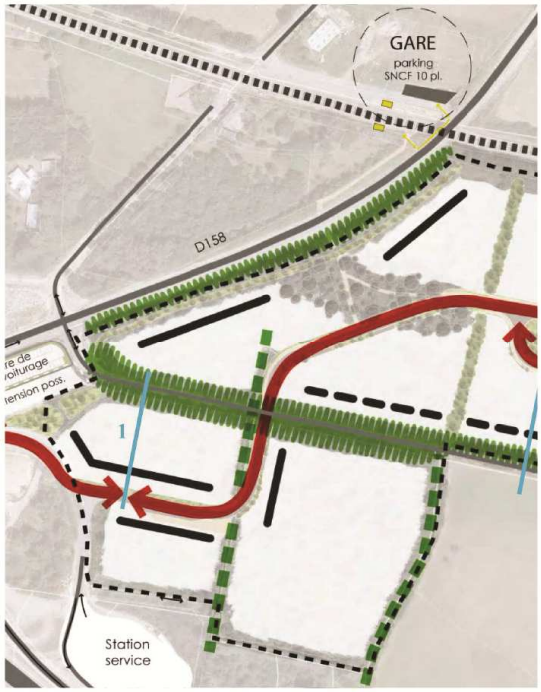
LORIENT AGGLOMÉRATION

Commune de BRANDÉRION

PROJET D'AMÉNAGEMENT DU
PARC D'ACTIVITÉS COMMUNAUTAIRE DE BOUL SAPIN



Autres annexes de l'étude d'impact

(Annexes 5, 6, 7, 8)

Annexe 5

Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables.

www.polenn.com

POLENN
INGENIERIE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

RAPPORT

Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

article L. 128.4 du Code de l'urbanisme

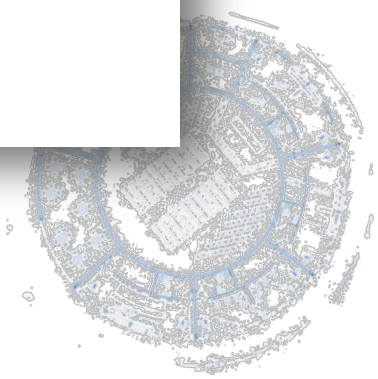
—

ZAC de Boul Sapin Parc d'activités communautaire, Brandérion (56)

MOA : Lorient Agglomération

Etude d'Impact : Ingerop

Décembre 2015
Version 4



POLENN
12, rue Jean-Marie David, 35740 PACÉ
Tél. 02 22 51 24 30 Fax 02 22 51 24 40
contact@polenn.com

Sarl au capital de 60 000 euros
RCS Rennes - 493 312 458 – 711 2B

OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 15 06 2958

Etude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

ZAC de Boul Sapin Parc d'activités communautaire,
Décembre 2015

Etude d'Impact : Ingerop

Nom du document : 2015-12-18- Rapport ENR-BoulSapin-V4.docx
Date de création du document : vendredi 18 décembre 2015
Auteur : Fanny PERRIER

Date	***Version***	***Rédaction***	***Validation***
10/12/2015	V1- Provisoire	F. PERRIER	M. DOUTE
16/12/15	V2- Corrections	F. PERRIER	
17/12/2015	V3- FINALE	F. PERRIER	
18/12/2015	V4- FINALE		

SOMMAIRE

SOMMAIRE **3**

LEXIQUE **5**

I. SYNTHESE DE L'ETUDE **6**

II. INTRODUCTION **10**

II.1. CONTEXTE DE LA ZAC 10
II.2. PRINCIPE ET METHODE DE L'ETUDE 10

III. POLITIQUES PUBLIQUES LIEES A L'ENERGIE **12**

III.1. PROCESSUS DE LUTTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE 12
III.2. EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE 14
III.3. AUDIT ENERGETIQUE OBLIGATOIRE EN ENTREPRISE 15
III.4. CONTEXTE ENERGETIQUE BRETON 16
III.5. LE CONTEXTE TERRITORIAL ET COMMUNAL 18

IV. PRESENTATION DE L'OPERATION **20**

IV.1. POSITIONNEMENT GEOGRAPHIQUE DE BRANDERION 20
IV.2. RELIEF DE LA COMMUNE 20
IV.3. SITUATION DU PROJET 21
IV.4. PERIMETRE D'ETUDE 22
IV.5. TOPOGRAPHIE 22
IV.6. VEGETATION ET BATI EXISTANT 23
IV.7. SCHEMA D'AMENAGEMENT ETUDIE 24
IV.8. PROGRAMMATION 26

V. PHASE 1 : SOURCES D'ENERGIE DISPONIBLES OU MOBILISABLES SUR LE SITE **27**

V.1. ENERGIES FOSSILES 27
V.2. ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION 28
V.3. POTENTIEL DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ENERGIES RENOUVELABLES 31
V.4. SYNTHESE DU POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LA ZONE 59
V.5. SYNTHESE SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ENERGIES MOBILISABLES 60

VI. PHASE 2 : DETERMINATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU QUARTIER **62**

VI.1. USAGES ENERGETIQUES ATTENDUS 62
VI.2. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DES BATIMENTS EN FIN D'OPERATION 64

VII. PHASE 3 : TAUX DE COUVERTURE DES BESOINS DE LA ZONE PAR LES ENR **67**

VII.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR MICRO-EOLIENNES 67
VII.2. PRODUCTION DE CHALEUR ET/OU D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE 67
VII.3. PRODUCTION DE CHALEUR PAR BOIS ENERGIE 69
VII.4. SYNTHESE 69
VII.5. EXEMPLES D'INTEGRATION D'ENERGIES RENOUVELABLES SUR UN PARC D'ACTIVITE 71

VIII. PHASE 4 : ETUDE DE L'IMPACT DE LA MOBILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES **72**

VIII.1. PRESENTATION DES SCENARIOS 72
VIII.2. COMPARAISON DES CONSOMMATIONS EN ENERGIE FINALE 73
VIII.3. COMPARAISON DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE 74
VIII.4. APPROCHE ECONOMIQUE 75

VIII.1. COMPATIBILITE AVEC LA DEPENDANCE ELECTRIQUE DE LA BRETAGNE 79
VIII.2. SYNTHESE DE L'ANALYSE DES SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE 80

IX. PHASE 5 : ETUDE D'OPPORTUNITE DE CREATION D'UN RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR LES ENR 82

IX.1. NOTION DE DENSITE ENERGETIQUE POUR UN RESEAU DE CHALEUR 83
IX.2. ETUDE D'OPPORTUNITE 84

X. PRECONISATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT D'ENERGIES RENOUVBELABLES EN ZONE D'ACTIVITE ET OPTIMISATION ENERGETIQUES D'UNE ZONE D'ACTIVITE 90

X.1. PRECONISATIONS EN FAVEUR DES ENERGIES RENOUVELABLES 90
X.2. PRECONISATIONS LIEES A LA MAITRISE DE L'ENERGIE 93
X.3. POUR ALLER PLUS LOIN : PRECONISATIONS LIEES AUX ECONOMIES D'ENERGIES PROCESS 93
X.4. ECOLOGIE INDUSTRIELLE 94
X.5. QUELQUES EXEMPLES 97

XI. PROSPECTIVE : PISTES DE MESURES COMPENSATOIRES 100

XI.1. PRINCIPE DE LA COMPENSATION CARBONE 100

XII. L'ECLAIRAGE PUBLIC 103

XII.1. ROLES DE L'ECLAIRAGE PUBLIC 103
XII.2. ENJEUX POUR UN PROJET D'AMENAGEMENT 103
XII.3. QUELQUES PRECONISATIONS 104
XII.4. CONSOMMATION ENERGETIQUE ATTENDUE POUR L'ECLAIRAGE PUBLIC 106

XIII. 1ERE APPROCHE LES TRANSPORTS ET L'ENERGIE GRISES DES MATERIAUX 107

XIII.1. LES TRANSPORTS 107
XIII.2. ENERGIE GRISE DES MATERIAUX 110

ANNEXES : FICHES TECHNIQUES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES 111

FICHE ENERGIE SOLAIRE GENERALITES 111
FICHE ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE 115
FICHE POMPES A CHALEUR 116
FICHE ENERGIE EOLIENNE 118
FICHE GEOTHERMIE 121
FICHE : RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES 125
FICHE ENERGIE MARINES RENOUVELABLES EN BRETAGNE 127
FICHE REGLEMENTATION POUR L'INSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE 130
FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS COLLECTIVES 131
FICHE RESEAUX DE CHALEUR 136
FICHE FOURNISSEURS D'ELECTRICITE VERTE 138

ANNEXE 2 : REGLEMENTATION THERMIQUE 2012 139

ANNEXE 5 : EMISSIONS DE CO_2 143

ANNEXE 6 ECLAIRAGE PUBLIC 144

ANNEXE 6 : EXEMPLES D'OPTIMISATION ENERGETIQUES : 147

ANNEXE 7 : HYPOTHESES RELATIVES AUX EMISSIONS POLLUANTES DES TRANSPORTS 150

LEXIQUE

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AMO	Assistance à maîtrise d'ouvrage
BBC	Bâtiment Basse Consommation (label de la RT 2005)
Bbio	Besoins bioclimatique (indicateur de la RT 2012
BE	Bureau d'étude
BEPOS	Bâtiment à Energie Positive (qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme)
Cep	Consommation d'énergie primaire (indicateur de la RT 2012 en kWhep/m²de SHON RT/an))
CET	Chauffe-eau Thermodynamique
COP	Coefficient de Performance
DPE	Diagnostic de performance énergétique
ECS	Eau chaude sanitaire
EIE	Espace Info Energie
Energie finale	Energie utilisable après les opérations d'extraction, de production, de transport etc.
Energie primaire	Energie disponible avant exploitation ou transformation
ENR	Energies Nouvelles et Renouvelables ou ENergies Renouvelables
GES	Gaz à effet de serre
HPE	Haute Performance Energétique (label de la RT 2005)
HQE	Haute Qualité Environnementale
kWhep	kiloWatt.heure d'énergie primaire
MIG	Maison Individuelle groupée
ODEM	Observatoire départemental de l'environnement du Morbihan
PAC	Pompe à Chaleur
Passif	Bâtiment très faiblement consommateur d'énergie
Passivhaus	référentiel de construction passive (besoins Chauffage < 15 kWh/m²/an)
PHPP	Logiciel de calcul thermique relatif au référentiel Passivhaus allemand
RCU	Réseau de chaleur Urbain
RT	Réglementation Thermique
RT 2005	Règlementation thermique précédente
RT 2012	Règlementation thermique en vigueur
SDP	Surface De Plancher
SHAB	Surface habitable
SHON	Surface hors œuvre nette
SHON RT	SHON considérée dans la règlementation thermique
STD	Simulation thermique dynamique
Teq CO_2	Tonne équivalent CO2
THPE	Très Haute Performance Energétique (label de la RT 2005)
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté (Urbanisme)

I. SYNTHESE DE L'ETUDE

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

Le tableau suivant présente une synthèse du potentiel de l'opération vis-à-vis des sources d'énergies renouvelables, ainsi que de leurs conditions de mobilisations.

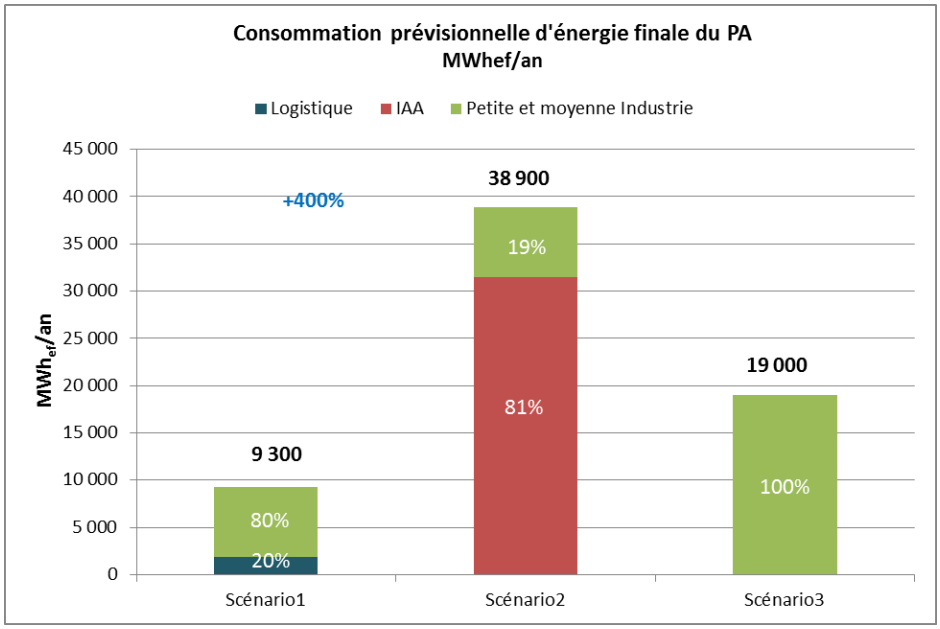
Energie	Potentiel du terrain	Conditions de mobilisation
Petit éolien	+	Etude précise des vents à réaliser en phase réalisation et après la construction des bâtiments
Grand éolien	-	Impossible à moins de 500 m d'une zone d'habitation, + servitude aérienne
Solaire	+++	Orientation Sud des bâtiments et conception bioclimatique Réaliser un modèle 3D pour évaluer précisément l'ensoleillement et notamment les ombres portées des bâtiments **et de la végétation**
Apports passifs	+++	Conception bioclimatique (maximiser les apports solaires en hiver, s'en protéger en été)
Solaire thermique	++	Panneaux solaires thermiques en toiture et/ou brises- soleil (étude approfondie à réaliser). Besoins d'eau chaude importants. Orientation sud des toitures ou toits terrasses
Solaire photovoltaïque	+++	Panneaux photovoltaïques : prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la faisabilité technico-économique et les possibilités de positionnement (en toiture, en brise-soleil, en ombrière de parking, sur des candélabres, …) Orientation Sud des toitures ou toits terrasses
Géothermie		
sur sol	+	La réalisation d'un forage test et d'une étude de faisabilité est indispensable pour confirmer le potentiel et déterminer les modalités d'exploitation.
sur nappe	+	
Récupération d'énergie sur les eaux usées		
En pied de bâtiment	++	-Bâtiment de taille significative + évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes
STEP	-	-Valorisation possible
Biogaz	+	Pas d'installation de production à proximité Un projet de méthanisation territoriale est en cours d'étude
Hydraulique (électricité)	-	Cours d'eau non exploitable
Bois	+++	Prévoir stockage et approvisionnement Filière bois énergie régionale en cours de structuration
Récupération d'énergie sur les process	++	Potentiel à confirmer en fonction des activités installées sur la ZAC

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

Aujourd'hui, la répartition des types d'activités n'est pas connue, trois hypothèses de scénarios de programmation ont été étudiées : deux scénarios découpés en 5 lots répartis en 1 grand lot et 4 lots plus petits, un scénario est découpé en 10 lots.

Typologie des bâtiments	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
	Nombre de bâtiments	SDP moyenne par bâtiment (m²)	Nombre de bâtiments	SDP moyenne par bâtiment (m²)	Nombre de bâtiments	SDP moyenne par bâtiment (m²)
Logistique	*1*	*12 600*	*0*		*0*	
Petite et moyenne Industrie	*4*	*3 700*	*4*	*3 700*	*10*	*3 800*
IAA ou grande industrie	*0*		*1*	*12 600*	*0*	
Total	**5**	***27 400***	***5***	***27 400***	***10***	***38 000***

Les besoins en énergie de la ZAC ont été évalués pour chaque scénario de programmation :



Pour chaque scénario de programmation nous avons estimé le taux de couverture des besoins en énergie par type d'énergie renouvelable :

	Taux de couverture moyen des besoins par les énergies renouvelables								
	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3		
Energie	Chaleur	Electricité	Total	Chaleur	Electricité	Total	Chaleur	Electricité	Total
Besoins	**4 270**	**5 020**	**9 300**	**22 600**	**16 300**	**38 900**	**9 500**	**9 500**	**19 000**
Solaire thermique	75%	0%	34%	14%	0%	8%	47%	0%	23%
Solaire photovoltaïque	0%	25%	13%	0%	8%	3%	0%	18%	9%
Bois granulés	100%	0%	46%	100%	0%	58%	100%	0%	50%
Bois plaquette	80%	0%	37%	80%	0%	47%	80%	0%	40%

L'impact du recours aux énergies renouvelables a été étudié à travers des scénarios d'approvisionnement en énergie .Les tableaux suivant proposent une synthèse qualitative des résultats obtenus :

Le code couleur traduit la réponse du scénario aux critères proposés.

Scénario de programmation 1 - Logistique				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz + électricité				
S4 : Bois granulés+ électricité				

Scénario de programmation 2 - IAA				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz				
S4 : Bois granulés+ électricité				

Scénario de programmation 3 – Moyenne industries				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz				
S4 : Bois granulés+ électricité				

LEGENDE Scénario

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

Le recours aux énergies renouvelables permettrait de réduire certains besoins énergétiques mais surtout les émissions de gaz à effet de serre. De plus, le recours aux énergies renouvelables, produites localement, permet de sécuriser l'approvisionnement et de mieux maitriser le coût.

Le recours au solaire passif (bioclimatisme), au solaire actif (production de chaleur ou d'électricité), à la biomasse sont donc des solutions à privilégier.

L'étude d'opportunité de création de réseau de chaleur montre que plusieurs configurations de réseau de chaleur desservant tout ou partie de la ZA seraient pertinentes mais devront être confirmés lorsque les entreprises accueillies sur la zone seront connues. Le choix d'un réseau de chaleur vertueux, alimenté à plus de 50% par des énergies renouvelables est avantageux d'un point de vue économique et environnemental.

La mise en place d'une démarche d'écologie industrielle présente un intérêt économique et environnemental.

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

	Consommation énergétique annuelle estimée	Emissions de CO_2 t/an
Bâtiments	7 150 à 44 550 MWh_{ef}/an	370 à 8 100 t/an
Transport de personnes		130 t/an
Eclairage	3,3 à 8,3 MWh/an	0,6 à 1,5 t/an

Figure 1: Synthèse des impacts estimés d'un point de vue énergétique et effet de serre

Un ensemble de préconisations ont été formulées en faveur de la maitrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables :

- **Engagement politique et financier**
  - Faire réaliser des forages et une étude de faisabilité géothermie
  - Subventionner la mise en place de panneaux PV
- **Composition urbaine**
  - Orientation sud des parcelles
  - Limites de constructibilité définies de manières à limiter les ombres portées
  - Réserver du foncier pour la construction d'une chaufferie collective et le stockage de bois
  - Financer des entretiens conseil sur la performance énergétique et les ENR
  - Mettre en place des mesures incitatives pour le recours aux ENR
- **Orientations du règlement**
  - Encourager/imposer la réalisation d'études de faisabilité pour le développement d'énergies renouvelables
  - Imposer le recours à une énergie renouvelable
  - Limiter de hauteur des bâtiments au Sud
  - Encourager le recours à un fournisseur d'électricité verte
- **Prescriptions architecturales**
  - Conception bioclimatique des bâtiments
  - Encourager/ imposer les toitures terrasses
  - Imposer le regroupement des installations techniques afin de laisser de la surface libre en toiture pour intégrer des panneaux solaires.
  - Imposer la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques
  - Encourager/ imposer le recours à l'éclairage naturel
  - Encourager/ imposer la réalisation d'une étude d'optimisation de l'éclairage naturel
  - Encourager la démarche de conception en haute Qualité Environnementale (HQE) selon le référentiel Certivéa

II. INTRODUCTION

II.1. CONTEXTE DE LA ZAC

Lorient agglomération souhaite créer une Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) sur le territoire de la Commune de Brandérion. Le périmètre du secteur s'étend sur environ 11 ha.

Ce document présente l'étude du potentiel de développement des énergies renouvelables sur le projet d'aménagement.

II.2. PRINCIPE ET METHODE DE L'ETUDE

La première loi issue du Grenelle de l'Environnement adoptée par l'Assemblée nationale le 29 juillet 2009 définit 13 domaines d'action visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces domaines d'action, le recours aux énergies renouvelables est particulièrement mis en avant. L'article 8 de la Loi Grenelle 1 modifie notamment l'**article L128-4 du Code de l'Urbanisme** en précisant que :

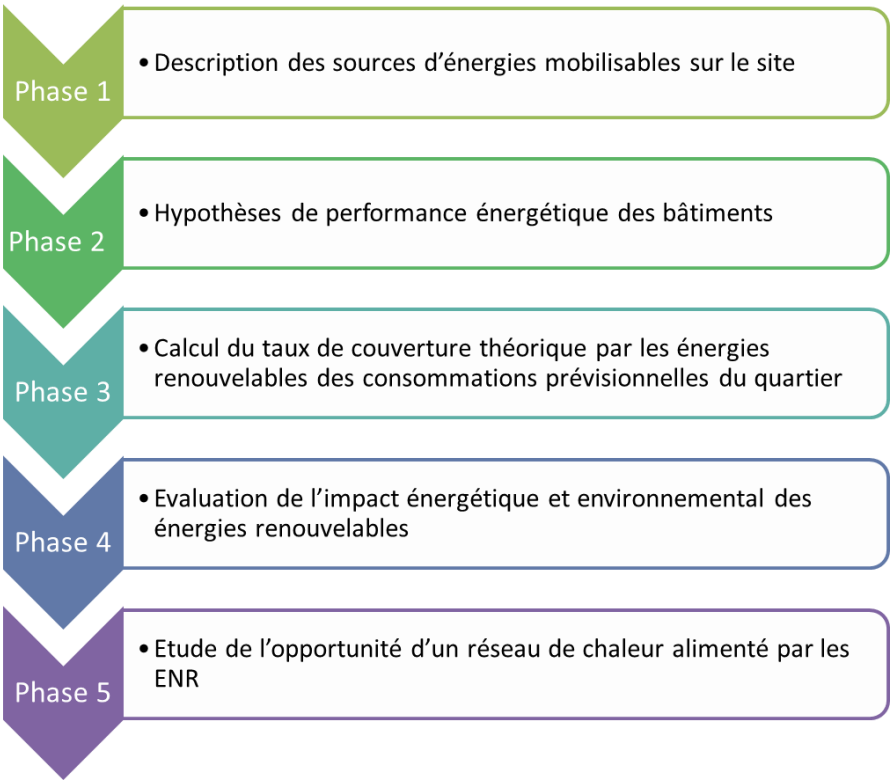
« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

Cette étude vise à dresser un état des lieux des énergies renouvelables qui pourraient être utilisées sur le projet et à définir notamment les possibilités d'implantation de systèmes centralisés permettant de fournir l'énergie nécessaire aux bâtiments à travers des réseaux de chaleur par exemple.

Elle vise également à définir la part relative à l'énergie dans l'impact environnemental global du projet.

L'évolution culturelle et réglementaire actuelle impose en effet la réalisation de bâtiments de plus en plus performants (approche bioclimatique, meilleure isolation, utilisation d'équipements performants et d'énergies renouvelables) afin de limiter globalement l'impact du secteur du bâtiment sur l'appauvrissement des ressources fossiles et sur le dérèglement climatique.

Après avoir rappelé le contexte géopolitique et règlementaire 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.

III. POLITIQUES PUBLIQUES LIEES A L'ENERGIE

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 règlementations, 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.

III.1. PROCESSUS DE LUTTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

III.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 CO_2 au niveau de celles de 1990 à l'horizon 2010.

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

En 2015, la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques se tiendra **à Paris**. Cette conférence devra marquer une **étape décisive** dans la négociation du futur accord international qui entrera en vigueur en 2020, en adoptant ses grandes lignes, avec comme objectif que tous les pays, dont les plus grands émetteurs de gaz à effet de serre - pays développés comme pays en développement - soient engagés par un accord universel contraignant sur le climat.

III.1.2. PROCESSUS EUROPEEN ET NATIONAL

Dans le cadre des accords de Kyoto, la communauté européenne a fixé l'objectif communautaire: **"3 X 20 en 2020"** :

- réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 par rapport à 1990 ;
- 20 % d'énergies renouvelables en Union Européenne en 2020 ;
- baisse de 20 % de la consommation d'énergie par rapport aux projections pour 2020.

Parallèlement, **la France s'est engagée à tenir le Facteur 4 : diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.**

De plus, le Grenelle de l'Environnement a accéléré l'évolution des règlementations au niveau français, notamment celle de la règlementation thermique des bâtiments neufs et existants.

Le projet de **loi sur la transition énergétique**, en seconde lecture à l'Assemblée en Mai 2015, a été **adopté le 26 Mai**. De grands objectifs en matière énergétique ont été adoptés : **réduction de 50% de la part du nucléaire** dans la production totale d'électricité à l'horizon 2025, **réduction de 50% la consommation énergétique finale** entre 2012 et

2050, une **baisse de 40% des émissions de gaz à effet de serre** sur la période 1990-2030, ou encore **augmentation de la part d'énergies renouvelables à 32%** dans la consommation d'ici à 15 ans.

III.1.3. PROCESSUS LOCAUX

Des processus locaux sont également à l'œuvre. De plus en plus de territoires engagent des Plans Climat Energie Territoriaux (PCET).

La région Bretagne a arrêté son Schéma Régional Climat Air Energie le 04 Novembre 2013. Le schéma de la Bretagne couvre la période 2013 - 2018. Il s'appuie sur deux scénarios : l'un, dit de référence, qui transpose au niveau régional des mesures issues du Grenelle de l'Environnement, et l'autre, dit scénario volontariste, qui se veut plus ambitieux. En se basant sur ces scénarios, le SRCAE de la Bretagne évalue un potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020 de 8 % dans le scénario de référence et de 17 % dans le scénario volontariste. La réduction des consommations d'énergie visée par le SRCAE est de 12 % pour le scénario de référence et de 26 % pour le scénario volontariste en 2020. Enfin, un ensemble d'objectifs est également fixé pour toutes les énergies renouvelables.

Enfin, certaines collectivités territoriales s'engagent de manière plus prononcée, en signant notamment la **Convention des Maires.** Il s'agit d'un engagement à **dépasser les objectifs de l'Union Européenne d'ici 2020**, à savoir réduire de 20% les émissions de CO_2 sur leurs territoires, **par une meilleure efficacité énergétique et l'utilisation et la production d'une énergie moins polluante.**

Lorient Agglomération est engagée dans une démarche PCET (conjointement à son Agenda 21)

Lorient Agglomération a arrêté son Plan Climat en mars 2012 et a signé au même moment la convention des maires.

III.2. EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE EN FRANCE

Le grenelle de l'environnement a accéléré l'évolution des règlementations thermiques.

La RT 2012 best en vigueur depuis le 1er janvier 2013.

Le niveau de performance énergétique des futurs bâtiments et la place des énergies renouvelables dans une opération d'aménagement sont fortement impactés par cette évolution.

Le niveau de performance énergétique de référence de la RT 2012 correspond, pour simplifier, au niveau du label BBC de la RT 2005. L'objectif annoncé étant d'atteindre le niveau de performance de bâtiments passifs et à énergie positive à horizon 2020. Cette évolution est rappelée sur le schéma ci-dessous :

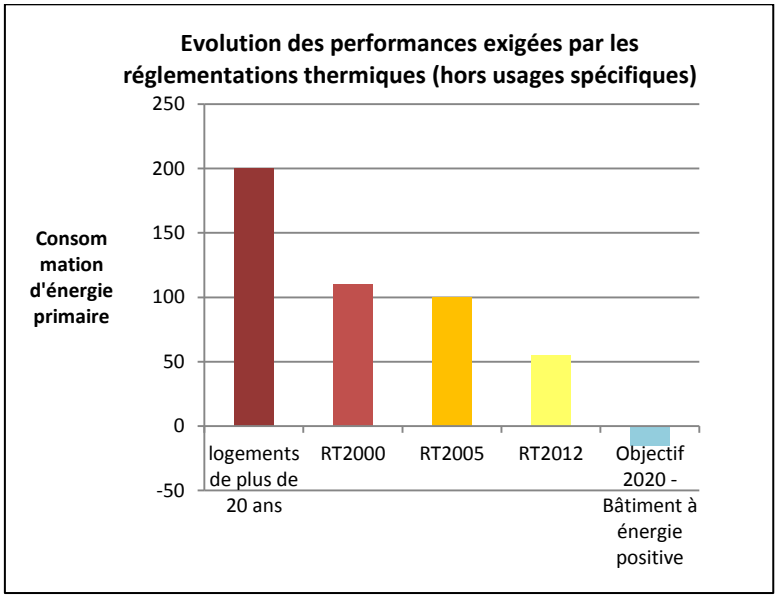


Figure 2: Evolution des performances exigées par les réglementations thermiques

Extraits du site officiel http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr :

Ce qui ne change pas :

- les exigences à respecter seront de deux types : des exigences de performances globales (consommation d'énergie et confort d'été) et des exigences minimales de moyens ;

- la RT 2012 s'articule toujours autour de cinq usages énergétiques : chauffage, climatisation, production d'eau chaude sanitaire, éclairage et auxiliaires (ventilation, pompes…).

Ce qui change :

- les **exigences de performance énergétique globales** seront uniquement exprimées en **valeur absolue** de consommation pour plus de clarté : **niveau moyen très performant exigé, à 50 kWh/m²/an** (et non plus en valeur relative par rapport à une consommation de référence recalculée en fonction du projet), modulé en fonction de l'altitude et de la zone climatique du projet notamment.

- l'introduction d'une **exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti** pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel. Cette exigence prendra en compte **l'isolation thermique** et permettra de **promouvoir la conception bioclimatique** d'un bâtiment ;

- la suppression des exigences minimales n'ayant plus lieu d'être dans le nouveau cadre technique fixé;

- l'introduction de **nouvelles exigences minimales** traduisant des volontés publiques fortes : **obligation de recours aux énergies renouvelables**, obligation de traitement des ponts thermiques (fuites de chaleur), obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements neufs, etc.

La notion de **label de performance énergétique sera reconduite** : ces labels ont permis de proposer des « paliers » de performance énergétique dans la RT 2005, afin d'encourager les maîtres d'ouvrage à améliorer leur projet, le dernier palier étant le label BBC. L'objectif de la RT 2012 étant de conduire le milieu du bâtiment à atteindre le bâtiment à énergie positive en 2020, les nouveaux « paliers » sont en cours de définition.

La **justification des performances énergétiques est également introduite dans la RT 2012** sous la forme d'attestations, définies par le décret 2011-544 du 18/05/2011 :

- attestation par le maître d'ouvrage au **dépôt de la demande de permis de construire** de la réalisation de l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies et de la prise en compte de la réglementation thermique ;

- attestation par le maître d'ouvrage à **l'achèvement des travaux que le maître d'œuvre a pris en compte la réglementation thermique**. L'attestation est réalisée par un contrôleur technique, un diagnostiqueur, un organisme certificateur ou un architecte.

Cas particulier des bâtiments d'activité
La réglementation thermique ne s'applique pas :

- *aux bâtiments et parties de bâtiment dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12 °C ;*
- *aux bâtiments ou parties de bâtiment destinés à rester ouverts sur l'extérieur en fonctionnement habituel ;*
- *aux bâtiments ou parties de bâtiment qui, en raison de contraintes spécifiques liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air, et nécessitant de ce fait des règles particulières ;*
- *aux bâtiments ou parties de bâtiment chauffés ou refroidis pour un usage dédié à un procédé industriel*

De ce fait, certaines parties (ateliers, chaine de production…) des bâtiments de la future Zone d'Activités ne seront pas soumis à cette réglementation.

III.3. AUDIT ENERGETIQUE OBLIGATOIRE EN ENTREPRISE

La réalisation d'un premier audit de leurs usages énergétiques est obligatoire avant le 5 décembre 2015 pour certaines catégories d'entreprises. L'audit doit ensuite être renouvelé tous les 4 ans.

Une entreprise est concernée si elle respecte l'une des conditions suivantes :

- Elle emploie plus de 250 salariés,
- Elle effectue un chiffre d'affaires hors taxe annuel de plus de 50 millions d'euros ou un total de bilan de plus de 43 millions d'euros.

Les entreprises certifiées ISO 50001 (système de management de l'énergie certifié) sont exemptées de cette obligation.

En application de la directive 2012/27/UE du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, la loi du 16 juillet 2013 oblige les grandes entreprises à réaliser, tous les 4 ans, un audit énergétique de leurs activités.

L'audit énergétique, réalisé par un auditeur interne ou externe, consiste en une analyse méthodique des flux et des consommations énergétiques d'un site, d'un bâtiment ou d'un organisme. L'objectif est de de permettre aux entreprises d'identifier les domaines ou secteurs dans lesquels des économies d'énergie sont possibles et de proposer des solutions d'amélioration.

III.4.CONTEXTE ENERGETIQUE BRETON

La Bretagne connait 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 rupture d'approvisionnement

- Une faible production électrique : 9% de sa consommation
- Une forte croissance démographique et un dynamisme économique qui augmentent les besoins en proportion plus importante, malgré une situation actuellement moins énergivore que le reste du territoire français.

La région rencontre donc des difficultés récurrentes et de plus en plus importantes pour répondre aux besoins en électricité des territoires. Elle est par ailleurs très dépendante des territoires limitrophes producteurs d'électricité (Régions Basse-Normandie et Pays de la Loire notamment).

Plusieurs dispositifs politiques visent à réduire cette dépendance électrique et énergétique de la région

III.4.1. LE PLAN ECO ENERGIE POUR LA BRETAGNE

Ce programme d'actions conjointes mis en œuvre par l'Etat, l'Ademe et la Région Bretagne s'articule autour de trois missions majeures :

- **Maîtriser la consommation d'énergie et développer les énergies renouvelables dans la perspective de la mise en œuvre d'un plan climat régional,**
- Créer une dynamique d'éco-responsabilité au niveau de la production et de la consommation d'énergie,
- Améliorer les connaissances et en favoriser la communication, l'information et la diffusion.

Fédérées autour du slogan et du sigle **« Rassemblons nos énergies ! Plan Eco-Energie Bretagne »**, les trois institutions ont fixé des axes d'actions prioritaires :

- Le soutien aux collectivités locales, aux entreprises, aux acteurs économiques, aux associations à travers des appels à projets, des aides à la décision, l'élaboration d'outils méthodologiques, un accompagnement des opérations exemplaires.
- La **sensibilisation du grand public aux modes de consommation et aux comportements responsables en matière d'énergie**, en particulier par le développement du réseau breton des espaces Info-énergie.
- La création de l'Observatoire de l'énergie et des gaz à effets de serre.

Rassemblons nos énergies!
PLAN ÉCO-ÉNERGIE BRETAGNE

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

III.4.2. LE PACTE ELECTRIQUE BRETON

Co-signé le 14 décembre 2010 par l'État, la Région Bretagne, l'ADEME, RTE et l'ANAH (Agence nationale de l'habitat), le Pacte électrique breton a pour objectif de sécuriser l'avenir électrique de la Bretagne. Ca pacte propose des réponses autours des 3 grands axes suivant :

- La **maîtrise de la demande en électricité**

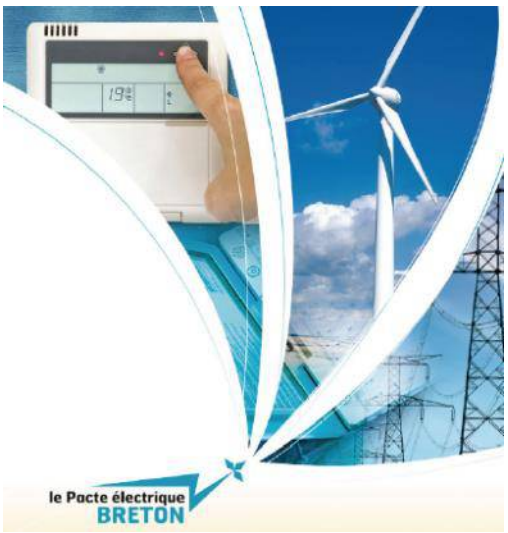
l'objectif est de **diviser par 3 la progression de la demande en électricité d'ici 2020** en poursuivant la sensibilisation du grand public, soutenant l'animation des politiques énergétiques sur les territoires, en renforçant les dispositifs de rénovation thermique des logements, etc.

- 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.

III.5.LE CONTEXTE TERRITORIAL ET COMMUNAL

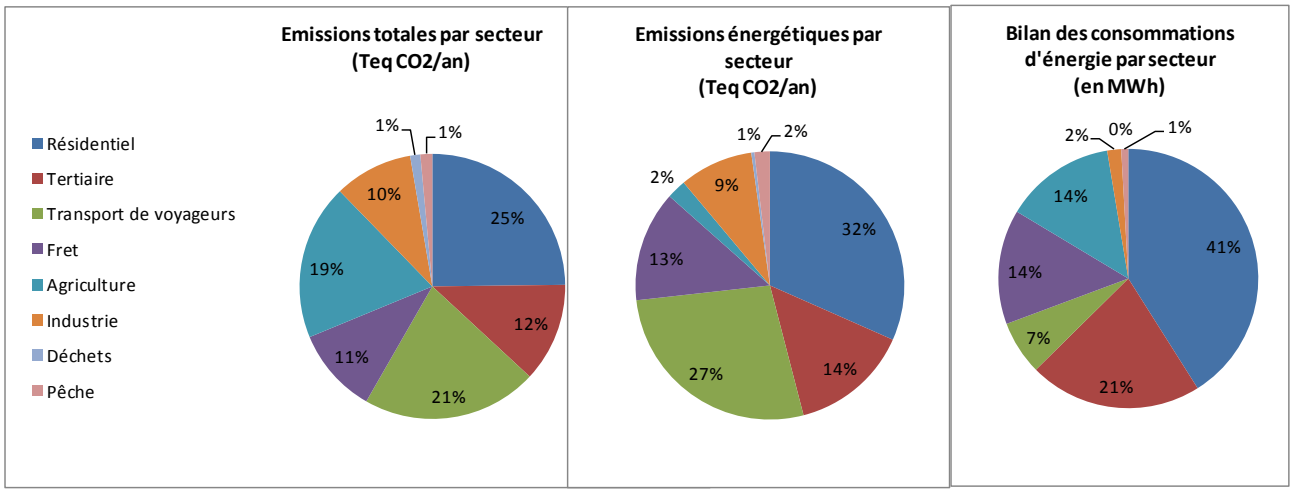
Le SCoT du Pays de Lorient approuvé en 2006, est en révision depuis Octobre 2013. Le DOG initial préconise des actions en faveur de la maitrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables :

- *La valorisation des sources d'énergie renouvelables et endogènes du territoire, notamment en lien avec la profession agricole (implantation et exploitation des ressources), est à promouvoir.*
- *L'implantation d'éoliennes et de capteurs solaires est à favoriser et à faciliter sur le territoire par des dispositions adaptées dans les documents d'urbanisme.*
- *Les possibilités d'aménagement de parcs relais sont à prévoir à proximité des échangeurs routiers pour le développement du co-voiturage*

Lorient agglomération est engagée dans une démarche Plan Climat Energie Territorial (PCET), conjointement à son Agenda 21(*adopté en mars 2012).*

Le Plan Climat territorial s'articule autour de deux volets : un volet dit « Atténuation » visant la réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre ; un volet dit « Adaptation » portant sur la vulnérabilité du territoire face aux changements climatiques prévisibles.

Un Bilan énergie – Gaz à effet de serre sur le patrimoine et les compétences de l'agglomération a été réalisé en 2011 et réinitialisé en 2015. Les données territoriales sont traitées dans l'outil ENERGES géré par l'OREGES :



La consommation d'énergie de l'agglomération est principalement liée aux bâtiments résidentiels et tertiaires. Les émissions de gaz à effet de serre d'origine énergétique sont principalement liées à l'habitat et aux transports.

L'Agenda 21 de Lorient Agglomération balaie l'ensemble des politiques publiques afin de trouver un équilibre de développement d'un territoire aux trois composantes bien identifiées : rade, mer et vallées. L'Agenda 21 de Lorient Agglomération regroupe 50 actions parmi lesquelles nous pouvons citer :

- Le soutien aux filières énergies renouvelables marines,
- La maîtrise de la consommation d'espace,
- Garantir qualité de la construction neuve,
- La promotion des modes de déplacements doux,
- L'amélioration des performances énergétiques des bâtiments.

Dans le cadre du programme européen «LEADER», Lorient Agglomération a missionné AudéLor pour une analyse de la structuration d'une filière locale bois énergie dans le pays de Lorient.

Lorient Agglomération et plusieurs communes du territoire proposent des subventions pour l'installation de système utilisant le bois ou le soleil comme énergie chez les particuliers.

Lauréat de l'appel à projet « Boucle énergie Locale » du conseil régional, Lorient agglomération a lancé sa **boucle énergétique de Lorient agglomération (BIENLA)**.

L'objectif de Lorient Agglomération est de faire émerger des projets innovants dans les champs d'actions suivants : maîtrise de la demande en énergie, réseaux intelligents et stockage de l'énergie, développement des énergies renouvelables.

Le projet de boucle énergétique coordonné par Lorient Agglomération, et animé par ALOEN, a donc pour objectif de :

- Mettre en réseau les acteurs du domaine de l'énergie en favorisant la diffusion d'expériences par l'organisation de manifestations locales en collaboration avec les universités, les associations de consommateurs, les organisations professionnelles, etc. ;
- Renforcer la mobilisation des partenaires autour de l'enjeu énergétique ;
- Mettre en œuvre des actions et développer des projets opérationnels ;
- Faire émerger des filières économiques dans le domaine de la maîtrise des consommations, de la rénovation des bâtiments, des énergies renouvelables, etc.
- Sensibiliser tous les acteurs du territoire aux questions énergétiques…

Lorient Agglomération est labellisée **Cit'ergie** depuis juin 2015 et lauréate de l'appel à projet **Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte** depuis décembre 2014.

Sur le territoire de Lorient Agglomération, l'agence locale de l'énergie**, ALOEN**, a pour mission l'accompagnement des porteurs de projets et le développement des actions de formation et de sensibilisation auprès des parties prenantes de la thématique. La priorité doit être donnée à la sensibilisation à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables des promoteurs immobiliers et des entreprises sur les zones d'activité et ZAC, via notamment l'élaboration d'un référentiel intégrant les questions énergétique.

Le PLU de la commune de Brandérions a été approuvé le 10 Avril 2013 et modifié le 24 janvier 2014.

Le rapport de présentation indique à l'état initial que « Des actions menées de manière concertée avec les agriculteurs ont pour objectif la plantation de haies afin de permettre le renouvellement du bocage ancien. L'entretien des haies existantes, la création de talus et la valorisation du bois d'œuvre, **bois-énergie** assurent la pérennité et le bon renouvellement dans le temps du maillage bocager. »

L'orientation 1 du Projet d'aménagement et de développement durable – Poursuivre un développement mesuré et raisonné du territoire communal- se décline en 5 actions dont la production d'habitat favorisant les économies d'énergies.

IV. PRESENTATION DE L'OPERATION

IV.1. POSITIONNEMENT GEOGRAPHIQUE DE BRANDERION

La ville de Brandérion se situe au Nord-Est de Lorient dans le département du Morbihan :

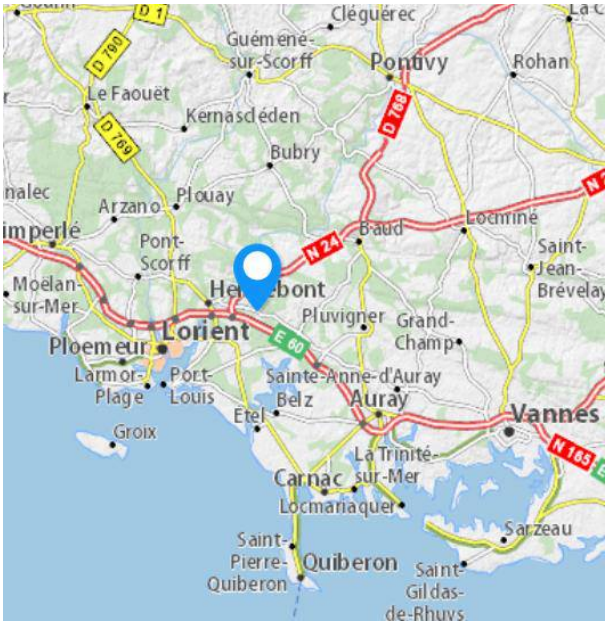


Figure 3 : Localisation de Brandérion (Via Michelin)

IV.2. RELIEF DE LA COMMUNE

La figure suivante présente le relief de la commune°:

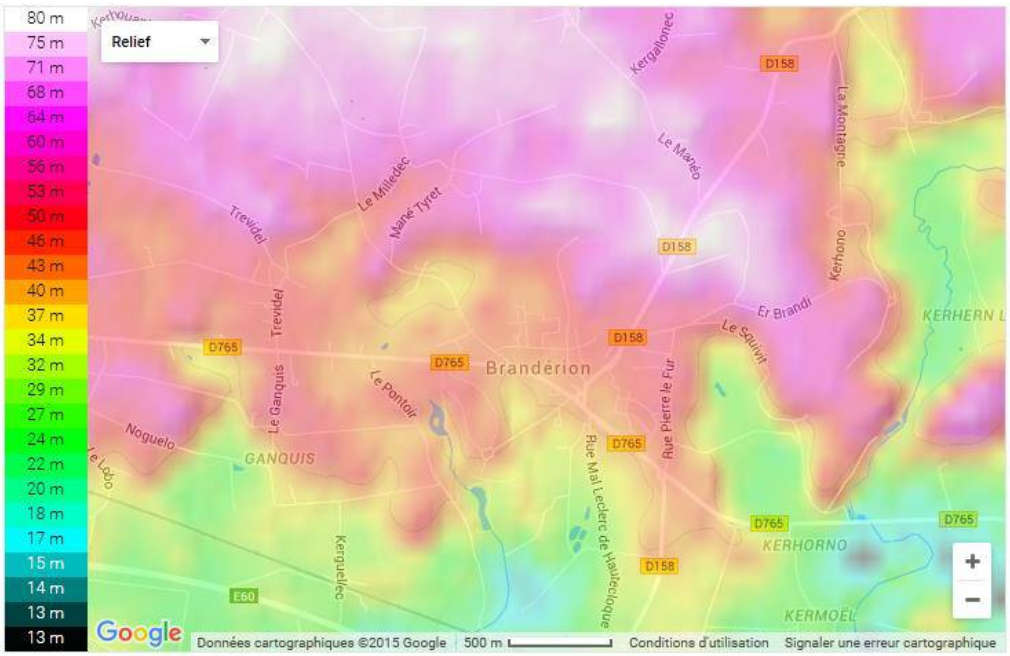


Figure 4: Carte topographique de Brandérion (Source : cartes-topographiques.fr)

La commune de Brandérion est vallonnée au Nord et marqué par la vallée du ruisseau de Kerlivio au Sud

IV.3. SITUATION DU PROJET

Le projet se situe au Sud de la commune, en bordure de la RN 165 et de la voie ferrée :

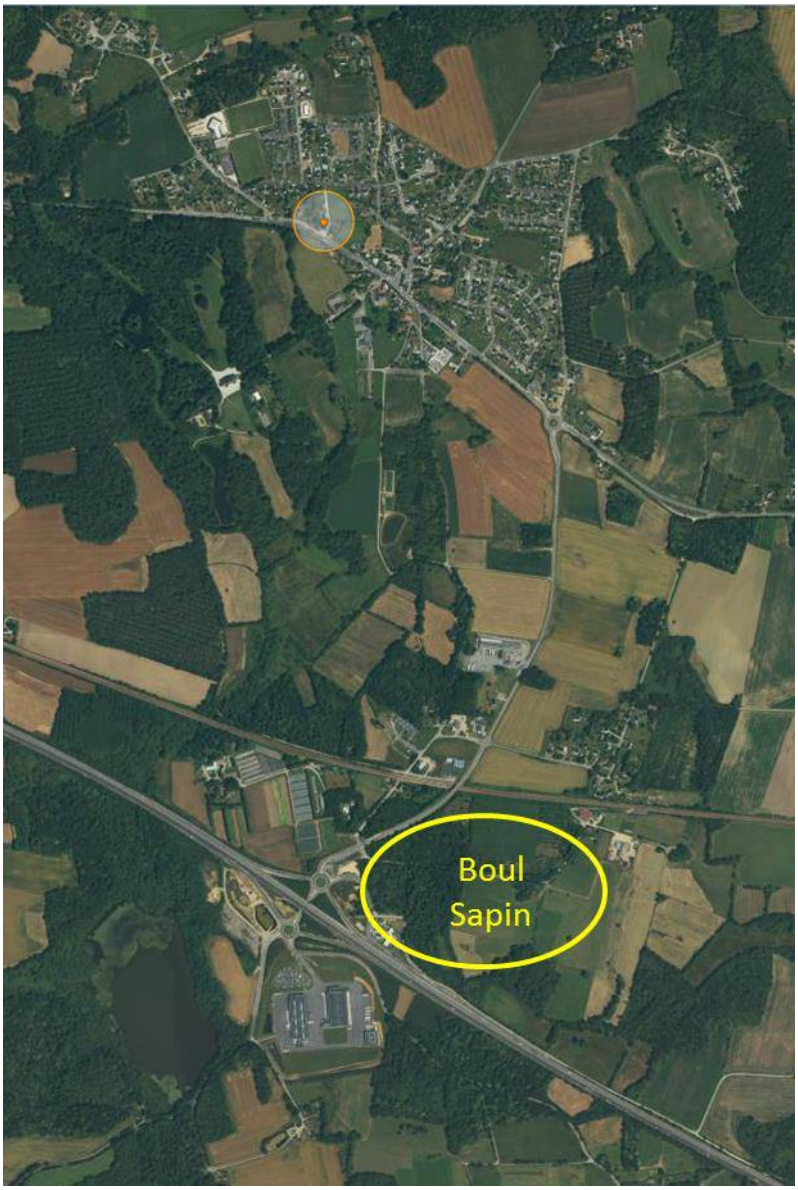


Figure 5: Situation de site d'étude (*source: ÉTUDES PRÉ-OPÉRATIONNELLES*)

IV.4. PERIMETRE D'ETUDE

La figure suivante présente le périmètre d'étude :

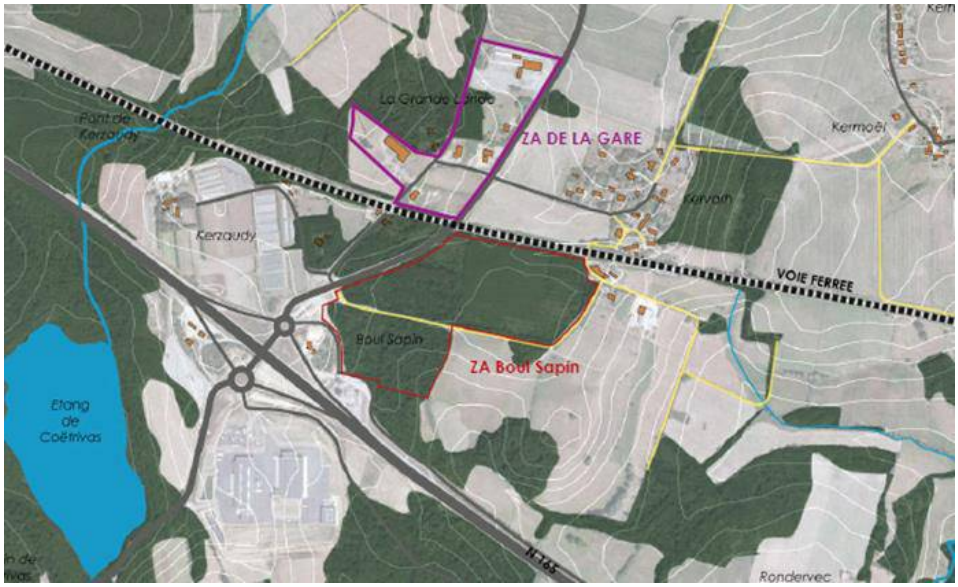


Figure 6 : Périmètre d'étude (*Source : Etude Péliminaire)*

IV.5. TOPOGRAPHIE

La figure suivante présente le plan topographique de la zone d'étude :

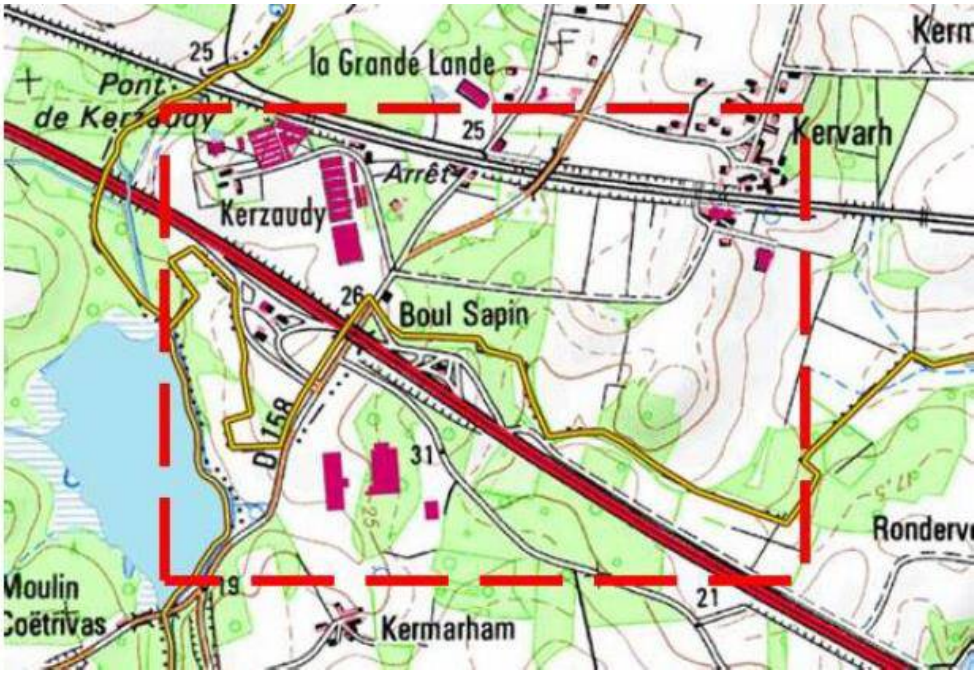


Figure 7: Carte des altitudes (*Source : Etude D'Impact)*

Le site de Boul Sapin est situé sur un petit plateau : les nivellements sont très faibles.

IV.6. VEGETATION ET BATI EXISTANT

La figure suivante présente le cadre paysager du site :

Figure 8: Eléments paysagers du site (*Source : Etudes pré-opérationnelles*)

Le site présente une végétation riche et développée qui marque l'identité du site.

Dans le cadre de l'aménagement du parc d'activités, les sujets remarquables seront protégés.

Au Nord-Ouest du site se trouve la zone artisanale de Brandérion, au Nord-Est le Hameau de Kervarc'h.

Figure 9: Vue aérienne du site (*Source: Géoportail*)

IV.7. SCHEMA D'AMENAGEMENT ETUDIE

Le projet a pour vocation l'accueil d'entreprises industrielles et logistiques.

A ce stade du projet, une esquisse d'aménagement est retenu mais il laisse plusieurs possibilités d'organisation :

Le scénario définitif de découpage parcellaire ne sera effectif qu'à la commercialisation des parcelles, en effet suivant les entreprises accueillies le découpage pourra varier.

Le principe retenu est de créer une desserte viaire propre à la ZAE, distincte de la voie communale existante réservée à la desserte de l'exploitation agricole.

La figure ci-dessous présente un exemple de découpage des parcelles :

Figure 10 : Exemple de découpage foncier (*Source : Etudes pré-opérationnelles)*

IV.8. PROGRAMMATION

Aujourd'hui, la répartition des types d'activités n'est pas connue, elle dépendra des entreprises qui viendront s'installer sur la zone. Nous proposons trois hypothèses de scénarios d'aménagement :

Typologie des bâtiments	Superficie (ha)	Nombre de bâtiments estimé	Coefficient d'emprise au sol	SDP moyenne estimée (m²)	SDP totale (m²)
ZA BOUL SAPIN - S1					
Logistique	*5.9*	*1*	*22%*	*12600*	*12 600*
Petite et moyenne Industrie	*3.7*	*4*	*40%*	*3700*	*14 800*
Total	**11.2**	**5**			**27 400**

Figure 11 : Hypothèses de programmation considérées pour l'étude- scénario 1

Typologie des bâtiments	Superficie (ha)	Nombre de bâtiments estimé	Coefficient d'emprise au sol	SDP moyenne estimée (m²)	SDP totale (m²)
ZA BOUL SAPIN - S2					
Grande Industrie ou IAA	*5.9*	*1*	*22%*	*12600*	*12 600*
Petite et moyenne Industrie	*3.7*	*4*	*40%*	*3700*	*14 800*
Total	**11.2**	**5**			**27 400**

Figure 12: Hypothèses de programmation considérées pour l'étude- scénario 2

Typologie des bâtiments	Superficie (ha)	Nombre de bâtiments estimé	Coefficient d'emprise au sol	SDP moyenne estimée (m²)	SDP totale (m²)
ZA BOUL SAPIN - S3					
Petite et moyenne Industrie	*9.5*	*10*	*40%*	*3800*	*38 000*
Total	**11.2**	**10**			**38 000**

Figure 13: Hypothèses de programmation considérées pour l'étude- scénario 3

Les deux premiers scénarios sont découpés en 5 lots répartis en 1 grand lot et 4 lots plus petits, le troisième scénario est découpé en 10 lots.

