

RAPPORT D'ETUDE DE FAISABILITE SUR LE POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES

EFAE

Aménagement d'une zone d'activités « Le point du jour II » 45170 NEUVILLE AUX BOIS



MAITRE D'OUVRAGE : BATILOGISTIC SA

ZI Rue de L'Europe 57370 PHALSBOURG

BUREAU D'ETUDES:

NERGIK

10b, Av du Maréchal De Lattre de Tassigny 44400 REZE

Réalisé par : Thomas BERANGER le 14/02/2023 Version 1

10 av . Maréchal De Lattre De Tassigny - 44400 REZÉ 23 Place Galilée - 85300 CHALLANS T. +33 (0)2 51 11 11 04 - E-mail : contact@nergik.fr



SOMMAIRE

1	PR	EAME	BULE	3
2	LE	PRO	JET D'AMENAGEMENT DANS SON ENVIRONNEMENT	3
	2.1	Loc	alisation de la ZAE	3
	2.2	Am	énagement projeté	5
	2.3	Ana	alyse climatique et topographique	6
	2.3	3.1	Données climatiques	6
	2.3	3.2	Degrés jours unifiés	6
	2.3	3.3	Statistiques climatiques	7
	2.4	Ana	alyse des besoins énergétiques des futurs bâtiments de la zone	11
	2.4	l.1	Données générales sur la gestion de l'énergie	11
	2.4	1.2	Réglementation thermique et environnementale actuelle	12
	2.4	1.3	Approche énergétique du projet	13
	2.4	1.4	Besoins en éclairage public	15
	2.4	l.5	Besoins en stationnements, transports collectifs, cheminements doux	16
3	ET	UDE I	DU POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES	17
	3.1	Rés	seaux existants	17
	3.1	.1	Réseau Electrique	17
	3.1	.2	Réseau Gaz	17
	3.1	.3	Réseau de Chaleur	17
	3.2	Ene	ergies renouvelables	18
	3.2	2.1	Solaire	18
	3.2	2.2	Bois énergie	19
	3.2	2.3	Géothermie	20
	3.2	2.4	Aérotherme	22
	3.2	2.5	Aquathermie	22
	3.2	2.6	Déchets organiques valorisables : méthanisation	22
	3.2	2.7	Récupération d'énergie fatale	23
	3.2	2.8	Eolien	24
	3.2	2.9	Hydraulique	25
	3.3	Tab	leau récapitulatif du potentiel énergétique	26
4	ET	UDE I	DE FAISABILITE ENERGETIQUE	27
	4.1	La f	aisabilité pour l'ensemble de la zone d'activité	27
	4.2	La f	aisabilité à l'échelle d'une entreprise	27
	4.2	2.1	Solutions de chauffage étudiées pour un bâtiment	27
	4.2	2.2	Hypothèses générales	27
	4.2	2.3	Impact environnemental : Emissions de gaz à effet de serre	29
	4.2	2.4	Scénarios énergétiques	29
	4.3	Tab	oleau récapitulatif de la faisabilité énergétique	31



PREAMBULE

Le présent document constitue l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables pour le projet de création de la Zone d'Activités « Le Point du Jour II » situé sur la commune de Neuville aux bois (45170) dans le département du Loiret.

Cette étude vise à dresser les énergies renouvelables disponible sur le site et dans appréhender la faisabilité technique et économique. Elle s'inscrit également dans le cadre réglementaire de l'application de l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme dans le cadre de la réalisation d'une étude d'impact d'un aménagement d'une zone d'activité.

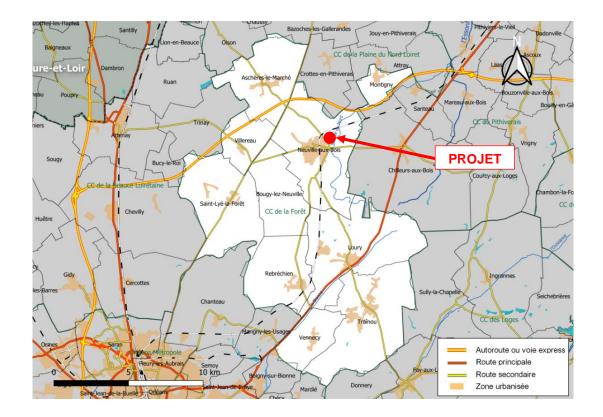
Extrait de l'Article L128-4 du Code de l'urbanisme :

« 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. »

LE PROJET D'AMENAGEMENT DANS SON ENVIRONNEMENT

Localisation de la ZAE

Le projet se situe sur la commune de NEUVILLE AUX BOIS. Cette commune fait partie de la « Communauté de communes de la Forêt » regroupant 10 communes, Neuville aux bois en est la plus grande commune en nombre d'habitant.





La zone se trouve adjacente à la plateforme logistique n°1 de FM LOGISTIC sur la même commune. L'accès se fait sur la D11.



Le terrain fait 21,6 ha. Elle est entourée de champs agricoles. Un bassin de rétention d'eau est positionné au Sud de ce terrain.

Classement au bruit :

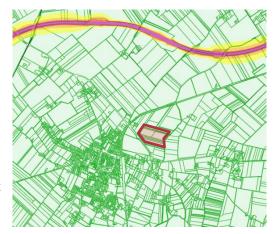
Seul la voie d'autoroute fait actuellement parti des voies classé proche du site. Elle est de catégorie 2 avec un impact jusqu'à 250m du centre de la route.

Selon la réglementation thermique RT2012 et la réglementation environnementale RE2020, le classement d'exposition au bruit des baies des bâtiments vis-à-vis de cette route en exposition direct sera de niveau BR1 (vue directe au-delà de 500m) ou BR2 (vue directe de 250 à 500m) ou encore BR3 (vue directe de 0 à 250m).

La classe d'exposition BR3 correspond à l'obligation d'un renforcement de l'isolement acoustique au-delà des 30 dB de la réglementation acoustique.

La classe d'exposition BR2 correspond à des niveaux d'exposition plus faibles, spécifiques aux règles thermiques (renforcement des protections solaires ou autres dispositifs évitant la surchauffe des bâtiments sachant que l'ouverture des fenêtres sera délicate en raison de la nuisance sonore).

La classe d'exposition BR1 correspond à une faible exposition.



Initiastructure de categor					
Vue de l'infrastructure depuis la baie		Vue	Vue masquée p	ar des obstacles	Vue
Distance à l'infrastructure	directe	partielle	peu protecteurs	très protecteurs	arrière
0-30 m	BR3	BR3	BR3	BR3	BR3
30-65 m	BR3	BR3	BR3	BR3	BR2
65-125 m	BR3	BR3	BR3	BR2	BR2
125-250 m	BR3	BR2	BR2	BR2	BR1
250-370 m	BR2	BR2	BR2	BR1	BR1
370-500 m	BR2	BR1	BR1	BR1	BR1
>500 m	BR1	BR1	BR1	BR1	BR1

Le site étant à plus de 2km de l'autoroute la classe d'exposition aux bruits des bâtiments de la zone seront de classe BR1.

Infrastructure de catégorie 2



2.2 Aménagement projeté



Secteur	Intitulé du lot	Surface en m²	Emprise au sol approximatif des bâtiments (m²)
	А	3 467	660
	В	2 334	620
	С	1 942	510
	D	2 027	510
	E	2 593	520
	F	2 979	670
Zone PMI/PME	G	2 925	670
ZONE PIVII/PIVIE	Н	2 917	670
	I	2 819	670
	J	19 642	6 830
	K	3 266	1 040
	L	3 414	750
	M	3 413	750
	N	3 522	1 040
Zone Logistique	0	104 407	45 233
Espace nature Réserve		33 288	
Aménagements commun		21 045	
Total des lots	15 lots	216 000	61 143

Les usages des lots seront de plusieurs type :

- Logistique
- Industriel
- Artisanale
- Bureaux et services

Le lot J recevant soit un industriel soit de la logistique sera estimé en logistique dans la faisabilité énergétique n'ayant pas d'information à ce stade sur de potentielles entreprises intéressées pour s'installer sur cette zone.



