RAPPORT D'ETUDE

ETUDE DE FAISABILITE POUR UN RESEAU DE CHALEUR TRISKELL SUD

PHASE 1 et PHASE 2 :

ANALYSE DES BESOINS ET DES CONTRAINTES
PROPOSITIONS DE SCENARIOS

Destinataire : Lorient Agglomération et Ville de Lorient

Rédacteur(s) : Marie DUBRUNFAUT

Référence document : MDT/RA/1.739/13.009

Date : 08/01/2014

Siège Social : ARMOEN Ingénierie – 26, rue du Couëdic – 56100 LORIENT
Tel : 09 82 53 09 68 - Fax : 01 43 99 29 50 - Courriel : contact@armoen.fr - Site Internet : www.armoen.fr
SIRET 532 717 444 00030 – Code NAF 7112 B

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2

1. CONTEXTE 4

1.1 Projet Triskell Sud 4

1.1.1 Présentation 4
1.1.2 Planning 4
1.1.3 Opportunité d'intervention 4
1.2 Filière Bois développée par la Ville de Lorient 5

1.2.1 Présentation 5
1.2.2 Gisement de production 5
1.2.3 Une opération réussie : la chaufferie du Moustoir 5

2. ANALYSE DES BESOINS 7

2.1 Bâtiments présents dans le périmètre du projet 7

2.2 Analyse énergétique 8

2.3 Analyse géographique 12

3. ANALYSE DES CONTRAINTES 15

3.1 Implication des acteurs 15

3.2 Contraintes techniques au sein des bâtiments 15

3.3 Faible intérêt de la production d'ECS 17

3.4 Analyse site par site 17

4. SCENARIOS DE RACCORDEMENT 27

4.1 Construction des scénarios 27

4.2 Description technique des scénarios 32

4.3 Conception de la chaufferie 37

5. PREMIERES ESTIMATIONS FINANCIERES 40

5.1 Subventions et aides financières 40

5.2 Investissement 40

5.3 Coûts d'exploitation 41

6. IMPLANTATION DE LA CHAUFFERIE 41

6.1 Surface nécessaire 41

6.2 Desserte en combustible 42

6.3 Emplacement 42

6.4 Plan Local de l'Urbanisme 44

7. REGLEMENTATION 45

7.1 Réglementation des chaufferies 45

7.2 Dossier ICPE 46

8. CONCLUSION 46

9. ANNEXES 48

9.1 Compte-rendu des visites de l'UBS 48

9.1.1 Le Paquebot.....48
9.1.2 Faculté de sciences humaines - Kerjulaude 48
9.1.3 Centre Kerneur.....50
9.1.4 Centre de recherche Christiaan Huygens.....50
9.1.5 ENSIBS.....50
9.1.6 Faculté de sciences (Sciences 1 et 2).....51
9.1.7 Bibliothèque universitaire et Services Généraux (Présidence) 52
9.1.8 IUT.....52
9.1.9 Vue globale du campus et des équipements de chauffage.....53
9.2 Compte-rendu de visite du Palais des Sports 54

9.3 Compte-rendu de visite de l'école maternelle Jean-Paul Sartre 55

9.4 Compte-rendu de visite de l'école de musique.....55

9.5 Compte-rendu de visite de la résidence de personnes âgées de Kerguestenen 56

9.6 Compte-rendu de visite du groupe scolaire de Lanveur 57

9.7 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec ESPACIL.....57

9.8 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec le CROUS 57

9.9 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec le syndic de copropriété FONCIA.....58

9.10 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec CAP LORIENT HABITAT.....58

9.11 Compte-rendu de la visite du collège lycée Saint-Joseph-La Salle 60

9.12 Compte-rendu de la visite du lycée Marie Le Franc 63

9.13 Compte-rendu de la visite du lycée Colbert 64

9.14 Compte-rendu de la visite du lycée Dupuy de Lôme.....67

9.15 Fiche standardisée des certificats d'économie d'énergie pour la production de chaleur renouvelable 70

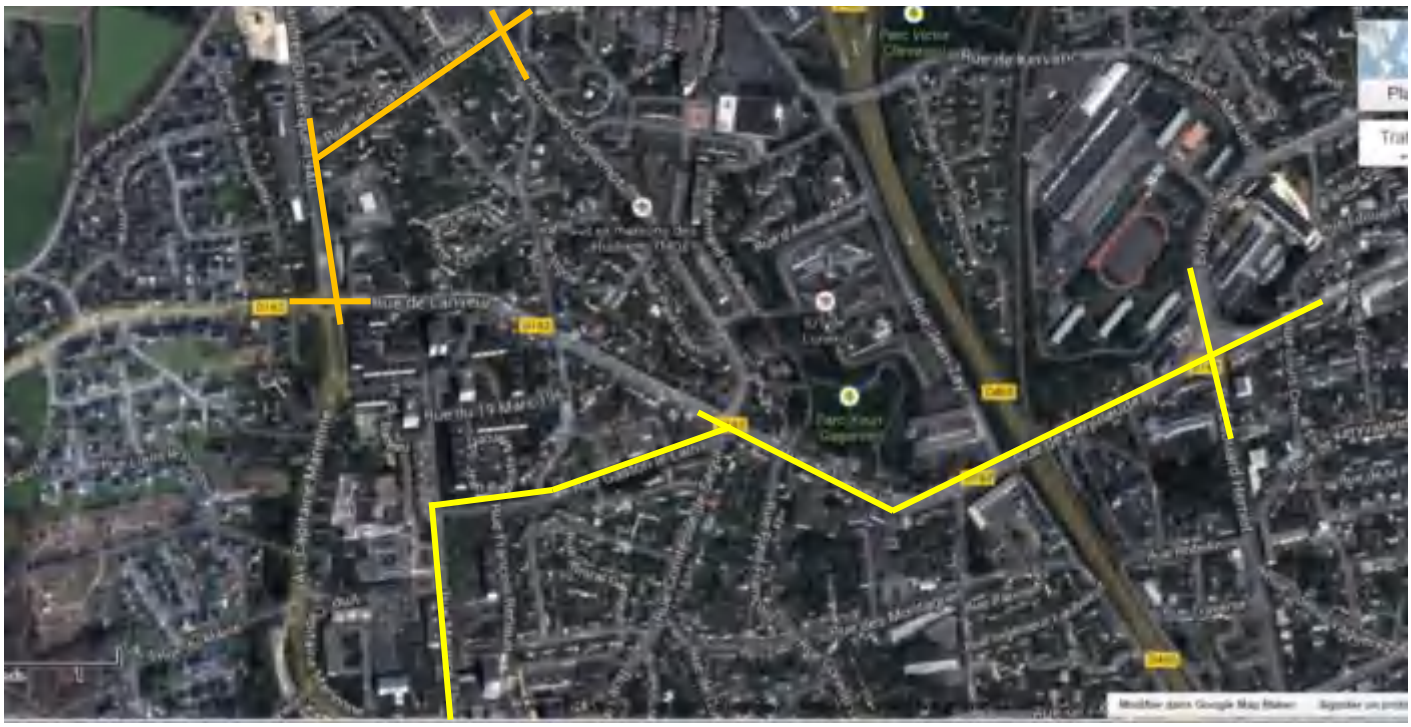
1. CONTEXTE

1.1 Projet Triskell Sud

1.1.1 Présentation

Le projet Triskell-Sud consiste en un projet de rénovation de voirie des rues de certains quartiers de Lorient. Il est compris dans le projet global Triskell.

Les travaux sont schématiquement représentés sur la vue aérienne ci-dessous.



Source vue aérienne : Google Maps

Les différentes couleurs représentent les différentes périodes d'exécution de travaux.

1.1.2 Planning

Le projet Triskell sera réalisé sur la période 2013-2017. Les travaux de la branche Sud commenceront en juillet 2014.

En se basant sur le schéma ci-dessus, les périodes d'exécution sont les suivantes :

- Secteur Kerjulaude-Jaurès-Gagarine-Restau U (tronçon jaune) : Juin 2014 à février 2016,
- Secteur Guillemot-Le C. St Haouen-Flandres-Dunkerque (tronçon orange) : Avril 2016 à mars 2017,
- Secteur Kerjoël-Dupuy de Lôme-Soye-Branches Nord et Sud Ploemeur (non représenté) : Juin 2014 à juillet 2015.

Le dernier secteur est situé sur la limite des communes de Lorient et Ploemeur. Il ne sera pas étudié dans le cadre de la présente étude. Celui-ci est en effet trop éloigné du périmètre d'étude.

1.1.3 Opportunité d'intervention

Lorient Agglomération va faire réaliser des travaux de réfection de voiries ayant des conséquences importantes sur la vie de riverains.

Ces travaux constituent donc une opportunité d'intervention appréciable à ne pas ignorer dans le sens où il serait inefficace et mal vécu par les riverains qu'une opération similaire pour la mise en place d'un réseau de chaleur soit organiser sur le même périmètre du TRISKELL SUD.

L'idée est donc de déterminer la faisabilité du réseau de chaleur afin de mutualiser les interventions au niveau de la voirie pour le TRISKELL SUD et la mise en œuvre du réseau de chaleur.

1.2 Filière Bois développée par la Ville de Lorient

1.2.1 Présentation

Une filière bois a été développée par la ville de Lorient depuis 5-6 ans. Elle consiste en l'évacuation et la récupération de déchets de bois (entretien des routes, élagage, forêts, …) qui sont broyés, transformés en plaquettes de chauffage et stockés pour une utilisation de chauffage par les bâtiments de la ville.

1.2.2 Gisement de production

Le bois déchiqueté consommé annuellement par la ville représente 5 GWh de chaleur produite. La grande quantité de combustible disponible permet de prévoir une augmentation de la production de chaleur à l'échelle de l'agglomération à 6,5 GWh à l'horizon 2020. Les réserves de plaquette sont en effet importantes puisque actuellement, une année de consommation est stockée dans les entrepôts. De plus, la filière bois n'en est qu'à ses débuts de développement puisque seulement 6 000 m^3/an sont consommés aujourd'hui pour un gisement annuel estimé à 50 000 m^3.

Le gisement de production de chaleur à partir de plaquette de bois est donc aujourd'hui très peu limité. Il s'agit également d'une ressource renouvelable aux très faibles émissions de gaz à effet de serre et dont toute la filière est maîtrisée par la ville de Lorient.

Lorient Agglomération ainsi que la ville de Lorient souhaitent donc mettre à profit ce gisement avantageux et déterminer les opportunités de chauffage au bois à grande échelle sur un ou plusieurs quartiers de Lorient.

1.2.3 Une opération réussie : la chaufferie du Moustoir

- **La chaufferie**

La ville de Lorient a mis en œuvre et exploite depuis 2003 une chaufferie bois située en centre-ville. Elle alimente un réseau de chaleur raccordé à l'hôtel de ville, la piscine du Moustoir, le théâtre ainsi que la tribune présidentielle du stade du Moustoir. Un futur raccordement d'une seconde tribune du stade est envisagé.

La chaufferie consomme du bois déchiqueté produit par la filière bois de la ville. Deux silos de 50 m^3 chacun jouxtent la chaufferie et permettent une alimentation automatique.

Silos de 50 m^3

Système d'alimentation automatique

Elle comprend deux chaudières de 750 kW qui suffisent à fournir la chaleur nécessaires aux bâtiments raccordés. Une chaudière gaz fournit l'appoint et/ou le secours du réseau de chaleur.

Chaudière bois SECCACIER

Chaudière gaz d'appoint

- **Le projet de construction et la gestion de la chaufferie**

Le projet a été assuré depuis les études de conception jusqu'à la gestion et l'exploitation en interne, par la ville de Lorient. Les études de conception ainsi que la maîtrise d'œuvre du réseau et du bâtiment de la chaufferie ont été effectuées en régie.

La gestion ainsi que l'entretien et la maintenance de la chaufferie sont réalisés par le service technique de la ville de Lorient.

- **Le combustible et la desserte**

Le bois déchiqueté est stocké dans les locaux de la ville. Un mélange est effectué sur place pour fournir un bois avec un taux d'humidité entre 30 et 55%. Le savoir-faire développé par le service technique mais également la bonne connaissance du bois stocké permet une adaptation constante du combustible aux conditions de fonctionnement des chaudières. Par exemple, la ville achète du bois déchiqueté plus sec en complément de celui de la filière bois pour obtenir une humidité idéale. Les mélanges avant chaque livraison sont effectués dans l'entrepôt de stockage, par le service technique de la mairie.

Il a été mentionné qu'initialement la chaufferie était alimentée en bois par un prestataire. La ville n'avait alors aucun regard sur la qualité du bois, hormis une fourchette haute et basse d'humidité contractuelle. Il s'avérait que dès le milieu de la saison de chauffe, la qualité du bois baissait, diminuant par la même occasion les performances de la chaufferie.

Le mode de gestion en interne adopté par la ville montre, sur ce point, de grands avantages puisque la compétence n'a cessé d'augmenter durant les 10 années d'exploitation ce qui a permis d'arriver aujourd'hui à une très bonne connaissance du fonctionnement des chaudières, l'adaptation du combustibles pour maximiser les performances, la détermination des réglages pour l'optimisation des brûleurs et des autres organes des chaudières, un suivi et un regard constant sur les dépenses, la fabrication de cendres, le bourrage du système d'alimentation, le taux de poussières, … et les consommations pour une identification rapide des dérives.

La livraison de combustible est assurée par un prestataire. Il va chercher le bois dans l'entrepôt de stockage de la ville, réalise les mélanges de combustibles sur la demande du service technique et achemine le bois jusqu'au Moustoir. Le camion de livraison déverse alors le combustible dans le silo.

Camion de livraison du bois déchiqueté

Les conditions d'accès en termes de la voirie et de manœuvres nécessaires pour accéder aux silos sont parfaitement adaptées à la desserte par camion.

- **Le bilan financier**

En 2003, le projet a coûté à la ville environ un 1 million d'euros. Une subvention de 45% a permis de réduit la participation de la mairie à environ 500 000 €.

La consommation de bois est aujourd'hui de 5 GWh par an. En comparant le coût unitaire de l'énergie bois (prix de revient annoncé par la mairie de 25 € TTC/MWh) à l'énergie gaz (coût moyen de 48 € TTC/MWh), la ville de Lorient fait donc chaque année une économie de 120 000 € par rapport à un scénario de référence gaz.

Les coûts d'entretien sont assumés directement par le service technique de la ville. La gestion et l'entretien-maintenance revient à l'emploi d'un mi-temps sur l'année. La réalisation de l'exploitation par un prestataire aurait un coût moindre. Mais le fait de concentrer dans le même service l'exploitation de la production de chaleur, de la distribution par le réseau et les sous-stations et de l'émission dans les différents bâtiments assure un gain certain de performance, de flexibilité et un potentiel d'optimisation largement exploité, non chiffrable financièrement.

Le temps de retour sur investissement brut (hors coûts d'exploitation) est de 4 ans. La chaufferie existant depuis 10 ans, elle est aujourd'hui largement rentabilisée.

Ce bilan sera approfondi dès la réception des données financières demandées au service technique de la ville de Lorient.

- **Conclusion**

Le bilan de ce projet de chaufferie bois et réseau de chaleur du Moustoir est très positif. Le combustible provient des espaces paysagers de l'agglomération, il est déchiqueté, stocké et contrôlé par la ville de Lorient, qui l'adapte aux conditions de fonctionnement de la chaufferie.
La chaufferie est correctement gérée et constamment optimisée grâce à une très bonne connaissance des équipements, des bâtiments raccordés et des besoins. Cette excellente gestion permet même d'envisager des raccordements supplémentaires futurs, sans que cela n'augmente ni la puissance de chauffage nécessaire, ni les consommations. Des opérations de rénovation et d'optimisation des équipements techniques des bâtiments sont en effet effectuées régulièrement.

Il apparaît que la réussite de ce projet tient en majorité de l'intégration complète de la totalité de la chaîne de construction-gestion au sein du service technique. Les quelques personnes travaillant sur le réseau et la chaufferie bois maîtrise le combustible, la production, la distribution, jusqu'aux performances de l'émission.

Un tel projet est donc exemplaire.

Cette réussite reste fortement liée au faible nombre d'acteurs impliqués et aux conditions de conception, de mise en œuvre et d'exploitation.

2. ANALYSE DES BESOINS

2.1 Bâtiments présents dans le périmètre du projet

Le périmètre du projet correspond à celui des travaux du TRISKELL SUD, à savoir les quartiers de Lanveur, Merville, Keryvalland, Kerjulaude et Kervennanec.

Les bâtiments ayant de grande surface chauffage et/ou ayant potentiellement d'importantes consommations énergétiques ont été relevés afin de déterminer la possibilité ou non de leur raccordement au réseau de chaleur.

Les sites identifiés comme intéressants sont listés dans le tableau ci-dessous.

Maître d'ouvrage	Bâtiment	Adresse	Description
Cap Lorient Habitat	Résidence Le Gonidec	Rue Le Gonidec	Logements sociaux collectifs
	Résidence Armand Guillemot	Rue Armand Guillemot	
	Résidence Annaba	Rue Annaba	
	Résidence ZAC de Lanveur	Rue Galway et Ventspils	
Espacil	Résidence Santa Maria	3 rue Nicolas Appert	Logements étudiants collectifs
	Résidence la Pinta	5 rue Nicolas Appert	
Privé	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	42 rue Kerguestenen	Enseignement et internat
	Ecole François Tanguy	Rue Joseph Hénaff	Enseignement
	Ma maison Petite sœur des pauvres	52 rue Kerjulaude	EHPAD
	Copropriété Résidence Colbert	14 rue Kerjulaude	Logements collectifs en copropriété
	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	3 & 5 Bd Herriot	
	Copropriété 8 Bd Herriot	8 Bd Herriot	
	Copropriété Résidence St Brigitte	46-48 rue de Merville	
Région Bretagne	Lycée Colbert	117 bd Léon Blum	Enseignement
	Lycée Marie Le Franc	128 bd Léon Blum	
	Lycée Dupuy de Lôme	4bis rue Jean Le Courtaller	
UBS	Centre de recherche C. Huygens	Rue de Saint Maudé	Centre de recherche
	Paquebot	4 rue Jean Zay	Enseignement
	Faculté de sciences	2 rue Coat Saint Haouen	
	Faculté de sciences humaines	7 rue des Montagnes	
	ENSIBS	17 bd Flandres-Dunkerque	
	IUT	10 rue Jean Zay	
	Centre Kerneur de formation continue	Rue Comtesse de Ségur	
	Bibliothèque universitaire	25 rue Armand Guillemot	Bibliothèque
	Présidence	27 rue Armand Guillemot	Administratif
CROUS	Restaurant universitaire	37 rue de Lanveur	Cuisine et restauration
	Maison des étudiants	12bis rue de Lanveur	Bureaux et activités
Ville de Lorient	Ecole de musique	7 rue Armand Guillemot	Enseignement
	Ecole maternelle Jean-Paul Sartre	Rue de Galway	
	GS Lanveur	Rue Roland Garros	
	Résidence de Kerguestenen	20 rue de Kerguestenen	EHPA
	Palais des Sports	Rue Alfred Dreyfus	Salle de sports
Lorient Agglomération	Centre de secours principal de Lorient	Rue de Kervaric	

2.2 Analyse énergétique

- **<u>Analyse des consommations d'énergie des bâtiments</u>**

L'analyse est effectuée sur les consommations d'énergie liées au chauffage et à la production d'ECS. Pour cela, un relevé des différentes énergies consommées sur les sites et les usages correspondants ont été répertoriés. Le tableau ci-dessous en résume la liste.

Maître d'ouvrage	Bâtiment	Energie de chauffage	Energie de production d'ECS
Cap Lorient Habitat	Résidence Le Gonidec	Gaz Collectif	Gaz individuel
	Résidence Armand Guillemot	Electricité	Electricité
	Résidence Annaba	Gaz Collectif	Gaz Collectif
	Résidence ZAC de Lanveur	Gaz Collectif	Gaz Collectif
Espacil	Résidence Santa Maria	Gaz Collectif	Gaz Collectif
	Résidence la Pinta	Gaz Collectif	Gaz Collectif
Privé	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	Gaz	Gaz
	Ecole François Tanguy	Gaz	Electricité
	Ma maison Petite sœur des pauvres	Gaz	Gaz
	Copropriété Résidence Colbert	Gaz Collectif ou Gaz individuel	Gaz Collectif ou Gaz individuel
	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot		
	Copropriété 8 Bd Herriot		
	Copropriété Résidence St Brigitte		
Région Bretagne	Lycée Colbert	Gaz	Gaz/Electricité
	Lycée Marie Le Franc	Gaz	Gaz/Electricité
	Lycée Dupuy de Lôme	Gaz	Gaz/Electricité
UBS	Centre de recherche C. Huygens	Gaz	Gaz
	Paquebot	Gaz	-
	Faculté de sciences	Gaz	-
	Faculté de sciences humaines	Gaz	Gaz
	ENSIBS	Gaz	-
	IUT	Gaz	-
	Centre Kerneur de formation continue	Gaz	-
	Bibliothèque universitaire	Gaz	-
	Présidence	Gaz	-
CROUS	Restaurant universitaire	Gaz	Gaz
	Maison des étudiants	Electricité	-
Ville de Lorient	Ecole de musique	Gaz	Electricité
	Ecole maternelle Jean-Paul Sartre	Gaz	Electricité
	GS Lanveur	Gaz	Electricité
	Résidence de Kerguestenen	Gaz	Gaz
	Palais des Sports	Gaz	Electricité
	Centre de secours principal de Lorient	Gaz	Gaz

Le gaz est majoritairement consommé sur les sites étudiés.

L'année 2012 est choisie comme année de référence permettant une comparaison des consommations entre tous les sites. Les consommations qui n'ont pas pu être communiquées ont été estimées sur la base de la connaissance des bâtiments et des consommations habituellement observées sur des sites similaires.
Pour les bâtiments dont les consommations ne sont pas accessibles (absence de données, bâtiment livré en 2013, bâtiment en cours de construction, …) des hypothèses sont effectuées de manière à estimer leur consommation d'énergie de référence.

Ces consommations sont réparties comme suit :

Maître d'ouvrage	Bâtiment	Consommations d'énergie finale de référence allouée au chauffage (kWhef PCS)
Cap Lorient Habitat	Résidence Le Gonidec*	4 798 040
	Résidence Armand Guillemot*	1 167 053
	Résidence Annaba*	1 013 794
	Résidence ZAC de Lanveur*	1 573 128
Espacil	Résidence Santa Maria*	402 707
	Résidence la Pinta*	407 870
Privé	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	1 749 361
	Ecole François Tanguy*	336 600
	Ma maison Petite sœur des pauvres*	399 775
	Copropriété Résidence Colbert*	312 253
	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot*	972 693
	Copropriété 8 Bd Herriot*	353 143
	Copropriété Résidence St Brigitte*	454 336
Région Bretagne	Lycée Colbert	2 029 046
	Lycée Marie Le Franc	1 427 196
	Lycée Dupuy de Lôme	3 458 739
UBS	Centre de recherche C. Huygens	501 284
	Paquebot	486 481
	Faculté de sciences	880 157
	Faculté de sciences humaines	676 694
	ENSIBS*	302 500
	IUT	1 220 475
	Centre Kerneur de formation continue	96 892
	Bibliothèque universitaire	416 408
	Présidence	
CROUS	Restaurant universitaire	405 984
	Maison des étudiants	22 926
Ville de Lorient	Ecole de musique	244 027
	Ecole maternelle JP Sartre	86 803
	GS Lanveur	378 872
	Résidence de Kerguestenen*	621 615
	Palais des Sports	216 937
	Centre de secours principal de Lorient*	240 000

** Site dont l'énergie consommée annuellement a été estimée*

Les consommations de gaz correspondent à une année donnée avec les mêmes conditions climatiques pour tous les sites. Ces chiffres sont donc représentatifs de la surface chauffée, des consignes de températures appliquées, de l'intermittence d'utilisation.

- **<u>Puissance de chauffe installée</u>**

Pour chacun des sites, la puissance de chauffe installée (gaz ou électrique) a été relevée lors des visites ou estimée. La puissance annoncée est comprise tout usage (chauffage et/ou ECS).