V. PHASE 1 : SOURCES D'ENERGIE DISPONIBLES OU MOBILISABLES SUR LE SITE

V.1. ENERGIES FOSSILES

Les choix énergétiques pourront intégrer les énergies suivantes :

V.1.1. L'ELECTRICITE

L'électricité est en réalité un vecteur d'énergie. En France, elle est produite à partir de ressources fossiles principalement (uranium, gaz, charbon, fioul…), c'est pourquoi nous la classons dans les énergies fossiles. Néanmoins, en 2011, 11% de l'électricité produite en France était d'origine renouvelable (hydraulique, éolien, photovoltaïque…).

Cette énergie, difficilement stockable, a l'avantage d'être simple à utiliser et très polyvalente.

En revanche, la Bretagne est éloignée des sources principales de production : elle ne produit en effet que 10% de son électricité (environ la moitié en hydraulique, un tiers à partir de centrales fioul et 20% en éolien). L'approvisionnement principal (environ les deux-tiers) provient des centrales nucléaires de Flamanville et Chinon, le dernier tiers de la centrale charbon/fioul de Cordemais. La Bretagne est donc une « péninsule électrique » où le risque de *black-out* est réel.

L'impact de l'électricité sur l'environnement est principalement lié au mauvais rendement de production de l'électricité. En effet, uniquement un tiers de l'énergie qui entre dans la centrale ressortira sous forme d'électricité. Dans la majorité des cas, les deux tiers restant sont perdus.

Ce mauvais rendement conduit l'électricité à être une grande consommatrice de ressources fossiles et donc une mauvaise élève dans l'approche écologique de l'énergie.

Il convient ainsi de réserver l'électricité aux usages spécifiques : éclairage, bureautique, électroménager etc…

V.1.2. LE GAZ NATUREL

Le gaz naturel est une énergie fossile comme le fioul. Sa combustion rejette cependant légèrement moins de CO_2 que le fioul à énergie produite équivalente. Le gaz naturel est acheminé par des canalisations terrestres, ou sous forme liquéfiée par voie maritime. Le raccordement du territoire en fait une énergie facile d'accès, moins chère que le fioul.

Le réseau gaz naturel transite par la Commune de Brandérion mais ne passe pas à proximité du site. Une extension du réseau pourrait permettre d'alimenter le futur quartier mais présente des difficultés techniques (voie ferrée).

Dans la suite de l'étude, une des énergies fossiles de référence pour évaluer l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables sera le gaz naturel.

V.1.3. LE FIOUL

Le fioul a tendance à disparaître dans les installations neuves depuis maintenant plusieurs années. Initialement peu cher, il a connu ces dernières années des augmentations très importantes, directement indexées sur le cours du pétrole.

D'autre part, le fioul a un impact important sur le dérèglement climatique par ses rejets carbonés, et parfois soufrés. C'est également une source fossile qu'il serait nécessaire de préserver davantage pour des utilisations plus spécifiques (plastiques, textiles, etc…)

Dans la suite de l'étude, l'autre des énergies fossiles de référence pour évaluer l'impact de la mobilisation des énergies renouvelables sera le fioul afin de pouvoir évaluer l'impact du non raccord de la ZAC au réseau gaz.

V.1.4. LE GAZ PROPANE EN BOUTEILLE OU EN CITERNE

Le gaz en bouteille (propane) ou en citerne peut également être utilisé lorsque le gaz naturel n'est pas disponible. Ce gaz est directement issu du pétrole et son utilisation constitue également un appauvrissement des ressources. Il est plus polluant que le gaz naturel mais moins que le fioul.

Dans le cas où les citernes ne sont pas enterrées, l'impact visuel des citernes de propane peut être particulièrement fort.

V.2. ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

Les énergies renouvelables représentent les sources énergétiques qui peuvent être utilisées sans que leurs réserves ne s'épuisent. En d'autres termes, les énergies renouvelables doivent globalement avoir une vitesse de régénération supérieure à la vitesse d'utilisation.

Cette définition permet de classer dans cette catégorie de nombreux types d'énergie :

V.2.1. L'ENERGIE SOLAIRE

- **L'énergie solaire passive :** Le solaire passif est la moins chère et l'une des plus efficaces. Elle entre directement dans ce que l'on appelle communément l'approche bioclimatique : l'idée simple est d'orienter et d'ouvrir au maximum les façades principales du bâtiment au sud. Il convient cependant d'intégrer des protections solaires (casquettes solaires, volets) pour limiter les apports en mi-saison et en été afin d'éviter les surchauffes. Cette énergie est directement liée au plan masse de l'opération 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 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.

V.2.2. LA BIOMASSE (PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE)

La biomasse représente l'énergie issue d'organismes vivants. En général, lorsque l'on parle de biomasse en énergie, on parle de bois (bûches, granulés, plaquettes) ou de biogaz issu de la digestion anaérobie de composés biologiques (boues de station d'épuration, déchets verts, lisiers, etc.).

Il est également utile de rappeler que l'énergie issue de la biomasse est en fait une énergie solaire indirecte (le soleil permet de faire croître les plantes via la photosynthèse, plantes qui nourrissent les animaux, etc.).

Le bois énergie est l'une des sources énergétiques les plus intéressantes actuellement :

- **renouvelable :** le bois est une source renouvelable puisqu'il peut être planté en quantité et disponible pour la production énergétique dans un délai cohérent par rapport à notre échelle de temps (quelques années à quelques dizaines d'années) ;
- **neutre pour l'effet de serre : dans le cadre d'une gestion raisonnée (on ne coupe pas plus d'arbres qu'on en replante), sa combustion aura un impact neutre sur l'effet de serre puisque le CO_2 dégagé par sa combustion sera remobilisé par la biomasse en croissante grâce à la photosynthèse ;**
- **bon marché** : en fonction des solutions retenues (buches, granulés, bois déchiqueté), le prix du bois énergie reste intéressant en comparaison avec les autres types d'énergie ;
- **performant :** les équipements actuels (poêles, chaudières) affichent des performances tout à fait intéressantes, et sont de plus en plus automatisés.

Quelques difficultés peuvent cependant être mises en avant :

- **Manutention et approvisionnement :** il convient de choisir la technique la plus adaptée en fonction du futur usage. En effet, la solution plaquette est moins adaptée à des variations de puissance et demande un espace de stockage plus important que le granulé avec une véritable logistique d'approvisionnement à mettre en place pour les chaufferie de grande puissance.
- **Le traitement des fumées :** il est nécessaire de mettre en œuvre des chaudières performantes pour l'ensemble des 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.

V.2.3. L'ENERGIE EOLIENNE (PRODUCTION D'ELECTRICITE)

L'énergie éolienne est également une énergie liée indirectement au soleil. En effet, le mouvement des vents et donc l'énergie contenue dans les vents et récupérée par les éoliennes provient directement des différences de températures des zones de l'atmosphère et donc du soleil. Tant que la terre disposera d'une atmosphère et que le soleil l'éclairera, l'énergie éolienne pourra être utilisée, ce qui laisse encore un peu de temps à l'échelle de nos prévisions.

V.2.4. L'ENERGIE HYDRAULIQUE (PRODUCTION D'ELECTRICITE)

L'énergie hydraulique a également pour origine le soleil, elle est en effet issue du cycle de l'eau (évaporation, précipitation). L'énergie hydraulique marémotrice n'est pas uniquement liée au soleil, les mouvements sont issus en partie de la force gravitationnelle de la lune.

V.2.5. LA GEOTHERMIE (PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE)

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.

V.2.6. L'ENERGIE CONTENUE DANS LES EAUX GRISES

Les eaux usées sont souvent rejetées à une température bien supérieure à 10 °C, les calories contenues dans ces eaux peuvent être récupérées et utilisées pour préchauffer de l'eau ou un liquide caloporteur. Cette énergie dite de récupération est également renouvelable puisque alimentée par l'utilisation d'eau chaude.

V.3. POTENTIEL DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ENERGIES RENOUVELABLES

V.3.1. L'ENERGIE EOLIENNE

A. GISEMENT

SITUATION DE LA COMMUNE

La figure suivante montre la répartition annuelle des directions de vent sur la station Lorient Bretagne Sud Aéroport :

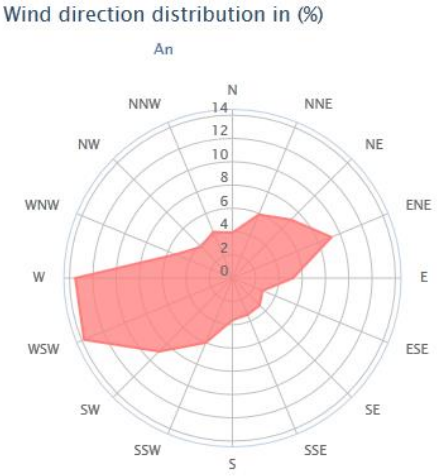


Figure 14: Rose des vents de Lorient Bretagne Sud Aéroport ***(source : windfinder.com)***

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

Le tableau suivant présente les caractéristiques mensuelles des vents de 2000 à 2015 :

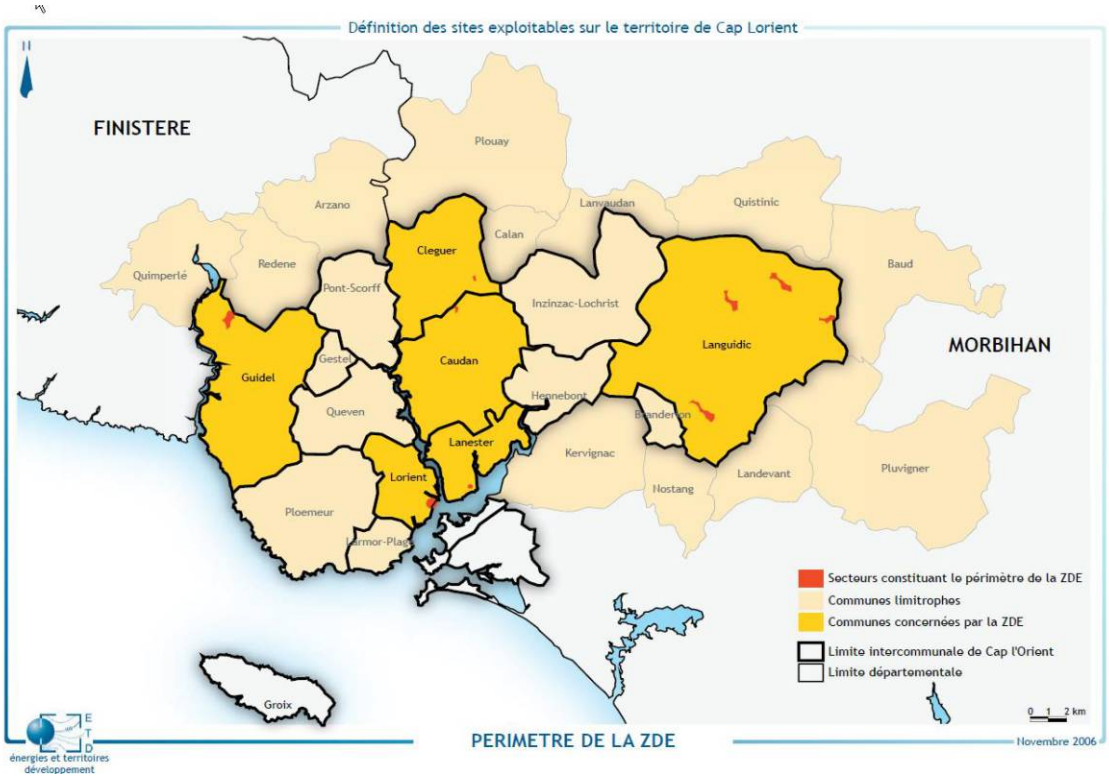
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	An
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Direction du Vent dominant	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
Probabilité du vent >= 4 Beaufort (%)	41	44	46	40	38	36	40	35	27	34	40	42	**38**
Vitesse du Vitesse du vent (kts)	10	11	11	10	10	10	10	9	9	9	10	11	**10**
Température de l'air moyenne (°C)	8	8	10	12	15	18	20	20	18	15	11	8	**13**

Figure 15: Statistiques des vents à Lorient Bretagne Sud Aéroport (*Source: windefinder.com*)

La moyenne annuelle de la vitesse de vent est de 10 nœuds soit environ 19 km/h.

GRAND EOLIEN

La communauté d'agglomération du Pays de Lorient (CAP Lorient) a lancé dès 2004 une étude prospective visant à recenser les zones exploitables du point de vue éolien, à la suite de laquelle un dossier de création de Zone de développement éolien (ZDE) a été déposé.



NB : le périmètre de l'Agglomération a évolué depuis : en janvier 2014 la communauté de communes de la région de Plouay et Lorient Agglomération ont fusionnés et l'Agglomération s'étend aujourd'hui aux communes de Plouay, Calan, Budry, Lanvaudan, Quistinic et Inguiniel.

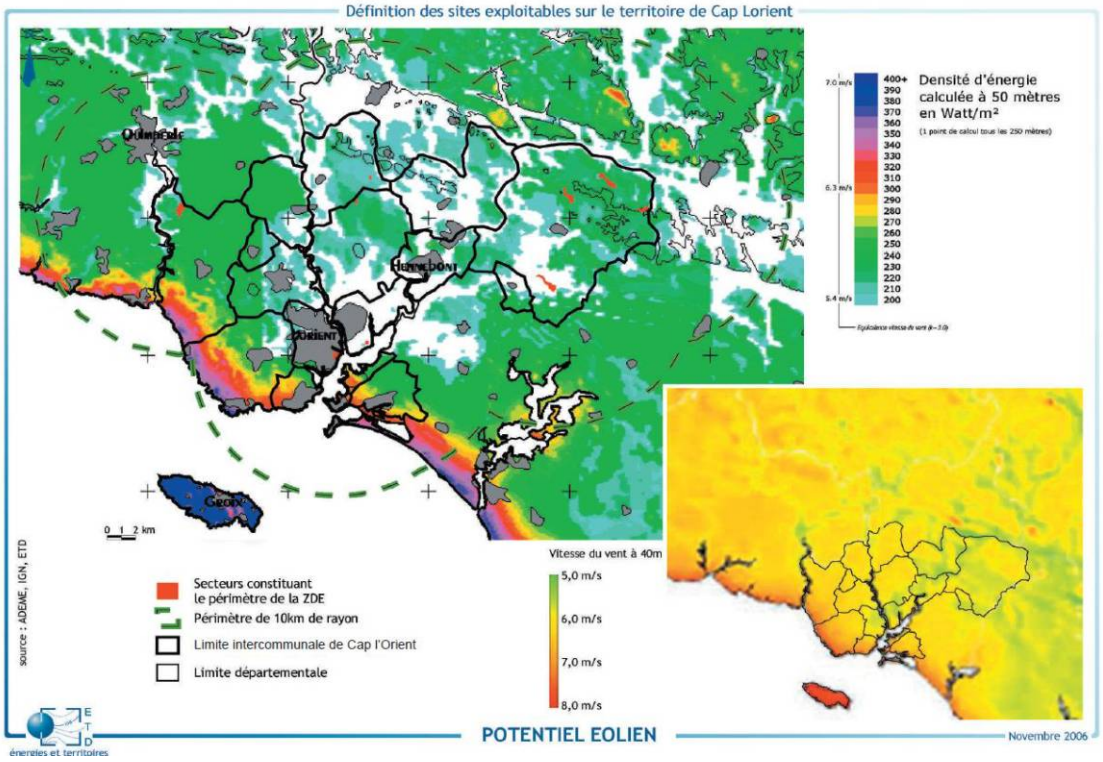


Figure 16: Schéma régional éolien

La commune de Brandérion est hors zone favorable pour le développement du grand éolien.

De plus, l'obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut et les restrictions dues au plafond aérien militaire réduisent à néant le potentiel de développement du grand éolien sur le site.

PETIT EOLIEN

La détermination du potentiel éolien de la zone demande une étude fine du vent, dont le résultat est intrinsèquement lié aux constructions alentours. Il ne sera pertinent de réaliser une telle étude que lorsque l'opération sera entièrement bâtie.

Le potentiel de développement du petit et moyen éolien sur la zone est lié :

- Physiquement à l'implantation des bâtiments qui influencera les trajectoires de vent. Une étude spécifique pourrait être réalisée en fin d'opération pour mettre en évidence un éventuel intérêt
- Economiquement à l'absence d'obligation de rachat de l'électricité produite
- Techniquement à l'efficacité des technologies : le petit éolien n'est aujourd'hui pas à maturité technique pour assurer une productivité suffisante au vu de l'investissement qu'il nécessite

L'impact paysager de ce type de solution 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 du site ou en toiture de bâtiment.

La forte végétalisation du site est une contrainte pour la mise en place de petit éolien.

Les opérateurs souhaitant installer des petites éoliennes de moins de 12m pourront le faire sans demander de permis de construire, (obligatoire à plus de 12m de hauteur).

B. EXEMPLE EN ZONE INDUSTRIELLE

Le site de l'usine Sojasun du groupe Triballat, à Chateaubourg (35), est équipé d'une éolienne depuis 2011. Cette turbine Enercon de 0,8 mégawatt et de 87 mètres de haut, fournit 10 % de la consommation totale en électricité de l'usine bretonne.

C. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR L'EOLIEN

Le grand éolien n'est pas envisageable sur la zone.

L'installation de petit et moyen éolien est techniquement possible mais la forte végétation du site laisse peu de possibilité pour en implanter. Des études spécifiques devront être menées si les porteurs de projet souhaitent avoir recours à cette source d'énergie.

V.3.2. L'ENERGIE SOLAIRE

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

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

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

A. GISEMENT

BRUT

La carte suivante présente l'insolation annuelle en Bretagne :

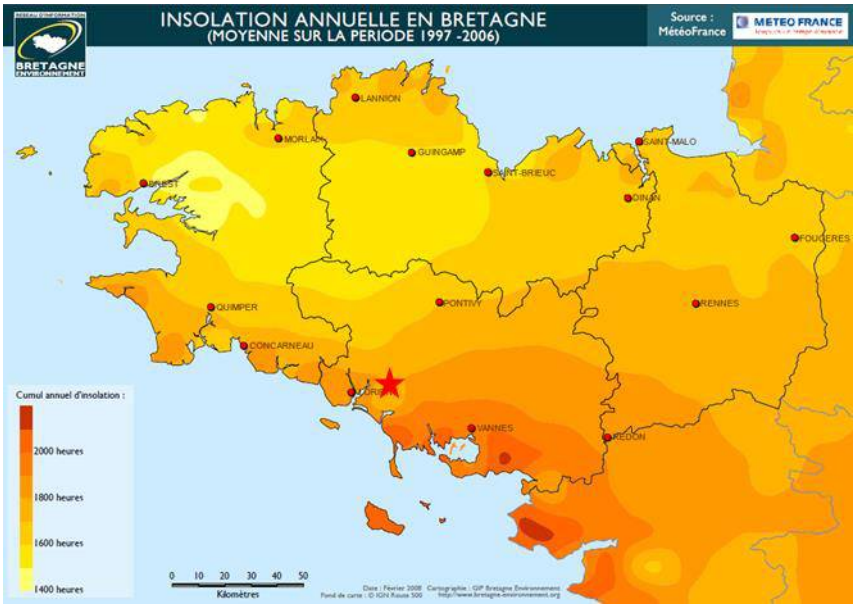


Figure 17: Insolation annuelle de la Bretagne (*Source Bretagne Environnement*)

L'insolation annuelle de la commune de Brandérion est comprise entre **1 700 et 1 800 heures**. L'énergie reçue est d'environ **1 150 kWh/m²/an.**

SUR LE SITE

La topographie de la zone d'étude relativement plane n'est pas contraignante pour l'optimisation des apports solaires. *(Cf.* Figure 7*).* En revanche, la végétation, notamment les arbres conservés ou créés, (Cf. Figure 8) pourra créer des effets de **masques** en mi-saison et en hiver. En hiver, ce problème sera minimisé pour les arbres à feuilles caduques mais pas pour les résineux (pins) également présents sur site.

Le maintien de haies bocagères est important puisqu'elles ont un rôle à jouer sur le maintien de la qualité de l'eau et peuvent servir de corridor écologique lorsque qu'un réel maillage existe ou a été reconstitué.

La figure suivante montre l'impact de l'ombre portée au niveau du sol des haies, en considérant qu'elles sont constituées de résineux, en fonction de leur hauteur :

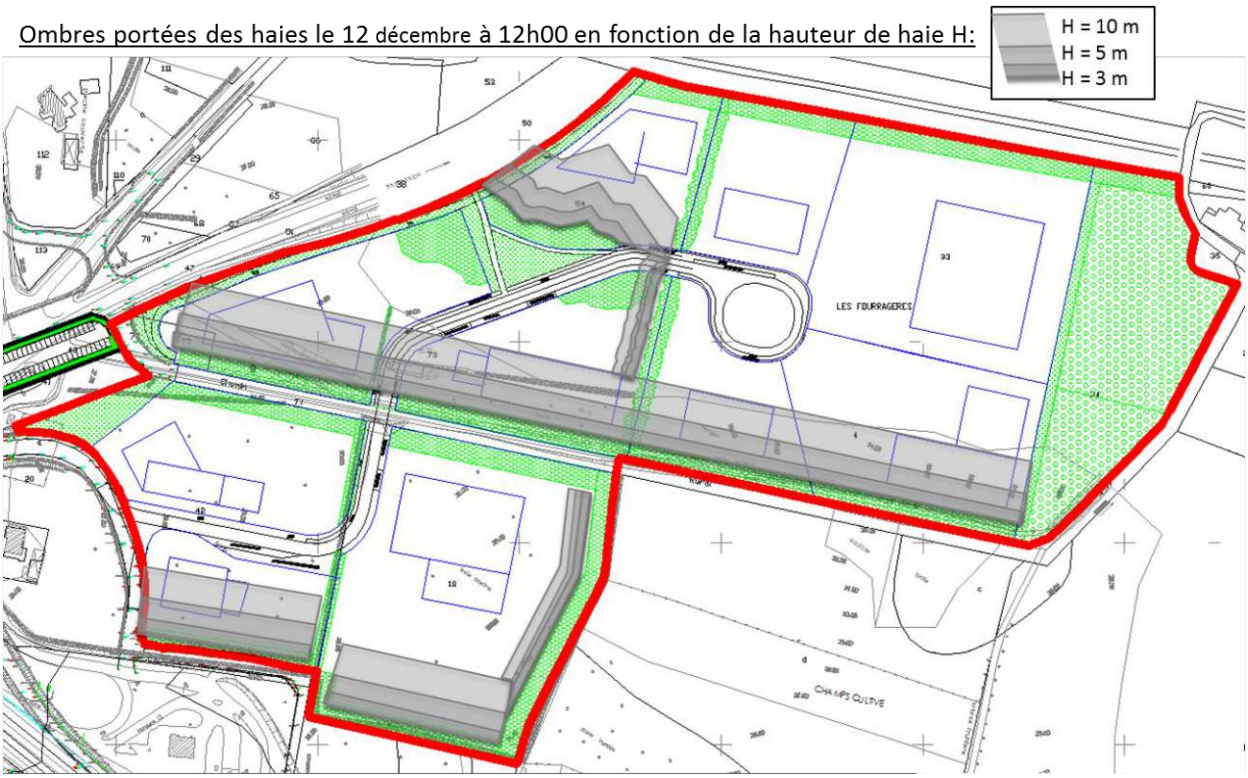


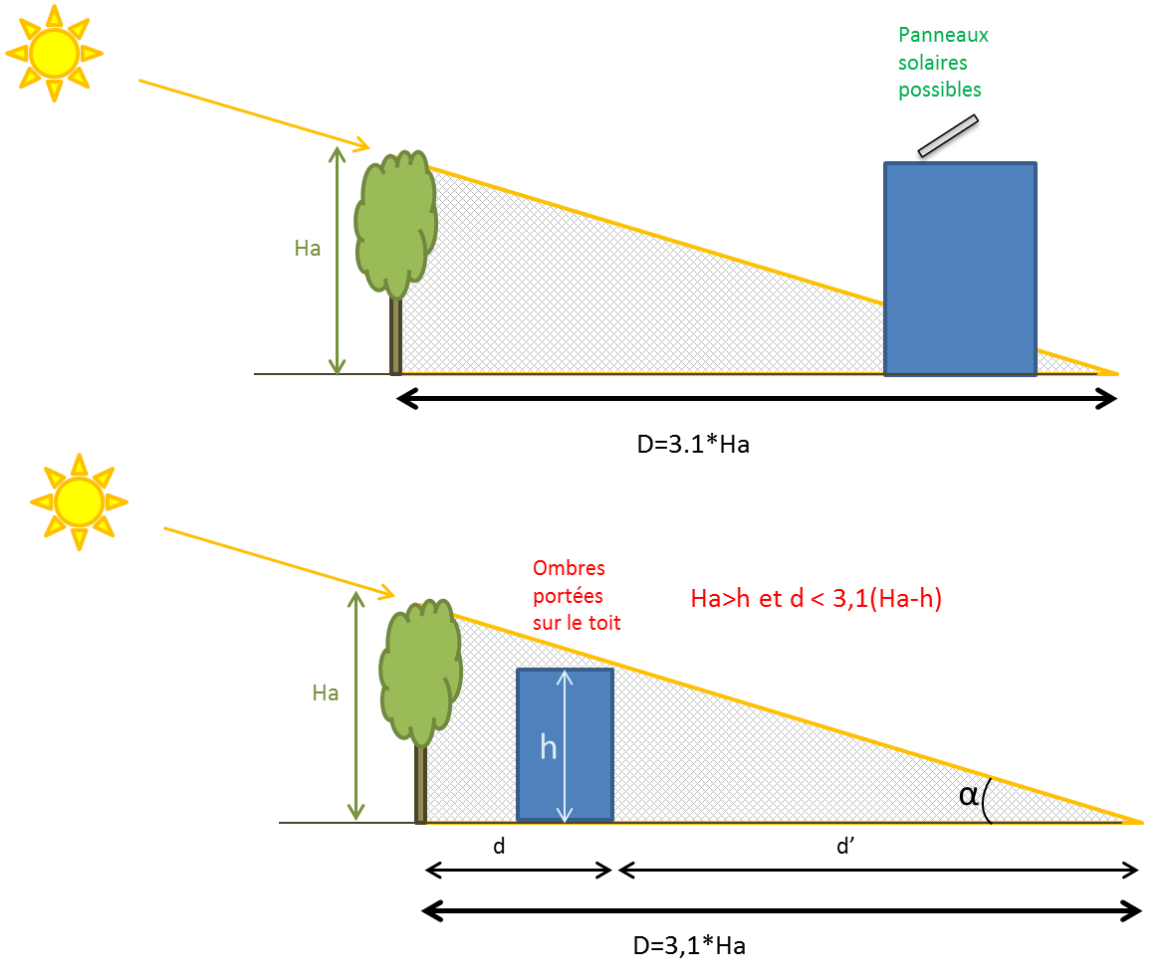
Figure 18: Impact des ombres portées des haies sur le projet

Plus les haies sont hautes, plus les emprises constructibles sont fortement impactées par leur ombre portée.

Les haies transversales Est-Ouest sont plus pénalisantes.

	Distance Ombre portées au sol le 21 Décembre 12h (m)	
Hauteur haies (m)	**Pour une haie est-ouest**	**Pour une haie Nord-Sud**
1.5	4.6	2.3
3	9.2	4
5	15.4	6
10	30.8	10.5

Ces ombres portées limitent les apports solaires en façade des bâtiments mais elles n'empêchent pas forcément la mise en place de panneaux solaires :



Ainsi l'ombre portée de la haie est gênante pour la mise en place de panneaux solaires seulement si la hauteur de l'arbre est supérieur à la hauteur du bâtiment Ha>h et si le bâtiment est trop proche de la haie d<3,1(Ha-h).

B. INTERETS DE L'ENERGIE SOLAIRE SUR LA ZONE

ENJEUX VIS-A-VIS DE L'ENERGIE SOLAIRE

Les bâtiments d'un parc d'activités sont généralement **peu vitrés, sauf en ce qui concerne les espaces tertiaires**. Les préconisations concernant les apports solaires passifs sont alors moins prégnantes que pour des bâtiments à usage de logements, dans lesquels les apports solaires sont indispensables pour limiter les consommations énergétiques. De fait, les consommations énergétiques en industrie sont peu liées au climat mais aux process industriels eux-mêmes, sauf lorsqu'il ne s'agit que du chauffage des locaux.

Les enjeux vis-à-vis de l'énergie solaire en zone industrielle sont les suivants:

- Limiter les besoins de chauffage et de climatisation
- Limiter les besoins d'éclairage artificiel et éviter les risques d'éblouissement
- Utiliser l'énergie solaire active

C. CONDITIONS DE MOBILISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE ACTIVE

L'énergie solaire active est mobilisable selon deux modalités : les panneaux solaires thermiques pour la production d'eau chaude et les panneaux solaires photovoltaïques pour la production d'électricité.

GENERALITES

L'orientation au sud permet de capter le maximum de rayonnement direct en hiver et mi-saison lorsque le soleil est bas sur l'horizon et qu'il y a des besoins en chauffage. Cette orientation permet également de limiter le rayonnement incident en mi-saison chaude et en été lorsque le soleil est haut dans le ciel et que sa course favorise le rayonnement à l'Est et à l'Ouest. Le schéma suivant illustre ces conditions d'ensoleillement.

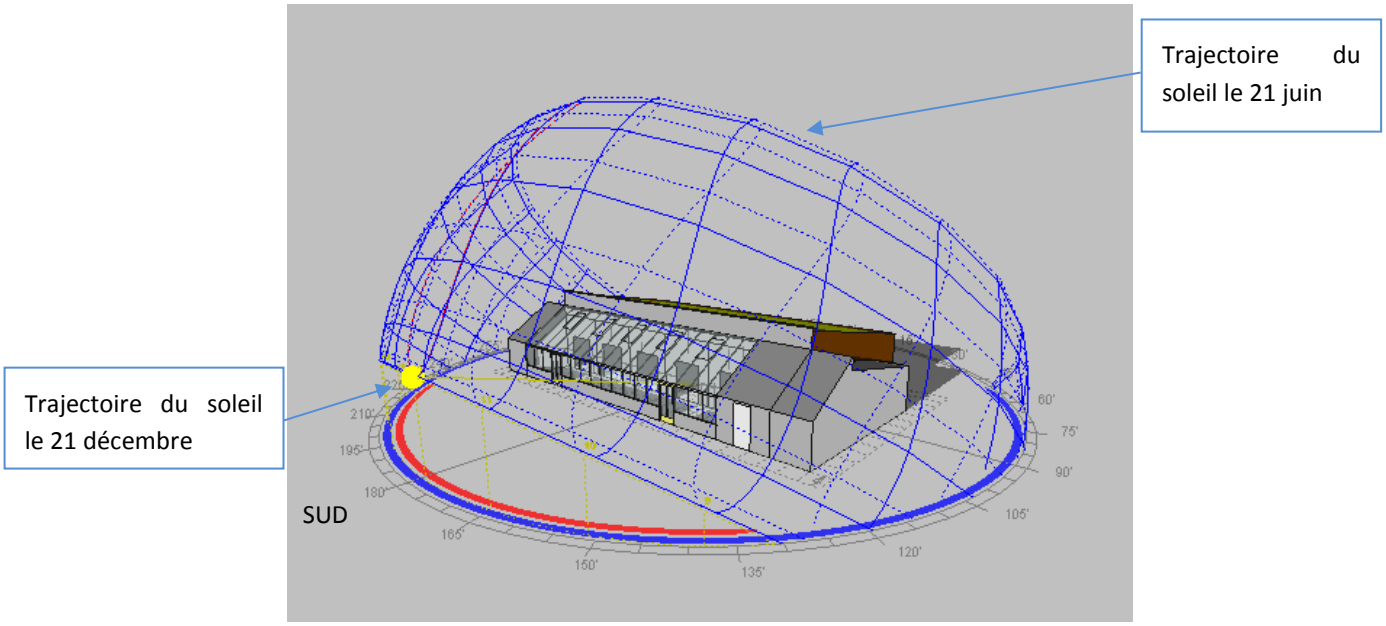


Figure 19 : Trajectoires annuelles du soleil pour une maison orientée au Sud

Cette démarche mise en œuvre à l'échelle du Plan Masse permet directement de favoriser l'implantation de capteurs solaires, qu'ils soient thermiques ou photovoltaïques.

Sur la base d'un accès au soleil en pied de bâtiment (pour bénéficier d'un maximum de soleil notamment en apport passif), le 21 décembre à 12h, l'angle libre au sud doit représenter 18°.

Sur une surface plane, cet angle impose ainsi un recul de 3.1 fois la hauteur des bâtiments situés juste au sud du bâtiment étudié.

Dans une optique uniquement axée sur l'accès au soleil pour la production d'énergie solaire thermique ou photovoltaïque, il convient donc de respecter ce recul pour optimiser la production.

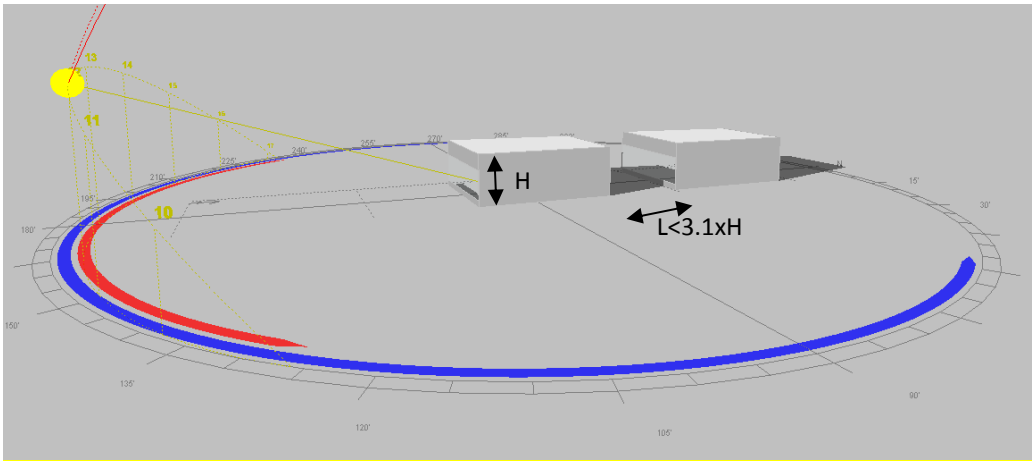


Figure 20 : Vue de deux bâtiments séparés d'une distance L<3.1 x H, le 21 décembre à 12h00

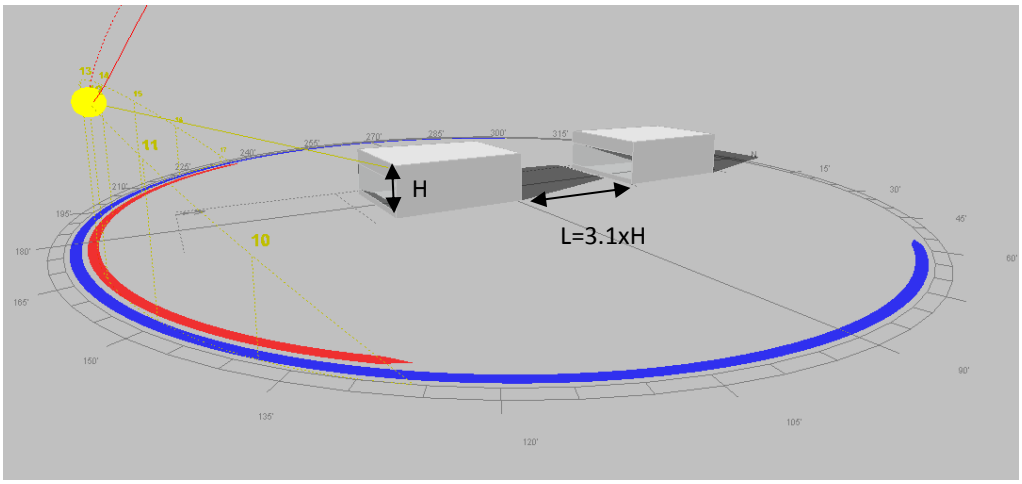


Figure 21 : Vue de deux bâtiments séparés d'une distance L=3.1 x H, le 21 décembre à 12h00

L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'énergie solaire photovoltaïque est une solution de production d'énergie électrique décentralisée qui peut être avantageusement étudiée lors de la construction de bâtiments neufs.

L'installation de panneaux photovoltaïques pourrait être envisagée afin de produire de l'énergie électrique localement et de revendre la production à EDF ou en autoconsommation.

Ce type de production décentralisée est actuellement aidé, il est donc intéressant d'en étudier l'opportunité. Cependant, afin de bénéficier d'un tarif de rachat optimal, il est nécessaire d'intégrer le générateur photovoltaïque au bâtiment : remplacement de bardage vertical, membrane d'étanchéité, casquettes solaires, etc. En effet, dans le cas d'une production à partir d'un système intégré, le tarif de rachat est majoré.

Plusieurs solutions pourraient être envisagées sur les bâtiments de la ZAC, en fonction de la configuration et de l'architecture des constructions.

MEMBRANES D'ETANCHEITE PHOTOVOLTAÏQUES

Pour les bâtiments en toiture terrasse par exemple, il pourrait être envisagé d'intégrer des panneaux tout en assurant l'étanchéité des toitures. Des modules photovoltaïques sont directement intégrés, en usine, sur une membrane d'étanchéité, ainsi que l'ensemble des connectiques.

Figure 22 : Exemple de membranes d'étanchéité installées sur un bâtiment industriel

Pour une surface équivalente, ces modules sont moins performants que des modules classiques mais le coût de ces solutions et l'intérêt technique de mutualiser l'étanchéité avec une production photovoltaïque rendent ce produit aujourd'hui adapté à certains projets.

PANNEAUX DE SILICIUM

La seconde solution repose sur des modules plus classiques à base de silicium polycristallin. Généralement adaptés pour la maison individuelle, ces systèmes peuvent être posés sur quasiment tous les types de support.

Figure 23 : Modules Photowatt

Les modules polycristallins offrent une puissance située autour de **130 W à 140 W par m^2**. La performance de ces capteurs est donc supérieure à celle des membranes. En revanche, l'intégration dans les bâtiments nécessite des structures spécifiques plus difficiles et coûteuses à mettre en œuvre que les modules membranes.

Il existe des solutions d'intégration de panneaux photovoltaïques aux bacs acier

PRECONISATIONS

L'orientation et l'inclinaison des panneaux conditionnent leur productivité. La figure ci-dessous montre l'incidence du positionnement des capteurs sur leur performance :

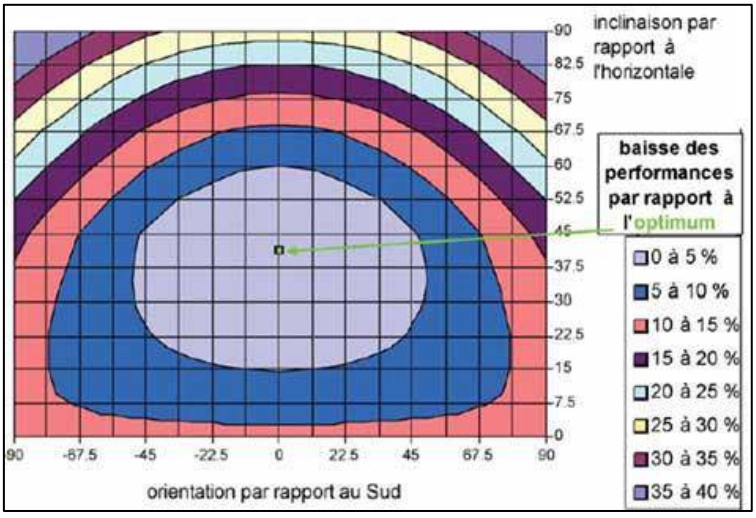


Figure 24: Perte de performance d'un capteur (*Source Ines*)

Ainsi, pour assurer une productivité maximale les panneaux devront être positionnés avec une orientation Sud/Ouest à Sud/Est (-45° à 45°) et un angle d'inclinaison compris entre 15 et 60° par rapport à l'horizontale.

L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Le solaire thermique est généralement utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire. Il est important de rappeler que les systèmes solaires thermiques peuvent également participer à réduire de manière globale les besoins thermiques des bâtiments en produisant également une partie du chauffage.

Les **locaux tertiaires et les commerces** ont généralement de faibles besoins en eau chaude. Il n'est donc **pas judicieux de le prévoir pour ces bâtiments.**

En revanche, certaines industries, notamment agro-alimentaires, sont très consommatrices d'eau chaude, par exemple pour les activités de lavage.

La possibilité d'exploiter l'énergie solaire thermique devra être étudiée pour les bâtiments gros consommateurs d'eau chaude.

De même que pour les panneaux solaires photovoltaïques, pour assurer une productivité maximale les panneaux devront être positionnés avec une orientation Sud/Ouest à Sud/Est (-45° à 45°) et un angle d'inclinaison compris entre 15 et 60° par rapport à l'horizontale.

D. EXEMPLES

Dans le cadre de l'agrandissement de sa plateforme logistique Grand-Ouest à Melesse, Biocoop s'est associé à Energie Partagée et Enercoop pour la mise en place de la plus grande centrale photovoltaïque citoyenne, avec une puissance de 300 kWc, en auto-consommation de Bretagne. D'une surface de 2 000 m², elle produira 300 MWh chaque année, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 120 foyers (sur la base de la consommation énergétique d'un foyer BBC de 2 500 kWh/an) et de 45T annuelles de CO_2 évitées Celle-ci, financée par les citoyens via Énergie Partagée, produira une électricité 100% renouvelable, qui sera vendue « sur place » à Biocoop pour sa consommation.

Helexia et Leroy Merlin ont mis en service une centrale photovoltaïque de toiture sur une grande surface située au sud de Perpignan. L'installation, de plus de 845 kWc de puissance et produira annuellement environ 1,02 GWh d'électricité qui sera revendu à EDF

Deux bâtiments de Chambéry métropole accueillent, à Bissy, une installation photovoltaïque : la déchetterie et l'usine de dépollution des eaux. Avec respectivement 400 m² et 700 m², les installations photovoltaïques sur ces deux bâtiments produisent 200 MWh grâce à l'énergie solaire.

Cette plateforme logistique implantée sur la Zone d'Activités de Saint Cézaire à Nîmes dans le Gard (30), est équipée de 144 panneaux solaires photovoltaïques monocristallins en intégration totale. La surface réelle installée représente 183 m² de superficie. La production annuelle estimée est de l'ordre de 32 600 kWh. Toute la production est convertie et réintroduite au réseau électrique de France

E. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR L'ENERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire passive pourra être mobilisée, pour les locaux tertiaires, par l'optimisation du plan d'aménagement et la conception **bioclimatique** des bâtiments.

La mobilisation de l'énergie solaire active est possible grâce à l'implantation de panneaux solaires photovoltaïques ou thermiques qu'il conviendra d'étudier précisément.

Le plan masse et notamment les limite de constructibilité peuvent être optimisée afin de limiter l'impact des ombres portées, notamment de la végétation très présente sur le site et de garantir un accès au soleil pour chaque bâtiment

V.3.3. L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

A. DEFINITION

La géothermie désigne les processus d'exploitation de l'énergie interne de la planète, pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

Il existe différents types de géothermie que nous présentons en annexe.

L'énergie exploitée provient d'un différentiel de température entre un milieu émetteur – le sol à faible ou forte profondeur, une nappe phréatique - et le fluide frigorigène d'un circuit de pompe à chaleur. C'est ce ΔT que l'on cherche à maximiser en allant recherche de l'énergie dans un milieu où la température est stable au cours de l'année.

B. SITUATION DE LA COMMUNE ET DU TERRAIN VIS-A-VIS DE LA CHALEUR TERRESTRE

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

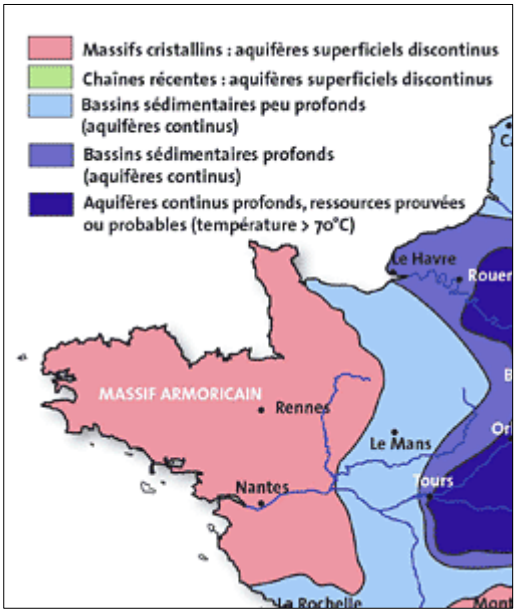


Figure 25: Extrait carte des ressources géothermiques en France (source BRGM)

La commune de Brandérion comme l'ensemble du territoire breton, se situe sur un **massif cristallin** contenant des aquifères superficiels discontinus.

Ainsi, des nappes d'eau peu profondes (< 1000 m) présentant des températures moyennes forment le potentiel géothermique. La détection de ces aquifères nécessite des **forages** pour évaluer le potentiel de la zone.

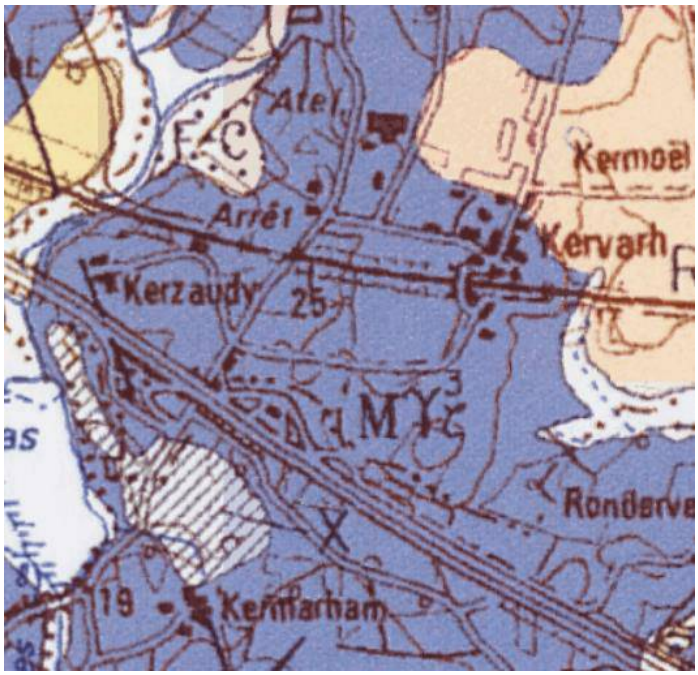


Figure 26: Carte géologique (*source: Géoportail*)

La communal de Branderion se situe sur un sous-sol granitique fragmenté et moyennement profond.

La commune appartient à l'anticlinal de Cornouaille, caractérisé par une structure en bandes parallèles de roches dures, de type granite et roches associées (gneiss et migmatites).

D'autre part, la Banque du Sous-Sol (BSS) ne relève la présence d'aucun forage à proximité immédiate du site.

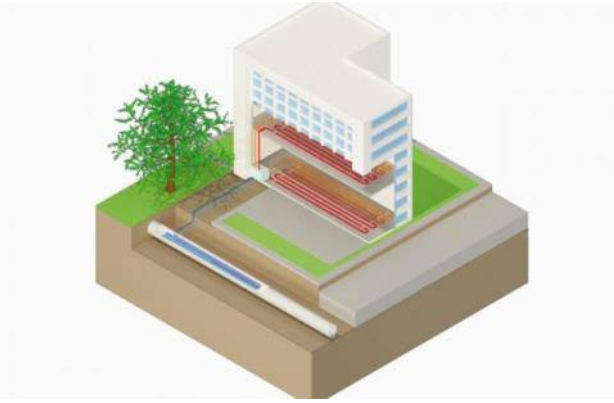
En revanche, plusieurs forages pour l'exploitation de géothermies sont recensés au centre de Brandério et un forage est recensé sur la commune de Languidic, à l'Est du projet de ZAE de Boul sapin, pour l'exploitation d'eau agricole.

V.3.4. LA RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES

A. DEFINITIONS

Source et plus d'info : http://www.geothermie-perspectives.fr/

Les eaux usées, d'origine domestique, pluviale ou industrielle comprennent : les eaux ménagères ou eaux grises, les eaux vannes ou eaux noires (toilettes), les eaux d'arrosage (jardins), les eaux industrielles ainsi que les eaux pluviales. Leur température moyenne est d'environ 15°C ce qui en fait une source de chaleur intéressante à exploiter grâce à la mise en place d'une pompe à chaleur. Cette énergie a l'avantage de se situer à proximité de la demande, tout en ayant un impact très limité en termes d'émissions de CO_2. La récupération d'énergie sur les eaux usées est aussi appelée « **cloacothermie** ».



Il existe différentes techniques de récupération, détaillées en annexe.

B. AVANTAGES ET LIMITES DES DIFFERENTS SYSTEMES

Chaque système présente des avantages et contraintes. Le choix d'une technologie par rapport à une autre est orienté par la nature et le contexte du projet.

Technologie	Avantages et contraintes	Potentiel
Dans les collecteurs	- 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**

Figure 27: Avantages et inconvénients des différents systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées

C. CONTRAINTES TECHNIQUES

Afin d'envisager une potentielle récupération d'énergie dans les eaux usées, le réseau devra remplir un certain nombre de conditions techniques :

- un diamètre de collecteur minimal (> 500 mm),
- un débit d'eaux usées minimal (15-20 l/s), et
- une distance bâtiment/collecteur maximale limite (< 200 ml).

D. APPLICATION

La récupération thermique sur eaux usées est théoriquement possible sur des réseaux d'assainissement de 5 000 équivalents habitant (EH) au moins; cependant la pratique a montré en Suisse que la rentabilité des projets n'est assurée qu'à partir d'environ 20 000 EH.

La station d'épuration de Brandérion a une capacité de traitement de 1 200 équivalent/habitants.

➔ **La capacité de la station ne permet pas d'envisager la récupération d'énergie sur les eaux usées.**

➔ **La récupération énergie sur les eaux usées est possible à partir des technologies de récupération en pied de bâtiment gros consommateur d'eau chaude et d'échangeur sur l'eau usée. La faisabilité des autres systèmes nécessite des études complémentaires.**

V.3.5. LE BIOGAZ

Le biogaz est une énergie renouvelable produite grâce à un procédé biologique **: la méthanisation.**

La méthanisation est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant une énergie renouvelable, le biogaz, et un fertilisant, le digestat. En l'absence d'oxygène (digestion anaérobie), des bactéries dégradent partiellement la matière organique.
Source : www.aile.asso.fr

Les intérêts de la méthanisation sont multiples :

- ✓ Valoriser la matière organique fermentescible du territoire
- ✓ Produire une énergie renouvelable et locale
- ✓ Produire un fertilisant, le digestat, substituable aux engrais minéraux
- ✓ Recycler et restituer au sol la matière organique et les éléments fertilisants
- ✓ Réduire la production de gaz à effet de serre.

Le biogaz peut être valorisé en alimentant une unité de cogénération qui produira de l'électricité (35 à 40%) et de la chaleur renouvelable (45-50%).

Un quartier urbanisé peut donc théoriquement être alimenté :

- ✓ Par du biogaz injecté (après épuration) dans le réseau de gaz naturel
- ✓ Par de la chaleur renouvelable issue de la cogénération via un réseau de chaleur (cf. étude d'opportunité § IX)

Un projet d'unité de méthanisation peut s'envisager à l'échelle d'une exploitation agricole ou à une échelle territoriale plus étendue. Le schéma suivant résume l'organisation d'une filière locale structurée de méthanisation :

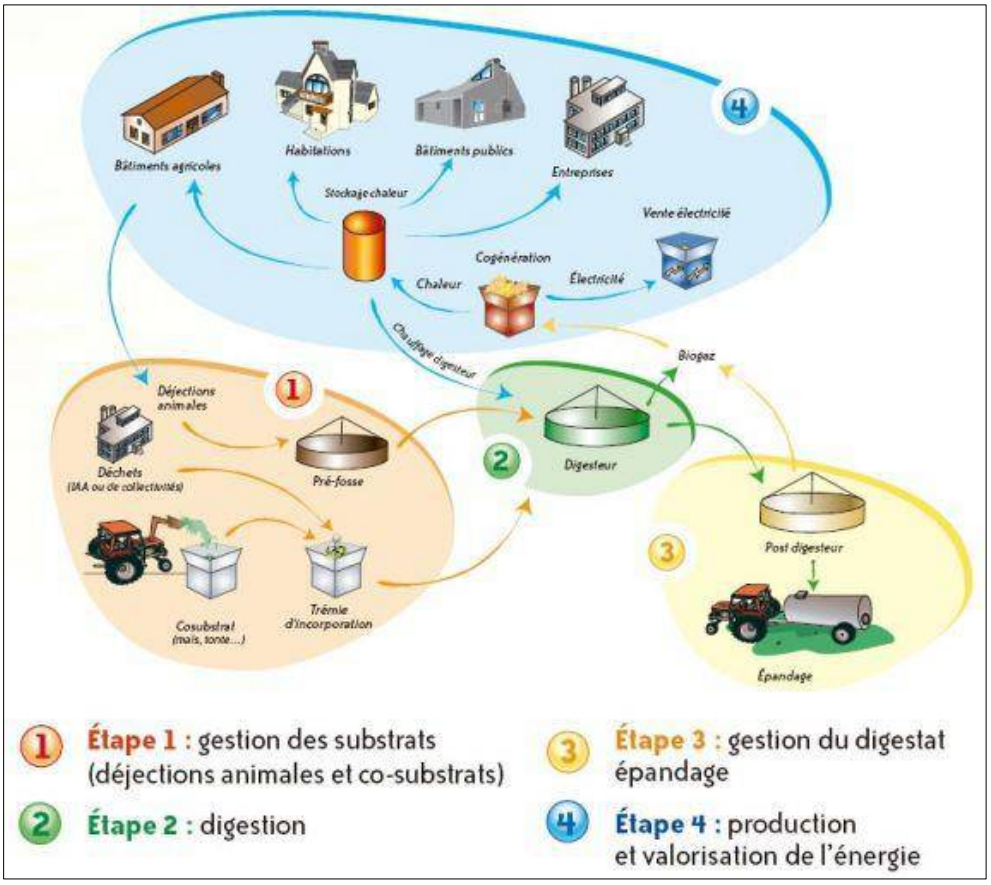


Figure 28 : schéma de principe d'une filière locale de méthanisation (source Aile)

L'exemple emblématique de filière locale structurée est le projet breton Géotexia implanté dans le Mené (http://geotexia.wordpress.com).

Une telle filière nécessite une mobilisation d'acteurs locaux ayant des problématiques de déchets organiques (agriculteurs, industries agroalimentaires). Si une telle mobilisation n'est pas préexistante, il est difficile de prendre comme point de départ les besoins énergétiques d'un nouveau quartier pour constituer la filière tant la durée de construction d'un projet est longue (10 ans pour Géotexia).

La figure suivant présente les installations de valorisation du Biogaz en Bretagne :

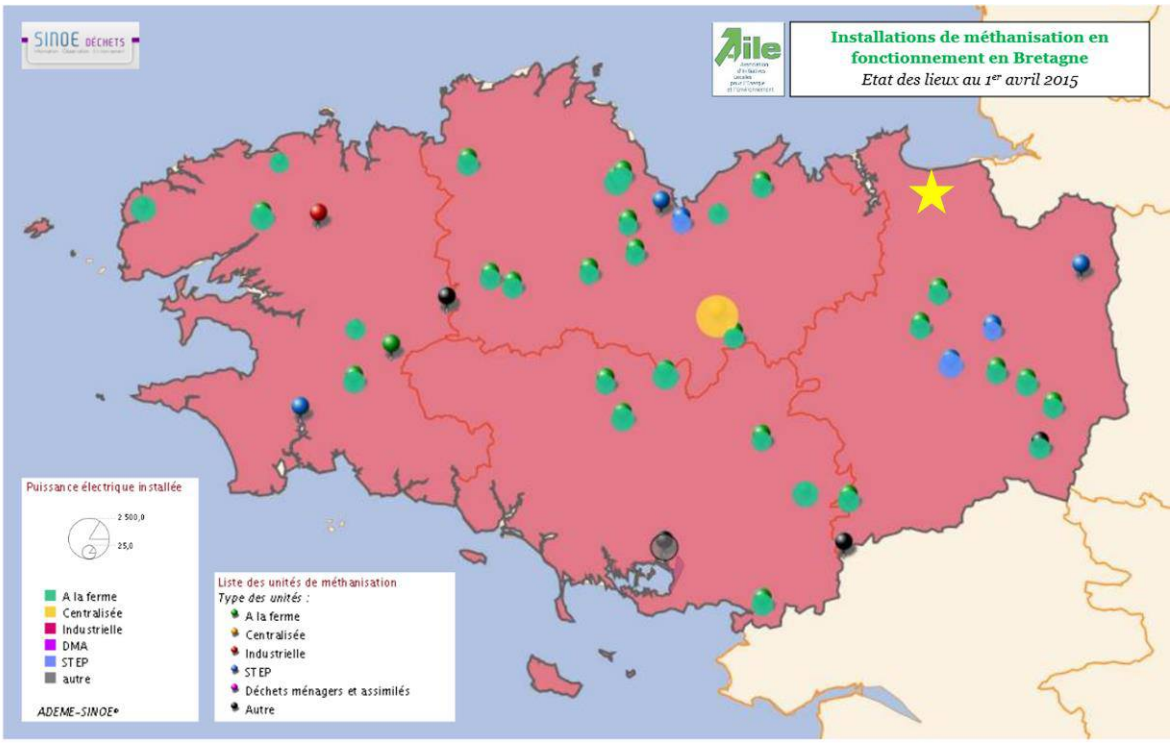


Figure 29: (Installation de valorisation du Biogaz en Bretagne et Pays de la Loire (*Source: Aile*)

Il n'existe pas d'installation de production de biogaz à proximité de Brandérion

En revanche un projet de méthanisation territoriale est en cours d'étude.

