



OCDL – LOCOSA

2 place du Général Giraud
CS 21206

35012 - RENNES Cedex

ZAC Multisite « Centre Ouest – La Vigne » Commune de Saint-Gilles (35)

ANNEXES

RENNES (siège social)

Parc d'activités d'Apigné
1 rue des Cormiers - BP 95101
35651 LE RHEU Cedex

Tél : 02 99 14 55 70

Fax : 02 99 14 55 67

rennes@ouestam.fr

NANTES

5 BD Ampère
Bâtiment C
44470 Carquefou

Tel : 02 40 94 92 40

nantes@ouestam.fr

Dossier d'autorisation environnementale unique : Evaluation environnementale valant dossier d'incidences Loi sur l'Eau

MAI 2022 + COMPLEMENTS FEVRIER 2023

Code affaire : 21-0161

13 Annexes

ANNEXE 1 : COURRIER DE LA PREFECTURE – ZAC MULTISITE « CENTRE OUEST » ET « LA VIGNE » : DOSSIER DE CREATION – 09 MARS 2020....	321
ANNEXE 2 : SONDAGES DE RECONNAISSANCE PEDOLOGIQUE POUR LA DETERMINATION DE LA PRESENCE/ABSENCE DE ZONES HUMIDES (07/07/2021)	323
ANNEXE 3 : ETUDE ACOUSTIQUE, ZAC MULTISITE CENTRE OUEST ET LA VIGNE, COMMUNE DE SAINT-GILLES, ACOUSTIBEL, 15 FEVRIER 2022	327
ANNEXE 4 : ETUDE SUR LE POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES (SOURCE : H3C)	345
ANNEXE 5 : ETUDE DE TRAFIC, ZAC MULTISITE DE SAINT-GILLES, RAPPORT VERSION 3, 31/01/2022.....	401
ANNEXE 6 : PRINCIPES D'APPLICATION DU PLUJ DE RENNES METROPOLE	451
ANNEXE 7: ETUDE CAPACITAIRE ZAC MULTISITE – SCHEMA DIRECTEUR DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT COLLECTIF DES EAUX USEES (SOURCES : RENNES METROPOLE, SAFEGE, SUEZ, AVRIL 2022).....	455
ANNEXE 8 : COURRIER DE LA DRAC – OCTOBRE 2018.....	466
ANNEXE 9 : DEMANDE DE COMPLEMENTS – AVIS DE LA DDTM35 – 04 OCTOBRE 2022	468
ANNEXE 10 : AVIS DE LA MRAE BRETAGNE, 08 AOUT 2022	472
ANNEXE 11 : CONSEIL DU 27 JANVIER 2022 RAPPORT N°C 22.017 « AMENAGEMENT DU TERRITOIRE – PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL – MODIFICATION N° 1 – JUSTIFICATION DE L'OUVERTURE A L'URBANISATION », RENNES METROPOLE	482
ANNEXE 12 : COURRIER EAU DU BASSIN RENNAIS ET DELIBERATION N°2019-032 DU 14 MAI 2019	488
ANNEXE 13 : APPROCHE INTEGREE ENERGIE – BAS CARBONE DANS LES OPERATIONS D'AMENAGEMENT – RENNES METROPOLE ET VILLE DE RENNES – SYNTHESE DU REFERENTIEL – CONFERENCE DES MAIRIES – 13 OCTOBRE 2022	492
ANNEXE 14 : ARRETE N°2022-214 EXTINCTION DE L'ECLAIRAGE PUBLIC SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNE DE SAINT-GILLES, 29/11/2022 .	496
ANNEXE 15 : COURRIER D'ENGAGEMENT DU SERVICE ASSAINISSEMENT DE RENNES METROPOLE, 27 JANVIER 2023	497
ANNEXE 16 : COURRIER D'ACCOMPAGNEMENT DES COMPLEMENTS, COURRIER D'ENGAGEMENT ET ECHEANCIER DE LIVRAISON PREVISIONNEL – GROUPE GIBOIRE, JANVIER 2023	502

ANNEXE 1 : Courrier de la préfecture – ZAC Multisite « Centre Ouest » et « La Vigne » : dossier de création – 09 mars 2020


 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 PRÉFET D'ILLE-ET-VILAINE

13 MARS 2020
 16/03/2020

Maire LD JP MK
 FF LC IM PA
 AP MJ RC DB

Rennes, le 9 mars 2020

La Préfète
 à
 Monsieur le maire de SAINT-GILLES

Affaire suivie par : M. BRIERE
 ☎ : 02.99.02.14.04
 ✉ : mary.vonne.briere@ille-et-vilaine.gouv.fr

Objet : ZAC multisites «Centre Ouest» et «la Vigne» : dossier de création.

Réf : Délibération du conseil municipal du 17 décembre 2019 et dossier reçu en Préfecture le 26 décembre 2019.

P.J. Fiche de synthèse.

Vous m'avez transmis la délibération et le dossier cités en référence relatifs à l'approbation de la création de la zone d'aménagement concerté (ZAC) multisites «Centre Ouest» et «la Vigne», située sur le territoire de la commune de Saint-Gilles.

L'analyse effectuée me conduit à formuler un avis favorable sur ce dossier.

Toutefois, il conviendra, lors de l'élaboration du dossier de réalisation, d'apporter une attention particulière aux enjeux "sécurité routière".

En effet, il est nécessaire d'anticiper les risques liés à l'accroissement du trafic sur les échangeurs de la RN 12.

Vous trouverez, en annexe au présent courrier, l'analyse détaillée de la DDTM : la prise en compte des observations permettra de renforcer la qualité du dossier et d'améliorer le projet.

Pour la Préfète et par délégation,
Le Secrétaire général



Ludovic GUILLAUME

Copie à :
- DDTM / SEHCV et DT AM

Nos Références : 2020 03 09 LET_Maire_St Gilles_ZAC_Centre_Ouest_Creation_Observations.odt

SAINT-GILLES – ZAC Multisites «Centre Ouest» et « La Vigne»
Approbation du dossier de création
Délibération du conseil municipal du 17 décembre 2019

Cette opération d'aménagement porte sur une opération à vocation d'habitat de 609 logements sur 25 ha dont 2,75 ha pour le secteur «Centre Ouest» et 22,75 ha sur le site de «La Vigne» à SAINT-GILLES ;

1. Les enjeux de diminution des besoins de déplacement automobiles et de sécurité routière

Cette opération urbaine est située sur deux sites, l'un au Centre-Ouest de SAINT-GILLES, et l'autre à l'Est de l'agglomération au lieu-dit "La Vigne" à proximité de la rue de St Brienc (Ouest de la RN 612) de la rue de Montfort ainsi que de la rue de Rennes (Est de la RD 612). Cette situation entraînera la création de nouveaux accès routiers débouchant de la route départementale n° 612 et de la rue de Montfort et impactera la RN 12 à proximité.

Il est prévu :

- à l'Est, la réalisation d'un rond point et d'un tourne-à-gauche débouchant de la RD 612 ;
- dans le coeur de la ZAC des aménagements routiers de faible largeur pour inciter à la limitation de l'utilisation de la voiture et pour réduire la vitesse de circulation au sein de la ZAC ;

De plus, l'étude des émissions annuelles domicile-travail des véhicules (annexe 13.1.1.2 de l'étude d'impact) souligne une augmentation du nombre de voitures liée à la ZAC. L'étude montre un accroissement possible de 880 véhicules en se basant sur un nombre minimum de véhicules par logement de 1.5 pour les appartements et de 2 pour les maisons individuelles.

Deux problématiques importantes concernant les accès à la RD 612 et à la RN 12 sont relevées par la DDTM, auxquelles le dossier de création de ZAC n'apporte pas de réponse précise :

- les aménagements de voirie, et notamment le nouveau carrefour, créés sur la route départementale, devront faire l'objet d'une étude détaillée afin que ses caractéristiques techniques (géométrie, position, signalisation...) soient compatibles avec le trafic de la RD 612 et n'aggravent pas les risques de sécurité routière. Il n'est pas précisé si le gestionnaire des routes départementales (Rennes Métropole) a validé de tels aménagements et si leurs financements sont prévus dans le budget de la ZAC.
- la réflexion sur l'augmentation du trafic sur la N 12 semble ne pas avoir été prise en compte concernant les congestions pendulaires sur les deux entrées et sorties vers Saint-Gilles. Cette augmentation prévisionnelle est de nature à saturer le réseau aux heures de pointe, induit l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence des deux sorties de la N 12 vers Saint-Gilles (Pont de Pacé et St Gilles-Romille) en cas de forte affluence. Elle est propice à aggraver les risques de sécurité routière sans compter que deux nouvelles ZAC sont prévues sur la ville de Pacé (ZAC multisite Bourg-Claire-Touraudière et ZAC des Touches) susceptible d'accroître le phénomène de congestion.

A noter que ces congestions ont aussi un impact direct sur les transports en commun (qui empruntent le même axe) en réduisant leur efficacité.

2. L'enjeu de développement des transports collectifs

La commune de Saint-Gilles est desservie par les lignes 52, 152ex, 218, 227 et 240 du réseau interurbain STAR de la métropole rennaise permettant notamment de rejoindre la gare de Rennes en 35 à 40 mn via la ligne A du métro et suivant les conditions de circulation. A ce stade, la desserte en transports en commun du coeur de la ZAC n'apparaît pas envisagée. Toutefois, à proximité immédiate de celle-ci, des arrêts sont existant tant à proximité du "Centre-ouest" que de "la Vigne". De plus, une offre de covoiturage existe déjà sur la commune de Saint-Gilles à proximité de l'accès de la N 12 ("Pont de Pacé").

3. Les enjeux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique

Les orientations du projet liées à l'énergie fixent des objectifs qu'il conviendra de concrétiser dans le dossier de réalisation de la ZAC, notamment sur les incitations éventuelles pour le recours aux énergies renouvelables. On peut citer :

Nos Références : 2020 03 09 LET_Maire_St Gilles_ZAC_Centre_Ouest_Creation_Observations.odt

2

. la volonté de réaliser des bâtiments collectifs économes en énergie notamment par la réalisation d'au moins un bâtiment collectif passif certifié ;

. la volonté d'anticiper les futures réglementations thermiques afin d'atteindre progressivement le niveau RT 2020, ou passif, pour les logements collectifs ;

. la volonté de développer l'énergie renouvelable via l'autoconsommation collective au sein de la ZAC par l'installation de centrales de production électrique renouvelable ;

. la volonté d'analyser un moyen technique pour permettre la mise en place d'un réseau de chaleur renouvelable sur l'ensemble de la ZAC;

4. Les enjeux de protection des ressources naturelles

La ZAC a fait l'objet d'une demande d'autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau. La Mission Régionale d'Autorité Environnementale de Bretagne n'a formulé aucune observation sur ce dossier.

- sur l'assainissement : les eaux usées seront dirigées vers la station d'épuration communale de Saint Gilles dimensionnée pour 5000EH, qui est suffisante pour le projet.

- sur la gestion des eaux pluviales : il est prévu une gestion par un ensemble de noues et de bassins de temporisation, dont la localisation et les modalités de fonctionnement ne sont pas encore précisées.

- sur les caractéristiques du maintien de la zone humide à proximité de l'étang (secteur "la Vigne"). Le projet cherche à éviter la zone afin de maintenir sa fonctionnalité. Toutefois, le projet devra prendre en compte les prescriptions liées à l'autorisation "Loi sur l'eau".

5. Les enjeux agricoles

En application de l'article 28 de la loi du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, les maîtres d'ouvrages d'opérations susceptibles d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole ont l'obligation de produire une étude préalable. Conformément au décret 2016-1190, cette étude comporte notamment les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet ainsi que des mesures de compensation collective visant à consolider l'économie agricole du territoire.

Pour rappel, compte-tenu que la ZAC "Centre Ouest et la Vigne" est une opération supérieure à 10 ha, soumise à l'avis de Ae et que la surface agricole prélevée (environ 23 a) est supérieure à 5 ha, le maître d'ouvrage doit présenter une étude de compensation agricole soumise à l'avis de la commission départementale de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers (CDPENAF). Cette étude a été présentée à la Commission du 4 février 2020.

6. les enjeux urbains et de mixité sociale

La commune de Saint-Gilles est caractérisée par le SCOT du Pays de Rennes en "pôle de proximité", avec un potentiel d'extension urbanisable de 25 ha, et doit viser un objectif de 25 logements/ha (le PLH renforce cette obligation à 25 logements/ha en tant que commune soumise à la loi SRU) avec 35 % de logements aidés (locatif social et accession sociale) pour les urbanisations nouvelles. La densité de logements prévue au sein de la ZAC (25 logements/ha) en intégrant les deux secteurs apparaît conforme à la cible donnée par le SCOT. Le calcul de la densité sur l'ensemble des sites de la ZAC est proche de 25 logements/ha (24,79 logements/ha). Le secteur Centre-Ouest avoisine 32 logements/ha (32,36 logements/ha) tandis que le secteur de la Vallée est d'environ 24 logements/ha (23,84 logements/ha). En tout état de cause, cette densité aurait pu être plus ambitieuse dans le secteur de "La Vigne" au regard de l'enjeu de modération de la consommation foncière.

Le PLH du Pays de Rennes Métropole notifie à la commune de Saint-Gilles un objectif de production de 84 logements/an. Par la prise en compte des objectifs de programmation inscrits dans le PLH 2015/2020, cette opération immobilière, qui prévoit la production d'environ 60 logements/an, permet également de renforcer l'offre de logement social avec un objectif annuel de 22 logements aidés (locatif social et accession sociale) et ainsi répondre aux objectifs de mixité.

En conclusion, la DDTM émet un avis favorable au dossier de création de ZAC multisites "Centre-Ouest" et "la Vigne" à SAINT GILLES. Au-delà de la prise en compte des enjeux environnementaux qui pourront être précisés par le dossier de réalisation, l'enjeu "sécurité routière" apparaît important. Il est nécessaire d'anticiper les risques liés à l'accroissement du trafic sur les échangeurs de la N 12. Il conviendrait de compléter le dossier sur ces questions dans le cadre des étapes ultérieures du projet, notamment dans le dossier de réalisation de la ZAC.

ANNEXE 2 : Sondages de reconnaissance pédologique pour la détermination de la présence/absence de zones humides
 (07/07/2021)

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF							Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions		remarque	refus		
				oxy.	rédi.				
1	0-80	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
2	0-80	Limoneux à limono-caillouteux	beige	-	-			rien	NON
3	0-35	Argilo-limoneux	jaune ocre	O	-	remblais hydro		rien	NON
	35-80	Limoneux	beige	-	-				
4	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-			rien	NON
	30-60	Argilo-caillouteux	jaune ocre	-	-	altérites / remblais	O		
5	0-80	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
6	0-45	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	45-80	Limoneux	beige clair	-	-				
7	0-40	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	40-80	Argilo-caillouteux	ocre	-	-	altérites			
8	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVa	NON
	30-55	Argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-	altérites			
9	0-35	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	35-80	Argilo-caillouteux	ocre	-	-	altérites			
10	0-35	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	35-80	Argilo-caillouteux	beige clair à ocre	-	-				
11	0-50	Limoneux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
12	0-35	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	35-50	Argilo-caillouteux	ocre	-	-	altérites	O		
13	0-30	Limoneux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions	remarque	refus	Classement GEPPA	Classement zone humide	
									14
	10-30	Limoneux	beige	O	-	semelle de labour			
	30-50	Argilo-caillouteux	beige - ocre	-	-	altérites	O		
15	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	O	-		Vb	OUI	
16	0-30	Limoneux	beige	-	-		IVb	NON	
	30-80	Limoneux à limono-argileux	beige	O	-				
17	0-10	Limoneux	beige	-	-		Vb	OUI	
	10-80	Limoneux à limono-argileux	beige	O	-				
18	0-65	Limoneux	beige	-	-		IIIb	NON	
	65-80	Limoneux	beige	O	-				
19	0-45		beige	-	-		IVb	NON	
	45-80		beige	O	-				
20	0-20	Limoneux	beige	-	-		Vb	OUI	
	20-80	Limoneux à limono-argileux	beige	O	-				
21	0-80	Limoneux	biege	-	-		rien	NON	
22	0-80	Limoneux	biege	-	-		rien	NON	
23	0-25	Limoneux	beige	-	-		rien	NON	
	25-40	Limoneux	beige	O	-	semelle de labour?			
	40-80	Limoneux	beige	-	-				
24	0-60	Limoneux	beige	-	-		O	rien	NON
25	0-50	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
26	0-50	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
27	0-45	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF							Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions	remarque	refus			
28	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
29	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
30	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
31	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
32	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
33	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
34	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
35	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
36	0-80	Limoneux à argilo-limoneux	beige	-	-		O	rien	NON
37	0-80	Limoneux à argilo-limoneux	beige	-	-		O	rien	NON
38	0-50	Limoneux à limono-caillouteux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
39	0-80	Limoneux à limono-argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
40	0-80	Limoneux à limono-argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
41	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
42	0-70	Limoneux à limono-argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
43	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
44	0-50	Limono-caillouteux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
45	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
46	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
47	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
48	0-80	Limoneux à limono-argileux	beige	-	-		O	rien	NON
49	0-25	Limoneux	beige	-	-			IVb	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF							Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions	remarque	refus			
	25-80	Limoneux à limono-argilo-caillouteux	beige	O	-				
50	0-80	Limoneux à limono-argilo-caillouteux	beige	-	-		O	rien	NON
51	0-15	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	15-60	Limono-argilo-caillouteux à argilo-limono-caillouteux	gris-ocre	O	-		O	Vb	OUI
52	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-limono-caillouteux	gris-ocre	O	-		O	Vb	OUI
53	0-80	Limono-caillouteux limono-argilo-caillouteux	beige	-	-			rien	NON
54	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-			Vb	OUI
55	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-			Vb	OUI
56	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-			Vb	OUI
57	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	30-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-			IVb	NON
58	0-50	Limono-caillouteux	beige	-	-				
	50-80	Limono-argilo-caillouteux	biege	O	-			IIIb	NON
59	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF	texture	couleur	taches / concrétions	-	remarque	refus	Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation								
	30-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
60	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
61	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	30-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
62	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
63	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
64	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
65	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
66	0-30	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	30-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
67	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
68	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	35-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
69	0-25	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF	texture	couleur	taches / concrétions	-	remarque	refus	Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation								
	25-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
70	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
71	0-15	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	15-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
72	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-caillouteux	gris-ocre	O	-				
73	0-15	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	15-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
74	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-limono-caillouteux	gris-ocre	O	-		O		
75	0-20	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	20-80	Limono-argilo-caillouteux à argilo-limono-caillouteux	gris-ocre	O	-		O		
76	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	35-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
77	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	35-80	Argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
78	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF							Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions	remarque	refus			
79	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
80	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
81	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-			Va	OUI
	35-55	Argilo-limono-caillouteux	beige clair	O	-	STOP sur horizon caillouteux	O		
82	0-55	Limoneux à argilo-caillouteux	beige			STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
83	0-50	Limoneux	beige	-	-			rien	NON
	50-80	Argilo-caillouteux	ocre	-	-	altérites			
84	0-10	Limono-caillouteux	beige	-	-			Vb	OUI
	10-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
85	0-25	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	25-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
86	0-35	Limono-caillouteux	beige	-	-			IVb	NON
	35-80	Limono-argilo-caillouteux	beige à gris-ocre	O	-				
87	0-55	Limono-caillouteux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
88	0-45	Limono-caillouteux	beige	-	-	STOP sur horizon caillouteux	O	rien	NON
89	0-80	Limoneux à argileux	beige	-	-			rien	NON
90	0-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige	-	-			rien	NON
91	0-80	Limono-caillouteux à argilo-caillouteux	beige	-	-			rien	NON

N° de SONDAGE	DESCRIPTIF							Classement GEPPA	Classement zone humide
	profondeur d'investigation	texture	couleur	taches / concrétions	remarque	refus			
92	0-80	Limoneux à argileux	beige	-	-			rien	NON
93	0-80	Limoneux à argileux	beige	-	-			rien	NON

ANNEXE 3 : Etude acoustique, ZAC Multisite Centre Ouest et La Vigne, commune de Saint-Gilles, ACOUSTIBEL, 15 février 2022

ACOUSTIBEL

BUREAU D'ÉTUDES EN ACOUSTIQUE
Etudes - Audits - Conseils

CREATION D'UNE ZONE D'AMENAGEMENT CONCERTÉ MULTI-SITES
CENTRE-OUEST ET LA VIGNE

COMMUNE DE ST-GILLES

ETUDE ACOUSTIQUE

Maître d'ouvrage : Commune de ST-GILLES -OCDL - LOCOSA

Chavagne, le 15 février 2022
Philippe CAUBERT,

Agence de ROUEN
114 rue du Moulin à vent
76760 YERVILLE
02.35.16.68.44
rouen@acoustibel.fr

Agence de RENNES et siège social
22 rue de Turgé
35310 CHAVAGNE
02.99.64.30.28
rennes@acoustibel.fr
www.acoustibel.fr

