

# SIPPEREC/CONSEIL DEPARTEMENTAL 92/REGION ILE-DE-FRANCE/DRIEE/ADEME

## Schéma Directeur des réseaux de chaleur du Département des Hauts-de-Seine

Rapport d'étude Intégral : phases 1/2/3/4/5

Révision 0

Décembre 2017



## REDACTEURS



### **INDDIGO**

Clément COUANNET

Soizic DAULT

Pauline LEGOUPIL

Gildas MICHAU

Sylvain REBILLAT

### **ANTEA**

Nicolas FRECHIN

Jean-Renaud VUATHIER

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Phase 1 : ETat des lieux des RCU du 92 .....</b>	<b>8</b>
1.1 Réseaux de chaleur et de froid existants .....	8
1.2 Chiffres à l'échelle du Département .....	9
1.2.1 Chaleur et Froid livrée par les réseaux .....	9
1.2.2 Les réseaux majeurs .....	9
1.2.3 Mix énergétique à l'échelle du Département .....	9
1.2.4 Projets en cours .....	10
1.3 Recensement des études schémas directeurs en cours ou réalisées .....	11
1.4 Fiche de chaque réseau .....	12
<b>2. Phase 2 : analyse des besoins existants et futurs.....</b>	<b>13</b>
2.1 Rappel des enjeux .....	13
2.2 Méthodologie pour l'évaluation du potentiel en surface .....	14
2.2.1 Besoins des bâtiments existants .....	14
2.2.2 Besoins futurs .....	15
2.3 Bilan des besoins existants du Département .....	16
2.4 Perspectives d'évolution des besoins.....	18
2.5 Perspectives de raccordement .....	18
2.5.1 Potentiel de raccordement .....	18
2.5.2 Objectifs horizons 2020 et 2050 .....	19
2.6 Recensement des projets d'aménagements .....	20
2.6.1 Schéma Directeur Région Ile de France (SDRIF).....	20
2.6.2 Contrats de Développement Territoriaux(CDT) .....	21
2.6.3 Recensement des projets d'aménagement par la DRIEA .....	22
<b>3. Phase 3 : Etat des lieux des énergies renouvelables et de récupération .....</b>	<b>27</b>
3.1 Les usines de valorisation énergétique des déchets (UVED) .....	28
3.1.1 Principe de fonctionnement de la récupération de chaleur.....	28
3.1.2 Contexte réglementaire.....	29
3.1.3 Installations existantes sur le Département des Hauts-de-Seine .....	29
3.1.4 Gisement identifié à l'échelle des Hauts-de-Seine .....	30
3.1.5 Intérêts et freins au développement de la ressource.....	31
3.1.6 Données économiques d'investissement.....	32

3.2	Data Centers .....	32
3.2.1	<i>Principe de fonctionnement de récupération de chaleur d'un data center</i> .....	32
3.2.2	<i>Data centers en Île-de-France</i> .....	33
3.2.3	<i>Gisement identifié à l'échelle des Hauts-de-Seine</i> .....	33
3.2.4	<i>Exemples de récupération d'énergie des data centers</i> .....	33
3.2.5	<i>Conditions de développement de projets</i> .....	34
3.2.6	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	34
3.2.7	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	34
3.3	Récupération de chaleur sur eaux usées .....	35
3.3.1	<i>Principe de fonctionnement</i> .....	35
3.3.2	<i>Gisement identifié</i> .....	36
3.3.3	<i>Contexte réglementaire et textes de planification</i> .....	37
3.3.4	<i>Exemples de valorisation d'énergie des eaux usées</i> .....	38
3.3.5	<i>Conditions de développement de projets</i> .....	38
3.3.6	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	38
3.3.7	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	39
3.4	Chaleur fatale industrielle.....	40
3.4.1	<i>Principe de fonctionnement</i> .....	40
3.4.2	<i>Gisement identifié</i> .....	40
3.4.3	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	42
3.4.4	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	42
3.5	Géothermie .....	43
3.5.1	<i>Introduction à la géothermie</i> .....	43
3.5.2	<i>Cartographie de la ressource</i> .....	44
3.5.3	<i>Potentiel des différents aquifères</i> .....	45
3.7	Solaire thermique .....	71
3.7.1	<i>Principe de fonctionnement</i> .....	71
3.7.2	<i>Exemples d'installation existantes de solaire thermique sur réseau de chauffage (principales caractéristiques)</i> .....	72
3.7.3	<i>Contexte réglementaire</i> .....	73
3.7.4	<i>Ressource disponible</i> .....	74
3.7.5	<i>Conditions de développement de projets</i> .....	74
3.7.6	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	75
3.7.7	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	75
3.8	Biomasse .....	76
3.8.1	<i>Principe de fonctionnement</i> .....	76
3.8.2	<i>Types et provenance du combustible bois-énergie</i> .....	78
3.8.3	<i>Contexte réglementaire et textes de planification</i> .....	78
3.8.4	<i>Chaufferies biomasse existantes ou en projet</i> .....	79
3.8.5	<i>Gisement dans les hauts-de-seine</i> .....	80
3.8.6	<i>Perspectives du gisement à l'horizon 2035</i> .....	80
3.8.7	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	82
3.8.8	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	82
3.9	Méthanisation.....	84
3.9.1	<i>Principe</i> .....	84
3.9.2	<i>Valorisation des extrants</i> .....	86
3.9.3	<i>Contexte réglementaire</i> .....	87



3.9.4	<i>Gisement de déchets fermentescibles</i> .....	88
3.9.5	<i>Exemples d'installations dans les Hauts-de-Seine</i> .....	90
3.9.6	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	90
3.9.7	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	91
3.10	Les combustibles solides de récupération (CSR) .....	92
3.10.1	<i>Définition</i> .....	92
3.10.2	<i>Caractéristiques des CSR</i> .....	92
3.10.3	<i>Contexte réglementaire</i> .....	93
3.10.4	<i>Principe</i> .....	94
3.10.5	<i>Gisement disponible</i> .....	95
3.10.6	<i>Intérêts et freins au développement de la ressource</i> .....	98
3.10.7	<i>Données économiques d'investissement</i> .....	100
3.11	Financement .....	101
3.12	Conclusion .....	102
<b>4.</b>	<b>Phase 4 – Potentiel de développement</b> .....	<b>105</b>
4.1	Les opérations de développement de réseaux de chauffage urbain.....	105
4.1.1	<i>Identification des opérations</i> .....	105
4.1.2	<i>Liste des opérations identifiées</i> .....	107
4.2	Analyse des opérations identifiées .....	109
4.2.1	<i>Critères utilisés</i> .....	109
4.2.2	<i>Résultats de l'analyse</i> .....	111
4.3	Etudes d'opportunités .....	113
4.3.1	<i>Méthodologie</i> .....	113
4.4	Les fiches de synthèse par commune.....	114
4.4.1	<i>Méthodologie pour la réalisation des cartes de densité énergétique par Ville</i> .....	114
4.4.2	<i>Périmètre des consommations</i> .....	116
4.4.3	<i>Sources des données</i> .....	116
4.4.4	<i>Modélisation cartographique</i> .....	118
<b>5.</b>	<b>Phase 5 – Mise en perspective du diagnostic, élaboration du schéma directeur</b> .....	<b>120</b>
5.1	Rappel des objectifs et scénarios régionaux et nationaux .....	120
5.1.1	<i>Loi de transition énergétique</i> .....	120
5.1.2	<i>Le SRCAE</i> .....	120
5.1.3	<i>Objectifs du SRCAE</i> .....	121
5.1.4	<i>Scénarios du SRCAE</i> .....	121
5.2	Elaboration des scénarios dans les Hauts-de-Seine .....	121
5.2.1	<i>Contenu des scénarios</i> .....	121
5.2.2	<i>Rappel des principales hypothèses pour les scénarios</i> .....	122
5.2.4	<i>Impact des scénarios</i> .....	125
<b>6.</b>	<b>ANNEXES</b> .....	<b>128</b>
6.1	Annexe 1 : Fiches réseau .....	128
6.2	Annexe 2 : Synthèse des Contrats de Développement Territoriaux des Hauts-de-Seine	153
6.3	Annexe 3 : Etudes d'opportunités .....	157
6.3.1	<i>Asnières/Bois Colombes</i> .....	157

6.3.2	<i>Boulogne-Billancourt</i> .....	161
6.3.3	<i>Fontenay-aux-Roses/sceaux</i> .....	166
6.3.4	<i>Neuilly-sur-Seine</i> .....	171
6.3.5	<i>Saint-Cloud</i> .....	175
6.4	Annexe 4 : Fiches de synthèse par commune .....	180

# INTRODUCTION

Le Grenelle de l'Environnement avec la fixation d'objectifs ambitieux en matière énergétique va impacter le développement des réseaux de chaleur :

- Il a redonné ses lettres de noblesse aux réseaux de chaleur en rappelant leur rôle indispensable pour le développement des Energies Renouvelables et de Récupération (EnR&R),
- Il impose des mesures fortes de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments qui vont entraîner une réduction sensible de la chaleur livrée par les réseaux sur leur périmètre existant,
- Le taux réduit de TVA, mais aussi les aides à l'investissement (fonds chaleur) sont conditionnés à un taux minimum de 50% d'EnR&R.

Ce nouveau contexte impose d'imaginer des solutions techniques et économiques afin d'adapter les réseaux aux opportunités et contraintes créées par ce nouvel environnement, avec une préoccupation d'équilibre économique et de compétitivité des réseaux.

L'objectif de la réalisation du Schéma Directeur des réseaux de chaleur du Département des Hauts-de-Seine est de fournir une aide à la décision aux communes concernées par des opérations existantes ou par une nouvelle opération.

Cette mission est pilotée et suivie par les acteurs suivants :

- Le Conseil Départemental des Hauts-de-Seine
- Le SIPPEREC<sup>1</sup>
- Le Conseil Régional d'Ile-de-France
- L'ADEME<sup>2</sup>
- La DRIEE<sup>3</sup>

L'étude est ainsi articulée :

- Phase 1 : Etat des lieux des réseaux de chaleur et de froid existants et en projet
- Phase 2 : Etude du potentiel des besoins en surface
- Phase 3 : Etat des lieux et diagnostic des sources d'EnR&R mobilisables pour l'alimentation des réseaux de chaleur
- Phase 4 : Analyse et diagnostic du potentiel de développement, d'adaptation ou de création de réseaux de chaleur et de froid vertueux
- Phase 5 : Mise en perspective du diagnostic, élaboration du schéma directeur

---

<sup>1</sup> SIPPEREC : Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour les Energies et les REseaux de Communication

<sup>2</sup> ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

<sup>3</sup> DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'environnement et de l'énergie

# 1. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX DES RCU DU 92

## 1.1 RESEAUX DE CHALEUR ET DE FROID EXISTANTS

Le département des Hauts-de-Seine compte au 1<sup>er</sup> janvier 2017 19 réseaux de chaleur et 5 réseaux de froid sur son territoire.

Au niveau National, 536 réseaux de chauffage urbain et 20 réseaux de froid ont été recensés grâce à l'enquête SNCU<sup>4</sup> de 2014. La région Ile-de-France compte 100 réseaux de chaleur et 6 réseaux de froid.

Le Département des Hauts-de-Seine se distingue par la forte présence de réseaux de froid (5). Ces réseaux sont liés à de fortes concentrations en bureaux sur certaines communes du Département.

La quantité de chaleur livrée par les réseaux de chauffage urbain du Département représente 10.6% de la chaleur livrée par les réseaux Franciliens.

La liste des réseaux de chaleur et de froid du département est la suivante :

Nom du réseau	Localisation
<b>Réseaux de chaleur</b>	
Bagéops	Bagneux
ZAC Ile Séguin - Rives de Seine	Boulogne-Billancourt
Réseau de Chaville	Chaville
Réseau de Clichy	Clichy-la-Garenne
ZAC de La Marine	Colombes
Cenevia	Courbevoie
Enertherm	Courbevoie
Gennevilliers Energie	Gennevilliers
Fort d'Issy	Issy-les-Moulineaux
Tecni (Logements sociaux)	Le Plessis-Robinson
Zipec (Zone d'activités)	Le Plessis-Robinson
Kalita (Front de Paris+ Front de Seine)	Levallois-Perret
Réseau de Meudon	Meudon-la-forêt
Quartier Hoche	Nanterre
ZAC Centre Sainte Geneviève	Nanterre
Ciceo	Puteaux
Chauffage urbain de Suresnes	Suresnes
Les Raguidelles	Suresnes
Résidence Villeneuve	Villeneuve-la-Garenne

<sup>4</sup> SNCU : Syndicat National du Chauffage Urbain

Réseaux de froid	
ZAC Ile Séguin - Rives de Seine	Boulogne-Billancourt
Réseau de La Défense - Enertherm	Courbevoie
Réseau Suc	Issy-les-Moulineaux
Cristalia	Levallois-Perret
ICEIS	Suresnes

## 1.2 CHIFFRES A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT

Les données présentées dans la suite du rapport sont issues des données de l'ADEME, de la DRIEA (données 2013), de l'annuaire VIA SEVA des réseaux de chaleur et de froid (données annuelles 2016/2017) et des rapports d'activités des délégataires (données 2015).

### 1.2.1 CHALEUR ET FROID LIVREE PAR LES RESEAUX

Le tableau suivant présente le cumul des quantités de chaleur et de froid livrées aux abonnés des 19 réseaux de chaleur et 5 réseaux de froid du Département des Hauts-de-Seine.

	Quantité livrée (MWh/an)
<b>Chaleur</b>	1 130 000
<b>Froid</b>	257 000

### 1.2.2 LES RESEAUX MAJEURS

Trois réseaux de chaleur ont un poids très important sur les quantités de chaleur livrée par les réseaux du Département (la chaleur fournie par ces 3 réseaux représente 45% de la chaleur livrée par les réseaux du Département) :

- Le réseau Enertherm à Courbevoie (alimente la Défense) : 22% de la chaleur livrée par les réseaux du Département
- Le réseau de Clichy à Clichy-la-Garenne : 13% de la chaleur livrée
- Le réseau Kalita de Levallois-Perret (interconnexion des réseaux Front de Paris et Front de Seine) : 10%

Deux réseaux de froid livrent 78% du froid fourni par les réseaux du Département des Hauts-de-Seine :

- Le réseau Enertherm à Courbevoie (alimente la Défense) : 48%
- Le réseau Suc à Issy-les-Moulineaux : 30%

### 1.2.3 MIX ENERGETIQUE A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT

Les énergies renouvelables et de récupération représentent environ 30% du mix énergétique total de la chaleur livrée par les réseaux du Département des Hauts-de-Seine. Les réseaux présentant le plus fort taux d'EnR&R sont :

- Réseau du Centre sportif Les Raguidelles à Suresnes : 80% EnR&R
- Réseau quartier Hoche à Nanterre : 81% ENR&R
- Réseau Fort d'Issy à Issy-les-Moulineaux : 77% ENR&R

Les énergies renouvelables sont intégrées dans le mix énergétique des réseaux de froid suivant :

- Réseau la Défense – Enertherm : 30% ENR&R (PAC sur eau de Seine)
- Réseau ZAC Ile Séguin – Rives de Seine à Boulogne Billancourt : 60% ENR&R (Thermo-Frigo-Pompes géothermiques)

Pour les réseaux de froid, la ressource renouvelable utilisée est l'eau de la Seine ou un aquifère peu profond (nappe de la craie), avec pompe à chaleur.

#### 1.2.4 PROJETS EN COURS

Sur le Département 3 projets de réseau ont été identifiés. Ces projets de réseaux sont liés à des projets d'aménagement.

Localisation	ZAC de L'Arsenal Rueil-Malmaison	Asnières sur Seine	ZAC Seine Arche Nanterre
<b>Livraisons Totales (MWh/an)</b>	16 634	133 489	76 912
<b>Contenu CO2 (kgeqCO2/KWh)</b>	0.088	0.011	0.018
<b>Mix énergétique</b>	Biomasse Gaz	Géothermie superficielle PAC Gaz	Géothermie superficielle Cogénération sur huile de colza Récupération sur eaux usées
<b>Taux ENR&amp;R (%)</b>	63%		65%

Tous les projets de réseaux intègrent des énergies renouvelables à plus de 50% dans leur mix énergétique. Il s'agit de réseaux d'eau chaude basse température afin de favoriser l'intégration de ces ressources.

## 1.3 RECENSEMENT DES ETUDES SCHEMAS DIRECTEURS EN COURS OU REALISEES

Dans le cadre de la Métropole du Grand Paris des Etablissement Publics Territoriaux (EPT) ont été créés, ils remplacent en compétences les Etablissement Public de Coopération Intercommunale. Le territoire des Hauts-de-Seine compte 4 EPT (T2 : Vallée Sud Grand Paris, T3 : Grand Paris Seine Ouest, T4 : Paris Ouest la Défense et T5 : Boucle Nord de Seine).

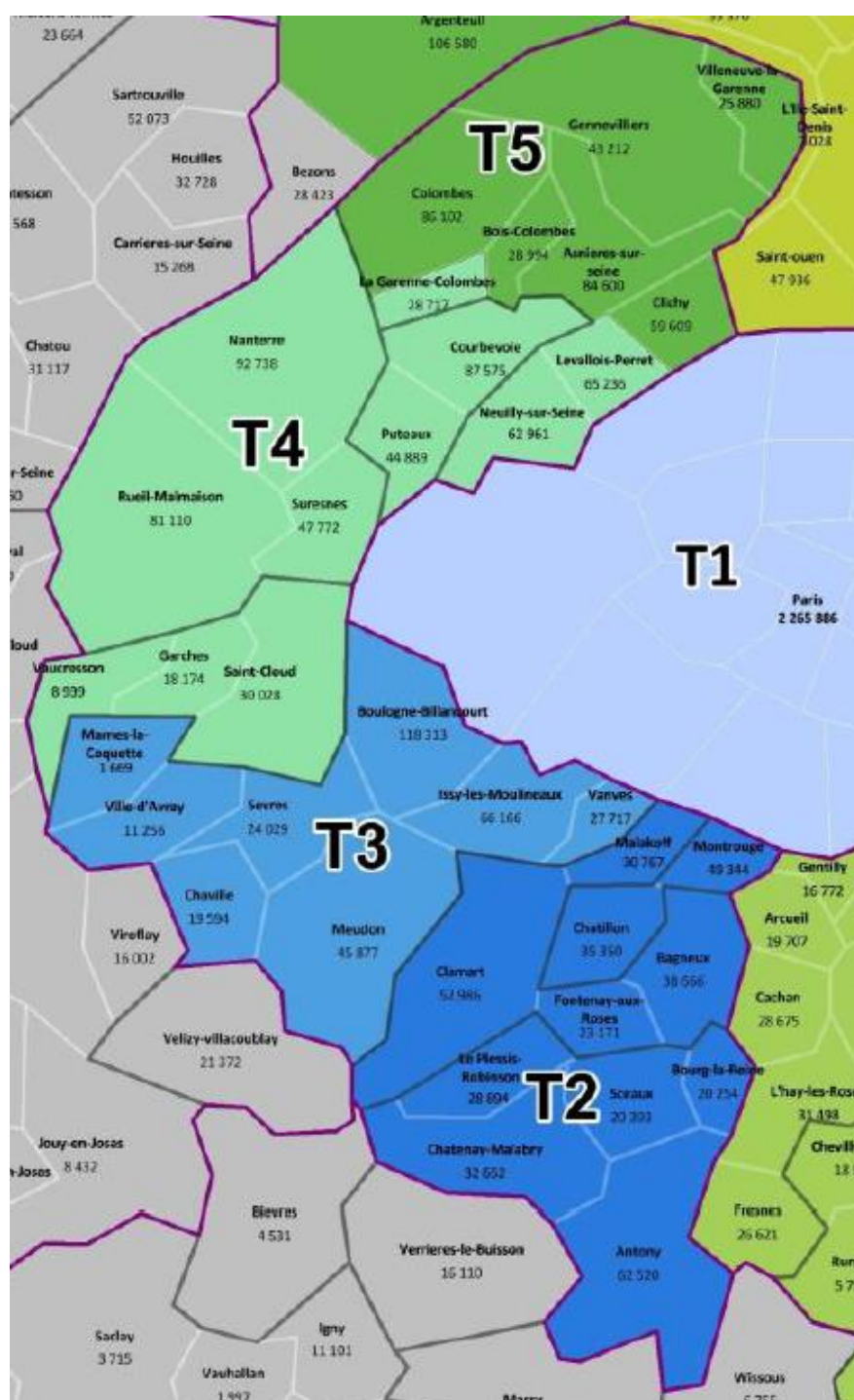


Figure 1 : Carte des Etablissements Publics Territoriaux

Les EPT pilotent les démarches en cours de schémas directeurs des réseaux de chaleur.

Les schémas directeurs suivants ont été réalisés :

- EPT Paris Ouest La Défense, hors réseaux SICUDEF : achevé en 2016
- EPT Paris Ouest La Défense, réseaux SICUDEF (La Défense) : achevé fin 2016

Les démarches de schémas directeurs suivantes sont en cours :

- Commune de Ville d'Avray, lancement 2017

Il est prévu de réaliser les schémas directeurs suivants :

- EPT Boucle Nord de Seine, inscrit au CDT<sup>5</sup> en action 4 « Schéma directeur de développement des réseaux de chaleur »

L'EPT Grand Paris Seine Ouest a inscrit dans son CDT un projet de développement de réseau de chaleur. L'Établissement Public Territorial n'a pas réalisé de schéma directeur réseau de chaleur à ce jour. Cette démarche pourrait émerger compte tenu de l'objectif fixé de développement de réseau de chaleur.

## 1.4 FICHE DE CHAQUE RESEAU

Une fiche de synthèse a été élaborée pour présenter les caractéristiques techniques, juridiques et économiques de chacun des réseaux du Département.

Ces fiches ont été renseignées sur la base des documents suivants :

- Rapport annuel d'exploitation (réseau Soclis de Suresnes, rapport d'activité 2015)
- Questionnaires adressés aux délégataires et autorités délégantes retournés complétés pour les réseaux Bagéops, Clichy-la-Garenne, Gennevilliers, ZAC Sainte Geneviève Nanterre
- Schéma directeur des réseaux de chaleur (Schéma directeur de POLD sur le territoire de l'ex Communauté d'Agglomération du Mont-Valérien : Nanterre/Rueil-Malmaison/Suresnes)
- Annuaire 2016 des réseaux de chaleur et de froid de VIA SEVA (sur la base des informations relatives à l'année 2015)
- Données de l'ADEME
- Données DRIEE (base de données CARMEN)
- Arrêté du 27 octobre 2014 relatif aux DPE sur les bâtiments existants : contenus CO2 des réseaux
- Arrêté du 11 juillet 2013 sur les contenus CO2 des réseaux

Elles sont présentées en annexe 1 au chapitre 6.1 du présent rapport.

---

<sup>5</sup> CDT : Contrat de Développement Territorial



## 2. PHASE 2 : ANALYSE DES BESOINS EXISTANTS ET FUTURS

### 2.1 RAPPEL DES ENJEUX

Au niveau national, c'est la réglementation thermique 2012 qui fixe les objectifs de performance énergétique.

#### **Les bâtiments neufs**

Pour la construction neuve la limite moyenne sur le territoire est de  $50\text{kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{an}$  ( $65\text{kWh}_{EP}/\text{m}^2/\text{an}$  en Ile-de-France). Cette valeur comprend les consommations des postes énergétiques suivants : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le rafraîchissement, l'éclairage et les auxiliaires (ventilateurs, pompes,...).

#### **Les bâtiments existants**

Concernant les bâtiments existants, lors de travaux de rénovation, la Réglementation thermique existante s'applique, celle-ci fixe en fonction du type de bâtiment et de sa date de construction soit un objectif global de performance énergétique soit des performances minimales pour l'élément remplacé ou installé.

#### **La future Réglementation Thermique 2020**

Pour l'horizon 2020 une nouvelle réglementation thermique est en préparation, cette réglementation aura pour objectif la construction de bâtiment à énergie positive et à faible impact environnemental. Les consommations intégrées dans les calculs de cette future réglementation couvriront tous les usages, y compris les consommations liées aux équipements électroménagers. Ainsi, un nouvel indicateur sera intégré dans cette réglementation : « le Bilan énergétique BEPOS ». Cet indicateur est défini par la différence, exprimée en énergie primaire, entre :

- La quantité d'énergie ni renouvelable, ni de récupération consommée par le bâtiment
- Et la quantité d'énergie renouvelable ou de récupération produite et injectée dans le réseau par le bâtiment et ses espaces attenants

Ce mode de calcul incite à consommer de l'énergie produite à partir d'énergies renouvelables. Les réseaux de chaleur vertueux (avec un mix énergétique  $> 50\%\text{EnR\&\&R}^6$ ) participeront pleinement à la réalisation de cet objectif.

L'impact carbone du bâtiment sera pris en compte sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (construction, exploitation et déconstruction).

Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) et le Schéma Directeur de la Région Ile de France (SDRIF) fixent les objectifs et orientations pour la région. Ces documents permettent d'identifier les évolutions en termes de besoins énergétiques et de développement des réseaux de chaleurs et de froids. Sur la base de ces documents des Contrats de Développement Territoriaux (CDT) ont été signés entre l'Etat, les communes et la Région Ile de France. Les CDT définissent et présentent les objectifs d'aménagement du territoire ainsi que les projets en cours et/ou prévus.

La connaissance des besoins de chaleur pour le chauffage et la fourniture d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) des bâtiments permet d'identifier les secteurs sur lesquels le développement d'un réseau de chauffage urbain sera techniquement (réduction de la longueur de réseau et optimisation des pertes

---

<sup>6</sup> EnR&R : Energies Renouvelables et de Récupération

de chaleur) et économiquement (investissement optimisé pour un réseau plus dense et moins long) viable.

Ainsi, un travail d'évaluation des consommations de chaleur a été réalisé à l'échelle du Département (travaille à la maille IRIS) puis à l'échelle de chaque commune (travail sur les consommations par bâtiment).

## 2.2 METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DU POTENTIEL EN SURFACE

### 2.2.1 BESOINS DES BATIMENTS EXISTANTS

La présente étude s'appuie sur le travail réalisé par la DRIEE et l'APUR en 2012 et mis à jour sur le site Energif. La dernière mise à jour effectuée sur les données mobilisées pour l'étude date de septembre 2016.

**Les besoins théoriques pour le chauffage des bâtiments** ont été calculés **à la maille du bâtiment** dans l'étude DIREE/APUR, sur la base des données de la DGFIP et de la base MAJIC II. Les données DGFIP (2011) permettent de connaître les surfaces de bâti, l'usage et l'année de construction. Des ratios théoriques de consommations ont été construits en fonction de ces 3 paramètres et affectés à chaque bâtiment. L'étude DRIEE/APUR s'est limitée à définir des ratios de consommations pour le logement. Des ratios de consommations sont utilisés dans le cadre de la présente étude pour les bâtiments tertiaires et industriels.

Les données théoriques ont été consolidées avec des données de consommations réelles issues des questionnaires retournés complétés par :

- 11 Villes sur 36 sur les consommations de leur patrimoine Communal
- Les consommations u parc social de 8 bailleurs sociaux
- Les données issues des diagnostics énergétiques réalisés par logement sur l'ensemble du parc social (données issues du répertoire du parc locatif social)

Par ailleurs, des ratios de besoins (en kWh<sub>EF</sub>/m<sup>2</sup>/an) ont été utilisés afin de comptabiliser les besoins du patrimoine tertiaire et industriel, les besoins en ECS de l'ensemble des bâtiments mais également les besoins des projets de nouvelles constructions.

Les besoins des piscines et hôpitaux/cliniques ont été précisés avec des ratios de besoins.

L'ensemble des ratios de besoins utilisés sont listés ci-dessous :

Ratios de besoins (en kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> /an)			
Typologie	Chauffage	ECS	Total
<b>Tertiaire et industriel</b>			
Avant 1949	94	6,9	100,9
1949-1975	94	6,9	100,9
1975-1981	83	6,9	89,9
1982-1989	83	6,9	89,9
1990-1998	74	6,9	80,9
1999-2006	74	6,9	80,9
Après 2006	74	6,9	80,9

Non daté	83	6,9	89,9
<b>Hôpitaux et cliniques</b>			<b>Total (kWh/lit)</b>
			1 000
<b>Piscines</b>			<b>Total (kWh/m<sup>2</sup> bassin)</b>
			30 000

Les données de consommations sont ensuite croisées avec les données sur les modes de chauffage. La donnée sur les **modes de chauffage** a été établie dans l'étude DIREE/APUR sur la base des informations issues du recensement général de la population de 2010. La donnée disponible dans l'étude DRIEE APUR est la surface chauffée par mode de chauffage à **la maille IRIS**. Les modes de chauffage pris en compte dans l'étude sont :

- le chauffage individuel électrique
- le chauffage individuel gaz
- le chauffage collectif gaz
- le chauffage collectif fioul
- le chauffage urbain

Le potentiel des besoins en surfaces a été calculé en excluant les logements individuels. En effet, ce gisement représente un très faible niveau de consommations de chaleur au regard des longueurs de réseaux à construire. Les logements individuels ne sont donc pas considérés dans la suite de l'étude.

Les modes de chauffage suivant ont été exclus du calcul du gisement potentiellement raccordable aux réseaux :

- les bâtiments avec un chauffage individuel électrique
- les bâtiments avec un mode de chauffage individuel gaz

Les bâtiments équipés d'un système de chauffage électrique nécessitent la création d'un réseau de distribution de la chaleur et l'installation d'émetteurs, ils ne sont donc pas considérés dans la suite de l'étude.

L'hypothèse de ne pas comptabiliser le gisement lié aux bâtiments bénéficiant d'un chauffage individuel gaz est une hypothèse prudente. Les émetteurs sont déjà installés dans ces bâtiments. Néanmoins, des adaptations conséquentes des réseaux de distribution interne sont nécessaires afin de distribuer la chaleur dans l'intégralité du bâtiment à partir d'une seule sous-station. Le taux de raccordement à un réseau de chauffage urbain de ces bâtiments sera très faible.

Une cartographie des densités de consommations de chaleur pour le chauffage des bâtiments a été établie à l'échelle du Département sur la base de ces données (voir Figure 2 : *Cartographie des besoins de chaleur à l'échelle Départementale*).

## 2.2.2 BESOINS FUTURS

L'évolution des besoins à l'horizon 2030 est évaluée sur la base des données sur les projets d'aménagement du territoire.

La connaissance des projets d'aménagement du Département des Hauts-de-Seine est issue des sources suivantes :

- Identification des 5 projets majeurs du territoire et des surfaces programmées – Source site de la DRIEA
- Identification des projets par commune (fichier de la DRIEA)
- Données issues des Contrats de Développement Territoriaux
- Retours des questionnaires adressés aux communes et aménageurs

Des ratios de besoins de chaleur sont établis pour les projets de bâtiment en fonction de la période de construction et de l'usage du bâtiment. Les données de besoins théoriques liés aux projets d'aménagement sont ainsi calculés en croisant les données sur les surfaces prévisionnelles par usage de chaque projet et les ratios de besoins.

Les ratios utilisés sont précisés dans le tableau suivant :

Ratios de besoins (en kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> /an)			
Typologie	Chauffage	ECS	Total
<b>Projets de nouvelles constructions</b>			
Habitat collectif	26	38,5	64,5
Tertiaire	80	6,9	86,9

## 2.3 BILAN DES BESOINS EXISTANTS DU DEPARTEMENT

La carte suivante présente le bilan des besoins de chaleur des bâtiments à l'échelle du Département. Il s'agit du gisement des besoins raccordables à un réseau de chaleur (voir les hypothèses au paragraphe 2.2.1 de la présente étude).

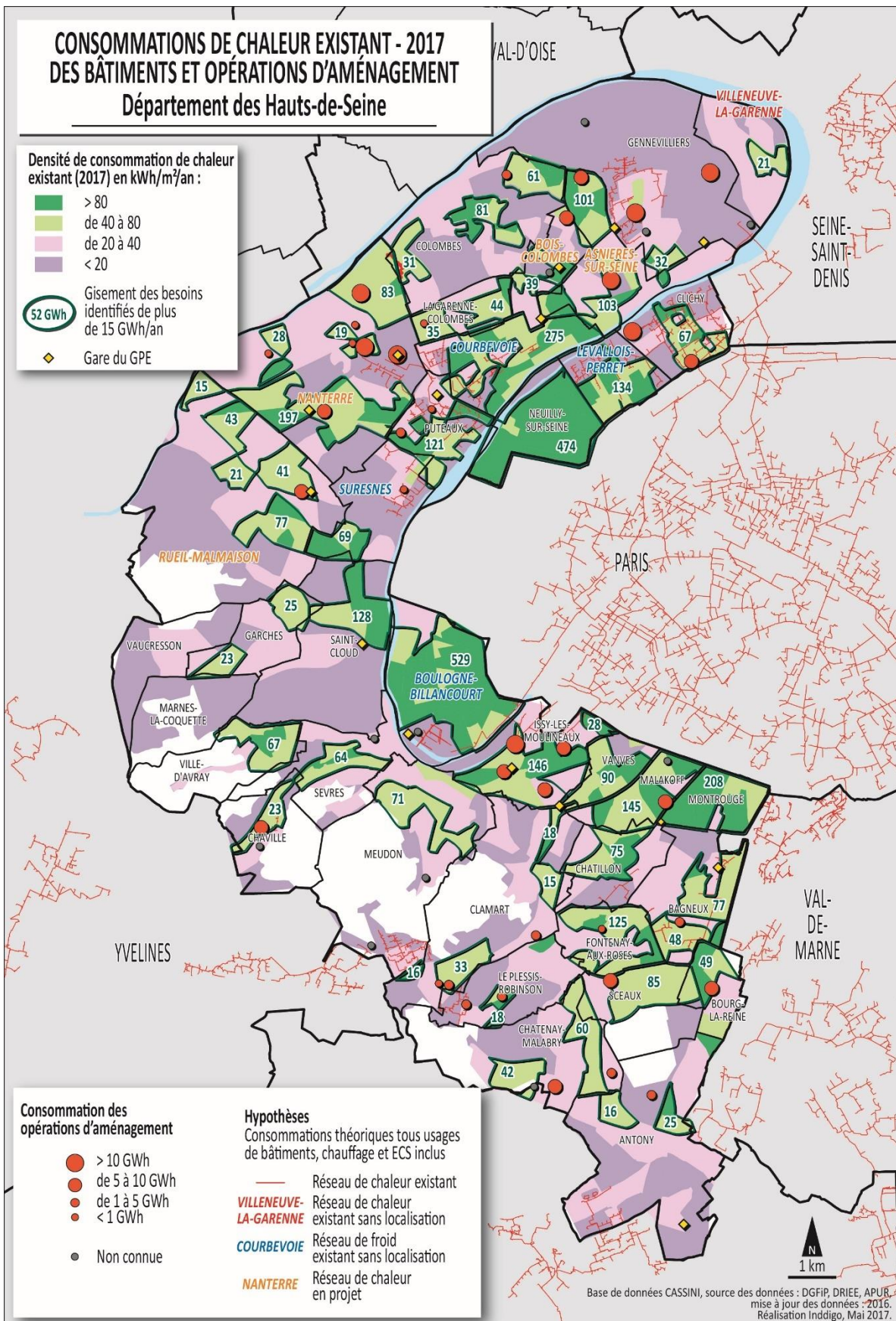
Les projets d'aménagement sont identifiés sur cette cartographie, avec un marqueur dont la taille est indexée sur le volume de consommations prévisionnelles associées. La position des gares du Grand Paris Express est également repérée sur cette cartographie.

Les projets de gare constituent des pôles qui feront l'objet d'importants travaux, avec un impact sur les voiries. Les projets de développement de réseaux de chaleur sont à mettre en cohérence avec l'évolution du développement des gares du Grand Paris Express.

Les Grands massifs forestiers et parcs majeurs du Département apparaissent en blanc sur cette carte, la densité de besoins de chaleur étant nulle sur ces emprises. Les secteurs avec de fortes densités sont représentés en vert. Les secteurs de fortes densités présentant un gisement de plus de 1 500 équivalents logements (15,6 GWh/an) sont repérés par un contour vert foncé. Le gisement disponible est exprimé en GWh/an. 53 secteurs denses de plus de 1 500 équivalents logements sont identifiés sur les 36 communes du Département des Hauts-de-Seine.

Il est à noter que plusieurs communes, en périphérie de Paris présentent de fortes densités sur une large partie de la Ville, avec un gisement très élevé (>100 GWh/an).





**Figure 2 : Cartographie des besoins de chaleur à l'échelle Départementale**

## 2.4 PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES BESOINS

Au niveau national les ambitions pour les horizons 2020 et 2050 sont d'atteindre les objectifs des « 3x20 »<sup>7</sup> et du « Facteur 4 »<sup>8</sup>. Le SRCAE de l'Île-de-France permet de définir la contribution régionale pour atteindre les objectifs nationaux.

A l'horizon 2020 les objectifs définis dans le SRCAE sont d'atteindre :

- Une consommation énergétique inférieure à 190 000 GWh<sub>EFF</sub>/an, sur l'ensemble des secteurs (Résidentiel, Tertiaire, Transport, Industrie et Agriculture)
- Des émissions de gaz à effet de serre (GES) inférieures à 40 millions de teqCO<sub>2</sub>/an.
- Une production de chaleur par les ENR&R de 27% de la consommation de chaleur régionale (dont 37% liée aux réseaux de chaleur et de froid)
- Une production d'électricité par les ENR&R de 6% de la consommation d'électricité régionale

A l'horizon 2050 les objectifs définis sont d'atteindre :

- Des émissions de GES inférieures à 12.5 millions de teqCO<sub>2</sub>/an.
- Une production chaleur par les ENR&R de 81% de la consommation de chaleur régionale
- Une production d'électricité par les ENR&R de 38% de la consommation d'électricité régionale

Au 1<sup>er</sup> janvier 2017, les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) représentent environ 30% des livraisons de chaleur assurées par les réseaux de chauffage urbain des Hauts-de-Seine.

## 2.5 PERSPECTIVES DE RACCORDEMENT

Le potentiel de raccordement aux réseaux de chaleur et les objectifs à atteindre pour les horizons 2020 et 2050 sont définis dans le SRCAE. Les orientations du SDRIF et du PLE sont en accord avec ces objectifs.

Les enjeux pour l'optimisation des réseaux de chaleur :

- Le maillage des réseaux
- L'optimisation de l'efficacité des réseaux
- Le verdissement des réseaux (TVA réduite si la part d'ENR&R est supérieure à 50%)
- Le développement des réseaux de chaleur (+40% d'ici 2020)

### 2.5.1 POTENTIEL DE RACCORDEMENT

Une étude sur les réseaux de chaleur a été menée dans le cadre du SRCAE par la DRIEE, la DRIEA et le groupe SETEC. Cette étude s'appuie sur les données de 2009 en termes d'équivalents logements raccordés. Le potentiel de raccordement identifié à proximité immédiate des réseaux représente un gisement équivalent aux quantités de chaleur livrées par les réseaux existants.

En prenant en compte le potentiel de raccordement à proximité immédiate des réseaux, le potentiel d'extension de réseaux dans un rayon de 1 000 mètres par rapport aux tracés existants et le potentiel

---

<sup>7</sup> Objectifs nationaux qui correspondent à une réduction par rapport à la consommation qui serait obtenue en 2020 sans les mesures du Grenelle de l'environnement, de 20% de la consommation énergétique finale, 20% des émissions de GES et atteindre 20% d'ENR&R dans le mix énergétique.

<sup>8</sup> Objectif visant à réduire par 4 les émissions de GES d'ici 2050 par rapport à la valeur de référence de 1990.

de création de réseau, ce sont entre 1,9 et 2,8 millions d'équivalents logements supplémentaires qui pourraient être alimentés par les réseaux de chaleur soit une augmentation des quantités de chaleur livrée par les réseaux du Département comprise entre 170% et 250%.

	Nombre d'équivalents logements
<b>Situation en 2009</b>	1.1 million
<b>Potentiel de raccordement des bâtiments à proximité immédiate des réseaux</b>	+ 1 million
<b>Potentiel d'extension des réseaux dans une bande de 1000m autour des linéaires actuels</b>	+ 0.54 à 1.1 millions
<b>Potentiel de création de réseaux</b>	+ 0.34 à 0.68 millions

Tableau 1 : Potentiels de raccordement aux réseaux de chaleur - Source SRCAE

### 2.5.2 OBJECTIFS HORIZONS 2020 ET 2050

Le SRCAE a fixé les objectifs à atteindre pour les réseaux de chaleur dans l'optique d'atteindre les objectifs du « 3x20 » à l'horizon 2020 et du « facteur 4 » à l'horizon 2050.

	Objectifs	
<b>Horizon 2020</b>	• Raccordement aux réseaux de chaleur	multiplier par 1,4 le nombre de raccordement aux réseaux de chaleur par rapport à l'année 2009 (450 000 équivalents logements)
	• Part des ENR&R	passer de 29% à 51%
	• Mix énergétique global des réseaux de chaleur	- Energie fatale : +20% sur les UIOM (soit 680GWhep/an) - Chaleur géothermique : multiplier par 2 la production (soit 1 163 GWh/an) - Biomasse : mobiliser 75% du gisement biomasse identifié (soit 2 300 GWhep/an)
	• Mix énergétique global des réseaux de chaleur	- Biomasse : 30% - Ressources géothermales : 30% - UIOM : 27% - Gaz naturel : 13% (dont 30% est du biogaz)

Tableau 2 : Objectifs réseaux de chaleur du SRCAE - Source SRCAE

**Afin de dessiner les objectifs déclinés pour le Département des Hauts-de-Seine, les principaux objectifs régionaux suivants sont à retenir :**

- **Nombre de raccordements aux réseaux de chaleur × 1,4**
- **Part des EnR&R en 2020 : 51%**
- **Part des EnR&R en 2050 :91%**

Les projets d'évolution de réseaux de chauffage urbains existants devront faire évoluer le mix énergétique vers un taux de couverture par les EnR&R de 51% au minimum. Un objectif de taux de couverture par les EnR&R de 91% sera visé pour les créations de réseaux de chaleur.

## 2.6 RECENSEMENT DES PROJETS D'AMENAGEMENTS

L'identification des projets d'aménagements sur le Département des Hauts de Seine vise à évaluer l'évolution des besoins de chaleur sur le territoire à horizon 2030 et à identifier les secteurs faisant l'objet de travaux structurants, avec des interventions sur les voiries.

Les réseaux de chaleur pourront être développés sur ces secteurs en mutualisant les travaux avec les projets d'aménagements. Le développement des réseaux après livraison des bâtiments sera très incertain.

Le recensement des projets d'aménagement a été réalisé sur la base documentaire du SDRIF, des Contrats de Développement Territoriaux (CDT) et le travail de la DRIEA (synthèse des principales opérations d'aménagement du département des Hauts-de-Seine).

### 2.6.1 SCHEMA DIRECTEUR REGION ILE DE FRANCE (SDRIF)

Le SDRIF est un document d'urbanisme et d'aménagement du territoire pour la période de 2014 à 2030. il a été adopté par la région Ile de France le 25 octobre 2012. Les objectifs définis dans le SDRIF visent à corriger les disparités spatiales, sociales et économiques en Île-de-France.

La Région Ile-de-France a défini les objectifs suivants pour le logement dans son Schéma Directeur :

- Construire 70 000 logements par an, sur la période 2010 à 2030.
- Porter la part des logements sociaux locatifs à 30% du parc immobilier total.
- Densifier les espaces urbains :
  - passer de 70 à 79 logements/ha (quartier de gare bien desservie)
  - passer de 18 à 21 logements/ha (tissus urbain plus diffus)



### **2.6.2 CONTRATS DE DEVELOPPEMENT TERRITORIAUX(CDT)**

Ces contrats ont été créés en lien avec le projet du Grand Paris. L'objectif étant de mettre en œuvre le développement économique, urbain et social des territoires stratégiques. Ils sont co-signés par l'Etat, les communes et leurs groupements. La région Île-de-France, les départements et un certain nombre d'acteurs institutionnels du Grand Paris dont Paris Métropole, l'Atelier international du Grand Paris et l'Association des maires d'Île-de-France sont invités à s'associer à ces démarches. La région Île-de-France et les départements concernés peuvent à leur demande, être signataires des CDT.

Sur le département des hauts de Seine 5 CDT ont été signés. 18 communes sur les 36 que compte le département sont signataires de l'un des CDT. Ces contrats ont pour vocation de fixer les objectifs de construction de logements et présentent les projets engagés sur le territoire. Ces projets concernent le développement des réseaux de transports et l'aménagement urbain.

### 2.6.3 RECENSEMENT DES PROJETS D'AMENAGEMENT PAR LA DRIEA

La DRIEA a mené une enquête auprès des aménageurs publics et de l'établissement public foncier d'Île-de-France afin d'identifier les projets d'aménagements pouvant amener à la création de logements dans les années à venir.

Sur le département des Hauts de Seine 5 projets ont été identifiés. Les tableaux ci-après présentent une synthèse de ces projets d'aménagement.

Nom du projet	Projet 1: Eco-quartier Victor Hugo, Pierre Plate à Bagneux
Localisation (Ville)	Eco-quartier Victor Hugo et Secteur Pierre Plate à Bagneux
Nature du projet	Construction
Surfaces de bâtiments par usage	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entre 2 100 et 2 300 logements dont 20% à 25% de logements sociaux</li><li>• 144 990 m<sup>2</sup> activités économiques</li><li>• 17 960m<sup>2</sup> commerces</li><li>• 5 700m<sup>2</sup> équipement</li></ul>
Objectifs de performance énergétique	Non renseignés
Date de livraison des bâtiments	De 2013 à après 2017
Collectivité en charge du pilotage du projet	Ville de Bagneux
Aménageur	SEMABA
Détails du programme	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réalisation de réseaux de services collectifs.</li><li>• Raccordement du quartier avec le réseau de chaleur géothermique en cours de création</li></ul>
Conditions de réussite du projet	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calendrier de travaux et de mise en service du GPE</li></ul>

Nom du projet	Projet 2: Eco-quartier de l'Arsenal
<b>Localisation</b>	Eco-quartier de l'Arsenal à Rueil-Malmaison
<b>Nature du projet</b>	Construction
<b>Surfaces de bâtiments par usage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 500 logements dont 30% de logements sociaux, livrés après 2017</li> <li>• 35 000m<sup>2</sup> d'activités économiques</li> <li>• 15 000m<sup>2</sup> d'équipements</li> <li>• 10 000m<sup>2</sup> commerces</li> </ul>
<b>Objectifs de performance énergétique</b>	Non renseigné
<b>Date livraison des bâtiments</b>	Après 2017
<b>Collectivité en charge du pilotage du projet</b>	Commune de Rueil-Malmaison
<b>Aménageur</b>	SPLA
<b>Détails du programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantation gare Grand Paris Express</li> <li>• Inclure le secteur des Godardes dans la zone d'influence de la ZAC, pour requalifier le secteur, voir augmenter le parc de logements sociaux</li> <li>• Mixité des activités</li> <li>• Création équipements public</li> <li>• Adapter et recomposer le réseau viaire (circulations douces, espaces publics)</li> <li>• Possibilité de crée un réseau de chaleur (selon le potentiels identifiés)</li> </ul>
<b>Conditions de réussite du projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Site potentiellement pollués (site DGA, centre technique Renault) diagnostic en cours</li> <li>• Calendrier de travaux et de mise en service du Grand Paris Express</li> <li>• Négociation pour l'acquisition du foncier, en cours.</li> </ul>

Nom du projet	Projet 3: Les Groues
<b>Localisation</b>	Les Groues à Nanterre
<b>Nature du projet</b>	Construction
<b>Surfaces de bâtiments par usage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 851 logements dont 30% logements sociaux livrés après 2017 (340 000m<sup>2</sup>)</li> <li>• 200 000m<sup>2</sup> SDP Activités économiques</li> <li>• 10 000m<sup>2</sup> Commerces</li> <li>• 34 000m<sup>2</sup> Equipements</li> </ul>
<b>Objectifs de performance énergétique</b>	Objectifs de tendre vers quartier à énergie positive
<b>Date de livraison des bâtiments</b>	Après 2017
<b>Collectivité en charge du pilotage du projet</b>	Nanterre
<b>Aménageur</b>	EPADESA
<b>Détails du programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désenclaver le territoire</li> <li>• Gare GPE RER E à proximité</li> <li>• Crée un quartier exemplaire sur le plan environnemental</li> <li>• Candidature de L'EPADESA retenue à l'appel à projet Ville de Demain (actions d'ingénierie: gestion intelligente des terres excavées et territoire d'application du BIM)</li> <li>• Retenu à l'AMI "Economie circulaire et urbanisme" de l'ADEME.</li> </ul>
<b>Conditions de réussite du projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulation des nombreux maîtres d'ouvrage</li> <li>• Cession du foncier par la SNCF</li> </ul>

Nom du projet	Projet 4: Pompidou - Le Mignon
<b>Localisation</b>	Quartier Pompidou - Le Mignon à Bois-Colombes
<b>Nature du projet</b>	Construction
<b>Surfaces de bâtiments par usage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 100 logements dont 277 logements sociaux livrés après 2017</li> </ul>
<b>Objectifs de performance énergétique</b>	Label HQE
<b>Date de livraison des bâtiments</b>	Après 2017
<b>Collectivité en charge du pilotage du projet</b>	Bois-Colombes
<b>Aménageur</b>	Bouygues Immobilier
<b>Détails du programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoriser le secteur nord de la ville</li> <li>• Convention d'équilibre entre l'Etat et la commune de Bois-Colombes</li> <li>• Convention foncière avec l'EPF92</li> </ul>
<b>Conditions de réussite du projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques de blocage par recours de tiers</li> </ul>

Nom du projet	Projet 5: Gennevilliers
<b>Localisation</b>	Les Agnettes, ZAC centre-ville et Brenu, Chandon-République (déjà livré) à Gennevilliers
<b>Nature du projet</b>	Réhabilitation et construction
<b>Surfaces de bâtiments par usage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ensemble:</b> 8600m<sup>2</sup> équipements 6500m<sup>2</sup> espaces verts</li> <li>• <b>Les Agnettes:</b> 925 nouveaux logements (dont 550 phase 1, logements sociaux 20% phase 1.), livrés après 2017. 196 logements démolis 2 682 logements réhabilités et résidentialisés 4 500m<sup>2</sup> commerces</li> <li>• <b>Centre-ville:</b> 693 logements dont 50% logements sociaux, livrés après 2017 8000m<sup>2</sup> commerces</li> <li>• <b>Brenu:</b> 354 logements livrés après 2017</li> </ul>
<b>Objectifs de performance énergétique</b>	Non renseignés
<b>Date de livraison des bâtiments</b>	Après 2017
<b>Collectivité en charge du pilotage du projet</b>	Gennevilliers
<b>Aménageurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMAG 92 pour centre-ville</li> <li>• Ville et France Habitation secteur Brenu</li> </ul>
<b>Détails du programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les Agnettes densification du quartier avec des logements en accession sociale</li> <li>• Centre-ville développé l'offre de logements et de commerce dans une perspective de développement durable</li> <li>• Requalification des Agnettes action 20 du CDT Boucle Seine Nord</li> <li>• Revitalisation commerciale et urbaine du centre-ville action 23 du CDT Boucle Seine Nord</li> </ul>
<b>Conditions de réussite du projet</b>	Non renseignés

### 3. PHASE 3 : ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENEUVELABLES ET DE RECUPERATION

L'objet de ce chapitre est d'identifier le gisement en énergies renouvelables et de récupération disponible pour une valorisation sous forme d'énergie calorifique sur réseau de chaleur et de présenter les principales caractéristiques de chacune des solutions de valorisation énergétique. Ces ressources pourront être utilisées pour des créations ou extensions de réseaux de chaleur ou encore pour une évolution du mix énergétique d'un réseau existant.