2.3 Analyse climatique et topographique

2.3.1 Données climatiques

Latitude: 48°07 Nord Longitude: 2°07 Ouest

Altitude: 125m

Zone climatique: H1B

Température extérieure de base : -7°C

2.3.2 Degrés jours unifiés

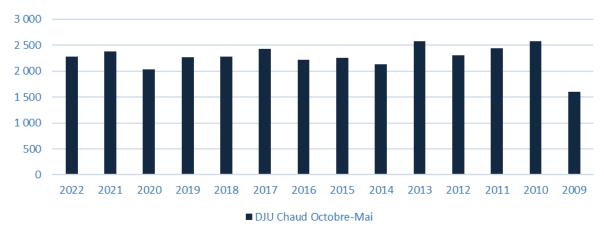
Les degrés jours unifiés (DJU) permettent de connaître les besoins de chauffage annuels pour un lieu donné. Cette valeur, issue des statistiques de Météo France, est le cumul, sur une période de chauffe, des écarts journaliers de température entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur.

Les besoins de chauffage sont proportionnels au nombre de DJU. Plus les DJU sont élevés, plus les besoins sont élevés.

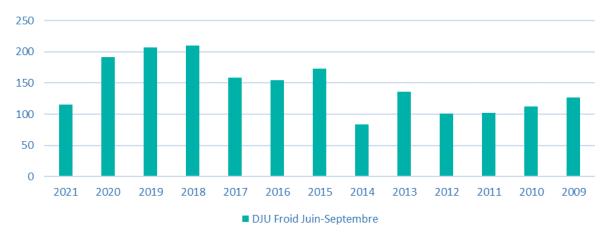
Données statistiques de la station météorologique la plus proche (ORLEANS) :

Pour 2021 : DJU Chaud = 2279 et DJU Froid = 115

Degrés Heure Unifiés Chaud 18°C 45 - ORLEANS



Degrés Heure Unifiés Froid 21°C 45 - ORLEANS





2.3.3 Statistiques climatiques

La moyenne annuelle des températures s'élève à 11,3 °C, les étés étant modérés et les hivers cléments. L'amplitude annuelle est de l'ordre de 15°C. Elle représente la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et du mois le plus froid.

La température du sol est de 13°C

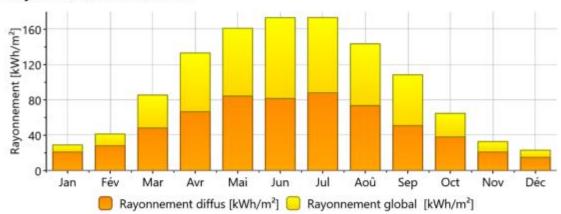
L'ensoleillement moyen annuel du lieu qui s'appelle aussi irradiation s'élève à 1 166 kWh/m².an sur le plan horizontal.

L'évolution des températures moyennes extérieures au cours d'une année ainsi que les rayonnements moyens sont récapitulés dans le tableau suivant :

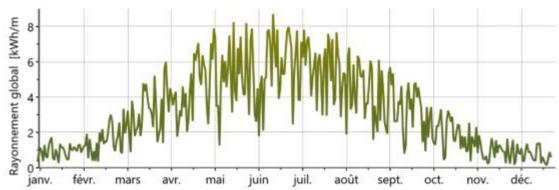


	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Temp. moy. (°C)	4,0	4,7	7,1	10,4	14,2	17,8	19,1	19,1	15,4	12,1	7,3	4,0	11,3
Rayonnement global (kWh/m²)	29	41	86	133	161	173	173	144	108	65	33	23	1166

Rayonnement mensuel



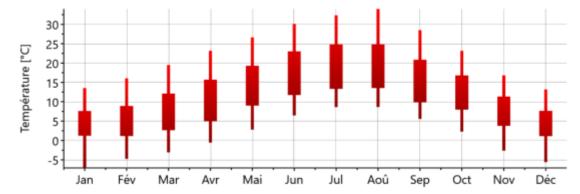
Rayonnement global journalier





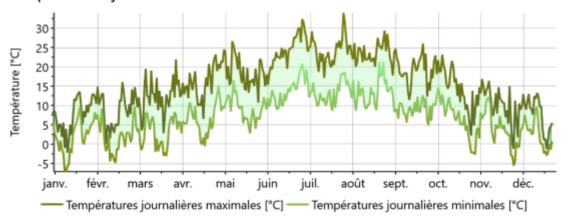
NOVAM

Température mensuelle

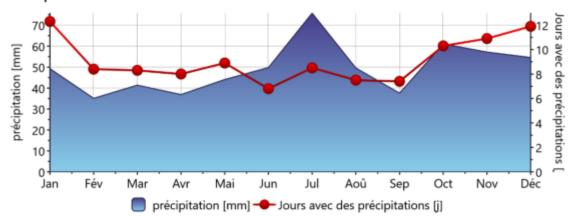




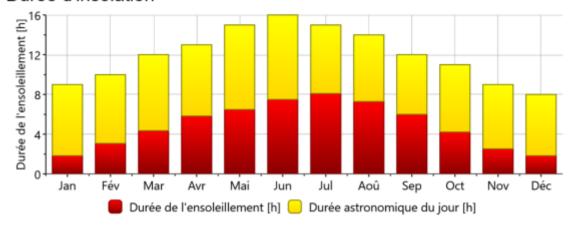
Température journalière



Précipitations

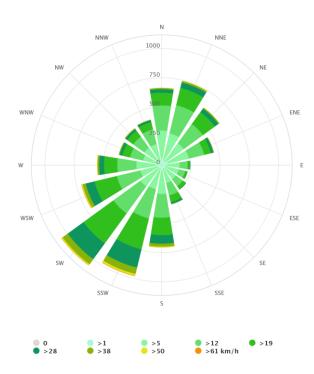


Durée d'insolation





Les vents dominant arrivant sur le secteur sont Sud-Ouest. La zone étant ouverte et non protégé de ce côté sera soumis à ces vents.





2.4 Analyse des besoins énergétiques des futurs bâtiments de la zone

2.4.1 Données générales sur la gestion de l'énergie

Certaines décisions relèvent des acteurs finaux de l'aménagement (acquéreurs des parcelles, constructeurs des bâtiments, occupants, etc.). Il s'agit par exemple des choix suivants : installer ou non des panneaux solaires sur son bâtiment ; raccorder ou non son bâtiment à un réseau de chaleur ; installer ou non un système de chauffage individuel au bois ; etc.

La collectivité ou l'aménageur n'investissent pas directement dans les équipements et ne sont pas responsables de leur exploitation. En revanche, ils peuvent orienter, soutenir ou faciliter ces choix, voire les imposer, via différents mécanismes.

- Imposer aux constructions de respecter un niveau renforcé en matière de performances énergétiques et environnementales (art. L123-1-5 du Code de l'urbanisme);
- Favoriser au niveau de la définition du parcellaire de l'aménagement l'orientation des parcelles permettant d'optimiser les apports solaires, utilisés directement (approche bioclimatique) ou indirectement (panneaux solaires);
- Subventionner les investissements dans les équipements de production d'énergies renouvelables ; mettre en place des prêts à taux réduit. Ce type de mesure nécessite des actions à un échelon suffisant, qui est plutôt à l'échelle intercommunale, départementale, voire régionale, et qui dépasse donc généralement le niveau du simple aménagement ;
- Informer sur les subventions et autres mécanismes mobilisables auprès d'autres acteurs, comme par exemple les certificats d'économie d'énergie.