Agence de CONCARNEAU
9, allée de Pen Avel
29900 CONCARNEAU
09.62.12.33.92
pc@acoustibel.fr

SOMMAIRE

I-INTRODUCTION	3
ZAC CENTRE-OUEST	
II- ETAT SONORE INITIAL	4
2.1. Sources de bruits perceptibles sur le site	4
Sur l'emprise de la ZAC, les 2 sources de bruit prépondérantes et perceptibles proviennent :	4
2.2.Méthodologie.....	4
2.3.Date d'intervention et conditions météorologiques	5
2.4.Eléments fournis par la mesure	5
2.5.Appareillage utilisé.....	5
2.6.Résultats des mesures	6
2.7.Analyse des résultats	12
III. CLASSEMENT AU BRUIT DES INFRASTRUCTURES TERRESTRES	13
IV- IMPACT SONORE DE LA CREATION DE LA ZAC CENTRE OUEST	15
4.1. Impact du trafic routier	16
4.1.1. Répartition du futur trafic :	16
4.1.2. Augmentation des niveaux sonores rue de St-Brieuc.....	16
4.1.3. Cas du N°13 rue de St-Brieuc (création de voie nouvelle).....	17
4.1.4. Lots collectifs situés le long de la rue de St-Brieuc.....	17
4.1.5. Augmentation des niveaux sonores rue de Montfort	18
4.1.6. niveaux sonores dans la ruelle d'accès à partir de la rue du centre	18
4.2.Préconisations vis-à-vis des futurs équipements publics:.....	18
ZAC LA VIGNE	
V- ETAT SONORE INITIAL	19
5.1. Sources de bruits perceptibles sur le site	19
Sur l'emprise de la ZAC, les 2 sources de bruit prépondérantes et perceptibles proviennent :	19
5.2.Méthodologie.....	19
5.3.Date d'intervention et conditions météorologiques	20
5.4.Eléments fournis par la mesure	20
5.5.Appareillage utilisé.....	20
5.6.Résultats des mesures	21
5.7.Analyse des résultats	27
VI. CLASSEMENT AU BRUIT DES INFRASTRUCTURES TERRESTRES	28
VII- IMPACT SONORE DE LA CREATION DE LA ZAC DE LA VIGNE	30
7.1. Impact du trafic routier :	31
7.1.1. Répartition du futur trafic :	31
4.1.2. Augmentation des niveaux sonores rue de Rennes.....	31
4.1.3. Réduction de la vitesse rue de Rennes.....	32
4.1.3. Aménagement de la voie communale existante Nord-Sud	32
4.1.3. Aménagement de la VC au droit de « la Petite Haie »	33
4.1.4. Lots collectifs situés le long de la rue de Rennes	34
4.1.5. Augmentation des niveaux sonores rue de la Prouverie	34
4.2.Préconisations vis-à-vis des futurs équipements publics:.....	34
ACOUSTIBEL	
Commune de ST-GILLES	2
ZAC multi-sites Centre Ouest et La Vigne - Etude d'impact acoustique	

A - ZAC CENTRE OUEST

I-INTRODUCTION

La Commune de St-Gilles a en projet la réalisation d'une ZAC multisites de logements sur 2 secteurs :

- Le secteur « Centre Ouest »
- Le secteur « La vigne »

Ces secteurs sont à proximité d'infrastructures terrestres susceptibles d'avoir une influence sonore:

- la route Métropolitaine RM612 (ex RD612) qui longe le projet au Nord
- RN 12, voie Express RENNES-BREST qui passe au Nord de l'agglomération

Le secteur Centre Ouest est à proximité de la surface Commerciale CARREFOUR Contact, dont les équipements (compresseurs, groupes froids) sont susceptibles de générer du bruit dans l'environnement et donc, au droit des futures habitations du secteur à l'étude.

De plus, certaines voies nouvelles sont susceptibles d'être créées sur les 2 ZAC, à proximité d'habitations existantes. Sur la ZAC la Vigne, une voie communale existante va être modifiée Le bruit généré par ces voies nouvelles ou modifiées doit respecter les critères de la réglementation sur le bruit routier au droit de ces habitations (arrêté du 5 mai 1995).

Un diagnostic sonore a été réalisé sur site afin de quantifier les niveaux sonores actuels de ces 2 secteurs.

Le présent rapport a pour but de :

- ❖ Dresser une carte de l'environnement sonore actuel du secteur.
- ❖ définir les zones qui sont susceptibles d'être impactées par le bruit, routier ou autre, et de préconiser des dispositions afin de réduire au maximum cet impact.

II- ETAT SONORE INITIAL

2.1. Sources de bruits perceptibles sur le site

Sur l'emprise de la ZAC, les 2 sources de bruit prépondérantes et perceptibles proviennent :

- du trafic routier sur la RM612. Ce bruit de trafic est plus ou moins élevé en fonction de la distance à cette voie.
- du trafic routier sur la RN12. Ce bruit de trafic est perçu comme un bruit de fond permanent plus ou moins élevé en fonction de la direction du vent.

RM 617

Le trafic moyen journalier sur ce tronçon de la RM 617 est assez élevé, de l'ordre de 6 500 véh/j (selon étude trafic Egis Janv2022).

RN12

Le trafic moyen journalier sur la RN12 est de l'ordre de 47 000 véh/jour sur ce tronçon (source Conseil Départemental 35 carte TMJA 2020).

La RN 12 passe au Nord de la commune à une distance de 350 mètres de la RM 612. Son influence sonore est maximale sur le site de la ZAC lorsque les vents soufflent de la RN 12 vers la ZAC, donc quand les vents sont orientés de secteur Nord-Ouest à Nord-Est. Les mesures ont été réalisées avec des vents de Nord-Est : la contribution sonore de la RN 12 y est donc maximale.

2.2. Méthodologie

Un constat sonore initial a été réalisé sur site.

Plusieurs séries de mesure ont été réalisées.

- Le site est sous l'influence sonore de la RM 612. Des mesures ont été réalisées à différentes distances de la RM, afin de quantifier son influence sonore : à 10 m, 25 m, 50m, 100 m, 200 m.
- mesures au droit d'habitations existantes qui seront limitrophes de la ZAC;
- mesures le long des rues existantes qui serviront d'accès à la ZAC
- mesures en différents points sur l'ensemble de la ZAC.
- mesures à proximité de Carrefour Contact

L'ensemble de ces données permet d'établir une carte sonore du site.

2.3. Date d'intervention et conditions météorologiques

Les mesures ont été réalisées le 16 Décembre 2021
Le 16 Décembre : Temps dégagé et sec, température : 12°C dans la journée, vent très faible (<1m/s) de secteur Nord-Est

2.4. Eléments fournis par la mesure

Pour chaque mesure est relevée la valeur moyenne sur l'intervalle de mesure, appelé LAeq. Le LAeq est l'indice retenu pour quantifier le bruit routier. Le LAeq correspond au niveau sonore moyen dans la journée.

Les résultats sont exprimés en dB(A) (ou décibel pondéré A), unité qui tient compte de la pondération naturelle de l'oreille.

2.5. Appareillage utilisé

- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2250
- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2238
- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2260
- Logiciels de dépouillement B&K

2.6. Résultats des mesures

Le bruit de trafic sur la RN 12 est perçu comme un bruit de fond constant, assez homogène sur l'ensemble du site. Le bruit du trafic sur la RM 612 est perceptible essentiellement à proximité de celle-ci et varie en fonction de la distance à celle-ci.

Les résultats donnent.

Mesures à différentes distances de la RM 612:

Les mesures ont été faites légèrement à l'Ouest de la ZAC, sur un terrain dégagé, afin de connaître la propagation du bruit généré par la RM en terrain dégagé

- à 10 mètres : 65 dB(A)
- à 25 mètres : 59 dB(A)
- à 50 mètres : 55 dB(A)
- à 100 mètres : 53 dB(A)



Mesures au droit des habitations en périphérie de la ZAC:

- point N°1 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=49 dB(A)
- point N°2 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=47 dB(A)
- point N°3 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)
- point N°4 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=43 dB(A)
- point N°5 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)
- point N°6 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=54 dB(A)
- point N°7 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=55 dB(A)



L'environnement sonore est homogène, de l'ordre de 47 à 49 dB(A), plus élevé à proximité de la RM 612 (54 à 55 dB(A)).

Mesures en différents points de la ZAC:

- point A: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=46 dB(A)
- point B: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)
- point C: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=46 dB(A)



Au milieu de la ZAC, l'environnement sonore est homogène et calme : 46 à 48 dB(A)

Mesures le long des rues existantes menant à la ZAC:

Les accès principaux à la ZAC sont prévus par 2 rues existantes :

- La rue de ST-Brieuc (RM 612) au Nord
- La rue de Montfort au Sud

Une mesure a été réalisée dans ces 2 rues pour connaître l'environnement actuel.

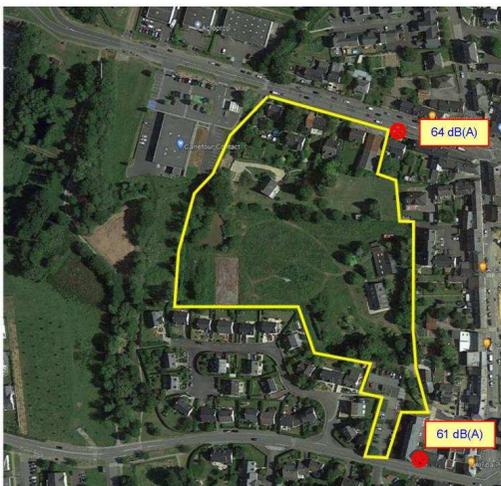
Trafic dans ces rues :

Rue de St-brieuc : trafic de l'ordre de 6 500 véh/jour (source étude de trafic EGIS 2022)

Rue de Montfort : trafic de l'ordre de 3 000 véh/jour (source étude de trafic EGIS 2022).

Niveaux sonores mesurés

- Mesure rue de St-Brieuc, au droit du N°13 rue de St-Brieuc : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq= 64 dB(A). Niveau sonore très élevé : trafic incessant tout au long de la journée : la rue de St-Brieuc est l'artère principale de la commune, menant à l'échangeur avec la RN 12
- Mesures rue de Montfort, au droit de N°6 de la rue : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq= 61 dB(A). Niveau sonore assez élevé, car l'immeuble est proche de la chaussée. Passage de bus dans cette rue : ligne 52.



Au milieu de la ZAC, l'environnement sonore est homogène et calme : 46 à 48 dB(A)

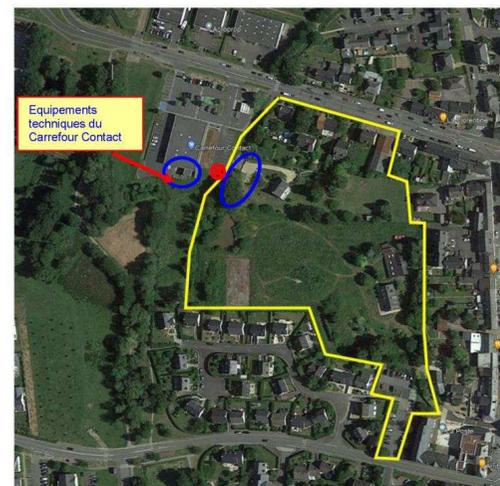
Influence sonore de Carrefour Contact:

La surface alimentaire Carrefour Contact est située en bordure Ouest de la future ZAC. Ces équipements techniques sont situés sur la façade Sud (compresseurs, groupes froids). Ces équipements fonctionnent par intermittence et génèrent du bruit dans l'environnement qui sont susceptibles d'avoir une influence sonore sur les futurs logements de la ZAC, face au Carrefour Contact.

Dans la journée : Son fonctionnement est imperceptible sur le site de la ZAC, car le bruit de fond de circulation sur la RM 612 et sur la RN 12 (55 dB(A)) est plus élevé que les bruits des équipements.

La nuit : Son fonctionnement reste également imperceptible sur le site de la ZAC, car le bruit de fond de la circulation sur la RN 12 reste assez élevé toute la nuit (47 dB(A)) et couvre le bruit des équipements du Carrefour.

Le magasin Carrefour Contact a donc aucune influence sonore sur l'emprise de la ZAC.



L'ensemble des mesures réalisées permet de présenter page suivante une cartographie sonore sur l'emprise de la future ZAC, en découpant celle-ci en zone de bruit par pas de 5 dB(A).

ETAT SONORE INITIAL DIURNE 2021



ACOUSTIBEL

Commune de ST-GILLES
 ZAC multi-sites Centre Ouest et La Vigne - Etude d'impact acoustique

11

2.7. Analyse des résultats

La source de bruit prépondérante sur le site est :

- le bruit routier, notamment le bruit du trafic sur la RM 612 et sur la RN 12 au Nord, et la route de Montfort

RM 612

Le bruit du trafic sur la RD 612 (rue de St-brieuc) a une influence sonore est assez forte à proximité immédiate de la chaussée, elle est quasiment nulle sur une très grande partie de la ZAC (lorsque les niveaux sonores deviennent inférieurs à 50 dB(A) (voir plan page précédente).

RN 12

Le bruit de trafic sur la RN 12 reste perceptible sur l'ensemble du secteur. Il génère un bruit de fond de l'ordre de 46 à 48 dB(A) sur l'ensemble du site, un peu moins (< 45 dB(A)), dans les zones plus confinées, côté Est (voir plan page précédente).

Route de Montfort

Le bruit du trafic sur la route de Montfort n'a que très peu d'influence sonore sur l'emprise de la ZAC.

Pour un bruit routier, on peut considérer que, dans la journée:

- Si LAeq > 60 dB(A), on se situe en zone très bruyante
- Si 55 dB(A) < LAeq < 60 dB(A), on se situe en zone bruyante
- Si 50 dB(A) < LAeq < 55 dB(A), on se situe en zone moyennement bruyante
- Si 45 dB(A) < LAeq < 50 dB(A), on se situe en zone calme
- Si LAeq ≤ 45 dB(A), on se situe en zone très calme

Les parties extérieures d'une habitation (terrasses et jardins) sont agréables si elles sont situées en zone calme, c'est-à-dire si LAeq < 50 dB(A). Elles deviennent très désagréables si LAeq > 55 dB(A). Le LAeq est une valeur moyenne du niveau sonore. Il s'applique bien pour le bruit généré par un bruit routier, car le bruit du trafic est continu.

On constate donc que :

- la partie Est de la ZAC se situe en zone très calme (LAeq < 45 dB(A)).
- La partie Centrale et Sud de la ZAC se situe en zone calme (LAeq < 50 dB(A)).
- A partie Nord est sous l'influence sonore de la RD 612 (route de St-Brieuc), la partie la plus proche de la route (65 dB(A) < LAeq < 55 dB(A)) étant dans un environnement sonore bruyant à très bruyant.

Conclusion :

Seule la partie Nord de la ZAC se situe dans un environnement sonore bruyant. Il conviendra d'être vigilant à l'organisation de ce secteur lors de l'urbanisation de la ZAC.

ACOUSTIBEL

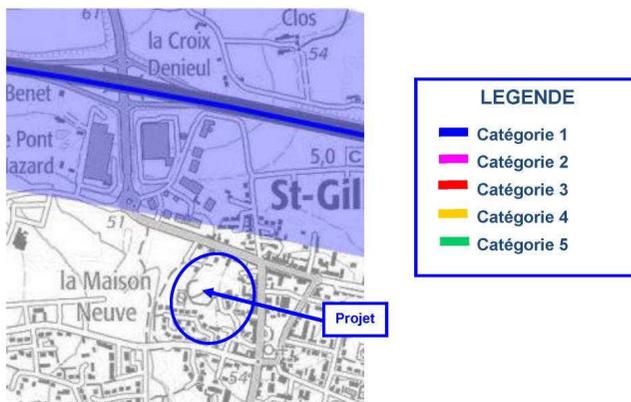
Commune de ST-GILLES
 ZAC multi-sites Centre Ouest et La Vigne - Etude d'impact acoustique 12

III. CLASSEMENT AU BRUIT DES INFRASTRUCTURES TERRESTRES

Les bâtiments d'habitations sont soumis à l'arrêté du 23 juillet 2013 qui fixe des isolements de façades en fonction de la classification des voies environnantes, remplacé par l'arrêté du 23 juillet 2013, applicable aux projets dont la demande de PC a été déposée depuis le 1^{er} janvier 2014.

La RN12 est une voie classée au titre de l'arrêté du 23 juillet 2012 relatif au classement au bruit des infrastructures terrestres.
 La RM 612 n'est pas classée.

La cartographie ci-dessous est un extrait de l'arrêté préfectoral de classement au bruit des infrastructures terrestres du Département d'Ille-et-Vilaine.



LEGENDE

- Catégorie 1
- Catégorie 2
- Catégorie 3
- Catégorie 4
- Catégorie 5

La RN 12 est classée en catégorie 1

Les isolements $D_{nTA,Tr}$ (en dB) vis à vis d'un bruit routier, en fonction de la distance (en mètres) de la façade au bord extérieur de la voie considérée, sont les suivants (article 8 de l'arrêté) :

Catégorie de l'infrastructure	Distance horizontale (m)															
	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
4	35	33	32	31	30											
5	30															

Des termes correctifs peuvent être apportés à ces valeurs en fonction de l'orientation de la façade.

Dans le cas d'une voie classée en catégorie 1, la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de ces infrastructures est de 300 mètres.

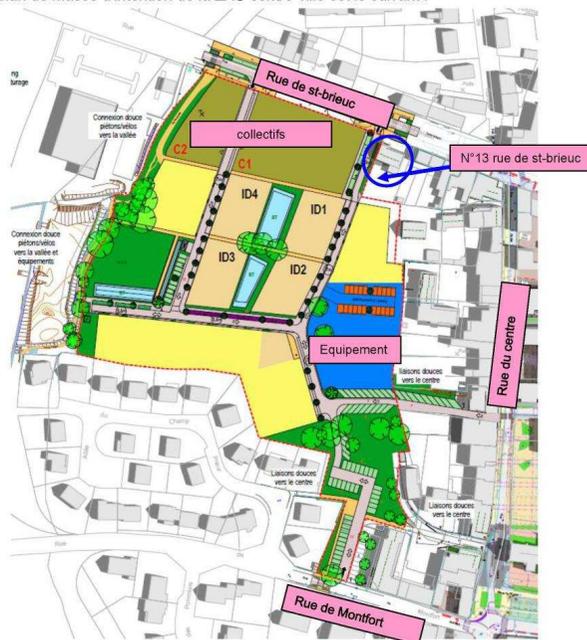
Cela impose, dans cette bande de 300 mètres (bande bleue sur le plan ci-dessus), un isolement acoustique minimal (déterminé par l'arrêté) à respecter lors de la construction d'habitations et/ou d'infrastructures hôtelières nouvelles dans cette bande. Ces dispositions sont à la charge du constructeur du logement. Cela permet d'obtenir un très bon confort acoustique à l'intérieur des logements, fenêtres fermées.

Le projet est situé en dehors du périmètre affecté par le bruit de cette voie. Cela signifie qu'il n'y a aucune contrainte réglementaire relative à l'isolement de façade à respecter lors de la construction d'habitations et/ou d'infrastructures hôtelières nouvelles sur l'ensemble de la ZAC.

Nota : Il est à noter que ce classement au bruit des infrastructures terrestres d'Ille-et-Vilaine est actuellement en cours de révision, et qu'il est possible que la RM 612 qui est une voie assez circulée devienne classée, en catégorie 4, voire 3.

IV- IMPACT SONORE DE LA CREATION DE LA ZAC CENTRE OUEST

Le plan de masse d'intention de la ZAC centre-ville est le suivant :



La création de la ZAC est susceptible d'avoir un impact sur le trafic routier dans les rues permettant l'accès à la ZAC, et donc de modifier leur environnement sonore. La création d'une voie nouvelle dans l'emprise de la ZAC et passant devant une habitation existante est susceptible d'avoir une influence sonore importante sur cette habitation. Toute création de voie nouvelle est soumise à la réglementation sur le bruit routier. La création d'équipements publics est susceptible également d'avoir une influence sonore sur les habitations existantes ou futures de la ZAC. Le bruit généré par ces équipements est soumis à la réglementation sur les bruits de voisinage.

4.1. Impact du trafic routier :

Une augmentation de niveau sonore due à une augmentation de trafic sur une voie publique n'est soumise à aucune réglementation. Cependant, si cette augmentation est importante, il est souhaitable de la réduire.

La création d'une voie nouvelle au droit d'une habitation existante est soumise à la réglementation sur le bruit routier (arrêté du 5 mai 1995). Dans ce cas, les niveaux sonores générés par cette voie nouvelle ne doivent pas dépasser $L_{Aeq6H-22H} = 60$ dB(A) et façade des habitations. Si cette valeur est dépassée, des mesures compensatoires (type création d'écrans, diminution de la vitesse, décalage de la voie) sont à prévoir pour ramener les niveaux sonores en-dessous de 60 dB(A).

4.1.1. Répartition du futur trafic :

Il est prévu environ 89 logements.