Une étude de faisabilité a montré un gisement de substrat organique intéressant sur le territoire et estime le potentiel de production de bio méthane à 17 200 MWh_{PCS}/an. Actuellement les porteurs de projet sont à la recherche de foncier, environ 2ha à proximité des grands axes de communication, du réseau GrDf ou d'un besoin de chaleur, pour développer ce projet de méthanisation.

L'existence d'un réseau gaz naturel pourra permettre l'usage du biogaz si une production locale se mettait en place.

L'utilisation de chaleur renouvelable via un réseau de chaleur est étudiée dans le paragraphe IX de cette étude.

Exemple :

A Locminé, dans le Morbihan, la société d'économie mixte Liger (Locminé innovation gestion des énergies renouvelables) construit un centre d'énergie renouvelable associant le bois, l'éolien, le photovoltaïque et une unité de méthanisation. Ce chantier a été remporté par un groupement d'entreprises mené par la PME bretonne Armorgreen. Quelque 60 000 tonnes de matières organiques provenant des usines agroalimentaires et des exploitations agricoles dans un rayon de 20 km seront ainsi transformées en énergie. L'originalité de l'installation repose surtout sur l'usage du biogaz : 10 % seront distribués comme carburant, soit l'équivalent de 300 000 litres de gazole par an. Le site sera le deuxième du genre en France avec celui de Morsbach, en Moselle. Il approvisionnera camions de collecte des déchets, véhicules utilitaires et de fonction, etc. Le reste du biogaz sera envoyé dans une unité de cogénération de 1,6 MWe. L'électricité sera vendue et la chaleur valorisée via un réseau de chauffage urbain alimenté depuis 2012 par une chaudière au bois. « Grâce à ces

valorisations et à la vente du phosphore issu de la méthanisation, l'investissement de 10,6 millions d'euros devrait être amorti en huit ans », calcule Marc Le Mercier, directeur de Liger.

V.3.6. L'ENERGIE HYDRAULIQUE

La production d'électricité à partir d'énergie hydraulique se décline en 2 types :

- l'hydro-électricité marine (Marées, courants marins, houle.) (Cf. Annexe)
- l'hydroélectricité issue des rivières (pente et débits des cours d'eau)

A. L'HYDROELECTRICITE MARINE

La commune de Brandérion ne se situe pas en zone côtière ce qui exclue l'hydroélectricité marine. En revanche, des projets de recherche sont soutenus par Lorient Agglomération et le département du Morbihan. Une étude sur le potentiel hydrolien du Mor Braz a été réalisée en 2013. A la suite de laquelle, une bathymétrie et une couranto dans le golfe du Morbihan ont été réalisées pour évaluer les performances énergétiques. Hors prises en compte des contextes environnemental et culturel (mégalithes), la production électrique est estimée entre 35 et 45 GWh/an, soit de 7 à 10 % des besoins électriques des 26 communes bordant le golfe.

B. L'HYDROELECTRICITE ISSUE DES RIVIERES

Les deux facteurs essentiels qui conditionnent l'énergie mobilisable sont la hauteur de chute et le débit du cours d'eau. Ils dépendent du site et doivent faire l'objet d'études préalables pour déterminer le projet d'aménagement de centrale hydroélectrique.

SITUATION REGIONALE

La figure suivante présente un extrait de l'évaluation du potentiel hydroélectrique du bassin Loire-Bretagne réalisé en 2007 :

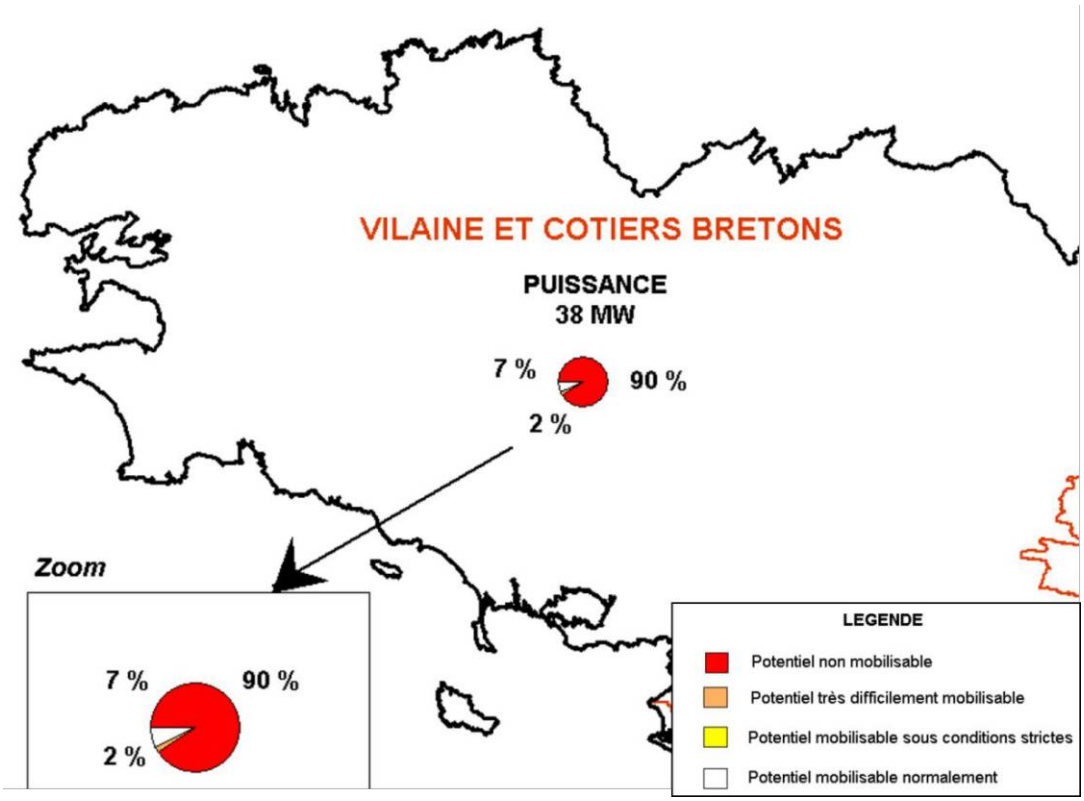


Figure 30: Potentiel de développement de l'hydroélectricité de la Bretagne (*Source : Rapport Somival*)

Le potentiel de développement de l'énergie hydroélectrique terrestre de la région Bretagne est très faible : seulement 7,6 MW. A la différence du potentiel hydroélectrique marin.

Le projet se situe sur le territoire du SDAGE Loire Bretagne dont l'application se traduit à l'échelle locale par la mise en place du SAGE du. « Golfe du Morbihan – Ria d'Etel », actuellement en cours de rédaction.

SITUATION LOCALE

Le projet se trouve sur le territoire du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel, en cours d'élaboration et dont l'Etat des lieux vient d'être validé. Il en ressort une forte pression urbaine et touristiques et des usages variés de l'eau tributaires de la qualité des eaux (baignade, conchyliculture, pêche à pied).

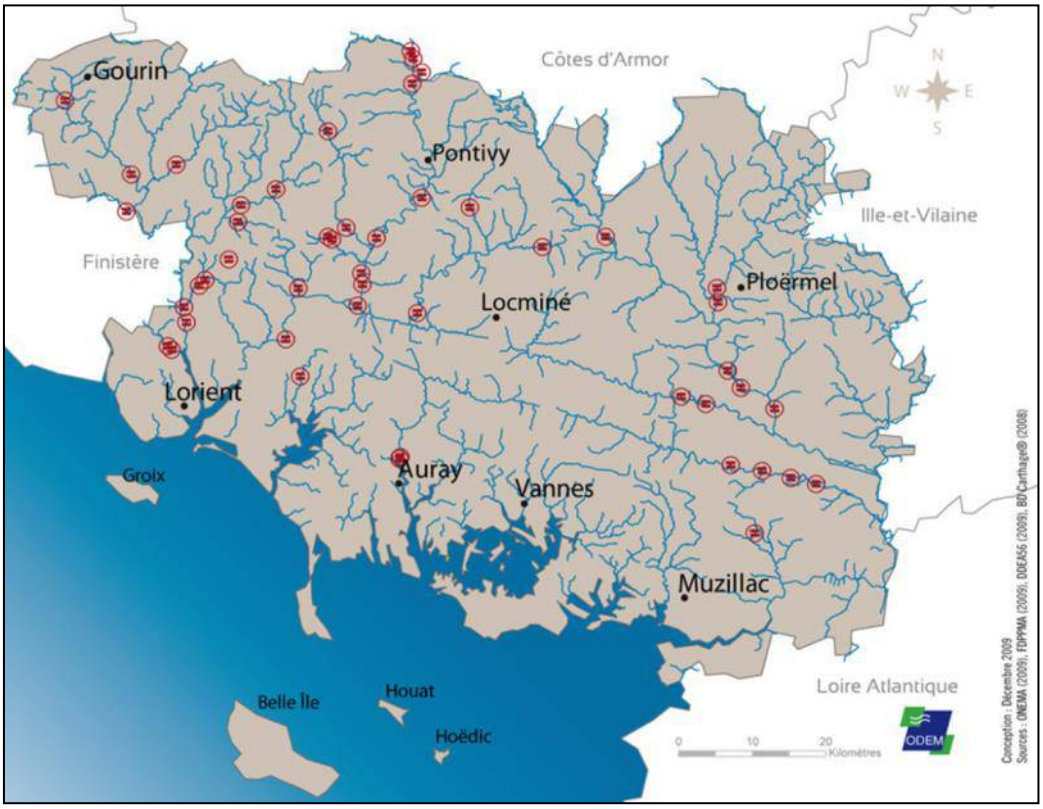


Figure 31: Centrales de production hydroélectrique dans le Morbihan *(Source ODEM)*

L'ODEM a répertorié, d'après la base de données "Obstacles" de l'ONEMA, 48 ouvrages de production d'hydroélectricité dans le département du Morbihan en 2009. La puissance installée s'élève à environ 25 MW, on comptabilisant comptabilise la centrale de Guerlédan qui représente à elle seule 20 MW

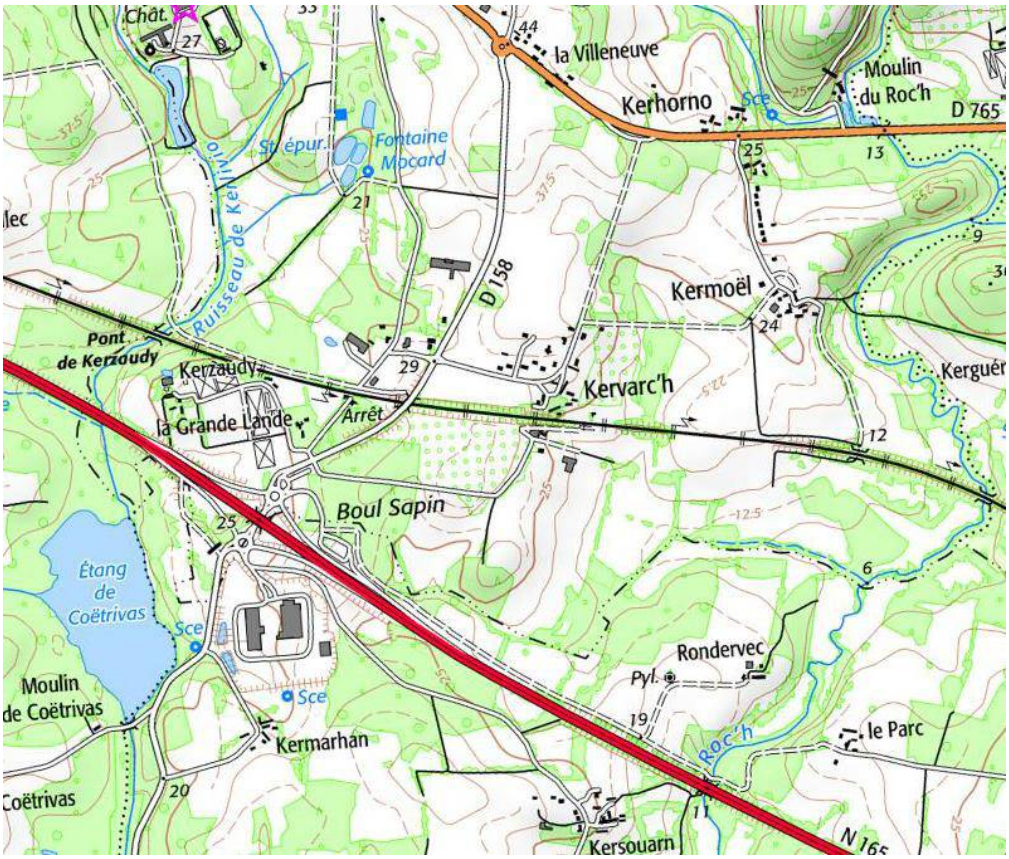


Figure 32: Contexte hydrographique du site

La zone de Boul Sapin ne comporte pas de cours d'eau

Les cours d'eau les plus proches sont la rivière du Pont du Roch à l'Est et le ruisseau de Kerlivio à l'Ouest

Les cours d'eau à proximité du site sont trop petits pour envisager la mise en place d'une unité de production hydroélectrique.

De plus, au vue des objectifs européens de restauration du caractère naturel, en créant des conditions favorables au maintien ou retour des espèces vivant dans les cours d'eau, la construction d'un ouvrage hydroélectrique est largement compromise. En effet, un tel ouvrage ferait alors obstacle à la continuité écologique. Ainsi, l'essentiel du potentiel se trouve au niveau des ouvrages existants par optimisation ou suréquipement des installations existantes.

L'investissement pour la mise en place d'une centrale hydroélectrique est très élevé (supérieur à 400 000 € HT hors génie civil), la rentabilité est remise en cause par la faiblesse de la puissance productible.

C. APPLICATION

Au vu de la taille des cours d'eau et des objectifs de restauration de la continuité écologique et du niveau élevé d'investissement nécessaire à l'exploitation de l'énergie hydraulique, la zone d'étude ne présente pas de potentiel hydroélectrique.

V.3.7. L'ENERGIE BOIS

L'énergie bois est disponible sur le territoire sous différentes formes. Les conditions de mobilisations sont détaillées en ANNEXES : FICHES TECHNIQUES sur les énergies renouvelables.

A. BOIS DECHIQUETE OU PLAQUETTES

Le bois déchiqueté est disponible dans le Morbihan.

La carte suivante montre les plateformes d'approvisionnement en bois déchiqueté en Bretagne.

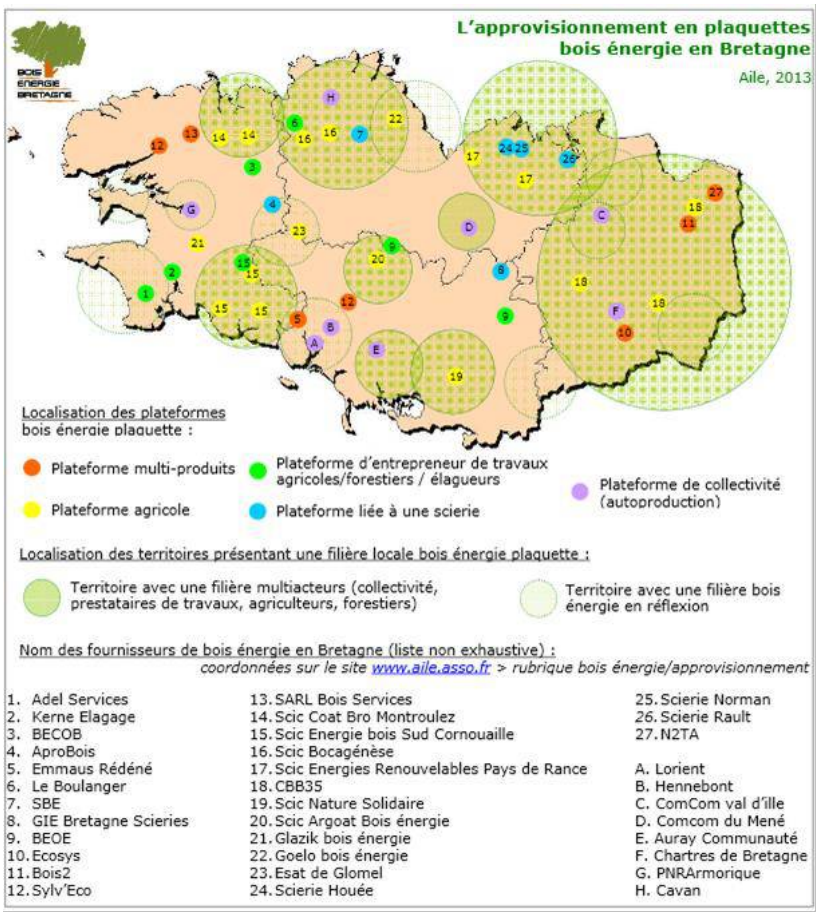


Figure 33 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté en Bretagne (source AILE, avril 2011)

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

D'autre part, l'association AILE a réalisé dans le cadre de sa mission d'animation du Plan bois énergie Bretagne, une étude prospective sur l'état de la ressource bretonne en bois et son évolution dans les années à venir. Les principales conclusions de ce travail sont les suivantes :

- Le gisement bois plaquette régional est estimé à 615 000 t/an, le gisement sur lequel se porte l'enjeu de mobilisation est situé en forêt
- Le gisement de plaquettes agricole est loin d'être mobilisé à son optimum (gisement évalué à 170 000 t/an contre une mobilisation actuelle de 10 000 t/an)
- La mobilisation de bois plaquette est actuellement à un tournant dû aux projets mobilisant d'importants tonnages (réseaux urbains, projets de cogénération) : **la mobilisation de bois énergie sur des chaufferies de petite et moyenne capacité (jusqu'à 4000 t de bois par an) ne met pas en péril la ressource régionale. C'est l'un des leviers importants de positionnement des collectivités sur les énergies renouvelables.**

- La mobilisation de la ressource agricole notamment pour l'alimentation de projets en collectivités via des plateformes locales reste pertinente.

Le graphique suivant présente une projection des consommations prévisionnelles (basées sur les projets connus dont la chaufferie cogénération biomasse de 37MW à Rennes) mis en regard des gisements régionaux à l'horizon 2014 :

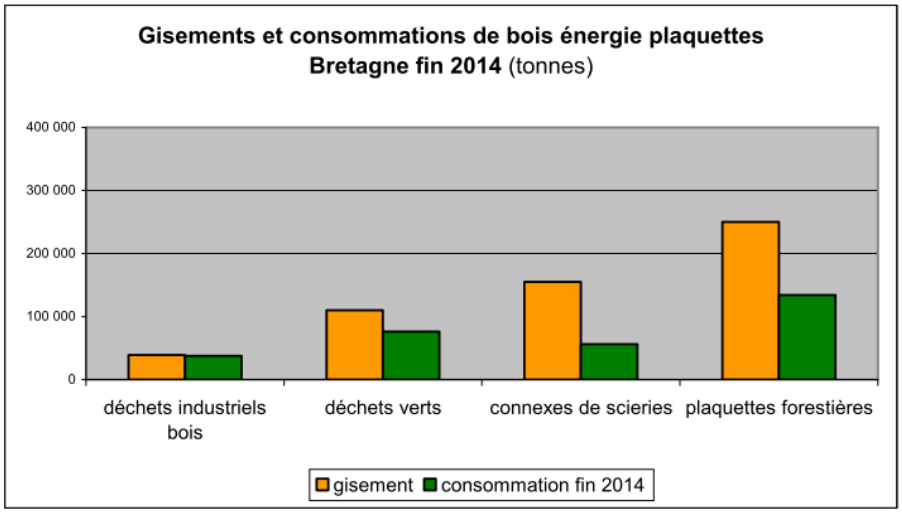


Figure 34 : Gisements en consommation de bois énergie plaquette en Bretagne fin 2014 (source AILE)

La totalité du document est disponible sur le site internet : www.aile.asso.fr

Depuis, le bilan du Plan bois énergie Bretagne 2007-2013 est paru. Il en ressort que le Morbihan est le troisième consommateur de bois déchiqueté parmi les 4 départements bretons: 30 000 tonnes par an dont 23 000 proviennent du territoire. Aujourd'hui l'organisation de la mobilisation de bois énergie en forêt, le principal gisement, est jeune et a d'énormes marges d'optimisation, les entreprises spécialisées n'ont pas atteint leur équilibre.

Par ailleurs, une Structuration d'une filière locale bois énergie dans le pays de Lorient, réalisée en 2014 par l'Audélor, confirme la présence de gisement sur le territoire dont l'exploitation dépend de la structuration de la filière.

D'autre part, l'association AILE réalise, entre autre, le recensement des installations mais également des fournisseurs de bois énergie. Elle peut également accompagner les démarches de mise en place d'une telle filière avec les collectivités dans le cas d'un projet défini.

B. LES DECHETS VALORISABLES

L'implantation d'une entreprise exploitant le matériau bois au sein du de la zone d'activité de Boul Sapin offrirait une ressource de combustible bois sur site.

Les déchets industriels banals bois (dib bois) sont intéressants économiquement car secs. Ne sont concernés que les bois dits de classe A, c'est-à-dire les broyats de palettes et caisseries. Les bois de classe B – bois peints, mélaminés – peuvent alimenter une chaufferie industrielle si un système de traitements des fumées adéquats est prévu.

Estimation du gisement :

On considère un pouvoir calorifique (PCI) équivalent à 4 400 kWh/tonne pour ces déchets.

C. GRANULES DE BOIS

Les **granulés de bois** sont fabriqués avec de la sciure issue de l'industrie du bois : ces sciures sont transformées en granulés par pressage si elles sont sèches, elles sont préalablement séchées avant compression si elles sont humides. Dans les deux cas, les granulés ne comportent pas d'additifs. Le granulé de bois est un produit beaucoup plus homogène que la plaquette, donc plus facilement utilisable, mais il nécessite plus d'énergie pour sa fabrication.

Le bois granulé peut être livré en sacs (poêles à granulés) ou en vrac par camion souffleur (chaudières automatiques).

D. LES CHAUFFERIES BOIS SOLUTIONS EN COLLECTIVITES ET INDUSTRIE

Les solutions collectives peuvent s'envisager de deux manières :

- **Chaufferie collective dédiée à un bâtiment**
  Comme pour le chauffage collectif au fioul ou au gaz, il est possible d'installer une chaudière automatique (granulés ou plaquettes) pour desservir des besoins en chaleur et eau chaude sanitaire (bâtiments tertiaires, industrie). U**ne étude de faisabilité peut être imposée pour préciser l'intérêt de cette solution en fonction des besoins.**

- **Chaufferie alimentant un réseau de chaleur**
  Ce cas de figure doit être étudié finement d'un point de vue technique, économique et juridique lorsque plusieurs clients sont raccordés au réseau. L'usage du bois déchiqueté est souvent plus pertinent économiquement.

Dans les deux cas, il est nécessaire de prévoir une chaufferie dédiée avec un silo de stockage dimensionné en fonction des besoins, un accès pour le camion de livraison. En termes de maintenance, le contrat de maintenance doit prévoir le passage régulier d'un agent pour le décendrage et l'entretien annuel de la chaufferie. La valorisation des cendres doit également être prévue.

Le principe de fonctionnement d'une chaufferie automatique, les conditions de stockage et de production du combustible et la gamme de puissance sont présentés en annexe.

E. EXEMPLE DE CHAUFFERIES INDUSTRIELLES :

CHAUFFERIES DEDIEES

- Depuis 2010, le site IKEA de Saint Quentin Fallavier(38) a mis en place une chaufferie biomasse lui permettant de couvrir 60% de ses besoins en énergie de chauffage. IKEA chauffe ses locaux a 15°. Avec un ROI de moins de 8 ans ce projet s'inscrit dans une stratégie intitulée «People and Planet Positive» (Objectif 2020 : 100% énergie renouvelable).
- La société ORTRANS (Groupe STVA) situé à Ambérieu en Bugey (01) a réalisé l'installation de 2 chaudières de 600 Kwh chacune et fonctionnant au bois. Economie globale de 350 TCO2/an et 120 T de fioul/an. Cet investissement a été **primé par un trophé d'argent de la logistique durable** au Salon SPILOG 2012.
- L'entreprise Drouin, spécialisée en caisserie et fabrication de contreplaqué, réutilise ses déchets bois pour se chauffer.

Ets Drouin (72) – 3.5 MW / Source : Atlanbois

- L'entreprise Potier, fabricante d'escaliers dans le Morbihan a investi dans trois séchoirs à bois traditionnels alimentés par une chaudière qui consomme leurs déchets de bois, chutes et sciures, pour sécher le bois en fonction de son utilisation finale.

Figure 35: Séchoir à bois de l'entreprise Potier *(Source Potier)*

- L'entreprise Gauthier Lamelle-collé est équipée depuis 2004 d'une chaudière de 1,5MW qui consomme 600t/an de bois
- A Herbignac, l'usine HCI, filiale du Groupe Eurial, est spécialisée dans la fabrication de mozzarella et le séchage des coproduits du lait. La chaufferie biomasse de 15 MW, mis en route en janvier 2013, fourni 80 % de la vapeur nécessaire au fonctionnement du site, soit 22 tonnes de vapeur / heure à 15 bars. La chaudière est alimenté en bois de recyclage et plaquettes forestières, elle consomme, 30.000 tonnes de bois déchiqueté / an et permet d'économiser 15.000 tonnes / an.

Figure 36: chaufferie de l'entreprise HCI

RESEAU DE CHALEUR

Un réseau porté par le SVL de Bressuire (79) dessert de la petite industrie et du tertiaire depuis 1998, alimenté par le tri des déchets de bois issus des activités du Syndicat du val de Loire.
NB : suite à la disparition d'une société qui consommait près de la moitié des besoins, un redimensionnement de la chaufferie a été nécessaire.

F. LES INTERLOCUTEURS POUR MONTER CE TYPE DE PROJET

- L'association AILE (Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement) spécialisée dans la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables en milieu agricole et rural accompagne les actions de valorisation de la biomasse (Plan Energie Bois, Méthanisation, cultures énergétiques…) en Bretagne. C'est un interlocuteur privilégié pour les projets de chaufferie collective.

Contact :

AILE – 73, rue de Saint-Brieuc – CS 56520 – 35065 RENNES Cedex

Tél. : 02 99 54 63 23 – Fax : 02 99 54 85 49 – Courriel : info-(a)-aile.asso.fr

www.aile.asso.fr

- AMORCE est l'association nationale des collectivités, des associations et des entreprises pour la gestion des déchets, de l'énergie et des réseaux de chaleur. AMORCE constitue un lieu unique de partage des connaissances et des expériences entre collectivités territoriales et professionnels sur ces compétences. Ce réseau d'élus et de techniciens permet à chacun de disposer des informations les plus récentes et les plus pertinentes.

Contact :

AMORCE– 7, rue du lac – 69422 Lyon Cedex 03

Tél. : 04.72.74.09.77 – Fax : 04.72.74.03.32

Courriel : amorce@amorce.asso.fr

www.amorce.asso.fr

Le bois est disponible sur le territoire sous différente formes est pourrait assurer la production de chauffage.

Le bois bûche n'est pas adapté aux zones d'activité, au contraire du bois granulés ou de la plaquette.

Quel que soit le combustible, il sera nécessaire de prévoir un volume de stockage suffisant est accessible pour la livraison.

V.3.8. RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES PROCESS

En fonction des procédés industriels utilisés, il est possible de récupérer de l'énergie (chaleur fatale, groupes froids…) pour alimenter une entreprise voisine ou un besoin au sein de l'entreprise.

Le potentiel d'énergie récupérée devra être étudié au cas par cas.

Il conviendra, lors de la commercialisation des parcelles, de mettre en relation et de positionner les potentiels producteurs de chaleur fatale avec les potentiels consommateurs.

EXEMPLE : RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES GROUPE FROIDS

Les machines frigorifiques fonctionnent grâce à un cycle thermodynamique : le refroidissement de l'intérieur du frigo (côté évaporateur) produit simultanément de chaleur côté condenseur.

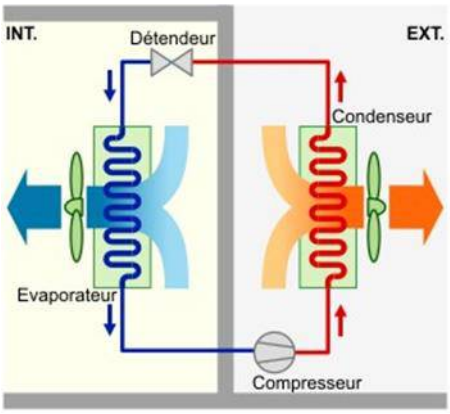


Figure 37: principe de la machine frigorifique

L'idée est donc de récupérer cette chaleur pour pré-chauffer de l'air ou de l'eau à des températures pas trop importantes.

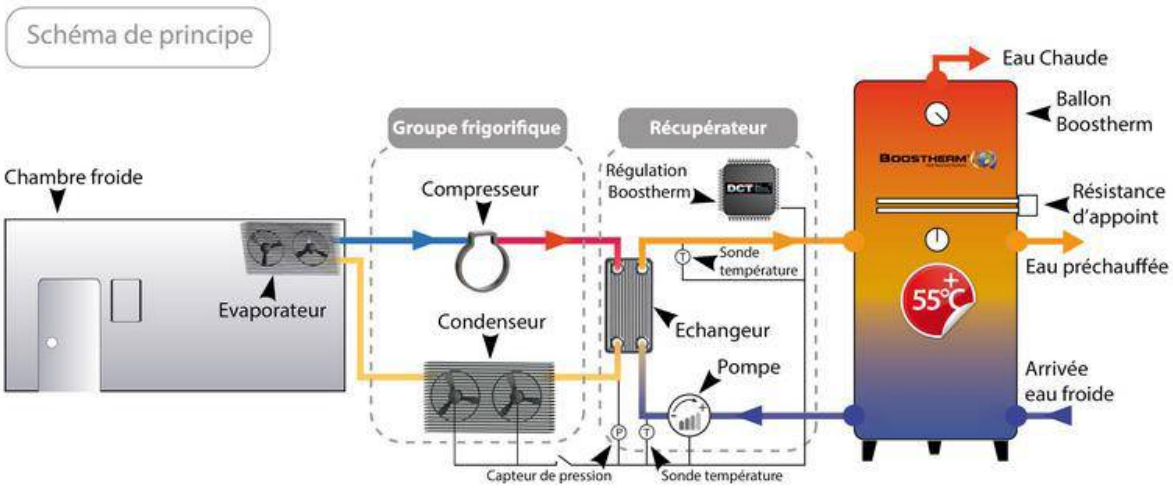


Figure 38: principe du dispositif (source Boostherm)

Grâce à un échangeur, on récupère la chaleur émise au condenseur pour préchauffer l'eau d'un ballon qui dispose par ailleurs d'un appoint (hydraulique ou électrique)

Le taux de récupération de chaleur minimum est de 80%.

Pour une chambre froide négative (-4°C), Puissance de 15kW, fonctionnement moyen sur 16h/jours.

Production de 192 kWh/ jour en moyenne soit 70 000 kWh/an.

V.4. SYNTHESE DU POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LA ZONE

Le tableau suivant présente une synthèse du potentiel de l'opération vis-à-vis des sources d'énergies renouvelables, ainsi que de leurs conditions de mobilisations.

Energie	Potentiel du terrain	Conditions de mobilisation
Petit éolien	+	Etude précise des vents à réaliser en phase réalisation et après la construction des bâtiments
Grand éolien	-	Impossible à moins de 500 m d'une zone d'habitation, + servitude aérienne
Solaire	+++	Orientation Sud des bâtiments et conception bioclimatique Réaliser un modèle 3D pour évaluer précisément l'ensoleillement et notamment les ombres portées des bâtiments **et de la végétation**
Apports passifs	+++	Conception bioclimatique (maximiser les apports solaires en hiver, s'en protéger en été)
Solaire thermique	++	Panneaux solaires thermiques en toiture et/ou brises- soleil (étude approfondie à réaliser). Besoins d'eau chaude importants. Orientation sud des toitures ou toits terrasses
Solaire photovoltaïque	+++	Panneaux photovoltaïques : prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la faisabilité technico-économique et les possibilités de positionnement (en toiture, en brise-soleil, en ombrière de parking, sur des candélabres, …) Orientation Sud des toitures ou toits terrasses
Géothermie		
sur sol	+	La réalisation d'un forage test et d'une étude de faisabilité est indispensable pour confirmer le potentiel et déterminer les modalités d'exploitation.
sur nappe	+	
Récupération d'énergie sur les eaux usées		-Bâtiment de taille significative + évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes -Valorisation possible
En pied de bâtiment	++	
STEP	-	
Biogaz	+	Pas d'installation de production à proximité Un projet de méthanisation territoriale est en cours d'étude
Hydraulique (électricité)	-	Cours d'eau non exploitable
Bois	+++	Prévoir stockage et approvisionnement Filière bois énergie régionale en cours de structuration
Récupération d'énergie sur les process	++	Potentiel à confirmer en fonction des activités installées sur la ZAC

Figure 39 : Synthèse du potentiel du site vis-à-vis des énergies renouvelables

L'énergie solaire passive et active, l'énergie bois, la récupération d'énergie sur les eaux usées et la récupération d'énergie sur les process, présentent un potentiel de développement. Les grandes lignes sur les conditions de mobilisation sont données en annexe.

V.5. SYNTHESE SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ENERGIES MOBILISABLES

FORMES D'ENERGIE	ATOUTS/AVANTAGES	CONTRAINTES/INCONVENIENTS
ELECTRICITE	Disponibilité *A réserver aux usages spécifiques*	Coût élevé Faible rendement global, gestion des déchets nucléaires, contexte tendu en hiver en Bretagne
GAZ NATUREL	Commune desservie Impact environnemental plus limité que le fioul	Extension de réseau à prévoir **Energie fossile à fort impact environnemental**
FIOUL	-	**Très fort impact environnemental**
PROPANE	Impact environnemental plus limité que le fioul	Positionnement des cuves ou réseau gaz
BOIS – ENR	Disponibilité de la ressource Filière créatrice d'emplois locaux Chaufferie mutualisée possible	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 maitrisée afin d'éviter l'émission de substances polluantes
SOLAIRE – ENR	Site dégagé Energie gratuite Différentes technologies concernant le solaire photovoltaïque peuvent favoriser une intégration au bâti et au milieu urbain (verrières, façade, mobilier urbain, …) Performante, la technologie du solaire thermique a atteint sa maturité. Le matériel est fiable et a une durée de vie d'au moins 25 ans. Le coût du solaire thermique est très abordable, c'est une énergie consommée sur place	Contrainte d'orientation Sud et nécessité d'une pente du site favorable Contraintes liées aux ombres portées (bâtiment et végétation) Conflit d'usage des toitures (occupation de surface importante par les panneaux solaires) Le coût peut être élevé pour le photovoltaïque Le photovoltaïque sera en général réinjecté sur le réseau, aussi le réseau local doit pouvoir accueillir la production des installations.
PETIT EOLIEN-ENR	Energie renouvelable Plusieurs formes de technologies existent et peuvent facilement s'intégrer au paysage urbain	Productivité faible, matériels non encore optimisés Nuisance sonores potentielles « Effet d'abris » du milieu urbain qui limite la productibilité
Pompe à Chaleur sur air	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
Pompe à Chaleur sur sondes géothermique	Amélioration de l'efficacité d'un chauffage électrique Utilisation d'une part d'énergie gratuite provenant d'une source chaude (sol, eau)	Appel de puissance électrique en hiver Impact sur l'effet de serre du fluide frigorigène
GEOTHERMIE PROFONDE– ENR	Système performant Peu intégrer un bouquet énergétique en tête de réseau de chaleur	Coût élevé de mise en œuvre Pas adapté à des projets individuels

RECUPERATION D'ERNERGIE SUR LES EAUX USEES	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 ml

Figure 40: Synthèse sur l'impact environnemental des énergies mobilisables

ENR : énergie renouvelable

VI. PHASE 2 : DETERMINATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU QUARTIER

Afin de déterminer le niveau de couverture des consommations énergétiques par les énergies renouvelables, il importe de définir les **niveaux de consommations énergétiques** attendues sur le quartier de manière exhaustive, afin de comparer l'impact environnemental de ces solutions.

Il s'agit donc :

- D'évaluer la totalité des consommations énergétiques du futur quartier en fin d'opération
- De définir des scénarios d'approvisionnement en énergie mobilisant les énergies renouvelables pour répondre à ces besoins
- D'évaluer l'impact environnemental de ces scénarios
- D'évaluer l'impact financier de ces scénarios

VI.1. USAGES ENERGETIQUES ATTENDUS

Plusieurs types d'usages de l'énergie peuvent être distingués sur une opération d'aménagement :

- **L'énergie liée au fonctionnement des bâtiments**
- **L'éclairage public**
- **L'énergie consommée par les transports**
- **L'énergie grise mobilisée par la construction des bâtiments**

VI.1.1. LES USAGES LIES AUX BATIMENTS

Les bâtiments d'une zone d'activités ont des besoins énergétiques qui peuvent être décomposés en besoins de :

- Chaleur : chauffage, eau chaude, vapeur
- Froid : climatisation, chambre froide
- Electricité spécifique : éclairage, ventilateurs, circulateurs, pompes, machines-outils, moteurs etc.

Les bâtiments à usage industriel ont des **besoins très spécifiques qui peuvent varier de 1 à 1000 en fonction de leurs activités**. Par ailleurs, la consommation énergétique des espaces tertiaires associés à ces activités (bureaux, salles de réunion, sanitaires) est tout à fait négligeable en proportion.

De même les bâtiments à usage de plateforme logistique présentent une très grande hétérogénéité en terme d'exploitation (plage horaires, process, température de stockage, etc.),et de taille de bâtiment.

Cette étude va permettre de montrer ces disparités de besoins en fonction de la destination des bâtiments et de voir quels types d'énergies renouvelables pourraient être utilisées sur le site. En l'absence de descriptif précis des futures entreprises accueillies sur le site à ce stade de l'étude, **un exemple sera étudié pour montrer l'impact environnemental possible de ce parc d'activités et la place que pourront prendre les énergies renouvelables pour limiter cet impact.**

Cette étude va permettre d'évaluer les besoins énergétiques globaux grâce à des hypothèses de consommations énergétiques, en fonction des typologies de bâtiments prévus sur l'opération.

VI.1.2. LES AUTRES USAGES

A. L'ECLAIRAGE PUBLIC

Ce poste est supporté directement par les collectivités.

B. LES TRANSPORTS

Ces consommations d'énergie liées aux véhicules individuels et aux transports collectifs ont un impact important sur l'effet de serre qu'il convient d'évaluer.

C. L'ENERGIE GRISE

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

Dans le cadre de la réalisation d'une zone d'activité 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.

Dans un bâtiment très performant, la part de l'énergie grise dans le cycle de vie du bâtiment devient prépondérante par rapport à l'énergie consommée au cours de la vie du bâtiment.

La suite de l'étude n'intègrera 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

VI.2. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DES BATIMENTS EN FIN D'OPERATION

La disparité des besoins énergétiques des activités industrielles et logistiques est très importante. De fait, toute projection sur la consommation énergétique est irréaliste, tant l'écart entre les besoins de deux entreprises et donc deux procédés peut être grand.

Pour les plateformes logistiques, la surface allouée aux activités de préparation et d'entreposage représente plus de 90% de la surface du bâtiment. La partie bureaux représente donc une surface minime. Les besoins de chauffage de la partie logistique correspondent au maintien hors gel ou à température de conservation optimale des produits. L'éclairage des locaux représente le premier poste de consommation.

Nous évaluons les besoins en énergie des bâtiments à partir de ratios issus de recherches bibliographiques (Ademe, Conclusions du Groupe de travail « Plan Bâtiment Grenelle ») et de notre expérience en diagnostic énergétique de bâtiments d'activité.

Le tableau suivant présente les hypothèses de besoins énergétiques que nous avons considérés :

	ratio kWh/m² de SDP	dont chaleur	dont électricité
Logistique	150	30%	70%
IAA ou grande industrie	2500	60%	40%
Petite et moyenne industrie	500	50%	50%

Figure 41 : Hypothèses de ratios énergétiques dans l'exemple étudié

NB : Pour les IAA nous intégrons les besoins de vapeur aux besoins de chaleur

Nous rappelons que certains locaux (bureaux) des bâtiments industriels sont soumis à RT 21012.

Sur la base des hypothèses de surface consacrée à chaque type d'activité, nous obtenons les estimations de consommations énergétiques de la ZAC suivantes :

Scénario 1 :

Scénario 1			
Consommations prévisionnelles en énergie finale (MWh/an)	Logistique	Petite et moyenne Industrie	Total
SDP totale	12 600 m²	14 800 m²	27 400 m²
Chaleur	567	3 700	**4 270**
Electricité	1 323	3 700	**5 020**
Consommation totale (MWh_{ef}/an)	**1 900**	**7 400**	**9 300**

Figure 42 : Hypothèses 1 de besoins énergétiques annuels par type d'activité

Ainsi, suivant nos hypothèses, pour le scénario 1, la consommation d'énergie finale de l'opération s'élèverait à environ **9 300 MWh/an**.

Les besoins en **électricité représenteraient 46% des besoins énergétiques**.

La logistique représente 20% des besoins totaux, les petites et moyennes industries 80%.

Scénario 2 :

Scénario 2			
Consommations prévisionnelles en énergie finale (MWh/an)	Grande Industrie ou IAA	Petite et moyenne Industrie	Total
SDP totale	12 600 m²	14 800 m²	27 400 m²
Chaleur	18 900	3 700	**22 600**
Electricité	12 600	3 700	**16 300**
Consommation totale (MWh_{ef}/an)	**31 500**	**7 400**	**38 900**

Figure 43 : Hypothèses 2 de besoins énergétiques annuels par type d'activité

Pour le scénario 2, la consommation d'énergie finale de l'opération s'élèverait à **38 900 MWh/an,** soit 4 fois plus que pour le scénario 1.

Les besoins en **électricité représenteraient 42% des besoins énergétiques**. L'industrie agroalimentaire (ou grande industrie) représente 81% des besoins totaux et les petites et moyennes industries 19%.

L'accueil d'une Industrie Agro-alimentaire implique une forte augmentation de la consommation d'énergie à l'échelle de la ZAC.

Scénario 3 :

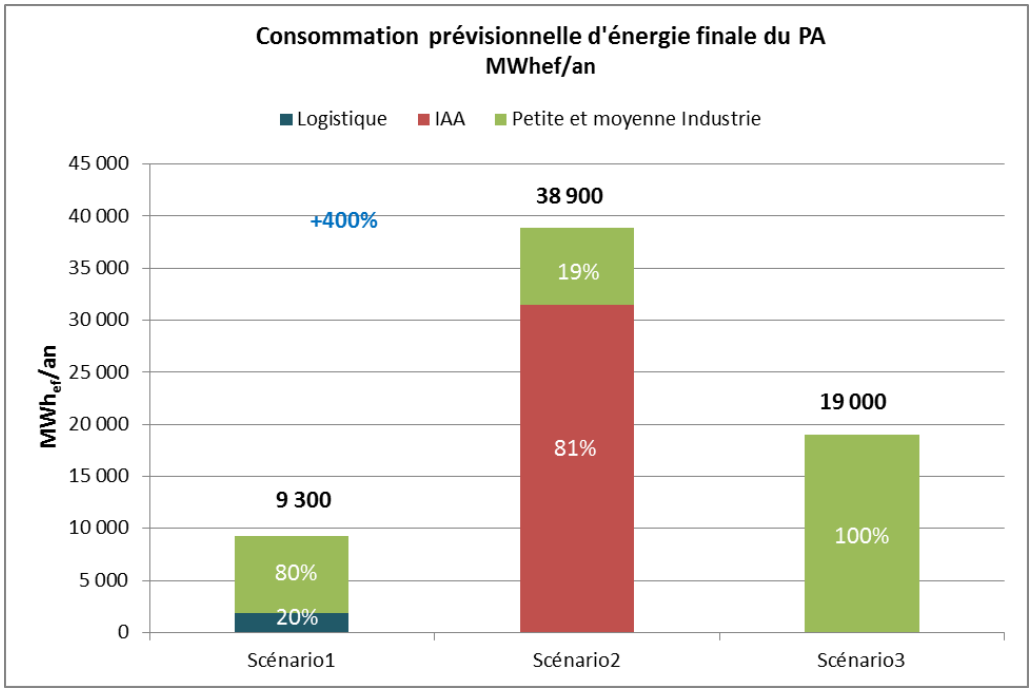
Scénario 3		
Consommations prévisionnelles en énergie finale (MWh/an)	Petite et moyenne Industrie	Total
SDP totale	38 000 m²	38 000 m²
Chaleur	9 500	**9 500**
Electricité	9 500	**9 500**
Consommation totale (MWh_{ef}/an)	**19 000**	**19 000**

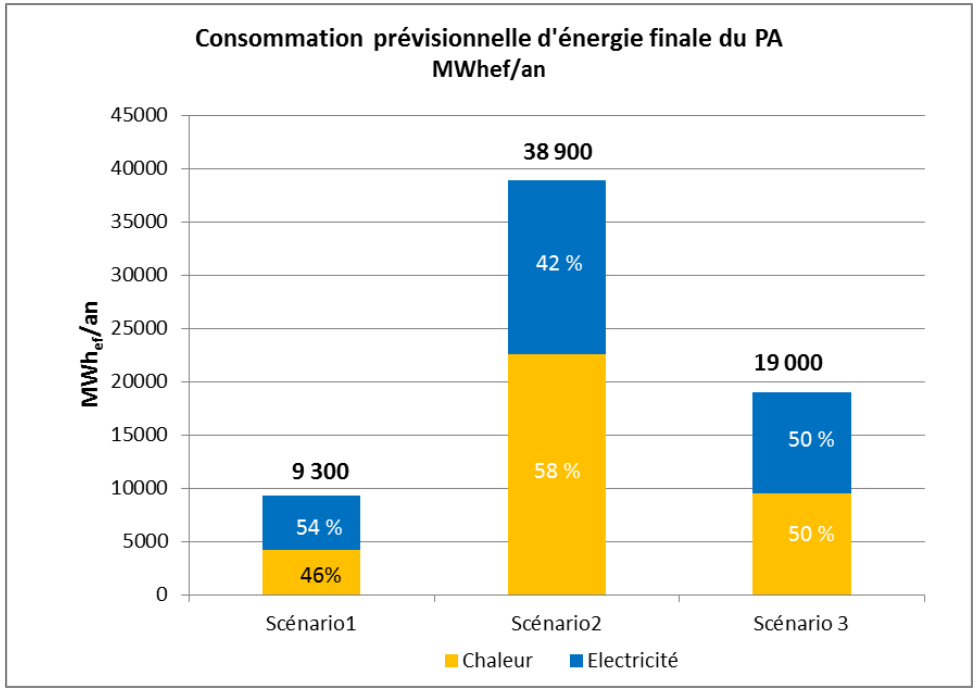
Figure 44: Hypothèses 3 de besoins énergétiques annuels par type d'activité

Pour le scénario 3, la consommation d'énergie finale de l'opération s'élèverait à 19 000 MWh/an, soit 2 fois plus que pour le scénario 1.

Les besoins en électricité représenteraient 50% des besoins énergétiques.

Ces résultats sont également présentés sous forme de graphiques :





Le scénario 2 de programmation, met en évidence le poids de l'activité agro-alimentaire (ou de grande industrie) dans le bilan énergétique du parc d'activités.

Le deuxième graphique met en évidence la répartition chaleur / électricité dans les consommations d'énergie. Pour le scénario 1 de programmation l'usage prépondérant est l'électricité alors qu'il est minoritaire dans le scénario 2. La répartition électricité/chaleur est équitable dans le scénario 3.

VII. PHASE 3 : TAUX DE COUVERTURE DES BESOINS DE LA ZONE PAR LES ENR

En considérant les hypothèses de consommations énergétiques déterminées précédemment, nous allons déterminer le taux de couverture théorique de chaque énergie renouvelable, pour répondre aux consommations énergétique du futur quartier.

VII.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR MICRO-EOLIENNES

Le relief du site est peu marqué, il ne présente pas d'obstacle majeur au vent (*Cf.* Figure 7*)*, à la différence de la végétation et des futurs bâtiments (Cf. Figure 10 p. 25 et Figure 8 p. 23).

Ordre de grandeur :

La mise en place d'une petite éolienne permet de produire environ 5 600 kWh/an, pour un coût d'investissement de l'ordre de 15 000€ (hors Génie civil).

Les mâts doivent être espacés d'environ H+10 m (H : hauteur de l'éolienne, pâles inclues), 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 30, soit une **production annuelle potentielle de 150 MWh.**

VII.2. PRODUCTION DE CHALEUR ET/OU D'ELECTRICITE PAR ENERGIE SOLAIRE

La mise en place de panneaux solaires, thermiques ou photovoltaïques, est envisageable en toiture des bâtiments.

Pour cette estimation, on considère que tous les bâtiments ont une toiture Bac Acier inclinée à environ 3% et qu'en moyenne 1/3 de la surface de toiture peut recevoir des panneaux solaires thermiques ou 50% de la toiture peut recevoir des panneaux solaires photovoltaïques.

Par approximation, on considère que :

- 1/3 de la SDP totale du projet peut accueillir des panneaux solaires thermiques.
- 50% de la SDP totale du projet accueille des panneaux solaires photovoltaïques.

Ce qui correspond à 9 150 m² de panneaux solaires thermiques ou 13 700 m² de panneaux solaires photovoltaïques pour les scénarios 1 et 2 (SDP totale identique) et 12 650 m² de panneaux solaires thermiques ou 19 000 m² de panneaux solaires photovoltaïques pour le scénario 3.

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

Le tableau suivant donne la productibilité annuelle des différents types de technologies, issue du bilan des Appels à projet Solaire de l'Ademe en Bretagne :

Productibilité annuelle	Electricité (*kWh/kWc*)	Chaleur (*kWh/m²*)
Capteurs en toiture	1 025	350
Capteurs en brise soleil	1 000	350
Membrane en toiture	950	

Pour ces estimations, nous considérons que les emprises constructibles seront positionnées en fonction des ombres portées des haies de manière à éviter leur impact sur les toitures.

Vu l'inclinaison d'environ 3% des panneaux solaire photovoltaïques, on considère une baisse de performance de 12,5% (Cf. Figure 24).

Le tableau suivant présente la production énergétique annuelle potentielle :

		Electricité MWh	Chaleur MWh
Surface (m²)		13 700	9 150
Puissance (kW)c		1 220	
Scénario 1	Production annuelle	1 250	3200
	Part de la consommation	25%	75%
Scénario 2	Production annuelle	1 250	3 200
	Part de la consommation	8%	14%

		Electricité MWh	Chaleur MWh
Surface (m²)		19 000	12 650
Puissance (kW)c		1 660	
Scénario 3	Production annuelle	1 700	4 450
	Part de la consommation	18%	47%

VII.3. PRODUCTION DE CHALEUR PAR BOIS ENERGIE

Suivant la technologie utilisée et le type de combustible la couverture des besoins varie.

En moyenne on peut considérer qu'une chaudière bois granulés correctement dimensionnée permet de couvrir 100% des besoins de chaleur d'un bâtiment et une chaudière bois plaquettes 80%. Il conviendra de vérifier la disponibilité du combustible sur le territoire par une étude d'approvisionnement.

VII.4. SYNTHESE

Le tableau suivant récapitule la quantité d'énergie productible et le taux de couverture induit pour les énergies renouvelables dont le potentiel de développement est intéressant et quantifiable sur le site :

			Productible Moyen (MWh/an)		Taux de couverture moyen par les EnR		
Energie	**Technologie**	**Caractéristiques**	**Chaleur**	**Electricité**	**Besoins de Chaleur**	**Besoins d'Electricité**	**Besoins totaux d'Energie**
Scénario 1		**Besoins**	**4 270**	**5 020**			
Solaire	Panneaux solaires thermiques	Inclinaison 30° Orientation: Sud 9 150 m²	3 200	0	75%	0%	34%
	Panneaux solaire photovoltaïque	Inclinaison 3° Orientation: Sud 13 700 m²	0	1 250	0%	25%	13%
Bois	Chaufferie bois granulés		4 270	0	100%	0%	46%
	Chaufferie bois plaquette		3 400	0	80%	0%	37%

			Productible Moyen (MWh/an)		Taux de couverture moyen par les EnR		
Energie	**Technologie**	**Caractéristiques**	**Chaleur**	**Electricité**	**Besoins de Chaleur**	**Besoins d'Electricité**	**Besoins totaux d'Energie**
Scénario 2		**Besoins**	**22 600**	**16 300**			
Solaire	Panneaux solaires thermiques	Inclinaison 30° Orientation: Sud 9 150 m²	3 200	0	14%	0%	8%
	Panneaux solaire photovoltaïque	Inclinaison 3° Orientation: Sud 13 700 m²	0	1 250	0%	8%	3%
Bois	Chaufferie bois granulés		22 600	0	100%	0%	58%
	Chaufferie bois plaquette		18100	0	80%	0%	47%

			Productible Moyen (MWh/an)		Taux de couverture moyen par les EnR		
Energie	**Technologie**	**Caractéristiques**	**Chaleur**	**Electricité**	**Besoins de Chaleur**	**Besoins d'Electricité**	**Besoins totaux d'Energie**
Scénario 3		**Besoins**	**9 500**	**9 500**			
Solaire	Panneaux solaires thermiques	Inclinaison 30° Orientation: Sud 9 150 m²	4450	0	47%	0%	23%
	Panneaux solaire photovoltaïque	Inclinaison 3° Orientation: Sud 13 700 m²	0	1700	0%	18%	9%
Bois	Chaufferie bois granulés		9 500	0	100%	0%	50%
	Chaufferie bois plaquette		7 600	0	80%	0%	40%

Figure 45: Taux de couverture des besoins possible par type d'EnR

La récupération d'énergie sur les eaux usées ou sur les process est une source pertinente qu'il conviendra d'envisager mais il n'est pas possible de déterminer une quantité d'énergies productibles sans connaitre les futures entreprises et les procédés qu'elles utiliseront.

VII.5. EXEMPLES D'INTEGRATION D'ENERGIES RENOUVELABLES SUR UN PARC D'ACTIVITE

Le tableau suivant présente un panorama des besoins énergétiques possibles sur un parc d'activités. Le recours possible aux énergies renouvelables est présenté en regard.

Besoins en énergie	exemple	Solaire thermique	Solaire passif (type solarwall®)	Solaire photovoltaïque (en compensation)	Chaudière biomasse/réseau de chaleur ENR	Co-génération	Pompes à chaleur efficaces (type absorption gaz)
Chauffage de locaux	locaux tertiaires et entrepôts	✓	✓		✓		
Besoins thermiques basse ou moyenne température	industries qui nécessitent par exemple des opérations de lavage : agroalimentaire, pharmacie, cosmétiques	✓			✓	✓	✓
Besoins thermiques haute température sous forme d'eau chaude ou de vapeur	agroalimentaire, pharmacie, plasturgie				✓	✓	
Besoins de froid	agroalimentaire, process spécifiques à froid, entrepôts frigorifiques			✓		✓	
Besoin d'électricité spécifique	Toutes activités : éclairage, machines-outils, air comprimé, moteurs, pompes, ventilateurs etc.			✓		✓	

Figure 46 : Panorama des besoins énergétiques possibles et énergies renouvelables utilisables

VIII. PHASE 4 : ETUDE DE L'IMPACT DE LA MOBILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES

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

Plusieurs scénarios d'approvisionnement en énergie intégrant des énergies renouvelables sont comparés afin d'étudier l'impact énergétique et environnemental de la mobilisation des énergies renouvelables

VIII.1. PRESENTATION DES SCENARIOS

Nous avons donc étudié 3 scénarios sur l'ensemble des bâtiments de la ZAC. Le but est de « forcer le trait » en considérant que tous les bâtiments de la ZAC ont le même scénario d'approvisionnement en énergie, ce qui ne sera évidemment pas le cas.

Le tableau suivant décrit les scénarios étudiés :

	Chaleur	Electricité spécifique
S0- Référence 1	Gaz naturel (condensation)	électricité
S1-Référence 2	Fioul (condensation)	électricité
Scénario 2 – 100% électricité + 20% PV	Electricité	Electricité dont 20% de couverture PV **autoconsommée**
Scénario 3 – solaire thermique + gaz	Solaire 50% appoint gaz (condensation)	électricité
Scénario 4 - biomasse	Bois	électricité

Deux références fossiles, le gaz et le fioul, sont étudiées afin de mettre en évidence l'intérêt ou non de raccorder la ZAC au réseau gaz.

Le Scénario 2 – 100% électricité + 20% PV con sidère un approvisionnement 100% électrique avec une couverture de 20% des besoins en électricité par du solaire photovoltaïque autoconsommé(en considérant que les toitures sont recouvertes de panneaux photovoltaïques et que des combrières de parking permettent d'atteindre 20% de couverture des besoins)

Le Scénario 3 – solaire thermique + gaz considère une couverture de 50% des besoins en chaleur par du solaire thermique.

