

Maître d'Ouvrage



SAINT-LOUIS AGGLOMERATION

Place de l'Hôtel de Ville – CS 50 199
68 305 Saint-Louis Cedex
Tél : 03 89 70 90 70

Création d'une zone d'activités

Territoire communal de Sierentz – lieu-dit « Gruen »

Architecte - Urbaniste

URBITAT+

URBITAT +
12 rue des Orfèvres
67 800 BISCHHEIM
Tél. : 09 75 55 63 05

Bureau d'ingénierie - mandataire



SERUE Ingénierie
4 rue de Vienne – Schiltigheim
B.P. 70008
67013 STRASBOURG CEDEX
Tél : 03.88.33.60.20

Paysagiste



IUPS
12 rue des Orfèvres
67 800 BISCHHEIM
Tél. : 06 88 91 45 02

Bureau d'ingénierie – Air-Bruit-traffic :



IRIS CONSEIL
48 Place Mazelle
57 000 METZ
Tél. : 03 87 18 48 91

Dossier de création d'une Zone d'Aménagement Concerté

Etude de faisabilité énergétique

Historique

INDICE	DATE	MODIFICATIONS	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE
0	2022-11-10	Première diffusion pour échange	CB	CB	GR

Identification du document



IDENTIFIANT DU DOCUMENT

T:\2021\VR-21-161 Sierentz - ZAI Gruen SLA\04 Travail\48 APA\VR-21-161-APA-2021-12-14-sommaire_etude_impact_Ind0.docx



SOMMAIRE

1 - ETUDE DE FAISABILITE ENERGETIQUE	4
1.1 - Préambule	4
1.1.1 - Contexte et objectifs.....	4
1.1.2 - PCAET – CIT'ERGIE.....	5
1.1.3 - Objectifs énergétiques.....	6
1.1.4 - Quelques définitions.....	6
1.2 - Etudes et réflexions préalables	7
1.2.1 - Performances thermiques des bâtiments	7
1.2.2 - Estimation des besoins en énergie.....	8
1.2.2.1 - Hypothèses	8
1.2.2.2 - Résultats	8
1.2.3 - Réflexion vis-à-vis des niveaux de mutualisation.....	9
1.3 - Evaluation du potentiel en énergies renouvelables disponibles localement.....	12
1.3.1 - Solaire photovoltaïque.....	12
1.3.1.1 - Principe de fonctionnement	12
1.3.1.2 - Généralités et potentiel.....	12
1.3.1.3 - Pertinence sur le projet.....	13
1.3.2 - Géothermie sur sondes géothermiques verticales ou sur nappe	13
1.3.2.1 - Principe de fonctionnement	13
1.3.2.2 - Généralités et potentiel.....	14
1.3.2.3 - Pertinence sur le projet.....	15
1.3.3 - Bois-Energie	15
1.3.3.1 - Principe de fonctionnement	15
1.3.3.2 - Généralités et potentiel (source www.fibois-alsace.com).....	17
1.3.3.3 - Pertinence sur le projet.....	17
1.3.4 - Energie fatale (réutilisation).....	18
1.3.4.1 - Principe de fonctionnement	18
1.3.4.2 - Généralités et potentiel.....	19
1.3.5 - Aérothermie	20
1.3.5.1 - Principe de fonctionnement	20
1.3.5.2 - Pertinence sur le projet.....	21
1.3.6 - Solutions écartées.....	21
1.3.6.1 - Solaire thermique	21
1.3.6.2 - Energie éolienne	21
1.3.6.3 - Géothermie « horizontale »	21
1.3.6.4 - Récupération de calories sur eaux grises	21
1.3.7 - Synthèse des ressources	22
1.4 - Réseau de chaleur	23
1.4.1 - Principe	23
1.4.2 - Avantages	24
1.4.3 - Limites	24
1.4.4 - Opportunité de raccordement à un réseau existant	24
1.4.5 - Opportunité de créer un réseau de chaleur	25
1.5 - SYNTHESE - Préconisation relatives à l'approvisionnement en énergies des bâtiments ..	25

1 - ETUDE DE FAISABILITE ENERGETIQUE

1.1 - Préambule

La présente étude est rédigée dans le cadre de l'opération d'aménagement sous forme d'une Zone d'Aménagement Concerté sur le territoire communal de Sierentz, à vocation d'activités. Ce projet étant soumis à la réalisation d'une étude d'impact systématique au titre de l'annexe de l'article R.122-2 du code de l'environnement, il doit contenir une étude du potentiel de mobilisation des énergies renouvelables ainsi que l'étude des possibilités d'avoir recours aux réseaux de chaleur ou de froid.

1.1.1 - Contexte et objectifs

Extrait de l'article L.300-1-1 du code de l'urbanisme :

« Toute action ou opération d'aménagement soumise à évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 du code de l'environnement doit faire l'objet :

1° 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 présent document a donc pour objectif de dresser un inventaire objectif et exhaustif des énergies renouvelables présentes et disponibles. Ces éléments permettent ensuite de mener une réflexion globale, à l'échelle de la zone d'aménagement, sur les faisabilités d'utilisation des énergies renouvelables ainsi que la récupération et la valorisation des énergies utilisées.

Ce document s'inscrit également dans la stratégie environnementale définie localement.

A l'échelle régionale, le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) Alsace, approuvé le 29 juin 2012, fixe des orientations et des objectifs selon 5 axes :

- **axe I** : la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la maîtrise de la demande énergétique ;
- **axe II** : l'adaptation au changement climatique ;
- **axe III** : la prévention et la réduction de la pollution atmosphérique ;
- **axe IV** : le développement des énergies renouvelables ;
- **axe V** : les synergies du territoire en matière d'air, d'énergie et de climat.

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) a été approuvé le 24 janvier 2020. Il définit dans son « Axe I – Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires », l'orientation « Choisir un modèle énergétique durable » déclinée en 5 objectifs :

- devenir une région à énergie positive et bas carbone;
- accélérer et amplifier les rénovations énergétiques du bâti ;
- rechercher l'efficacité énergétique des entreprises et accompagner l'économie verte ;
- développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique ;
- optimiser et adapter les réseaux et transport d'énergie.

L'objectif de l'étude est d'évaluer la disponibilité des différentes énergies renouvelables ou de récupération (EnR) sur le site, ainsi que la pertinence technique de leur mobilisation au niveau de la zone aménagée, afin d'apporter des éléments d'aide à la décision et des préconisations pour la réalisation de l'aménagement. Le recours aux EnR doit être envisagé comme le dernier maillon d'une chaîne vertueuse visant à réduire les consommations d'énergies fossiles non renouvelables et relocaliser la production. Cette étape doit intervenir après la mise en place d'actions de sobriété (suppression du gaspillage et diminution des besoins superflus) et d'efficacité (réduction des pertes énergétiques). Ces deux actions interviennent concrètement sur la diminution des besoins et consommations énergétiques. La mise en place d'EnR agit, quant à elle, sur les besoins non réductibles en énergie afin de rendre plus durable l'activité du site en limitant le recours aux énergies fossiles non renouvelables.

Cette étude intervient dans le cadre des études préalables, suffisamment en amont pour permettre une optimisation du parti d'aménagement si nécessaire selon les conclusions de l'étude. A ce stade, en l'absence d'informations précises concernant la programmation urbaines (surfaces de plancher des bâtiments par usage

et typologie, niveaux de performance énergétique visés, types d'activités développés), les données disponibles ne sont pas suffisantes pour permettre une évaluation énergétique, économique et environnementale chiffrée.

Le présent rapport est ainsi organisé de la façon suivante :

- l'étude et la réflexion sur les besoins en énergie et les niveaux de mutualisation à envisager est d'abord menée ;
- les potentiels en énergies renouvelables sont ensuite évalués, ainsi que les possibilités de les mobiliser aux différentes échelles de mutualisation possibles ;
- la possibilité d'exploiter un réseau de chaleur existant ou la faisabilité concernant la création d'un réseau de chaleur sont ensuite étudiées ;
- selon les conclusions tirées des premières études, des préconisations relatives à la poursuite des études d'aménagement sont ensuite proposées concernant la mobilisation des énergies pressenties.

1.1.2 - PCAET – CIT'ERGIE

Le Plan climat Air-Energie territorial est un document stratégique qui programme les actions du territoire de Saint-Louis Agglomération dans les domaines de la sobriété énergétique, la lutte contre le changement climatique et l'amélioration de la qualité de l'air. C'est un projet territorial à la fois stratégique et opérationnel, il prend en compte l'ensemble des enjeux climat-air-énergie autour de plusieurs grands objectifs :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre
- Adapter le territoire aux effets du changement climatique
- Encourager la sobriété énergétique c'est-à-dire les économies d'énergie dans tous les secteurs
- Améliorer la qualité de l'air
- Développer les énergies renouvelables et de récupération

Le PCAET s'applique à l'échelle du territoire de Saint-Louis Agglomération dans lequel tous les acteurs (entreprises, associations scolaires, citoyens, etc...) sont mobilisés et impliqués. L'objectif final est, pour tous, de limiter, à moins de 2°C, le réchauffement maximum de notre planète, fixé lors de la COP 21 à Paris.

Les objectifs stratégiques proposés ci-dessous respectent le cadre donné par la Stratégie Nationale Bas Carbone, le décret relatif au PCAET et suivent la trajectoire donnée par le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) pour la majorité des objectifs. Des grands objectifs découlent des orientations et actions concrètes à mettre en œuvre sur le territoire :

Pour chaque orientation, deux actions structurantes sont présentées dans cette synthèse.