Les urbanistes retiennent 2 déplacements en voiture par jour et par maison, soit $2 \times 2 = 4$ passages par jour et par maison, soit un trafic global de $4 \times 89 = 360$ véhicules/jour. 50 places de parking (parking centre) sont prévus sur le secteur, engendrant un trafic de 100 véhicules/jour. Trafic global journalier : $360 + 100 = 460$ véh/j

2 accès principaux à la ZAC sont prévus et 1 accès secondaire

- Accès par le Nord, rue de ST-Brieuc
- Accès par le Sud rue de Montfort
- Accès secondaire : un accès rentrant est prévu à partir de la rue du Centre, mais uniquement en sens unique, et ceci pour accéder essentiellement au parking Centre. Le trafic y sera marginal, et la vitesse limitée à 20km/h : il n'engendrera pas de nuisances sonores.

On peut estimer que 65% des accès se feront par la rue de ST-Brieuc (soit $65\% \times 460 = 299$ véh/j), 20% par la rue de Montfort (soit $20\% \times 460 = 92$ véh/j) et 15% par l'avenue du centre (soit $15\% \times 460 = 69$ véh/j)

4.1.2. Augmentation des niveaux sonores rue de St-Brieuc.

La création d'un accès par la rue de St-Brieuc va créer une augmentation de trafic de 299 véh/j sur ce tronçon de la route de St-Brieuc. Le trafic actuel sur cette rue étant de l'ordre de 6500 véh/ minimum, l'augmentation de trafic sur la rue de St-Brieuc ne sera que de + 5%. Cette augmentation de trafic se traduira par une augmentation de niveau sonore sur la rue de St-Brieuc de + 0.2 dB(A). Niveau sonore actuel mesuré en 2021 dans la rue : 64 dB(A) ; Niveau sonore futur avec la ZAC : 64 dB(A) ; niveau sonore inchangé

Conclusion :

L'augmentation de trafic sur la rue de St-Brieuc due à la création de la ZAC Centre-Ouest n'aura aucune influence sonore sur l'environnement sonore des maisons situées le long de cette rue.

4.1.3. Cas du N°13 rue de St-Brieuc (création de voie nouvelle)

Une voie d'accès à la ZAC est prévue à partir du N°13 rue de St-Brieuc. Il s'agit d'une création de voie nouvelle : la contribution sonore de la nouvelle voie au droit de la façade Sud de la maison ne doit pas dépasser : LAeq6H-22H = 60 dB(A). Afin de réduire au maximum l'influence sonore de la voie sur l'environnement sonore de la façade Sud de la maison, prévoir :

- Mise en place d'un sens unique, en sens sortant, afin que les voitures passent en décélération

Dans ce cas : trafic : $299/2 = 150$ véh/j, vitesse retenue à cet endroit : 20 km/h. Le niveau sonore au droit de la maison (côté Sud) sera LAeq6H-22H = 50dB(A).

Conclusion:

La conformité à la réglementation est respectée. Réglementairement pas besoin de mesures compensatoires.

Cependant, il est envisageable de réaliser un écran anti-bruit en bois en limite de propriété de l'habitation en remplacement de la clôture existante (voir photo ci-dessus) afin de réduire les nuisances sonores dans le jardin de la maison.



4.1.4. Lots collectifs situés le long de la rue de St-Brieuc

Le programme prévoit la réalisation d'immeubles collectifs le long de la rue de St-Brieuc.

La rue de St-Brieuc n'est pas classée au bruit actuellement. Elle risque de le devenir lors de la révision du classement au bruit des infrastructures terrestres d'Île de France, prévue courant 2022. En effet, toute voie ayant un trafic supérieur à 5 000 véh/j doit être classée au bruit, ce qui est le cas de la rue de St-Brieuc.

Etant donné la circulation importante sur la rue de St-Brieuc et les niveaux sonores actuels mesurés le long de cette rue (64 dB(A)), et afin d'assurer un confort acoustique optimal à l'intérieur des logements situés le long de la rue en façade Nord des collectifs, nous préconisons de retenir une valeur d'isolement de façade pour ces logements DnAT, tr = 35 dB minimum (équivalent à une rue classée en catégorie 4).

L'obtention de cette valeur d'isolement nécessite un renforcement des caractéristiques acoustiques des fenêtres, coffres de volets roulants et entrées d'air sur ces façades. Ces dispositions seront à la charge du constructeur de ces immeubles. Ces objectifs peuvent éventuellement lui être imposés dans un cahier des charges.

4.1.5. Augmentation des niveaux sonores rue de Montfort

La création de l'accès par la rue de Montfort va créer une augmentation de trafic de 92 véh/j sur ce tronçon de la rue de Montfort.

Le trafic actuel sur cette rue étant de l'ordre de 3000 véh/jour minimum, l'augmentation de trafic sur la rue de St-Brieuc ne sera que de +3 %.

L'augmentation de niveau sonore sur la rue de St-Brieuc sera égale à + 0.1 dB(A).

Niveau sonore actuel mesuré en 2021 dans la rue : 61 dB(A)

Niveau sonore futur avec la ZAC : 61 dB(A) ; niveau sonore inchangé

Conclusion :

L'augmentation de trafic sur la rue de Montfort due à la création de la ZAC Centre-Ouest n'aura aucune influence sonore sur l'environnement sonore des maisons situées le long de cette rue.

4.1.6. niveaux sonores dans la ruelle d'accès à partir de la rue du centre

Cette rue sera en sens unique rentrant, vitesse limitée à 20 km/h. Trafic journalier : 69 voitures/jour. Ce trafic est trop faible pour avoir une influence sur l'environnement sonore des maisons les plus proches. Le niveau sonore au droit des habitations les plus proches ne dépassera pas LAeq6H-22H = 48 dB(A).

4.2. Préconisations vis-à-vis des futurs équipements publics:

Sur la ZAC, côté Est, une parcelle est réservée à la création d'un équipement Public.

En matière de bruit émis dans l'environnement, les Equipements Publics sont soumis au décret du 31 Août 2006 relatif au bruit de voisinage vis-à-vis des habitations situées à proximité.

Les sources de bruit potentielles peuvent être générées par des salles de spectacles, des salles de sports, des équipements de cuisine de restauration scolaire, des plateaux multi-sports extérieurs, ...

Chaque projet d'équipements publics devra faire l'objet d'une étude acoustique particulière, du ressort de l'Equipe de Maîtrise d'œuvre du projet. Cette étude débouchera sur des dispositions constructives qui permettront d'assurer la conformité de ces projets vis-à-vis de la réglementation sur les bruits de voisinage, ceci au droit des habitations existantes actuellement, mais aussi au droit des futures habitations de la ZAC.

B - ZAC LA VIGNE

V- ETAT SONORE INITIAL

5.1. Sources de bruits perceptibles sur le site

Sur l'emprise de la ZAC, les 2 sources de bruit prépondérantes et perceptibles proviennent :

- du trafic routier sur la RM612. Ce bruit de trafic est plus ou moins élevé en fonction de la distance à cette voie.
- du trafic routier sur la RN12. Ce bruit de trafic est perçu comme un bruit de fond permanent plus ou moins élevé en fonction de la direction du vent.

RM 617

Le trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) sur ce tronçon (rue de Rennes) est assez élevé, notamment aux heures de pointe. Il est de l'ordre de 6 000 véh/j (selon étude trafic Egis Janv2022).

RN12

Le trafic moyen journalier sur la RN12 est de l'ordre de 47 000 véh/jour sur ce tronçon (source Conseil Départemental 35 carte tmja 2020).

La RN 12 passe au Nord de la commune à une distance de 350 mètres de la RM 612. Son influence sonore est maximale sur le site de la ZAC lorsque les vents soufflent de la RN 12 vers la ZAC, donc quand les vents sont orientés de secteur Nord-Ouest à Nord-Est. Les mesures ont été réalisées avec des vents de Nord-Est : la contribution sonore de la RN 12 y est donc maximale.

5.2. Méthodologie

Un constat sonore initial a été réalisé sur site.

Plusieurs séries de mesure ont été réalisées.

- Le site est sous l'influence sonore de la RM 612. Des mesures ont été réalisées à différentes distances de la RM, afin de quantifier son influence sonore : à 10 m, 25 m, 50m, 100 m, 200 m.
- des mesures ont été réalisées au droit d'habitations existantes qui seront limitrophes de la ZAC :
- mesures le long des rues existantes qui serviront d'accès à la ZAC
- mesures en différents points sur l'ensemble de la ZAC.

L'ensemble de ces données permet d'établir une carte sonore du site.

5.3. Date d'intervention et conditions météorologiques

Les mesures ont été réalisées le 20 décembre 2021.

Le 20 Décembre : Temps dégagé et sec, température : 12°C dans la journée, vent très faible (<1m/s) de secteur Nord-Est

5.4. Eléments fournis par la mesure

Pour chaque mesure est relevée la valeur moyenne sur l'intervalle de mesure, appelé LAeq. Le LAeq est l'indice retenu pour quantifier le bruit routier. Le LAeq correspond au niveau sonore moyen dans la journée.

Les résultats sont exprimés en dB(A) (ou décibel pondéré A), unité qui tient compte de la pondération naturelle de l'oreille.

5.5. Appareillage utilisé

- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2250
- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2238
- Sonomètres intégrateurs (classe 1) B&K 2260
- Logiciels de dépouillement B&K

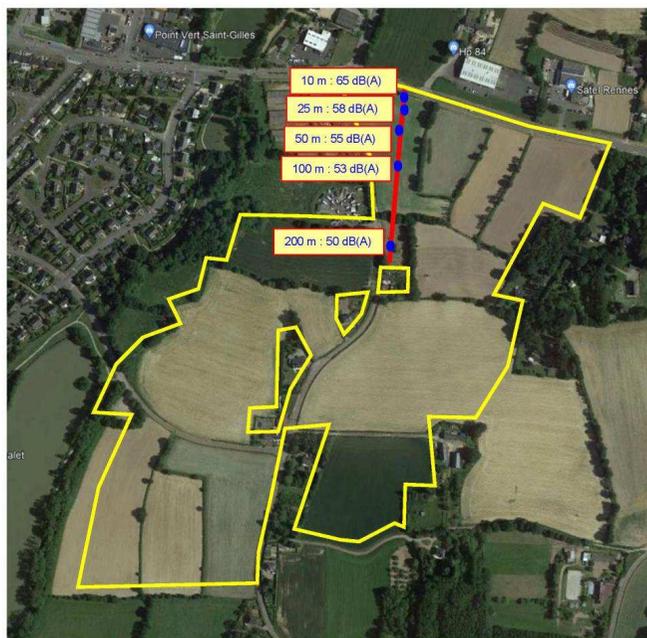
5.6.Résultats des mesures

Le bruit de trafic sur la RN 12 est perçu comme un bruit de fond constant, assez homogène sur l'ensemble du site. Le bruit du trafic sur la RM 612 est perceptible essentiellement à proximité de celle-ci et varie en fonction de la distance à celle-ci.

Les résultats donnent.

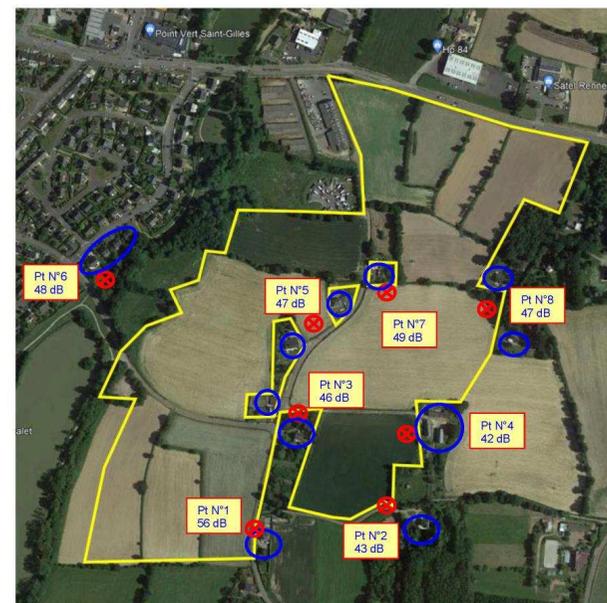
Mesures à différentes distances de la RD 612:

- à 10 mètres : 65 dB(A)
- à 25 mètres : 59 dB(A)
- à 50 mètres : 55 dB(A)
- à 100 mètres : 53 dB(A)
- à 200 mètres : 50 dB(A)



Mesures au droit des habitations en périphérie de la ZAC:

- point N°1 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=56 dB(A)
- point N°2 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=47 dB(A)
- point N°3 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=46 dB(A)
- point N°4 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=42 dB(A)
- point N°5 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=47 dB(A)
- point N°6 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)
- point N°7 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=49 dB(A)
- point N°8 : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=47 dB(A)



L'environnement sonore est homogène, de l'ordre de 43 à 49 dB(A), plus élevé à proximité de la RD 612.

Mesures en différents points de la ZAC:

- point A: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=46 dB(A)
- point B: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)
- point C: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq=48 dB(A)



Au milieu de la ZAC, l'environnement sonore est homogène et calme : 46 à 48 dB(A)

Mesures le long des rues menant à la ZAC:

L'accès à la ZAC est prévu par 2 voies existantes :

- La rue de Rennes (RM 612) au Nord
- La rue de la Prouverie à l'Ouest

L'axe principal de la ZAC sera l'actuelle petite voie communale Nord-Sud existante.

Des mesures ont été réalisées :

- Rue de la Prouverie au droit d'une maison existante dans le lotissement actuel (point N°6)
- Une mesure a été réalisée le long de la voie communale, au droit du lieu-dit « Les Mimosas » (point N°1) et la vigne (point N°5)

Trafic dans ces rues :

Rue de Rennes (RM 612): trafic voisin de 6 500 véh/j : il n'y a pas d'habitations existantes le long de ce tronçon de la RM 612

Rue de la Prouverie : trafic voisin de 350 véh/j, selon étude EGIS janvier 2022.

Voie communale Nord-Sud : trafic voisin de 150 véh/j, selon étude EGIS janvier 2022

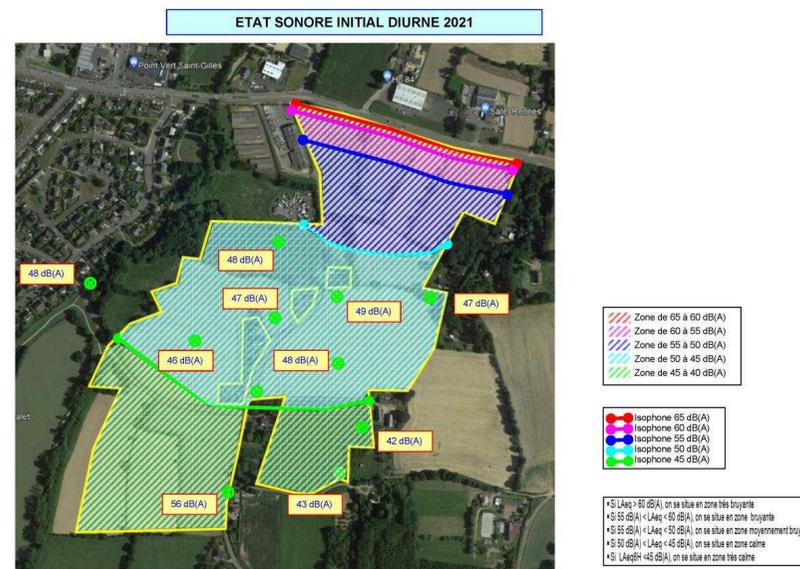
Niveaux sonores mesurés

- Mesures rue de la Prouverie (point N°6) : niveau sonore moyen dans la journée : LAeq = 48 dB(A). Niveau sonore assez faible, car le trafic est très faible, vitesse des véhicules ne dépasse pas 30 km/h et la maison est à 20 mètres de la chaussée.
- Mesures le long de la voie communale (points N°1 et 5) :
 Point N°1: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq= 56 dB(A). Niveau sonore assez élevé, car la mesure a été réalisée au droit de la limite de propriété en bordure immédiate de la chaussée : pics sonores à chaque passage de véhicule : 75 dB(A)
 Point N°5: niveau sonore moyen dans la journée : LAeq= 47 dB(A). Niveau sonore assez faible, car la mesure a été réalisée à 15 mètres de la chaussée, au droit de la façade des habitations du lieu-dit La petite Haie



Autres mesures:

Au Nord, près de la RM 612, la ZAC jouxte un ancien site d'activités. Ce site n'est plus exploité, et est actuellement occupé par l'entreprise ISOROBAT. Ce site correspond à un dépôt : aucun bruit en provenance de l'Entreprise n'est perceptible sur le site de la ZAC.



ACOUSTIBEL

Commune de ST-GILLES
 ZAC multi-sites Centre Ouest et La Vigne - Etude d'impact acoustique

26

L'ensemble des mesures réalisées permet de présenter page suivante une cartographie sonore sur l'emprise de la future ZAC, en découpant celle-ci en zone de bruit par pas de 5 dB(A).

ACOUSTIBEL

Commune de ST-GILLES
 ZAC multi-sites Centre Ouest et La Vigne - Etude d'impact acoustique

25

5.7. Analyse des résultats

La source de bruit prépondérante sur le site est :

- le bruit routier, notamment le bruit du trafic sur la RD 612 et sur la RN 12 au Nord,

RM 612

Le bruit du trafic sur la RM 612 (rue de Rennes) a une influence sonore assez forte à proximité immédiate de la chaussée. Elle est quasiment nulle sur une très grande partie de la ZAC (les niveaux sonores deviennent inférieurs à 50 dB(A) (voir plan page précédente).

RN 12

Le bruit de trafic sur la RN 12 reste perceptible sur l'ensemble du secteur. Il génère un bruit de fond de l'ordre de 46 à 48 dB(A) sur l'ensemble du site, un peu moins (< 45 dB(A)), dans la zone Sud, voir plan page précédente.

Pour un bruit routier, on peut considérer que, dans la journée:

- Si LAeq > 60 dB(A), on se situe en zone très bruyante
- Si 55 dB(A) < LAeq < 60 dB(A), on se situe en zone bruyante
- Si 50 dB(A) < LAeq < 55 dB(A), on se situe en zone moyennement bruyante
- Si 45 dB(A) < LAeq < 50 dB(A), on se situe en zone calme
- Si LAeqqH < 45 dB(A), on se situe en zone très calme

Les parties extérieures d'une habitation (terrasses et jardins) sont agréables si elles sont situées en zone calme, c'est-à-dire si LAeq < 50 dB(A). Elles deviennent très désagréables si LAeq > 55 dB(A). Le LAeq est une valeur moyenne du niveau sonore. Il s'applique bien pour le bruit généré par un bruit routier, car le bruit du trafic est continu. Pour la ligne SNCF, le trafic est très épisodique (5 trains en moyenne par heure).

On constate donc que :

- la partie Sud de la ZAC se situe en zone très calme (LAeq < 45 dB(A)).
- La partie Centrale de la ZAC se situe en zone calme (LAeq < 50 dB(A)).
- A partie Nord est sous l'influence sonore de la RM 612 (route de Rennes), la partie la plus proche de la route (65 dB(A) < LAeq < 55 dB(A)) étant dans un environnement sonore bruyant à très bruyant.

Conclusion :

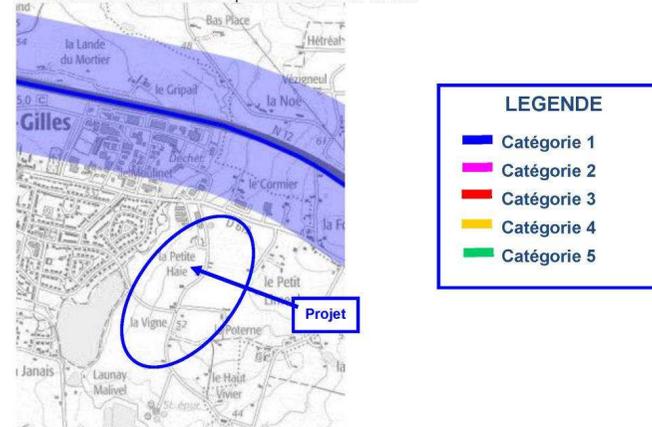
Seule la partie Nord de la ZAC se situe dans un environnement sonore bruyant. Il conviendra d'être vigilant à l'organisation de ce secteur lors de l'urbanisation de la ZAC.

VI. CLASSEMENT AU BRUIT DES INFRASTRUCTURES TERRESTRES

Les bâtiments d'habitations sont soumis à l'arrêté du 23 juillet 2013 qui fixe des isolements de façades en fonction de la classification des voies environnantes, remplacé par l'arrêté du 23 juillet 2013, applicable aux projets dont la demande de PC a été déposée depuis le 1^{er} janvier 2014.

La RN12 est une voie classée au titre de l'arrêté du 23 juillet 2012 relatif au classement au bruit des infrastructures terrestres.
 La RD 612 n'est pas classée.

La cartographie ci-dessous est un extrait de l'arrêté préfectoral de classement au bruit des infrastructures terrestres du Département d'Ille-et-Vilaine.



La RN 12 est classée en catégorie 1.