Le gisement disponible est distingué en fonction du niveau de température auquel ce gisement peut être exploité. Certaines ressources ne peuvent être exploitées que sur des réseaux très basse température afin de ne pas dégrader excessivement le coefficient de performances de pompes à chaleur. Ces dispositifs peuvent s'avérer nécessaires pour obtenir un niveau de température valorisable sur réseau de chaleur (60°C).

Le niveau de température qui a été retenu pour distinguer ressource haute et basse température est 60°C. Ce niveau de température a été retenu conformément à « l'étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Ile-de-France ».

Les ressources basse température sont adaptées sur des réseaux neufs, ou ayant subi une forte réhabilitation récemment. Les réseaux dits anciens (avant 2010) étaient dimensionnés (le réseau de distribution ainsi que les sous-stations et les émetteurs chez les abonnés) pour des températures de départ supérieures à 90°C, voire avec une eau surchauffée (>110°C).

Ainsi, les ressources basse température ne pourront être valorisées que sur des réseaux avec des températures de départ de 70°C au maximum.

Le surcoût engendré par les travaux afin de convertir un réseau ancien en réseau de chaleur basse température est très important. Des adaptations sont à réaliser :

- au niveau des émetteurs pour le passage en émetteurs basse température
- au niveau de chaque sous-station : installation d'un échangeur pour le chauffage et un échangeur pour l'ECS, création de circuits avec des vannes 2 voies, préchauffage de l'ECS avec les retours chauffage
- au niveau du réseau de distribution : travaux de remplacement du réseau par un réseau de DN supérieur pour correspondre au nouveau régime de température

En revanche, les ressources basse température s'adapteront aisément sur des réseaux de chaleur neufs.

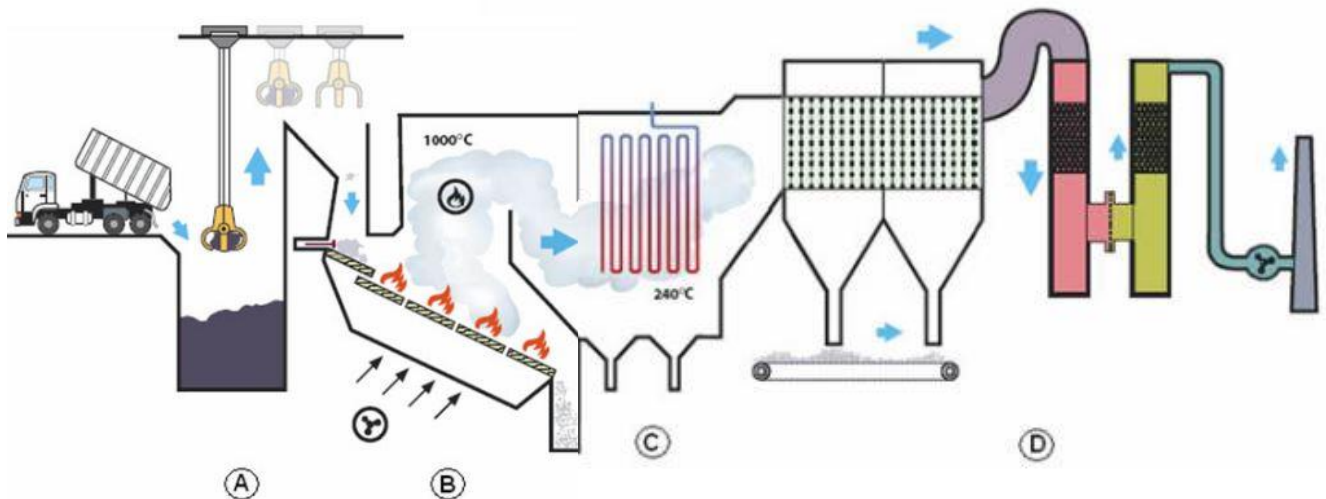
Pour chaque ressource énergétique, sont présentés :

- le principe technique pour la valorisation énergétique,
- le gisement disponible actuellement,
- le gisement disponible à l'horizon 2030,
- des exemples d'opérations en exploitation,
- les intérêts et freins au développement de réseaux de chaleur utilisant cette ressource.

## 3.1 LES USINES DE VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS (UVED)

### 3.1.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA RECUPERATION DE CHALEUR

Les Usines de Valorisation Energétique des Déchets (UVED) produisent une quantité très importante de chaleur lors de l'incinération des déchets. Cette chaleur peut être récupérée via un échangeur thermique qui capte la chaleur des fours, avant d'être transmise à un réseau de chaleur, comme présenté dans la figure ci-dessous, au niveau du repère C.



*Schéma de principe d'une Usine d'Incinération*

*Source : www.simacur.fr*

Dans son étude « Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France », l'ADEME distingue deux types de ressources :

- La chaleur **haute température** (récupérée dans les fours), qui correspond à une température supérieure à 60°C.
- La chaleur **basse température** (plus faible et plus difficilement estimable) qui concerne la chaleur récupérée sur les fumées d'incinération, qui correspond à une température inférieure à 60 °C.



### 3.1.2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Les Usines de Valorisation Energétique des Déchets sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), au titre de la rubrique 3520 « Incinération ou coïncinération de déchets » créée par le décret n°2013-375 du 2 mai 2013.

Cette rubrique concerne l'élimination ou la valorisation de déchets dans des installations d'incinération des déchets ou des installations de coïncinération des déchets.

Les critères de classement sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Intrants	Régime ICPE	Rayon d'affichage
Déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure	Autorisation	3 km
Déchets dangereux avec une capacité supérieure à 10 tonnes par jour	Autorisation	3 km

Ces critères sont extraits de la « Nomenclature des installations classées » de la Direction générale de la prévention des risques de mai 2013.

### 3.1.3 INSTALLATIONS EXISTANTES SUR LE DEPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE

Une seule installation est présente sur le territoire des Hauts-de-Seine :

- Unité Isséane, à Issy-les-Moulineaux, gérée par le SYCTOM.

Deux autres installations sont situées à proximité (distance < 3 km) du département des Hauts-de-Seine :

- Usine Cristal, à Carrières-sur-Seine, gérée par le SITRU
- Usine d'incinération de Massy, gérée par le SIMACUR

Pour ces UVED, l'énergie thermique totale dégagée et la part valorisée sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

UVED	Gisement max BT <sup>9</sup>	Gisement max HT <sup>10</sup>	Part valorisée BT	Part valorisée HT	Valorisation
Carrières-sur-Seine	47 GWh	253 GWh	0%	36%	- Injection dans le réseau de chaleur de Carrière - Production d'électricité
Massy	4 GWh	155 GWh	0%	96%	- Injection dans le réseau de chaleur Massy - Antony
Issy-les-Moulineaux	39 GWh	1061 GWh	0%	81%	- Injection de vapeur dans le réseau CPCU - Production d'électricité

<sup>9</sup> BT : Basse Température ( $\leq 60^{\circ}\text{C}$ )

<sup>10</sup> HT : Haute Température ( $> 60^{\circ}\text{C}$ )

### 3.1.4 GISEMENT IDENTIFIE A L'ECHELLE DES HAUTS-DE-SEINE

#### 3.1.4.1 *Gisement actuel*

La chaleur produite par l'UVED de Carrières-sur-Seine n'est que partiellement valorisée à ce jour sur le réseau de chaleur associé à cette installation. Les besoins des abonnés sont insuffisants pour valoriser l'intégralité de la ressource disponible. Une densification du réseau est nécessaire. Actuellement, le SITRU (autorité délégante du site) réalise le schéma directeur de ce réseau afin d'étudier les opportunités offertes pour faire évoluer le réseau et ainsi pouvoir valoriser toute l'énergie provenant de l'UVED. L'usine de Carrières-sur-Seine et le point le plus proche du réseau de chauffage urbain existant alimenté par cette unité se situent à 1,5 km du département des Hauts-de-Seine. Les communes de Rueil-Malmaison et Nanterre sont les plus proches de cette installation. Néanmoins, la Seine sépare l'usine du Département. Elle représente un obstacle pour un projet d'extension du réseau vers les Hauts-de-Seine. Seuls les ponts des voies SNCF et de l'A14 traversent la Seine à proximité du réseau. Les coûts associés à une traversée de la Seine (par fonçage ou sur un pont, dans un caniveau ou en encorbellement) et les démarches administratives rendent cette solution plus complexe. Par ailleurs, la distance de cette ressource par rapport aux communes du Département (1 500 mètres) impose de valoriser la chaleur en partie sur le tracé entre le réseau existant et les Villes les plus proches des Hauts-de-Seine. Compte tenu des difficultés d'extension du réseau vers les secteurs les plus proches des Hauts-de-Seine, avec une densité suffisamment élevée et des coûts associés, le potentiel de valorisation de cette ressource sur le territoire des Hauts-de-Seine apparaît faible.

L'UVED de Massy, est proche du Département des Hauts-de-Seine. Sa production thermique est déjà partiellement valorisée sur le Département puisque le réseau de Massy (91) compte des branches sur le territoire d'Antony (92). La quantité de chaleur valorisable à partir de cette installation est d'ores et déjà utilisée pour alimenter le réseau de Massy. Le potentiel de valorisation supplémentaire est marginal.

L'UVED d'Issy-les-Moulineaux présente un faible potentiel de valorisation pour des projets de création de réseaux ou d'évolution du mix énergétique de réseaux. Malgré une très forte quantité de chaleur produite, celle-ci est valorisée sur le réseau de la Ville de Paris. Un contrat lie le SYCTOM, gestionnaire de l'installation ISSEANE et CPCU, délégataire du réseau de chauffage urbain de la Ville de Paris.

Dans l'étude « Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France », l'ADEME a différencié le « gisement restant » et a estimé le « potentiel valorisable » dont les définitions sont explicitées ci-dessous :

- Gisement restant : gisement disponible pour une valorisation externe après la valorisation interne. Les opérations déjà existantes sont également soustraites.
- Potentiel valorisable : déterminé à partir du gisement restant qui est comparé aux besoins externes, que représentent les bâtiments et les réseaux de chaleur à proximité.

Les données chiffrées issues de l'étude sont les suivantes :

UVED	Gisement restant BT	Gisement restant HT	Potentiel valorisable 2015 BT	Potentiel valorisable 2015 HT
Carrières-sur-Seine	47 GWh	162 GWh	22 GWh	48 GWh
Massy	4 GWh	6 GWh	2 GWh	4 GWh
Issy-les-Moulineaux	39 GWh	195 GWh	24 GWh	67 GWh
Total	90 GWh	363 GWh	46 GWh	119 GWh

#### 3.1.4.2 Gisement à l'horizon 2030

Selon l'étude de l'ADEME, le gisement haute température augmentera de 10% à l'échelle 2030, tandis que le gisement basse température sera nul.

Les perspectives d'évolution à l'horizon 2030 sont présentées dans le tableau suivant :

UVED	Potentiel valorisable 2030 BT	Potentiel valorisable 2030 HT
Carrières-sur-Seine	-	53 GWh
Massy	-	4 GWh
Issy-les-Moulineaux	-	74 GWh
Total	0 GWh	131 GWh

#### 3.1.5 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation énergétique issue des usines d'incinération des déchets.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie de récupération</li> <li>- Gisement constant</li> <li>- Acteurs déjà impliqués dans des réseaux de chaleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concernant le développement de nouvelles UVED :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o une filière très structurée en Île-de-France</li> <li>o une volonté de réduire la quantité de déchets produite par habitant en priorisant le recyclage et la valorisation matière</li> <li>o l'acceptabilité de ces installations par les riverains</li> <li>o la difficulté d'implanter ce type de centrales sur un territoire urbain tel que les Hauts-de-Seine</li> </ul> </li> <li>- Concernant l'UVED de Carrières-sur-Seine : la limite naturelle de la Seine difficilement franchissable, complexité pour le passage du réseau ses les ponts (pont de l'A14 et ponts des voies de chemins de fer)</li> </ul>

### 3.1.6 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

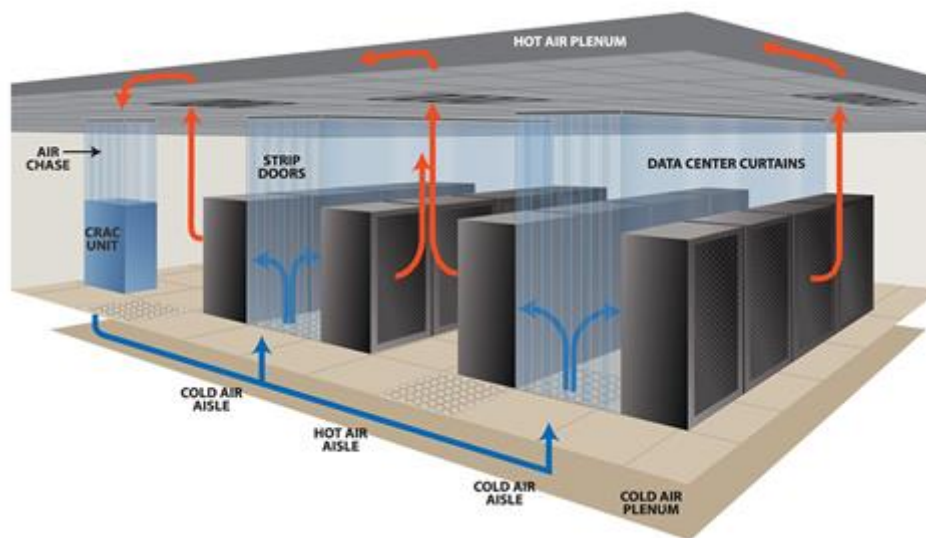
Le coût d'installation d'une solution de récupération de chaleur dans les usines d'incinération est étroitement lié au processus d'incinération et aux types de fours utilisés. Il est très difficile de donner un ratio d'investissement pour un tel projet.

## 3.2 DATA CENTERS

### 3.2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE RECUPERATION DE CHALEUR D'UN DATA CENTER

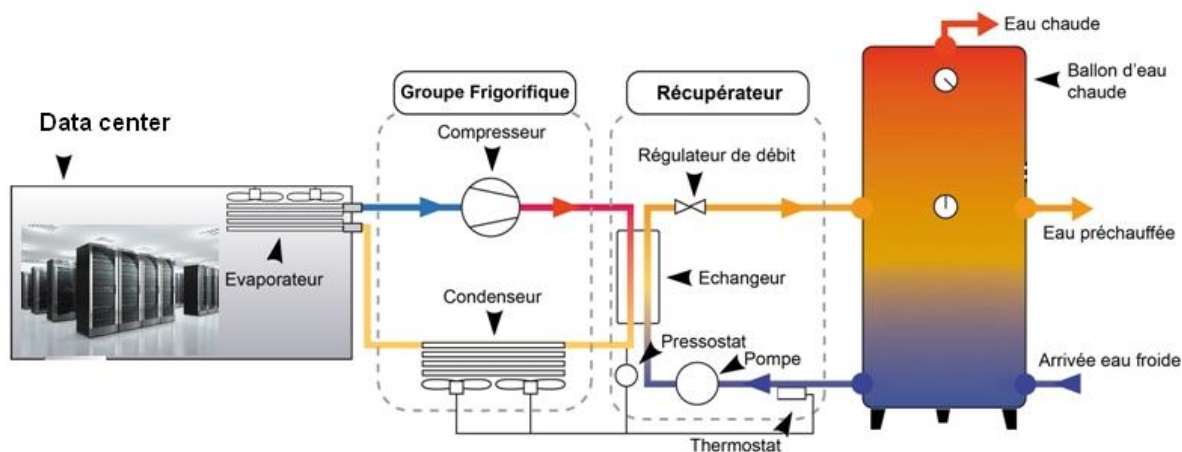
Les Data Centers sont des sites physiques qui hébergent les systèmes nécessaires au fonctionnement d'applications informatiques. Ils permettent de stocker et de traiter des données et sont constitués de composants informatiques (comme les serveurs et les éléments de stockage) et d'éléments non informatiques (comme les systèmes de refroidissement aussi appelés groupes froid).

La chaleur fatale d'un Data Center est généralement dégagée par les équipements de production de froid. En effet, ils rejettent les calories prélevées dans les salles serveurs afin d'y maintenir une température idéale de fonctionnement. Le gisement maximal correspond donc à la puissance dissipée, qui atteint souvent des valeurs très importantes. C'est en installant un échangeur "eau/eau" en sortie de ces groupes froids qu'il est possible de récupérer la chaleur fatale. La température attendue est de l'ordre de 40-50°C, soit une ressource dite "basse température". La température sera ensuite relevée grâce à des pompes à chaleur (jusqu'à 65 °C a priori).



Principe de rafraîchissement d'un data center

Source : Air block System



Principe de récupération de chaleur sur un groupe froid

Source : sasvictoria.com

### 3.2.2 DATA CENTERS EN ÎLE-DE-FRANCE

A l'échelle nationale, c'est l'Île-de-France qui concentre le plus grand nombre de data centers. Sur le département des Hauts de Seine, on recense environ 10 Data Centers. Les données relatives aux data centers sont confidentielles. Le gisement de chaleur valorisable a pu être communiqué dans le cadre de « l'étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Ile-de-France » à l'ADEME sur certaines communes. Ces données sont incomplètes. Les gestionnaires des data centers sont à contacter au cas par cas dans le cas où des opérations précises seraient identifiées.

### 3.2.3 GISEMENT IDENTIFIE A L'ECHELLE DES HAUTS-DE-SEINE

#### 3.2.3.1 Gisement actuel

Les informations concernant les Data Centers sont confidentielles. Le gisement de chaleur basse température disponible est évalué à 85 GWh/an au minimum, mais seulement 40 GWh/an seraient valorisables.

#### 3.2.3.2 Gisement à l'horizon 2030

Les projections sur le gisement disponible à horizon 2030 sont difficiles. L'incertitude liée à la pérennité des data centers et à l'estimation de l'augmentation ou la diminution du nombre de locaux est très élevée. Nous utiliserons comme hypothèse une stabilité de la ressource disponible à horizon 2030 (>40 GWh/an).

### 3.2.4 EXEMPLES DE RECUPERATION D'ENERGIE DES DATA CENTERS

Le projet situé à Bailly-Romainvilliers permet de délivrer 20 000 MWh. La chaleur est utilisée par un parc d'entreprises et un centre nautique. Elle couvre 90% des besoins énergétiques des sites raccordés, soit l'équivalent de 3 000 logements chauffés. Cette installation présente les caractéristiques suivantes :

- 3 kilomètres de canalisations pour chauffer l'ensemble de la ZAC (Zone d'Aménagement Concerté)
- 3,46 M€ d'investissements comprenant une aide de l'ADEME de 1 M€
- 4 000 tonnes par an de rejet de CO<sub>2</sub> évitées

### 3.2.5 CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DE PROJETS

La chaleur récupérée étant type basse température, les contraintes sur les conditions de fonctionnement du réseau imposent de vérifier en amont la compatibilité du régime de fonctionnement du réseau avec la température disponible.

### 3.2.6 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation énergétique issue des usines d'incinération des déchets.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"><li>- Amélioration du bilan énergétique des data centers qui ont d'important besoins de froid en continu</li><li>- Energie de récupération</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pérennité de la ressource : contractualisation sur une durée de vente de chaleur difficile à rendre compatible avec la gestion d'un data center</li><li>- Confidentialité des données</li></ul>

### 3.2.7 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

L'investissement pour la récupération de chaleur sur des groupes froids peut être faible. En effet, il s'agit de la mise en place d'un échangeur (basse température) et d'une pompe à chaleur. On estime à 600 € HT/kW la mise en place d'une récupération de chaleur sur groupes froids.

## 3.3 RECUPERATION DE CHALEUR SUR EAUX USEES

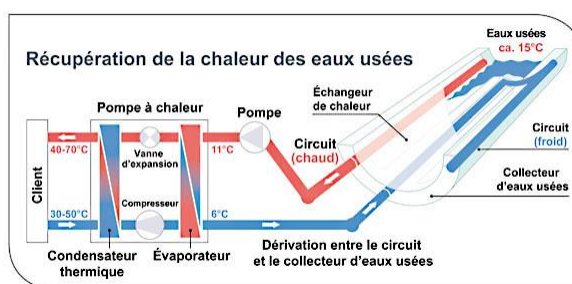
### 3.3.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les eaux usées circulant dans les égouts sont à une température de 10 à 18 °C en fonction du point du réseau et de la saison. Les eaux usées représentent un gisement thermique important, proche des besoins et abondant.

Plusieurs procédés existent pour récupérer la chaleur sur les eaux usées :

- Échangeur situé dans le collecteur
- Échangeur en dérivation de la canalisation
- Préchauffage de l'eau froide pour l'ECS – Ce dernier procédé est adapté à l'échelle du bâtiment, mais pas à celle des réseaux de chaleur. Nous n'aborderons donc pas ce procédé en détail ici.

Pour les deux premiers procédés, le principe est le même : une pompe à chaleur relève le niveau de température de la chaleur prélevée dans les eaux usées. L'échangeur prélevant les calories du réseau est soit installé au fond de la canalisation (figure de droite), soit installé en dérivation (figure de gauche). L'échangeur et donc le système de récupération de chaleur sur les eaux usées peut éventuellement être situé au sein d'une station d'épuration, ce qui garantit des débits importants.



*Echangeur sur dérivation (à gauche) – Echangeur dans le collecteur (à droite)*

Les échangeurs situés dans les collecteurs peuvent être :

- Intégrés au collecteur
- Ajoutés a posteriori



*Echangeur intégré au collecteur lors de sa fabrication*

*Source : Thomas Bühler*



*Echangeur ajouté dans le collecteur a posteriori  
(Note : des échangeurs peuvent être ajoutés sans sectionnement de la canalisation)*

*Source : Thomas Bühler*

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des deux technologies :

Echangeur en dérivation	Echangeur au fond de la canalisation
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espace nécessaire pour l'installation de la dérivation important</li> <li>- Pompe pour réinjecter les eaux usées nécessaire</li> <li>- Entretien facile</li> <li>- Filtration nécessaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'avoir une canalisation suffisamment grande</li> <li>- Faible encombrement</li> <li>- Faible coût</li> </ul>

La chaleur contenue dans les eaux usées est une énergie de récupération gratuite. Le coût de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre sont liés au fonctionnement de la pompe à chaleur (compresseur électrique généralement).

Un système de récupération des eaux usées se compose de :

- Un échangeur (fluide pompe chaleur/eaux usées) intégré au collecteur ou ajouté a posteriori
- Une pompe à chaleur (y compris condenseur)
- Des pompes de circulation

### 3.3.2 GISEMENT IDENTIFIE

#### 3.3.2.1 Gisement actuel des collecteurs

Dans le cadre de son étude sur la chaleur fatale<sup>11</sup>, l'ADEME a estimé le potentiel d'énergie récupérable sur les eaux usées, en fonction du nombre d'habitant. Le potentiel a été calculé à l'échelle de l'IRIS. Ce potentiel a été calculé en formulant une hypothèse de 115 L d'eaux usées par jour et par habitant.

Ville	Gisement (MWh/an)
Antony	2 838
Asnières-sur-Seine	4 005
Bagneux	1 812
Bois-Colombes	1 393
Boulogne-Billancourt	5 537
Bourg-la-Reine	956
Châtenay-Malabry	1 463
Châtillon	1 597
Chaville	899
Clamart	2 510
Clichy	1 747
Colombes	2 018
Courbevoie	4 209
Fontenay-aux-Roses	559
Garches	867
Gennevilliers	1 969
Issy-les-Moulineaux	2 519
La Garenne-Colombes	1 372
Le Plessis-Robinson	1 359
Levallois-Perret	2 867
Malakoff	1 428
Marnes-la-Coquette	0
Meudon	790
Montrouge	2 338

<sup>11</sup> ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France, synthèse externe, septembre 2015



Nanterre	4 111
Neuilly-sur-Seine	1 683
Puteaux	1 201
Rueil-Malmaison	3 844
Saint-Cloud	1 373
Sceaux	946
Sèvres	658
Suresnes	2 231
Vanves	1 267
Vaucresson	0
Ville-d'Avray	0
Villeneuve-la-Garenne	518
<b>TOTAL</b>	<b>64 885</b>

L'estimation ci-dessus ne prend pas en compte les collecteurs issus des départements limitrophes et traversant les Hauts-de-Seine.

### 3.3.2.2 Station d'épuration de Colombes

Dans cette même étude, la chaleur valorisable par récupération sur la station d'épuration de Colombes est estimée à 66 110 MWh/an.

### 3.3.2.3 Gisement cumulé

- ➔ Le potentiel de chaleur valorisable cumulé (ressource issue des collecteurs et ressource issue de la station d'épuration de Colombes) à l'échelle des Hauts-de-Seine est de 130 995 MWh

### 3.3.2.4 Gisement à l'horizon 2030

L'étude de l'ADEME « Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France » (Septembre 2015), prévoit une baisse de 5% de l'énergie récupérable. Cette diminution est induite par la diminution de la consommation en eau qui s'avère être plus importante que la croissance démographique estimée.

- ➔ Ainsi, à l'horizon 2030, le gisement de chaleur valorisable grâce aux eaux usées est évalué à 124 445 MWh.

## 3.3.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET TEXTES DE PLANIFICATION

Dans tous les cas, une convention est nécessaire entre l'autorité gestionnaire du réseau d'assainissement et l'autorité gestionnaire du réseau de chaleur.

A l'échelle nationale, la récupération de chaleur sur les eaux usées ne fait pas l'objet d'une réglementation spécifique.

Un règlement interne du SIAAP peut éventuellement réglementer la puissance maximale de l'échangeur, ou une température de rejet minimum.

### 3.3.4 EXEMPLES DE VALORISATION D'ENERGIE DES EAUX USEES

#### 3.3.4.1 Récupération sur les collecteurs

Nous répertorions deux exemples d'installations de valorisation de cette ressource sur le département des Hauts-de-Seine

- Quartier Hoche de Nanterre

Le réseau de chaleur de l'éco-quartier Hoche à Nanterre a été le premier réseau de chaleur en France à intégrer un système de récupération de chaleur sur les eaux usées, composé notamment d'un échangeur de 200 m sous l'avenue Georges Clémenceau. Ce réseau de chaleur combine 3 énergies : la récupération sur eaux usées, la géothermie et le gaz pour fournir de la chaleur aux 650 logements du quartier (1 755 MWh d'après les calculs initiaux).

- Centre aquatique de Levallois Perret

Un échangeur de 80 mètres de long a été installé au fond d'un égout. Associé à une pompe à chaleur, il permet d'alimenter en chaleur la piscine municipale.

#### 3.3.4.2 Récupération de chaleur dans les stations d'épuration

- Belleville (69)

Le Syndicat de Traitement des Eaux Usées Saône-Beaujolais récupère la chaleur des effluents traités en sortie d'une station d'épuration, ce qui permet de valoriser 274 MWh d'énergie.

La température des effluents est comprise entre 8 et 24 °C. Une pompe à chaleur de 300 kW permet d'élever la température de l'eau du réseau de chaleur à 40°C.

### 3.3.5 CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DE PROJETS

Plusieurs conditions doivent être remplies envisager une récupération sur les eaux usées :

- débit minimum d'eaux usées de 10 L/s
- pas (ou peu) de récupération d'énergie sur eaux usées en amont
- possibilité d'installation d'une pompe à chaleur à proximité de l'échangeur
- compatible uniquement avec un réseau de chaleur basse température
- puissance minimale : 150 à 200 kW<sup>12</sup>

### 3.3.6 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation énergétique de la ressource en eaux usées.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"><li>- Énergie de récupération et abondante</li><li>- Énergie bien maîtrisée (nombreux retours d'expérience)</li><li>- Ressource accessible et proche des habitations (pour les collecteurs)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interventions nécessaires dans le réseau d'évacuation des eaux usées, qui doit fonctionner en continu</li><li>- Il faut prendre en compte les projets en amont qui pourraient diminuer la température des effluents</li></ul>

<sup>12</sup> Article de Thomas Bühler « Récupération de la chaleur des eaux usées - Retour d'expériences faites en Suisse et en Allemagne »

<sup>3</sup>ADEME, La chaleur fatale industrielle

### 3.3.7 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

D'après les références d'Inddigo dans le domaine de la récupération de chaleur sur eaux usées, les ratios d'investissement retenus sont les suivants :

Puissance	Investissement (€ HT/kW)
P < 400 kW	1 100
P > 400 kW	650

## 3.4 CHALEUR FATALE INDUSTRIELLE

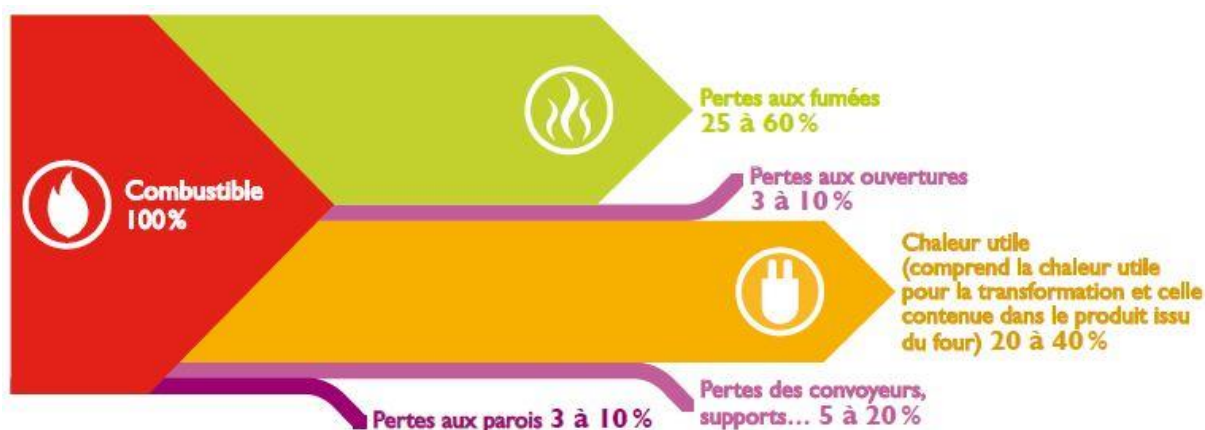
### 3.4.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le secteur industriel représente 21%<sup>3</sup> des consommations énergétiques en France. Face aux enjeux de la transition énergétique, la récupération et la valorisation de chaleur fatale issue de l'industrie constituent un potentiel d'économies d'énergie à exploiter.

La chaleur fatale est la chaleur produite lors d'un procédé de production ou de transformation, mais qui n'en constitue par l'objet premier, et qui, de fait, n'est pas nécessairement récupérée.

Pour illustrer ce qu'est la chaleur fatale, prenons l'exemple d'un four ; seulement 20 à 40% de l'énergie du combustible utilisé constitue de la chaleur utile, soit 60 à 80% de chaleur fatale potentiellement récupérable (comme le présente le schéma ci-dessous).

La récupération de cette chaleur via un échangeur mène à une valorisation thermique aussi bien interne qu'externe. Ce qui nous importe dans notre étude est la valorisation en externe qui permet de répondre à des besoins de chaleur d'autres entreprises, ou plus largement, d'un territoire, via un réseau de chaleur.



*Bilan thermique d'un four industriel*

*Source : ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France*

Cette chaleur fatale se constitue aussi de rejets sous différentes formes :

- Rejets liquides : dont le captage est le plus facile (dans les purges des chaudières directement),
- Rejets gazeux : dont le captage est moins facile (dans les fumées des fours et des chaudières),
- Rejets diffus : dont le captage est logiquement plus difficile.

### 3.4.2 GISEMENT IDENTIFIÉ

L'ADEME, dans l'« Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France », a identifié le gisement de chaleur fatale à partir des installations classées ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) génératrices de chaleur fatale, à partir des inventaires de la DRIEE et des bases de données de la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI).

L'ADEME a identifié deux types de gisement :

- Gisement basse température. Il est issu des procédés industriels tels que les groupes froids, les compresseurs à air, et les tours aéroréfrigérantes. Il correspond typiquement à l'industrie agro-alimentaire, papier-carton et chimique.

- Gisement haute température. Il est issu des procédés industriels de combustion (four, étuve...). Il correspond typiquement à l'industrie des métaux, du verre, du ciment, des tuiles et des briques.

#### 3.4.2.1 Gisement disponible en 2015

D'après l'étude de l'ADEME « Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France », sur 35 sites répertoriés dans les Hauts-de-Seine, seulement 18 disposeraient d'un potentiel valorisable. Les chiffres disponibles nous permettent de présenter le tableau correspondant au potentiel valorisable en 2015 par villes, ci-dessous :

Villes	Potentiel valorisable 2015 BT (MWh/an)	Potentiel valorisable 2015 HT (MWh/an)
Colombes	29 537	-
Gennevilliers	12 590	4 049
Nanterre	-	14 398
Villeneuve la Garenne	26 305	1 261
Bagneux	2 633	-
Puteaux	37 400	-
Le Plessis Robinson	22 858	-
Courbevoie	13 507	207
Antony	194	-
Boulogne Billancourt	18 884	2 126
Vanves	2 409	-
Rueil Malmaison	282	-
<b>Total</b>	<b>166 599</b>	<b>22 041</b>

#### 3.4.2.2 Gisement à l'horizon 2030

L'évolution du gisement de chaleur fatale à l'horizon 2030 dépend de l'évolution des activités industrielles dans les Hauts-de-Seine, mais aussi des projets de récupération d'énergie qui capteront vraisemblablement une partie de la chaleur fatale valorisable à ce jour.

- ➔ A l'horizon 2030, on estime que le gisement de chaleur fatale industrielle basse température connaîtra une baisse de 15% et celui haute température diminuera d'environ 20%. Le potentiel valorisable en 2030 basse température sera donc de 141 GWh/an et le gisement haute température de 17 GWh/an sur l'ensemble du territoire du département.

### 3.4.3 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation énergétique de la chaleur fatale industrielle.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"><li>- Valorisation d'un potentiel énergétique « gratuit » non exploité actuellement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sécurité du process de récupération de chaleur</li><li>- Mise en place d'installations pour s'adapter au réseau</li><li>- Difficultés technico-économique</li><li>- Distance entre zones industrielles et urbaines</li><li>- Inadéquation entre la disponibilité et les besoins de réseaux de chaleur</li><li>- Difficultés de contractualisation entre deux entités différentes (privé-public)</li></ul>

### 3.4.4 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

La chaleur fatale industrielle peut être produite par de nombreux processus, qui sont déterminants dans la façon de récupérer la chaleur, et donc dans le coût d'une solution de récupération de la chaleur fatale. Les installations étant spécifiques à chaque site, il est impossible de définir un ratio économique pour ce type de récupération de chaleur.

## 3.5 GEOTHERMIE

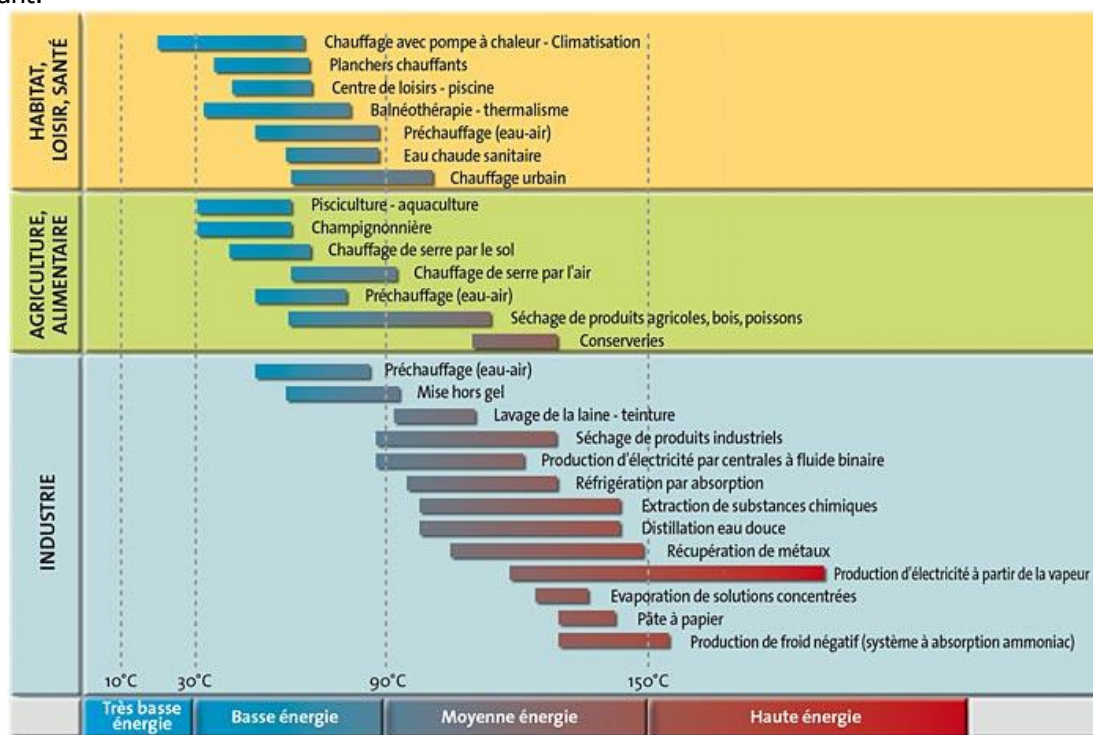
### 3.5.1 INTRODUCTION A LA GEOTHERMIE

Le terme « géothermie » provient du grec gêo (terre) et themos (chaud) : la géothermie désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe ainsi que les processus industriels qui visent à l'exploiter, pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

On distingue généralement :

- La **géothermie très basse énergie** (température inférieure à 30°C), ayant recours aux pompes à chaleur pour produire de l'énergie,
- La **géothermie basse énergie** (température entre 30 et 90°C), utilisée pour le chauffage des locaux ou des applications agricoles,
- La **géothermie moyenne énergie** (température entre 90 et 150°C),
- La **géothermie haute énergie** (température supérieure à 150°C dans les régions volcaniques essentiellement), utilisée pour produire de l'électricité (Exemple : Bouillante en Guadeloupe).

Des exemples d'utilisation de ces différents types de géothermie sont présentés dans le tableau suivant.



**Tableau 3 : Les usages de la géothermie selon la température du fluide (source : [www.géothermie-perspectives.fr](http://www.géothermie-perspectives.fr))**

La géothermie basse énergie repose classiquement sur l'utilisation directe de la chaleur de l'eau chaude contenue dans les aquifères profonds.

En fonction de la température de l'eau géothermale, elle peut être utilisée pour la pisciculture, la balnéothérapie, l'alimentation de piscines, le chauffage de serres. Si l'aquifère est suffisamment profond pour que la température de l'eau géothermale soit supérieure à 60°C, il est alors possible d'alimenter un réseau de chaleur par simple échange.

Dès le début des années 1980, la France s'est fait une spécialité du chauffage urbain géothermique. Une centaine de forages ont été mis en exploitation en France et actuellement 65 installations géothermiques sont exploitées en doublets, triplets ou puits uniques.

### 3.5.2 CARTOGRAPHIE DE LA RESSOURCE

L'Ile-de-France est située au cœur du bassin parisien, constituant la plus vaste région géologique du territoire français. Il s'agit d'une cuvette sédimentaire, qui s'étend sur plus de 500 km d'est en ouest et sur 300 km du nord au sud, encadrée par les massifs hercyniens (Ardennes au nord-est, Vosges à l'est, Massif central au sud, Massif armoricain à l'ouest) et par les collines de l'Artois au nord.

Cette région géologique est formée d'un empilement de couches sédimentaires déposées durant 250 millions d'années sur un socle cristallin ancien, sous l'effet de l'alternance des phases de transgression et régression marines.

Parmi ces formations sédimentaires, certaines sont aquifères. Du fait du gradient géothermique naturel, plus ces formations sont profondes, plus leur température est élevée. Le gradient géothermique est l'accroissement de la température en fonction de la profondeur. Il est en moyenne, sur la planète, de 3,3°C par 100 mètres, le flux d'énergie thermique à l'origine de ce gradient étant de l'ordre de 60 mW/m<sup>2</sup>. Mais ces valeurs peuvent être nettement supérieures dans certaines zones instables du globe, et même varier de façon importante dans les zones continentales stables. Ainsi, le gradient géothermique est en moyenne de 4°C tous les 100 m en France, et varie de 10°C/100 m dans le nord de l'Alsace à seulement 2°C/100 m au pied des Pyrénées.

On distingue quatre aquifères profonds dans le bassin parisien, de la base vers la surface (cf. *Figure 3*) : les Grès du Trias, les Calcaires du Dogger (d'âge Jurassique moyen), les Calcaires du Lusitanien (d'âge Jurassique supérieur), et les sables de l'Albien et du Néocomien (du Crétacé inférieur). Les caractéristiques principales de ces aquifères au droit du Val-de-Marne sont détaillées dans les paragraphes suivants.

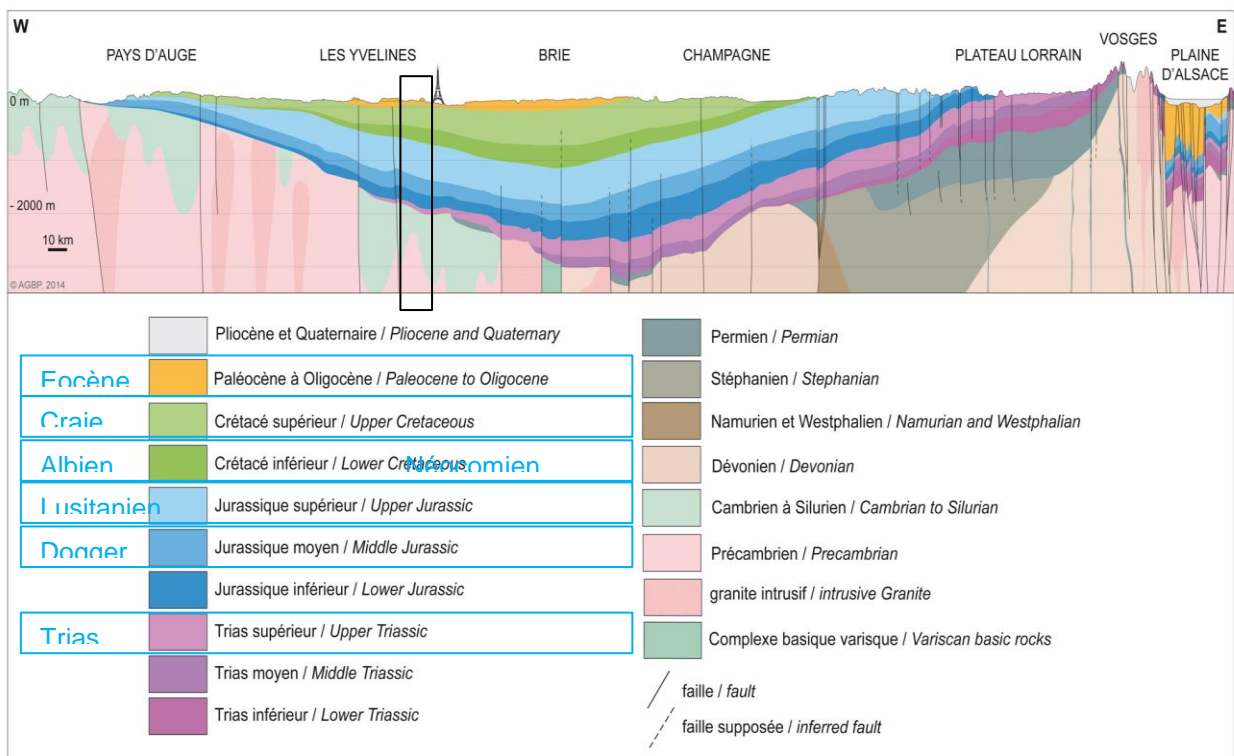


Figure 3 : Coupe géologique schématique du Bassin parisien avec localisation des principaux aquifères (source : Association des géologues du bassin de Paris)

Des formations plus superficielles sont également susceptibles d'être aquifères et de permettre la mise en œuvre d'installations géothermiques de très basse énergie.



### 3.5.3 POTENTIEL DES DIFFERENTS AQUIFERES

Trois critères, ont été analysés puis appliqués à chacun des aquifères retenus :

- la profondeur de la nappe,
- la transmissivité de l'aquifère (produit de sa perméabilité par son épaisseur, elle renseigne indirectement sur les débits exploitables),
- la température.

Les opérations de géothermie existantes ou passées sont également systématiquement listées et les retours d'expérience qui peuvent en être tirés sont systématiquement mentionnés.

Sur la base de ces éléments, une conclusion générale sur les potentialités de chaque aquifère est ainsi proposée.

#### 3.5.3.1 Aquifères de surface (0-100 m)

Puisque sont visées principalement des installations collectives, seuls les aquifères susceptibles de permettre des débits significatifs sont traités. Ils sont au nombre de deux dans les Hauts-de-Seine : l'Éocène moyen et inférieur et le Crétacé supérieur (la Craie).

Pour les aquifères superficiels, les profondeurs du toit des aquifères ne sont pas renseignées. La température peut être considérée en première approche comme constante sur tout le territoire, et égale à 14°C.

#### Eocène moyen et inférieur

La nappe d'eau souterraine développée dans les formations de l'Éocène moyen et inférieur regroupe la nappe du Calcaire grossier, et celle des Sables de l'Yprésien.

Calcaire grossier et Sables de l'Yprésien ont une extension régionale : ils couvrent une large partie de Paris et au-delà. Le Calcaire grossier présente à la fois une perméabilité de fissures et une perméabilité d'interstices. La perméabilité d'interstices concerne les bancs sableux et glauconieux situés à la base de la formation. La base du Calcaire grossier présente des niveaux argileux intercalés (bancs de calcaire à glauconie, minéral argileux à forte teneur en  $Fe^{3+}$ ), qui créent un contraste de perméabilité verticale avec le sommet des Sables yprésiens. Autrement dit, les écoulements naturels verticaux entre ces deux nappes existent mais sont faibles. L'aquifère des Sables yprésiens est un aquifère à perméabilité d'interstices. Ce type d'aquifère présente une plus grande régularité que les aquifères à perméabilité de fissures, plus hétérogènes. En revanche, les débits unitaires maximaux sont souvent plus faibles.

Il est à noter que désormais, ces aquifères doivent être captés séparément.

Ces niveaux présentent des caractéristiques intéressantes pour des installations collectives dans le nord du département. Dans ce secteur des puissances thermiques de l'ordre de 350 kW peuvent être développées à partir d'un doublet de forages.