Ensuite, ce seront les entreprises qui devront avoir le plus tôt possible, une réflexion sur la maitrise de l'énergie. En effet, pour s'inscrire dans une démarche durable, un territoire, une zone économique ou encore une entreprise doit considérer l'ensemble de son organisation pour qu'à chaque étape, une démarche de maitrise et de valorisation de l'énergie soit entreprise. Trouvez sur le schéma suivant des exemples de pôles à mettre en œuvre dans une démarche raisonnée de la maitrise de l'énergie. Nous allons plus précisément évaluer dans ce rapport la pertinence et la faisabilité des pôles entourés de rouge.





L'amélioration globale de l'efficacité énergétique peut être entreprise par des améliorations simples. Comme par exemple améliorer l'efficacité énergétique des utilités dans une industrie, ou réduire les consommations par comptage ou encore par la mise en place d'une gestion technique centralisée.

2.4.2 Réglementation thermique et environnementale actuelle

A l'écriture de ce rapport (Septembre 2022). La réglementation thermique bascule vers une réglementation environnementale.

Ainsi les bâtiment d'usage d'habitation, de bureaux et d'enseignement sont soumis à la nouvelle réglementation environnementale RE2020 et les autres bâtiments restent soumis à la réglementation thermique RT2012.

Dans le cas de la zone, les bâtiments à usage industriel, logistique ou artisanal seront soumis à la RT2012 (sur leur partie chauffée à + que 12°C or bureaux) et les bâtiments à usage tertiaire bureaux à la RE2020.

La RT2012 n'a que 3 indicateurs :

- Bbio: Besoin bioclimatique (isolation, apport solaire)
- Cep : Consommation en énergie primaire (Chauffage, Refroidissement, Eau Chaude Sanitaire, Eclairage, Auxiliaires de ventilation et de chauffage)
- Tic : Température Intérieure Conventionnel (Approche du confort d'été)

La RE2020 elle en comporte 6 :

	Bbio [points]	Besoins bioclimatiques	Evaluation des besoins de chaud, de froid (que le bâtiment soit climatisé ou pas) et d'éclairage.				
Energie	Cep [kWhep/(m².an)]	Consommations d'énergie primaire totale	Evaluation des consommations d'énergie renouvelable et non renouvelable des 5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires +	EVOLUTION			
_	Cep,nr [kWhep/(m².an)]	Consommations d'énergie primaire non renouvelable	éclairage et/ou de ventilation des parkings éclairage des circulations en collectif électricité ascenseurs et/ou escalators	NOUVEAU			
	Ic énergie [kg eq. CO ₂ /m²]	Impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire	Introduction de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des énergies consommées pendant le fonctionnement du bâtiment, soit 50 ans.	NOUVEAU			
Carbone	Ic constrcution [kg eq. CO ₂ /m²]	Impact sur le changement climatique associé aux « composants » + « chantier »	Généralisation de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des produits de construction et équipements et leur mise en œuvre : l'impact des contributions « Composants » et « Chantier ».	NOUVEAU			
Confort d'été	DH [ºC.h]	Degré-heure d'inconfort : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude	Évaluation des écarts entre température du bâtiment et température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents, elle varie entre 26 et 28°C).	NOUVEAU			

Un projet devra donc optimisation son enveloppe thermique et son choix en énergie renouvelable mais également garantir son confort d'été et avoir une construction sobre en empreinte carbone.



Approche énergétique du projet

La commercialisation des parcelles n'étant pas encore réalisée, il est difficile d'évaluer les besoins et donc les consommations des futurs bâtiments. L'activité hébergée par les bâtiments sera très variable selon le type d'entreprise, les consommations liées à des process particuliers sont par conséquent exclues (ventilation particulière pour les process, réseau de refroidissement, ...). Cependant, nous allons proposer différentes hypothèses pour établir une estimation sommaire.

Surface chauffé de référence :

Hypothèse de surfaces chauffées par rapport à la surface des bâtiments :

- Nous admettrons dans cette étude que pour les bâtiment d'artisanat que 1/3 de la surface de la surface des bâtiments (surface plancher) seront chauffées.
- La zone logistique est de 2 blocs de bureaux (2 x en R+2)
- La lot J est estimée avec 1 ou 2 bloc de bureaux

Secteur	Intitulé du lot	Surface en m²	Emprise au sol approximatif des bâtiments (m²)	Estimation de la surface chauffée m²
	А	3 467	660	220
	В	2 334	620	210
	С	1 942	510	170
	D	2 027	510	170
	Е	2 593	520	170
	F	2 979	670	220
Zone PMI/PME	G	2 925	670	220
Zone Pivil/Pivil	Н	2 917	670	220
	1	2 819	670	220
	J	19 642	6 830	1 500
	K	3 266	1 040	350
	L	3 414	750	250
	M	3 413	750	250
	N	3 522	1 040	350
Zone Logistique	0	104 407	45 233	
	Bureaux			1 700
	Entrepôts			44 533

Hypothèse retenue sur l'activité de la zone :

La tendance sera à des bâtiments de type artisanal ou petit industriel non chauffé ou en dessous de 12°C pour leurs ateliers avec une partie bureaux, locaux sociaux chauffé à 20°C.



Consommations de référence :

Le bilan suivant se base sur les consommations de chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaires, éclairage et auxiliaires de ventilation et de chauffage :

Secteur	Intitulé du lot	Usage RE2020	Estimation de la surface chauffée (m²)	Consommation max RE2020 (kWhep/m².an)	Consommation à l'année (MWhep/an)
	Α	Bureaux	220	90	20
	В	Bureaux	210	90	19
	С	Bureaux	170	90	15
	D	Bureaux	170	90	15
	Е	Bureaux	170	90	15
	F	Bureaux	220	90	20
Zone PMI/PME	G	Bureaux	220	90	20
Zone Pivil/Pivic	Н	Bureaux	220	90	20
	I	Bureaux	220	90	20
	J	Bureaux	1 500	90	135
	K	Bureaux	350	90	32
	L	Bureaux	250	90	23
	M	Bureaux	250	90	23
	N	Bureaux	350	90	32
Zone Logistique	0				
	Bureaux	Bureaux	1 700	90	153
	Entrepôts	Entrepôt maintien hors gel	44 533	55	2446

La consommation max correspond au seuil Cep max des bâtiments comprenant le modulateur géographique. Pour les entrepôts, la consommation provient d'un retour d'expérience en interne sur des projets similaires.

Puissance de chauffage nécessaire sur la zone :

Estimation des besoins de chaleur :

Artisanat - Bureaux: 85 W/m² Logistique - Bureaux : 50 W/m²

Logistique - Entrepôts (maintien à 7°C) : 40 W/m²

Secteur	Intitulé du lot	Usage RE2020	Estimation de la surface chauffée (m²)	Puissance de chauffage (kW)
	Α	Bureaux	220	19
	В	Bureaux	210	18
	С	Bureaux	170	14
	D	Bureaux	170	14
	Е	Bureaux	170	14
Zone PMI/PME	F	Bureaux	220	19
	G	Bureaux	220	19
	Н	Bureaux	220	19
	I	Bureaux	220	19
	J	Bureaux	1 500	75
	K	Bureaux	350	30



	L	Bureaux	250	21
	M	Bureaux	250	21
	N	Bureaux	350	30
Zone Logistique	0			
	Bureaux	Bureaux	1 700	145
	Entrepôts	Entrepôt maintien hors gel	44 533	1 781
TOTAL			50 753	2 258

Les besoins globaux de la zone en chaleur sont de 2,3 MW.