Les isolements D_{ITA,Ti} (en dB) vis à vis d'un bruit routier, en fonction de la distance (en mètres) de la façade au bord extérieur de la voie considérée, sont les suivants (article 8 de l'arrêté) :

Catégorie de l'infrastructure	Distance horizontale (m)															
	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
1	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
4	35	33	32	31	30											
5	30															

Des termes correctifs peuvent être apportés à ces valeurs en fonction de l'orientation de la façade.

Dans le cas d'une voie classée en catégorie 1, la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de ces infrastructures est de 300 mètres.

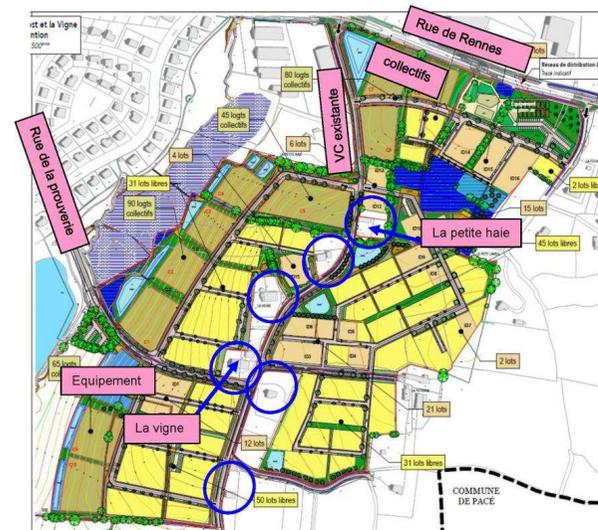
Cela impose, dans cette bande de 300 mètres (bande bleue sur le plan ci-dessus), un isolement acoustique minimal (déterminé par l'arrêté) à respecter lors de la construction d'habitations et/ou d'infrastructures hôtelières nouvelles dans cette bande. Ces dispositions sont à la charge du constructeur du logement. Cela permet d'obtenir un très bon confort acoustique à l'intérieur des logements, fenêtres fermées.

Le projet est situé en dehors du périmètre affecté par le bruit de cette voie. Cela signifie qu'il n'y a aucune contrainte réglementaire relative à l'isolement de façade à respecter lors de la construction d'habitations et/ou d'infrastructures hôtelières nouvelles sur l'ensemble de la ZAC.

Nota : Il est à noter que ce classement au bruit est actuellement en cours de révision, et qu'il est possible que la RM 612 qui est une voie assez circulée devienne classée, en catégorie 4, voire 3.

VII- IMPACT SONORE DE LA CREATION DE LA ZAC DE LA VIGNE

Le plan de masse d'intention de la ZAC centre-ville est le suivant :



La création de la ZAC est susceptible d'avoir un impact sur le trafic routier dans les rues permettant l'accès à la ZAC, et donc de modifier leur environnement sonore. La création d'une voie nouvelle dans l'emprise de la ZAC et passant devant une habitation existante est susceptible d'avoir une influence sonore importante sur cette habitation. Toute création de voie nouvelle est soumise à la réglementation sur le bruit routier. La création d'équipements publics est susceptible également d'avoir une influence sonore sur les habitations existantes ou futures de la ZAC. Le bruit généré par ces équipements est soumis à la réglementation sur les bruits de voisinage.

7.1. Impact du trafic routier :

Une augmentation de niveau sonore due à une augmentation de trafic sur une voie publique n'est soumise à aucune réglementation. Cependant, si cette augmentation est importante, il est souhaitable de la réduire.

La création d'une voie nouvelle au droit d'une habitation existante est soumise à la réglementation sur le bruit routier (arrêté du 5 mai 1995). Dans ce cas, les niveaux sonores générés par cette voie nouvelle ne doivent pas dépasser LAeq6H-22H = 60 dB(A) et façade des habitations. Si cette valeur est dépassée, des mesures compensatoires (type création d'écrans, diminution de la vitesse, décalage de la voie) sont à prévoir pour ramener les niveaux sonores en-dessous de 60 dB(A).

7.1.1. Répartition du futur trafic :

Il est prévu environ 520 logements.

Les urbanistes retiennent 2 déplacements en voiture par jour et par maison, soit 2 x2 = 4 passages par jour et par maison, soit un trafic global de 4x520 = 2080 véhicules/jour.

2 accès principaux sont prévus à la ZAC

- Accès par le Nord, rue de Rennes
- Accès par l'Ouest rue de la Prouverie

En analysant l'étude de trafic EGIS, la répartition de ce trafic supplémentaire se fait de la façon suivante : 85% des accès se feront par la rue de Rennes (soit 85%x 2080 =1770 véh/j) et 15% par la rue de la Prouverie (soit 15%x 2080 = 310 véh/j)

Le trafic rue de Rennes se répartira à 80% vers Rennes et 20 % vers le centre, soit 1420 véh/j vers Rennes, 350 véh/j vers le centre-ville.

4.1.2. Augmentation des niveaux sonores rue de Rennes

La création de l'accès par la rue de Rennes va créer une augmentation de trafic de 1420 véh/j sur la rue de Rennes vers l'Est et 350 véh/j vers l'Ouest.

Le trafic actuel sur cette rue étant de l'ordre de 6000 véh/j, l'augmentation de trafic sur la rue de Rennes ne sera que de + 24% côté Est et +6% côté Ouest.

Cette augmentation de trafic se traduira par une augmentation de niveau sonore sur la rue de Rennes égale à +1 dB(A) côté Est et +0.5 dB(A) côté Ouest vers le Centre -ville.

Niveau sonore actuel mesuré en 2021 à 10 m de la rue de Rennes : 65 dB(A)

Niveau sonore futur avec la ZAC vers Rennes : 66 dB(A): augmentation très faible : niveau sonore quasiment inchangé :

Niveau sonore futur avec la ZAC vers le Centre-ville : 65 dB(A) niveau sonore quasiment inchangé : augmentation sonore non perceptible à l'oreille

Conclusion :

L'augmentation de trafic sur la rue de Rennes due à la création de la ZAC La Vigne n'aura pas d'influence sonore sensible sur l'environnement sonore des maisons situées le long de cette rue

4.1.3. Réduction de la vitesse rue de Rennes

Actuellement, une grande partie de la RM 612 passant le long de la ZAC se situe hors agglomération. La vitesse autorisée est de 70 km/h.

Afin de réduire, l'influence sonore de la route, il conviendra de déplacer le panneau d'agglomération plus à l'Est : la vitesse des véhicules sera réduite à 50 km/h devant la ZAC, ce qui entrainera un gain sonore de 3 dB(A).

Conclusion

réduire la vitesse sur la RM 612 à 50 km/h: gain acoustique : 3 dB(A)

4.1.3. Aménagement de la voie communale existante Nord-Sud

Dans le cadre du projet, la voie communale existante Nord sud sera conservée. Cette voie passe actuellement à proximité immédiate d'habitations existantes aux lieu-dits « la petite haie », « la vigne », « les mimosas ».

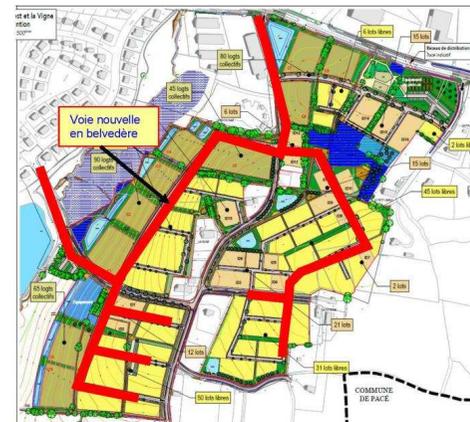
Dans le cadre des travaux, cette voie sera élargie et reprofilée. Au sens de la réglementation sur le bruit routier, nous sommes dans le cas de transformation de voie existante. Dans ce cas les niveaux sonores générés par le trafic sur cette voie ne doivent pas dépasser LAeq6H-22H = 60 dB(A) au droit des façades des habitations.

De plus, actuellement, ces habitations sont dans un environnement sonore calme de campagne.

Il conviendra donc de réduire au maximum la circulation et la vitesse sur cette voie.

Pour cela, il conviendra de retenir le principe suivant:

- Restreindre au maximum la circulation sur la VC: Pour cela concevoir un plan de circulation de façon à ce que les axes principaux de circulations soient les suivants (en rouge), en particulier, la voie en belvédère côté Ouest :



4.1.3. Aménagement de la VC au droit de « la Petite Haie »

Si les propositions décrites au paragraphe précédent sont retenues, seulement 100 lots seront susceptibles d'être desservis par la VC entre la petite Haie et la Vigne.
Le trafic journalier sur la VC entre « la petite haie » et « la vigne » sera donc de $100 \times 4 \times 85\% = 340$ véhicules par jour.

Afin de réduire la gêne sonore de la circulation au droit des habitations existantes, prévoir des aménagements spécifiques pour réduire au maximum la vitesse sur ce tronçon : vitesse maximale 30 km/h

Cas de « la petite Haie »

La maison est bord immédiat de la route.

Prévoir une écluse au droit de la maison afin de réduire la vitesse à 15-20 km/h maximum. Dans ces conditions, les niveaux sonores LAeq6H-22H au droit de la maison seront de 52 dB(A) et resteront donc largement inférieurs aux 60 dB(A) à ne pas dépasser réglementairement.

La réglementation sur le bruit routier sera respectée.

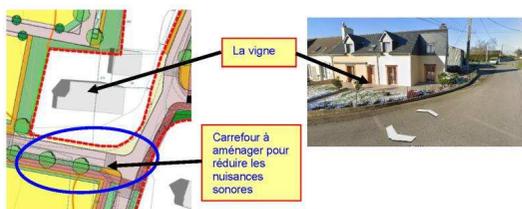


Cas de « la Vigne »

Les habitations de la vigne sont légèrement en retrait par rapport à la voie communale. Elles seront donc moins impactées que « La petite Haie ». les niveaux sonores respecteront la réglementation.

La maison de ce lieu-dit qui sera la plus impactée sera celle au carrefour avec la rue de la Prouverie.

Afin de réduire au maximum l'influence sonore du passage des voitures devant la maison, prévoir un aménagement réduisant au maximum la vitesse des véhicules, et éloigner si possible la chaussée des maisons.



4.1.4. Lots collectifs situés le long de la rue de Rennes

Le programme prévoit la réalisation d'immeubles collectifs le long de la rue de Rennes.

Cette voie n'est pas classée au bruit actuellement. Elle risque de le devenir lors de la révision du classement au bruit des infrastructures terrestres d'Ille et vilaine, prévue courant 2022.

Etant donné la circulation importante sur rue de Rennes et les niveaux sonores mesurés le long de cette rue (65 dB(A)), et afin d'assurer un confort acoustique optimal à l'intérieur des logements situés façade Nord, le long de la rue, nous préconisons de retenir une valeur d'isolement de façade pour ces logements DnAT, tr = 35 dB minimum (équivalent à une rue classée en catégorie4).

L'obtention de cette valeur d'isolement nécessite un renforcement des caractéristiques acoustiques des fenêtres, coffres de volets roulants et entrées d'air sur ces façades. Ces dispositions seront à la charge du constructeur de ces immeubles. Ces objectifs peuvent éventuellement lui être imposés dans un cahier des charges.

4.1.5. Augmentation des niveaux sonores rue de la Prouverie

La création de l'accès par la rue de la Prouverie va créer une augmentation de trafic de 320 véh/j sur ce tronçon de la rue de la Prouverie.

Le trafic actuel sur cette rue étant de l'ordre de 350 véh/j.

Cette augmentation de trafic se traduira par une augmentation de niveau sonore sur la rue de la Prouverie égale à +3 dB(A).

Niveau sonore actuel mesuré en 2021 dans la rue (point N°6 du constat sonore: 48 dB(A))

Niveau sonore futur avec la ZAC : $48 + 3 = 51$ dB(A)

La rue de la Prouverie est une voie publique existante. Une augmentation de trafic sur une telle voie publique n'est pas soumise à la réglementation sur le bruit routier aucune mesure compensatoire n'est nécessaire pour réduire le bruit dans cette rue. Cependant, pour réduire l'augmentation des niveaux sonores dus à l'augmentation de trafic, il est envisageable de diminuer la vitesse maximum autorisée dans cette rue (50 km/h) et de la porter à 30 km/h.

Conclusion :

L'augmentation de trafic sur la rue de la Prouverie due à la création de la ZAC créera une augmentation des niveaux sonores de l'ordre de 3 dB(A) au droit des habitations existantes de cette rue. **Il est possible de réduire cette augmentation en réduisant la vitesse dans la rue à 30 km/h.**

4.2.Préconisations vis-à-vis des futurs équipements publics:

Sur la ZAC, côté Est, une parcelle est réservée à la création d'un équipement Public.

En matière de bruit émis dans l'environnement, les Equipements Publics sont soumis au décret du 31 Août 2006 relatif au bruit de voisinage vis-à-vis des habitations situées à proximité.

Les sources de bruit potentielles peuvent être générées par des salles de spectacles, des salles de sports, des équipements de cuisine de restauration scolaire, des plateaux multi-sports extérieurs, ...

Chaque projet d'équipements publics devra faire l'objet d'une étude acoustique particulière, du ressort de l'Equipe de Maîtrise d'œuvre du projet. Cette étude débouchera sur des dispositions constructives qui permettront d'assurer la conformité de ces projets vis-à-vis de la réglementation sur les bruits de voisinage, ceci au droit des habitations existantes actuellement, mais aussi au droit des futures habitations de la ZAC

ANNEXE 4 : Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables (Source : H3C)

ZAC multi-sites Saint-Gilles

Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

Article L. 128.4 du Code de l'Urbanisme

Urbaniste : Archipole



Le sens de la performance énergétique



Ville de Saint-Gilles
4 rue du centre
35 590 Saint-Gilles

Agence de Rennes
H3C-énergies
2A rue du Patis Tatin
35700 RENNES

AUTRES AGENCES
LYON
MARSEILLE
MEYLAN
MONTPELLIER

www.h3c-energies.fr





1-

Table des matières

1. Synthèse non technique de l'étude	6
2. Les orientations du projet liées à l'énergie	9
3. Préambule	11
3.1. Contexte de la ZAC.....	11
3.2. Principe et méthode de l'étude.....	11
4. Des engagements internationaux à la réglementation des documents d'urbanisme.....	12
4.1. Processus de lutte contre le réchauffement climatique.....	12
4.1.1. Processus international.....	12
4.1.2. Processus européen et national.....	12
4.2. Des engagements internationaux aux PLU puis permis d'aménager ou construire.....	13
4.3. Contexte réglementaire	14
4.3.1. La RT2012.....	14
4.3.2. La future Réglementation Énergétique et Environnementale.....	15
4.4. Contexte local	15
4.4.1. La politique énergie climat du territoire breton.....	16
4.4.2. Portrait énergétique du territoire.....	17
4.4.3. La commune de Saint-Gilles.....	18
5. Présentation de la zone d'étude.....	20
5.1. Positionnement géographique de Saint-Gilles.....	20
5.2. Périmètre d'étude.....	20
5.3. Topographie	21
5.4. Végétation et bâti existant.....	21
5.5. Programmation et schéma d'aménagement étudié.....	23
6. Phase 1 : Potentiel de mobilisation des énergies renouvelables	24
6.1. Energies fossiles disponibles	24
6.2. Les énergies renouvelables et de récupération	24
6.2.1. Inventaire des énergies renouvelables disponibles et pertinence sur le projet.....	24
6.2.2. L'énergie solaire.....	26
6.2.3. L'énergie bois	27
6.2.4. L'énergie éolienne (production d'électricité).....	30
6.2.5. La géothermie (production de chaleur et d'électricité).....	32
6.2.6. La récupération d'énergie sur les eaux usées.....	35
6.2.7. Application	35
6.3. Innovations liées à la production d'électricité	37
6.3.1. L'autoconsommation.....	37
6.3.2. Les smartgrid	37
6.4. Synthèse des énergies renouvelables mobilisables sur site	39
7. Phase 2 : Détermination des consommations d'énergie du projet.....	41
7.1. Usages énergétiques attendus	41

	1-
7.2. Les usages liés aux bâtiments.....	41
7.2.1. Cas particulier de l'électricité domestique :	42
7.2.2. L'électricité des parties communes	42
7.3. Les autres usages.....	43
7.3.1. L'éclairage public	43
7.3.2. Les transports	43
7.3.3. L'énergie grise.....	43
7.4. Estimations des besoins d'énergie des bâtiments de logements collectifs en fin d'opération	43
7.4.1. Définition des niveaux de performance énergétique par typologie de bâtiment	43
7.5. Hypothèses de calcul.....	44
7.6. Calcul des besoins énergétiques de l'ilot en fin d'opération	45
8. Phase 3 : Taux de Couverture des besoins de la zone par les ENR	47
8.1. Production d'électricité par micro-éoliennes.....	47
8.2. Production de chaleur et/ou d'électricité par énergie solaire.....	47
8.3. Production de chaleur par géothermie	48
8.4. Production de chaleur par Aérothermie	48
8.5. Production de chaleur par Bois énergie	49
8.6. Synthèse.....	50
9. Phase 4 : Etude de l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables.....	51
9.1. Comparaison des consommations en énergie finale	52
9.2. Comparaison des coûts de fonctionnement actualisés sur 20 ans	53
9.3. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre.....	55
9.4. Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne.....	56
9.5. Synthèse de l'analyse des scénarios d'approvisionnement en énergie.....	57
10. Phase 5 : Etude d'opportunité de création d'un réseau de chaleur alimenté par les ENR	58
10.1. Etude d'opportunité d'un réseau de chaleur sur le secteur	58
10.2. Notion de densité énergétique pour un réseau de chaleur.....	59
10.2.1. Hypothèses de consommations énergétiques considérées	59
10.3. Etude d'opportunité	59
10.3.1. Analyse qualitative.....	59
10.3.2. Conclusion	60
11. Phase 6 : Pistes de mesures compensatoires	61
11.1. Principe de la compensation carbone	61
11.2. Compensation carbone volontaire	61
11.3. Compensation carbone par des actions locales	62
11.4. Proposition de mesures compensatoires :	62
11.4.1. Production locale d'électricité	62
11.4.2. Stockage de carbone : plantation de biomasse	64
12. L'éclairage public	66
12.1. Rôles de l'éclairage public.....	66
12.2. Enjeux pour un projet d'aménagement	66

	1-
12.3. Quelques préconisations	67
12.4. Consommation énergétique attendue pour l'éclairage public	69
13. 1ère approche sur les transports et l'énergie grise des matériaux	70
13.1. Transports.....	70
13.2. Energie grise des matériaux	71
13.2.1. Matériaux de voirie.....	71
13.2.2. Matériaux de construction	71
14. Synthèse des avantages et contraintes des énergies renouvelables étudiées	73
15. Propositions d'actions spécifiques liées à l'énergie	75
16. Prescriptions réglementaires	78
16.1. Prescriptions techniques liées à la RT 2012	78
16.2. Prescriptions relatives à la justification des performances	79
17. ANNEXES : FICHES TECHNIQUES sur les énergies renouvelables	80
17.1. FICHE Energie solaire généralités	80
17.2. FICHE Energie solaire thermique	86
17.2.1. Rappel sur le solaire thermique	86
17.2.2. Types d'utilisation	86
17.2.3. Les schémas possibles et ceux qu'il convient d'éviter absolument.....	87
17.2.4. Préconisations	87
17.3. FICHE Energie solaire photovoltaïque.....	88
17.3.1. Membranes d'étanchéité photovoltaïques.....	88
17.3.2. Panneaux de silicium.....	88
17.4. FICHE Pompes à chaleur.....	89
17.5. FICHE Energie éolienne.....	90
17.5.1. Présentation.....	90
17.5.2. Grand éolien.....	90
17.5.3. Petit éolien	90
17.6. FICHE Géothermie	93
17.6.1. LA GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE (TEMPERATURE INFÉRIEURE A 30°C)	93
17.6.2. La géothermie basse énergie (30 à 90°C).....	93
17.6.3. La géothermie moyenne énergie (90 à 150°C).....	93
17.6.4. La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C).....	93
17.7. FICHE : Récupération d'énergie sur les eaux usées	97
17.8. FICHE énergie marines renouvelables en Bretagne	99
17.9. FICHE Réglementation pour l'installation d'une petite centrale hydroélectrique.....	102
17.9.1. Droit d'eau.....	102
17.9.2. Droit de l'environnement.....	102
17.9.3. Enquête publique	102
17.9.4. Raccordement au réseau.....	102
17.10. FICHE Bois énergie : solutions individuelles	103
17.11. FICHE Bois énergie : solutions collectives.....	104

	1-
17.11.1. Principe de fonctionnement des chaudières automatiques	104
17.11.2. Combustible	104
17.11.3. Gamme de puissance	106
17.11.4. Chaudières bois et qualité de l'air	106
Principe d'implantation du silo	107
Silo pour bois déchiqueté	107
Silo pour granulés	108
17.12. FICHE réseaux de chaleur	109
17.12.1. Définition	109
17.12.2. Bouquet énergétique	109
17.12.3. Valorisation des réseaux de chaleur ENR dans la RT 2012	110

1. Synthèse non technique de l'étude

Cette étude a permis de déterminer les sources d'énergies renouvelables pouvant être mobilisées sur la future zone d'activités.