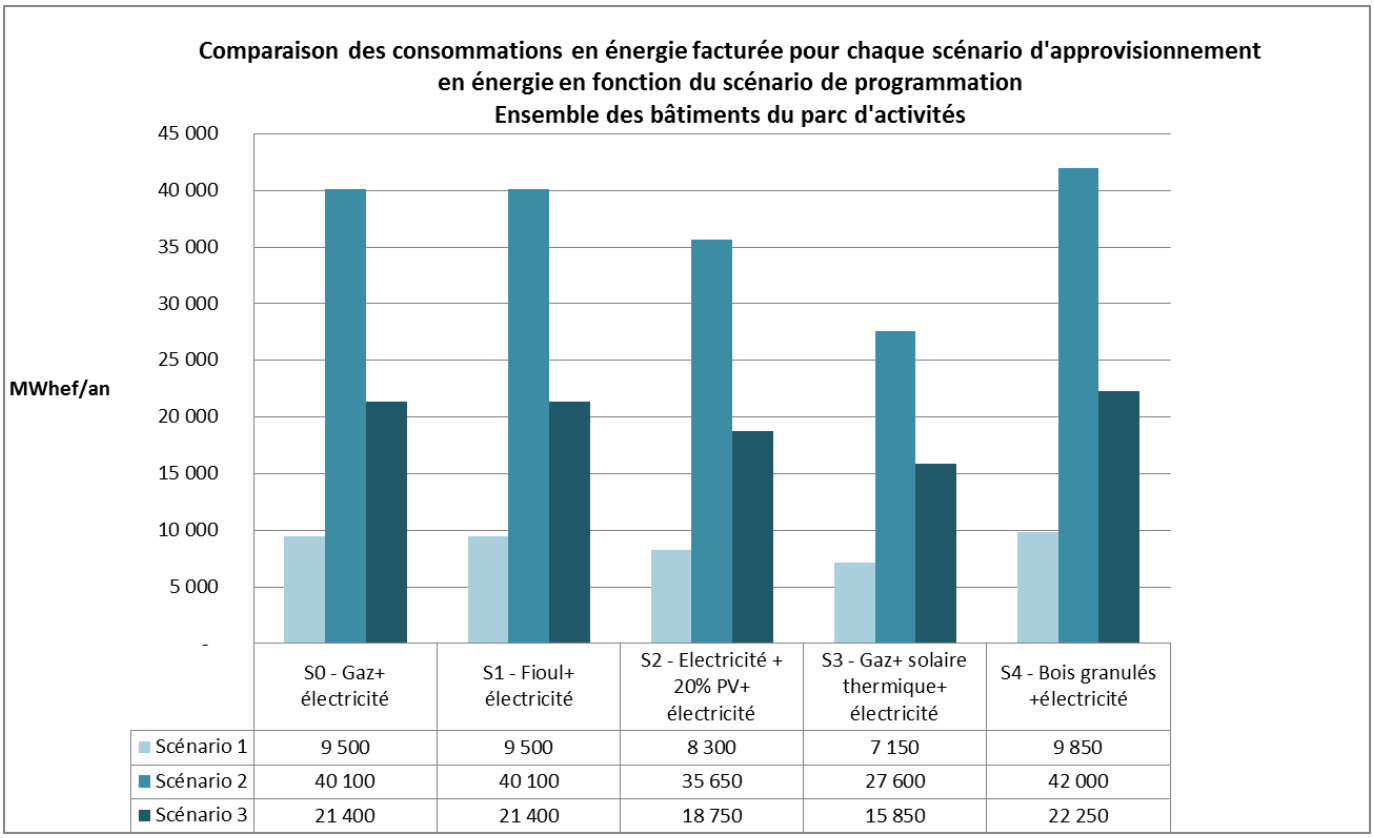
Le Scénario 4 - biomasse considère une couverture de 100% des besoins en chaleur par de la biomasse.

L'étude de ces scénarios à l'échelle du quartier va permettre de les comparer sous l'angle :

- Des consommations en énergie finale
- De l'impact environnemental (émissions de CO_2)

VIII.2. COMPARAISON DES CONSOMMATIONS EN ENERGIE FINALE

Le graphique suivant permet de comparer, pour chaque scénario, la consommation en énergie facturée attendue sur le site. Cette consommation d'énergie est modulée par rapport aux valeurs calculées en Phase 1 car ces scénarios d'approvisionnement en énergie intègrent de l'énergie gratuite (solaire), des notions de rendement de production ou d'appoint.



	S0 - Gaz+ électricité	S1 - Fioul+ électricité	S2 - Electricité + 20% PV+ électricité	S3 - Gaz+ solaire thermique+ électricité	S4 - Bois granulés +électricité
Scénario 1	9 500	9 500	8 300	7 150	9 850
Scénario 2	40 100	40 100	35 650	27 600	42 000
Scénario 3	21 400	21 400	18 750	15 850	22 250

Figure 47 : Comparaison de la consommation d'énergie finale par scénario d'approvisionnement énergétique

Les scénarios les moins énergivores sont les scénarios *S2-électricité + 20% solaire PV et S3- gaz + solaire thermique:* qui bénéficient de l'énergie gratuite du soleil pour la production d'eau chaude ou d'électricité. Le scénario S4- Bois granulés est un peu plus énergivore du fait du rendement de chaudière moins élevé que pour les chaudières à condensation gaz ou fioul.

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 : l'impact environnemental et la cohérence avec la politique énergétique bretonne.

VIII.3. COMPARAISON DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

L'impact sur l'effet de serre de l'opération peut être déterminé en calculant les quantités équivalentes de CO_2 (Cf. Annexe 5) émises par les bâtiments en fonction des énergies utilisées.

Les graphiques suivants comparent par usage et pour chaque scénario les émissions annuelles de CO_2 évaluées selon nos hypothèses:

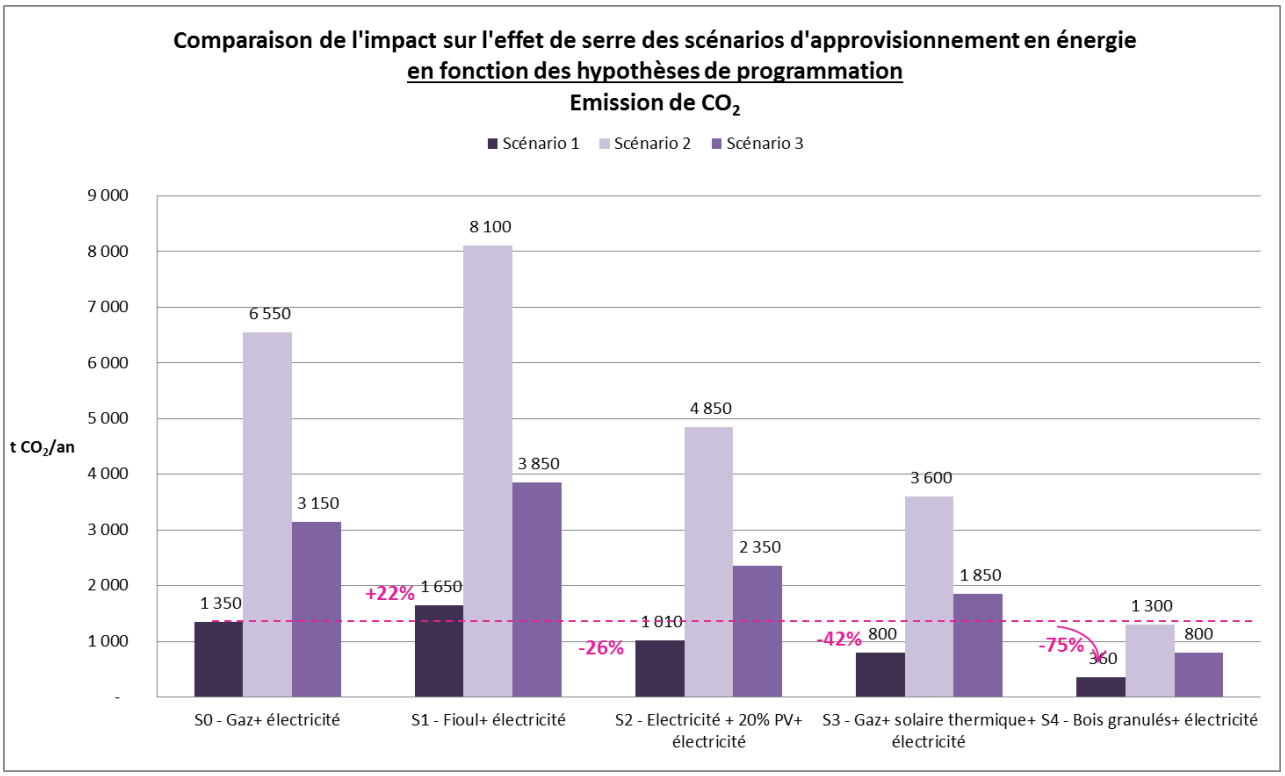


Figure 48: Comparaison des émissions de gaz à effet de serre des scénarios

Le scénario de référence S0 mobilisant le gaz naturel émettrait **1 350 tonnes de CO_2** par an pour le scénario 1 de programmation, **6 650 tonnes de CO_2** par an pour le scénario 2 de programmation et **3 150 tonnes de CO_2** par an pour le scénario 3 de programmation. Le scénario 2 de programmation est plus de 4,5 fois plus émetteur de CO_2 que le scénario 1. Le scénario 3 de programmation est plus de 2,3 fois plus émetteur de CO2 que le scénario 1.

Le scénario de référence S1 mobilisant lez fioul émettrait 22% de CO_2 de plus que pour la référence au gaz.

Le scénario 3 mobilisant l'énergie solaire thermique permet de diminuer de **42%** les émissions de CO_2. En effet, une partie du gaz est remplacé par de l'énergie gratuite (le soleil) et non émettrice de CO_2.

Le scénario S4 mobilisant le bois permet de diminuer de **75%** les émissions de CO_2. En effet, le bois a un effet neutre sur l'effet de serre, il stocke du carbone lors de sa croissance (photosynthèse.)

Ainsi, le recours aux énergies renouvelables permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

VIII.4. APPROCHE ECONOMIQUE

Aujourd'hui les futures entreprise du parc d'activité ne sont pas connues, il est donc très délicat d'estimer les besoins énergétiques, tant ceux-ci varient en fonction du type d'activité. De même le coût annuel de chaque solution dépendra du type d'activité et donc des abonnements souscrits.

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 grande prudence.

Cette approche est réalisée dans le cadre de l'hypothèse 1 de programmation

Hypothèses de coût de l'énergie prises en compte :

Type d'abonnement	Abonnement	Hiver		Eté		*Source*
Electricité -Tarif jaune	39,96 €/kVA	0.09601	€HT/kWh (Heure Pleine)	0.05031	€HT/kWh (Heure Pleine)	*Tarif au 1er Aout 2015 (JO option base*
Gaz- B2I	189.84	0.0420	€HT/kWh	0.0420	€HT/kWh	*Tarif au 01 Septembre 2015 (GDZ SUEZ PRO)*
Gaz- TEL	6774.72	0.0438	€HT/kWh	0.02800	€HT/kWh	*Tarif au 01 juin 2015 (GDZ SUEZ PRO)*
Bois plaquettes		0.0226	€ HT	0.0226	€ HT	*Amorce*
Fioul		0.0775	€HT/kWh	€HT/kWh		

Le type d'abonnement électrique dépend de la puissance souscrite et donc de la puissance électriques appareils présents dans le bâtiment en tenant compte du foisonnement. Le tarif jaune est applicable pour une puissance souscrite comprise entre 42 et 240 kVA. Il nous est impossible de connaitre cette puissance à ce stade du projet, nous considérons donc arbitrairement une puissance moyenne de 141 kVA pour tous les scénarios d'approvisionnement en énergie.

De même, la quantité d'électricité consommée en hiver et celle consommée en été ne peut être connue sans connaitre l'entreprise et son fonctionnement annuel. Nous considérons donc arbitrairement, pour simplifier, que 50% des consommations d'électricité ont lieu en hiver en heure pleine et 50% en été en heure pleine. Nous appliquons le même raisonnement pour le gaz en considérant que 50% des consommations de chaleur se font en hiver et 50% en été.

Le type d'abonnement gaz dépend de la consommation annuelle, le tarif B2I correspond à une consommation de 50 à 350 MWh/an et le tarif TEL à une consommation supérieure.

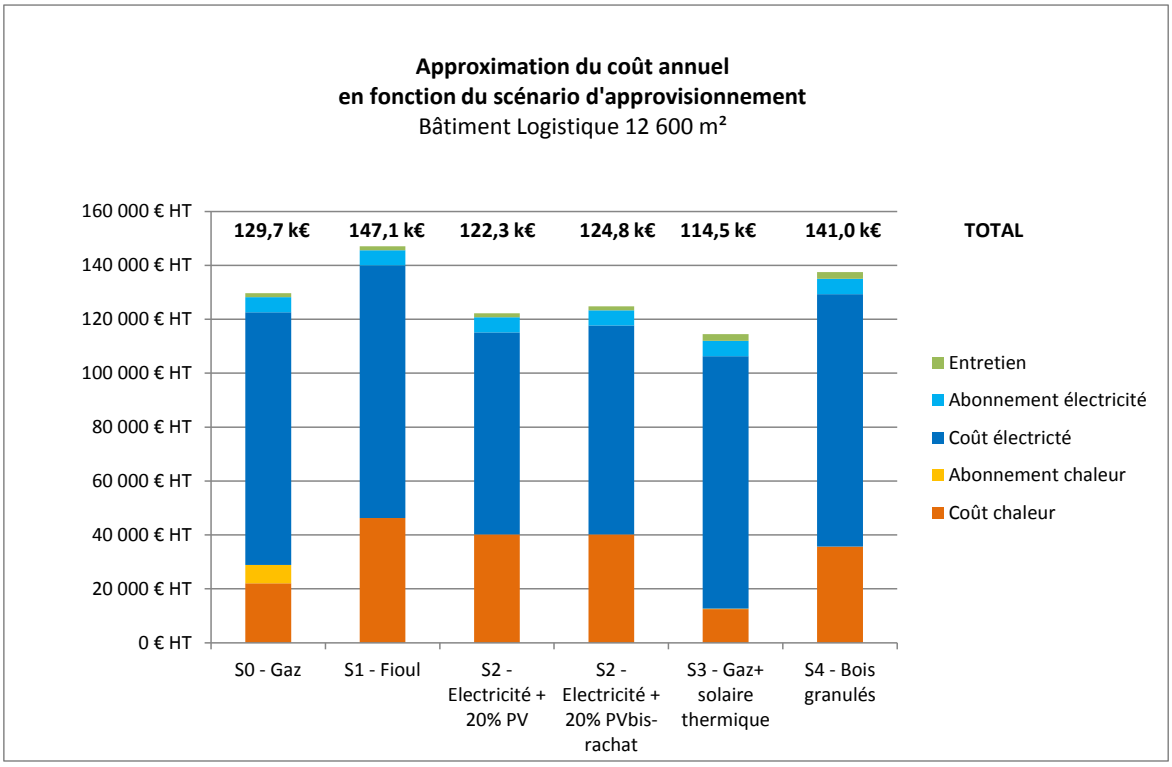
Pour le scénario S0-Gaz nous considérons un abonnement TEL, alors que pour le scénario S3-Gaz+solaire, pour lequel les consommations de gaz sont 2 fois moins importantes, l'abonnement considéré est de type B2I.

Hypothèse de taux d'inflation :

Taux d'inflation	
énergie fossile	6%
électricité	4%
bois	4%
maintenance	2%

Un scénario 2 bis est introduit pour étudier l'impact économique du rachat de l'électricité produite. Pour ce scénario nous considérons le tarif de rachat en vigueur en Décembre 2015 pour une puissance crête supérieure à 100kWc, soit 6,12 c€/kWh.

Le graphique suivant présente une approximation du coût annuel de fonctionnement (hors maintenance) pour un bâtiment de logistique de 12 600 m² :



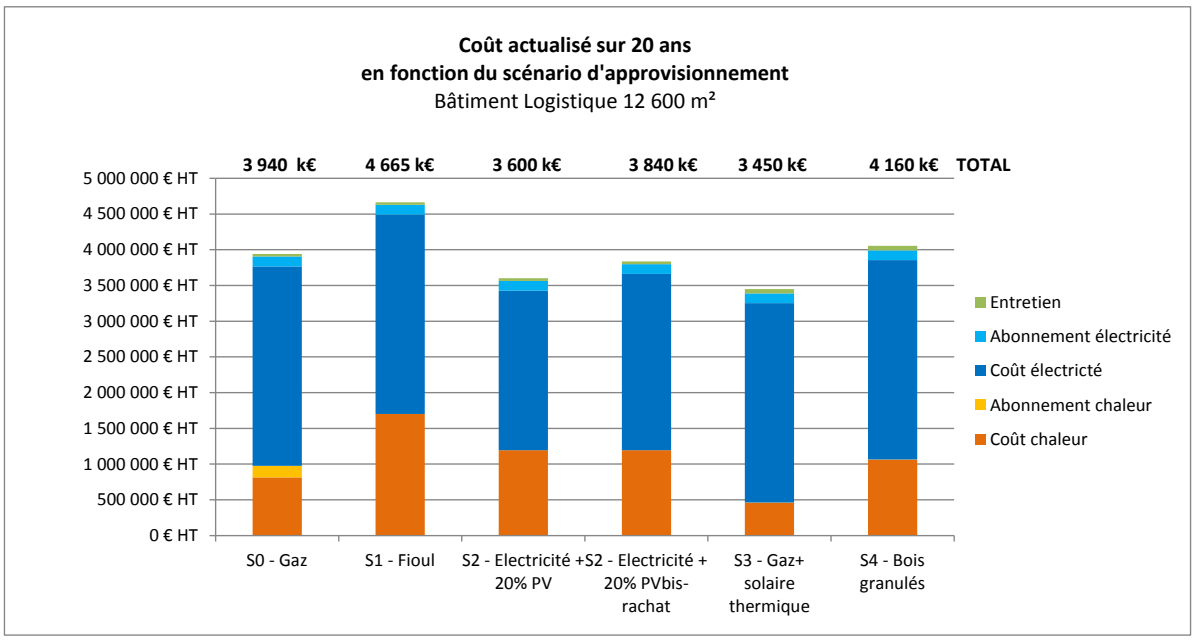
L'électricité (consommation + abonnement) représente entre 65% et 90% des dépenses annuelles sauf pour le scénario 2 (100%).

Selon ces hypothèses le scénario le plus économique la première année serait le scénario 3-Gaz+solaire thermique.

Pour le scénario 2- solaire PV, la première année, le rachat de l'électricité produite est moins intéressant que l'autoconsommation, selon nos hypothèses.

Les coûts de maintenance sont difficilement évaluables, les opérations de maintenances pouvant être réalisées en interne.

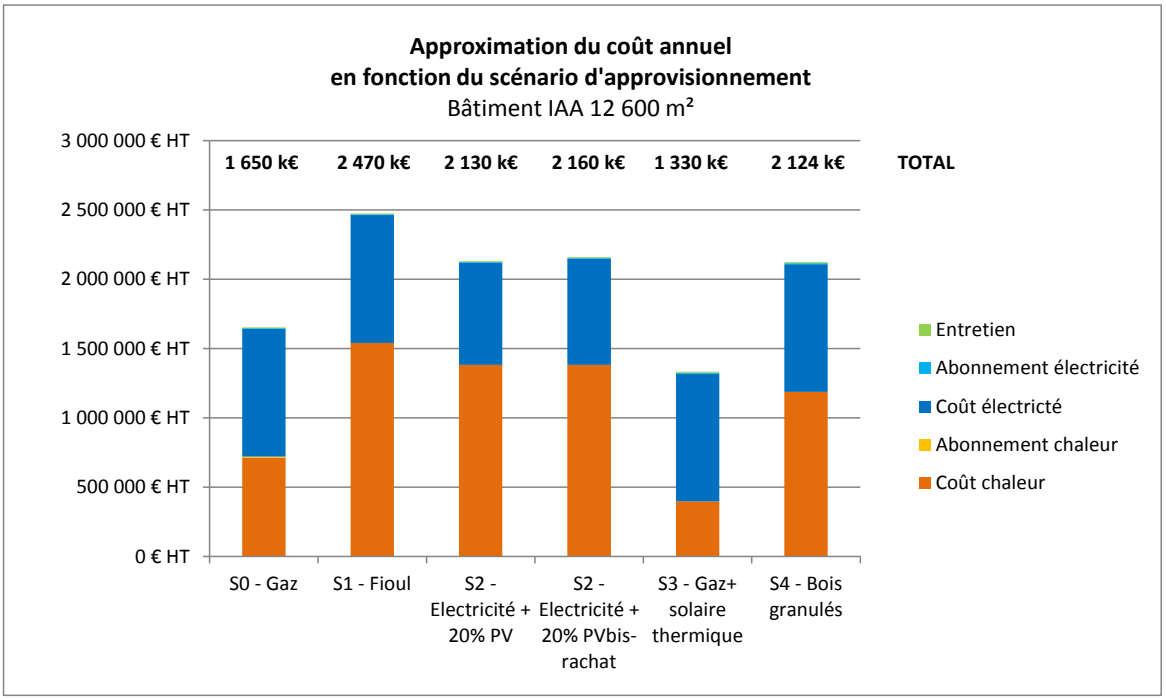
Le graphique suivant présente une approche en coût actualisé sur 20 ans hors maintenance et coûts d'investissement :



Le coût actualisé des scénarios S2- Electricité + PV et S3 Gaz + solaire thermique est plus faible que pour les autres scénarios

L'option rachat de l'électricité produite n'est pas intéressante sur 20 ans, selon nos hypothèses.

Le graphique suivant présente une approximation du coût annuel de fonctionnement (hors maintenance) pour un bâtiment de d'Industrie Agro-Alimentaire de 12 600 m² :

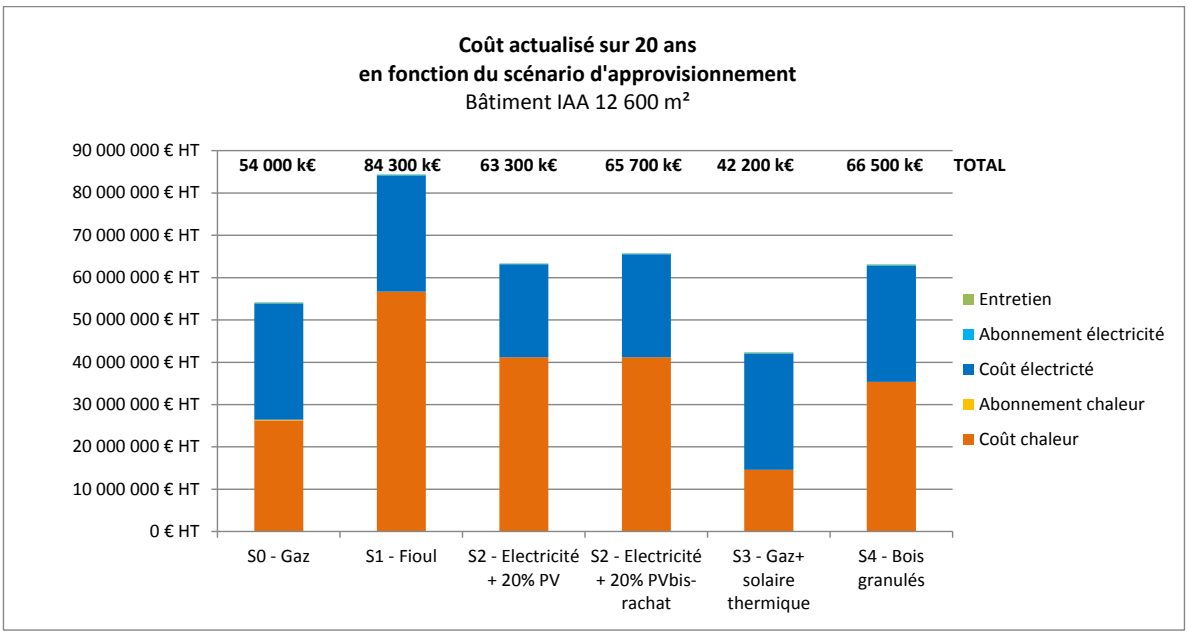


L'électricité (consommation + abonnement) représente entre 40% et 70% des dépenses annuelles, sauf pour le scénario2 (100% électrique).

Selon ces hypothèses le scénario le plus économique la première année serait le scénario 3-Gaz+solaire thermique.

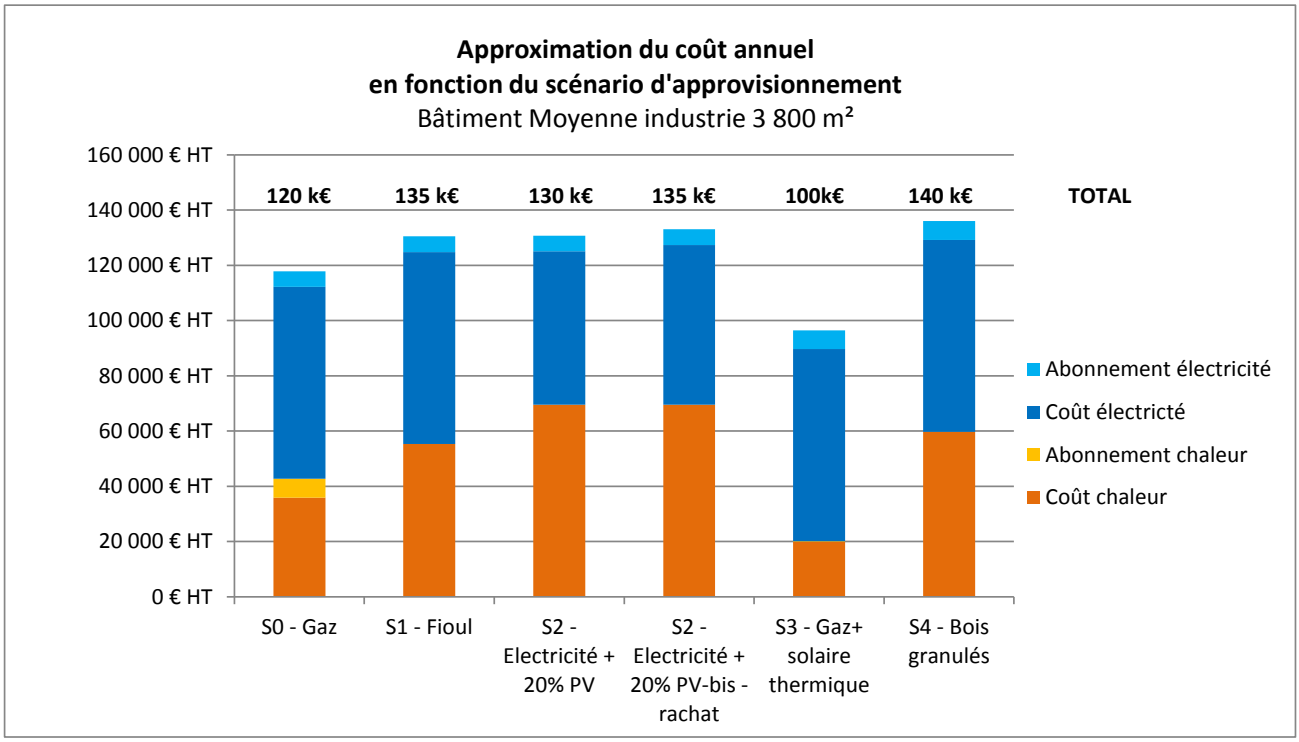
Les coûts de maintenance sont difficilement évaluables, les opérations de maintenances pouvant être réalisées en interne.

Le graphique suivant présente une approche en coût actualisé sur 20 ans hors maintenance et coûts d'investissement :



Le coût actualisé du scénario S3 Gaz + solaire thermique est plus faible que pour les autres scénarios

Le graphique suivant présente une approximation du coût annuel de fonctionnement (hors maintenance) pour un bâtiment de moyenne industrie de 3 800 m² :

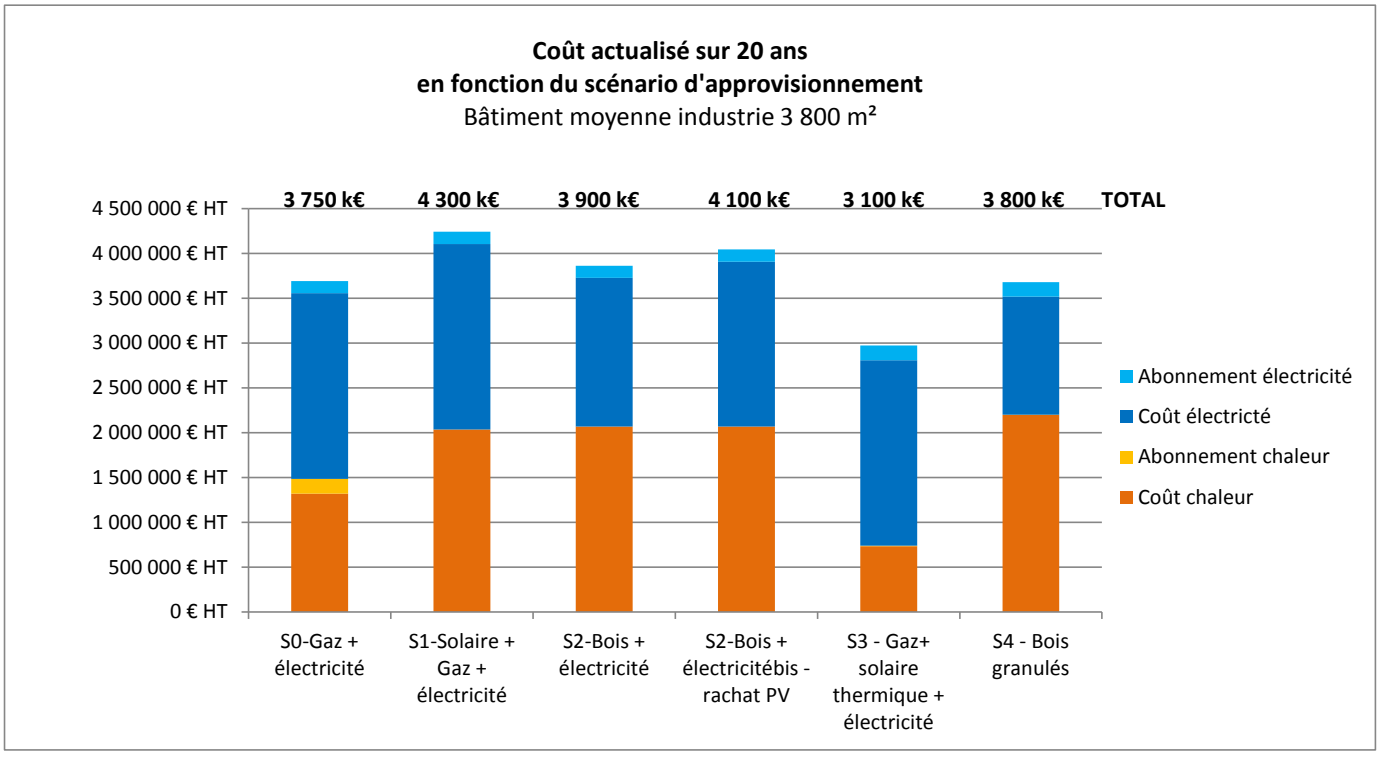


L'électricité (consommation + abonnement) représente entre 54% et 76% des dépenses annuelles, sauf pour le scénario2 (100% électrique).

Selon ces hypothèses le scénario le plus économique la première année serait le scénario 3-Gaz+solaire thermique.

Les coûts de maintenance sont difficilement évaluables, les opérations de maintenances pouvant être réalisées en interne.

Le graphique suivant présente une approche en coût actualisé sur 20 ans hors maintenance et coûts d'investissement :



Le coût actualisé du scénario S3 Gaz + solaire thermique est plus faible que pour les autres scénarios.

VIII.1. COMPATIBILITE AVEC LA DEPENDANCE ELECTRIQUE DE LA BRETAGNE

Le dernier élément de comparaison concerne la compatibilité de systèmes étudiés avec la situation de péninsule électrique de la Bretagne.

Le contexte a été décrit dans la première partie de ce rapport.

Le pacte électrique breton fait une recommandation sur l'utilisation de l'électricité :

Extrait du Pacte électrique Breton :

L'incitation aux actions d'économies d'électricité via la mobilisation des Certificats d'économies d'énergie (CEE)

L'Etat et le Conseil régional rechercheront un accord volontaire à travers lequel des obligés s'engageront à obtenir sur le territoire breton *a minima* 5 TWh cumac de certificats à partir des opérations standardisées présentant l'impact physique le plus important sur la consommation d'électricité en Bretagne sur la période 2011-2013.

Les acteurs économiques non obligés (entreprises ou réseaux d'entreprises fortement implantés dans les territoires) et les filières professionnelles seront sensibilisés, en particulier via les réseaux dédiés, notamment pour les industries agro-alimentaires, aux fins de participer à la mobilisation de certificats par les obligés ou pour inscrire dans le cadre du présent pacte les actions qu'ils entendent volontairement développer en matière de maîtrise de leur consommation électrique.

Le déploiement d'un programme d'économie d'énergie dans les industries agroalimentaires (IAA)

Une action collective de modernisation des outils industriels en matière de consommation d'énergie, et en particulier des systèmes de production et d'utilisation du froid, sera mise en œuvre. Cette action, financée notamment au moyen des prêts verts bonifiés d'OSEO, vise l'accompagnement des IAA dans l'évolution de leurs installations frigorifiques, rendue obligatoire par la suppression du gaz R22 d'ici fin 2014. Elle permettra en outre de développer la technologie du froid localisé, source d'importantes économies d'énergie en agroalimentaire.

La mise en oeuvre d'actions de MDE dans les autres secteurs d'activité

Dans les autres secteurs d'activité, des programmes spécifiques de MDE pourront être organisés par cible ou par produits spécifiques.

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.

Par exemple, le règlement de la ZAC pourrait interdire un approvisionnement tout électrique sauf si une partie de l'électricité et produite sur place (éolien, photovoltaïque, cogénération).

VIII.2. SYNTHESE DE L'ANALYSE DES SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

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

Scénario de programmation 1 - Logistique				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz + électricité				
S4 : Bois granulés+ électricité				

Figure 49 : Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques- scénario 1

Scénario de programmation 2 - IAA				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz				
S4 : Bois granulés+ électricité				

Figure 50:Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques- scénario 2

Scénario de programmation 3 – Moyenne industries				
Critère / Scénario étudié	Consommation en Energie finale maitrisée	Impact sur l'effet de serre	Impact économique	Compatibilité avec le contexte électrique Breton
S0 : Référence1- gaz + électricité				
S1: Référence2 -Fioul + électricité				
S2: 100% électricité + 20% PV				
S3: Solaire thermique + gaz				
S4 : Bois granulés+ électricité				

Figure 51: Evaluation des scénarios d'approvisionnement étudiés au regard de critères environnementaux et économiques- scénario3

Ainsi, pour les 3 scénarios de programmation envisagés, les S2- électricité + 20% PV et S3- gaz + solaire thermique présentent une réponse aux critères d'analyse plus favorable alors que la réponse des scénarios de référence, S0-gaz et S1-Fioul est plus défavorable. Le scénario 4- bois granulés présente une réponse aux critères d'analyse plus mitigée.

De plus, pour chaque critère étudié, le scénario 2 de programmation implique une consommation d'énergie bien supérieure aux deux autres scénarios de programmation et donc des impacts plus défavorables.

IX. PHASE 5 : ETUDE D'OPPORTUNITE DE CREATION D'UN RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR LES ENR

L'un des objectifs de l'étude est de vérifier la possibilité de création ou de raccordement à un réseau de chaleur ou de froid.

Aucun réseau n'existe actuellement sur le site, ni à proximité, nous étudierons donc la création d'un micro-réseau à l'échelle du site.

De plus, les besoins de froid étant inconnus, aucun réseau de froid ne sera intégré dans l'étude.

La fiche réseau de chaleur en annexe p. 136, rappel la définition du réseau de chaleur, ses avantages et sa prise en compte dans le calcul thermique réglementaire (RT 2012).

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 dé localisables sont des facteurs décisionnels qui poussent de plus en plus de collectivités à développer des réseaux de chaleur, au-delà de l'optimisation énergétique.

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.

Les objectifs de cette étude d'opportunité sont 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 l'opération

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.

Note préliminaire :

L'analyse de densité énergétique est réalisée à partir d'Esquisses de travail permettant de positionner des bâtiments : ces esquisses doivent être considérées comme des exemples et non comme le plan arrêté du projet d'aménagement.

IX.1. NOTION DE DENSITE ENERGETIQUE POUR UN RESEAU DE CHALEUR

Cette étude d'opportunité repose sur l'analyse de la **densité énergétique** des scénarios.

Elle correspond à la quantité d'énergie consommée par les bâtiments par unité de longueur du réseau (longueur de tranchée).

Le critère généralement admis pour évaluer en première approche l'intérêt d'un réseau de chaleur bois est le coefficient qui représente la quantité d'énergie transportée par un mètre de réseau sur une année, exprimé en kWh/ml 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/ml de réseau et par an**. Par comparaison, la densité minimum des réseaux urbains se situe autour de 8 000 kWh/m et par an.

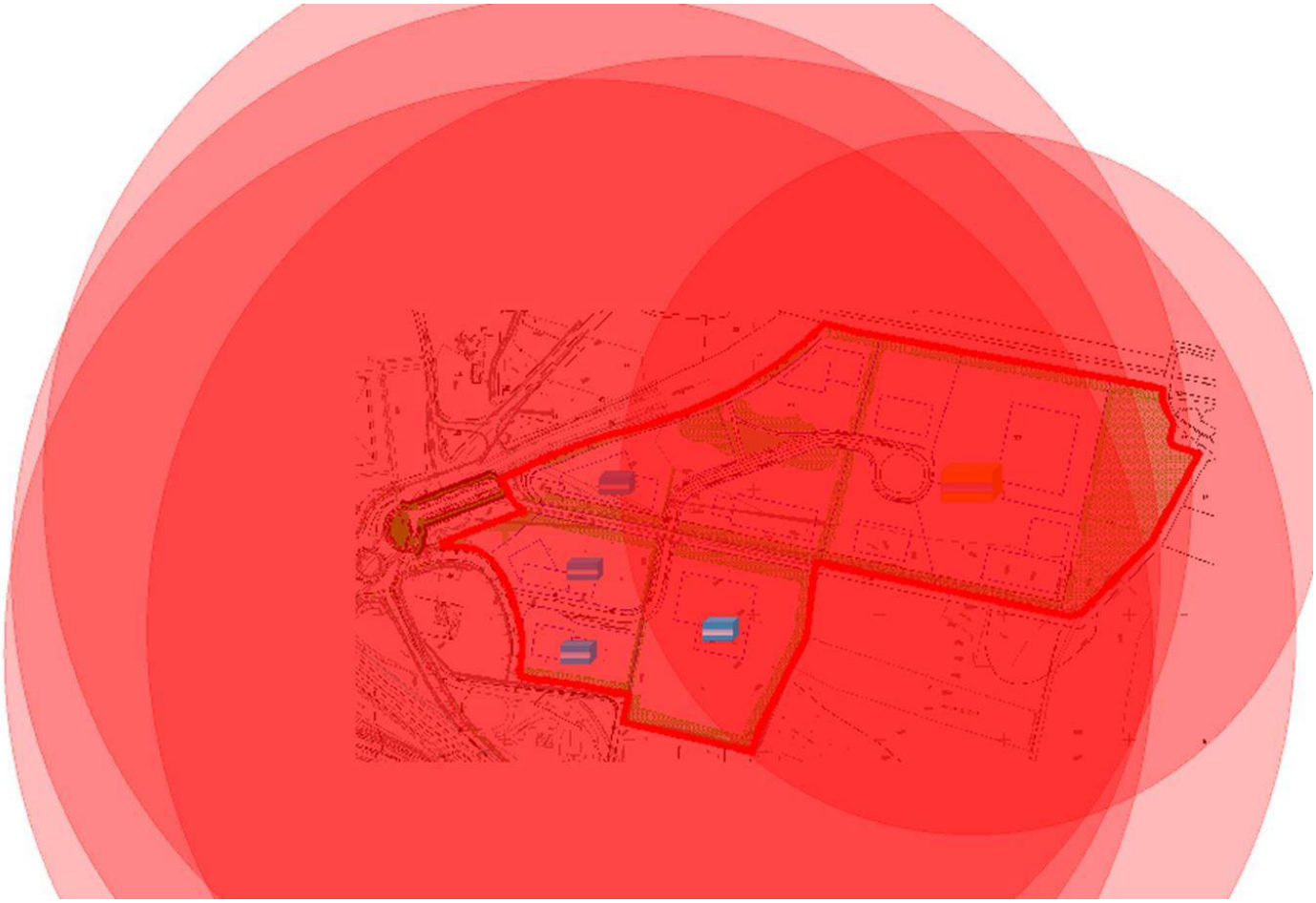
L'implantation d'un réseau est principalement liée à cette densité énergétique : les zones proches de « gros consommateurs » seront susceptibles d'être plus adaptées à un réseau de chaleur et donc à une chaufferie centralisée que les zones peu consommatrices et diffuses. **L'implantation d'une éventuelle chaufferie n'étant pas définie, nous étudions ce réseau non pas à partir de la chaufferie, mais à partir de chaque bâtiment.**

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

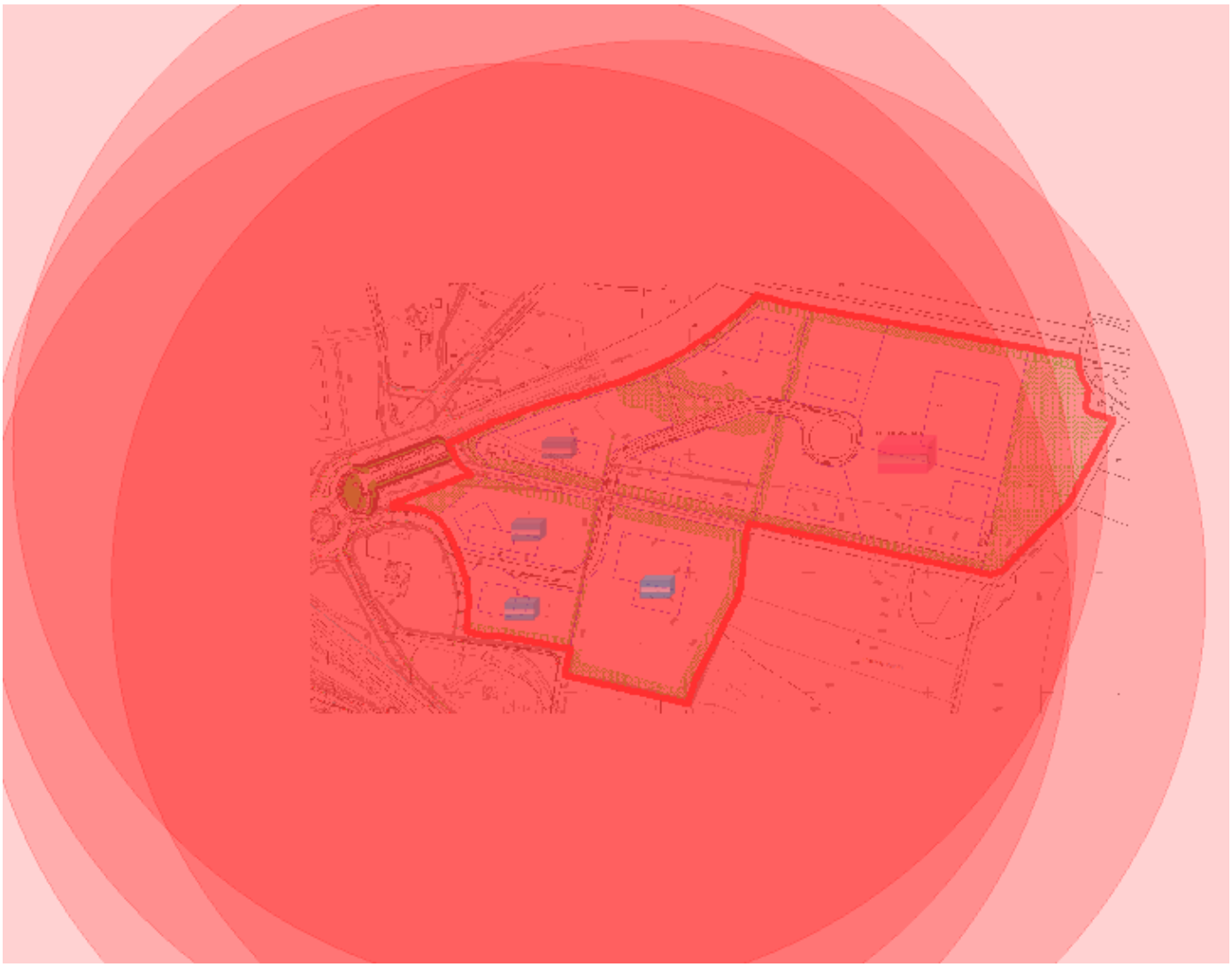
IX.2.ETUDE D'OPPORTUNITE

IX.2.1. ANALYSE QUALITATIVE :

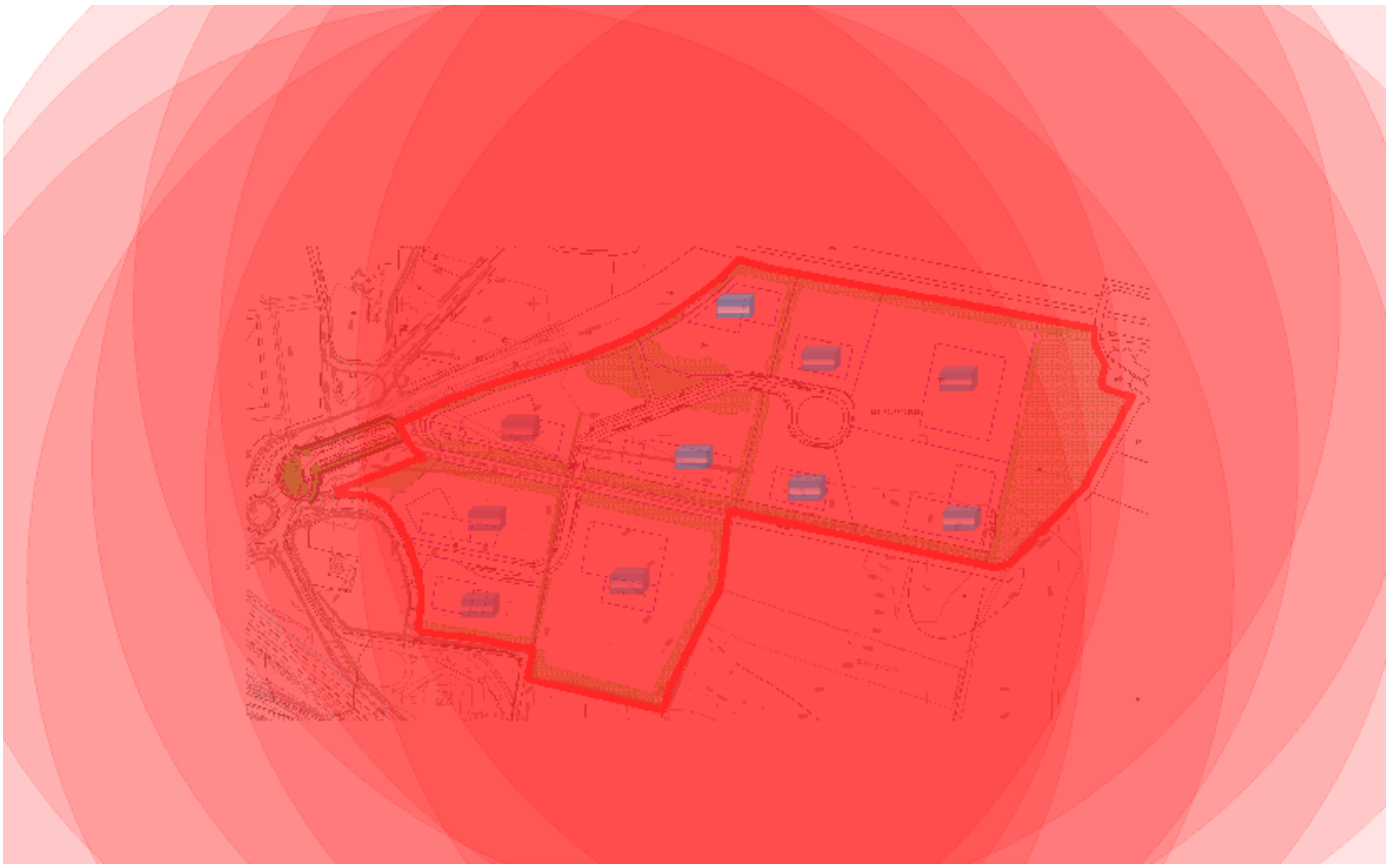
Les figures suivantes représente la valeur seuil des 2 000 kWh/ml/an pour un exemple d'implantation de bâtiments de niveau RT 2012 **Les bâtiments potentiellement « raccordables » au réseau sont ceux dont les cercles se chevauchent.**



Analyse qualitative de la densité énergétique - Scénario de programmation 1



Analyse qualitative de la densité énergétique - Scénario de programmation 2



Analyse qualitative de la densité énergétique - Scénario de programmation 3

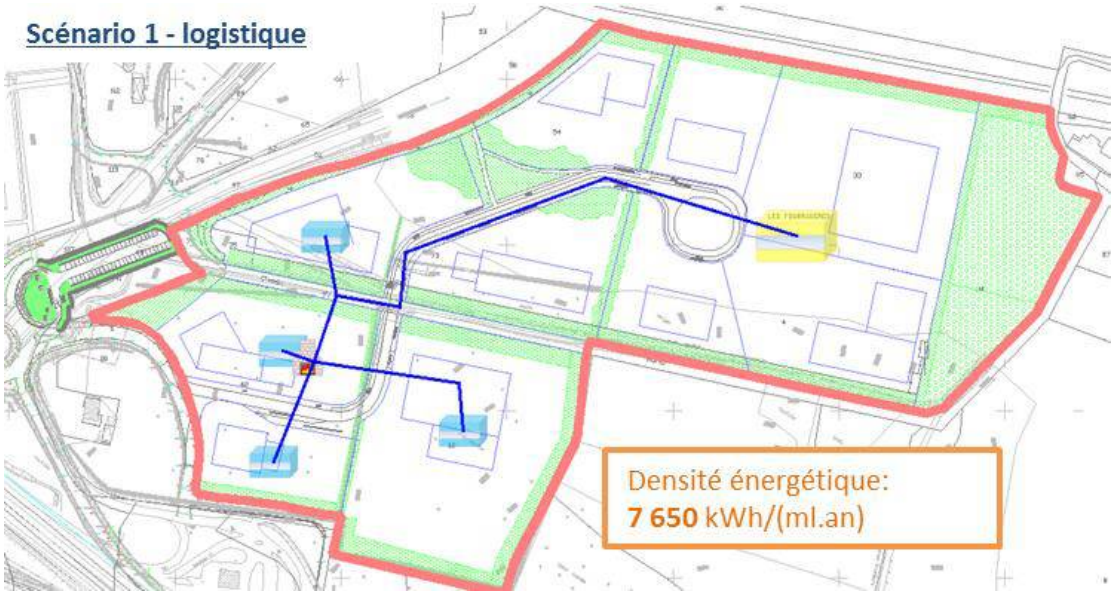
Figure 52: Analyse qualitative du critère de densité énergétique pour un exemple d'implantation par scénario de programmation

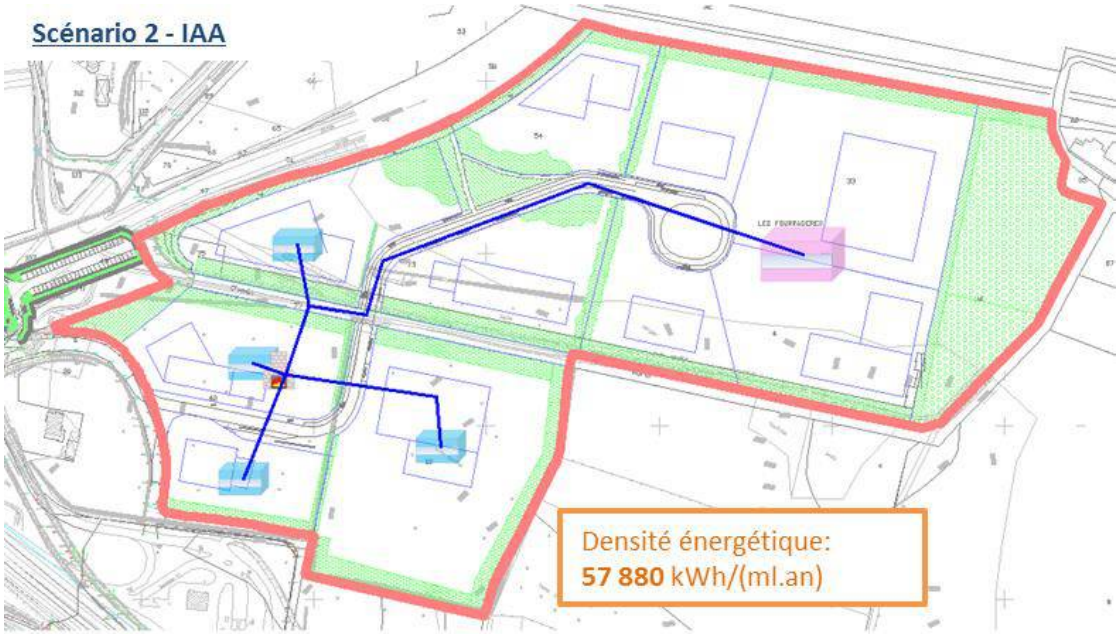
Les figures montrent une très forte densité énergétique à l'échelle de la zone pour les 2 scénarios et donc la possibilité de créer un réseau à l'échelle de la zone.

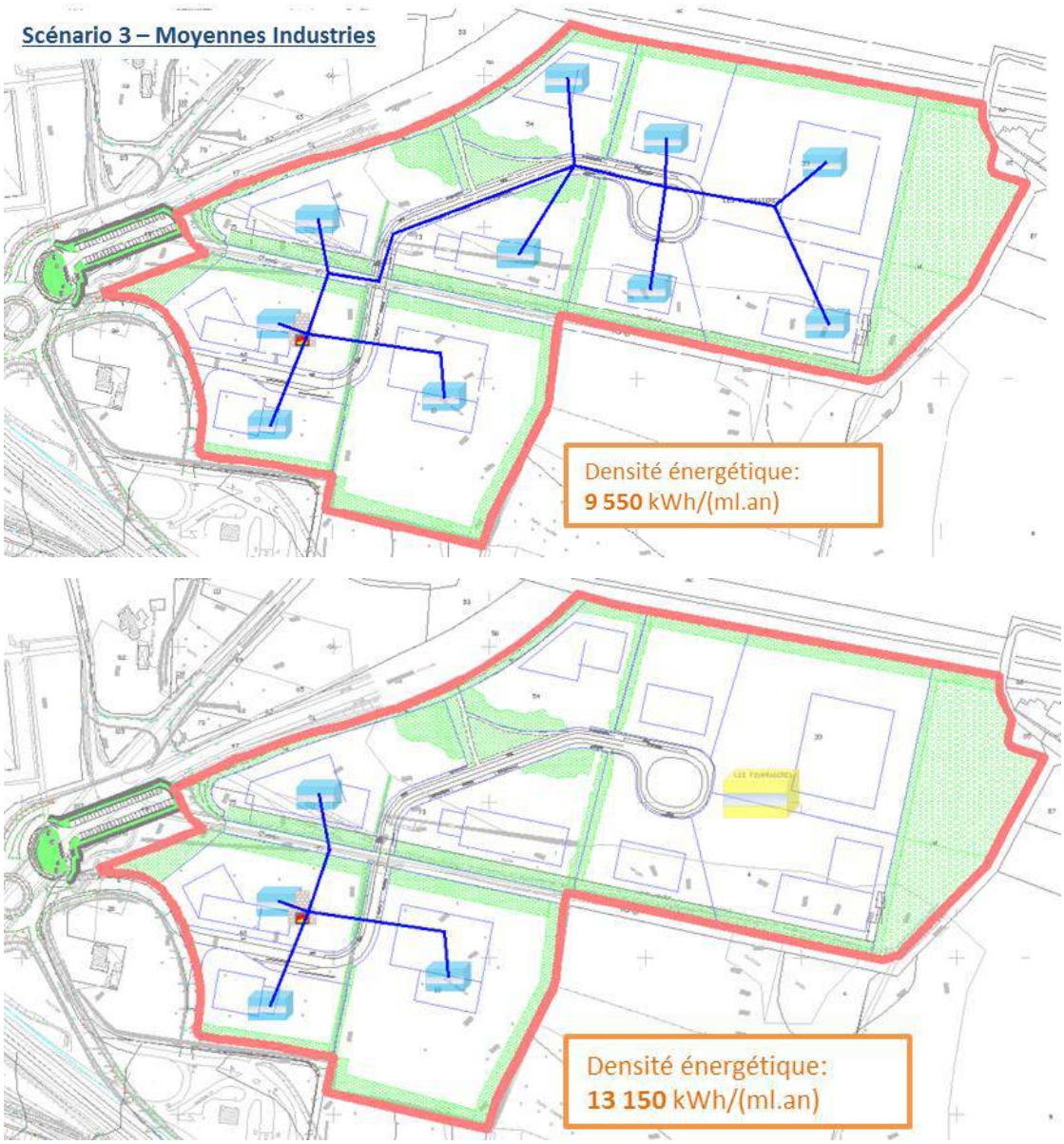
Nous allons étudier cette opportunité plus précisément.

