



ÉTUDE DES POTENTIELS DE PRODUCTION ET DE VALORISATION DE CHALEUR FATALE EN ÎLE-DE-FRANCE

des Unités d'Incinération de Déchets Non Dangereux (UIDND), industries, Data Centers et eaux usées



collectivités locales

SYNTHÈSE

Mai 2017

ADEME



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

DIRECTION RÉGIONALE
Île-de-France

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

Direction régionale Île-de-France

6/8, rue Jean-Jaurès - 92 807 PUTEAUX CEDEX

Tél. : 01 49 01 45 47 - Fax : 01 49 00 06 84

Coordination technique :

Claire Florette et Stefan Loullat

Coordnatrice de l'édition :

Marie Lopes

Rédacteurs :

EXPLICIT, SERMET et ADEME

Crédits photo :

©Laurent Mignaux - Terra / ©Bernard Suard - Terra /

©Arnaud Bouissou - Terra. / ©Adobe Stock

Création graphique :

L.A. Jacquemin 06 09 73 45 91

Impression :

STIPA (ce document a été imprimé sur papier Satimat Green, composé de 60% de fibres recyclées et 40% de fibres vierges, labellisé FSC - PEFC et ISO 14001)

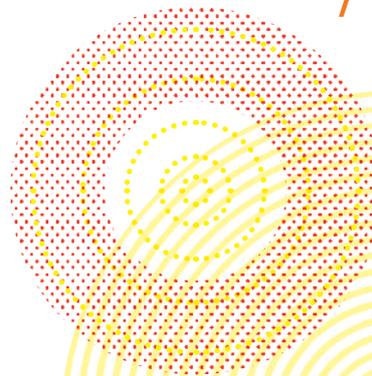
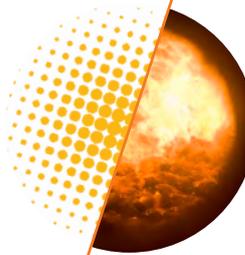
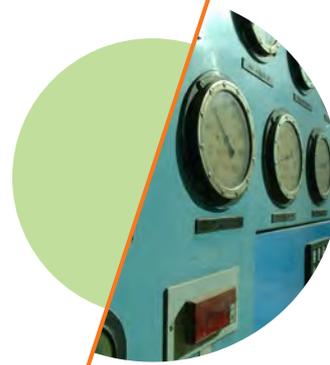
Référence brochure : 010329

ISBN imprimé : 979-10-297-0952-4 / septembre 2017

ISBN électronique : 979-10-297-0953-1 / septembre 2017

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, mai 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L. 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L. 122-10 à L. 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.



| | | |
|-----|---|--------------|
| → | LISTE DES TABLEAUX, DES FIGURES, DES CARTES | 04 |
| → | ÉDITO DE JOËLLE COLOSIO, DIRECTRICE RÉGIONALE ÎLE-DE-FRANCE DE L'ADEME | 05 |
| → | SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE | 06-07 |
| → | PRÉSENTATION ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE | 08-09 |
| | 1 / CONTEXTE DE L'ÉTUDE | 08 |
| | 2 / OBJECTIFS ET DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE | 08-09 |
| → | PHASE 1 : IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES OPERATION EXISTANTES ET DES GISEMENTS DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR | 09-23 |
| 1 | PRÉSENTATION | 09 |
| 2 | LES EAUX USÉES | 10 |
| 2.1 | DESSCRIPTIF DE LA COLLECTE DE DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE D'ESTIMATION DU GISEMENT MAXIMAL | 10 |
| 2.2 | SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES GISEMENTS MAXIMAUX DES EAUX USÉES | 11 |
| 3 | LA CHALEUR FATALE INDUSTRIELLE | 15 |
| 3.1 | DESSCRIPTIF DU GISEMENT | 15 |
| 3.2 | DESSCRIPTIF DE LA COLLECTE DE DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE D'ESTIMATION DU GISEMENT MAXIMAL | 15 |
| 3.3 | SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES GISEMENTS MAXIMAUX DES INDUSTRIES | 16 |
| 4 | LES USINES D'INCINÉRATION DE DÉCHETS NON DANGEREUX | 18 |
| 4.1 | DESSCRIPTIF DU GISEMENT | 18 |
| 4.2 | SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES GISEMENTS MAXIMAUX DES UIDND | 18 |
| 5 | LES DATA CENTERS | 21 |
| 5.1 | DESSCRIPTIF DU GISEMENT | 21 |
| 5.2 | DESSCRIPTIF DE LA COLLECTE DE DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE D'ESTIMATION DU GISEMENT MAXIMAL | 22 |
| 5.3 | SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DU GISEMENT MAXIMAL DES DATA CENTERS | 22 |
| 6 | SYNTHÈSE DE LA PHASE 1 | 23 |
| → | PHASE 2 : ÉVOLUTION ET CARACTÉRISATION DU POTENTIEL VALORISABLE DE CHALEUR FATALE EN ÎLE-DE-FRANCE | 24-40 |
| 1 | PRÉSENTATION DE LA PHASE 2 | 24 |
| 2 | L'ESTIMATION DES BESOINS | 24 |
| 2.1 | LES BESOINS DES BÂTIMENTS EXISTANTS : LOGEMENTS, TERTIAIRE ET ÉQUIPEMENTS | 24 |
| | • Les logements | 24 |
| | • Le tertiaire et les équipements | 24 |
| 2.2 | LES BESOINS DES BÂTIMENTS NEUFS | 25 |
| | • Données et hypothèses | 25 |
| 2.3 | ADÉQUATION DES BESOINS DES BÂTIMENTS ET DES RESSOURCES | 26 |
| 2.4 | LES RÉSEAUX DE CHALEUR | 26 |
| 3 | MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE | 27 |
| | • Prise en compte des différentes contraintes liées à la valorisation externe | 27 |
| | • Prise en compte de la saisonnalité des gisements et de la demande | 27 |
| 4 | LES EAUX USÉES | 27 |
| 4.1 | CROISEMENT DU GISEMENT RESTANT AVEC LES BESOINS EXTERNES ET PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES URBANISTIQUES | 27 |
| 4.2 | FREINS TECHNIQUES LIÉS À LA RESSOURCE ET AUX TECHNOLOGIES | 29 |
| 4.3 | LES FREINS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS | 30 |
| 5 | LA CHALEUR FATALE INDUSTRIELLE | 30 |
| 5.1 | CROISEMENT DU GISEMENT RESTANT AVEC LES BESOINS EXTERNES ET PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES URBANISTIQUES | 30 |
| 5.2 | FREINS TECHNIQUES LIÉS À LA RESSOURCE ET AUX TECHNOLOGIES | 33 |
| 5.3 | LES FREINS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS | 34 |
| 6 | LES USINES D'INCINÉRATION DE DÉCHETS NON DANGEREUX | 34 |
| 6.1 | CROISEMENT DU GISEMENT RESTANT AVEC LES BESOINS EXTERNES ET PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES URBANISTIQUES | 34 |
| 6.2 | FREINS TECHNIQUES LIÉS À LA RESSOURCE ET AUX TECHNOLOGIES | 37 |
| 6.3 | LES FREINS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS | 37 |
| 7 | LES DATA CENTERS | 38 |
| 7.1 | CROISEMENT DU GISEMENT RESTANT AVEC LES BESOINS EXTERNES ET PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES URBANISTIQUES | 38 |
| 7.2 | FREINS TECHNIQUES LIÉS À LA RESSOURCE ET AUX TECHNOLOGIES | 38 |
| 7.3 | LES FREINS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS | 39 |
| 8 | SYNTHÈSE DE LA PHASE 2 | 39 |
| 8.1 | GISEMENTS RESTANTS | 39 |
| 8.2 | POTENTIELS VALORISABLES | 40 |
| → | PHASE 3 : POTENTIEL ÉLIGIBLE | 41-46 |
| 1 | PRÉSENTATION DE LA PHASE 3 | 41 |
| 2 | IDENTIFICATION DES PROJETS ÉLIGIBLES | 41 |
| 2.1 | FILTRAGE SELON LES ZONES DE VIABILITÉ | 41 |
| 2.2 | FILTRAGE SELON LE COÛT RÉSULTANT | 42 |
| → | LEXIQUE ET ACRONYMES | 47 |





LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 - Hypothèses pour la détermination de la quantité de chaleur récupérable sur les eaux usées en sortie de bâtiment (source : AORIF, APUR, Biofluides) | 10 |
| Tableau 2 - Quantités de chaleur récupérables sur les eaux usées en sortie de bâtiments | 12 |
| Tableau 3 - Ratios de consommations Chauffage et ECS pour des bâtiments neufs pour la période 2015-2020 | 25 |
| Tableau 4 - Ratios de consommations Chauffage et ECS pour des bâtiments neufs pour la période 2020-2030 | 25 |
| Tableau 5 - Synthèse des freins juridiques et organisationnels pour les eaux usées | 30 |
| Tableau 6 - Synthèse des potentiels éligibles à la zone de viabilité pour la Chaleur Basse Température | 42 |
| Tableau 7 - Synthèse des potentiels éligibles à la zone de viabilité pour la Chaleur Haute Température | 42 |
| Tableau 8 - Investissements nécessaires au captage de la chaleur fatale en fonction du type d'installation et d'une gamme de puissance moyenne | 43 |
| Tableau 9 - Investissements nécessaires à la distribution de la chaleur fatale en fonction d'une gamme de puissance moyenne | 44 |
| Tableau 10 - Durée prévisionnelle de l'amortissement de l'installation de valorisation de chaleur fatale en fonction du type de ressource | 44 |
| Tableau 11 - Synthèse des potentiels éligibles au seuil économique pour la Chaleur Basse Température | 45 |
| Tableau 12 - Synthèse des potentiels éligibles au seuil économique pour la Chaleur Haute Température | 45 |

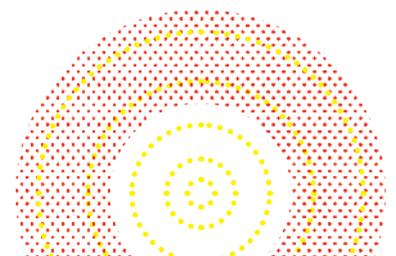
LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 - Déroulement des trois phases de la mission | 06 |
| Figure 2 - Représentation du gisement, du potentiel valorisable et du potentiel éligible par niveau de température | 07 |
| Figure 3 - Représentation du gisement, du potentiel valorisable et du potentiel éligible par source et par niveau de température | 07 |
| Figure 4 - Classes de températures | 09 |
| Figure 5 - Synthèse des gisements maximaux par évolution dans le temps et par niveau de température | 23 |
| Figure 6 - Potentiel de valorisation par niveau de température | 26 |
| Figure 7 - Gisements restants ht et bt en 2015 et 2030 | 40 |
| Figure 8 - Potentiels valorisables en 2015 | 40 |

LISTE DES CARTES

| | |
|--|----|
| Carte 1 - Carte des opérations existantes de récupération de chaleur fatale sur eaux usées | 11 |
| Carte 2 - Potentiel de valorisation thermique des eaux usées en pieds d'immeubles | 12 |
| Carte 3 - Identification du gisement maximal de chaleur fatale issue des collecteurs d'assainissement en Île-de-France (470 GWh) | 13 |
| Carte 4 - Identification du gisement maximal de chaleur issue des STEU en Île-de-France (1 400 GWh) | 14 |
| Carte 5 - Identification du gisement maximal de chaleur fatale basse température issue des industries en Île-de-France (11 050 GWh/an) | 16 |
| Carte 6 - Identification du gisement maximal de chaleur fatale haute température issue des industries en Île-de-France (2 600 GWh/an) | 17 |
| Carte 7 - Carte des modes de valorisation existants des UIDND | 18 |
| Carte 8 - Gisement maximal de chaleur fatale basse température issue des UIDND (880 GWh/an) et part valorisée en Île-de-France | 19 |
| Carte 9 - Gisement maximal de chaleur fatale haute température issue des UIDND (8 350 GWh/an) et part valorisée en Île-de-France | 20 |
| Carte 10 - Identification du gisement maximal de chaleur fatale issue des Data Centers (490 GWh/an) | 22 |
| Carte 11 - Potentiel théorique de valorisation thermique des eaux usées dans les collecteurs à l'IRIS | 28 |
| Carte 12 - Zone de viabilité : gisements des STEU et du besoin BT (520 GWh) | 29 |
| Carte 13 - Zone de viabilité : gisements industries BT et besoin BT (3 370 GWh) | 31 |
| Carte 14 - Zone de viabilité : gisements industries HT et besoin HT (3 370 GWh) | 32 |
| Carte 15 - Zone de viabilité : gisements industries HT et besoins HT Logements | 33 |
| Carte 16 - Zone de viabilité : gisement UIDND BT et besoin BT | 35 |
| Carte 17 - Zone de viabilité : gisements UIDND HT et demande HT Logements | 36 |
| Carte 18 - Zone de viabilité : gisements UIDND HT et demande HT Industrie (besoins de chauffage des locaux et d'ECS) et Tertiaire | 37 |
| Carte 19 - Croisement des gisements potentiels Data Center et du besoin BT | 39 |

NB : Dans tout le rapport, « BT » fait référence à « Basse Température » et « HT » à « Haute Température »
Note : certains chiffres ont été actualisés après la publication de la plaquette de synthèse de la Phase 1.

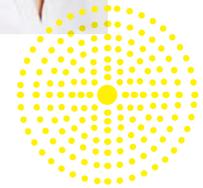




ÉDITO DE JOËLLE COLOSIO, DIRECTRICE RÉGIONALE ÎLE-DE-FRANCE DE L'ADEME

L'étude sur les potentiels de production et de valorisation de la chaleur fatale, dont les résultats vous sont présentés dans ce document, a été conduite par la direction régionale Île-de-France de l'ADEME en partenariat avec les Services de l'État, notamment la DRIEE et le Conseil Régional, dans le prolongement de l'élaboration du SRCAE en 2012, qui a identifié la chaleur fatale première énergie renouvelable et de récupération sur le territoire à mobiliser.

Cette étude s'est intéressée aux potentiels d'énergie de récupération dans les usines d'incinération, les industries, les data centers et les eaux usées. Elle permet de quantifier et de localiser ces gisements, mais surtout de les confronter aux besoins des réseaux de chaleur et des bâtiments résidentiels, tertiaires ou industriels.



Il faut retenir de cet important travail les 3 points suivants :

- ➔ **L'Île-de-France dispose d'un gisement considérable de chaleur fatale :** à l'échelle régionale, ce gisement maximal a été évalué à environ 26 000 GWh, en majorité portée par les industries (pour la chaleur basse température) et les incinérateurs.
- ➔ La prise en compte des contraintes liées à la demande d'énergie, c'est-à-dire la proximité de consommateurs potentiels aux producteurs de chaleur fatale, réduit considérablement le gisement. **Le potentiel valorisable atteint 6 500 GW.** Les industries constituent la plus grande partie de ce gisement, à la fois en haute et basse température. La valorisation de la chaleur fatale représente donc un enjeu quantitatif majeur des politiques climats en Île-de-France.
- ➔ Enfin, en établissant un filtre géographique et économique, **un potentiel éligible de 900 GWh a été déterminé pour une trentaine de projets**, associant à chaque producteur de chaleur fatale un ou plusieurs consommateurs.

Les résultats de cette étude attestent bien que la récupération de chaleur fatale représente un vrai potentiel d'énergie à prendre en compte, à développer et à valoriser en priorité en Île-de-France.

Le Fonds Chaleur - outil d'aide aux études et à l'investissement - sera mobilisé par l'ADEME pour accompagner les projets de récupération de chaleur fatale, ce qui permettra de soutenir des innovations tant sur le plan technique que sur un secteur d'activité.

En effet, si la récupération de chaleur sur les usines d'incinération est déjà bien connue, des projets de récupération de chaleur issue de traitement des fumées peuvent être amenés à voir le jour prochainement. De même si la récupération de chaleur sur eaux usées dispose déjà de plusieurs installations en fonctionnement sur notre territoire, les secteurs de l'industrie et du data center, ne disposent aujourd'hui que de peu de références en Île-de-France, et constituent donc un axe de travail à privilégier pour la mobilisation de la chaleur fatale.



