Bilan énergétique de l'éclairage
ADAPTATION A LA TRANSITION ENERGETIQUE			
9-Accompagner les futurs habitants dans la démarche de sobriété énergétique	Informier 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	+	Mise en place d'un plan d'action Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin Etc.
10-Créer les conditions	Informations spécifiques des futurs acquéreurs sur les enjeux énergétiques, les objectifs à atteindre et comment y arriver.	+	Mise en place d'un plan d'action Compte rendu des actions menées et synthèse à la fin

62/64

d'une conception performante	Mettre en place de démarches d'accompagnement aux projets individuels et collectifs	++	Etc.
	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)		
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	++++	