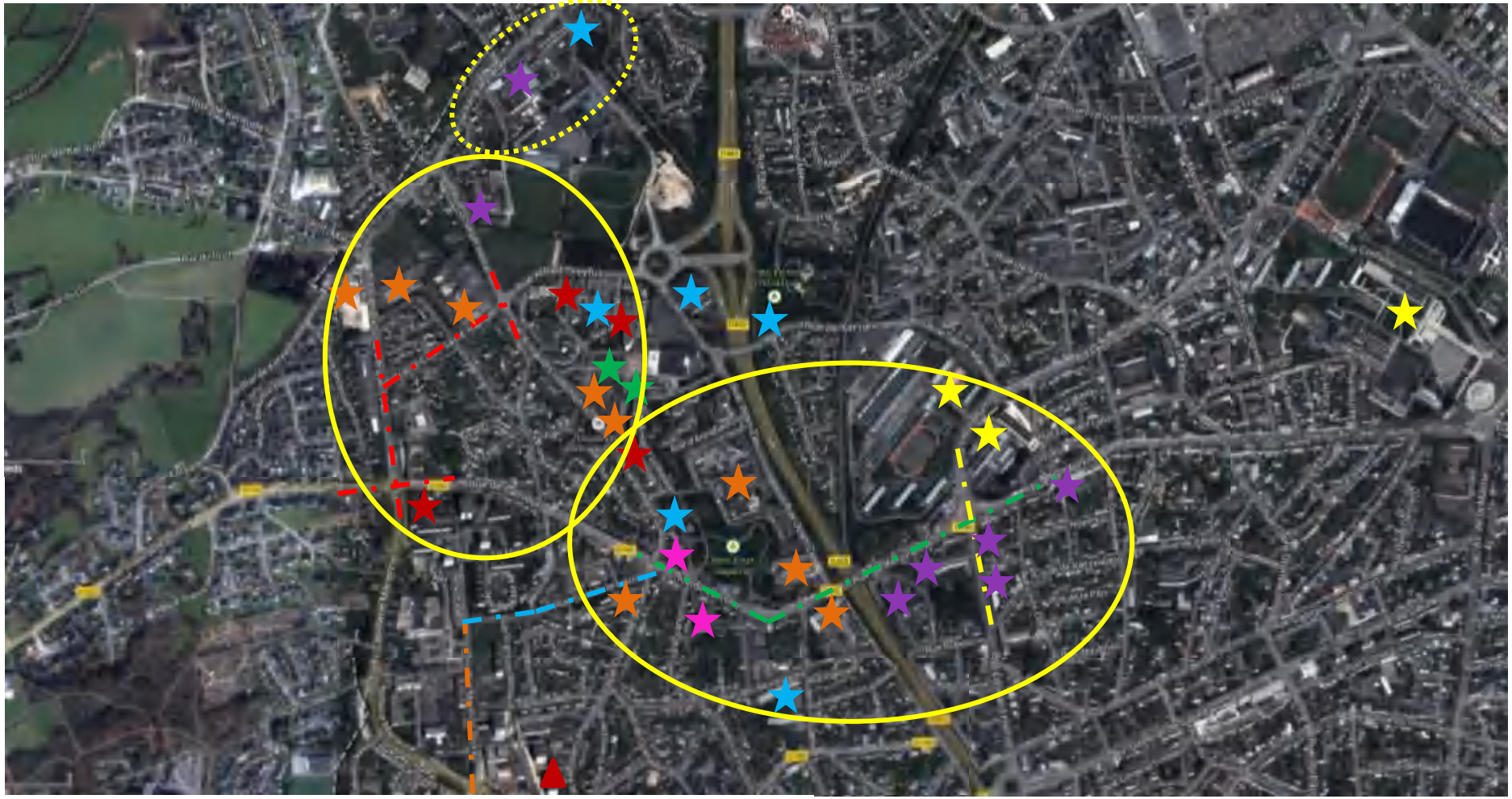
Maître d'ouvrage	Bâtiment	Puissance installée (toute énergie)	Usages correspondant
Cap Lorient Habitat	Résidence Le Gonidec	3300	Chauffage
	Résidence Armand Guillemot*	736	Chauffage
	Résidence Annaba*	696	Chauffage + ECS
	Résidence ZAC de Lanveur*	1080	Chauffage + ECS
Espacil	Résidence Santa Maria*	400	Chauffage + ECS
	Résidence la Pinta*	400	Chauffage + ECS
Privé	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	2139	Chauffage + ECS
	Ecole François Tanguy*	320	Chauffage
	Ma maison Petite sœur des pauvres*	252	Chauffage + ECS
	Copropriété Résidence Colbert*	644	Chauffage + ECS
	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot*	1886	Chauffage + ECS
	Copropriété 8 Bd Herriot*	621	Chauffage + ECS
	Copropriété Résidence St Brigitte*	920	Chauffage + ECS
Région Bretagne	Lycée Colbert*	1930	Chauffage + ECS
	Lycée Marie Le Franc*	1357	Chauffage + ECS
	Lycée Dupuy de Lôme*	3290	Chauffage + ECS
UBS	Centre de recherche C. Huygens	600	Chauffage + ECS
	Paquebot	920	Chauffage
	Faculté de sciences	888	Chauffage
	Faculté de sciences humaines	640	Chauffage + ECS
	ENSIBS	570	Chauffage
	IUT	1368	Chauffage
	Centre Kerneur de formation continue*	200	Chauffage
	Bibliothèque universitaire	520	Chauffage
	Présidence		
CROUS	Restaurant universitaire	554	Chauffage + ECS
	Maison des étudiants*	22	Chauffage
Ville de Lorient	Ecole de musique	348	Chauffage
	Ecole maternelle JP Sartre	318	Chauffage
	GS Lanveur	624	Chauffage
	Résidence de Kerguestenen	600	Chauffage + ECS
	Palais des Sports	287	Chauffage
	Centre de secours principal de Lorient*	230	Chauffage + ECS

** Site dont la puissance installée a été estimée*

Les puissances de chauffe relevées lors des visites comprennent toutes les chaudières installées. Or, certaines sont utilisées uniquement en appoint ou en secours. Il apparait donc que ces puissances sont surdimensionnées par rapport aux besoins de réels (hors conditions climatiques exceptionnelles).

2.3 Analyse géographique

Les différents sites relevés précédemment ainsi que le tracé des travaux du Triskell Sud sont représentés ci-dessous.



Vue aérienne – Source : Google Maps

Légende :

- UBS
- Lycée public
- Cap Lorient Agglomération Habitat
- Production de chaleur par chaufferie bois de Cap Lorient Agglomération Habitat
- CROUS
- Espacil
- Ville de Lorient
- Bâtiments privés
- Travaux TRISKELL SUD Avril 2016 à Mars 2017
- Travaux TRISKELL SUD Juin 2014 à Février 2016

La totalité des sites étudiés ont été situés sur la vue aérienne précédente. Leur distance par rapport à un même point de référence est précisée dans le tableau ci-dessous. Ce point a été placé au niveau du parc Gagarine donnant sur la rue de Kerjulaude (parcelle cadastrale 672) pour deux raisons : cet espace paraît pouvoir accueillir une chaufferie de grande surface (environ 520 m²) et il est sur les travaux du TRISKELL SUD.

Maître d'ouvrage	Bâtiment		Distance par rapport au parc Gagarine (m)	Analyse géographique
Cap Lorient Habitat	1	Résidence Le Gonidec	815	<1000m
	2	Résidence Armand Guillemot	405	<500m
	3	Résidence Annaba	490	<500m
	4	Résidence ZAC de Lanveur	647	<1000m
Espacil	5	Résidence Santa Maria	619	<1000m
	6	Résidence la Pinta	583	<1000m
Privé	7	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	1248	<1500m
	8	Ecole François Tanguy	988	<1000m
	9	Ma maison Petite sœur des pauvres	290	<500m
	10	Copropriété Résidence Colbert	494	<500m
	11	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	390	<500m
	12	Copropriété 8 Bd Herriot	496	<500m
	13	Copropriété Résidence St Brigitte	685	<1000m
Région Bretagne	14	Lycée Colbert	690	<1000m
	15	Lycée Marie Le Franc	690	<1000m
	16	Lycée Dupuy de Lôme	1610	>1500m
UBS	17	Centre de recherche C. Huygens	995	<1000m
	18	Paquebot	246	<500m
	19	Faculté de sciences	830	<1000m
	20	Faculté de sciences humaines	180	<500m
	21	ENSIBS	1113	<1500m
	22	IUT	443	<500m
	23	Centre Kerneur de formation continue	245	<500m
	24	Bibliothèque universitaire	508	<1000m
	25	Présidence		
CROUS	26	Restaurant universitaire	121	<500m
	27	Maison des étudiants	20	<500m

Ville de Lorient	28	Ecole de musique	265	<500m
	29	Ecole maternelle JP Sartre	1027	<1500m
	30	GS Lanveur	255	<500m
	31	Résidence de Kerguestenen	1493	<1500m
	32	Palais des Sports	766	<1000m
	33	Centre de secours principal de Lorient		<500m

La vue aérienne montre qu'il existe deux grands ensembles de sites pouvant être raccordés au réseau.

Le premier est à proximité des travaux du TRISKELL SUD prévus pour 2014-2016. Cet ensemble « KERJULAUDE » regroupe les sites des rues Kerjulaude et Léon Blum et de la partie Sud de la rue Armand Guillemot.
Ce périmètre rassemble les sites listés dans le tableau suivant.

Maître d'ouvrage	Bâtiment		Distance par rapport au parc Gagarine (m)	Analyse géographique
Cap Lorient Habitat	2	Résidence Armand Guillemot	405	<500m
Privé	9	Ma maison Petite sœur des pauvres	290	<500m
	10	Copropriété Résidence Colbert	494	<500m
	11	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	390	<500m
	12	Copropriété 8 Bd Herriot	496	<500m
	13	Copropriété Résidence St Brigitte	685	<1000m
Région Bretagne	14	Lycée Colbert	690	<1000m
	15	Lycée Marie Le Franc	690	<1000m
UBS	18	Paquebot	246	<500m
	20	Faculté de sciences humaines	180	<500m
	22	IUT	443	<500m
	23	Centre Kerneur de formation continue	245	<500m
CROUS	26	Restaurant universitaire	121	<500m
	27	Maison des étudiants	20	<500m
Ville de Lorient	28	Ecole de musique	265	<500m
	30	GS Lanveur	255	<500m

Le deuxième est à proximité des travaux du TRISKELL SUD prévus pour 2016-2017. Cet ensemble « FLANDRES-DUNKERQUE » regroupe les sites du boulevard Flandres-Dunkerque, rue de Kerguestenen, rue Le Coat-Saint-Haouen et de la partie Nord de la rue Armand Guillemot.
Ce périmètre rassemble les sites listés dans le tableau suivant.

Maître d'ouvrage	Bâtiment		Distance par rapport au parc Gagarine (m)	Analyse géographique
Cap Lorient Habitat	1	Résidence Le Gonidec	815	<1000m
	3	Résidence Annaba	490	<500m
	4	Résidence ZAC de Lanveur	647	<1000m
Espacil	5	Résidence Santa Maria	619	<1000m
	6	Résidence la Pinta	583	<1000m
Privé	8	Ecole François Tanguy	988	<1000m

UBS	17	Centre de recherche C. Huygens	995	<1000m
	19	Faculté de sciences	830	<1000m
	21	ENSIBS	1113	<1500m
	24	Bibliothèque universitaire	508	<1000m
	25	Présidence		
Ville de Lorient	29	Ecole maternelle JP Sartre	1027	<1500m

Cette répartition exclut 5 sites : lycée Saint-Joseph-Lasalle, Résidence de Kerguestenen, lycée Dupuy de Lôme, Palais des Sports et Centre de secours principal de Lorient.
Il est important de noter que le lycée Saint-Joseph-Lasalle et la résidence de Kerguestenen pourront faire l'objet d'un réseau de chaleur propre ou d'une extension future du réseau projeté (entourés en pointillés sur la vue aérienne).

3. ANALYSE DES CONTRAINTES

3.1 Implication des acteurs

Au cours des visites et des échanges avec les différents acteurs sollicités, l'avis et la motivation de chacun sur un potentiel raccordement au réseau de chaleur ont été recueillis.

Parmi les acteurs rencontrés, certains montrent une grande motivation en raison d'un intérêt technique et énergétique (remplacement des équipements de chauffage imminent, simplification et unification des installations de production de chauffage) ou de l'adéquation entre la communication affichée et la démarche environnementale que le projet représente (enseignement fortement tourné vers la performance énergétique, charte environnementale adoptée sur le site, …).
Parmi ces acteurs, on compte l'UBS, le lycée Saint-Joseph-Lasalle, la ville de Lorient et la Région Bretagne.

D'autres ont montré de la curiosité pour le projet et sont prêts à s'impliquer dans la mesure où un intérêt financier serait présent sur le long terme pour leur établissement. Il n'a pas été possible, à ce jour, de leur affirmer que les économies d'énergies et financières seraient importantes, ni même de leur communiquer des chiffres.
Parmi ces acteurs, se trouvent le CROUS, Cap Lorient Agglomération Habitat et Espacil.

Enfin, différents autres acteurs ont été contactés. Pour de multiples raisons, ils ont montré un certain intérêt mais ont exprimé un refus en raison d'un investissement trop lourd (sauf si le projet est subventionné). Ces derniers sont : école privée François Tanguy, Syndic de copropriété Foncia, EHPAD Ma maison Petite sœur des pauvres.

3.2 Contraintes techniques au sein des bâtiments

L'analyse de l'intérêt technique et énergétique du raccordement au réseau de chaleur est effectuée selon plusieurs critères.

- Les équipements de production en fin de vie ou vétustes qui seront remplacés prochainement augmente l'intérêt du raccordement. En revanche, les chaufferies récentes ou neuves constituent un frein dans le sens où elles impliquent un surinvestissement pour le maitre d'ouvrage lourd et non provisionné. Modifier des installations qui viennent d'être conçues et installées ou modifiées est par ailleurs un gâchis financier, technique et humain.
- Les bâtiments chauffés à l'électricité sont intéressants dans le sens où des économies financières importantes sont accessibles. Le fort coût du kWh électrique par rapport à celui du bois constitue un avantage. L'abonnement pour la fourniture d'électricité représente également un coût annuel non négligeable. Les conditions de confort du chauffage électrique sont enfin moins agréables qu'au chauffage par eau chaude. De plus, la nécessité de lourds travaux à l'intérieur en plus de l'installation d'une sous-station pour le raccordement au réseau de chaleur augmente fortement l'investissement initial (réseau de distribution de chauffage et/ou d'ECS, émetteurs de chauffage à installer et équipements électriques à déposer, équipements de régulation de l'ambiance, …). Dans le cas du chauffage électrique, la

rentabilité du projet doit donc faire l'objet d'une étude soignée pour déterminer l'intérêt du raccordement au réseau de chaleur.

- Les sites raccordés devront comprendre une sous-station qui permettra l'alimentation du site en eau chaude du réseau. Des locaux techniques doivent donc être présents ou aménagés avec une surface disponible correcte. Dans la mesure du possible ils seront à proximité de la chaufferie existante et donc des départs des éventuels réseaux de chauffage existants, et de la voie public (pour minimiser les travaux de raccordement, à la charge du bâtiment).
- Les bâtiments de surface restreinte et/ou ayant une utilisation fortement intermittente (hors vacances scolaires, du lundi au vendredi, …) auront des gains plus limités que les autres. En effet, les économies d'énergie seront plus faibles en raison d'une période de chauffe moins étalée dans le temps. Les investissements paraitront donc plus lourds et moins rentables.
- Les opérations de rénovation thermique des bâtiments programmées sont de nature à modifier les calculs de besoins de chaleur des bâtiments. Hors aucun bâtiment visités ou dont le raccordement est étudié dans le présent rapport ne comprend d'opération de rénovation programmée. Cet argument n'est donc pas discriminant sur l'échantillon retenu.

Le tableau ci-dessous présente l'analyse de l'intérêt technique (chaque site est détaillé dans la suite du rapport).

Maître d'ouvrage	Bâtiment		Intérêt technique
Cap Lorient Agglomération Habitat	1	Résidence Le Gonidec	Fort
	2	Résidence Armand Guillemot	Moyen
	3	Résidence Annaba	Faible
	4	Résidence ZAC de Lanveur	Faible
Espacil	5	Résidence Santa Maria	Moyen
	6	Résidence la Pinta	Moyen
Privé	7	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	Fort
	8	Ecole François Tanguy	Faible
	9	Ma maison Petite sœur des pauvres	Faible
	10	Copropriété Résidence Colbert	Faible
	11	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	Faible
	12	Copropriété 8 Bd Herriot	Faible
	13	Copropriété Résidence St Brigitte	Faible
Région Bretagne	14	Lycée Colbert	Moyen
	15	Lycée Marie Le Franc	Moyen
	16	Lycée Dupuy de Lôme	Moyen
UBS	17	Centre de recherche C. Huygens	Fort
	18	Paquebot	Fort
	19	Faculté de sciences	Moyen
	20	Faculté de sciences humaines	Moyen
	21	ENSIBS	Faible
	22	IUT	Fort
	23	Centre Kerneur de formation continue	Faible
	24	Bibliothèque universitaire	Moyen
	25	Présidence	Moyen
CROUS	26	Restaurant universitaire	Fort
	27	Maison des étudiants	Faible
Ville de Lorient	28	Ecole de musique	Fort
	29	Ecole maternelle JP Sartre	Faible
	30	GS Lanveur	Moyen
	31	Résidence de Kerguestenen	Fort

	32	Palais des Sports	Moyen
Lorient Agglomération	33	Centre de secours principal de Lorient	Fort

3.3 Faible intérêt de la production d'ECS

Les différents bâtiments pouvant être raccordés au réseau de chaleur consomment majoritairement de l'énergie pour la production de chauffage. La consommation d'eau chaude sanitaire dans ces bâtiments est marginale.

La production d'eau chaude sanitaire par le réseau de chaleur ne semble pas intéressante, en l'état actuel du projet. Cela nécessiterait en effet en augmentation non négligeable de la puissance installée en chaufferie et des équipements en sous-station (échangeur et stockage) qui est sans commune mesure avec l'intérêt pratique et technique.

Les bâtiments comprennent, de plus, en majorité des installations de production de chaleur découplées de la production de chauffage (production décentralisée électrique, préparateur gaz, …). Ces équipements existants peuvent donc être maintenus en l'état.

Dans le même temps, une grande partie des bâtiments appartiennent au domaine de l'enseignement (lycée, université, groupe scolaire, palais des sports, école de musique, …). Il y a pas ou peu de consommations de gaz liées au chauffage durant l'été (seul le centre de recherche utilise la chaufferie gaz toute l'année pour le contrôle de l'ambiance des laboratoires de recherche).

En fonction des résultats, deux solutions seront accessibles : mettre en place plusieurs chaudières bois modulantes qui pourront fonctionner à faible régime en mi saison et d'autant moins en été (dans ce cas, l'ECS peut être produite par le réseau de chaleur) ou ne faire fonctionner la chaufferie bois que durant la période de chauffe et assurer des moyens de production d'ECS décentralisés ponctuellement.

En l'état actuel des sites potentiellement raccordables, il parait plus efficace et rentable de ne pas faire fonctionner le réseau de chaleur durant l'été. Les sites pourront produire de l'ECS à partir d'un échangeur raccordé à leur sous-station (ils sont très peu à en avoir besoin) mais devront trouver une solution alternative pour la production estivale.

3.4 Analyse site par site

Au regard des visites effectuées ainsi que des arguments techniques détaillés précédemment, une analyse de la faisabilité technique et de son intérêt a été réalisée site par site. Les tableaux suivants retracent les conclusions de cette analyse.

- **<u>Bâtiments de logements sociaux CAP LORIENT AGGLOMERATION HABITAT</u>**

1	Résidence Rue Le Gonidec	Rue Le Gonidec – 56100 LORIENT
		Description : Ensemble de bâtiments de 549 logements collectifs sociaux
		Type de chauffage : Chauffage gaz collectif (chauffage uniquement)
		Puissance de chauffe : 3,3 MW
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt fort en raison de la vétusté importante de la chaufferie et du projet de son remplacement à courte échéance. Ce remplacement est cependant conditionné aux aides financières du Plan de l'ANRU 2, annoncé au 2nd semestre 2014. Le raccordement concernerait uniquement la production de chauffage car la production d'ECS est assurée individuellement dans les logements.		

2	Résidence Rue Armand Guillemot	Rue Armand Guillemot – 56100 LORIENT
		Description : Ensemble de bâtiments de 128 logements collectifs sociaux
		Type de chauffage : Chauffage électrique individuel et collectif
		Puissance de chauffe : *Estimée à 736 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt moyen en raison d'un système de chauffage électrique pour moitié assumé de manière individuelle par les locataires et pour moitié par les communs. Ce système est ancien et, bien qu'efficace, mal compris par les locataires. Le chauffage collectif serait une bonne alternative soumise cependant à la place disponible pour installer les sous-stations. Le raccordement ne concernerait que la production de chauffage puisque les logements sont déjà équipés d'installations de production d'ECS individuelles. L'investissement initial en resterait très important en raison de l'absence de réseau de chauffage, d'émetteur et d'équipements de régulation primaire et finale, dans les logements.		

3	Résidence Rue Annaba	Rue Annaba – 56100 LORIENT
		Description : Ensemble de bâtiments de 116 logements collectifs sociaux
		Type de chauffage : Chauffage gaz collectif (chauffage et production d'ECS)
		Puissance de chauffe : *Estimée à 696 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt faible en raison de la présence d'une chaufferie gaz collective en état correct (pas de remplacement prévu dans les 5 ans).		
4	**Résidence ZAC de Lanveur**	**Rue Galway et Ventspils – 56100 LORIENT**
		Description : Ensemble de bâtiments de 180 logements collectifs sociaux
		Type de chauffage : Chauffage gaz collectif (chauffage et production d'ECS)
		Puissance de chauffe : *Estimée à 1080 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt faible en raison de la présence d'une chaufferie gaz collective en état correct (pas de remplacement prévu dans les 5 ans).		

- **<u>Bâtiments de logements étudiants ESPACIL</u>**

5	Résidence Santa Maria	3 rue Nicolas Appert – 56100 LORIENT
-		**Description :** Bâtiment de 78 logements étudiants (T1 au T3)
		Type de chauffage : Chauffage gaz collectif (chauffage et ECS)
		Puissance de chauffe : *Estimée à 400 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt moyen en raison de la présence d'installations collectives existantes d'émission et de distribution de chaleur dans les logements. L'état de vétusté de la chaufferie n'est pas connu.		

6	Résidence La Pinta	5 rue Nicolas Appert – 56100 LORIENT
	-	**Description :** Bâtiment de 79 logements étudiants (T1 au T3) **Type de chauffage :** Chauffage gaz collectif **Puissance de chauffe :** *Estimée à 400 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt moyen en raison de la présence d'installations collectives existantes d'émission et de distribution de chaleur dans les logements. L'état de vétusté de la chaufferie n'est pas connu.		

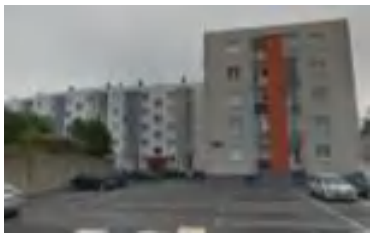
- **<u>Bâtiments privés</u>**

7	Collège-Lycée privé Saint-Joseph-Lasalle	42, rue de Kerguestenen – 56100 LORIENT
		Description : Nombreux bâtiments comprenant des salles cours, des bureaux administratifs, un internat, une cuisine centrale et des installations sportives. **Type de chauffage :** Chauffage gaz par multiples chaudières gaz installées dans les différents bâtiments **Puissance de chauffe :** 2139 kW
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt fort tant en raison de la politique et du contenu de l'enseignement du lycée, que du point de vue des installations techniques. Le développement durable et l'efficacité énergétique sont en effet au centre de la politique du lycée et sont l'objet de différentes formations professionnelles (CAP, BTS, Bac PRO, BTS, …). Les installations de production de chauffage sont multiples et dispersées dans l'enceinte du site. La majorité des chaudières sont vétustes et certaines doivent être prochainement remplacées. La production d'ECS reste ponctuelle et pourrait être assurée en local.		

8	Ecole privée François Tanguy	Rue Joseph Henaff – 56100 LORIENT
		Description : Ecole maternelle et primaire rassemblant 420 enfants **Type de chauffage :** Chaufferie gaz récente (<10 ans) **Puissance de chauffe :** *Estimée à 320 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : L'intérêt est faible en raison d'installations relativement récentes (9-10 ans). La chaufferie est légèrement surdimensionnée par rapport aux besoins laissant l'opportunité d'augmenter les surfaces chauffées à l'avenir (projet de salle sportive prochainement). En fonction de la date précise de la mise en œuvre du réseau (d'ici 5 à 10 ans) une étude pourra être menée pour comparer les coûts d'exploitation de la chaufferie gaz existantes et du réseau de chaleur. L'école n'est pas prête, pour le moment, à assumer de lourds investissements pour des installations récentes.		

9	EHPAD Ma Maison Petite Sœur des Pauvres	52 Rue Kerjulaude – 56100 LORIENT
		Description : EHPAD privé à but non lucratif de 77 places **Type de chauffage :** Chaufferie gaz récente (<10 ans) **Puissance de chauffe :** *Estimée à 252 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt nul en raison d'un investissement récent pour la rénovation des installations de chauffage. L'établissement est équipé d'une chaufferie gaz adaptée et performante.		