FIGURE 1 - DÉROULEMENT DES TROIS PHASES DE LA MISSION

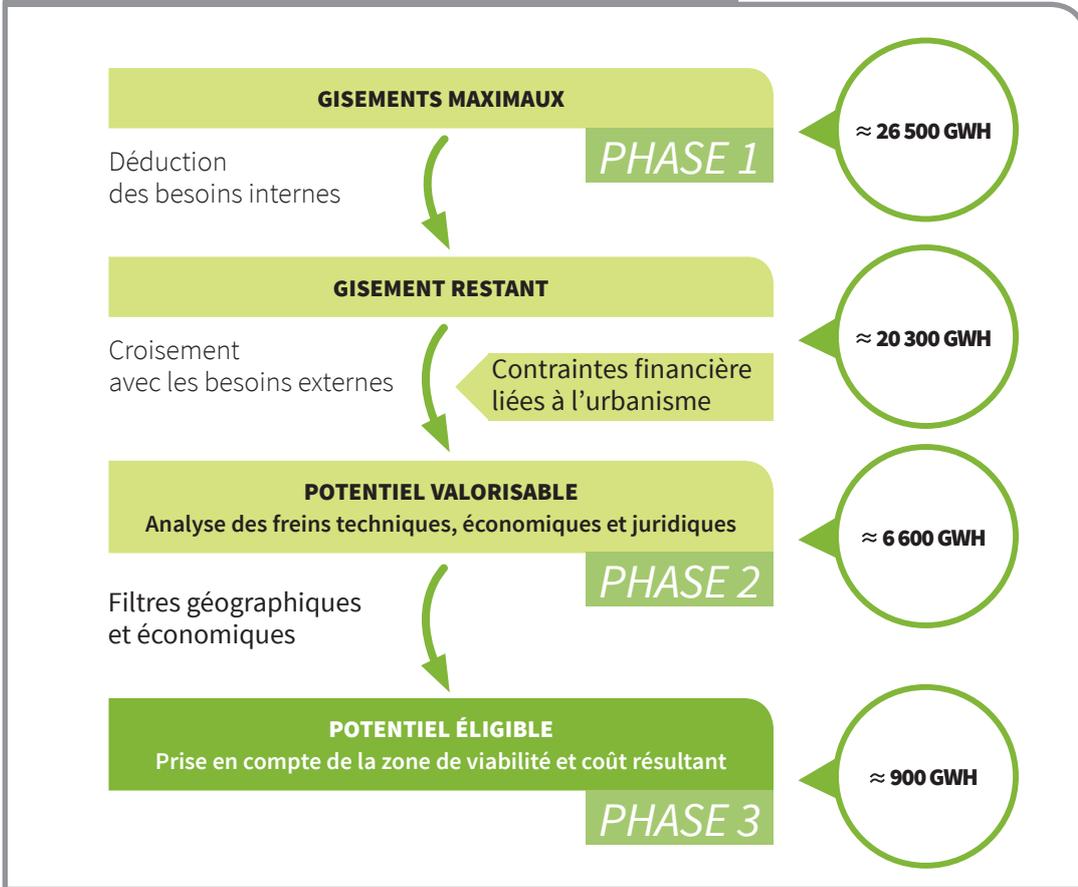


FIGURE 2 - REPRÉSENTATION DU GISEMENT, DU POTENTIEL VALORISABLE ET DU POTENTIEL ÉLIGIBLE PAR NIVEAU DE TEMPÉRATURE

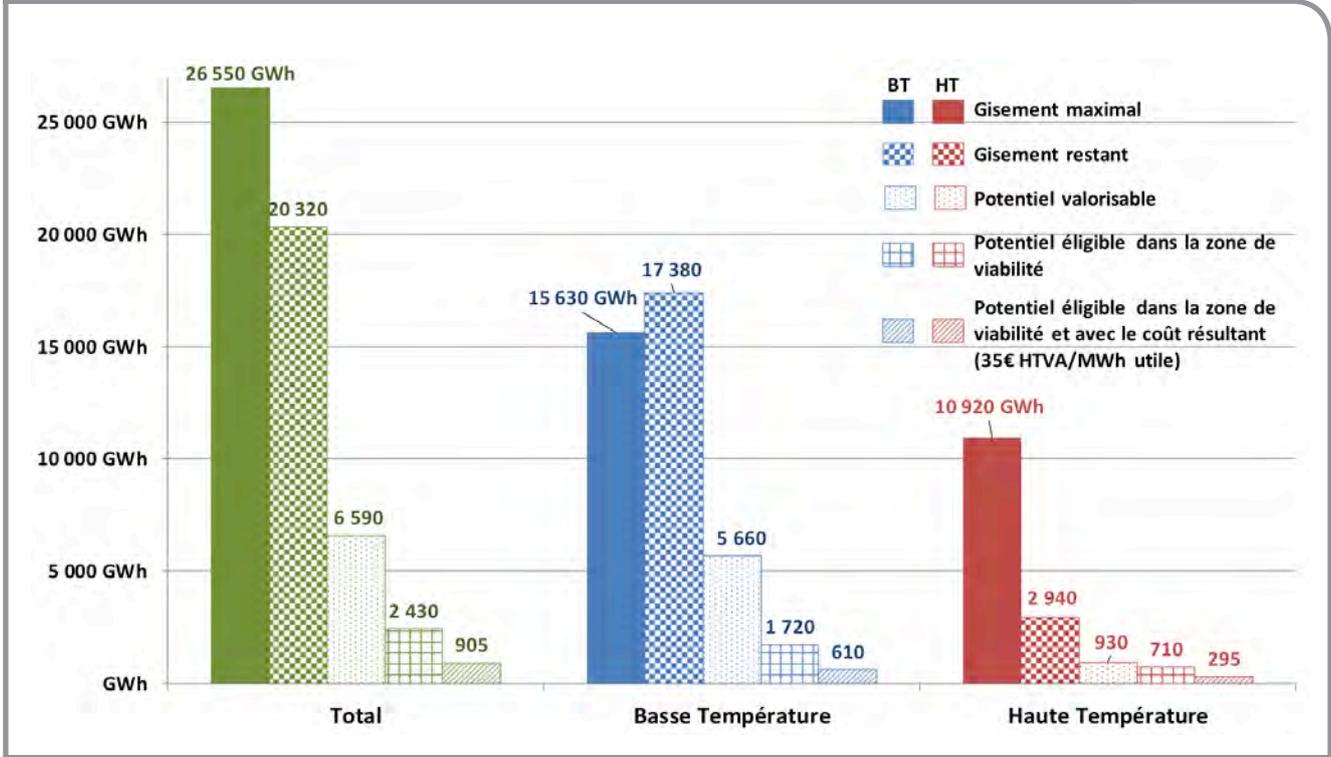
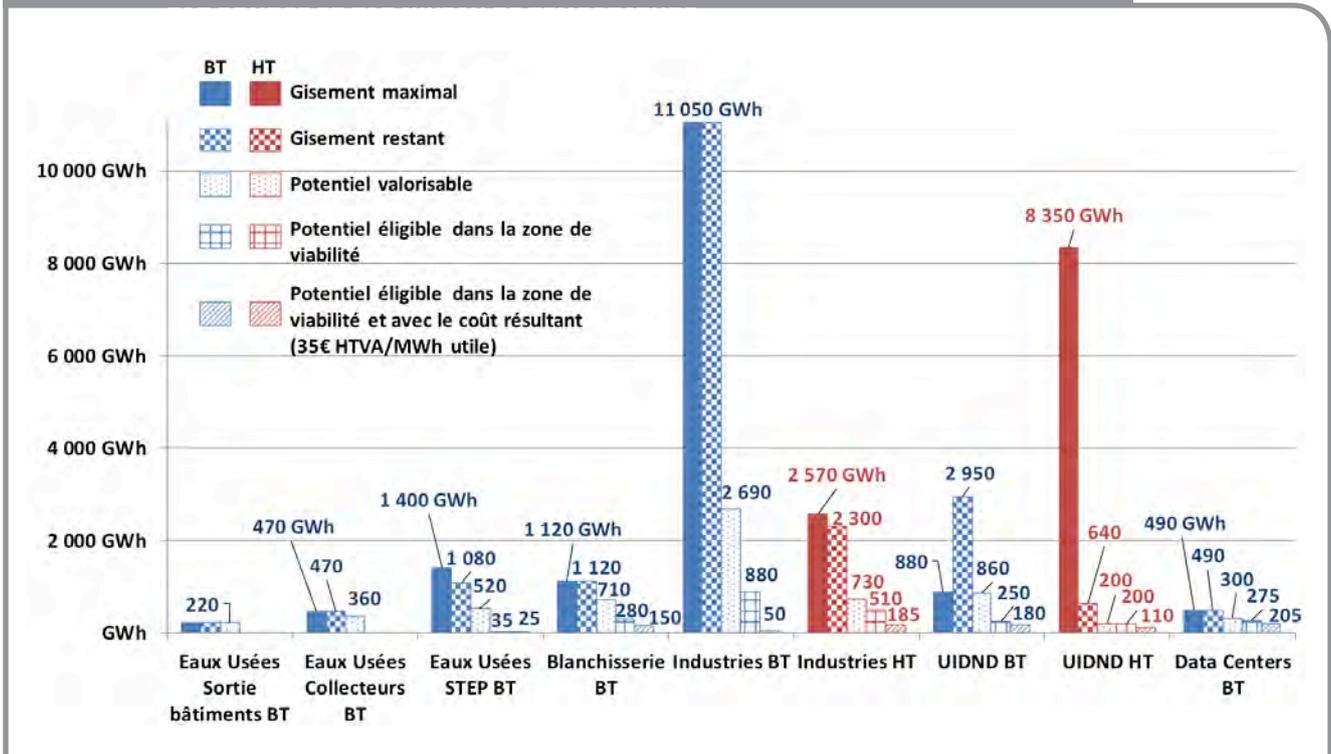


FIGURE 3 - REPRÉSENTATION DU GISEMENT, DU POTENTIEL VALORISABLE ET DU POTENTIEL ÉLIGIBLE PAR SOURCE ET PAR NIVEAU DE TEMPÉRATURE



Note : les potentiels éligibles des eaux usées en sortie de bâtiments et des collecteurs n'ont pas pu être déterminés.



PRÉSENTATION ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE

→ 1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

« La récupération de chaleur fatale s'inscrit dans l'une des trois priorités régionales fixée par le SRCAE (Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie) de l'Île-de-France. **Elle se traduit notamment par l'objectif de développement du chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, avec notamment l'ambition d'augmenter de 40 % le nombre d'équivalents logements raccordés entre 2009 et 2020.**

Le SRCAE souligne également la priorité donnée à la valorisation des énergies de récupération pour alimenter les réseaux de chaleur. Il contient des objectifs chiffrés spécifiques à chaque secteur pour atteindre les objectifs du 3 x 20 en 2020

et positionner la région dans une dynamique d'atteinte du Facteur 4.

Au niveau national, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) prévoit parmi ses objectifs l'augmentation de plus de 50 % la production de chaleur renouvelable par rapport à 2014 en portant à 19 millions de tep en 2023 la production nationale. Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel dans l'atteinte de ces objectifs de développement des énergies renouvelables et de valorisation des énergies de récupération en permettant de valoriser massivement des énergies comme la chaleur de récupération d'unités de valorisation des ordures ménagères ou encore la valorisation de la chaleur fatale industrielle. La loi de Transition Énergétique

pour la Croissance Verte (TECV) porte d'ailleurs à 32 % de la consommation d'énergie en 2030 la part des énergies renouvelables.

Au niveau européen, le Paquet énergie-climat adopté en décembre 2008 et révisé en octobre 2014 (comprend notamment la directive 2009/29/CE sur la promotion des énergies renouvelables) fixe l'objectif complémentaire de porter à l'horizon 2030, 27 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique.

→ 2. OBJECTIFS ET DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

La Direction Régionale Île-de-France de l'ADEME a engagé une étude sur l'évaluation du potentiel de chaleur fatale : UIDND, Data Centers, industries et eaux usées. Cette étude est pilotée en partenariat avec les services de l'État (DRIEE et DRIEA) et le Conseil Régional.

L'étude vise à définir une stratégie de récupération de la chaleur fatale à l'échelle de la région Île-de-France. Elle s'intéresse donc aux sept départements de la petite et grande couronne francilienne : Paris, Essonne, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Val d'Oise, Seine-et-Marne et Yvelines.

Il est important de définir en premier lieu l'objet de l'étude : la chaleur fatale. La définition de la chaleur fatale considérée dans cette étude est celle de la Programmation Pluriannuelle des Investissements de production de chaleur :

« Par chaleur fatale on entend une production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue par l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée. »

Le travail se concentre donc sur les procédés dont la production de chaleur n'est pas l'objet principal. La cogénération est ainsi exclue du périmètre. La méthanisation ne fait pas non plus l'objet de la présente étude.

Les quatre sources de chaleur fatale qui font l'objet de la présente étude sont les suivantes :

- La chaleur fatale issue de la récupération sur les eaux usées ou les eaux grises,
- La chaleur fatale issue des procédés industriels,
- La chaleur fatale issue des UIDND,
- La chaleur fatale issue des Data Centers.

Les objectifs de cette étude sont :

- L'identification et la caractérisation des opérations existantes et des gisements maximaux de récupération de chaleur à l'échelle de l'Île-de-France (phase 1).
- L'évaluation et la caractérisation du potentiel valorisable de chaleur fatale par le croisement des gisements de chaleur fatale avec les résultats des cartographies de réseaux de chaleur et des besoins de chaleur, et en prenant en compte les freins techniques, juridiques et économiques (phase 2).
- Le croisement des potentiels valorisables et des quantités de chaleur fatale effectivement valorisables tant au plan technique qu'au plan économique définissant ainsi des zones d'intérêts prioritaires (phase 3).



PHASE 1 IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES OPÉRATIONS EXISTANTES ET DES GISEMENTS DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

→ 1. PRÉSENTATION

La phase 1 a eu pour objet la réalisation d'un état des lieux de la chaleur fatale en Île-de-France : opérations existantes, état de l'art des systèmes de récupération, gisement maximal par ressource et localisation.

Par **gisement maximal** on entend : la chaleur dissipée par les procédés de combustion, de production de froid, de refroidissement, et de compression d'air, **indépendamment de tout frein** technique, juridique ou économique à sa récupération.

Lorsque des opérations de valorisation existantes ont été identifiées, la chaleur déjà valorisée est également intégrée dans le gisement maximal.

Le gisement de chaleur fatale est distingué selon deux classes de température :

- **gisement HT** ($> 90^{\circ}\text{C}$) = chaleur haute température, exportable à tous types de bâtiments en chauffage collectif,
- **gisement BT** ($< 90^{\circ}\text{C}$) = chaleur basse température, exportable aux bâtiments en chauffage collectif à condition que ceux-ci soient équipés d'émetteurs basse température (ex : planchers chauffants). Cette ressource peut être utilisée pour alimenter un réseau de chaleur urbain, soit directement, soit après remontée de la température grâce à une pompe à chaleur, soit après complément par une ressource fossile (en général le gaz).

Pour les industries, par convention d'après l'étude bibliographique, on considère qu'il n'y a aucun procédé entre 60°C et 90°C (froid/compression $< 60^{\circ}\text{C}$ et combustion $> 90^{\circ}\text{C}$, cf. étude CEREN-ADEME 2008).

Pour les UIDND, la distinction haute et basse température se fait à 90°C , car la génération de chaleur fatale se fait avec des procédés dans des gammes de température $< 60^{\circ}\text{C}$, entre 60°C et 90°C et $> 90^{\circ}\text{C}$ (échappement turbine à condensation $< 60^{\circ}\text{C}$; traitement humide des fumées : entre 60°C et 90°C ; combustion / traitement sec fumées / soutirage haute pression / échappement turbine à contre pression $> 90^{\circ}\text{C}$).

FIGURE 4 - CLASSES DE TEMPÉRATURES

| GISEMENT BASSE TEMPÉRATURE | GISEMENT HAUTE TEMPÉRATURE |
|---|--|
| UIDND $< 90^{\circ}\text{C}$ Cheminée avec traitement humide des fumées | UIDND $> 90^{\circ}\text{C}$ Vapeur sortie fours, cheminées avec traitement sec des fumées |
| UIDND $< 60^{\circ}\text{C}$ Échappement turbine à condensation | Soutirage haute pression, échappement turbine à contre-pression |
| INDUSTRIES $< 60^{\circ}\text{C}$ Compresseurs (air ou froid). Tour aéro-réfrigérantes | INDUSTRIES $> 90^{\circ}\text{C}$ Fours |
| EAUX USÉES $< 60^{\circ}\text{C}$ | |
| DATA CENTERS $< 60^{\circ}\text{C}$ | |



➔ 2. LES EAUX USÉES

Pour la récupération de chaleur sur les eaux usées, quatre types de sources ont été identifiés :

- Sur les rejets directs de bâtiment : les eaux usées sont alors dérivées depuis le réseau de canalisations principal vers un échangeur thermique et une pompe à chaleur. En Île-de-France, ce type de récupération est assez bien connu, 29 opérations sont aujourd'hui recensées. Ce gisement a été défini et calculé en phase 2.

Note : seules les eaux usées issues des bâtiments résidentiels ont été estimées. Il existe par ailleurs d'autres gisements non négligeables (rejets d'eaux usées en milieu industriel, rejets de piscines, etc.) qui n'ont pas été estimés dans le cadre de cette étude.

- Sur les collecteurs d'assainissement présents dans les rues des communes : certains font déjà l'objet de récupération de chaleur en Île-de-France (7 opérations recensées). Cette dernière peut se faire aussi bien en série dans le collecteur (si celui-ci est de diamètre suffisant) qu'en dérivation.
- Sur les postes de relevage : la récupération des calories se fait via un échangeur thermique mis en place au niveau de la canalisation de sortie du poste. À savoir que cette option est très peu utilisée à l'heure actuelle.

- En fin de cycle d'assainissement, au niveau des Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) dans lesquelles les eaux usées sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Aujourd'hui, le processus y est moins bien maîtrisé (aucune opération recensée en Île-de-France).

Cette ressource est dite de type "Basse Température" (<60°C).

➔ 2.1 - Descriptif de la collecte de données et méthodologie d'estimation du gisement maximal

L'évaluation du gisement maximal de récupération de chaleur sur ces types de sources repose surtout sur la connaissance du débit des eaux usées les traversant. Ce débit n'étant disponible de manière homogène sur toute l'Île-de-France, la méthodologie suivante a été établie pour chacune des sources :

POUR LES SORTIES DE BÂTIMENTS :

Le gisement maximal des eaux usées en sortie de bâtiment est identique au potentiel valorisable. Le potentiel sera estimé pour les immeubles disposant de systèmes de production d'ECS collectifs postérieurs à 1975 (le dispositif ne peut aujourd'hui être installé qu'avec une séparation eaux noires (= eaux de vannes)/eaux grises, ce qui n'est pas le cas dans les logements construits avant 1975). Il est cependant pro-

bable qu'un dispositif de récupération de chaleur pourra être installé sur les réseaux non séparatifs d'ici à 2030.

La quantité d'énergie récupérable est estimée sur la base des informations de la base de données "2012 ENER-GIF V0-2015"¹ (cf Carte 2).

Plusieurs hypothèses ont été faites afin de permettre l'évaluation du potentiel. Elles sont répertoriées ci-dessous :

TABLEAU 1 - HYPOTHÈSES POUR LA DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR RÉCUPÉRABLE SUR LES EAUX USÉES EN SORTIE DE BÂTIMENT (SOURCE : AORIF, APUR, BIOFLUIDES)

| | |
|---|--|
| Type d'hypothèse | Hypothèse retenue |
| Identification des logements collectifs alimentés en ECS collective | - 85 % des logements collectifs dans Paris |
| | - 60 % des logements collectifs ailleurs |
| Quantité de chaleur récupérable | Il est possible de récupérer une énergie équivalente à 75 % des besoins d'ECS |
| Taux de pertes dans le système | - Taux de 2/3 pour les immeubles construits entre 1975 et 2005 - Taux de 1/4 pour les immeubles construits après 2005 |

¹ Source : convention ADEME/AIRPARIF/ARENE



POUR LES COLLECTEURS D'ASSAINISSEMENT :

Le débit d'eaux usées a été estimé à l'échelle de chaque commune, à partir de leurs populations et du rejet journalier moyen de leurs habitants. Ces données de population et de rejet moyen ont été acquises depuis des données publiques de l'INSEE (recensement de populations) et d'études internes à Safege ; elles ont permis d'estimer le gisement maximal de chaque commune d'Île-de-France (cf Carte 3).

POUR LES POSTES DE RELEVAGE :

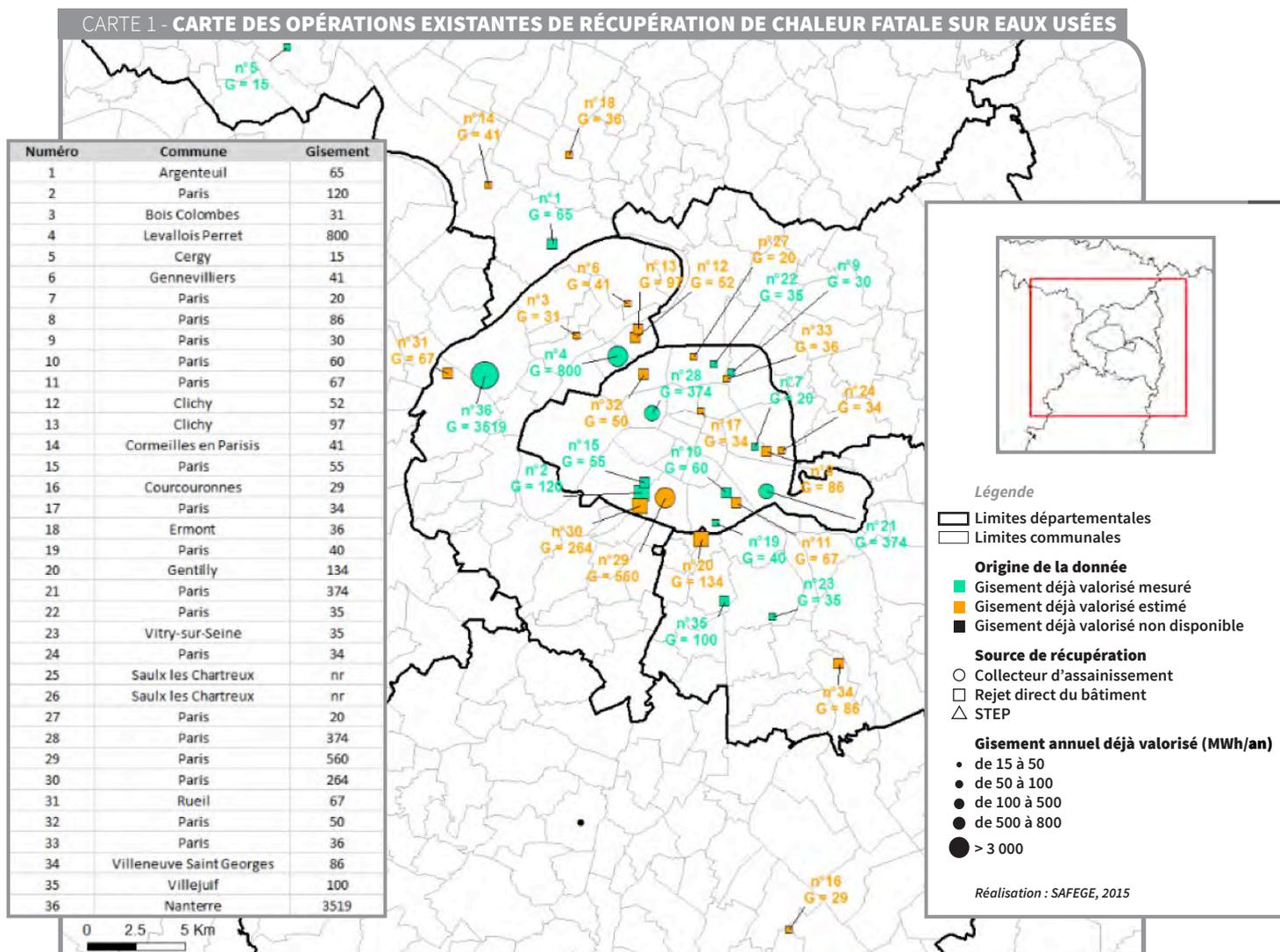
Aucune donnée n'a pu être récupérée sur la localisation et le débit de ces ouvrages et aucun gisement n'a pu être déterminé.

POUR LES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES :

Le débit entrant annuel est une donnée publique, fournie par le MTES (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire). Cette valeur de débit a été utilisée pour estimer le gisement maximal en Île-de-France (cf Carte 4).

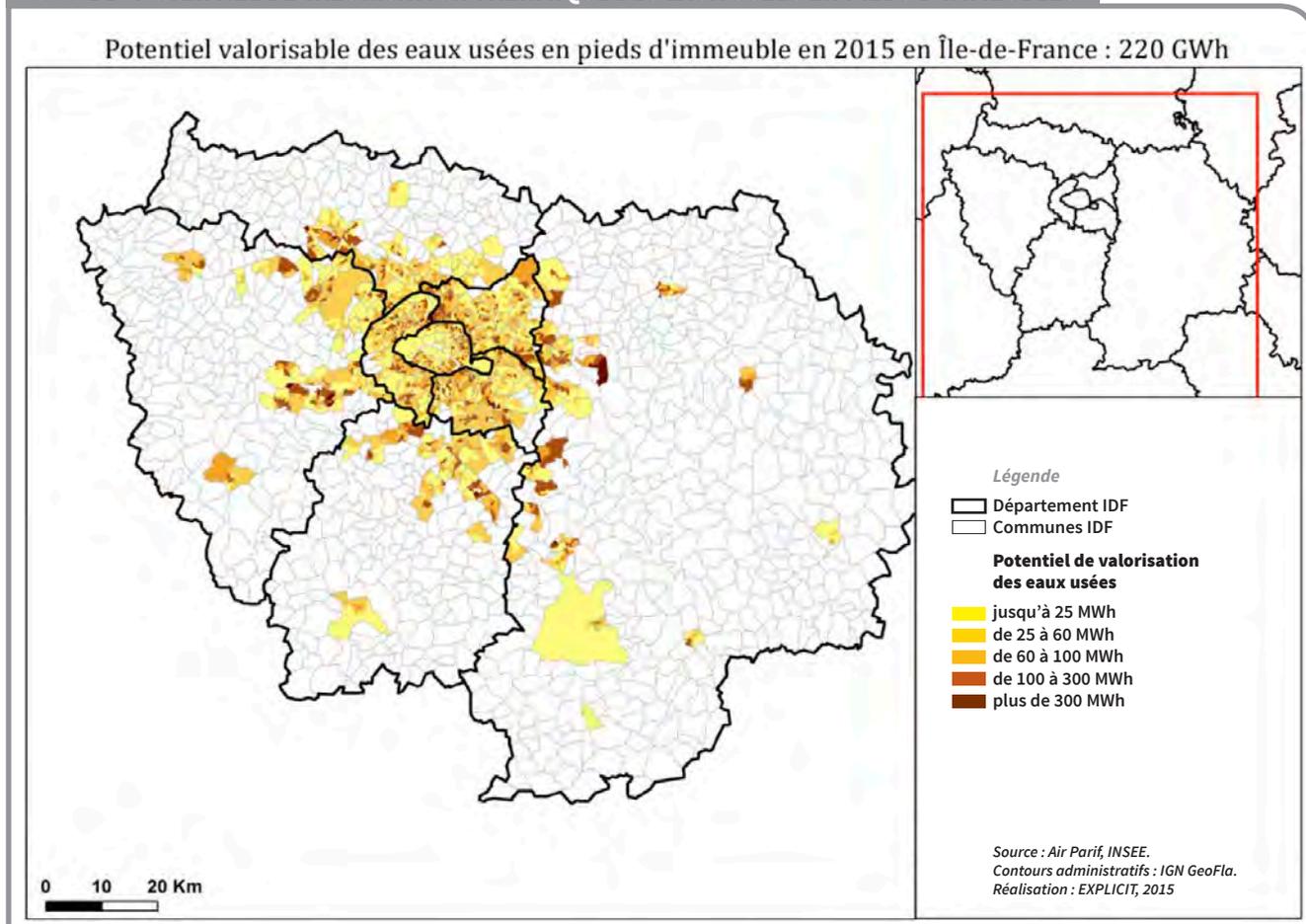
➔ 2.2 - Synthèse cartographique des gisements maximaux des eaux usées

VALORISATION EXISTANTE



RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE SUR LES EAUX USÉES EN SORTIE DE BÂTIMENTS

CARTE 2 - POTENTIEL DE VALORISATION THERMIQUE DES EAUX USÉES EN PIEDS D'IMMEUBLES



Note : carte réalisée à l'échelle régionale qui ne tient pas forcément compte des faisabilités locales, qui peuvent être explorées par ailleurs.