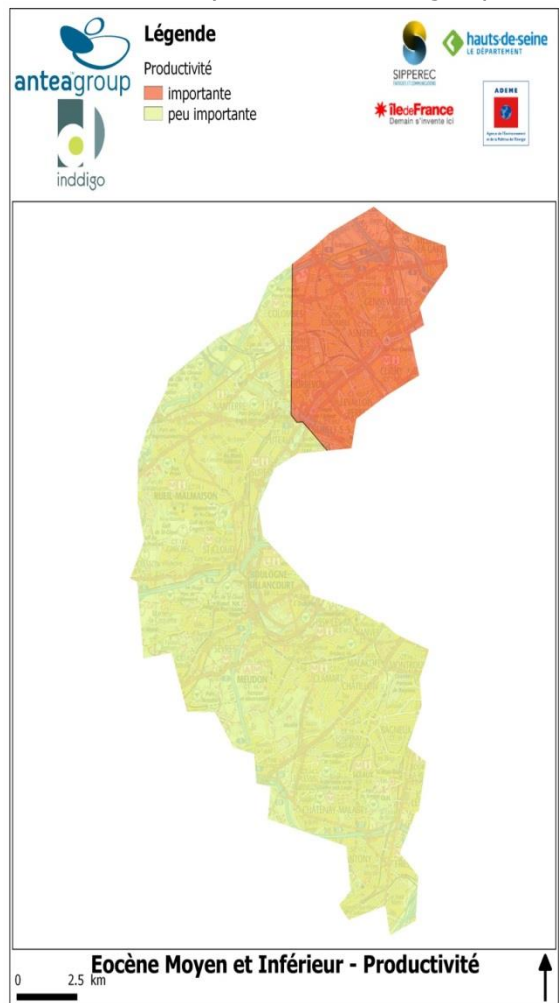


Figure 4 : Secteurs productifs pour l'Éocène moyen et inférieur

## Craie

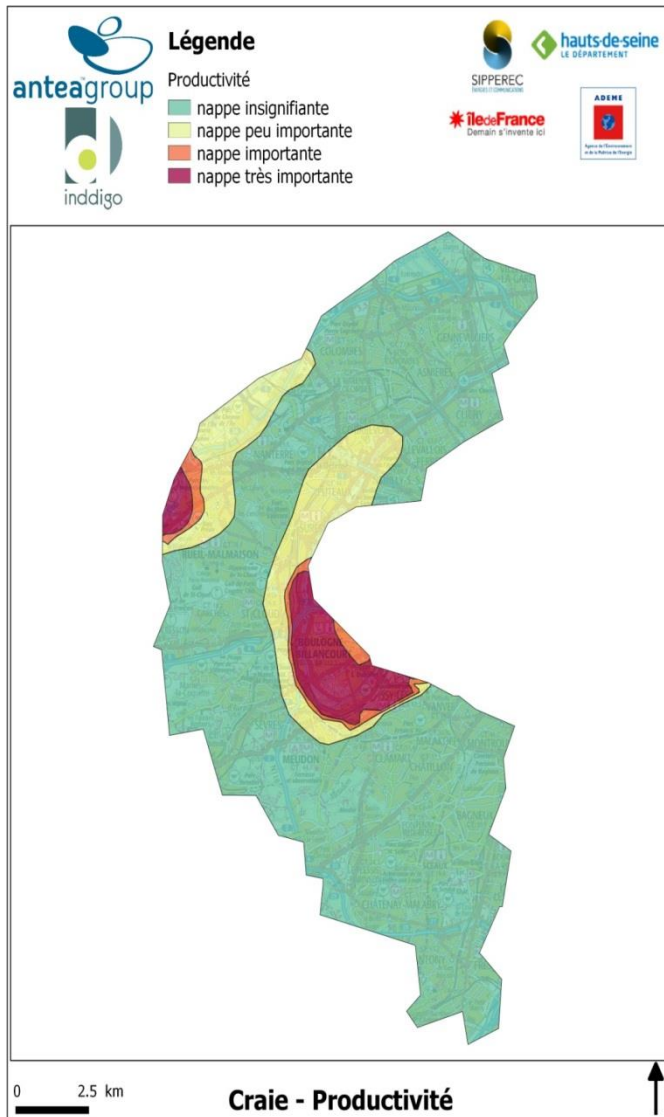


Figure 5 : Secteurs productifs pour la Craie

La Craie a des propriétés aquifères très hétérogènes sur le territoire considéré. La nappe de la Craie circule dans les pores, fissures et diaclases de la roche. Ainsi, cet aquifère présente une double porosité, ce qui lui confère une productivité variable :

- porosité d'interstices, liée à la porosité matricielle de la craie parfois très importante, > 30% dans certains cas (perméabilité « en petit », entre les grains de la roche),

- porosité de fissures liée à l'altération et la fracturation de la craie très développée et intensifiée au niveau des vallées (perméabilité « en grand ») donnant lieu à des circulations rapides.

En règle générale, les parties altérées et/ou fissurées, plus favorables aux écoulements, se rencontrent dans les vallées, alors que sous un plateau, les fissures sont généralement moins développées ou sont refermées. La productivité de la Craie reste alors souvent faible et dépend étroitement de la fissuration recoupée.

## Synthèse

Au global, un bon tiers du territoire peut se prêter au déploiement d'installations collectives de géothermie très basse énergie sur nappe. La figure suivante présente la synthèse du potentiel sur aquifère superficiel, ainsi que la localisation des installations existantes (points bleus), recensées dans la banque de données du sous-sol (BSS) tenue par le BRGM. Ces points présentent une assez bonne cohérence avec le zonage proposé (certains points en dehors des zones supposées productives peuvent correspondre à des installations de petite taille). Les points rouges correspondent aux installations sur sondes géothermiques verticales recensées. Cette dernière technologie est adaptée à tous les contextes hydrogéologiques.

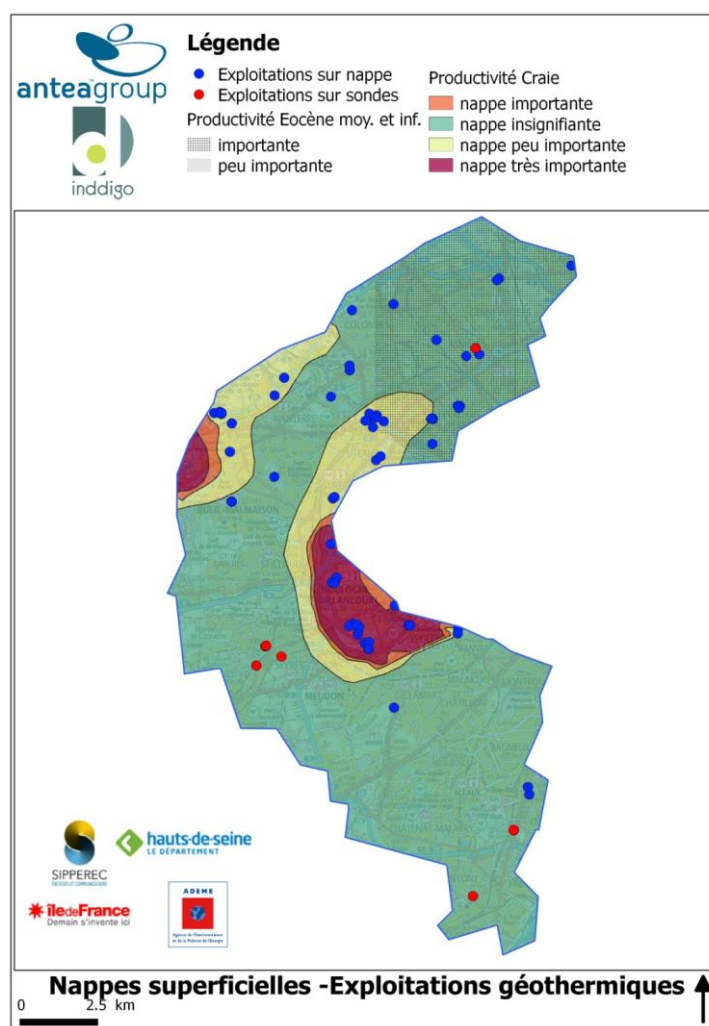


Figure 6 : Secteurs potentiels pour la géothermie superficielle

Parmi les opérations d'envergure de ce type, peuvent être cités :

- La ZAC Séguin-Rives de Seine à Boulogne-Billancourt : alimentation d'un réseau de chaleur et de froid à l'aide de thermofrigopompes fonctionnant sur la nappe de la Craie (puissance thermique de 10 MW – mis en service en 2016 par Idex),
- La ZAC Pompidou-le-Mignon à Bois-Colombes : DSP en cours d'attribution,
- La ZAC Parc des affaires à Asnières-sur-Seine : projet mené par Eiffage Energie.

### 3.5.3.2 Albien

Géologiquement l'Albien est constitué d'une alternance de bancs d'argile et de sable. La nappe de l'Albien se trouve essentiellement dans les trois niveaux sableux de Frécambault, des Drillons et des Sables verts (Mégnien – 1970). L'eau de l'Albien est faiblement minéralisée.

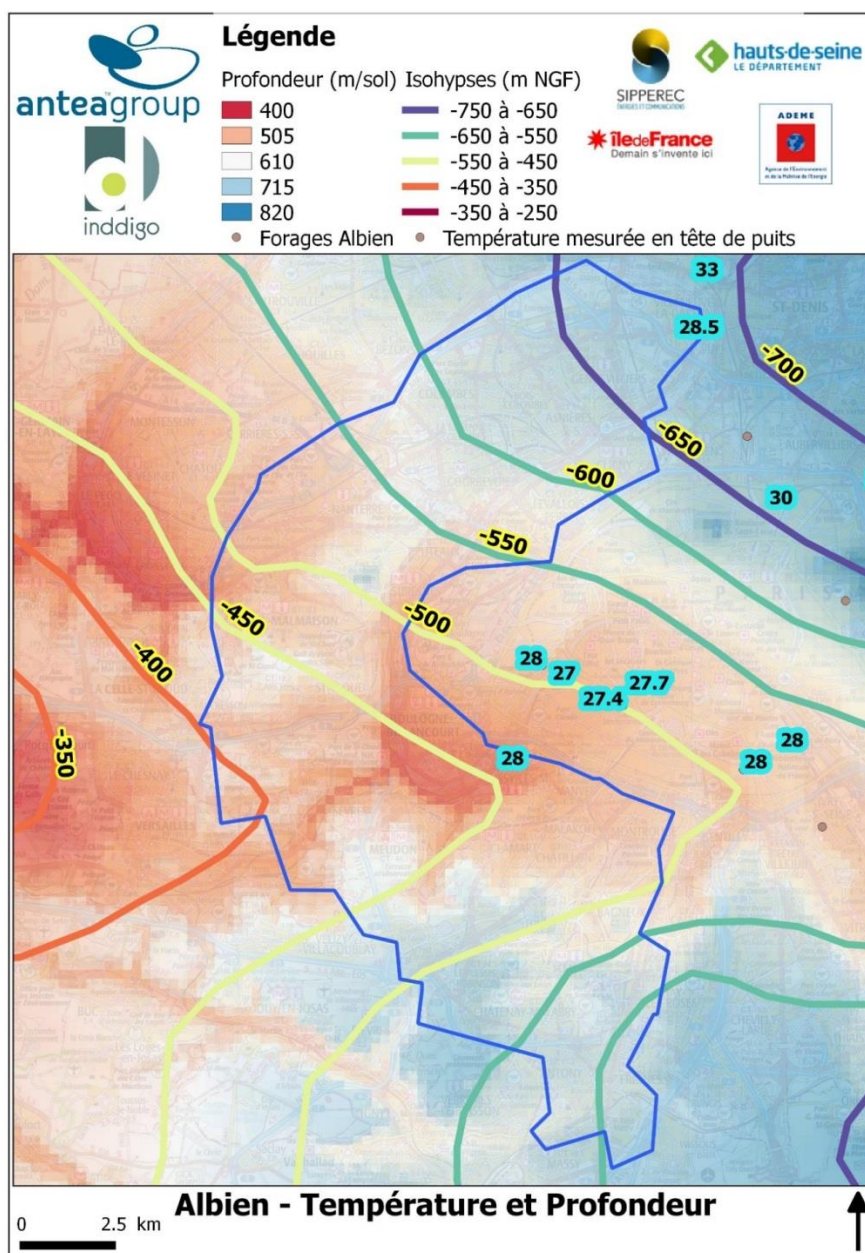


Figure 7 : Caractéristiques de l'Albien (profondeur – température)

Les caractéristiques de cet aquifère sont bien connues grâce aux forages d'eau potable, d'eau industrielle ou de géothermie qui l'exploite ou qui l'ont exploité.

La profondeur du toit de l'Albien va en augmentant vers le nord-est, dans la direction d'approfondissement du Bassin parisien, dans la région de Meaux.

Sur le département, les forages à réaliser pour exploiter cet aquifère ont une profondeur variant de 500 à 800 m.

Une température proche de 28°C est attendue.



## Productivité – caractéristiques hydrodynamiques

D'après les données recensées dans la littérature sur la nappe de l'Albien, la transmissivité qui peut être attendue dans le département est relativement homogène, comprise entre  $3.10^{-3}$  et  $7.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. Des débits de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>/h peuvent être espérés avec de telles conditions.

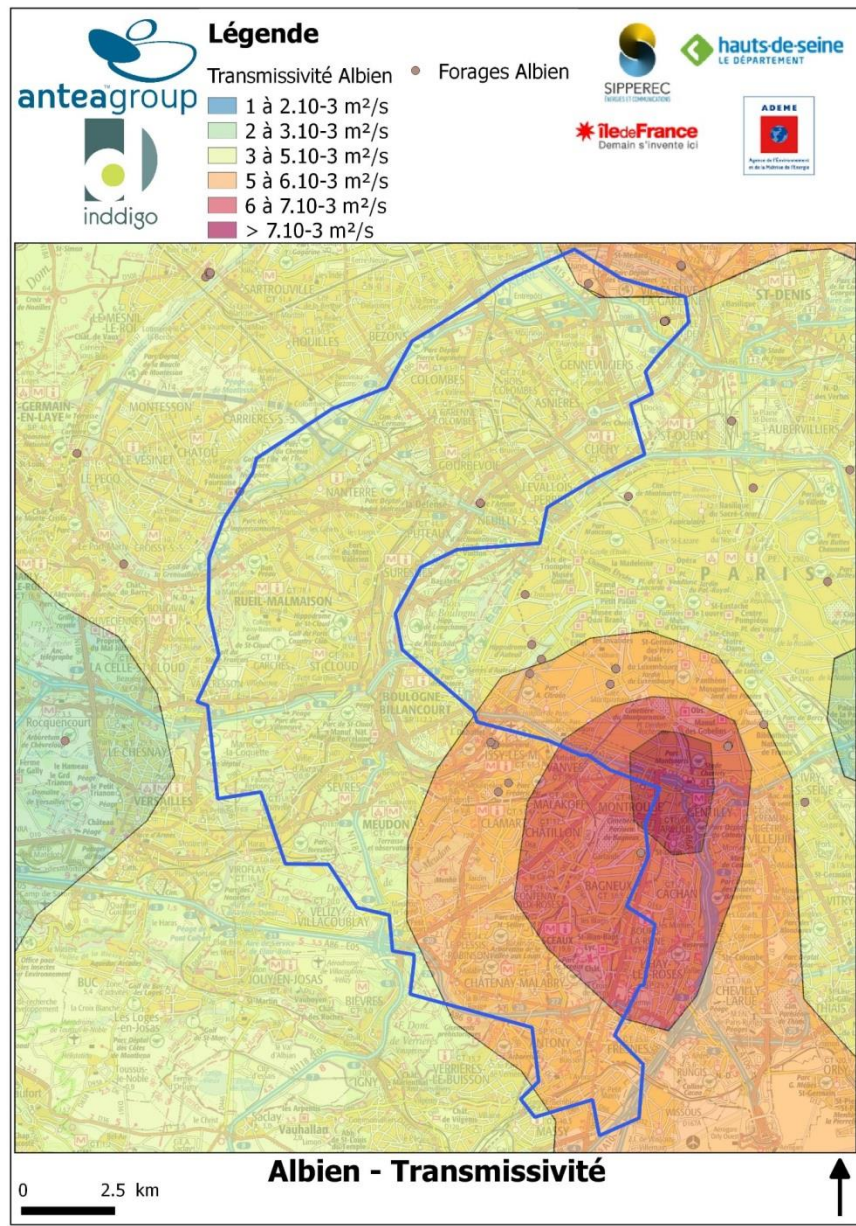


Figure 8 : Caractéristiques de l'Albien (transmissivité)

## Puissance susceptible d'être extraite

La puissance extraite du sous-sol est de l'ordre de 4200 kW pour un doublet de forages [Débit : 200 m<sup>3</sup>/h ; Delta T : 18°C (Température Albien : 28°C – réinjection 10°C)]. L'ordre de grandeur de la puissance calorifique correspondante en sortie de pompe à chaleur est de 5 MW.

## Opérations à l'Albien

Plusieurs projets de géothermie à l'Albien sont en fonctionnement, abandonnés ou en projet :

- Maison de la Radio (puits unique – 1960 / abandonné) – Paris 16. Le rejet s'effectuait directement en Seine.
- Tour Mirabeau-Cristal (1984) – Paris 15. Ce doublet est encore exploité. Initialement, il fonctionnait comme un doublet réversible (inversion producteur/injecteur selon les saisons). Ce principe a dû être abandonné en raison de la perte d'injectivité d'un des ouvrages.
- Fort d'Issy-les-Moulineaux (2012) : l'exploitation du doublet se fait actuellement avec quelques difficultés (production de sable par le forage producteur ; phénomènes de colmatage de l'injecteur, difficultés de filtration en surface). Des solutions techniques sont en cours de mise en œuvre.
- ZAC Clichy-Batignolles (forages réalisés en 2014) : doublet géothermique pas encore mis en service.
- Projet de deux doublets à Saclay : les forages correspondants devraient être réalisés en 2017 – 2018.

En l'état, l'enjeu principal pour ce type d'ouvrage réside dans la pérennisation des performances en réinjection.

### 3.5.3.3 Néocomien

Le Néocomien regroupe les formations argilo-sableuses de la base du Crétacé. Ce niveau est beaucoup moins sollicité que l'Albien sus-jacent et donc moins bien connu.

Peu de forages captent le Néocomien à proximité du département des Hauts-de-Seine.

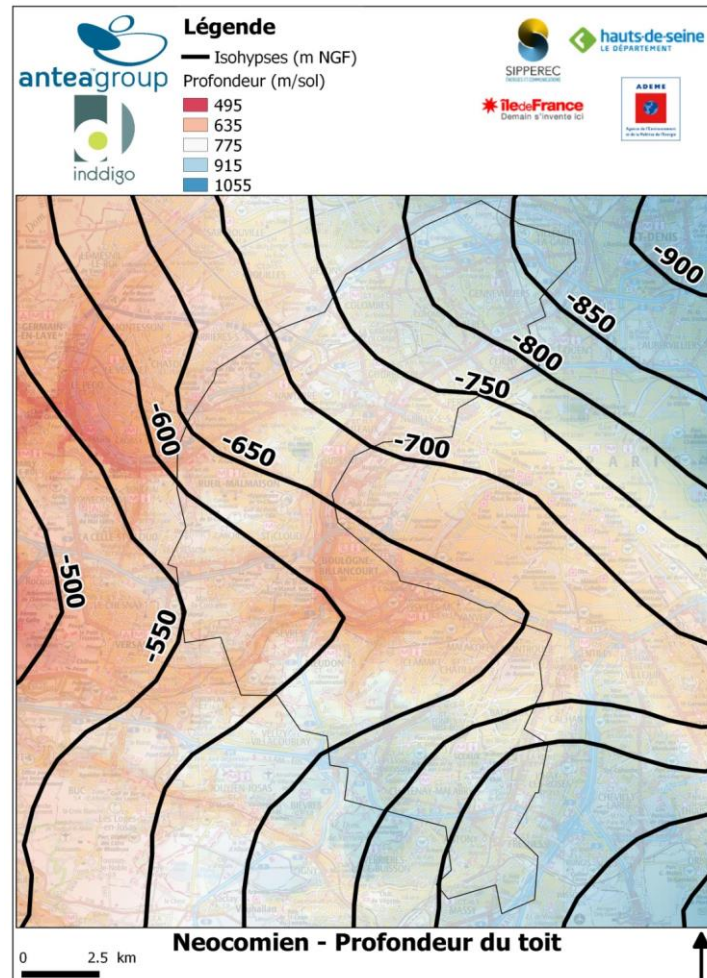


Figure 9 : Caractéristiques du Néocomien (profondeur du toit)

Cet aquifère se situe environ 200 m sous le toit de l'Albien. Au niveau du département, il ferait intervenir des forages de 700 à 950 m (profondeur verticale).



En termes de température, la gamme attendue se situe entre 30 et 40°C.

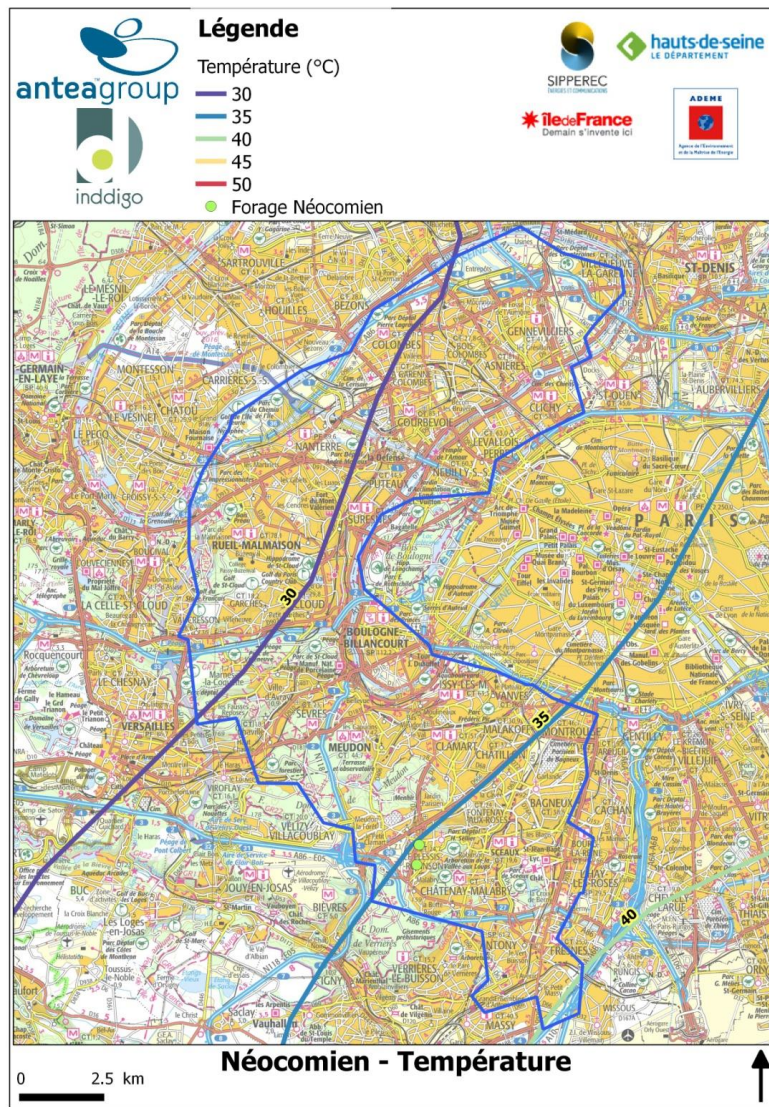


Figure 10 : Caractéristiques du Néocomien (température)



Peu de données existent sur la productivité du Néocomien. La transmissivité qui peut être attendue est a priori légèrement moins bonne que celle offerte par l'Albien ; une gamme de débit de 150 à 200 m<sup>3</sup>/h doit pouvoir raisonnablement être atteinte à partir de cet aquifère.

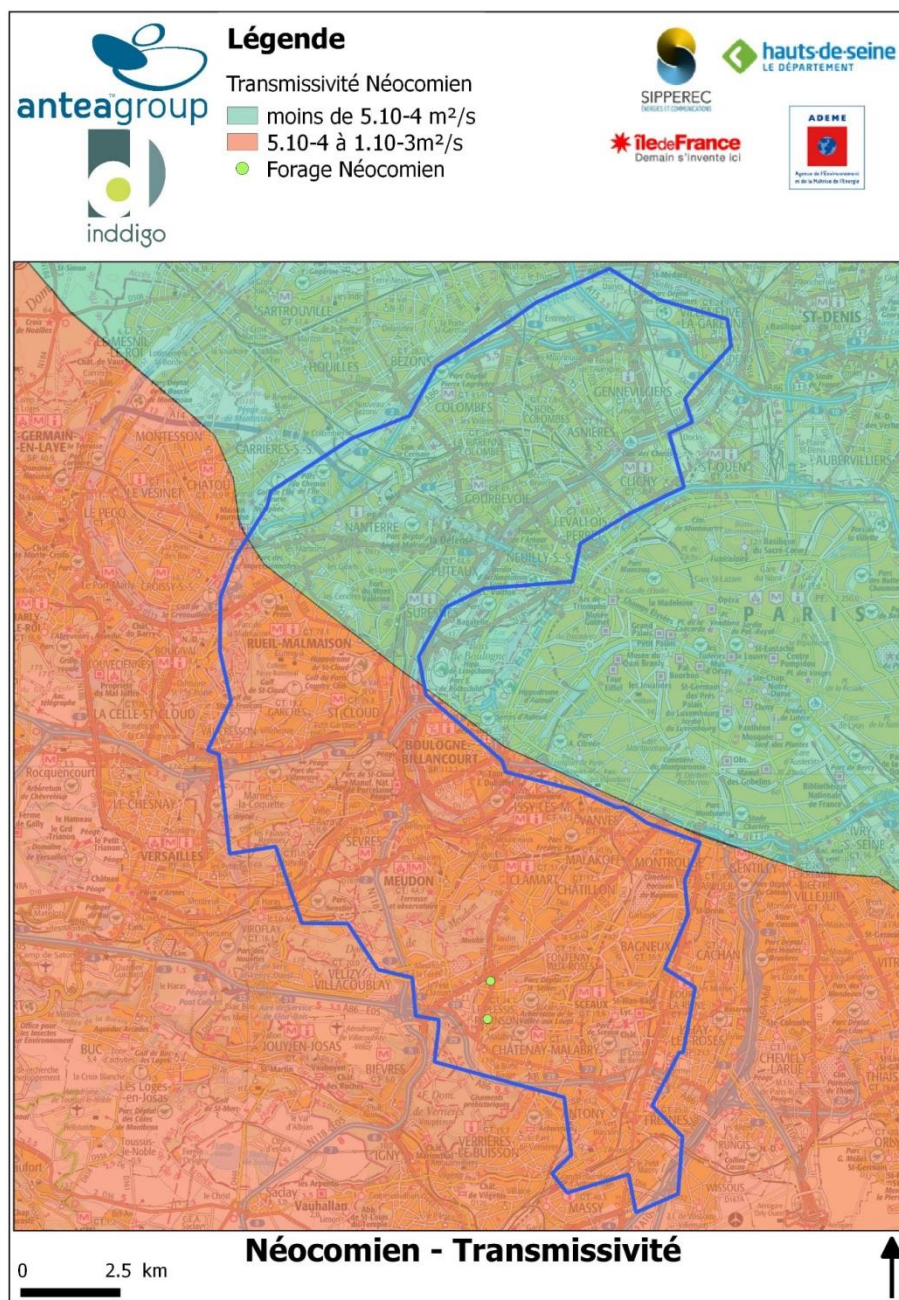


Figure 11 : Caractéristiques du Néocomien (transmissivité)

### Opérations au Néocomien

Les installations de géothermie qui servent de repère pour qualifier cet aquifère sont :

- Celle du CEA à Bruyères-le-Châtel (91) exploitée en puits unique depuis 1981.
- Celle exploitée par Dalkia au Plessis-Robinson depuis 2013 : ce doublet traite un débit maximal de 200 m<sup>3</sup>/h ; l'eau pompée à 38°C est réinjectée à 15°C et permet d'alimenter des pompes à chaleur développant une puissance totale de 6,8 MW<sub>thermiques</sub>.

Le retour d'expérience sur cette dernière opération montre qu'un soin particulier doit être apporté à la filtration en surface. Après trois années de fonctionnement, les premiers signes de colmatage du forage de réinjection sont apparus.

## Aspects réglementaires associés aux nappes de l'Albien et du Néocomien

Outre la réglementation en vigueur concernant la réalisation de forages et l'exploitation de la chaleur (codes de l'Environnement et code minier), les usages des nappes de l'Albien et du Néocomien sont encadrés par la disposition D7.114 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Agence de l'Eau Seine Normandie 2016-2021 (les paragraphes suivants en sont issus) :

*La masse d'eau de l'Albien-Néocomien captif est une ressource stratégique pour l'AEP de secours et est également classée en Zone de Répartition des Eaux. Ce classement de la nappe de l'Albien et la nappe sous-jacente du Néocomien a pour objectif d'assurer impérativement leur fonction de secours pour l'AEP, ainsi que le besoin pour la sécurité civile. Les prélèvements soumis à déclaration et autorisation au titre de la loi sur l'eau (L.214-2 du code de l'environnement) ou soumis à déclaration, à enregistrement et à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (L.511-2 du code de l'environnement) doivent être compatibles ou rendus compatibles avec cette fonction et ce besoin. Pour ce faire, les objectifs poursuivis sont les suivants :*

- *Pour permettre une meilleure répartition des forages afin d'assurer la fonction de secours, un volume annuel prélevable dans le système aquifère de l'Albien et du Néocomien de 29 millions de m<sup>3</sup> compte tenu des rabattements acceptables induits par une augmentation des prélèvements en routine. Ce volume est réparti par département en fonction de la population à secourir en cas de crise, à l'exception du département de la Seine Maritime pour lequel le volume est minoré pour se prémunir des risques d'invasion d'eau salée.*
- *La localisation géographique de ces prélèvements dans les zones d'implantation préférentielle des nouveaux forages de secours telles que figurant sur la ci-dessous. En cas de concurrence entre deux projets pour implantation d'un forage sur un secteur géographique donné, la priorité est donnée à l'AEP. S'il s'agit de projets industriels, la priorité est donnée à celui qui justifie de la nécessité d'utiliser une eau de qualité non disponible par ailleurs, à des coûts raisonnables, compte tenu des autres ressources et des technologies existantes de traitement de ces eaux et dont l'implantation satisfait au mieux la fonction de secours*
- *Le respect des volumes maximaux fixés par département indiqués dans le tableau ci-après.*
- *La révision des volumes de prélèvements autorisés si le niveau de l'indicateur piézométrique de référence (moyenne pondérée des niveaux des piézomètres de L'Isle-Adam -95-, Paris 13ème et La Houssaye-en-Brie -77-) descend en-dessous de la cote 31 m NGF.*

*Par ailleurs, il est rappelé que l'instruction des demandes d'autorisation ou de déclaration de nouveaux prélèvements par l'autorité compétente se fait en lien avec les services du préfet coordonnateur de bassin compte tenu de la nécessité d'une coordination et d'une planification de la ressource en eau au niveau interrégional.*

***La répartition intra départementale des nouveaux forages relève de la compétence du préfet de département.***

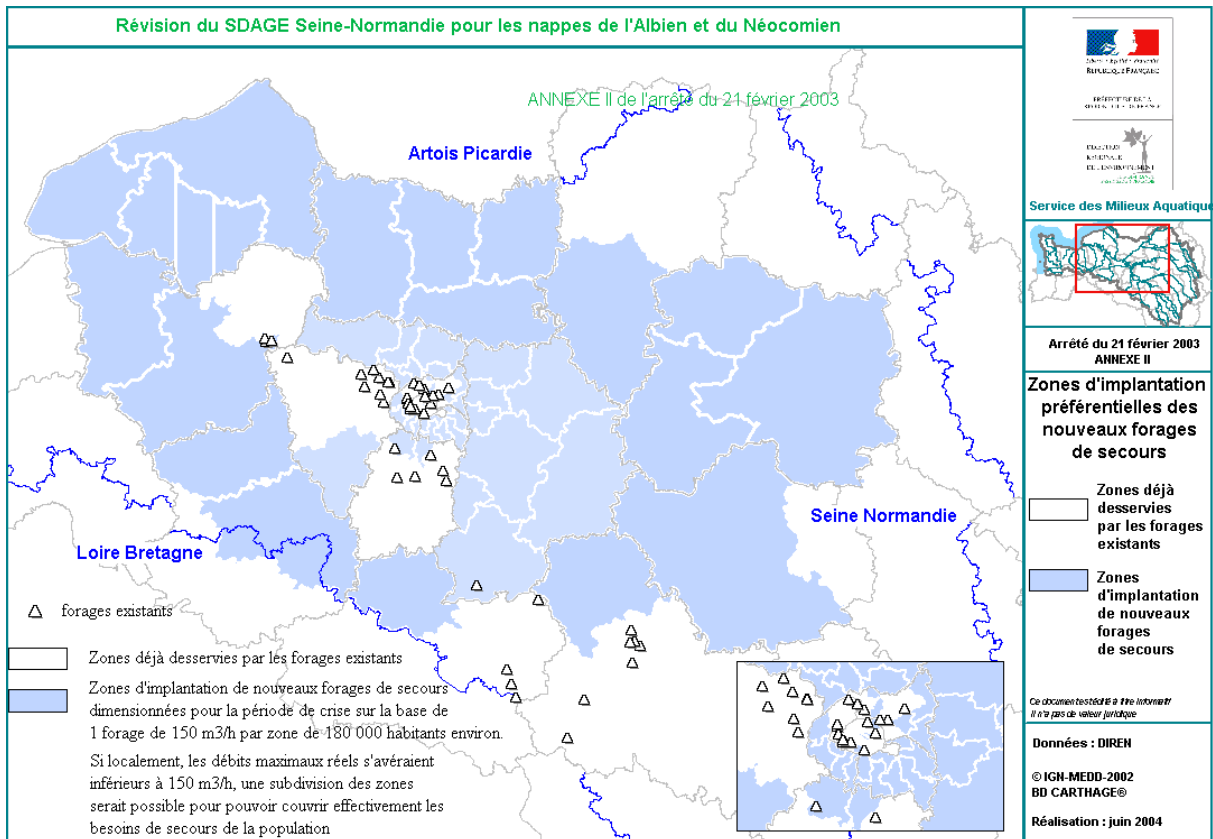


Figure 12 : Zones d'implantation possible pour de nouveaux forages à l'Albien et au Néocomien

**En pratique, d'après la DRIEE, l'essentiel du département des Hauts-de-Seine apparaissant en zone bleue d'implantation de nouveaux forages de secours, des opérations de géothermie dans ces aquifères seraient possibles sur tout le territoire.**

Les volumes maximaux et nombre d'ouvrages autorisables par département pour la nappe captive de l'Albien-Néocomien sont renseignés dans le tableau ci-après.

Département	Volume actuel de prélèvement (moyenne 2009-2012 en m <sup>3</sup> /an)	Volume annuel supplémentaire pour un prélèvement global de 29 Mm <sup>3</sup> /an (en m <sup>3</sup> /an)	Volume maximal total (en m <sup>3</sup> /an)	Nombre indicatif de nouveaux forages <sup>(1)</sup>	Volume annuel moyen en routine par nouveau forage (en m <sup>3</sup> /an) <sup>(1)</sup>
Paris (75)	57 000	683 000	740 000	4	171 000
Seine-et-Marne (77)	124 000	903 000	1 027 000	8	113 000
Yvelines (78)	6 467 000	1 662 000	8 129 000	0	0
Essonne (91)	2 413 000	1 396 000	3 809 000	2	698 000
Hauts-de-Seine (92)	2 779 000	1 979 000	4 758 000	5	396 000
Seine-St-Denis (93)	2 244 000	1 595 000	3 839 000	4	399 000
Val de Marne (94)	0	877 000	877 000	7	125 000
Val d'Oise (95)	0	790 000	790 000	6	132 000
Eure et Loir (28)	0	291 000	291 000	2	146 000
Loiret (45)	1 868 000	0	1 510 000	1 <sup>(2)</sup>	0
Yonne (89)	538 000	425 000	963 000	1	425 000
Aube (10)	0	187 000	187 000	1	187 000
Marne (51)	0	404 000	404 000	3	135 000
Aisne (02)	0	146 000	146 000	1	146 000
Oise (60)	0	548 000	548 000	4	137 000
Eure (27)	724 000	31 000	755 000	2	15 000
Seine Maritime (76)	62 000	323 000	385 000	5	65 000

Tableau 4 : Prélèvements complémentaires autorisés

Ainsi, dans le département des Hauts-de-Seine, le SDAGE autorise la réalisation de 5 nouveaux forages, selon un volume annuel prélevé en routine par forage de près de 400 000 m<sup>3</sup>.

Il est à noter qu'un projet de géothermie à l'Albien constitue un bilan nul pour la nappe (le volume prélevé est égal au volume injecté). Les volumes exploités pour un usage géothermique ne sont donc pas comptabilisés dans les volumes indiqués dans le tableau ci-dessus. **Ce paramètre est par contre à prendre en considération pour des projets couplés géothermie / eau potable, qui seraient donc possibles dans le département.**



### 3.5.3.4 Lusitanien

De nombreux forages pétroliers ayant pour objectif le Dogger ou le Trias ont mis en évidence un potentiel aquifère au niveau du Lusitanien. Le Lusitanien correspond à une série carbonatée, partiellement gréseuse, comprise entre les deux épaisse séries marneuses du Kimméridgien et de l'Oxfordien.

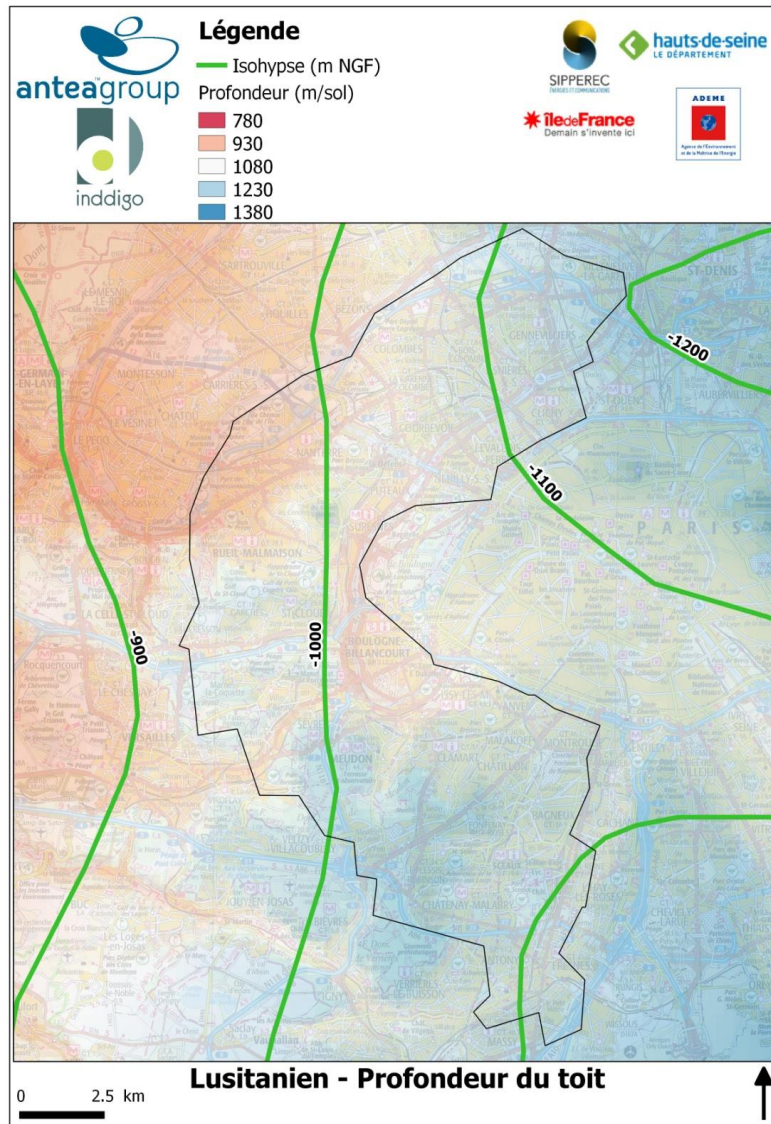


Figure 13 : Caractéristiques du Lusitanien (profondeur du toit)

Le recours à cet aquifère dans le département ferait intervenir des forages d'une profondeur verticale de l'ordre de 1200 m, permettant d'accéder à une ressource d'une température de l'ordre de 50°C.

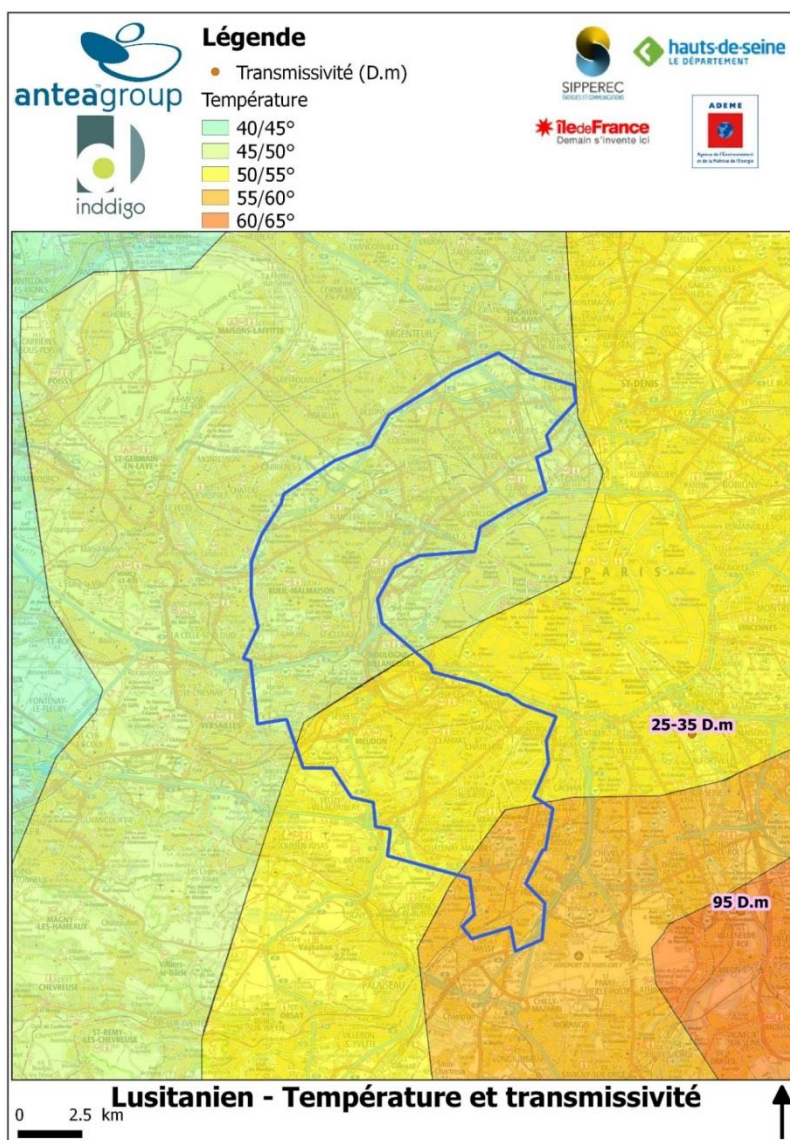


Figure 14 : Caractéristiques du Lusitanien (température, transmissivité et forages de référence)

La productivité qui peut en être attendue est très incertaine car peu de points de référence existent, et ces derniers font état d'une situation extrêmement hétérogène : une transmissivité très élevée a été constatée à Orly, une moyenne à Ivry-sur-Seine, et une transmissivité quasiment nulle à Ris-Orangis.

La sollicitation de cet aquifère revêtirait donc un caractère tout à fait exploratoire : aucune installation géothermique n'exploite le Lusitanien en région parisienne.

### 3.5.3.5 Dogger

Les calcaires du Dogger constituent l'aquifère le mieux connu en Ile-de-France. L'exploitation de cet aquifère s'est développée dans les années 1980 (la première tentative fut menée en 1962 à Carrières-sur-Seine : elle avorta à cause de l'obligation de créer un second puits pour réinjecter l'eau salée, ce qui condamna économiquement l'opération).

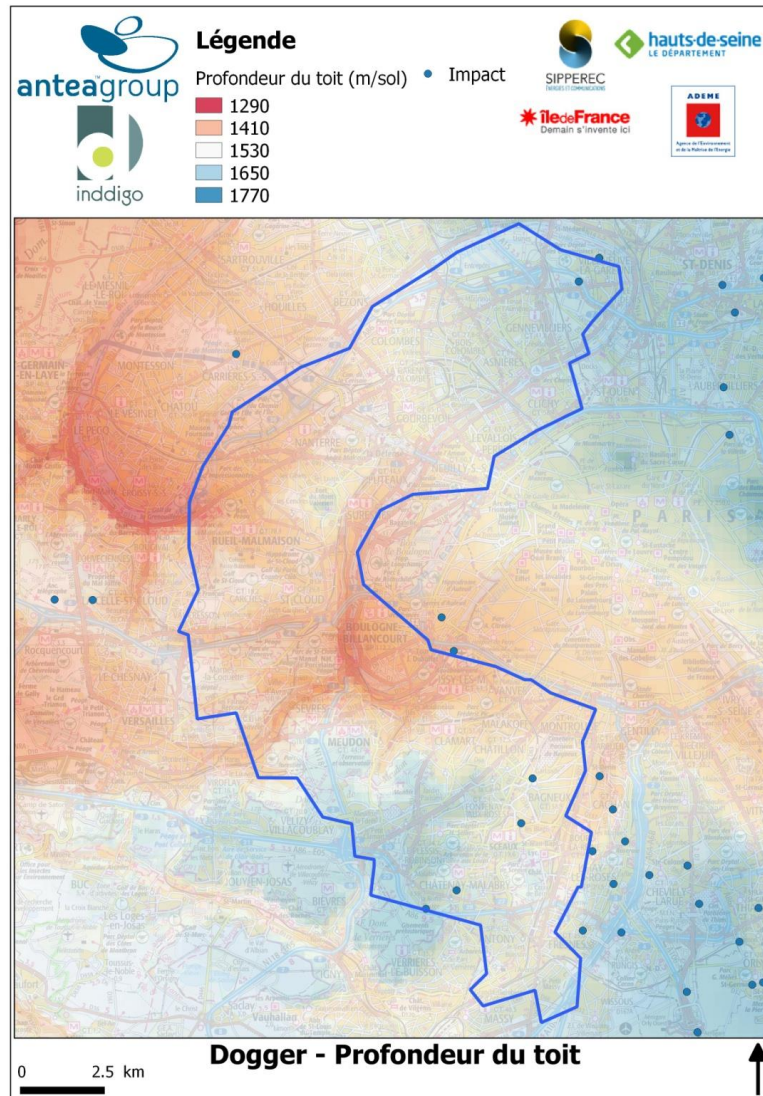


Figure 15 : Caractéristiques du Dogger (profondeur du toit et forages réalisés)

Au niveau des Hauts-de-Seine, le réservoir du Dogger est globalement moins profond qu'en Seine-Saint-Denis, ou dans le Val-de-Marne, où les installations existantes sont nettement plus nombreuses.

Une des conséquences est que la température du gisement est moyennement favorable puisqu'elle est comprise entre 55 et 65°C sur l'essentiel du territoire. Il n'y a que dans l'extrémité sud du département que des températures de 70°C ou plus peuvent être atteintes.



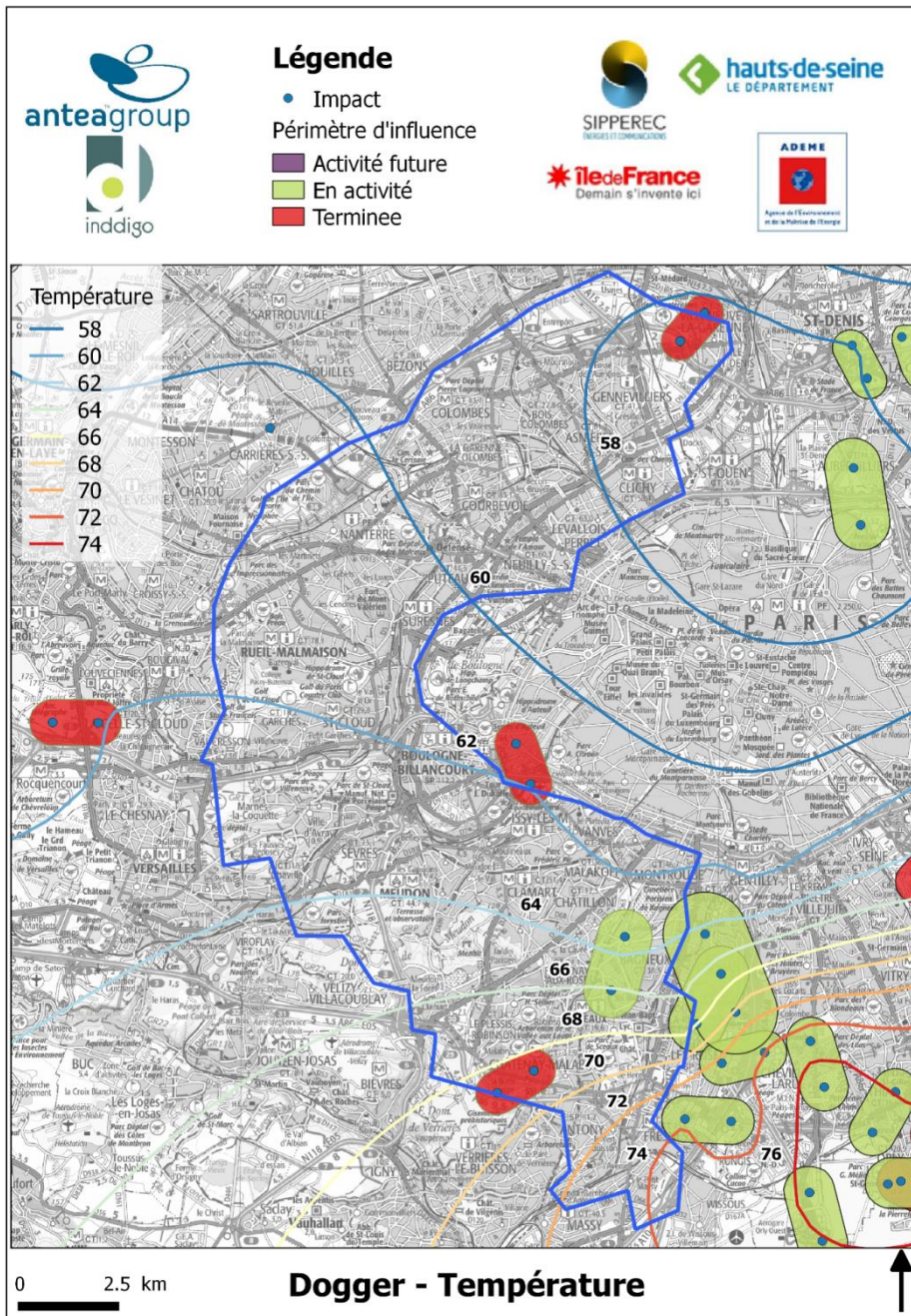


Figure 16 : Caractéristiques du Dogger (température en °C et gélules délimitant les périmètres d'exploitation autour des forages existants)

Le nombre limité de points de référence doit inciter à la plus grande prudence sur les prévisions de productivité du Dogger dans le département : des valeurs plutôt moyennes sont à anticiper, permettant difficilement de traiter des débits supérieurs à 300 m<sup>3</sup>/h.