2.4.4 Besoins en éclairage public

Les besoins en éclairage public correspondent à l'éclairage des nouvelles voies publiques de desserte.

Il est à privilégier les dernières générations de lampes (LED selon l'usage voir équipés de panneaux solaires). Les réflecteurs et la hauteur des mats doivent être optimisés.

Une réduction de l'éclairement, voire une extinction partielle de l'éclairage public permettra de réaliser des économies d'énergies supplémentaires.



2.4.5 Besoins en stationnements, transports collectifs, cheminements doux

Bien que non directement inclus dans une étude de potentiel de développement en énergies renouvelables, la question des déplacements induits par les nouvelles activités est à prendre en compte, à deux titres :

- La consommation induite : carburant lié aux déplacements :
 - o des employés,
 - o des visiteurs
 - o des fournisseurs,
 - o des véhicules lourds associés à l'activité de logistique
- La création ou le renforcement de la desserte.

Pour le déplacement des employés et des visiteurs, prévoir un renforcement des liaisons douces et des réseaux de transports en commun.



La création d'un Plan de Déplacements Entreprise (PDE) est un ensemble de mesures visant à optimiser les déplacements liés aux activités professionnelles en favorisant l'usage des modes de transport alternatifs à la voiture individuelle. Sa mise en œuvre est encouragée par les autorités publiques, car il présente de nombreux avantages pour les entreprises, les salariés et la collectivité. Le PDE est un vrai projet d'entreprise, qui peut s'inscrire dans une démarche « Qualité ».

En fonction des activités présentes et de la taille de la zone, il pourra peut-être être possible de travailler avec l'assistance du gestionnaire de la zone sur une organisation globale des transports de sorte à optimiser les trajets. Cette possibilité pourra également être traitée au cas par cas, selon l'implication des entreprises présentes.

A une échelle plus large, la question des transports liés à l'activité intrinsèque de l'entreprise doit être étudiée (transport routier, transport ferroviaire, ...). Un bilan carbone de l'activité peut permettre de fixer les axes d'améliorations.

A une échelle plus large, la question des transports liés à l'activité intrinsèque de l'entreprise doit être étudiée (transport routier, transport ferroviaire, ...). Un **bilan carbone** de l'activité peut permettre de fixer les axes d'améliorations.



3 ETUDE DU POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES

Ce chapitre vise à dresser un état des lieux des énergies disponibles sur la zone d'activités ou dans son environnement proche qu'elle soit renouvelable ou conventionnelle.

3.1 Réseaux existants

3.1.1 Réseau Electrique

La distribution basse tension du secteur sera réalisée en souterrain. Les branchements individuels seront traités au coup par coup selon les demandes faites par les acquéreurs auprès des services d'ENEDIS.

3.1.2 Réseau Gaz

Le réseau de distribution passe près de la zone, le terrain pourrait être raccordée moyennant des travaux de raccordement sur la D11.

Ce scénario d'alimentation sera pris comme scénario de comparaison par rapport aux scénarios d'énergies renouvelables proposés par la suite.



3.1.3 Réseau de Chaleur

Le réseau de chaleur est un moyen d'utiliser à grande échelle une énergie renouvelable peu productrice de C02 (bois, géothermie) ou des énergies fatales (UIOM).

Le développement des réseaux de chaleur renouvelable, à l'échelle des quartiers/villes/agglomération, peut se faire suivant 4 axes complémentaires : changement d'énergies, extension, densification et création de nouveaux réseaux.



Constat:

Ne disposant d'aucun réseau existant sur le site, seul la création est envisageable.







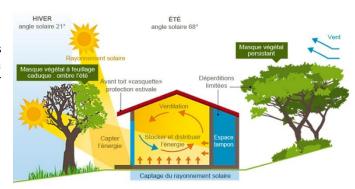
3.2 Energies renouvelables

3.2.1 Solaire

L'ensoleillement moyen annuel du lieu qui s'appelle aussi irradiation s'élève à 1 166 kWh/m².an sur le plan horizontal.

Bioclimatisme:

L'orientation des bâtiments permettra de récupérer les apports solaires gratuit par les baies. Il s'agit d'optimiser la position des menuiseries par leur orientation et leur superficie.



Capteur solaire thermique :

Votre position

Un capteur solaire incliné et orienté au sud bénéficiera d'une irradiation supérieure à celle reçue sur le plan horizontal. Ainsi l'inclinaison optimale de 35°/H permettra d'augmenter l'irradiation annuelle de 10%, recevant ainsi 1 300 kWh/m².an.

Le capteur solaire thermique est le composant central de toutes ces installations. Il récupère l'énergie solaire par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur qui circule entre le capteur solaire et le reste de l'installation. Il bénéficie d'un bon rendement, son rendement optique étant de l'ordre de 80% pour une plage de productivité de 300 à 600 kWh/m2.an.

L'énergie solaire, étant intermittente et peu dense, nécessite un système d'appoint pour satisfaire des besoins en toute saison. Pour les systèmes solaires thermiques, les taux de couvertures sont de l'ordre de 50%.



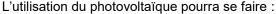
Les besoins maximaux de chauffage étant généralement en nocturne, ils ne sont pas en corrélation avec les apports solaires. C'est pourquoi cette technologie est rarement couplé au chauffage. Reste donc la production d'eau chaude sanitaire qui n'est un poste important de consommation dans les typologies de bâtiment prévus sur la zone.

Les capteurs solaires thermiques ne seront donc pas à privilégier sur cette zone.

Système solaire photovoltaïque :

Cette technologie, dont l'élément principal est le module photovoltaïque, permet de produire de l'électricité. Trois types de modules existent actuellement sur le marché. Leur rendement diffère, allant de 6% pour des couches minces, à 11-19% pour des modules au silicium mono ou poly cristallins.

La plage de productivité varie de 100 à 150 kWh/m².an selon la technologie.



- Revente totale
- Autoconsommation + Revente du surplus
- Autoconsommation totale



L'autoconsommation + revente de surplus est fortement encouragé par le gouvernement pour réduite les demandes en énergie à la source. Les prix de l'électricité étant en constante augmentation, cette technologie permet de réduire les factures d'électricité.

La mise en place de borne de recharge de véhicule électrique permettra d'augmenter le pourcentage d'autoconsommation de l'installation.

Actuellement une installation de 36kWc (voir tableau ci-dessous) à un retour sur investissement compris entre 8 et 15





Type installation	Puissance (kWc)	Tarifs (c€/kWh) du 1/08/2022 au 31/10/2022
Intégration Au bâti (avec fin de la prime IAB depuis le 30/09/18)	de 0 à 3 kWc de 3 à 9 kWc	20,22 c€ 17,18 c€
Intégration Cimplifiée ou Pâti (ICP -> mâme priv de vente que IAP)	de 0 à 3 kWc	20,22 c€
Intégration Simplifiée au Bâti (ISB => même prix de vente que IAB)	de 3 à 9 kWc	17,18 c€
Non Intégré Au Bâti ou IAB/ISB < 100 kWc	9 à 36 kWc 36 à 100 kWc	12,31 c€ 10,70 c€
Non Intégré Au Bâti ou IAB/ISB < 500 kWc	de 100 kWc à 500 kWc	11,07 c€

Constat:

L'énergie solaire sera à privilégier sous la forme d'apport solaire gratuit depuis les ouvertures des bâtiments et par l'installation de centrales photovoltaïques.