Pour l'ensemble de l'Île-de-France, les estimations sont synthétisées ci-après.

TABLEAU 2 QUANTITÉS DE CHALEUR RÉCUPÉRABLE SUR LES EAUX USÉES EN SORTIE DE BÂTIMENTS

| | ENTRE 1975 ET 2005 | APRÈS 2005 |
|--------------------------------|--------------------|------------|
| Potentiel valorisable (GWh/an) | 150 | 70 |

La quantité de chaleur récupérable (potentiel valorisable) représente 220 GWh/an, soit en moyenne 30 % des consommations des bâtiments collectifs disposant d'un système de production d'ECS collectif à l'échelle de la région Île-de-France.

D'après les informations communiquées par la société Biofluides,

2 GWh/an sont déjà valorisés en Île-de-France.

Pour l'estimation du potentiel en 2020-2030, il est considéré que la totalité des logements des ZAC sera des habitations collectives et qu'elles seront toutes équipées par le dispositif de récupération de la chaleur sur les eaux usées, ce qui donnera un

potentiel de valorisation thermique maximal.

Les hypothèses utilisées sont les mêmes que précédemment pour les immeubles construits après 2015.

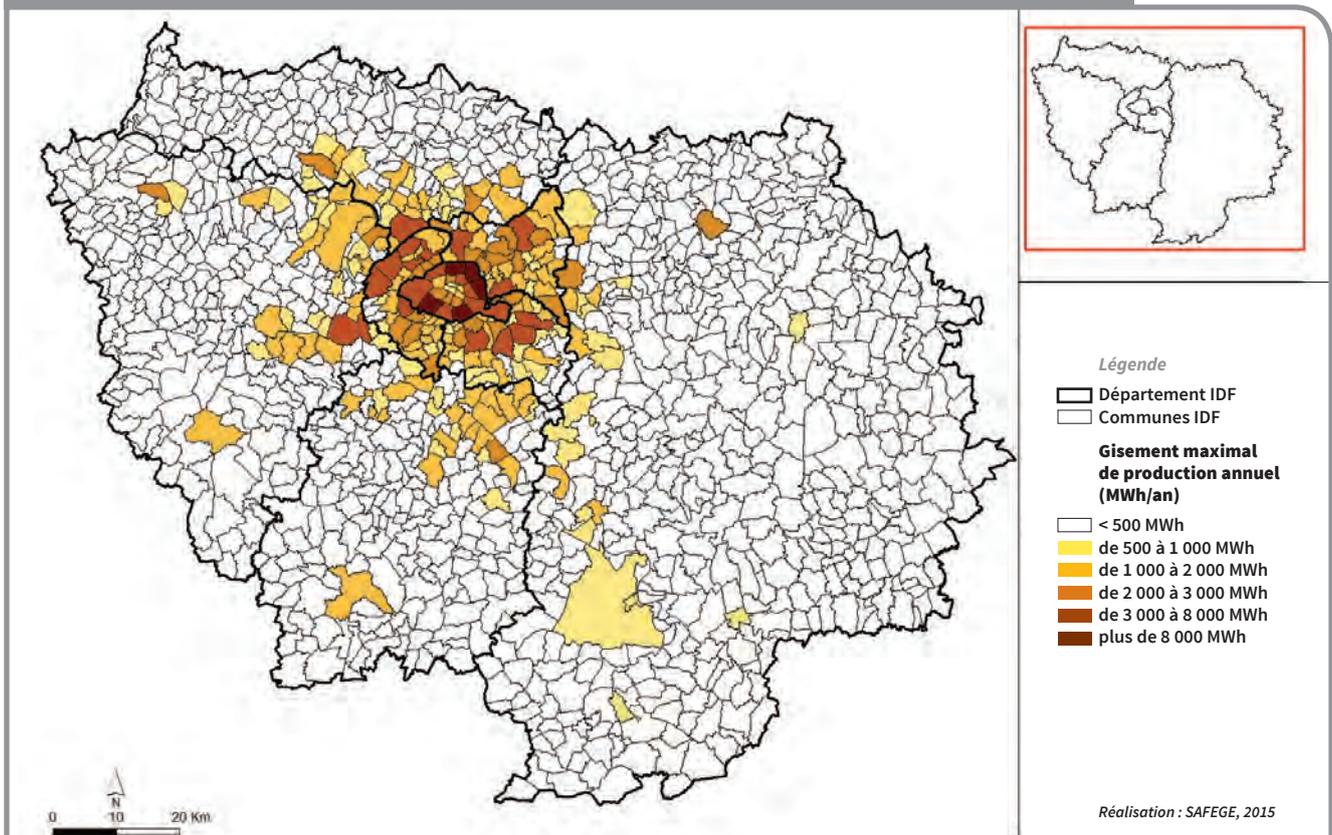
La simulation donne les résultats suivants, en fonction de la date de construction des bâtiments :

| Logement ZAC | ENTRE 2012 ET 2015 | ENTRE 2012 ET 2020 | ENTRE 2012 ET 2030 |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Potentiel valorisable (GWh/an) | 200 | 340 | 430 |
| | - | - | - |

À l'horizon 2030, il serait donc possible de récupérer au maximum une énergie de 430 GWh/an, soit 56% des besoins en eau chaude sanitaire sur les logements des futures ZAC.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE SUR LES EAUX USÉES DES COLLECTEURS D'ASSAINISSEMENT

CARTE 3 - IDENTIFICATION DU GISEMENT MAXIMAL DE CHALEUR FATALE ISSUE DES COLLECTEURS D'ASSAINISSEMENT EN ÎLE-DE-FRANCE (470 GWH)

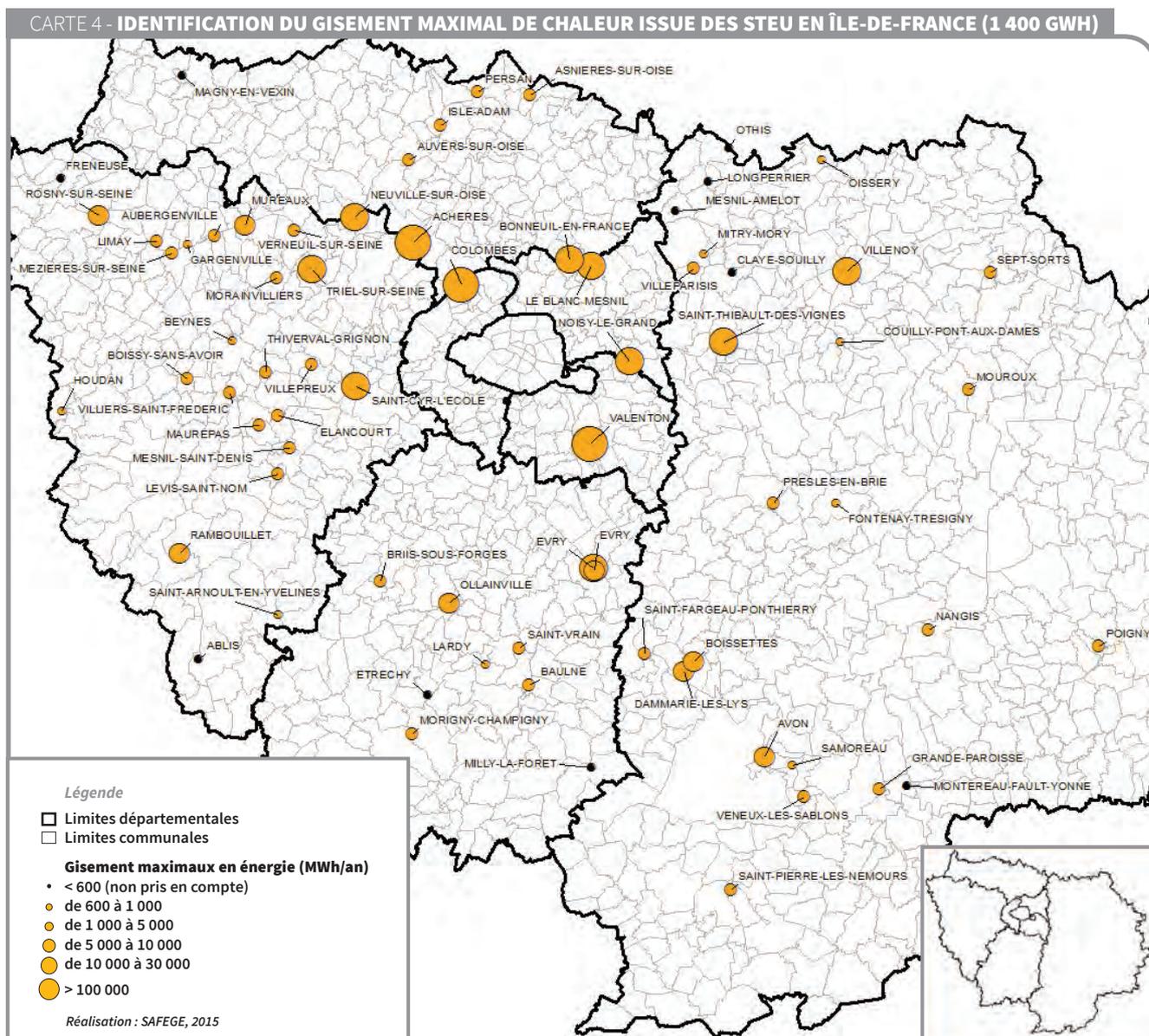


Sur une base de 115 L/jour d'eaux usées rejetées par habitant, le débit de chaque commune d'Île-de-France a été estimé, permettant de calculer un gisement maximal de production annuelle de **470 GWh**. Ce gisement est assez inégalement réparti, globalement concentré sur le cœur de l'Île-de-France : les collecteurs de Paris présentent un gisement maximal proche de 100 GWh/an, et celui des

autres départements oscille entre 25 et 70 GWh/an. A moyen terme (en 2020 et 2030), il est prévu que ce gisement chute légèrement (-2,5% en 2020 et -5% en 2030), du fait de la diminution de la consommation en eau, et donc du rejet d'eau estimés, des populations, qui s'avère être plus importante que la croissance démographique également estimée.



RÉCUPÉRATION DE CHALEUR SUR LES EAUX USÉES DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES (STEU)



En Île-de-France, 71 STEU de capacité nominale supérieure à 10 000 équivalents habitants (EH) ont été recensées. Estimé sur la base du débit entrant annuel, leur gisement maximal de production annuel est de **1 400 GWh**. Ce gisement est aussi hétérogène dans les départements d'Île-de-France, avec un gisement de près de 900 GWh/an dans les Yvelines (pour 25 STEU recensées) et variant de 30 à 230 GWh/an dans les autres départements. Pour Paris, aucune STEU n'est recensée.

L'estimation de l'évolution de ce gisement en 2020 et 2030 s'est faite sur les mêmes hypothèses que pour les collecteurs d'assainissement, elle prévoit donc une diminution semblable du gisement maximal.



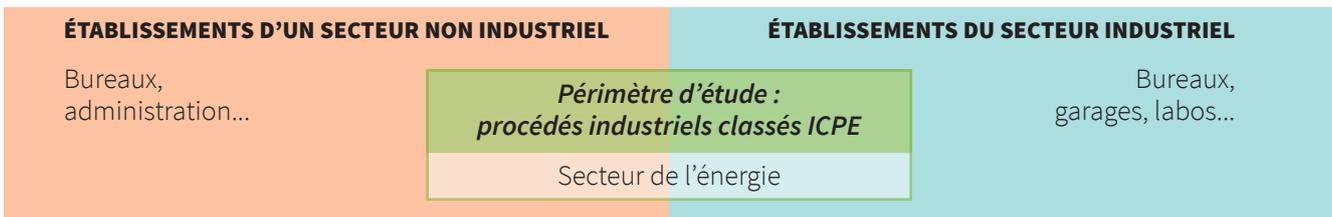
➔ 3. LA CHALEUR FATALE INDUSTRIELLE

➔ 3.1 - Descriptif du gisement

➔ 3.1.1. Industries hors blanchisseries

Le périmètre de ce gisement correspond aux installations classées ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement), pour tous les secteurs d'activité à l'exception des industries de l'énergie (déjà dédiées à la production d'énergie).

Ainsi, certains établissements du secteur non industriel sont dans le périmètre, à condition qu'ils détiennent des installations industrielles génératrices de chaleur fatale (exemple : groupe froid d'un hôpital) ; à l'inverse, certains établissements du secteur industriel n'y sont pas, selon le même raisonnement.



➔ 3.1.2. Blanchisseries

Le périmètre de ce gisement correspond aux installations classées ICPE de la rubrique 2340 correspondant aux installations de laveries.

➔ 3.2 - Descriptif de la collecte de données et méthodologie d'estimation du gisement maximal

➔ 3.2.1. Industries

A partir de plus de 2 600 sites répertoriés sur les inventaires de la DRIEE et des bases de données de la CCI, environ 560 sites répondant aux critères de production d'une chaleur fatale, dont environ 130 appartiennent à des entreprises du secteur industriel, ont pu être identifiés. Les blanchisseries ont également été prises en compte.

Des questionnaires ont également été envoyés à 300 industriels avec un taux de réponse de 10%. Les résultats des questionnaires viennent compléter la bibliographie pour estimer le gisement de chaleur fatale par établissement et par catégorie d'industrie.

➔ 3.2.2. Blanchisseries

La base de données ICPE fournit, pour chaque blanchisserie répertoriée, le tonnage de linge traité déclaré. Environ 130 blanchisseries ont été identifiées (les laveries et les petites blanchisseries ont été écartées du périmètre de l'étude).

Le ratio fourni par le guide ADEME du secteur de la Santé¹ de 4 kWh/kg de linge a été utilisé pour déterminer le gisement maximal des blanchisseries, qui est un gisement basse température.

N.B. Par ailleurs, les blanchisseries peuvent bénéficier également d'un système de récupération calorifique, sur le même principe que les systèmes de récupération de chaleur sur les eaux grises. Le taux de pénétration de ce type de technologie dans le marché des blanchisseries n'est pas connu.

¹ ADEME, Santé - Programmer, concevoir, gérer les bâtiments à haute performances énergétiques



→ 3.3 - Synthèse cartographique des gisements maximaux des Industries

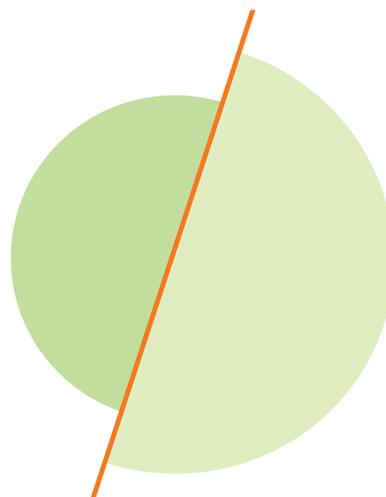
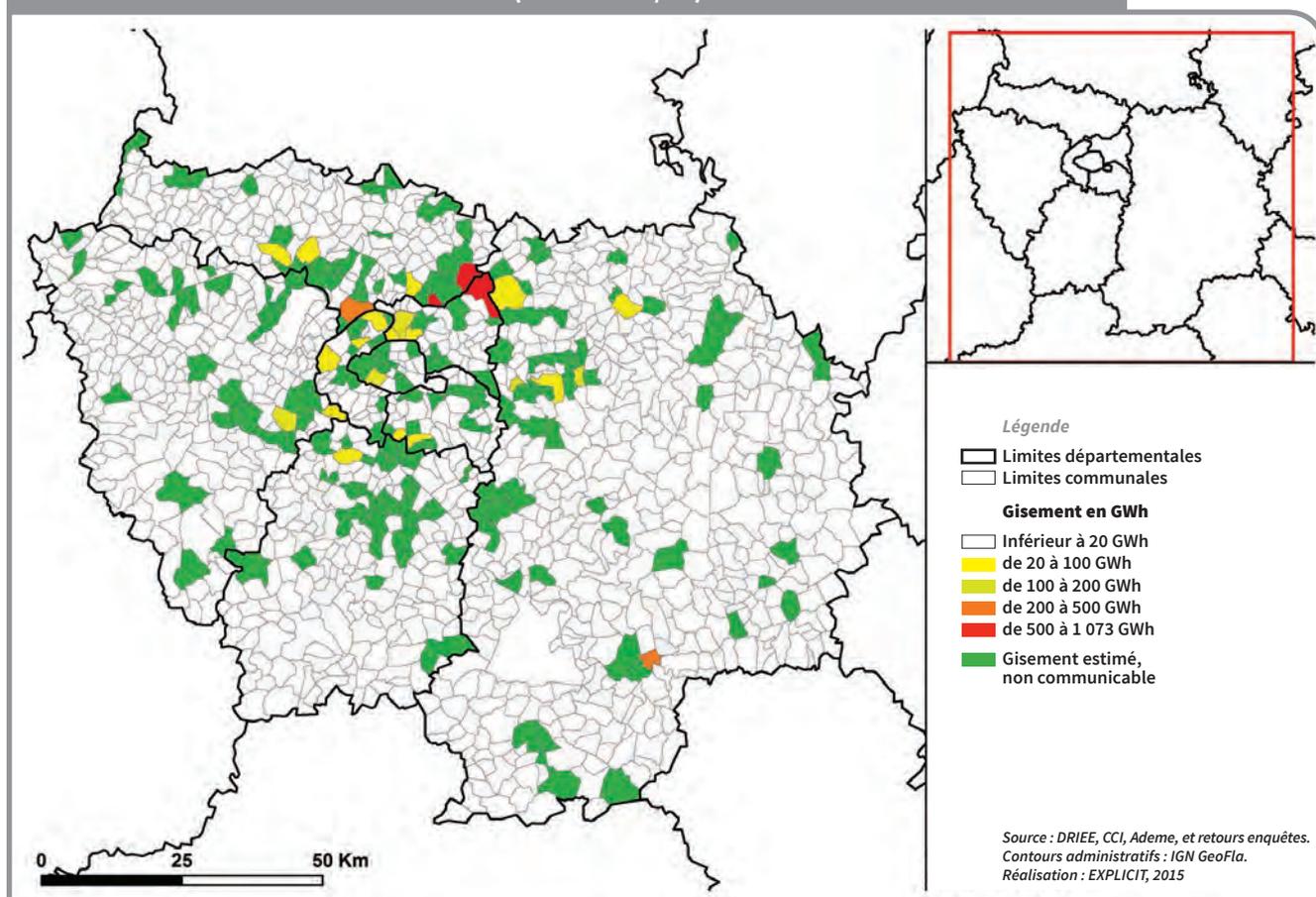
GISEMENT BASSE TEMPÉRATURE

Le gisement basse température des procédés industriels concerne la chaleur fatale issue des procédés industriels suivants : groupes froid, compresseurs à air et tours aéroréfrigérantes.

Il est estimé entre 7 000 et 15 000 GWh au total, sur l'ensemble de l'Île-de-France, soit **11 050 GWh** en moyenne pour l'industrie (hors blanchisseries) et 1 120 MWh pour les blanchisseries. La carte montre la répartition du gisement industries (hors blanchisseries)

) par commune. Une partie des résultats n'est pas communicable à la maille communale pour des raisons de secret statistique (seuls les gisements des communes comportant a minima 3 industries sont communiqués sur la carte).

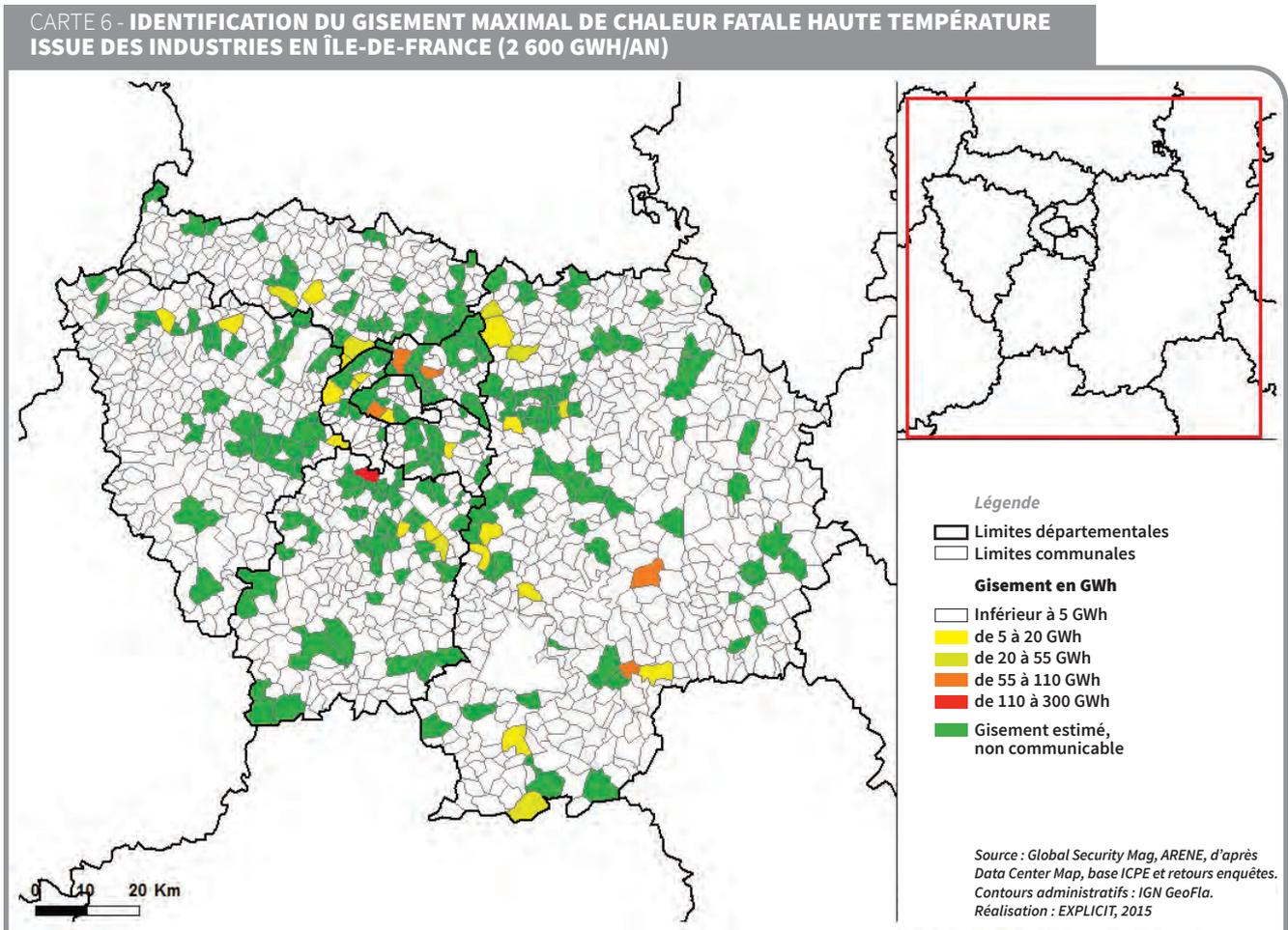
CARTE 5 - IDENTIFICATION DU GISEMENT MAXIMAL DE CHALEUR FATALE BASSE TEMPÉRATURE ISSUE DES INDUSTRIES EN ÎLE-DE-FRANCE (11 050 GWh/AN)



GISEMENT HAUTE TEMPÉRATURE

Le gisement haute température des procédés industriels concerne la chaleur fatale issue des procédés indus-

triels de combustion (four, étuve, ...). La valeur retenue est de **2 600 GWh** (excluant les chaudières).