10	Copropriété Résidence Colbert	Rue Joseph Henaff – 56100 LORIENT
		Description : Logements collectifs en copropriété gérés par le syndic Cabinet Cotten
		Type de chauffage : Chauffage gaz individuel
		Puissance de chauffe : *Estimée à 644 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : L'intérêt est nul en raison de la présence de chauffage gaz individuel.		

11	Copropriété 3 & 5 bd Herriot	3, 5 bd Herriot – 56100 LORIENT
		**Description :** Logements collectifs en copropriété gérés par le syndic FONCIA
		Type de chauffage : Chauffage et production d'ECS gaz individuel
		Puissance de chauffe : *Estimée à 1886 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : L'intérêt est nul en raison de la présence de chauffage gaz individuel**.**		

12	Copropriété 8 bd Herriot	8 bd Herriot – 56100 LORIENT
		Description : Logements collectifs en copropriété gérés par le syndic FONCIA
		Type de chauffage : Chauffage et production d'ECS gaz individuel
		Puissance de chauffe : *Estimée à 621 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : L'intérêt est nul en raison de la présence de chauffage gaz individuel.		

13	Copropriété Résidence Sainte Brigitte	46-48 rue de Merville et 2-2bis rue de l'Eglise – 56100 LORIENT
		Description : Logements collectifs en copropriété gérés par le syndic FONCIA
		Type de chauffage : Chauffage et production d'ECS gaz individuel
		Puissance de chauffe : *Estimée à 920 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : L'intérêt est nul en raison de la présence de chauffage gaz individuel.		

- **<u>Lycées</u>**

Les lycées ont été visités les 16 et 17 janvier 2014.

14	Lycée public Colbert	117 bd Léon Blum – 56100 LORIENT
		Description : Lycée public comprenant des salles de cours, un internat filles, un internat garçons, un gymnase et des bureaux administratifs. **Type de chauffage :** Chauffage gaz et production d'ECS **Puissance de chauffe :** Puissance totale installée : 4,6 MW

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt important en raison d'installations de production de chauffage vieillissantes et dispersées sur le site. Le réseau de chaleur historique a été conservé et pourrait être réutilisé. Un projet de raccordement devra cependant passer par une réflexion globale sur le chauffage des différents bâtiments. De plus, des travaux de rénovation énergétiques ont été réalisés et sont encore en cours de réalisation. Ils impliquent un large surdimensionnement des installations actuelles. Des économies d'énergie sont donc accessibles ainsi qu'une augmentation de la performance générale et une simplification de la maintenance des installations.

15	Lycée public Marie Le Franc	128 bd Léon Blum – 56100 LORIENT
		Description : Lycée public accueillant des filières technologiques et professionnelles ainsi qu'un internat. **Type de chauffage :** Chauffage gaz et production d'ECS **Puissance de chauffe :** Puissance installée de 1360 kW

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt important en raison d'installations de chauffage vieillissantes et surdimensionnées. Des travaux de rénovation énergétiques ont été réalisés très récemment, diminuant les besoins de chauffage de manière très importante. La chaufferie principale alimente les réseaux de chauffage et une sous-station, permettant un raccordement aisé du site au réseau de chaleur.

16	Lycée public Dupuy de Lôme	4 bis rue Jean Le Coutaller – 56100 LORIENT
		Description : Lycée public accueillant des filières générales pré et post bac ainsi que plusieurs internats. **Type de chauffage :** Chauffage gaz (production d'ECS non prise en compte) **Puissance de chauffe :** Puissance installée de 7011 kW

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt faible en raison d'un éloignement trop important du périmètre d'étude. Cependant l'intérêt du raccordement du site à un réseau de chaleur (du Moustoir ou futur) est à garder en mémoire en raison d'installations de production de chauffage vieillissantes et surdimensionnées. De nombreuses chaudières ne sont en outre, plus utilisées. Un réseau de chaleur interne au lycée alimente la quasi-totalité des bâtiments. Un projet de raccordement devra cependant passer par une réflexion globale d'abord sur la restructuration des multiples bâtiments (utilisés et désaffectés) et ensuite sur leurs installations de chauffage. Une simplification de la maintenance, une augmentation de la performance générale des installations et une adaptation plus grande du chauffage aux bâtiments et leurs usages sont largement accessibles, sous réserve d'une conception correcte et adaptée.

	CFA	4 bis rue Jean Le Coutaller – 56100 LORIENT
	-	**Description :** Etablissement d'enseignement **Type de chauffage :** Chauffage gaz (production d'ECS non prise en compte) **Puissance de chauffe :** 500 kW (1998) ; 400 kW (2002)

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt moyen en raison d'installations de chauffage relativement récentes mais qui seront sous-dimensionnées à l'avenir. Le nombre d'élèves du CFA ne cesse, en effet, d'augmenter. Le raccordement au réseau de chaleur pourrait apporter une réponse performante à l'augmentation des

besoins de chauffage du site.

- **Bâtiments de l'UBS**

L'Université de Bretagne Sud de Lorient occupe un large campus et se compose de nombreux bâtiments.

17	Centre de recherche Christiaan Huygens	Rue de Saint Maudé – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment comprenant des bureaux et des laboratoires de recherche
		Type de chauffage : 2 chaudières gaz pour le chauffage et la production d'ECS (ballon de stockage de 500 l)
		Puissance de chauffe : 2 x 300 kW (année 1999)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt fort à cause de la présence d'une chaufferie certes en bon état mais vieillissante. Le bâtiment est utilisé toute l'année avec une intermittence faible (centrales de traitement d'air spécifique à batterie chaude et froide pour les laboratoires de chaleur). Un échangeur pourra être installé en sous-station pour assurer la production d'eau chaude décentralisée, sur le même principe que celui des installations actuelles. Une solution devra être trouvée cependant, si le réseau de chaleur n'est en fonctionnement qu'un période de chauffe. Les chaudières existantes pourront fonctionner en relève, dans ce cas.		

18	Paquebot	4 rue Jean Zay – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment comprenant des bureaux, des salles de cours et des amphithéâtres
		Type de chauffage : 2 chaudières gaz datant de 1992
		Puissance de chauffe : 2 x 460 kW
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt important en raison de l'âge avancé des unités de production de chaleur. Le Paquebot est un gros consommateur d'énergie à cause de parois faiblement isolées, de très grands volumes à chauffer et d'une intermittence d'utilisation très importante. La réflexion autour du raccordement au réseau de chaleur devra donner lieu, en parallèle à une étude globale des installations techniques et de l'enveloppe de manière à optimiser les besoins de chauffage.		

19	Faculté de sciences et de sciences de l'ingénieur (Sciences 1 et 2)	2 rue du Coat Saint Haouen – 56100 LORIENT
		Description : 3 bâtiments construits en 1996, 2001 et 2009 comprenant des salles de cours et de travaux pratiques ainsi qu'un hall technologique.
		Type de chauffage : 3 chaudières gaz dont une en appoint des deux autres (en cascade)
		Puissance de chauffe : 2 x 244 kW (année 1996) 400 kW (année 2009)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt moyen à cause de la présence d'une chaufferie partiellement vieillissante mais en bon état. La chaudière en appoint modulante installée en 2009 est très récente et performante. En cas de défaillance définitive d'une ou des deux chaudières, il serait plus intéressant d'améliorer l'enveloppe du bâtiment pour diminuer les besoins de chaleur et ne faire fonctionner que la chaudière de 400 kW (pouvant à priori suffire à fournir la totalité des besoins, hors conditions climatiques extrêmes).		

20	Faculté de sciences humaines – Kerjulaude	7 rue des Montagnes – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment comprenant des salles de cours, un gymnase, des vestiaires, une cafétéria et des amphithéâtres. Le bâtiment est occupé par différents organismes de formation (refacturation de l'énergie aux différents organismes).
		Type de chauffage : 2 chaudières gaz en cascade (dont l'une est plus récente que l'autre) alimentant 2 sous-stations.
		Puissance de chauffe : 270 kW 370 kW

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt moyen du raccordement important en raison de la présence d'installations vieillissante mais globalement en bon état. L'occupation est fortement modifiée durant les vacances scolaires. La présence du pôle de formation assure une occupation minimale durant les vacances scolaires.

21	ENSIBS	17 Boulevard Flandres-Dunkerque – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment construit en 2013 comprenant des salles de cours, un amphithéâtre, des salles de travaux pratiques et des bureaux.
		Type de chauffage : 2 chaudières gaz en cascade
		Puissance de chauffe : 2 x 285 kW (année 2013)

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt faible en raison de la présence d'une chaufferie neuve conçue récemment en fonction des conditions d'exploitation et d'utilisation du bâtiment. Le raccordement au réseau de chaleur serait coûteux en termes de bilan financier mais aussi technique et humain.

22	IUT	10 rue Jean Zay – 56100 LORIENT
		Description : Différents bâtiments d'années de construction échelonnées dans le temps comprenant des salles de cours, des amphithéâtres et des ateliers.
		Type de chauffage : 6 chaudières gaz dont 2 alimentent en cascade 1 sous-station
		Puissance de chauffe : 2 x 290 kW (année 1975) 2 x 144 kW (année 1991) 2 x 250 kW (année 1995)

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt du raccordement très fort en raison de la vétusté d'une partie du parc des chaufferies du site. Un grand potentiel d'optimisation des consommations d'énergie est accessible par la rénovation des équipements de production, la simplification de la distribution et le remplacement des équipements de régulation.

23	Centre Kerneur de formation continue	Rue Comtesse de Ségur – 56100 LORIENT
		Description : Centre de formation faiblement utilisé par l'UBS et prochainement loué à la ville de Lorient
		Type de chauffage : Chaudière gaz
		Puissance de chauffe : *Estimée à 200 kW*

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt du raccordement faible en raison de l'éloignement du bâtiment du périmètre de l'UBS, d'une utilisation décroissante et incertaine à moyen termes.

24	Bibliothèque Universitaire	25 rue Armand Guillemot – 56100 LORIENT
		Description : Bibliothèque construite en 2 tranches (2002 et 2003)
		Type de chauffage : 2 chaudières gaz
		Puissance de chauffe : 288 kW (année 2002) 232 kW (année 2003)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt moyen en raison d'installations relativement récente ayant fait l'objet de plusieurs interventions d'améliorations (distribution, régulation, …). La présence d'une sous-station dans le bâtiment Présidence multiplie de plus, les installations à modifier.		

25	Bâtiment administratif de l'UBS – Présidence	27 rue Armand Guillemot – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment comprenant des bureaux et une salle de conférence
		Type de chauffage : Sous-station alimentée par la chaufferie de la bibliothèque universitaire
		Puissance de chauffe : *compris dans la puissance de chauffe de la bibliothèque universitaire*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : *Idem Bibliothèque Universitaire*		

- **<u>Bâtiments du CROUS</u>**

26	Restaurant Universitaire	37 rue de Lanveur – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment comprenant une cuisine centrale et une salle de restauration ainsi que des bureaux. Il date de 1991 et comprend deux extensions, l'une de 2000 et l'autre de 2005.
		Type de chauffage : Chaudières gaz et ballon d'eau chaude gaz
		Puissance de chauffe : 230 kW (année 1990) 174 kW (année 1990) 150 kW pour le ballon d'ECS (année 1996)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt du raccordement important en raison de l'ancienneté des chaudières et de la séparation de la production d'ECS et du chauffage. Cela laisse la possibilité du raccordement uniquement pour assurer le chauffage des locaux et du maintien des installations pour la production d'ECS. La gestion des installations au printemps en est simplifiée.		

27	Maison des étudiants	12 bis rue de Lanveur – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment de 170 m² utilisé par les étudiants pour des activités, des bureaux associatifs, …
		Type de chauffage : Chauffage électrique
		Puissance de chauffe : *Estimée à 22 kW*
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt existant en raison du chauffage électrique existant. Mais l'intérêt est à contre balancer avec la faible surface concernée, les faibles économies accessibles (facture annuelle électrique de l'ordre de 3300 €) et l'utilisation fortement intermittente du site (uniquement durant la semaine, hors vacances scolaires). Les investissements potentiellement lourds (sous-station mais aussi réseau de chauffage, émetteurs, …) dépasseront largement les gains envisageables.		

Il est important de noter que la maison des étudiants est un bâtiment appartenant à la mairie de Lorient et mis à disposition du CROUS. En cas d'investissement ou tout simplement de décision d'investissement, ce serait à la mairie d'assumer tout ou partie du projet, selon les conditions de mise à disposition.

- **Bâtiments de la Ville de Lorient**

28	Ecole de Musique et de Danse de Lorient	7 Rue Armand Guillemot – 56100 LORIENT
		Description : Bâtiment en R+3 comprenant des salles de cours, salles de danse et un auditorium
		Type de chauffage : Chauffage gaz (ECS produite par ballons électriques décentralisés)
		Puissance de chauffe : 2 x 174 kW (année 1987)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt important en raison d'une chaufferie vieillissante n'assurant que le chauffage des locaux. Le chauffage est produit durant toute la période de chauffe, dans tout le bâtiment et du lundi au samedi. Les économies d'énergie accessibles sont donc importantes. Il existe une problématique technique particulière liée à l'emplacement en toiture-terrasse de la chaufferie. Le réseau de chaleur devra pouvoir rejoindre la sous-station en toiture. La réflexion autour du raccordement au réseau de chaleur devra donner lieu à une réflexion globale autour de la performance des installations techniques (régulation primaire et terminale) et de l'enveloppe du bâtiment.		

29	Ecole maternelle Jean-Paul Sartre	Rue Galway – 56100 LORIENT
		Description : Ecole maternelle publique comprenant des salles de classes et une salle d'activité
		Type de chauffage : Chauffage gaz (ECS produite par ballons électriques décentralisés)
		Puissance de chauffe : 244 kW (année 1980) 380 kW (année 1995)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt faible en raison d'une surface chauffée et d'une période de chauffe réduites (jours de semaine hors week-end et vacances scolaires). La chaudière de 1995 peut à elle seule assurer la totalité des besoins de chauffage du bâtiment. Le maintien de l'exploitation de ce bâtiment n'est pas non plus garanti à long terme.		

30	Groupe scolaire de Lanveur	Rue Roland Garros – 56100 LORIENT
		Description : Groupe scolaire réparti sur 2 bâtiments pour l'école maternelle et l'école élémentaire
		Type de chauffage : Chauffage gaz (ECS produite par ballons électriques décentralisés)
		Puissance de chauffe : 174 kW (année 1985) 144 kW (année 1989)
Intérêt du raccordement au réseau de chaleur : Intérêt faible en raison d'une période de chauffe réduite (jours de semaine hors week-end et vacances scolaires). Les installations de chauffage sont anciennes mais correctement maintenues. Le local chaufferie comprend un espace disponible très important permettant l'installation d'une sous-station. Le groupe scolaire subira à court terme d'éventuelles modification d'usage ou de surface.		

31	EHPAD Résidence de Kerguestenen	20 Rue de Kerguestenen – 56100 LORIENT
		Description : EHPA accueillant des personnes âgées. L'établissement est non médicalisé et comprend 81 studios, des salles de restauration et d'activité ainsi qu'une cuisine. **Type de chauffage :** Chauffage et production d'ECS au gaz **Puissance de chauffe :** 8 x 75 kW (année 1982)

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt important en raison d'une chaufferie vieillissante et d'un recours au chauffage durant l'année très important. Les installations de chauffage et de production d'ECS sont en effet très anciennes mais semblent correctement maintenues. Le bâtiment est fortement chauffé (température de consigne au moins égale à 24°C) une grande partie de l'année (de septembre à juin). De fortes économies d'énergie sont donc accessibles. Il existe une problématique technique particulière liée à l'emplacement en toiture-terrasse de la chaufferie. La période de chauffe étant particulièrement étendue, les installations de secours devront permettre de produire du chauffage lorsque le réseau de chaleur n'est pas en fonctionnement (notamment en mi saison).

32	Palais des Sports	Rue Alfred Dreyfus – 56100 LORIENT
		Description : Salles de sports utilisées par les écoles en journée et les clubs sportifs le soir et week-end (matchs et évènements occasionnels) **Type de chauffage :** Chauffage gaz (ECS produite par ballon électrique de 2000l) **Puissance de chauffe :** 287 kW (année 1987)

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt moyen en raison d'une forte utilisation du chauffage et d'une chaufferie d'âge avancé. La réflexion autour du raccordement devrait, dans un premier temps, donner lieu à une réflexion globale autour des installations de chauffage. Leur fonctionnement comprend un important potentiel d'optimisation tout comme l'enveloppe du bâtiment qui semble fortement déperditive. L'efficacité énergétique des installations existantes pourraient être améliorée avant d'engager de nouveaux investissements pour le remplacement des installations de production de chauffage.

33	Centre de secours principal de Lorient	Rue Kervaric – 56100 LORIENT
-		**Description :** Centre de secours comprenant des bureaux, des salles d'activités et des vestiaires **Type de chauffage :** *Non défini* **Puissance de chauffe :** *Estimée à 230 kW*

Intérêt du raccordement au réseau de chaleur :
Intérêt fort en raison d'un projet de construction de bâtiment économe en énergie. Les besoins en chauffage et en production d'ECS seront limités en raison d'une grande performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment et des équipements. Mais ils seront constants durant la période de chauffe (fonctionnement tous les jours de la semaine, compris week-end, et pendant les vacances).

4. SCENARIOS DE RACCORDEMENT

4.1 Construction des scénarios

Les scénarios ont été construits sur la base des différentes analyses décrites précédemment. Les résultats des différents critères apparaissent dans le tableau ci-après.

Le critère « distance par rapport au réseau » a été apprécié sur la base de la distance entre le parc Gagarine et l'entrée de la parcelle du bâtiment. Une note a été construite sur cette base, entre 0 et 4. Plus la note est importante, plus la distance est grande. Les sites les plus facilement raccordables sont donc ceux ayant les notes les plus faibles.

Le critère « intérêt technique » a été décrit site par site, précédemment. Une note a été attribuée selon l'intérêt : 3 pour un intérêt fort, 2 pour un intérêt moyen et 1 sinon.

Le critère « implication des acteurs » a été jugé sur la base des entretiens effectués avec les différents responsables. On distingue les acteurs fortement impliqués, moyennement impliqués et faiblement impliqués.

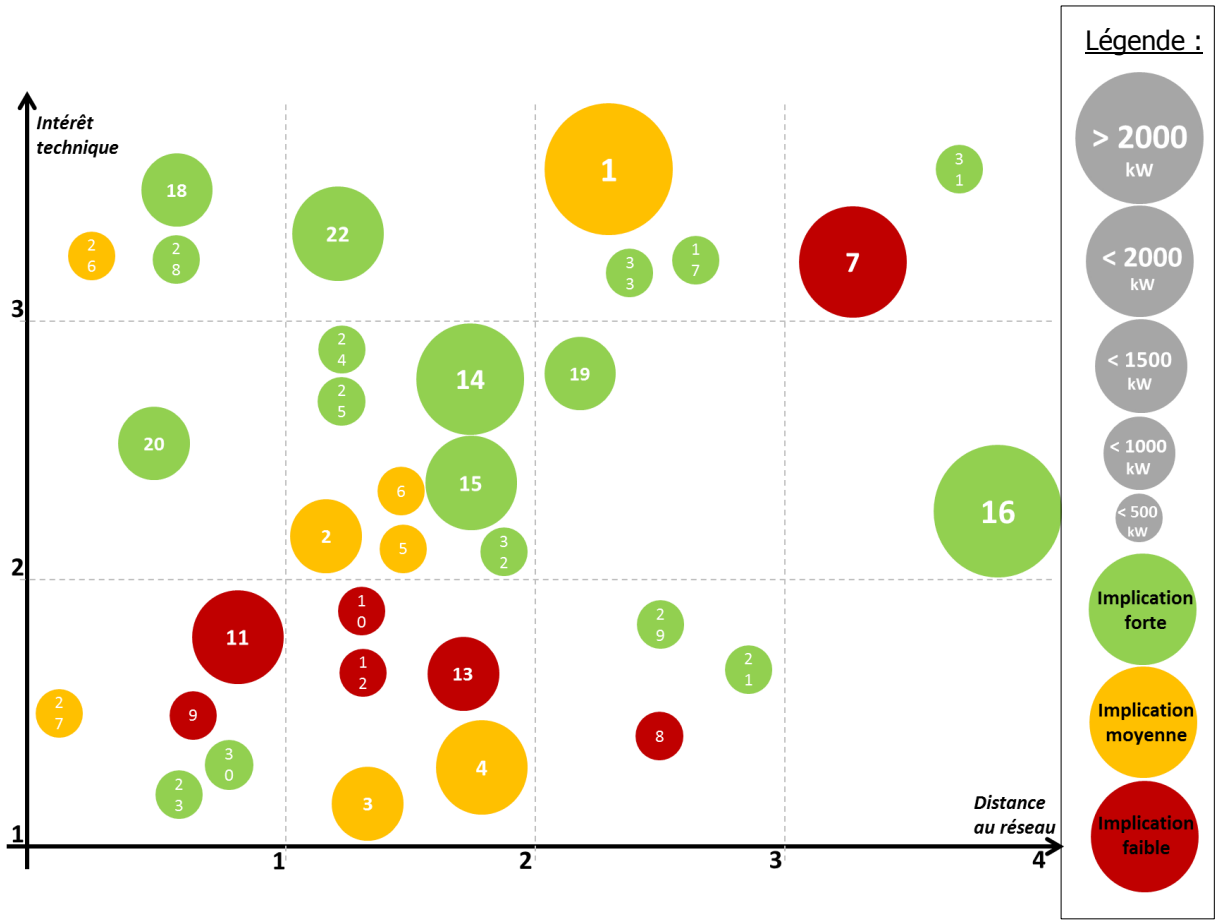
Maître d'ouvrage	Bâtiment		Distance par rapport au réseau	Intérêt technique	Implication des acteurs
Cap Lorient Habitat	1	Résidence Le Gonidec	2,1	3	Moyenne
	2	Résidence Armand Guillemot	1,0	2	
	3	Résidence Annaba	1,2	1	
	4	Résidence ZAC de Lanveur	1,6	1	
Espacil	5	Résidence Santa Maria	1,6	2	Moyenne
	6	Résidence la Pinta	1,5	2	
Privé	7	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	3,1	3	Forte
	8	Ecole François Tanguy	2,5	1	Faible
	9	Ma maison Petite sœur des pauvres	0,7	1	Faible
	10	Copropriété Résidence Colbert	1,2	1	Faible
	11	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	1,0	1	Faible
	12	Copropriété 8 Bd Herriot	1,2	1	Faible
	13	Copropriété Résidence St Brigitte	1,7	1	Faible
Région Bretagne	14	Lycée Colbert	1,7	2	Forte
	15	Lycée Marie Le Franc	1,7	2	
	16	Lycée Dupuy de Lôme	4,1	2	
UBS	17	Centre de recherche C. Huygens	2,5	3	Forte
	18	Paquebot	0,6	3	
	19	Faculté de sciences	2,1	2	
	20	Faculté de sciences humaines	0,5	2	
	21	ENSIBS	2,8	1	
	22	IUT	1,1	3	
	23	Centre Kerneur de formation continue	0,6	1	
	24	Bibliothèque universitaire	1,3	2	
	25	Présidence	1,3	2	
CROUS	26	Restaurant universitaire	0,3	3	Moyenne
	27	Maison des étudiants	0,1	1	
Ville de Lorient	28	Ecole de musique	0,7	3	Forte
	29	Ecole maternelle JP Sartre	2,6	1	
	30	GS Lanveur	0,6	1	

Ville de Lorient	31	Résidence de Kerguestenen	3,8	3	Forte
	32	Palais des Sports	1,9	2	
Lorient Agglomération	33	Centre de secours principal de Lorient	2,2	3	

Enfin, les puissances installées observées lors des visites ont été corrigées pour obtenir un dimensionnement correct des installations de chauffage (hors ECS). Un coefficient de substitution a été appliqué de manière à supprimer les surdimensionnements liés au secours, au remplacement des équipements non adaptés, … Les puissances retenues sont décrites dans le tableau suivant.