Orientation 1 – Promouvoir et développer les mobilités durables

- Étendre et densifier les réseaux de transports alternatifs à la voiture individuelle : vélo, covoiturage, réseau de bus et marche active ;
- Soutenir et accompagner les acteurs économiques et touristiques dans leurs plans de mobilité et destination touristique vélo.

Orientation 2 – Améliorer la performance énergétique des bâtiments et des habitats

- Réduire fortement les consommations d'énergie du patrimoine des collectivités grâce aux soutiens techniques et financiers des acteurs publics ;
- Soutenir et accompagner les acteurs de l'habitat pour démultiplier les rénovations thermiques des logements individuels et collectifs.

Orientation 3 – Augmenter la production et la consommation d'énergies renouvelables

- Étendre et densifier les réseaux de chauffage biomasse dans les communes ;
- Mettre en œuvre un schéma des énergies renouvelables et de récupération (1ère étape : plan solaire)

Orientation 4 – Engager les activités économiques et touristiques

- Mettre en œuvre des zones d'activités exemplaires (haute qualité énergétique et environnementale) et promouvoir une offre de tourisme vert ;
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre du gestionnaire de la plateforme aéroportuaire et accompagner les démarches d'Écologie Industrielle et Territoriale.

Orientation 5 – Affirmer l'engagement écologique et adapter le territoire

- Mettre en œuvre le Contrat de Territoire Eau et Climat et la démarche collective sur l'agriculture et la ruralité ;
- Mettre en œuvre les actions de renaturation du Plan Rhin Vivant.

Orientation 6 – Déployer une démarche d'économie circulaire sur le territoire

- Être exemplaire en matière d'écoresponsabilité de la commande publique et favoriser les circuits courts ;
- Mettre en œuvre une déchetterie-ressourcerie avec un espace pédagogique d'accueil.

Diffuser la culture climat-air-énergie

Saint-Louis Agglomération, au travers ces différents outils de communication, communique régulièrement sur les actualités et les actions qui concernent la transition énergétique et écologique. Par exemple, dans le magazine intercommunal Mieux Ensemble, un dossier régulier de 4 pages « l'agglomération en vert » propose aux habitants des informations claires, des idées d'actions et fiches-infos à thèmes (la rénovation, le photovoltaïque, etc.).

Suivre et Évaluer

Saint-Louis Agglomération s'est engagé depuis 2016 dans une démarche volontaire de labellisation Climat-Air-Énergie (anciennement Cit'ergie). Ce label est un outil pour mettre en œuvre une politique de transition énergétique et écologique de manière efficace et l'évaluer grâce à des indicateurs globaux. Cette démarche permet également de s'appuyer sur un réseau national actif et sur les retours d'expérience de collectivités également engagées. En France, 226 collectivités sont dans la démarche de labellisation.

1.1.3 - Objectifs énergétiques

Le projet vise une certification énergétique, mais qui n'est pas encore totalement arrêtée. Des objectifs de performance énergétique des bâtiments seront donc fixés, au-delà des réglementations nationales et européennes minimales qui sont :

- la réglementation thermique en vigueur lors du dépôt du permis de construire (**à minima RE2020**), qui garantit un niveau de performance intrinsèque minimum des bâtiments ;
- les directives européennes d'écoconception (directives ErP) qui définissent des niveaux de performance intrinsèque minimum pour certains produits consommant de l'électricité : pompes, moteurs ou climatiseurs notamment.

1.1.4 - Quelques définitions

Réseau de chaleur :

Définition technique : le réseau de chaleur est constitué d'une chaufferie centrale et d'un réseau de canalisations enterrées et isolées desservant plusieurs sous-stations généralement équipées d'un échangeur.

Définition juridique : le producteur de chaleur exploitant la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de l'énergie thermique au moins au nombre de deux (distinct des chaufferies dédiées).

Chaufferie mutualisée :

Par opposition, chaufferie alimentant au moins deux bâtiments et dont l'exploitant est consommateur de l'énergie produite. Le transfert de chaleur s'opère via un moyen autre que par échangeur à plaque.

Energie utile : notée EU

C'est l'énergie réellement consommée par l'utilisateur final : la chaleur émise par un radiateur, l'électricité alimentant un téléviseur...

Energie primaire : notée EP

L'énergie primaire correspond à des produits énergétiques « bruts » dans l'état (ou proches de l'état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, solaire, bois (également déchets combustibles qui sont fournis par les activités humaines).

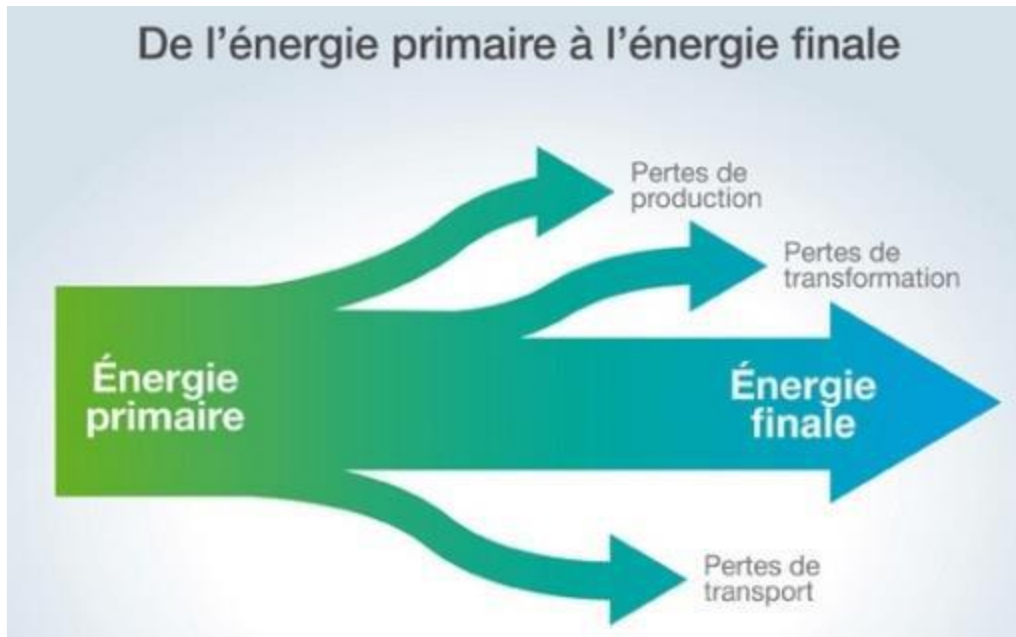
Energie finale : notée EF

L'énergie finale ou disponible est l'énergie vendue et livrée au consommateur pour sa consommation finale (électricité au foyer, essence à la pompe...).

Transformation d'énergie primaire en énergie finale :

Coefficients utilisés pour la transformation des différentes énergies primaires en énergies finales dans le cadre des labels Effinergie :

- Électricité : 2,30
- Bois énergie : 1
- Énergies fossiles : 1
- Solaire thermique : 0



De l'énergie primaire à l'énergie finale
Source : www.developpement-durable.gouv.fr

La notion d'énergie primaire permet d'intégrer la somme des énergies consommées pour la production, le transport et la transformation des énergies secondaires : l'électricité et les combustibles fossiles transformés notamment (gaz naturel purifié, pétrole raffiné...).

Transformation d'énergie primaire en électricité :

La transformation d'énergie primaire (nucléaire, chimique, mécanique ou thermique) en électricité s'accompagne de pertes. Ainsi, pour produire une quantité donnée d'énergie électrique au moyen d'une centrale nucléaire ou d'une centrale thermique, il faut consommer environ 3 fois plus d'énergie primaire.

1.2 - Etudes et réflexions préalables

1.2.1 - Performances thermiques des bâtiments

Dans le but de tenir les objectifs énergétiques détaillés dans le paragraphe précédent (à minima le respect de la réglementation énergétique 2020, appelée « RE2020 »), les résistances thermiques des différents isolants doivent être à minima de :

	Résistances thermiques (m ² .K/W)	
	Bureaux	Process
Mur extérieur	5,0	3,5
Toiture	7,5	5,0

Dallage	3,5 sur toute la surface	3,5 sur une largeur d'environ 2m par rapport aux murs extérieurs
Menuiserie (Uw en W/(m ² .K))	1,40	

1.2.2 - Estimation des besoins en énergie

Les besoins en énergie thermique et électrique sont estimés à l'échelle de l'opération, en énergie primaire.

1.2.2.1 - Hypothèses

Les choix énergétiques pour des zones d'activités dépendent de la nature des activités et des process éventuels. Un bâtiment de bureaux ne sera pas traité comme un hangar de stockage ou une zone de production.

Les besoins énergétiques spécifiques varient alors énormément d'un projet à l'autre. Il est donc par nature difficile d'établir des scénarii précis sans connaître avec exactitude la nature des activités de la ZAC.