PROJECTIONS

Pour les projections aux horizons 2020 et 2030 de l'industrie (hors blanchisseries), on se base sur l'indicateur d'intensité énergétique de l'industrie. L'année de référence est 2014. Pour cette prospective, l'évolution prise est de -1,9%/an¹ à production constante en se basant sur une moyenne de deux scénarios :

- Hypothèse basse : l'intensité énergétique suit sa courbe tendancielle à -1,3%/an.
- Hypothèse haute : l'intensité énergétique évolue selon les objectifs fixés par la loi dite Pope du 13 juillet 2005 à -2,5%/an.

Pour les projections des blanchisseries, il a été considéré une stabilité des gisements.

¹ *Energie Plus*, numéros 542, 15 mars 2015



➔ 4. LES UNITÉS D'INCINÉRATION DE DÉCHETS NON DANGEREUX (UIDND)

➔ 4.1 - Descriptif du gisement

Les UIDND, ou Unités d'Incinération de Déchets Non Dangereux, sont les anciennes UIOM (Unités d'Incinération des Ordures Ménagères). Elles sont dédiées à l'incinération, l'un des modes légaux d'élimination des déchets non dangereux. Il y a aujourd'hui 18 unités en fonctionnement.

Le gisement de chaleur fatale maximal englobe les procédés existants de valorisation de la chaleur fatale. Les UIDND valorisent déjà la majorité de la chaleur perdue. Le gisement de chaleur fatale maximum correspond donc :

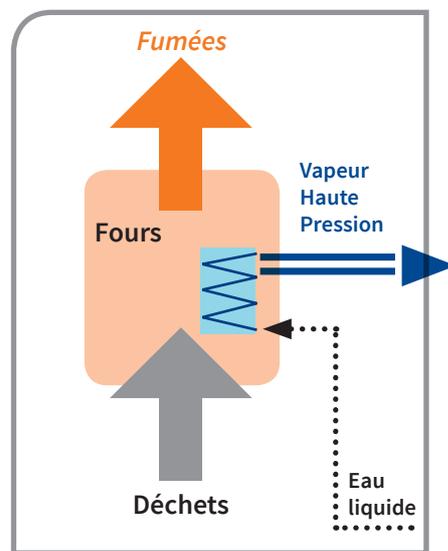
Basse température (< 90°C) :

Au flux de fumées en échappement de cheminée : il s'agit de chaleur à basse température, des fumées généralement inférieures à 90°C en température.

Haute température (> 90°C) :

Au flux de vapeur en sortie des fours (en amont, donc, des systèmes de valorisation existant) : il s'agit dans ce cas de la vapeur haute pression à des niveaux supérieurs à 90°C.

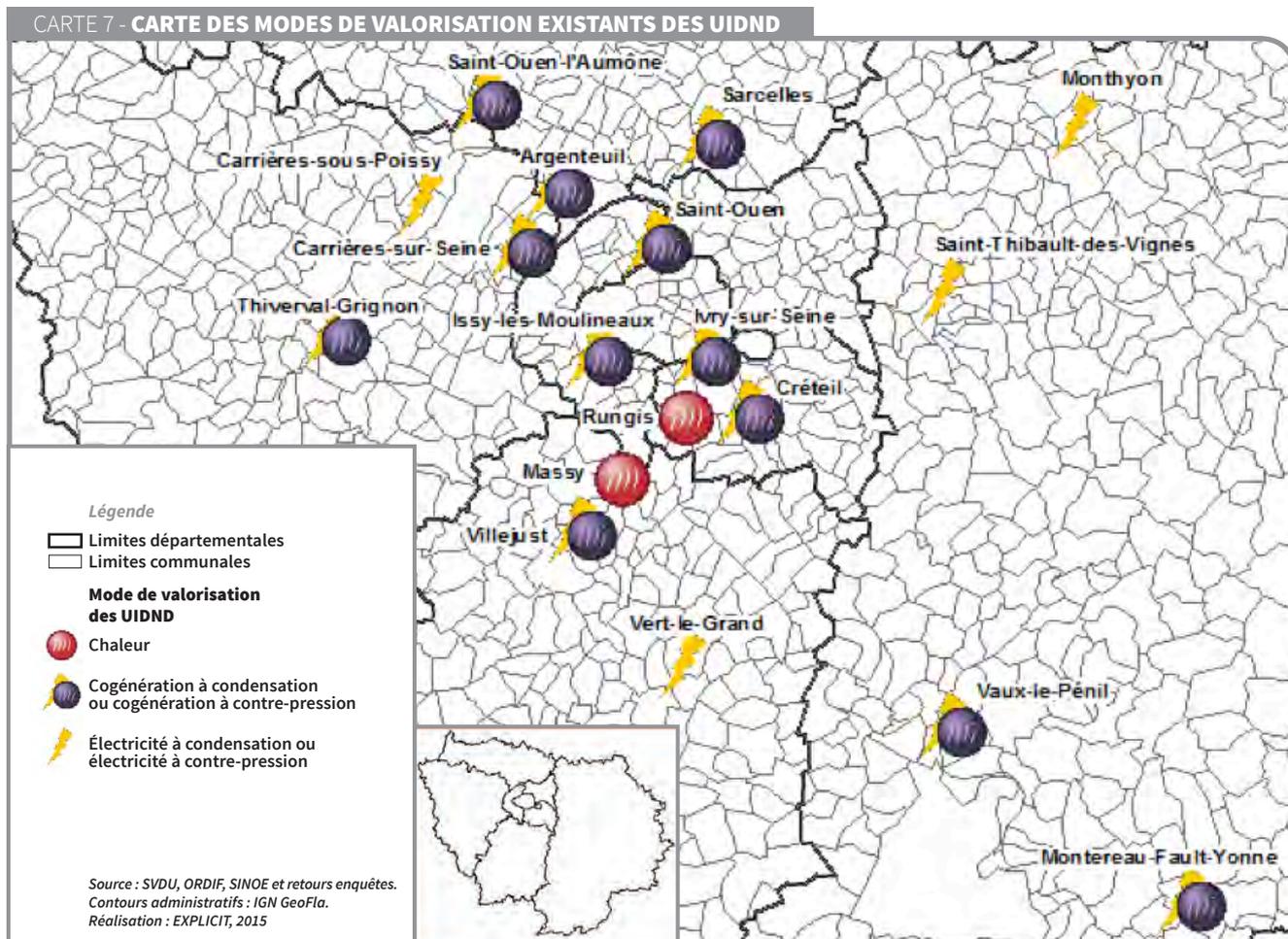
Les données traitées sont principalement issues de l'ADEME, l'ORDIF, le SVDU, les exploitants des UIDND et les syndicats de traitement.



Périmètre du gisement brut

➔ 4.2 - Synthèse cartographique des gisements maximaux des UIDND

VALORISATION EXISTANTE



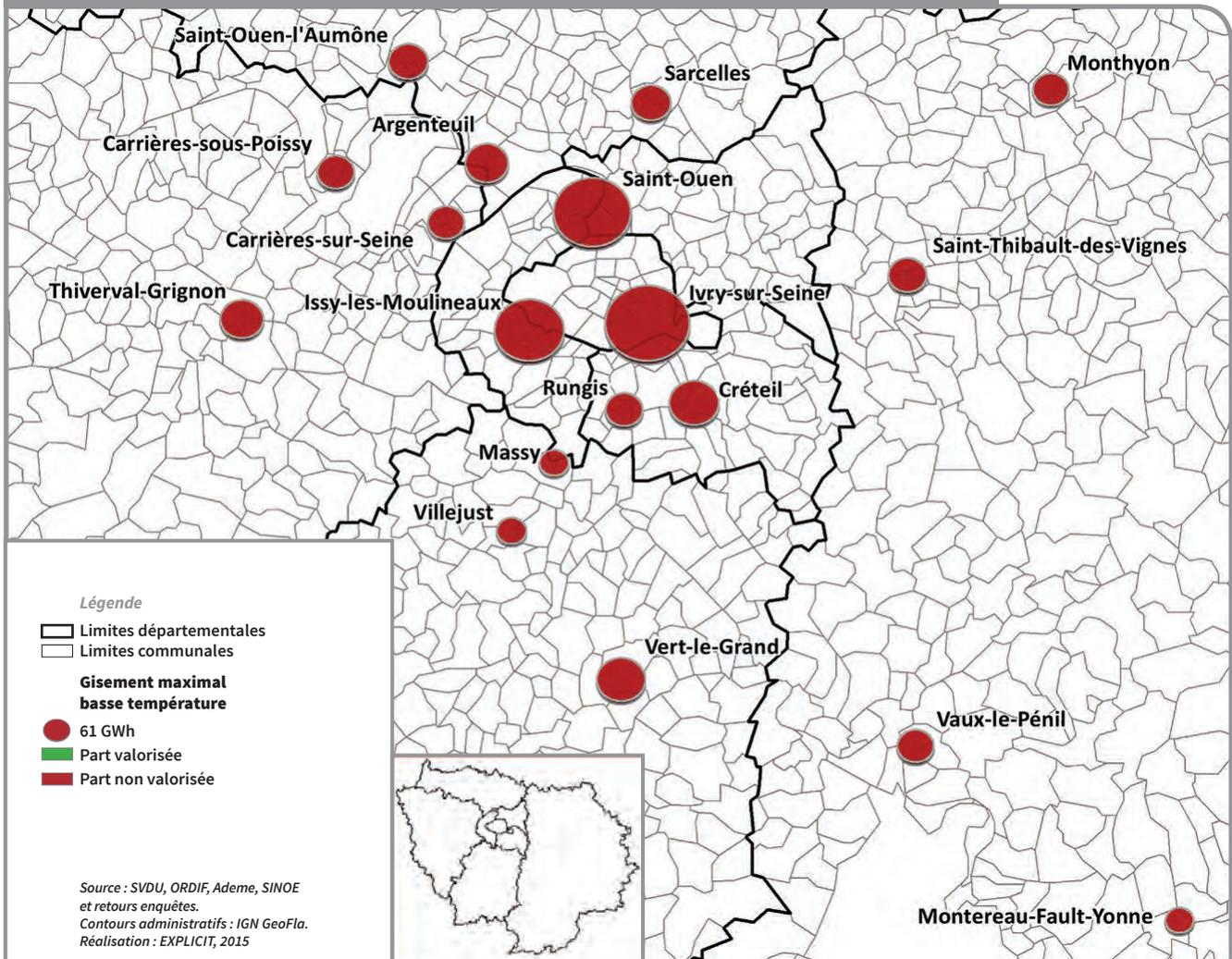
GISEMENT BASSE TEMPÉRATURE

Le gisement basse température des UIDND concerne la chaleur fatale issue des fumées d'incinération.

Il est estimé aux environs de **880 GWh**, deux formes de traitement des fumées ayant été distinguées :

semi-humide ou sec (température d'échappement des fumées supérieure à 110°C permettant une valorisation sur des procédés spécifiques).

CARTE 8 - GISEMENT MAXIMAL DE CHALEUR FATALE BASSE TEMPÉRATURE ISSUE DES UIDND (880 GWH/AN) ET PART VALORISÉE EN ÎLE-DE-FRANCE



GISEMENT HAUTE TEMPÉRATURE

Le gisement haute température des UIDND concerne la chaleur fatale transmise à l'évaporateur et portée par la vapeur haute pression en sortie des fours, en tenant compte de l'apport supplémentaire de la chaleur des fumées, dans le cas des unités

disposant de systèmes de traitement sec.

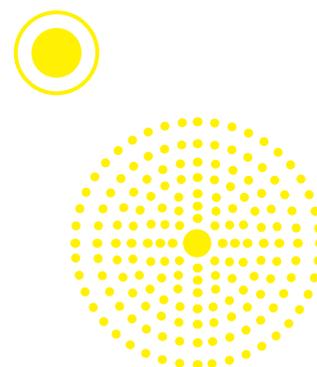
Il est estimé aux environs de 8 350 GWh, dont environ 60 % sont actuellement valorisés sous forme d'électricité et de chaleur.



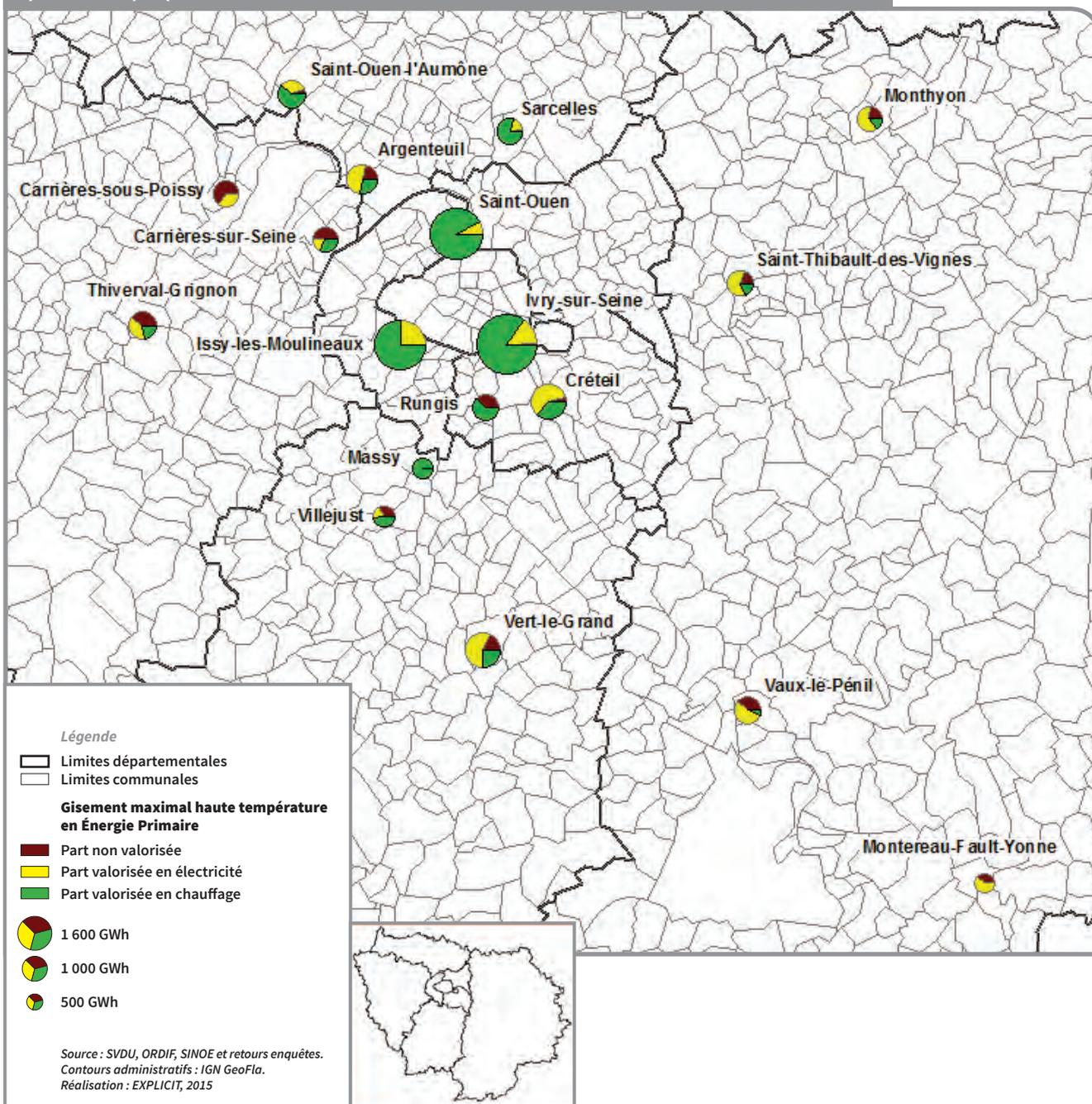
PROJECTIONS

Il existe une difficulté et un manque de consensus sur l'évaluation des perspectives d'évolution des tonnages de déchets. En effet, les facteurs d'influence sont variés et s'opposent les uns les autres : population, densité, efficacité du tri, réduction des déchets, mise en place de la tarification incitative, mise en place d'une collecte de biodéchets, évolutions de la TGAP, évolution du mix des déchets et des PCI, mise en place de la loi NOTRe, ... Par conséquent, l'incertitude est aujourd'hui forte.

Ainsi, en l'absence de document cadre récent, au niveau régional ou national, au moment de la réalisation de cette étude (2015-2016), il a été considéré par défaut une charge thermique stable dans le temps après consultations des acteurs concernés.



CARTE 9 - GISEMENT MAXIMAL DE CHALEUR FATALE HAUTE TEMPÉRATURE ISSUE DES UIDND (8 350 GWH/AN) ET PART VALORISÉE EN ÎLE-DE-FRANCE



➔ 5. LES DATA CENTERS

➔ 5.1 - Descriptif du gisement

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, les unités de stockage de données et les équipements de réseau de communication) 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 informatiques puis traitée par les équipements de production de froid. En effet, ces derniers 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"** (<60°C).

À l'échelle nationale, c'est l'Île-de-France qui concentre le plus grand nombre de Data Centers. Toutefois, une seule opération de récupération de chaleur et injection est en cours sur un réseau de chaleur, à Bailly-Romainvilliers (Marne-la-Vallée) où un centre aquatique et une pépinière d'entreprises sont alimentés en chauffage et en ECS. Plusieurs exploitants ont fait état d'études quant à la valorisation de leur chaleur fatale, à l'interne ou en externe.

Depuis quelques années, le développement de méthodes de refroidissement naturel permet de limiter le recours aux systèmes de refroidissement classiques. Elles peuvent être employées en complément des groupes froids ou utilisées seules à certaines périodes de l'année. Il peut s'agir de "free-cooling"¹, de "free-chilling"² ou de "geo-cooling"³, dont le principe est d'exploiter la fraîcheur de l'air ou du sol, directement ou indirectement. Du fait d'un certain nombre de contraintes, le recours à ces dispositifs reste marginal, même s'ils se développent dans les nouvelles installations.

Pour les projets d'optimisation du refroidissement d'un Data Center, l'ADEME préconise en priorité la valorisation des calories rejetées par le Data Center et l'utilisation du potentiel géothermal non délocalisable pour d'autres projets au voisinage du Data Center, projets pouvant utiliser pleinement la géothermie qui peut produire non seulement du froid, mais aussi de la chaleur. Le recours au géo-cooling ne sera envisagé que s'il est impossible de trouver une valorisation des calories perdues du Data Center vers des clients voisins, car l'efficacité énergétique globale du Data Center en énergie primaire est souvent moins bonne avec le géo-cooling que dans le cas de la valorisation locale de la chaleur.

¹ Free-cooling :

Méthode de refroidissement naturel dans laquelle l'air extérieur est directement injecté dans la salle pour refroidir l'air intérieur ou via une centrale de traitement de l'air

² Free-chilling :

Méthode de refroidissement naturel qui consiste à utiliser l'air extérieur pour refroidir l'air intérieur via un échangeur.