Le tableau suivant présente une synthèse du potentiel de développement en énergies renouvelables :

Energie	Potentiel sur site	Conditions de mobilisation
Bois	+++	Prévoir stockage et approvisionnement Filière bois énergie régionale en cours de structuration
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)
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.
Solaire photovoltaïque	+++	Panneaux photovoltaïques : prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la faisabilité technico-économique et les possibilités de positionnement (en toiture, en brise-soleil, en ombrière de parking, sur des candélabres, ...) Orientation Sud des toitures ou toits terrasses
Géothermie 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.
Aérothermie	+++	
Chaleur fatale des eaux usées	+++	-Bâtiment de taille significative + évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes -Valorisation possible -Production collective d'ECS
Petit éolien	+	Etude précise des vents à réaliser en phase réalisation et après la construction des bâtiments

→ L'énergie solaire passive et active, l'énergie bois, la récupération d'énergie sur les eaux usées ou sur les process présentent un potentiel de développement.

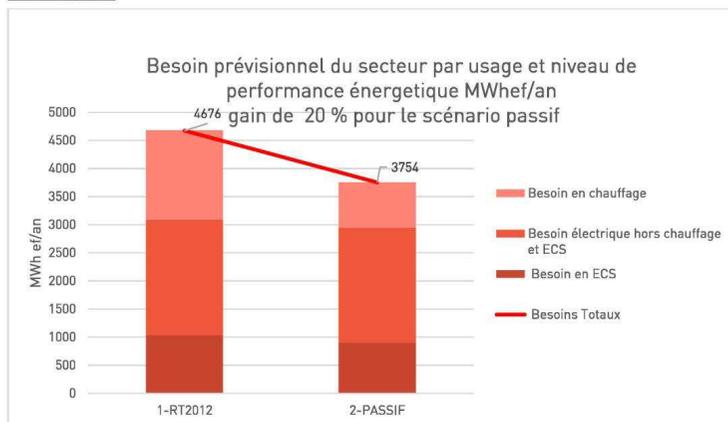
Les hypothèses prises en compte dans l'étude sont les suivantes :

Programmation « Centre+Vigne »

Typologie logement	SDP [m²]	Nombre	SDP totale [m²]	% Surface totale
Logement collectif	70	328	22 960	41%
Maisons individuelle	120	281	33 720	59%
		609	56 680	100%

1-

Besoins du site :



Taux de couverture par les ENR

Technologie	Caractéristiques	Taux de couverture moyen par les ENR RT 2012				Taux de couverture moyen par les ENR PASSIF			
		Productible MWh/an	Chaleur	Electricité	Total Energie	Productible	Chaleur	Electricité	Total Energie
Panneaux Solaires thermiques	Inclinaison 30° Orientation: S-E Surface: 950 m²	621	24%	0%	13%	542	32%	0%	14%
Panneau Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30° Orientation: S-E Surface: 950 m²	2322	0%	113%	50%	2322	0%	114%	62%
Chaufferie bois granulés		2619	100%	0%	56%	1715	100%	0%	46%
Chaufferie bois plaquette		2095	100%	0%	56%	1372	100%	0%	46%
PAC géothermique	COP 3.5	1859	71%	0%	40%	1217	71%	0%	32%
Pompe à chaleur eau	COP 2.7	1650	63%	0%	35%	1080	74%	0%	34%
Récupération d'énergie eaux usées	en pied d'immeuble 30% d'énergie récupérée	311	12%	0%	7%	271	10%	0%	5%
Micro éolien	P:3KW N:14	32	0%	2%	1%	32	0%	2%	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.

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

1-

Scénario étudié	Critères	Faible consommation en Energie finale	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne	Taux d'utilisation d'ENR
S0 : Gaz		Vert	Orange	Rouge	Vert	Rouge
S1: Gaz + ECS solaire		Vert	Orange	Rouge	Vert	Orange
S2: Bois granulés		Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Orange	Vert	Rouge	Vert
S4- PAC air/eau		Vert	Orange	Vert	Vert	Vert

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

Figure 1 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques

Ainsi, le Scénario S2 (bois granulés) présente une réponse aux critères d'analyse plus adaptée, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

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

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

	Consommation énergétique annuelle estimée (MWh/an)		Emissions de CO2 (T/an)		Compensation carbone: Surface forestière à planter (ha)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bâtiments	2543	4468	144	694	8	38
Trajets domicile travail en voiture	2228		579		31	
Eclairage (pour 1 km de voirie)	3,4	8,2	0,06	0,03	0,003	0,002
TOTAL	4 775	6 705	723	1 273	39	69

Figure 2: Synthèse des impacts estimés d'un point de vue énergétique et effet de serre

2-

2. Les orientations du projet liées à l'énergie

Au stade du dossier de création, le niveau de précision du projet ne permet pas encore de se positionner concrètement sur tous les points. Néanmoins, ce projet de ZAC intègre le volet énergie très en amont et des orientations sont donc retenues. La phase dossier de réalisation sera l'occasion de préciser ces orientations. En effet, ce projet d'aménagement s'étalera sur au moins une dizaine d'années et devra, de fait, s'adapter progressivement à l'évolution du contexte, notamment en termes d'ambitions énergétiques.

• Réaliser des bâtiments économes en énergies

Conformément au PLH de Rennes Métropole, la collectivité s'est engagée à créer deux îlots PASSIFS sur la ZAC dont un au moins sera certifié. Il sera donc réfléchi au stade du dossier de réalisation à l'intégration d'exigences spécifiques sur le niveau de performance des bâtiments de logements collectifs. L'emplacement des îlots sera confirmé au stade dossier de réalisation.

Au stade dossier de création il est décidé d'imposer un niveau de performance plus exigeant en fonction de la réglementation en vigueur pour les logements collectifs et de revoir cet objectif par tranche en fonction des évolutions réglementaires. En effet, aujourd'hui la réglementation thermique RT 2012 n'est pas très exigeante pour les bâtiments de logements collectifs. L'objectif est donc de durcir cette exigence.

Cette exigence sera revue à chaque tranche du projet, si la future réglementation s'avère suffisamment ambitieuse pour les logements collectifs, aucune exigence supplémentaire ne sera imposée.

• Production de chaleur renouvelable.

La collectivité exigera du concessionnaire de la ZAC la réalisation d'une étude de faisabilité technico-économique (selon cahier des charges ADEME) concernant l'approvisionnement des bâtiments de la ZAC par un micro-réseau de chaleur renouvelable. Le périmètre pertinent (non restreint au périmètre de la ZAC) sera analysé lors des premières phases de l'étude de faisabilité technico-économique.

• Prise en compte des énergies renouvelables dans les bâtiments de logement collectifs.

Afin de favoriser la prise en compte des énergies renouvelables par les promoteurs, une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie sera exigée pour les lots collectifs afin de comparer, en coût global, une production centralisée de chaleur renouvelable et une production de chaleur individuelle.

Le résultat de l'étude sera contrôlé avant dépôt de permis de construire par un opérateur compétent désigné par le concessionnaire de l'opération d'aménagement dans le cadre d'une mission VISA. Les hypothèses économiques à considérer (prix des énergies, taux d'inflation) seront définies lors du dossier de réalisation en cohérence avec les statistiques nationales (INSEE, observatoires ministériels de l'énergie...) et revue chaque année par l'opérateur en charge de la mission VISA.

La mission VISA pourrait également intégrer, en fonction des contraintes de performance énergétiques imposées, un échange avec l'équipe de maîtrise d'œuvre des bâtiments afin d'optimiser la conception bioclimatique des logements.

• Innovation électrique renouvelable

Afin de développer l'énergie renouvelable locale et notamment l'énergie électrique renouvelable, la collectivité souhaite le développement de l'autoconsommation collective (consommation par les habitants d'une électricité renouvelable produite collectivement). Des centrales de production d'électricité renouvelable (principalement des panneaux solaires photovoltaïques) seront installées sur le/les bâtiments d'au moins un îlot. Il s'agira par exemple, pour des logements collectifs, de pouvoir bénéficier de la production photovoltaïque installée en toiture de leur bâtiment voire du bâtiment voisin.

Il sera étudié en phase réalisation la possibilité de mettre en place un smart-grid (réseau intelligent) sur tout ou partie d'un quartier, pour piloter les consommations à l'intérieur des bâtiments en fonction de la production

2-

d'énergies renouvelables (soumise à la météo) et ainsi optimiser le taux de couverture par les énergies renouvelables (amélioration du taux d'auto-production). Des solutions de stockage seront étudiées pour améliorer encore l'auto-production.

• Limiter l'impact des transports

Le projet facilite l'usage des transports en commun et les modes de déplacements doux.

Le projet de ZAC intègre un maillage de liaisons douces piétons et/ou vélos en connexion avec les quartiers voisins, le centre-bourg, les équipements publics.

• Eclairage public

L'Eclairage sera en LED avec pilotage spécifique (allumage semi-permanent, abaissement de puissance...).

Une étude d'optimisation de l'éclairage public suivant la norme EN 13 201 est prévue afin d'optimiser le confort, la qualité et les consommations liées à l'éclairage.

• Cohérence avec le pacte électrique Breton

La collectivité s'engage à respecter le Pacte électrique Breton en imposant aux pompes à chaleur sur AIR extérieur un coefficient de performance minimum annuel et un niveau acoustique maximum afin de limiter leur utilisation.

• Matériaux biosourcés

La collectivité s'engage à

- favoriser le réemploi/ recyclage pour les travaux VRD (soit en conseillant soit en imposant un taux minimum de réemplois)
- recommander l'usage de matériaux biosourcés et à faible énergie grise pour les constructions

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

3. Préambule

3.1. Contexte de la ZAC

Saint-Gilles fait partie de Rennes Métropole qui, par son dynamisme et son attractivité, connaît un fort développement. La commune, pleinement intégrée à la dynamique urbaine de l'agglomération, souhaite poursuivre son développement et l'accueil de nouveaux habitants. Les réflexions menées dans le cadre du PLUI (en cours d'élaboration) prévoient un objectif de 50 logements environ par an sur la période 2020 à 2035.

3.2. 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.

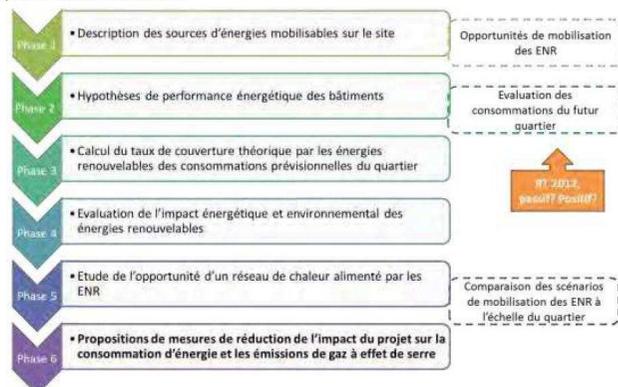
L'article L-300-1 du Code de l'Urbanisme précise que : « Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de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



Des rappels techniques sur les énergies renouvelables étudiées sont fournis en annexe.

4. 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.

4.1. Processus de lutte contre le réchauffement climatique

4.1.1. Processus international

Le **Protocole de Kyoto**, ratifié en 1997 est en vigueur depuis 2005. Il arrive à échéance en 2012. Il avait pour objectif de stabiliser les émissions de CO₂ au niveau de celles de 1990 à l'horizon 2010.

En **décembre 2009** s'est tenue la **Conférence internationale de Copenhague** : 15^{ème} conférence annuelle des représentants des pays ayant ratifié la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique et 5^{ème} rencontre des États parties au protocole de Kyoto, elle devait être l'occasion de renégocier un accord international sur le climat prenant la suite du protocole de Kyoto. Elle a été considérée comme un échec partiel par beaucoup, car, bien qu'ayant abouti à une déclaration politique commune, elle n'a pas défini de cadre contraignant.

En 2015, la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques 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).

4.1.2. 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 (LÉTCV) 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.

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

La LTECV 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 LTECV sont déclinés localement dans les documents de planification de nature stratégique ou réglementaires.

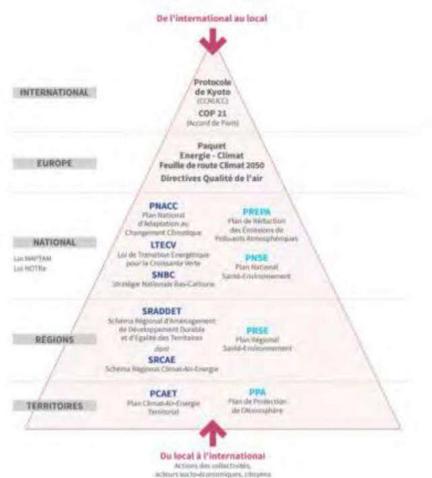


Figure 3: Des engagements internationaux aux objectifs locaux [source ADEME www.territoires-climat.ademe.fr]

Le Schéma Régional Climat Air Énergie 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 LTECV 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.

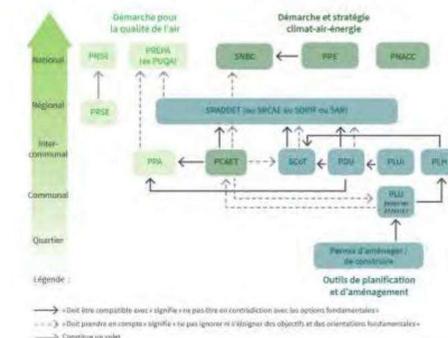


Figure 4: Articulation juridique des documents de planification

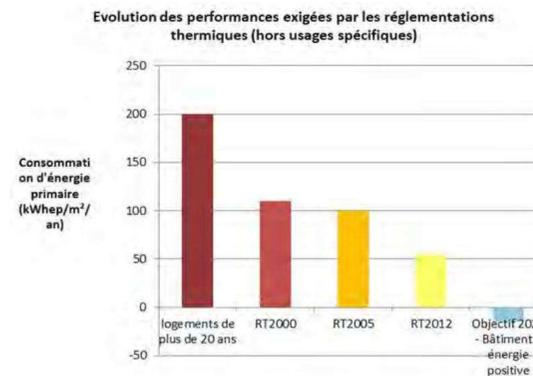
Le permis de construire doit être compatible avec le PLU ou PLUi lequel devant prendre en compte le PCAET ou à défaut les documents de planification supérieurs.

4.3. Contexte réglementaire

4.3.1. La RT2012

Le grenelle de l'environnement a accéléré l'évolution des réglementations thermiques, l'objectif annoncé étant d'atteindre le niveau de performance de bâtiments passifs voir à énergie positive à horizon 2020.

Cette évolution est rappelée sur le schéma ci-dessous :



L'objectif fixé est la RT 2012 : les besoins énergétiques couvrant le chauffage et le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, la ventilation, l'éclairage et les auxiliaires devront être inférieurs à 55 kWh/m²SHONRT/an en énergie primaire pour une maison individuelle située en Bretagne.

4-

Afin de satisfaire cette obligation, les constructions doivent profiter au maximum des apports solaires et bénéficier d'une forte isolation thermique et d'une ventilation adaptée.

La RT 2012 introduit des exigences minimales traduisant des volontés publiques fortes : obligation de recours aux énergies renouvelables en habitat individuel, obligation de respecter le seuil minimum de surface vitrée égale à 1/6 de la surface habitable, obligation de traitement des ponts thermiques (fuites de chaleur), obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements neufs, etc.

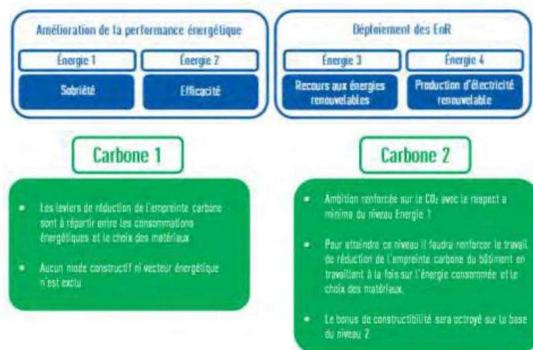
De plus, le décret 2013-979 du 30 octobre 2013 rend obligatoire la réalisation d'une étude d'approvisionnement en énergie pour tous les bâtiments dont la SHON est supérieure à 50m².

4.3.2. La future Réglementation Energétique et Environnementale

A l'horizon 2020, la loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte fixe l'objectif d'une Réglementation Energétique et Environnementale ambitieuse pour les bâtiments neufs qui prévoit, via l'expérimentation du label Energie Carbone E+C-, l'ajout d'exigences sur :

- Le calcul des émissions de gaz à effet de serre,
- Un calcul des consommations d'énergie et de ressources sur l'ensemble du cycle de vie,
- L'incitation à recourir aux énergies renouvelables pour couvrir et compenser les besoins des bâtiments et ainsi la généralisation des bâtiments à énergie positive.

Le label E+C- préfigure la future réglementation. Il est composé conjointement d'un niveau Énergie (évalué par l'indicateur « bilan BEPOS ») et d'un niveau Carbone (évalué par l'indicateur « Carbone ») :



4.4. 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

4-

- Une forte croissance démographique et un dynamisme économique qui augmentent les besoins en proportion plus importante, malgré une situation actuellement moins énérgivore 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).

4.4.1. La politique énergie climat du territoire breton

➤ Le Schéma Régional Climat Air Énergie Breton

Le Schéma Régional Climat Air Énergie 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.

Plus d'informations : http://www.plan-eco-energie-bretagne.fr/jcms/c_7683/pacte-electrique-breton

L'ensemble de ces dispositifs montre le dynamisme de la région Bretagne pour réduire sa dépendance énergétique. Tous les nouveaux projets d'aménagement se doivent d'intégrer ces démarches spécifiques dans leurs modalités de mise en œuvre.

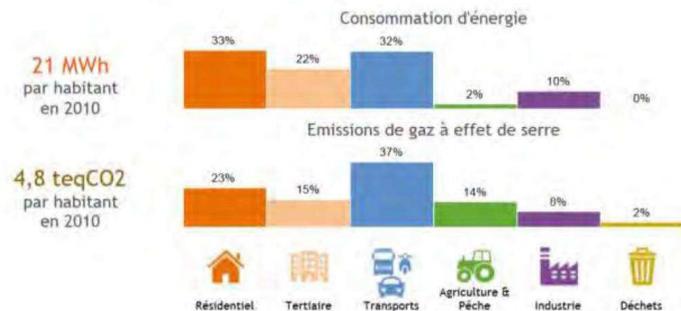
4-

4.4.2. Portrait énergétique du territoire

4.4.2.1) Rennes Métropole

Le secteur du bâtiment (tertiaire et résidentiel) représente plus de la moitié de la consommation d'énergie du pays de Rennes (55%) et plus d'1/3 des émissions de gaz à effet de serre (38%) :

Les émissions de GES en TeqCO2 des transports (37%) sont équivalentes à celles du bâtiment pour une consommation énergétique de 32% (second contributeur).



Rennes Métropole est un territoire sur lequel de nombreuses démarches sur la maîtrise de l'énergie et le climat ont été mises en place. Notamment l'engagement dans un Agenda 21, projet qui se décline à travers un plan climat énergie territorial (PCET). Les objectifs du PCET s'articulent autour de cinq grands axes :

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

Le Plan Climat Air Energie (PCAET) actuellement en cours de consultation et validation (approuvé début 2019), visera à tripler la part des énergies renouvelables. Rennes Métropole ambitionne pour 2030 de diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre par habitant par rapport à 2010 via 10 objectifs :

1. Rénover 6 000 logements publics et privés par an (contre 1 500 aujourd'hui) : horizon 2024
2. 100% de logements passifs ou à énergie positive dans les opérations publiques : horizon 2024
3. Réduire le trafic routier de 10% : horizon 2030
4. 80% des déplacements en mode décarboné sur le réseau de transports collectifs : horizon 2030 (70% en 2024)
5. Atteindre l'objectif de covoiturer une journée par semaine : horizon 2024
6. 85% de voyages supplémentaires sur le réseau STAR : horizon 2030
7. Rénover 25% des surfaces bâtiments tertiaires (public, privé) : horizon 2030
8. Tripler la part des énergies renouvelables ou de récupération : horizon 2030
9. Viser les 25% d'électricité renouvelable achetée par Rennes Métropole : horizon 2024
10. Atteindre 100% des déchets valorisés : horizon 2024.

4-

Les communes sont accompagnées dans la mise en œuvre de leurs plans d'actions respectifs par l'Agence Locale de l'Énergie et du Climat (ALEC).

Le nouveau PLH de Rennes Métropole, adopté en décembre 2015, fixe l'apprentissage du bâtiment passif comme nouvel objectif :

« Pour préparer les acteurs aux futures Règlements Thermiques, chaque nouvelle opération d'aménagement contractualisée avec Rennes Métropole développera un îlot en label « Passivhaus ». Cette mesure devra être définie dans le cadre de la contractualisation. »

➤ La ZAC intégrera donc la réalisation d'un bâtiment d'habitat collectif certifié Passivhaus.