Il a donc été pris un certain nombre d'hypothèses détaillées ci-après :

Général :

- Surface des bâtiments = en moyenne à 40% de l'emprise constructible des parcelles

Bureaux (RE2020) :

- Surface des bureaux = en moyenne à 10% de la surface des bâtiments
- Besoins réglementaires liés au chauffage, à la climatisation, à l'éclairage, à l'ECS et aux auxiliaires :
 - o Cep_maxmoyen = 86,7 kWh_{ep}/(m².an)
- Besoins « spécifiques » (besoins liés à la bureautique, électroménagers, etc.) :
 - o 100 kWh_{ep}/(m².an)

Locaux hors bureaux (RE2020) :

- Surface chauffée = en moyenne à 50% de la surface des bâtiments
- Besoins réglementaires liés au chauffage, à la climatisation, à l'éclairage, à l'ECS et aux auxiliaires) (*) :
 - o Cep_max = 130 kWh_{ep}/(m².an)
- Besoins spécifiques des locaux hors bureaux (besoins liés notamment au process) :
 - o 150 kWh_{ep}/(m².an) (**)

(*) A noter que les valeurs concernant la RE2020 pour ce type d'activités ne sont pas encore connues. Nous nous sommes donc appuyés sur les valeurs issues de la RT2012 encore en vigueur à ce jour pour ce type de locaux, auxquelles nous avons déduits 30%.

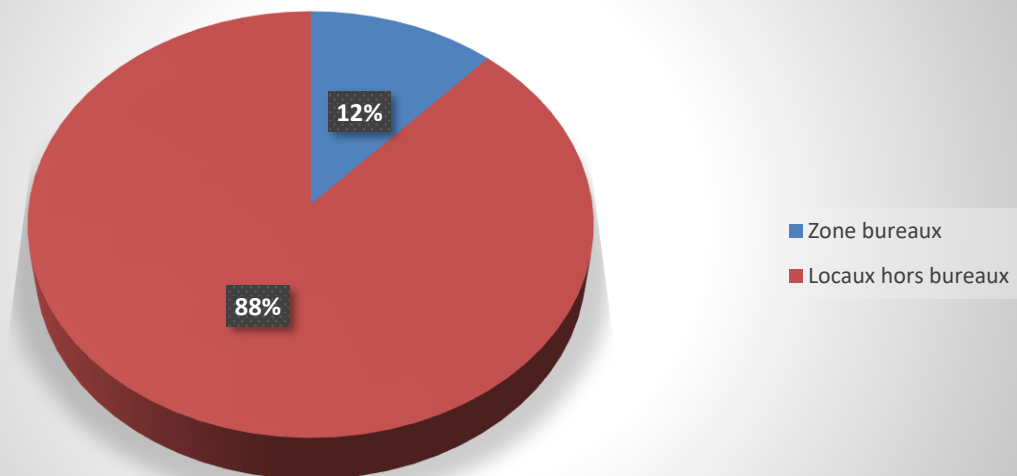
(**) Ce ratio est fortement dépendant de la nature des activités et des process éventuels

1.2.2.2 - Résultats

A partir des hypothèses présentées ci-avant, les résultats obtenus sont les suivants :

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	Total
Emprise constructible (ha)	4,59	1,34	1,31	1,30	2,06	1,36	1,43	13,39
Surface des bâtiments (m ²)	18 360	5 360	5 240	5 200	8 240	5 440	5 720	53 560
Surface bureaux (m ²)	1 836	536	524	520	824	544	572	5 356
Surface chauffée (m ²)	9 180	2 680	2 620	2 600	4 120	2 720	2 860	26 780
Zone bureaux								
Besoins réglementaires (kWh _{ep} /an)	159 181	46 471	45 431	45 084	71 441	47 165	49 592	464 365
Besoins spécifiques (kWh _{ep} /an)	183 600	53 600	52 400	52 000	82 400	54 400	57 200	535 600
Locaux hors bureaux								
Besoins réglementaires (kWh _{ep} /an)	1 193 400	348 400	340 600	338 000	535 600	353 600	371 800	3 481 400
Besoins spécifiques (kWh _{ep} /an)	1 377 000	402 000	393 000	390 000	618 000	408 000	429 000	4 017 000
Total (MWh_{ep}/an)	2 913	850	831	825	1 307	863	908	8 498

Répartition des besoins en énergie primaire selon l'usage des locaux



Les besoins en énergie sont pour près de 90% issus des zones hors bureaux, et pourront varier de façon importante en fonction des activités prévues dans la ZAC.

Ces estimations ne prennent pas en compte les besoins pour l'éclairage public dans la ZAC ni les autres équipements publics mis en place.

1.2.3 - Réflexion vis-à-vis des niveaux de mutualisation

La qualité et la pérennité de l'approvisionnement en énergie thermique et électrique à l'échelle d'une zone n'implique pas seulement le choix du bouquet énergétique, mais aussi le choix du degré de mutualisation des moyens de production.

Une mutualisation maximale doit être recherchée lorsqu'elle est possible. La mutualisation des moyens de production revêt de nombreux avantages :

- **environnemental** : c'est le meilleur moyen de mobiliser massivement les énergies renouvelables, car à l'échelle d'un bâtiment, les coûts et les contraintes d'intégration générés sont souvent rédhibitoires

à la mise en place d'une chaufferie bois, à la valorisation de la géothermie profonde ou sur aquifère, ou encore à la valorisation de la chaleur fatale d'installations commerciales ou industrielles ;

- **social** : c'est la garantie d'une meilleure stabilité des prix pour l'utilisateur qui n'est pas laissé à la merci d'une hausse importante probable des prix des énergies fossiles dans les prochaines années ;
- **économique pour l'utilisateur** : il n'a que la distribution secondaire à gérer (pas d'équipement individuel à entretenir) ;
- **technique** : la réduction du nombre de générateurs implique une réduction des contraintes d'entretien et de maintenance et favorise la pérennité des performances dans le temps et la continuité de fonctionnement ;
- **stratégique pour la collectivité** : couverture des besoins des bâtiments par des énergies renouvelables locales. En retenant le gaz, le quartier serait en effet « condamné » à consommer de l'énergie fossile sur les 50 prochaines années. A noter de plus que, malgré le « bonus » de consommation octroyé, les réseaux qui bénéficient de ce bonus représentent pour les bâtiments raccordés la solution de chauffage la plus vertueuse en termes d'émissions.

Dans la pratique, lors du choix des scénarios à étudier, on cherchera systématiquement et dans un premier temps, à créer des unités de production d'énergie thermique et électrique partagées entre au moins deux bâtiments, voir l'ensemble de l'aménagement. Selon les contraintes, on réduira progressivement le niveau de mutualisation jusqu'à l'obtention d'une solution faisable techniquement, cohérente avec les plannings, et rentable.

Les différents niveaux de mutualisation

L'application de l'article L300-1-1 du code de l'urbanisme inclut l'étude des opportunités de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur.

Or, au sens réglementaire, la définition du réseau de chaleur est restrictive ; elle se limite aux installations de production mutualisées dont le producteur de chaleur exploitant la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de l'énergie thermique.

Il serait dommage de se priver des nombreux avantages liés à la mutualisation des moyens de production dans le cas où la création d'un réseau de chaleur à l'échelle du quartier ne serait pas techniquement et économiquement faisable.

Ainsi, dans le cadre d'une opération d'aménagement, il convient d'étudier l'ensemble des échelles de mutualisation des moyens de production et de valoriser les niveaux les plus élevés.

A l'échelle de la zone :

C'est le niveau maximal de mutualisation. Un réseau de chaleur et/ou de froid alimente la quasi-totalité des bâtiments. A cette échelle, un très large panel d'énergies est valorisable et il est possible de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération) et à une production de froid (tri-génération). Le degré d'évolutivité est grand : une transition énergétique s'effectue uniquement par modification de la chaufferie centrale. Les besoins en maintenance sont réduits et assurés de façon centralisée par un même exploitant. Le réseau de chaleur présente un intérêt uniquement si la densité thermique est suffisante.

A l'échelle d'un lot :

Les bâtiments d'un même lot sont alimentés depuis une même chaufferie. On ne parle plus ici de réseau de chaleur au sens juridique mais de chaufferie mutualisée. A cette échelle également, le panel d'énergies valorisables est plus restreint. Il est éventuellement possible de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération).

Le degré d'évolutivité est limité : le nombre de chaufferies pénalise les possibilités de transition énergétique et des travaux lourds peuvent être nécessaires. A partir de cette échelle, la chaufferie peut être intégrée à l'un des bâtiments. Les besoins en maintenance sont plus importants puisque le nombre de générateurs est supérieur. La maintenance est assurée par autant d'entreprises qu'il y a de contrats de maintenance.

A l'échelle d'un bâtiment :

C'est le niveau minimum de mutualisation que l'on retiendra dans le cas où les degrés précédents se heurteraient à des obstacles économiques ou techniques. On retrouve alors une chaufferie par bâtiment.

A cette échelle également, le panel d'énergies valorisables est très restreint. Il est éventuellement difficile de combiner la production de chaleur à une production d'électricité (cogénération) de façon rentable. Le degré d'évolutivité est faible car les possibilités d'évolution des chaufferies individuelles sont quasi-nulles. Les besoins en maintenance sont très importants car il y a un grand nombre de générateurs sur le site. Les installations étant beaucoup moins techniques, la qualité de la maintenance est plus aléatoire.

Mutualisation et phasage de l'aménagement

Un aménagement en plusieurs phases n'est pas incompatible avec un degré élevé de mutualisation et ne remet pas en cause les possibilités de créer un ou des réseaux de chaleur.