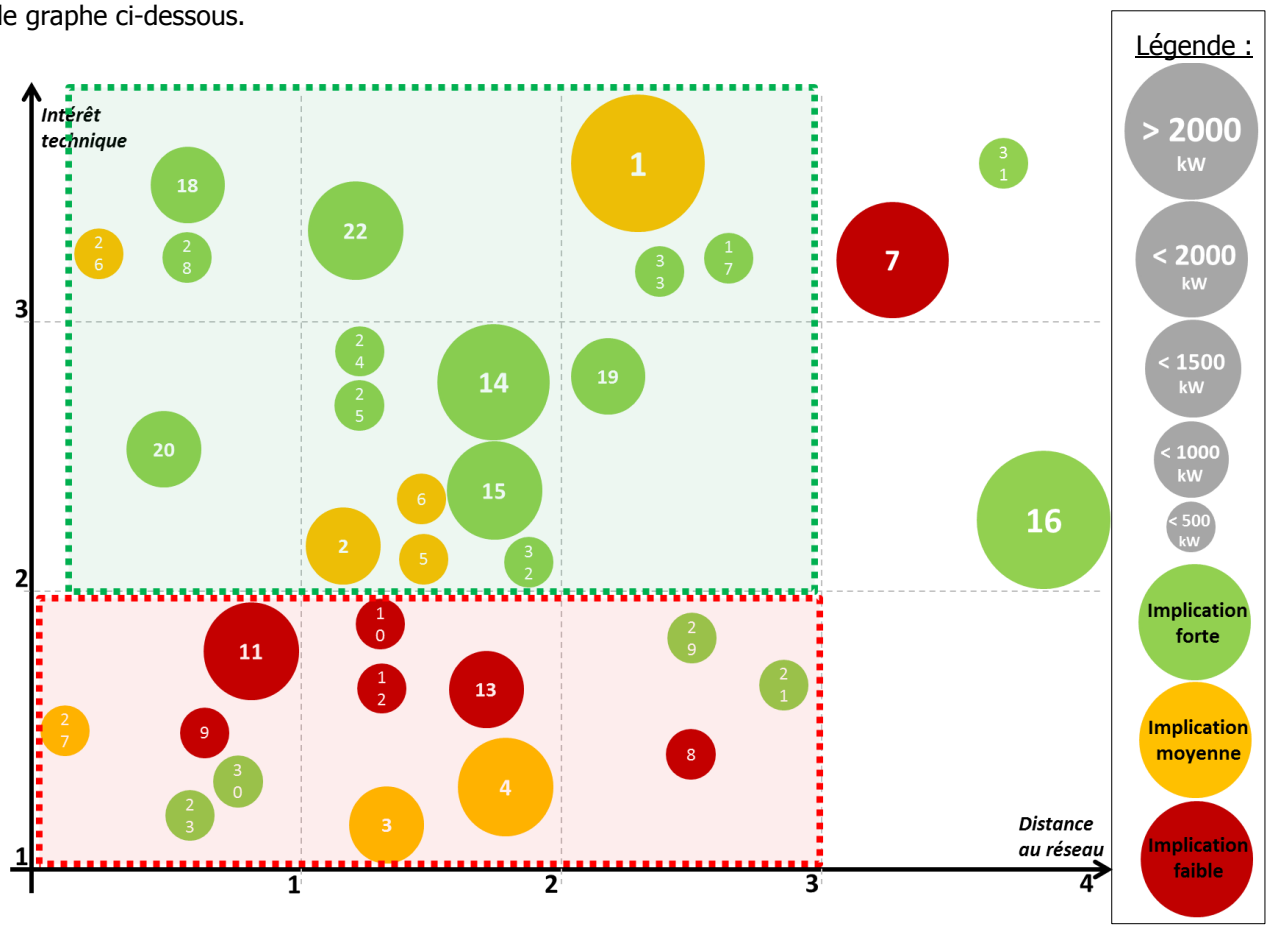
Maître d'ouvrage	Bâtiment		Puissance nécessaire pour le raccordement (kW)	Tranche de puissance à raccorder
Cap Lorient Habitat	1	Résidence Le Gonidec	2475	> 2000 kW
	2	Résidence Armand Guillemot	736	< 1000 kW
	3	Résidence Annaba	696	< 1000 kW
	4	Résidence ZAC de Lanveur	1080	< 1500 kW
Espacil	5	Résidence Santa Maria	280	< 500 kW
	6	Résidence la Pinta	280	< 500 kW
Privé	7	Lycée Saint-Joseph-Lasalle	1711	< 2000 kW
	8	Ecole François Tanguy	287	< 500 kW
	9	Ma maison Petite sœur des pauvres	231	< 500 kW
	10	Copropriété Résidence Colbert	386	< 500 kW
	11	Copropriété 3 & 5 Bd Herriot	1132	< 1500 kW
	12	Copropriété 8 Bd Herriot	373	< 500 kW
	13	Copropriété Résidence St Brigitte	552	< 1000 kW
Région Bretagne	14	Lycée Colbert	1771	< 2000 kW
	15	Lycée Marie Le Franc	1246	< 1500 kW
	16	Lycée Dupuy de Lôme	3019	> 2000 kW
UBS	17	Centre de recherche C. Huygens	450	< 500 kW
	18	Paquebot	552	< 1000 kW
	19	Faculté de sciences	888	< 1000 kW
	20	Faculté de sciences humaines	640	< 1000 kW
	21	ENSIBS	342	< 500 kW
	22	IUT	1163	< 1500 kW
	23	Centre Kerneur de formation continue	120	< 500 kW
	24	Bibliothèque universitaire	390	< 500 kW
	25	Présidence	390	< 500 kW
CROUS	26	Restaurant universitaire	416	< 500 kW
	27	Maison des étudiants	22	< 500 kW
Ville de Lorient	28	Ecole de musique	209	< 500 kW
	29	Ecole maternelle JP Sartre	374	< 500 kW
	30	GS Lanveur	318	< 500 kW
	31	Résidence de Kerguestenen	360	< 500 kW
	32	Palais des Sports	287	< 500 kW
Lorient Agglomération	33	Centre de secours principal de Lorient	183	< 500 kW

Les critères sont illustrés sur le graphe suivant.



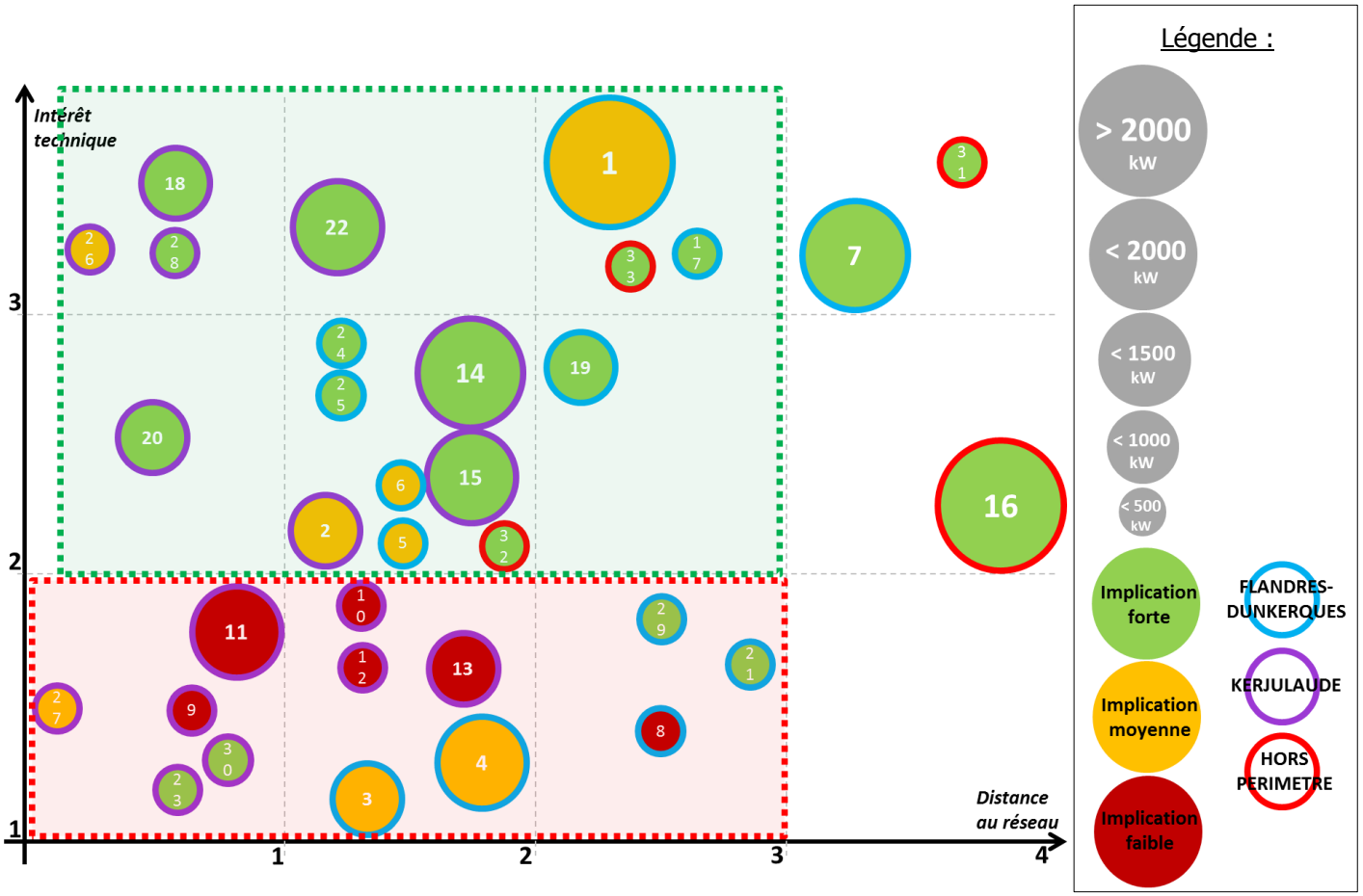
La distance au réseau est matérialisée sur l'axe des abscisses, l'intérêt technique sur l'axe des ordonnées, l'implication des acteurs via la couleur de la bulle et la puissance raccordée au travers de la taille de la bulle. L'index des sites est indiqué au centre des bulles.

Il apparaît que les sites les plus intéressants à raccorder sont ceux dont la distance au réseau est la moins importante et l'intérêt technique le plus grand. On distingue donc deux zones matérialisées sur le graphe ci-dessous.



La zone identifiée en vert est celle rassemblant les sites dont les conditions seraient les plus intéressantes pour le raccordement. A l'inverse les sites situés dans la zone en rouge sont ceux qui proposent des conditions de raccordement et une situation technique les moins propices au raccordement au réseau. Les 3 sites non rattachés à une zone ont des distances par rapport au réseau très importantes. Ce sont ceux qui avaient d'ailleurs été identifiés comme tel dans le paragraphe 2.3 (résidence de Kerguestenen, Lycée Saint-Joseph-Lasalle, Lycée Dupuy de Lôme).

En croisant cette analyse avec le planning et le tracé des travaux du TRISKELL SUD, on matérialise les ensembles « KERJULAUDE », « FLANDRES DUNKERQUE » et « HORS PERIMETRE » par la couleur du contour des bulles.



D'après ce graphe, 3 scénarios peuvent être détachés. Le premier rassemble les sites de l'ensemble « KERJULAUDE » placés dans la zone verte. Le second, regroupe les sites de l'ensemble « FLANDRES-DUNKERQUE » de la zone verte. Le scénario 3 regroupe le scénario 1 et le scénario 2.

SCENARIO 1		SCENARIO 2	
2	Résidence Armand Guillemot	1	Résidence Le Gonidec
14	Lycée Colbert	5	Résidence Santa Maria
15	Lycée Marie Le Franc	6	Résidence la Pinta
18	Paquebot	17	Centre de recherche C. Huygens
20	Faculté de sciences humaines	19	Faculté de sciences
22	IUT	24	Bibliothèque universitaire
26	Restaurant universitaire	25	Présidence
28	Ecole de musique		

Parmi ces deux scénarios, apparaissent des sites dont l'implication des acteurs est moyenne ou faible (CROUS, Cap Lorient Agglomération Habitat, ESPACIL). En supposant un retrait de ces acteurs au sein du projet, des scénarios 1 et 2 de type « minimal » peuvent être retenus.

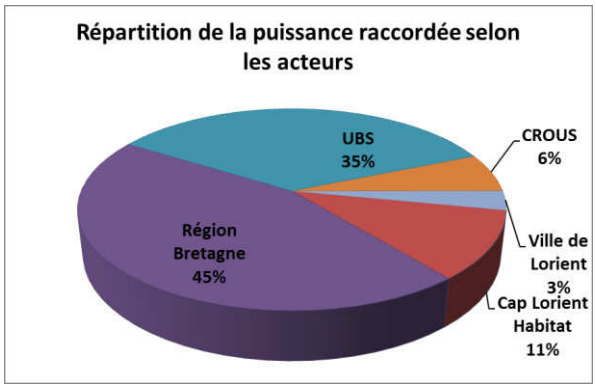
SCENARIO 1' - MINIMAL		SCENARIO 2' - MINIMAL	
14	Lycée Colbert	17	Centre de recherche C. Huygens
15	Lycée Marie Le Franc	19	Faculté de sciences
18	Paquebot	24	Bibliothèque universitaire
20	Faculté de sciences humaines	25	Présidence
22	IUT		
28	Ecole de musique		

De la même manière, le scénario 3 est construit sur la base des deux premiers, tout comme le scénario 3 « minimal ».

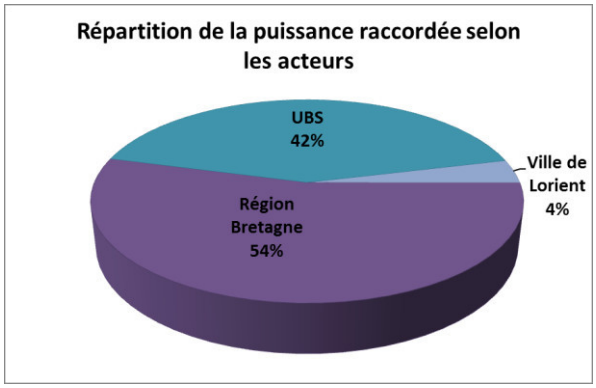
SCENARIO 3		SCENARIO 3' - MINIMAL	
2	Résidence Armand Guillemot	14	Lycée Colbert
14	Lycée Colbert	15	Lycée Marie Le Franc
15	Lycée Marie Le Franc	18	Paquebot
18	Paquebot	20	Faculté de sciences humaines
20	Faculté de sciences humaines	22	IUT
22	IUT	28	Ecole de musique
26	Restaurant universitaire	30	GS Lanveur
28	Ecole de musique	17	Centre de recherche C. Huygens
1	Résidence Le Gonidec	19	Faculté de sciences
5	Résidence Santa Maria	24	Bibliothèque universitaire
6	Résidence la Pinta	25	Présidence
17	Centre de recherche C. Huygens		
19	Faculté de sciences		
24	Bibliothèque universitaire		
25	Présidence		

En se basant sur les puissances de raccordement, le poids de chaque acteur dans chaque scénario est représenté sur les graphes suivants.

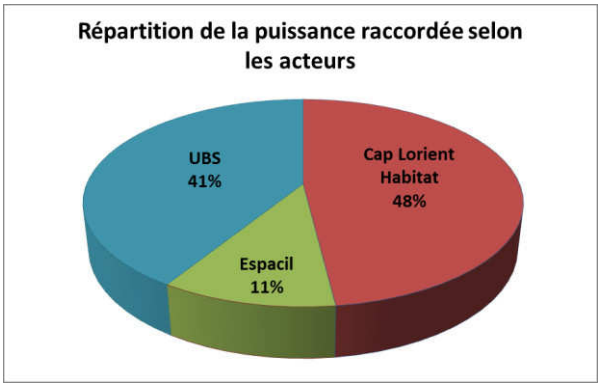
SCENARIO 1



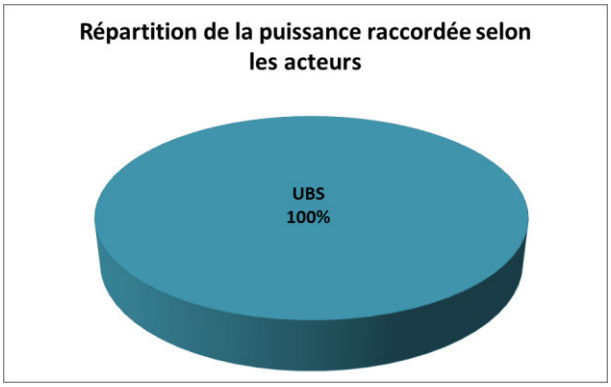
SCENARIO 1' - MINIMAL



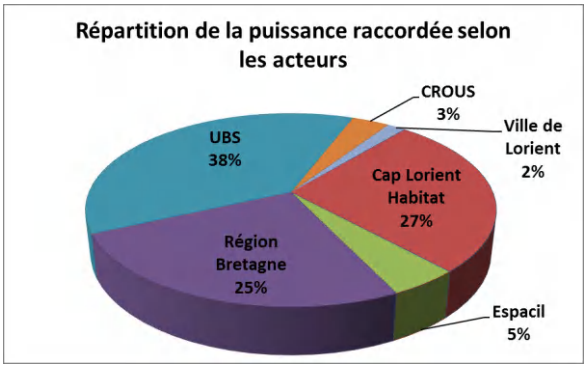
SCENARIO 2



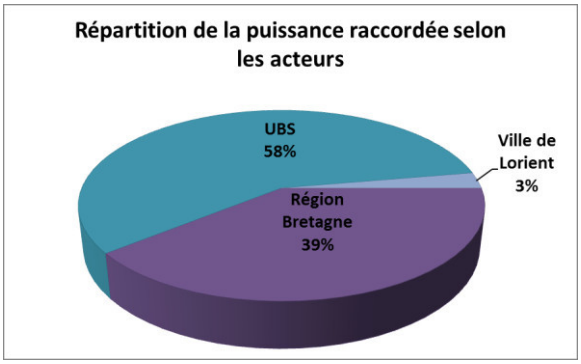
SCENARIO 2' - MINIMAL



SCENARIO 3



SCENARIO 3' - MINIMAL



4.2 Description technique des scénarios

- **<u>Scénario 1</u>**

Le scénario 1 rassemble les sites situés à proximité de la rue de Kerjulaude, tels que décrits précédemment. L'emplacement de la chaufferie est au niveau du parc Gagarine, donnant sur la rue de Kerjulaude. Ce tracé de réseau permet d'exploiter au maximum les travaux de voirie du TRISKELL SUD. Seul le tronçon de la rue Jean Zay (jusqu'au Paquebot et l'IUT) n'est pas inclus dans le programme TRISKELL SUD.

Légende :
- Sous-station
- Réseau de chaleur
- Chaufferie

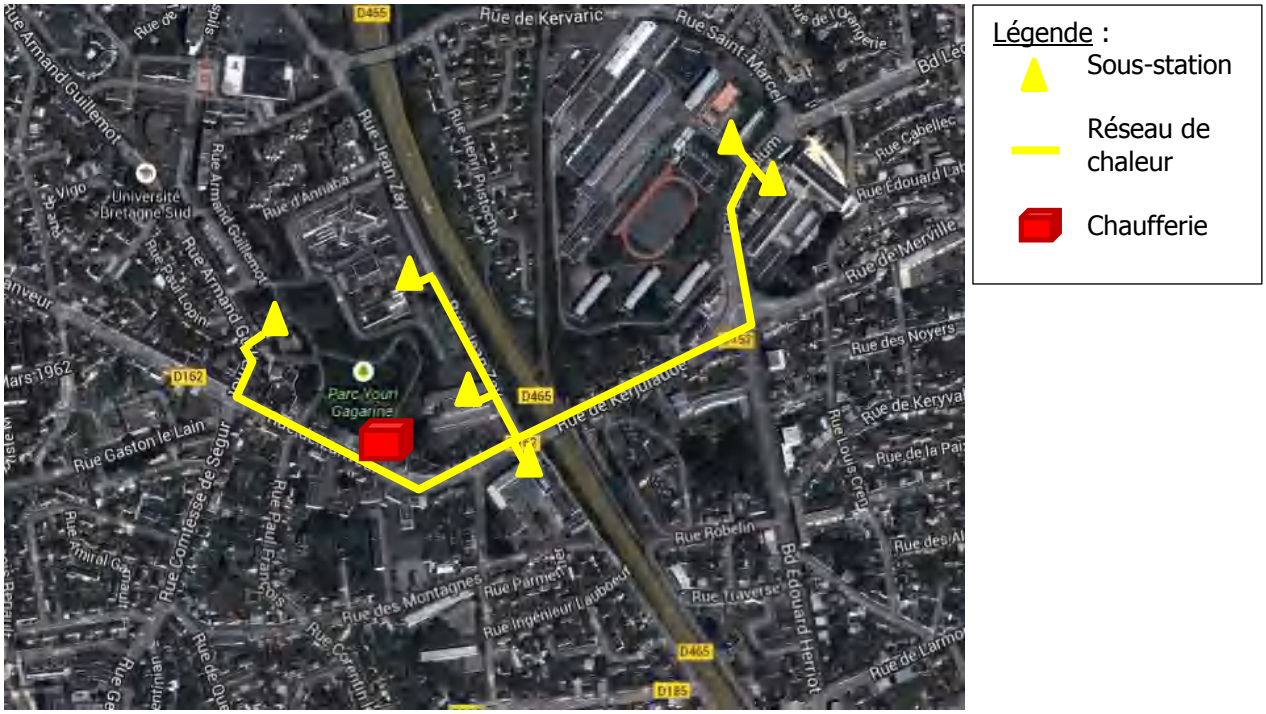
Scénario 1

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 1.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 1	8	6 732	1 385

- **<u>Scénario 1' - Minimal</u>**

Le scénario 1' – Minimal est le scénario 1 dont les sites appartenant aux acteurs moyennent ou faiblement impliqués ont été retirés du tracé. Seuls le restaurant universitaire et la résidence Guillemot ont été écartés du projet. La chaufferie est placée au même endroit que pour le premier scénario.



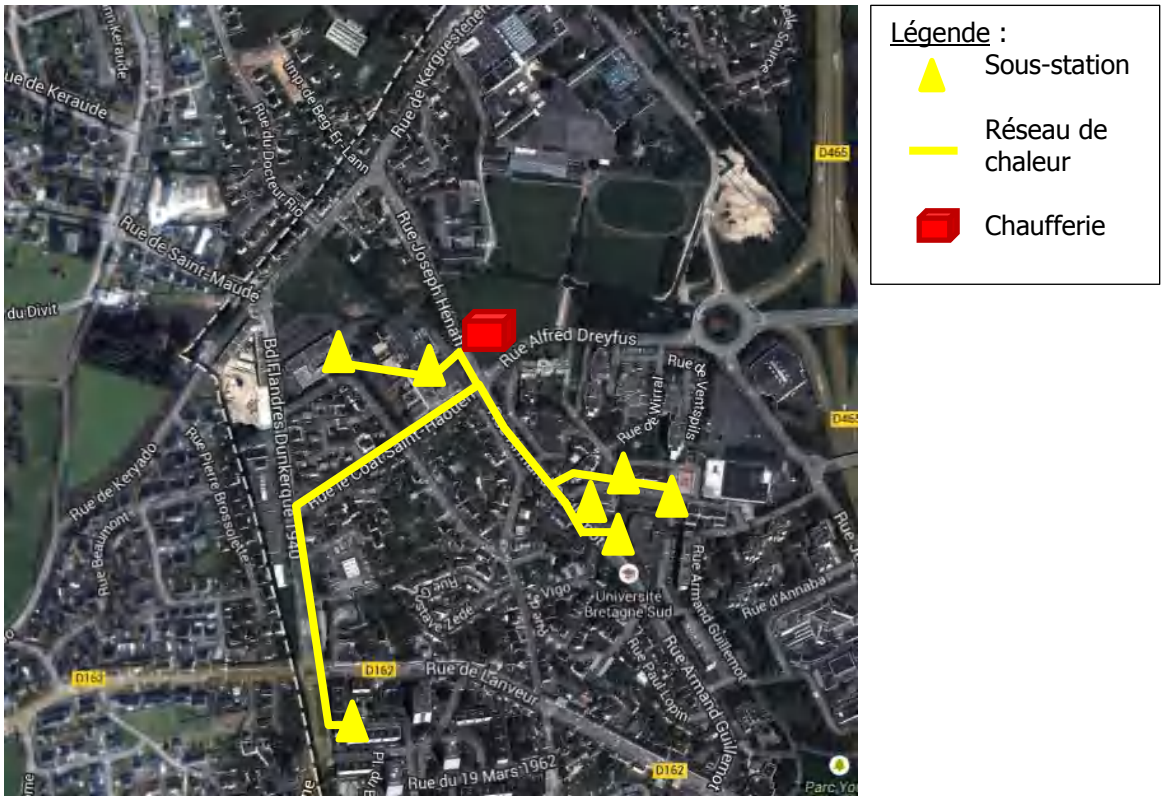
Scénario 1' - Minimal

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 1' - Minimal.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 1' - Minimal	6	5 580	1 202

- **<u>Scénario 2</u>**

L'analyse décrite précédemment a permis de conclure qu'il existait deux périmètres distincts correspondant aux tranches et secteurs des travaux du TRISKELL SUD. Le second ensemble « FLANDRES-DUNKERQUE » est situé à proximité du boulevard Flandres-Dunkerque. Dans l'optique d'un réseau mis en œuvre uniquement dans ce secteur, l'emplacement de la chaufferie au niveau du parc Gagarine n'a plus d'intérêt ni de justification technique. Un emplacement plus central est proposé au niveau du croisement entre les rues J. Hénaff et A. Dreyfus. Ce second tracé profite également pour une majorité du réseau, des travaux du TRISKELL SUD. Seul le prolongement du boulevard Flandres-Dunkerque jusqu'à la résidence Le Gonidec et la rue Nicolas Appert permettant de raccorder les résidences La Pinta et Santa Maria d'Espacil ne sont pas inclus dans le projet de réfection des voiries.