4.4.3. La commune de Saint-Gilles

Les graphiques suivants présentent les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de la commune.

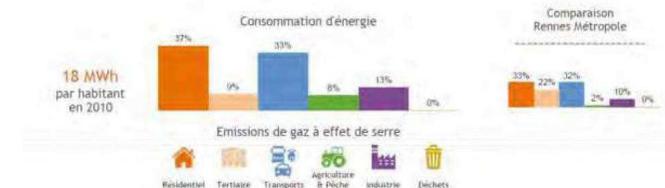


Figure 5: Répartition des consommations d'énergie par secteur d'activité (source bretagne-environnement)

- ➔ Trois grands secteurs d'activité se dégagent. En tête les secteurs du bâtiment (Résidentiel + Tertiaire =46%) et des transports (33%) suivis de l'industrie 13%.
- ➔ La part prépondérante des transports s'explique par l'importance des déplacements en voiture individuelle et pour le transport de marchandise

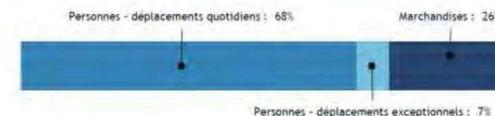


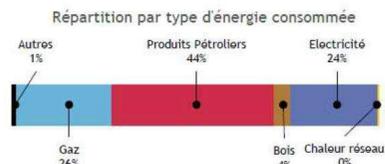
Figure 6: Répartition par mode des émissions de GES des transport (source bretagne-environnement)



Figure 7: Répartition des déplacements par mode et km parcourus par motif (source ; Bretagne-environnement)

0-

→ L'aménagement d'une ZAC influe directement sur les deux premiers postes de consommation énergétique (Bâtiment, Transport). Les choix retenus sur l'aménagement de la ZAC (exigence sur la performance énergétique des bâtiments, développement des énergies renouvelables, ou développement des alternatives de transport à la voiture individuelle)



Répartition des consommations énergétiques par secteur d'activités et par type d'énergie

→ La principale énergie consommée sur le territoire correspond aux produits pétroliers en raison de la forte part du secteur des transport qui utilise quasi-exclusivement cette énergie. Le développement de solutions de mobilités alternatives pourrait changer cette tendance.



Figure 8: Répartition des émissions de GES par secteur d'activité [source bretagne-environnement]

→ L'agriculture représente de loin le 1^{er} émetteur de GES ce qui est caractéristique du milieu rural. En effet la dégradation des engrais produits du NO₂ dont le potentiel de réchauffement global (PRG) est 310 fois plus grand que le CO₂, les bovins quant à eux produisent du CH₄ dont le PRG est 28 fois supérieur à celui du CO₂.

→ Le bâtiment (résidentiel + tertiaire) et les transports, les deux premiers consommateurs d'énergie, arrivent en seconde position avec respectivement 23% et 28% des émissions en raison de leur consommation d'énergie et de leur mix énergétique.

5-

5. Présentation de la zone d'étude

5.1. Positionnement géographique de Saint-Gilles

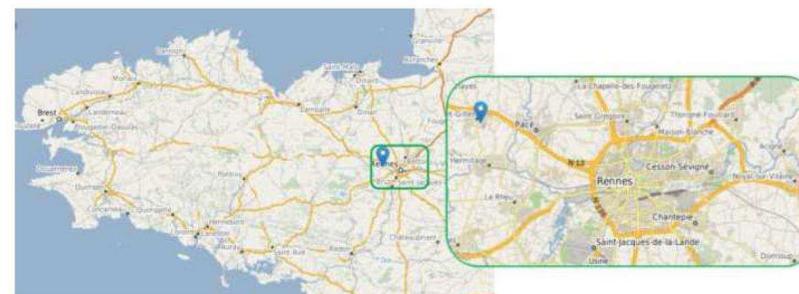


Figure 9 : Localisation de Saint-Gilles [Source : Géoportail]

La commune de Saint-Gilles est située à 15 kms au Nord-Ouest de Rennes et fait partie de Rennes Métropole.

5.2. Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude de la ZAC multisite se décompose en deux.

- Le secteur du centre bourg qui s'étend sur 4,9 ha
- Le secteur de « La Vigne » qui s'étend sur 40 ha à la sortie Est de la ville.



5.3. Topographie

Les figures suivantes présentent le plan topographique des zones d'étude :

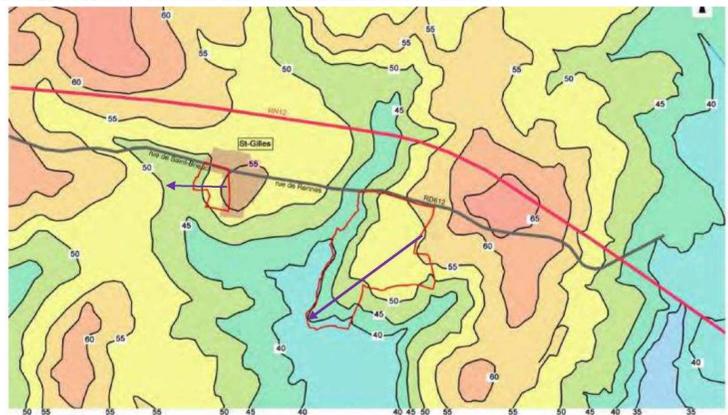


Figure 10: Analyse topographique des sites d'étude (Source : QUARTA)

- Le secteur du centre bourg est marqué par une pente Est-Ouest relativement favorable aux apports solaires
- Le secteur de « La Vigne » est marqué par une pente Nord-Est/Sud-Ouest favorable aux apports solaires

5.4. Végétation et bâti existant



Figure 11: Bocage et boisement des sites (source : Quarta)

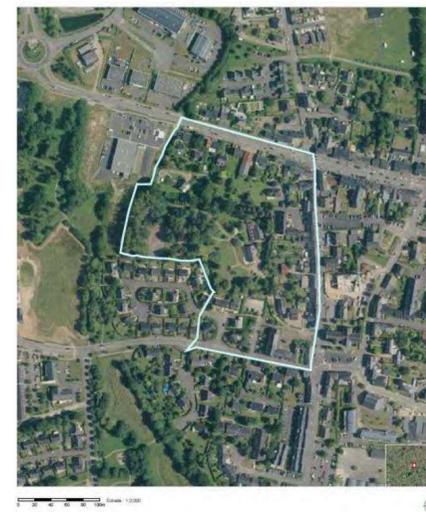


Figure 12: Vue Aérienne secteur Centre Bourg (source Saint-Gilles)

- Le secteur centre-ville est urbanisé. Les masques générés par les bâtis existants devront être pris en compte tout comme l'ombre portée qui pourra être créée par les nouvelles constructions, la préservation du droit au soleil de l'existant devra être respectée
- Le site présente également plusieurs arbres dont les ombres portées devront être étudiées



Figure 13: Vue Aérienne secteur « La Vigne » (source Saint-Gilles)

- Le site présente un maillage de haies bocagère dont les ombres portées devront être étudiées

5.5. Programmation et schéma d'aménagement étudié

Les figures ci-dessous présentent le schéma d'aménagement du site ; le programme immobilier de la ZAC multisite prévoit environ **609 logements** en collectifs et maison individuelles selon la répartition suivante :

Typologie logement	SDP (m²)	Nombre	SDP totale (m²)	% Surface totale
Logement collectif	70	328	22 960	41%
Maisons individuelle	120	281	33 720	59%
		609	56 680	100%

6. Phase 1: Potentiel de mobilisation des énergies renouvelables

6.1. Energies fossiles disponibles

ENERGIE	ATOUTS/AVANTAGES	CONTRAINTES/INCONVENIENTS	COMMENTAIRES H3C
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	Ilot desservi Impact environnemental et économique plus limité que le fioul. Existante 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

6.2. 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.

6.2.1. 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.

6-

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

Probable Possible Peu probable

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

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 granulé 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)	Saint-Gilles ne se situe pas en zone côtière.
		Moyen (rivière)	Situe en centre urbain, construction D'un ouvrage hydroélectrique inenvisageable. > 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		Solution adaptée à une plus grande échelle. Pas d'unités existantes à proximité.
Récupération de chaleur fatale sur les eaux usées	Chaleur	Sur les eaux usées de la ville (STEP ¹)	Proximité de la STEP du secteur de « la Vigne » mais, a e jour, la capacité ne satisfait pas aux critères technico-économiques. Dans le cadre d'un réseau de chaleur, cette ressource pourrait être complétée par une autre énergie.
		Sur les eaux usées d'un bâtiment	Solution adaptée.

¹ STEP = Station de Traitement des Eaux Usées

6-

6.2.2. L'énergie solaire

6.2.2.1) 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.

6.2.2.2) Gisement

(a) Brut

La carte suivante présente l'insolation annuelle en Bretagne :

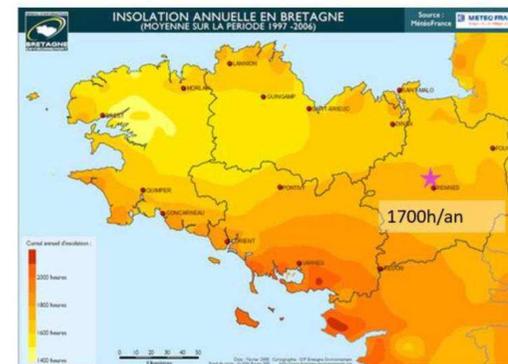


Figure 14: Insolation annuelle de la Bretagne (Source Bretagne Environnement)

→ L'insolation annuelle de la commune de Saint-Gilles est comprise entre 1 700 et 1 800 heures. L'énergie reçue est d'environ 1 200 kWh/m²/an.

6-

[b] Sur le site

Sur les 2 secteurs, les masques générés par les bâtis existants devront être pris en compte tout comme l'ombre portée qui pourra être créée par les nouvelles constructions ; la préservation du droit au soleil de l'existant devra être respectée

6.2.2.3) Prédiposition 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)

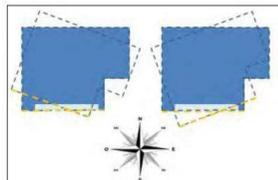


Figure 15 : Orientation optimale des façades principales : Sud +/- 20°

L'annexe sur l'énergie solaire rappelle des données physiques sur la course du soleil et des préconisations pour traiter la thématique des apports solaires à l'échelle d'une opération d'aménagement.

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	Production d'énergie à considérer après l'optimisation énergétique du bâtiment (par exemple prévoir une structure de toiture adaptée pour recevoir des panneaux ultérieurement)
		- Orientation Sud +/- 25° ; Inclinaison de 45° environ - Limiter les ombres et les masques (bâtiments proches, végétation)	

Figure 16: Préconisation pour l'optimisation des apports solaires

6.2.3. 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 existent cependant être mises en avant :

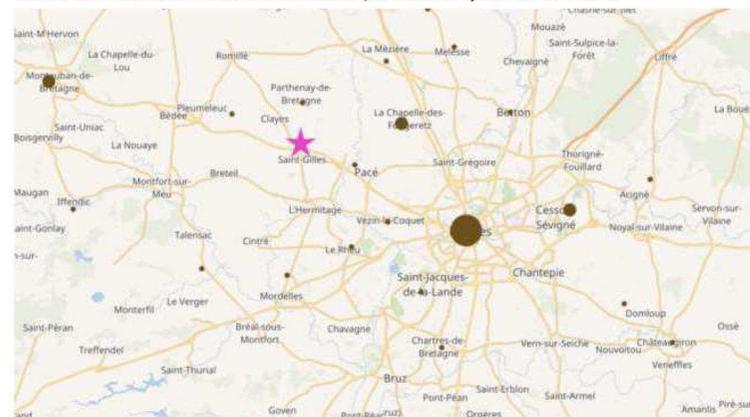
6-

Manutention et modes de vie : il convient de choisir la technique la plus adaptée en fonction du futur utilisateur. En effet, la solution bois bûche ne sera pas toujours adaptée à des populations vieillissantes par exemple. Le poêle à bûches sera également plus difficile à réguler ou à automatiser par rapport à un poêle à granulés ou à une chaudière bois.

Le traitement des fumées : il est nécessaire de mettre en œuvre des poêles ou des chaudières performants pour l'ensemble des petites installations afin de favoriser une bonne combustion et ainsi des rejets moins chargés. Les installations plus importantes devront disposer d'équipements spécifiques pour traiter les fumées.

> D'une manière générale, nous sommes favorables à l'utilisation forte du bois énergie sur le quartier. Il conviendra cependant de valider la filière de livraison pour s'assurer de la disponibilité du bois sur le moyen terme.

On recense 23 installations de chaufferie bois déchiqueté dans le Pays de Rennes.



Puissance des chaufferies au bois déchiqueté en 2016 (MW) - Bretagne

- 20,1 - 40
- 10,1 - 20
- 2,1 - 10
- 0 - 2

Carte des chaufferies bois à proximité de Saint-Gilles
 (Source : geobretagne.fr)

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

6.2.3.1) 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) ou ligériens.

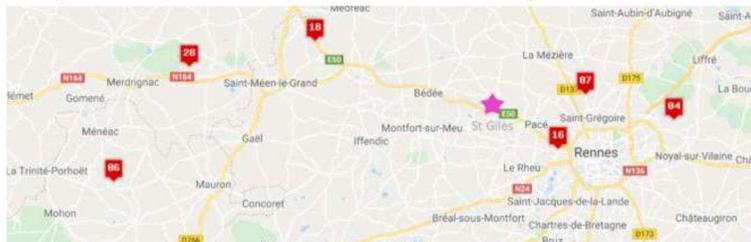


Figure 17: Carte des fournisseurs de bois déchiqueté à proximité de Saint-Gilles source : Plan Bois Bretagne

- ➔ Plusieurs prestataires seraient susceptibles d'approvisionner un projet à ST-Gilles : (plateformes d'exploitants forestiers, plateformes locales agricoles, plateformes industrielles liées à des scieries,) : Ecosys à Orgères, Nass et Wind Bois Energie, Collectif bois bocage 35, ... (Source : Plan Bois Energie Bretagne).

6.2.3.2) 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).



Figure 18: Carte des fournisseurs de granulés de bois en vrac à proximité de Saint-Gilles source : Plan Bois Bretagne

- ➔ Plusieurs fournisseurs de granulés en vrac par camion souffleur sont susceptibles d'approvisionner en bois granulés : Coopedom à Domagné, Bois Divers 35 à Saint-Senoux, Bois'Céliande à St Meen Le Grand (Source : Plan Bois Energie Bretagne – Liste mise à jour en janvier 2017).

6.2.3.3) 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.

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

6.2.4.1) 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.

6.2.4.2) 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) :

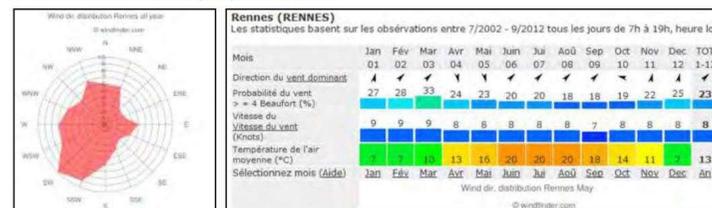
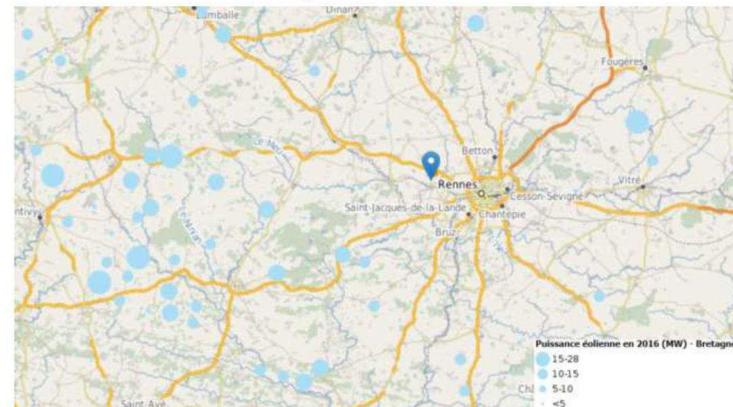


Figure 19: Rose des vents de Rennes (source : windfinder.com)

Figure 20: Statistiques des vents à Rennes (Source: windfinder.com)

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



Eolienne en Bretagne (source : geobretagne.fr)

6-

(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) Petit éolien

Le petit éolien regroupe les installations de moins de 30 kW.

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

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

50 mètres de haut réduisent à néant le potentiel de développement du grand éolien sur le site.



> 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].

6.2.4.3) 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.

6.2.4.4) 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.

6-

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

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

6.2.5.1) 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.

6.2.5.2) Gisement

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

6-

6.2.6. La récupération d'énergie sur les eaux usées

6.2.6.1) 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.

Technologie	Avantages et contraintes	Potentiel
Dans les collecteurs	S'installe dans le réseau public Nécessite d'avoir de longues conduites droites et un gros diamètre Doit vérifier les effets sur le fonctionnement du process de la STEP (abaissement de la T°) Proximité des preneurs de chaleur	Potentiel de puissance entre 10 kW et 1 MW
dans les STEP	Pas de problème de refroidissement Risque d'être éloigné des preneurs de chaleur	Potentiel de puissance jusqu'à 20 MW
dans les stations de relevage	Solution indépendante de la taille du collecteur Système encore nouveau avec peu de retour d'expérience	Potentiel de puissance jusqu'à 2 MW
au pied des bâtiments	Solution simple pour l'eau chaude sanitaire, mais qui ne convient pas pour un chauffage à distance Solution individuelle, pour les bâtiments de taille significative (hôtel, hôpital, piscine, industrie)	Potentiel de puissance entre 50 kW et 300 kW
Echangeur de chaleur sur l'eau des douches	Facilité de mise en œuvre et très faible entretien	Potentiel de puissance environ 30% de la puissance de production d'ECS

Figure 24: Avantages et inconvénients des différents systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées

6.2.7. 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.

6-



Système de Traitement des Eaux Usées France entière

● Système de Traitement des Eaux Usées France entière

Figure 25: Localisation de la station d'épuration de Saint-Gilles

Saint-Gilles dispose de sa propre station d'épuration à proximité immédiate du site de « La Vigne ». Toutefois, la capacité du site (3046 EH < 5000 EH) serait trop faible pour obtenir une rentabilité économique.

> 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.

6.2.7.1) 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 Gaïa Green, permettent de réduire de 30 à 40% les besoin d'eau chaude sanitaire pour les douches.



Système RecupFloor® de Gaïa Green sous avis technique CSTB

6.3. Innovations liées à la production d'électricité

6.3.1. 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 :



Figure 26: 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.

6.3.2. 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.

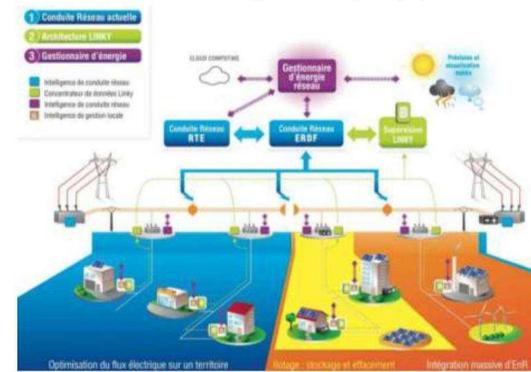


Figure 27: Illustration Smart Grid (Source : www.enerzine.com)

6.4. Synthèse des énergies renouvelables mobilisables sur site

Energie	Potentiel sur site	Conditions de mobilisation	Atout/avantages	Contraintes/inconvénients	Avia H3C 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 l'implantation des chaufferies + silo de stockage + espace livraison	Solution pertinente : > ressource disponible sur le territoire. > 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 des ombres portées existantes et 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 :

Energie	Potentiel sur site	Conditions de mobilisation	Atout/avantages	Contraintes/inconvénients	Avia H3C 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.
Chaleur fatale des eaux usées	+++	-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.
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 productivité	Solution nécessitant une étude de vent précise et moins recommandée en site urbain.

Réalisable sous conditions
 Envisageable

7-

7. Phase 2 : Détermination des consommations d'énergie du projet.

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 projet 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 projet 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-

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.

L'association **NégaWatt** s'intéresse aux consommations électrodomestiques et a calculé la part de chaque poste pour un ménage moyen en 2010.

Le graphique suivant présente les résultats :

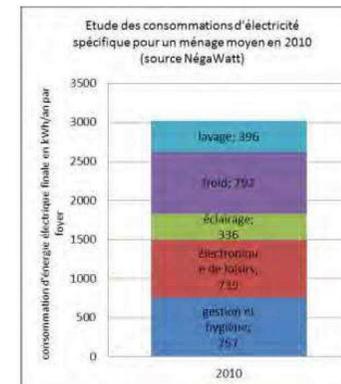


Figure 28 : répartition des consommations électriques pour un ménage moyen en 2010 [Source : NégaWatt]

Ainsi en 2010, un ménage moyen consomme près de 3 000 kWh/an d'électricité pour les usages domestiques.