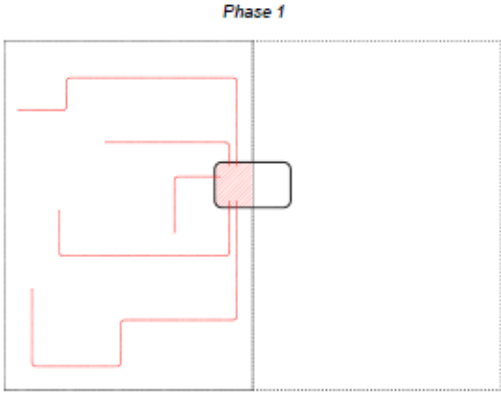
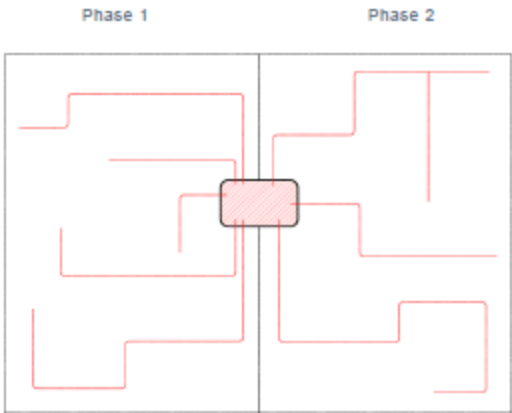
On peut envisager :

- la création d'un réseau distinct par phase, les chaufferies des différents réseaux pouvant être regroupées dans un même bâtiment afin de maîtriser l'impact sur l'aménagement, les nuisances produites et la consommation en surface au sol (voir exemple ci-dessous) ;
- la création d'un réseau pour la phase où la densité thermique est la plus importante, et un niveau de mutualisation inférieur pour les autres phases.

Exemple :

Une ZAC est aménagée en deux phases. Un intervalle de temps significatif sépare l'aménagement des deux phases.

Une surface de 400 m² est réservée à l'interface entre les deux phases pour la construction d'une chaufferie centrale.

<p><u>Phase 1 :</u> Un premier réseau de chaleur est construit, il alimente les bâtiments de la phase 1. Les deux chaudières alimentant ce réseau sont implantées dans un bâtiment construit sur 200 des 400m² disponibles (en rouge hachuré sur le schéma). Les 200 m² d'espace libre sur la parcelle réservée à la chaufferie centrale sont occupés par un aménagement commun temporaire.</p>	
<p><u>Phase 2 :</u> Un deuxième réseau de chaleur hydrauliquement indépendant du premier est construit pendant l'aménagement de la phase 2. Il alimente uniquement les bâtiments de la phase 2. Les deux chaudières alimentant ce deuxième réseau sont implantées dans l'extension du premier bâtiment, construite sur les 200m² jusqu'alors occupé par un aménagement temporaire.</p>	

1.3 - Evaluation du potentiel en énergies renouvelables disponibles localement

1.3.1 - Solaire photovoltaïque

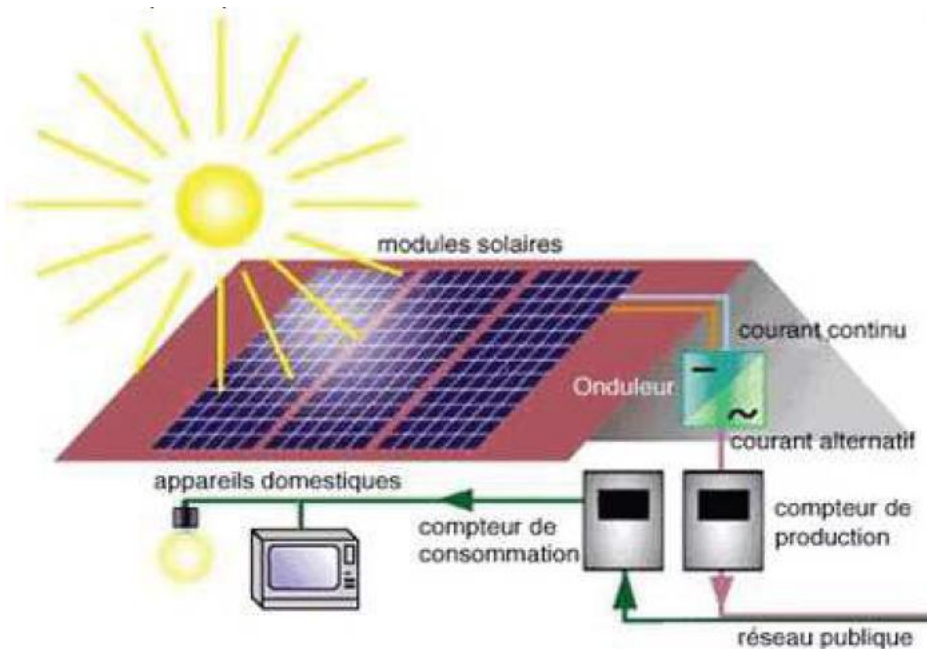
1.3.1.1 - Principe de fonctionnement

Installés en toiture ou sur des ombrières, des panneaux solaires photovoltaïques captent la lumière du soleil. Sous l'effet de la lumière, le silicium, un matériau conducteur contenu dans chaque cellule, libère des électrons pour créer un courant électrique continu. Un onduleur transforme alors ce courant en courant alternatif compatible avec le réseau de distribution collectif.

Une fois transformée en courant alternatif par un onduleur, l'électricité est utilisée sur site (autoconsommation) ou injectée dans le réseau contre une rente versée par un fournisseur (vente totale).

Il est ensuite essentiel de connaître et de calculer les taux suivants :

- **le taux d'autoconsommation** est la part d'électricité que vous consommez sur place par rapport à la totalité de l'électricité que vous produisez. La part restante, le surplus, étant soit réinjectée sur le réseau public d'électricité, soit perdue.
- **le taux d'autoproduction** désigne la proportion de l'électricité produite par rapport à votre consommation totale. Autrement dit, le taux d'autoproduction permet de mesurer la part de votre consommation électrique couverte grâce à votre installation, et donc le degré d'autonomie électrique de votre bâtiment.



Exemple d'installation avec capteurs solaires photovoltaïques

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> risques de panne limités possibilité de stocker l'énergie dans des batteries pour l'autoconsommation (onéreux) possibilité de revendre l'énergie au concessionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> la fabrication des panneaux a un impact négatif sur l'environnement. le rendement dépend de l'ensoleillement (orientation, inclinaison du panneau) entretien régulier coût

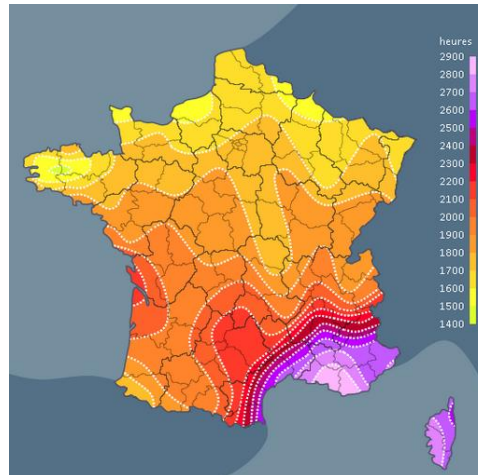
1.3.1.2 - Généralités et potentiel

L'énergie solaire est une énergie inépuisable et gratuite.

Cette énergie peut être exploitée pour produire de l'eau chaude sanitaire ou encore alimenter un circuit de chauffage.

La région Alsace présente un ensoleillement annuel de 1 700 heures en moyenne.

Le rayonnement solaire global journalier brut moyen reçu par mètre carré de capteur solaire horizontal est de l'ordre de 3,8 kWh/(m².jour). Cet ensoleillement est jugé favorable.



Source : www.sibelenergie.fr

Pour une installation de chauffe-eau solaire, une installation correctement dimensionnée assurera un taux de couverture solaire de l'ordre de 50 - 60% des besoins.

En région Grand-Est, la production de chaleur par le solaire thermique représentait en 2015 environ 121 GWh/an. La production est aujourd'hui essentiellement réalisée par des installations individuelles pour le préchauffage de l'ECS.

1.3.1.3 - Pertinence sur le projet

La production d'électricité par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques est une solution tout à fait envisageable pour la zone de projet.

L'installation pourra être :

- soit individuelle : les panneaux seront mis en place en toiture et chaque propriétaire gère ses installations ;
- soit collective : la production est centralisée, avec une mise en place sur des ombrières communes par exemple.

En cas d'autoproduction, les panneaux seront dimensionnés afin de couvrir la consommation minimale des bâtiments, aussi appelée bruit de fond ou talon (qui correspond à celle des appareils qui fonctionnent de façon quasi permanente).

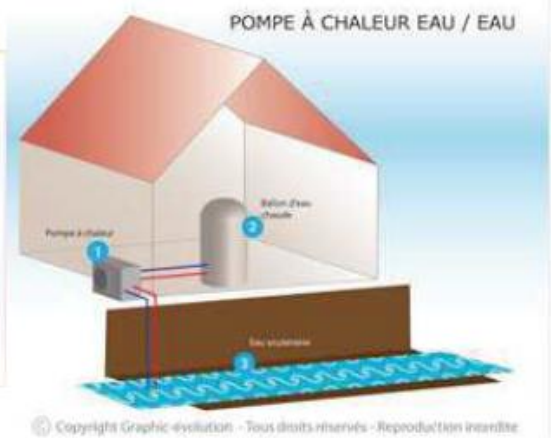
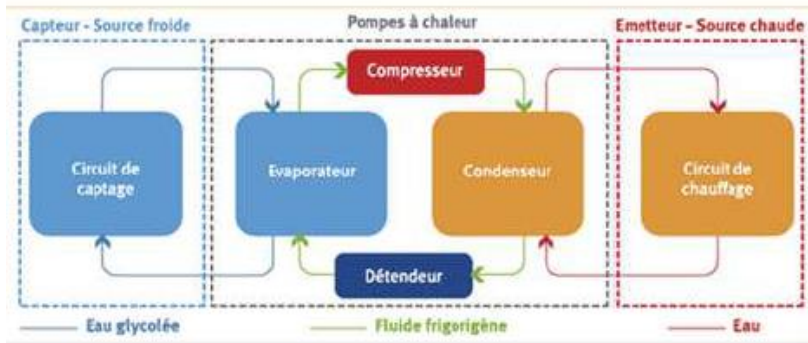
1.3.2 - Géothermie sur sondes géothermiques verticales ou sur nappe

1.3.2.1 - Principe de fonctionnement

La géothermie sur sondes géothermiques (ou sondes verticales) utilise des sondes installées dans des forages verticaux, pour valoriser l'énergie géothermique très basse température contenue dans les couches superficielles du sol.