Scénario 2

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 2.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 2	7	5 153	1 111

- **<u>Scénario 2' – Minimal</u>**

Le scénario 2' – Minimal exclut, tout comme le scénario 1', les sites appartenant aux acteurs dont l'implication n'a pas été affichée comme forte. Les Résidences Le Gonidec de Cap Lorient Agglomération Habitat, La Pinta et Santa Maria d'Espacil ont été supprimées du tracé. L'emplacement de la chaufferie est identique à celui du scénario 2.

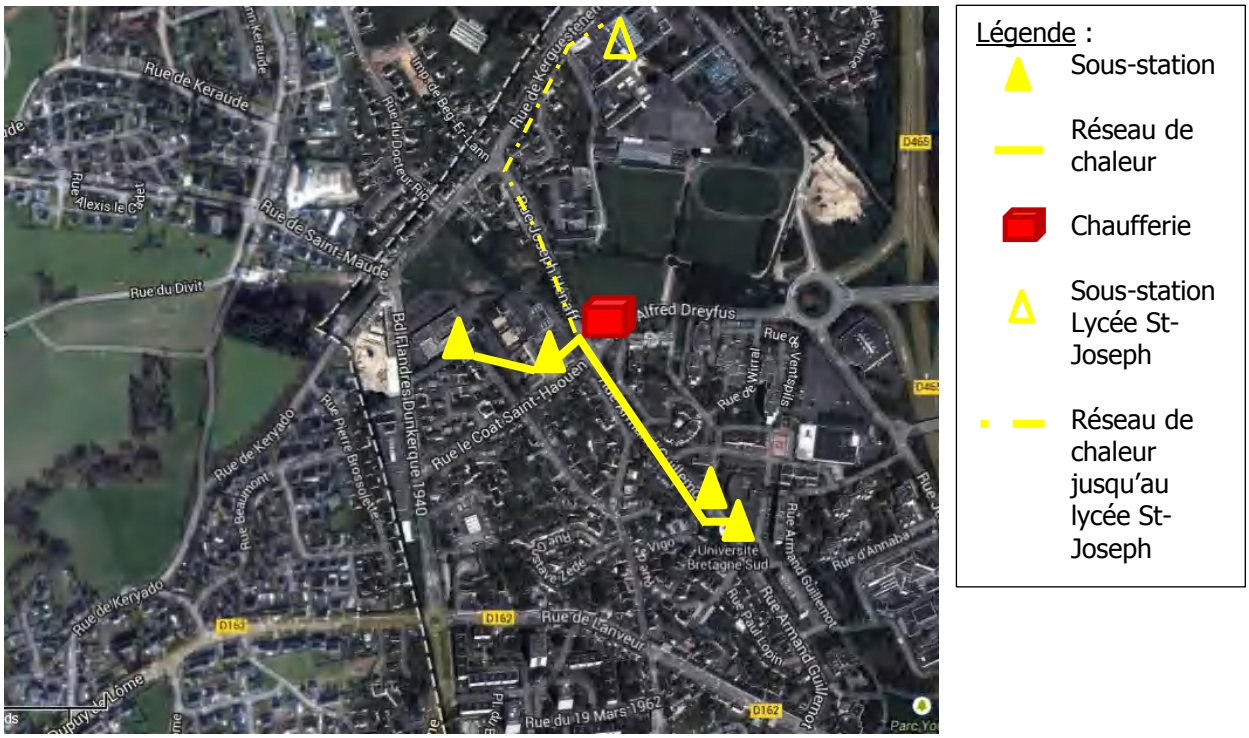
Il apparaît, à ce stade de l'étude que dans cette configuration, le réseau pourrait alimenter le lycée-collège Saint-Joseph-Lasalle dont les conditions sont très favorables à un raccordement (intérêt technique, implication du lycée et puissance à raccorder très importants). Le tracé supplémentaire apparaît en pointillé sur la vue aérienne ci-dessous.

Il est important de noter que dans ce cas, la portion de réseau induite par ce raccordement supplémentaire représente plus d'une fois le réseau prévu initialement pour ce scénario 2' – Minimal.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 2' - Minimal.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 2' - Minimal	4	2 118	362
Scénario 2'' – Minimal	5	3 929	807

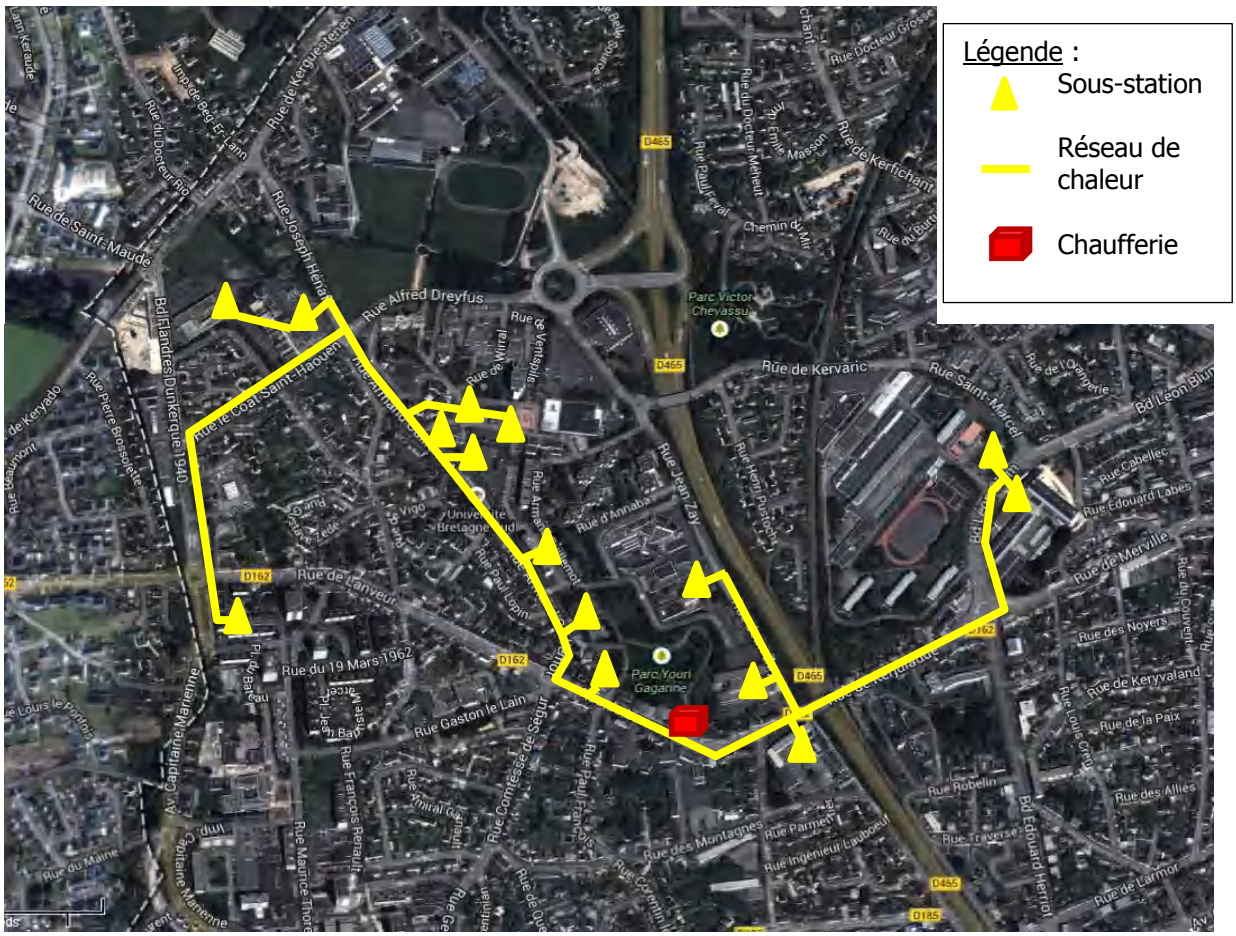
On observe ainsi que la puissance totale est augmentée plus de 85% et que le linéaire de réseau est plus que doublé. Ce raccordement doit donc être largement réfléchi de manière à trouver un compromis entre l'investissement supplémentaire impliqué (détaillé dans la suite du document) et l'intérêt énergétique, technique et politique de l'alimentation du lycée St-Joseph-Lasalle.



Scénario 2' - Minimal

- **<u>Scénario 3</u>**

Le scénario 3 comprend les raccordements de tous les sites des scénarios 1 et 2. Le tracé est la somme des deux tracés détaillés précédemment. La jonction des deux réseaux entre la bibliothèque universitaire et la résidence Armand Guillemot doit être ajoutée. Pour ce scénario, une chaufferie principale est proposée en base, au niveau du parc Gagarine. Cet emplacement reste en effet central par rapport au périmètre concerné par le réseau de chaleur.



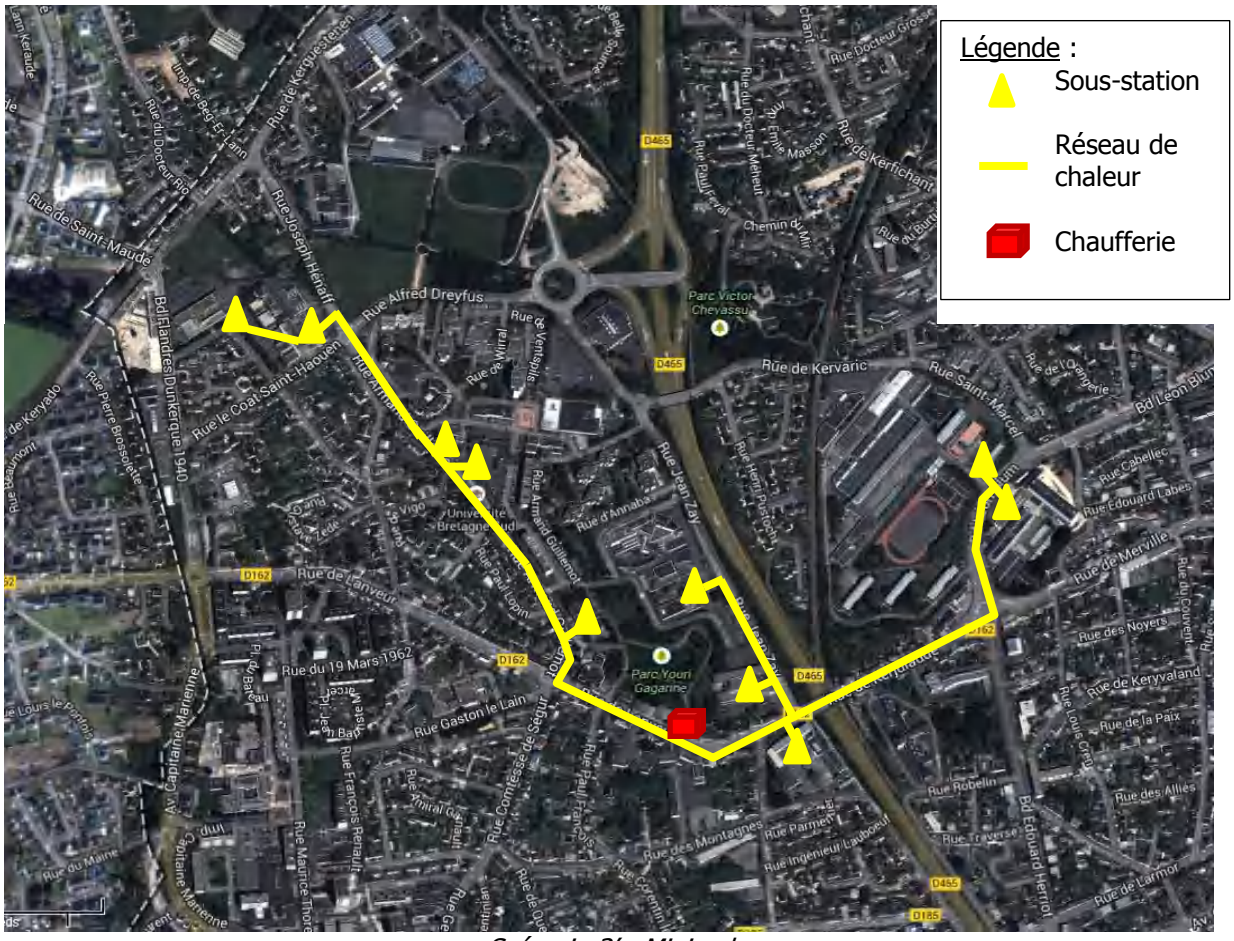
Scénario 3

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 3.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 3	15	11 885	2 656

- **<u>Scénario 3' – Minimal</u>**

De la même manière que précédemment, le scénario 3' – Minimal rassemble les sites des scénarios 1' et 2' – Minimal. Pour ce dernier scénario, le raccordement du lycée Saint-Joseph-Lasalle est également proposé.



Scénario 3' - Minimal

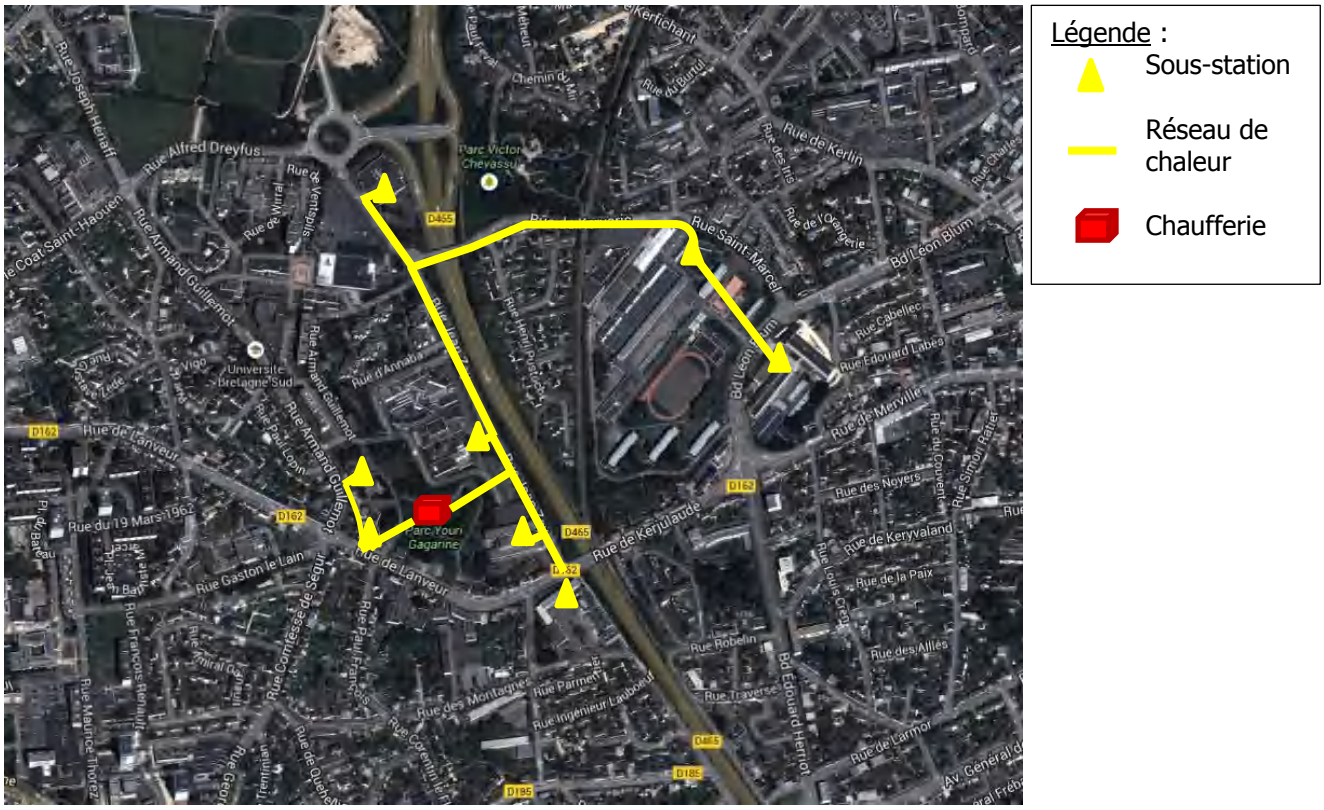
Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du scénario 3' - Minimal.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 3	10	7 698	1 724

- **<u>Scénario 4</u>**

Suite à une réunion de travail avec Lorient Agglomération et la ville de Lorient, un quatrième scénario a été créé. Il se concentre sur les sites ayant l'intérêt technique et la distance au réseau les plus intéressants. Il se base sur le scénario 1 dont la branche allant jusqu'aux lycées Colbert et Marie Le Franc a été modifiée. Ce nouveau tracé permet d'alimenter le palais des sports, la Présidence et la bibliothèque universitaire.

L'emplacement de la chaufferie sera modifié de manière à s'affranchir des travaux du Triskell en étant positionnée au milieu du parc Gagarine.



Ce scénario rassemble les sites suivants.

SCENARIO 4	
14	Lycée Colbert
15	Lycée Marie Le Franc
18	Paquebot
20	Faculté de sciences humaines
22	IUT
26	Restaurant universitaire
28	Ecole de musique
32	Palais des Sports

Les caractéristiques du réseau sont décrites dans le tableau ci-dessous.

	Nombre de sites raccordés	Puissance totale raccordée (kW)	Linéaire de réseau de chaleur (m)
Scénario 4	8	6 283	1 165

4.3 Conception de la chaufferie

Les puissances raccordées ont été calculées sur la base des conditions de chauffage et des installations techniques existantes dans les différents bâtiments. A partir de cette donnée, différentes solutions d'installations en chaufferie sont envisageables.

- **Dimensionnement de la chaudière bois**

La puissance de la chaufferie doit être dimensionnée en fonction des puissances de chauffage nécessaires aux différents bâtiments raccordés. Hors, d'après la courbe monotone de chauffage construite sur la base des conditions climatiques de Lorient, une chaudière dimensionnée à 90 % de la puissance nécessaire permettrait de fournir le chauffage nécessaire, 97% du temps de chauffe. Ce calcul permet d'optimiser la puissance installée sans impliquer de surdimensionnement.

Le dimensionnement précis de la chaufferie sera effectué lorsque le tracé du réseau et la puissance nécessaire totale sera finalisé de manière à pouvoir définir le compromis optimal entre la puissance de chaufferie, l'investissement et le temps de fonctionnement. A ce stade, nous partons sur un dimensionnement à 90% de la puissance nécessaire. Les 10% de la puissance demandée restant seront fournis par une chaudière gaz d'appoint.
Cette donnée sera précisée dans la suite de l'étude.

En fonction de la puissance totale installée et des besoins minimum calculés, il conviendra d'installer une ou plusieurs chaudières bois permettant de moduler au maximum la puissance de chauffe disponible. Il sera possible alors de n'en faire fonctionner qu'une en mi saison et deux en période de pointe de demande. Le taux de couverture du bois sera maximisé.

- **Caractéristiques du secours et de l'appoint**

Le secours de chauffage peut être installé dans la chaufferie principale. Dans ce cas, l'équipement de secours peut également fournir l'appoint, sous réserve d'un dimensionnement correct. Une ou plusieurs chaudière(s) gaz peuvent être installées de manière à fournir les petites demandes de puissance de chauffe (modulation en dessous de la puissance minimale d'une chaudière bois) et apporter un complément lorsque les conditions climatiques sont exceptionnellement extrêmes (demande de chauffage très importante ponctuellement). En cas de défaillance d'une chaudière bois, cette/ces chaudière(s) gaz peut/peuvent injecter sur le réseau un complément de puissance permettant un fonctionnement dégradé mais suffisant le temps de l'intervention sur l'équipement défectueux.

L'autre solution consiste à maintenir en l'état tout ou partie des chaufferies existantes en local dans les différents sites. Cette solution limite l'investissement initial mais maintient l'obligation de l'entretien-maintenance des installations ainsi que l'abonnement à la fourniture de gaz. Elle permet en outre de garantir en tout temps un secours suffisant et local. Le secours doit en effet pouvoir fournir la totalité des besoins du réseau de chaleur. La puissance nécessaire étant très importante (supérieure à 2 MW), mettre en œuvre un chaufferie avec des équipements regroupant deux fois la puissance nécessaire est coûteux et peu utile.

La problématique technique de l'emplacement de la sous-station dans les différentes stations devra être étudiée dans la suite de l'étude.

- **Puissance de chauffe installée en chaufferie**

La chaufferie regroupera donc, en l'état actuel de l'étude, une ou plusieurs chaudières bois correspondant à 90% de la puissance de chauffe nécessaire et une ou plusieurs chaudières gaz représentant 10% de la puissance de chauffe.

Les puissances installées sont détaillées dans le tableau suivant.

	Scénario 1	Scénario 1'	Scénario 2	Scénario 2'	Scénario 3	Scénario 3'	Scénario 4
Puissance demandée	6 732	5 580	5 153	2 118	11 885	7 698	6 283
Puissance installée chaudières Bois	6 059	5 022	4 638	1 906	10 696	6 928	5 654
Puissance installée chaudière Gaz	673	558	515	212	1 188	770	628

A partir des données de consommations d'énergie et les conditions climatiques de 2012, les consommations d'énergie bois et gaz de la future chaufferie peuvent être estimées. Pour chacun des scénarios, le tableau suivant rassemble les données techniques correspondantes.

Scénario	Puissance totale installée (kW)	Energie bois consommée par an			Energie gaz consommée par an	
		(kWhefPCI/an)	*(tonnes/an)*	*(m^3/an)*	*(kWhef/an)*	*(tonnes/an)*
1	6 732	6 745 889	1 874	7 808	132 439	11 339
1'	5 580	5 229 608	1 453	6 053	102 671	8 790
2	5 153	5 322 949	1 479	6 161	104 503	8 947
2'	2 118	1 537 522	427	1 780	30 185	2 584
3	11 885	12 068 839	3 352	13 969	236 942	20 286
3'	7 698	6 767 130	1 880	7 832	132 856	11 375
4	6 283	6 012 038	1 670	6 958	118 032	10 105

Les scénarios 1, 1', 2, 2', 3' et 4 représentent une consommation annuelle du même ordre de grandeur que celle des différentes chaufferies bois alimentées par la filière bois de la ville.

Le gisement de la filière bois est estimé à 50 000 m^3 par an. Les scénarios 1, 1', 2, 2', 3' et 4 consommeraient donc moins de 20% de la ressource annuelle. En revanche, le projet 3 consommerait 30% du gisement.

Une réflexion doit être menée par Lorient Agglomération et sa filière bois sur les différents potentiels de développement de manière à ce que ce projet de réseau de chaleur ne limite pas sur le long terme la réalisation d'autres chaufferies bois.

- **<u>Longueur du réseau et pertes thermiques</u>**

L'efficacité d'un réseau de chaleur passe également par l'optimisation des pertes thermiques durant la distribution. Une manière d'appréhender ce point est de calculer le rapport entre l'énergie produite annuellement par la chaudière bois et la distance de réseau. Ce coefficient ne doit pas être en dessous de 3 sous peine d'impliquer des investissements trop lourds et des pertes thermiques liées à la distribution trop importantes et, par conséquent, trop onéreuses.

Scénario	Puissance totale installée	Linéaire de réseau	Energie bois consommée	Energie bois consommée par m linéaire de réseau
	(kW)	*(m)*	*(kWh/an)*	*(MWh/m)*
1	6 732	1 390	6 745 900	4,9
1'	5 580	1 200	5 229 600	4,4
2	5 153	1 110	5 322 900	4,8
2'	2 118	360	1 537 500	4,3
3	11 885	2 660	12 068 800	4,5
3'	7 698	1 700	6 767 100	4,0
4	6 283	1 720	6 012 000	3,5

Ce coefficient indique d'une part que les propositions de tracé du réseau ne sont pas néfastes à l'efficacité énergétique ni à la rentabilité du projet (coefficient supérieur à 3).

D'autre part, il apparaît que le scénario 1 optimise la distance du réseau par rapport à l'énergie produite, et donc au nombre de sites raccordés.

5. PREMIERES ESTIMATIONS FINANCIERES

5.1 Subventions et aides financières

- **Subventions**

Des subventions peuvent être allouées au projet de la part du Conseil Régional, de l'ADEME, du Conseil Général et de l'Union Européenne.

Le total de ces subventions peut représenter de 40 à 50% du coût des travaux.

Ce point sera précisé dans la suite de l'étude.

- **Certificats d'économie d'énergie**

Les certificats d'économie d'énergie (CEE) constituent également un mécanisme pouvant apporter une contribution financière au montage financier du projet.

Les CEE sont vendus à des obligés, à un prix défini (cours du kWhcumac déterminé par les quantités mensuelles d'échanges de CEE). Le maître d'ouvrage du réseau et de la chaufferie peut donc faire valoir ces CEE en les vendant à un partenaire sur le marché des CEE.