IX.2.2. **ANALYSE QUANTITATIVE :**

Nous calculons la densité énergétique de plusieurs configurations de réseau envisageables :







La densité énergétique d'un réseau alimentant toutes les entreprises de la ZA est de **7 650 kWh/(ml.an)** pour le scénario 1de programmation, bien supérieure à la valeur seuil de 1 500 kWh/ml/an. Il existe donc une opportunité de créer un réseau à l'échelle de la zone.

Pour le scénario 2, la densité énergétique d'un réseau alimentant toutes les entreprises de la ZA est de **57 880 kWh/(ml.an)** et il existe aussi une opportunité pour la création d'un réseau de chaleur.

Pour le scénario 3, la densité énergétique d'un réseau alimentant toutes les entreprises de la ZA est de **9 500 kWh/(ml.an)** donc également favorable pour la création d'un réseau de chaleur.

Les activités Agro-Alimentaires fortement consommatrices de chaleur sont un atout pour la création d'un réseau de chaleur.

La densité énergétique d'un réseau alimentant uniquement 4 entreprises de petite et moyenne industrie serait de **13 150 kWh/(ml.an).** Il existe donc aussi une forte opportunité pour cette configuration.

IX.2.3. CONCLUSIONS DE L'ETUDE D'OPPORTUNITE

Le niveau de consommations énergétiques élevé des bâtiments d'industrie est un atout pour la création d'un réseau de chaleur qui permet d'obtenir une forte densité énergétique.
La prépondérance d'entreprises de logistique, ayant des besoins de chaleur plus faibles, ne justifierait pas la création d'un réseau de chaleur.
Une évaluation des critères économiques et environnementaux devra être menée avant de décider l'implantation d'un ou de réseau(x).

En général, il est difficile d'implanter un réseau de chaleur en zone d'activité. En effet, le phasage des travaux de viabilisation et donc de la mise en place de conduite d'un réseau de chaleur, ne coïncide pas avec le phasage d'implantation des entreprises qui peut s'étaler sur plusieurs année. Il est délicat de faire fonctionner ou de rentabiliser un réseau de chaleur sans que tous les utilisateurs finaux soient installés (voir connus). D'autre part, la pérennité d'un réseau est assurée si les besoins en chaleur sont garantis dans le temps. Hors le contexte économique actuel rend incertain la pérennité des activités.

La mise en place d'un réseau de chaleur reste possible aux conditions suivantes :

- Fort besoin de chaleur et demande homogène sur l'année ou une partie de l'année
- Futures entreprises connues avant le début des travaux et installation de ces entreprises concomitante ou conception de réseau permettant l'augmentation progressif de la quantité de chaleur distribuée (installation de chaudières en cascades…)
- Foncier disponible pour la construction de la chaufferie et de l'espace de stockage

A ce stade du projet les hypothèses concernant les bâtiments sont trop imprécises pour garantir ces résultats. Une étude de faisabilité sur la création d'un réseau de chaleur pourra être menée lorsque les entreprises et donc les activités futures de la zone seront connues. Il sera alors opportun d'étudier plusieurs solutions de réseau de chaleur, notamment biomasse.

X. PRECONISATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT D'ENERGIES RENOUVBELABLES EN ZONE D'ACTIVITE ET OPTIMISATION ENERGETIQUES D'UNE ZONE D'ACTIVITE

X.1. PRECONISATIONS EN FAVEUR DES ENERGIES RENOUVELABLES

Ce paragraphe propose quelques pistes de propositions pour développer l'utilisation des énergies renouvelable en zone d'activité.

X.1.1. ENGAGEMENT POLITIQUE ET FINANCIER

- Faire réaliser des forages et une étude de faisabilité géothermie
- Subventionner la mise en place de PV
-

X.1.2. COMPOSITION URBAINE

- Orientation sud des parcelles
- Limites de constructibilité définies de manières à limiter les ombres portées (marges de recul entre bâtiments et végétation, etc.)
- Réserver du foncier pour la construction d'une chaufferie collective et le stockage de bois
- Financer des entretiens conseil sur la performance énergétique et les ENR (en phase conception avant le dépôt du PC)
- Mettre en place des mesures incitatives pour le recours au ENR : surface constructible supplémentaire, diminuer le prix du foncier, etc.

X.1.3. ORIENTATIONS DU REGLEMENT

- Encourager/imposer la réalisation d'études de faisabilité pour le développement d'énergies renouvelables (solaire, bois, éolien, géothermie). Cette préconisation a l'avantage de ne pas imposer l'implantation d'ENR mais de favoriser la prise de conscience des possibilités et de l'intérêt de ces solutions.
- Imposer le recours à une énergie renouvelable
- Limiter de hauteur des bâtiments au Sud
- Encourager le recours à un fournisseur d'électricité verte

X.1.4. PRESCRIPTIONS ARCHITECTURALES

A. CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DES BATIMENTS

LIMITER LES BESOINS DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION

L'optimisation architecturale des bâtiments grâce à la **conception bioclimatique** permet de diminuer les besoins en chauffage et climatisation et d'assurer le confort des occupants.

Avant de concevoir le bâtiment, une analyse de l'environnement et du climat est nécessaire pour connaitre les atouts et contraintes du site. Ensuite, les besoins énergétiques de chaque local du futur bâtiment doivent être identifiés et confrontés avec les caractéristiques locales.

Les besoins de chauffage, hors process industriel, d'un bâtiment d'industrie sont généralement faibles et réduits aux locaux de bureau. En revanche, les locaux frigorifiques ont des besoins de froid élevés. D'autre part, les locaux dédiés au stockage ne nécessitent généralement pas de contrôle de la température.

La démarche d'optimisation architecturale peut être décrite en plusieurs étapes :

1- Classer les locaux en fonction de leur température de consigne

2- Organiser les locaux de sorte que :

- les espaces ayants les besoins les plus élevés et à occupation continue soient situés et ouverts en façade sud pour bénéficier des apports solaires gratuits en hiver. Une orientation Sud-Ouest à Sud-Est reste pertinente.
- les espaces frigorifiques soient situés en façade nord

3- Prévoir des protections solaires adaptées et des dispositifs pour évacuer la chaleur afin d'éviter le risque de surchauffe et donc les consommations énergétiques liées à la climatisation.

La réalisation d'une étude du bâtiment en simulation thermique dynamique permet d'optimiser les choix architecturaux et l'enveloppe.

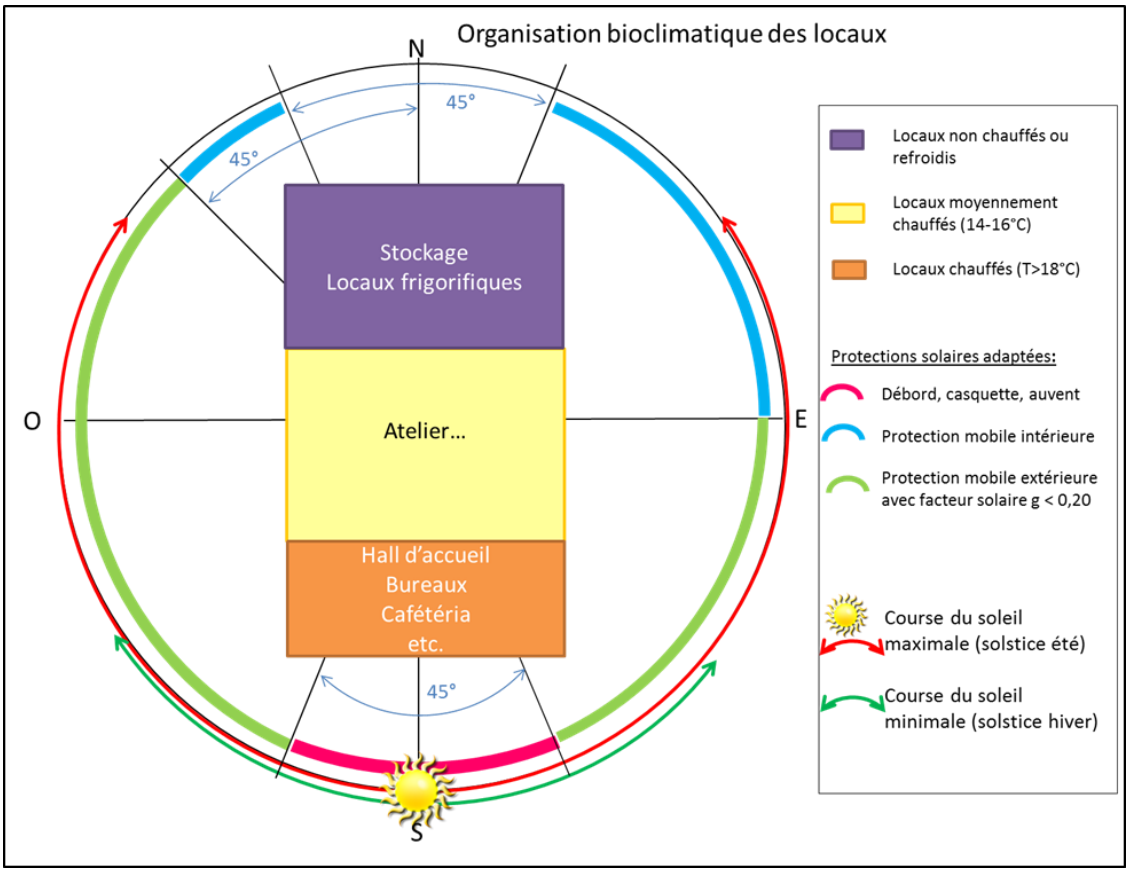


Figure 53: Organisation bioclimatique des locaux

L'annexe [FICHE Energie solaire généralités] présente un rappel sur les apports solaires.

LIMITER LES BESOINS D'ECLAIRAGE ARTIFICIEL ET EVITER LES RISQUES D'EBLOUISSEMENT

Les activités attendues sur la zone et en particulier celles de logistiques sont caractérisées par des besoins en électricité très élevés pour l'éclairage.

Pour limiter le recours à l'éclairage artificiel, il est nécessaire de prévoir des ouvertures et des dispositifs de second jour. Dans les locaux où l'activité est sensible à l'éblouissement des protections adaptées devront être mises en place (par exemple des stores intérieurs).

Figure 54: Lanterneau d'éclairement zénithal (*Source : Ecofil*)

Figure 55: Solatub (*Source At Archthings*)

Une étude du confort visuel, notamment la réalisation d'un calcul de FLJ (Facteur de Lumière Jour) pourra être menée pour dimensionner correctement les ouvertures et les protections contre l'éblouissement.

B. PRESCRIPTIONS

- Encourager/ imposer les toitures terrasses (quel que soit l'orientation du bâtiment, une toiture terrasse sera adaptée à l'implantation de panneaux solaires, au contraire d'une toiture shed mal orientée)
- Imposer le regroupement des installations techniques afin de laisser de la surface libre en toiture pour intégrer des panneaux solaires.
- Imposer la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques
- Encourager/ imposer le recours à l'éclairage naturel
- Encourager/ imposer la réalisation d'une étude d'optimisation de l'éclairage naturel
- Encourager la démarche de conception en haute Qualité Environnementale (HQE) selon le référentiel Certivéa

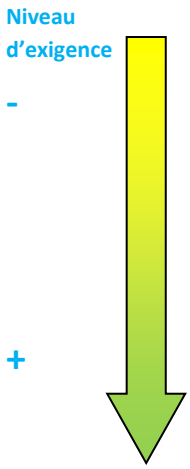
X.2. PRECONISATIONS LIEES A LA MAITRISE DE L'ENERGIE

Aujourd'hui, il n'est pas possible de dissocier le recours aux énergies renouvelables de la performance énergétique.

Ce paragraphe détaille des préconisations et des recommandations pour l'optimisation énergétique d'une zone d'activités en s'appuyant sur des exemples précis de projets réalisés.

Un certain nombre de publications sont disponibles à ce sujet, des extraits sont présentés dans ce paragraphe.

Nous proposons un certain nombre de préconisations dont la mise en œuvre par Lorient Agglomération va dépendre de la volonté de s'inscrire dans une démarche plus ou moins exigeante sur le volet énergétique :



- Mise en place de **compteurs d'énergie** sur toutes les installations
- Imposer un **suivi des énergies consommées** sur le site : ce suivi doit pouvoir **positionner l'industrie par rapport à sa branche**
- Nommer un responsable énergie référent pour la collectivité dans chaque entreprise
- Information des entreprises sur les certificats d'économie d'énergie
- Demander la réalisation d'un Bilan carbone à chaque entreprise
- Impulser une démarche de **Symbiose industrielle** : démarche de concertation sur les besoins énergétiques des entreprises du site. (voir paragraphe C Ecologie industrielle)
- Mettre en place un Club des responsables énergies de la ZAC pour les forcer à échanger
- Imposer qu'un **pourcentage des besoins en énergie** de la ZAC soit réalisé grâce aux énergies renouvelables.

X.3. POUR ALLER PLUS LOIN : PRECONISATIONS LIEES AUX ECONOMIES D'ENERGIES PROCESS

L'ensemble des techniques présentées plus haut est adaptable au contexte d'activités industrielles et/ou de logistique.

Cependant, le niveau de consommation énergétique général des industries **conduira de manière privilégiée à travailler sur les économies d'énergie sur les process.**

Exemples sur les besoins en électricité : moteurs basse consommation, variation de vitesse sur l'air comprimé et sur les groupes frigorifiques, récupérateurs de chaleur sur les fumées de chaufferie, sur les effluents chauds, éclairage performants etc.

Exemple sur les besoins en chaleur : optimisation de la régulation des process, optimisation des réseaux (longueurs de tuyauterie, pertes de charges etc.) isolation des process etc.

La récupération de chaleur sur les eaux usées peut également être une piste à explorer : système de type Power-Pipe™ sur les eaux grises, ou directement sur les canalisations d'EU. De même la récupération de chaleur sur les groupes froids peut être intéressante

Optimisation de la maintenance et du suivi des consommations.

L'annexe 6 présente des solutions techniques d'optimisation énergétiques par type d'activité

Bibliographie :

Entreprises, optimisez vos consommations énergétiques, ADEME, 2003, 83p, ISBN 2-86817-713-1.

X.4. ECOLOGIE INDUSTRIELLE

Le projet Comethe propose des outils et méthodes pour la mise en place d'une démarche d'écologie industrielle disponibles sur le site http://www.comethe.org.

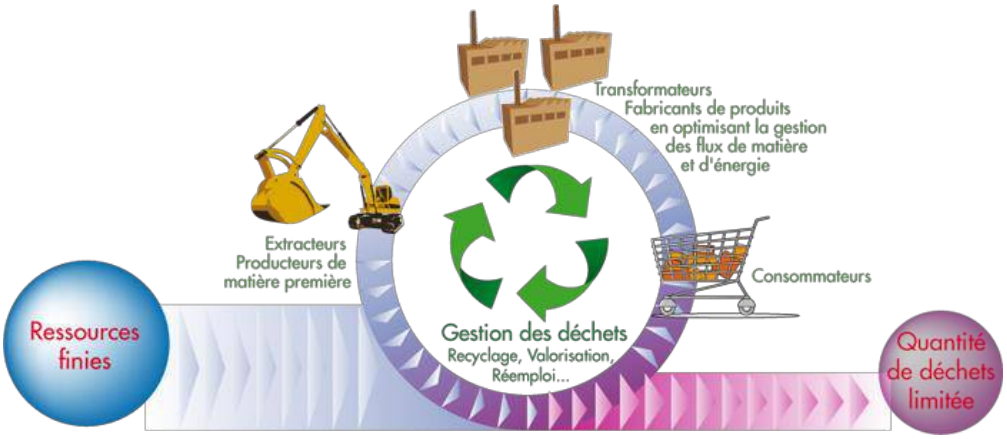
X.4.1. PRINCIPES ET ENJEUX

La démarche d'écologie industrielle pense le système industriel comme un cycle. Le système industriel est alors apparenté à un écosystème naturel - avec ses flux entrants et sortants de matière, d'énergie et d'information - dont le fonctionnement peut ainsi évoluer vers un mode durable et efficace ou rien ne se perd grâce à une étroite coopération des entreprises (échanges d'informations, transferts énergétiques et hydriques, réutilisation de déchets industriels dans le cycle de production, mutualisation des services ...).

A. FONCTIONNEMENT LINEAIRE DES SYSTEMES "INDUSTRIELS" CLASSIQUES

Intégrer une démarche d'écologie industrielle permet d'une part, d'optimiser la gestion des flux de matières et d'énergie à travers la mise en œuvre de synergies de substitution et de mutualisation de ces flux, et d'autre part, de limiter l'impact environnemental des activités en mettant en place des filières de recyclage, valorisation, réemploi, etc. de produits.

B. FONCTIONNEMENT CIRCULAIRE DES SYSTEMES ECO-INDUSTRIELS



Un des enjeux de l'écologie industrielle est donc l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation des ressources afin d'aboutir à une **situation « gagnant – gagnant » pour l'économie et l'environnement**.

Quatre grands principes permettent de répondre à cet enjeu :

- Valoriser systématiquement les déchets : en leur réattribuant une valeur économique, il devient plus intéressant de les valoriser, à l'image des écosystèmes naturels à l'intérieur desquels les déchets, ou co-produits, des uns deviennent les ressources des autres.
- Minimiser les pertes par dissipation des produits tout au long de leurs cycles de vie (pesticides, solvants, etc.).
- Dématérialiser l'économie par la minimisation des flux totaux de matière tout en assurant des services au moins équivalents (économie de fonctionnalité, etc.).
- Décarboniser l'énergie qui, depuis un siècle et demi, est principalement obtenue à partir d'hydrocarbures d'origine fossile (charbon, pétrole, gaz), responsables de nombreux problèmes tels que l'augmentation de l'effet de serre, les marées noires, etc.

X.4.2. INTERET D'UNE DEMARCHE D'ECOLOGIE INDUSTRIELLE SUR UNE ZONNE D'ACTIVITE

A. POUR LES ENTREPRISES :

- Adopter une stratégie innovante avec une valeur ajoutée environnementale
- Améliorer l'éco-efficacité de l'entreprise
- Réaliser des économies d'échelle (mutualisations, partage d'équipements)
- Réduire les coûts d'approvisionnement en matières premières et de traitement des déchets
- Générer de nouveaux revenus par la vente de sous-produits (valorisation)
- Améliorer l'image de l'entreprise aux yeux des clients et des fournisseurs, des riverains, de la société civile

B. POUR LES COLLECTIVITES :

- Réduire la consommation de ressources naturelles, les pollutions et les nuisances
- Réhabiliter une zone d'activités en parc éco-industriel
- Améliorer l'attractivité et l'image de la zone d'activités et du territoire
- Dynamiser le développement économique du territoire
- Relocaliser les activités à proximité de ressources primaires ou secondaires nouvellement identifiées (éviter les délocalisations)
- Consolider le marché local de l'emploi et l'ancrage des entreprises sur le territoire

X.4.3. DEMARCHE

La création d'une zone d'activité facilite la mise en place d'une démarche d'écologie industrielle. Un guide méthodologique sur la mise en place d'une démarche d'écologie industrielle en zone d'activité, réalisé par l'Orée est téléchargeable à la page http://www.oree.org/publications/guide-ecologie-industrielle.html.

Ce guide détaille la démarche et la méthodologie de mise en œuvre sur des exemples d'expériences françaises et internationales.

La méthode peut être décomposée en 3 phases résumées ci-dessous.

A. LA PHASE PRELIMINAIRE

La phase préliminaire doit permettre à la fois d'évaluer mais aussi de mettre en évidence l'intérêt d'une DEI pour le territoire et sa pertinence en termes stratégiques pour les entreprises et les collectivités. En effet l'engagement dans le projet passe nécessairement par une compréhension commune et une appropriation de la démarche par ces acteurs-clé. Concrètement, cette phase se structure autour de quatre grandes étapes : le lancement de la démarche, la réalisation d'une étude d'opportunité et de pré-diagnostic de la zone d'activités, la mise en œuvre d'un processus de concertation, l'engagement effectif des parties prenantes dans le projet (phases suivantes).

B. LA PHASE D'ETUDE ET DE CONCEPTION DU PROJET

Un diagnostic approfondi peut alors être initié, qui donnera lieu à une Analyse des Flux de Matière et d'Energie (AFME) visant à révéler le potentiel synergique du territoire. Les pistes de synergies identifiées feront ensuite l'objet d'études de faisabilité et d'impact sur la base de critères environnementaux, technico-économiques, réglementaires mais aussi sociaux. Forts de ces éléments, les décideurs pourront s'orienter vers un scénario de qualification ou de requalification du parc d'activités qui correspondra à leurs préférences. Cette phase, généralement qualifiée d'Avant-Projet, doit déboucher sur la mise au point de documents formalisant l'organisation et le déroulement du projet (Programme d'action, charte, cahiers des charges, business plan, etc.).

C. LA PHASE DE MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE

La réalisation des aménagements et des actions est orchestrée par le(s) maître(s) d'œuvre, en relation avec le(s) maître(s) d'ouvrage. Elle commence par la réception du cahier des charges et se clôture par la livraison des ouvrages et/ou la mise en production des synergies de mutualisation et de substitution préalablement identifiées, et par conséquent les services et les équipements ou encore les activités d'interface nécessaires. L'essentiel est de faire en sorte que maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre s'entendent sur une méthode commune et sur leurs responsabilités respectives.

Le suivi de la démarche passe à la fois par l'évaluation des réalisations et par une animation dynamique. L'enjeu est de pérenniser dans le temps les actions collectives entreprises et de maintenir la mobilisation des acteurs. La perspective doit être celle d'une amélioration continue, en termes d'optimisation du bouclage des flux de matière et d'énergie et plus largement de gestion durable du parc d'activités, mais également en vue d'une diffusion de la démarche à l'échelle du territoire.

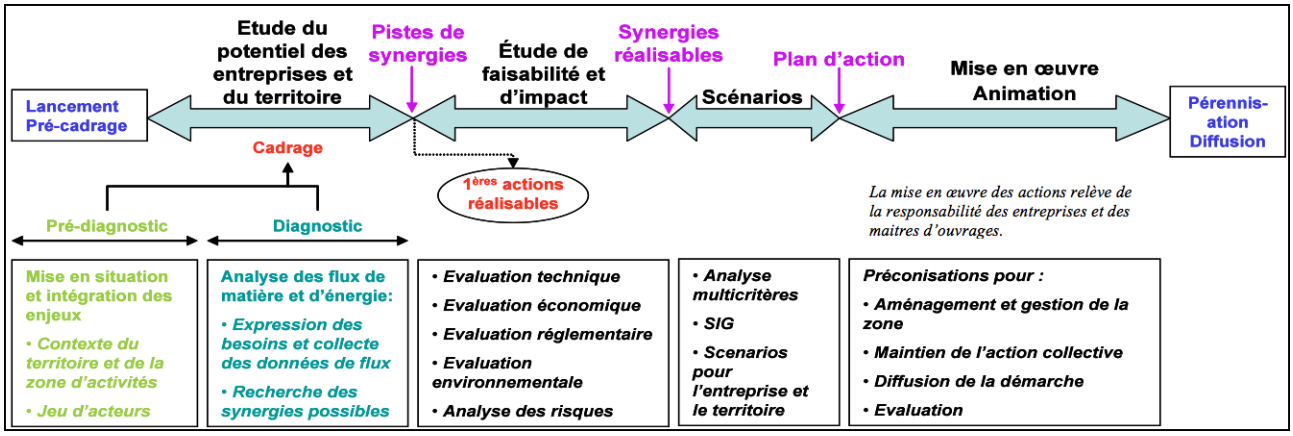


Figure 56: Les étapes de la mise en place d'une démarche d'écologie industrielle (Source Comethe)

X.5. QUELQUES EXEMPLES

A. OPTIMISATION DU BATIMENT

Le *Book éco-construction* édité par le réseau des CCI Bretonnes à pour objectif d'apporter une aide aux entreprises pour appliquer les principes du développement durable à un projet de construction ou de rénovation.
Ce Book est téléchargeable à la page http://www.eco-construisons.org/Le-book-742-0-0-0.html
Ci-dessous nous vous proposons des exemples tirés de ce book.

ENTREPRISE CERECO

L'entreprise **CERECO** à Domagné, spécialisée dans la production de céréales bio pour le petit déjeuner, a agrandi ses locaux en suivant une démarche d'éco-conception. Le bien être des salariés a été placé au cœur des réflexions.

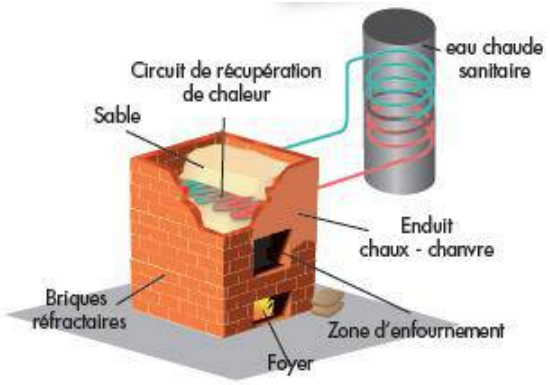
➔ Mise en œuvre de matériaux écologiques respectueux de l'environnement (structure bois, isolation en laine de chanvre et laine de bois, briques alvéolaires)
➔ Eclairage naturel favorisé
➔ Production d'énergie renouvelable: panneaux solaires photovoltaïques en toiture

ENTREPRISE BARA GOEL TOAZ

Pour ses nouveaux locaux, la boulangerie BARA GOEL TOAZ à Saint Thégonnec a rénové un ancien hangar en suivant la démarche haute qualité environnementale

Ainsi l'entreprise a installé un système de VMC Double Flux afin d'assurer la qualité de l'air intérieure et la récupération de chaleur sur l'air extrait. De plus, des panneaux photovoltaïques recouvrent le pan de toiture sud.

B. OPTIMISATION DES PROCEDES



La boulangerie BARA GOEL TOAZ a également fait le choix de fours performants (isolés et à haute efficacité) avec un système de récupération de chaleur sur ces fours pour produire l'eau chaude sanitaire.

C. ECOLOGIE INDUSTRIELLE

DUNKERQUE

Les zones industrielles de Petite Synthe et Grande Synthe sont des zones d'activités anciennes de plus de 40 ans.
Elles comptent plus de 160 entreprises et génèrent plus de 6000 emplois. Dans les années 90, les entreprises se sont réunies en clubs pour tenter de gérer des problèmes communs. Les industriels ont rapidement vu l'intérêt d'une approche par l'écologie industrielle pour réduire les impacts environnementaux tout en améliorant la compétitivité du tissu industriel local grâce à des synergies entre sites
En février 2001, une association de type loi 1901 est créée : ECOPAL (Ecologie et Economie Partenaires dans l'Action Locale).
La mission d'ECOPAL est de promouvoir l'écologie industrielle en rassemblant les industriels intéressés par le concept, avec la participation des institutionnels et de la société civile. Son ambition est de favoriser l'émergence de projets, même modestes, en identifiant des synergies potentielles entre industriels.

L'association ECOPAL aide un réseau de plus de 200 entreprises du bassin dunkerquois à la mise en place de synergies entre-elles (mutualisation des moyens pour les collectes des déchets, réutilisation de flux perdus, diagnostic des consommations d'énergie et d'eau, recherche de filières de valorisation de déchets, sensibilisation et information des entreprises sur les bonnes pratiques environnementales).

Les actions mises en place :

Action	Description	Intérêts
Collectes mutualisées de déchets	- Papier / cartons, - Déchets Toxiques en Quantités Dispersées : piles, cartouches d'imprimantes, néons, huile, pots de peinture, etc... - Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques, - Archives confidentielles...	*Mutualisation des coûts de transport et de valorisation ;* *Tri des déchets en conformité avec la réglementation ;* *Mutualisation des déplacements des camions.*
Information aux entreprises	Service "Guichets verts" **:** Eclairage sur les doléances et les questions environnementales	*Trouver les réponses grâce aux retours d'expériences d'autres entreprises*
Echanges de flux entre entreprises	- Inventaire des flux générés par les entreprises (matières, eau, énergie). - Identification des nouvelles opportunités d'échanges de flux entre entreprises (substitution, mutualisation). - Accompagnement de la mise en œuvre opérationnelle de ces synergies	*Favoriser les échanges entre entreprises.* *Optimiser les transports.* *Limiter le recours systématique aux matières premières.*
Formation et sensibilisation	Une formation animée par des industriels, pour les entreprises du territoire. **8 modules :** Réglementation, eau,	*Prise en charge dans le plan de formation des entreprises;* *Echanges entre les participants stagiaires sur leurs problématiques et leurs expériences* air, déchets, énergie, management de l'environnement, bruit et sol, visite d'entreprise
Outils et diagnostics inter-entreprises	• **Transport / Mobilité :** - Conseils pour optimiser le transport de vos salariés, - Accompagnement pour la réalisation du Plan Déplacement de votre Entreprises (PDE)*. • **Biodiversité / Gestion Différenciée des espaces verts :**	*Diagnostics subventionnés (selon conditions);* *Partage des vécus entre entreprises.*

	- Conseils sur l'utilisation de techniques d'entretien et d'aménagement de vos espaces verts, respectueuses de l'environnement, - Accompagnement pour la rédaction de votre cahier des charges. • **Energie / Eau : diagnostic de votre performance :** - Accompagnement pour l'intervention de Bureau d'Etudes Techniques*	

PAYS DE CENTRE OUEST BRETAGNE

Le Pays Centre Ouest Bretagne expérimente depuis 2006 la mise en place d'une démarche d'Écologie industrielle et territoriale (EIT).

Une étude réalisée sur l'initiative d'Yprema en 2006 a permis de mettre en évidence que le territoire possède un potentiel très intéressant pour développer des synergies entre industriels en matière d'écologie industrielle et territoriale.

Soutenu par les Chambres de commerce et d'industrie et les Chambres d'agriculture, et entouré de nombreux professionnels et techniciens, le Pays COB a alors lancé en 2007 un groupe de travail pour développer le projet.

La première initiative du groupe consiste en la mise en place de rencontres entre professionnels. Ces rencontres, débutées en 2008, sont un excellent moyen : à la fois de partager des expériences réussies de valorisation de déchets sur le territoire mais également de développer des réseaux entre entreprises, industries, exploitants agricoles, institutions, etc.

VAL D'ILLE

La Communauté de communes du Val d'Ille a initiée en 2014 une étude prospective pour accompagner la transition des Zones d'Activité de Cap Malo et de la Route du Meuble vers une Economie Circulaire à Impact Positif.

Ce projet a pour objectifs :

- d'identifier de nouveaux modèles économiques pour les entreprises : sécurisation de l'approvisionnement (substitution de matières premières, circuits courts…), optimisation du process (réseaux d'énergie, d'eau, de matière), gestion des déchets, développement de produits et services innovants ;
- développer les dynamiques de coopération et mutualisation entre les entreprises : mutualisation de la gestion des déchets, développement d'offres communes… ;
- s'appuyer sur cette démarche pour définir une identité forte pour le Pôle Route du Meuble-Cap Malo et en faire un facteur d'attractivité (clients, partenaires…).

XI. PROSPECTIVE : PISTES DE MESURES COMPENSATOIRES

XI.1. PRINCIPE DE LA COMPENSATION CARBONE

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

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

Polenn propose ici une démarche parallèle à la réduction des consommations énergétiques et au développement des énergies renouvelables : le principe de compensation. **Ces pistes ont vocation à faire avancer la réflexion et ne doivent pas être considérées comme des prescriptions.**

Cette démarche est présentée ici comme une piste permettant de compenser partiellement une pollution résultante d'une nouvelle opération urbaine : elle ne doit pas être considérée comme un droit à polluer ni comme une compensation permettant de se « donner bonne conscience ».

Cette démarche, peut s'envisager de deux manières :

- Compensation via un mécanisme financier
- Compensation via des actions locales

XI.1.1. COMPENSATION CARBONE VOLONTAIRE

Une démarche parallèle à la réduction des consommations énergétiques et au développement des énergies renouvelables est la **compensation carbone volontaire.**

L'Ademe a mis en place un site internet qui développe de manière complète le mécanisme de compensation carbone volontaire http://www.compensationco$_2$.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 CO_2 émise dans un endroit peut être « compensée » par la réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente de CO_2 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.

XI.1.2. COMPENSATION CARBONE PAR DES ACTIONS LOCALES

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

A. PREAMBULE

Le cycle du carbone implique la biomasse comme capteur de carbone par excellence : en effet, la photosynthèse permet aux plantes de capter du CO_2 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 CO_2 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 CO_2 en cas de canicule par exemple ;
- adéquation des essences d'arbres à planter avec le contexte local (pas d'arbres très demandeurs en eau en Afrique par exemple).

Nous proposons donc une piste de compensation locale : plantation de biomasse géographiquement proche de l'opération concernée.

B. HYPOTHESES DE CALCUL

Comme précisé plus haut, les données concernant la capacité de stockage de carbone différent de manière importante en fonction des sources.

Nous nous sommes donc appuyés sur le projet CARBOFOR – Séquestration de carbone dans les écosystèmes forestiers en France-Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles- publié en 2004.

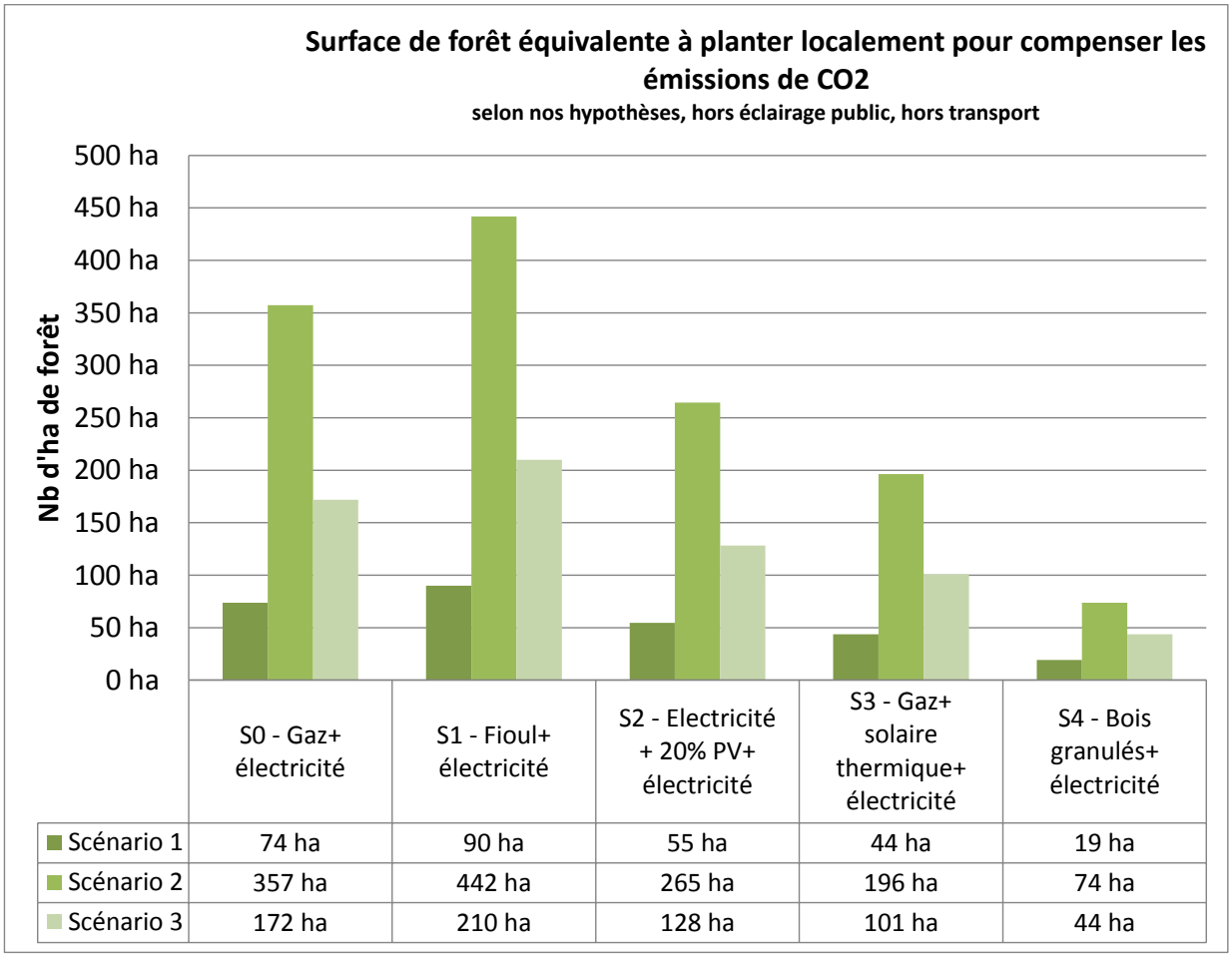
Nous considérerons **1 ha de forêt à croissance normale comme unité de référence sur sa durée de vie avec un objectif de valorisation en bois d'œuvre et bois énergie**. Le nombre de tiges à l'hectare est donc variable en fonction des opérations d'éclaircie que les forestiers sont amenés à réaliser pour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

La quantité de carbone stockable par un ha de forêt décrit ci-dessus s'échelonne de **1 à 10 tC/ha/an, soit de 3,6 à 36 tCO_2/ha/an.**

Nous avons considéré dans cette étude un **potentiel de stockage de 5 tC/ha/an soit 18,5 tCO_2/ha/an.**

C. SIMULATION DE LA SURFACE BOISEE CORRESPONDANTE

Le graphique ci-dessous présente, pour chacun des deux scénarios, la surface boisée permettant de compenser les émissions annuelles de CO_2 générées par l'ensemble de l'opération.



	S0 - Gaz+ électricité	S1 - Fioul+ électricité	S2 - Electricité + 20% PV+ électricité	S3 - Gaz+ solaire thermique+ électricité	S4 - Bois granulés+ électricité
Scénario 1	74 ha	90 ha	55 ha	44 ha	19 ha
Scénario 2	357 ha	442 ha	265 ha	196 ha	74 ha
Scénario 3	172 ha	210 ha	128 ha	101 ha	44 ha

Figure 57 : Calcul de la surface boisée nécessaire en mesure compensatoire

Suivant le scénario d'approvisionnement en énergie, il faudrait entre **55 et 360 ha** de forêt pour compenser les émissions de dioxyde de carbone de l'opération, soit entre 5 et 33 fois la surface de la zone d'études.

XII. L'ECLAIRAGE PUBLIC

XII.1. ROLES DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

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

- paysager : perception de l'espace, continuité visuelle, esthétique, mise en valeur du patrimoine ;
- ambiance lumineuse ;
- guidage et confort visuel ;
- sécurité des piétons, des automobilistes, des cyclistes et des biens

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

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

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

XII.2. ENJEUX POUR UN PROJET D'AMENAGEMENT

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

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

En effet, l'utilisation excessive de la lumière artificielle pourra d'une part être importune (gêne visuelle à laquelle on ne peut se soustraire, halos lumineux, lumière intrusive dans les propriétés privées), d'autre part représenter une perte d'énergie que l'on peut facilement traduire en termes d'équivalents CO_2 consommés, et donc d'impact sur l'effet de serre.

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

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

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

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

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

XII.3. QUELQUES PRECONISATIONS

La qualité d'éclairage dépend plus de l'homogénéité (uniformité) que du niveau d'éclairement. Ainsi, une mauvaise uniformité de l'éclairage entraine 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 maitrisant 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.

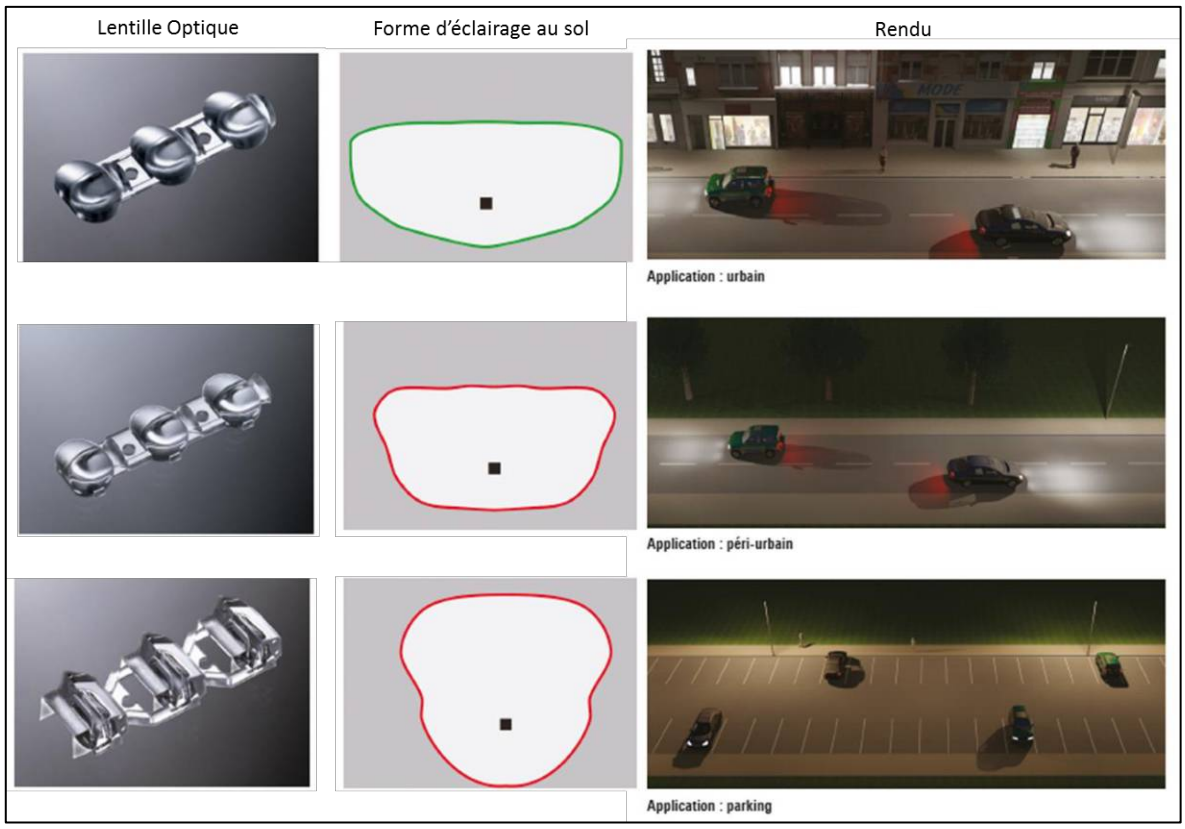


Figure 58: Exemple d'optiques (Source We-ef)

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).

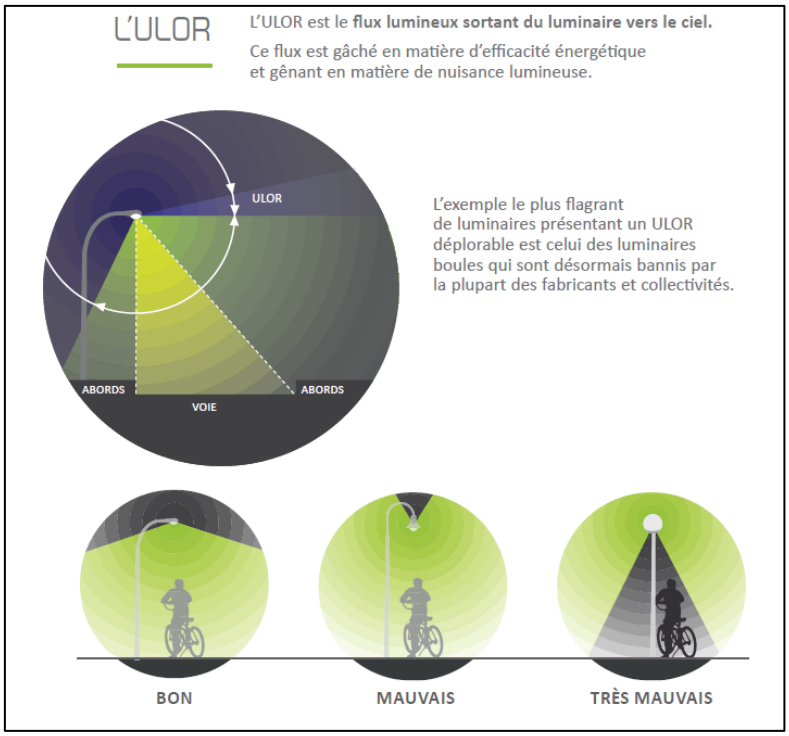


Figure 59: Illustration de l'ULOR (Source: Charte EP SDE35)

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**

XII.4. CONSOMMATION ENERGETIQUE ATTENDUE POUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Deux hypothèses sont étudiées par rapport à l'éclairage public, la première avec un équipement de base, la seconde avec des systèmes à LED.

Les tableaux ci-dessous détaillent les consommations énergétiques d'éclairage public attendues ainsi que les émissions de CO_2 qui y sont liées pour chaque hypothèse :

Equipement de base

Linéaire de réseau d'éclairage public (ml)	
Voie principale	530
Voie secondaire	200
Total	**730**

Consommations estimées kWh	
Voie principale	6 950
voie secondaire	1 300
Total	**8 300**

Emissions de CO2 (tCO2/an)		
Voie principale	1.25	84%
voie secondaire	0.24	16%
Total	**1.5**	

Systèmes LED

Linéaire de réseau d'éclairage public (ml)	
Voie principale	530
Voie secondaire	200
Total	**730**

Consommations estimées kWh	
Voie principale	2 550
voie secondaire	800
Total	**3 350**

Emissions de CO2 (tCO2/an)		
Voie principale	0.46	77%
voie secondaire	0.14	23%
Total	**0.6**	

Pour un linéaire total de **730 m** de voiries éclairées, la consommation énergétique prévisionnelle serait de **8 300 kWh/an** en équipement de base et **3 350 kWh/an** en LED. Ce qui correspond à un coût annuel estimé entre **500 et 1 200 € TTC** pour la collectivité. Les systèmes LED permettent une économie d'énergie de **63 %** par rapport à un équipement de base.

NB : l'approche économique est délicate. Les systèmes évoluent très rapidement et il y a encore assez peu de retour d'expérience. Aujourd'hui, il est raisonnable de considérer une durée de vie supérieure à 50 000 heures, les opérations de remplacement sont donc moins fréquentes qu'avec des lampes traditionnelles. De plus, les nouvelles technologies de lampadaires à LED permettent d'espacer d'avantage les mâts par rapport aux systèmes classiques.

Les émissions annuelles de CO_2 estimées seraient de **1,5 t/an** en équipement de base et **0,6 t/an** en LED.

Pour plus d'informations :

Eclairons les villes : Accélérer le déploiement de l'éclairage innovant dans les villes européennes ; rapport de la commission Européenne téléchargeable sur le site http://www.clusterlumiere.com

XIII. 1ERE APPROCHE LES TRANSPORTS ET L'ENERGIE GRISES DES MATERIAUX

XIII.1. LES TRANSPORTS

L'implantation du quartier par rapport au centre-bourg, aux zones d'activités commerciales, aux services, ou aux arrêts de transport en commun, va conditionner l'impact énergétique lié à l'usage de véhicules à moteur. De même, la facilité de relier les points d'activité cités plus haut grâce à des modes de déplacement doux (à pied, à vélo) aura une incidence sur l'usage de la voiture.

Le rôle de l'urbaniste est donc primordial pour optimiser les itinéraires des usagers afin de favoriser des modes de déplacement non polluants.

L'aménagement d'une aire de covoiturage à proximité de l'échangeur de Boul Sapin et la présence d'une halte ferroviaire sont des atouts pour diminuer l'impact des transports.

XIII.1.1. POLLUTION LIEE AUX VEHICULES A MOTEUR

Les véhicules motorisés sont sources d'émissions polluantes telles que des gaz à effet de serre (CO_2, CO…), du dioxyde de soufre (SO_2), des oxydes d'azote, des hydrocarbures et des particules.

Ces émissions entrainent des effets nocifs sur la qualité de l'air (pollution, effet de serre) et sur la santé (maladies respiratoires, allergies etc.).

Les caractéristiques des principaux polluants et quelques-uns de leurs effets sur la santé sont décrit en annexe:

De plus, les transports motorisés sont responsables de nuisances sonores et de danger qu'il est également important de réduire pour le confort des futurs habitants et des riverains.

XIII.1.2. PROPOSITIONS POUR LIMITER L'IMPACT DES TRANSPORTS

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

- Favoriser les liaisons douces pour permettre un usage de la marche à pied et du vélo dans les trajets quotidiens (le projet prévoit une liaison douce vers la halte ferroviaire)
- Favoriser la desserte du quartier par les transports en commun : position des arrêts, fréquence de passage adaptée aux besoins quotidiens (proximité de la halte ferroviaire de Brandérion)
- Favoriser le co-voiturage ou l'acquisition de véhicules partagés (Aire de covoiturage à proximité du site de Boul Sapin)
- Rapprocher les lieux d'habitat des lieux de travail
- Rapprocher les commerces et les services des lieux de travail
- Implanter les zones de stationnement collectif en périphérie du quartier de manière à limiter la circulation à l'intérieur du quartier

Le transport des marchandises est un sujet sensible pour les entreprises. En effet, les politiques de flux tendu imposent la mise en place de solutions logistiques complexes.
De nombreux parcs d'activités ont compris ces enjeux et y répondent par une localisation proche des grands axes routiers. C'est le cas du de la ZA de Boul Sapin.

Afin de limiter cet impact sans handicaper l'activité économique des entreprises différentes actions peuvent être mises en place:

- optimisation de la signalétique pour éviter les déplacements et manœuvres inutiles,

- création de parking poids lourds avec des équipements adaptés pour éviter les pollutions accidentelles et les stationnements sauvages,
- gestion collective des transports : mutualisation des besoins en transport afin d'optimiser les transports sur la zone,
- aménagement de la voirie en fonction du trafic et de la nature des marchandises transportées pour éviter une usure prématurée de la voirie et pour bien appréhender les risques potentiels.
- S'engager à limiter les émissions de CO_2 lié au transport de marchandise par la signature de la charte *« Objectif CO_2, les transporteurs s'engagent »*

Plus d'information sur le site : http://www.objectifco2.fr

XIII.1.3. EVALUATION DE L'IMPACT DES TRANSPORTS

Les hypothèses relatives aux émissions polluantes des véhicules particuliers sont détaillées en annexe

A. HYPOTHESES DE COMPOSITION DU PARC AUTOMOBILES DU FUTUR QUARTIER :

Hypothèses retenues - parc voitures			
Norme	**Diesel**	**Essence**	**Total**
EURO1	0,00%	0,00%	0,00%
EURO2	19,50%	11%	30,00%
EURO3	20,15%	11%	31,00%
EURO4	24,70%	13%	38,00%
EURO5	0,65%	0,35%	1,00%
EURO6	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	65,00%	35,00%	100 %

Figure 60: Hypothèse de composition du parc automobile de l'opération

B. HYPOTHESES RELATIVES AUX DISTANCES PARCOURUES

Le nombre d'emplois créés sur la zone est estimé à 150. Nous considérons 0,8 véhicule par salarié, soit 120 véhicules au total.

Hypothèses de distances parcourues :

- Trajets domicile / travail : 20 km/jour (moyenne régionale) ;
- Trajet déjeuné : nous ne considérons pas de trajet motorisé en supposant que les salariés déjeunent sur place

→ Soient au total 2 400 km parcourus chaque jour parc le parc automobile des travailleurs de la zone.

C. ESTIMATION DES EMISSIONS ANNUELLES

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

Polluant	Unité	Emissions
Oxydes d'azote (NO_X)	kg	**170**
Monoxyde de carbone (CO)	kg	**930**
Hydrocarbures (HC)	kg	**30**
HC + NO_X	kg	**320**
Particules (PM)	kg	**30**
Particules (P)*	kg	**0**
Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	kg	**0**
Dioxyde de carbone CO2	t	**130**

Figure 61: Emissions annuelles polluantes du parc automobile de l'opération

Pour un nombre total de 120 véhicules particuliers, les émissions annuelles dues au transport de personnes seraient de 170 kg d'oxyde d'azote, 930 kg de monoxyde de carbone, 30 kg d'hydrocarbures, 320 kg de (particules et oxydes d'azotes), 30 kg de particules et **130** tonnes de CO_2**.**

XIII.2. ENERGIE GRISE DES MATERIAUX

L'énergie grise des matériaux représente l'énergie nécessaire à leur production, à leur transport, à leur mise en place et à leur recyclage ou destruction en fin de vie.

Les analyses de cycle de Vie (ACV) permettent de travailler sur ce paramètre. Ce chapitre a pour objectif de donner des pistes de réflexion au maître d'ouvrage pour favoriser l'usage de matériaux ou de procédés à faible énergie grise.

XIII.2.1. MATERIAUX DE VOIRIE

Il est difficile d'envisager de réduire l'énergie grise des matériaux de voirie puisque les solutions techniques font généralement appel à des liants :

- Hydrauliques, à base de ciment (nécessitant de la cuisson à haute température)
- Hydrocarbonés, issus du pétrole

Deux stratégies complémentaires peuvent néanmoins être engagées :

- **Réduire les surfaces de voirie** : en réalisant des voiries plus étroites, en réduisant le linéaire toute en favorisant les cheminements piétons moins exigeants en termes de matériaux (profondeur, densité)
- **Opter pour le traitement en place** : ce procédé permet, grâce à l'adjonction de chaux et de ciment suivis d'un compactage et de nivelage, de donner au sol existant des caractéristiques de voirie « classique ». Ce procédé permet d'éviter de terrasser et d'apporter des matériaux de carrière : ainsi, les déplacements des engins de chantier sont considérablement réduits, et par voie de conséquence la consommation de carburant fossile du chantier est fortement diminuée. Les sols limoneux et argileux se prêtent particulièrement bien à ces procédés. Une étude de sol pourrait permettre de confirmer l'intérêt pour le site.

Ces solutions sont à mettre en lien avec les préconisations relatives à la perméabilité des revêtements de sol pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales.

XIII.2.2. MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Les matériaux de construction à faible énergie grise ou bio-sourcés pourraient être privilégiés : cela implique la mise en place de prescriptions particulières dans le Cahier de Prescriptions architecturales, paysagères et environnementales. La provenance des matériaux peut également être un critère avec l'objectif de privilégier des matériaux locaux (nécessitant un moindre transport) ou d'éviter la déforestation des forêts primaires.

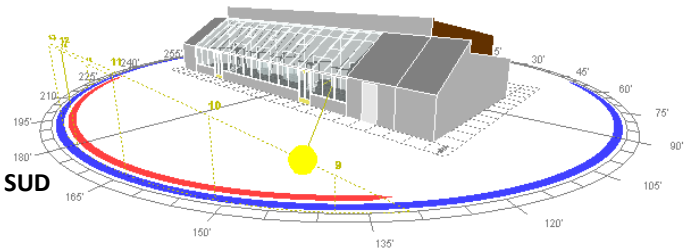
Il est possible de faire des choix objectifs grâce aux indications contenues dans les fiches FDES des matériaux disponibles sur la base de l'INIES (www.inies.fr).

ANNEXES : FICHES TECHNIQUES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

FICHE ENERGIE SOLAIRE GENERALITES

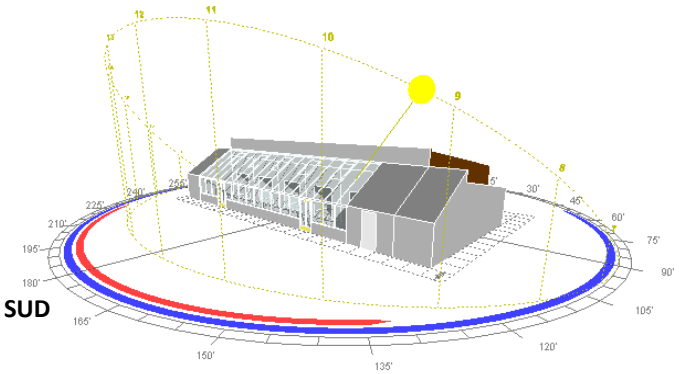
TRAJECTOIRE DU SOLEIL AU COURS DE L'ANNEE

La démarche d'optimisation des apports solaires nécessite la compréhension de la trajectoire du soleil dans le ciel, en fonction des saisons. Les figures suivantes illustrent 3 trajectoires correspondant à l'hiver à la mi-saison et l'été.



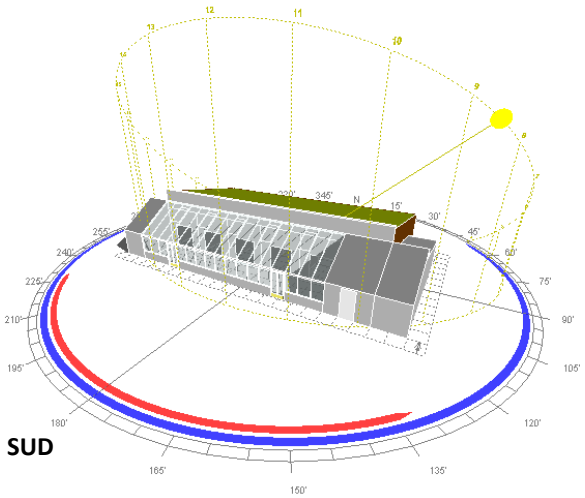
Hiver

Trajectoire courte et basse sur l'horizon. Le soleil se lève au Sud-Est, se couche au sud-ouest



Mi-saison

Trajectoire longue et plus haute dans le ciel: le soleil se lève à l'Est, se couche à l'Ouest



Eté

Trajectoire longue et très haute dans le ciel: le soleil se lève au Nord-Est, se couche au Nord-Ouest.