Un fluide caloporteur est pompé en circuit fermé et permet d'extraire l'énergie du sous-sol à l'aide d'une pompe à chaleur.

La géothermie sur nappe/sur aquifère (ou géothermie très basse énergie) consiste, elle, à pomper l'eau d'une nappe souterraine par l'intermédiaire d'un forage pour l'acheminer, via un échangeur, jusqu'à la pompe à chaleur afin d'en prélever les calories, avant de la réinjecter dans l'aquifère par l'intermédiaire d'un second forage.



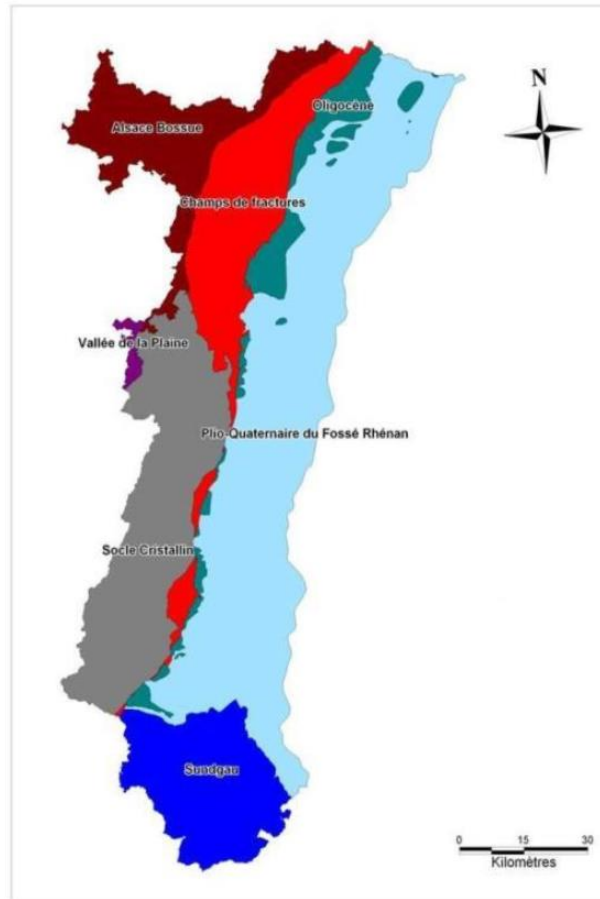
Pompe à chaleur eau/eau

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> rendement constant car la température de l'eau ou du sol est relativement constante tout au long de l'année fonctionne en mode chauffage et rafraîchissement possibilité de raccorder le circuit ECS les PAC eau/eau sont éligibles au crédit d'impôt et à la TVA à taux réduit fonctionnement silencieux refroidissement possible en été (PAC réversible) possibilité de faire du free-cooling 	<ul style="list-style-type: none"> onéreux : plusieurs forages sont nécessaires : l'un sert au captage, l'autre permet de rejeter l'eau dans son milieu intervenir sur les sous-sols est réglementé et nécessite des démarches administratives. prérequis : il faut avoir une nappe ou un cours d'eau à proximité et avec un débit suffisant si la nappe est trop profonde (>100m), la consommation électrique de la pompe réduit l'intérêt de recourir à une PAC. nécessite un entretien régulier ne convient pas aux émetteurs à haute température

1.3.2.2 - Généralités et potentiel

Le territoire alsacien se prête fortement au développement des installations de géothermie assistée par pompes à chaleur aussi bien sur nappe que sur sondes. En revanche de nombreuses zones sont complexes et le sous-sol contient des formations salifères et gypseuses qui nécessitent une approche particulière et des études de détails avant de planifier une opération.

La carte ci-dessous donne une idée du potentiel des aquifères pour une opération géothermique sur nappe : les aquifères (formation géologique contenant de l'eau mobilisable) sont disponibles sur plus de 45% du territoire. La réalisation de sondes géothermiques verticales est envisageable sur au moins 65% du territoire.



Source BRGM Alsace

La géothermie très basse énergie concerne l'exploitation des aquifères peu profonds et l'exploitation de l'énergie naturellement présente dans le sous-sol à quelques dizaines, voire quelques centaines de mètres.

L'Alsace est particulièrement favorisée par la présence de la nappe alluviale rhénane qui est l'une des plus importantes réserves en eau souterraine d'Europe. La quantité d'eau stockée, pour sa seule partie alsacienne, est estimée à environ 35 milliards de m³.

Sa température varie peu au fil des saisons, entre 8 et 12 °C, et assure une efficacité élevée même en hiver, dans le cas de son exploitation à travers des pompes à chaleur.

De par l'accessibilité de sa ressource et par les débits de pompage élevés dans les alluvions, la Plaine d'Alsace avec la nappe alluviale rhénane, correspondant géologiquement au Plio-Quaternaire du Fossé rhénan (en bleu clair sur la carte), se dégage comme le potentiel majeur.

(source www.geothermies.fr)

1.3.2.3 - Pertinence sur le projet

La ville de SIERENTZ se situant dans cette zone favorable (plaine d'Alsace) à l'exploitation de la géothermie très basse énergie, **il peut donc s'agir d'une énergie à favoriser dans le cadre de l'aménagement sous réserve d'une densité thermique suffisante (cf paragraphe 13.4.5).**

1.3.3 - Bois-Energie

1.3.3.1 - Principe de fonctionnement

Dans les chaudières (à granulés ou plaquettes...), le combustible est brûlé pour produire de la chaleur. Cette chaleur est ensuite transmise à un fluide caloporteur (de l'eau le plus souvent) qui alimente un circuit de chauffage auquel peut s'ajouter un ballon d'eau chaude pour la production d'ECS.

On nomme chaufferie bois énergie un local ou un bâtiment abritant une ou plusieurs chaudières bois reliées à un silo de stockage du combustible bois. Le combustible est ainsi automatiquement transporté jusqu'au foyer de la (ou des) chaudière(s) selon les besoins.

Le dimensionnement du silo dépend de la puissance et du nombre de chaudière. Il peut être enterré ou aérien. La fumée est évacuée par un conduit adapté.

La gestion des cendres est une véritable problématique des chaufferies biomasse car :

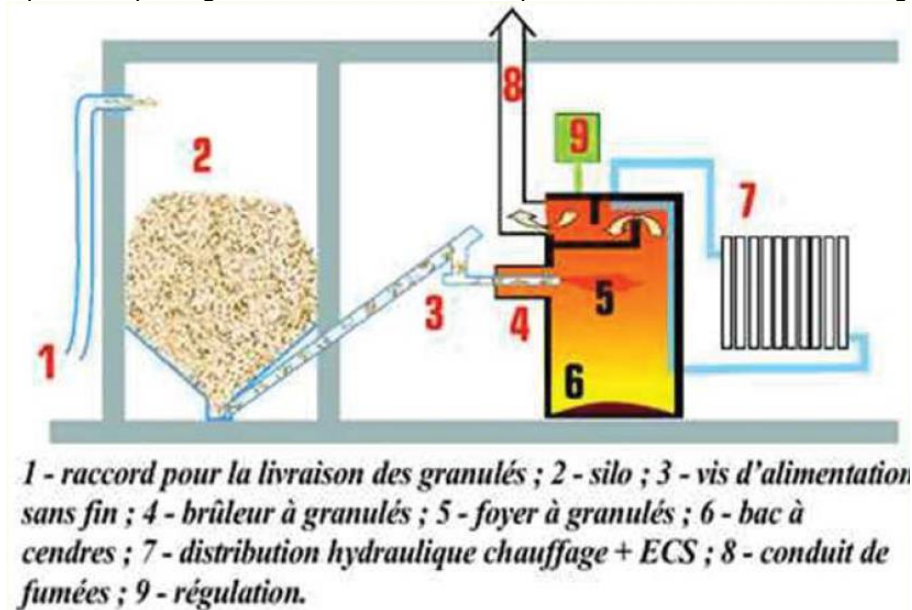
- lorsque la poubelle de cendres pour chaque chaudière est pleine, il faut évacuer cette poubelle sans pour autant stopper la chaudière ;
- il faut choisir un stockage qui résiste à la chaleur ;
- il faut trouver un usage aux cendres ou une filière d'évacuation car le taux de cendre des plaquettes forestières est compris entre 2 et 3%

Néanmoins, il existe aujourd'hui un système automatisé de conditionnement des cendres sous forme de big-bag pouvant immédiatement être enlevé en transpalette pour une valorisation agricole.

L'avantage de cette solution est que les cendres ainsi conditionnées peuvent être vendues à des coopératives agricoles locales, ce qui permet de financer une partie du combustible.