Dans notre étude, en plus des usages pris en compte par la réglementation thermique (chauffage, ECS, refroidissement, électricité technique : éclairage, circulateurs, pompes, ventilateur...) nous intégrons les usages électrodomestiques suivants :

- lave-linge
- sèche-linge
- lave-vaisselle
- froid
- éclairage
- audio-visuel
- informatique/telecom
- circulateurs et communs
- ventilation
- nettoyage et bricolage
- cuisson.

7.2.2. L'électricité des parties communes

Tout comme l'électricité domestique, l'électricité des parties communes des immeubles collectifs, incluant notamment l'éclairage des parkings souterrains, des circulations, l'énergie consommée par les ascenseurs, n'est pas intégrée au calcul thermique réglementaire et représente une consommation d'énergie non

7-

négligeable. Des diagnostics réalisés par Enertech montrent une consommation moyenne d'environ 13 kWh/(m².an.logement).

7.3. Les autres usages

7.3.1. L'éclairage public

Ce poste est supporté directement par les collectivités.

7.3.2. Les transports

Ces consommations d'énergie liées aux véhicules individuels et au transport collectif ont un impact sur l'effet de serre qu'il convient d'évaluer.

7.3.3. L'énergie grise

L'énergie grise peut être définie comme l'énergie fossile nécessaire à la fabrication et au transport des matériaux.

Dans le cadre d'une opération d'aménagement qui va nécessiter une forte mobilisation des métiers du bâtiment, il peut être intéressant d'encourager l'usage de matériaux à faible énergie grise et dont la mise en œuvre limite les risques sur la santé des ouvriers et des utilisateurs des bâtiments.

Par exemple : favoriser des solutions alternatives aux laines minérales pour l'isolation des bâtiments.

La suite de l'étude n'intégrera pas l'énergie grise des matériaux mais ils sont importants à considérer dans l'optique d'une diminution globale de l'impact énergétique global de la future zone urbanisée

7.4. Estimations des besoins d'énergie des bâtiments de logements collectifs en fin d'opération

7.4.1. Définition des niveaux de performance énergétique par typologie de bâtiment

7.4.1.1) Consommations réglementaires

L'évolution de la réglementation thermique décrite ci-dessus nous incite à définir des hypothèses de consommations énergétiques de référence cohérentes avec le « standard » de la RT 2012.

D'autre part, la future réglementation thermique RT 2020 devrait imposer un niveau passif.

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

- RT 2012 : niveau minimal réglementaire depuis janvier 2013 pour tous les logements (équivalent d'un niveau BBC au sens de la RT 2005)
- Passif : Objectif de niveau réglementaire RT 2020.

Pour estimer les consommations prévisionnelles en énergie finale en fonction du niveau de performance des bâtiments, nous appliquons des ratios de consommation conventionnels. Ces ratios ont été déterminés à partir d'une étude interne sur les calculs thermiques réglementaires RT 2005 et RT 2012 d'une fourchette de projets représentatifs. Des coefficients de majoration sont ensuite appliqués sur les postes chauffage et ECS pour se rapprocher des consommations réelles, en accord avec plusieurs études du bureau d'étude Enertech d'évaluation de la performance réelle de bâtiments BBC.

Ces études sont téléchargeables sur leur site internet : www.enertech.fr

7-

7.4.1.2) Consommations non réglementaires - Approche negaWatt

Il nous semble important d'aborder ici une approche de transition énergétique sous-tendue par les travaux de l'association negaWatt, pilotée par la Compagnie des negaWatt, créée en 2001 :

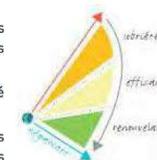
Ces travaux ont été conduits par 24 experts et praticiens de l'énergie, tous impliqués à titre professionnel dans la maîtrise de la demande d'énergie ou le développement des énergies renouvelables. Il s'agit d'une base de travail volontariste mais réaliste.

"Produire des negaWatt " c'est donc rompre avec nos (mauvaises) habitudes en préférant la sobriété énergétique au gaspillage. C'est rechercher la meilleure utilisation possible de l'énergie, plutôt que de continuer d'en consommer toujours plus.

Loi du "retour à la bougie ou à la lampe à pétrole", cette démarche vise à faire la chasse aux watts inutiles grâce à une utilisation plus efficace de l'énergie, et à recourir judicieusement aux énergies renouvelables.

Cette approche est fondée sur les principes suivants :

- SOBRIETE: interroger nos besoins puis agir à travers les comportements individuels et l'organisation collective sur les différents usages de l'énergie pour privilégier les plus utiles, restreindre les plus extravagants et supprimer les plus nuisibles
- EFFICACITE: agir, essentiellement par des choix techniques, sur la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire un service énergétique donné
- Recours aux ENERGIES RENOUVELABLES: augmenter la part de services énergétiques satisfaite par les énergies les moins polluantes et les plus soutenables



Le scénario negaWatt, actualisé en 2013, propose un niveau de performance qui va au-delà de la future réglementation thermique de 2020 en poussant à l'extrême les économies d'énergie et notamment sur la consommation d'électricité domestique. Les usagers sont clairement impliqués dans le niveau de performance de leur habitat.

Plus d'informations : <http://www.negawatt.org>

Pour le niveau de performance passif, nous nous sommes inspirés de cette démarche negaWatt en considérant que les habitants étaient sensibilisés à la sobriété énergétique, donc limitaient leurs consommations d'électricité domestique.

7.5. Hypothèses de calcul

Nous considérons la programmation suivante pour les secteurs « centre » et « la vigne » :

Typologie logement	SDP (m ²)	Nombre	SDP totale (m ²)	% Surface totale
Logement collectif	70	328	22 960	41%
Maisons individuelle	120	281	33 720	59%
		609	56 680	100%

Le graphique suivant présente les hypothèses de consommations en fonction de la performance énergétique par typologie :

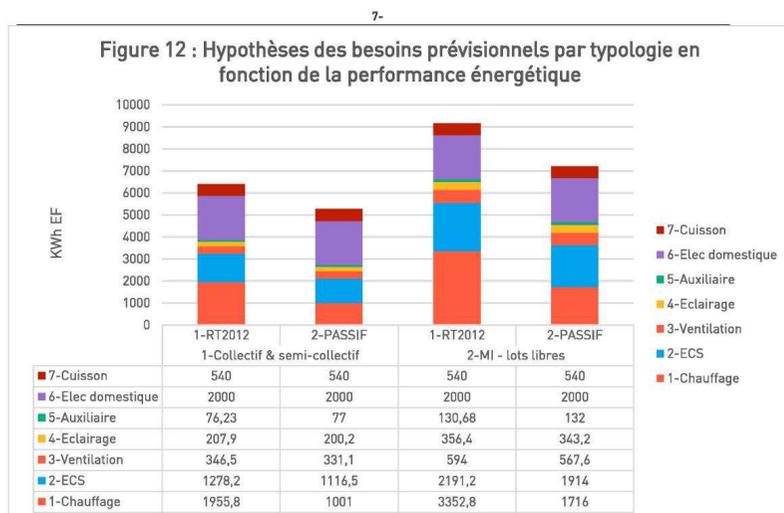


Figure 29 : Hypothèses de consommations prévisionnelles en fonction de la performance énergétique

7.6. Calcul des besoins énergétiques de l'ilot 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 :

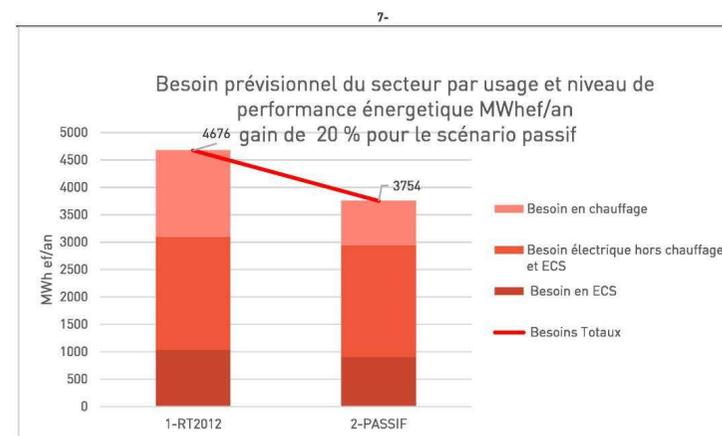


Figure 30 : Evaluation des besoins énergétiques à l'échelle du projet par scénario de performance énergétique

Ainsi, la consommation énergétique attendue sur le projet serait de 4676 MWh/an pour le scénario RT2012 et 3754 MWh/an pour le scénario passif.

Le niveau passif permet de réduire de 20% les consommations grâce à une diminution des consommations de chauffage et d'électricité technique, domestique et des parties communes.

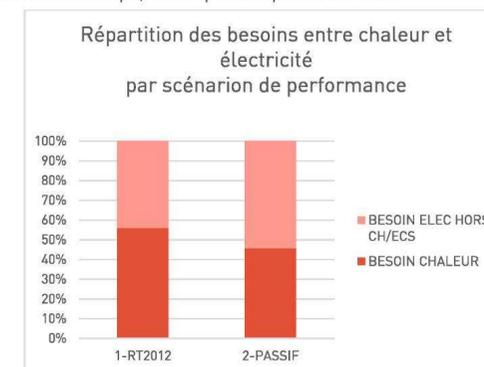


Figure 31 : répartition des consommations entre chaleur et électricité (logements collectifs)

- ➔ En RT 2012, 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. Ainsi, L'expérimentation E+C- (qui préfigure la future réglementation énergétique) considère l'ensemble des besoins énergétiques du bâtiment et de la parcelle.

8-

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 projet.

8.1. Production d'électricité par micro-éoliennes

Le relief ne présente pas d'obstacle majeur au vent (Cf. Figure 10).

Ordre de grandeur :

Ordre de grandeur :

Selon L'ADEME (Fiche Technique, LE PETIT EOLIEN- Février 2015) Une petite éolienne peu produire entre 1000 et 3000kWh/ kW installé. A titre indicatif, le productible pour les grands parcs éoliens dont la hauteur du mat (>50m) et l'emplacement (hors zone boisée et urbaine générant des turbulences) permet de capter des vents plus puissants et régulier est de 2200 kWh/kW. Dans cette étude nous retiendrons un productible de 750 kWh/kW.

La mise en place d'une petite éolienne (3KW) permettra donc de produire environ 3 000 kWh. Pour un investissement de l'ordre de 15 000€ (hors Génie civil).

Les mâts doivent être d'environ H+10 m (H : hauteur de l'éolienne, pâles incluses), soit pour une éolienne de 12m : 22m.

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

Compte tenu de la configuration du projet et des surfaces de toiture, on considère qu'il serait possible d'en implanter environ 16 à l'échelle de l'ilot, soit une production annuelle potentielle de 31 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.

La surface de toiture exploitable est évaluée sur la base ratio moyens/typologie de bâtiment issus de l'observatoire BEPOS-Effinergie.

Ainsi on considère :

- 0,29m² de panneaux/ m² SHONRT pour les maisons individuelles
- 0,17m² de panneaux/ m² SHONRT pour les logements collectifs

→ La surface exploitable en toiture est estimée à 14 942 m² pour l'ensemble de l'opération.

La possibilité de pose en brises soleil sur les bâtiments est techniquement possible mais devra être étudiée au cas par cas pour prendre en compte les ombres portées.

Le tableau suivant donne la productibilité annuelle des différentes implantations :

8-

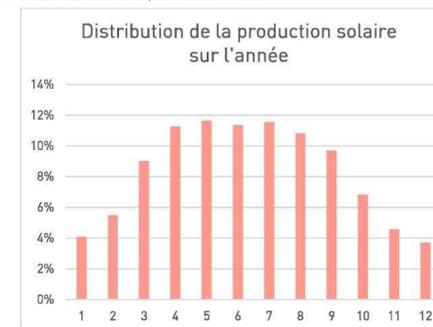
Productibilité annuelle	Electricité [KWh/kWc]	Chaleur [KWh/m ²]
Capteurs en toiture	1 100	350
Capteurs en brise soleil	1 000	350
Membrane en toiture	950	

La production photovoltaïque (maximale théorique en toiture) est estimée à 2 321 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 :



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%. Dans nos calculs, nous plafonnerons donc la production solaire à 60% des besoins en ECS soit 621 MWh/an à l'échelle de la ZAC.

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 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 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.

En moyenne on peut considérer qu'une chaufferie bois (granulé ou plaquette) dimensionnée en cascade (répartition de la puissance maximale nécessaire sur plusieurs générateurs) permet de couvrir 100% des besoins.

8.6. Synthèse

Le tableau suivant présente les taux de couverture atteignables par les ENR étudiés pour le niveau RT 2012 :

Technologie	Caractéristiques	Taux de couverture moyen par les ENR RT 2012				Taux de couverture moyen par les ENR PASSIF			
		Productible MWh/an	Chaleur	Electricité	Total Energie	Productible	Chaleur	Electricité	Total Energie
Panneaux Solaire thermique	Inclinaison 30° Orientation: S-E Surface: 950 m²	621	24%	0%	13%	542	32%	0%	14%
Panneau Solaire photovoltaïque	Inclinaison 30° Orientation: S-E Surface: 950 m²	2322	0%	113%	50%	2322	0%	114%	62%
Chaufferie bois granulés		2619	100%	0%	56%	1715	100%	0%	46%
Chaufferie bois plaquette		2095	100%	0%	56%	1372	100%	0%	46%
PAC géothermique	COP 3,5	1857	71%	0%	40%	1217	71%	0%	32%
Pompe à chaleur eau en pied	COP 2,7	1650	63%	0%	35%	1080	74%	0%	34%
Récupération d'énergie eaux usées	d'immeuble 30% d'énergie récupérée	311	12%	0%	7%	271	10%	0%	5%
Micro éolien	P-3kW N14	32	0%	2%	1%	32	0%	2%	1%

- 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 projet.
- Les 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 de la ZAC en fonction du découpage parcellaire et de l'implantation des maisons.

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 du périmètre du projet, il convient d'étudier l'approvisionnement en énergie qui permettrait de répondre à ces besoins.

Nous avons donc étudié 5 scénarios, pour chaque scénario de performance énergétique.

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

Le tableau suivant décrit les scénarios étudiés :

	Chauffage	Production d'ECS	Remarque
S0 : Gaz	Gaz naturel	Solaire/Gaz Naturel	Afin de satisfaire les exigences de la RT2012, les maisons sont équipées d'un mini kit PV permettant de produire 5kwh EP/m².an
S1 : Gaz + solaire thermique	Gaz naturel	Solaire (couvrant 40% des besoins)	
S3 : Bois granulé	Bois	Bois (collectifs)	Chaudière collective granulé
S3 : Géothermie	Géothermie	Géothermie	
S4 : PAC air/eau	Pompe à chaleur air/eau	Pompe à chaleur air/eau	

NB : pour les bâtiments de logements collectifs, les solutions 1 à 4 sont en chaudière collective.

GROUPE	Scénario	Logement collectif				
		0-GAZ	1-Gaz+ solaire thermique	2-Bois granulé	3-Géothermie	4-Aérothermie
CH	Chauffage base	Chaudière Gaz particulier	Chaudière Gaz collective	Chaudière bois granulé collective	PAC Géothermique collective	PAC Aérothermique collective
	Chauffage appoint	Sans Appoint	Sans Appoint	Sans Appoint	Sans Appoint	Sans Appoint
ECS	Taux Base	100%	100%	100%	100%	100%
	ECS base	Chaudière Gaz collective	Chaudière Gaz collective	Chaudière bois granulé collective	PAC Géothermique collective	Ballon ECS Thermodynamique
	ECS appoint	Sans Appoint	Solaire thermique Collectif	Sans Appoint	Sans Appoint	Sans Appoint
	Taux appoint	100%	60%	100%	100%	100%

Figure 32: détails des scénarios énergétiques pour les logements collectifs

GROUPE	Scénario	Maisons individuelle				
		0-GAZ	1-Gaz+ solaire thermique	2-Bois granulé	3-Géothermie	4-Aérothermie
CH	Chauffage base	Chaudière Gaz particulier	Chaudière Gaz particulier	10-Poele à bois	AC géothermique particulier	AC aérothermique particulier
	Chauffage appoint	Sans Appoint	Sans Appoint	Radiateur élec logement	Sans Appoint	Sans Appoint
ECS	Taux Base	100%	100%	70%	100%	100%
	ECS base	Chaudière Gaz particulier	Chaudière Gaz particulier	13-Ballon ECS Thermodynamique	AC géothermique particulier	Ballon ECS Thermodynamique
	ECS appoint	Sans Appoint	14-Solaire thermique	Sans Appoint	Sans Appoint	Sans Appoint
	Taux appoint	100%	60%	100%	100%	100%

Figure 33 détails des scénarios énergétiques pour les maisons individuelles

L'étude de ces scénarios à l'échelle du périmètre projet 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 projet 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 le projet :

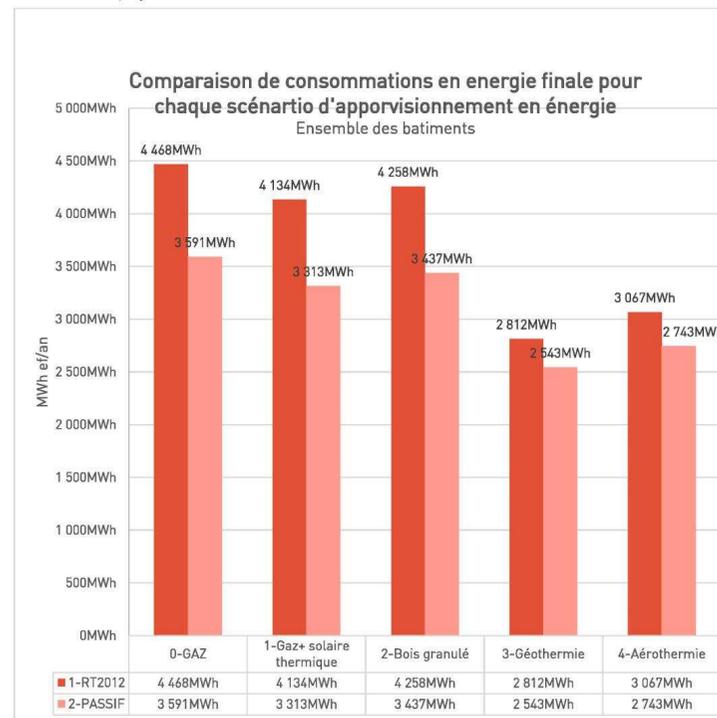


Figure 34 : Comparaison de la consommation d'énergie finale du projet par scénario d'approvisionnement énergétique

Cette consommation d'énergie est modulée par rapport aux besoins 4 676MWh/an (RT2012) et 3 754MWh/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 scénarios S3-PAC géothermique et S4-Pac air/eau 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 1 utilise le solaire à hauteur de 40% des besoins pour la production d'ECS mais le chauffage ne bénéficie d'aucune contribution gratuite. Ce bilan est meilleur que le scénario de base 100% gaz (-7%).

Bien que les chaudières bois granulé et poêle à bois aient un rendement inférieur aux chaudières gaz, on considère que les lots individuels sont équipés de ballon thermodynamiques qui bénéficient d'apports gratuits pour la production d'ECS. Ainsi le bilan de ce scénario est meilleur que pour le gaz.

Ces comparaisons montrent qu'à niveau de besoin identique, les bilan énergétiques annuels peuvent varier jusqu' à moins 50% 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 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 énergies, 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 coût 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.

Hypothèses de coût de l'énergie prises en compte :

	PRIX		Source
Electricité	0,1547	€TTC/kWh	developpement-durable.bsocom.fr
Gaz naturel	0.56	€ TTC /kWh	developpement-durable.bsocom.fr
Bois granulé	0,055	€TTC/kWh	Fournisseurs pour Saint-Gilles

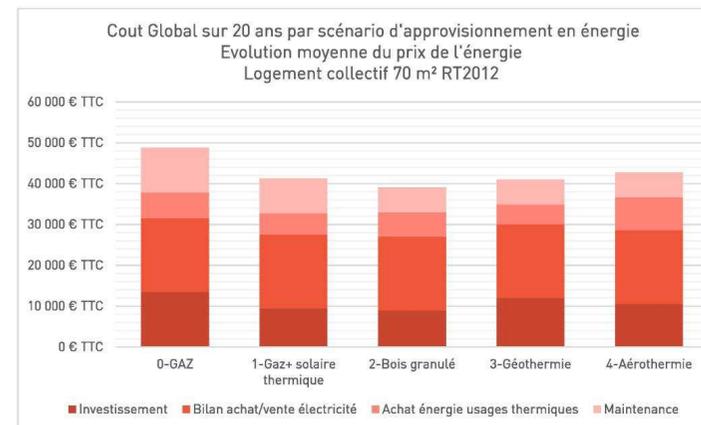
Le prix de vente considéré fait référence à un prix fixe dans le cadre d'un contrat sur 20 ans.