³ Geo-cooling :

Méthode de refroidissement naturel qui repose sur l'utilisation directe de la fraîcheur du sous-sol



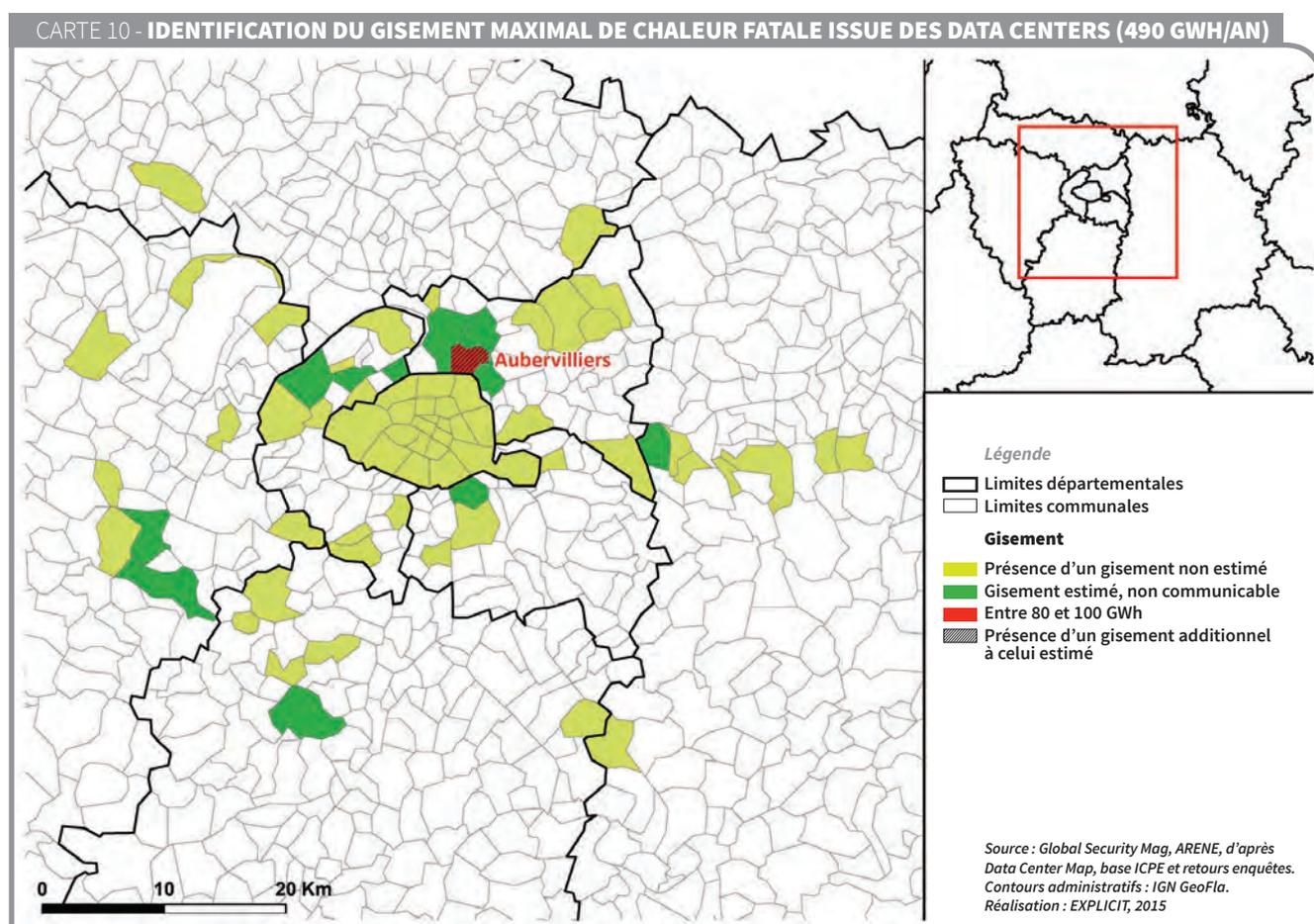
→ 5.2 - Descriptif de la collecte de données et méthodologie d'estimation du gisement maximal

Suite à l'envoi de questionnaires aux exploitants de Data Centers, par l'intermédiaire d'organismes comme le Comité des Exploitants de Salles Informatiques et Télécom (CESIT) et l'Alliance Green IT, et dans le cadre d'accords de confidentialité, des informations techniques ont permis d'évaluer la chaleur dissipée. Des informations ont également été fournies par la base ICPE sur certains

Data Centers. Des retours d'expérience ainsi que des échanges avec les sociétés APL France et Schneider Electric ont permis de valider la cohérence des résultats. Celles-ci ont porté, entre autres, sur le taux d'occupation réel des salles informatiques, la redondance qui permet de sécuriser la continuité de service ou sur les durées annuelles d'utilisation à pleine puissance des groupes froid.

Suite à plusieurs actualisations, le gisement maximal de chaleur fatale a pu être évalué sur 29 Data Centers, gérés par 9 exploitants différents. L'analyse met également en avant des communes disposant d'un gisement du fait de l'implantation d'un Data Center sur leur territoire, mais dont la valeur n'a pas pu être estimée en l'absence de données chiffrées.

→ 5.3 - Synthèse cartographique du gisement maximal des Data Centers



La représentation cartographique des Data Centers franciliens a respecté les impératifs de confidentialité établis avec les exploitants, ainsi la valeur du gisement est indiquée seulement pour les communes dans lesquelles plus de 3 exploitants différents sont présents.

Le gisement maximal total de chaleur fatale en Île-de-France s'élève à 490 GWh. Cette estimation n'est toutefois pas exhaustive à l'échelle de l'Île-de-France du fait de la confidentialité des données et du manque de retour de la part des Data Centers.



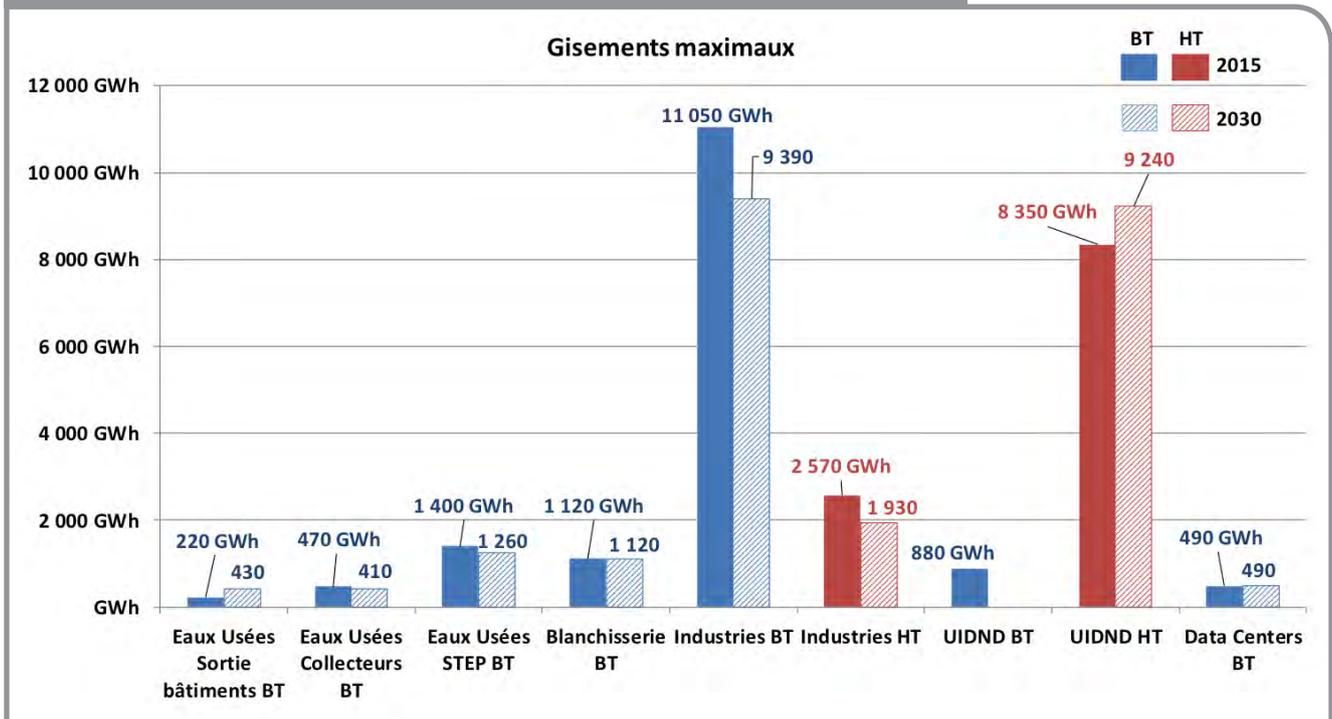
➔ 6. SYNTHÈSE DE LA PHASE 1

Le gisement maximal de la chaleur fatale en Île de France, pour les périmètres des eaux usées, de la chaleur fatale industrielle, des UIDND et des Data Center, est estimé à environ **26 500 GWh**, soit 22 % de la de-

mande en combustibles des secteurs résidentiel, tertiaire et industriel franciliens¹.

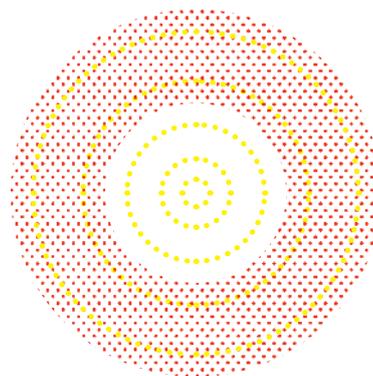
¹ *Consommations de chauffage urbain, produits pétroliers, gaz et bois : données fournies par l'ARENE Île-de-France.*

FIGURE 5 - SYNTHÈSE DES GISEMENTS MAXIMAUX PAR ÉVOLUTION DANS LE TEMPS ET PAR NIVEAU DE TEMPÉRATURE



Le gisement maximal haute température s'élève à 10 900 GWh, contre 15 600 GWh pour le gisement basse température. Le gisement haute température est dominé par la part des UIDND, lesquelles, bien qu'appartenant au secteur industriel,

justifient par leur poids relatif leur traitement à part dans cette étude. Les UIDND ont également pour particularité d'être très avancées dans la valorisation énergétique par rapport au reste des sites étudiés.





PHASE 2 ÉVOLUTION ET CARACTÉRISATION DU POTENTIEL VALORISABLE DE CHALEUR FATALE EN ÎLE-DE-FRANCE

→ 1. PRÉSENTATION DE LA PHASE 2

Les travaux menés en phase 2 ont visé à caractériser les potentiels valorisables à partir des gisements maximaux estimés en phase 1.

Pour ce faire, une première analyse consiste à les croiser avec les besoins internes propres à chaque ressource, afin d'estimer quelle quantité de chaleur peut être utilisée localement. Ensuite, le gisement restant est comparé aux besoins externes, que sont les

bâtiments et les réseaux de chaleur à proximité afin de déterminer le potentiel valorisable. Cette analyse est réalisée en tenant compte des freins liés à l'urbanisme, des freins techniques, économiques et juridiques.

→ 2. L'ESTIMATION DES BESOINS

Au cours de la phase 2, les besoins des bâtiments existants et neufs ont été estimés. Les bâtiments considérés dans l'étude sont ceux dont

l'alimentation en chaleur par une solution collective est envisageable : logements collectifs, bâtiments tertiaires, équipements, ...

→ 2.1 - Les besoins des bâtiments existants : logements, tertiaire et équipements

LES LOGEMENTS

Les logements présentent à la fois des besoins en haute et basse température. Pour estimer les consommations dans le résidentiel existant, deux échelles ont été considérées :

- **à la maille de l'IRIS** : consommations totales et unitaires en chauffage central des logements collectifs. Pour les consommations en ECS collective, une hypothèse a été faite sur le taux de logements collectifs équipés en ECS collective, qui est de 85 % dans Paris et 60 % en-dehors de Paris.

- **à la maille du bâtiment** : cette maille a permis en particulier de faire des hypothèses sur la probabilité qu'un bâtiment soit raccordable à un réseau de chaleur nouveau (les bâtiments déjà raccordés sont exclus, en se basant sur les informations de l'outil CARMEN¹).

Il a également été supposé que l'équipement des bâtiments avec des émetteurs de chauffage basse température est très majoritaire à partir de 2005.

| TYPE | RATIOS |
|--|------------------------------|
| Enseignement (primaire, secondaire, supérieur, recherche et autre) | 120 à 160 kWh/m ² |
| Gymnases | 250 kWh/m ² |
| Piscines | 900 kWh/m ² |
| Équipements culturels | 150 kWh/m ² |

Les sources des données et des différentes hypothèses sont issues de l'ADEME, AirParif, l'APUR, l'AORIF, l'ARENE, la DRIEE, l'IAU et l'IGN.

LE TERTIAIRE ET LES ÉQUIPEMENTS

Les bâtiments considérés sont l'enseignement, les gymnases, les piscines et les équipements culturels. Des données issues de l'IAU², l'IGN³, l'ARENE, l'ADEME et la Ville de Paris ont été utilisées.

Les besoins de chauffage des locaux industriels ont été estimés à partir de ratios publiés dans l'édition 2014 des "Chiffres clés" de l'ADEME.

¹ Portail d'information géographique de l'État en Île-de-France (http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/18/reseau_de_chaleur_map)

² IAU : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme

³ IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière



➔ 2.2 - Les besoins des bâtiments neufs

DONNÉES ET HYPOTHÈSES

Il est supposé que les bâtiments neufs présentent des besoins basse température.

Les données de surfaces utilisées sont extraites d'informations sur la construction de futures ZAC fournies par l'IAU. L'étude a également pris en compte de façon qualitative les Contrats de Développement Territoriaux, fournies par la DRIEA.

Depuis la mise en place de la première réglementation thermique en 1974, la consommation énergétique des constructions neuves a été divisée par 2. Il est prévu avec la RT 2012 de diviser à nouveau par 3 ces consommations (relativement cette fois-ci à la RT 2005).

La consommation 50 kWh EP¹/(m² SDP².an), valeur moyenne du label BBC (Bâtiment Basse Consommation), deviendra dorénavant la référence dans les constructions neuves ; on s'attend de même à ce que les BEPOS (Bâtiment à Energie Positive) deviennent la nouvelle référence pour l'année 2020.

La RT 2012 est applicable depuis le 1^{er} janvier 2013, mais il est aujourd'hui courant de constater des écarts entre la norme de la RT 2012 et la performance réellement atteinte, de l'ordre d'une dizaine à une vingtaine de kWh EP/m² SDP. Ces écarts ont des origines variées :

- Ils peuvent être liés à la mise en œuvre des matériaux de construction du bâtiment : qualité thermique des matériaux inférieure à celle requise par l'étude thermique, non-respect des prescriptions de mise en œuvre des matériaux, mal-façons...
- Ils peuvent être liés au comportement thermique des usagers du bâtiment : mise en place de consignes de température supérieures à celles requises par la méthode de calcul, usages réels et quantités d'eau chaude sanitaire consommées pouvant être supérieures aux profils définis par la méthode de calcul...

Ainsi, les ratios, pour les bâtiments construits dans la période 2015-2020, sont les suivants :

TABLEAU 3 - RATIOS DE CONSOMMATIONS CHAUFFAGE ET ECS POUR DES BÂTIMENTS NEUFS POUR LA PÉRIODE 2015-2020

| Habitat Collectif 2015 > 2020 (kWh EP/m ² SDP/an) | RATIOS |
|--|--------|
| ECS | 38,5 |
| Chauffage | 46,2 |
| Total | 84,6 |

| Bureaux - Tertiaire (kWh EP/m ² SDP/an) | 2015 - 2020 |
|--|-------------|
| ECS | 6,9 |
| Chauffage | 80 |
| Total | 86,9 |

Pour les consommations de chauffage, il est supposé qu'à partir de 2020, les promoteurs immobiliers seront en mesure de construire, à grande échelle, des bâtiments respectant les prescriptions de la RT 2012.

Pour les consommations d'eau chaude sanitaire, il est considéré une stabilisation des besoins qui s'explique :

- d'une part par une baisse attendue de la consommation personnelle des occupants d'un logement avec l'amélioration des comportements et la mise en place d'équipements performants (mitigeurs, douches performantes...),
- d'autre part par le développement de nouveaux usages pour l'eau chaude sanitaire tels que son utilisation directe par l'électroménager quotidien : lave-vaisselle et lave-linge.

Les ratios pour la période 2020-2030 sont donc les suivants :

TABLEAU 4 - RATIOS DE CONSOMMATIONS CHAUFFAGE ET ECS POUR DES BÂTIMENTS NEUFS POUR LA PÉRIODE 2020-2030

| Habitat Collectif 2020 > 2030 (kWh EP/m ² SDP/an) | RATIOS |
|--|---|
| | Contenu CO ₂ (0 > 50 kg CO ₂ / kWh) |
| ECS | 38,5 |
| Chauffage | 29,2 |
| Total | 67,7 |

| Bureaux - Tertiaire (kWh EP/m ² SDP/an) | 2020 > 2030 |
|--|-------------|
| ECS | 6,9 |
| Chauffage | 61,7 |
| Total | 68,6 |



¹ EP : Énergie Primaire

² SDP : Surface de Plancher



➔ 2.3 - Adéquation des besoins des bâtiments et des ressources

Le schéma ci-après synthétise le mode de valorisation des ressources selon leur niveau de température.

Les niveaux de température peuvent conditionner les formes de valorisation thermique.

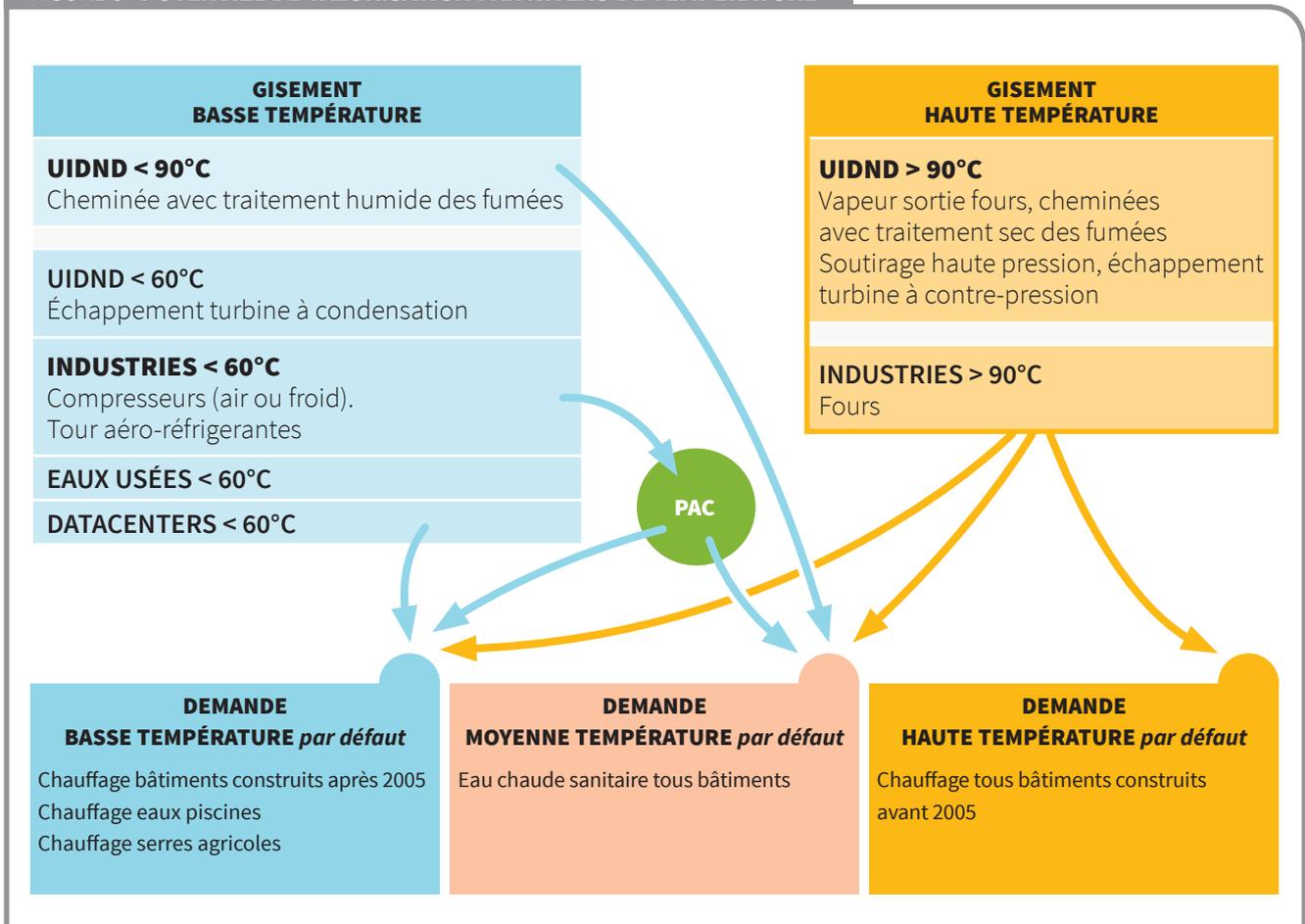
Cependant, certains procédés de combustion génèrent des fumées de température inférieure à 90°C. C'est

le cas pour certains types de traitement des fumées en UIDND (traitement dit "humide"¹). Dans ce cas, les fumées de combustion sont trop froides pour être valorisées à haute température, mais peuvent néanmoins être valorisées à un niveau intermédiaire. Pour les UIDND, de la chaleur moyenne température a été intégrée au gisement BT en considé-

rant qu'on pouvait faire de l'ECS sans PAC (température trop basse pour valorisation HT).

¹ En dehors du cas particulier des UIDND, d'autres procédés industriels génèrent des fumées froides, cependant les informations disponibles ne permettent pas de les identifier. Elles représentent une part marginale du volume de chaleur fatale issue de la combustion : moins de 5% du total (CEREN-ADEME, 2008)

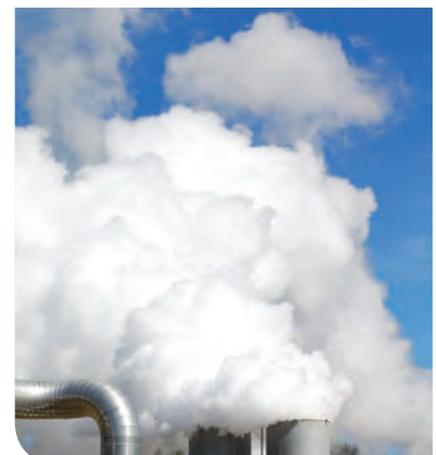
FIGURE 6 - POTENTIEL DE VALORISATION PAR NIVEAU DE TEMPÉRATURE



➔ 2.4 - Les réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur sont des débouchés potentiels pour la chaleur fatale. Les réseaux de chaleur en Île-de-France ont été identifiés grâce à l'outil CARMEN de la DRIEE actualisé en 2015. Les taux d'EnR&R calculés ont permis de déterminer les réseaux comme débouchés ou non pour les gisements identifiés (taux d'EnR&R déjà considéré comme élevé ou non).

En tout 83 sur 117 réseaux de l'Île-de-France (source SRCAE) sont présents dans l'outil CARMEN, représentant 10 900 GWh de livraisons de chaleur, dont 6 300 GWh vers le secteur résidentiel. La température maximale de fonctionnement de ces réseaux de chaleur est généralement inférieure à 110°C.