CONSEQUENCES POUR LES APPORT SOLAIRES

Ces conséquences sont étudiées du point du vue d'un exemple très simple de bâtiment parallélépipédique, pour illustrer l'impact de l'orientation des façades principales sur les apports solaires dont va bénéficier le bâtiment.

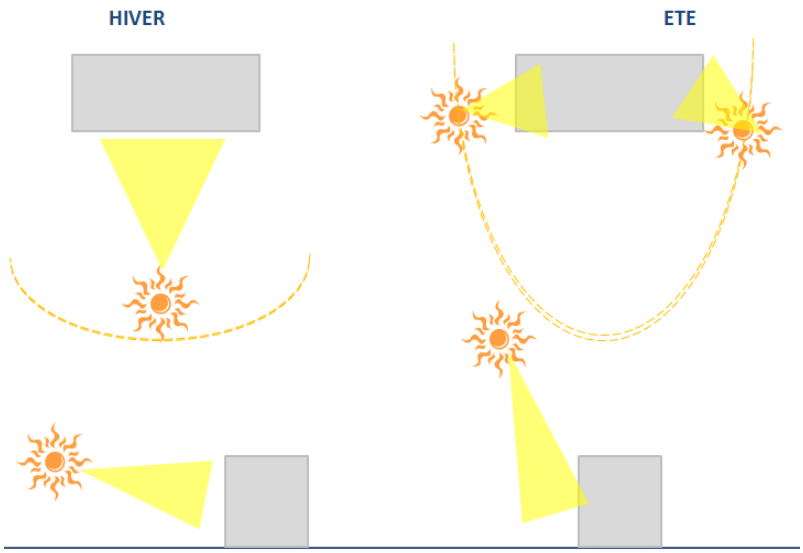
Il est évident que la réalité est toujours plus nuancée car l'architecte ne conçoit pas des bâtiments uniquement parallélépipédiques, ni orientés strictement Nord-Sud ou Est-Ouest.

Mais il est important de garder à l'esprit les grands principes présentés ci-dessous dès la phase de conception d'une opération d'aménagement.

BATIMENT DONT LES FAÇADES PRINCIPALES SONT ORIENTEES AU SUD

Les schémas ci-dessous montrent qu'avec des façades principales orientées au Sud :

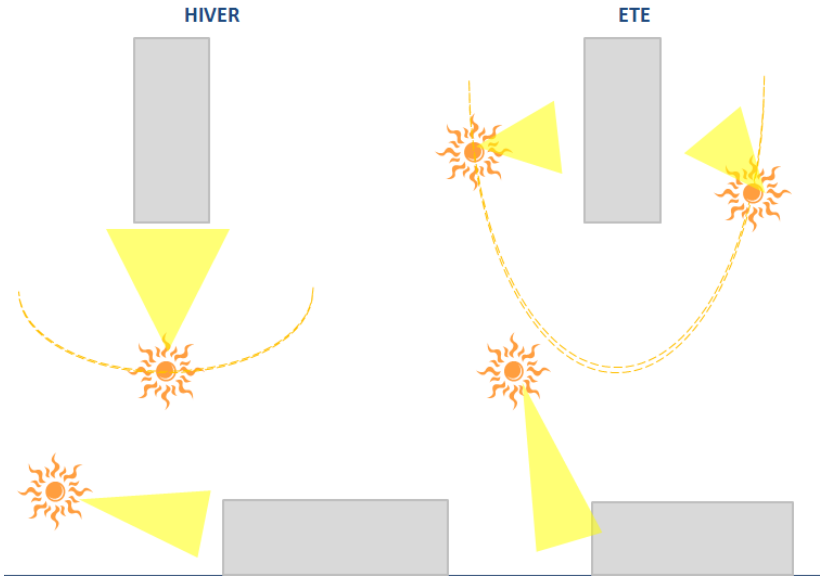
- en hiver : le bâtiment **profite d'apports solaires gratuits**, car le **soleil est bas sur l'horizon** avec un rayonnement incident proche de l'horizontal, qui pénètre donc facilement par les vitrages ;
- en été : **les apports solaires directs au Sud sont limités** car le soleil est très haut dans le ciel, une simple casquette horizontale permet de s'en protéger complètement ;
- en été : **le bâtiment évite les apports solaires trop importants par les façades Ouest et Est**, lorsque le développé de ces façades n'est pas trop important, ce qui limite les risques de surchauffe.



BATIMENT DONT LES FAÇADES PRINCIPALES SONT ORIENTEES EST OU OUEST

Les schémas ci-dessous montrent qu'avec des façades principales orientées à l'Est ou à l'Ouest

- en hiver : le bâtiment ne profite pas d'apports solaires gratuits, car **le rayonnement solaire provient d'un cadran Sud-Est à Sud-Ouest,** les façades principales ne sont donc pas impactées ;
- en été : le bâtiment bénéficie d'apports solaires importants le matin à l'est (de 6h à 12h) et l'après-midi à l'Ouest (de 14h à 21h) ce qui favorise les risque de surchauffes.



IMPACT DU RELIEF

Le relief a un impact fort sur les apports solaires. En effet, en terrain plat (pente=0%), l'optimisation des apports solaires devrait permettre, dans l'idéal, aux façades principales de bénéficier d'apports solaires gratuits en hiver, lorsque :

- le soleil est bas sur l'horizon
- les besoins en chauffage sont les plus importants

Dans ces conditions, la hauteur angulaire du soleil, le 21 décembre à midi (solstice d'hiver) est de 18°. Aucun obstacle ne devrait donc se trouver dans le champ de cette hauteur angulaire pour éviter les masques et les ombres résultantes. *Sur une surface plane, cet angle impose ainsi un recul de 3.1 fois la hauteur des bâtiments situés juste au sud du bâtiment étudié.*

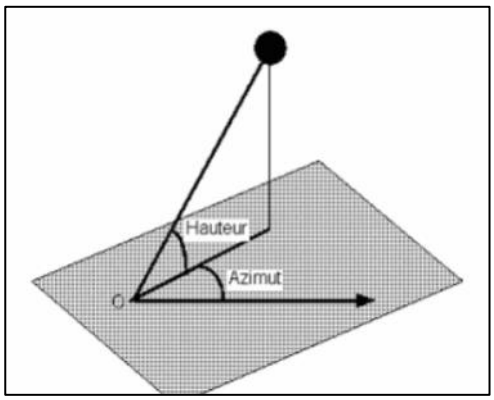


Figure 62: hauteur angulaire (source ENSTIB)

Sur un secteur accidenté, plus la plus la pente est forte vers le Nord, plus les marges de recul devront augmenter. Le schéma suivant présente les paramètres à prendre en compte pour le calcul des marges de recul entre 2 bâtiments :

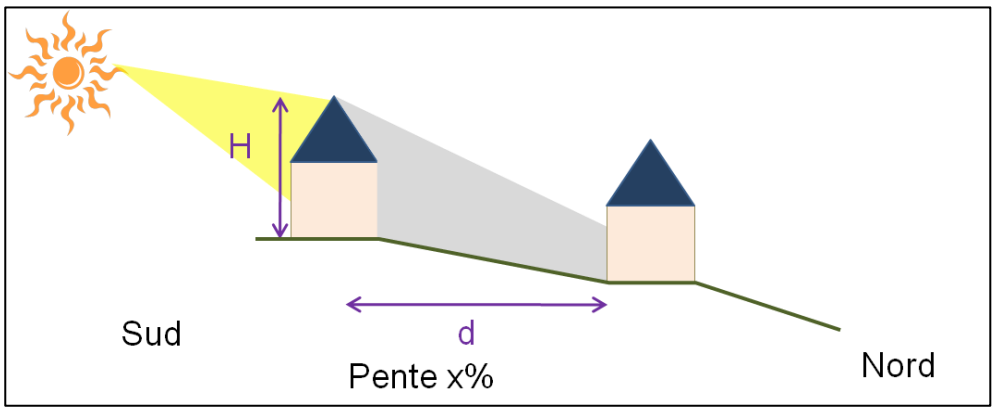


Figure 63: Paramètres à prendre en compte pour le calcul des marges de recul

Le tableau suivant présente un exemple de calcul de marge de recul entre un bâtiment de hauteur H= 9 m situé au Sud d'un bâtiment à créer pour des pentes allant de 0 à 6%. La ratio d/H peut être utilisé dans tous les cas de figure.

pente du terrain		ratio d/H		Avec H= 9m	
6.0%	d=	4.33	xH	d=	39.0 m
5.5%	d=	4.24	xH	d=	38.2 m
5.0%	d=	4.15	xH	d=	37.4 m
4.5%	d=	4.05	xH	d=	36.5 m
4.0%	d=	3.96	xH	d=	35.6 m
3.5%	d=	3.86	xH	d=	34.7 m
3.0%	d=	3.76	xH	d=	33.8 m
2.0%	d=	3.54	xH	d=	31.9 m
0.0%	d=	3.08	xH	d=	27.7 m

Ces marges de recul ne peuvent pas toujours être mises en œuvre, car elles rentrent en interaction avec d'autres enjeux (densité, voirie, formes urbaines etc.). Cependant, plus elles seront optimisées, plus les bâtiments pourront profiter d'apports solaires gratuits.

FICHE ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

A. RAPPEL SUR LE SOLAIRE THERMIQUE

L'énergie solaire est une énergie gratuite, abondante et renouvelable. C'est l'énergie renouvelable de prédilection pour la production d'eau chaude, notamment celle à basse température.

Un rayonnement global d'environ 1500 kWh/m^2 « tombe » par an sur les départements de l'Ouest de la France, cela correspond à peu près à 150 litres de fioul par m^2.

Cette énergie arrive sous deux formes, le rayonnement direct provenant directement du soleil et le rayonnement diffus lorsque le ciel est nuageux. Le rayonnement diffus représente plus de la moitié du rayonnement annuel dans nos régions.

Une installation solaire thermique permet de récupérer environ 40 à 60% du rayonnement global provenant du soleil pour chauffer de l'eau, destinée à la production d'eau chaude ou à du chauffage.

Le schéma suivant présente une installation simplifiée de type solaire collectif pour la production d'eau chaude sanitaire.

Une installation solaire comprend les éléments suivants :

- un **réseau de capteurs solaires** qui permet de transférer l'énergie solaire au fluide qui le traverse au moyen de l'absorbeur ;
- le circuit primaire qui permet de transporter et de transférer l'énergie solaire vers l'eau à travers un échangeur externe ou interne ;
- le **ballon de stockage solaire** qui permet d'accumuler l'eau chaude pour une utilisation ultérieure ;
- une **source d'énergie d'appoint**, instantanée ou couplée à un stockage d'eau chaude ;
- différents organes en fonction des systèmes : circulateurs primaires et secondaires, régulateurs, sondes, etc.

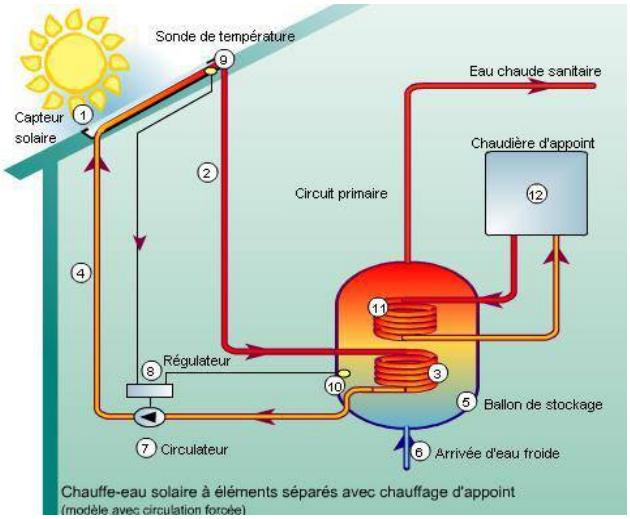


Figure 64 : principe de fonctionnement d'un' installation solaire thermique

B. TYPES D'UTILISATION

L'énergie solaire thermique peut être utilisée dans l'Ouest de la France sans restriction particulière. Les établissements recevant des personnes âgées de type **EHPAD** sont de bon candidats à l'utilisation du solaire thermique car les **besoins en eau chaude sanitaire sont importants toute l'année.**

En revanche, les **locaux tertiaires** ont généralement de faibles besoins en eau chaude. Il n'est donc **pas judicieux de le prévoir pour ces bâtiments** (en dehors de commerces spécifiques avec des forts besoins d'eau chaude).

Le solaire thermique est généralement utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire. Il est important de rappeler que les systèmes solaires thermiques peuvent également participer à réduire de manière globale les besoins thermiques des bâtiments en produisant également une partie du chauffage.

FICHE POMPES A CHALEUR

Les pompes à chaleur sont souvent également considérées comme utilisant de l'énergie renouvelable. Ces équipements spécifiques utilisent en effet généralement de l'énergie solaire (« aérothermie », « géothermie » horizontales ou verticales) car elles puisent une partie de l'énergie de l'atmosphère ou du sol, eux-mêmes chauffés par le soleil**. En revanche, nous considérons que ces équipements ne peuvent être classés parmi les énergies renouvelables au même titre que les précédentes car :**

- les pompes à chaleur fonctionnent grâce à l'électricité, une énergie qui nécessite pour sa production environ 3 fois plus d'énergie fossile (gaz, uranium, fioul, etc.) ;
- le rendement de ces équipements (COP : coefficient de performance, ratio entre l'énergie produite et l'énergie utilisée) atteint pour le moment des niveaux généralement inférieurs à 3 (en moyenne annuelle). Un rapide calcul au regard du bilan de l'énergie électrique, permet ainsi de montrer que ces équipements, malgré l'utilisation technique d'énergie solaire, consomment autant d'énergie fossile qu'une chaudière traditionnelle ;
- leur fonctionnement nécessite l'usage d'un fluide frigorigène dont l'impact sur l'effet de serre est important (équivalent de 1300 à 1900 kg de CO_2 par kg de fluide frigorigène) : en effet, toutes les pompes à chaleur ont un taux de fuite qui va de 3% à 10% par an ;
- **les pompes à chaleur sont donc plutôt de bons systèmes de chauffage électrique. Elles deviendront des énergies renouvelables lorsque le COP dépassera en moyenne annuelle le rendement des centrales électriques actuelles et/ou lorsque l'énergie électrique utilisée sera d'origine renouvelable.**

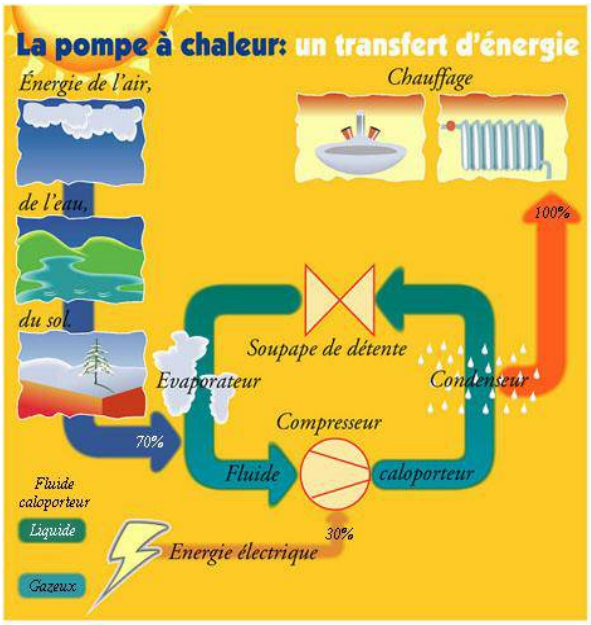


Figure 65 : principe de fonctionnement des pompes à chaleur (source *www.airclim-concept.com)*

Il est important de noter que les pompes à chaleurs Air-Eau, couramment appelées « aérothermie », nécessitent l'implantation d'un groupe extérieur muni d'un ventilateur qui peut générer des **nuisances acoustiques non négligeables, surtout dans le cas d'un habitat dense.**

Enfin, il est important de préciser que l'installation massive de pompes à chaleur contribue à affaiblir le réseau de distribution d'électricité à cause des appels de puissance importants les jours de grand froid.

Extrait du Pacte électrique breton :

L'orientation des choix d'investissements et d'équipements

Les signataires s'engagent à assurer une information sur les avantages et inconvénients au regard du système électrique de l'équipement en pompes à chaleur ou en convecteurs aux fins de privilégier d'autres systèmes de chauffage moins consommateurs d'électricité. Les collectivités seront sollicitées pour moduler les critères d'attribution de leurs aides (éco-conditionnalité).

FICHE ENERGIE EOLIENNE

L'énergie éolienne est en fort développement en France depuis plusieurs années maintenant.

L'ensemble de l'électricité produite par les sites d'éoliennes est généralement revendu à EDF. En revanche, de par la nature même de l'électricité, elle profite principalement aux consommateurs proches du site éolien. Cette production décentralisée a ainsi plusieurs avantages :

- produire une partie de l'énergie électrique à partir d'énergies renouvelables et donc limiter le recours aux énergies fossiles ;
- limiter les pertes sur le réseau de transport et de distribution en assurant une production locale ;
- permettre aux utilisateurs proches de limiter leur impact sur l'environnement par l'utilisation de cette électricité ;
- participer à la vie locale et au rayonnement de la commune.

L'une des spécificités de l'énergie éolienne est son **caractère variable**, lié aux variations de l'intensité du vent.

A. GRAND EOLIEN

DEFINITION

On distingue les types d'éoliennes en fonction de leur puissance et de leur taille :

- le "moyen éolien", pour les machines entre 36 kW et 350 kW
- le "grand éolien" (puissance supérieure à 350 kW), pour lequel on utilise des machines à axe horizontal munies, dans la plupart des applications, d'un rotor tripale.

Figure 66: Source Schéma éolien terrestre en Bretagne

RESTRICTIONS

L'obligation réglementaire d'éloignement de plus de 500 m des zones d'habitation des éoliennes de plus de 50 mètres de haut et les restrictions dues au plafond aérien militaire réduisent à néant le potentiel de développement du grand éolien sur la plupart des projets d'aménagement. Le développement de tel projet se fait à l'échelle départemental voir régional.

B. PETIT EOLIEN

DEFINITION

Selon l'Ademe, le « petit éolien » désigne les éoliennes dont la hauteur du mât est inférieure à 35 mètres et dont la puissance varie de 0,1 à 36 kW.

En France, le petit éolien reste peu développé : notamment car il n'y a pas d'obligation de rachat de l'électricité produite.

Figure 67: Source Synagri

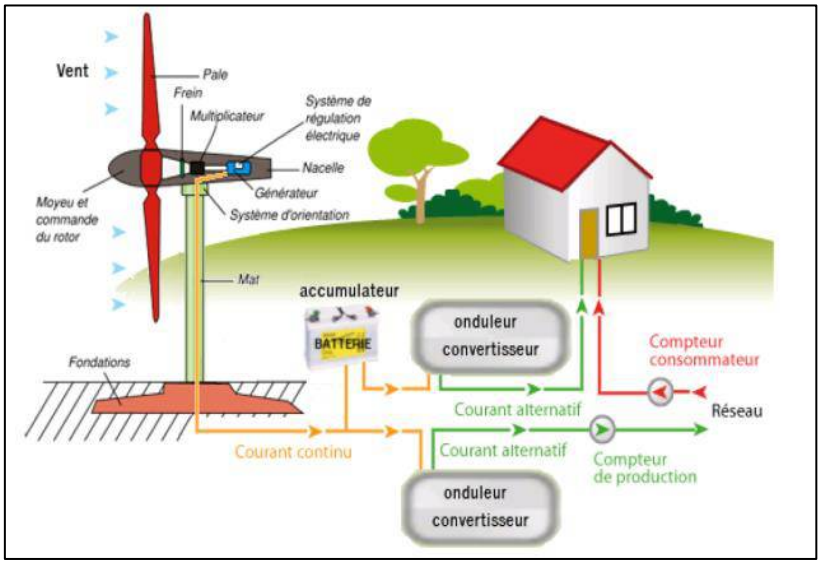


Figure 68: Schéma de principe d'une installation éolienne (*Source: Fiche pratique DDTM35*)

C. PRODUCTIBILITE

La figure suivante extraite de la fiche technique éolien réalisée par la DDTM 35 donne un ordre d'idée de l'énergie produite en fonction du type d'éolienne :

Type	Utilisation	Puissance (KW)	Hauteur (nacelle) (m)	Production annuelle (MWh)	Nombre de ménages (5 MWh/an)
Micro	Domestique	0,5 – 5	< 12m	1 – 10 ⚠	0.25 - 2 ⚠
Petite	Domestique/ agriculteurs	5 – 50	12 – 30	10 – 100 ⚠	2 – 20 ⚠
Moyenne	PME/industrie	50 – 250	30 - 50	100 – 500 ⚠	20 - 100 ⚠
Grande	Production en masse	> 250	> 50	> 500 ⚠	> 100 ⚠
Valeurs pour les grandes éoliennes actuelles		1 000 KW (1 MW)	60—80	1 200—2 300	240—460
		2 000 kW (2 MW) (évolution 3MW)	80—120	2 900— 5 500	580—1 100

Données EDF Enbrin et DDTM35

⚠ : Les valeurs indicatives du tableau ci-dessus sont dans l'hypothèse de production de 1000 à 2000 heures/an de production. La viabilité économique de l'éolienne impose une production minimum de 1000 heures.
Elles nécessitent une étude détaillée du site et de la recherche de l'éolienne la plus adaptée (type, puissance, hauteurs).

A. REGLEMENTATION

OCCUPATION DU SOL

Le tableau suivant présente les exigences et références règlementaires relatives à l'occupation du sol et aux obligations d'études d'impact.

Hauteur d'éolienne	Exigences réglementaire	Référence Réglementaire
< 12 m	Aucune exigence	Aucune
> 12 m	Permis de construire	*Article R.421-2 du code de l'urbanisme*
> 50 m	Enquête publique Assujetties à la **législation des installations classées pour la protection de l'environnement** (ICPE) ✓ Elles doivent être situées à **plus de 500 mètres des zones destinées à l'habitation** ; ✓ - Elles doivent se conformer à de **nouvelles prescriptions réglementaires** encadrant leur implantation et leur exploitation	*Articles L. 553-2 et R. 122-9 du code de l'environnement* *Le décret de nomenclature et les arrêtés de prescription seront établis dans le cadre de la réglementation des installations classées (au plus tard le 12 juillet 2011).* *Sauf pour les installations dont la demande de permis de construire a été déposée avant la publication de la loi Grenelle 2, et pour celles constituées d'une éolienne dont la puissance est inférieure ou égale à 250 kilowatts et dont la hauteur est inférieure à 30 mètres.*
Parc éolien	**Evaluation préalable des conséquences sur l'environnement** Les installations éoliennes doivent comporter **plus de 5 mâts**	*Etude d'impact pour les éoliennes de plus de 50 mètres, notice d'impact pour les éoliennes de moins de 50 mètres.* *Sauf pour les installations dont la demande de permis de construire a été déposée avant la publication de la loi Grenelle 2, et pour celles constituées d'une éolienne dont la puissance est inférieure ou égale à 250 kilowatts et dont la hauteur est inférieure à 30 mètres.*

Figure 69: Exigences et références règlementaires relatives à l'éolien (*Source : www.developpement-durable.gouv.fr*)

SUPPRESSION DES ZONES DE DEVELOPPEMENT EOLIEN

La loi Brottes (n° 2013-312), promulguées par le président de la république le 15 Avril 2013 prévoit plusieurs mesures de simplification :

- suppression des ZDE (Zones de Développement de l'Eolien) qui se superposaient avec les Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE),
- suppression de la règle des cinq mâts minimum,
- dérogation à la Loi Littoral pour les territoires ultramarins facilitant l'implantation de parcs éoliens en bord de mer,
- Enfin, le texte va permettre le raccordement à terre des énergies marines renouvelables qui, jusqu'alors, s'avérait complexe, voire impossible à réaliser.

Plus d'information : la DDTM 35 a réalisé une fiche pratique éolien téléchargeable sur le site suivant : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/petit-et-moyen-eolien-a2279.html

FICHE GEOTHERMIE

LA GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE (TEMPERATURE INFERIEURE A 30°C)

Elle concerne les aquifères peu profonds d'une température inférieure à 30°C, température très basse, qui peut cependant être utilisée pour le chauffage et la climatisation si l'on adjoint une pompe à chaleur.

Elle concerne également la captation d'énergie solaire stockée dans sous-sol superficiel à l'aide de PAC sur sondes géothermiques.

Ce type de géothermie est exploitable en Bretagne, la nature du sol et la profondeur de l'aquifère influenceront l'efficacité du système mis en place.

Figure 70© ADEME - BRGM

LA GEOTHERMIE BASSE ENERGIE (30 A 90°C)

Appelée également basse température ou basse enthalpie, elle consiste en l'extraction d'une eau à moins de 90°C dans des gisements situés entre 1 500 et 2 500 mètres de profondeur.

L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires de la planète car ces bassins recèlent généralement des roches poreuses (grès, conglomérats, sables) imprégnées d'eau.

Le niveau de chaleur est insuffisant pour produire de l'électricité mais parfait pour le chauffage des habitations et certaines applications industrielles.

Figure 71 : © ADEME - BRGM

LA GEOTHERMIE MOYENNE ENERGIE (90 A 150°C)

La géothermie de moyenne température ou moyenne enthalpie se présente sous forme d'eau chaude ou de vapeur humide à une température comprise entre 90 et 150°C.

Elle se retrouve dans les zones propices à la géothermie haute énergie, mais à une profondeur inférieure à 1 000 m.

Elle se situe également dans les bassins sédimentaires, à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 mètres.

Pour produire de l'électricité, une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide intermédiaire est nécessaire.

LA GEOTHERMIE HAUTE ENERGIE (TEMPERATURE SUPERIEURE A 150°C)

La géothermie haute enthalpie ou haute température concerne les fluides qui atteignent des températures supérieures à 150°C.

Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé.

Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.

Figure 72 : © ADEME - BRGM

LA GEOTHERMIE PROFONDE DES ROCHES CHAUDES FRACTUREES (HOT DRY ROCK)

Elle s'apparente à la création artificielle d'un gisement géothermique dans un massif cristallin. A trois, quatre ou cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Elle se réchauffe en circulant dans les failles et la vapeur qui s'en dégage est pompée jusqu'à un échangeur de chaleur permettant la production d'électricité. Plusieurs expérimentations de cette technique sont en cours dans le monde, notamment sur le site de Soultz-sous-Forêts en Alsace.

La figure suivante résume les différents types de géothermie présentés ci-dessus :

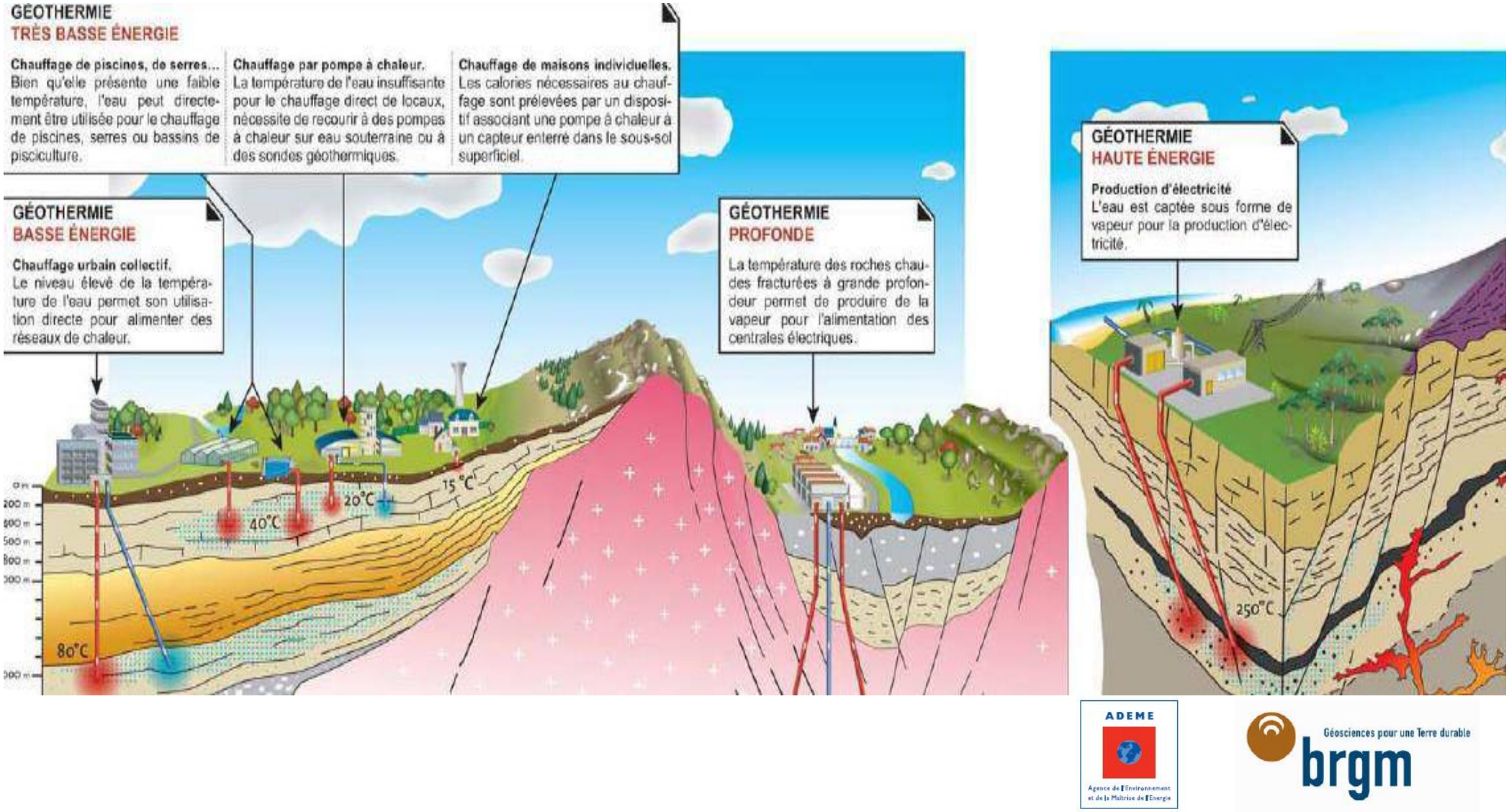
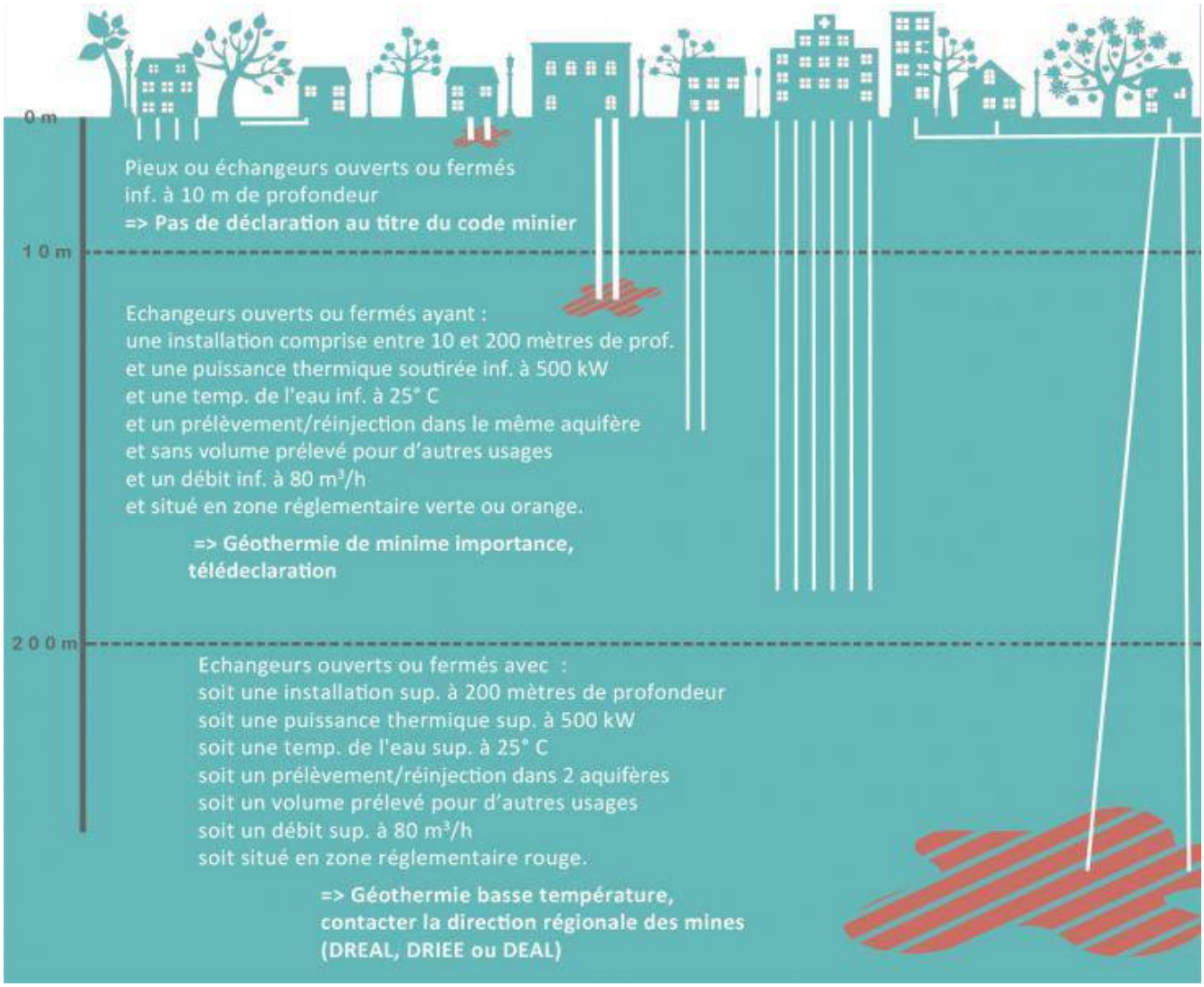


Figure 73 : Synthèse des techniques de géothermie © ADEME - BRGM

B. REGLEMENTATION

Le code minier, le code de la santé publique, le code général des collectivités territoriales peuvent régir les opérations de géothermie. La géothermie est régie par le code minier en vertu de son article L.112-2 (ancien article 3) qui donne une définition de la géothermie et du régime juridique qui lui est applicable. Ainsi, « les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire de l'énergie sous forme thermique, notamment par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent », sont considérés comme des mines. Une substance minière appartient à l'Etat et non au propriétaire du sol. L'exploitation d'une ressource minière nécessite donc des autorisations accordées par l'Etat. Outre le code minier, les opérations de géothermie entrent dans le champ d'application du code de l'environnement pour les prélèvements et les réinjections en nappe, le code de la santé publique et le code général des collectivités territoriales qui peuvent s'appliquer dans certains cas particuliers.

Les opérations géothermiques peuvent être soumises à différents régimes d'autorisation ou de déclaration qui supposent le montage de dossier administratifs plus ou moins approfondis selon les cas et des circuits d'approbation administrative plus ou moins long. Les opérations de moins de 200 m de profondeur et de moins de 500 KW de puissance thermique sont considérées comme des opérations de minime importance et ne sont soumises qu'à déclaration. Dans les autres cas, elles sont soumises à autorisation. A cette réglementation nationale, s'appliquent des règlementations territorialisées et spécifiques. En effet, certaines portions du territoire, du fait de particularités naturelles, font l'objet de mesures de protection susceptibles d'impacter le dimensionnement d'un projet de géothermie, voire de l'interdire.



Source BRGM

Type de géothermie	Conditions générales	Régime administratif
Géothermie avec puits canadiens, géostructures thermiques ou corbeilles	Aucune	Code minier non applicable (*)
Géothermie avec des échangeurs thermiques fermés horizontaux (profondeur < 10 m)	Profondeur inférieure à 10 m	Code minier non applicable (*)
Echangeurs géothermiques ouverts	Profondeur < 10 m, puissance < 500 kW, température < 25 °C, débit < 80 m^3/h et réinjection même nappe	Code minier non applicable (*)
	Profondeur > 10 m et < 200 m, puissance < 500 kW, température < 25 °C, débit < 80 m^3/h, réinjection même nappe et en zone verte ou orange	Déclaration
	Profondeur > 200 m ou puissance > 500 kW ou température > 25 °C ou débit > 80 m^3/h ou pas de réinjection en même nappe ou zone rouge	Autorisation instruite par les services de l'Etat
Echangeurs géothermiques fermés (capteurs verticaux) d'une profondeur de 10 à 200 m	Puissance < 500 kW et zone verte ou orange	Déclaration
	Puissance > 500 kW ou zone rouge	Autorisation instruite par les services de l'Etat
Echangeurs géothermiques d'une profondeur supérieure à 200 m	Profondeur > 200 m	Autorisation instruite par les services de l'Etat

Code minier non applicable (*)	Déclaration	Autorisation instruite par les services de l'Etat

(*) Pour ces forages de moins de 10 m de profondeur, d'autres réglementations peuvent s'appliquer, en particulier les dispositions du code de l'environnement (livre 2, titre 1er, relatif à l'eau, aux milieux aquatiques et marins) et le code général des collectivités territoriales (CGCT) qui prévoit une information des Maires en cas de forage (pour les forages qui ne sont pas soumis à une procédure au titre du code de l'environnement).

Figure 74: Récapitulatif des procédures applicables aux différents types de géothermie utilisés

FICHE : RECUPERATION D'ENERGIE SUR LES EAUX USEES

Ils existent différentes techniques de récupération d'énergie sur les eaux usées :

Dans les collecteurs du réseau d'assainissement (ouvrages assurant la collecte et le transport des eaux usées : canalisations, conduites, …)

Cette solution utilise la chaleur des effluents quel qu'en soit le type (eaux vannes et eaux grises), sans prétraitement nécessaire. Elle met en œuvre des échangeurs spécifiques qui sont :

- soit directement intégrés dans des canalisations neuves lors de leur fabrication
- soit rapportés et posés en partie basse des canalisations d'eaux usées existantes ou construites spécifiquement.

Elle nécessite des collecteurs de taille adaptée, non coudés sur une longueur suffisante et disposant d'un débit d'eaux usées minimum d'environ 15 l/s. En fonctionnement, cette solution comporte des contraintes d'exploitation liées à l'encrassement des échangeurs par ensablement et formation de biofilm dans le collecteur et à une limitation de baisse de la température des eaux usées à 5 K maximum après passage dans l'échangeur, pour ne pas perturber le process d'épuration en aval.

Ce système a l'avantage de pouvoir se situer proche des preneurs de chaleur. Couplé à une chaudière et une pompe à chaleur, un tel dispositif permet éventuellement d'alimenter un chauffage à distance.

Dans les stations d'épuration (STEP),

Cette solution utilise la chaleur eaux épurées (après traitement) et peut être mise en place dans l'enceinte de la STEP de capacité supérieure à 5000 équivalents logements, en amont du rejet des eaux épurées vers le milieu naturel. Elle peut théoriquement autoriser une liaison directe vers la pompe à chaleur et éviter ainsi la présence d'échangeur intermédiaire. La récupération de chaleur sur les eaux épurées en sortie de STEP peut être réalisée grâce à différents types d'installations et d'échangeurs : échangeurs à plaques, échangeurs multitubulaires (faisceau de tubes), échangeurs coaxiaux.

Dans les stations (ou postes) de relevage

La solution de récupération de chaleur des eaux usées au niveau des stations de pompage (ou postes de relevage) peut être aussi intéressante car ces stations sont situées en ville et donc proches des preneurs de chaleur. Le système utilise une fosse de relevage existante. Une partie des eaux usées est pompée de la fosse de la station de pompage avant STEP vers des échangeurs.

Au pied de bâtiments ayant une forte consommation d'eau (dans ce dernier cas, on parlera plutôt de récupération d'énergie thermique sur les eaux grises)

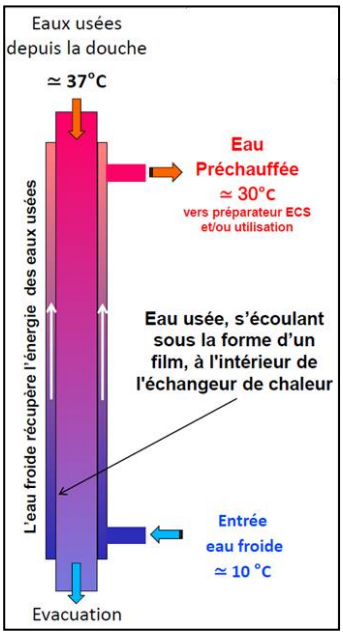
Cette solution nécessite obligatoirement une évacuation séparée des eaux grises (dont la chaleur est utilisée) et des eaux vannes. Elle peut permettre l'utilisation de matériel non spécifique aux eaux usées (échangeurs standards, PAC) et nécessite généralement des systèmes sophistiqués de filtrations et d'auto nettoyage des échangeurs sur eaux usées.

Cette solution capte la chaleur des eaux usées directement à la sortie de l'immeuble, grâce à un échangeur de chaleur installé dans une fosse dédiée à cette utilisation.

Les eaux usées arrivent dans une cuve centrale. Le filtre retient les plus grosses particules dans la cuve et une pompe déverse quotidiennement les résidus accumulés dans la cuve vers le collecteur. Le niveau d'eau dans la fosse est maintenu suffisamment haut pour qu'il y ait déversement du trop-plein dans le tube intermédiaire puis vers le collecteur.

Cette solution se différencie des autres précédemment citées car son domaine d'application privilégié est la production d'eau chaude sanitaire de l'immeuble. L'application au chauffage (et/ou à la climatisation) d'une installation de récupération de chaleur en sortie de bâtiments peut également être envisagée avec l'intégration au dispositif d'une pompe à chaleur.

Echangeur de chaleur sur l'eau des douches

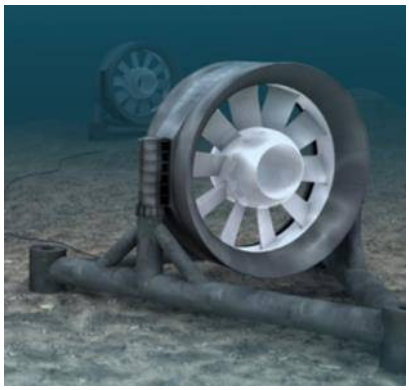


Cette solution peut être mise en œuvre individuellement ou à l'échelle d'un bâtiment d'habitat collectif. Un échangeur de chaleur est posé directement sur la canalisation d'évacuation des eaux de douche et permet de récupérer environ 60% de la chaleur.

FICHE ENERGIE MARINES RENOUVELABLES EN BRETAGNE

Avec ses 2 730 km de côtes, la Bretagne dispose d'atouts naturels favorables au développement des énergies marines renouvelables à partir de différentes sources : les courants, les marées, les vagues, la houle, la différence de salinité et le vent

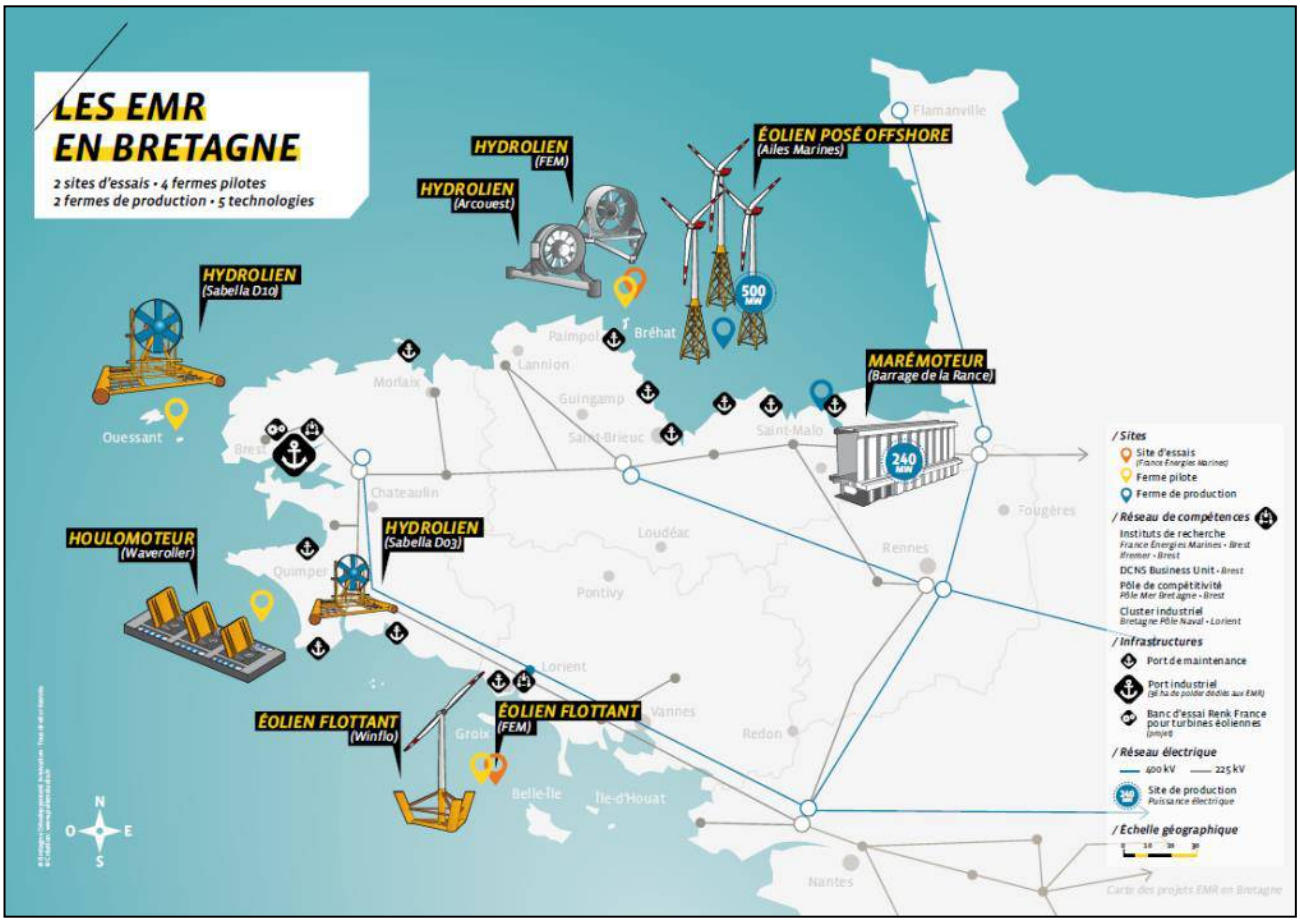
La région Bretagne ainsi que de grands acteurs industriels sont engagés dans le développement des énergies renouvelables marines. Avec, 50% des compétences R&D maritimes françaises concentrées en Bretagne, la filière est en plein essor. C'est le premier pilier du **pacte électrique breton**.

Hydrolien 	Cette énergie nécessite la mise en place d'une turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins pour créer une énergie mécanique transformée ensuite en électricité par un alternateur. Un courant de marée de 5 nœuds, soit 9,25 km/h, renferme plus d'énergie qu'un vent soufflant à 80 km/h. Relativement peu encombrante (en comparaison avec une éolienne), l'hydrolienne tire parti du caractère renouvelable et surtout prédictible de sa source.
Eolien offshore 	Cette technologie reprend le système de l'éolienne terrestre par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique puis électrique, à l'aide de turbines. Cette technologie est la plus mature des EMR. Les éoliennes posées, regroupées en parcs en pleine mer (offshore), sont implantées sur des fondations directement fixées au plateau continental à une profondeur maximum de 40 m. La mer est un emplacement n'offrant aucun obstacle aux vents. Ainsi, même à basse altitude, ceux-ci ont une vitesse plus importante et sont moins turbulents. La partie « marine » du parc comprend : - les aérogénérateurs (fondations + mâts + turbines). Les mâts peuvent atteindre une centaine de mètres au-dessus du niveau de la mer et chaque pale peut dépasser 50 m de long ;

	- un module pour les équipes d'intervention ; - un transformateur ; - les câbles sous-marins assurant la collecte et le transport de l'énergie jusqu'à la côte.
Eolien Flottant Offshore 	L'éolien maritime flottant utilise la force des vents en pleine mer, sur des sites qui peuvent - contrairement à l'éolien posé - dépasser 40m de profondeur. La mer est un emplacement de choix pour l'énergie éolienne: il n'y a aucun obstacle aux vents. Ainsi, même à basse altitude, les vents ont une vitesse plus importante et sont moins turbulents. En repoussant la limite maximum de la profondeur de 40m à 300m, les éoliennes flottantes peuvent être installées plus loin des côtes que les éoliennes posées, limitant ainsi les conflits d'usage et permettant de tirer parti d'une ressource en vent plus importante et plus stable.
Marée moteur Barrage de la Rance	A la différence des hydroliennes posées au fond de la mer et utilisant l'énergie cinétique (mouvement) de l'eau, les usines marémotrices utilisent l'énergie potentielle (différence de niveau entre les masses d'eau). Le phénomène de marée est dû au différentiel de temps de rotation entre la Terre (24 heures) et la Lune (28 jours). Il s'ensuit que le globe terrestre tourne à l'intérieur d'une "coque" d'eau de mer déformée par l'attraction lunaire. Par rapport à la plupart des autres énergies naturelles, l'énergie marémotrice présente l'avantage d'être parfaitement prédictible : en un point donné, l'énergie disponible ne dépend que de la position relative des astres et de la Terre.
Houlomoteur 	Cette technologie s'apparente à un dispositif mécanique qui utilise le mouvement des vagues - la houle - pour articuler un ensemble de cylindres et produire de l'électricité via un vérin hydraulique et une turbine. L'intérêt de l'énergie houlomotrice repose sur sa simplicité d'installation ne nécessitant pas de fondation.

Figure 75: Panorama des technologies d'exploitation des EMR (*http://energies-marines.bretagne.fr/*)

La figure suivante présente les énergies marines renouvelables en Bretagne :



/ 2 sites d'essais (FEM)

Un site d'essais en mer a vocation à tester en conditions réelles les technologies d'exploitation des ressources énergétiques marines. Un site d'essais est ouvert aux différentes technologies.

En Bretagne, France Énergies Marines (FEM) permet l'accès à deux sites d'essais : Paimpol-Bréhat et Groix. Ils sont tous les deux adossés à des fermes pilotes pour mutualiser les coûts d'investissement.

Le site hydrolien de Paimpol-Bréhat

Le site d'essais hydrolien de FEM pourrait accueillir prochainement pour des tests le projet d'hydrolienne de grande puissance ORCA. Piloté par Alstom, ce projet est labellisé par le Pôle Mer Bretagne et bénéficie des fonds Investissements d'avenir.

Le site éolien de Groix

Prévu au sud de l'île de Groix, le site d'essais FEM est dédié à l'éolien offshore flottant. La ferme pilote du projet WinFlo est située à proximité de ce site d'essais.

/ 4 fermes pilotes

Une ferme pilote est un site d'expérimentation EMR dédié à un seul projet.

HYDROLIEN / Arcouest

/ Enjeu : tester les principaux éléments d'hydroliennes de grande puissance (faisabilité technique, économique, environnementale et administrative)
/ Porteurs du projet & technologie : le 1er prototype d'hydrolienne Arcouest d'EDF a été conçu par DCNS/Openhydro.
/ Dimensions & positionnement : Parc de 4 hydroliennes. Turbines de 16 m de diamètre. Immersion à 35 m de profondeur
/ Puissance électrique : 2MW à 2,5 m/s
/ Budget global : de l'ordre de 40 M€ (dont 7.2 M€ d'aides publiques)

HYDROLIEN / Sabella D10

/ Enjeu : proposer une hydrolienne simple et robuste, gage de fiabilité et de moindre maintenance.
/ Porteur(s) du projet : Sabella, associée à GDF Suez et CDK technologies
/ Puissance électrique : 4 hydroliennes de 1,1 MW.
/ Technologie : Sabella, écran de turbine posé sur le fond marin. Maintien en conditions opérationnelles pendant 10 ans.
/ Dimensions : Hydrolienne équipée d'un rotor de 10 m de diamètre.
/ Budget global : 10,3 M€. Ce projet bénéficie des fonds des Investissements d'avenir, du soutien de l'Europe et de la Région Bretagne.

HOULOMOTEUR / Waveroller

/ Enjeu : récupération de l'énergie des vagues
/ Porteur(s) du projet : DCNS (France) et Fortum (Finlande). Projet en phase d'étude de faisabilité.
/ Technologie : DCNS évalue plusieurs technologies dont le Waveroller, un battant qui repose sur le fond de la mer. Le mouvement de va-et-vient que lui imprime la houle crée de l'énergie.
/ Puissance électrique : le site de la future ferme expérimentale aura une puissance de 1.5 MW

EOLIEN FLOTTANT / Winflo

/ Enjeu : réaliser la première éolienne flottante multi-MW française
/ Porteur(s) du projet : Winacelle (consortium Nass&Wind et DCNS) et Vergnet
/ Centres R&D : Ifremer, ENSTA Bretagne, LBMS Brest
/ Technologie : Free Floating Platform (FFP), éolienne offshore flottante en eaux profondes sur plate-forme semi-submersible à ancrages caténaires (facilité de maintenance)
/ Dimensions & positionnement : Hauteur du démonstrateur : 100 m. Positionnement au-dessus de fonds allant de 50 à 200 m
/ Puissance électrique : multi-MW
/ Budget global : 40 M€. Ce projet bénéficie des fonds Investissements d'avenir

/ 2 fermes de production

Une ferme de production est un site de production d'électricité connecté au réseau.
/ L'énergie des courants marins (barrage de la Rance géré par EDF)
/ L'énergie des éoliennes posées (parc éolien offshore de St-Brieuc porté par le consortium Ailes Marines)

Figure 76: Carte des EMR en Bretagne (*Bretagne développement Innovation*)

FICHE REGLEMENTATION POUR L'INSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

A. DROIT D'EAU

Avant d'engager des démarches pour une **petite centrale hydroélectrique**, il est nécessaire d'être détenteur du droit d'eau.

- Droit fondé en titre

Un droit d'usage de l'eau exonère d'une demande d'autorisation ou de renouvellement. Sur les cours d'eau domaniaux (appartenant à l'Etat) ce droit doit être acquis avant l'édit royal de Moulins de 1566. Sur les cours d'eau non domaniaux, ce droit doit être acquis avant l'abolition du régime féodal, le 4 août 1789. Il est impératif d'être en mesure d'apporter la preuve de ce droit.

- Absence de droit

Il est nécessaire de formuler une demande pour produire de l'électricité. L'installation d'une **petite centrale hydroélectrique** est soumise à la loi du 16 octobre 1919 relative à l'énergie hydraulique.
Selon la règlementation en vigueur, une **petite centrale hydroélectrique** dont la puissance maximale brute est inférieure à 4 500 kW nécessite une autorisation délivrée en préfecture. Cette autorisation est renouvelable une seule fois pour 30 ans.
Les projets de plus de 4 500 kW nécessitent une concession délivrée par le Conseil d'Etat. Le concessionnaire doit présenter sa demande de renouvellement onze ans au moins avant l'expiration de la concession.

B. DROIT DE L'ENVIRONNEMENT

L'installation d'une **petite centrale hydroélectrique** est soumise au respect de la législation sur l'eau détaillée dans le code de l'environnement et la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006

- Une étude d'impact est nécessaire pour les centrales supérieures à 500 kW,
- Il est nécessaire de maintenir un débit minimum de 10% du débit moyen annuel pour la vie et la circulation des poissons,
- Il existe des contraintes potentielles liée aux zones Natura 2000, non présente sur le site, ou au (projet de) classement projeté ou en cours sur la rivière, ou à d'éventuelles servitudes.

C. ENQUETE PUBLIQUE

Une enquête publique est demandée pour les installations dont la puissance sera supérieure à 500 kW.

D. RACCORDEMENT AU RESEAU

Un dossier est à déposer en préfecture au titre de la demande de raccordement. La Loi du 10 février 2000 et ses arrêtés sur l'obligation d'achat pour centrale d'une puissance maximale brute inférieure à 12 MW, oblige EDF, ou les Entreprises Locales de Distributions (ELD) appelée également Distributeurs Non Nationalisés, à acheter l'électricité produite par certaines installations de production raccordées au réseau dont l'Etat souhaite encourager le développement.

FICHE BOIS ENERGIE : SOLUTIONS COLLECTIVES

Il s'agit de réaliser une chaufferie collective qui dessert un ou plusieurs bâtiùents avec comptage de chaleur ou non (tout dépend des modalités de gestion du bâtiment) : **une étude de faisabilité peut être imposée pour préciser l'intérêt de cette solution.**

Il est dans ce cas nécessaire de prévoir une chaufferie dédiée avec un silo de stockage dimensionné en fonction des besoins, un accès pour le camion de livraison. En termes de maintenance, le contrat de maintenance doit prévoir le passage régulier d'un agent pour le décendrage et l'entretien annuel de la chaufferie. La valorisation des cendres doit également être prévue.