Les chaudières bois sont généralement associées à un autre mode de production de chauffage pour limiter les coûts d'installation et assurer le meilleur rendement possible.

Effectivement, pour un rendement optimal, la chaudière bois doit fonctionner le plus longtemps possible à pleine charge ce qui correspond généralement à 30% de la puissance maximale de chauffage.



Fonctionnement d'une chaudière à granulés

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • moderne avec une utilisation complètement automatisable • écologique : c'est un combustible naturel, peu polluant, avec un bilan CO2 vierge par replantation • propre : les systèmes de filtration moderne garantissent une très faible émission de polluants et les cendres de bois sains peuvent être valorisées en agriculture comme engrais 	<ul style="list-style-type: none"> • coût d'installation • nécessite un approvisionnement régulier • nécessite un silo • maintenance régulière (pour les cendres et les filtres notamment) • nécessite une deuxième production (avec une autre énergie)

<ul style="list-style-type: none">• social : il favorise l'enrichissement du patrimoine forestier et l'entretien des espaces ruraux et il est générateur d'emplois locaux• durable : sa consommation raisonnée n'entame pas le patrimoine des générations futures, la durée de reconstitution du bois est de loin la plus rapide par rapport aux autres combustibles• local : le bois provient des forêts régionales, dynamisant par conséquent directement les acteurs locaux (forestiers, entrepreneurs et transporteurs) ainsi, les dépenses de chauffage des usagers sont réinjectées dans l'économie locale• compétitif : le bois fait actuellement partie des combustibles les moins chers du marché et la proximité de l'approvisionnement permet de limiter les risques d'inflation liés aux crises internationales	
--	--

1.3.3.2 - Généralités et potentiel (source www.fibois-alsace.com)

L'intérêt environnemental du Bois-Energie est que la combustion du bois n'est pas considérée comme émettrice de CO₂, car ce CO₂ rejeté à la combustion est absorbé lors de la croissance du bois, créant ainsi un cycle.

La région Alsace est couverte à hauteur de 39% par des forêts. La forêt alsacienne représente 2 % de la surface forestière nationale et le bois récolté en Alsace 4% de la production française.

D'amont en aval, la filière forêt-bois est structurée en dix segments, qui couvrent les différentes activités de la gestion forestière jusqu'aux transformations successives du bois en passant par les activités de soutien (fourniture d'équipements, commerce, transport, bureaux d'études...).

Etant donné les gisements disponibles en Alsace, cette ressource est considérée, à ce stade, comme disponible pour l'aménagement de la ZAI.

1.3.3.3 - Pertinence sur le projet

L'utilisation du bois est justifiée dans la mesure où un niveau minimum de mutualisation est retenu. Une chaufferie bois produit de l'eau chaude à une température suffisante pour assurer la production d'ECS et le chauffage des bâtiments.

Il faudra toutefois étudier l'accessibilité des chaufferies bois pour le réapprovisionnement en combustible. Ce sujet devra être pris en compte lors des phases ultérieures du projet d'aménagement si cette solution est retenue.

Il peut donc s'agir d'une énergie à favoriser dans le cadre de l'aménagement sous réserve d'une densité thermique suffisante (cf paragraphe 13.4.5).

La solution la plus cohérente avec la nature et la localisation de la ZAC est la création d'une **chaufferie bois centralisée + réseau de chaleur alimentant chaque bâtiment.**

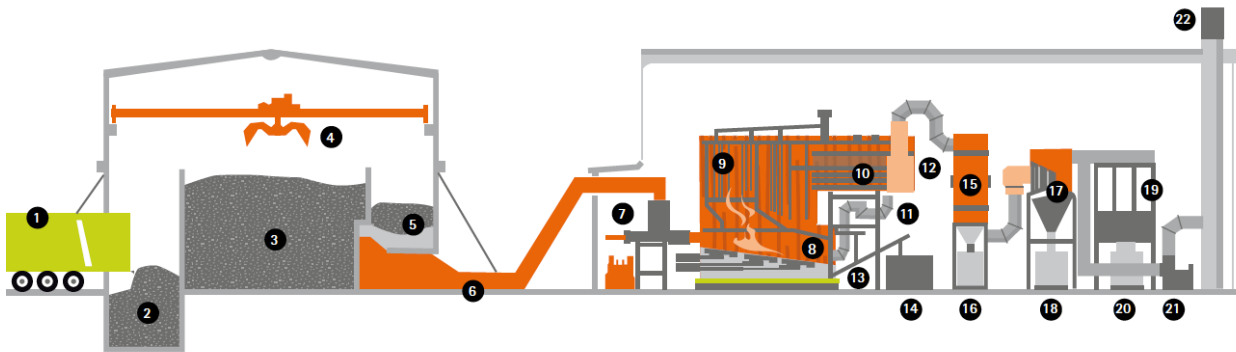
L'utilisation de la ressource bois sous forme de bois déchiqueté peut être envisageable pour alimenter une chaufferie centrale commune à l'ensemble des bâtiments. La chaleur produite serait ensuite distribuée dans les différents utilisateurs via un réseau de chaleur et des sous-stations (une par bâtiment).

Un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie mixte Bois-Energie / Pompe A Chaleur peut s'avérer intéressant pour un projet de ZAI, sous réserve d'une densité de bâtiments suffisante.

La chaufferie bois est une structure qui s'intègre généralement bien architecturalement dans l'environnement proche si l'on se place dans le contexte d'un projet urbain de ce type.

Elle nécessite cependant également une attention particulière concernant l'acheminement par poids lourds du combustible.

Le principe de fonctionnement d'une telle chaufferie est le suivant :



- | | | |
|---|--|--|
| 1 Livraison combustible par camions à fond mobile | 8 Foyer à grille dynamique | 16 Big bag cendres sous économiseur |
| 2 Fosse de déchargement | 9 Chambre de combustion bas NOx et CO ₂ | 17 Dépoussiéreur multicyclones |
| 3 Silo de stockage principal | 10 Échangeur à tubes de fumées | 18 Big bag cendres sous dépoussiéreur |
| 4 Pont roulant et benne preneuse | 11 Recirculation des fumées | 19 Filtre à manches |
| 5 Silo tampon et extracteurs à rateaux-poussoirs | 12 Ramonage automatique de l'échangeur | 20 Big bag cendres sous filtre à manches |
| 6 Convoyeur à chaînes | 13 Décendrage foyer et échangeur par vis cendres | 21 Ventilateur extraction fumées |
| 7 Clapet et poussoir d'introduction | 14 Benne à cendres | 22 Cheminée |
| | 15 Économiseur | |

Source www.bioenergie-promotion.fr

Le silo est en général enterré et dimensionné suivant l'autonomie à pleine charge (généralement de 3 à 5 jours).

Il est envisagé une implantation de la chaufferie au milieu de la ZAI, avec un silo enterré accolé à la chaufferie, à proximité d'une voirie de desserte accessible pour les véhicules lourds pour la livraison de bois.

La chaudière bois couvrira environ 85% des besoins thermiques et une pompe à chaleur d'appoint s'occupera des 15 % restant. Ceci permet de limiter l'investissement lié à la chaudière bois en mettant en place une chaudière moins puissante (puissance thermique maximale requise ponctuellement lors des températures extérieures les plus basses) et ainsi d'obtenir une meilleure rentabilité économique de l'installation.

1.3.4 - Energie fatale (réutilisation)

1.3.4.1 - Principe de fonctionnement

La majeure partie des processus industriels génère une énergie thermique sous diverses formes : effluents gazeux, dissipation thermique dans les ateliers, effluents liquides...

Cette énergie thermique, sous-produit des processus, est dite « fatale ». Cette énergie est rarement valorisée et est même quelquefois génératrice de consommations supplémentaires.

Certaines utilités constituent une autre source d'énergie fatale mobilisable : énergie perdue sur les compresseurs d'air, les pompes à vide, les compresseurs de froid industriel ou encore les fumées de combustion.

Une des principales orientations du SRCAE Alsace est d'optimiser la récupération d'énergie « fatale », en particulier celle provenant des UVE (Unité de valorisation énergétique).

La mise en œuvre de techniques de récupération et de stockage d'énergie à des coûts économiquement acceptables permet de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur industriel de façon rentable.

La valorisation de cette énergie s'effectue à l'intérieur du site, **on parle alors de réutilisation d'énergie fatale**, ou à l'extérieur du site, et dans ce cas on parle de récupération d'énergie fatale, action constitutive d'une démarche d'écologie industrielle.

L'énergie fatale est valorisée à l'intérieur du site ou à l'extérieur, dans ce cas via un réseau de canalisation enterré et un couple d'échangeur, similaire à un réseau de chaleur urbain.

Les possibilités de mobilisation dépendent des régimes de température permis par le processus source :

- Régime très haute température : > 300 °C : autre processus industriel compatible, production d'électricité et de chaleur par cogénération de type cycle de Rankine (turbine à vapeur) ou cycle combiné, chauffage des bâtiments, production combinée de froid et de chaud par absorption pour la climatisation ou un processus industriel ;
- Régime haute température : > 100 °C : autre processus industriel compatible, chauffage des bâtiments, production combinée de froid et de chaud par absorption pour la climatisation ou un processus industriel ;
- Régime basse température : < 60 °C : autre processus industriel compatible (type séchage), chauffage des bâtiments.