➔ 3. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

PRISE EN COMPTE DES DIFFÉRENTES CONTRAINTES LIÉES À LA VALORISATION EXTERNE

Cette méthodologie permet de répondre à la question suivante pour l'ensemble des gisements identifiés à l'échelle de la région : « **Quelles sont les zones de viabilité économiques en prenant en compte les contraintes d'urbanisme ?** »

Pour chaque gisement, des **zones de viabilité** ont été définies autour de la ressource : il s'agit de zones dans lesquelles la valorisation thermique de cette ressource serait pertinente, dans l'hypothèse où les besoins externes seraient en quantité suffisante.

Le croisement des gisements restants avec les besoins externes se fait au niveau des zones de viabilité de chacun des gisements **à différentes mailles : IRIS, bâtiments, ZAC, réseaux de chaleur existants.**

La définition de ces zones prend en compte plusieurs contraintes :

- Une **contrainte de viabilité économique** avec une analyse de la densité énergétique considérée comme devant être supérieure à 3 MWh/ml (analyse de ce critère pour plusieurs distances à la ressource au sein de la zone de viabilité).
- Les **contraintes d'urbanisme** avec un suivi des axes routiers (développement d'un réseau de chaleur sous les voiries) en évitant les obstacles dont le franchissement peut avoir un impact sur la viabilité du projet (autoroutes, voies ferrées, cours d'eau, ...).

Il a également été considéré un seuil d'acceptabilité de la contrainte en envisageant le franchissement des obstacles (hors principaux cours d'eau) lorsque la quantité de demande de chaleur raccordable est suffisante au-delà pour justifier un franchissement : seuil fixé à 18 500 MWh de demande au-delà de l'obstacle.

PRISE EN COMPTE DE LA SAISONNALITÉ DES GISEMENTS ET DE LA DEMANDE

Le gisement restant (après valorisation interne) doit recouvrir des besoins externes en fonction du moment dans l'année où ces deux flux coïncident. La saisonnalité à la fois du besoin et de la ressource sont donc pris en compte. Il a été pris en compte des modulations des besoins en particulier liées à la météorologie (chauffage domestique). Les gisements ont été considérés comme continus dans l'année, excepté certaines situations spécifiques pour les UIDND et les industries (agroalimentaire et sucreries par exemple).

En particulier dans le cas des 13 UIDND qui alimentent un réseau de chaleur avec des livraisons domestiques (donc non dédiées exclusivement à l'industrie), la saisonnalité a un effet significatif sur le gisement restant en chaleur fatale, un gisement restant saisonnier a ainsi été établi.

➔ 4. LES EAUX USÉES

➔ 4.1 - Croisement du gisement restant avec les besoins externes et prise en compte des contraintes urbanistiques

➔ 4.1.1 - Synthèse

| 2015 | GISEMENT MAXIMAL | BESOINS INTERNES | GISEMENT RESTANT | POTENTIEL VALORISABLE |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Sortie de bâtiment | 220 GWh | 0 | 0 | 220 GWh |
| Collecteurs | 470 GWh | 0 | 470 GWh | 360 GWh |
| STEU | 1 400 GWh | 330 GWh | 1 080 GWh | 520 GWh |

Dans le cas de la sortie de bâtiment et des collecteurs, il n'existe pas de besoins internes.

Dans le cas de l'évaluation des besoins internes pour les STEU, certaines stations sont aujourd'hui équipées de systèmes d'autoproduction d'énergie généralement déjà utilisée sur site pour les besoins en énergie

thermique. Une recherche bibliographique menée en parallèle a permis d'identifier certaines de ces installations d'autoproduction d'énergie et d'**évaluer à 0,5% la part d'énergie thermique basse température déjà pourvue sur site** - récupération de chaleur fatale uniquement. Toutefois, une partie de ces besoins déjà

pourvus par de la récupération de chaleur interne peut correspondre à l'exploitation d'une autre source de chaleur fatale que les eaux usées (incinérateurs, moteurs, compresseurs, ...). Les besoins internes des STEU sont évalués à environ 330 GWh/an.



➔ 4.1.2 - Synthèse cartographique

POTENTIEL VALORISABLE EN SORTIE DE BÂTIMENT

Comme indiqué précédemment, le potentiel valorisable en sortie de bâtiment correspond au gisement maximal.

POTENTIEL VALORISABLE DES COLLECTEURS

Compte tenu de l'échelle des informations disponibles sur les collecteurs, l'analyse de cette ressource a été traitée à l'IRIS. Les croisements avec la demande basse température à proximité des gisements ont donc été réalisés également à l'échelle de l'IRIS.

Le potentiel valorisable issu des collecteurs (basse température < 60°C), résultat du croisement entre les besoins externes et le gisement restant est de 360 GWh en 2015.

La ressource des collecteurs est, comme celle des Data Centers, localisée principalement autour de la petite couronne où se trouvent les

plus gros collecteurs. Cette zone correspond également à celle de la plus grande densité de besoins BT.

Les zones en grande couronne dont le potentiel est important correspondent principalement aux IRIS à proximité des stations d'épuration. En effet, les collecteurs en entrées de STEU ont des diamètres plus importants et les informations disponibles ont permis d'évaluer le potentiel pour ces IRIS.

Le potentiel valorisable est inférieur au gisement maximal estimé car la valorisation est limitée par la demande BT. Toutefois, cette ressource n'étant pas connue localement de façon précise, cette conclusion doit être nuancée au cas par cas en fonction des zones de projet.

POTENTIEL VALORISABLE DES STEU

La carte ci-contre présente le croisement entre la demande basse température en Île-de-France et le

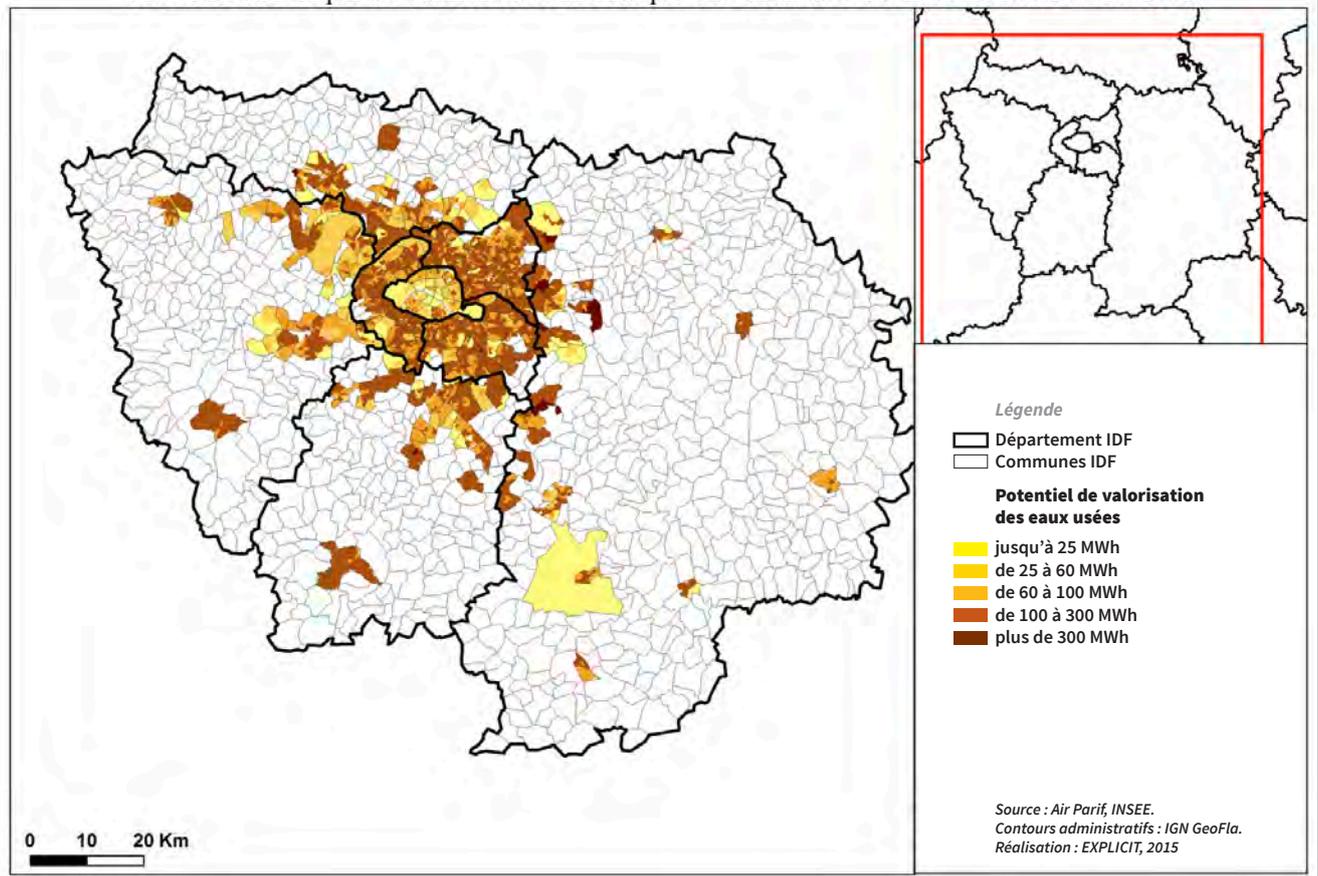
gisement des STEU. Il est rappelé que les besoins BT sont les besoins BT des ZAC, des serres agricoles et des piscines.

Le potentiel valorisable issu des STEU (basse température < 60°C), résultat du croisement entre les besoins externes et le gisement restant est de 520 GWh en 2015.

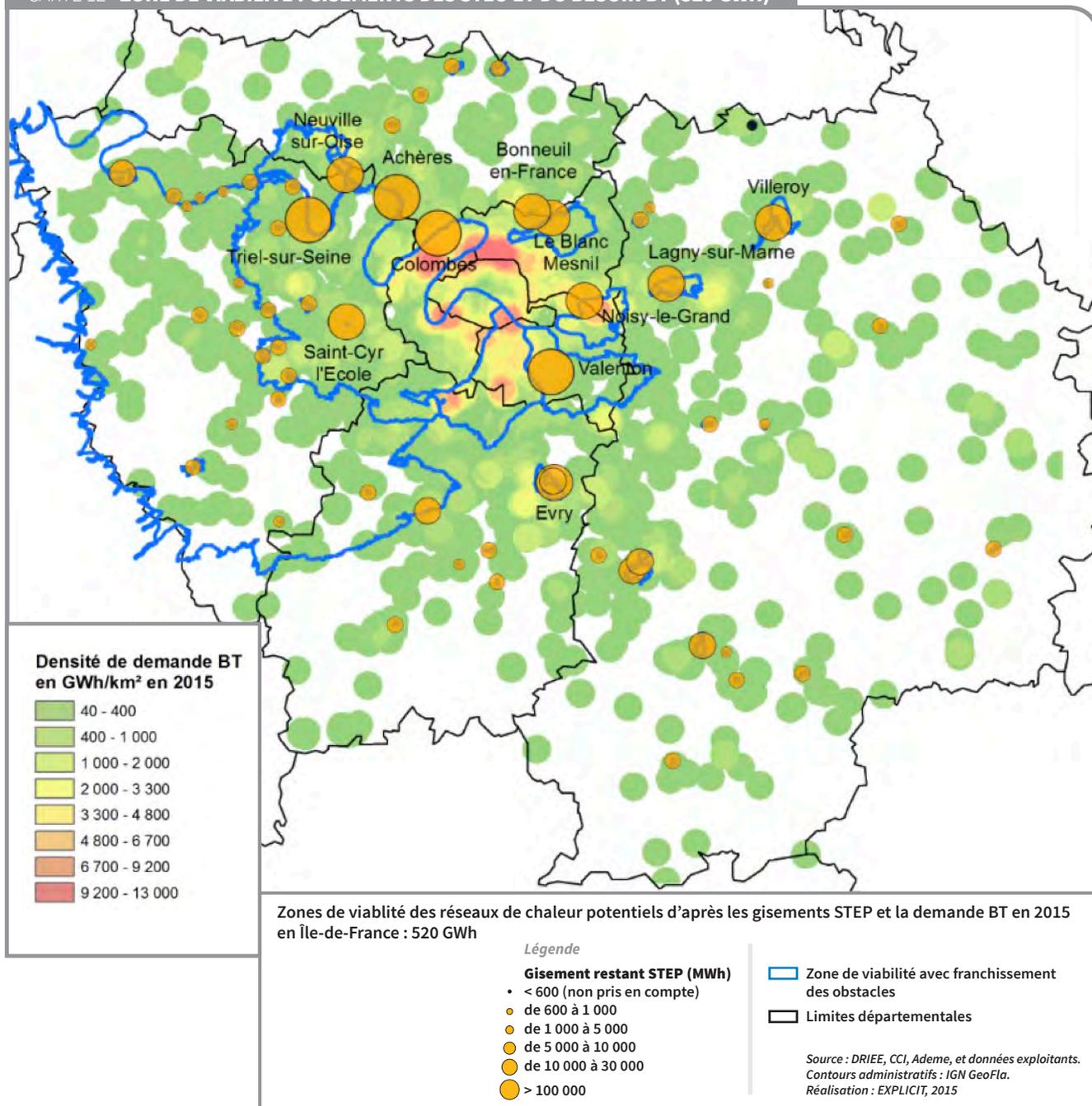
Il peut être constaté que les zones de viabilité, limitées aux obstacles, envisageables pour des dessertes éventuelles par de nouveaux réseaux de chaleur sont beaucoup plus restreintes que dans le cas des UIDND ou des industries. Ceci est dû à la faiblesse relative des gisements ainsi qu'au fait que les STEU sont installées sur des sites isolés, souvent encerclés d'obstacles routiers ferroviaires ou fluviaux, contraignant ainsi davantage l'opportunité d'une valorisation par réseau de chaleur basse température.

CARTE 11 - POTENTIEL THÉORIQUE DE VALORISATION THERMIQUE DES EAUX USÉES DANS LES COLLECTEURS À L'IRIS

Potentiel théorique de valorisation thermique des eaux usées des collecteurs : 360 GWh



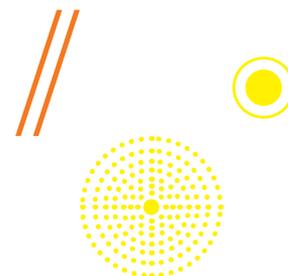
CARTE 12 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS DES STEU ET DU BESOIN BT (520 GWH)



➔ 4.2 - Freins techniques liés à la ressource et aux technologies

Les freins techniques liés à la mise en place de systèmes de récupération de chaleur dans les systèmes d'assainissement sont de deux natures :

- Freins liés à la faisabilité et au bon fonctionnement du système, liés à des critères de rentabilité, de mise en œuvre et de maintenance.
- Freins liés à l'impact du système comme un impact hydraulique lié à une réduction des capacités des collecteurs, un impact sur la maintenance et un impact lié au traitement des eaux usées.



→ 4.3 - Les freins juridiques et organisationnels

TABLEAU 5 - SYNTHÈSE DES FREINS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS POUR LES EAUX USÉES

| | Usage « interne » de la chaleur | Usage de la chaleur récupérée à destination de bâtiments privés | Usage de la chaleur récupérée à destination de bâtiments publics |
|---------------------------------|---|--|--|
| Sorties de bâtiments | Cas d'une copropriété : décision soumise à l'accord des copropriétaires. | Autres cas : décision soumise à l'accord des instances compétentes. | - |
| Réseaux d'assainissement | Cas de l'alimentation des propres bâtiments de la Collectivité : configuration favorable. | Cas de l'alimentation de bâtiments privés : - opération menée par la Collectivité : nécessité d'une habilitation statutaire ; - opération menée par un opérateur privé : mise à disposition du réseau par la Collectivité. Durée des contrats pouvant être considérée dissuasive. | Cas de l'alimentation de logements collectifs de bailleurs sociaux ou autres Collectivités publiques : configuration défavorable, exigence de publicité et de mise en concurrence. Montage alternatif : bénéficiaires autorisés à implanter équipements et récupérer eux-mêmes les calories sont envisageables. > permet de s'affranchir des questions de publicité et mise en concurrence. |
| STEU | Cas d'un usage interne : pas de contraintes particulières. | | |
| | Nécessite l'autorisation d'exploiter au titre des ICPE Nécessite l'autorisation de rejet en milieu naturel | | |

→ 5. LA CHALEUR FATALE INDUSTRIELLE

→ 5.1 - Croisement du gisement restant avec les besoins externes et prise en compte des contraintes urbanistiques

→ 5.1.2 - Synthèse

BESOINS INTERNES

Les besoins internes qui ont été considérés sont le préchauffage de l'air et l'eau chaude sanitaire. La prise en compte d'hypothèses spécifiques à chacun de ces usages ont permis de déterminer les quantités de chaleur fatale qu'ils nécessiteraient. L'éventuel chauffage des locaux n'a pas été considéré.

GISEMENT RESTANT

Le gisement restant est le gisement disponible pour une valorisation externe après la valorisation interne.

POTENTIEL VALORISABLE

Le potentiel valorisable est le croisement du gisement restant avec les besoins externes et prise en compte des contraintes urbanistiques.

| 2015 | GISEMENT MAXIMAL | BESOINS INTERNES | GISEMENT RESTANT | POTENTIEL VALORISABLE |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Basse Température (< 90°C) | 11 050 GWh | 0 | 11 050 GWh | 3 370 GWh |
| Haute Température (> 90°C) | 2 570 GWh | 260 GWh | 2 300 GWh | 1 110 GWh |

→ 5.1.3 - Synthèse cartographique des gisements

GISEMENT BASSE TEMPÉRATURE

La première carte représente le croisement entre le gisement restant basse température et l'ensemble des besoins basse température. Les cartes suivantes présentent le croisement entre le gisement restant haute température estimé et les besoins haute température dans l'industrie, le tertiaire et les logements. Ces cartes permettent de visualiser les zones de viabilités pour d'éventuels

réseaux de chaleur créés à partir des ressources identifiées.

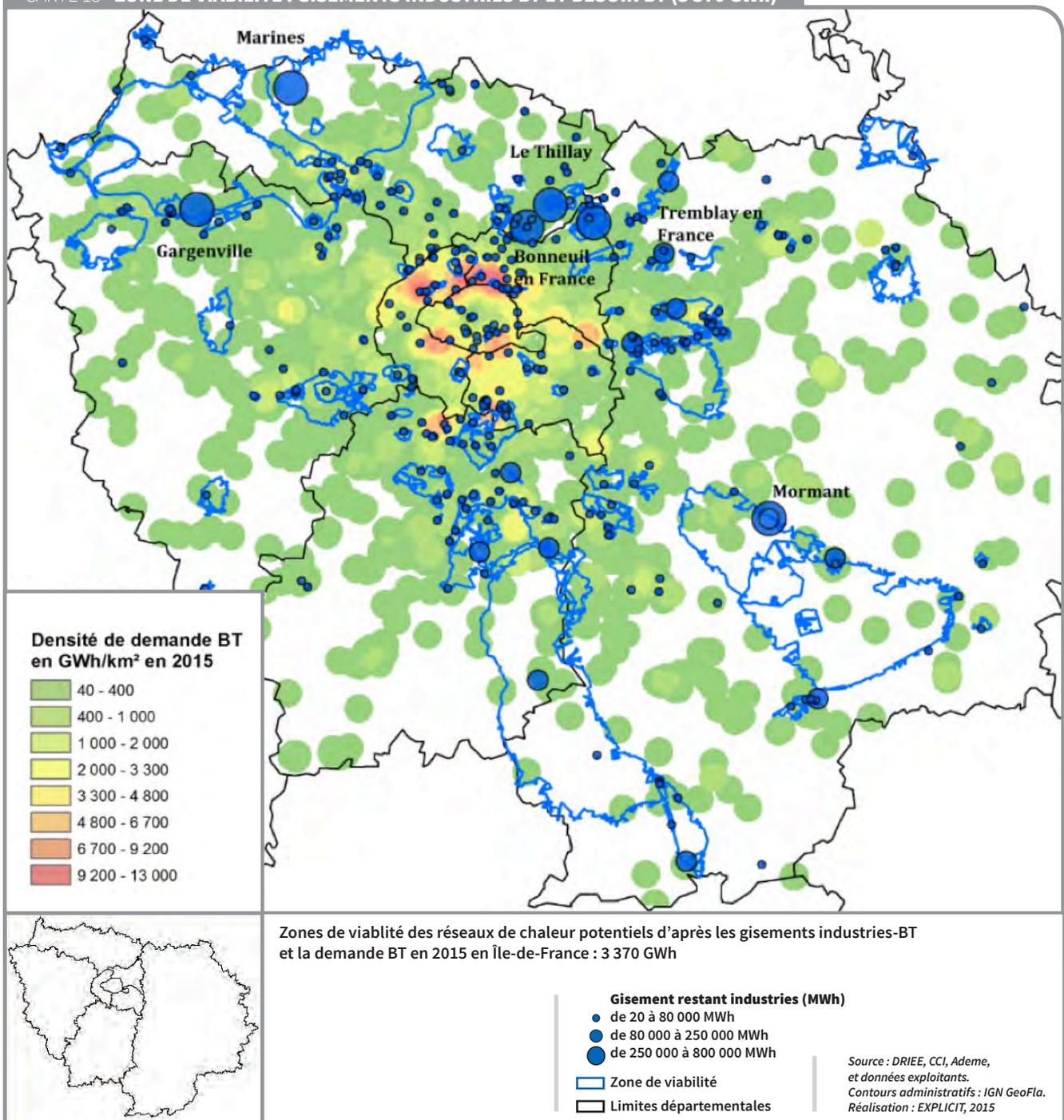
Ces zones sont plus nombreuses et couvrent un plus large pan de territoire que dans le cas des gisements haute température. La problématique est la même que pour la haute température :