Le nombre limité de points de référence doit inciter à la plus grande prudence sur les prévisions de productivité du Dogger dans le département : des valeurs plutôt moyennes sont à anticiper, permettant difficilement de traiter des débits supérieurs à 300 m<sup>3</sup>/h.

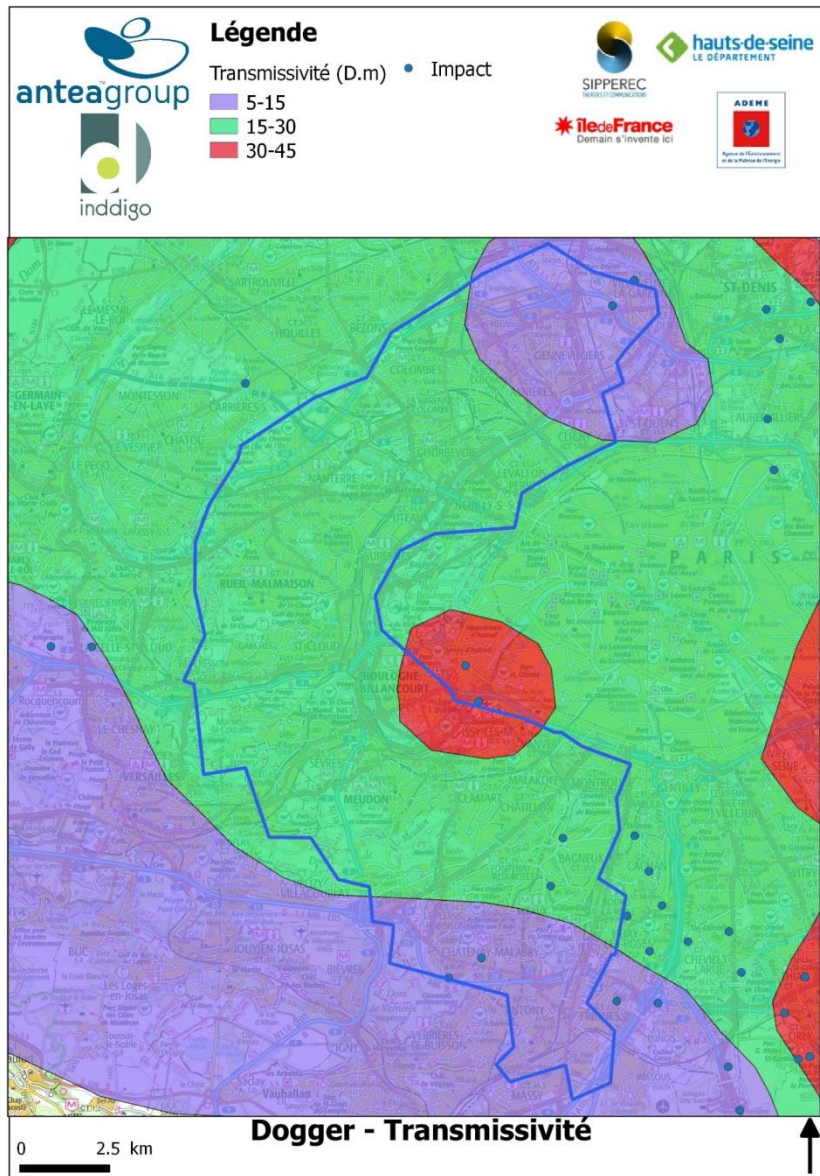


Figure 17 : Caractéristiques du Dogger (transmissivité)

Le tableau ci-dessous liste tous les forages réalisés dans le département, ou à proximité immédiate, et précise les performances associées.

Site	Nom	P/I	Température de fond (°C)	Transmissivité (D.m)	Département	Début de l'exploitation	Etat de l'opération	Fin de l'opération
CHATENAY-MALABRY	GCTM1	I	67	9.4	92	1984	ARRETE	1997
CHATENAY-MALABRY	GCTM2	P	67.6	7.4	92	1984	ARRETE	1997
CACHAN Nord	GCDN1	I	64.5	18.5	94	1985	FONCTIONNEMENT	
CACHAN Nord	GCDN2	I	69.5	20	94	1985	FONCTIONNEMENT	
CACHAN Sud	GCDS1	P	71	15.4	94	1985	FONCTIONNEMENT	
CACHAN Sud	GCDS2	P	70	18.3	94	1985	FONCTIONNEMENT	
FRESNES	GFR1	I	71.7	10.6	94	1987	FONCTIONNEMENT	
FRESNES	GFR2	I	74.3	10.6	94	1987	FONCTIONNEMENT	
FRESNES	GFR3	P	74.8	17.4	94	2014	FONCTIONNEMENT	
LA COURNEUVE NORD	GLCN1	I	56.6	28	93	1983	FONCTIONNEMENT	
LA COURNEUVE NORD	GLCN2	I	58.4	19	93	1983	FONCTIONNEMENT	
LA COURNEUVE NORD	GLCN3	P	58.9	50	93	2012	FONCTIONNEMENT	
LA COURNEUVE SUD	GLCS1	I	58.1	14.6	93	1982	FONCTIONNEMENT	
LA COURNEUVE SUD	GLCS2	P	57.9	33.3	93	1982	FONCTIONNEMENT	
LA CELLE ST CLOUD	GLC1	P	62.1	15.5	78	1983	ARRETE	1989
LA CELLE ST CLOUD	GLC2	I	60.6	13.4	78	1983	ARRETE	1989
LA PORTE ST CLOUD	GPSC1	I	61.2	34.5	75	1984	ARRETE	1989
LA PORTE ST CLOUD	GPSC2	P	61.9	39.2	75	1984	ARRETE	1989
VILLENEUVE LA GARENNE	GVG1	P	57.5	6.7	92	1976	ARRETE	
VILLENEUVE LA GARENNE	GVG2	I	57.5	7	92	1976	ARRETE	
AUBERVILLIERS	GPNE1	P	57.4	18	75	2013	FONCTIONNEMENT	
AUBERVILLIERS	GPNE2	I	56.4	31	75	2013	FONCTIONNEMENT	
ARCUEIL-GENTILLY	GAG1	P	62	30	94	2015	FONCTIONNEMENT	
ARCUEIL-GENTILLY	GAG2	I	62	45	94	2015	FONCTIONNEMENT	
BAGNEUX	GBA1	P	62.8	9.6	94	2015	FONCTIONNEMENT	
BAGNEUX	GBA2	I	66.4	6.6	94	2015	FONCTIONNEMENT	
CARRIERE-SUR-SEINE	CAR1	P	60.8	19.4	78	1963	ARRETE	

Tableau 5 : Forages de référence pour le Dogger

L'aquifère du Dogger présente donc des caractéristiques moins favorables en termes de température et de productivité que dans les autres zones d'Ile-de-France où il est plus exploité (Val-de-Marne, Seine-et-Marne, Seine-Saint-Denis).

La carte suivante synthétise le potentiel du Dogger à l'échelle du département. Le classement proposé s'appuie sur la transmissivité prévisionnelle (une valeur charnière à 15 D.m a été utilisée ; cette valeur coïncide avec la possibilité de traiter jusqu'à 300 m<sup>3</sup>/h, sans avoir à recourir à des techniques de forage avancées) et sur la température du gisement (une limite à 62°C a été retenue ; au-delà de cette valeur, l'eau chaude sanitaire peut être préparée en été à l'aide de la seule géothermie).



## Légende

• Impact  
 Potentiel du Dogger

- Bon
- Moyen
- Faible

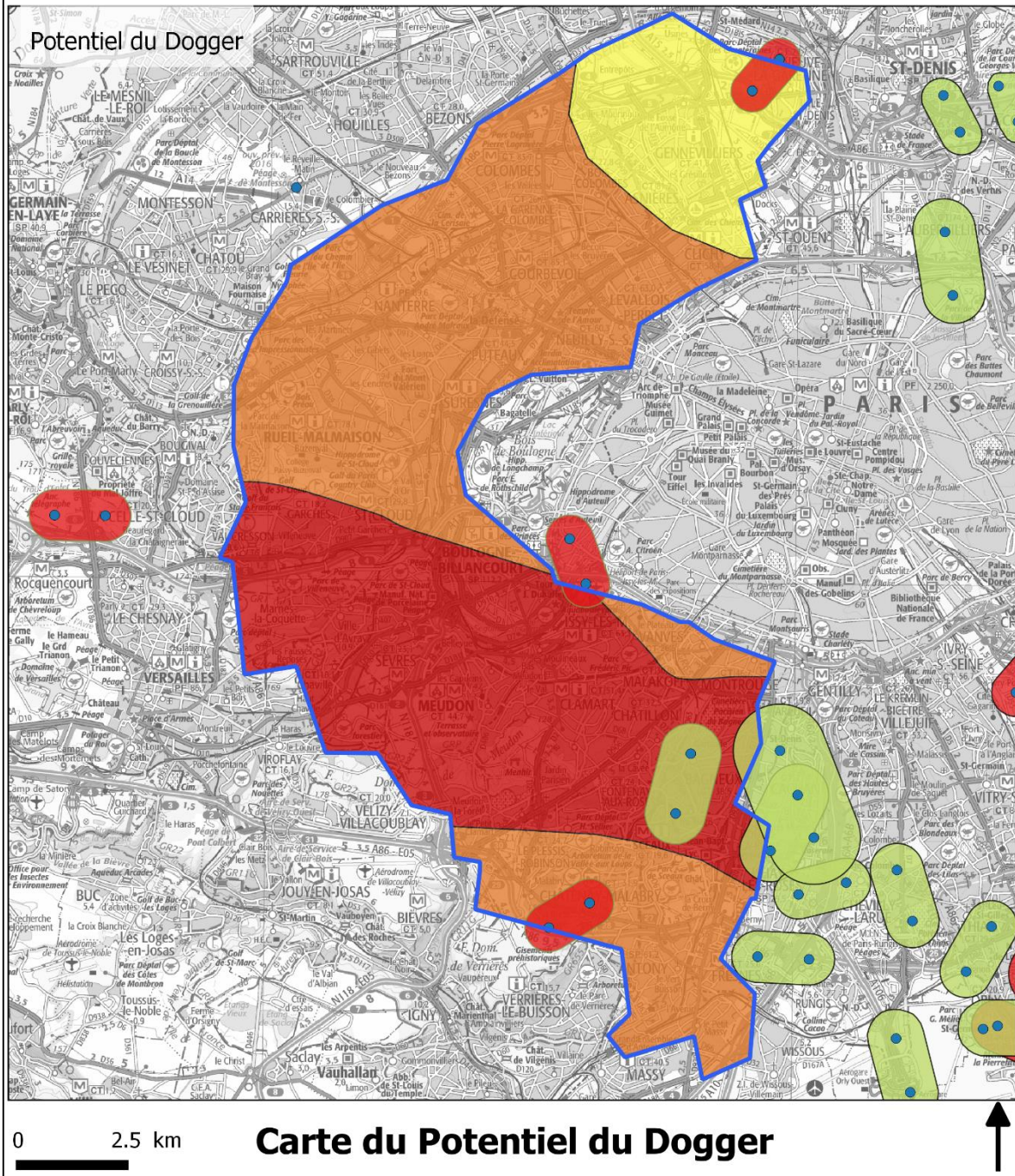


Figure 18 : Synthèse des potentialités au Dogger

### 3.5.3.6 Trias

Contrairement au réservoir du Dogger, caractéristique d'un milieu carbonaté, constitué de couches épaisses, homogènes et continues sans argile, les réservoirs clastiques du Trias sont caractérisés par des hétérogénéités (variations latérales de faciès) qui se retrouvent à différentes échelles. En général, les corps sableux et gréseux se déposent en alternance avec des bancs argileux et sont plus ou moins connectés entre eux.

Une des raisons principales des difficultés d'exploitation réside dans cette hétérogénéité, qui constitue un obstacle majeur en matière de réinjection.

Il existe cinq signatures lithologiques du Trias, susceptibles de constituer des réservoirs géothermiques :

- Les Grès continentaux de Boissy (Keuper supérieur, Rhétien)
- Les Grès du Rhétien marin (Keuper supérieur, Rhétien)
- Les Grès de Chaunoy (Keuper moyen et supérieur, Rhétien)
- Les Grès de Sainte-Colombe-Voulzie (Keuper moyen, Carnien)
- Les Grès de Donnemarie (Muschelkalk et Keuper inférieur, Anisien à Carnien).

Bien que le Trias ait montré localement des capacités de réservoir pétrolier, en Île-de-France, les rares tentatives d'exploitation géothermique, comme à Achères (78) ou à Cergy (95), n'ont pas abouti.

Caractéristiques	Melleray (1980-1982)	Cergy (1981)	Achères (1982)
âge du réservoir argilo-gréseux	Trias moyen (Chaunoy)	Trias moyen (Chaunoy)	Trias moyen (Chaunoy)
profondeur du réservoir	1 420 m	1 927 m	1 930 m
température	73 °C	77 °C	78 °C
perméabilité	320 - 560 mD	260- 720 mD	746-1080 mD
transmissivité	11 à 15 D.m	3.3- 8.9 D.m	10,8 à 11.2 D.m
débit	140 m³/h	70 m³/h maxi	90 à 135 m³/h
salinité	38 g/l	?	93 g/l
commentaire	Exploration avec <b>bonne productivité</b> mais <b>baisse progressive puis totale de l'injectivité</b> . → Abandon (absence de <i>gravel pack</i> )	Exploration avec <b>mauvaise productivité</b> (bordure de réservoir). → Abandon (retour au Dogger).	Exploration avec <b>bonne productivité</b> mais <b>mauvaise injectivité</b> . → Abandon (retour au Dogger). (présence de colloïde Si-Fe, hauteur d'injection trop faible)

Sourca - BRGM - V

Figure 19 : Résultat des quelques tentatives menées au Trias dans les années 80



Le BRGM a mené deux projets (CLASTIQ 1&2), afin d'évaluer le potentiel géothermique de ces cinq réservoirs gréseux. Il en ressort un potentiel géothermique significatif sur certaines zones.

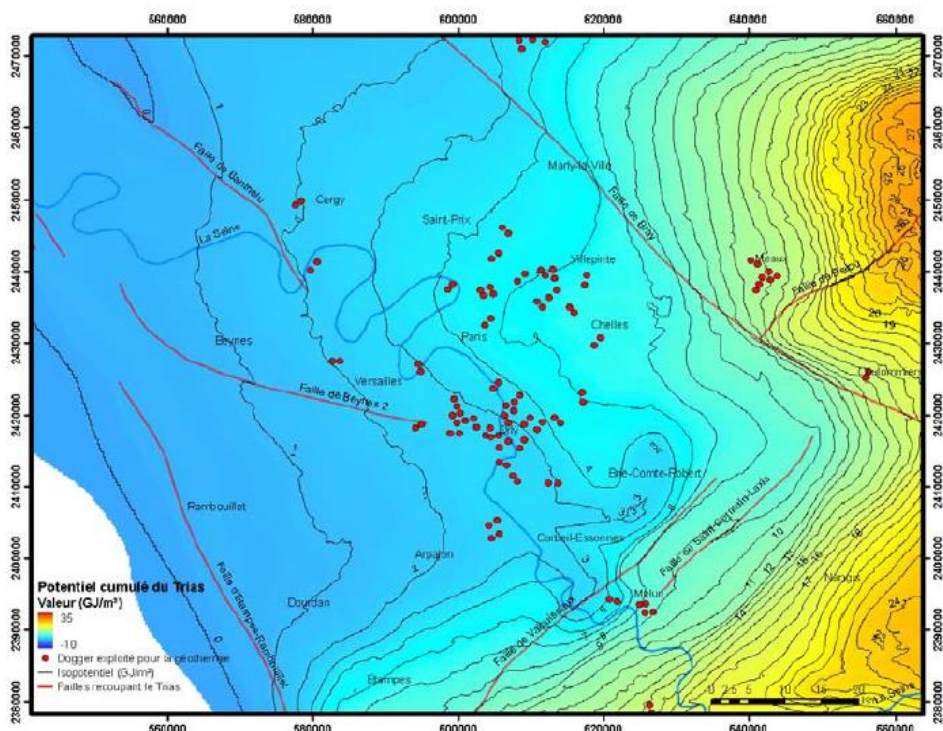


Figure 20 : Potentiel énergétique cumulé du Trias tel qu'établi dans le projet Clastiq (BRGM)

Une approche plus ancienne du BRGM aboutit à des résultats plus exploitables et en bonne cohérence avec les données recueillies à Cergy et à Achères : la température prévisionnelle pour le département de Hauts-de-Seine est de 80°C au fond. Le toit de l'aquifère se situe à environ -1900 m NGF.

Les transmissivités qui peuvent être espérées sont, en l'état des connaissances, plutôt faibles (au mieux, de l'ordre de 5 à 10 D.m, permettant des débits d'exploitation inférieurs à 150 m<sup>3</sup>/h). Ceci étant, les Hauts-de-Seine sont situés dans le secteur a priori le plus favorable en Ile-de-France pour cet aquifère, et la question d'exploiter ce réservoir pourrait être reconsidérée après des campagnes d'exploration qui se solderaient par des résultats meilleurs que prévus.

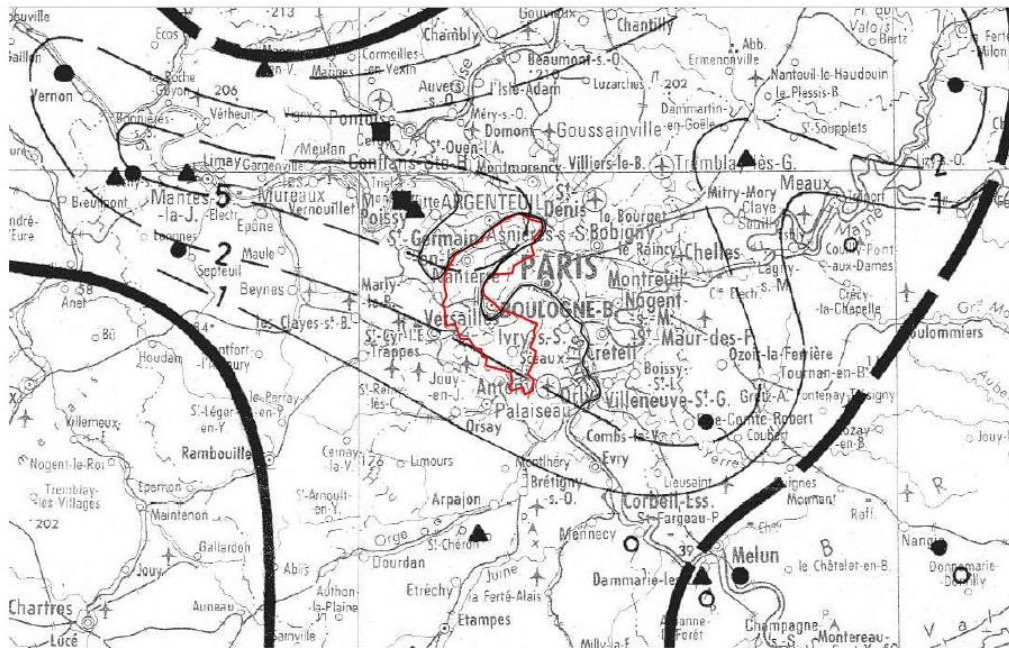


Figure 21 : Caractéristiques du Trias (transmissivité en D.m, d'après BRGM 83-SGN-375)

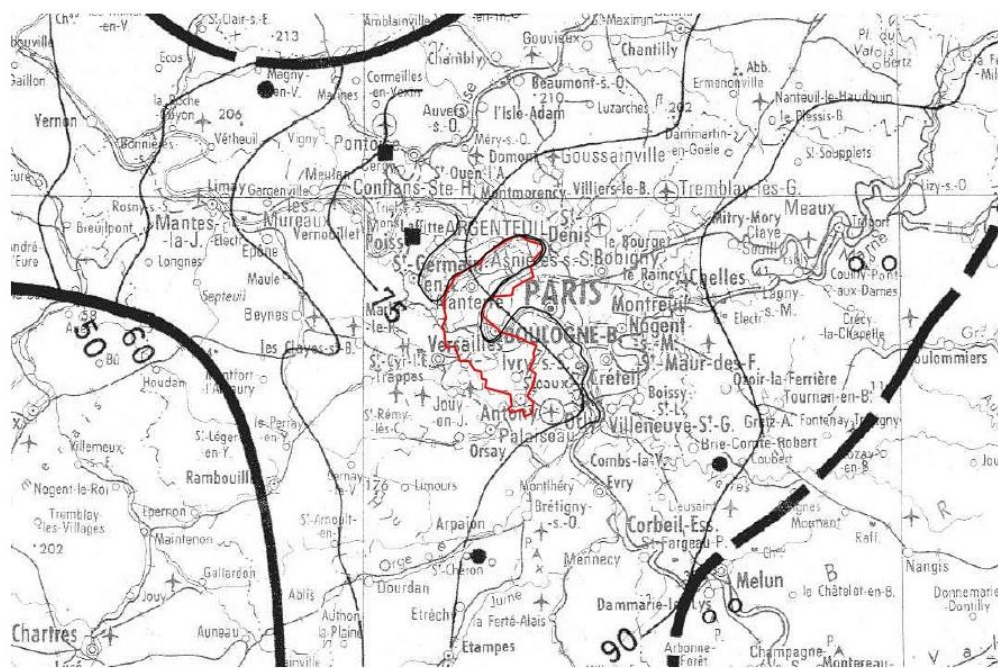


Figure 22 : Caractéristiques du Trias (température en °C, d'après BRGM 83-SGN-375)



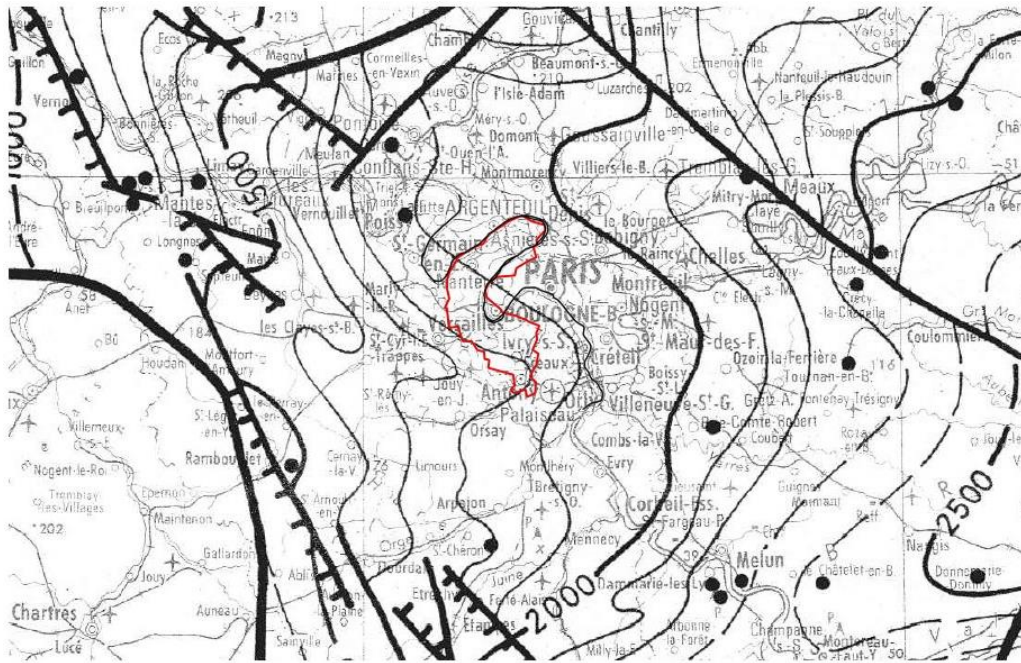


Figure 23 : Caractéristiques du Trias (profondeur du toit en m NGF, d'après BRGM 83-SGN-375)



### 3.5.4 SYNTHÈSE GÉNÉRALE SUR LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DES HAUTS-DE-SEINE

Le tableau suivant récapitule le potentiel de chacun des aquifères au niveau du département, ainsi que les quelques grandeurs clé dans l'optique d'un projet de géothermie (puissance thermique, énergie annuelle typique associée...).

Aquifère	Gamme de profondeur (verticale)	Température	Ordre de grandeur du débit potentiel	Présence sur tout le territoire	Niveau d'incertitude	Assistance par pompe à chaleur	Production de froid possible ?	Puissance développée à partir d'un doublet (kW)	Energie annuelle typique pour un doublet (GWh/an)	Ordre de grandeur des investissements (poste forages) (k€ HT)	Enjeu
Eocène	0-100 m	14 °C	80 m <sup>3</sup> /h	Non	Faible	Oui	Oui	600	2	200	-
Craie	0-100 m	14 °C	80 m <sup>3</sup> /h	Non	Faible	Oui	Oui	600	2	200	-
Albien	500-700 m	≈ 28°C	200 m <sup>3</sup> /h	Oui	Faible	Oui		5 000	15	5 000	Maîtrise de la réinjection
Néocomien	700-900 m	30 - 35°C	200 m <sup>3</sup> /h	Oui	Faible	Oui		6 000	18	6 000	Maîtrise de la réinjection
Lusitanien	1 000 - 1 200 m	45 - 55°C	?	?	Très élevé	Oui	-	?	?	7 000	Caractère très exploratoire
Dogger	1500 - 1700 m	55 - 70°C	Jusqu'à 300 m <sup>3</sup> /h	Oui	Moyen	Possible	-	14 000	50	9 000	
Trias	> 2000 m	> 80°C	?	?	Très élevé	-	-	?	?	13 000	Caractère très exploratoire

Tableau 6 : Synthèse des potentiels associés à chacun des aquifères présents

### 3.5.5 BIBLIOGRAPHIE

L'ensemble des documents qui ont servi à la rédaction de cette synthèse est listé ci-dessous :

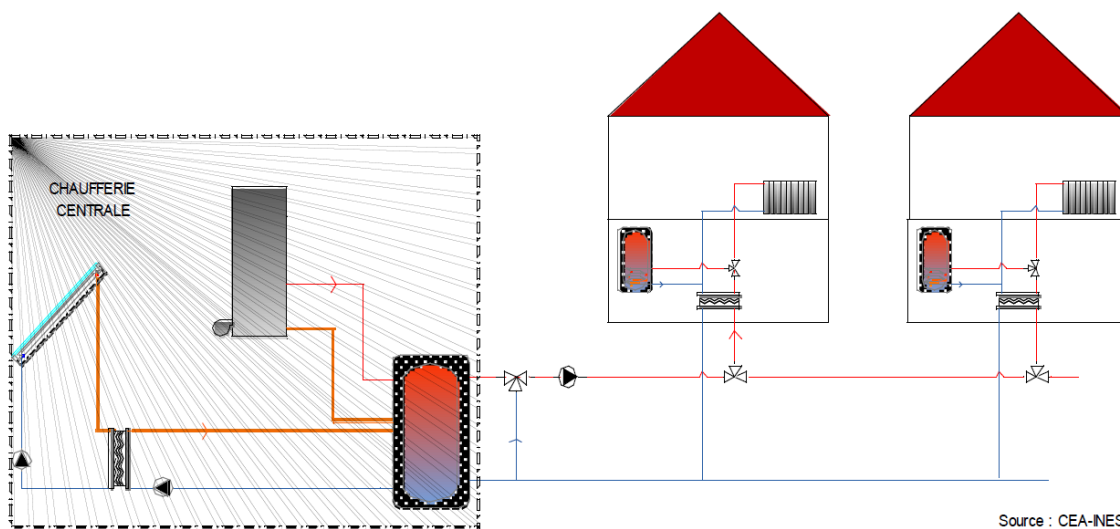
- Notice de la carte géologique de la France – BRGM – N°182 – Versailles
- Hydrogéologie du centre du bassin de Paris – BRGM – 1979 – C. Mégnien
- Atlas des nappes aquifères de la région parisienne – BRGM – 1970 – C. Mégnien
- Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris – BRGM – 1997 – RP 39702
- Potentiel géothermique « basse température » en France – BRGM - 83 SGN 375
- CLASTIQ-2 : programme de recherche sur les ressources géothermales des réservoirs clastiques en France – BRGM – RP 61472 – 2012
- Thermo2pro – outil d'aide à l'exploration pour la géothermie profonde des bassins sédimentaires à l'usage des professionnels – BRGM - RP 62907- 2013
- Evaluation du potentiel géothermique des réservoirs clastiques du Trias du bassin de Paris - RP 56463 - 2008
- Zone de répartition des eaux Albien-Néocomien en Haute-Normandie – Evaluation des cotes du toit de l'Albien et inventaire des points d'eau existants – BRGM – RP 53156 – 2004
- Projet Lusitanien – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris pour la production de chaleur : mise en adéquation entre ressource et besoins – BRGM – RP 63244 – 2014
- Caractérisation et modélisation du réservoir géothermique du Dogger – Bassin parisien – BRGM – R 30169 – 1989
- Etude préalable à l'élaboration du schéma de développement de la géothermie en Ile-de-France – RP 60615 - 2012

## 3.7 SOLAIRE THERMIQUE

### 3.7.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

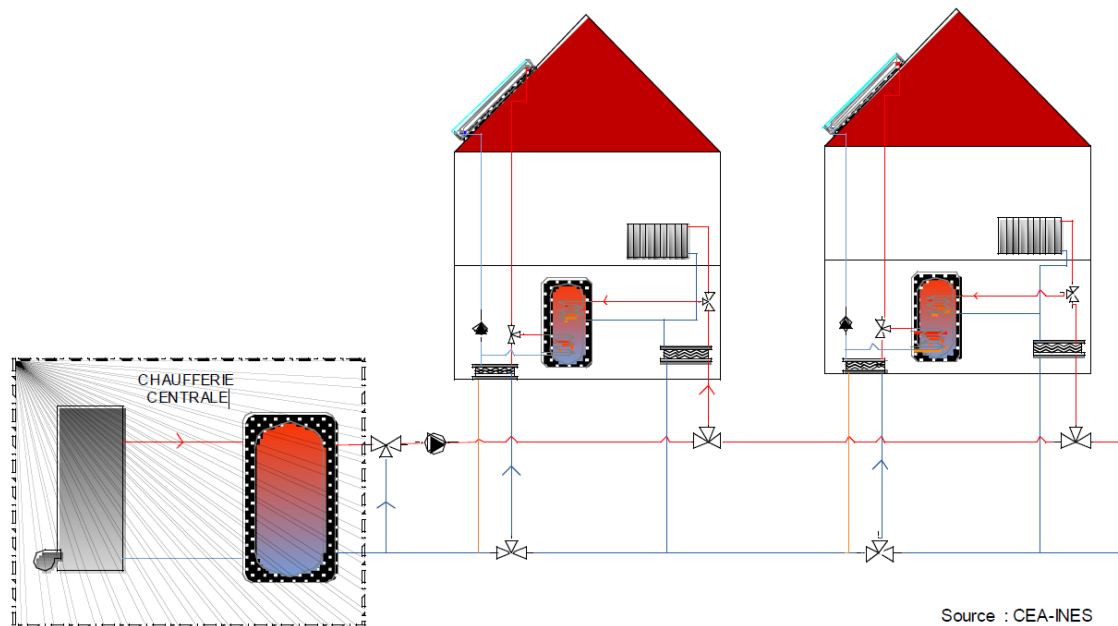
Le gisement disponible à partir du solaire thermique a été évalué à partir de l'« Etat des lieux et potentiel de développement du solaire thermique en Ile-de-France » réalisé par l'ARENE et l'ADEME. Les données techniques s'appuient sur l'étude AMORCE « Solaire Thermique & Réseau de Chaleur »

A l'origine, les premières centrales solaires avec production thermique injectée sur réseau de chaleur se sont développées à proximité immédiate de la chaufferie principale du réseau. Il s'agissait de production solaire centralisée sur réseau de chaleur. Les capteurs des installations centralisées peuvent être implantés en toiture de la chaufferie ou au sol.



*Production centralisée*

Ces dernières années, une autre option se développe. Les centrales solaires thermiques sont installées dans une zone propice pour les capteurs (en toiture ou au sol, en plusieurs endroits distincts le long du réseau de chaleur). Une partie de l'énergie solaire peut être autoconsommée sur place et le surplus d'énergie est injecté directement sur le réseau de chaleur (cf. schéma ci-après). A Graz en Autriche des capteurs solaires « haute température » sont utilisés. La production solaire thermique est injectée directement sur le « départ réseau » en été (autour de 70°C) et sert de préchauffage en hiver.



*Production décentralisée*

### 3.7.2 EXEMPLES D'INSTALLATION EXISTANTES DE SOLAIRE THERMIQUE SUR RESEAU DE CHAUFFAGE (PRINCIPALES CARACTERISTIQUES)

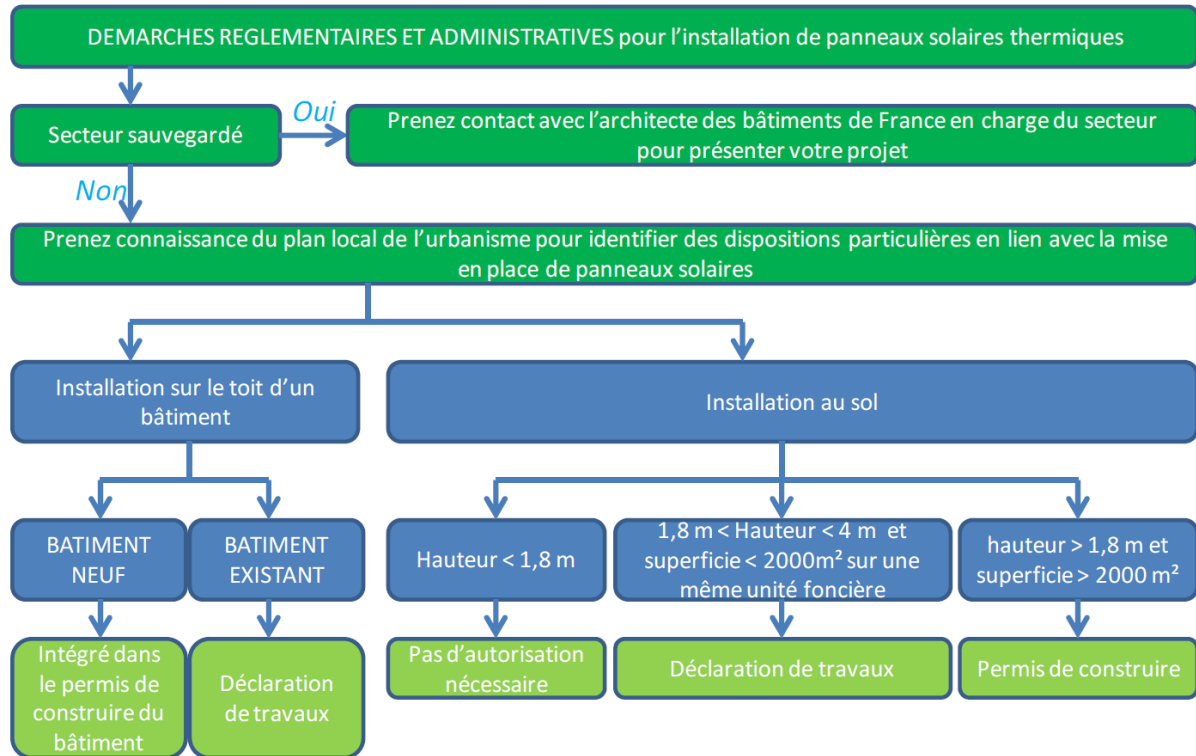
Installation existante	Descriptif
<b>Juvignac (34)</b>	Réseau de chaleur 75°C/65°C Réseau : 1,6 km alimente 1 300 logements basse consommation : 3,5 GWh/an Surface de panneaux solaires : 292 m <sup>2</sup> Mix énergétique : bois (80%), gaz (15%) et solaire (5%)

Deux projets sont en cours d'étude actuellement, à Balma (31) pour un réseau de chaleur fonctionnant au bois (80%) et gaz (20%) ; à Châteaubriand et utilise les mêmes énergies pour leur mixte énergétique (bois 60% et gaz 40%).

### 3.7.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

#### 3.7.3.1 Panneaux solaires

Le schéma ci-dessous présente les démarches réglementaires et administratives à effectuer pour l'installation de panneaux solaires.

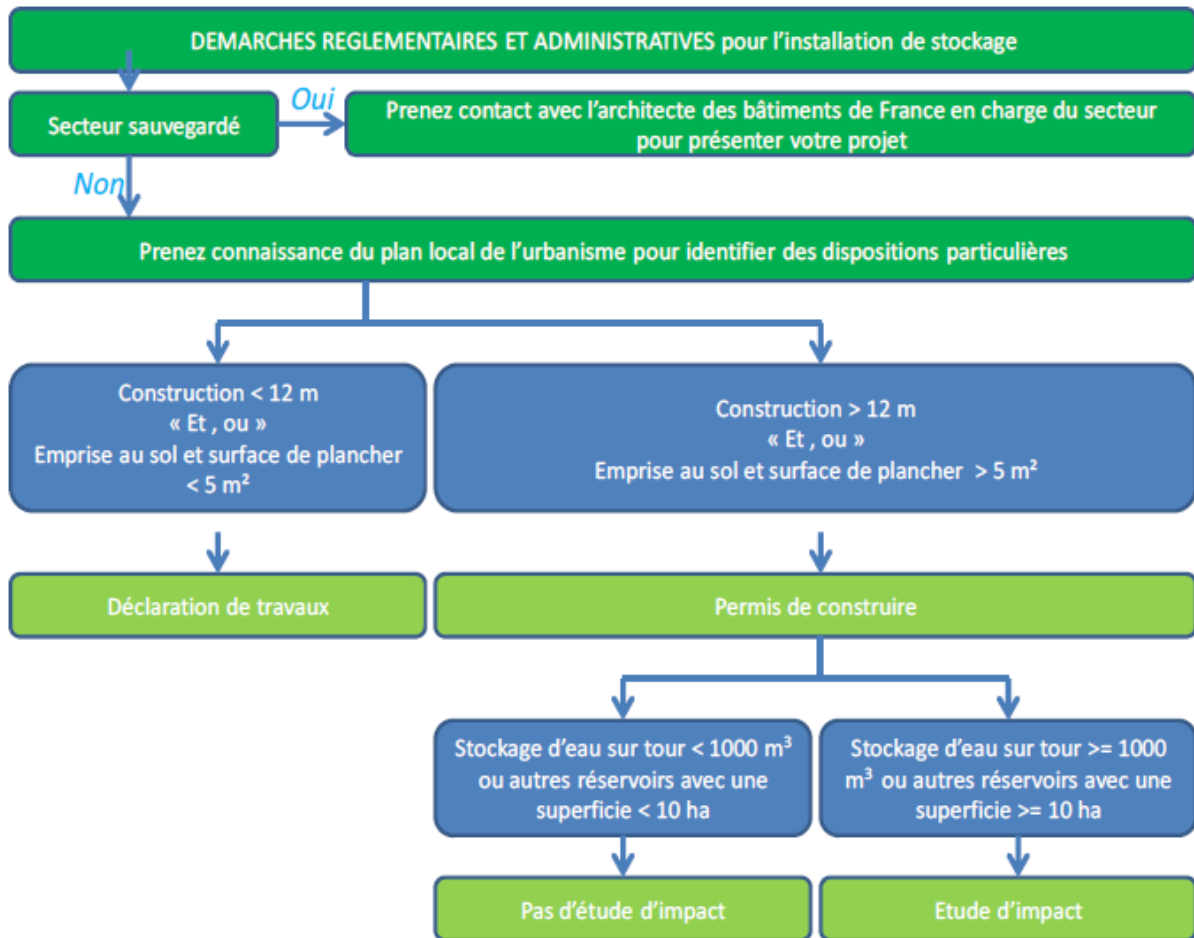


*Démarches administratives et réglementaires pour l'installation de panneaux solaires*

*Source : Guide de conception des réseaux de chaleur solaire adaptés aux Eco-Quartiers, Septembre 2015, Smart Grid Solaire Thermique – ADEME/INDDIGO/TECSOL/CLIPSOL/CEA/COFELY/INES*

### 3.7.3.2 Stockage

Le schéma ci-dessous présente les démarches réglementaires et administratives à effectuer pour la mise en place d'un stockage de l'énergie solaire.



*Démarches administratives et réglementaires pour l'installation d'un stockage d'eau*

*Source : Guide de conception des réseaux de chaleur solaire adaptés aux Eco-Quartiers, Septembre 2015, Smart Grid Solaire Thermique - ADEME/INDDIGO/TECSOL/CLIPSOL/CEA/COFELY/INES*

### 3.7.4 RESSOURCE DISPONIBLE

D'après l'étude « Etat des lieux et potentiel de développement du solaire thermique en Ile-de-France » réalisée par l'ARENE et l'ADEME, nous avons pu estimer la surface des toitures pouvant être équipées avec des panneaux solaires. Elle s'élève à 110 288 m<sup>2</sup> (résidentiel et tertiaire) pour une production estimée à 44 110 MWh par an.

D'après l'étude « Les réseaux de chaleur solaire dans les opérations d'aménagement : Opportunités, conseils et bonnes pratiques » menée par l'ADEME, le solaire peut couvrir jusqu'à 20% des besoins du réseau sans utiliser le stockage. Ce facteur peut grimper jusqu'à 50% voire 80% pour les installations très innovantes.

### 3.7.5 CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DE PROJETS

Il est nécessaire d'avoir des grandes surfaces disponibles pour installer les panneaux solaires afin d'améliorer le temps de retour sur investissement de l'installation. Le prix du foncier étant très onéreux dans les Hauts-de-Seine, l'hypothèse de la création d'une centrale solaire thermique terrestre sera abandonnée.

Le solaire thermique produisant de la chaleur principalement en été, il est nécessaire d'avoir une consommation de chaleur pendant la période estivale (ECS). Cela permet d'éviter d'endommager les panneaux par surchauffe, et de rentabiliser au maximum l'installation.

### 3.7.6 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les avantages et inconvénients pour le développement de l'intégration du solaire thermique sur les réseaux de chaleur.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'une énergie renouvelable</li> <li>- Image, visibilité / valorisation du réseau de chaleur</li> <li>- Coûts d'installation et de production nettement plus faibles qu'en installation individuelle ou collective par bâtiment</li> <li>- Coûts de production maîtrisés et connus sur la durée de vie de l'installation car moins dépendants de l'évolution du prix des énergies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockage très conséquent nécessaire (impact financier et foncier)</li> <li>- Energie d'appoint seulement (&lt;20% du mix)</li> </ul>

### 3.7.7 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

Les éléments de pré-chiffrage sont issus du « Guide de conception des réseaux de chaleur solaire adaptés aux éco-quartiers » du groupe de travail « Smart Grid Solaire Thermique ». Le coût de l'installation est dépendant de la surface de panneaux solaires installés et du volume de stockage.

Surface solaire totale	Prix (€ HT/m <sup>2</sup> )	Estimation (kW crête)
S < 500 m <sup>2</sup>	750	250 kW < Pcrête
500 m <sup>2</sup> < S < 1 500 m <sup>2</sup>	600	250 kW < Pcrête < 750 kW
1 500 m <sup>2</sup> < S < 5000 m <sup>2</sup>	500	750 kW < Pcrête < 2 500 kW
S > 5 000 m <sup>2</sup>	350	2 500 kW > Pcrête

Volume de stockage	Prix (€ HT/m <sup>3</sup> )	Emprise au sol estimée
V < 60 m <sup>3</sup>	1000	5 m <sup>2</sup>
60 m <sup>3</sup> < V < 200 m <sup>3</sup>	750	< 33 m <sup>2</sup>
200 m <sup>3</sup> < V < 500 m <sup>3</sup>	500	< 63 m <sup>2</sup>
500 m <sup>3</sup> < V < 1000 m <sup>3</sup>	300	< 80 m <sup>2</sup>
1000 m <sup>3</sup> < V < 5000 m <sup>3</sup>	200	< 250 m <sup>2</sup>
5000 m <sup>3</sup> < V < 20000 m <sup>3</sup>	125	< 571 m <sup>2</sup>
V > 20000 m <sup>3</sup>	75	> 571 m <sup>2</sup>

## 3.8 BIOMASSE

### 3.8.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Une chaufferie bois-énergie permet d'utiliser du bois comme combustible pour la production de chaleur.

En fonction de ses caractéristiques le combustible (bois) peut être classé dans différentes catégories (écorces, plaquette forestière, écorce, granulés, broyat de bois d'emballage...), qui ne sont pas toutes compatibles avec les différentes conceptions de chaufferie. Le type de chaufferie, et donc les caractéristiques du combustible, doivent être déterminés en phases d'études.

Contrairement aux combustions de gaz ou de fioul, la combustion de bois produit des cendres qu'il convient d'évacuer. Elles représentent 0,2 à 10% du volume de bois. Les cendres peuvent être valorisées, dans certains cas, dans la filière agricole où elles sont converties en engrais.



*Cendres d'une chaufferie bois*

Il est nécessaire d'établir un contrat entre le fournisseur de bois (qui se chargera de la livraison) stipulant les exigences du combustible (granulométrie, humidité, modalités de livraison...), le prix, la fréquence et le volume des livraisons, l'éventuelle collecte des cendres...

Les chaufferies bois-énergie demandent une place plus importante qu'une chaufferie gaz (essentiellement pour le stockage du combustible, le traitement des fumées, mais également en raison d'équipements de production plus encombrants). Le foncier étant contraint dans les Hauts-de-Seine, le nombre de chaufferies bois est restreint. Mutualiser une chaufferie au sein d'un réseau de chaleur permet, dans le cas d'une chaufferie bois, de mutualiser également l'espace nécessaire.

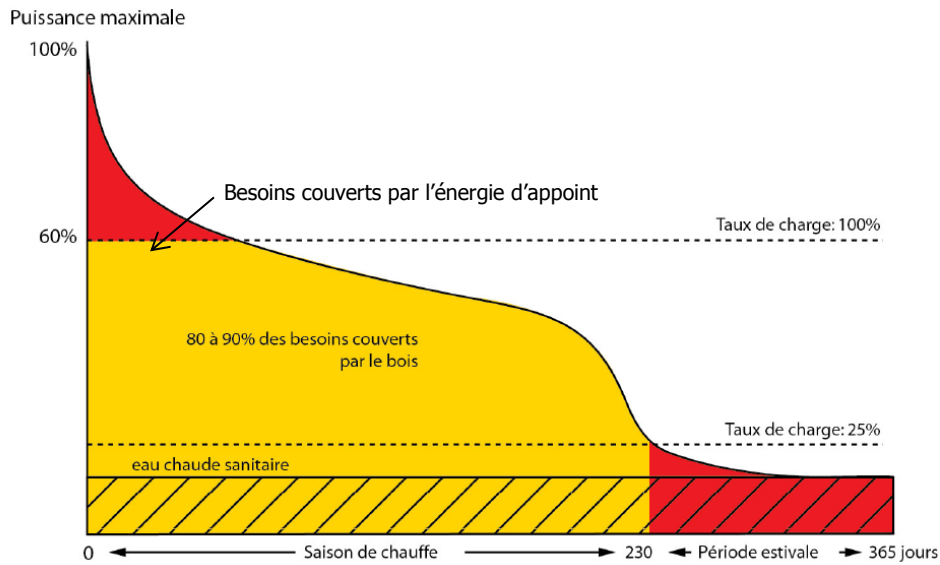


*Exemple d'un hangar de stockage de combustible biomasse*

Pour des chaufferies avec une puissance importante, il est conseillé d'utiliser deux types d'énergie (bois et énergie d'appoint : gaz en général) : l'installation ne fonctionne qu'un très faible nombre d'heures dans l'année à sa puissance nominale (la température extérieure n'est inférieure à -7°C que quelques heures par an).

Par conséquent, une chaudière bois de puissance inférieure à la puissance maximale nécessaire sur le réseau pour couvrir les besoins par grand froid suffit pour couvrir la majorité des besoins. En première approche, un dimensionnement de la chaudière bois à 60% de la puissance appelée permet de couvrir 80 à 90% des besoins de chaleur annuels.