Machine à absorption permettant la production d'eau glacée (7/12°C) et d'eau tiède (35/30°C) à partir d'eau chaude (>90°C)

Source : Carrier



Cogénérateur à cycle combiné de Rankine permettant la production d'électricité et d'eau chaude (80/60°C) à partir de vapeur (>300°C)

Source : Turboden

Exemple d'équipements permettant de valoriser une énergie fatale thermique à différent régime de température

1.3.4.2 - Généralités et potentiel

Le potentiel est entièrement dépendant des types d'industries implantées sur la zone, et donc des quantités d'énergies fatales disponibles, de leur proximité avec les bâtiments demandeurs et de l'adéquation entre la demande et la production.

Les industries du papier, du raffinage, de la chimie, de la pharmacie et de la production de matériaux de construction sont les secteurs principalement concernés.

Le potentiel sera à étudier au cas par cas dès lors qu'un processus industriel générant de l'énergie fatale est prévu. Le potentiel est jugé important dès lors que :

- La puissance est suffisamment significative vis-à-vis de l'investissement induit (rentabilité financière)
- Le régime de température et le débit d'eau chaude produit sont compatibles avec les usages de destination (voir ci-dessus) ;
- La production d'énergie fatale s'effectue en quasi simultanéité avec la demande en énergie.

Pérennité

La pérennité de la ressource dépend de l'état de l'industrie produisant la chaleur fatale. Cette ressource ne peut donc pas constituer la seule source d'énergie pour les usages souhaités, et vient donc en complément de chaufferie biomasse ou à combustible fossile par exemple.

1.3.5 - Aérothermie

1.3.5.1 - Principe de fonctionnement

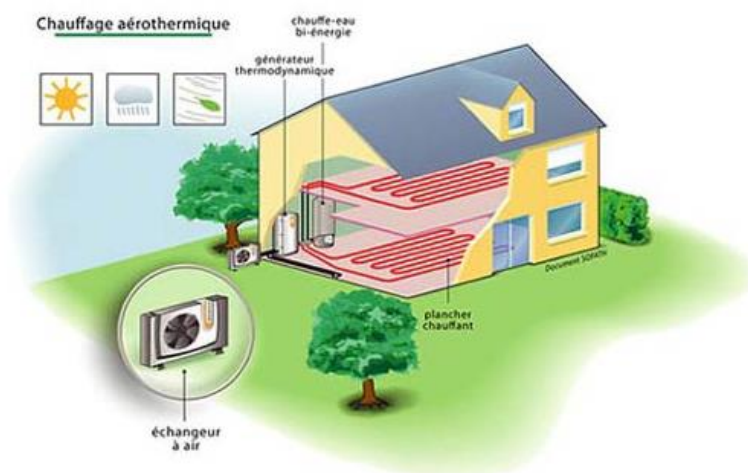
Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur aérothermique avec compression électrique est de puiser des calories dans l'air extérieur via un évaporateur dans lequel passe un fluide frigorigène formant un cycle, puis d'apporter le complément de calories nécessaire à l'obtention de la température désirée en augmentant la pression du fluide frigorigène via un compresseur.

Contrairement à la géothermie, il n'y a pas de contrainte foncière d'encombrement lourde, les Pompes à Chaleur pourront être installées en toiture des bâtiments en veillant à les dissimuler visuellement ou dans des locaux techniques.

Cependant, et tout comme pour la géothermie très basse énergie, cette technologie requiert un appoint électrique, d'où l'importance ici aussi de choisir un matériel présentant un **coefficient de performance élevé**.

La mise en place d'un mode de production de chaleur par Pompe à Chaleur Air/Eau devra appréhender l'impact acoustique de l'installation, selon l'arrêté du 31 août 2006, et veiller à le limiter à travers les actions suivantes :

- mise en œuvre de plots anti-vibratiles,
- implantation la plus éloignée possible du voisinage,
- mise en œuvre de matériaux absorbants en façades exposées à la réflexion,
- mise en œuvre de gravillons devant unité extérieure (plutôt que dalle béton),
- mise en œuvre d'un écran anti-bruit brise-vue sur unité extérieure,
- implantation sous les fenêtres, dans les angles rentrants et dans les cours intérieures proscrites,...



Fonctionnement de l'aérothermie / source : Sofath

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • une PAC peut être réversible et fournir de la chaleur l'hiver et du rafraîchissement l'été • simplicité de mise en œuvre • idéal avec un plancher chauffant (système basse température) • investissement limité • pas de stockage de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • performances très dépendante de la température extérieure → peut nécessiter un chauffage d'appoint • pollution sonore (préjudiciable en cas d'habitations à proximité)

1.3.5.2 - Pertinence sur le projet

Ce système est envisageable dans la zone d'aménagement même si les performances ne seront pas optimales au vu des températures extérieures négatives en Alsace.
L'installation individuelle (c'est-à-dire pour chaque bâtiment) est préconisée.

1.3.6 - Solutions écartées

1.3.6.1 - Solaire thermique

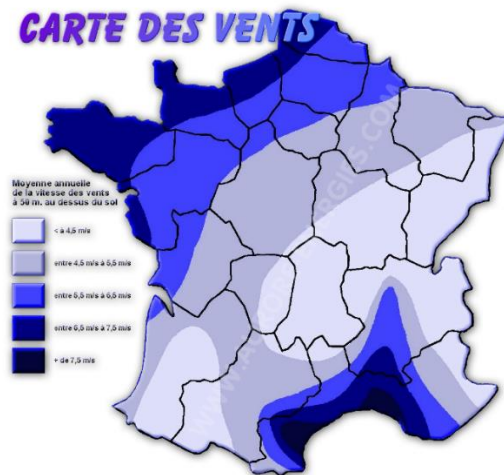
L'objectif est de chauffer l'eau chaude sanitaire avec le rayonnement solaire. Ainsi, des panneaux solaires captent le rayonnement solaire et le transforment en chaleur grâce à un absorbeur. L'absorbeur chauffe alors un fluide caloporteur qui transfère sa chaleur au ballon d'Eau Chaude Sanitaire (ECS), qui accumule la chaleur produite.

Etant donné que la zone d'aménagement concerne des industries dont les besoins en ECS seront, à priori, relativement faibles, l'utilisation des panneaux solaires thermiques n'est pas recommandée dans le cadre de la création de la ZAI.

1.3.6.2 - Energie éolienne

L'énergie éolienne n'a pas été retenue dans cette étude pour les raisons suivantes :

- fort impact visuel
- zone peu propice à l'implantation d'éoliennes comme l'indique la carte ci-dessous



Source www.aurore-energies.com

1.3.6.3 - Géothermie « horizontale »

La géothermie sur capteurs horizontaux n'a pas été retenue dans cette étude car la surface au sol nécessaire est trop importante au regard de l'implantation des bâtiments sur la ZAI.
De plus, la nappe phréatique sur la plaine d'Alsace est accessible à une profondeur très faible, ce qui justifie d'autant plus l'utilisation de la géothermie sur nappe développée ci-avant.

1.3.6.4 - Récupération de calories sur eaux grises

La récupération sur eaux grises (eaux usées hors « process ») n'a pas été retenue dans cette étude car le potentiel énergétique de cette solution dans le cas d'une zone industrielle est trop faible (faible volume d'eaux grises produit).

1.3.7 - Synthèse des ressources

Le tableau suivant récapitule les avantages et inconvénients des différentes solutions exposées ci-avant et donne le panel des énergies renouvelables retenues (en vert dans le tableau) dans le cadre de l'étude faisabilité concernant le potentiel de développement en ENR pour la ZAI GRUEN à SIERENTZ.

Ressource	Potentiel de la ressource	Niveau de mutualisation	Nécessité d'un réseau de chaleur	Pertinence pour le projet	Observations
Solaire photovoltaïque	Fort	Bâtiment	S.O.	Fort	Utilisation en autoconsommation ou en autoproduction.
Géothermie sur nappe	Fort	ZAC ou Bâtiment	ZAC : Oui Bâtiment : Non	Fort	La nappe phréatique en Alsace est très peu profonde : le potentiel de cette solution est avéré. Production réversible (production d'eau glacée). Energie éventuellement à utiliser en complément de la biomasse en mode chaud.
Bois-Energie (chaufferie centralisée)	Fort	ZAC	Oui	Moyen	La filière bois est très développée en Alsace. Solution couplée à un appoint comme une pompe à chaleur par exemple. (85% des besoins couverts par la chaudière bois)
Energie fatale	Potentiellement fort	ZAC ou Bâtiment	ZAC : Oui Bâtiment : Non	Potentiellement fort	Le potentiel de la ressource peut potentiellement être élevé, il sera entièrement dépendant des types d'industries implantées sur la zone.
Aérothermie	Moyen	Bâtiment	Non	Fort	Cette solution a l'avantage de permettre à chaque industriel d'être autonome par rapport à sa production de chaleur et/ou de froid. L'aérothermie permet également d'être réversible et donc de produire de l'eau glacée. Il faudra être vigilant et exiger des performances énergétiques et acoustiques minimums.
Solaire thermique (production ECS)	Fort	Bâtiment	S.O.	Faible	Besoins en ECS trop faibles pour l'utilisation de cette énergie.
Energie éolienne	Faible	ZAC	S.O.	Faible	La zone est peu propice et l'impact visuel est élevé.
Géothermie « horizontale »	Faible	Bâtiment	Non	Faible	La surface au sol nécessaire est trop importante et la solution sur nappe plus adaptée du fait de la proximité de la nappe phréatique en plaine d'Alsace.
Récupération des calories sur eaux grises	Faible	Bâtiment	Non	Faible	Faible potentiel de la ressource lié au faible volume d'eaux grises produit.