Une fiche standardisée décrit les conditions et modalités d'échange des certificats d'économie d'énergie pour la mise en place d'une production de chaleur renouvelable distribuée par un réseau de chaleur. Elle est annexée au présent rapport (paragraphe 9.12).

5.2 Investissement

Les coûts d'investissement sont répertoriés dans le tableau ci-après. Ils sont chiffrés sur la base des hypothèses détaillées précédemment, des puissances installées pour chaque scénario, du nombre de sites raccordés et des tracés des réseaux illustrés précédemment.

Il est pris pour hypothèse, qu'une seule sous-station est installée par bâtiment.

Scénario	POSTES DE DEPENSES (€ HT)					TOTAL (€ HT)
	Sous-station	Réseau	Chaufferie	Génie civil	Maîtrise d'œuvre et prestations intellectuelles (12%)	
1	280 000	692 500	3 534 200	315 000	578 600	5 400 300
1'	210 000	601 000	2 929 600	265 000	480 700	4 486 300
2	245 000	555 500	2 705 300	230 000	448 300	4 184 100
2'	140 000	181 000	1 112 000	95 000	183 400	1 711 400
3	525 000	1 328 000	6 239 500	500 000	1 031 100	9 623 600
3'	525 000	862 000	6 239 500	360 000	958 400	8 944 900
4	280 000	850 000	3 298 400	285 000	565 600	5 279 000

Remarque : les postes de dépenses n'incluent pas tous les travaux en aval de la sous-station (une par bâtiment) :

- Raccordements entre les différentes chaufferies ou sous-station pour un site donné ;
- Création d'un réseau secondaire et pose des émetteurs dans le cas d'un site chauffé à l'électricité.

Le coût du projet est donc estimé entre 1,7 et 10 millions d'euros. Les coûts sont rappelés dans le tableau ci-dessous rappelant également la puissance installée de chaque scénario et le nombre de sites raccordés.

Scénario	Puissance totale installée	Nombre de sites installés	Coût du projet
	(kW)		*(€ HT)*
1	6 732	8	**5 400 300**
1'	5 580	6	**4 486 300**
2	5 153	7	**4 184 100**
2'	2 118	4	**1 711 400**
3	11 885	15	**9 623 600**
3'	7 698	15	**8 944 900**
4	6 283	8	**5 279 000**

5.3 Coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation sont listés dans le tableau ci-dessous. Ils comprennent les coûts de combustibles bois-énergie et gaz ainsi que l'entretien-maintenance.

Scénario	POSTES DE DEPENSES (€ HT)			TOTAL ANNUEL (€ HT)
	P1	P1'	P2	
	Combustible Bois	Combustible Gaz	Entretien-maintenance	
1	169 322	5 111	67 317	241 750
1'	131 263	3 962	55 802	191 028
2	133 606	4 033	51 530	189 169
2'	38 592	1 165	21 180	60 937
3	302 928	9 144	118 847	430 919
3'	169 855	5 127	76 982	251 964
4	150 902	4 555	62 827	218 284

6. IMPLANTATION DE LA CHAUFFERIE

6.1 Surface nécessaire

En l'état actuel des hypothèses, les surfaces nécessaires à chaque scénario sont définies dans le tableau ci-dessous. Elles peuvent varier en fonction du nombre de chaudières (principales et de secours) ainsi qu'en fonction des arbitrages pris sur le volume de stockage.

	Scénario 1	Scénario 1'	Scénario 2	Scénario 2'	Scénario 3	Scénario 3'	Scénario 4
Surface nécessaire à la chaufferie (m²)	630	530	460	190	1000	720	570

Ces chiffres seront affinés en fonction de la technologie choisie de chaudière ainsi que le nombre d'équipements.

Ils pourront également prendre en compte la mise en place d'un espace de formation dédié aux bâtiments d'enseignement concernés par le projet et à proximité de la chaufferie bois. Ce point sera précisé dans la phase suivante de l'étude.

6.2 Desserte en combustible

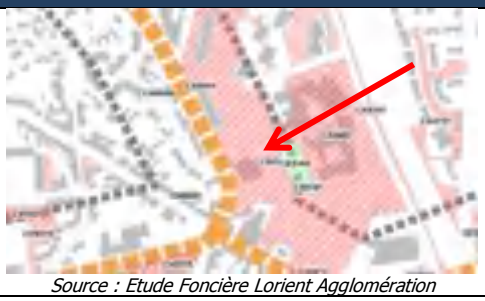
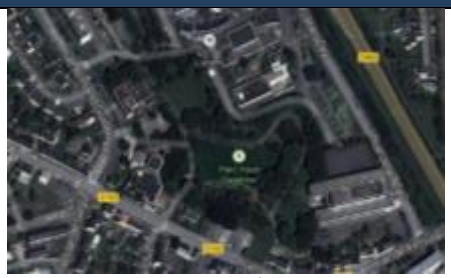
La livraison de bois déchiqueté nécessite le passage aux abords de la chaufferie de camions de livraison. Les conditions d'accès autour et à proximité du silo de stockage doivent donc permettre le passage d'engins volumineux et lourds.

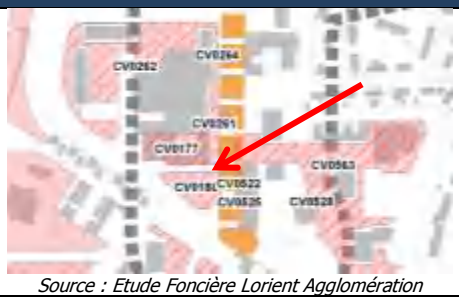
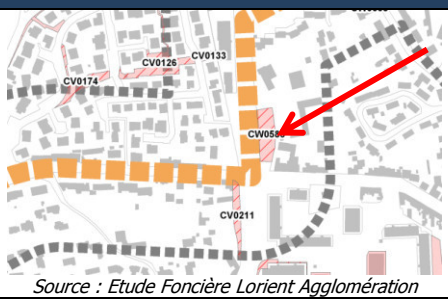
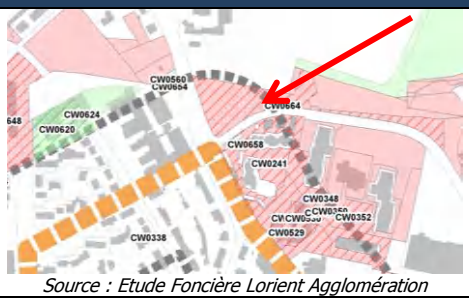
La livraison en elle-même est rapide (de l'ordre d'une dizaine de minutes) et fréquente (pouvant aller jusqu'à une livraison hebdomadaire).

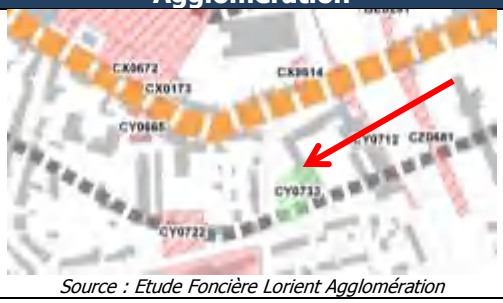
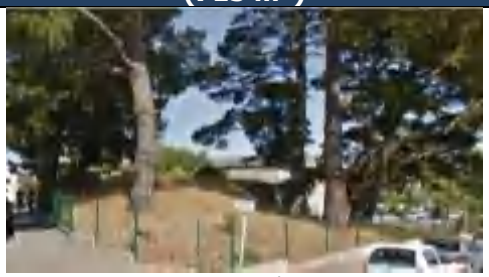
Les livraisons ne devront pas constituer de gênes liées aux passages des camions pour les éventuels riverains de la chaufferie.

6.3 Emplacement

L'emplacement de la chaufferie est à déterminer en fonction du passage du réseau, des différents bâtiments alimentés ainsi que des besoins en stockage de combustibles et de la puissance de chauffe. En effet, plus la puissance sera élevée, plus les besoins en stockage de combustibles seront importants et donc plus le silo sera encombrant. La surface nécessaire en sera augmentée.
Les parcelles appartenant à la ville de Lorient ainsi qu'à Lorient Agglomération ont été étudiées en fonction des travaux TRISKELL SUD. A partir de ces données, plusieurs parcelles apparaissent comme intéressantes.

Parcelle CX0444 de la Ville de Lorient	**Parc Youri Gagarine**
 *Source : Etude Foncière Lorient Agglomération*	 *Source : Google Maps*
Avantage : Emplacement directement sur le tracé du TRISKELL SUD et donc du réseau. Parcelle végétalisée de très grande surface pouvant être légèrement réduite sans modification de sa qualité d'usage. Parcelle légèrement vallonnée avec végétation pouvant dissimuler la visibilité d'un nouveau bâtiment.	**Inconvénient :** Emprise sur espaces verts.
Surface : > 2400 m²	**Zone du PLU :** Uda – Espace d'Intérêt paysager
Parcelle CV0379 de la Ville de Lorient	**Impasse Enfantine, à proximité du centre de formation Kerneur**
 Source : Etude Foncière Lorient Agglomération	 *Source : Google Maps*
Avantage :	**Inconvénient :**
Emplacement directement sur le tracé du TRISKELL SUD et donc du réseau. Parcelle végétalisée de surface moyenne pouvant être légèrement réduite sans modification de sa qualité d'usage.	Emprise sur espaces verts. Bâtiments associatifs et résidentiels à proximité.
Surface : 2000 m²	**Zone du PLU :** Uba

Parcelle CX0180 de la Ville de Lorient	Rue Maurice Thorez
 *Source : Etude Foncière Lorient Agglomération*	 *Source : Google Maps*
Avantage : Emplacement directement sur le tracé du TRISKELL SUD et donc du réseau. Parcelle légèrement vallonnée avec végétation pouvant dissimuler la visibilité d'un nouveau bâtiment.	**Inconvénient :** Emprise sur espaces verts. Bâtiments résidentiels à proximité. Intégration sur la parcelle à réfléchir pour ne pas supprimer le chemin piétonnier.
Surface : 1300 m²	**Zone du PLU :** Uda
Parcelle CW0580 de la ville de Lorient	**Boulevard Flandres-Dunkerque**
 *Source : Etude Foncière Lorient Agglomération*	 *Source : Google Maps*
Avantage : Emplacement directement sur le tracé du TRISKELL SUD et donc du réseau. Parcelle apparamment peu utilisée.	**Inconvénient :** Bâtiments résidentiels à proximité.
Surface : 1200 m²	**Zone du PLU :** Uba
Parcelle CW0664 de la ville de Lorient	**Rue A. Dreyfus et Rue J. Hénaff**
 *Source : Etude Foncière Lorient Agglomération*	 *Source : Google Maps*
Avantage : Emplacement directement sur le tracé du réseau. Parcelle végétalisée de très grande surface. Surface plane à proximité de la voirie sans riverains à proximité directe.	**Inconvénient :** Emprise sur espaces verts.
Surface : >5000 m²	**Zone du PLU :** Uda – Espace d'Intérêt paysager

Parcelles CY0733 de Lorient Agglomération	Rue Rolland Garros (715 m²)
 *Source : Etude Foncière Lorient Agglomération*	 *Source : Google Maps*
Avantage : Emplacement directement sur le tracé du TRISKELL SUD et donc du réseau. Parcelle vallonnée avec végétation pouvant dissimuler la visibilité d'un nouveau bâtiment.	**Inconvénient :** Emprise sur espaces verts. Topologie du terrain à étudier pour la faisabilité de la construction du bâtiment. Surface restreinte.
Surface : 715 m²	**Zone du PLU :** Uda

6.4 Plan Local de l'Urbanisme

La majorité des parcelles identifiées précédemment sont situés dans une zone Uda du PLU de la ville de Lorient.
Ces zones sont destinées à « l'habitat en en majorité collectif, aux activités et équipements publics compatibles avec l'habitat. Sans caractère central marqué, cette zone dispose des équipements essentiels. Elle se distingue par un tissu urbain dense et discontinu ».

Certains sites appartiennent à une zone Uba destinée à « l'habitat et aux activités compatibles avec l'habitat ».

- **<u>Coupe ou abattage d'arbre</u>**

En cas de construction sur les parcelles Ub ou Ub, les coupes et abattages d'arbres sont soumis à autorisation dans les espaces boisés classés ainsi que dans les « Espaces d'Intérêt paysager ».
Il est important de noter que le parc Youri Gagarine et la parcelle rue Maurice Thorez (parcelle CX0180) sont des espaces d'intérêt paysager. L'implantation de la chaufferie à leur niveau impliquera des abattages d'arbres, soumis, donc à autorisation.
Les autres parcelles identifiées ne sont pas des espaces d'intérêt paysager ni des espaces boisés classés.

- **<u>Accès</u>**

Les accès aux parcelles Ub et Ud sont réglementées.

Il est indispensable que l'accès ne présente pas de gênes ou un risque pour la circulation. Lorsque le terrain est riverain de deux ou plusieurs voies publiques, l'accès qui présenterait une gêne pour l'une ou l'autre des voies publique peut être interdit.
La chaufferie ne pourra pas prendre accès sur une piste cyclable (articles Ub3-A et article Ud3-A).

- **<u>Voiries</u>**

Les voies à créer doivent quant à leurs caractéristiques répondre à toutes les conditions exigées par le Cahier des Clauses Techniques Particulières approuvé par la ville de Lorient pour permettre leur éventuel classement dans la voirie communale (articles Ub3-B et Ud3-B).

- **<u>Réseau</u>**

Les réseaux d'électricité doivent être réalisés en souterrain.

Les compteurs EDF et GDF doivent être intégrés soit dans une clôture, soit dans le bâtiment et être accessibles en permanence (article Ub4-C).

- **Implantation**

Les constructions doivent être implantées à la limite de l'emprise des voies publiques et privées. Toutefois, la construction en retrait est autorisée ou imposée à l'alignement des constructions existantes lorsque celles-ci, situées de part et d'autre de la construction projetée, ne sont pas implantées à la limite de l'emprise des voies (article Ub6 et Ud6).

L'emprise au sol des constructions est limitée à 50% de la superficie du terrain en zone Ub uniquement (article Ub9).

- **Hauteur des constructions**

Les hauteurs maximales des bâtiments construits en zone Ud sont de 24 m à l'égout de toiture ou de 30 m au faitage lorsque la pente de la toiture est supérieure ou égale à 40° et à 24 m pour toute autre toiture.

Les hauteurs maximales des bâtiments construits en zone Ub sont de 6 m à l'égout de toiture ou de 11 m au faitage lorsque la pente de la toiture est supérieure ou égale à 40° et à 7 m pour toute autre toiture, lorsqu'ils sont construits « à une distance inférieure à 15 mètres de l'emprise des voies ou du retrait qui s'y substitue ».
Ces hauteurs sont de sont de 4 m à l'égout de toiture ou de 9 m au faitage lorsque la pente de la toiture est supérieure ou égale à 40° et à 5 m pour toute autre toiture, lorsqu'ils sont construits « à une distance supérieure à 15 mètres de l'emprise des voies ou du retrait qui s'y substitue ».

- **Conclusions**

Les conditions de construction nouvelle sont moins contraignantes pour les zones Ud. Il conviendra de choisir donc, autant que possible une parcelle d'implantation de chaufferie en zone Ud.

7. REGLEMENTATION

7.1 Réglementation des chaufferies

Les chaufferies envisagées au cours de l'étude ont des puissances supérieures ou égales à 2 MW (excepté le scénario 2') et inférieure à 20 MW. Ces chaufferies doivent spécifiquement respecter une réglementation.

Cette réglementation est matérialisée par les différents textes :

- Norme européenne EN 15378 encadrant l'inspection des chaudières et des installations de chauffage,

- Code de l'environnement : décret 2009-248 du 9 juin 2009 pour les chaudières de puissance nominale supérieure à 400 kW et inférieure à 20 MW.

- Arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts.

- Arrêté du 25 juillet 1997 (modifié par l'arrêté du 10 août 1998) relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°2910 : Combustion.

- Décret n°98-679 du 30 juillet 1998 relatif au transport et à l'utilisation de déchets de bois issus des déchetteries et des entreprises.

- Arrêté ministériel du 20 juin 1975 relatif à l'équipement et à l'exploitation des installations thermiques en vue de réduire la pollution atmosphérique et d'économiser l'énergie.

- Arrêté du 27 juin 1990 relatif à la limitation des rejets atmosphériques des grandes installations de combustion.

- Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

- Dispositions du Règlement Européen n°259/93 du 1er février 1993 concernant la surveillance et le contrôle des transferts de déchets à l'intérieur, à l'entrée et à la sortie de la Communauté Européenne.

7.2 Dossier ICPE

Les installations dont la puissance thermique maximale est supérieure à 2 MW et inférieure à 20 MW consommant de la biomasse à partir d'une combustion sont soumises à déclaration de type « Installation classée pour la protection de l'environnement ».

Le dossier de déclaration est classé sous la rubrique n°2910 (combustion).
Ce point sera précisé dans la suite de l'étude en fonction de l'utilisation de plaquette sur la chaufferie. Ce dernier point pourrait effectivement modifié la classification du projet.

Dans le cas du régime d'autorisation, un dossier de demande complet et conforme aux dispositions du décret modifié n° 77-1133 du 21 septembre 1997 doit être déposé auprès de la préfecture et, après recevabilité du dossier par le service instructeur des I.C.P.E, une enquête publique sera réalisée sur les communes dans un rayon de 3 km autour du site d'implantation du projet. Une attention toute particulière devra être apportée à l'étude des impacts sur la santé au regard des rejets atmosphériques de la chaudière à bois.

8. CONCLUSION

Les visites des sites les plus gros consommateurs d'énergie du périmètre de travaux du TRISKELL SUD ont permis d'effectuer une analyse technique et géographique de chacun des bâtiments raccordables.

Cette analyse s'est basée techniquement sur l'énergie consommée et la puissance de chauffage installée, l'usage et l'intermittence d'utilisation des locaux, la performance et la vétusté des chaufferies. La distance par rapport aux travaux de voirie projetés dans le TRISKELL SUD et l'implication affichée des acteurs, à ce stade de l'étude, ont également été répertoriées, impactant la construction des différents scénarios.

Les bâtiments dont le raccordement ne serait pas profitable techniquement ou financièrement ont été écartés. Ceux dont les propriétaires ont exprimé un refus ou une absence d'utilité du raccordement l'ont été également. Enfin, ceux qui se trouvent à une distance du périmètre du TRISKELL SUD trop importante n'ont pas été inclus dans les scénarios.

L'étude a ainsi rendu possible l'élaboration de 6 scénarios de réseau de chaleur, de puissance installée, tracé, sites raccordés et emplacement de chaufferie différents. Les coûts d'investissement et d'exploitation ont également pu être estimés, en l'état actuel de l'étude et des hypothèses faites en amont.

Ces conclusions sont détaillées dans le tableau suivant.

Scénario	Emplacement de la chaufferie	Puissance totale installée	Nombre de sites installés	Coût d'exploitation	Coût du projet
		(kW)		*(€ HT/an)*	*(€ HT)*
1	Parc Gagarine	6 732	8	241 750	5 400 300
1'		5 580	6	191 028	4 486 300
2	Bd Flandres-Dunkerque	5 153	7	189 169	4 184 100
2'		2 118	4	60 937	1 711 400
3	Parc Gagarine	11 885	15	430 919	9 623 600
3'		7 698	15	251 964	8 944 900
4		6 283	8	218 284	5 279 000

Parmi ces différents scénarios, les acteurs impliqués et leur poids dans le projet diffèrent. La répartition selon la puissance raccordée allouée à chaque acteur est illustrée dans le tableau ci-dessous.

	Scénario 1	Scénario 1'	Scénario 2	Scénario 2'	Scénario 3	Scénario 3'	Scénario 4
Cap Lorient Habitat	11%	0%	48%	0%	27%	0%	0%
Espacil	0%	0%	11%	0%	5%	0%	0%
Privé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Région Bretagne	45%	54%	0%	0%	25%	39%	48%
UBS	35%	42%	41%	100%	38%	58%	37%
CROUS	6%	0%	0%	0%	3%	0%	7%
Ville de Lorient	3%	4%	0%	0%	2%	3%	8%

Il apparaît que selon les scénarios la répartition est très différente. L'UBS garde globalement un rôle prépondérant, en termes de puissance raccordée, dans le projet. Cap Lorient Agglomération Habitat également mais dans une moindre mesure puisque ses bâtiments ont été écartés de tous les scénarios dits « minimaux ». Cette donnée reste importante dans l'optique du montage du projet pour ne pas faire face à une annulation pure et simple en cas de retrait de l'un ou l'autre des acteurs.

Les quatre premiers scénarios ainsi que le scénario 4 apparaissent comme les plus envisageables en raison de la présence de multiples acteurs, de puissance installée et de linéaire de réseau raisonnables. Ils devront être définis par la volonté ferme des différents acteurs impliqués et le choix pour chacun des bâtiments de réaliser ou non le raccordement.

Enfin, cette étude rassemble les premiers éléments de l'étude de faisabilité. Elle sera approfondie en termes d'analyse technique et financière par la suite en fonction des choix faits par la maîtrise d'ouvrage et des données toujours en attente.

9. ANNEXES

9.1 Compte-rendu des visites de l'UBS

9.1.1 Le Paquebot

Le Paquebot est un bâtiment comprenant des salles de cours, des amphithéâtres et des bureaux. Cinq réseaux de chauffage sont alimentés par deux chaudières gaz. Ces deux équipements sont d'une puissance unitaire de 460kW et fonctionnent en cascade. L'émission de chaleur est assurée dans les locaux par des radiateurs à eau chaude et deux centrales de traitement d'air.

Les équipements sont globalement en bon état. Les chaudières datent de 1992 et la régulation primaire de la chaufferie a été remplacée récemment. Cette dernière intervention a permis de réaliser des économies de gaz.

Deux chaudières gaz Optimagaz de Guillot de 460 kW chacune

Armoire électrique de la chaufferie

Les installations ne produisent que l'eau de chauffage. Il n'y a pas de consommations d'ECS dans le bâtiment.

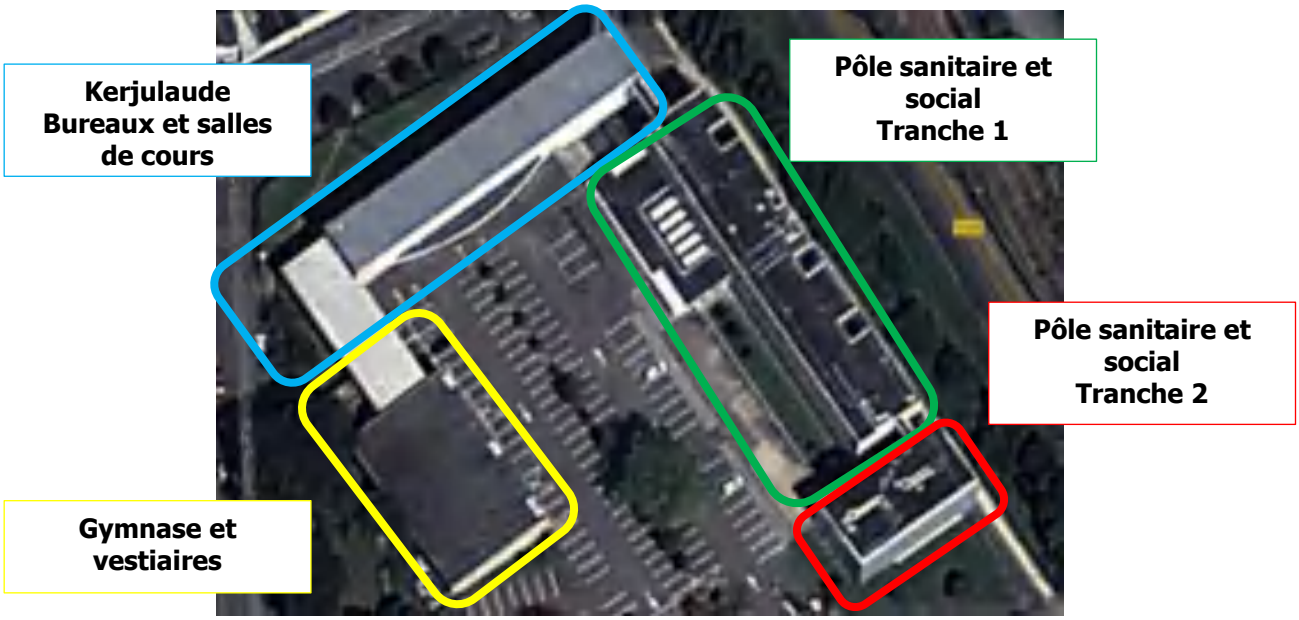
La période de chauffe est décidée par la présidence de l'UBS. En général, elle a lieu entre mi-octobre et fin avril.