Monotone des besoins thermiques en biénergie (Source : Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012)

- Schémas de principe du fonctionnement d'une chaufferie bois :

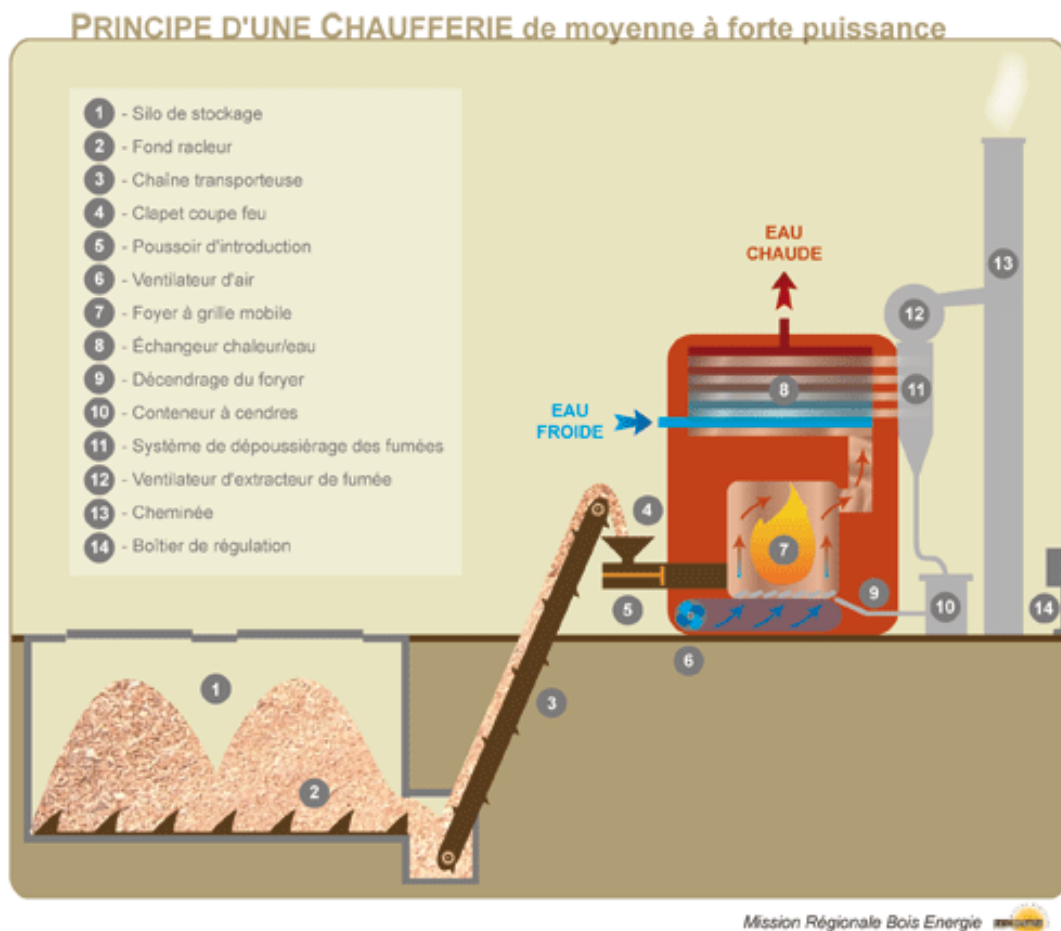


Schéma de principe issu du site de la mission régionale bois énergie PACA

Les principaux éléments d'une chaufferie biomasse, représentés sur le schéma ci-dessus, sont :

- silo de stockage,

- convoyeur(s) du bois : depuis le silo jusqu'à la chaudière,
- chaudière,
- système d'évacuation des cendres,
- système de traitement des fumées (multi cyclones et filtre à manches ou électrofiltres) sur les chaudières de grande puissance

### 3.8.2 TYPES ET PROVENANCE DU COMBUSTIBLE BOIS-ENERGIE

Exemples de combustibles biomasses :

- **Les plaquettes forestières** – Elles sont issues de chutes de scierie, de rémanents qui sont ensuite broyés. C'est le type de combustible le plus souvent rencontré.



*Plaquettes Forestières*

- **Les écorces** – Les écorces sont peu onéreuses (puisqu'elles sont difficilement valorisables en dehors de la filière bois-énergie) mais produisent plus de cendre que les plaquettes forestières et les broyats.
- **Les broyats d'objet de bois en fin de vie** – Broyat de palette et d'emballage.
- **Granulés de bois** – Les granulés de bois sont formés par compactage de sciures ou copeaux. Plus chers à l'achat, les granulés sont utilisés pour les installations de particuliers.
- **Les sciures et copeaux** – Les sciures et copeaux peuvent être utilisés directement (sans compactage) dans des chaudières adaptées, c'est-à-dire équipées d'un système évitant l'agglomération de sciure, qui peut être causé par l'humidité.

### 3.8.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET TEXTES DE PLANIFICATION

#### 3.8.3.1 Classement ICPE

Les chaufferies bois classiques d'une puissance supérieure à 2MW sont classées ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) au titre de la rubrique 2910.

Puissance	Combustible biomasse	Combustible comprenant des déchets de bois
Inférieur à 0,1 MW	Non classée	Non classée
De 0,1 à 2 MW	Non classée	Autorisation
De 2 à 20 MW	Déclaration	Autorisation
Supérieur à 20 MW	Autorisation	Autorisation

### 3.8.3.2 Schéma Régional pour le Climat, l'Air et l'Énergie (SRCAE)

Le SRCAE présente les réseaux de chaleur comme un levier important pour l'utilisation optimale de la ressource en biomasse. Le SRCAE rappelle également que le bois-énergie doit être utilisé avec une attention particulière portée à la qualité de l'air.

Par ailleurs, l'objectif AGRI 1.2 du SRCAE prévoit de « développer la valorisation des ressources agricoles locales non alimentaires sous forme de produits énergétiques »

### 3.8.4 CHAUFFERIES BIOMASSE EXISTANTES OU EN PROJET

Le tableau suivant présente l'identification des chaufferies biomasse existantes sur le Département des Hauts-de-Seine :

Commune	Maître d'ouvrage	Utilisation	Puissance	Energie fournie	Mise en service	Combustible
Gennevilliers		RC	17 000 kW		2016	
Colombes	Bois Marine	RC - Résidentiel	1 250 kW	6 613 MWh	En construction	Plaquettes forestières
Clichy	Société de distribution de chaleur de Clichy	RC - Résidentiel	5 000 kW	28 104 MWh	2015	Plaquettes forestières Classe A
Nanterre - Hoche	Ville de Nanterre	RC - Résidentiel	50 kW	0 MWh	2010	Plaquettes forestières
Nanterre	EPADESA	RC - Résidentiel	1 600 kW	99 MWh	En construction	Plaquettes forestières
Suresnes	Ville de Suresnes	Chaufferie dédiée piscine, école, gymnases	600 kW	6 920 MWh	2011	
Fontenay-aux-Roses	OPDH92	Chaufferie dédiée	900 kW	1 938 MWh	2001	
Argenteuil (hors 92)	Argevalor	RC - Résidentiel	1 700 kW	0 MWh	En construction	Plaquettes
Verrières le buisson (hors 92)	Ville de Verrières-le-Buisson	Chaufferie collective dédiée équipements communaux	200 kW	7 889 MWh	2010	Plaquette forestières
Carrières sur Seine (hors 92)	Ville de Carrières sur seine	Résidentiel	56 kW	554 MWh	En construction	

*Inventaire des chaufferies biomasses dans les Hauts-de-Seine<sup>13</sup>*

Le tableau ci-dessous synthétise la puissance et l'énergie fournie par les chaufferies biomasse du Département :

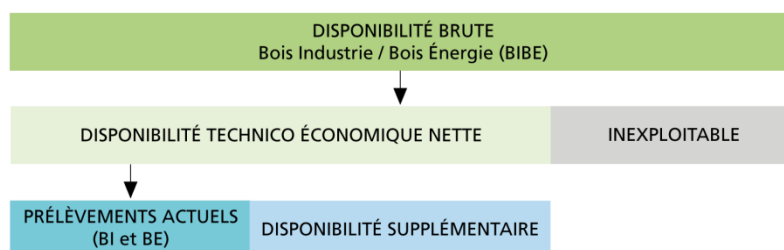
<sup>13</sup> Source : <http://www.biomasse-energie-idf.fr/> (ADEME, ARENE, FRANCILBOIS)

Récapitulatif	Puissance	Energie fournie (pour les chaufferies dont les données sont connues)
Actuellement en service	23 750 kW	30 694 MWh
En projet	4 606 kW	21 491 MWh
Total	28 356 kW	52 186 MWh

### 3.8.5 GISEMENT DANS LES HAUTS-DE-SEINE

#### 3.8.5.1 Ressources en bois d'œuvre, en bois industrie et en bois énergie (BO et BIBE)

L'outil <http://www.dispo-boisenergie.fr> proposé par l'ADEME nous a permis d'estimer la disponibilité de bois-énergie en région Île-de-France (hors déchets de bois). Il s'agit de la disponibilité supplémentaire sur le graphique ci-dessous.



Disponibilité supplémentaire, graphique issu de l'outil [www.dispo-boisenergie.fr](http://www.dispo-boisenergie.fr) de l'ADEME

La disponibilité supplémentaire en Île-de-France est actuellement de 230 000 tonnes de bois (matière sèche – essences feuillus), soit 805 GWh PCI. Ce qui représente 18 fois la quantité annuelle de bois consommée actuellement par tous les réseaux de chaleur du Département.

L'étude sur la biomasse réalisée dans le cadre du SRCAE d'Île-de-France indique que la combustion de déchets bois (bois en fin de vie Classe A) représente 315 kT/an.

#### 3.8.5.2 Conclusion

- ➔ La disponibilité supplémentaire en Île-de-France est actuellement de 230 000 tonnes de bois (matière sèche – essences feuillus), soit 805 GWh PCI. Ce qui représente 18 fois la quantité de bois consommée annuellement par tous les réseaux de chaleur du Département.

### 3.8.6 PERSPECTIVES DU GISEMENT A L'HORIZON 2035

#### 3.8.6.1 Ressources en bois d'œuvre, en bois industrie et en bois énergie (BO et BIBE)

L'ADEME, l'IGN et le FCBA ont publié une étude intitulée « Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 » le 22 février 2016. Un scénario de gestion dynamique prévoit les disponibilités supplémentaires en 2031-2035 en Île-de-France :

	BO <sup>14</sup> potentiel	BIBE <sup>15</sup> potentiel
--	----------------------------	------------------------------

<sup>14</sup> BO : Bois d'Œuvre

<sup>15</sup> BIBE : Bois d'Industrie et Bois Énergie

	Tous feuillus	Résineux	Toutes essences	Tous feuillus	Résineux	Toutes essences
2031-2035	740	49	789	782	73	855

*Disponibilités supplémentaires GWhPCI/an – Scénario de gestion dynamique à l'échelle 2031-2035*

Toutes essences confondues, la disponibilité supplémentaire du bois-énergie sera de 1 644 GWh à l'horizon 2031-2035 en Île-de-France.

### 3.8.6.2 Ressources en déchets bois

A l'horizon 2030, la filière de valorisation énergétique des déchets bois pourra être développée. Comme pour les ordures ménagères, on estime que la production de déchets sera identique à la production actuelle, la croissance démographique étant compensée par les actions de sensibilisation à la gestion des déchets.

Le tableau ci-dessous présente donc le gisement de déchets bois potentiellement disponible à l'horizon 2030 en Île-de-France.

Filière	Déchets bois produits en France (hors auto-consommation)		Déchets bois produits en Île-de-France	Déchets bois en Île-de-France non valorisé (estimation)
	kTonnes	Part non valorisées	kTonnes	kTonnes
Chantiers	2 185	23%	248	57
Ménages	1 857	29%	300	87
Industries	1 633	11%	144	15
Filière Emballage	901	8%	Pas de données	
Tertiaire	120	0%	86	0
Artisanat	400	21%	Pas de données	
Négoce/distribution	232	8%	331	27
<b>Total</b>	<b>7 328</b>	<b>100%</b>	<b>1109 kT</b>	<b>186 kT</b>

*Gisement de déchets-bois par filière.*

*Sources :*

1) *Étude ADEME, Évaluation du gisement de déchets bois et son positionnement dans la filière bois/bois énergie, Avril 2015*

2) *ADEME, Chiffres-Clés Déchets, Edition 2016*

3) *Ordif, Tableau de bord des déchets franciliens, Edition 2016*

On estime à 50% les déchets de bois valorisables en bois énergie. Le reste étant non valorisable ou valorisé en matière (qui est la priorité à donner à la valorisation des déchets). A l'échelle de l'Île-de-France, cela représente 93 kT de déchets de bois, soit 372 GWh environ.



### 3.8.6.3 Conclusion

- ➔ En prenant en compte tous les types d'essences et la valorisation énergétique des déchets-bois, la disponibilité supplémentaire du bois-énergie est évaluée à 2 016 GWh à l'échelle 2031-2035 en Île-de-France.

### 3.8.7 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation énergétique de la biomasse.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"><li>- Énergie renouvelable</li><li>- Énergie bien maîtrisée (nombreux retours d'expérience)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Livraisons par camions (pollution de l'air, nuisances sonores, embouteillages...)</li><li>- Emissions de poussières dans l'atmosphère : Systèmes de filtration des fumées à prévoir</li></ul>

#### 3.8.7.1 Impact sur la qualité de l'air

La combustion de bois dégage des particules fines qui impactent négativement la qualité de l'air. Celle-ci étant particulièrement fragile en Île-de-France, région soumise à un plan de protection de l'atmosphère (PPA). Des systèmes de filtration sur les fumées sont installés sur les chaufferies biomasse pour réduire le taux de poussières libéré par la combustion du bois dans l'air extérieur.

Sur les projets de faible puissance (<2MW), des filtres multi cyclones sont installés. Sur les projets de plus forte puissance des filtres à manches ou électrofiltres sont installés en complément du multicyclones afin de faire chuter la concentration de poussières dans les fumées.

Les émissions des chaudières sont réglementées par l'arrêté du 26 août 2013 et par le plan de protection de l'atmosphère (PPA) d'Île-de-France. Les valeurs limites d'émission (VLE) sont :

Puissance (MW)	Poussière	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Nox (mg/Nm <sup>3</sup> )	Co (mg/Nm <sup>3</sup> )
<i>Réglementation applicable</i>	<i>PPA</i>	<i>Arrêté du 26 août 2013</i>		
< 2	60	200	400	200
2 à 50	10	200	400	200
50 à 100	10	200	250	200
100 à 300	10	200	200	150
> 300	10	150	150	150

La circulation des camions de livraison est également un élément impactant la qualité de l'air qui est à prendre en compte.

### 3.8.8 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

Le foncier constitue un enjeu important pour les projets biomasse. En effet, le silo de stockage et son aire de livraison, les systèmes de filtration des fumées, le système de production d'appoint demandent

un terrain disponible plus conséquent que pour une chaufferie gaz. L'aire de livraison et les voiries alentours doivent permettre aux camions de livraison de manœuvrer : camions de 30 m<sup>3</sup> pour des puissances inférieures à 2MW, camions de 90 m<sup>3</sup> au-delà.

Pour être efficaces, les générateurs bois doivent fonctionner au maximum à une puissance proche de sa puissance nominale, ce qui demande une optimisation de fonctionnement constante et donc un suivi régulier.

### 3.8.8.1 Coût d'investissement pour la création d'une chaufferie biomasse

Une étude pilotée par l'ADEME<sup>16</sup> et publiée en Mai 2015 fournit des ratios d'investissement pour la création d'une chaufferie bois :

Puissance de la chaufferie	< 1 MW	Entre 1 et 3 MW	> 3 MW
Coût	1 106 €/kW	940 €/kW	611 €/kW

L'étude a été menée sur 129 chaufferies biomasses. Les coûts d'investissements ont été répartis en 4 grands postes :

- **Poste « Process bois »** : système d'alimentation automatique, le générateur de chaleur (foyer/chaudière), le traitement des fumées, l'évacuation des cendres, l'armoire de régulation des automatismes et des sécurités.
- **Poste « bâtiment chaufferie »** : ensemble des coûts de construction de la chaufferie centrale : local chaufferie, espace de stockage, voies d'accès et aire de livraisons, aménagements extérieurs. Pour information la sous-répartition moyenne du poste :
- **Poste « hydraulique, électricité et régulation en chaufferie »**
- **Poste « Etude / Ingénierie »**

Puissance biomasse de la chaufferie	< 1 MW	Entre 1 et 3 MW	> 3 MW
Coût total	1 106 €/kW	940 €/kW	611 €/kW
Poste Process bois	382 €/kW	293 €/kW	263 €/kW
Poste Bâtiment	455 €/kW	384 €/kW	214 €/kW
Poste Hydraulique, électricité et régulation	152 €/kW	111 €/kW	92 €/kW
Poste Etudes/ingénierie	101,8 €/kW 9,2 % de l'invest	59,2 €/kW 6,3 % de l'invest	45,2 €/kW 7,4 % de l'invest

<sup>16</sup> Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Kalice/Biomasse Normandie, Mai 2015

## 3.9 METHANISATION

L'étude de la ressource disponible grâce à la méthanisation de la fraction fermentescible des déchets s'appuie largement sur les données de la fiche technique « Méthanisation » de l'ADEME (mise à jour de Février 2015).

### 3.9.1 PRINCIPE

#### 3.9.1.1 Présentation

La méthanisation (ou digestion anaérobie) consiste à produire du gaz naturel, c'est-à-dire du méthane ( $\text{CH}_4$  – aussi appelé biométhane lorsqu'il est issu de la méthanisation) à partir de déchets organiques.

Le processus de méthanisation a lieu dans une cuve (un digesteur). Sous l'effet de la chaleur, de l'action d'un mélangeur et des bactéries présentes dans la cuve, les déchets organiques vont être transformés en biogaz (partie gazeuse) et en digestat (reste liquide – 6 à 8 % de matière sèche).

Le biométhane et le gaz naturel d'origine fossile possèdent des caractéristiques très similaires, et cohabitent dans le réseau de distribution.

Les déchets organiques peuvent provenir :

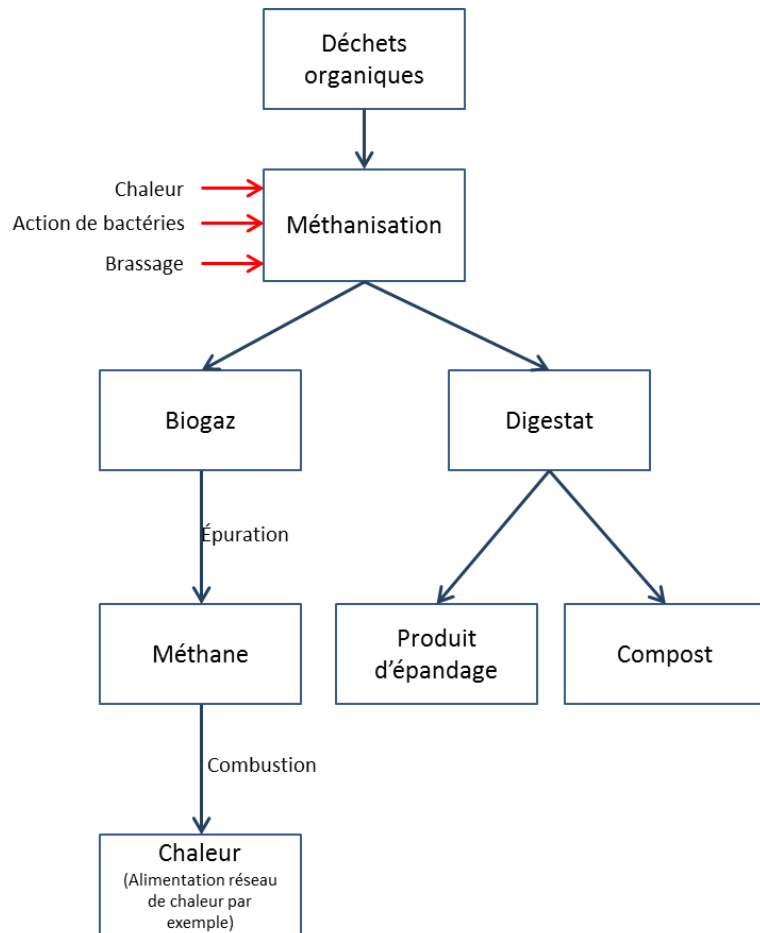
- Des déchets agricoles : déjections animales, déchets végétaux (paille...)
- Des boues de stations d'épuration
- Des ordures ménagères, la part valorisable étant la part fermentescible (15 à 20 kg/habitan/an, estimation Inddigo)



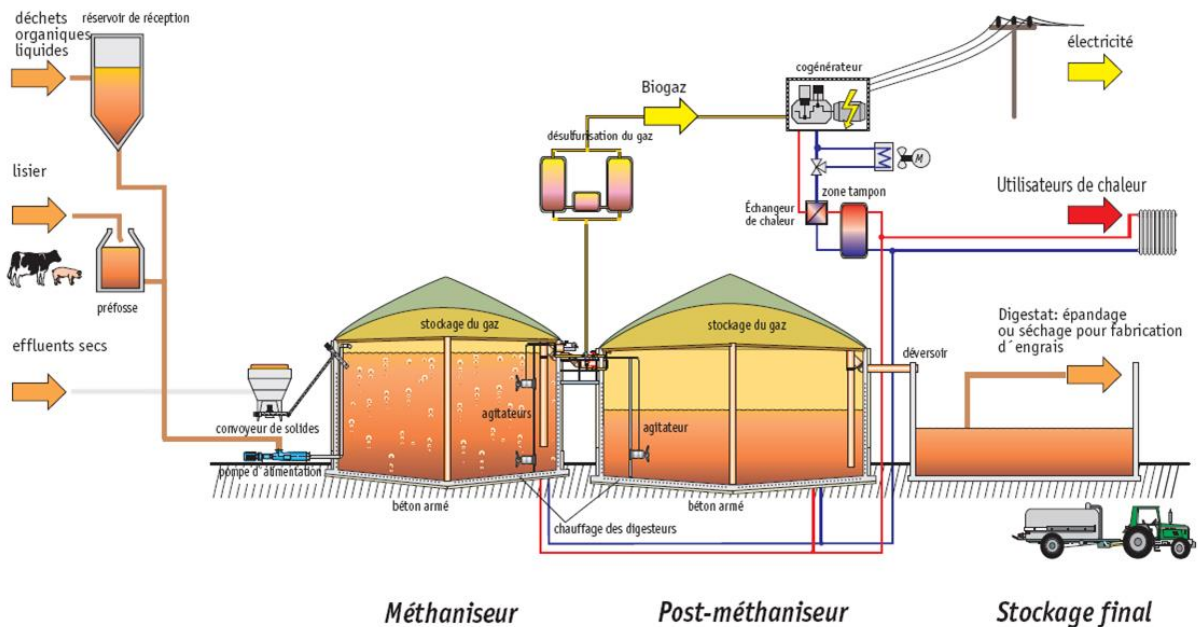
Unité de méthanisation au Gaec Beets dans le Loiret. (D. Poilvet)

Le processus de méthanisation produit un digestat qui est, juridiquement, un déchet. Il est donc très important, dès le début d'un projet de méthanisation, de prévoir l'élimination de ce déchet. Comme le rappelle l'ADEME dans sa fiche technique, les questions à se poser sont :

- Ai-je la capacité d'épandre le digestat à proximité ? (Le digestat peut être utilisé en tant qu'engrais)
- Ai-je un débouché pour mes produits transformés ?
- Les gains obtenus sur le coût de transport me permettront-ils de compenser les coûts de transformation ?
- Injection possible du méthane dans le réseau de distribution de gaz



### 3.9.1.2 Éléments constitutifs d'une unité de méthanisation



Les principaux éléments constitutifs d'une unité de méthanisation sont :

- Un système d'introduction de la matière dans le digesteur
- Un digesteur
- Un système de brassage
- Un système d'extraction, de pressage et éventuellement de pasteurisation du digestat
- Un système de traitement (filtres à sulfures), stockage et livraison du biogaz

Les unités de méthanisation peuvent être de tailles différentes en fonction de leur puissance. **Des unités de micro-méthanisation sont disponibles sur le marché, et peuvent être contenues dans un container. La puissance est alors d'environ 4 kW.**

#### *3.9.1.3 La production et la consommation de méthane sont indépendantes.*

Le flux d'intrants étant continu, l'unité de méthanisation produit du méthane tout au long de l'année. Heureusement, il est possible d'injecter le biométhane produit dans le réseau de distribution en cas de surproduction. La situation contraire est également envisageable : il est possible d'alimenter les chaufferies d'un réseau de chaleur avec du gaz issu du réseau de distribution plutôt qu'avec le gaz issu de la méthanisation.

### **3.9.2 VALORISATION DES EXTRANTS**

La méthanisation produit deux extrants : le gaz et le digestat (reste liquide). Ces deux produits peuvent être valorisés. Comme le rappelle l'ADEME dans sa fiche technique « Méthanisation », « *La méthanisation est une technique intéressante pour la gestion des déchets organiques puisqu'elle permet un double bénéfice de valorisation organique et énergétique.* »

#### *3.9.2.1 Valorisation du biogaz*

Le biométhane étant de même nature que le gaz d'origine fossile, il peut être utilisé de la même manière, c'est-à-dire :

- Utilisé comme combustible pour une production de chaleur, pour alimenter les chaudières de chauffage urbain par exemple,
- Utilisé comme combustible pour une production d'électricité. La production d'électricité permet d'écouler constamment les déchets,
- Utilisé comme combustible pour une cogénération (production d'électricité et de chaleur). C'est le mode de valorisation du biogaz le plus courant,
- En tant que carburant pour véhicules,
- Réinjecté dans le réseau de gaz naturel.

#### *3.9.2.2 Valorisation du digestat*

Après un éventuel traitement, les caractéristiques agronomiques et les paramètres d'innocuité du digestat sont généralement proches de celles d'un compost. Le digestat peut donc être épandu pour améliorer la fertilité des sols agricoles. Le digestat étant produit en continu, il doit être stocké avant de pouvoir être épandu.





Digestat

Source : RFI, Agnès Rougier

### 3.9.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

#### 3.9.3.1 Installations classées pour l'environnement

- **Unités de méthanisation**

Les unités de méthanisation sont des installations classées pour l'environnement, au titre de la rubrique 2781 « Méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute ».

Intrants	Quantité de matières traitées	Régime ICPE
Matière végétale brute, effluents d'élevage, matière stercoraires <sup>17</sup> , lactosérum et déchets végétaux	≥ 60 t/j	Autorisation
	Entre 30 et 60 t/j	Enregistrement
	≤ 30 t/j	Déclaration
Autres déchets non dangereux	-	Autorisation

Les unités de méthanisation traitant des déchets sont donc toutes soumises à une autorisation ICPE. A ce titre, toutes les unités doivent être à une distance de plus de 50 mètres que les habitations.

Une réglementation spécifique s'applique pour le traitement des matières d'origine animale (hors matières fécales et lactosérum). Il s'agit du règlement européen n° 1069-2009.

- Unités de combustion du biogaz

Les unités de combustion du biogaz sont soumises à la réglementation ICPE au titre de la rubrique 2910.

- Unités de stockage du biogaz

La rubrique ICPE 1411 relatif au stockage de gaz a été supprimée le 1<sup>er</sup> Juin 2015.

#### 3.9.3.2 Valorisation du digestat

L'épandage du digestat permet de fertiliser les sols. Un plan d'épandage doit être réalisé par l'exploitant agricole.

<sup>17</sup> Excréments

### 3.9.3.3 Valorisation du biogaz

Quatre décrets<sup>18</sup> du 21 novembre 2011 et quatre arrêtés du 23 novembre 2011 définissent les dispositifs d'injection et de vente du biométhane (mise en place de compteurs, formules de calculs et de révision des prix...)

## 3.9.4 GISEMENT DE DECHETS FERMENTESCIBLES

### 3.9.4.1 Gisement actuel

Le méthane peut être produit à partir de trois intrants : les boues de station d'épuration, ordures ménagères fermentescibles, effluents d'élevage

- Effluents d'élevage

D'après la chambre d'agriculture d'Île-de-France, la petite couronne compte 91 exploitations, qui sont principalement des exploitations maraîchères. Aucun élevage n'est répertorié dans les Hauts-de-Seine. Le gisement d'effluents d'élevage est donc trop faible dans le département des Hauts-de-Seine pour pouvoir être considéré comme ressource pour un réseau de chaleur.

- Ordures ménagères

On estime le gisement de déchets fermentescibles à 30 kg/an/habitant, et une production de méthane équivalent à 1,1 kWh par kilogramme de déchet fermentescibles.

Deux modes d'obtention des biodéchets peuvent être envisagés :

- Collecte de biodéchets en pied d'immeubles, ce qui suppose la sensibilisation puis la coopération des habitants, mais qui va dans le sens de la TEPCV (Loi de Transition Énergétique Pour la Croissance Verte) qui prévoit, d'ici 2025, la généralisation du tri à la source des biodéchets des ménages (article 70 V 4°) et des entreprises (article 70 IX)
- Tri mécano-biologique des déchets ménagers. Les biodéchets sont obtenus par tri des déchets ménagers.

- Boues de stations d'épuration

Différents retours d'expériences nous permettent d'estimer la production de biogaz à 5 Nm<sup>3</sup> par équivalent-habitant traité. On estime le pouvoir calorifique du biogaz à 10 kWh/Nm<sup>3</sup>, et à 87,5% la part de biogaz pouvant être valorisé (les 12,5% restant sont nécessaires au maintien en température du digesteur).

Une seule station d'épuration est présente sur le département des Hauts-de-Seine, celle de Colombes, qui traite l'équivalent de la production d'eaux usées de 900 000 habitants. Aujourd'hui, les boues de la station d'épuration sont incinérées sur place, sans récupération de chaleur. Ces boues représentent un potentiel de 39 375 MWh/an de gaz issu de la méthanisation.

- Gisement identifié

Le tableau ci-dessous présente l'estimation du méthane pouvant être valorisé dans un réseau de chaleur grâce aux déchets des habitants des communes du département.

La production de déchets fermentescibles par habitant est estimée à 30 kg/an. Une tonne de déchets fermentescibles permet de produire 1,1 MWh grâce à la méthanisation. Une partie du méthane produit (environ 12,5 %) est utilisée pour maintenir la cuve de méthanisation à une température comprise entre 48 et 55 °C. Nous avons donc un ratio global de 28,9 kWh de méthane valorisable par habitant et par an.

---

<sup>18</sup> Décrets N°2011-1595, 2011-1596, 2011-1597, 2011-1598

Nom de la commune	Population municipale (hab)	Déchets fermentescibles (t)	Méthane produit (MWh)	Méthane pouvant être valorisé (MWh)
Antony	61 603	1 848	2 033	1 779
Asnières-sur-Seine	86 799	2 604	2 864	2 506
Bagneux	38 817	1 165	1 281	1 121
Bois-Colombes	28 514	855	941	823
Boulogne-Billancourt	116 927	3 508	3 859	3 376
Bourg-la-Reine	19 881	596	656	574
Châtenay-Malabry	33 067	992	1 091	955
Châtillon	37 089	1 113	1 224	1 071
Chaville	19 619	589	647	566
Clamart	52 457	1 574	1 731	1 515
Clichy	59 783	1 793	1 973	1 726
Colombes	84 392	2 532	2 785	2 437
Courbevoie	84 658	2 540	2 794	2 444
Fontenay-aux-Roses	22 946	688	757	663
Garches	17 662	530	583	510
La Garenne-Colombes	29 072	872	959	839
Gennevilliers	43 376	1 301	1 431	1 252
Issy-les-Moulineaux	67 360	2 021	2 223	1 945
Levallois-Perret	65 374	1 961	2 157	1 888
Malakoff	30 428	913	1 004	879
Marnes-la-Coquette	1 712	51	56	49
Meudon	45 507	1 365	1 502	1 314
Montrouge	48 954	1 469	1 615	1 414
Nanterre	93 509	2 805	3 086	2 700
Neuilly-sur-Seine	62 075	1 862	2 048	1 792
Le Plessis-Robinson	28 911	867	954	835
Puteaux	44 506	1 335	1 469	1 285
Rueil-Malmaison	79 204	2 376	2 614	2 287
Saint-Cloud	29 360	881	969	848
Sceaux	19 520	586	644	564
Sèvres	23 206	696	766	670
Suresnes	48 526	1 456	1 601	1 401
Vanves	27 783	833	917	802
Vaucresson	8 747	262	289	253
Ville-d'Avray	11 419	343	377	330
Villeneuve-la-Garenne	25 007	750	825	722
<b>Sous-total</b>	<b>1 597 770</b>	<b>47 933</b>	<b>52 726</b>	<b>46 136</b>
Station d'épuration de Colombes			45 000	39 375
<b>Total</b>			<b>97 726</b>	<b>85 511</b>

- Classement du gisement par syndicat de traitement des déchets ou d'assainissement

Nom du syndicat	Population municipale (hab)	Déchets fermentescibles (t)	Méthane produit (MWh)	Méthane pouvant être valorisé (MWh)
SYCTOM (92 uniquement)	162 982	4 889	5 378	4 706
SIMACUR (92 uniquement)	2 879 910	86 397	95 037	83 157
SITU (Rueil-Malmaison uniquement)	79 204	2 376	2 614	2 287
SIAAP Station d'épuration de Colombes			45 000	39 375
<b>Total</b>			<b>97 726</b>	<b>85 511</b>

- ➔ A l'échelle des Hauts-de-Seine, la méthanisation permettrait de produire 86 GWh de gaz.

#### 3.9.4.2 Gisement à l'horizon 2030

Nous estimons que le gisement de matière méthanisable d'origine agricole restera nul en 2030.

Le gisement des ordures ménagères identifié est étroitement lié à la population. On estime que la hausse démographique attendue d'ici 15 ans est contrebalancée par des actions de sensibilisation de réduction des déchets. Le gisement n'est donc pas amené à évoluer sensiblement.

A l'horizon 2030, le gisement issu des boues d'épuration est estimé à 37 406 MWh, soit une baisse de 5%, qui s'explique par une diminution de la consommation en eau, qui est plus importante que la croissance démographique. En outre, la station d'épuration de Colombes ne fait pas l'objet de projet pouvant modifier sa capacité de production.

- ➔ A l'horizon 2030, le biométhane pourrait représenter 84 GWh.

### 3.9.5 EXEMPLES D'INSTALLATIONS DANS LES HAUTS-DE-SEINE

#### 3.9.5.1 Station d'épuration de Maisons-Laffitte

Le site SINOE ® (sinoe.org) de l'ADEME présente les unités de méthanisation en France.

Aucune n'est située sur le territoire des Hauts-de-Seine. L'unité de méthanisation la plus proche est celle de la station d'épuration de Maisons-Laffitte (Yvelines), qui valorise le biogaz en cogénération.

#### 3.9.5.2 Le SYCTOM et le SIAAP intéressés par la méthanisation

A la fin de l'année 2016, le SYCTOM et le SIAAP ont lancé un appel d'offres conjoint pour étudier les possibilités de méthaniser à grande échelle la fraction organique et fermentescibles des déchets ménagers (traités par le Syctom) et les boues d'épuration (traitées par le SIAAP).

Un projet pilote devrait être mis en œuvre entre juillet et septembre 2018.

### 3.9.6 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

#### 3.9.6.1 Les unités de méthanisation sont a priori peu compatibles avec un milieu urbain dense

Si la méthanisation en milieu faiblement urbanisé présente des intérêts indéniables, la mise en place d'une unité de méthanisation en milieu urbain soulève plusieurs problèmes :

- Circulation de camions : Pour fonctionner, une unité de méthanisation doit être approvisionnée de matières organiques et le digestat doit être évacué, ce qui suppose des allées et venues de

camions, et les nuisances intrinsèque : pollution de l'air, nuisances sonores, densification du trafic...

- **Filière de traitement du digestat :** Le digestat produit par la méthanisation doit être évacué. Il est habituellement valorisé en tant qu'engrais, épandu sur les terres agricoles. En 2010, la superficie de cultures permanentes étaient de 1 hectare (Source : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>), soit 10 000 m<sup>2</sup>, ce qui est très faible pour pouvoir épandre le digestat. Le digestat peut également être enfoui.
- **Problématique foncière :** La taille des unités de méthanisation est très variable en fonction du tonnage de déchets traités. Cependant, pour une même puissance, le foncier nécessaire pour installer une unité de méthanisation est beaucoup plus important que pour la géothermie ou une chaufferie bois par exemple. L'unité de méthanisation doit de plus permettre les manœuvres des camions d'évacuation du digestat et d'apport de matières organiques.
- **Acceptabilité des riverains :** La méthanisation peut ne pas être acceptée par les riverains. A titre d'exemple, le projet d'usine de méthanisation de Romainville (Seine-Saint-Denis) a provoqué de vives contestations de la part d'associations de riverains comme Arivem. Ce projet d'usine de méthanisation, lui aussi situé en petite couronne était porté par le Syctom et devait traiter 322 000 tonnes de déchets annuellement. Cette problématique est d'autant plus vive en milieu urbain.
- **Pas de nécessité d'être proche des habitations.** Le gaz issu de la méthanisation peut être réinjecté dans le réseau de distribution de gaz géré par GrDF. Il n'est donc pas nécessaire que la consommation de gaz ait lieu à proximité de l'unité de méthanisation.

### 3.9.6.2 Tableau récapitulatif

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la méthanisation.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie de récupération</li> <li>- Souplesse production/consommation de méthane (possibilité de réinjecter le gaz)</li> <li>- Pas de système d'appoint nécessaire pour l'alimentation d'un réseau de chaleur</li> <li>- Diminution des déchets ou boues à traiter</li> <li>- Inscription dans la dynamique de la LTEPCV qui prévoit la généralisation de la collecte des biodéchets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'approvisionnement en matière fermentescible est constant tout au long de l'année</li> <li>- Foncier nécessaire important</li> <li>- Production de digestat avec la nécessité de trouver une filière de traitement adéquate</li> <li>- Circulation de camions pour l'approvisionnement et l'évacuation du digestat</li> <li>- Coopération avec des tiers nécessaires pour la récupération du digestat et l'approvisionnement en matière fermentescible</li> <li>- Les unités de méthanisation doivent être à plus de 50m des habitations.</li> <li>- Acceptation par les riverains (risque d'odeur liées aux intrants, rotation de camions, cheminée).</li> </ul>

### 3.9.7 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT

Les données économiques accessibles concernent principalement les unités de méthanisation agricole. L'étude de l'ADEME « Analyse des coûts d'investissement en méthanisation agricole, Comparaison France et Allemagne », de Février 2013, indique qu'en France, le coût moyen d'investissement est d'environ 6 000 € HT/kW.



## 3.10 LES COMBUSTIBLES SOLIDES DE RECUPERATION (CSR)

La publication de la Loi sur la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTEPCV) en août 2015 a permis d'inscrire officiellement l'utilisation des CSR comme outil permettant de concourir à la fois à :

- l'amélioration de la gestion des déchets (participe à la réduction de l'enfouissement),
- l'amélioration de la maîtrise de l'énergie (plus d'indépendance vis-à-vis des énergies fossiles),
- la participation à l'économie circulaire (dans le cas où le CSR est produit et utilisé sur le même territoire).

### 3.10.1 DEFINITION

Comme leur nom l'indique, les Combustibles Solide de Récupération, sont des combustibles issus de déchets, le principe étant de récupérer l'énergie contenue dans des déchets par combustion. Les CSR n'ont donc pas une composition définie, elle est au contraire adaptable au cahier des charges de l'utilisateur (pouvoir calorifique, humidité, composition, granulométrie, densité, ...).

La définition de référence est celle proposée par le Décret n° 2016-630 du 19 mai 2016<sup>19</sup>. Cette définition est insérée dans le code de l'environnement à l'article R. 541-8-1.

« *Un combustible solide de récupération est un déchet non dangereux solide, composé de déchets qui ont été triés de manière à en extraire la fraction valorisable sous forme de matière dans les conditions technico-économiques du moment, préparé pour être utilisé comme combustible dans une installation relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Reste un combustible solide de récupération, celui auquel sont associés des combustibles autorisés au B de la rubrique 2910. Un arrêté du ministre chargé de l'environnement fixe les caractéristiques de ces combustibles, la liste des installations où ils peuvent être préparés ainsi que les obligations auxquelles les exploitants de ces dernières installations sont soumis en vue de garantir la conformité des combustibles préparés à ces caractéristiques.* »

- ➔ Les CSR ne peuvent donc pas être composés de matière recyclable. La gestion des déchets en France et dans l'Union Européenne doit privilégier le recyclage qui permet une utilisation des ressources à long terme.

### 3.10.2 CARACTERISTIQUES DES CSR

Les CSR sont des mélanges de matériaux combustibles non dangereux non recyclables (matériaux en mélange, souillés, de petite taille), issus de déchets non dangereux, essentiellement de :

- Déchets d'activités économiques,
- Refus de tri de centres de tri de collecte sélective,
- Refus de tri d'installation de tri-compostage ou tri-méthanisation,
- Refus de tri d'installations de traitement d'OMR (Ordures Ménagères Résiduelles) ayant fait l'objet d'un tri à la source des recyclables et des biodéchets.

Les CSR comprennent une part d'origine fossile (les plastiques) et une part d'origine renouvelable (papier/carton, bois, textiles souillés, n'ayant pas pu faire l'objet d'une valorisation matière). Avec un pouvoir calorifique (PCI) de 3,3 à 6,4 kWh/kg en moyenne, les CSR ont une efficacité énergétique bien souvent très supérieure à celle de l'incinération d'ordures ménagères.

Une étude menée par l'ADEME illustre bien la diversité des CSR. Cette étude, publiée en Décembre 2015 et intitulée « *CSR – Caractérisations et évaluation des performances en combustion* », a pour

---

<sup>19</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032551134&dateTexte=&categorieLien=id>

objectif d'améliorer la connaissance du gisement, de tester différents types de CSR en combustion afin de permettre le développement des techniques de combustion des CSR. Une des conclusions de l'étude est que les caractéristiques physiques et chimiques des CSR étudiés peuvent présenter des variations importantes suivant l'origine du CSR. Cependant, les caractéristiques d'un même CSR semblent assez stables dans le temps.

### **3.10.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE**

#### *3.10.3.1 La loi de transition énergétique pour la croissance verte*

En France, les CSR ont le statut de déchets. Ils doivent donc être traités conformément à la réglementation en vigueur sur les déchets.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTEPCV – article 70) vise à « Assurer la valorisation des déchets qui ne peuvent être recyclés [...] » et introduit deux éléments :

La préparation et la valorisation des CSR doivent faire l'objet d'un cadre réglementaire adapté  
Les installations de production d'énergie à partir de CSR doivent pouvoir fonctionner avec de la biomasse et ne pas être dépendante exclusivement de l'alimentation en déchets.

#### *3.10.3.2 Une réglementation récente*

Le décret n°2016-630 du 19 mai 2016 a créé la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour l'environnement (ICPE). Cette rubrique est dédiée aux « Installations de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible »

Les installations de production et d'utilisation des CSR sont réglementées par deux arrêtés du 23 Mai 2016 :

**Arrêté relatif à la préparation de CSR.** Il impose :

- un PCI brut minimum (3 334 kWh/t de CSR)
- des teneurs maximales en mercure, chlore, brome et composés halogénés
- une justification annuelle que la matière utilisée ne peut être recyclée

**Arrêté relatif à la production de chaleur et/ou d'électricité à partir de CSR** Il impose des obligations de performance énergétique et de suivi environnemental :

- Obligation de performance énergétique

Les unités de combustion de plus de 20 MW en Métropole valorisent obligatoirement l'énergie en chaleur pour répondre en besoin local, et éventuellement en électricité en complément.

Des rendements mensuels minimum doivent être atteints :

Mode de valorisation	Période	Rendement minimum mensuel à atteindre
Valorisation thermique uniquement	Année complète	70%
Valorisation thermique et électrique	Période hivernale (1 <sup>er</sup> novembre au 31 mars)	70%
	Période estivale (1 <sup>er</sup> avril au 31 octobre)	30%
Valorisation électrique uniquement (puissance inférieure à 20MW et les départements d'Outre-mer)	Année complète	30%

- Obligations de suivi environnemental – (très proches des exigences de l'incinération de déchets non dangereux)

Les caractéristiques des VLE (Valeurs Limites d'Émission) en « incinération » et « cimenterie » sont identiques aux VLE de l'arrêté du 20/09/2002 (rubrique 2771 – incinération de déchets non dangereux).

Seules les VLE pour les « autres installations co-incinérant des CSR à l'exclusion des turbines et moteurs à gaz » diffèrent pour les SOx, NOx et taux de poussière.

### 3.10.4 PRINCIPE

L'installation d'une production de chaleur à CSR suppose l'installation d'une chaudière adaptée, qui n'est pas nécessairement compatible avec d'autres combustibles.

Description des deux principales technologies de combustion :

- La combustion sur grille :
  - cette technique ne fonctionne correctement qu'avec des déchets ou des mélanges de déchets dont le PCI moyen est compris en 2,2 et 3,3 kWh/kg
  - ce système ne nécessite pas nécessairement de prétraitement des déchets (mais l'utilisation exclusive de CSR dans ces installations permet de réduire les coûts de traitement des fumées).
- La combustion sur lit fluidisé :
  - le principe est de maintenir le combustible en suspension dans le foyer en injectant de l'air
  - elle permet d'utiliser des déchets ayant une gamme très large de PCI (de 1,6 à 8 kWh/kg environ)
  - la température dans la couche fluidisée est relativement constante, ce qui permet d'obtenir des conditions très stables de production d'énergie
  - cette méthode nécessite le prétraitement des déchets utilisés (a minima pour en moduler la taille). Les installations disposant de ce dispositif ne sont donc pas directement en compétition avec les installations de traitement des ordures ménagères résiduelles (OMR)

- plusieurs installations en Allemagne et en Italie utilisant cette technologie éprouvent des difficultés de mise en place et de fonctionnement. Ce système est en effet plus complexe que la méthode sur grille
- bien que les efficacités énergétiques soient très proches, les lits fluidisés nécessitent plus d'énergie fossile au démarrage.

### 3.10.5 GISEMENT DISPONIBLE

#### 3.10.5.1 Usines de préparation de CSR

Actuellement (Décembre 2016), la base des installations classées pour l'environnement ne fait état d'aucune installation soumise à la nouvelle rubrique 2971. On connaît cependant quelques usines de préparation de CSR (liste non exhaustive), mais aucune n'est située dans la région Île-de-France :

Nom installation	Commune
Ikos Fresnoy	Fresnoy-Folny
Azuréo	Carros
SMITED	Champdeniers
SYMEVAD	Evin Malmaison
Puy en Velay	Polignac
PENA METAUX SAS PRIVE	Merignac
CODERES	Gonfreville l'Orcher
Provence Valorisation - SITA	Istres
Propreté Nord Normandie - VEOLIA	Oissel
OPALE ENVIRONNEMENT - SECHE	Calais

*Usines de préparation de CSR en France*

#### 3.10.5.2 Volume et gestion des déchets en Île-de-France et dans les Hauts-de-Seine

La production de CSR s'inscrit dans un cadre existant : la gestion des déchets. Le gisement de CSR dépend donc du volume de déchets produits et de leur traitement.

Les déchets peuvent être convertis en CSR s'ils respectent une double condition :

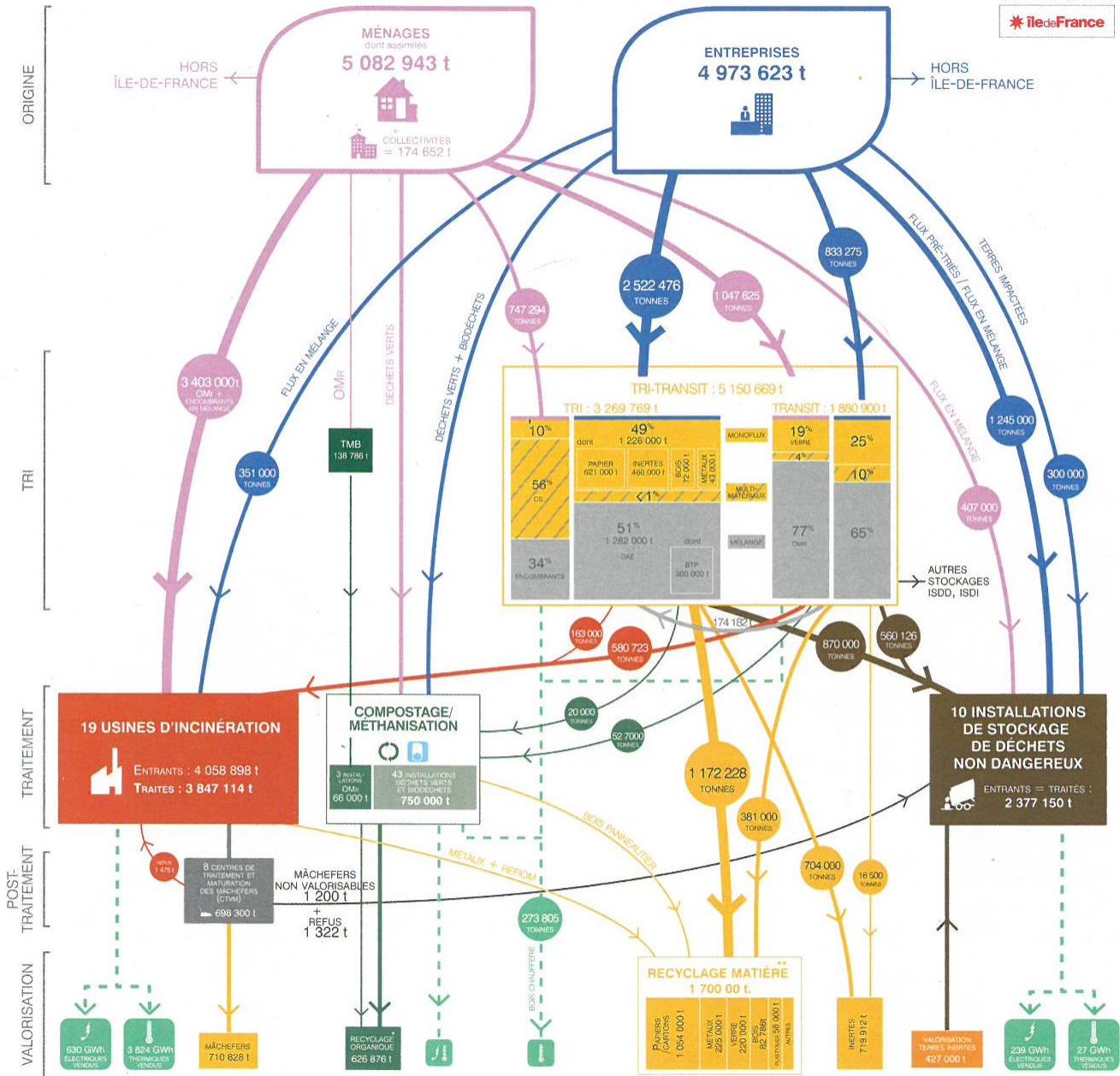
- Être destinés à l'enfouissement. Les autres modes de gestion des déchets valorisent déjà les déchets en énergie (incinération) ou en matière (recyclage).
- Transiter par un centre de tri ou de transit. La production de CSR nécessite en effet une préparation qui ne peut s'effectuer qu'au sein d'un circuit prévu à cet effet, c'est-à-dire un centre de tri ou de transit.