La plateforme logistique au Nord du terrain sera équipé de centrale photovoltaïque sur une partie de ces surfaces de toiture.

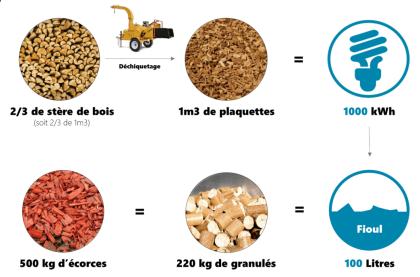
3.2.2 Bois énergie

Combustible:

Il existe différents types de bois pouvant servir de combustible :

- Les bois déchiquetés ou broyés en forme de plaquettes : Celles-ci proviennent de haies bocagères, d'éclaircies, de restes de coupes en forêt, de produits non traités en fin de vie ou de produits connexes des entreprises de première et seconde transformation du bois. Ces combustibles possèdent un bon pouvoir calorifique et est adapté aux chaufferies de moyenne et grande puissance.
- Les granulés: Ils sont issus de la récupération de sciures et de copeaux et sont comprimés en bâtonnets de quelques millimètres, sous haute pression sans adjonction d'agglomérant. Le pouvoir calorifique de ce type de combustible est meilleur que celui des plaquettes. Ce combustible est donc adapté aux chaufferies de petites puissances (quelques dizaines de kilowatts).
- **Les écorces** : Elles proviennent des sous-produits des industries de première transformation. Les écorces sont peu onéreuses, mais donnent plus de cendres et ont un moins bon pouvoir calorifique.

L'équivalence énergétique entre les combustibles est le suivant :



Cette équivalence énergétique dépend toutefois du taux d'humidité du bois. En effet un bois sec permet une meilleure combustion, il fournit environ **deux fois plus** d'énergie qu'un bois humide.



Ressources en Seine et Marne :

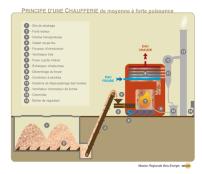
La filière bois peut être exploitée en Loiret. En effet, une partie importante du territoire est couverte par des massifs forestiers.

La région recense par ailleurs de multiples établissements spécialisés dans la transformation du bois qui pourraient également être utilisés pour l'apport de matières premières pendant le chantier.

Technologie:

Le chauffage au bois est de plus en plus présent dans les projet RE2020, leurs faibles émissions de gaz à effet de serre en font un système valorisé dans les calculs réglementaires. La technologie la plus répandue est la chaudière à granulés mais il existe d'autres technologies toutes aussi performantes (chaudières à plaquette ou à bois déchiqueté).

Chaque chaudière à bois se décompose par une zone de stockage, une zone de combustion et un échangeur. Suivant la technologie, l'acheminent du combustible (le bois) peut être automatisé, comme pour les chaudières à granulés et le système d'alimentation de vis sans fin. La combustion peut se faire de trois manières différentes, soit la combustion est montante (faible rendement), soit horizontale ou



bien inverse (bon rendement). Les gaz de combustion à haute température sont envoyés vers l'échangeur thermique afin de réchauffer l'eau.

Constat:

Cet équipement peut être installé en individuelle pour chaque parcelle ou en chaufferie collective.

3.2.3 Géothermie

La géothermie très basse énergie exploite, par l'intermédiaire de pompes à chaleur, la chaleur en sous-sol (jusqu'à 100 m de profondeur sans avoir recours à une enquête public) grâce à des sondes verticales ou en sol de surface (de 0 à 1m de profondeur) grâce à des sondes horizontales.



Géothermie de surface



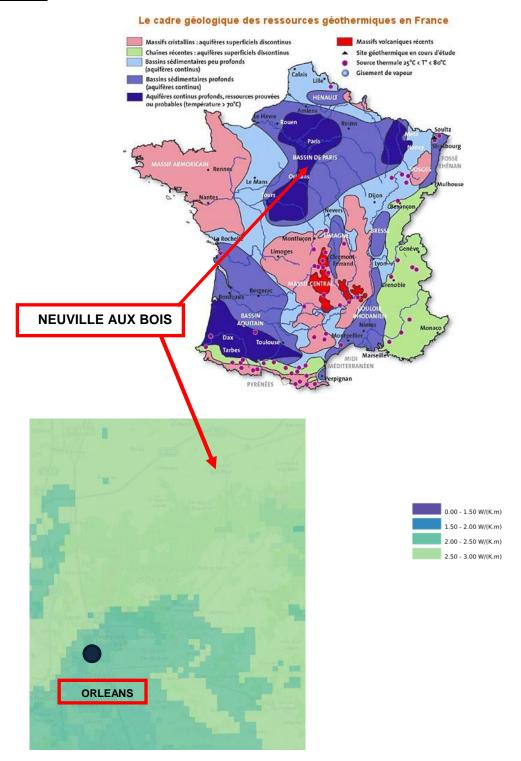
Géothermie verticale

NOVAM **

La technologie la plus répondue est la géothermie verticale permettant de moins être soumis aux conditions climatiques extérieures et d'être moins gourmand en surface de terrain.



Gisement local:



La carte de France indique un potentiel sur le secteur où se situe le projet avec de fort aquifère permettant d'avoir un transfert thermique important. La second carte représente le potentiel en région Centre Val de Loire.

Conductivité thermique moyenne du sous-sol à 100m de profondeur : 2,77 W/K.m Conductivité thermique moyenne du sous-sol à 200m de profondeur : 2,62 W/K.m

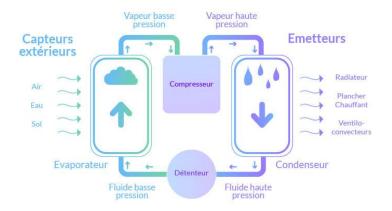
Il existe un potentiel à l'installation d'une géothermie, cet équipement peut être installé en individuelle pour chaque parcelle ou en chaufferie collective.



3.2.4 Aérotherme

Les pompe à chaleur aérothermique (Air/Air et Air/Eau) fonctionne en récupérant les calories disponibles dans l'air ambiant avec un fluide frigorigène. Les changements de phase de ce fluide permettent de transférer la chaleur à l'air ambiant selon les différents émetteurs de chaleur.

Les performances de ces systèmes sont favorisées dans les climats tempéré. Le coefficient de performance doit être supérieur à 3. Les températures attentes sur le site sont très rarement en dessous de 0°C ce qui fait de ce système une bonne réponse aux besoins de chaleur.



Ce système a également l'avantage de pouvoir (suivant les émetteurs retenues) produire du froid. Cela permettra d'atténuer les inconforts estivaux dans les bâtiments.

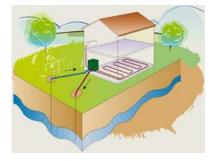
Constat:

Cet équipement est adapté à une installation individuelle dans chacun des bâtiments des parcelles. Cette technologie éprouvée est fortement prisée dans les constructions correspondant aux typologies d'usage du site.

3.2.5 Aquathermie

La chaleur des nappes d'eau souterraine peut être récupérée par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur. La très faible variation de température des nappes d'eau souterraine permet d'assurer des performances constantes tout au long de la saison de chauffe. Cependant, une eau de nappe est une source exploitable à condition que le débit soit suffisant et stable et que la qualité de l'eau soit contrôlée.

Dans les roches dures et sans perméabilité d'ensemble rencontrées dans le socle, l'eau circule à la faveur des fissures. La productivité d'un forage est donc très variable. Les zones productives doivent être mises en évidence au préalable par des méthodes géophysiques.