9.1.2 Faculté de sciences humaines - Kerjulaude

Le bâtiment de Kerjulaude accueille les cours de l'UBS dans une aile et un pôle sanitaire et social dans une seconde. Le pôle sanitaire et social est divisé en deux bâtiments de date de construction différente. Ils sont appelés respectivement « tranche 1 » et « tranche 2 ». Une cafétéria est également présente. Enfin, une troisième aile comprend un gymnase et des vestiaires très peu utilisés mais toujours alimentés par le réseau primaire de chauffage (bien que les aérothermes ne fonctionnent plus).

Le bâtiment est chauffé par deux chaudières gaz de 270 et 370 kW. La deuxième chaudière est plus récente que la première. Cette dernière est modulante. Les deux fonctionnent en cascade.
Le réseau primaire alimente les radiateurs à eau chaude de l'aile principale, le gymnase et la sous-station du pôle sanitaire et social. La sous-station dessert enfin la tranche 1 et la tranche 2.

Un ballon de 500 L fournit l'ECS pour la cafétéria. Il fonctionne au gaz en hiver et est équipé d'une épingle électrique pour le fonctionnement estival.



Vue aérienne du site de Kerjulaude (source Google Maps)

Aile principale de Kerjulaude

Pôle sanitaire et social

Vue extérieure du gymnase et des vestiaires

Vue intérieur du gymnase

Deux chaudières gaz Guillot de 270 et 370 kW

Sous-station du pôle sanitaire et social

9.1.3 Centre Kerneur

Le centre Kerneur n'a pas pu être visité.

Centre de formation continue Kerneur

Il s'agit d'un bâtiment ancien utilisé pour la formation continue. Ce bâtiment appartient à la ville de Lorient et est loué à l'UBS. Le centre de formation continue intégrera les bâtiments de science 2 au début de l'année 2014 et quittera donc le bâtiment actuel. Il ne sera plus exploité par l'UBS.

Il est chauffé par une chaudière gaz dont la puissance est estimée à 200 kW.

9.1.4 Centre de recherche Christiaan Huygens

Le centre de recherche a été construit en 1999. Il est occupé toute l'année y compris pendant les vacances scolaires.

La chaufferie date de la livraison du bâtiment. Elle comprend deux chaudières de 300 kW chacune. Elles produisent, en cascade, le chauffage des locaux et de l'ECS via un échangeur à plaques alimentant un ballon de stockage de 500 l.

Deux chaudières Transtub de 300 kW chacune

Ballon de stockage ECS (500l) et échangeur à plaques

Différents réseaux alimentent les radiateurs à eau chaude des bureaux et des Centrales de Traitement d'Air (CTA). Ces centrales assurent le chauffage et la climatisation de laboratoires de recherche. Dans ces locaux particuliers, des consignes de température ambiante et d'hygrométrie doivent constamment être respectées. C'est pourquoi ces CTA sont alimentées toutes l'année par un groupe d'eau glacée et par la chaufferie. La chaufferie fonctionne toute l'année.

Un hall technologique comprend également des radiants gaz (au nombre de 6). Le hall est occupé tous les jours de la semaine en période de chauffe.

La chaufferie est en bon état. Les installations sont d'origine (compris brûleur) et fonctionnent correctement. Il existe aujourd'hui peu de place disponible dans le local chaufferie actuel.

9.1.5 ENSIBS

L'ENSIBS est l'école d'ingénieurs de l'UBS. Le bâtiment a été livré cette année.

La chaufferie est neuve et comprend deux chaudières de 285 kW chacune. Elles fournissent l'eau de chauffage pour les radiateurs du site, les batteries chaudes de deux CTA (bureaux et amphithéâtre) et les planchers chauffants (hall d'accueil).

Deux chaudières gaz Viessmann de 285 kW chacune

Centrale de Traitement d'Air à batterie eau chaude des bureaux

Le chauffage du site est encore en cours de mise au point par l'entreprise ayant installé les équipements et le service technique de l'UBS (équilibrage des émetteurs, régulation et réparation de la CTA de l'amphithéâtre, réparation d'une des deux chaudières).

Comme les autres bâtiments de l'UBS, les dates de début et fin de période de chauffe sont décidées par la présidence de l'UBS (en général mi-octobre à mi-avril).

Il existe aujourd'hui peu de place dans le local chaufferie actuel. Des locaux restent cependant disponibles au niveau du parking souterrain du site.

9.1.6 Faculté de sciences (Sciences 1 et 2)

La faculté de sciences comprend 3 bâtiments : le bâtiment Science 1 construit en 1996, la plate-forme technologique bâtie en 2001 et Sciences 2 livré en 2009.

Le chauffage de ces trois bâtiments est produit par une chaufferie gaz comprenant 3 chaudières. Les deux premières datent de 1996 et ont une puissance de 244 kW chacune. Lors de la livraison de Sciences 2, une chaudière a été ajoutée. Elle assure l'appoint de chauffage lorsque les deux premières ne peuvent suffire. Il s'agit d'une chaudière gaz à condensation Chapee de 400 kW. Cette chaudière est modulante. Elle est utilisée en système de production de base en mi saison. Dans ce cas, les deux autres chaudières passent en système d'appoint. Cette régulation permet de faire des économies de gaz en raison de la performance du système de modulation.

Deux chaudières gaz Chapee de 244 kW chacune

Chaudière gaz à condensation Chapee de 400 kW

La chaufferie alimente directement les réseaux de chauffage de Science 1 et de la plate-forme technologique. Elle fournit également de l'eau de chauffage à une sous-station située en Sciences 2.

Les installations sont en bon état. Quelques pannes ont été mentionnées (fuite au niveau de la chaudière Chapee de 400 kW). Mais celles-ci sont en cours de réparation.

Sous-station Sciences 2

9.1.7 Bibliothèque universitaire et Services Généraux (Présidence)

La bibliothèque universitaire a été construite en deux tranches. La première a été livrée en 2002 et la seconde en 2003. Le bâtiment des services généraux (de la Présidence) ont également été livrés en 2003.

La chaufferie située dans la bibliothèque universitaire produit le chauffage des deux bâtiments au moyen de 2 chaudières Guillot. La première de 288 kW a été mise en fonctionnement lors de la livraison de la tranche 1. La seconde de 232 kW l'a été en 2003.

En 2003, la distribution a été modifiée : les réseaux de chauffage de la deuxième tranche ont été ajoutés directement sur le collecteur existant. Un circuit primaire a également été mis en place pour alimenter la sous-station située dans le bâtiment de la Présidence.

Deux chaudières gaz Guillot de 288 kW et 232 kW

Sous-station de la Présidence

La chaufferie et la sous-station sont en très bon état. La régulation en chaufferie et en sous-station a été remplacée récemment.

9.1.8 IUT

L'IUT comprend 4 bâtiments construits successivement. Le bâtiment HSE date de 1975, le bâtiment GIM date de 1981 et les bâtiments GTE et CLYO de 1995, tout comme la scolarité. Un atelier a été rénové en 2000.

Les installations de chauffage ont donc suivi dans le temps et dans l'espace les différentes étapes de la construction du site.

HSE est chauffé par deux chaudières gaz de 290 kW chacune datant de 1975. Le brûleur des équipements a été remplacé pour passer sur un fonctionnement gaz (anciennement fioul). GIM est chauffé par deux chaudières gaz de 144 kW chacune datant de 1991. Cette dernière chaufferie accueille également deux chaudières gaz de 250 kW chacune datant de 1995 qui alimentent une sous-station située en GTE. Elle fournit le chauffage de GTE, CLYO ainsi que de la scolarité.

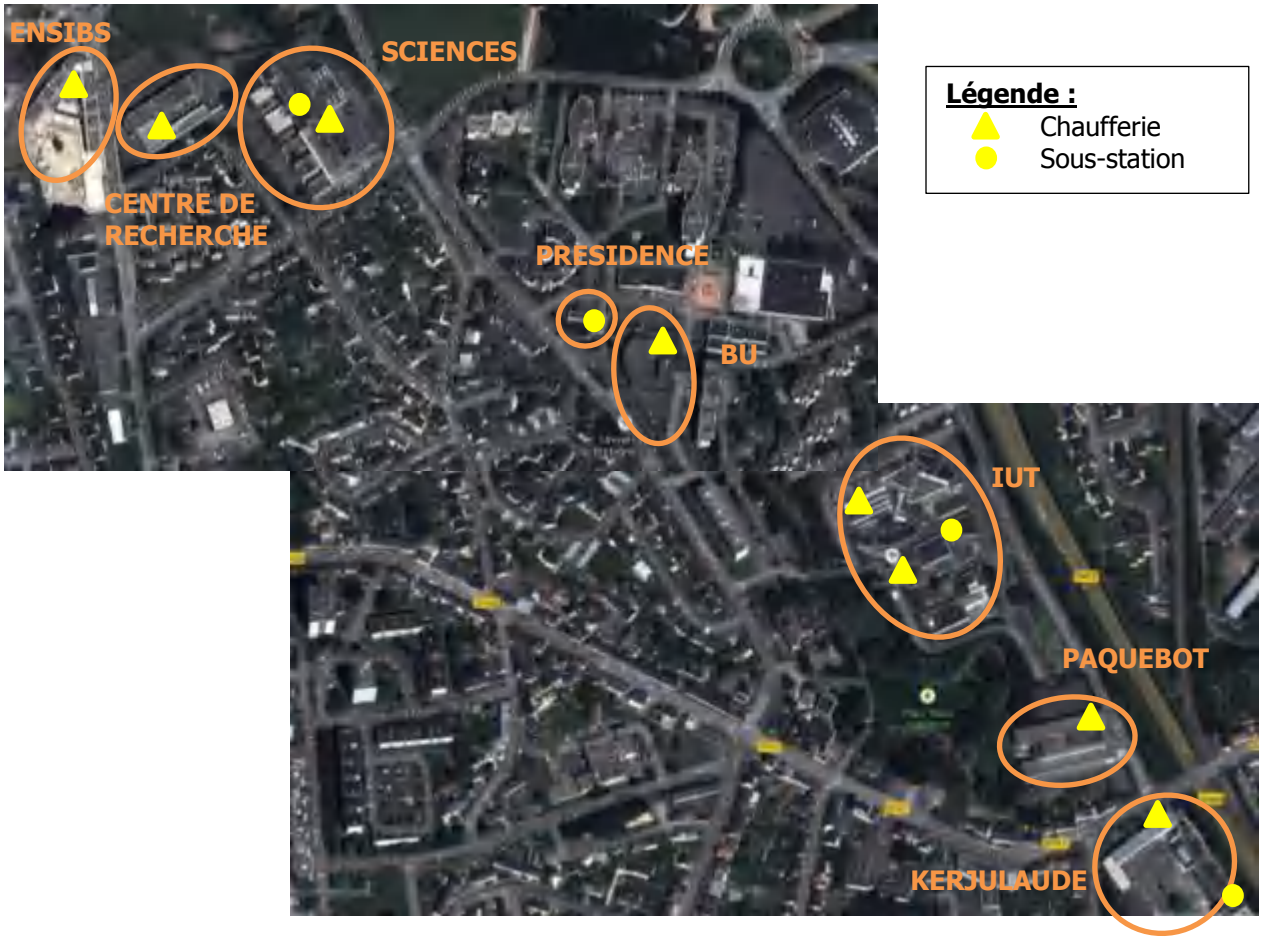
Chaudières gaz de HSE de 290 kW chacune

Chaudières gaz de GIM de 144 kW chacune

Chaudières gaz de GTE, CLYO et scolarité de 250 kW chacune

Les installations ont un âge avancé et sont vétuste. Le chauffage des locaux est difficile et coûteux. Les consommations de gaz sont les plus importantes de tout le campus. Des dysfonctionnements de GTC sont également présents empêchant un fonctionnement adapté à l'occupation des locaux.

9.1.9 Vue globale du campus et des équipements de chauffage



La vue aérienne montre que le campus de l'UBS est fortement dispersé. La distance à vol d'oiseau entre Kerjulaude et l'ENSIBS est de 1,2 km et de 1,5 km par la route.

9.2 Compte-rendu de visite du Palais des Sports

Le Palais des sports de Lorient un ensemble de salles de sport largement utilisé par les écoles et clubs sportifs. Il comprend une grande salle de basket pouvant accueillir du public, une salle d'haltérophilie et une salle de boxe.
En semaine, les locaux sont utilisés tous les jours, en journée par les écoles et en soirée par les clubs sportifs. Les matchs et autres évènements ont lieu le week-end. Il y a très peu d'activité en juillet août.

Le bâtiment est chauffé par une chaudière de 287 kW datant de 1987. Celle-ci alimente deux réseaux de distribution. Le premier est le réseau radiateurs à eau chaude et chauffe les vestiaires, la salle d'haltérophilie et la salle de boxe. Le second est le réseau aérothermes qui chauffent la grande salle de basket.
L'eau chaude sanitaire est produite par un ballon électrique de 2000l.

Chaudière gaz de 287 kW

Ballon électrique de 2000l

Les installations sont anciennes mais semblent fonctionner correctement. De nombreux axes d'optimisation des installations sont cependant possibles.

Les aérothermes sont déclenchés manuellement par le gardien du site lors des matchs ou des évènements exceptionnels. La performance de ces moyens de chauffage est faible car elle nécessite une période de pré-chauffe de la salle très importante (supérieure à une nuit pour avoir une température correcte pendant l'évènement).

La régulation en chaufferie fonctionne sur programmation horaire (de 6h à 22h tous les jours) et sur sonde extérieure. Elle est identique pour les deux réseaux malgré une utilisation des locaux différente. Le réseau aérothermes est donc alimenté tous les jours alors qu'ils ne fonctionnent pas systématiquement. D'autre part, cette régulation implique un fonctionnement de la chaudière même lorsqu'il n'y a pas de besoin de chauffage dans les locaux (en mi-saison par exemple).

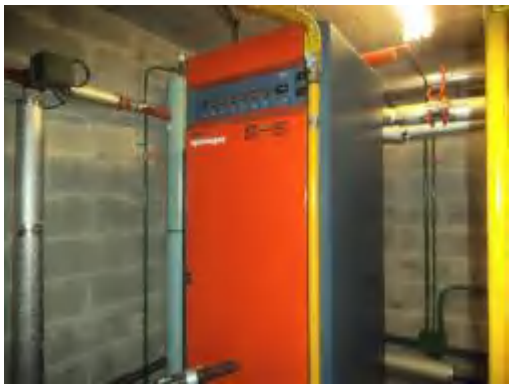
L'entretien-maintenance des installations est assuré en régie par la mairie.

9.3 Compte-rendu de visite de l'école maternelle Jean-Paul Sartre

L'école publique maternelle Jean-Paul Sartre est située rue de Galway.

Ecole publique maternelle Jean-Paul Sartre

Elle est chauffée par deux chaudières gaz Guillot de 174 kW et 144 kW. Elles datent respectivement de 1985 et 1989. Elles alimentent un réseau de radiateurs.



Chaudière gaz de 174 kW

Chaudière gaz de 144 kW

Lors de la visite, l'une d'entre elles étaient disjonctée. Le fonctionnement d'une seule chaudière semble donc fournir la totalité des besoins, hors conditions climatiques exceptionnelles.

L'école est occupée les lundis, mardis, jeudis et vendredis par les classes. Le mercredi et certaines soirées, des associations ou réunion ont lieu dans les locaux.

9.4 Compte-rendu de visite de l'école de musique

L'école de musique et de danse de Lorient est un bâtiment à fort cachet architectural de 3 étages. Elle accueille des cours de danse, de musique et des concerts.

Ecole de musique et de danse de Lorient

Le bâtiment est utilisé du lundi au samedi de 9h à 22h. Durant les vacances scolaires, seuls les enseignants sont présents dans les locaux. L'activité est donc légèrement réduite.
Durant les mois de juillet et août, l'école est fermée.

L'école est chauffée par deux chaudières gaz de 174 kW chacune situées en toiture. Elles datent de 1987. Elles alimentent 4 réseaux radiateurs, selon les orientations des façades : Nord, Sud, Est et Ouest. Un réseau supplémentaire est raccordé aux 3 centrales de traitement d'air du bâtiment (auditorium, bureaux et salles de danse).

Les installations sont d'un âge avancé mais en bon état.

Le site consomme également de l'eau chaude (douches des vestiaires des salles de danse). Celle-ci est produite en local par des ballons électriques.

Chaudières gaz de 174 kW chacune

Panoplie et armoire électrique de chaufferie

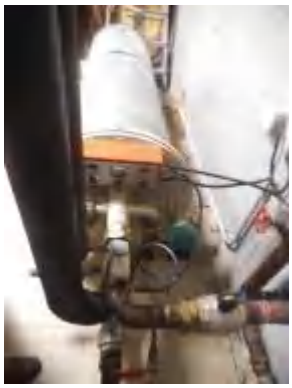
9.5 Compte-rendu de visite de la résidence de personnes âgées de Kerguestenen

La résidence de personnes âgées de Kerguestenen occupe un bâtiment appartenant à Cap Lorient Agglomération Habitat loué au CCAS de la ville de Lorient. Elle comprend 81 studios de 31 m² ainsi qu'une cuisine et des salles de restauration et d'activité. Le bâtiment n'est pas médicalisé.

Résidence de personnes âgées de Kerguestenen

Les locaux sont chauffés par une chaufferie située en terrasse, comprenant 8 modules modulant de 75 kW chacun. Ils fournissent le chauffage et l'ECS via un échangeur situé au sous-sol du bâtiment.

Modules de chauffage de 75 kW chacun



Echangeur pour la production d'ECS

Les installations datent de 1982. Elles sont entretenues par le prestataire DALKIA. Elles semblent en bon état même si des problèmes ponctuels d'équilibrages et de calorifuge des réseaux ont été mentionnés.

Les émetteurs sont des radiateurs à eau chaude équipés de robinet thermostatiques pour les façades ensoleillées et de robinet simple sinon.

Les conditions de chauffage sont adaptées à l'usage du bâtiment. La saison de chauffe s'étale de fin septembre à juin et la consigne de température ambiante est au moins égale à 24°C.

9.6 Compte-rendu de visite du groupe scolaire de Lanveur

Le groupe scolaire de Lanveur comprend deux bâtiments. Le premier accueille l'école maternelle, le second, l'école élémentaire.

La chaufferie est située dans le bâtiment de l'école élémentaire. Elle comprend 2 chaudières gaz de 244 kW et de 380 kW. Les équipements datent respectivement de 1980 et 1995. Ils alimentent deux réseaux Nord et Sud pour les radiateurs de l'école élémentaire. Un réseau primaire alimente également une sous-station située dans l'école maternelle. Ce bâtiment est également chauffé par des radiateurs à eau chaude.

Chaudières gaz de 244 kW et 380 kW

Local chaufferie

9.7 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec ESPACIL

Un entretien téléphonique a été effectué avec M. Mahé, responsable technique de l'agence ESPACIL de Lorient. Le projet lui a été exposé et la description a été transmise au siège d'ESPACIL, à Rennes.

Actuellement, il semble que le raccordement de deux résidences chauffées (compris production d'ECS) par deux chaufferies gaz collectives est envisageable. La résidence La Pinta située au 5 rue Nicolas Appert et la résidence Santa Maria située au 3 rue Nicolas Appert pourraient être raccordées à moindre frais, dans le sens où les installations collectives de distribution et émission de chauffage sont existantes.

Un contact a été pris avec l'agence lorientaise de DALKIA qui est en charge de l'entretien-maintenance de ces chaufferies. Le but était d'obtenir la puissance de ces deux chaufferies collectives.

Les autres résidences situées dans le périmètre d'étude sont chauffées à l'électricité et comprennent essentiellement des studios. Le coût de mise en œuvre des installations de distribution et d'émission serait donc élevé et le projet est jugé par ESPACIL comme peu rentable.

Il sera donc projeté le raccordement des deux résidences La Pinta et Santa Maria.

9.8 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec le CROUS

Le directeur de l'agence lorientaise du CROUS, M. Thierry CONAN, a pu être joint par téléphone. Il s'est montré favorable au projet en mentionnant toutefois que les investissements étaient décidés par l'agence régionale, à Rennes. Les investissements consentis font l'objet d'une programmation précise dont le budget est en diminution.

Il a indiqué que la maison des étudiants est chauffée par des équipements électriques. Ce bâtiment, relativement ancien, est occupé par les associations d'étudiants du lundi au vendredi, hors vacances scolaires.

Le restaurant universitaire est équipé, lui, de plusieurs chaudières gaz, correspondant aux différentes extensions réalisés en 2000 et 2005. Il est utilisé tous les midis hors vacances scolaires et week-end.

Les consommations de gaz et d'électricité ont été fournies ainsi que la liste des équipements de production de chauffage et d'ECS.

9.9 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec le syndic de copropriété FONCIA

Le syndic de copropriété FONCIA a répondu aux questions concernant les copropriétés situées dans le paramètre de l'étude.

Le responsable du service a indiqué que majoritairement les appartements étaient équipés de chaudières gaz individuelles. Lorsque ce n'est pas le cas, il s'agit de chaudières gaz collectives récemment remplacées. Des investissements supplémentaires dans les 5 années à venir seront difficilement votés par les assemblés de copropriétaires.

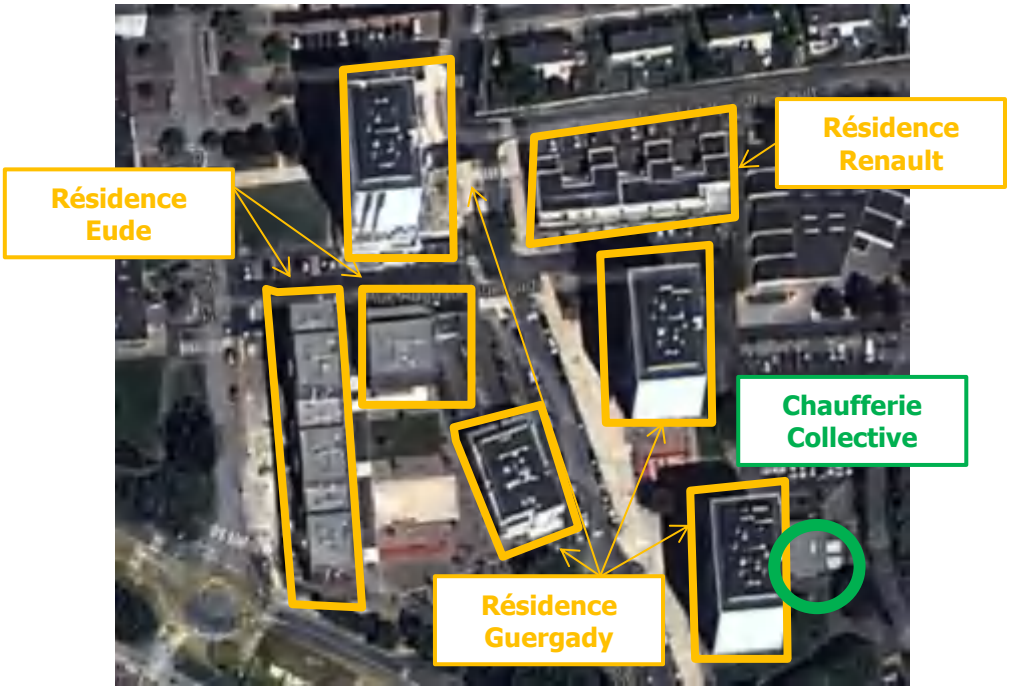
Le raccordement des copropriétés au réseau de chaleur n'est donc pas envisageable à court terme, selon lui.

9.10 Compte-rendu de l'entretien réalisé avec CAP LORIENT HABITAT

Un entretien a été effectué avec M. Kuhn, directeur adjoint et directeur du département maintenance et patrimoine de CAP LORIENT HABITAT.

Le projet lui a été présenté tout comme le périmètre de l'étude et ses enjeux.

M. Kuhn a indiqué que CAP LORIENT HABITAT a très récemment installé une chaudière bois sur sa résidence située rue Guergady. D'une puissance de 720 kW, cette chaufferie a été construite en 2010. Elle alimente en chauffage (ECS produite individuellement) 342 logements répartis en différents bâtiments (Résidence Renault, Guergady, Eude).