On peut raisonnablement estimer qu'à l'échelle 2030, la part des déchets orientés vers un centre de tri ou de transit augmentera, au détriment des déchets destinés à l'enfouissement sans tri préalable.

Les déchets pouvant être convertis en CSR sont actuellement enfouis et non incinérés pour deux raisons majeures :

- Raison économique : l'enfouissement est plus économique que l'incinération.
- Raison technique : les usines d'incinération ne sont pas dimensionnées pour traiter davantage de volume.

# 10 752 000 TONNES DE DÉCHETS NON DANGEREUX TRAITÉS EN ÎLE-DE-FRANCE



\* Les tonnages valorisés par traitements biologiques prennent en compte, entre autre, la fraction fermentescible entrante qui aura permis la production de compost normé/digestat utilisé (et non directement les tonnages sortant de compost et digestat du fait de la perte en masse de 70% pour le compost).  
 \*\*Ces tonnages intègrent également les flux orientés vers le réemploi, mais n'intègrent pas les mâchefères matures.

Synoptique du traitement des déchets non dangereux en Île-de-France en 2014 (Source : ORDIF)

A partir des éléments ci-dessus, nous pouvons estimer le gisement de CSR en Île-de-France à l'horizon 2030 ; en intégrant les répercussions de la politique nationale déchets (interdiction de l'enfouissement notamment) et sans impact de prévention (compensée par l'augmentation démographique).

Estimation du gisement potentiel de CSR en Île-de-France :

Gisement non dangereux non inertes (t/an) (a)	Destination		Destination 2030 (b)	Estimation du gisement potentiel "refus haut PCI" d'après données Ordif (t/an)				Estimation du gisement potentiel de CSR à l'horizon 2030 en t/an – Hypothèses validées ADEME <sup>20</sup>			
	Ordif, données 2014			Hypothèse basse de production de refus (d)	Hypothèse haute de production de refus (d')	Estimation basse en t/an (e=a*b*d)	Estimation haute en t/an (e'=a*b*d')	Hypothèse basse de production de CSR (f)	Hypothèse haute de production de CSR (f')	Estimation basse en t/an (g=f*e)	Estimation haute en t/an (g'=f'*e')
<b>Ordures ménagères :</b>  <b>5 743 705</b>	13%	Tri	20%	22%	32%	248 213	363 087	20%	55%	49 643	199 698
	18%	Transit/tri	20%	25%	35%	284 654	399 528	20%	55%	56 931	219 741
	2%	Méthanisation	4%								
	59%	Incinération avec valorisation énergétique	56%								
	7%	Centre de stockage	3%								
<b>Entreprises :</b>  <b>5 251 751</b>	48%	Tri	54%	22%	32%	612 774	896 368	20%	55%	122 555	493 003
	16%	Transit/tri	19%	25%	35%	247 260	347 043	20%	55%	49 452	190 874
	0%	Méthanisation	1%								
	7%	Incinération avec valorisation énergétique	7%								
	29%	Centre de stockage	19%								
<b>Total</b>										<b>278 580</b>	<b>1 103 315</b>
<i>Soit en MWh</i>										<i>919 314</i> <i>(3,3 MWh/t ou</i> <i>2 581 kcal/kg)</i>	<i>7 061 214</i> <i>(6,4 MWh/t ou</i> <i>5 162 kcal/kg)</i>

Les hypothèses basses et hautes correspondent au refus de tri et de transit : refus constatés par l'Ordif en 2014, +/- 5 %.

<sup>20</sup> Étude « État de l'art de la production et de l'utilisation de combustibles solides de récupération » publiée par l'ADEME en Août 2012



A partir du tableau ci-dessus, on estime la part de CSR produit dans le département des Hauts-de-Seine à l'horizon 2030 à partir de la démographie et du nombre d'entreprises du département.

	Île-de-France		Hauts-de-Seine		
	Estimation basse en t/an (g=f*e)	Estimation haute en t/an (g'=f'*e')	Part de la population ou d'entreprises	Estimation basse gisement CSR t/an	Estimation haute gisement CSR t/an
	49 643	199 698	13%	6 576	26 455
	56 931	219 741		7 542	29 110
	0	0		0	0
	0	0		0	0
	0	0		0	0
	122 555	493 003	14%	17 167	69 058
	49 452	190 874		6 927	26 737
	0	0		0	0
	0	0		0	0
	0	0		0	0
<b>Somme (t/an)</b>	<b>278 580</b>	<b>1 103 315</b>		<b>38 212</b>	<b>151 359</b>
<b>Soit en MWh/an</b>	<b>919 314</b>	<b>7 061 214</b>		<b>126 100</b>	<b>968 699</b>
				<i>(3,3 MWh/t ou 2 581 kcal/kg)</i>	<i>(6,4 MWh/t ou 5 162 kcal/kg)</i>

➔ A l'horizon 2030, le gisement de CSR dans les Hauts-de-Seine sera d'environ 550 GWh

### 3.10.6 INTERETS ET FREINS AU DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE

#### 3.10.6.1 Les acteurs de la gestion des déchets à mobiliser

La filière CSR n'étant pas développée dans la région Île-de-France, les acteurs de la gestion des déchets devront être mobilisés et devront développer des procédures et des infrastructures pour répondre aux besoins de production, ce qui suppose là aussi des investissements et des délais importants. Dix années environ sont nécessaires pour mettre en service un centre de tri.

Un autre enjeu important est la concurrence entre la vente de CSR par les syndicats de traitement des déchets, et leur utilisation dans les incinérateurs qu'ils exploitent (et dont la chaleur est valorisée).

Pour mettre au point des réseaux de chaleur aux CSR, l'achat-vente de CSR devra être plus avantageux (financièrement, techniquement et/ou réglementairement) pour les syndicats que leur utilisation en incinérateur.

#### 3.10.6.2 Les CSR : une ressource à utiliser en flux tendu

Les CSR sont produits à partir de déchets. Leur production est continue tout au long de l'année, ce qui suppose que les CSR soient utilisés eux-aussi en continu pour éviter des coûts de stockage et de logistique respectant la réglementation des déchets (puisque les CSR ont le statut de déchet).

Ce coût logistique sera à supporter entièrement par les utilisateurs de CSR. En effet, si les producteurs étaient amenés à prendre en charge le coût de stockage, ils préféreraient s'orienter vers des consommateurs industriels consommant les CSR tout au long de l'année.

La consommation de CSR en continu requiert des besoins en continu et des projets de réseaux avec des niveaux de chaleur livrée très conséquents (installation CSR de l'ordre de 15 à 20 MW, avec un fonctionnement continu).

L'émergence de projets de cette nature sur le Département des Hauts-de-Seine sera difficile compte tenu des contraintes liées à l'urbanisation.

### 3.10.6.3 Une filière en développement

La filière étant peu voire pas développée pour le moment, les technologies ne sont pas encore maîtrisées, ce qui suppose des coûts d'investissements importants pour développer l'installation de production de chaleur (matériel, moyens humains...). Pour rentabiliser ces investissements, il faut être en mesure de vendre et produire un maximum de chaleur, c'est-à-dire produire de la chaleur à une puissance nominale de plus de 8 000 heures par an.

Dans le cas des réseaux de chauffage urbain, la chaleur à produire n'est pas suffisamment importante pour rentabiliser les installations. Une solution consiste à associer une production d'électricité à la production de chaleur.

### 3.10.6.4 Une acceptabilité à acquérir

Le statut de déchet des CSR et le rattachement aux rubriques ICPE d'incinération ICPE (2971) ont pour conséquence immédiate l'assimilation des projets à l'incinération traditionnelle. A cause de cette assimilation, les habitants et les associations environnementales peuvent être hostiles au projet, alors même que les déchets brûlés n'ont pas la même origine ni les mêmes caractéristiques, et que les procédés de combustion sont différents.

Ce risque « NIMBY » (Not In My Back Yard) ou « NIMEY » (Not In My Election Year) peut freiner un projet de réseau de chaleur aux CSR, puisqu'il sera par essence situé à proximité de lieux de vie.

### 3.10.6.5 Pas ou peu de concurrence industrielle dans les Hauts-de-Seine

Comme tous les combustibles, les CSR peuvent être utilisés pour répondre à des besoins de chaleur industriels. Pour fabriquer leurs produits, les cimenteries notamment brûlent d'importantes quantités de matières (gaz, coke de pétrole, fioul lourd, huiles usagées, déchets, pneus, CSR...). Dans les Hauts-de-Seine et les communes limitrophes, aucune cimenterie n'est répertoriée dans la base ICPE. Le coût des CSR dans le département ne serait donc pas grevé par la concurrence industrielle.

Au sein des filières de gestion des déchets, la production de CSR est en concurrence avec l'enfouissement et l'incinération. Le prix de vente des CSR doit donc être compétitif par rapport à ces deux filières, même si les politiques publiques ont également un rôle à jouer dans les orientations de traitement des déchets.

### 3.10.6.6 Tableau récapitulatif

Le tableau suivant présente les intérêts et freins au développement de la valorisation des combustibles solides de récupération.

Intérêts	Freins
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de concurrence industrielle pour l'achat de CSR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptabilité par les riverains à acquérir</li> <li>- Peu de retours d'expérience</li> <li>- Les CSR doivent être consommés toute l'année</li> <li>- Partenariats à développer avec les acteurs de la gestion des déchets</li> <li>- Émissions de polluants dans l'air</li> <li>- Mobilisation de foncier</li> <li>- Circulation des camions</li> </ul>

### **3.10.7 DONNEES ECONOMIQUES D'INVESTISSEMENT**

L'utilisation de CSR étant très peu développée, il est très difficile de fournir un coût d'investissement fiable pour des chaufferies CSR.

La production de CSR demande également des investissements, qui seront supportés par les syndicats de traitement des déchets.

### 3.11 FINANCEMENT

Selon les ressources, des aides et des subventions EnR&R existent :

- D'une part, Le Fonds Chaleur, géré par l'ADEME depuis 2009, qui participe au développement de la production renouvelable de chaleur. En effet, l'Union européenne s'est donnée pour objectif de satisfaire 20% de sa consommation finale d'énergie par des énergies renouvelables (EnR) d'ici 2020. Cet objectif est de 23% pour la France. Il est complété par un objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Concernant notre étude, le Fonds Chaleur couvrirait les projets issus de ressources biomasse, solaire thermique, méthanisation, chaleur fatale industrielle ou encore réseau.
- D'autre part, la région Île-de-France dans une optique de favoriser le développement des EnR&R a mis en place également des aides pour les projets concernant la biomasse, le solaire thermique et la méthanisation.

Le tableau ci-dessous récapitule les subventions disponibles selon les ressources et liste les différentes conditions d'obtention et les niveaux d'aide correspondants :

Ressources	Aides et subventions Energies Renouvelables et de Récupération (EnR&R)	
	Aides Fonds Chaleur	Région Île-de-France
Biomasse	<p><b>Conditions</b> Production &gt; 100 tep/an Rendement production &gt; 85%</p> <p><b>Niveaux de subvention</b> &lt; 95 €/tep sur 20 ans</p>	
Solaire thermique	<p><b>Conditions</b> Surface &gt; 25 m<sup>2</sup> production &gt; 350 kWh/m<sup>2</sup>/an</p> <p><b>Niveaux de subvention</b> &lt;650 €/tep sur 20 ans</p>	(pour les particuliers uniquement)
Méthanisation	<p><b>Conditions</b> Production &gt; 100 tep/an</p> <p><b>Niveaux de subvention</b> Selon rentabilité du projet</p>	Appels à projets réguliers
Chaleur fatale industrielle	<p><b>Conditions</b> - Sur ressources industrielles - Sur fumées d'UVED</p> <p><b>Niveaux de subvention (taux d'aide maximal)</b> &lt; 20% grandes entreprises &lt; 30 % moyennes entreprises &lt; 40% petites entreprises</p>	
Réseau	<p><b>Conditions</b> &gt; 50% EnR&amp;R</p> <p><b>Niveaux de subvention</b> taux d'aide : 70% 331 à 1 323 €/ml selon DN</p>	

## 3.12 CONCLUSION

Le tableau suivant présente pour chaque ressource une synthèse des données sur les conditions de valorisation (haute/basse température), le taux de couverture accessible, les intérêts et freins au développement de la ressource concernée.

		UVED	Chaleur fatale industrielle	Data Centers	Eaux usées	Solaire thermique	Combustible solide de récupération	Méthanisation	Biomasse
Gisement supplémentaire disponible 2016 (MWh/an)	Haute température (>60°C)	48 000 MWh/an	22 000 MWh/an			45 609 MWh/an	0MWh/an	85 511 MWh/an	805 000 MWh/an (230 000 tonnes de bois) à l'échelle IDF
	Basse température (<60°C)	41 800 MWh/an	166 600 MWh/an	40 000 MWh/an	64 885 MWh (collecteurs) 66 110 MWh station Colombes		0 MWh/an		
Projection gisement disponible 2030 (MWh/an)	Haute température (>60°C)	53 000 MWh/an	17 600 MWh/an			46 066 MWh/an	550 000 MWh/an	83 542 MWh/an	2 016 000 MWh/an à l'échelle IDF
	Basse température (<60°C)	0 MWh/an	141 600 MWh/an	40 000 MWh/an	61 641 MWh (collecteurs) 62 805 MWh station Colombes				
Localisation de la ressource		UVED Carrières s/Seine Intérêt : Rueil-Malmaison/Nanterre pour le site de Carrières	> 50 000 MWh/Ville 1 - Colombes 2 - Le Plessis Robinson 3 - Villeneuve la Gne 4 - Boulogne Billrt 5 - Puteaux	Gisement maximal > 50 000 MWh/Ville Clichy-la-Garenne	100 000 MWh station épuration Colombes > 3 000 MWh/Ville Rueil-Malmaison Nanterre Colombes Asnières s/Seine Courbevoie	Département	Département	Département	Département
Compatibilité avec réseau	Vapeur	X					X	X	X
	Eau surchauffée	X					X	X	X
	Eau chaude	X				X	X	X	X
	Eau chaude très basse température (départ <70°C)	X	X	X	X	X	X		X
	Réseau de froid				X				



	UVED	Chaleur fatale industrielle	Data Centers	Eaux usées	Solaire thermique	Combustible solide de récupération	Méthanisation	Biomasse
Taux de couverture maximal	100%	Dépendant besoins et ressources (90%)	Dépendant besoins et ressources (90%)	Dépendant besoins et ressources (80%)	20%	100%	100%	100%
Niveaux d'investissements	6 000 000 € HT pour 20 MW		600 €/HT/kW	~ 4 000 € HT/kW pour petites puissances (< 500 kW)	600 € HT/m <sup>2</sup> centralisé 500 € HT/m <sup>2</sup> décentralisé	Très élevé	6 000 € HT/kW	- 1 106 €/HT/kW si P < 1MW - 940 €/HT/kW si 1 MW < P < 3MW - 611 €/HT/kW si P > 3MW
Principaux freins	- Filière très structurée en IdF - Site de Carrières-sur-Seine: La traversée de la Seine <b>Nouvelles installations</b> - Acceptation des riverains - Niveaux d'investissements	- Confidentialité des données - Sécurité du process - Pérennité de la ressource : contractualisation sur une durée de contrat de vente de chaleur	- Pérennité de la ressource : contractualisation sur une durée de contrat de vente de chaleur - Confidentialité des données - Mise en place de nombreuses installations afin d'adapter le réseau existant	- Disponibilité de la ressource - Processus moins maîtrisés en sortie de station d'épuration (0 opération)	- Surface disponible - Nécessité d'importants volumes d'hydrostockage - Contre-performances passées sur installations décentralisées	- Acceptation des riverains - Niveaux d'investissements	- Production de digestat - Mise en place filière approvisionnement - Foncier nécessaire important et distance > 50m des habitations	- Acceptation des riverains - Renforcement des seuils sur les poussières (PPA)
Principaux intérêts	- Valorisation d'un potentiel énergétique disponible dans les déchets à traiter en incinération	- Valorisation d'un potentiel énergétique non exploité actuellement	- Amélioration du bilan énergétique de ces centres gros consommateurs d'énergie en valorisant l'énergie disponible	- Energie abondante - Ressource proche des habitations et relativement facilement accessible	- Valorisation du réseau de chaleur avec une énergie renouvelable - Diminution d'une éventuelle pression locale pour l'approvisionnement en énergie bois	- Ressource innovante - Réponse aux objectifs de la LTEPCV	-Souplesse production/consommation - Inscription dans la dynamique de la LTEPCV	- Bilan carbone très faible - Technologie maîtrisée
Sources	ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France, Phase 1, Septembre 2015	ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France, Phase 1, Septembre 2015	ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France, Phase 1, Septembre 2015	Gisement : ADEME, Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France, Phase 1, Septembre 2015  Investissement : Hypothèses Inddigo	Gisement : AMORCE, Solaire thermique & Réseaux de chaleur, Octobre 2011  Investissement : ADEME, Guide de conception des réseaux de chaleur solaire adaptés aux éco-quartiers, Septembre 2015	Hypothèses issues de l'étude ADEME, État de l'art de la production et de l'utilisation de combustibles solides de récupération, Août 2012	Gisement :Hypothèses Inddigo.  Investissement : ADEME, Analyse des coûts d'investissement en méthanisation agricole, Comparaison France et Allemagne, Février 2013	Gisement : Site <a href="http://www.biomasse-energie-idf.fr/">www.biomasse-energie-idf.fr/</a> de l'ADEME, l'ARENE et FRANCILBOIS  Investissement : Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Kalice/Biomasse Normandie

## 4. PHASE 4 – POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT

L'état des lieux, réalisé dans le cadre des phases 1, 2 et 3 du présent schéma directeur, est présenté aux chapitres 1, 2, 3 du présent rapport. Il porte sur :

- Le bilan des réseaux existants sur le Département
- Le diagnostic des besoins de chaleur pour le chauffage et la production d'ECS des bâtiments des Hauts-de-Seine
- L'analyse des ressources renouvelables et de récupération (EnR&R) disponibles pour une valorisation dans les Hauts-de-Seine

Cet état des lieux est utilisé dans la présente phase 4 de l'étude afin d'identifier les secteurs propices au développement de projets de réseaux de chauffage urbain.

En outre, une fiche de synthèse est produite pour chacune des communes du Département. Ces fiches sont jointes en annexe 4 au chapitre 6.4 au présent rapport. Elles présentent une cartographie des densités de consommations de chaleur, les tracés des réseaux de chauffage urbain existants ainsi qu'une synthèse des principales données en termes de gisement d'EnR&R.

5 études d'opportunités ont été réalisées sur des secteurs présentant de fortes densités de besoins et un gisement EnR&R local compatible avec le niveau de besoins identifié.

### 4.1 LES OPERATIONS DE DEVELOPPEMENT DE RESEAUX DE CHAUFFAGE URBAIN

#### 4.1.1 IDENTIFICATION DES OPERATIONS

Les conditions de développement de réseaux ont été étudiées sur chaque commune. En fonction du contexte local, l'opération a pu être classée dans l'une des quatre catégories suivantes :

- Extension de réseau (si présence d'un réseau à proximité d'une zone avec des besoins > 1 500 équivalents logements)
- Extension et verdissement (si présence d'un réseau à proximité d'une zone avec des besoins > 1 500 équivalents logements et taux EnR&R <50%)
- Verdissement (si absence de besoins suffisants à proximité et taux EnR&R <50%)
- Création (si absence de réseaux à proximité des zones avec de fortes densités de besoins)

##### 4.1.1.1 Création ou extension de réseaux de chaleur

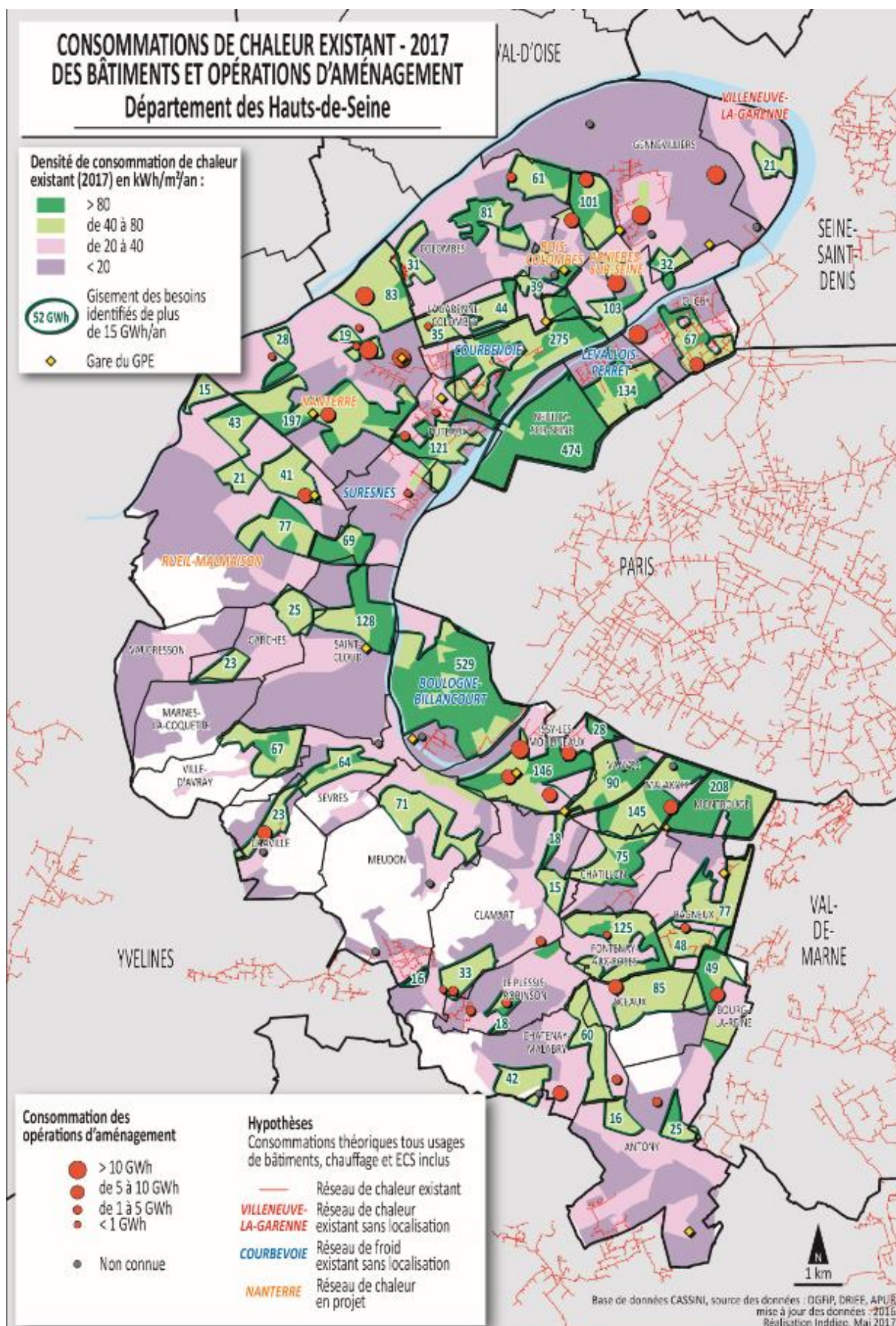
Les opérations de création ou d'extension de réseau de chaleur sont conditionnées, en première approche, à deux éléments :

- Une densité de consommation élevée
- Un seuil de consommation minimum (> 1 500 équivalents logements)

Le calcul des densités de consommations s'appuie sur le travail effectué en phase 2 – Etude du potentiel des besoins en surface. Ce travail a permis d'évaluer les gisements de consommations de chaleur raccordables à un réseau de chauffage urbain (modes de chauffage collectif au gaz ou au fioul) sur l'ensemble du Département.

Un travail de cartographie a été réalisé pour illustrer les niveaux densité de consommations à l'échelle des Hauts-de-Seine. Les densités de consommation de chaleur raccordables à un RCU sont présentées sur la cartographie suivante. Les zones présentant les plus fortes densités sont représentées en vert foncé. Les zones denses sont en vert clair. Les zones peu denses sont en rose et les zones très peu denses en violet.

Les secteurs de forte densité présentant des besoins supérieurs à 1 500 équivalents logements sont identifiés (entourés en vert) sur la carte suivante. Le gisement des besoins est indiqué sur cette cartographie.



**Conclusion :** On observe la présence de nombreuses zones denses avec des niveaux de consommations supérieurs à 1 500 équivalents logements (une cinquantaine de zones). Ces zones sont essentiellement localisées sur les communes les plus proches de Paris et dans le Nord du Département.

**Cette cartographie met en évidence un fort potentiel de développement de réseaux de chauffage urbain,** sur le Département des Hauts-de-Seine, compte tenu des besoins en surface : de nombreux secteurs présentent des niveaux de consommations élevés, avec une forte densité.

## 4.1.2 LISTE DES OPERATIONS IDENTIFIEES

### 4.1.2.1 Opérations d'extension

Les opérations d'extension potentielle de réseau de chauffage urbain existant sont listées dans le tableau suivant. Les principaux gisements EnR&R disponibles pour être valorisés sur ces opérations sont précisés. Les consommations de chaleur des secteurs de développement sont également indiqués :

Identification projet	Ville	Ressource Ppale	Consommation (GWh/an)
<i>Extension 1</i>	Issy-les-Moulineaux	UVED	146
<i>Extension 2</i>	Gennevilliers/Asnières-sur-Seine	Bois énergie / Géothermie superficielle	101
<i>Extension 3</i>	Châtillon	Albien	63
<i>Extension 4</i>	Bourg-la-Reine	Albien	49
<i>Extension 5</i>	Nanterre	Chaleur fatale industrielle	197
<i>Extension 6</i>	Levallois-Perret	Eaux usées	134
<i>Extension 7</i>	Nanterre	Eaux usées Chaleur fatale industrielle à 3 km	19

### 4.1.2.2 Opérations de verdissement

Les opérations de verdissement potentiel de réseau de chauffage urbain existant sont listées dans le tableau suivant. La dernière colonne précise la quantité de chaleur livrée par le réseau existant.

Identification projet	Ville	Ressource Principale	Chaleur livrée (GWh/an)
<i>Verdissement 1</i>	Villeneuve-la-Garenne	Industrielle	11
<i>Verdissement 2</i>	Meudon	Dogger	79
<i>Verdissement 3</i>	Courbevoie	Industrielle Tour Total (pétrolier)	85
<i>Verdissement 4</i>	Le Plessis-Robinson	Bois énergie	18
<i>Verdissement 5</i>	Chaville	Bois énergie	11
<i>Verdissement 6</i>	Suresnes	Bois énergie	58
<i>Verdissement 7</i>	Puteaux	Bois énergie	41
<i>Verdissement 8</i>	Clichy	Bois énergie	141



#### 4.1.2.3 Opérations de verdissement et d'extension

Les opérations de verdissement potentiel et extension de réseau de chauffage urbain existant sont listées dans le tableau suivant. La dernière colonne précise la quantité de chaleur livrée par le réseau existant.

Identification projet	Ville	Ressource EnR&R principale	Consommation chaleur (GWh/an)
<i>Ext et verdissement 1</i>	Courbevoie	Bois énergie	242
<i>Ext et verdissement 2</i>	Rueil-Malmaison et Suresnes	Albien	58

#### 4.1.2.4 Opérations de création

Les opérations de création potentielle de réseau de chauffage urbain sont listées dans le tableau suivant. Les gisements de consommations de chaleur disponibles sur les secteurs d'étude sont précisés dans la dernière colonne du tableau.

Identification projet	Ville	Ressource EnR&R Principale	Consommations (GWh/an)
<i>Création 1</i>	Colombes	Récupération STEP	81
<i>Création 2</i>	Saint-Cloud	Dogger	128
<i>Création 3</i>	Montrouge	Dogger	208
<i>Création 4</i>	Malakoff + Montrouge	Dogger	353
<i>Création 5</i>	Malakoff	Albien	145
<i>Création 6</i>	Vanves	Dogger ou Albien	90
<i>Création 7</i>	Boulogne-Billancourt	Géothermie Albien et Chaleur Industrielle (Sophia) à proximité immédiate du réseau	529
<i>Création 8</i>	Fontenay-aux-roses	Dogger	125
<i>Création 9</i>	Fontenay + Sceaux + Bourg-la-Reine	Dogger	259
<i>Création 10</i>	Sèvres	Bois énergie	64
<i>Création 11</i>	La Garenne-Colombes	Récupération sur eaux usées	35
<i>Création 12</i>	Neuilly-sur-Seine	Géothermie superficielle ou bois énergie	474
<i>Création 13</i>	Châtenay-Malabry	Albien	42
<i>Création 14</i>	La Garenne-Colombes	Récupération sur eaux usées	44
<i>Création 15</i>	Sceaux	Dogger	85
<i>Création 16</i>	Fontenay + Sceaux	Dogger	210
<i>Création 17</i>	Antony	Albien	25
<i>Création 18</i>	Clamart	Albien	33
<i>Création 19</i>	Meudon	Bois énergie	71
<i>Création 20</i>	Garches	Bois énergie	25
<i>Création 21</i>	Rueil-Malmaison	Dogger, Albien ou géothermie superficielle	105

<i>Création 22</i>	Ville-d'Avray	Bois énergie	67
<i>Création 23</i>	Marnes-la-Coquette	Eaux usées	Pas de données
<i>Création 24</i>	Vaucresson	Eaux usées	0
<i>Création 25</i>	Bois-Colombes	Eaux usées	68

Les tableaux précédents font apparaître non seulement les secteurs d'étude (par commune), mais également les principales pistes de réflexions intercommunales. Il s'agit des pistes pertinentes compte tenu d'une analyse croisée de la ressource disponible, du niveau de besoins et de la proximité de zones avec de fortes densités de besoins.

### **Conclusion :**

**42 projets potentiels ont été identifiés** et analysés sur la base de critères présentés au paragraphe suivant.

17 projets sur les 42 portent sur des réseaux existants. Les réseaux existants présentent un fort potentiel d'amélioration et d'évolution. Pour rappel, 7 réseaux de chauffage urbain du Département des Hauts-de-Seine présentent un mix 100% énergies fossiles.

Ce potentiel de verdissement des réseaux est une piste prioritaire d'évolution des réseaux du Département. Des objectifs en termes d'évolution du mix énergétique des réseaux sont à intégrer dans les consultations lors de la consultation pour un nouveau contrat de Délégation de Service Public.

## 4.2 ANALYSE DES OPERATIONS IDENTIFIEES

Les opérations listées ci-dessus ont ensuite fait l'objet d'une analyse multi-critères visant à évaluer le potentiel de développement des projets. Cette analyse pourra être consolidée par chaque commune en fonction des projets d'urbanismes prévus, de l'identification de nouvelles ressources renouvelables et de possibilités de mutualisation avec d'autres projets (mutualisation de chaufferie, de travaux de voirie...).

### 4.2.1 CRITERES UTILISES

Les critères utilisés pour mener cette analyse sont présentés dans le tableau suivant :

Critères	Poids du critère	Opérations concernées	Commentaire
Densité thermique (Consommations de chaleur en MWh/m <sup>2</sup> )	4 points	Toutes	Plus elle est élevée, plus les investissements liés au réseau de chaleur, et donc le coût de la chaleur pour l'utilisateur seront faibles. Une densité thermique élevée permet également de diminuer les pertes liées à la distribution par MWh vendu. La note est attribuée au prorata de l'ensemble des densités thermiques.
Disponibilité ressource de récupération	HT : 2/3 points BT : 1/3 points	Toutes	Ressources considérées : - Chaleur fatale - Récupération Eaux Usées



			<p>Les ressources hautes et basses température ont été distinguées.</p> <p>La note est attribuée au prorata de l'énergie disponible</p>
Possibilité d'utiliser la ressource géothermale	4 points	Toutes	<p>4 points : ressource moyenne température très favorable</p> <p>3 points : ressource moyenne température peu favorable ou ressource basse température favorable</p> <p>2 points : ressource très basse température favorable</p> <p>1 point : ressource peu favorable (tous niveaux de température)</p>
Opérations d'aménagements en cours	2 points	Toutes sauf verdissement	<p>Une opération d'aménagement peut être l'occasion de créer ou d'étendre un réseau de chaleur (systèmes de chauffage à créer dans tous les cas, interventions sur les voiries...)</p> <p>2 points : opérations d'aménagement représentant plus de 1% des besoins</p> <p>1 point : autres cas</p>
Adéquation de la principale ressource	2 points	Toutes	<p>2 points : ressource très adaptée (récupération)</p> <p>1 point : ressource présentant d'importants inconvénients (ex : émissions de poussière pour biomasse)</p>
Réseau existant vertueux	2 points	Extension	<p>2 points : réseau existant vertueux : opportunité d'extension</p> <p>1 point : réseau existant non vertueux : exige des travaux de modernisation des moyens de production</p>
Potentiel de verdissement du réseau existant	2 points	Toutes sauf créations	<p>L'amélioration du mixte énergétique d'un réseau peut être une opportunité pour l'étendre ou vice-versa.</p> <p>4 points : réseaux à 0% EnR</p> <p>3 points : réseaux moins de 25% EnR</p> <p>2 points : réseau à moins de 40% EnR</p> <p>1 point : réseau à plus de 40 % d'EnR</p>

## 4.2.2 RESULTATS DE L'ANALYSE

Les résultats de l'analyse multicritères sont présentés dans le présent paragraphe.

### 4.2.2.1 Opérations d'extension

Les projets présentant le plus fort potentiel de développement sont des projets avec de fortes densités de besoins énergétiques.

Ville	Note	Ressource Ppale	Besoin (GWh)
Issy-les-Moulineaux	● 18	UVED	146
Gennevilliers/Asnières-sur-Seine	● 17	Bois énergie / Géothermie superficielle	101
Châtillon	● 15	Albien	63
Bourg-la-Reine	● 14	Albien	49
Nanterre	● 14	Chaleur fatale industrielle	197
Levallois-Perret	● 14	Eaux usées	134
Nanterre	● 12	Eaux usées Chaleur fatale industrielle à 3	19

### 4.2.2.2 Opérations de verdissement

Les deux secteurs présentant un fort potentiel de développement disposent d'une ressource EnR&R locale, exploitable compte tenu du niveau de besoins identifié.

Ville	Note	Ressource Ppale	Chaleur livrée (GWh)
Villeneuve-la-Garenne	● 14	Industrielle (VLG CHEM 35 avenue Jean Jaurès)	11
Meudon	● 14	Dogger	79
Courbevoie	● 11	Industrielle Tour Total (pétrolier)	85
Le Plessis-Robinson	● 11	Bois énergie	18
Chaville	● 11	Bois énergie	11
Suresnes	● 11	Bois énergie	58
Puteaux	● 10	Bois énergie	41
Clichy	● 9	Bois énergie	230

### 4.2.2.3 Opérations de verdissement et d'extension

Les deux opportunités identifiées présentent des niveaux de faisabilité similaires.

Ville	Note	Ressource Ppale	Chaleur livrée (GWh)
Courbevoie	● 15	Bois énergie	242
Rueil-Malmaison et Suresnes	● 15	Albien	58

#### 4.2.2.4 Opérations de création

Ville	Note	Ressource Ppale	Besoin (GWh)
Colombes	● 15	Récupération STEP	81
Saint-Cloud	● 14	Dogger	128
Montrouge	● 14	Dogger	208
Malakoff + Montrouge	● 14	Dogger	353
Malakoff	● 14	Albien	145
Garches + Saint-Cloud	● 14	Dogger	128
Vanves	● 13	Dogger ou Albien	90
Boulogne-Billancourt	● 13	Géothermie Albien et Chaleur Industrielle (Sophia) à proximité	529
Fontenay-aux-roses	● 12	Dogger	125
Fontenay + Sceaux + BLR	● 12	Dogger	259
Sèvres	● 12	Bois énergie	64
La Garenne-Colombes	● 11	Récupération sur eaux usées	35
Neuilly-sur-Seine	● 11	Géothermie superficielle ou bois énergie	474
Châtenay-Malabry	● 11	Albien	42
La Garenne-Colombes	● 11	Récupération sur eaux usées	44
Sceaux	● 11	Dogger	85
Fontenay + Sceaux	● 11	Dogger	210
Antony	● 11	Albien	25
Clamart	● 10	Albien	33
Meudon	● 10	Bois énergie	71
Garches	● 9	Bois énergie	25
Rueil-Malmaison	● 9	Dogger, Albien ou géothermie superficielle	105
Ville-d'Avray	● 8	Bois énergie	67
Marnes-la-Coquette	● 6	Eaux usées	Pas de données
Vaucresson	● 6	Eaux usées	0

#### **Conclusion :**

L'analyse multicritères a permis de mettre en évidence les opérations présentant un fort potentiel de développement. 16 opérations sur les 42 opérations de développement de réseaux identifiées présentent un fort potentiel.

L'analyse réalisée dans le cadre du présent schéma directeur met en évidence un intérêt à réaliser des études de faisabilité sur ces 16 opérations. En outre, certains secteurs présentent des opportunités en termes de développement de projet intercommunal. Ces opportunités sont présentées dans l'analyse multicritères.

Les principales opportunités identifiées en termes de développement de projet intercommunal sont :

- Asnières-sur-Seine et Gennevilliers
- Rueil-Malmaison et Suresnes
- Fontenay-aux-Roses, Sceaux et Bourg-la-Reine
- Malakoff et Montrouge

## 4.3 ETUDES D'OPPORTUNITES

Cinq secteurs ont été sélectionnés parmi les projets présentant un fort potentiel de développement pour la réalisation d'une note d'opportunité.

Les objectifs des notes d'opportunités sont les suivants :

- Définir un tracé de réseau optimisant la densité énergétique
- Réaliser un prédimensionnement des équipements de production nécessaires à l'approvisionnement du réseau
- Evaluer les coûts d'investissements, d'entretien/maintenance, de gros entretien/renouvellement et de fourniture de combustible
- Evaluer le niveau de subventions éligible
- Simuler le prix de la chaleur prévisionnel

Ces notes d'opportunités ont été réalisées sur des secteurs présentant des besoins élevés, de fortes densités de consommations et un gisement de ressources ENR&R local compatible avec le niveau de besoins identifié.

Les 5 secteurs retenus sont les suivants :

1. Asnières-sur-Seine et Bois-Colombes
2. Boulogne-Billancourt
3. Fontenay-Aux-Roses et Sceaux
4. Neuilly-sur-Seine
5. Saint-Cloud

### 4.3.1 METHODOLOGIE

#### Le tracé du réseau

Pour chaque secteur étudié, les limites d'études ont été définies via l'analyse au niveau départemental. Le réseau de chauffage urbain dessert des bâtiments uniquement sur des IRIS présentant de fortes densités de besoins de chaleur (densité supérieure à 40 kWh/m<sup>2</sup>/an).

Le choix du tracé du réseau sur ces secteurs a été fait selon plusieurs critères :

- Desservir en priorité les zones présentant une densité de besoins supérieure à 4,5 MWh/ml/an
- Desservir les bâtiments spécifiques (équipements publics, hôpitaux, piscines, logements sociaux) présents à proximité de tronçons présentant une forte densité

#### Les limites du tracé de réseau

##### Des investissements maîtrisés

Pour les projets sollicitant une ressource géothermale (tous les projets à l'exception de Neuilly-sur-Seine), le tracé du réseau a été réduit de manière à conserver un niveau d'investissement maîtrisé, avec la réalisation d'un doublet géothermique seulement.

##### Un taux de couverture ENR&R élevé

Les niveaux de besoins raccordables au projet de réseau sont limités par la volonté d'atteindre un taux d'ENR&R élevé. Un taux de 60% est visé pour le développement de ces projets.

Sur la base de ces hypothèses de travail, le réseau a été tracé pour chaque projet. L'évaluation du niveau de besoins a permis de dimensionner les équipements nécessaires pour la production d'énergie et sa distribution jusqu'aux sous-stations.

Les tableaux présentés pour chacun des 5 secteurs précisent les caractéristiques techniques et les résultats pour chacune des notes d'opportunités.

## Les hypothèses de travail

Les hypothèses techniques utilisées pour ces études sont les suivantes :

- La température extérieure de base pour le calcul de la puissance appelée est  $-7^{\circ}\text{C}$
- La température de consigne intérieure est  $19^{\circ}\text{C}$
- Le coefficient de foisonnement est de 90%
- La surpuissance installée en sous-station est de 10%
- Les pertes réseau sont de 10%
- Le nombre de DJU de la saison de chauffe est de 2 100

Les hypothèses économiques utilisées sont les suivantes :

- Amortissement des investissements sur une durée de 30 ans
- Taux d'emprunt de 2,5%
- Taux de rentabilité interne de 7%
- Part des subventions sur la production : 25%
- Part des subventions sur la distribution : 25%
- Coût de l'électricité : 78 € HTVA/MWh
- Coût du gaz : 36 € HTVA/MWh

## Conclusion

Les caractéristiques de chaque projet ainsi que le bilan économique des opérations sont présentés en annexe 3 au chapitre 6.3 du présent rapport.

Hormis pour le projet de Neuilly-sur-Seine, la géothermie au Dogger est la ressource retenue. Le prix de la chaleur est évalué entre 57,5 €HT/MWh et 69 € HT/MWh selon le secteur d'étude.

Le projet de Neuilly-sur-Seine s'appuie sur le développement du réseau existant le plus proche (réseau CPCU), via une sous-station d'échange. Le prix de la chaleur est évalué à 89 € HT/MWh.

Les 4 projets mobilisant la ressource au Dogger présentent un fort potentiel de développement. Afin de prolonger le travail sur ces secteurs, il conviendra de prendre contact avec les principaux consommateurs sur ces secteurs pour confirmer le potentiel de développement.

## 4.4 LES FICHES DE SYNTHÈSE PAR COMMUNE

### 4.4.1 METHODOLOGIE POUR LA REALISATION DES CARTES DE DENSITE ENERGETIQUE PAR VILLE

Des cartographies ont été élaborées sur chacune des Villes des Hauts-de-Seine, dans le cadre de la présente étude. L'objectif de cette cartographie est d'identifier les secteurs présentant une forte densité de consommations de chaleur pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Le patrimoine existant a été projeté sur chaque cartographie. Les bâtiments suivants sont identifiés distinctement :

- Les principaux équipements publics
- Les établissements de santé (hôpitaux et cliniques) et les piscines
- Le patrimoine social

Ces catégories de patrimoine constituent un fort levier pour le développement de nouveaux réseaux de chauffage urbain ou pour l'extension de réseaux existants. Il a donc été choisi de les localiser dans le cadre de l'étude afin d'aider à l'identification des zones les plus propices pour le développement de nouveaux réseaux de chauffage urbain.

Les réseaux de chauffage urbain déjà existants sont représentés sur la cartographie. Des projets d'extension seront favorisés à proximité de ces réseaux (distance < 1 500 mètres).

La cartographie suivante présente l'exemple de la Commune de Bagneux. Les limites du territoire communal sont marquées en gras.

Un réseau de chauffage urbain est déjà existant sur ce territoire. Il est représenté en bleu. Les densités linéaires de consommations de chaleur sont représentées à la voirie.

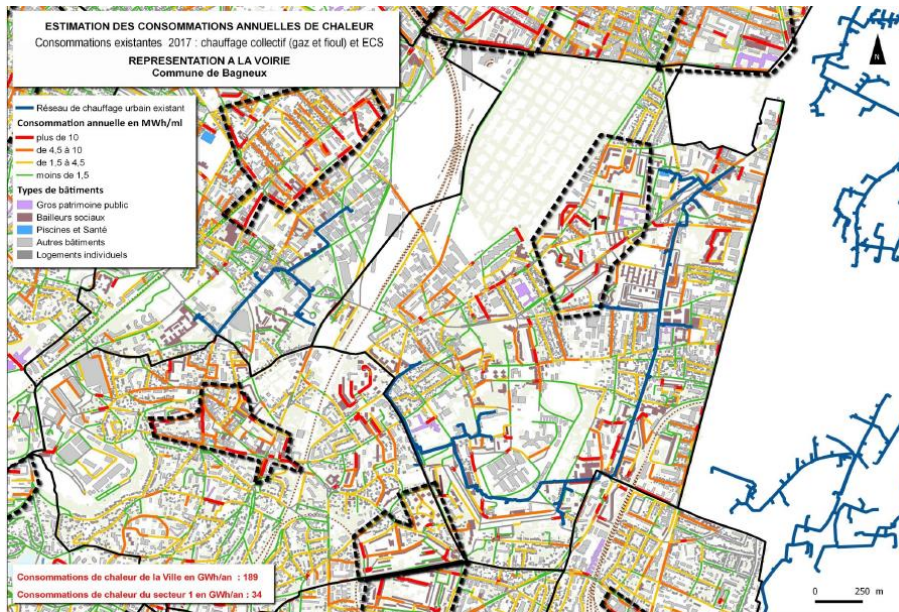


Figure 24: Exemple de cartographie des densités linéaires de consommations de chaleur - Ville de Bagneux

Les cartographies par commune et fiches de synthèse des besoins et ressources EnR&R identifiées sont jointes en annexe 4 au chapitre 6.4 du présent rapport d'étude.



#### **4.4.2 PERIMETRE DES CONSOMMATIONS**

L'objectif de la présente étude est d'identifier le gisement des consommations de chaleur raccordables à un réseau de chauffage urbain.

Les consommations de chaleur pour le chauffage et pour la production d'eau chaude sanitaire sont incluses dans le périmètre des consommations retenues pour la présente étude.

En fonction de la typologie du bâtiment (logements collectifs, logements individuels, bâtiments tertiaires, commerces) et du mode de chauffage existant (collectif gaz, collectif fioul, chauffage urbain, individuel gaz, individuel fioul, individuel électrique, autres), le raccordement au chauffage urbain présentera un potentiel de raccordement à un réseau de chauffage plus ou moins élevé.

Il a donc été choisi, dans le cadre de la présente étude, de considérer comme nulles les consommations des bâtiments présentant le plus faible potentiel de raccordement à un réseau de chauffage urbain.

Les consommations de chaleur des typologies de bâtiments suivants ont ainsi été écartées :

- Logements individuels

La part de logements individuels raccordés à un réseau de chauffage urbain est très faible. De surcroît, la densité de consommations induite par cette typologie de bâtiments est insuffisante pour justifier l'émergence d'un nouveau réseau ou l'extension d'un réseau existant. Il a donc été choisi de ne pas comptabiliser les consommations liées à cette typologie de bâtiments.

Les consommations de chaleur des bâtiments présentant les modes de chauffage suivants ont été écartées :

- Bâtiments déjà raccordés à un réseau de chauffage urbain
- Bâtiments avec chauffage électrique
- Bâtiments avec chauffage fioul individuel
- Bâtiments avec chauffage gaz individuel

Seuls les modes de chauffage collectifs (hors bâtiments déjà raccordés au chauffage urbain) ont été retenus, car ils possèdent le potentiel de raccordement le plus élevé. Une part des consommations des bâtiments au chauffage fioul et gaz individuel pourra être captée par un projet de RCU. Néanmoins, des travaux nettement plus conséquents (distribution secondaire) seront nécessaires. Au coût actuel des énergies fossiles le taux de raccordement des bâtiments bénéficiant de ces modes de chauffage est quasiment nul. Il a donc été choisi de ne pas comptabiliser leurs consommations afin de ne pas surévaluer le potentiel de raccordement à un réseau de chauffage urbain.

#### **4.4.3 SOURCES DES DONNEES**

Le travail d'évaluation du gisement de consommations de chaleur s'appuie sur le travail mené par l'Agence Parisienne d'Urbanisme (APUR) en partenariat avec la DRIEE dans le cadre du « Plan Local Energie pour la Métropole du Grand Paris » - novembre 2015. La dernière mise à jour de l'étude utilisée comme référence a été réalisée en date d'avril 2016.

L'étude DRIEE/APUR a été réalisée à l'échelle de la Métropole et a dressé un bilan des consommations de chauffage théoriques à l'échelle du bâtiment.

Ces consommations ont été évaluées sur la base des données suivantes :

- Usage des bâtiments (logements individuels, logements collectifs, commerces, tertiaires ou industriels, bâtiments mixtes) – source DGFIP, données de 2011
- La période de construction du bâtiment (classement selon 12 périodes de constructions) - source DGFIP, données de 2011
- La surface des bâtiments - source DGFIP, données de 2011

Les résultats de l'étude des consommations des bâtiments menée dans le cadre du PLE par DRIEE/APUR, de l'étude constituent la source de données de base pour la présente étude sur le département des Hauts-de-Seine.

L'étude du PLE fournit également des données sur les modes de chauffage des bâtiments. Les résultats fournis sont des surfaces par mode de chauffage à la maille IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique).