- de grandes zones en grande couronne où la demande est plus faible

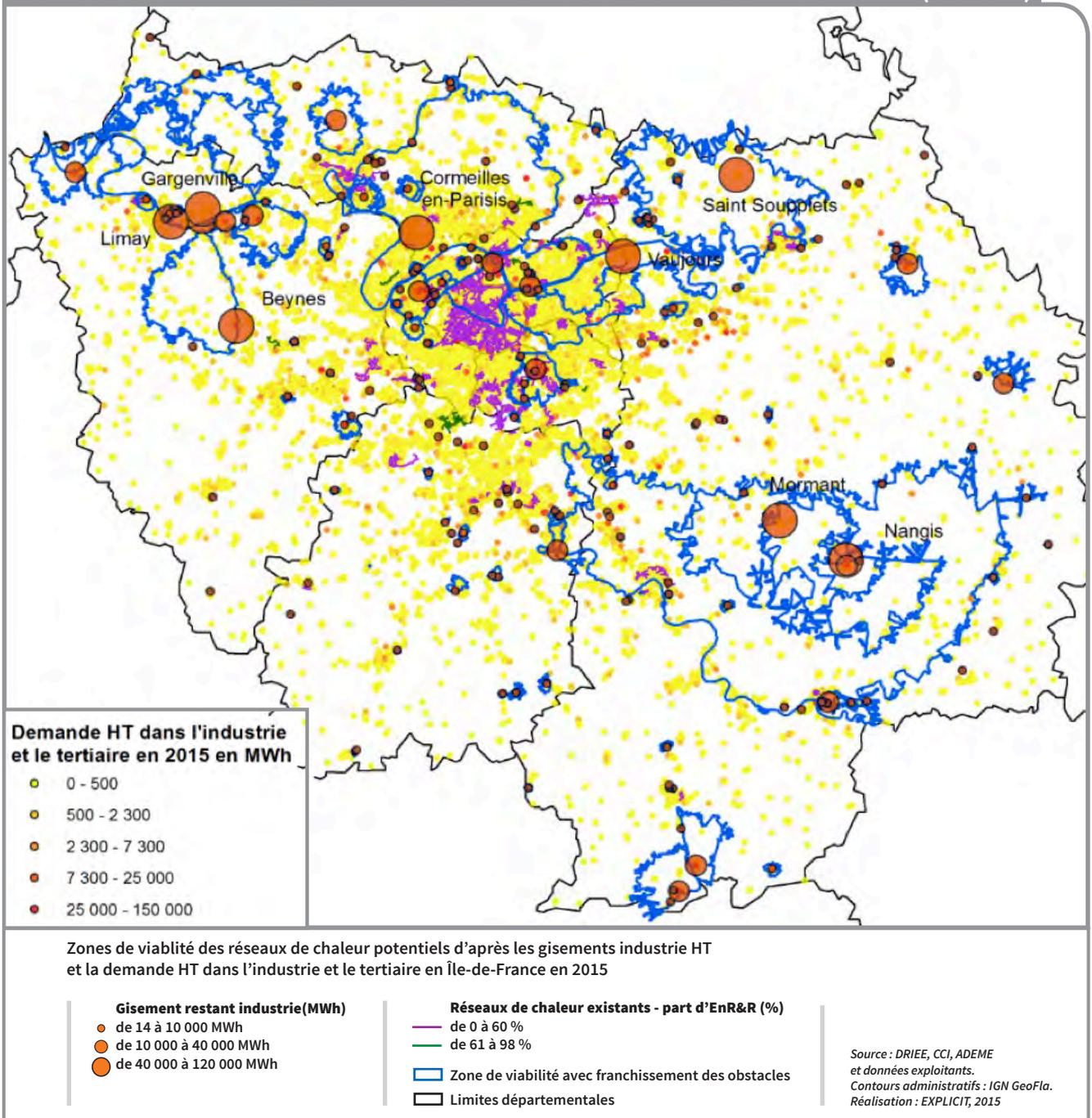
(mais pas inexistante) et les obstacles moins fréquents ;

- de plus petites zones sur la partie centrale de la région, mais avec une plus grande densité de demande.

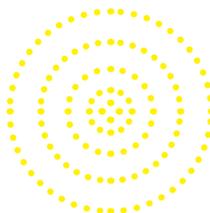
CARTE 13 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS INDUSTRIES BT ET BESOIN BT (3 370 GWh)



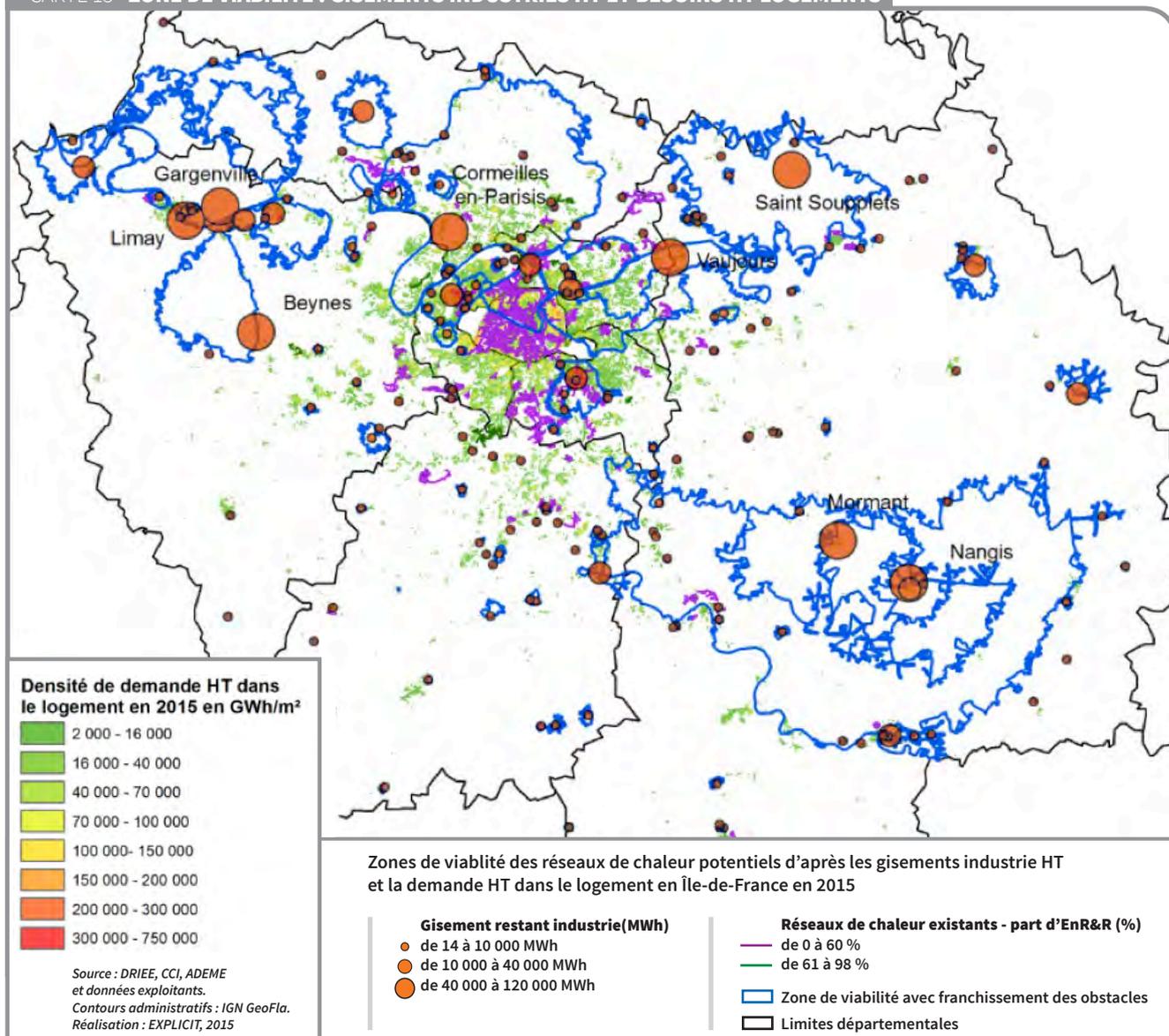
CARTE 14 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS INDUSTRIES HT ET BESOIN HT INDUSTRIE ET TERTIAIRE (3 370 GWh)



Note : la lecture des zones de viabilité à l'échelle régionale est difficile du fait de la superposition de certaines de ces zones de viabilité. Le rendu cartographique sous forme SIG est disponible sur le site *ENERGIF ROSE*.



CARTE 15 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS INDUSTRIES HT ET BESOINS HT LOGEMENTS



On constate la présence de trois grands ensembles de 4 zones de viabilité situées au Nord-Ouest, Nord-Est et Sud-Est de la région parisienne, dans des lieux où la présence

de grands sites de consommations tertiaires ou industriels est détectée, mais peu de demande de réseaux de chaleur ou de bâtiments collectifs (y compris sur le plan prospectif

au niveau de la présence des ZAC). Les autres gisements appellent des zones de valorisation beaucoup plus petites.

➔ 5.2 - Freins techniques liés à la ressource et aux technologies

Parmi les freins techniques, il peut être cité :

- la Saisonnalité et la Temporalité de la ressource,
- l'adéquation thermique de la ressource,
- l'accessibilité de la ressource,
- la ressource ne peut pas forcément être valorisée sur le site de production,
- les techniques de valorisation permettant d'augmenter significativement la température de fluide à chauffer sont encore en phase de

- développement (PAC HT),
- la nécessité des matériaux adéquats notamment pour les ressources à haute température,
- l'intégration d'un moyen de valorisation d'énergie fatale dans un procédé industriel doit faire l'objet d'une étude de l'impact potentiel sur l'environnement car il ne doit pas présenter de risque pour les personnes et l'environnement,
- la mise en place de moyens de valorisation des énergies fatales en

milieu industriel ne doit pas nuire au procédé industriel,

- les procédés des industriels peuvent changer très vite et donc les moyens de récupération de la chaleur doivent pouvoir rester adaptés à moindre coût,
- les économies d'énergie réalisées sur les sites industriels peuvent amener à diminuer les chaleurs récupérables.



→ 5.3 - Les freins juridiques et organisationnels



Deux options principales doivent être envisagées selon le rôle que s'assignent les partenaires (industriel et bénéficiaire de la chaleur) :

| 1 ^{ÈRE} OPTION | 2 ^{ÈME} OPTION |
|--|---|
| L'industriel se place dans une démarche active de fournisseur de chaleur : l'opération de valorisation envisagée est facilitée si le bénéficiaire est une personne de droit privé non soumise au Code des Marchés Publics (CMP). Elle se complique si le bénéficiaire est une personne morale de droit public soumise au CMP. | L'industriel se place dans une démarche passive de mise à disposition de chaleur à charge pour le bénéficiaire d'organiser le prélèvement de chaleur, formule qui permet à la fois de répondre aux contraintes éventuelles de mise en concurrence et aux contraintes d'investissement.. |
| FREINS JURIDIQUES | FREINS JURIDIQUES |
| <ul style="list-style-type: none"> • l'investissement de départ est à la charge totale ou partielle de l'industriel ; • la durée des contrats et la volonté de l'industriel de ne pas s'exposer à un risque commercial lié au départ prématuré du "client" et la mise en place de clauses d'indemnisation en cas de résiliation anticipée ; • les assurances. | Les clauses de responsabilité en cas de sinistre liée à la présence sur un site industriel d'un dispositif de récupération de chaleur propriété d'un tiers. |

→ 6. LES UNITÉS D'INCINÉRATION DE DÉCHETS NON DANGEREUX

→ 6.1 - Croisement du gisement restant avec les besoins externes et prise en compte des contraintes urbanistiques

→ 6.1.1 - Synthèse

BESOINS INTERNES

Pour l'ensemble des usages internes, la chaleur utilisée est celle du gisement maximal HT. Toutefois, l'extrapolation de l'utilisation de la chaleur pour l'usage interne à tous les incinérateurs n'est pas aisée car chaque incinérateur dispose de ses propres procédés.

Il est néanmoins retenu comme besoins internes pour les UIDND la valeur de 980 GWh, d'après les déclarations provenant des UIDND sur l'autoconsommation de la chaleur issue de la vapeur.

Le potentiel actuellement valorisable en interne correspond au potentiel déjà valorisé en interne, donc à l'autoconsommation de chaleur déclarée par les exploitants.

GISEMENT RESTANT

Le gisement restant, est le gisement disponible pour une valorisation externe après la valorisation interne. Du fait de la présence de groupes turbo-alternateur, une partie importante de la chaleur haute température est "dégradée" par la génération électrique, pour être restituée à basse température. Par conséquent, une part importante du gisement maximal haute température est « transvasé » dans le gisement restant basse température, en y déduisant la production électrique. Le gisement restant est donc lié au rendement de production électrique : pour environ 1 GWh de chaleur haute température (gisement maximum), 250 MWh sont transformés en électricité et 750 MWh restitués à basse température (gisement restant).

POTENTIEL VALORISABLE

À l'horizon 2030, on admet que le potentiel BT issu des fumées est nul, puisque toutes seraient théoriquement passées en traitement sec.



| 2015 | GISEMENT MAXIMAL | BESOINS INTERNES | GISEMENT RESTANT | POTENTIEL VALORISABLE |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Basse Température | 880 GWh | 0 | 2 950 GWh | 860 GWh |
| Haute Température | 8 350 GWh | 980 GWh | 640 GWh | 200 GWh |

➔ 6.1.2 - Synthèse cartographique des gisements

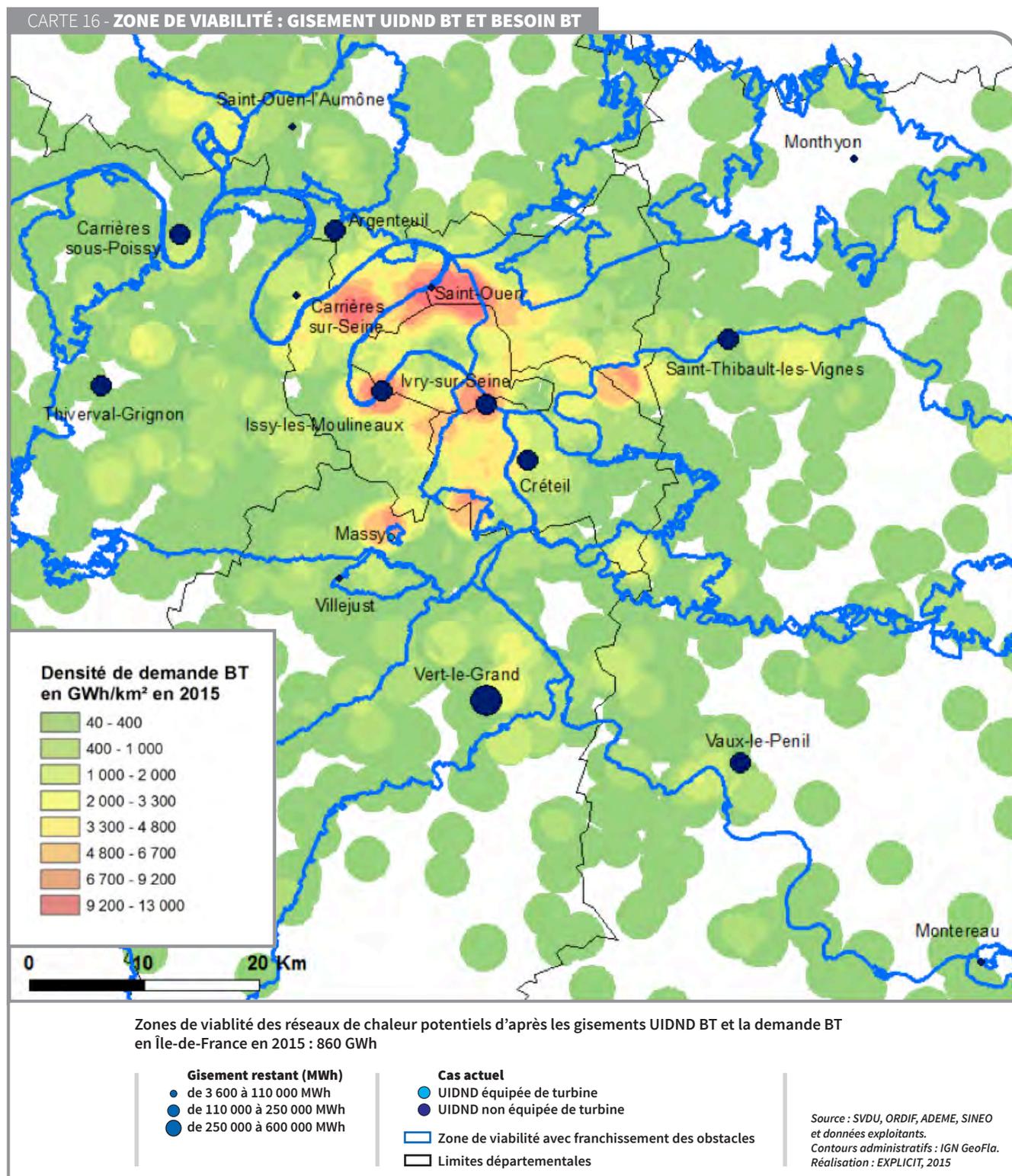
GISEMENT BASSE TEMPÉRATURE

La première carte représente le croisement entre le gisement restant basse température et l'ensemble des besoins basse température. Les cartes suivantes présentent le croisement entre le gisement restant haute température estimé et les besoins haute température dans l'industrie,

le tertiaire et les logements. On visualise sur ces cartes les zones de viabilités pour d'éventuels réseaux de chaleur créés à partir des ressources identifiées.

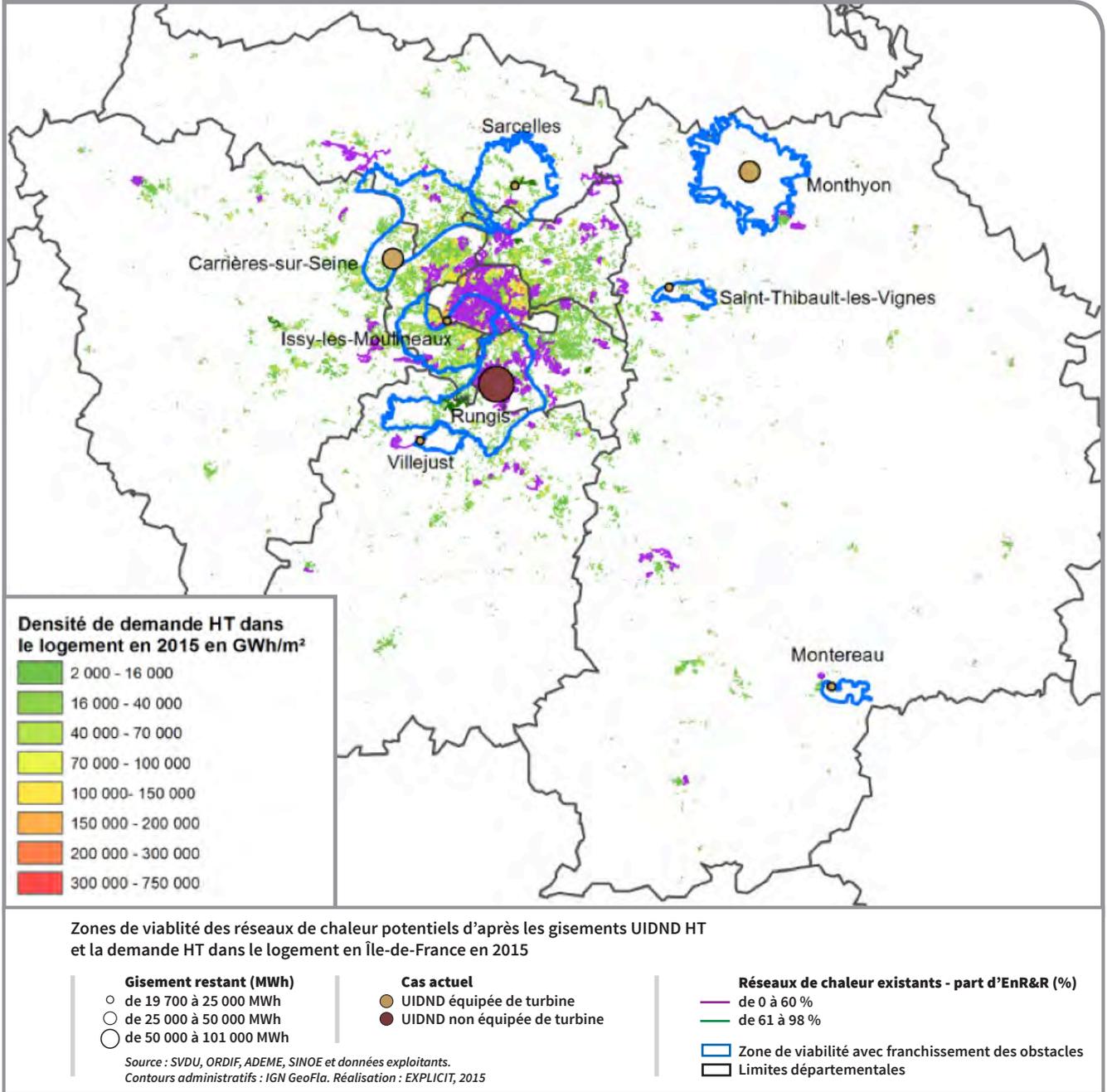
Cette carte des zones de viabilité BT à l'échelle de l'Île-de-France pour les UIDND montrent la grande taille de ces zones pour la grande couronne.

Les besoins en basse température sont plus faibles et plus épars que ceux en haute température, et ils sont plus sensibles à l'évolution future de la demande, étant donnée leur forte croissance actuelle, directement liée à la construction de bâtiments neufs.