Nota : une pompe à chaleur utilisée pour le chauffage d'un bâtiment exploite la ressource en eau en période hivernale. Aucun conflit d'usage n'est rencontré à cette saison, une telle exploitation est alors possible sans poser de problème pour la gestion de l'eau. En revanche, un usage en période estivale est à éviter.

Constat:

L'installation d'une aquathermie doit se faire après une étude spécifique du potentiel des nappes d'eau disponible. Les performances d'un tel dispositif sont importante mais peuvent avoir un impact sur la biodiversité locale avec le puisage d'eau dans un puit et le rejet dans un deuxième.

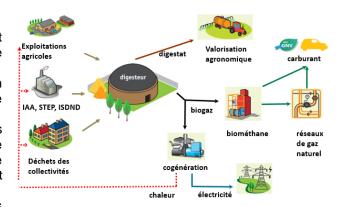
3.2.6 Déchets organiques valorisables : méthanisation

Le phénomène de méthanisation naturel se produit principalement dans les centres d'enfouissement ou encore dans les stations d'épuration.

On peut également créer des unités de méthanisation où par un réseau de collecte les digesteurs sont alimentés en matière putrescible sur un site dédié à ce processus.

La décomposition anaérobie génère différents composés gazeux et de la matière résiduelle appelée « digestat ». Ce mélange gazeux est constitué de méthane (CH4) à hauteur de 55-70%, de dioxyde de carbone (CO2) à hauteur de 30-45% et de traces d'autres gaz.

La méthanisation s'applique à la plupart des déchets organiques





- Municipaux : déchets alimentaires, journaux, emballages, textiles, déchets verts, eaux usées, boues de stations d'épuration, matières de vidange
- Industriels : boues des industries agroalimentaires, déchets de transformation des industries végétales et animales, fraction fermentescible des déchets industriels banals
- Agricoles: déjections d'animaux, substrats végétaux solides.

Le biogaz obtenu est une énergie renouvelable qui peut être valorisée pour produire :

- de la chaleur, en servant de combustible pour des chaudières,
- de l'électricité par l'intermédiaire de turbine à gaz,
- de la chaleur et de l'électricité par cogénération

Le biogaz peut être réinjecté dans le réseau de gaz naturel ce qui donne une certaine valeur ajoutée au réseau de gaz. Son pouvoir calorifique inférieur (PCI) est de 9,42 kWh/m3, mais il dépend de la composition du biogaz qui varie en fonction de la nature des déchets et des conditions de fermentation.

De plus, l'utilisation du biogaz a un effet bénéfique sur l'effet de serre : elle permet de brûler le méthane produit lors de la fermentation des déchets et d'éviter ainsi que ce gaz à effet de s erre à très fort pouvoir réchauffant ne soit libéré dans l'atmosphère. Il se substitue à d'autres sources d'énergie fossiles, plus polluantes. A titre d'illustration, une unité moyenne de méthanisation agricole permet, uniquement grâce au traitement d'effluents d'élevage, une réduction des émissions en gaz à effet de serre de près d'un millier de tonne équivalent CO2.

Constat:

La méthanisation est adaptée à des usages industriels spécifiques. Sans information sur un potentielle industrie sur la zone d'activité il n'est pas possible d'installer une telle valorisation d'énergie.

3.2.7 Récupération d'énergie fatale

Il existe des ressources inutilisées d'énergie qui sont des rejets issus de process industriels. Ces rejets se présentent sous la forme de gaz chauds ou d'eau chaude, désignés sous le terme d'énergie fatale. Les industries devront être vigilantes sur leurs process mis en place et la récupération d'énergie possible (exemple : récupération par des échangeurs des calories des eaux usées pour préchauffer des fluides de certains process, réintroduction d'air filtrée pour une entreprise de menuiserie, récupération d'énergie sur les systèmes d'air comprimé, récupération d'énergie sur un circuit d'eau de refroidissement de process pour une entreprise de mécanique...), en respectant à chaque fois les règlements sanitaires en vigueur.

La source principale de valorisation dans les industries peut se faire sur les rejets à basse température.

S'il y a des besoins de chaleur sur site (Ex: Vapeur basse pression; Eau surchauffée...):

- Les échangeurs bas niveaux de températures :
 - 0 Gaz/gaz
 - 0 Liquide/Liquide
 - Gaz/Liquide
- Les pompes à chaleur pour industrie :
 - PAC électrique HT
 - o PAC HT Moteur Gaz
 - o PAC Absorption Gaz
- Les systèmes de stockage thermique :
 - Matériaux à changement de phase
 - Stockage thermochimique

S'il n'y a pas de besoin de chaleur sur site :

- Les systèmes de valorisation électrique :
 - ORC (Cycle Organique de Rankine) 0
 - Moteur de Stirlina 0
 - Thermoélectricité 0

La récupération d'énergie peut être étudiée pour être valorisée dans le cas d'un raccordement à un éventuel futur réseau de chaleur de type smart grids thermiques.

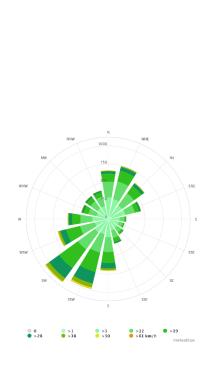


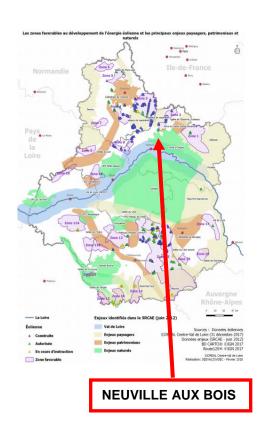
Une complémentarité entre entreprise peut également se présenter (production « chaud » pour une activité / production « froid » pour l'autre activité) à l'échelle de la zone. Une interaction serait alors à étudier.

Constat:

La récupération d'énergie fatale est directement liée aux consommations propre des bâtiments. Cette démarche devra se faire au sein de chaque société si un poste de consommation est très important et est compatible avec un système de récupération d'énergie.

3.2.8 Eolien





Le site ne se situe pas en Zone de Développement prioritaire d'Eolien (ZDE). Ainsi il sera compliqué de porter un projet éolien.

En revanche, l'installation de petites éoliennes urbaines, dont la hauteur du mât est inférieure à 12 m, pourraient voir le jour, mais de façon limitée. Ces éoliennes ne seront pas suffisantes pour couvrir la totalité des besoins même si elles fonctionnent avec de faibles vitesses de vent (à partir de 1-3 m/s).

Ce type de système n'est pas soumis à l'obligation de rachat de l'électricité d'EDF, mais l'électricité produite peut tout de même être rachetée par des sociétés privées partenaires en tant que « responsable d'équilibre » pour le Réseau de Transport de l'Electricité (RTE).

De plus, ces éoliennes ne sont généralement soumises à aucune autorisation, seulement à une déclaration de travaux. Elles peuvent néanmoins générer un impact visuel et sonore selon les modèles.

Une déclaration préalable doit être déposée en mairie et une assurance spécifique doit être contractée (risque pour les riverains en cas de tempête).

La zone est classée en gisement d'énergie important et la direction du vent est favorable à la zone d'activité.

Constat:

Il y a du potentiel sur la zone d'activité pour l'installation de petites éolienne (inférieur à 12m) cependant la zone de fait pas partie d'une Zone de Développement prioritaire d'Eolien (ZDE).



3.2.9 Hydraulique

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chute, cours d'eau, marée. Ce mouvement peut être converti dans une centrale hydroélectrique.