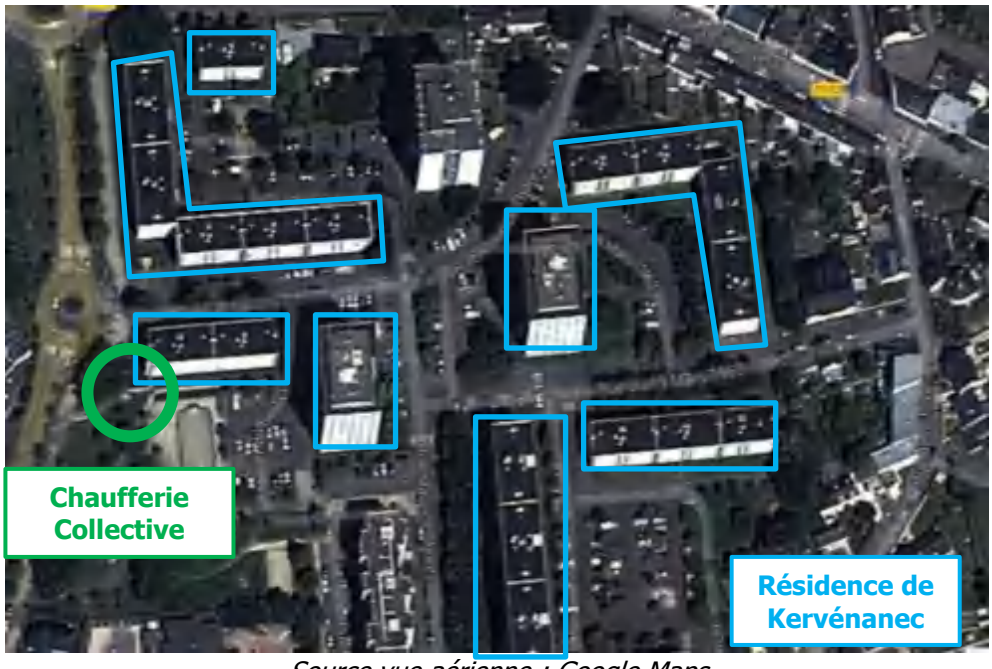
Source vue aérienne : Google Maps

En raison d'une rénovation de l'enveloppe des bâtiments postérieure au dimensionnement de la chaufferie, celle-ci tourne aujourd'hui à 50-60% de sa charge nominale. Il est donc envisageable d'alimenter le réseau de chaleur avec cette chaufferie, qui pourrait fournir, selon les conditions

météorologiques, 40 à 50% de sa puissance nominale. La résidence de Guergady est située dans le prolongement de la rue Maurice Thorez, concernée par le TRISKELL SUD. Les travaux sur la voirie ne vont cependant pas jusqu'à la résidence. Une étude approfondie de l'opportunité pour le réseau de chaleur d'être alimenté ponctuellement ou constamment par cet appoint permettra de définir la faisabilité financière du raccordement de la résidence.

Elle est alimentée par du bois déchiqueté acheté par CAP LORIENT HABITAT à un prestataire local. Le coût de revient du chauffage est de 3,60 €/m² habitable. Il est inférieur pour la résidence de Kerguillet sur laquelle la chaufferie bois (récente également) ne fonctionne pas en sous-régime : le coût est de 2,64 €/m² habitable.

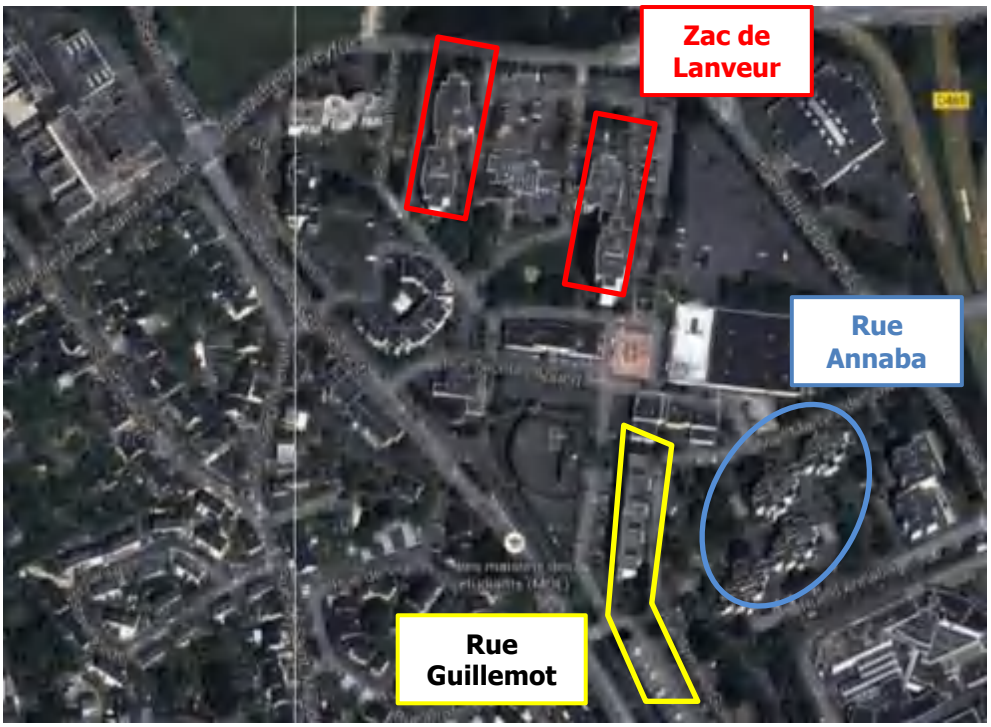
M. Kuhn a également mentionné que la résidence rue Le Bolidec est aujourd'hui équipée d'une chaufferie gaz vétuste d'une puissance de 3,3 MW. Elle alimente 549 logements en chauffage (ECS produite individuellement). Cette chaufferie pourrait être rénovée prochainement, sachant que l'opération de rénovation est conditionnée aux aides du Plan de l'ANRU 2 (annonce durant le second semestre 2014). Dans le cadre d'une opération de rénovation de cette chaufferie, le raccordement au réseau de chaleur serait envisageable. Les conditions de mise en œuvre seraient facilités par une intervention uniquement sur les équipements de production (émetteurs, distribution, sous-stations maintenus en l'état).



Source vue aérienne : Google Maps

Enfin, d'autres résidences pourraient, selon les coûts et conditions de raccordement, être incluses dans le projet :

- Résidence rue Armand Guillemot de 128 logements (2 immeubles de 64 logements) chauffés à l'électricité,
- Résidence rue Annaba de 116 logements chauffés par une chaufferie collective au gaz (compris production d'ECS collective) dans un état moyen (pas de remplacement prévu dans les 5 prochaines années),
- Résidence de la Zac de Lanveur située rue de Galway et rue de Ventspils, de 180 logements chauffés par une chaufferie collective au gaz (compris production d'ECS collective) dans un état moyen (pas de remplacement prévu dans les 5 prochaines années).



Source vue aérienne : Google Maps

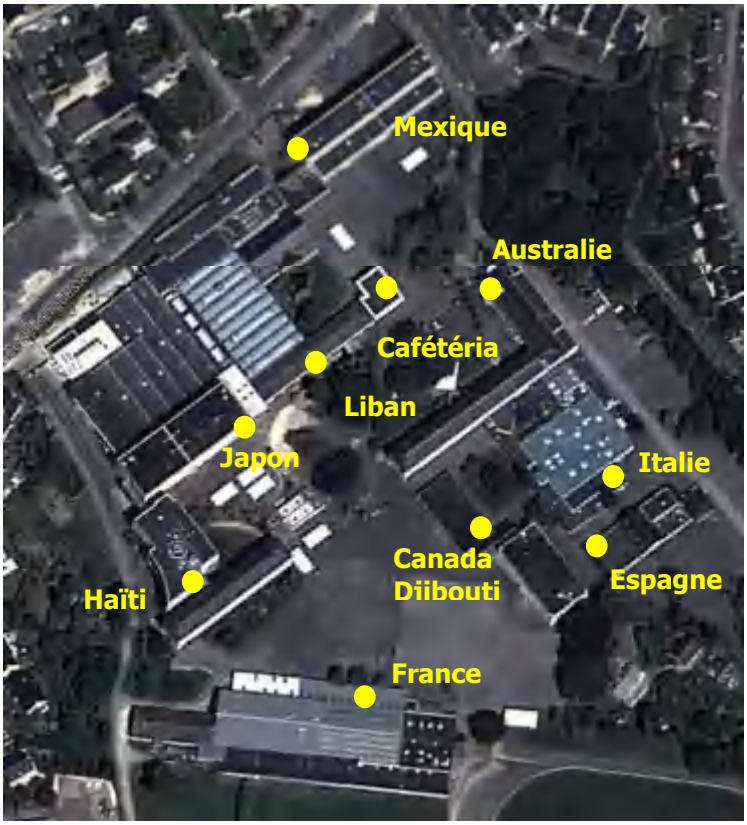
9.11 Compte-rendu de la visite du collège lycée Saint-Joseph-La Salle

Le collège-lycée Saint-Joseph-Lasalle est un établissement privé situé rue de Kerguestenen. Il accueille 1900 élèves du collège à l'enseignement supérieur (CPGE, BTS, …). Une partie de ses enseignements est tournée vers les métiers de l'énergie, impliquant une réelle motivation de l'administration pour les problématiques énergétiques et environnementales.

Le site est utilisé durant l'année scolaire pour l'enseignement. Les chambres des internats filles et garçons peuvent être louées pendant l'été. Bien qu'utilisé toute l'année, l'occupation de l'établissement durant la période estivale reste très faible relativement aux autres mois.

Les consommations de gaz représentent 6 208 369 kWh sur 3 ans. La facture annuelle de gaz est de l'ordre de 100 000 euros par an.

Le site comprend de multiples bâtiments dont les équipements de production de chauffage sont différents et dispersés. Le site comprend ainsi 10 chaufferies assurant pour la plupart uniquement la production de chauffage. Certaines produisent également de l'ECS (internat filles en Australie et garçon en Mexique). La totalité de la puissance de chauffe installée représente 2,013 MW. Une faible partie de la consommation de gaz est affectée à la cuisine centrale.

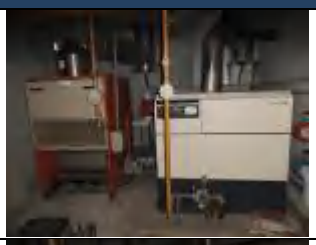
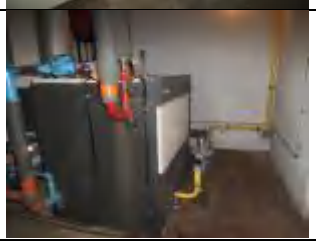


Légende :
Chaufferie

L'entretien-maintenance des installations de production de chaleur est assuré par un prestataire dont le centre de formation est accueilli par le lycée. La gestion et entretien-maintenance des émetteurs et sous-stations sont effectués en interne par le service technique de l'établissement.

La période de chauffe dure de début novembre à fin avril. Quelques installations fonctionnent durant l'été pour la production d'ECS des internats et la cantine.

Les équipements relevés sont listés dans le tableau ci-dessous.

Bâtiment	Type de chaufferie	Puissance	Usage	Vétusté	Illustration
Mexique	Gaz	210 kW 180 kW	Chauffage et ECS (stockage séparé)	Remplacement de l'une d'entre elles imminente Remplacement de la seconde d'ici 5 ans	
Australie	Gaz	117 kW 117 kW	Chauffage et ECS (stockage séparé)	Récentes (<5ans)	
Canada Djibouti	Gaz	170 kW	Chauffage	Très vétuste	

Italie	Gaz	200 kW	Chauffage	Récente (<3ans)	
Espagne	Gaz	140 kW	Chauffage	Très vétuste	
France	Gaz	70 kW 70 kW	Chauffage	Moyennement vétustes	
	Préparateur gaz	78 kW	ECS	Récent	
Haïti	Gaz	156 kW 156 kW	Chauffage	Moyennement vétustes	
Japon	Gaz	324 kW	Chauffage	Récente	
Cafétéria	Murale Gaz	25 kW	Chauffage et ECS	Très récente	-
Liban	Murale Gaz	25 kW	Chauffage	Récente	-

Les équipements ont un niveau de vétusté hétérogène. Certaines chaudières seront remplacées d'ici un an.
Hormis les équipements très récents (cafétéria, Italie, Australie), les installations gagneraient en performance et efficacité avec le raccordement à un réseau de chaleur. Les unités les plus récentes pourraient être maintenues pour la production d'ECS toute l'année ou en été seulement. Elles pourraient également servir de secours.

L'établissement ainsi que son service technique profiteraient également d'une unité sur le site de gestion et d'entretien-maintenance profitables techniquement et financièrement.
Les économies d'énergie et l'engagement du site pour le recours à une énergie renouvelable seraient en outre largement valorisés.

9.12 Compte-rendu de la visite du lycée Marie Le Franc

Le lycée Marie Le Franc est un lycée public situé boulevard Léon Blum. Il rassemble plusieurs filières de formation technologiques et professionnelles allant du CAP au baccalauréat.

Le site comprend un internat de 130 places ainsi que des salles de cours et des locaux techniques de formation (esthétique, coiffure, pressing, restauration, …).

En plus de l'année scolaire, le lycée est utilisé durant le festival interceltique. L'internat accueille durant cette période des festivaliers.

Le lycée a été rénové et restructuré récemment incluant des travaux de rénovation énergétique importants : remplacement des menuiseries extérieures, isolation thermique par l'extérieur des bâtiments, …

Façade du bâtiment principal rénovée

Le chauffage est assuré par une chaufferie gaz comprenant 2 chaudières de 680 kW chacune. Ces équipements datent de 1999 et présentent, malgré des soucis réguliers de maintenance, un niveau de vétusté correct.

Elles alimentent, en plus des réseaux de chauffage, deux ballons de stockage d'ECS de 1000 l chacun, utilisés pour les formations (cuisines pédagogiques, salon de coiffure et d'esthétique, …) ainsi que les sanitaires, les cuisines et l'internat. Une chaudière de 130 kW est utilisée en secours l'hiver et assure la production d'ECS en mi saison et pendant l'été.
La chaufferie alimente également une sous-station située dans un bâtiment secondaire. Un ballon de stockage d'ECS de 500 l est raccordé à la sous-station.

Les équipements de distribution et de régulation de la sous-station sont récent et en bon état (2010). Des compteurs de calories sont installés sur les différents départs permettant un suivi des consommations de chauffage.

Chaudières de 680 kW chacune

Chaudière de 130 kW assurant la production d'ECS en mi saison et en été

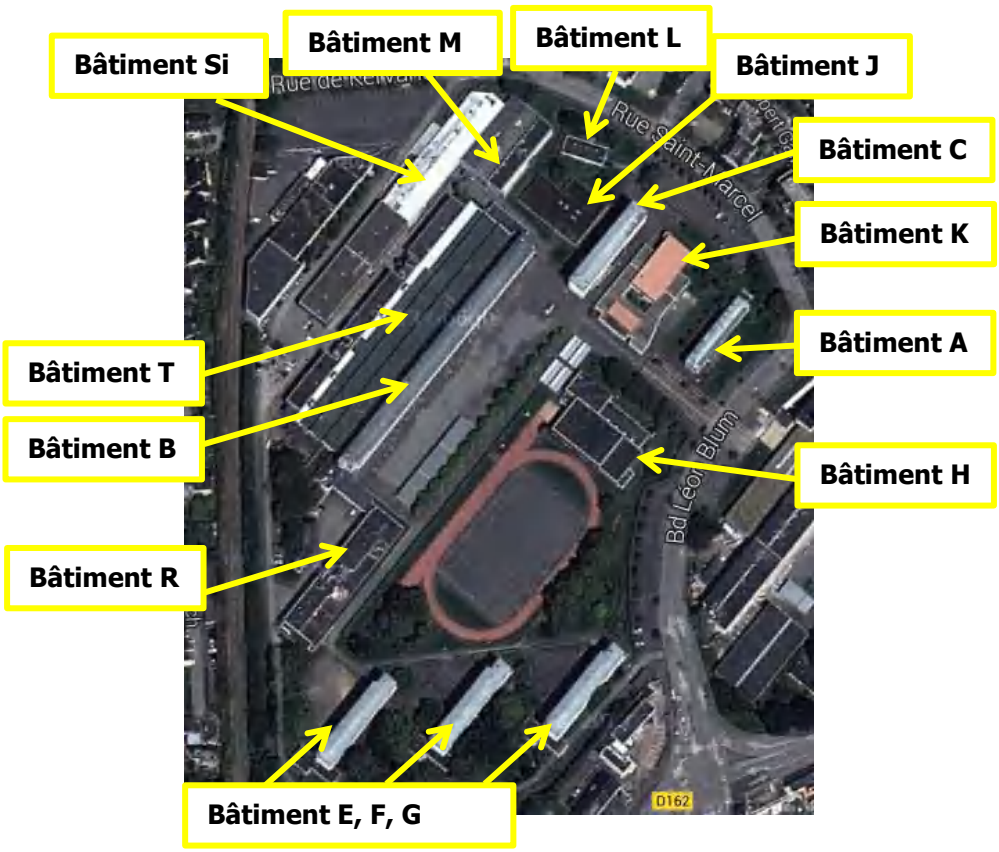
Ballons de stockage d'ECS

Sous-station

9.13 Compte-rendu de la visite du lycée Colbert

Le lycée Colbert est un lycée public général et technologique situé boulevard Léon Blum. Il comprend des salles de classes, un internat filles et un internat garçons, un gymnase ainsi qu'un amphithéâtre.

Le lycée est en cours de rénovation. Le bâtiment K (administration et amphithéâtre) ont été construits récemment. Des travaux de remplacement des menuiseries et d'isolation thermique par l'extérieur ont été réalisés sur les bâtiments Si et M et des travaux similaires sont prévus durant l'année 2014 pour les bâtiments B et C. Ces derniers sont les bâtiments les plus consommateurs en chauffage sur le site.



Bâtiment B et C non rénovés

Bâtiment F

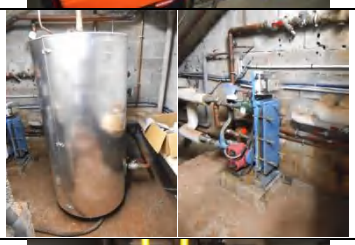
Le principe du chauffage du lycée s'explique par l'historique des installations de production de chaleur. Initialement, une chaufferie principale alimentait la totalité des bâtiments via un réseau de chaleur. Les galeries techniques sont d'ailleurs encore en place, en grande majorité.

Anciennes galeries techniques permettant le passage du réseau de chaleur historique, maintenues en place

Dans les années 1990, la nécessité de faciliter la gestion du chauffage des multiples bâtiments ayant des usages et des plannings d'occupation différents encourage l'installation de chaufferies individuelles. Les bâtiments A, B, E, F, G, K et M sont donc déconnectés du réseau principal et équipés de chaufferie alimentant directement les réseaux de chauffage des bâtiments.
Sont ainsi mises en place la quasi-totalité des « petites » chaudières en dehors de la chaufferie principale.

La chaufferie principale aujourd'hui assure le chauffage des bâtiments B, C, T, Si, R et J. Ces derniers sont en majorité rénovés ou en cours de rénovation énergétique, diminuant de façon très importante les besoins de chauffage (entre 40 et 60% de diminution des besoins grâce à l'amélioration des performances thermiques de l'enveloppe des bâtiments). Elle est donc aujourd'hui largement surdimensionnée et va continuer à l'être à l'issue des travaux prévus sur les bâtiments B et C.

Les équipements relevés sont listés dans le tableau ci-dessous.

Bâtiment	Type de chaufferie	Puissance	Usage	Vétusté	Illustration
Bâtiment K	Gaz	144 kW	Chauffage	Récente (2008)	
Bâtiment A	Gaz	85 kW	Chauffage	Chaudière ancienne mais correctement maintenue (1990) La régulation a été remplacée récemment	
Gymnase	Gaz	469 kW	Chauffage et ECS (ballon de stockage de 500l)	Chaudière ancienne mais correctement maintenue (1989)	
Bâtiment G (internat)	Gaz	2 x 195 kW	Chauffage et ECS (échangeur à plaque sur ballon de stockage de 500l)	Chaudière ancienne mais correctement maintenue (1991)	
Bâtiment F (internat)	Gaz	2 x 195 kW			
Bâtiment E	Gaz	2 x 145 kW	Chauffage	Chaudière ancienne mais correctement maintenue (1991)	
Bâtiment B	Gaz	Chaufferie centrale 2 x 1,5 MW	Chauffage par réseau de chaleur alimentant les autres bâtiments (B, C, T, Si, R, J)	Chaudière ancienne mais correctement maintenue (1991)	
Bâtiment M	Gaz	140 kW 90 kW	Chauffage	Chaudière ancienne (1885)	

La visite a permis d'identifier un parc de chaufferies vieillissantes bien que correctement maintenues. Mais surtout, les installations sont et seront, dans un futur proche, fortement surdimensionnées.

La présence de galeries techniques historiques constitue un atout pour la mise en place d'un réseau de chaleur à l'échelle du site.

Mais un tel projet devra passer par une réflexion globale sur l'organisation du chauffage sur le site, les différents usages nécessaires et les périodes de fonctionnement (vacances scolaires, période estivale, …) de manière à mettre en place des installations performantes mais sans gaspillage énergétique et adaptées au plus près de l'usage réel des locaux.

9.14 Compte-rendu de la visite du lycée Dupuy de Lôme

Le lycée Dupuy de Lôme est un lycée public situé rue Jean Le Coutaller. Il comprend de 2000 à 2200 élèves et délivre des formations de secondaires ainsi que des préparations aux concours des grandes écoles, des BTS et de la formation continue.
Le site rassemble des salles de classes, des bureaux administratifs, un amphithéâtre, deux gymnases ainsi qu'un internat filles et un internat garçons.

Le site a subi d'importants travaux de rénovation énergétique sur certains de ses bâtiments. Le lycée est en cours de restructuration globale en raison de ses multiples bâtiments, datant de la construction du lycée dans les années 50. Certains bâtiments ne sont en effet plus utilisés mais maintenus en prévision d'éventuelles interventions sur les bâtiments actuellement occupés.

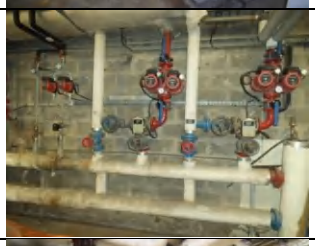
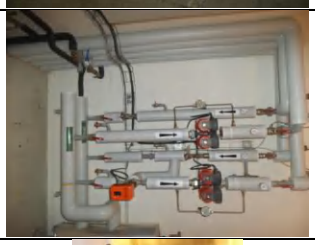
Le chauffage du lycée est produit en majorité par une chaufferie principale comprenant trois chaudières en cascade de 2350 kW, 2350 kW (datant de 2000) et 1985 kW (datant de 2006). Le réseau enterré alimentant la quasi-totalité du site date de 1998.

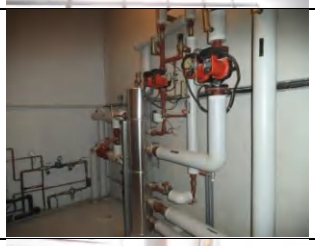
La chaufferie comprend également plusieurs ballons électriques assurant la production d'ECS.

Chaudières principales en cascade

Ballons électriques

Certains bâtiments sont équipés de chaudières individuelles non utilisées. Elles ont en effet été installées de manière à assurer la production d'ECS lorsque les chaufferies principales étaient arrêtées. Or, des ballons électriques individuels ont été mis en place dans les appartements de fonction ou les internats. Ces chaudières sont donc maintenues en l'état mais non utilisées.

Bâtiment	Type de chaufferie	Puissance	Usage	Vétusté	Illustration
Bâtiment 1	Gaz	63 kW	Non utilisée	Correcte (1998)	
Bâtiment 2	Sous-station	-	Non utilisée (bâtiment vide)	Correcte	
Bâtiment 3	Sous-station	-	Non utilisée (bâtiment vide)	Correcte	
Bâtiment 5	Sous-station	-	Non utilisée (bâtiment vide)	Correcte	
Enseignement général	Sous-station	-	Chauffage	Correcte	
Scientifique	Sous-station + Gaz	200 kW	Chauffage	Ancienne	
CDI	Sous-station	-	Chauffage	Récente	
Administration	Chauffage électrique ECS solaire	-	Chauffage et ECS	Récente (2008)	

Internat pré-bac	Sous-station + Gaz	70 kW	Chaudière non utilisée (ECS électrique)	Correcte	
Grand Gymnase	Radiants gaz	-	Chauffage	Correcte	
Cuisine	Sous-station	-	Chauffage (ECS électrique)	Correcte	
Petit Gymnase	Gaz	235 kW	Chauffage et ECS	Récente (2002)	
Internat post-bac	Sous-station + Gaz	56 kW	ECS	Récente	

Les installations sont hétérogènes avec un niveau de vétusté général correct. Un certain nombre de chaudières ne sont pas utilisées bien que maintenues. Les installations restent vieillissantes et peu performantes. Le réseau de chaleur ne comprend en effet pas de vannes d'arrêt, chauffant ainsi des boucles de réseau alimentant les bâtiments désaffectés. Une part de l'énergie produite n'est donc pas utilisée.

La présence de sous-station dans la totalité des bâtiments est un atout pour l'éventuel raccordement du site à un réseau de chaleur de plus grande ampleur (réseau du Moustoir ou extension du réseau de Kerjulaude).
Cependant, une réflexion globale sur les installations de chauffage, basée sur celle menée depuis quelques années sur la rénovation des différents bâtiments, est indispensable. Il est nécessaire qu'une fois les travaux de restructuration future envisagés et arrêtés, les installations de chauffage soient étudiées en détails et optimisées.

9.15 Fiche standardisée des certificats d'économie d'énergie pour la production de chaleur renouvelable