- Hypothèse de taux d'inflation :

Taux d'inflation	
Énergie fossile	6%
Électricité	6%
Bois	4%
Maintenance	2%

- Logement collectif

Le graphique suivant présente les résultats de l'analyse en coût global, incluant l'investissement initial, sur 20 ans des différents scénarios d'approvisionnement en énergie pour un logement collectif de 70 m² SDP en moyenne :



L'électricité représente la part la plus importante des coûts des fonctionnements.

Le scénario GAZ en chaudière individuelle présente le bilan économique le moins favorable. En effet, cette solution ne permet pas de mutualiser les coûts d'investissement, de maintenance et d'abonnement au réseau.

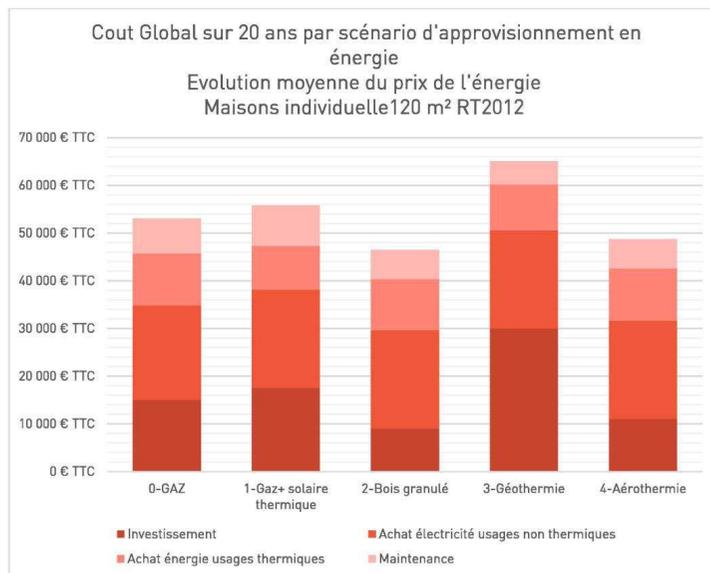
Le scénario bois granulé présente ensuite le deuxième meilleur bilan économique. Son investissement est légèrement inférieur aux solutions pompe à chaleur (S3 et S4) l'augmentation considérée du prix du combustible bois est plus modérée que l'électricité.

Le scénario gaz+solaire thermique présente un bilan économique plus favorable que l'aérothermie mais moins favorable que la 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.

- Maison 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 120 m² SDP :



- La solution bois granulé présente le meilleur bilan en raison d'un investissement plus faible et combustible moins onéreux.
- La solution Aérotherme présente le 2eme meilleur bilan économique.
- La solution géothermie est la moins pertinente. Bien que les performances du système soient bonnes, le coût du forage et de la pompe à chaleur pénalise cette solution.

9.3. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre

L'impact sur l'effet de serre de l'opération peut être déterminé en calculant les quantités équivalentes de CO₂ émises par les bâtiments en fonction des énergies utilisées. Les hypothèses permettant de calculer les émissions de CO₂ sont détaillées en Annexe.

Le graphique suivant compare par usage et pour chaque scénario les émissions annuelles de CO₂ évaluées selon nos hypothèses pour l'ensemble des logements de l'lot :

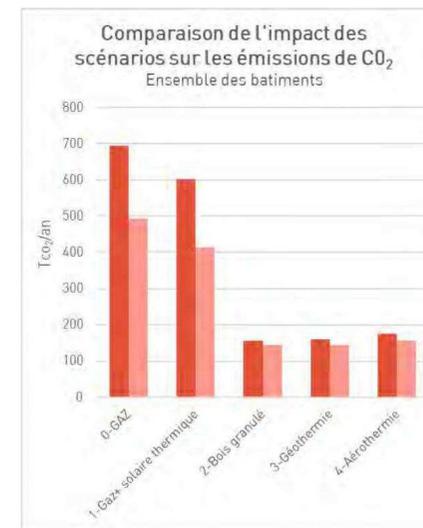


Figure 35: Emissions de CO₂ du projet

Le scénario de référence au gaz émettrait 694t de CO₂/an pour un niveau RT 2012 et 492 t de CO₂/an pour un niveau passif.

Les scénarios S2, S3 et S4 sont très performants du point de vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre en permettant de réduire les émissions jusqu'à 80% 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 !

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 relèvent 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

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

Ainsi, le Scénarios S2 (bois granulés) présente une réponse aux critères d'analyse plus adaptée, mais aucun scénario ne se détache particulièrement par rapport aux autres.

Scénario étudié	Critère	Faible consommation en Energie finale	Coût Global sur 20 ans	Impact sur l'effet de serre	Compatibilité avec la dépendance électrique de la Bretagne	Taux d'utilisation d'ENR
S0 : Gaz		Vert	Orange	Rouge	Vert	Rouge
S1 : Gaz + ECS solaire		Vert	Orange	Rouge	Vert	Orange
S2 : Bois granulés		Orange	Vert	Vert	Vert	Vert
S3 : PAC géothermie		Vert	Orange	Vert	Rouge	Vert
S4- PAC air/eau		Vert	Orange	Vert	Rouge	Vert

Figure 36 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques

LEGENDE Scénario

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

10. Phase 5 : 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 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 inexistants, aucun réseau de froid ne sera intégré dans l'étude.

La fiche réseau de chaleur en annexe rappelle la définition du réseau de chaleur, ses avantages et sa prise en compte dans le calcul thermique réglementaire [RT 2012].

Un réseau de chaleur est un ensemble d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à plusieurs bâtiments pour répondre aux besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire.

Intérêts en milieu rural et en milieu urbain peu dense :

De plus en plus de collectivités souhaitent développer ces réseaux de chaleur, même dans un contexte urbain peu dense.

L'optimisation énergétique n'est alors pas le premier facteur décisionnel.

L'aménagement du territoire, la mobilisation de ressources locales comme le bois énergie, la mise en place de filières économiques locales créatrices d'emploi de proximité et non délocalisables sont quelques-uns de ces facteurs.

Outre la mobilisation d'énergies renouvelables, un autre avantage technique peut être identifié : la mise en place d'un système centralisé évite la dispersion de générateurs de chaleur dont l'entretien, la fiabilité, et donc l'impact environnemental sont toujours moins maîtrisés qu'un système centralisé.

La mise en œuvre de systèmes centralisés permet également d'envisager plus sereinement une mutation énergétique.

10.1. 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 de la ZAC

Pour cette étude, nous n'avons considéré que l'opportunité d'un réseau de chaleur fonctionnant au bois car cette filière est bien structurée en Bretagne.

10.2. 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.

10.2.1. Hypothèses de consommations énergétiques considérées

Les hypothèses de consommations énergétiques sont issues de l'étude d'approvisionnement en énergie réalisée au paragraphe 7.4 p. 43.

10.3. Etude d'opportunité

10.3.1. Analyse qualitative

La figure suivante représente la valeur seuil des 1 500 kWh/ml/an pour un exemple d'implantation de bâtiments. Les bâtiments potentiellement « raccordables » au réseau sont ceux dont les cercles se chevauchent.



Figure 37: Analyse qualitative de la densité énergétique secteur vigne (source : H3C Energies)

- Ce site ne présente pas de densité thermique suffisante pour la création de micro-réseaux de chaleur

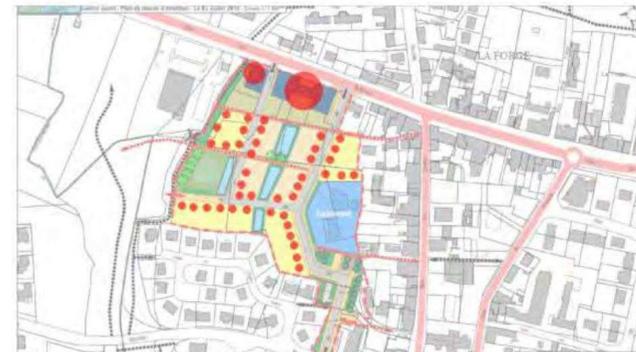


Figure 38: Analyse qualitative de la densité énergétique secteur « Centre » (source : H3C Energies)

- Ce site ne présente pas de densité thermique suffisante pour la création de micro-réseaux de chaleur

10.3.2. Conclusion

La pertinence de création de micro-réseaux de chaleur est incertaine en raison des faibles besoins liés aux exigences de performances énergétique et à la densité des habitations. Toutefois pour les logements collectifs, la pertinence économique d'une production centralisée de chaleur se vérifie et permet une évolutivité de la gestion énergétique (smartgrid/ évolution vers des solutions plus performantes ...) à l'échelle des secteurs. A contrario, l'installation de chaudières gaz individuelles enferme les logements dans cette logique de production de chaleur

11. Phase 6 : Pistes de mesures compensatoires

11.1. Principe de la compensation carbone

L'usage des énergies renouvelables en substitution des énergies fossiles, parallèlement à l'effort collectif de réduction de la consommation énergétique, contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le recours aux énergies renouvelables est une des solutions permettant de réduire l'impact sur l'effet de serre des besoins en énergie : la réduction drastique de ces besoins en énergie reste néanmoins prioritaire.

H3C 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

11.2. 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.

11.3. Compensation carbone par des actions locales

Une piste complémentaire est d'envisager la mise en œuvre d'actions locales, permettant de prendre conscience du poids de mesures compensatoires locales telles que l'implantation de nouveaux boisements ou la mise en œuvre de capteurs photovoltaïques.

Ce sont ces actions que nous nous proposons de développer dans la partie suivante.

11.4. Proposition de mesures compensatoires :

11.4.1. 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.

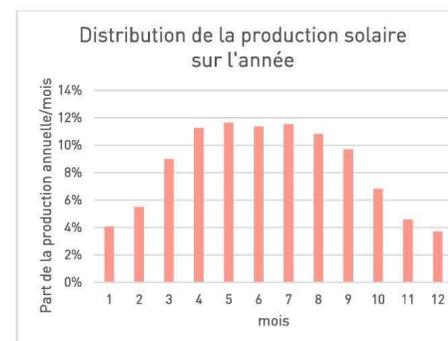
De fait, envisager une production locale d'électricité est cohérent avec l'objectif de compenser les impacts environnementaux de l'opération.

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 2057 MWh/an.

La surface de panneaux à installer pour que la production annuelle compense la consommation annuelle d'électricité (hors chaleur) est de 15 151 m² pour une réduction de 19% des émissions de CO₂ des bâtiments [scénario GAZ]

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	% EGES BATIMENT (scénario gaz)
Surface panneaux PV pour Bilan électrique annuel >0	15 151	m ²	42%	133	19%
Surface panneaux PV pour Bilan électrique décembre >0	50 300	m ²	139%	442	64%

Pour que la production locale d'électricité en décembre excède la consommation en décembre et ainsi soulager le réseau électrique en hivers, il faudrait installer de l'ordre de 50 300 m² de panneaux photovoltaïques (réduction de 64% des émissions de CO2 des bâtiments). Soit près de 1.5 fois la surface de toiture estimée. Il faudrait alors installer des panneaux photovoltaïques en ombrières de parking, en façade et en brise-soleil.



Figure 39: Ombrière photovoltaïque

11.4.2. Stockage de carbone : plantation de biomasse

11.4.2.1) 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.

11.4.2.2) 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, spatialisée, 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.

11.4.2.3) Simulation de la surface boisée correspondante

Le graphique ci-dessous présent, pour chacun des trois scénarios, la surface boisée permettant de compenser les émissions annuelles de CO₂ générées par les logements de l'opération.

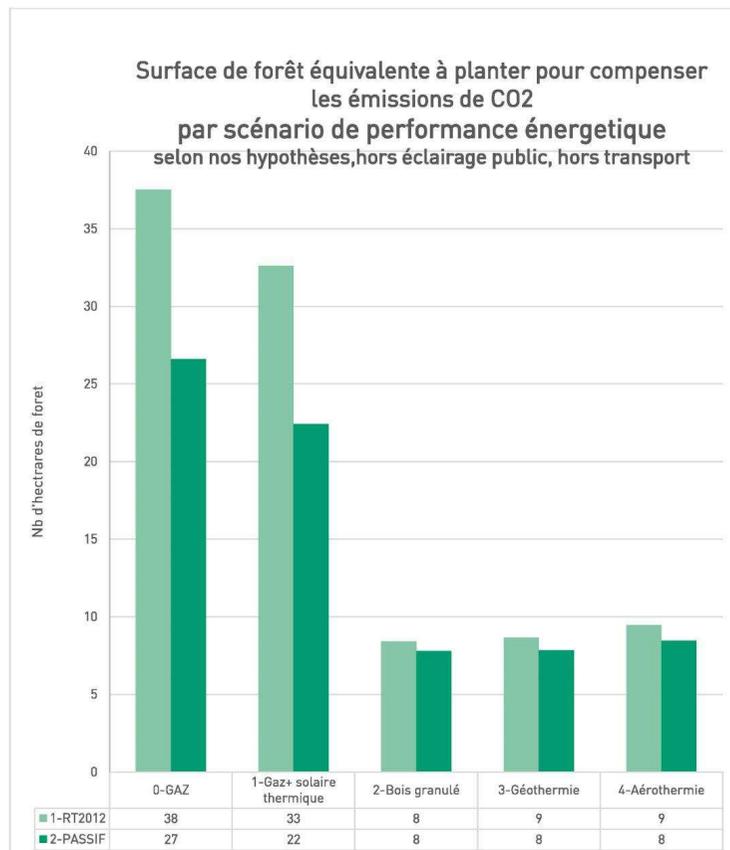


Figure 40 : Calcul de la surface boisée nécessaire en mesure compensatoire

Le scénario de référence nécessiterait donc, selon nos hypothèses, environ 38 ha de forêt en mesure compensatoire pour le niveau RT 2012, 27 ha pour le niveau PASSIF.

Les scénarios 2 intégrant le bois nécessiterait la plantation de 8 ha, soit une diminution par 4 à 5.

12. L'éclairage public

12.1. Rôles de l'éclairage public

En milieu urbain, l'éclairage public a plusieurs rôles :

- Paysager : perception de l'espace, continuité visuelle, esthétique, mise en valeur du patrimoine ;
- Ambiance lumineuse ;
- Guidage et confort visuel ;
- Sécurité des piétons, des automobilistes, des cyclistes et des biens

D'une manière plus générale, l'amélioration de la visibilité nocturne permet :

- de favoriser la sécurité des déplacements (piétons, cyclistes, véhicules à moteur) ;
- de diminuer l'éblouissement dû aux feux de véhicules ;
- d'améliorer l'estimation des distances ;
- de favoriser la sécurité des personnes et des biens ;
- de valoriser les espaces publics.

L'annexe 6 répertorie les textes qui régissent l'éclairage public ainsi que les grandeurs caractéristiques de l'éclairage et les différents types de lampe.

12.2. Enjeux pour un projet d'aménagement

Quatre grands enjeux peuvent être dégagés pour l'éclairage public :

- Sécurité et confort des usagers
- Réduction des consommations électriques
- Préservation de l'environnement et du ciel nocturne
- Réduction de la facture énergétique

En effet, l'utilisation excessive de la lumière artificielle pourra d'une part être importune (gêne visuelle à laquelle on ne peut se soustraire, halos lumineux, lumière intrusive dans les propriétés privées), d'autre part représenter une perte d'énergie que l'on peut facilement traduire en termes d'équivalents CO₂ consommés, et donc d'impact sur l'effet de serre.

L'éclairage public constitue un poste important dans le budget énergie d'une commune. En effet, selon l'ADEME, il représente, en moyenne :

- 48 % des kWh d'électricité consommés,
- 38 % de la facture totale d'électricité,
- 23 % de l'ensemble des dépenses énergétiques.

De plus, les charges de fonctionnement, de maintenance et d'entretien seront assurées par la collectivité.

Il importe donc d'anticiper les besoins et de réfléchir aux modalités d'éclairage public en amont du projet : cela contribuera également à limiter les coûts de fonctionnement pour les collectivités.

Faire le choix de matériels performants, respectueux de l'environnement (une consommation énergétique et un flux lumineux maîtrisés) tout en apportant le niveau de service attendu, est devenu un enjeu majeur pour les communes.

12.3. Quelques préconisations

La qualité d'éclairage dépend plus de l'homogénéité (uniformité) que du niveau d'éclairement. Ainsi, une mauvaise uniformité de l'éclairage entraîne de l'inconfort visuel (zones d'ombres, moindre éclairement).

Les préconisations qui suivent n'ont pas vocation à être exhaustives mais à donner des pistes de réflexion que l'aménageur devra intégrer à son projet urbain afin que l'impact environnemental de l'opération relatif à l'éclairage public (impact visuel et impact énergétique) soit le plus faible possible.

L'objectif est d'éclairer juste, en maîtrisant la consommation d'énergie et limitant la pollution lumineuse.

1. Etat des lieux

Clarifier les besoins en matière d'éclairage des rues. Toutes les voies ne doivent pas forcément être éclairées selon les mêmes modalités.

- Définir la nécessité d'éclairer ou non les différents types de voies
- Repérer les secteurs sensibles à la pollution lumineuse (fort impact sur la biodiversité)
- Hiérarchiser les voies en fonction du besoin d'éclairage
- Définir le niveau d'éclairement nécessaire par type de voie
- Définir les horaires d'allumage et/ou de réduction de puissance

2. Points lumineux

Déterminer le nombre de points lumineux et la hauteur de mat adaptés au classement des voies et au contexte urbain

Augmenter de l'interdistance entre les mâts grâce à des optiques adaptées tout en conservant une bonne uniformité d'éclairage.

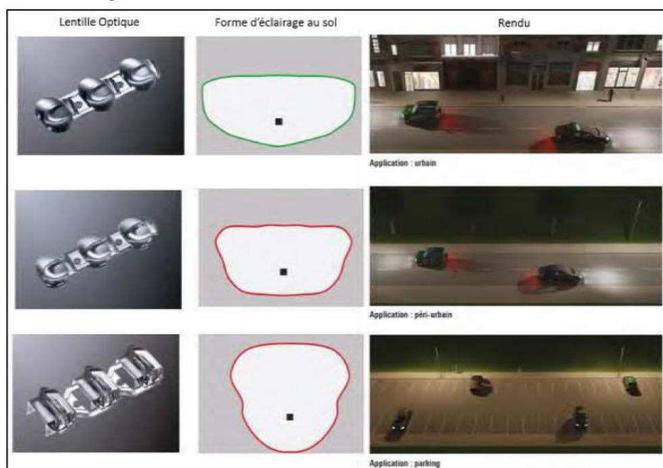


Figure 41: Exemple d'optiques (Source We-ef)

NB : le choix de l'optique permet également de limiter la lumière intrusive dans les propriétés privées

3. Type de lampe

Choisir des lampes adaptées au besoin (Indice de rendu couleur, rendement, etc.). Utiliser des lampes basse consommation (à vapeur de sodium – de type Sodium HP ou d'autres lampes ayant un rendement d'éclairage aussi performant) ou des LED.

4. Luminaire

Utiliser des réflecteurs à haut rendement. Eviter toute émission lumineuse au-dessus de l'horizon (pollution lumineuse).

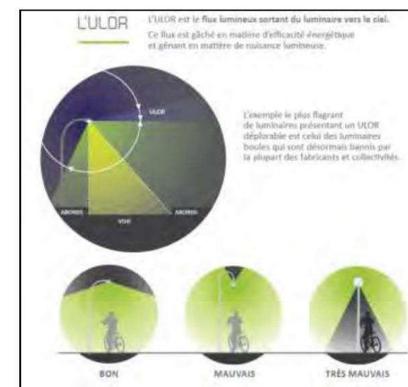


Figure 42: Illustration de l'ULOR (Source: Charte EP SDE35)

5. Lanternes

Choisir des type de lanterne qui facilité la maintenance (accessibilité) et préférer des lanternes recyclables

6. Ballasts d'allumage

Préférer les ballasts électroniques à longue durée de vie.

7. Puissance électrique spécifique

Définir des puissances limites en fonction de la largeur des rues et de leur importance, par exemple (à titre indicatif) :

- pour les rues d'une largeur de < 10 mètres : valeur cible : 2 W/m valeur limite : 3 W/m ;
- pour les rues d'une largeur de > 10 mètres : valeur cible : 4 W/m valeur limite : 6 W/m.

8. Heures de fonctionnement

Pose d'horloges astronomiques permettant l'extinction au cœur de la nuit (23h-6h) et l'allumage automatiques en fonction du lever et coucher du soleil.

Allumage le soir : quand la luminosité descend au-dessous de 40 lux pendant plus de 5 minutes.

Etude de dispositifs permettant la réduction de puissance de 22h-23h et 6h-7h : réduction de l'intensité lumineuse la nuit si une extinction n'est pas possible (variation de la puissance lumineuse ou extinction partielle).

9. Consommation d'énergie

Définir une valeur cible, par exemple : 8 kWh/m/an et une valeur limite haute, par exemple 12 kWh/m/an (kWh par mètre de rue et par an).

10. Electricité renouvelable

Couvrir avec de l'écocourant certifié une part à définir du besoin en électricité pour l'éclairage public.

Assurer avec des lampadaires solaires l'éclairage de rues non électrifiées ou difficilement électrifiables.

11. Etablir un plan de maintenance

12. Faire réaliser une étude d'éclairage