▪ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUDIERES AUTOMATIQUES

Les chaudières automatiques à bois sont des générateurs de chaleur qui sont très différents des chaudières bûches traditionnelles. Elles utilisent du bois déchiqueté (ou des granulés de bois).

Le combustible est convoyé **automatiquement** dans le foyer grâce à un système de convoyage (vis sans fin ou tapis convoyeur), ce qui supprime complètement les manipulations quotidiennes de bois nécessaires avec une chaudière à bûches. La combustion est complètement maîtrisée grâce à la maîtrise des arrivées d'air comburant et de la quantité de combustible apportée au foyer. Le rendement atteint 80 à 90% ce qui a plusieurs conséquences : températures de fumée très basses (110°C), cendres très fines produites en faible quantité (1 à 2% en volume), peu de dégagements de poussières et de produits de combustion incomplète dans les fumées.

Le bois est stocké dans un silo attenant à la chaufferie, dimensionné en fonction de la consommation prévisionnelle de l'installation.

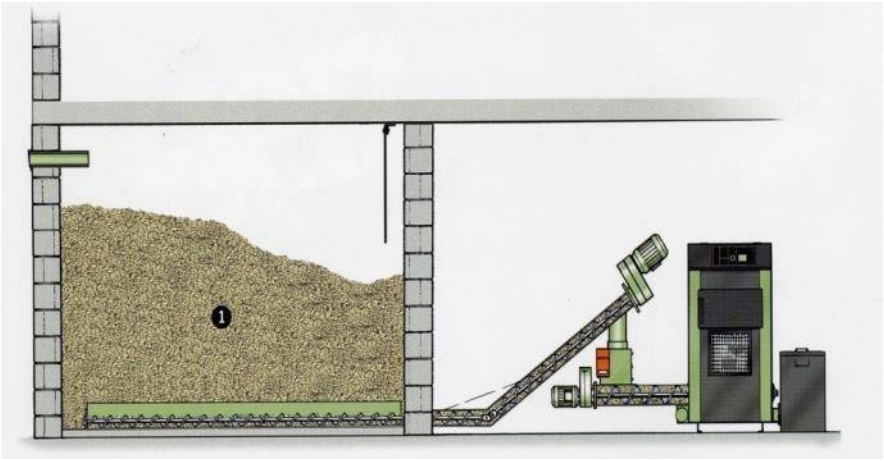


Schéma de principe d'une chaufferie bois.

▪ COMBUSTIBLE

A. ORIGINE DU BOIS

Le **bois déchiqueté** consommé par les chaufferies bretonnes peut être d'origine industrielle ou agricole.

Le **bois déchiqueté d'origine industrielle** provient :

- de connexes d'industrie du bois
- de DIB[1] : palettes ou cageots en fin de vie
- de bois d'éclaircies forestières

Ces différentes ressources sont regroupées, mélangées et calibrées sur des plateformes de stockage et de conditionnement qui assurent l'approvisionnement des chaufferies.

Le **bois déchiqueté d'origine agricole** provient de la valorisation des branchages issus de l'entretien des haies et des talus : il est produit et vendu par des groupes d'agriculteurs structurés localement.

Les **granulés de bois** sont fabriqués avec de la sciure issue de l'industrie du bois : ces sciures sont transformées en granulés par pressage si elles sont sèches, elles sont préalablement séchées avant compression si elles sont humides. Dans les deux cas, les granulés ne comportent pas d'additifs. Le granulé de bois est un produit beaucoup plus homogène que la plaquette, donc plus facilement utilisable, mais il nécessite plus d'énergie pour sa fabrication.

B. CONDITIONS DE PRODUCTION ET DE STOCKAGE

Quelle que soit l'origine du bois, le maitre d'ouvrage devra être vigilant sur les caractéristiques techniques suivantes :

- **granulométrie** maximale tolérée par la chaudière ;
- **taux d'humidité** maximum toléré par la chaudière ;
- taux de **poussières** (ou taux de « fines ») ;
- absence de **terre ou de sable** (produit du mâchefer dans la chaudière) ;
- absence de **corps étrangers** (morceaux de métal, plastique ou autres d'origines diverses).

Ces caractéristiques étant variables en fonction des gammes de puissance et des constructeurs de chaudière, le maitre d'ouvrage devra exiger un **engagement du fournisseur** sur la base de la qualité du bois préconisée par le constructeur de la chaudière.

Une attention particulière devra être portée à la **production de bois d'origine agricole** :

- **Chantier de déchiquetage** : éviter le déchiquetage de branches terreuses. La terre reste dans le bois déchiqueté et provoque la production de mâchefer. De la même manière, le déchiquetage de branches vertes avec feuilles provoque au séchage la production de poussière en grande quantité. Il est donc préférable de déchiqueter du bois d'hiver, sans feuilles ; ou de laisser sécher les feuilles avant le chantier de déchiquetage en cas d'abatage estival obligatoire (prairies humides).
- **Stockage du bois** : le bois déchiqueté doit être stocké sur dalle, sous hangar couvert et aéré, au moins 6 mois après déchiquetage, pour permettre le séchage. L'aération du hangar ne nécessite pas forcément de ventilation mécanique : des ouvertures latérales ou zénithales doivent permettre l'évacuation de la vapeur d'eau produite par la fermentation du bois.
- **Corps étrangers** : le lieu de stockage et la manutention du bois doivent permettre de limiter au maximum l'introduction accidentelle de corps étrangers (outils, pièces métalliques, ficelles etc.) susceptibles de bloquer les vis de convoyage du bois dans la chaudière.
- **Gestion des stocks** : le bois déchiqueté en hiver doit sécher 6 mois à 1 an. La production de l'année suivante devra dont être stockée séparément de manière à ne pas ré-humidifier de la plaquette sèche. Le hangar devra se prêter à ce type de gestion des stocks.

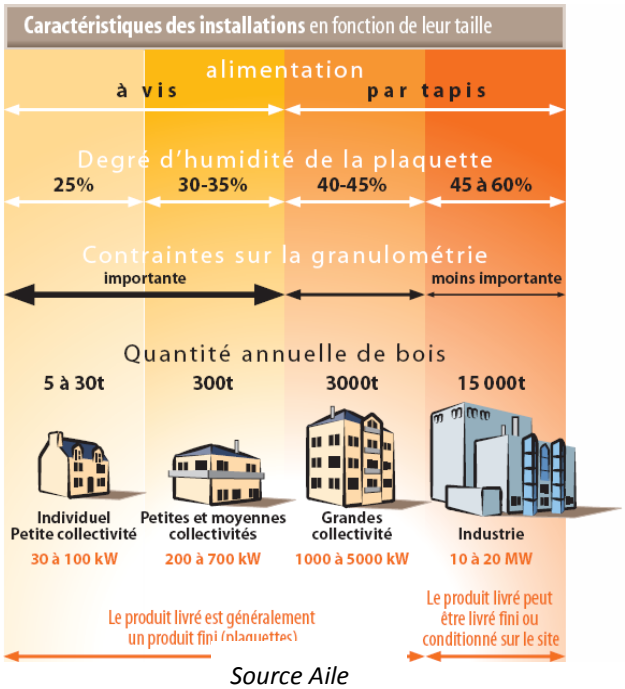
[1] DIB : déchets industriels banals

▪ GAMME DE PUISSANCE

La gamme de puissance couverte par les chaudières automatiques est très étendue : de 20 kW (chauffage d'une maison), à plusieurs MW pour les usages industriels.

A chaque gamme de puissance correspond un système de convoyage de bois déchiqueté. Plus la puissance augmente, plus la granulométrie du bois peut être grossière et plus le taux d'humidité acceptable est élevé.

Le granulé est plus adapté aux chaudières de petites à moyennes puissances : de 8 kW à 300 kW lorsque plusieurs chaudières sont installées « en cascade ».



Source Aile

▪ CHAUDIERES BOIS ET QUALITE DE L'AIR

Une note de synthèse ADEME-MEEDDAT "Le bois énergie et la qualité de l'air" a été rendue publique en mars 2009.

Principaux enseignements :

1-le bois énergie contribue pour une très faible part aux émissions nationales de dioxyde de soufre (SO_2) et d'oxydes d'azote (NO_x) (2% environ) et contribue à hauteur de 10% environ aux émissions de dioxines et de poussières totales ;

2-le bois énergie contribue de manière significative aux émissions nationales de :

- composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) : 22%,
- de monoxyde de carbone (CO) : 31%,
- d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (77% pour la somme des 4 HAP),
- de particules : 27% pour les PM10 et 40% pour particules les plus fines (PM2,5).

En résumé, le bois-énergie ne constitue pas actuellement au niveau national et en termes de bilan d'émissions, une source majeure de pollution par le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les dioxines. Par contre sa contribution, en l'état actuel des technologies ou des pratiques, est notable vis-à-vis des poussières fines, des composés organiques volatils, du monoxyde de carbone, et des hydrocarbures aromatiques polycycliques, et **en raison surtout de la combustion du bois en maison individuelle dans de mauvaises conditions.**

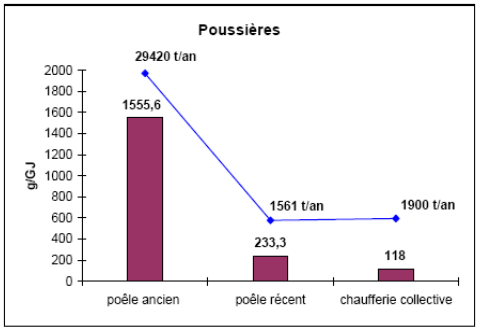
Le secteur domestique est responsable en grande partie des émissions de polluants atmosphériques liés à la combustion du bois :

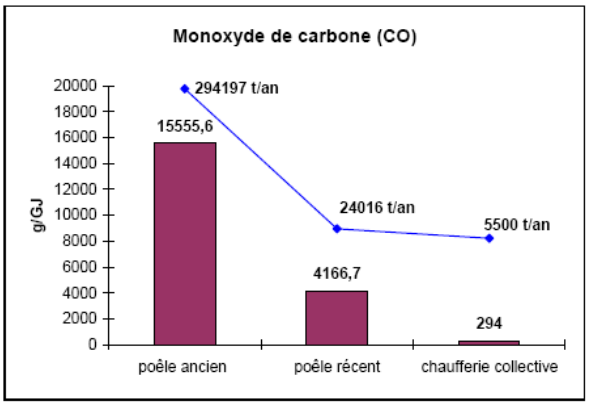
- 81% du bois consommé en France l'est par le secteur domestique ;
- Le combustible utilisé est de qualité très variable ce qui impact considérablement la qualité de la combustion ;
- Le parc d'appareils de chauffage au bois est ancien et la combustion y est mal maîtrisée.

Les graphiques suivants (source note Ademe-MEEDDAT, 2009) illustrent les différences d'émissions de polluants entre des appareils anciens, des appareils récents et des chaufferies collectives, par unité d'énergie produite (pour 1 GJoule produit).

Comme le montre la figure 4, pour une même quantité d'énergie produite, les poêles anciens émettent environ 4 à 7 fois plus de polluants atmosphériques (poussières, CO) que les poêles récents et 13 à 53 fois plus que les chaufferies collectives (à noter que la tendance est similaire pour les autres polluants).

Figure 4. Facteurs d'émission de poussières et de monoxyde de carbone, corrigés du rendement (en g/GJ sortant) pour un poêle ancien, un poêle récent et une chaufferie collective (Sources : ADEME, 2005c et CITEPA, 2003)





Ainsi, la combustion du bois dans des appareils neufs et *a fortiori* dans des chaudières automatiques permet de réduire considérablement l'impact de la combustion sur la qualité de l'air.

▪ PRINCIPE D'IMPLANTATION DU SILO

L'un des **points clé de la réussite d'une installation de chaufferie bois est l'implantation du silo d'approvisionnement en bois**. Ce silo doit être facilement accessible pour les livraisons de combustible : il doit permettre un remplissage aisé au moment de la livraison et dimensionné pour assurer une autonomie suffisante en chauffage.

La chaudière pourra être installée au même niveau que le silo. Si ce n'est pas le cas, un système de convoyage spécifique devra être prévu pour amener le combustible au niveau du corps de chauffe.

▪ SILO POUR BOIS DECHIQUETE

La livraison de bois déchiqueté en vrac s'effectue grâce à des camions de livraison ou des attelages tracteurs remorque : ce type de livraison par bennage nécessite une **réflexion en amont sur l'accès à la parcelle et les manœuvres réalisables sur le site (rayon de courbure du véhicule).**

Livraison par camion benne *(source Aile)*

Livraison par tracteur+remorque agricole *(source Aile)*

Si le site présente un dénivelé naturel, le silo pourra être conçu en aérien ou semi-enterré afin de limiter les frais de génie civil.

Dans le cas contraire, un silo enterré est incontournable (sauf dans le cas de chaudières de grosse puissance avec désilage par échelles carrossables).

Les silos doivent être étanches à l'eau et disposer d'un système d'aération du bois, souvent raccordé à la chaufferie

Le dispositif de fermeture du silo peut prendre plusieurs formes : trappes carrossables, trappe coulissante latéralement, trappe à ouverture verticale. Dans tous les cas, le dispositif devra être adapté aux dimensions du véhicule de livraison des plaquettes, et assurer la sécurité des intervenants autour de la livraison ainsi que l'étanchéité du silo.

Trappe coulissante

Trappe sur vérins hydrauliques

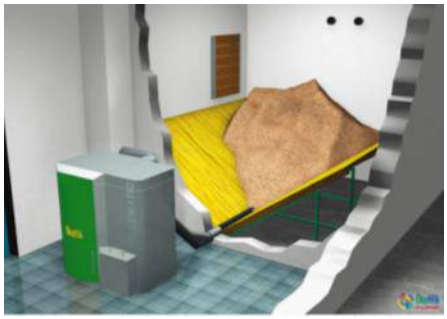
(source Compte.R)

Trappe coulissante latéralement

▪ SILO POUR GRANULES

L'approvisionnement en granulés étant plus simple à assurer que l'approvisionnement en plaquettes, la conception des silos est plus facile. La livraison du granulé est réalisée par camion souffleur. Cet approvisionnement se fait en aérien grâce à l'utilisation d'un tuyau flexible de soufflage, raccordé au silo par un raccord pompier. De fait, la chaufferie et le silo peuvent être :

- de plain-pied avec raccord pompier à hauteur accessible ;
- en sous-sol, avec raccord pompier rapporté au niveau du Rdc.



Pièce de réserve avec alimentation par vis

(source ÖkoFEN)

Livraison par camion souffleur

FICHE RESEAUX DE CHALEUR

DEFINITION

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

Cette définition technique doit être complétée par une définition juridique qui distingue deux types de réseaux :

- **Chaufferie dédiée** qui utilise un réseau pour distribuer de la chaleur à des bâtiments appartenant au même maître d'ouvrage :

  ex1 : chaudière communale qui dessert les écoles publiques, la mairie, la cantine et la médiathèque.

- Le producteur de chaleur qui exploite la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de la chaleur (au moins 2 usagers distincts) : c'est le **réseau de chaleur au sens juridique.**

  ex2 : réseau qui dessert les écoles, le collège, le lycée et son internat, des logements sociaux.

BOUQUET ENERGETIQUE

Les réseaux de chaleur ont l'avantage de pouvoir mettre en œuvre un « bouquet énergétique » en tête de réseau : il est donc possible de mobiliser différentes ressources énergétiques permettant de garantir une stabilité des prix, une sécurité d'approvisionnement et d'assurer une certaine flexibilité (saisonnière notamment).

Les possibilités d'approvisionnement sont décrite dans le tableau suivant, surtout valable pour les « grands » réseaux urbains :

		Définition	Intérêt environnemental
Energies renouvelables et de récupération	Bois énergie	Valorisation par combustion de produits bois	Impact neutre sur l'effet de serre
	Biogaz	Produit à partir de matières organiques ou de digesteurs de stations d'épuration	Valorisation d'une ressource énergétique locale non fossile
	Chaleur issue de cogénération	Production simultanée de chaleur et d'électricité	Amélioration du rendement et réduction des émissions de CO_2 par rapport à la production dissociée
	Géothermie profonde	Exploitations d'aquifères profonds, adaptée à de grosses installations, concentrées aujourd'hui dans le Bassin Parisien	Récupération de chaleur
	Usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM)	Valorisation de la chaleur produite par la combustion des déchets	Valorisation d'une ressource énergétique locale non fossile
	Valorisation de chaleur fatale	Chaleur produite par un site, un process et non valorisée sur le site	Utilisation d'une ressource existante
Energies fossiles	Gaz naturel, fioul, charbon	Energies fossiles valorisées par combustion	Aucun en dehors de la cogénération Impact fort sur l'effet de serre

AVANTAGES DES RESEAUX DE CHALEUR

Les avantages des réseaux de chaleur sont de plusieurs types et résumés dans le tableau suivant :

Environnementaux	Réduction des émissions de polluants par la plus grande maîtrise de la combustion de systèmes centralisés et performants. Mobilisation des énergies renouvelables et notamment la biomasse : réduction de l'utilisation d'énergies fossiles et donc des émissions de gaz à effet de serre.
Optimisation énergétique	Les réseaux permettent d'utiliser de la chaleur non valorisée et optimisent donc le bilan énergétique de sites ou de quartiers
Service aux usagers	Distribution d'une chaleur dont le prix et la disponibilité sont attractifs par rapport à des systèmes indépendants peu maîtrisés ; exploitation centralisée indépendante des usagers.
Aménagement urbain	Dans le cadre d'aménagements de nouveaux quartiers ou de réhabilitations de quartiers existants, ce type d'installation apparaît comme un outil pertinent face à l'augmentation des prix des énergies fossiles et à la nécessaire démarche d'optimisation énergétique des territoires pour réduire l'impact environnemental et la dépendance liée aux énergies fossiles.

Figure 77 : Avantages des réseaux de chaleur

Les principales difficultés relèvent :

- de l'investissement : un investissement spécifique au réseau, à la chaufferie et au stockage du combustible ;
- de la difficulté du dimensionnement, notamment lié au phasage d'opérations sur un quartier neuf.

VALORISATION DES RESEAUX DE CHALEUR ENR DANS LA RT 2012

La RT 2012 valorise les réseaux de chaleur vertueux c'est-à-dire, entre autres, émettant peu de CO_2 par kWh distribué. Ces réseaux doivent pour ce faire mobiliser des énergies renouvelables et de récupération dans leur mix énergétique.

Le tableau suivant présente les coefficients applicables pour moduler le Cepmax en fonction du contenu CO_2 du réseau, dans le cas de bâtiments raccordés à un réseau de chaleur :

Contenu CO_2 du réseau en g/kWh	<50	Entre 50 et 100	Entre 100 et 150	>150
Modulation du Cepmax	+30%	+20%	+10%	0%

Figure 78 : Modulations applicables au Cepmax en fonction du contenu CO_2 du réseau.

La conséquence directe est une modulation favorable de la limite haute de consommation d'énergie primaire pour les bâtiments raccordés à un réseau. Le tableau suivant présente un exemple de modulation :

			Cep max modulé en fonction du contenu CO_2 du réseau de chaleur			
Bretagne	Cepmax	Cepmax avec bois énergie	<50 g/kWh	Entre 50 et 100 g/kWh	Entre 100 et 150 g/kWh	>150 g/kWh
Maisons individuelles	55	70	70	65	60	55
Logements collectifs	55	70	70	65	60	55
Logements collectifs jusqu'au 31/12/2014	63.25	80.5	80.5	74.75	69	63.25

Figure 79 : Impact de la modulation du Cepmax pour un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur.

FICHE FOURNISSEURS D'ELECTRICITE VERTE

L'électricité verte désigne dans son sens courant une **électricité respectueuse de l'environnement**. On l'assimile souvent à l'électricité renouvelable, définie dans la directive électricité renouvelable 2001 comme l'électricité produite à partir de "**sources d'énergie non fossiles renouvelables" :**

- énergie éolienne ;
- solaire ;
- géothermique ;
- houlomotrice ;
- marémotrice et hydroélectrique ;
- biomasse : la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (comprenant les substances végétales et animales), de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ;
- gaz de décharge ;
- gaz des stations d'épuration d'eaux usées ;
- biogaz.

L'Union européenne s'est engagée à ce que 21 % de sa consommation brute d'électricité soit produite à partir de sources renouvelables en 2010. Chaque état membre s'est vu attribuer des objectifs indicatifs ; il est de 21 % pour la France.

Différents systèmes permettent de soutenir l'électricité verte, ce sont principalement **les tarifs d'achat** (le producteur vend son électricité à un prix fixé à l'avance) et les **certificats verts** (obligation d'une part d'électricité verte dans le mix avec la création d'un marché). D'autres instruments viennent compléter ce marché : les appels d'offre, les incitations fiscales et le marché volontaire de l'électricité verte. Ce dernier concerne les consommateurs souhaitant une certaine quantité d'électricité verte dans le mix qu'ils reçoivent.

Pour y apporter des réponses, aider le consommateur à choisir et améliorer les offres vertes présentes sur le marché, **un label est en cours de création par le CLER et le WWF**. En France, la plupart des fournisseurs d'électricité proposent des offres vertes**. Le consommateur a ainsi la possibilité de faire le choix de consommer une électricité provenant de sources d'énergie renouvelables.**

Plusieurs de nos voisins ont d'avantage de recul sur ce type de produits car la libéralisation du marché de l'électricité est antérieure. Dans ces pays, des labels ont été créés pour indiquer au consommateur la qualité des offres vertes (Ok Power, Naturemade Star, etc...).

Ainsi dans une démarche volontariste de réduction du bilan carbone des consommations énergétiques du site, l'aménageur pourrait inciter les futurs usagers de l'électricité à consulter les différents fournisseurs d'électricité verte. Les fournisseurs proposent différents tarifs avec des taux d'électricité verte variant de 25 à 100 %.

Parmi les fournisseurs les plus connus nous trouvons : EDF, GDF-Suez, Poweo, Direct Energie ou Enercoop.

L'ensemble des fournisseurs d'énergie est référencé sur le site internet www.energie-info.fr

ANNEXE 2 : REGLEMENTATION THERMIQUE 2012

Issue de la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement du 03/08/09 (Art.4), dite loi Grenelle1, la réglementation thermique 2012 fixe comme objectif de consommation énergétique une valeur maximale de 50kWhep/(m².an). Ce niveau, équivalent au niveau BBC actuel, permettra de diminuer par trois les consommations énergétiques par rapport à la réglementation thermique 2005. La performance énergétique du bâtiment sera également mesurée en fonction de son adéquation avec une conception bioclimatique. Le coefficient BBio et la température intérieure conventionnelle seront les outils de mesure de cette exigence. Cette règlementation préfigure l'objectif du grenelle de généraliser en 2020 la conception de bâtiments passifs.

▪ LES NIVEAUX DE REFERENCE

Les exigences de performance énergétique portent sur les trois facteurs suivants :

- le coefficient **Cep** (coefficient de consommation en énergie primaire) qui doit être **inférieur au niveau imposé dans l'arrêté (Cepmax),** à savoir **50 kWh$_{ep}$/(m².an),** modulé en fonction de la localisation géographique, l'altitude, la surface moyenne, le type d'usage de bâtiment et les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées,
- le coefficient **Bbio** (coefficient prenant en compte la conception bioclimatique du bâtiment) qui doit être **inférieur au niveau imposé dans l'arrêté, à savoir 60** (valeur sans unité), modulé en fonction de la localisation géographique, l'altitude et la surface moyenne,
- la température intérieure conventionnelle qui doit être inférieure à une température intérieure conventionnelle de référence pour le projet.

L'intégration de l'impact des émissions de gaz à effet de serre dans le calcul du Cepmax offre une marge supplémentaire dans les cas suivants :

- les bâtiments à usages d'habitation équipés de production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire alimentée en bois énergie,
- tous les bâtiments raccordés à un réseau de chaleur et/ou de froid faiblement émetteur de CO_2.

▪ EXIGENCES DE MOYENS

Les critères de performance énergétique nouvellement définis dans la réglementation thermique sont accompagnés **d'exigences de moyens.**

Les maisons individuelles ou accolées **devront obligatoirement avoir recours aux énergies renouvelables**. Plusieurs solutions sont possibles :

- un équipement de production d'eau chaude sanitaire solaire comprenant au moins 2m² de capteurs orientés au Sud et inclinés entre 20° et 60°,
- le raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération,
- une contribution des énergies renouvelables au Cep au moins supérieure à 5kWhep/(m².an),
- un équipement thermodynamique pour la production d'eau chaude sanitaire ayant un COP supérieur à 2,
- le recours à une production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assuré par une chaudière à micro-cogénération respectant des rendements minimum.

Les valeurs maximales attendues de perméabilité à l'air pour les bâtiments à usage d'habitation seront celles imposées dans le cadre du label BBC Effinergie actuel.

Dans un objectif de diminution des consommations électriques, les bâtiments à usage d'habitation devront avoir un accès favorisé à la lumière naturelle. **La surface totale des baies devra être supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.**

Tous les bâtiments seront équipés de sous-comptages énergétiques pour déterminer la répartition des consommations énergétiques (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité) et permettre aux usagers de faire un suivi de leurs consommations énergétiques. Ces installations ont pour objectif de créer des conditions propices à la responsabilisation des usagers et aux économies d'énergie.

▪ APPLICATION

La réglementation thermique 2012 entre en vigueur aux échéances suivantes :

- le 28 octobre 2011 pour les logements situés en zone ANRU et pour les bâtiments à usage de bureau, les bâtiments d'enseignement et les établissements d'accueil de la petite enfance,
- un an après la publication de l'arrêté, soit fin 2012, pour les autres bâtiments à usage autre que d'habitation,
- le 1er janvier 2013 pour les autres bâtiments à usage d'habitation.

▪ LA RT 2012 EN BATIMENTS D'ACTIVITES

CHAMPS D'APPLICATION

La réglementation thermique a pour objectif de limiter la consommation d'énergie des nouveaux bâtiments

La RT 2012 est applicable depuis le 1er janvier 2013 à tous les bâtiments répondant simultanément aux conditions suivantes :

- Bâtiment **chauffés ou refroidis** afin de garantir le **confort des occupants** dans des conditions fixées par convention
- Bâtiment ou partie de bâtiment à usage de **bureau et d'enseignement,** […] **hôtels, restaurants, commerces,** […],et bâtiments à usage **industriel et artisanal.**

La RT 2012 ne s'applique pas :

- aux constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation de moins de deux ans ;
- **aux bâtiments et parties de bâtiment dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12 °C** ;
- aux bâtiments ou parties de bâtiment destinés à rester ouverts sur l'extérieur en fonctionnement habituel ;
- **aux bâtiments ou parties de bâtiment qui, en raison de contraintes spécifiques liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air, et nécessitant de ce fait des règles particulières ;**
- **aux bâtiments ou parties de bâtiment chauffés ou refroidis pour un usage dédié à un procédé industriel** ;
- aux bâtiments agricoles ou d'élevage ;
- aux bâtiments servant de lieux de culte et utilisés pour des activités religieuses ;
- aux bâtiments situés dans les départements d'outre-mer.

➢ **Par défaut tout nouveau bâtiment est soumis à la RT2012 et certains locaux en sont exclus.**

Plus d'informations : www.rt-batiment.fr

LES OBLIGATIONS

COEFFICIENTS A RESPECTER

Bbio : Besoins bioclimatiques : traduit la **performance de l'enveloppe** au regard des besoins de chauffage, de climatisation et d'éclairage

Cep : **Consommation d'énergie primaire** : traduit la consommation d'énergie liée au chauffage, à la ventilation, à la production d'eau chaude sanitaire, aux auxiliaires (pompes, circulateurs…) et à l'éclairage. Sont exclus la consommation d'électricité spécifique (bureautique, HIFI, électroménager…).

Tic : **Température intérieure conventionnelle** : éviter les surchauffes en été

Pour que le projet soit règlementaire : **Bbio projet< Bbio max ; Cep projet<Cep max ; Tic projet < Tic max**

JUSTIFIER DES PERFORMANCES DU BATIMENT

L'attestation règlementaire RT 2012 fait partie des pièces obligatoires à joindre lors du dépôt de permis de construire.

Une attestation de conformité est également à déposer à l'achèvement des travaux.

LA STRATEGIE A SUIVRE

1- Appliquer les principes de la construction bioclimatique : optimiser les apports solaires (cf schéma ci-dessous)

Positionner les locaux nécessitant du chauffage au Sud, les locaux sans chauffage et frigorifiques au Nord.

Privilégier le recours à l'éclairage naturel en faisant attention à l'éblouissement.

2- Concevoir une enveloppe performante (limiter les besoin de chauffage, de climatisation, d'éclairage) : créer un bâtiment compacte, isoler les parois et menuiseries, maitriser l'étanchéité à l'air

3- Recourir à des systèmes énergétiques performants (haut rendement)

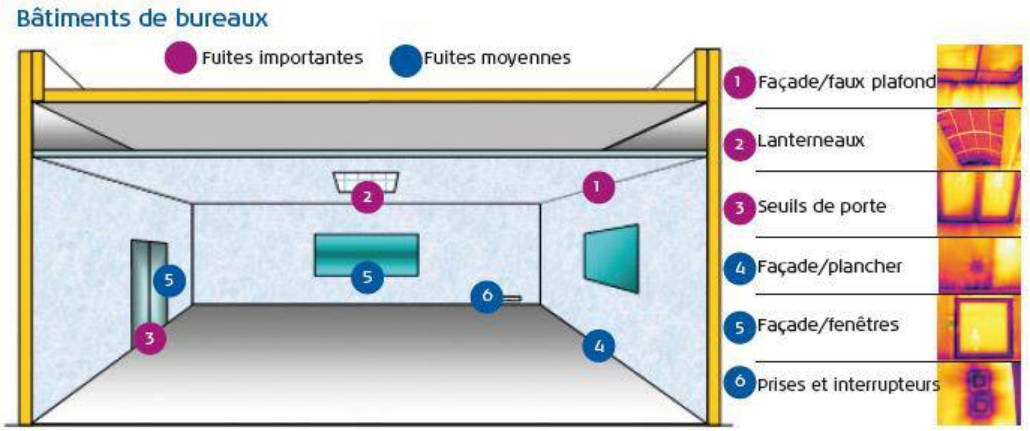
Pas d'obligation de résultat pour les bâtiments d'activité MAIS :

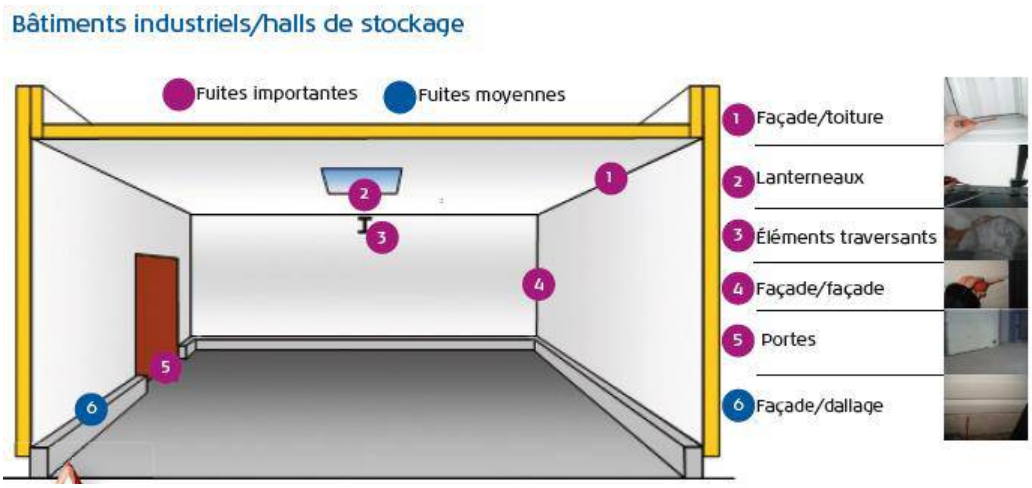
Maitriser l'étanchéité à l'air du bâtiment permet :

- D'éviter les pertes d'énergie et réduire la consommation et le coût du chauffage
- D'optimiser le confort acoustique et thermique
- D'assurer le bon fonctionnement et la performance (rendement) des systèmes de ventilation.

Localisation des fuites d'air :

Le CTICM et ses partenaires ont réalisé des études, dans le cadre du projet de recherche Prebat-Acieco, de diagnostic des fuites d'air sur un échantillon de bâtiments tertiaires en acier (bureaux et halls industriels).





Source CTICM

Une bonne étanchéité à l'air ne peut être dissociée d'un bon **système de ventilation** pour assurer le renouvellement en air neuf des locaux.

Les systèmes de ventilation double flux permettent en outre de limiter les déperditions thermiques via la ventilation grâce à la récupération de chaleur sur l'air extrait.

Bibliographie : www.cticm.com/content/nos-recherches-1

ANNEXE 5 : EMISSIONS DE CO_2

Les coefficients utilisés sont issus de l'Arrêté du 15/09/06 relatif au Diagnostic de Performance Energétique et d'une publication de l'Ademe sur les émissions de gaz à effet de serre des kWh électriques en fonction de l'usage de l'élctricité :

Facteurs de conversion des kilowattheures finaux en émission de gaz à effet de serre ($kgCO_2/kWhPCI_{ef}$ ou $tCO_2/MWhPCI_{ef}$)		
ENERGIE	CHAUFFAGE	PRODUCTION ECS
Bois, biomasse	0,013	0,013
Gaz naturel	0,234	0,234
Fioul domestique	0,3	0,3
Charbon	0,342	0,384
Gaz propane ou butane	0,274	0,274
Autres combustibles fossiles	0,32	0,32
Electricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment	0	0
Electricité (hors électricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment)	0,18	0,04

Figure 80: Extrait de l'annexe 4 de l'arrêté du 15 Septembre 2006 relatif au DPE

Emissions CO2 de l'électricité selon note Ademe 2005 ($kgCO_2/kWhPCI_{ef}$ ou $tCO_2/MWhPCI_{ef}$)	
Chauffage	0,18
Eclairage	0,1
Cuisson, lavage	0,06
autres usages résidentiels	0,04

Figure 81: Extrait de la note de cadrage sur le contenu en CO_2 du kWh électrique par usage en France (*Source : Ademe 2005*)

Nous avons considéré dans cette étude pour l'électricité un coefficient de 0,18 pour le chauffage, de 0,06 pour la cuisson et de 0,04 pour les autres usages.

ANNEXE 6 ECLAIRAGE PUBLIC

A. LA REGLEMENTATION LIEE A L'ECLAIRAGE PUBLIC -ANNEXE

Il n'y a pas d'obligation d'éclairer mais l'article L 2212-2 du Code Général des collectivités territoriales mentionne que : « la police municipale a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publics. Elle comprend notamment : tout ce qui intéresse la sûreté et la commodité du passage dans les rue, quais, places et voies publiques, ce qui comprend le nettoiement, l'éclairage, l'enlèvement des encombrants ».

Les textes suivant régissent l'éclairage public :

- NF EN 13 201 - Définir et valider les niveaux d'éclairement à maintenir dans l'espace public
- UTE C 17-260 relative aux installations d'éclairage extérieur et leur maintenance
- Décret n°2011-831 du 12 Juillet 2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses
- Arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie.
- Arrêté du 1er Août 2006 : fixe les dispositions relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public (ERP) et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création
- Circulaire du 30 Novembre 2007 pour les bâtiments neufs.
- Circulaire du 20 avril 2009 pour les bâtiments existants.

Attention : Dans les 2 articles la notion de "valeur d'éclairement minimale mesurée au sol en tout point" peut être interprétée par "niveau d'éclairement moyen à maintenir" avec une prise de mesure à partir de 25 cm du bord du cheminement.(Source : www.accessibilité.gouv.fr)

B. LES GRANDEURS CARACTERISTIQUES

Efficacité lumineuse : rapport entre la puissance électrique et la puissance lumineuse fournie (le flux lumineux) : elle s'exprime en lumen. Elle pourrait être qualifiée de rendement d'une lampe. Plus l'efficacité lumineuse d'une lampe est importante, plus celle-ci est économe en énergie.

Température de couleur : La température de couleur (exprimée en Kelvins (K)) représente la couleur de la lumière émise par une lampe; depuis les «teintes chaudes» comme si les objets étaient éclairés par le soleil couchant, jusqu'aux «teintes froides» où les bleus dominent.

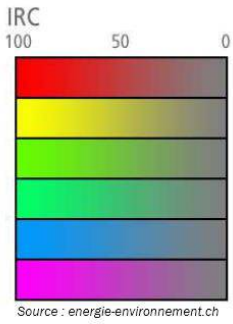
Figure 82: Température de couleur (*Source: SDE 35*)

Les lampes qui produisent une lumière «chaude» vont de 2500 à 3000 K, celles qui produisent une lumière «neutre» sont à environ 4500 K Au-delà, la lumière paraît plus «froide».

Indice de rendu couleur : noté IRC

ou Ra) est la capacité d'une source de lumière à restituer les couleurs sans en modifier les teintes. La valeur maximale d'IRC est 100, elle correspond à un éclairage naturel. Les ampoules à filament et halogènes ont un IRC proche de 100.

Plus la valeur de l'IRC est faible plus les teintes des couleurs sont modifiées



Source : energie-environnement.ch

Lux : Le lux est l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de 1 lumen par mètre carré. C'est de la lumière reçue

Platine :
élément rigide, métallique ou isolant sur lequel sont fixés les accessoires nécessaires (ballast, amorceur,...) au fonctionnement des sources lumineuses.

Ballast :
dispositif interposé entre l'alimentation et une (ou plusieurs) source(s) lumineuse(s) et qui sert principalement à limiter le courant de la (ou des) lampe(s) à la valeur requise. Souvent ferromagnétique, le ballast électronique s'impose progressivement.

Amorceur :
appareil qui, soit seul, soit en combinaison avec d'autres éléments du circuit, engendre des impulsions de tension destinées à amorcer les lampes à décharge.

Starter :
dispositif d'amorçage destiné, en particulier, aux lampes tubulaires fluorescentes.

XIII.2.3. LES DIFFERENTS TYPES DE LAMPES

	Décharge basse pression	Décharge haute pression				Semi-conducteur
	FLUO COMPACT	**IODURE METALLIQUES**	**COSMO**	**MERCURE**	**SODIUM**	**LED**
Photo						
Efficacité lumineuse (Lm/W)	30-82	70-100	90-120	40-65	80-150	85-120
Température de couleur (K)	1 700-4 000	2 800-5 000	2 650	2 900-4 200	1 800-2 200	2 700-6 500
IRC	80-98	65-95	60-80	36-72	25-65	80-90
Remarque		lumière blanche de qualité		Interdit à partir d'Avril 2015 (Directive EUP 2005/32 CE Règlement 245/2009 CE)	lumière jaune-orangé les plus fréquemment utilisées dans l'éclairage public français en raison de leur coût d'utilisation raisonnable et de leur efficacité lumineuse élevée	Durée de vie très longue et grande efficacité énergétique

ANNEXE 6 : EXEMPLES D'OPTIMISATION ENERGETIQUES :

Ces exemples sont extrait du guide **Fiches bonnes pratiques énergétiques en entreprise** publié par l' Ademe et disponible **sur** *www2.ademe.fr*

Application	optimisation	Entreprise
Conditionnement d'air, chauffage et climatisation des locaux	**Diagnostic énergie d'un site industriel pour cibler les actions prioritaires**	EADS Astrium Construction aéronautique / navale
	Optimisation d'une centrale de traitement d'air d'un bâtiment de santé	Polyclinique Bordeaux Nord Aquitaine Tertiaire et santé
	Récupération de chaleur sur air extrait dans l'industrie pharmaceutique	Sano! Winthrop Industrie Chimie et Pharmacie
Démarches globales	**Régulation du refroidissement d'un site manufacturier**	Michelin Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Amélioration de l'efficacité énergétique des utilités dans l'industrie agro-alimentaire	Salaison de la Touques Agro-alimentaire
	Actions globales d'économie d'énergie en papeterie	Sonoco Paper France Papier / Carton
Eclairage	**Rénovation de l'éclairage chez un équipementier automobile**	Robert Bosch Srance S.A.S. Construction mécanique et automobile
Four / Procédés thermiques	**Installation d'un four verrier à oxycombustion, avec récupération de chaleur des fumées**	AGC Glass Europe Verre
	Optimisation et récupération de chaleur d'un sécheur dans la chimie des engrais	Agriva Chimie et Pharmacie
	Installation d'un four à sole tournante équipé de bruleurs régénératifs en forge	Aubert & Duval Métallurgie et Travail des métaux
	Optimisation d'un four pour le séchage de matériaux textile	Du"ot Industrie Textile
	Méthanisation des effluents d'une fromagerie	Fromagerie Gaugry Agro-alimentaire
	Récupération de chaleur des fumées d'un four de fusion	Groupe KME Brass France Métallurgie et Travail des métaux
	Optimisation de la conduite de four en agro-alimentaire	LU Agro-alimentaire
Logistique / Transport	**Optimisation de la logistique**	Ferso-Bio Agro-alimentaire
Méthanisation	**Production de biogaz par méthanisation des boues d'abattoir**	Gad S.A.S. Agro-alimentaire

	Méthanisation de déchets et valorisation du biogaz sur site agro-alimentaire	Mc Cain Agro-alimentaire
Optimisation / Modi!cation de procédé	**Mise en place d'un procédé innovant de compactage à sec d'argile**	Arvel Argile de Velais Matériaux de construction et minéraux divers
	Installation de Variateurs Electroniques de Vitesse (VEV) sur des pompes en papeterie	Gascogne Paper Papier / Carton
	Réduction de la consommation des presses hydrauliques en plasturgie	Plastic Omnium Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Optimisation de la motorisation de sécheur et de mélangeurs en parachimie	Steiner Chimie et Pharmacie
Outils de gestion de l'énergie	**Réduction des consommations d'énergie grâce au comptage en agro-alimentaire**	Bonduelle Agro-alimentaire
	Actions globales d'économie d'énergie en industrie manufacturière	Cam!l Farr Construction mécanique et automobile
	Mise en place d'une gestion technique centralisée chez un équipementier	John Deere S.A.S. Construction mécanique et automobile
	Benchmarck inter site des bonnes pratiques chez un équipementier automobile	Plastic Omnium Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Sensibilisation des salariés chez un équipementier automobile	Plastic Omnium Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Campagne de sensibilisation des collaborateurs d'un groupe chimique	SNPE Chimie et Pharmacie
Production et distribution de vapeur ou d'eau chaude	**Amélioration de la production d'eau chaude et de vapeur dans l'industrie textile**	CMT Finition Textile
	Amélioration de la production d'eau chaude par couplage d'un système à haute performance avec une récupération de chaleur en agro-alimentaire	Daucy Agro-alimentaire
	Amélioration du réseau de chaleur industriel en plasturgie	Emac Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Optimisation du réseau de chaleur industriel	Ferso-Bio Agro-alimentaire

	Mise en place d'une chaudière au bois dans une laiterie	Ingredia Agro-alimentaire
	Installation solaire thermique pour usage industriel en parachimie	Melvita Production Chimie et Pharmacie
	Mise en place d'une chaudière à végétaux dans une coopérative agricole	Oriacoop Agro-alimentaire
	Mise en place d'une pompe à chaleur et de récupérateurs de chaleur sur compresseurs chez un équipementier	Saft Construction électrique et électronique
	Récupération de chaleur des fumées d'une chaudière chez un équipementier	Saft Construction électrique et électronique
	Installation d'une chaufferie fonctionnant à la paille de céréales en serres agricoles	SCEA Legumenfrais Agro-alimentaire
Système d'air comprimé	**Optimisation d'installations d'air comprimé en industrie pharmaceutique**	Capsugel Chimie et Pharmacie
	Remplacement d'un compresseur d'air	Eternit Matériaux de construction et minéraux divers
	Amélioration de l'efficacité énergétique du système d'air comprimé	Ferso-Bio Agro-alimentaire
	Amélioration de l'efficacité énergétique du système d'air comprimé et des procédés en plasturgie	Manuplast Industrie du caoutchouc et des plastiques
	Optimisation de l'efficacité énergétique des systèmes d'air comprimé chez un équipementier automobile	Robert Bosch France S.A.S. Construction mécanique et automobile
	Installation d'un compresseur à vitesse variable et détection de fuites chez un fabricant de meubles	Steelcase Industries diverses
Système frigorifique / Refroidissement	**Installation de rafraichisseurs à évaporation directe dans des ateliers de production de carton**	Cartonnages d'Auch Papier / Carton
	Centralisation de la production frigorifique chez un industriel	Essilor Industries diverses
	Investissement dans un système de froid performant en agro-alimentaire	Mabille S.A. Auterive Agro-alimentaire
	Réduction de la consommation énergétique d'un abattoir	SAIEMB / SBA Agro-alimentaire

ANNEXE 7 : HYPOTHESES RELATIVES AUX EMISSIONS POLLUANTES DES TRANSPORTS

Le tableau suivant décrit les caractéristiques des principaux polluants et quelques-uns de leurs effets sur la santé :

Polluant	Sources	Effets sur la santé
Le monoxyde de carbone (CO)	Le monoxyde de carbone résulte d'une combustion incomplète et rapide du carburant, notamment lors des arrêts dus aux embouteillages	anoxie (manque d'oxygène), troubles cardio-vasculaires, migraine, vertiges, troubles de la vision
Les oxydes d'azote (NOx)	Les oxydes d'azote sont issus de la réaction de l'oxygène et de l'azote de l'air sous l'effet de l'élévation de la température du moteur	irritations, diminution des défenses immunitaires et altération des fonctions pulmonaires
Les hydrocarbures (HC)	Les hydrocarbures proviennent d'une combustion incomplète du carburant et de l'huile du moteur	irritations oculaires, toux
Les particules fines	Les particules fines sont émises principalement par les moteurs diesel. Elles sont composées de carbone, d'hydrocarbures, de composés soufrés et de composés minéraux variés	irritations des bronches et des muqueuses nasales, problèmes respiratoires
Résidus de plomb	Les résidus de plomb sont liés à la présence d'additifs en plomb dans certains carburants	intoxications, anémie, troubles de la croissance, insuffisance rénale
Le dioxyde de soufre (SO_2)	Le dioxyde de soufre est émis par les moteurs diesel	altération des fonctions pulmonaires
L'ozone (O_3)	Il ne faut pas confondre l'ozone de la « couche d'ozone » et l'ozone de surface : l'ozone de surface est un polluant toxique qui se forme au sol. Elle apparaît quand les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, issus des véhicules et des usines, se transforment sous l'action des rayons solaires et de la chaleur. L'ozone est l'une des principales composantes du smog qui est un brouillard jaunâtre causée par un cocktail de polluants atmosphériques (ozone + particules fines). L'ozone peut se retrouver jusqu'à 800 km de son point d'origine et est donc un des principaux « produit » exportés dans le monde (sic) ! L'ozone apparaît lors de la réaction de certains des polluants sous l'effet du rayonnement solaire	migraine, irritations oculaires, altération des fonctions pulmonaires, toux

Figure 83 : Description des principaux polluants dus aux véhicules à moteur *(source : www.encyclo-ecolo.com)*

Pour évaluer les émissions polluantes des transports dans le futur quartier, nous partons des normes Euro qui fixent des limites d'émissions en fonction du type de véhicule et du carburant utilisé.

Depuis 1993, les normes Euro fixent successivement des seuils d'émission de plus en plus contraignants.

Récapitulatif des normes EURO pour les véhicules Diesel en mg/km								
Norme	Oxydes d'azote (NO_X)	Monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC)	HC + NO_X	Particules (PM)	Particules (P)*	Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	Dioxyde de carbone CO2
Euro 1		2720		970	140			175500
Euro 2		1000		900	100			168500
Euro 3	500	640		560	50			154200
Euro 4	250	500		300	25			142750
Euro 5	180	500		230	5			127000
Euro 6	80	500		170	5			110000

(*) Uniquement pour les voitures à essence à injection directe fonctionnant en mélange pauvre (combustion stratifiée).

(**) Nombre de particules. Une valeur limite doit être définie au plus tard pour la date d'entrée en vigueur de la norme Euro 6.

(***) Les normes euro ne fixent pas de valeur pour les émissions de CO_2, celles-ci sont estimées à partir de la publication «Véhicules particuliers vendus en France » édition 2012 de l'Ademe.

Figure 84 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Diesels

Récapitulatif des normes EURO pour les véhicules Essence en mg/km								
Norme	Oxydes d'azote (NOx)	Monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC)	HC + NO_X	Particules (PM)	Particules (P)**	Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	Dioxyde de carbone CO2
Euro 1		2720						175500
Euro 2		2200						168500
Euro 3	150	2200	200					154200
Euro 4	80	1000	100					142750
Euro 5	60	1000	100		5		68	127000
Euro 6	60	1000	100		5		68	110000

Figure 85 : Récapitulatif des normes EUROS pour les véhicules Essence

Le rapport Chiffres Clés 2011 de l'Observatoire Régional des Transports en Bretagne (ORTB) indique la composition du parc automobile Breton :

...l'âge	Bretagne
< 4 ans	18,8%
4 + 5 ans	13,3%
6 + 7 ans	13,7%
8 à 10 ans	22,3%
11 à 15 ans	31,9%
Total	100,0%

...la source d'énergie	Bretagne
Essence	34,9%
Gazole	64,6%
Bicarburation - GPL	0,5%
Electricité	0,0%
Non dét.	0,0%
Total	100,0%

Figure 86: Extrait du Rapport chiffres clés 2011 ORTB

En fonction, de l'âge du véhicule (donc de sa date de mise en circulation) il est possible de retrouver la norme Euro qui s'appliquait à l'époque et d'en déduire les taux d'émission de polluants en estimant qu'ils sont égaux aux valeurs limites de la norme EURO.

Annexe 6

Délibération du Conseil Communautaire du 9 mars 2012 déclarant d'intérêt communautaire la création du parc d'activités de Boul Sapin, à Branderion

Communauté d'Agglomération du Pays de Lorient
Brandérion . Caudan . Cléguer . Gâvres . Gestel . Groix . Guidel . Hennebont . Inzinzac-Lochrist . Lanester
Languidic . Larmor-Plage . Locmiquélic . Lorient . Plœmeur . Pont-Scorff . Port-Louis . Quéven . Riantec

EXTRAIT DU REGISTRE

DES DELIBERATIONS

DU CONSEIL COMMUNAUTAIRE

Objet de la délibération

PARC D'ACTIVITES COMMUNAUTAIRE DE BOUL SAPIN - COMMUNE DE BRANDERION - DECLARATION D'INTERET COMMUNAUTAIRE

REÇU LE
20 MARS 2012
SOUS-PRÉFECTURE DE LORIENT

Séance Publique du
9 mars 2012

La séance est ouverte à 17h15 à Caudan - Salle des fêtes de Kergoff, sous la présidence de M. Norbert METAIRIE, Président de Cap l'Orient agglomération.

Etaient présents :
Thérèse Thiéry, Loïc Le Meur, Alain Tanguy, François Aubertin, Gérard Falquerho, Maurice Olliero, Jean-Pierre Bageot, Jean-Michel Bonhomme, Nathalie Le Magueresse, Robert Rémot, Muriel Jourda, Pierrik Névannen, Eric Régenermel, Dominique Le Vouedec, Marie Christine Détraz, Jean-Paul Aucher, Gilles Carréric, Yolande Allanic, Jacques Aulnette, Françoise Ballester, Katy Bouillaut, Christian Carton, Myrianne Coché, Gwennaëlle Cohic, Noël Dahirel, Pascal Flégeau, Patrick Gargam, Dominique Gueguein, Alain Guichard, Annie Kerdelhué, Jean Le Bot, Allain Le Boudouil, Michel Le Bruchec, Michel Le Falher, Christophe Le Fée, Corinne Le Gall, Pascale Le Oué, Jean-Pierre Lesselin, Alain L'Hénoret, Brigitte Melin, Pierre-Yves Natus, Jean-Paul Penverne, Gérard Perron, Eric Poirier, Dominique Poulmarc'h, Claude Rivallain, Christian Sophron, Brigitte Sylvestre, Yann Syz, Fabrice Vély, Emmanuelle Williamson.

Absents excusés ayant donné pouvoir :
Marc Cozilis à Dominique Gueguein, Victor Tonnerre à Jean-Paul Penverne, Hubert de Lageneste à Michel Le Bruchec, Thierry Goyet à Corinne Le Gall, André Le Roux à Nathalie Le Magueresse, Gilles Blorec à Eric Régenermel, Dominique Cany à Emmanuelle Williamson, Jean-Pierre Demant à Jean-Pierre Lesselin, Joseph Fores à Loïc Le Meur, Daniel Gilles à Norbert Métairie, François Guion à Annie Kerdelhué, Morgane Hémon à Myrianne Coché, Lorette Héno à Gérard Falquerho, Patricia Kerjouan à Muriel Jourda, Gérard Le Bouedec à Jean-Pierre Bageot, Marie-Paule Le Coroller à Pierre-Yves Natus, Alain Le Hir à Gérard Cabrol, Olivier Le Lamer à Marie Christine Détraz, Christian Le Leuch à Jean-Michel Bonhomme, François Le Louer à Maurice Olliero, Marie-Madeleine Prévost à François Aubertin, Jean-Paul Solaro à Alain Tanguy, Laurent Tonnerre à Gwendal Rouillard.

Absent excusé :
Jean-Yves Menguy.

Arrivées de MM. Gérard Cabrol et Gwendal Rouillard au cours de l'examen de la question n°5.
Arrivée de Mme Morgane Hémon au cours de l'examen de la question n°9.
Arrivée de M. Daniel Le Galludec et départ de Mme Brigitte Melin (pouvoir donné à M. Noël Dahirel) au cours de l'examen de la question n°13.
Départs de MM. Pierrik Névannen et Jacques Aulnette au cours de l'examen de la question n°18.
Départ de M. Pierre-Yves Natus au cours de l'examen de la question n°19.
Départ de M. Loïc Le Meur au cours de l'examen de la question n°35.

Pôle Aménagement Environnement et Transports / DUO

PARC D'ACTIVITES COMMUNAUTAIRE DE BOUL SAPIN - COMMUNE DE BRANDERION - DECLARATION D'INTERET COMMUNAUTAIRE

Le site de Boul Sapin se situe à 18 km à l'Est de Lorient et est identifié à vocation économique depuis plusieurs années. Situé au nord d'un nouvel échangeur sur la RN 165, le site est classé Nax au POS actuel de Brandérion (PLU en cours d'élaboration). L'ouverture des dernières branches d'accès à la voie express depuis le nouvel échangeur (décembre 2011), fait de ce site la porte orientale de l'agglomération lorientaise. Au sud de cet échangeur se trouve la zone communale de Kermarhan (Nostang) qui accueille depuis 2009 une entreprise de transports.

Le schéma directeur des zones d'activités, approuvé le 1er juillet 2011, identifie le secteur de Boul Sapin comme un site stratégique dédié à de l'activité industrielle ou logistique nécessitant des lots cessibles de grande surface allant de 5 000 m² à 2 ha ou plus. Pour ce type de profil, l'offre des zones d'activités est aujourd'hui très limitée sur le territoire par rapport à la demande. Conformément à ce schéma, l'étude de faisabilité a porté sur un périmètre d'étude de 23 ha. Ce dernier se divisait en trois secteurs : l'un de 3 ha au Nord de la voie ferrée, en continuité directe de la zone communale de Brandérion, l'un de 7,5 ha à l'Ouest de l'échangeur et un dernier de 12,5 ha à l'Est de l'échangeur.

Dans le cadre de l'élaboration du PLU de Brandérion et au vu des contraintes règlementaires apparues au regard de la compatibilité avec les documents supra communaux, il apparaît que le développement d'activités économiques à l'Ouest de l'échangeur et au nord de la zone d'activités communale existante est inenvisageable. Des arbitrages ont alors conduit le groupe de travail pluridisciplinaire à se concentrer sur l'emprise Est de l'échangeur sur une assiette foncière d'environ 12 ha permettant de dégager 8,8 ha cessibles. Sur ce site, des terrains appartiennent à l'Etat. Aucune parcelle du périmètre ne fait partie de la surface agricole utile d'une exploitation. Ainsi, l'aménagement de ce secteur ne fragilise pas et n'empiète pas sur l'activité économique agricole.

La création du parc d'activités de Boul Sapin s'inspire des standards de la démarche Qualiparc.

Les acquisitions foncières ainsi que la poursuite des études de faisabilité se déroulent en interne via les pôles Aménagement, Environnement, Transports (AET) et Ingénierie et Gestion Techniques (IGT). La maîtrise d'ouvrage s'attachera les compétences de prestataires extérieurs afin d'élaborer les études pré-opérationnelles.

Cette création se justifie à triple titre comme d'intérêt communautaire :

- Son positionnement stratégique à l'Est de l'agglomération constitue une opportunité foncière primordiale pour permettre une réponse optimisée aux besoins recensés, notamment pour l'implantation d'entreprises de production industrielle et logistique structurantes pour le territoire.
- Le secteur bénéficie d'une excellente desserte car directement raccordé au nouvel échangeur de Boul Sapin sur la RN 165. Une halte SNCF existe aussi à proximité du site.
- Au vu de la raréfaction du foncier sur le territoire de l'agglomération, l'aménagement et la commercialisation de ce site feront l'objet d'une attention toute particulière.

LE CONSEIL, après en avoir délibéré *(à la majorité des deux tiers des membres du Conseil)*

Vu l'avis favorable de la Commission du Développement Economique, de l'Emploi, de la Formation et de la Solidarité,
Vu l'avis favorable du Bureau,

Article unique : **DECLARE** d'intérêt communautaire la création du parc d'activités de Boul Sapin à Brandérion, au Nord-Est de l'échangeur de la RN 165 et **AUTORISE** le lancement des études nécessaires à sa réalisation.