L'information sur les modes de chauffage est issue du recensement général de la population réalisé par l'INSEE en 2010. Le recensement fournit un nombre de résidences principales par mode de chauffage et un nombre de pièces par résidence. Des hypothèses sur les surfaces moyennes en fonction du nombre de pièces ont été utilisées dans le cadre du Plan Local de l'Energie (PLE Grand Paris – APUR).

Ainsi, pour la présente étude, sur chaque maille IRIS, un calcul du taux de surface de bâtiments avec des modes de chauffage présentant un fort potentiel de raccordement à un RCU (modes de chauffage collectifs gaz et fioul) a été effectué. Les consommations théoriques des bâtiments de la maille IRIS ont été corrigées avec ce taux de surface facilement raccordable.

En complément de ces données, des questionnaires ont été envoyés aux gestionnaires de patrimoine public et social sur le Département.

Les retours de ces questionnaires ont permis de collecter des données de consommations réelles (année 2015 ou 2016) avec le mode de chauffage pour le patrimoine suivant :

- L'intégralité du patrimoine du Conseil Départemental des Hauts-de-Seine (collèges et hors collèges)
- L'intégralité des lycées existants sur le Département des Hauts-de-Seine
- Les équipements publics de 12 communes (33% de taux de réponses)
- Le patrimoine social de 9 bailleurs sociaux (20% de taux de réponses)

Ces données de consommations réelles par bâtiment ont été intégrées en priorité dans la cartographie. Elles remplacent les données théoriques issues de l'étude du PLE pour les bâtiments concernés.

Les données du Répertoire du Parc Locatif des bailleurs sociaux (RPLS) ont également été intégrées à la présente étude. Ce répertoire comporte les données de surface, géolocalisées, à l'échelle du logement, avec sa classe énergétique (DPE). Ce répertoire s'appuyant sur des études réalisées par logement. Ces données ont été intégrées pour les logements sociaux où les consommations réelles ne sont pas connues, en remplacement des données théoriques de l'étude du PLE.

Dans la catégorie « bâtiments tertiaires » de l'étude du PLE, Les consommations des hôpitaux et cliniques sont très spécifiques. Il a donc été choisi d'affiner les données de consommations de ces bâtiments en prenant une hypothèse de ratio de consommations par nombre de lits (20 000 kWh/lit). Les données de nombres de lits étant accessibles en ligne, les consommations de chaque site ont ainsi été évaluées.

De même, les consommations des piscines sont spécifiques et liées à la surface de bassins. Les données sur les surfaces de bassins sont disponibles en ligne. Une hypothèse de 1 000 kWh/m<sup>2</sup> bassin/an a été utilisée.

Ces évaluations de consommations pour les établissements de santé et pour les piscines se substituent aux données théoriques de l'étude PLE.

Enfin, des ratios de consommations en eau chaude sanitaire ont été pris comme hypothèse pour chaque typologie de bâtiment. Ces consommations théoriques ont été cumulées avec les consommations de chauffage décrites ci-dessus.

Ainsi, l'évaluation des consommations de chaleur, présentant un potentiel de raccordement à un réseau de chauffage urbain, a été réalisée sur la base de plusieurs sources de données. L'ordre de priorité retenu pour les données utilisées dans le cadre de la présente étude est synthétisé dans le tableau suivant :

Ordre de priorité	Source des Données	Bâtiments concernés
1. données de consommations réelles	Données réelles transmises par les gestionnaires de bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patrimoine du CD 92</li> <li>- Lycées</li> <li>- Patrimoine des Villes (12/36 Villes)</li> <li>- Patrimoine social (9 bailleurs)</li> </ul>
2. Evaluation des consommations	Consommations évaluées (DPE pour le patrimoine social, ratios de consommations pour les autres bâtiments)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patrimoine social où les consommations réelles ne sont pas connues</li> <li>- Hôpitaux et Cliniques</li> <li>- Piscines</li> </ul>
3. Données de consommations théoriques	Consommations théoriques calculées dans le cadre du PLE 2015	Autres bâtiments

#### 4.4.4 MODELISATION CARTOGRAPHIQUE

Une base de données des consommations de chaleur a été établie à l'échelle du bâtiment, selon la méthodologie présentée ci-dessus. Les consommations de chaque bâtiment ont été affectées à une voirie en utilisant la méthode suivante : les consommations du bâtiment sont rattachées au tronçon de voirie le plus proche géographiquement de l'emplacement géoréférencé pour le bâtiment.

Les consommations de chaleur sont ensuite cumulées sur chaque portion de voirie, entre deux croisements.

Afin d'identifier le potentiel de développement de nouveaux réseaux, ou d'extensions de réseaux existants, il a été choisi de représenter les densités de consommations linéaires de chaleur en définissant des seuils de consommations.

Le seuil de 1,5 MWh/ml/an correspond au niveau de densité requis pour bénéficier des aides à l'investissement dans des projets de réseaux intégrant plus de 50% d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), au titre du fonds chaleur. Les voiries présentant un niveau inférieur à ce seuil,

représentées en vert sur la cartographie, présentent un très faible potentiel de développement de réseau.

Le taux de raccordement moyen sur les réseaux existants étant de 30%, un deuxième seuil a été fixé à 4,5 MWh/ml/an. Les voiries présentant un niveau de densité inférieur à ce seuil présentent un potentiel de développement de réseau modéré.

Enfin, il a été choisi de retenir un seuil de 10 MWh/ml/an pour caractériser les zones prioritaires pour le développement de réseaux de chaleur. Les voiries présentant une densité de consommations supérieure seront raccordées en priorité à un réseau.

### **Conclusion**

Les cartographies permettent d'identifier facilement les secteurs avec les plus fortes densités de consommations. En outre, les secteurs présentant un fort potentiel de développement de réseau de chauffage urbain sont repérés sur chaque commune.

**Ces fiches constituent un outil d'identification rapide des zones favorables** au développement de réseaux de chauffage urbain ainsi que des ressources potentielles associées.

## 5. PHASE 5 – MISE EN PERSPECTIVE DU DIAGNOSTIC, ELABORATION DU SCHEMA DIRECTEUR

Le présent schéma directeur vise à définir des objectifs d'évolution des réseaux de chaleur du Département des Hauts-de-Seine. Les réseaux de chauffage urbain constituent un important levier de développement des énergies renouvelables à grande échelle.

Ainsi, trois scénarios d'évolution sont élaborés dans le cadre du présent schéma. Ces trois scénarios permettent d'identifier la sensibilité des indicateurs à l'échelle départementale en fonction du développement des projets.

Les deux principaux indicateurs étudiés en termes de développement des réseaux sont :

- La quantité annuelle d'énergie livrée par les réseaux du Département
- Le taux de couverture EnR&R

Cet exercice de projection est réalisé à l'horizon 2030. Il s'appuie sur les données de référence collectées dans le cadre de la présente étude pour l'année 2016.

Le Schéma Régional Climat Air Energie de la Région Ile-de-France comporte un volet sur les scénarios d'évolution des réseaux de la Région. Ces scénarios ont été définis pour une évolution à l'horizon 2020. Les données de référence utilisées sont les données 2009.

Ces données ne peuvent être comparées directement (situations de références et années de projection différentes). Néanmoins, la démarche départementale peut enrichir des études à une échelle plus large (Métropole, Région...).

Les objectifs de développement au niveau national et les scénarios d'évolution régionaux issus du SRCAE sont rappelés dans le paragraphe suivant.

### 5.1 RAPPEL DES OBJECTIFS ET SCENARIOS REGIONAUX ET NATIONAUX

#### 5.1.1 LOI DE TRANSITION ENERGETIQUE

Publiée au journal officiel le 18 août 2015, la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LEPCV), a fixé un objectif de multiplication par cinq la quantité d'énergies renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030. (Art. L. 100-4 I.9° du code de l'énergie).

Cet objectif national cache de grandes disparités entre les départements. Dans le département des Hauts-de-Seine, quintupler l'énergie livrée par les réseaux de chaleur et de froid en 13 années demanderait des travaux et investissements considérables.

#### 5.1.2 LE SRCAE

Le SRCAE d'Île-de-France a été rédigé en 2012, en se basant sur 2009 comme année de référence. Il décline (à l'échelle régionale), plusieurs objectifs à l'horizon 2020, ainsi que deux scénarios à l'horizon 2050.

### 5.1.3 OBJECTIFS DU SRCAE

- **Objectif 1** : Raccordement de 450 000 équivalent-logements supplémentaires à des réseaux de chauffage urbain en 2020 par rapport à 2012, soit une augmentation de 40%.

Le SRCAE prévoit un objectif de diminution de 17 % des consommations des bâtiments sur la même période.

- **Objectif 2** : Disparition progressive du fioul, GPL et charbon (individuel et collectif) avec mise en place de solutions alternatives performantes.
- **Objectif 3** : Augmentation de 30 à 50 % de la part d'énergies renouvelables et de récupération dans le mix énergétique des réseaux de chaleur.

### 5.1.4 SCENARIOS DU SRCAE

Pour répondre aux objectifs présentés ci-dessus, le SRCAE prévoit deux scénarios prospectifs - à l'échelle régionale - sur le développement des réseaux de chaleur. L'un est à l'horizon 2020 (*3 x 20*), l'autre est à l'horizon 20250 (*facteur 4*).

	2009 Référence	2020 3x20	2050 Facteur 4
Energie livrée en GWh	12 590	17 626	
Part EnR	32,8 %	46%	45% (à titre indicatif)
Production via UIOM	33%	24%	26%
Biomasse	11%	14%	29%
Géothermie	3%	13%	28%

### Conclusion

Des objectifs très ambitieux de développement des réseaux et augmentation de la part de chaleur produite à partir d'EnR&R sont définis à l'échelle nationale (via la loi de transition énergétique) et régionale (via le SRCAE).

Le Département des Hauts-de-Seine est déjà doté de nombreux réseaux de chaleur et de froid. Néanmoins, l'analyse des consommations sur le territoire met en évidence de nombreuses opportunités de développement de réseau (nouveaux réseaux et extensions). En outre, **la marge de progrès du taux d'ENR&R** moyen sur les réseaux du Département **est très élevée** (30% seulement D'EnR&R à ce jour/41% au niveau Régional/50% au niveau National).

## 5.2 ELABORATION DES SCENARIOS DANS LES HAUTS-DE-SEINE

### 5.2.1 CONTENU DES SCENARIOS

Les scénarios d'évolution des réseaux de chaleur du Département des Hauts-de-Seine ont été élaborés à partir des données chiffrées par projet.

Trois projets sont portés par des collectivités et font l'objet d'études de développement avancées. La réalisation de ces 3 projets est utilisée comme hypothèse de base pour le scénario 1.

Les scénarios intègrent la réalisation d'un nombre plus ou moins importants de projets identifiés dans les notes d'opportunités de la présente étude, en fonction du degré d'ambition du scénario.



L'amélioration des réseaux existants (taux EnR&R) est également intégrée dans les scénarios plus ambitieux (2 et 3). Enfin, le scénario 3 intègre une évolution du mix énergétique grâce à l'apport du réseau CPCU qui fournit une partie ou l'intégralité de la chaleur livrée par plusieurs réseaux du Département.

Le tableau suivant présente dans le détail les hypothèses utilisées pour chaque scénario.

Scénario	Contenu
Scénario 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation des 3 projets de réseaux en cours d'étude de développement</li> <li>- Réalisation d'un projet actuellement au stade note d'opportunité : projet Fontenay-Sceaux</li> </ul>
Scénario 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hypothèses du Scénario 1</li> <li>- + Réalisation de deux projets supplémentaires au stade note d'opportunité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boulogne-Billancourt</li> <li>- Asnières-sur-Seine/Bois-Colombes</li> </ul> </li> <li>- Verdissement des réseaux existants : Tous les réseaux de chaleur existants atteignent un mix &gt; 50 % d'EnR</li> </ul>
Scénario 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hypothèses du Scénario 2</li> <li>- +Réalisation d'un projet au stade note d'opportunité supplémentaire : Saint-Cloud</li> <li>- Augmentation du taux EnR&amp;R du réseau CPCU pour atteindre 60 %</li> </ul>

## 5.2.2 RAPPEL DES PRINCIPALES HYPOTHESES POUR LES SCENARIOS

### 5.2.2.1 Projets en cours

Le scénario 1 prévoit la réalisation des projets en cours au moment de la rédaction de ce rapport. Pour rappel, les projets en cours sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Commune	Nom du réseau	Energie livrée annuellement (GWh/an)
Rueil-Malmaison	ZAC de L'Arsenal	16,5
Asnières sur Seine	Asnières sur Seine	7,7
Nanterre	ZAC Seine Arche	77

### 5.2.2.2 Verdissement des réseaux existants

Dans le troisième scénario, tous les réseaux de chaleur auront un mix énergétique intégrant plus de 50% d'énergies renouvelables et de récupération. Pour rappel, les réseaux de chaleur concernés et leurs taux d'EnR&R actuel sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Commune	Nom du réseau	Energie livrée annuelle (GWh/an)	Part EnR (%)
Chaville	Réseau de Chaville	10,7	0%
Courbevoie	Réseau Cénévia (anciennement Soclic)	89,9	0%
Le Plessis-Robinson	ZAC du Plessis-Robinson ZIPEC	17,5	0%
Meudon-la-forêt	Réseau de Meudon	79,3	0%
Puteaux	Réseau Ciceo	41,0	0%
Suresnes	Chauffage urbain de Suresnes	99,3	0%
Villeneuve-la-Garenne	Résidence Villeneuve	11,4	0%
Courbevoie	Cénévia	89,9	0%
Courbevoie	Enertherm	250,0	21%
Clichy	Réseau de Clichy	141,0	43%
Boulogne-Billancourt	ZAC Ile Séguin - Rives de Seine	44,4	46%

### 5.2.2.3 Projets identifiés dans la phase 4 (études d'opportunités)

Le tableau ci-dessous récapitule les principales données techniques des projets faisant l'objet de notes d'opportunités dans le cadre de la présente étude..

Commune	Energie livrée annuelle (GWh/an)	Taux EnR
Asnières Bois Colombes	61	58%
Boulogne	72	64%
Fontenay Sceaux	74	63%
St Cloud Garches	48	63%
Neuilly-sur-Seine	34	50%

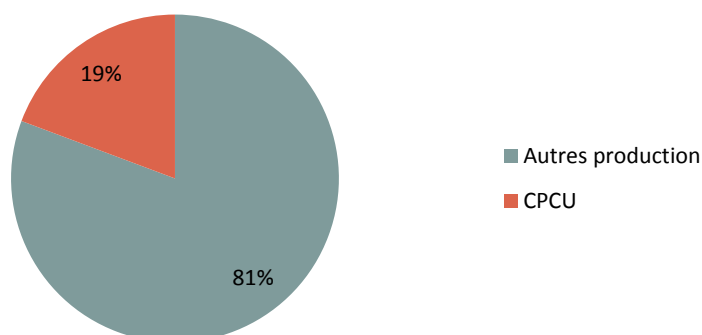
#### 5.2.2.4 Impact du réseau CPCU dans les Hauts-de-Seine

Le réseau de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU) alimente plusieurs réseaux de chaleur des Hauts-de-Seine, partiellement ou en totalité. Les données relatives à cette contribution de la chaleur produite par CPCU dans le mix énergétique des réseaux du Département sont précisées dans le tableau suivant.

Commune	Nom du réseau	Energie livrée annuelle (GWh/an)	Part CPCU (GWh/an)	Part CPCU (%)
Clichy	Réseau de Clichy	141	39,48	28%
Levallois-Perret	Front de Paris	47	12,15	26%
Levallois-Perret	Front de Seine	68	67,58	100%
Courbevoie	Enertherm	250	70,00	28%
Boulogne	Ile-Seguin	44	28,86	65%

Au total, CPCU représente 19% de la chaleur livrée par réseau de chaleur dans les Hauts-de-Seine, hors clients directs de CPCU.

**Part CPCU dans l'énergie livrée dans les Hauts-de-Seine (hors clients consommateurs directs)**



L'influence du taux d'EnR&R du réseau de la CPCU n'est donc pas neutre dans les émissions du département.

## 5.2.4 IMPACT DES SCENARIOS

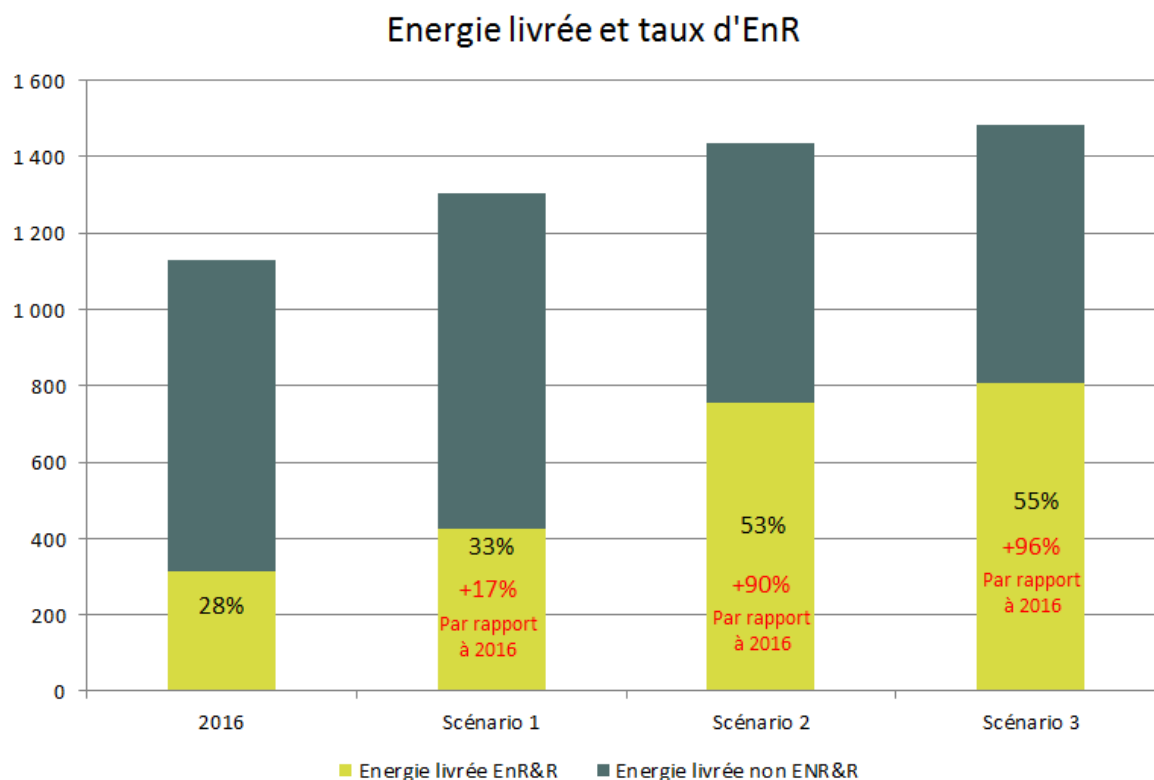
Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques techniques des 3 scénarios de développement des réseaux étudiés (énergie livrée, taux d'EnR, émission de GES).

Scénario	Contenu	Livraisons annuelles (GWh/an)	Etiquette CO <sub>2</sub> (T CO <sub>2</sub> /MWh)	Taux EnR&R à l'échelle du 92
2016		1130	0,208	28%
Scénario 1	Réalisation des projets en cours Asnières s/ Seine (16,6 GWh / 63% EnR) ZAC Arsenal Rueil-Malmaison (7,7 GWh / 50% EnR) ZAC Seine Arche Nanterre (77 GWh / 65% EnR)  Projet phase 4 réalisé : Fontenay Sceaux	1 303 (+16%)	0,189 (-9%)	33% (+17%)
Scénario 2	Hypothèses du Scénario 1 + Tous les réseaux de chaleur passent à plus de 50 % d'EnR + Projets complémentaires phase 4 réalisés: Boulogne Asnières/Bois-Colombes	1 436 (+27%)	0,141 (-32%)	53% (+90%)
Scénario 3	Hypothèses du Scénario 2 + Mix CPCU à 60 % d'EnR&R + Projets complémentaires phase 4 réalisés : Garches/Saint Cloud	1 484 (+32%)	0,140 (-33%)	55% (+96%)

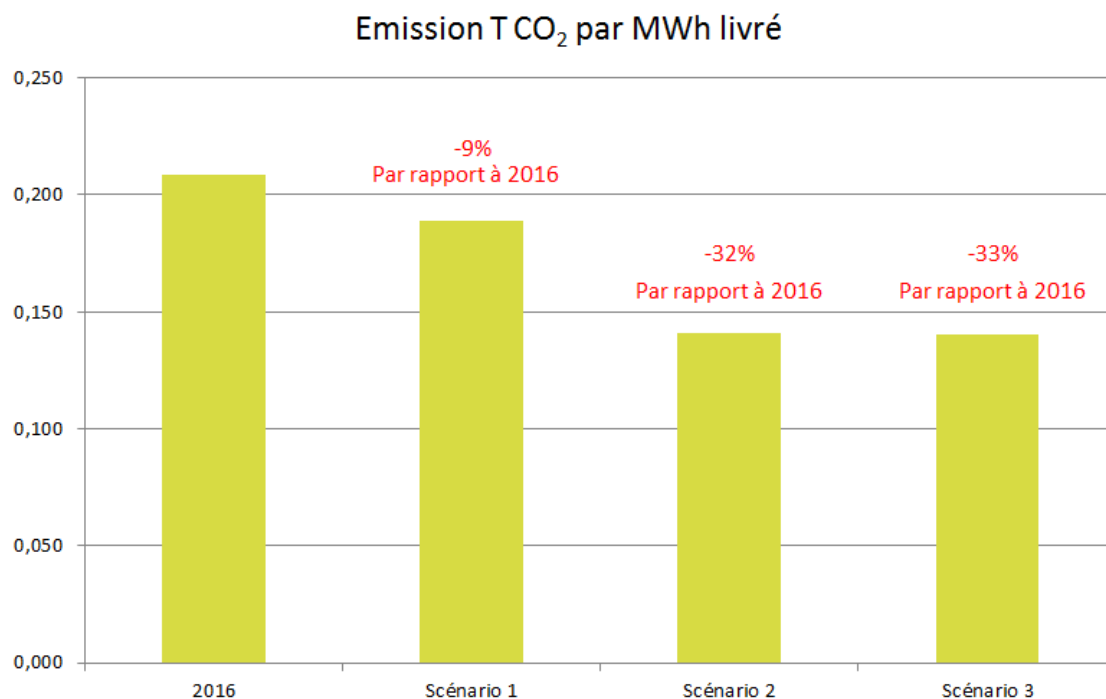
**Les scénarios 2 et 3** permettent d'atteindre **un taux d'ENR&R supérieur à 50%** en moyenne sur les réseaux de chaleur du Département. En revanche, aucun scénario ne permet d'atteindre l'objectif de la loi de transition énergétique de multiplier par 5 la chaleur issue d'EnR&R livrée par les réseaux (facteur 2,3 dans le cas du scénario 3).

**L'enjeu prioritaire sur le Département des Hauts-de-Seine**, déjà doté de nombreux réseaux, **est le verdissement** du mix énergétique moyen. **Le présent Schéma Directeur met également en évidence des secteurs de développement favorables de nouveaux réseaux de chaleur**, qui contribueront à augmenter la quantité de chaleur ENR&R livrée par les réseaux.

Le graphique ci-dessous illustre l'augmentation de la quantité d'énergie livrée par les réseaux de chaleur pour chaque scénario par rapport à la référence en 2016, ainsi que l'évolution du taux d'EnR&R.



*Impact des scénarios sur l'énergie livrée et le taux d'EnR*



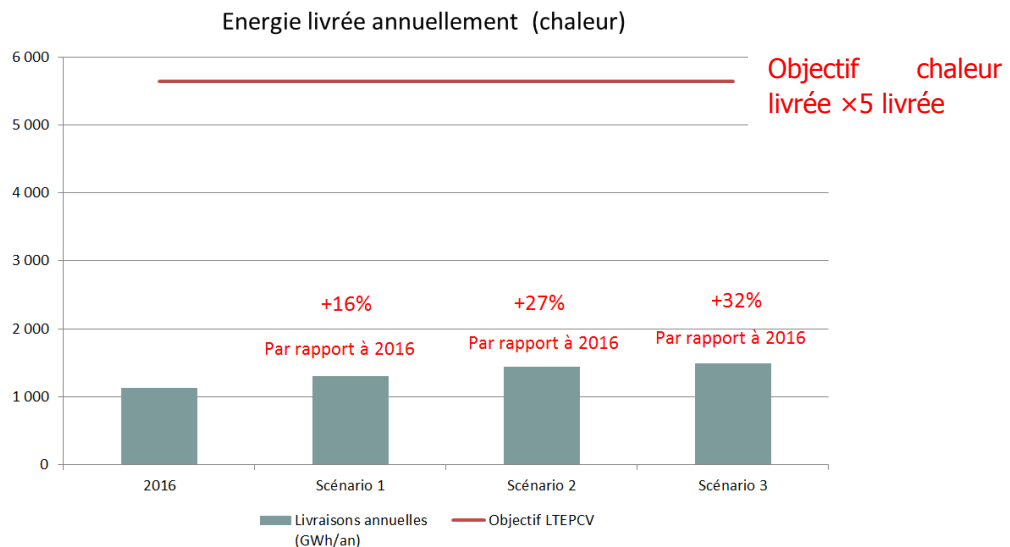
*Impact des scénarios sur les émissions de GES*

## Conclusion

Les scénarios 2 et 3 s'appuient sur la réalisation d'un nombre plutôt ambitieux mais réaliste de projets de réseaux (respectivement 6 et 7 nouveaux réseaux). Le verdissement des réseaux existants, accompagné du développement de ces nouveaux réseaux, **permet de modifier considérablement (>90%) le taux d'EnR&R dans le mix énergétique** des réseaux de chauffage urbain du Département.

**L'ambition de porter à plus de 50% le taux d'ENR&R sur chacun des réseaux existants** lors de la passation de nouveaux contrats de DSP **est une priorité** compte tenu des objectifs Nationaux, Régionaux et Départementaux.

L'évolution de la quantité de chaleur globale livrée par les réseaux présentée dans les 3 scénarios est plus mesurée (+16% à +32%). Le processus de développement de nouveaux réseaux s'inscrit dans la durée. Le travail réalisé dans le cadre de la présente étude (identification des gisements de consommations et de la position des réseaux) **doit également permettre de faire émerger des projets d'extension de réseaux existants**. La mise en œuvre de ces projets peut s'effectuer à plus courte échéance.



Comparaison scénarios et objectif LTEPCV



## 6. ANNEXES

### 6.1 ANNEXE 1 : FICHES RESEAU

#### Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Bagneux - Bageops

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>Bageops</b>	Longueur totale du réseau	12	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Bagneux	Pression de service du réseau	4 à 6	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau Chaude	
Autorité délégante	SIPPEREC	Température de départ		°C
Gestionnaire du réseau	BAGEOPS	Température de retour		°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression		
Contact gestionnaire	Scheiner Frédéric	Longueur de réseau vapeur	0	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	19/12/2013	Longueur de réseau eau chaude	12	km
Date d'achèvement	19/12/2043	Nombre de points de livraison	40	
Date de création du réseau	2016	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	95 000	MWh/an
État de la production	Récente			
Année de référence des données	2016			

Mix énergétique				
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)	
Géothermie Dogger	5,5	2016	66%	
Géothermie Albien		2016		
Gaz	28	2016	34%	
Cogénération (hors élec)	4			
<b>TOTAL</b>	<b>38 MW</b>		<b>100 %</b>	

Emissions de gaz à effet de serre			Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	Oui		Type de tarif pratiqué	
Contenu GES du réseau	0,092 geCO <sub>2</sub> /kWh		R1 été	23,87 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)			R1 hiver	23,87 € HT/MWh
2013	-	teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	-	teCO <sub>2</sub> /an	R2	101,9 € HT/kW
2015	-	teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	120 € HT/kW
2016	-	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	5,50%
2017	-	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,50%
2018	-	teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	-	teCO <sub>2</sub> /an		
2020	-	teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Oui			
Production électrique totale	6 393 MWh/an			
Puissance électrique cogénération	-			
	MW			

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Boulogne-Billancourt - Ile Seguin Rives de Seine

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>Ile Seguin Rives de Seine</b>	Longueur totale du réseau	8,3	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Boulogne-Billancourt	Pression de service du réseau	-	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession Ville de Boulogne-Billancourt	Fluide caloporteur	Eau chaude	
Autorité délégante		Température de départ	105	°C
Gestionnaire du réseau	IDEX Seguin Rives de Seine	Température de retour	65	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	IDEX	pression	-	
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	-	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	-	km
Date d'achèvement	26/04/2030	Nombre de points de livraison	-	
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	44 402 MWh/an	
État de la production	-			
Année de référence des données	-			

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Géothermie très basse énergie			35 %
Autres (CPCU)			65 %
<b>TOTAL</b>	<b>75 MW</b>		<b>100 %</b>
			dont 13,5% EnR
			dont 32,5% EnR

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire		
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-	
Contenu GES du réseau	0,189 geCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	44,08	€ HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	44,08	€ HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-	
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	31,15	€ HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	-	€ HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20%	
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,50%	
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	-	MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an			
2020	- teCO <sub>2</sub> /an			
Présence de cogénération	Non			
Production électrique totale	0 MWh/an			
Puissance électrique cogénération	- MW			

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Chaville - Réseaux de Chaville

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Réseaux de Chaville</b>	Longueur totale du réseau	1 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Chaville	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Commune de Chaville	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	Engie Cofely	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	Engie	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	10 748 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,299 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R2	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20,0%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Oui		
Production électrique totale	9 106 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Clichy - Réseau de Clichy

Informations générales	Caractéristiques techniques			
Nom du réseau	<b>Réseau de Clichy</b>	Longueur totale du réseau	22,4	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Clichy	Pression de service du réseau	15	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	vapeur	
Autorité délégante	Ville de Clichy	Température de départ	230	°C
Gestionnaire du réseau	Coriance - Idex	Température de retour	110	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	IDEX	pression	oui	
Contact gestionnaire	P. OLOFSSEN	Longueur de réseau vapeur	-	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	17	Longueur de réseau eau chaude	-	km
Date d'achèvement	2033	Nombre de points de livraison	211	
Date de création du réseau	1965	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)		141 000 MWh/an
État de la production	Fonctionnelle			
Année de référence des données	2016			

Mix énergétique					
		Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)	
	Biomasse	7	2014	29 %	
	Gaz	70	Ch2 : 1970 - Ch3 : 1979	43 %	
	Autres	Import CPCU		28 %	
	<b>TOTAL</b>	<b>77 MW</b>		<b>100 %</b>	

Emissions de gaz à effet de serre			Structure tarifaire		
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	non		Type de tarif pratiqué		
Contenu GES du réseau	0,237 kgeCO <sub>2</sub> /kWh		R1 été	35,973	€ HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)			R1 hiver	35,973	€ HT/MWh
2013	19798	teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS		
2014	17462	teCO <sub>2</sub> /an	R2	66,251	€ HT/kW
2015	15466	teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	bordereau	€ HT/kW
2016	13532	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	5,5%	
2017	11658	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%	
2018	9844	teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	70	MW
2019	8088	teCO <sub>2</sub> /an			
2020	6399	teCO <sub>2</sub> /an			
Présence de cogénération	non				
Production électrique totale	0 MWh/an				
Puissance électrique cogénération	-				

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Colombes - ZAC de la Marine

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>ZAC de la Marine</b>	Longueur totale du réseau	1,2 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Colombes	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville de Colombes	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	BoisMarine	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	15/09/2031	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	7 121 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Biomasse	-		59 %
Gaz	-		41 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,108 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	43,58 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	43,58 € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	49,73 € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	5,5%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Courbevoie - CENEVIA

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>CENEVIA</b>	Longueur totale du réseau	14	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Courbevoie	Pression de service du réseau	1,1	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau Chaude basse T°	
Autorité délégante	Ville de Courbevoie	Température de départ	105 maxi	°C
Gestionnaire du réseau	CENEVIA	Température de retour	55 mini	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	Dalkia	pression	-	
Contact gestionnaire	david.zamet@dalkia.fr	Longueur de réseau vapeur	-	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	7	Longueur de réseau eau chaude	7	km
Date d'achèvement	22/03/2018 - nouvelle consultation en cours	Nombre de points de livraison	126	
Date de création du réseau	1962	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	89 854	MWh/an
État de la production	Fonctionnelle			
Année de référence des données	2015			

Mix énergétique				
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)	
Biomasse	Importation de chaleur biomasse par SICUDEF dans la future DSP			
Récupération de chaleur sur eaux usées	Variante obligatoire de la future DSP			
Gaz	42	2 chaudières (9 MW) année 2008 2 chaudières (9MW) année 2009 1 chaudière (6 MW) année 2013	100 %	
Autres	Récupération retour SUC eau de Seine dans la future DSP			
<b>TOTAL</b>	<b>42 MW</b>		<b>100 %</b>	

Emissions de gaz à effet de serre			Structure tarifaire		
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-		Type de tarif pratiqué		
Contenu GES du réseau	0,245 kgeCO <sub>2</sub> /kWh		R1 habitat	38	€ HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)			R1 tertiaire	50,08	€ HT/MWh
2013	15685	teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	PM	
2014	14037	teCO <sub>2</sub> /an	R2	30,79	€ HT/kW
2015	12433	teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	50 (lgt) et 80 (tertiaire)	€ HT/kW
2016	10878	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20%	
2017	9371	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%	
2018	7913	teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	36	MW
2019	6502	teCO <sub>2</sub> /an			
2020	5143	teCO <sub>2</sub> /an			
Présence de cogénération	Non				
Production électrique totale	0 MWh/an				
Puissance électrique cogénération	-				



## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Courbevoie - ENERTHERM

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	ENERTHERM	Longueur totale du réseau	24	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Courbevoie	Pression de service du réseau	-	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau surchauffée (>120°C)	
Autorité délégante	SICUDEF	Température de départ	> 110	°C
Gestionnaire du réseau	ENERTHERM	Température de retour	-	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-	
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	-	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	-	km
Date d'achèvement	01/01/2027	Nombre de points de livraison	-	
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	250 000	MWh/an
État de la production	-			
Année de référence des données	-			

Mlx énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		57 %
Fioul	-		15 %
Autres	-		28 %
<b>TOTAL</b>	<b>282 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire		
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-	
Contenu GES du réseau	0,193 kgCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	55,46	€ HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	55,46	€ HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-	
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	53,3594	€ HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	-	€ HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-	
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-	
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	-	MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an			
2020	- teCO <sub>2</sub> /an			
Présence de cogénération	Oui			
Production électrique totale	35 429 MWh/an			
Puissance électrique cogénération	1,2 MW			

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Gennevilliers - Réseau Genevilliers

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>Réseau Genevilliers</b>	Longueur totale du réseau	13,5	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Gennevilliers	Pression de service du réseau	entre 6 et 7	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur		
Autorité délégante	Ville de Gennevilliers	Température de départ	109	°C
Gestionnaire du réseau	Genevilliers Energie	Température de retour	75	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	ENGIE Réseaux	pression		
Contact gestionnaire	Alain AGOGUE	Longueur de réseau vapeur		km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	25	Longueur de réseau eau chaude		km
Date d'achèvement	2038	Nombre de points de livraison	88	
Date de création du réseau	1970/71	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	67 714	MWh/an
État de la production				
Année de référence des données	2015			

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Biomasse	17		60 %
Gaz	42,5		15 %
Cogénération (hors élec)	15		25 %
<b>TOTAL</b>	<b>75 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre			Structure tarifaire		
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	Non		Type de tarif pratiqué	01/02/2017	
Contenu GES du réseau	0,23	kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	30,7176	€ HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)			R1 hiver		€ HT/MWh
2013	14262	teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	30,7176	
2014	12763	teCO <sub>2</sub> /an	R2	62,5	€ HT/kW
2015	11306	teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	102,22	€ HT/kW
2016	9896	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	5,5%	
2017	8530	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%	
2018	7209	teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	59568	MW
2019	5930	teCO <sub>2</sub> /an			
2020	4697	teCO <sub>2</sub> /an			
Présence de cogénération	Oui				
Production électrique totale	19 328	MWh/an			
Puissance électrique cogénération	6	MW			

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Issy-les-Moulineaux - Fort D'Issy

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Fort D'Issy</b>	Longueur totale du réseau	- km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Issy-les-Moulineaux	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville d'Issy Les Moulineaux	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	DALKIA	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	8 300 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Géothermie Albien	-		77 %
Gaz	-		23 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	5,5%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Levallois-Perret - Front de Paris

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Front de Paris</b>	Longueur totale du réseau	4,8 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Levallois-Perret	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau chaude
Autorité délégante	Ville de Levallois-Perret	Température de départ	105 °C
Gestionnaire du réseau	Kalita	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	IDEX	pression	
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	01/09/2038	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	46 722 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		74 %
Autres (chaleur CPCU)	interconnexion avec le réseau Front de Seine		26 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,244 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	60,62 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	60,62 € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	60,62
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	80,38 € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,50%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Levallois-Perret - ZAC du Front de Seine

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>ZAC du Front de Seine</b>	Longueur totale du réseau	9 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Levallois-Perret	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau chaude ( $\leq 120^{\circ}\text{C}$ )
Autorité délégante	Ville de Levallois Perret	Température de départ	110 °C
Gestionnaire du réseau	Levallois énergie maintenance	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	COFELY	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	01/09/2038	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue	67 582 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Autres	interconnexion avec le réseau Front de Seine		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,249 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20,0%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Le Plessis-Robinson - Réseau du Plessis-Robinson TECNI

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Réseau du Plessis-Robinson TECNI</b>	Longueur totale du réseau	- km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Le Plessis-Robinson	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Réseau privé - avec contrat d'exploitation	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	-	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	-	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	39 626 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
UVED			
Biomasse			
Biocombustible			
Géothermie Dogger			
Géothermie Albien			
Géothermie Néocomien	-		54%
Géothermie très basse énergie	-		
Récupération de chaleur sur eaux usées			
Solaire thermique			
Gaz			
Fioul			
Charbon			
Cogénération (hors élec)			
Autres			
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>54 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,223 geCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération			
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		



## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Le Plessis-Robinson - Plessis Robinson ZIPEC

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Plessis Robinson ZIPEC</b>	Longueur totale du réseau	4 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Le Plessis-Robinson	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Réseau privé - avec contrat d'exploitation	Fluide caloporteur	Eau surchauffée (>120°C)
Autorité délégante	Ville Plessis Robinson	Température de départ	> 110 °C
Gestionnaire du réseau	COFELY	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	ENGIE	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	17 516 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
<b>TOTAL</b>	0 MW		%

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,28 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20,0%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	-		
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Meudon

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Meudon</b>	Longueur totale du réseau	7,8 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Meudon	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau surchauffée (>120°C)
Autorité délégante		Température de départ	170 °C
Gestionnaire du réseau	Cofely IDF	Température de retour	110 °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	ENGIE	pression	-
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau Haute Pression	- km
Date d'achèvement	01/03/2026	Longueur de réseau Basse pression	- km
Date de création du réseau	-	Nombre de points de livraison	-
État de la production	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	79 321 MWh/an
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	94		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>94 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	200 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	41,3 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	41,3 € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	41,3
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	35,9 € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Oui		
Production électrique totale	25 542 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	7 MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Nanterre - ENERBIOSA

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>ENERBIOSA</b>	Longueur totale du réseau	0,8 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Nanterre	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	eau chaude
Autorité délégante	EPADESA	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	IDEX	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	31/03/2035	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	2010	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	4 502 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Biomasse	1,6		58 %
Gaz	3		42 %
<b>TOTAL</b>	<b>5 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,074 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Nanterre - ZAC de Sainte Geneviève

Informations générales		Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>ZAC de Sainte Geneviève</b>	Longueur totale du réseau	0,65	km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Nanterre	Pression de service du réseau	2,5	Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	eau	
Autorité délégante	Ville de Nanterre	Température de départ	70	°C
Gestionnaire du réseau	ENGIE COFELY	Température de retour	50	°C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	ENGIE	pression	Non	
Contact gestionnaire	Adrien FRIZZA	Longueur de réseau vapeur	/	km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	25	Longueur de réseau eau chaude	0,65	km
Date d'achèvement	26/07/1935	Nombre de points de livraison	10	
Date de création du réseau	2011	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	3 876	MWh/an
État de la production	Récente			
Année de référence des données	-			

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Géothermie très basse énergie	0,2	2010	20 %
Récupération de chaleur sur eaux usées	0,5	2010	36 %
Solaire thermique	2,8	2010	44 %
<b>TOTAL</b>	<b>4 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre			Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-		Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,069	kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	25,71 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)			R1 hiver	49,09 € HT/MWh
2013	450	teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	332	teCO <sub>2</sub> /an	R2	122,03 € HT/kW
2015	488	teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	277,67 € HT/kW
2016	-	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	-	teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	-	teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	2639 MW
2019	-	teCO <sub>2</sub> /an		
2020	-	teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non			
Production électrique totale	-	MWh/an		
Puissance électrique cogénération	-	MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Puteaux - Ciceo

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Ciceo</b>	Longueur totale du réseau	4,3 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Puteaux	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville de Puteaux	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	CICEO	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	41 016 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,239 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Suresnes - Complexe sportif - Les raguidelles

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Complexe sportif - Les raguidelles</b>	Longueur totale du réseau	- km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Suresnes	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Réseau technique de la ville	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville de Suresnes	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	DALKIA	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	3 200 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Biomasse	0,60		80 %
Gaz	1,4		20 %
<b>TOTAL</b>	<b>2 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	- kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNA)	-	R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	-		
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		



## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Suresnes - SOCLIS

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>SOCLIS</b>	Longueur totale du réseau	6 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Suresnes	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	Eau surchauffée (>120°C)
Autorité délégante	Ville de Suresnes	Température de départ	180 °C
Gestionnaire du réseau	SOCLIS	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	25 ans	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	2024	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	99 260 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		30 %
Cogénération (hors élec)	-		70 %
<b>TOTAL</b>	<b>44 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	R1/R2
Contenu GES du réseau	0,234 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	46,586 € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	44,132 € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20,0%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	44882 MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Oui		
Production électrique totale	17 590 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de chauffage urbain - Ville de Villeneuve-la-Garenne - Résidence Villeneuve

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Résidence Villeneuve</b>	Longueur totale du réseau	2,1 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Villeneuve-la-Garenne	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	SEM des résidences de Villeneuve la Garenne	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	DALKIA	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	11 396 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Gaz	-		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,212 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Oui		
Production électrique totale	7 933 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de froid - Ville de Boulogne-Billancourt - Froid ZAC Ile Seguin

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Froid ZAC Ile Seguin</b>	Longueur totale du réseau	12 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Boulogne-Billancourt	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville de Boulogne-Billancourt	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	IDEX Seguin Rives de Seine	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	40 000 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées	Ancienneté des générateurs	Source énergie produite
Autres	-		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,021 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de froid - Ville de Courbevoie - Froid - La Défense

Informations générales	Caractéristiques techniques		
Nom du réseau	<b>Froid - La Défense</b>	Longueur totale du réseau	14 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Courbevoie	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	SICUDEF	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	ENERTHERM	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	125 000 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Géothermie très basse énergie	-		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>114 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,016 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	20,0%
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	5,5%
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de froid - Ville de Issy-les-Moulineaux - SUC (Société Urbaine Climatisation)

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>SUC (Société Urbaine Climatisation)</b>	Longueur totale du réseau	- km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Issy-les-Moulineaux	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	-	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	-	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	-	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	31/08/2027	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	76 912 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
<b>TOTAL</b>	0 MW		%

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,018 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	0 MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		

## Fiche réseau de froid - Ville de Levallois-Perret - Cristalia

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>Cristalia</b>	Longueur totale du réseau	1 km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Levallois-Perret	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	
Autorité délégante	Ville de Levallois-Perret	Température de départ	- °C
Gestionnaire du réseau	Engie réseaux	Température de retour	- °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	ENGIE	pression	
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	-	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	-	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue	4 353 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Autres			100 %
<b>TOTAL</b>	<b>0 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0,02 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	MWh/an		
Puissance électrique cogénération	MW		

## Fiche réseau de froid - Ville de Suresnes - ICEIS

Informations générales		Caractéristiques techniques	
Nom du réseau	<b>ICEIS</b>	Longueur totale du réseau	- km
Localisation (Commune d'implantation principale du réseau)	Suresnes	Pression de service du réseau	- Bars
Mode de gestion	Délégation de Service Public - Concession	Fluide caloporteur	-
Autorité délégante	Ville de Suresnes	Température de départ	5 °C
Gestionnaire du réseau	ICEIS	Température de retour	10 °C
Groupe d'appartenance du gestionnaire	DALKIA	pression	-
Contact gestionnaire	-	Longueur de réseau vapeur	- km
Durée du contrat d'exploitation ou DSP	30 ans	Longueur de réseau eau chaude	- km
Date d'achèvement	2036	Nombre de points de livraison	-
Date de création du réseau	-	Quantité d'énergie annuelle vendue (chauffage + ECS)	10 925 MWh/an
État de la production	-		
Année de référence des données	-		

Mix énergétique			
	Puissances installées (MW)	Ancienneté des générateurs (Année)	Source énergie produite (%)
Autres	7,5		100 %
<b>TOTAL</b>	<b>7,5 MW</b>		<b>100 %</b>

Emissions de gaz à effet de serre		Structure tarifaire	
Réseau faisant l'objet d'un classement titre V	-	Type de tarif pratiqué	-
Contenu GES du réseau	0 kgeCO <sub>2</sub> /kWh	R1 été	- € HT/MWh
Quotas alloués au réseau (PNAQ III)		R1 hiver	- € HT/MWh
2013	- teCO <sub>2</sub> /an	R1ECS	-
2014	- teCO <sub>2</sub> /an	R2	- € HT/kW
2015	- teCO <sub>2</sub> /an	Droits de raccordements	- € HT/kW
2016	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R1	-
2017	- teCO <sub>2</sub> /an	Taux de TVA R2	-
2018	- teCO <sub>2</sub> /an	Puissance souscrite totale	- MW
2019	- teCO <sub>2</sub> /an		
2020	- teCO <sub>2</sub> /an		
Présence de cogénération	Non		
Production électrique totale	- MWh/an		
Puissance électrique cogénération	- MW		



## 6.2 ANNEXE 2 : SYNTHÈSE DES CONTRATS DE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAUX DES HAUTS-DE-SEINE

Les tableaux suivants, présentent une synthèse des Contrats de Développement Territoriaux (CDT) des Hauts de Seine.