La quantité d'énergie hydraulique produite dépend de deux facteurs : le débit de la source hydraulique et la hauteur de chute. Une faible masse d'eau tombant de haut produira la même quantité d'électricité qu'un fort débit d'eau dévalant un faible dénivelé.

Sur un cours d'eau, deux types d'aménagements sont réalisables :

Les aménagements au « fil de l'eau » :

Ils sont principalement installés dans des zones de plaines, sur de grands fleuves ou de grandes rivières à fort débit mais à faible chute. Ils n'ont donc aucune capacité de stockage, et produisent l'énergie en fonction des apports en eau du moment. 55% de la puissance est garantie toute l'année. Ces aménagements représentent 53% de la production hydroélectrique nationale, essentiellement sur le Rhin et le Rhône. Ils fournissent une énergie en base très peu coûteuse.

Hydrolienne Générateur électrique Courant

Les aménagements fonctionnant « par éclusées » :

La capacité de stockage permet une modulation de l'énergie dans la journée voire la semaine. Ils représentent 20% de la production hydraulique nationale, les trois quarts étant localisées dans le sud de la France. (Exemple : barrages)

Parties Control of Con

Sur les eaux usées :

Des micro hydroliennes peuvent être installées sur le réseaux de traitement des eaux usées. La station d'épuration de la zone d'activité est un espace ou un tel dispositif peut se mettre en place.

Il n'y a pas de source d'eau naturelle à proximité pour installer ce type d'équipement. Cette équipement peut rejoindre le paragraphe concernant le sujet de la récupération d'énergie fatale.

Constat:

Il n'y a pas de potentiel de gisement hydraulique sur le site



3.3 Tableau récapitulatif du potentiel énergétique

Energie	Constat	Pertinence
Réseau d'électricité	Réseau disponible	OUI
Réseau de gaz	Réseau de gaz naturel disponible à proximité.	OUI
Réseau de chaleur	Ne disposant d'aucun réseau existant sur le site, seul la création est envisageable.	NON
Solaire	L'énergie solaire sera à privilégier sous la forme d'apport solaire gratuit depuis les ouvertures des bâtiments et par l'installation de centrales photovoltaïques.	OUI
Bois énergie	Cet équipement peut être installé en individuelle pour chaque parcelle ou en chaufferie collective.	OUI
Géothermie	Il existe un potentiel à l'installation d'une géothermie, cet équipement peut être installé en individuelle pour chaque parcelle ou en chaufferie collective.	OUI
Aérothermie	Cet équipement est adapté à une installation individuelle dans chacun des bâtiments des parcelles. Cette technologie éprouvée est fortement prisée dans les constructions correspondant aux typologies d'usage du site.	OUI
Aquathermie	L'installation d'une aquathermie doit se faire après une étude spécifique du potentiel des nappes d'eau disponible. Les performances d'un tel dispositif sont importante mais peuvent avoir un impact sur la biodiversité local avec le puisage d'eau dans un puit et le rejet dans un deuxième	NON
Déchets organiques valorisables : méthanisation	La méthanisation est adaptée à des usages industriels spécifiques. Sans information sur un potentielle industrie sur la zone d'activité il n'est pas possible d'installer une telle valorisation d'énergie.	NON
Récupération d'énergie fatale	La récupération d'énergie fatale est directement liée aux consommations propre des bâtiments. Cette démarche devra se faire au sein de chaque société si un poste de consommation est très important et est compatible avec un système de récupération d'énergie.	Suivant industriel
Eolien	Il y a du potentiel sur la zone d'activité pour l'installation de petites éolienne (inférieur à 12m) cependant la zone de fait pas partie d'une Zone de Développement prioritaire d'Eolien (ZDE).	OUI
Hydraulique	Il y a pas de potentiel de gisement hydraulique sur le site.	NON



4 ETUDE DE FAISABILITE ENERGETIQUE

Les solutions de dessertes énergétiques s'envisagent sous deux formes :

- Soit un réseau de chaleur collectif, c'est-à-dire un système de chaufferie pour toute la zone industrielle desservant les différentes entreprises équipées en sous-station.
- Soit un système de chauffage bâtiment par bâtiment où chaque entreprise à sa propre génération d'énergie.

4.1 La faisabilité pour l'ensemble de la zone d'activité

La création d'un réseau de chaleur, pour être pertinent, doit répondre à une certaine demande en énergie.

L'installation échelonnée dans le temps des entreprises et l'incertitude sur leurs futurs besoins en énergie (besoins très fortement dépendants de leur activité : besoins de froid plutôt que de chaud pour certaines activités, non chauffage de bâtiment de stockage, faibles besoins de chauffage pour des bureaux, température de circuit de chaleur variable selon le type de process : basse à haute température, ...) rendent impossible les projections pour le dimensionnement d'un réseau de chaleur à l'échelle de la zone d'activité est à délaisser.

Du fait, du manque de pertinence de la desserte de la zone par un réseau de chaleur, le parc d'activité devra privilégier les solutions énergétiques performantes par entreprise. En travaillant individuellement, les installations de chauffage ou de refroidissement pourront être dimensionnées au plus juste selon les spécificités de chaque entreprise.

L'échelle individuelle étant la plus pertinente, c'est elle qui va être retenue pour la suite de l'étude des solutions énergétiques. L'enjeu est de déterminer les impacts environnementaux, techniques et économiques des différentes solutions susceptibles de couvrir les besoins d'un bâtiment.

4.2 La faisabilité à l'échelle d'une entreprise

4.2.1 Solutions de chauffage étudiées pour un bâtiment

5 solutions de chauffage font être étudiées :

- Chaudière gaz
- Système thermodynamique Air/Eau (Pompe à chaleur aérothermique sur émetteurs hydrauliques)
- Système thermodynamique Air/Air (Pompe à chaleur aérothermique sur émetteurs aérauliques)
- Système thermodynamique Eau/Eau (Pompe à chaleur géothermique sur émetteurs hydrauliques)
- Chaudière bois (granulés, plaquettes)

Quelle que soit la source de chaleur choisie, il convient d'opter autant que possible pour des émetteurs hydrauliques à basse température afin d'avoir une solution évolutive (radiateurs, panneaux rayonnants, batterie eau chaude sur CTA).

Seule l'énergie bois est une énergie renouvelable pouvant alimenter un réseau de chauffage à haute température de façon continue, (le solaire, la géothermie et la méthanisation de façon discontinue ou avec limite haute).

4.2.2 Hypothèses générales

Les coûts d'investissements :

Ils représentent l'investissement de l'installation complète (équipements énergétiques et main d'œuvre), y compris celle de l'appoint, du silo de stockage du bois lorsqu'ils sont nécessaires (hors génie civil). Néanmoins certaines solutions envisagées entrainent un surcoût dû au renforcement du réseau électrique et/ou de gaz qui n'a pas été inclus dans la présente étude.

Certaines solutions techniques étant couteuse à l'investissement, les pouvoirs publics ont mis en place des aides locales ou nationales pour aider le développement des énergies renouvelables. Ainsi l'ADEME par son « Fonds Chaleur » aides financièrement les projets de chaudière bois ou géothermie.

L'étude ne prend pas en compte les différentes aides locales.





Les coûts de fonctionnements

Ils représentent les frais annuels engagés pour exploiter et entretenir un projet sur la période d'analyse. Ils se composent des :

- Coûts d'exploitations : frais liés aux consommations des combustibles ou d'électricité.
- Frais d'abonnement et de maintenance :
 - Les frais annuels pour l'entretien des systèmes
 - Le remplacement de petits équipements périodiquement sans pour autant changer l'ensemble de l'installation. Ces coûts dépendent de la qualité des équipements initiaux, du bon dimensionnement, de la qualité de mise en œuvre et de la maintenance préventive.