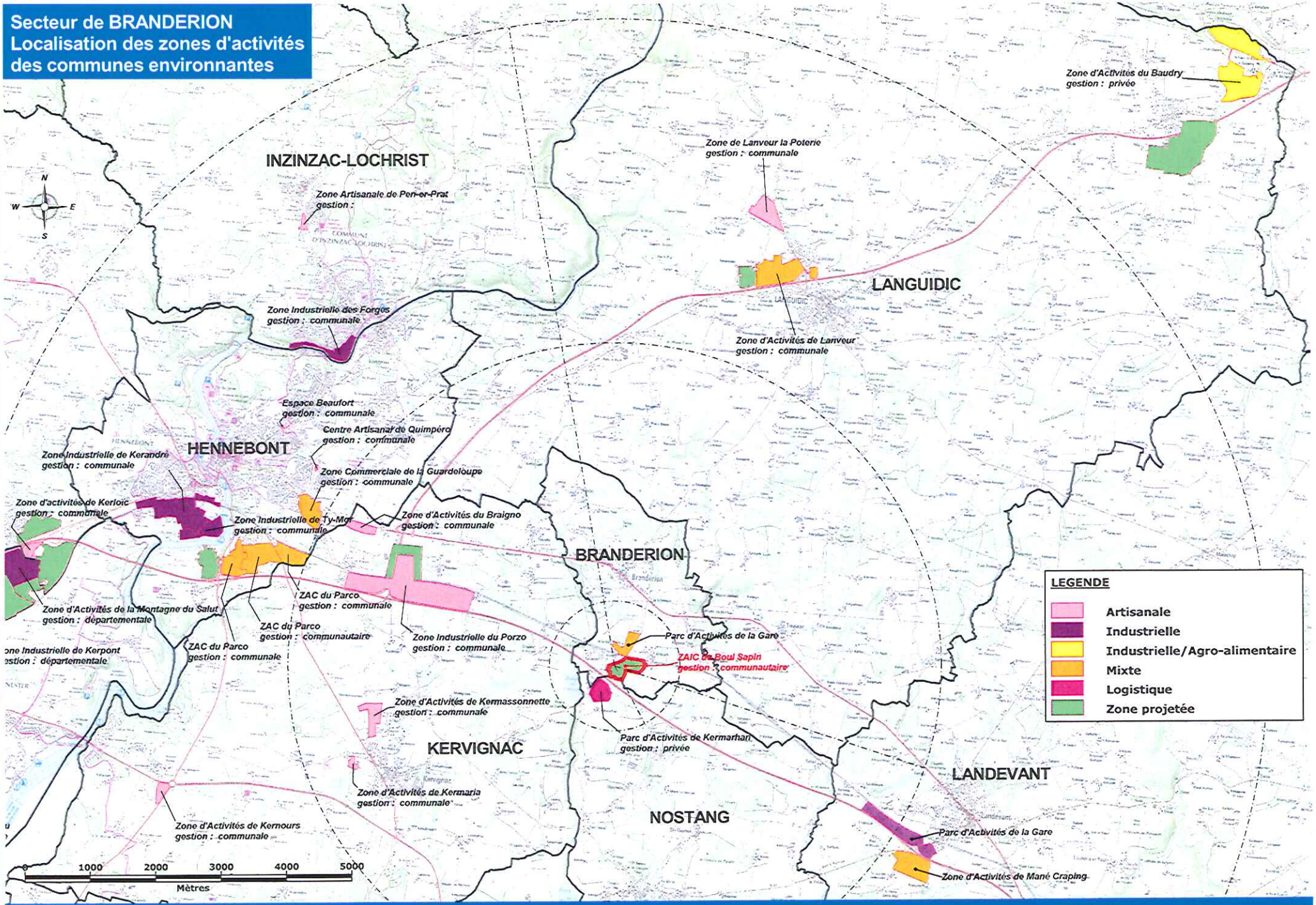
Délibération adoptée à l'unanimité.

Le registre dûment signé
Pour extrait certifié conforme
Le Président,

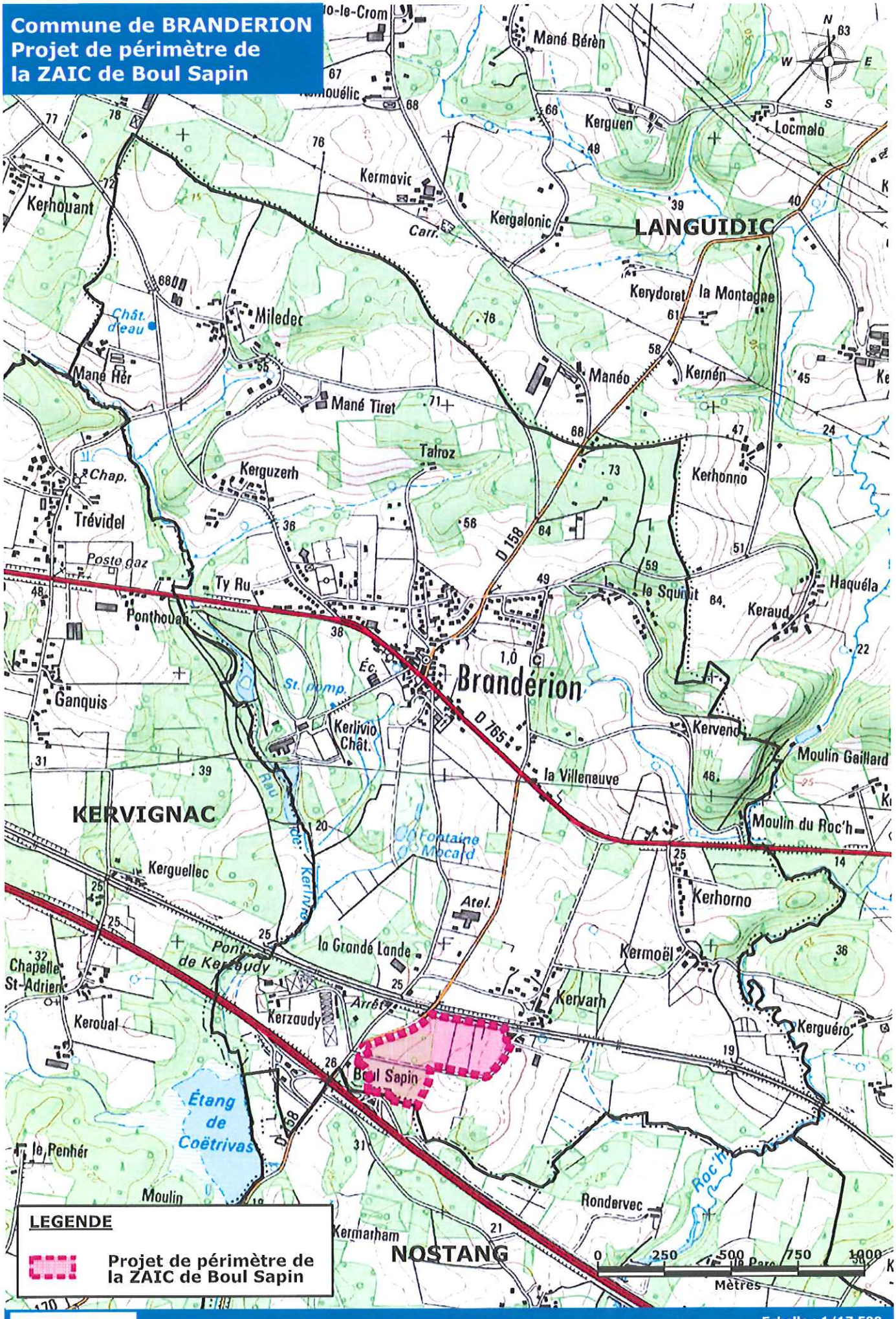
Norbert METAIRIE

REÇU LE
20 MARS 2012

Secteur de BRANDERION
Localisation des zones d'activités des communes environnantes



Commune de BRANDERION
Projet de périmètre de la ZAIC de Boul Sapin



LEGENDE

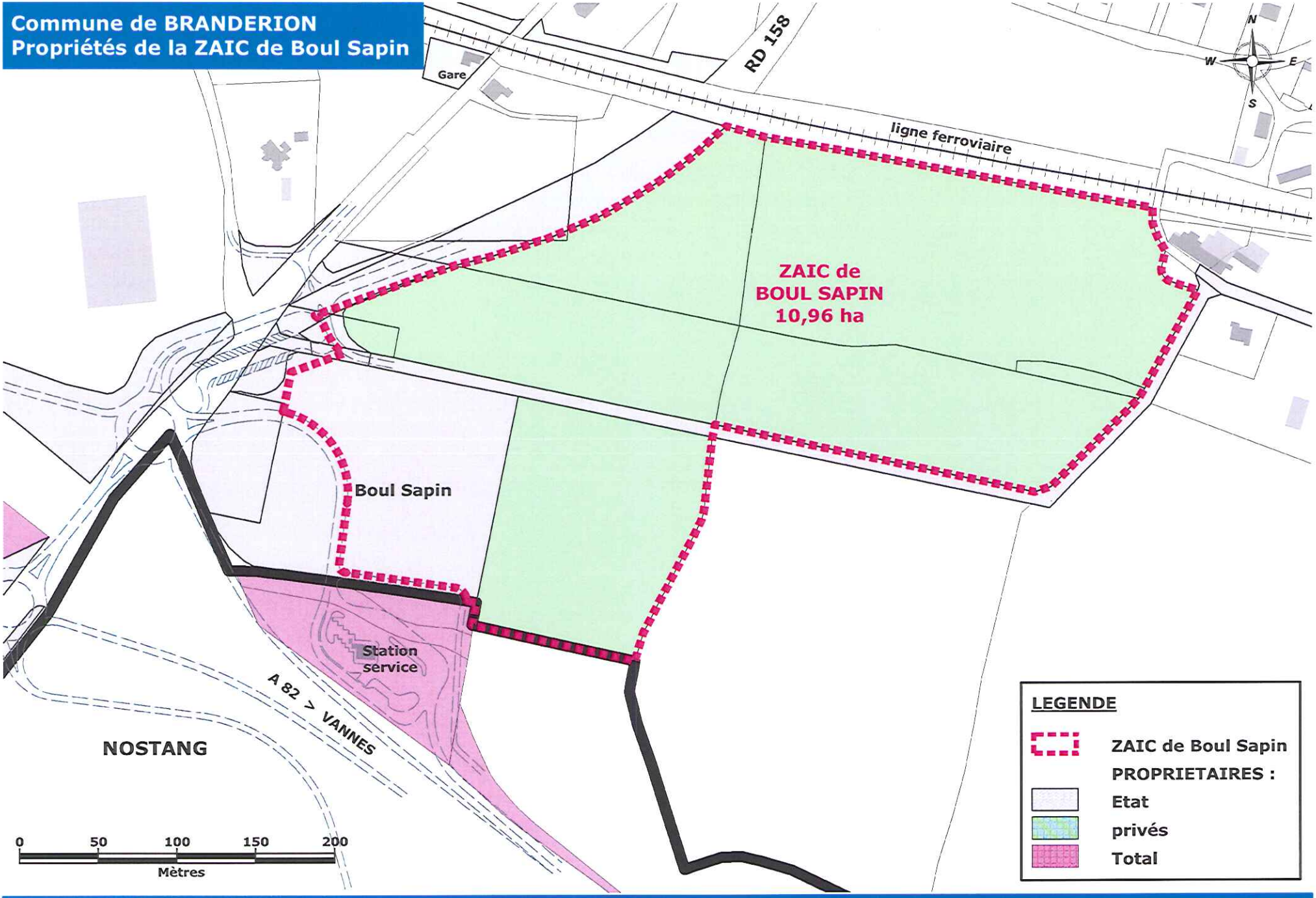
Projet de périmètre de la ZAIC de Boul Sapin

Cap l'Orient agglomération — Pôle AET

Echelle : 1/17 500

Conseil communautaire du 9 mars 2012

Commune de BRANDERION
Propriétés de la ZAIC de Boul Sapin



Cap l'Orient agglomération — Pôle AET

Echelle : 1/3 000
Conseil communautaire du 9 mars 2012

Annexe 7

Délibération du Conseil Communautaire du 21 décembre 2012 lançant la procédure de concertation préalable à la création de la ZAC de Boul Sapin, à Branderion

LORIENT AGGLOMERATION

REÇU LE
- 9 JAN. 2013
SOUS-PREFECTURE DE LORIENT

EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS DU CONSEIL COMMUNAUTAIRE

Séance Publique du 21 décembre 2012

Objet de la délibération

PARC D'ACTIVITES COMMUNAUTAIRE DE BOUL SAPIN - COMMUNE DE BRANDERION - PROJET DE CREATION DE LA ZAC - LANCEMENT DE LA PROCEDURE DE CONCERTATION

La séance est ouverte à 17h00 à Guidel - Salle de l'Estran, sous la présidence de M. Norbert METAIRIE, Président de Lorient Agglomération.

Etaient présents :
Thérèse Thiéry, Loïc Le Meur, Alain Tanguy, François Aubertin, Marc Cozilis, Victor Tonnerre, Gérard Falquerho, Maurice Olliero, Jean-Pierre Bageot, Jean-Michel Bonhomme, Nathalie Le Magueresse, Robert Rémot, Muriel Jourda, Pierrik Névannen, Eric Régenermel, Dominique Le Vouedec, Marie Christine Détraz, Thierry Goyet, Gwendal Rouillard, André Le Roux, Yolande Allanic, Françoise Ballester, Katy Bouillaut, Dominique Cany, Myrianne Coché, Gwennaëlle Cohic, Noël Dahirel, Pascal Flégeau, Joseph Fores, Dominique Gueguein, Alain Guichard, Lorette Héno, Annie Kerdelhué, Patricia Kerjouan, Jean Le Bot, Michel Le Bruchec, Marie-Paule Le Coroller, Christophe Le Fée, Alain Le Hir, Olivier Le Lamer, Christian Le Leuch, François Le Louer, Pascale Le Oué, Jean-Pierre Lesselin, Alain L'Hénoret, Brigitte Melin, Pierre-Yves Natus, Jean-Paul Penverne, Gérard Perron, Eric Poirier, Dominique Poulmarc'h, Marie-Madeleine Prévost, Claude Rivallain, Brigitte Sylvestre, Yann Syz, Fabrice Vély, Emmanuelle Williamson.

Absents excusés ayant donné pouvoir :
Gérard Cabrol à Alain Le Hir, Hubert de Lageneste à Michel Le Bruchec, Gilles Carréric à Thérèse Thiéry, Gilles Blorec à Eric Régenermel, Christian Carton à Dominique Le Vouedec, Jean-Pierre Demant à Jean-Pierre Lesselin, Patrick Gargam à Joseph Fores, Daniel Gilles à Marc Cozilis, François Guion à Dominique Gueguein, Morgane Hémon à Myrianne Coché, Allain Le Boudouil à Brigitte Sylvestre, Gérard Le Bouedec à Jean-Pierre Bageot, Corinne Le Gall à Thierry Goyet, Daniel Le Galludec à Loïc Le Meur, Jean-Yves Menguy à Robert Rémot, Jean-Paul Solaro à Marie Christine Détraz, Christian Sophron à Gérard Perron, Laurent Tonnerre à Olivier Le Lamer.

Absents excusés :
Jacques Aulnette et Michel Le Falher.

Arrivées de Jean-Paul Aucher et de Morgane Hémon au cours de l'examen de la question n°5.
Arrivée de Daniel Gilles au cours de l'examen de la question n°7.
Départ de Marie-Paule Le Coroller (pouvoir donné à Pierre-Yves Natus) après la question n°7.
Départs de Pierrik Névannen et de Brigitte Melin (pouvoir donné à Victor Tonnerre) au cours de l'examen de la question n°8 a).
Départ d'Alain Le Hir après le vote de la question n°14.
Départ de Pierre-Yves Natus au cours de l'examen de la question n°15.
Départs de Dominique Gueguein et de Jean-Paul Aucher (pouvoir donné à Yann Syz) après le vote de la question n°17.
Départ de Dominique Cany (pouvoir donné à Gérard Falquerho) après le vote de la question n°21.
Départ d'Emmanuelle Williamson (pouvoir donné à Myrianne Coché) au cours de l'examen de la question n°22.
Départ de Marie-Madeleine Prévost au cours de l'examen de la question n°33.

Pôle Aménagement Environnement et Transports / DUO

PARC D'ACTIVITES COMMUNAUTAIRE DE BOUL SAPIN - COMMUNE DE BRANDERION - PROJET DE CREATION DE LA ZAC - LANCEMENT DE LA PROCEDURE DE CONCERTATION

Par délibération du 9 Mars 2012, le Conseil Communautaire de Lorient Agglomération a confirmé l'intérêt communautaire de la zone d'activités prévue sur les terrains situés au Nord-est de l'échangeur de Boul Sapin, sur la commune de Brandérion.

Ces terrains sont aujourd'hui identifiés à vocation NAx (destiné à créer une aire de service) et NC au POS de la commune de Brandérion et seront classés à vocation économique (1AUi) par le PLU en cours d'élaboration et d'ores et déjà arrêté le 19 Juillet 2012.

Depuis 2006, ce site est identifié à vocation économique par le SCOT du Pays de Lorient. Les études menées en interne par les services de Lorient Agglomération, à travers un "groupe projet" pluridisciplinaire, ont permis de réduire le périmètre initialement proposé de 23 ha à 12 ha. Ceci afin de préserver toutes les surfaces agricoles utiles ainsi que la liaison verte qui se trouve sur la limite Ouest de la commune de Brandérion.

Afin d'aménager ce secteur, il est proposé de mener l'opération sous forme de Zone d'Aménagement Concerté (ZAC), ce qui permet une meilleure maîtrise publique et une adaptation des terrains à la demande.

La procédure de création de ZAC nécessite, conformément à l'article L 300-2 du Code de l'Urbanisme, de définir les objectifs poursuivis et les modalités d'une concertation associant, pendant toute la durée de l' élaboration du projet, les habitants, les associations locales et les autres personnes concernées dont les représentants de la profession agricole avant toute création de la ZAC.

Les objectifs poursuivis :

- Permettre à des entreprises industrielles et logistiques de s'installer à l'Est de l'agglomération de Lorient, et d'y créer des emplois,
- Offrir aux futures entreprises un cadre de travail attractif,
- Valoriser les infrastructures du nouvel échangeur de Brandérion,
- Préserver l'activité agricole en ne consommant aucune Surface Agricole Utile (SAU),
- Créer un espace d'activités desservi par des modes de transports alternatifs à la voiture (aire de covoiturage de Boul Sapin, gare de Brandérion).

Les modalités de la concertation :

- Information du Conseil Municipal de Brandérion,
- Réunions publiques de présentation de l'avancement des réflexions sur l'aménagement de la zone d'activités, qui seront l'occasion d'échanges et de débats avec les habitants, les associations locales et les autres personnes concernées par le projet,
- Une exposition sous forme de panneaux dans la mairie de Brandérion,
- Des articles dans les publications de Lorient Agglomération et de la commune de Brandérion ainsi que sur les sites internet des deux collectivités.

LE CONSEIL, après en avoir délibéré,

Vu l'avis favorable de la Commission du Développement Economique, de l'Emploi, de la Formation et de la Solidarité,
Vu l'avis favorable du Bureau,

Article unique : **DECIDE** de mettre en œuvre la procédure de concertation visée à l'article L 300-2 du Code de l'Urbanisme selon les modalités définies ci-dessus.

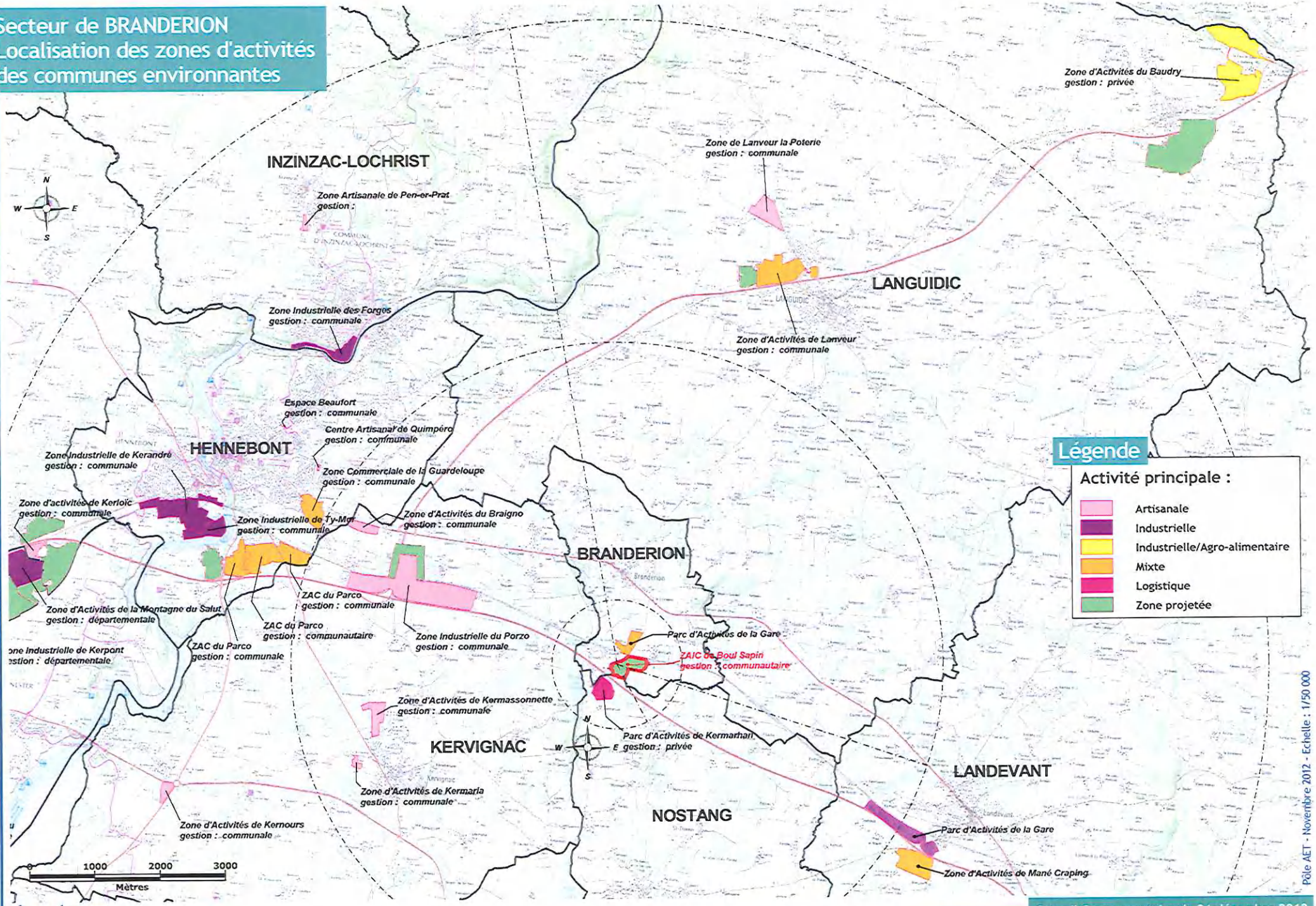
Délibération adoptée à l'unanimité par 69 voix pour et 3 abstentions.

Le registre dûment signé
Pour extrait certifié conforme
Le Président,

REÇU LE
- 9 JAN. 2013
SOUS-PREFECTURE
DE LORIENT

Norbert MÉTAIRIE

Secteur de BRANDERION
Localisation des zones d'activités des communes environnantes



Légende

Activité principale :

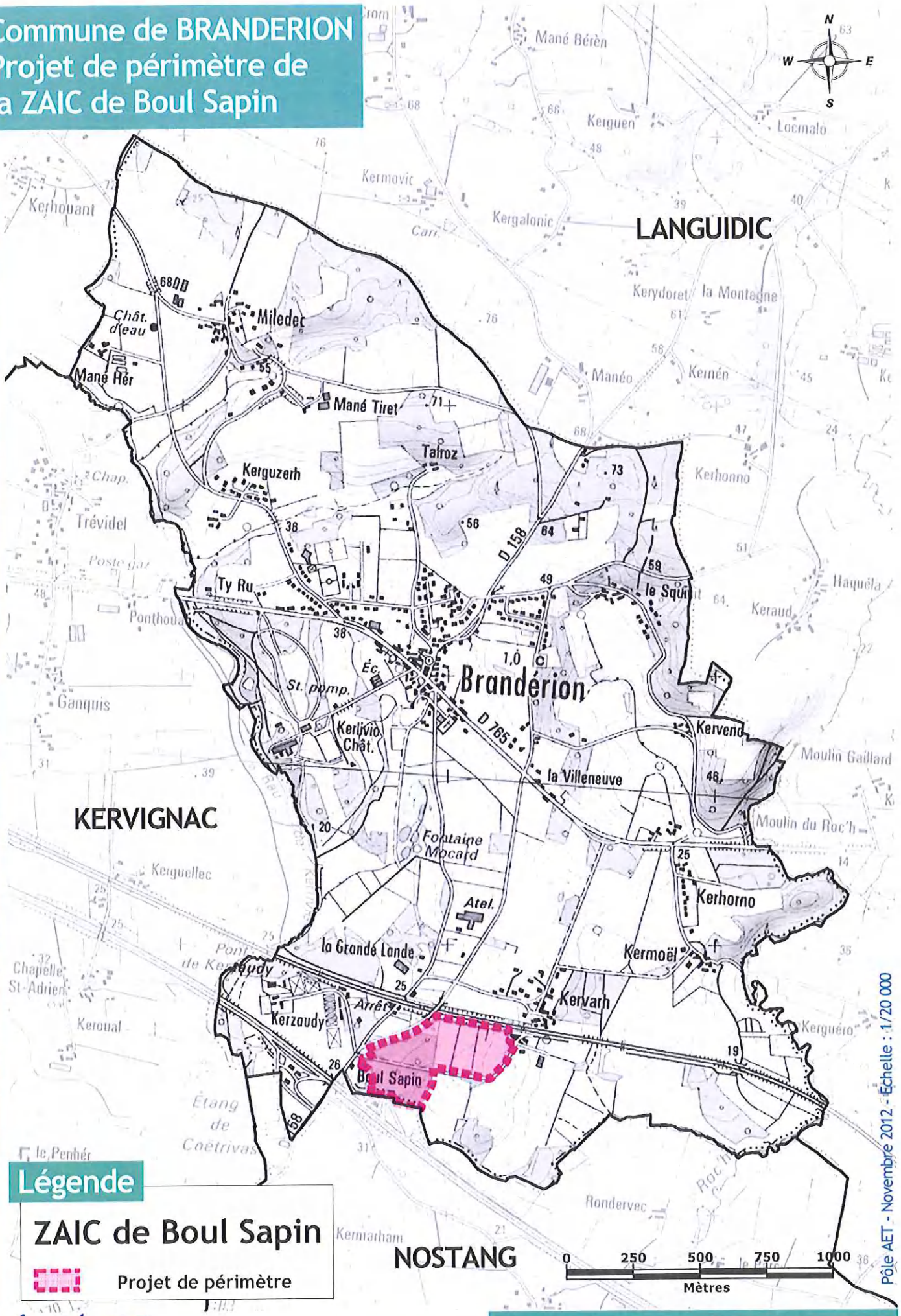
- Artisanale
- Industrielle
- Industrielle/Agro-alimentaire
- Mixte
- Logistique
- Zone projetée

Pôle AET - Novembre 2012 - Echelle : 1/50 000

LORIENT AGGLOMÉRATION

Conseil Communautaire du 21 décembre 2012

Commune de BRANDERION
Projet de périmètre de la ZAIC de Boul Sapin



Légende

ZAIC de Boul Sapin

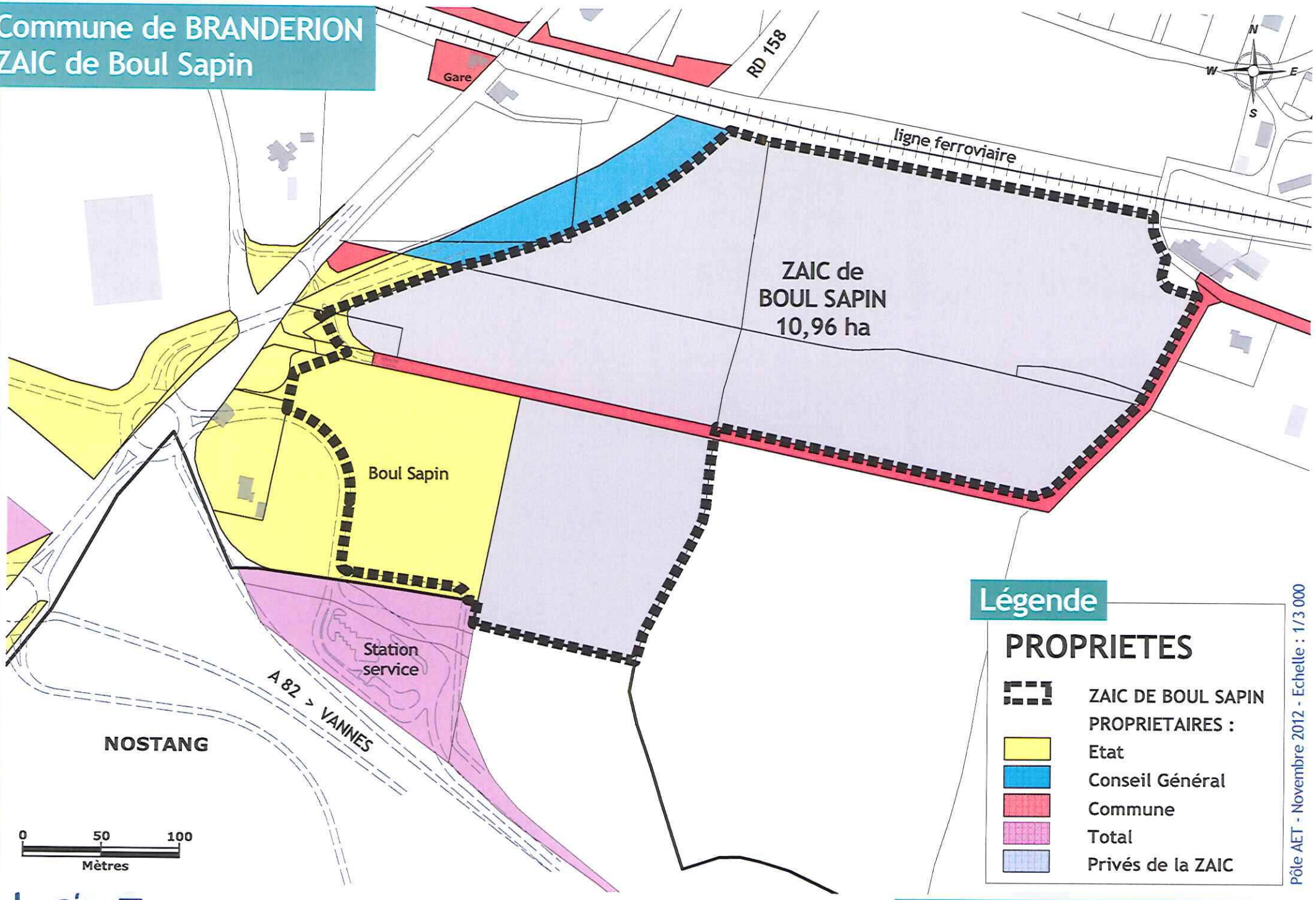
Projet de périmètre

Pôle AET - Novembre 2012 - Échelle : 1/20 000

LORIENT AGGLOMÉRATION

Conseil Communautaire du 21 décembre 2012

Commune de BRANDERION
ZAIC de Boul Sapin



Légende

PROPRIETES

- ZAIC DE BOUL SAPIN

PROPRIETAIRES :

- Etat
- Conseil Général
- Commune
- Total
- Privés de la ZAIC

Pôle AET - Novembre 2012 - Echelle : 1/3 000

LORIENT AGGLOMÉRATION

Conseil Communautaire du 21 décembre 2012

Annexe 8

Délibération du Conseil Communautaire du 13 décembre 2013 approuvant le bilan de la concertation préalable et création de la « ZAC de Boul Sapin », à Branderion

LORIENT AGGLOMÉRATION

REÇU LE 20 DEC. 2013 SOUS-PREFECTURE DE LORIENT

EXTRAIT DU REGISTRE

DES DELIBERATIONS

DU CONSEIL COMMUNAUTAIRE

Séance Publique du
13 décembre 2013

Objet de la délibération

BILAN DE LA CONCERTATION PUBLIQUE PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC DE BOUL SAPIN A BRANDERION ET APPROBATION DU DOSSIER DE CREATION

La séance est ouverte à 17h15 à Brandérion - Salle Argoat, sous la présidence de M. Norbert METAIRIE, Président de Lorient Agglomération.

Etaient présents :
Thérèse Thiéry, Loïc Le Meur, Alain Tanguy, François Aubertin, Marc Cozilis, Gérard Falquerho, Maurice Olliero, Jean-Pierre Bageot, Jean-Michel Bonhomme, Nathalie Le Magueresse, Robert Rémot, Muriel Jourda, Gérard Cabrol, Hubert de Lageneste, Dominique Le Vouedec, Marie Christine Détraz, Thierry Goyet, Jean-Paul Aucher, Gwendal Rouillard, Jacques Aulnette, Françoise Ballester, Gilles Blorec, Myrianne Coché, Noël Dahirel, Joël Daniel, Jean-Pierre Demant, Nadyne Duriez, Pascal Flégeau, Patrick Gargam, Dominique Gueguein, Alain Guichard, Morgane Hémon, Patricia Kerjouan, Jean Le Bot, Gérard Le Bouedec, Michel Le Bruchec, Daniel Le Galludec, Olivier Le Lamer, Christian Le Leuch, François Le Louer, Pascale Le Oué, Alain L'Hénoret, Brigitte Melin, Jean-Yves Menguy, Pierre-Yves Natus, Gérard Perron, Eric Poirier, Dominique Poulmarc'h, Claude Rivallain, Jean-Paul Solaro, Christian Sophron, Yann Syz, Laurent Tonnerre, Fabrice Vély, Emmanuelle Williamson.

Absents excusés ayant donné pouvoir :
Victor Tonnerre à Jean-Paul Penverne, Eric Régenermel à Gilles Blorec, Gilles Carréric à Thérèse Thiéry, André Le Roux à Nathalie Le Magueresse, Yolande Allanic à Patrick Gargam, Christian Carton à Dominique Le Vouedec, Gwennaëlle Cohic à Alain Tanguy, Joseph Fores à Loïc Le Meur, Daniel Gilles à Thierry Goyet, François Guion à Dominique Gueguein, Lorette Héno à Patricia Kerjouan, Annie Kerdelhué à Marc Cozilis, Allain Le Boudouil à Jean-Paul Aucher, Marie-Paule Le Coroller à Jean-Pierre Bageot, Christophe Le Fée à Claude Rivallain, Corinne Le Gall à Jean-Paul Solaro, Marie-Madeleine Prévost à Françoise Ballester, Brigitte Sylvestre à Christian Sophron, Pierrik Névannen à Jacques Aulnette.

Absents excusés :
Katy Bouillaut, Alain Le Hir.

Arrivée de Michel Le Fahler au cours de l'examen de la question n°2.
Arrivée de Jean-Paul Penverne au cours de l'examen de la question n°7.
Départ d'Alain Guichard au cours de l'examen de la question n°11 (pouvoir donné à Gérard Perron).
Départ de Jean-Paul Solaro au cours de l'examen de la question n°15 (pouvoir donné à Olivier Le Lamer).
Départ de Michel Le Fahler au cours de l'examen de la question n°16.
Départ de Marc Cozilis au cours de l'examen de la question n°18.
Départ de Gwendal Rouillard au cours de l'examen de la question n°21 (pouvoir donné à Alain L'Hénoret).
Départs de Dominique Gueguein et Françoise Ballester au cours de l'examen de la question n°22.
Départs de Gérard Perron et de Morgane Hémon (pouvoir donné à Myrianne Coché) au cours de l'examen de la question n°26.

Pôle Aménagement Environnement et Transports / DUO

BILAN DE LA CONCERTATION PUBLIQUE PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC DE BOUL SAPIN A BRANDERION ET APPROBATION DU DOSSIER DE CREATION

Par délibération en date du 9 mars 2012, le Conseil Communautaire a déclaré d'intérêt communautaire le projet de création d'un parc d'activités sur le site de Boul Sapin à Brandérion, dans le cadre de sa compétence « développement économique, création et aménagement des zones d'activités économique ». Par délibération du 21 décembre 2012, le Conseil Communautaire a également décidé de mettre en œuvre la procédure de concertation pour la création d'une Z.A.C. (Zone d'Aménagement Concerté) sur le site de Boul Sapin selon des objectifs poursuivis et des modalités de concertation annoncées dans cette dite délibération.

Avant de réaliser un dossier de création, Lorient Agglomération a constitué un groupe de travail interne et a missionné une équipe pluridisciplinaire afin de mener à bien les études pré-opérationnelles et l'étude d'impact nécessaire à la création de cette ZAC.
Ces études ont servi de support à la concertation et ont également pu s'en nourrir pour faire de ce projet de ZAC d'accueil d'activités économiques à Brandérion, un projet répondant pleinement aux objectifs édictés par le Scot et le schéma directeur des zones d'activités, tout en s'insérant dans le territoire existant.

BILAN DE LA CONCERTATION

Les modalités de la concertation (définies par le Conseil Communautaire par délibération du 21 décembre 2012)

- L'information du Conseil Municipal de Brandérion e eu lieu le 26 juin 2013.
- Des réunions publiques de présentation de l'avancement des réflexions sur l'aménagement de la zone d'activités ont été l'occasion d'échanges et de débats avec les habitants, les associations locales et les autres personnes concernées par le projet. Ces réunions publiques ont eu lieu :
  - Le 17 avril 2013, réunissant 40 personnes sur un total de 1 300 habitants,
  - Le 13 mai 2013, réunissant une trentaine de personnes.
- Une exposition sous forme de 5 panneaux A0 :
  - Lors des réunions publiques,
  - Puis, en mairie de Brandérion du 17 avril au vendredi 10 mai 2013.
- Des articles sont parus dans les publications de Lorient Agglomération et de la commune de Brandérion ainsi que sur les sites internet des deux collectivités.

Une concertation approfondie

Par ailleurs, une méthode originale a été mise en place par l'agglomération. Elle a consisté, dès avant la concertation règlementaire à des rencontres préalables afin d'échanger avec les personnes qui se sont manifestées à propos de ce projet. Des échanges privilégiés ont eu lieu avec les acteurs de terrain, notamment lorsque les bureaux d'études ont parcouru le site, effectué des mesures et relevés. Les propriétaires, les riverains et associations locales ont été préalablement informés, de manière systématique. Puis, en plus de la concertation formelle, des ateliers plus techniques ont eu lieu avec des riverains ou des représentants d'associations afin d'échanger sur le projet.

Les points soulevés par cette concertation

Au-delà des légitimes interrogations des riverains s'inquiétant de leur futur vis-à-vis, une fois le quartier réalisé et les demandes de raccordement au réseau d'eaux usées, les autres remarques évoquées sont synthétisées en annexe de cette présente délibération.

Les réponses apportées à ces différentes questions

Toutes les questions et remarques ont été analysées et des réponses ont été apportées. Par ailleurs, les documents qui constituent le dossier de création de la ZAC sont de nature à apporter des éléments de réponses généraux:

- Le rapport de présentation expose l'objet et la justification de l'opération, la description de l'état du site et de son environnement et le programme global prévisionnel des constructions à édifier dans la zone.
- L'étude d'impact qui préconise une série de mesures dites « d'évitement » ou de réduction des impacts écologiques du projet.

Des réponses point par point ont été apportées aux questions spécifiques. Ces éléments sont repris en annexe de cette présente délibération.

LA CREATION DE LA ZAC DE BOUL SAPIN

La création d'une ZAC sur ce secteur de 10,96 hectares peut donc être envisagée. Le dossier de création comprend :

- un plan de situation ;
- le plan périmétral ;
- un rapport de présentation ;
- l'étude d'impact accompagnée de l'avis de l'Autorité Environnementale.

Le projet

Le projet consiste en la création d'un nouveau secteur urbanisé pouvant accueillir des activités économiques, conformément au projet de l'agglomération, à savoir des activités de production, industrielles et logistiques. Environ 85 000 m² de terrain seront cessibles pour un total de 40 000 m² de surface de plancher prévisible. A terme, le quartier devrait accueillir entre 150 et 300 employés. Le projet compose avec les équipements préexistants. Ainsi, l'échangeur permettra une connexion routière aisée, la halte TER et l'aire de covoiturage seront reliées au projet par des cheminements doux permettant de proposer aux futurs occupants du site des transports alternatifs à la voiture.
En s'insérant harmonieusement dans un environnement préexistant, un contexte rural anthropique, il est prévu la création d'environ 20 000 m² d'espaces publics représentés par les voiries, les cheminements, les éléments techniques de gestion des eaux pluviales (bassins tampons) et les bois et vergers préservés dans le domaine public.
Dans le cadre du projet il est prévu l'acquisition du foncier nécessaire à l'opération, soit l'ensemble de l'assiette du projet.
Il est par ailleurs rappelé que, conformément à l'article L.331-7 du Code de l'Urbanisme, les constructions édifiées dans les ZAC sont exonérées de Taxe d'Aménagement lorsque le coût des équipements (voies, réseaux, espaces verts, aires de stationnement,...) est mis à la charge des constructeurs.

La Communauté d'Agglomération aménagera puis revendra les terrains sous forme de charges foncières intégrant le coût des équipements réalisés pour les besoins de la zone.

Le projet de ZAC de Boul Sapin est justifié au regard de la pénurie de foncier à vocation économique sur le territoire de Lorient Agglomération, notamment le foncier ayant vocation à devenir le support d'activités industrielles et/ou logistiques. Le choix du site de Boul Sapin pour ce type d'activités répond au principe d'une bonne implantation au bon endroit. Le développement d'un parc d'activités d'intérêt communautaire à Boul Sapin en Brandérion répond aux orientations des documents supra-communaux et communaux. Ainsi, les orientations du PADD communal sont ici déclinées, le projet est conforme au Scot du Pays de Lorient, à la loi ENE ainsi qu'au PDU de l'agglomération. La procédure de ZAC est justifiée afin d'assurer une maîtrise publique du projet et enfin, les orientations de projet retenues sont garantes de l'insertion du parc d'activités dans l'environnement naturel et urbain préexistant.

LE CONSEIL, après en avoir délibéré,

Vu le Code de l'Urbanisme, et notamment les articles L 300-2 ; L 311-1 et suivants, R 311-1 et suivants,
Vu le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) approuvé le 18 décembre 2006,
Vu le Schéma directeur des zones d'activités du territoire du Pays de Lorient approuvé le 1er juillet 2011,
Vu la délibération du Conseil Communautaire du 9 mars 2012 déclarant d'intérêt communautaire la création du parc d'activités de Boul Sapin à Brandérion,
Vu la délibération du Conseil Communautaire du 21 décembre 2012 définissant les modalités de la concertation et les objectifs poursuivis par la création de la ZAC de Boul Sapin,
Vu l'avis favorable de la commune de Brandérion du 3 décembre 2013,
Vu l'avis de l'autorité environnementale,
Vu le bilan de la concertation et la mise à disposition du public,
Vu l'avis favorable de la Commission du Développement Economique, de l'Emploi, de la Formation et de la Solidarité,
Vu l'avis favorable du Bureau,

Article 1 : **APPROUVE** le bilan de la concertation préalable mise en œuvre dans le cadre de la création de la ZAC de Boul Sapin, conformément à l'article L 300-2 du Code de l'Urbanisme.

Article 2 : **DECIDE** de créer une zone d'aménagement concertée (ZAC) dénommée « ZAC de Boul Sapin » sur la partie du territoire de la commune de Brandérion définie par un trait rouge continu sur le plan périmétral à échelle 1/2500e figurant dans le dossier de création, pour une surface d'environ 109 600 m².

Article 3 : **ARRETE** les éléments de programmation prévisionnelle tels qu'ils sont définis dans le dossier et fixe la surface commercialisable à environ 85 000 m² de terrain permettant la réalisation de 40 000 m² de surface de plancher.

Article 4 : **DECIDE** que l'aménagement de la zone sera conduit en régie directe. Les équipements publics (sauf les réseaux en gestion communautaire), une fois réalisés, seront rétrocédés gratuitement à la commune qui les incorporera au domaine public communal et en assurera les charges d'entretien.

Article 5 : **DECIDE** de mettre à la charge des aménageurs et constructeurs, le coût des équipements (voirie, réseaux, équipements nécessaires aux futurs habitants, ...) excluant ainsi les constructions du champ d'application de la Taxe d'Aménagement.

Article 6 : **DIT** que la présente délibération sera affichée pendant un mois en mairie de Brandérion et au siège de Lorient Agglomération. Mention de cet affichage sera insérée dans un journal diffusé dans le département. Cette délibération sera publiée au recueil des actes administratifs de la communauté. Le dossier pourra être consulté en mairie de Brandérion, 3 rue Vincent Renaud 56700 Brandérion et à Lorient Agglomération (Pôle Aménagement Environnement et Transports), au 30 cours de Chazelles à Lorient.

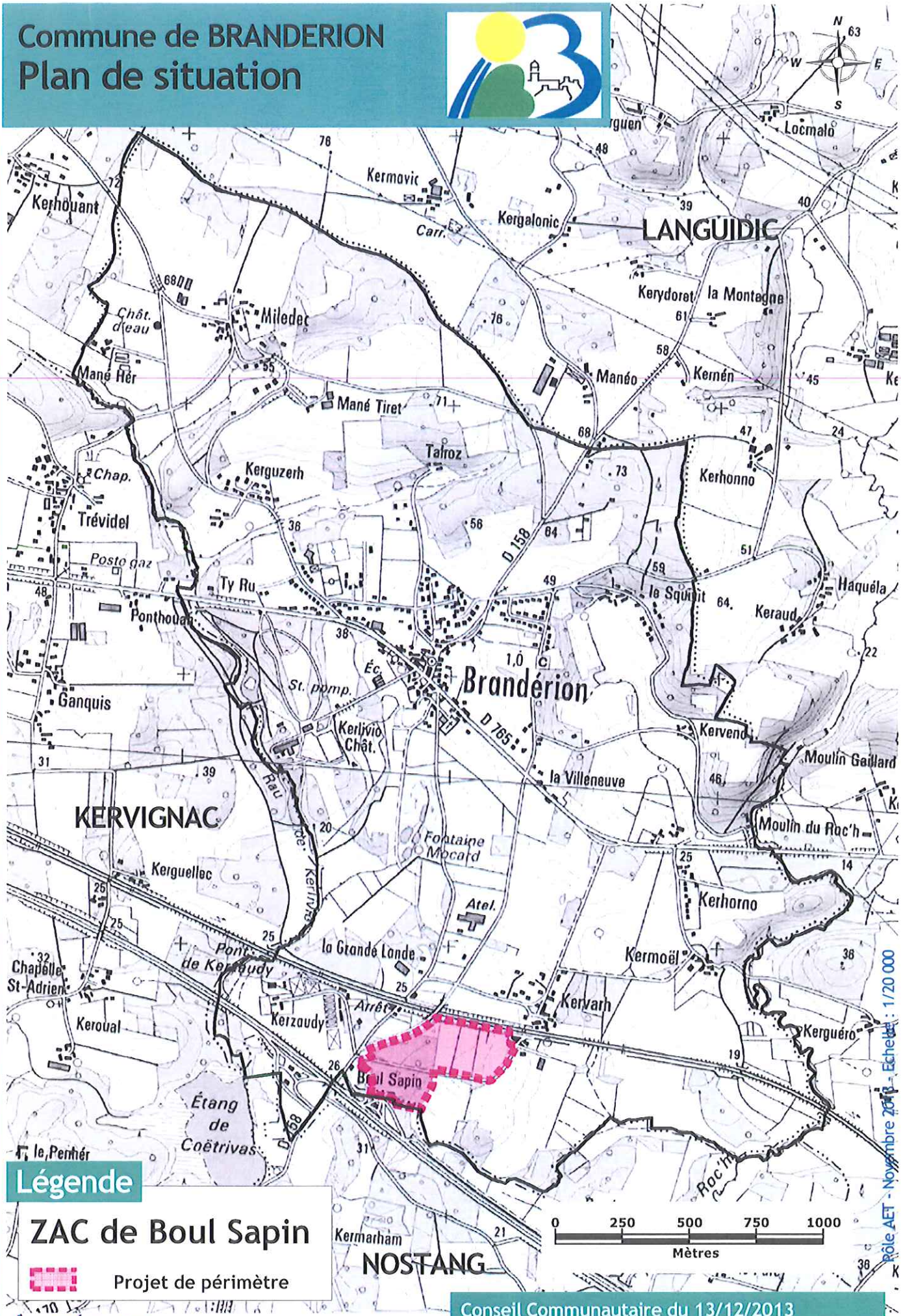
Délibération adoptée à l'unanimité.

Le registre dûment signé
Pour extrait certifié conforme
Le Président,

Norbert MÉTAIRIE

REÇU LE
20 DEC. 2013
SOUS-PREFECTURE
DE LORIENT

Commune de BRANDERION
Plan de situation



Légende

ZAC de Boul Sapin

Projet de périmètre

Pôle AET - Novembre 2013 - Echelle : 1/20 000

Conseil Communautaire du 13/12/2013
Dossier de création de la ZAC de Boul Sapin

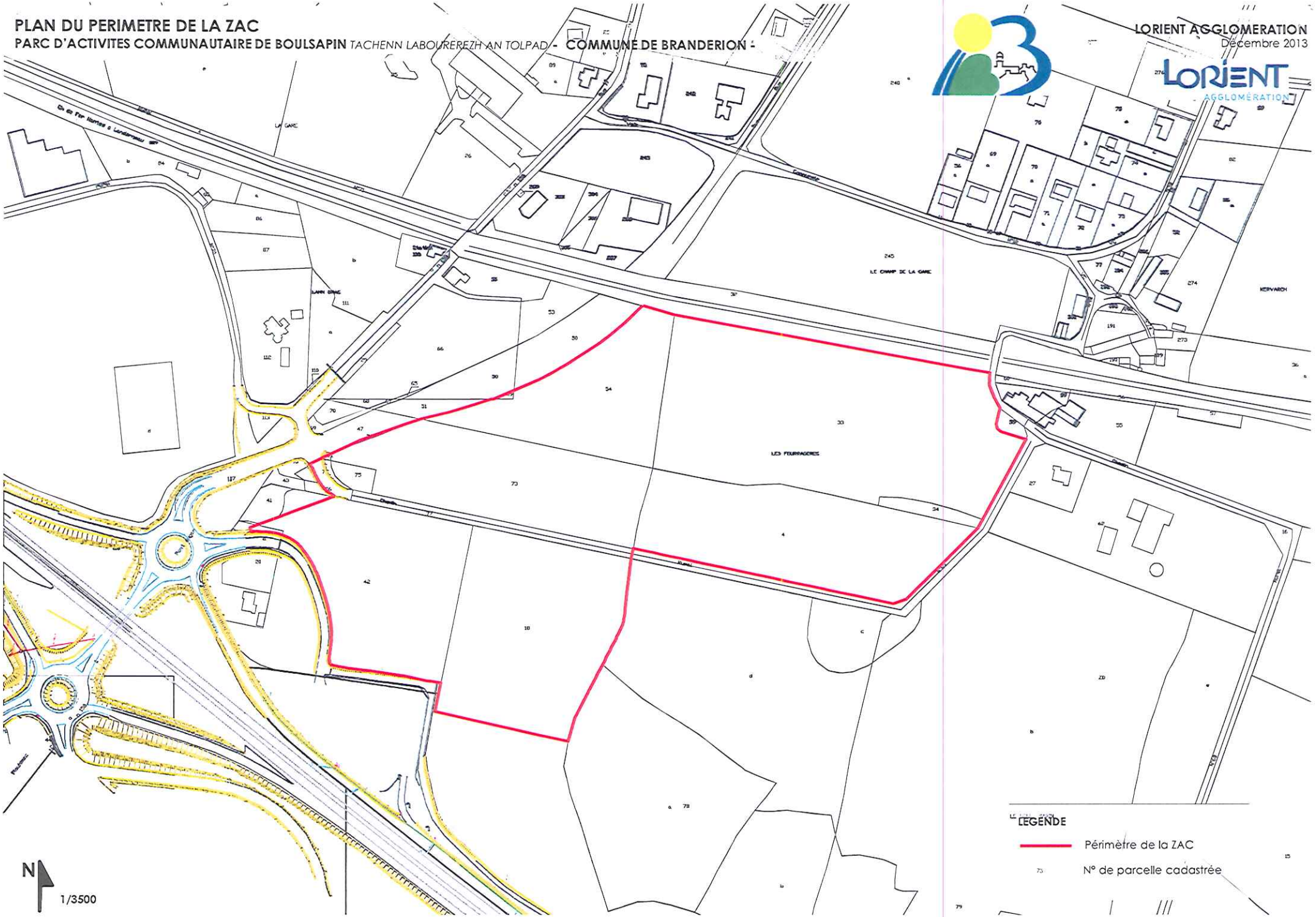
LORIENT AGGLOMÉRATION

PLAN DU PERIMETRE DE LA ZAC

PARC D'ACTIVITES COMMUNAUTAIRE DE BOULSAPIN *TACHENN LABOUREREZH AN TOLPAD* - **COMMUNE DE BRANDERION** -

LORIENT AGGLOMERATION

Décembre 2013



LORIENT AGGLOMERATION

Pôle aménagement environnement
Et transports
Direction de l'urbanisme opérationnel

PROJET DE CREATION DE LA ZAC DE BOUL SAPIN

Bilan de la mise à disposition du public de l'étude d'impact et de l'avis de l'autorité environnementale

Rapport annexé à la délibération du Conseil Communautaire du 13 décembre 2013

1- Contexte procédural

Par délibération en date du 9 mars 2012, le Conseil Communautaire de Lorient Agglomération a déclaré d'intérêt communautaire la création du parc d'activités de Boul Sapin à Branderion, au Nord-Est de l'échangeur de la RN165, et a autorisé le lancement des études nécessaires à sa réalisation.
Dans ce cadre, une étude d'impact a été réalisée. Celle-ci, au regard du projet d'aménagement de la ZAC, présente une analyse de l'état initial de l'environnement ainsi que les effets du projet sur celui-ci au niveau environnemental, social et économique.
Cette étude d'impact a été soumise à l'avis de l'Autorité Environnementale en l'occurrence la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement). L'avis de l'Autorité Environnementale est daté du 27 novembre 2013.

2 - Déroulement de la mise à disposition

Conformément à l'article L.122-1-1 du Code de l'Environnement, l'étude d'impact du projet de ZAC de Boul Sapin ainsi que l'avis de l'autorité environnementale ont été mis à la disposition du public, au Pôle aménagement environnement et transports de Lorient Agglomération, 30 cours de Chazelles à Lorient, du 28 novembre 2013 au 12 décembre 2013 inclus, du lundi au vendredi de 8h30 à 12h30 et de 13h30 à 17h15. Ces documents étaient également disponibles en mairie de Brandérion, 3 rue Vincent Renaud, le lundi et jeudi de 9h à 12h et le mardi, mercredi et vendredi de 9h à 12h et de 14h à 18h30. Ces documents ont été accompagnés d'un registre, permettant aux personnes intéressées d'inscrire leurs remarques.

Les mesures de publicité préalables à la mise à disposition du dossier comportant l'étude d'impact et l'avis de l'autorité environnementale ont consisté en :

- Parution d'avis d'information dans la presse, ces avis sont parus dans les journaux locaux le Télégramme et les informations du Pays de Ploërmel, en date du mardi 20 novembre 2013.
- L'affichage sur site d'un panneau d'avis au public sur la commune de Brandérion, sur l'espace public à proximité du périmètre de projet (aire de covoiturage de Boul Sapin), du 20 novembre 2013 au 12 décembre inclus.
- L'affichage en mairie de Brandérion et au pôle aménagement environnement et transports de Lorient Agglomération de panneaux d'avis au public, du 20 novembre 2013 au 12 décembre 2013 inclus.
- La mise en ligne de l'avis au public de mise à disposition sur le site internet de Lorient Agglomération du 20 novembre 2013 au 12 décembre 2013 inclus.
- La mise en ligne de l'avis de l'autorité environnementale sur le site internet de Lorient Agglomération du 28 novembre au 12 décembre inclus.

3- Remarques exprimées lors de la mise à disposition du public

Nombre et types de contributions :

- Personne n'a consulté le dossier mis à disposition dans les locaux de Lorient Agglomération à Lorient.
- 2 groupes de personnes se sont exprimés sur le registre à disposition en mairie de Brandérion.

Une première remarque émane du bureau de l'association APRES Brandérion, qui a demandé une copie de l'étude d'impact. Cette association regrette également un délai de consultation trop court.

- Le service juridique de Lorient Agglomération a transmis à cette association un exemplaire numérique de l'étude d'impact.

La deuxième remarque concerne un habitant qui désapprouve le projet. Il y est également demandé la création d'un jardin pédagogique sur une parcelle proche du projet afin d'y déplacer les essences qui ne seraient pas préservées par la création du futur quartier.

- Le projet prévoit déjà le maintien d'un verger conservatoire d'un hectare, le maintien également des lisières boisées et de la trame bocagère.