Nom du CDT	CDT 1: Innovation numérique
<b>Date de signature</b>	13/11/2013
<b>Villes dans le périmètre du CDT</b>	Boulogne-Billancourt, Chaville, Issy-les-Moulineaux, Meudon, Sèvres, Ville-d'Avray, Vanvres
<b>Gares GPE CDT</b>	3 (Pont de Sèvres/Île Seguin, Fort d'Issy / Vanves /Clamart, Issy RER)
<b>Objectifs de construction</b>	2 000 logements/an sur 2012-2027
<b>Projet d'aménagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le Trapèze et l'Île Seguin à 74 Ha: habitat, commerces, bureaux. Boulogne Billancourt : En cours de livraison.</li> <li>• Éco-quartier du Fort d'Issy à Issy-les-Moulineaux : 1 650 logements sur 2000m<sup>2</sup>. En cours de livraison.</li> <li>• Les berges de Seine à Issy-les-Moulineaux avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la ZAC du pont d'Issy : 250 000 m<sup>2</sup> SHON, dont 230 000 m<sup>2</sup> de bureaux avec notamment la construction de trois tours et 13 500 m<sup>2</sup> de logements</li> <li>- la ZAC des Bords de Seine : Eco-quartier de 48 000 m<sup>2</sup> SHON de logements et 24 000 m<sup>2</sup> de bureaux, équipements, commerces. En cours de livraison.</li> </ul> </li> <li>• ZAC du centre-ville à Chaville : 35 000 m<sup>2</sup> de logements.</li> <li>• Éco-quartier à Meudon-la-Forêt</li> <li>• Plan d'aménagement d'ensemble sur le Bas Meudon</li> <li>• Mutation urbaine autour des trois gares desservies par le GPE</li> </ul>
<b>Projets ANRU identifiés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forum du Pont de Sèvres</li> </ul>
<b>Projets de travaux infrastructures routières</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requalification de la RD 7 en boulevard urbain (en cours)</li> <li>• Aménagement de l'échangeur de la Manufacture (RD7, RD910, RN118)</li> <li>• Deux nouvelles passerelles autour de l'Île Seguin</li> </ul>

<b>Projet transport en commun (hors GPE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mobilisation : T6, liaison Croix de Berny – Issy RER</li> <li>• Prolongement de la ligne 12 de Mairie d'Issy au carrefour de la Ferme (Issy RER). (Etudes non financés).</li> <li>• Bus à haut niveau de service (BHNS) Val de Seine entre pont de Saint-Cloud et Meudon Campus (pas encore abouti)</li> <li>• Transport en déclivité pour réduire la rupture avec les coteaux (Meudon – Boulogne)</li> </ul>
--	--

Nom du CDT	CDT 2: Boucle Seine Nord
<b>Date de signature</b>	10/02/2014
<b>Villes dans le périmètre du CDT</b>	Asnières sur Seine, Bois-Colombes, Colombes, Gennevilliers
<b>Gares GPE CDT</b>	4 gares: Bécon-les-Bruyères, Bois-colombes, Les Agnettes, Les Grésillons. + 2 stations sur le réseau complémentaire (La Garenne-Colombes, Colombes)
<b>Objectifs de construction</b>	1 860 logements/an, pas de période définie.
<b>Nombre/surfaces de logements</b>	1/3 des logements doivent être des logements sociaux.
<b>Autres objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 659 logement/an (PLH 2011 -2016)</li> </ul>
<b>Projet d'aménagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement du Port autonome de Gennevilliers</li> <li>• Transformation du site Thalès PSA GDF (potentiel fonciers, requalification en habitat)</li> <li>• Evolution du secteur Stage Yves du Manoir</li> <li>• ZAC des Bruyères (densification d'activités)</li> <li>• ZAC Chandon République (livrée)</li> <li>• Parc d'activités des Chanteraines</li> <li>• Bords de Seine à Asnières</li> </ul>
<b>Projets ANRU identifiés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les Haut d'Asnières</li> <li>• Les fossés Jean/ Les Bouviers</li> </ul>
<b>Projet transport en commun (hors GPE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prolongement du tramway T1 jusqu'au T2.</li> </ul>

Nom du CDT	CDT 3: La Défense Ouest - SIEP	
<b>Date de signature</b>	25/04/2012	
<b>Villes dans le périmètre du CDT</b>	Rueil-Malmaison, Nanterre, Suresnes, La Garenne-Colombes	
<b>Gares GPE CDT</b>	3 gares: Rueil, Nanterre, Rueil Suresnes Mont Valérien. + Nanterre La Boule (retenue à titre conservatoire)	
<b>Objectifs de construction</b>	En cours de discussion	
<b>Autres objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taux d'emploi de 1,89</li> </ul>	
<b>Projet d'aménagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Défense Seine Arche :</li> <li>• Eco-quartier OTAN-Renault (Mont Valérien)</li> <li>• Axes des T2 et T1, s'accompagnent de projet de développement tertiaires (requalification espaces publics)</li> <li>• Campus universitaire</li> <li>• Grands pôles intermodaux</li> <li>• Cité de l'entrepreneuriat</li> </ul>	construction 150 000m <sup>2</sup> immobilier entreprises (démolition reconstruction) 300 000m <sup>2</sup> constructions neuves 100 000m <sup>2</sup> de logements
<b>Projets ANRU identifiés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petit Nanterre</li> <li>• Cité des provinces françaises</li> </ul>	
<b>Projets de travaux infrastructures routières</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requalification des grandes axes routiers structurants (NR)</li> <li>• Secteur Papèteries et échangeur A14/A86</li> </ul>	
<b>Projet transport en commun (hors GPE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligne de tramway T1 et T2</li> </ul>	

Nom du CDT	CDT 4: Seine Défense
Date de signature	14/05/2012
Villes dans le périmètre du CDT	Courbevoie, Puteaux
Gares GPE CDT	2 gares: La défense, Bécon les Bruyères
Objectifs de construction	600 logement/an sur une période de 6ans.
Projet d'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eco-quartier des Bergères à Puteaux</li> <li>Opération cœur de ville à Courbevoie</li> </ul>
Projets de travaux infrastructures routières	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaménagement du boulevard circulaire de la Défense et du quartier Gambetta (Courbevoie) et du quartier Michelet (Puteaux)</li> </ul>
Projet transport en commun (hors GPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projet de gare (réseau national)</li> <li>Prolongement du tramway T2</li> </ul>

Nom du CDT	CDT 5: Sciences et santé
Date de signature	28/10/2013
Villes dans le périmètre du CDT	Bagneux (Hauts de Seine), Arcueil, Cachan, Villejuif, L'Haÿ-les-Roses, Fresnes
Gares GPE CDT	1 gare: Bagneux
Objectifs de construction	1 700 logements/an entre 2013 et 2020
Autres objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter le taux d'emploi à 1 au terme des 15 années du CDT</li> <li>Création de logements sociaux 25% pour Bagneux</li> </ul>
Projet d'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Site des Mathurins : 16ha, libéré horizon 2016; fort potentiel activités économiques, logements, équipements</li> <li>ZAC Victor Hugo quartier Pierre Plate : Eco-quartier, rénovation urbain quartier Pierre Plate</li> <li>Restructuration ZI Bagneux</li> </ul>
Projet transport en commun (hors GPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prolongement métro 4 de porte d'Orléans à Bagneux</li> </ul>

## 6.3 ANNEXE 3 : ETUDES D'OPPORTUNITES

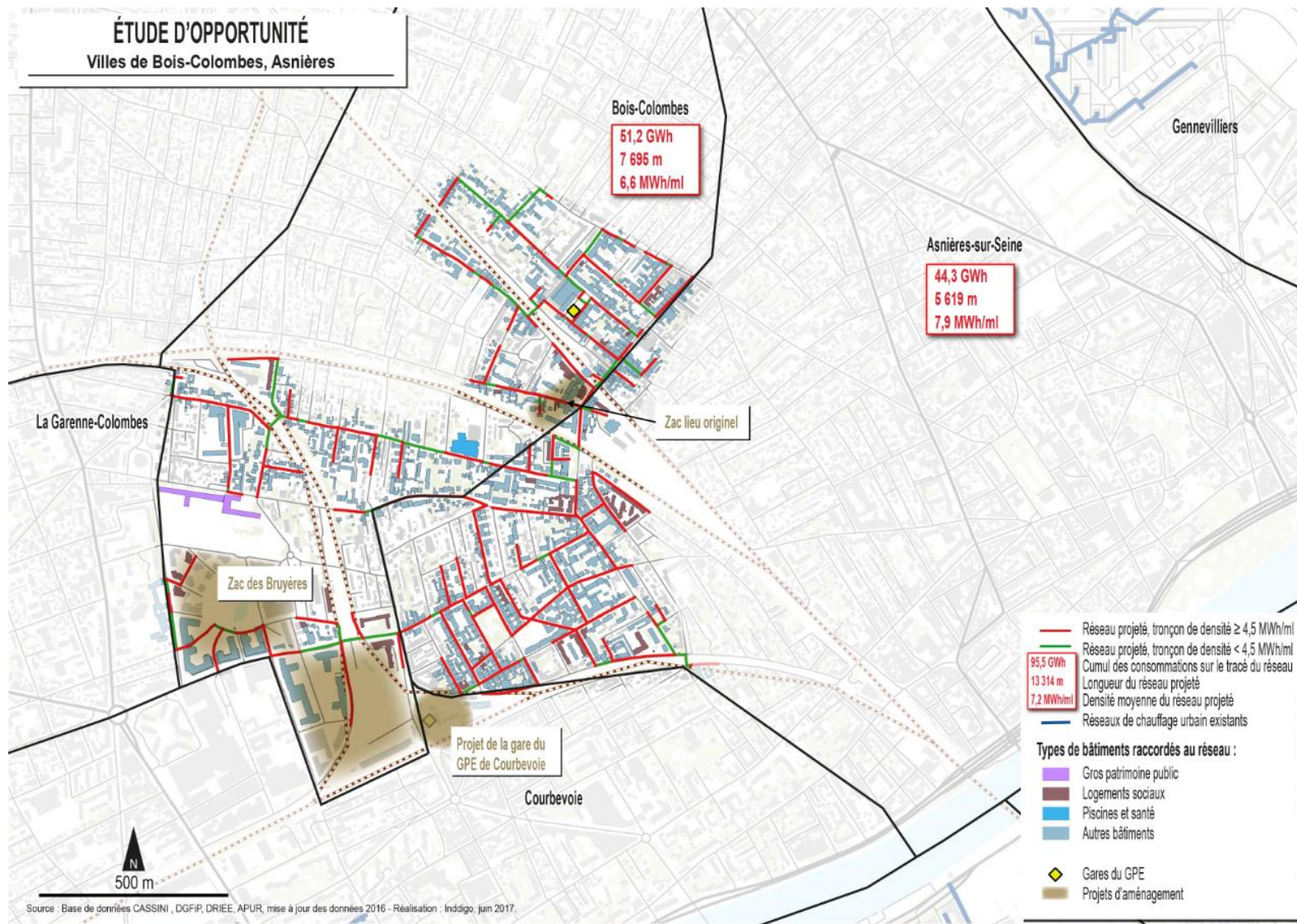
### 6.3.1 ASNIERES/BOIS COLOMBES

La ressource EnR&R identifiée pour le développement d'un projet de réseaux sur le secteur d'études est la géothermie au Dogger.

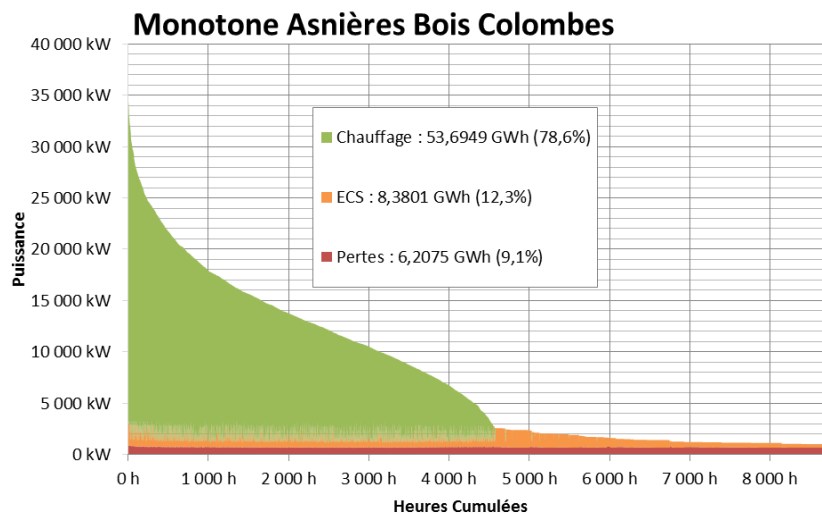
Les caractéristiques prévisionnelles de l'exploitation d'un doublet au Dogger sur ce secteur sont les suivantes :

- Température de prélèvement 57°C
- Température de rejet 30°C
- Débit exploité 300 m<sup>3</sup>/h, grâce à un doublet géothermique et à la réalisation de drains horizontaux

Le tracé du réseau de chaleur prévu dans le cadre de la présente note d'opportunité est présenté ci-dessous. Le réseau de chauffage est composé de l'ensemble des tronçons dessinés en vert et en rouge. Les tronçons en rouge représentent les secteurs avec les plus fortes densités de besoins de chaleur (>4,5 MWh/ml).



Une simulation des besoins annuels en énergie calorifique a été réalisée afin d'évaluer la puissance des équipements de production à prévoir. La courbe issue de cette simulation est présentée ci-dessous. Elle illustre les besoins prévisionnels en énergie (chauffage, Eau Chaude Sanitaire et pertes réseau).



Ainsi, la puissance appelée lors des appels de pointes en hiver sera de 35 000 kW. La puissance disponible au niveau de la géothermie (ressource géothermale + pompes à chaleur) sera de 11 600 kW environ. Une puissance de 35 000 kW d'appoint/secours gaz sera installée.



Les tableaux suivants présentent les caractéristiques techniques de développement du projet et le coût de l'énergie, ainsi que la part d'EnR&R.

Asnières/Bois-Colombes	
<b>Caractéristiques</b>	
Réseau	
Longueur de réseau (ml)	13 000
Quantité de chaleur livrée (GWh/an)	61
Nb de sous-stations	34
Densité linéaire (MWh/ml)	4,70
Production	
	Dogger avec double drains
Ressource géothermale exploitée	
Nombre de doublets Dogger	1
Nombre de doublets Albien	0
Puissance et énergie	
Puissance nécessaire production (kW)	35 000
Puissance forage	9 396
Puissance développée géothermie (PAC + forages, kW)	11 745
→ Puissance électrique PAC (kW)	2 349
Puissance appoint/Secours gaz (kW)	35 000
<b>Investissements (k€ HT)</b>	
Investissements production	
Investissement géothermie	12 150 k€
Investissement PAC	2 349 k€
Investissement appoint gaz	3 703 k€
Investissements réseau	15 289 k€
Total Investissement	33 491 k€
Subventions	
Fond chaleur production	4 550 k€
Fond chaleur distribution	3 822 k€
Reste à financer	25 118 k€

Bilan annuel (k€ HT/an)	
<b>Dépenses</b>	
Financement	1 200 k€
Coûts combustible (gaz et élec pour la géo)	
Electricité PAC (3 940 MWh) avec un montage PAC en série avec échangeur géothermal	307 k€
Electricité puisage géo (1 973 MWh)	154 k€
Electricité distribution et auxiliaires (244 MWh)	19 k€
Gaz (23 872 MWh)	859 k€
<b>Dépenses combustible</b>	<b>1 340 k€</b>
Production entretien maintenance	
Géothermie	320 k€
Appoint gaz	63 k€
Production GER	
GER	327 k€
Distribution entretien maintenance et GER	
Entretien et GE	173 k€
<b>Dépenses entretien/maintenance/investissement</b>	<b>2 083 k€</b>
Frais généraux	103 k€
<b>Dépenses totales, (marge incluse)</b>	<b>3 525 k€</b>
<b>Recettes</b>	
R1	1 344 k€
R2	2 872 k€
<b>Bilan annuel (€ HT)</b>	<b>691 k€</b>

Indicateurs	
Energies renouvelables	
Energie renouvelable valorisée (MWh)	39 463
Equivalent Tep	3 396
<b>Part EnR</b>	<b>59%</b>
<b>Indicateurs économiques</b>	
<b>Prix moyen de la chaleur (€ HTVA/MWh)</b>	<b>69,01</b>
<b>Prix moyen de la chaleur (€ TTC/MWh)</b>	<b>72,81</b>
R1 (€ HTVA/MWh)	22
R2 (€ HTVA/kW)	81

**Le prix moyen de la chaleur** est évalué à **69 €HTVA/MWh** environ pour une **part d'EnR&R prévisionnelle de 59%**.

Le terme R1 (22 €HTVA/MWh) correspond au terme de facturation lié aux dépenses de combustibles. Le terme R2 (81 €HTVA/kW) correspond à l'abonnement et couvre les dépenses en électricité, en entretien/maintenance, en gros entretien et renouvellement et en amortissement des investissements.

Le prix moyen de la chaleur présente des marges de progrès, notamment en ayant recours à des systèmes d'appoint décentralisés (réutilisation des chaufferies existantes des abonnés avec les plus grosses consommations). Sur la base d'une hypothèse de réduction de la puissance d'appoint/secours centralisée à 30%, le prix moyen de la chaleur peut atteindre 65,4 € HTVA/MWh.

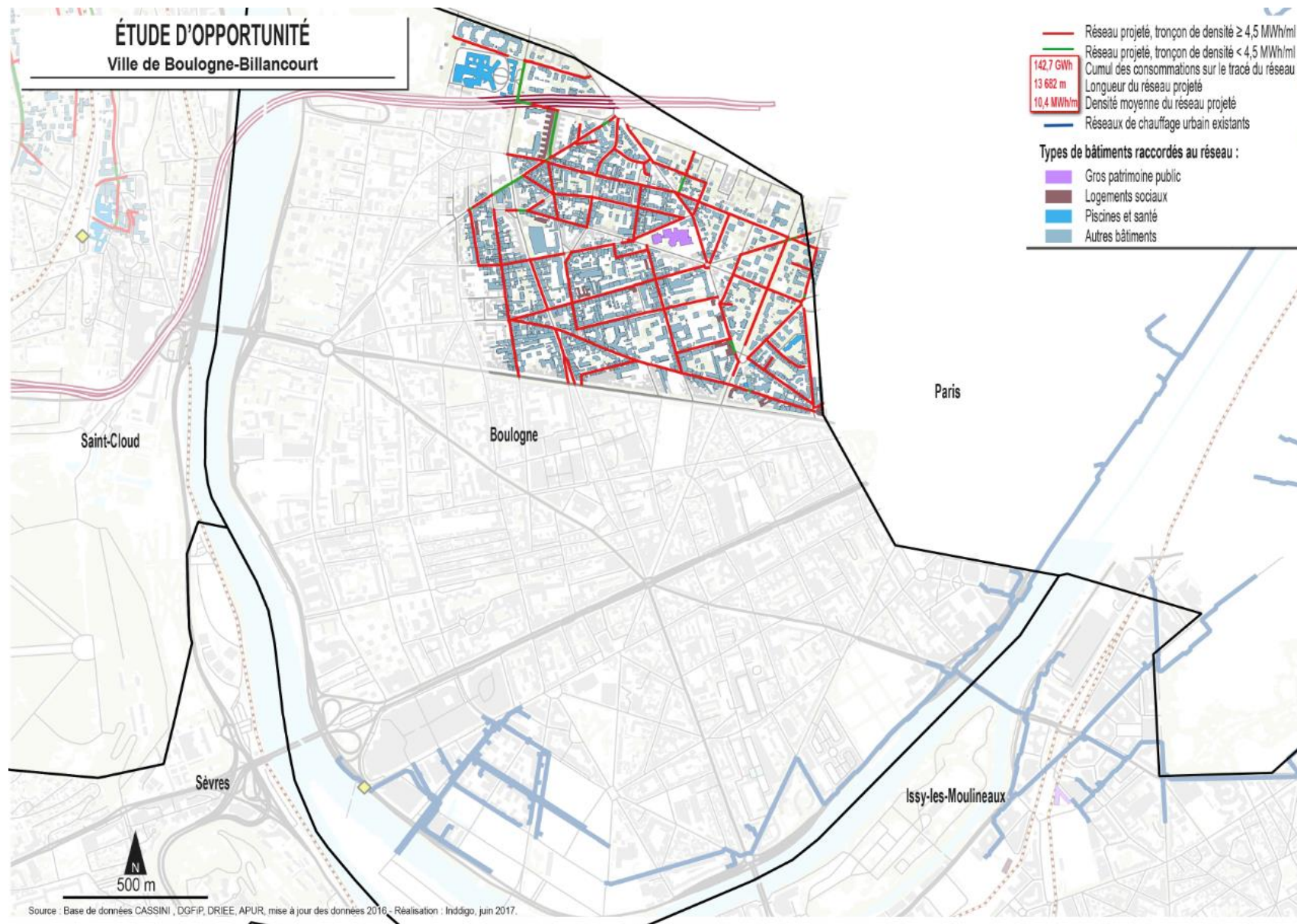
### **6.3.2 BOULOGNE-BILLANCOURT**

La ressource EnR&R identifiée pour le développement d'un projet de réseaux sur le secteur d'études est la géothermie au Dogger.

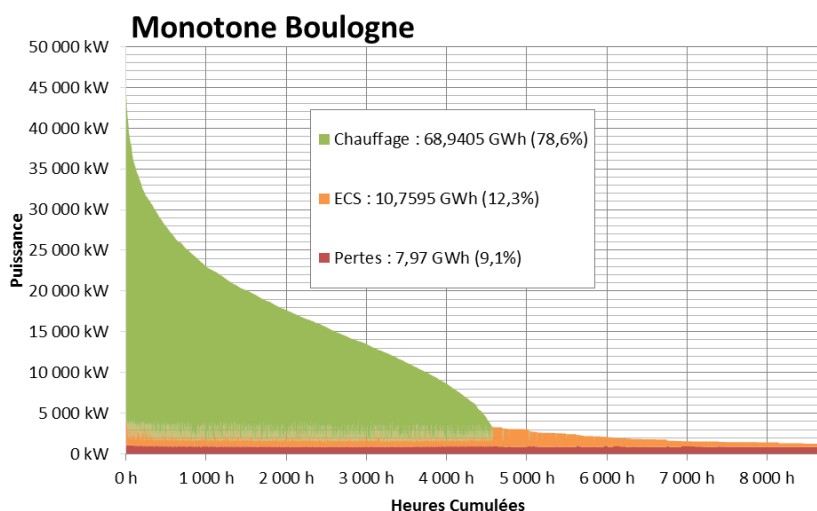
Les caractéristiques prévisionnelles de l'exploitation d'un doublet au Dogger sur ce secteur sont les suivantes :

- Température de prélèvement 62°C
- Température de rejet 30°C
- Débit exploité 300 m<sup>3</sup>/h

Le tracé du réseau de chaleur prévu dans le cadre de la présente note d'opportunité est présenté ci-dessous. Le réseau de chauffage est composé de l'ensemble des tronçons dessinés en vert et en rouge. Les tronçons en rouge représentent les secteurs avec les plus fortes densités de besoins de chaleur (>4,5 MWh/ml).



Une simulation des besoins annuels en énergie calorifique a été réalisée afin d'évaluer la puissance des équipements de production à prévoir. La courbe issue de cette simulation est présentée ci-contre. Elle illustre les besoins prévisionnels en énergie (chauffage, Eau Chaude Sanitaire et pertes réseau).



Ainsi, la puissance appelée lors des appels de pointes en hiver sera de 44 000 kW. La puissance disponible au niveau de la géothermie (ressource géothermale + pompes à chaleur) sera de 15 000 kW environ. Une puissance de 44 000 kW d'appoint/secours gaz sera installée.

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques techniques de développement du projet et le coût de l'énergie, ainsi que la part d'EnR&R.

Caractéristiques	
Réseau	
Longueur de réseau (ml)	14 600
Quantité de chaleur livrée (GWh/an)	72
Nb de sous-stations	40
Densité linéaire (MWh/ml)	4,90
Production	
Ressource géothermale exploitée	Dogger
Nombre de doublets Dogger	1
Nombre de doublets Albien	0
Puissance et énergie	
Puissance nécessaire production (kW)	44 000
Puissance forage	11 136
Puissance développée géothermie (PAC + géothermie, kW)	13 920
→ Puissance électrique PAC (kW)	2 784
Puissance appoint/Secours gaz (kW)	44 000

Investissements (k€ HT)	
Investissements production	
<i>Investissement géothermie (forages et installation de surface jusqu'à l'échangeur)</i>	11 000 k€
<i>Investissement PAC</i>	2 895 k€
<i>Investissement appoint gaz</i>	4 565 k€
Investissements réseau	19 377 k€
Total Investissement	37 837 k€
Subventions	
<i>Fond chaleur production</i>	4 615 k€
<i>Fond chaleur distribution</i>	4 844 k€
Reste à financer	28 378 k€

Bilan annuel (k€ HT/an)	
<b>Dépenses</b>	
Financement	1 356 k€
Coûts combustible (gaz et élec pour la géo)	
<i>Electricité PAC (4 670 MWh)</i>	364 k€
<i>Electricité puisage géo (2 339 MWh)</i>	182 k€
<i>Electricité distribution et auxiliaires (286 MWh)</i>	22 k€
<i>Gaz (27 298 MWh)</i>	983 k€
<b>Dépenses combustible</b>	<b>1 552 k€</b>
Coûts entretien/maintenance production	
<i>Géothermie</i>	320 k€
<i>Appoint gaz</i>	79 k€
<i>GER</i>	397 k€
DistributionR	
<i>Entretien et GE</i>	195 k€
<b>Dépenses entretien/maintenance/investisser</b>	<b>2 347 k€</b>
Frais généraux	117 k€
<i>Marge exploitant</i>	0 k€
<b>Dépenses totales, (marge incluse)</b>	<b>4 016 k€</b>
<b>Recettes</b>	
R1	1 573 k€
R2	3 224 k€
<b>Bilan annuel (€ HT)</b>	<b>782 k€</b>

Indicateurs	
<b>Energies renouvelables</b>	
Energie renouvelable valorisée (MWh)	46 771
Equivalent Tep	4 025
<b>Part EnR</b>	<b>59%</b>
<b>Indicateurs économiques</b>	
<b>Prix moyen de la chaleur (€ HTVA/MWh)</b>	<b>67,10</b>
<b>Prix moyen de la chaleur (€ TTC/MWh)</b>	<b>70,79</b>
R1 (€ HTVA/MWh)	22
R2 (€ HTVA/kW)	73

**Le prix moyen de la chaleur est évalué à 67,10 €HTVA/MWh** environ pour une **part d'EnR&R prévisionnelle de 59%**.

Le terme R1 (22 €HTVA/MWh) correspond au terme de facturation lié aux dépenses de combustibles. Le terme R2 (73 €HTVA/kW) correspond à l'abonnement et couvre les dépenses en électricité, en entretien/maintenance, en gros entretien et renouvellement et en amortissement des investissements.

### **6.3.3 FONTENAY-AUX-ROSES/SCEAUX**

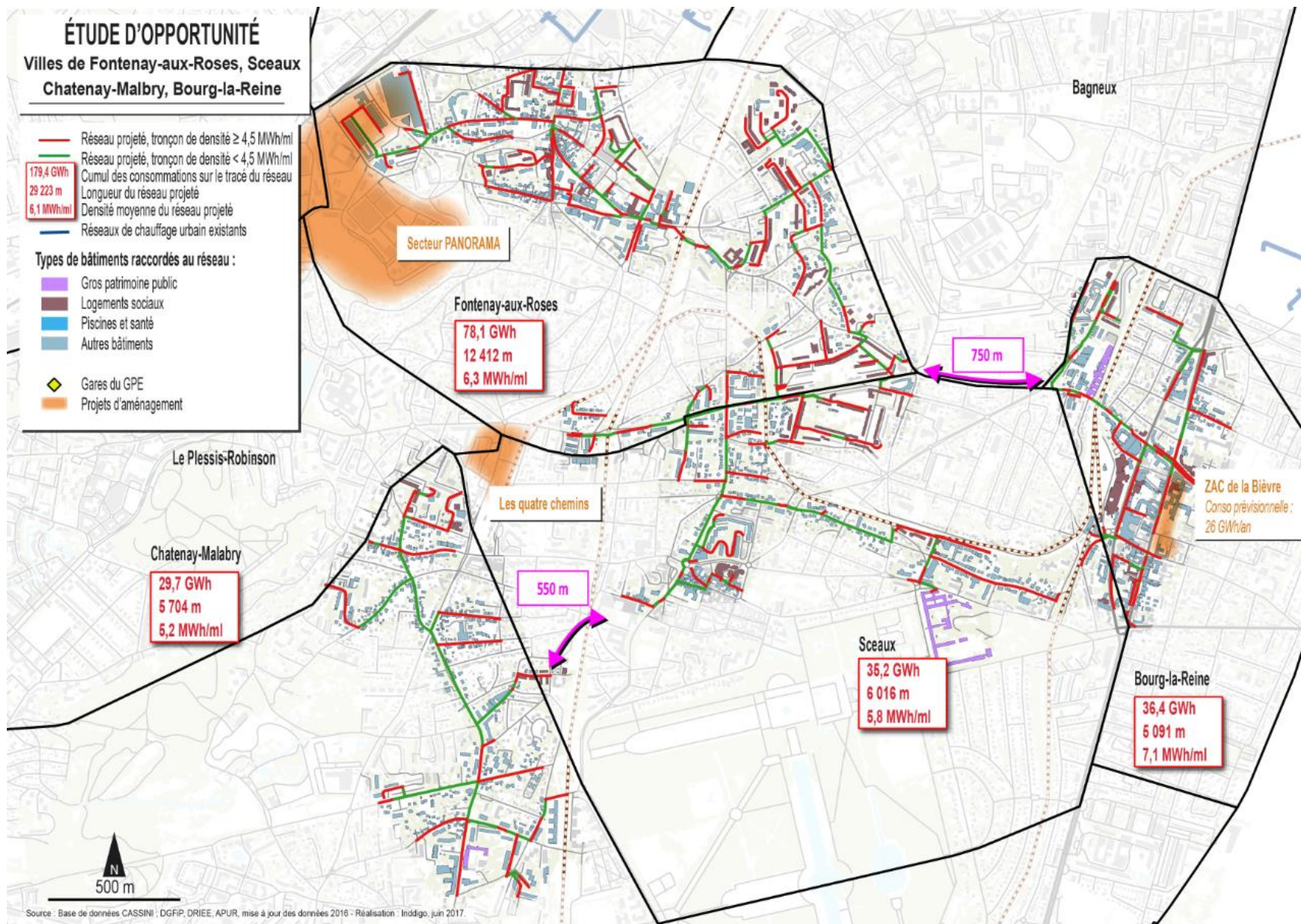
La ressource EnR&R identifiée pour le développement d'un projet de réseaux sur le secteur d'études est la géothermie au Dogger.

Les caractéristiques prévisionnelles de l'exploitation d'un doublet au Dogger sur ce secteur sont les suivantes :

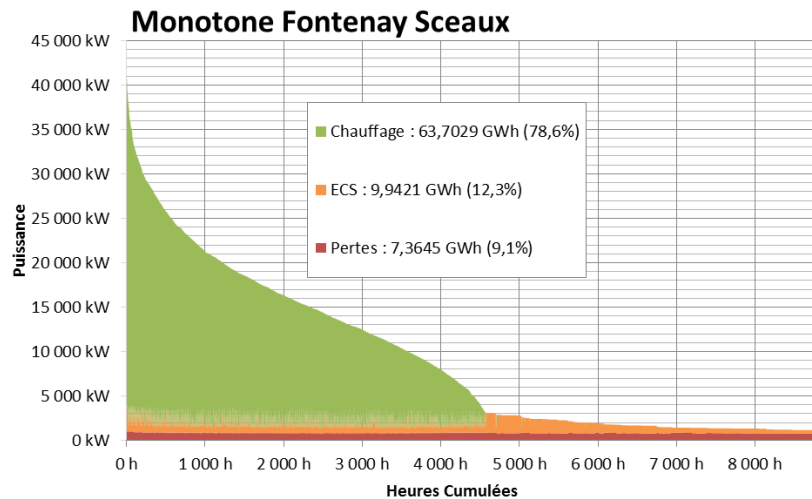
- Température de prélèvement 67°C
- Température de rejet 30°C
- Débit exploité 300 m<sup>3</sup>/h, au moyen d'un doublet au Dogger, accompagné de drains horizontaux

Le tracé du réseau de chaleur prévu dans le cadre de la présente note d'opportunité est présenté ci-dessous. Le réseau de chauffage est composé de l'ensemble des tronçons dessinés en vert et en rouge. Les tronçons en rouge représentent les secteurs avec les plus fortes densités de besoins de chaleur (>4,5 MWh/ml).





Une simulation des besoins annuels en énergie calorifique a été réalisée afin d'évaluer la puissance des équipements de production à prévoir. La courbe issue de cette simulation est présentée ci-contre. Elle illustre les besoins prévisionnels en énergie (chauffage, Eau Chaude Sanitaire et pertes réseau).



Ainsi, la puissance appelée lors des appels de pointes en hiver sera de 41 000 kW. La puissance disponible au niveau de la géothermie (ressource géothermale + pompes à chaleur) sera de 15 000 kW environ. Une puissance de 41 000 kW d'appoint/secours gaz sera installée.

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques techniques de développement du projet et le coût de l'énergie, ainsi que la part d'EnR&R.

Caractéristiques	
Réseau	
Longueur de réseau (ml)	18 400
Quantité de chaleur livrée (GWh/an)	74
Nb de sous-stations	41
Densité linéaire (MWh/ml)	4,00
Production	
	Dogger avec
Ressource géothermale exploitée	double
Nombre de doublets	1
Puissance et énergie	
Puissance nécessaire production (kW)	41 000
Puissance forage	12 876
Puissance développée géothermie (PAC + forages, kW)	16 095
→ Puissance électrique PAC (kW)	3 219
Puissance appoint/Secours gaz (kW)	41 000

Investissements (k€ HT)	
Investissements production	
Investissement géothermie	12 150 k€
Investissement PAC	3 348 k€
Investissement appoint gaz	4 228 k€
Investissements réseau	21 569 k€
Total Investissement	41 295 k€
Subventions	
Fond chaleur production	4 931 k€
Fond chaleur distribution	5 392 k€
Reste à financer	30 971 k€

Bilan annuel (k€ HT/an)	
<b>Dépenses</b>	
Financement	1 480 k€
Coûts combustible (gaz et élec pour la géo)	
Electricité PAC (5 400 MWh)	421 k€
Electricité puisage géo (2 704 MWh)	211 k€
Electricité distribution et auxiliaires (295 MWh)	23 k€
Gaz (21 751 MWh)	783 k€
<b>Dépenses combustible</b>	<b>1 438 k€</b>
Coûts entretien/maintenance production	
Géothermie	320 k€
Appoint gaz	74 k€
GER	340 k€
DistributionR	
Entretien et GE	241 k€
<b>Dépenses entretien/maintenance/investis</b>	<b>2 455 k€</b>
Frais généraux	117 k€
<b>Dépenses totales</b>	<b>4 010 k€</b>
<b>Recettes</b>	
R1	1 473 k€
R2	3 541 k€
<b>Bilan annuel (€ HT)</b>	<b>1 004 k€</b>

Indicateurs	
Energies renouvelables	
Energie renouvelable valorisée (MWh)	54 079
Equivalent Tep	4 654
<b>Part EnR</b>	<b>67%</b>
Indicateurs économiques	
<b>Prix moyen de la chaleur (€ HTVA/MWh)</b>	<b>68,08</b>
<b>Prix moyen de la chaleur (€ TTC/MWh)</b>	<b>71,83</b>
R1 (€ HTVA/MWh)	20
R2 (€ HTVA/kW)	86

Le prix moyen de la chaleur est évalué à 68 €HTVA/MWh environ pour une part d'EnR&R prévisionnelle de 67%. Le prix moyen de la chaleur peut être optimisé en cas de réutilisation de

systèmes d'appoints existants. Avec une hypothèse d'installation d'appoint centralisé correspondant à 30% de la puissance appelée, le prix moyen de la chaleur atteint 64,5 € HTVA/MWh.

Le terme R1 (20 €HTVA/MWh) correspond au terme de facturation lié aux dépenses de combustibles. Le terme R2 (86 €HTVA/kW) correspond à l'abonnement et couvre les dépenses en électricité, en entretien/maintenance, en gros entretien et renouvellement et en amortissement des investissements.

#### **6.3.4 NEUILLY-SUR-SEINE**

Plusieurs antennes du réseau de chaleur de la Ville de Paris, exploité en délégation de service public par la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU), sont présentes à proximité immédiate de la Ville de Neuilly-sur-Seine. Ce réseau présente un mix énergétique 50% EnR. L'extension de ce réseau vers la Ville de Neuilly constitue une opportunité de valorisation de chaleur produite à partir d'ENR&R sur ce territoire.

La forte contrainte foncière sur la Ville de Neuilly-sur-Seine rend difficile la réalisation d'une chaufferie centrale sur la commune. En particulier, la réalisation d'un forage géothermal requiert un foncier important en phase travaux (plusieurs milliers de m<sup>2</sup>). Cette opération s'avère très incertaine.

Une extension depuis le réseau CPCU (comme réalisé sur Levallois-Perret) présente une meilleure faisabilité.

Le tracé du réseau de chaleur prévu dans le cadre de la présente note d'opportunité est présenté ci-dessous. Le réseau de chauffage est composé de l'ensemble des tronçons dessinés en vert et en rouge. Les tronçons en rouge représentent les secteurs avec les plus fortes densités de besoins de chaleur (>4,5 MWh/ml).

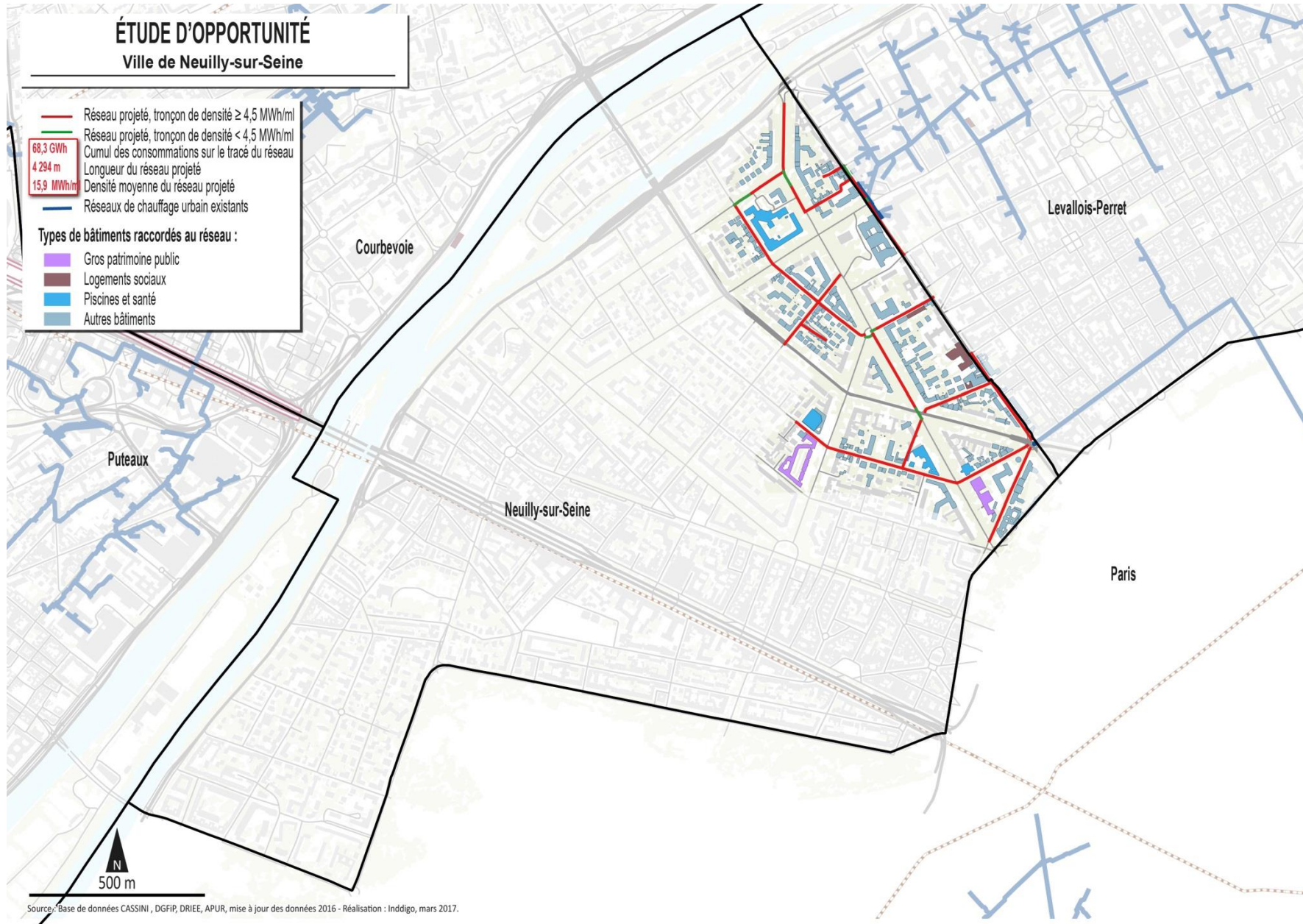


## ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ Ville de Neuilly-sur-Seine

- Réseau projeté, tronçon de densité  $\geq 4,5$  MWh/ml
- Réseau projeté, tronçon de densité  $< 4,5$  MWh/ml
- 68,3 GWh Cumul des consommations sur le tracé du réseau
- 4 294 m Longueur du réseau projeté
- 15,9 MWh/ml Densité moyenne du réseau projeté
- Réseaux de chauffage urbain existants

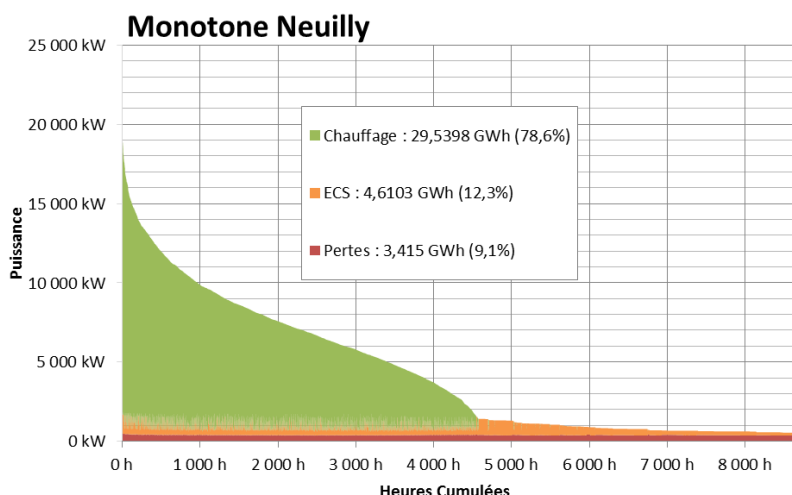
### Types de bâtiments raccordés au réseau :

- Gros patrimoine public
- Logements sociaux
- Piscines et santé
- Autres bâtiments



Source : Base de données CASSINI, DGFP, DRIEE, APUR, mise à jour des données 2016 - Réalisation : Inddigo, mars 2017.

Une simulation des besoins annuels en énergie calorifique a été réalisée afin d'évaluer la puissance des équipements de production à prévoir. La courbe issue de cette simulation est présentée ci-contre. Elle illustre les besoins prévisionnels en énergie (chauffage, Eau Chaude Sanitaire et pertes réseau).



Ainsi, la puissance appelée lors des appels de pointes en hiver sera de 19 000 kW. La puissance de la sous-station d'échange (haute/ pression/basse pression) à créer sera de 19 000 kW.

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques techniques de développement du projet et le coût de l'énergie, ainsi que la part d'EnR&R.

Caractéristiques	
Réseau	
Longueur de réseau (ml)	4 300
Quantité de chaleur livrée (GWh/an)	34
Nb de sous-stations	20
Densité linéaire (MWh/ml)	7,94
Puissance et énergie	
Puissance nécessaire production (kW)	19 200
Puissance sous-station CPCU	19 200

Investissements (k€ HT)	
Investissements production	
Investissement jonction sous-station CPCU	1 863 k€
Investissement sous-station CPCU	3 496 k€
Investissements réseau	5 146 k€
<b>Total Investissement</b>	<b>10 504 k€</b>
Subventions	
Fond chaleur production	1 340 k€
Fond chaleur distribution	1 286 k€
<b>Reste à financer</b>	<b>7 878 k€</b>

Bilan annuel (k€ HT/an)	
<b>Dépenses</b>	
Financement sous-station et raccordement	376 k€
R2 abonnement CPCU (23,1 €/kW)	444 k€
Coûts production	
R1 achat CPCU (47,95 €/MWh)	1 801 k€
Electricité distribution et auxiliaires (137 MWh)	11 k€
<b>Dépenses production</b>	<b>2 632 k€</b>
Coûts entretien/maintenance et GER	
Production (hors jonction qui reste à la charge de CPCU)	70 k€
Distribution	62 k€
<b>Dépenses entretien/maintenance</b>	<b>132 k€</b>
Frais généraux	83 k€
<b>Dépenses totales, (marge incluse)</b>	<b>2 846 k€</b>
<b>Recettes</b>	
R1	1 810 k€
R2	1 253 k€
<b>Bilan annuel (€ HT)</b>	<b>217 k€</b>



<b>Indicateurs</b>	
<b>Energies renouvelables</b>	
Energie renouvelable valorisée (MWh)	17
Equivalent Tep	1
<b>Part EnR</b>	<b>50%</b>
<b>Indicateurs économiques</b>	
<b>Prix moyen de la chaleur (€ HTVA/MWh)</b>	<b>89,70</b>
<b>Prix moyen de la chaleur (€ TTC/MWh)</b>	<b>94,64</b>
R1 (€ HTVA/MWh)	53
R2 (€ HTVA/kW)	65

Le prix moyen de la chaleur est évalué à 89,7 €HTVA/MWh environ pour une part d'EnR&R prévisionnelle de 50%.

Le terme R1 (53 €HTVA/MWh) correspond au terme de facturation lié aux dépenses de fourniture d'énergie primaire. Le terme R2 (63 €HTVA/kW) correspond à l'abonnement et couvre les dépenses en électricité, en entretien/maintenance, en gros entretien et renouvellement et en amortissement des investissements.

### **6.3.5 SAINT-CLOUD**

La ressource EnR&R identifiée pour le développement d'un projet de réseaux sur le secteur d'études est la géothermie au Dogger.

Les caractéristiques prévisionnelles de l'exploitation d'un doublet au Dogger sur ce secteur sont les suivantes :

- Température de prélèvement 62°C
- Température de rejet 30°C
- Débit exploité 300 m<sup>3</sup>/h

Le tracé du réseau de chaleur prévu dans le cadre de la présente note d'opportunité est présenté ci-dessous. Le réseau de chauffage est composé de l'ensemble des tronçons dessinés en vert et en rouge. Les tronçons en rouge représentent les secteurs avec les plus fortes densités de besoins de chaleur (>4,5 MWh/ml).

# ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ Ville de Saint-Cloud

- Réseau projeté, tronçon de densité  $\geq 4,5$  MWh/ml
- Réseau projeté, tronçon de densité  $< 4,5$  MWh/ml

— Réseaux de chauffage urbain existants

Types de bâtiments raccordés au réseau :

- Gros patrimoine public
- Logements sociaux
- Piscines et santé
- Autres bâtiments

Rueil-Malmaison

Saint-Cloud

96 GWh  
7 606 m  
12,8 MWh/ml

135 m

92 m

114 m

53 m

Garches

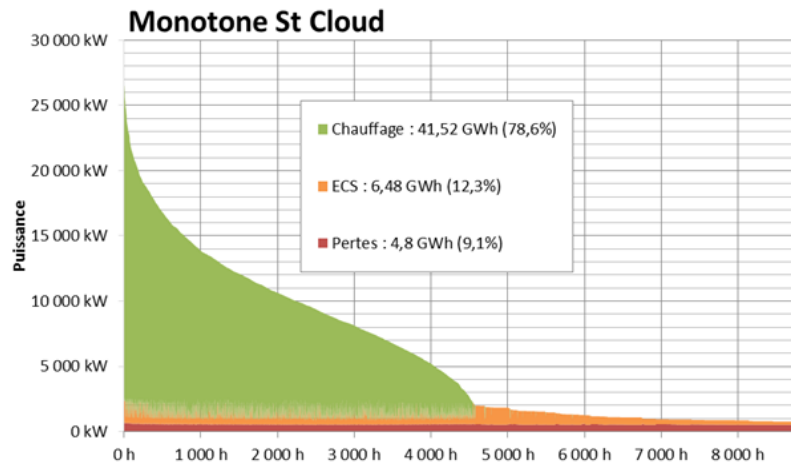
71 m

109 m



Source : Base de données CASSINI, DGFIP, DRIEE, APUR, mise à jour des données 2016 - Réalisation : Indigo, juin 2017.

Une simulation des besoins annuels en énergie calorifique a été réalisée afin d'évaluer la puissance des équipements de production à prévoir. La courbe issue de cette simulation est présentée ci-contre. Elle illustre les besoins prévisionnels en énergie (chauffage, Eau Chaude Sanitaire et pertes réseau).



Ainsi, la puissance appelée lors des appels de pointes en hiver sera de 27 000 kW. La puissance disponible au niveau de la géothermie (ressource géothermale + pompes à chaleur) sera de 15 000 kW environ. Une puissance de 27 000 kW d'appoint/secours gaz sera installée.

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques techniques de développement du projet et le coût de l'énergie, ainsi que la part d'EnR&R.

Caractéristiques	
Réseau	
Longueur de réseau (ml)	7 500
Quantité de chaleur livrée (GWh/an)	58
Nb de sous-stations	34
Densité linéaire (MWh/ml)	7,68
Production	
Ressource géothermale exploitée	Dogger
Nombre de doublets Dogger	1
Nombre de doublets Albien	0
Puissance et énergie	
Puissance nécessaire production (kW)	27 000
Puissance forage	11 136
Puissance développée géothermie (PAC + forages, kW)	13 920
→ Puissance électrique PAC (kW)	2 784
Puissance appoint/Secours gaz (kW)	27 000

Investissements (k€ HT)	
Investissements production	
Investissement géothermie	11 000 k€
Investissement PAC	2 784 k€
Investissement appoint gaz	2 797 k€
Investissements réseau	8 964 k€
Total Investissement	25 545 k€
Subventions	
Fond chaleur production	3 316 k€
Fond chaleur distribution	1 793 k€
Reste à financer	20 436 k€

Bilan annuel (k€ HT/an)	
<b>Dépenses</b>	
Financement	976 k€
Coûts combustible (gaz et élec pour la géothermie)	
Electricité PAC (4 970 MWh)	388 k€
Electricité puisage géothermie (2 046 MWh)	160 k€
Electricité distribution et auxiliaires (230 MWh)	18 k€
Gaz (17 696 MWh)	637 k€
<b>Dépenses combustible</b>	<b>1 202 k€</b>
Coûts entretien/maintenance production	
Géothermie	320 k€
Appoint gaz	49 k€
GER	0 k€
Distribution entretien maintenance et GER	
Entretien et GE	107 k€
<b>Dépenses entretien/maintenance/invest</b>	<b>1 452 k€</b>
Frais généraux	80 k€
<b>Dépenses totales, (marge incluse)</b>	<b>2 734 k€</b>
<b>Recettes</b>	
R1	1 210 k€
R2	2 104 k€
<b>Bilan annuel (€ HT)</b>	<b>580 k€</b>

Indicateurs	
<b>Energies renouvelables</b>	
Energie renouvelable valorisée (MWh)	40 925
Equivalent Tep	3 522
<b>Part EnR</b>	<b>65%</b>
<b>Indicateurs économiques</b>	
<b>Prix moyen de la chaleur (€ HTVA/MWh)</b>	<b>57,52</b>
<b>Prix moyen de la chaleur (€ TTC/MWh)</b>	<b>60,69</b>
R1 (€ HTVA/MWh)	21
R2 (€ HTVA/kW)	77

Le prix moyen de la chaleur est évalué à 57,5 €HTVA/MWh environ pour une part d'EnR&R prévisionnelle de 65%.

Le terme R1 (21 €HTVA/MWh) correspond au terme de facturation lié aux dépenses de combustibles. Le terme R2 (77 €HTVA/kW) correspond à l'abonnement et couvre les dépenses en électricité, en entretien/maintenance, en gros entretien et renouvellement et en amortissement des investissements.

## 6.4 ANNEXE 4 : FICHES DE SYNTHÈSE PAR COMMUNE