Des études complémentaires seront à mener ultérieurement pour conforter les différentes solutions et leurs potentiels.

1.4 - Réseau de chaleur

Comme évoqué en préambule de ce paragraphe, l'article L.300-1-1 du Code de l'Urbanisme indique :

« Toute action ou opération d'aménagement soumise à évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 du code de l'environnement doit faire l'objet :

1° 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 ;

Ces opportunités de création ou de raccordement à un réseau de chaleur sont étudiées dans le chapitre suivant.

1.4.1 - Principe

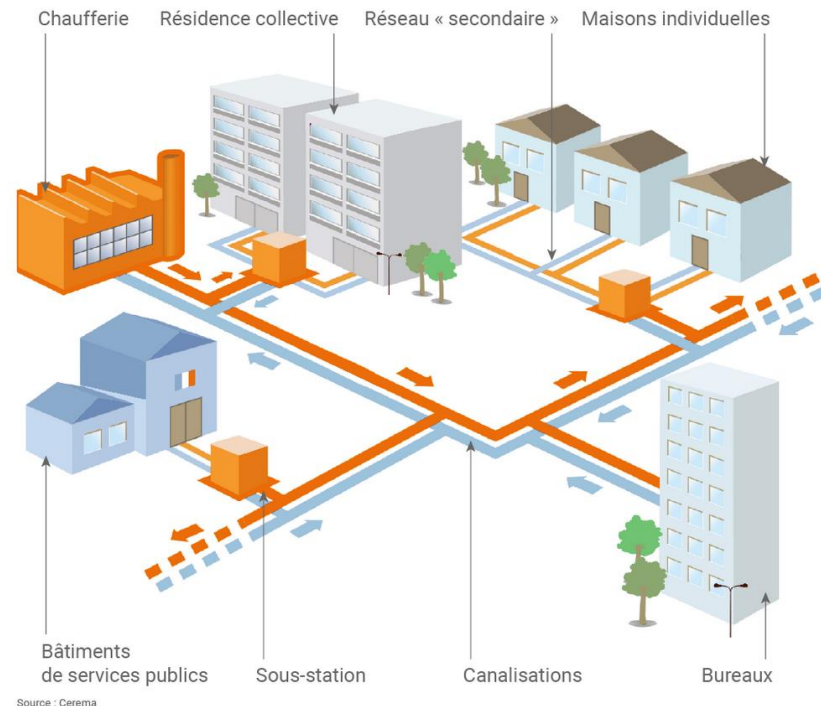
Un réseau de chaleur (ou réseau de chauffage urbain) est un système de distribution de chaleur à partir d'une installation de production centralisée et à destination de plusieurs consommateurs. La chaleur est transportée au sein d'un ensemble de canalisations, généralement à l'échelle d'un quartier.

Les réseaux de chaleur sont principalement utilisés à des fins de chauffage résidentiel (logements et eau chaude sanitaire) mais ils peuvent desservir de nombreux autres types de bâtiments : immeubles de bureaux, centres commerciaux, hôpitaux, usines, etc.

Les réseaux de chaleur répondent très souvent à des initiatives publiques locales, portées par des collectivités ou des organismes qui en sont proches.

Un réseau de chaleur se compose de trois éléments principaux :

- la chaufferie : système de production centralisée de chaleur qui peut comporter une ou plusieurs chaudières. Il en existe de nombreux types selon leur puissance et les énergies utilisées : gaz naturel, fioul, biomasse, géothermie, chaleur de récupération, etc. ;
- les canalisations : elles véhiculent un fluide caloporteur (eau ou vapeur d'eau) qui assure le transport de l'énergie thermique. Selon les réseaux de chaleur, la température de ce fluide peut être comprise entre 60°C (généralement pour la distribution de chaleur dans des immeubles d'habitation ou de bureaux) et près de 300°C (pour la fourniture de chaleur à usage industriel) ;
- les sous-stations : ce sont les échangeurs qui constituent les points de livraison de la chaleur. Une sous-station peut être associée à un bâtiment seul ou à un ensemble de bâtiments gérés par une même entité. Une fois ses calories transmises au niveau d'une sous-station, le fluide caloporteur refroidi circule en sens inverse jusqu'à la chaufferie. Le réseau de chaleur fonctionne ainsi en boucle.



Implantation d'un réseau de chaleur

1.4.2 - Avantages

Les réseaux de chaleur permettent de concentrer les contraintes liées à la production de chaleur et de pouvoir potentiellement :

- mieux maîtriser les nuisances (qualité de l'air, bruit, stockage de combustible, etc.) grâce à des actions centralisées au niveau de la chaufferie ;
- augmenter l'efficacité énergétique des systèmes de production grâce à des unités de qualité industrielle, pilotées et entretenues toute l'année par des professionnels ;
- faire évoluer le bouquet énergétique du chauffage de tout un quartier ou toute une ville sans intervention dans les bâtiments ou dans les rues en remplaçant par exemple une chaudière au fioul ou au charbon par une chaudière au bois au niveau de la chaufferie ;
- mobiliser des énergies renouvelables et de récupération peu utilisées par ailleurs comme la géothermie profonde, la chaleur fatale industrielle, etc.

1.4.3 - Limites

Les réseaux de chaleur ne peuvent se développer partout. Les principaux facteurs conditionnant l'implantation d'un réseau de chaleur sont : la densité urbaine, l'organisation spatiale de cette densité, la présence de bâtiments aux besoins de chaleur importants et stables (hôpitaux, etc.), le coût des travaux (variables selon le contexte urbain), la présence de ressources locales (notamment d'énergies renouvelables ou de récupération), etc.

L'opportunité d'un réseau de chaleur doit donc être étudiée au cas par cas.

1.4.4 - Opportunité de raccordement à un réseau existant

Dans un premier temps, il y a lieu d'étudier les opportunités de raccorder La ZAC à un réseau de chaleur existant situé à proximité.

En l'occurrence, aucun réseau de chaleur n'est situé à proximité pour permettre à la ZAC de se raccorder. Aucune opportunité de raccordement n'est donc envisageable.

1.4.5 - Opportunité de créer un réseau de chaleur

Au stade des études préalables d'aménagement, le premier critère de faisabilité d'un réseau de chaleur est la densité thermique. Elle correspond à la quantité d'énergie thermique livrée aux bâtiments par unité de longueur du réseau (longueur de tranchée).

La densité minimum des réseaux urbains existants se situe autour des 6 à 8 MWh livré en sous-station par mètre linéaire de réseau et par an.

Ces anciens ordres de grandeurs sont aujourd'hui rendus obsolètes par l'amélioration des rendements de la partie réseau, par la possibilité de compenser les pertes grâce au solaire thermique ou la valorisation de chaleur fatale et par l'intégration quasi-systématique d'une production d'électricité par cogénération.

On considère aujourd'hui qu'un réseau de chaleur peut avoir de l'intérêt à partir de **1 MWh/ml** (mètre linéaire=ml) à **1,5 MWh/ml** de réseau et par an, seuil à partir duquel le réseau entre dans les critères d'éligibilité aux subventions fond chaleur.

Sur notre projet, nous avons estimé (voir paragraphe 13.2) les besoins en énergie primaire à environ 8 500 MWh/an.

Ces besoins intègrent les besoins pour le chauffage et le rafraîchissement des locaux, mais également les besoins électriques liés à l'éclairage et aux process.

Si l'on était amené à créer un réseau de chaleur pour la ZAC, les besoins à prendre en compte pour le calcul de la densité thermique sont les besoins en énergie finale liés au chauffage des bâtiments (hors besoins électriques).

Ces besoins liés au chauffage des bâtiments sont estimés à environ 1 000 MWh_{EF}/an.

Avec une longueur de réseau estimée à environ 1800 ml, la densité prévisionnelle sur la ZAC du Gruen est de l'ordre de 0,55 MWh/ml.

La densité thermique est donc trop faible sur cette ZAC (ce qui est notamment lié aux ambitions énergétiques fortes sur les bâtiments neufs), et la création d'un réseau de chaleur ne présente pas d'intérêt pour cette opération.

1.5 - SYNTHÈSE - Préconisation relatives à l'approvisionnement en énergies des bâtiments

Suite à l'évaluation des potentiels en énergies renouvelable sur le site de la ZAC du Gruen à SIERENTZ, nous préconisons en priorité les pistes détaillées dans le tableau ci-dessous pour l'approvisionnement en énergie de l'aménagement.

Type d'énergie	Sources à valoriser (par ordre de priorité)	Echelles de mutualisation recommandées
Thermique (chauffage - rafraîchissement)	Aérothermie	Bâtiment
	Géothermie (sur nappe)	Bâtiment ou ZAC
	Energie fatale	ZAC ou bâtiment selon activités prévues dans la zone
Electrique	Solaire photovoltaïque	Bâtiment

Cette étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables a donc permis de conclure sur les solutions techniques les plus appropriées afin de développer les énergies renouvelables sur la ZAC, en prenant en compte le type d'activités futures, le phasage futur de l'aménagement et les difficultés de mutualisation des sources de production d'énergie sur ce type de projet.

A noter que du fait de la faible densité thermique et des faibles besoins du site, les solutions impliquant la création d'une production centrale (chaufferie bois ou géothermie à l'échelle de la ZAC) associée à un réseau de chauffage urbain ont été écartées pour des raisons de faisabilité et de rentabilité, malgré leur potentiel avéré (voir paragraphes 13.3.7 et 13.4.5).