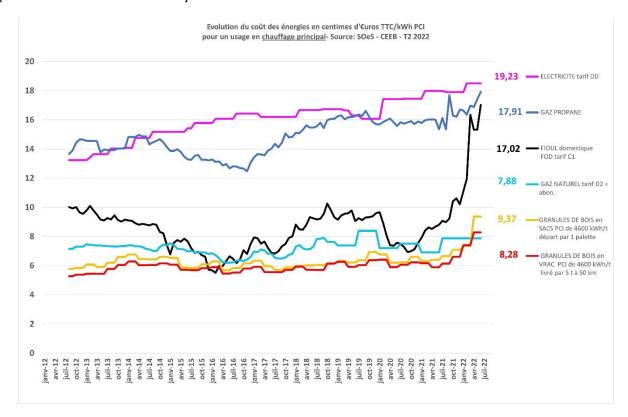
Nota : Pour étudier l'écart entre les différentes solutions, plutôt que leur valeur absolue, l'inflation n'a pas été considérée. L'étude comparative est donc réalisée en euros constants.

Cependant des hypothèses d'évolution des prix ont été prises, bien que cette évolution soit délicate à estimer sur une période de 20 ans, puisqu'elle dépend de l'offre et de la demande, des tensions politiques entre les pays producteurs (Moyen-Orient, Russie, Niger...) et les pays consommateurs (Europe, Chine, Etats-Unis).

	Gaz Propane	Electricité	Bois (granulés)
Coût de l'énergie (€HT/kWh)	0,15	0,18	0,08
Augmentation de couts de l'énergie (%/an)	5%	5%	5%

Nota: A la date de l'édition de ce rapport le cours des prix des énergies est fortement perturbé par la situation géopolitique. Les énergies étant directement ou indirectement indexé sur la pénurie en gaz naturel, nous avons pris l'hypothèses d'une hausse identique entre toutes les énergies.

Voici pour information la situation en juillet 2022 :





4.2.3 Impact environnemental : Emissions de gaz à effet de serre

	Gaz Propane	Electricité	Bois (granulés)
Emission de gaz à effet de serre (gCO2 / kWh PCI)	0,274	0,066	0,013
Emission de gaz à effet de serre en Equivalent Carbone (kg équi. C/kWh PCI)	0,0634	0,0491	0,0012

Seules les émissions de CO2 sont prises en compte dans l'étude. L'impact sur l'effet de serre des fluides frigorigènes des pompes à chaleur n'est pas comptabilisé. Par ailleurs d'autres émissions peuvent avoir un impact environnemental comme les déchets nucléaires ou les émissions de SO2 et NOx responsables notamment des pluies acides.

4.2.4 Scénarios énergétiques

L'étude comparative des énergies se fera sur un bâtiment de bureaux standard de 500m².

Puissance de chauffage : 54 kW Besoin de chauffage : 15 000 kWh/an

Rendement des émetteurs : 90% Rendement de la régulation : 95%

Rendement de distribution hydraulique: 85%

4.2.4.1 Chaudière gaz propane

Système de production de chauffage	
Générateur :	Chaudière Gaz à condensation
Rendement à puissance nominale :	97 %

AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES :

- Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.

Système autonome simple et bonne rapidité de chauffe.

(:)

- Energie fossile à forte émission de gaz à effet de serre
- Cette technologie est difficilement compatible avec la RE2020

4.2.4.2 Système thermodynamique Air/Eau

Système de production de chauffage	
Générateur :	PAC Air/Eau
COP Chaud:	3

AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES :

Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.



• Système autonome simple et bonne rapidité de chauffe.



Système abordable



Appoint électrique peut être nécessaire en hiver



• Unité extérieur émetteur de bruit



4.2.4.3 Système thermodynamique Air/Air

Système de production de chauffage	
Générateur :	PAC Air/Air (Emetteurs Air type cassette de climatisation)
COP Chaud:	3

AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES :

- Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.
- Système autonome simple et bonne rapidité de chauffe.
- Système abordable
- Possibilité de faire du refroidissement sur les émetteurs Air
- Appoint électrique peut être nécessaire en hiver
- Unité extérieur émetteur de bruit







4.2.4.4 Système thermodynamique Eau/Eau

Système de production de chauffage	
Générateur :	PAC Eau glycolée/Eau
COP Chaud:	4

AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES :

- Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.
- Système autonome simple sans apport de combustible
- Variation du potentiel selon la typologie du sol de la parcelle
- Coût d'installation important
- Unité utilisant un fluide frigorigène, éléments émetteur de gaz à effet de serre





4.2.4.5 Chaudière bois (granulés)

Système de production de chauffage	
Générateur :	Chaudière bois à granulés alimentation automatique à condensation
Rendement à puissance nominale :	90%

AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES :

- Combustible le moins cher du marché, énergie renouvelable et disponible en France
- Nouvelles chaudières performantes (environ 90 % de rendement).
- Besoin d'un espace de stockage dans un environnement sec.
- Modulation de puissance limitée.
- Entretien et maintenance importante
- Investissement onéreux
- Emplacement chaufferie important

















4.3 Tableau récapitulatif de la faisabilité énergétique

СО	UT GLOBAL		Gaz	PAC Air/Eau	PAC Air/Air	PAC Eau/Eau	Bois
	Besoins de chauffage	kWh/an	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
	Consommation Réseau de Chaleur	kWh _{EF} /an	0	0	0	0	0
9	Consommation électrique	kWh _{EF} /an	0	9 500	7 250	8 250	0
Bilan	Consommation gaz naturel	kWh _{EF} /an	19 950	0	0	0	0
Ē	Consommation bois	kWh _{EF} /an	0	0	0	0	21 000
	Consommation totale en énergie primaire	kWh _{EP} /m².an	36	45	34	39	38
	Etiquette énergétique		Α	Α	Α	Α	Α
	Montant de l'opération	€HT	2 500	7 500	10 000	61 100	13 200
	Prix du kWh (hors abonnement)	c€ HT	8,00	0,18	0,18	0,18	0,08
	Coût d'exploitation d'énergie P1	€HT/an	2 992,50	1 710,00	1 305,00	1 485,00	1 680,00
dne	Coût d'exploitation actualisé sur 50ans (exploitation + entretien – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2	€HT	187 524	204 883	159 200	176 503	207 499
économique	Coût global actualisé sur 50ans (investissement, exploitation – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2	€HT	190 024	212 383	169 200	210 603	215 199
	Coût du kWh thermique délivré par le générateur (en coût global) sur 50ans	c€HT/kWh	25,00	27,32	21,23	23,53	27,67
Bilan	Coût d'exploitation actualisé sur 50ans (exploitation + entretien + remplacement – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2+P3	€HT	190 024	212 383	169 200	189 003	217 499
	Coût global sur 50ans (investissement + exploitation+ entretien + remplacement – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2+P3	€HT	192 524	219 883	179 200	223 103	225 199
		tonnes CO2/an	4,85	1,71	1,31	1,49	0,00
Bilan	Emissions annuelles de gaz à effet de serre		1,26	0,47	0,36	0,40	0,03
	Etiquette Gaz à Effet de Serre		В	Α	Α	Α	Α

NOVAM

Plus les besoins en chauffage seront important et plus les énergies renouvelables tel que la géothermie et la chaudière bois seront compétitif



Comparaison des solutions en Coût global actualisé (investissement+P1+P2)

Euros 250 000 € 200 000 € 150 000 € 100 000 € 50 000€ 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 année **−**Gaz -PAC PAC PAC ---Bois

Air/Air

Eau/Eau

Air/Eau