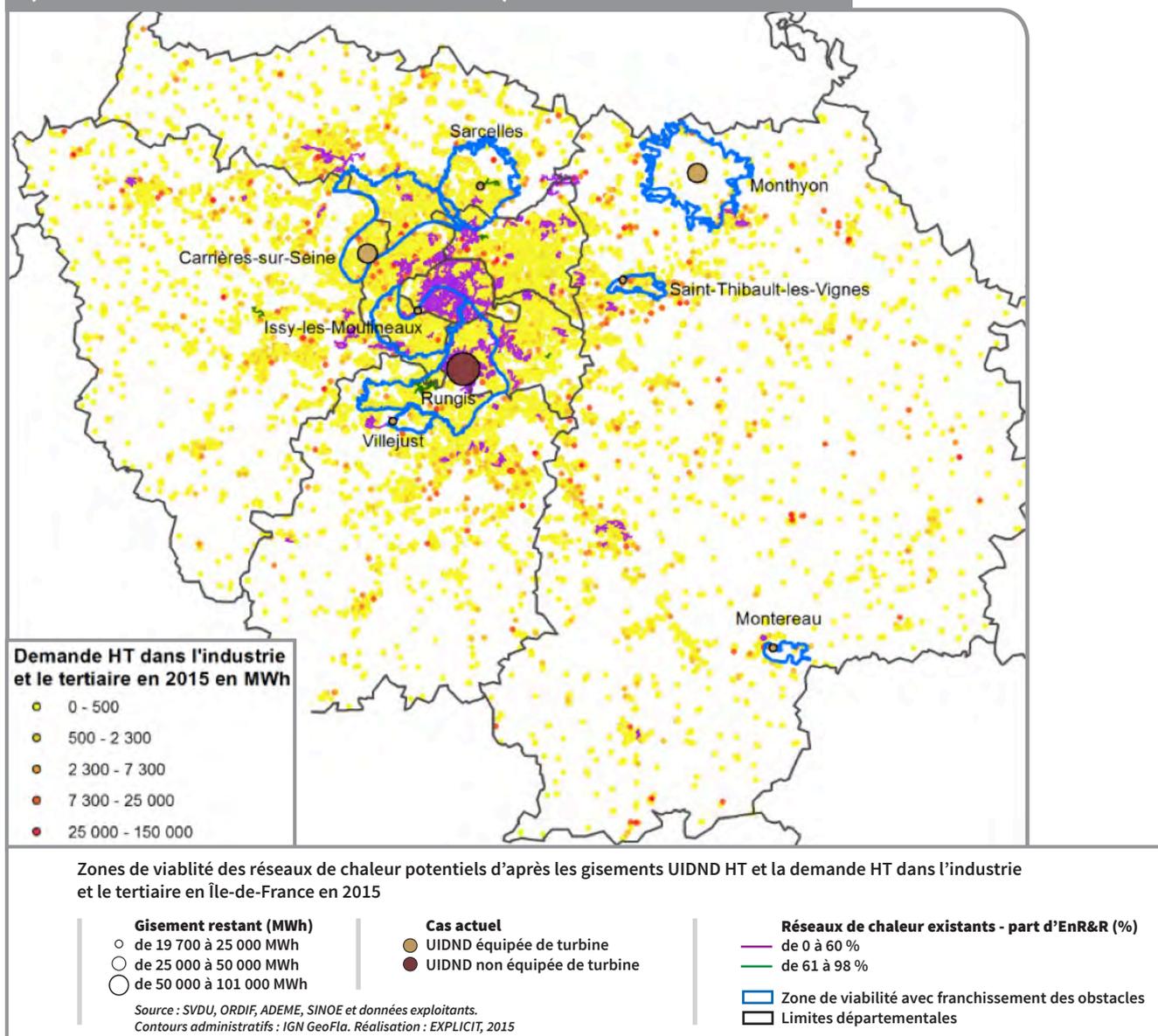


GISEMENT HAUTE TEMPÉRATURE

CARTE 17 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS UIDND HT ET DEMANDE HT LOGEMENTS



CARTE 18 - ZONE DE VIABILITÉ : GISEMENTS UIDND HT ET DEMANDE HT INDUSTRIE (BESOINS DE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET D'ECS) ET TERTIAIRE



Ces cartes des zones de viabilité HT à l'échelle de l'Île-de-France pour les UIDND montrent la grande taille de ces zones pour la grande couronne.

➔ 6.2 - Freins techniques liés à la ressource et aux technologies

Parmi les freins techniques, on peut citer :

- le respect des Valeurs Limites d'Émissions (VLE),
- une UIDND a une disponibilité forte en période estivale avec absence de besoins de chaleur pour les bâtiments situés à proximité,
- la qualité de la ressource (pérennité de la ressource),

- la composition qualitative très variable des déchets car ceux-ci peuvent contenir des substances corrosives endommageant les équipements de production,
- la situation géographique de l'incinérateur,
- le fonctionnement d'une UIDND avec la présence d'un excès d'air pour la combustion des déchets, les

performances médiocres des chaudières de récupération, la condensation des fumées, la température d'échappement de la turbine qui ne permet pas toujours la valorisation directe sur un réseau de chaleur ou l'autoconsommation importante des sites qui se fait prioritairement par rapport à la valorisation externe.

➔ 6.3 - Les freins juridiques et organisationnels

Ce mode de valorisation de la chaleur des UIDND est aujourd'hui couramment pratiqué et parfaitement maîtrisé par les opérateurs institutionnels de traitement des déchets (Syndicats mixtes de traitement de déchets le

plus souvent), les exploitants d'UIDND (opérateurs privés de traitement des déchets) et les exploitants publics ou privés de réseaux de chaleur. Lors de l'établissement des contrats d'approvisionnement en chaleur les

opérateurs de chauffage urbain soumettent le producteur de chaleur à des exigences strictes en termes de continuité et de qualité de la fourniture de chaleur, souvent assorties à des pénalités.



➔ 7. LES DATA CENTERS

➔ 7.1 - Croisement du gisement restant avec les besoins externes et prise en compte des contraintes urbanistiques

➔ 7.1.2 - Synthèse

GISEMENT MAXIMAL

Cette estimation n'est pas exhaustive à l'échelle de l'Île-de-France, notamment du fait de la confidentialité des données qui n'ont pas permis de recevoir une réponse de la part de tous les exploitants.

BESOINS INTERNES

Au sein du Data Center, les débouchés d'utilisation de la chaleur fatale seraient principalement des bureaux. Toutefois, la majorité des Data Centers étant exploités en colocation, nous supposons qu'ils ne comportent que peu ou pas de bureaux.

Dans le cas des Data Center privés, la valorisation en interne de la chaleur fatale est très peu envisageable car les exploitants de Data Centers privés cherchent plutôt à optimiser leurs infrastructures pour consommer moins d'énergie.

Ainsi, la récupération de la chaleur fatale pour les besoins internes de chauffage des Data Centers ne paraît pas pertinente. Toutefois, cela n'exclut pas les études au cas par cas.

GISEMENT RESTANT

La totalité du gisement maximal est disponible pour la valorisation dans les éventuels bâtiments à proximité et les réseaux de chaleur, **soit 490 GWh/an**. Toutefois, le gisement restant estimé ne concerne que les Data Centers dont les informations ont pu être intégrées à l'étude : il n'est donc pas exhaustif.

| 2015 | GISEMENT MAXIMAL | BESOINS INTERNES | GISEMENT RESTANT | POTENTIEL VALORISABLE |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| BASSE TEMPÉRATURE | 490 GWh | 0 | 490 GWh | 300 GWh |

➔ 7.1.2 - Synthèse cartographique

La carte ci-après présente le croisement entre les gisements identifiés et la demande basse température. Seul le gisement d'Aubervilliers peut être affiché afin de respecter la confidentialité des données (au moins trois gisements estimés à l'échelle de représentation, ici la commune).

Toutefois, les gisements existants estimés (et connus par l'ADEME) ou seulement identifiés sans calcul possible (par manque d'information) sont représentés sur cette carte.

On constate que contrairement à d'autres ressources comme les industries ou UIDND, celle-ci est

concentrée en petite couronne, en particulier dans des zones où la densité de demande BT est importante (Seine-Saint-Denis et Nord-Ouest des Hauts-de-Seine par exemple). Une valorisation dans ces zones semble donc particulièrement intéressante.

➔ 7.2 - Freins techniques liés à la ressource et aux technologies

Les principaux freins techniques sont ceux liés à la technologie de valorisation par PAC.

Les Data Centers sont des infrastructures très disparates et il est donc délicat de généraliser les freins techniques liés aux ressources et aux technologies. Toutefois, il est possible de dégager des grandes tendances, notamment en ce qui concerne **la pérennité de la ressource**, un Data

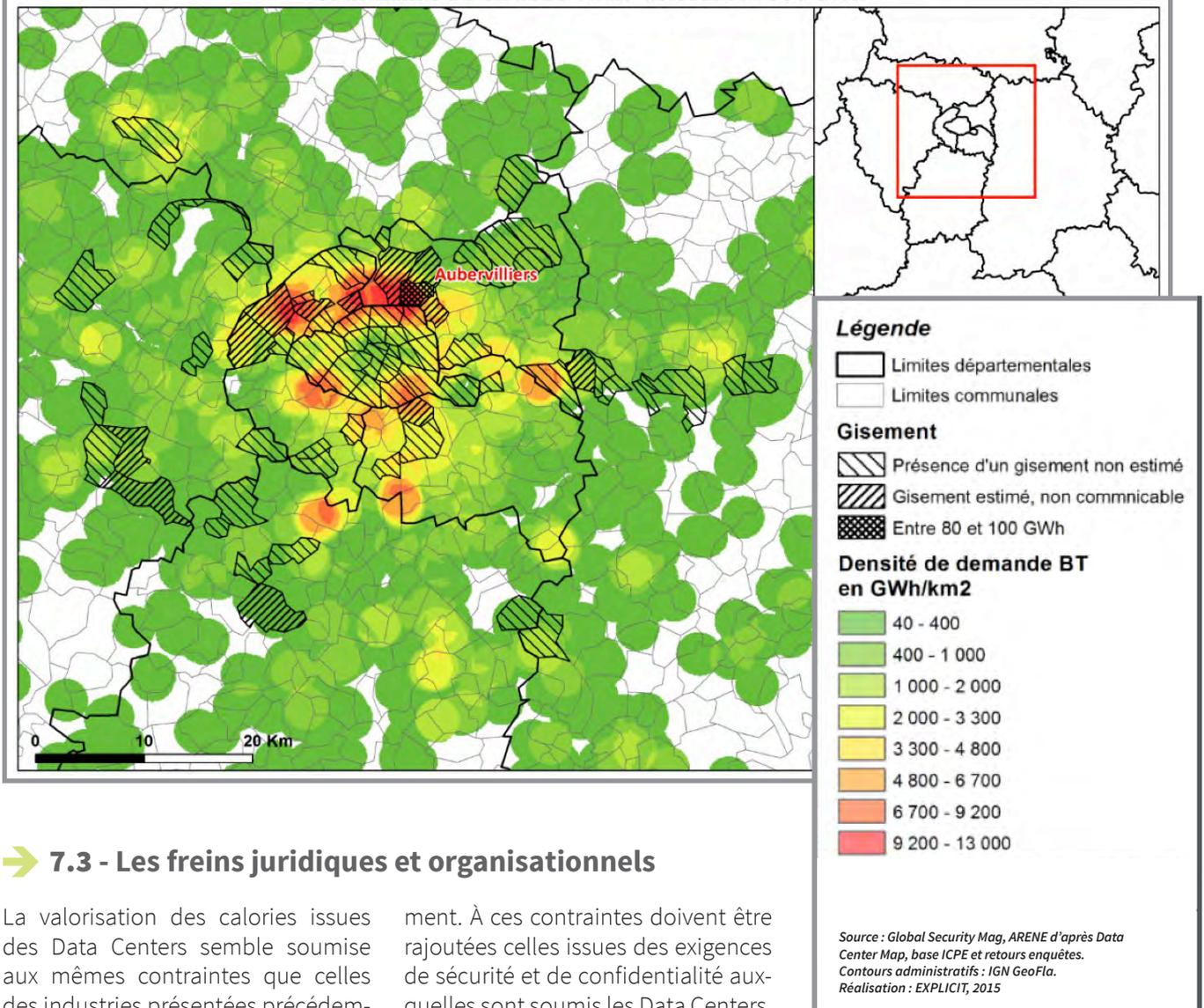
Center ayant une durée de vie d'une quinzaine d'années. De plus, de nouveaux équipements plus performants pourraient nécessiter moins de refroidissement et donc engendrer une baisse de la chaleur fatale émise.

Le recours aux méthodes de refroidissement naturelles comme le free-cooling est recommandé par l'ADEME en cas d'impossibilité de valorisation des calories perdues.

Cette technique peut également contribuer à diminuer le recours aux groupes de refroidissement et donc aux émissions de chaleur fatale.

Il faut noter que la mise en place de dispositifs de récupération de chaleur est a priori plus aisée pour les Data Centers neufs que dans les Data Centers existants.

Potentiel valorisable de chaleur fatale BT issue des datacenters et demande BT en 2015 en Île-de-France : 300 GWh



→ 7.3 - Les freins juridiques et organisationnels

La valorisation des calories issues des Data Centers semble soumise aux mêmes contraintes que celles des industries présentées précédemment.

À ces contraintes doivent être rajoutées celles issues des exigences de sécurité et de confidentialité auxquelles sont soumis les Data Centers.

→ 8. SYNTHÈSE DE LA PHASE 2

→ 8.1 - Gisements restants

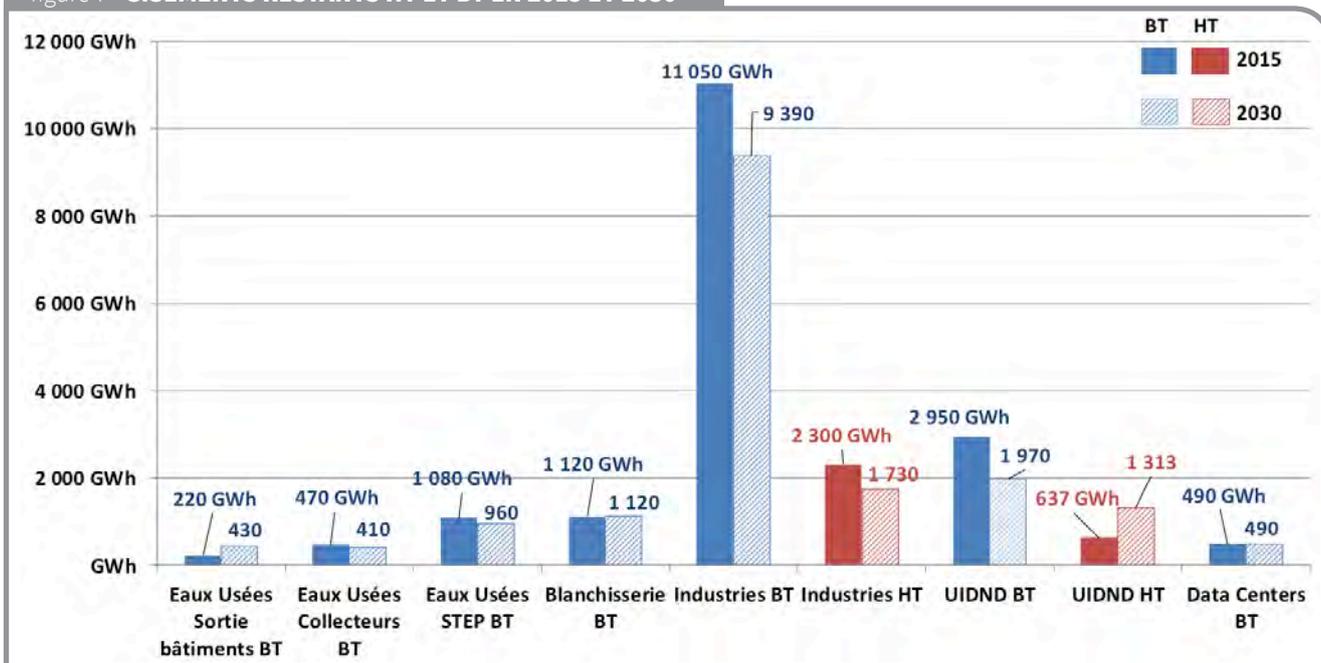
Le travail de la phase 2 a consisté à caractériser les gisements restants après les valorisations existantes et la réponse aux besoins identifiés en interne. **Le gisement restant** total à valoriser à l'échelle de la région est ainsi de 20 320 GWh, dont 2 940 GWh

en haute température et 17 380 GWh en basse température.

Le graphe de la page suivante présente les gisements restant haute et basse température pour les quatre ressources étudiées.



figure 7 - GISEMENTS RESTANTS HT ET BT EN 2015 ET 2030



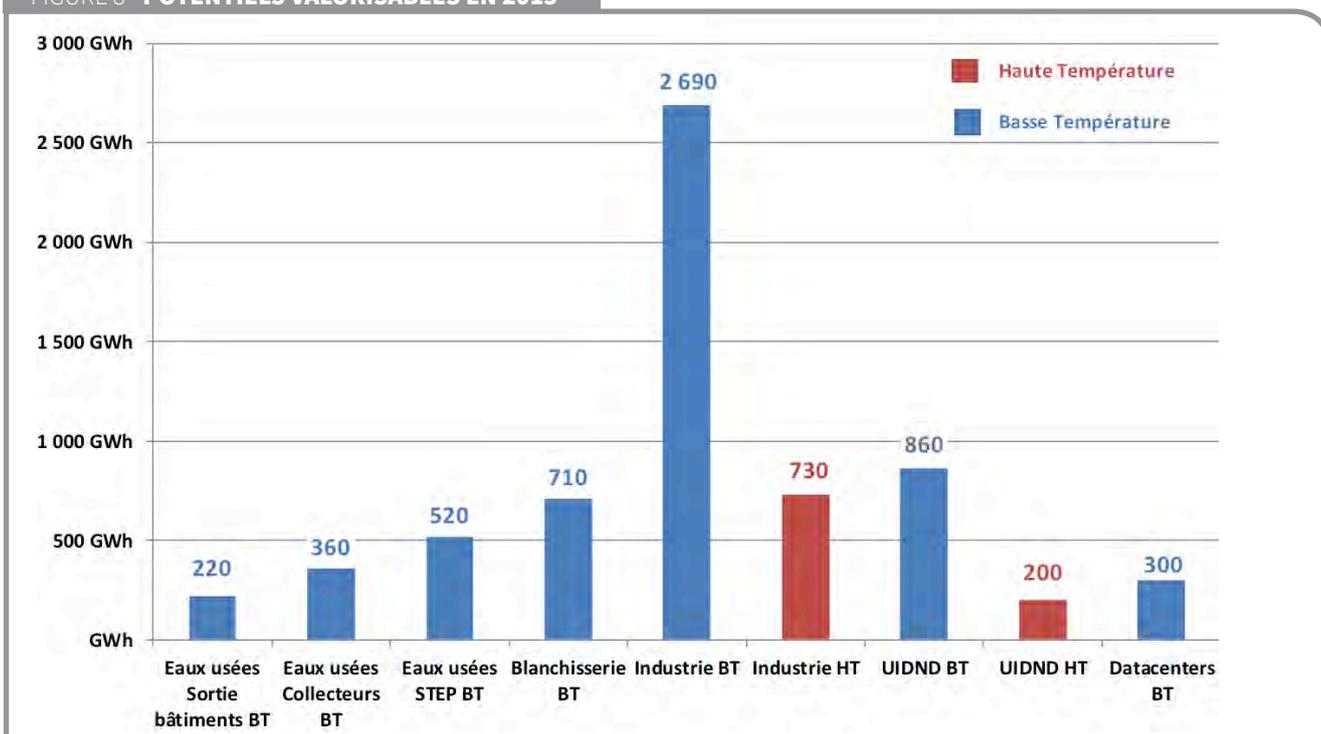
➔ 8.2 - Potentiels valorisables

L'étude des gisements restant qui s'est poursuivie grâce à une analyse cartographique, a permis de mettre en avant des zones de viabilité potentielles pour le développement de l'exploitation de ces gisements à l'échelle de la Région, tout en tenant compte des contraintes urbanistiques locales, propres à chaque site. L'analyse croisée des zones d'intérêt ainsi identifiées et de la demande

haute ou basse température, selon le cas, permet d'aboutir au **potentiel valorisable** pour chaque ressource. En effet, le résultat ne prend plus seulement en compte l'existence de la ressource, mais bien l'adéquation entre la ressource et une demande. Qui plus est, cette demande a été caractérisée de façon à s'assurer de sa bonne compatibilité avec la ressource : niveau de température,

pas de raccordement existant à un réseau de chaleur, ... Le graphique ci-dessous présente les estimations des potentiels valorisables. La chaleur fatale des industries BT représente le premier potentiel, devant la chaleur fatale HT des industries. Le potentiel valorisable total s'élève à 7 590 GWh dont 930 GWh en HT et 5 660 GWh en BT.

FIGURE 8 - POTENTIELS VALORISABLES EN 2015



PHASE 3 POTENTIEL ÉLIGIBLE

1. PRÉSENTATION DE LA PHASE 3

Cette partie présente les résultats et les conclusions de la troisième phase de l'étude, qui s'inscrit dans la continuité des travaux réalisés précédemment. La première phase s'était

attachée à identifier et caractériser les gisements maximaux et déjà valorisés de chaleur fatale à l'échelle de l'Île-de-France. La deuxième phase a évalué et caractérisé les poten-

tiels valorisables à partir de ces gisements. Enfin, la phase 3 s'attache à déterminer les potentiels éligibles à partir d'un filtre géographique et économique.

2. IDENTIFICATION DES PROJETS ÉLIGIBLES

L'identification des projets sera réalisée au moyen de 2 filtres successifs :

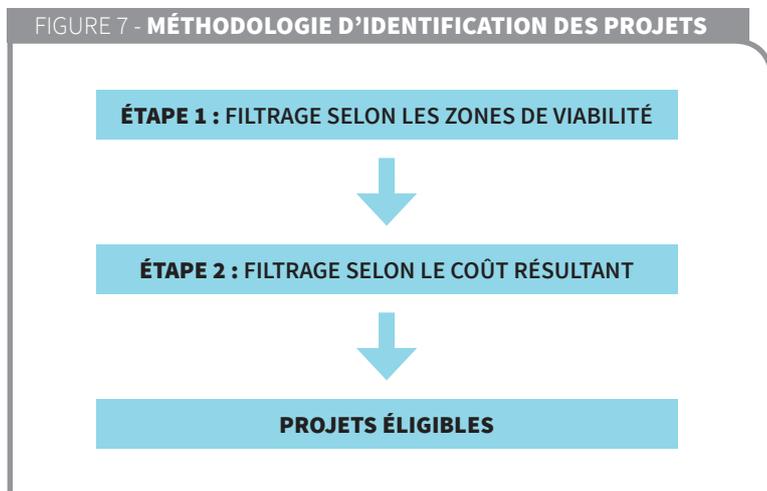
- un premier filtrage selon les zones de viabilité où il est vérifié l'existence d'une opportunité de valorisation de chaleur fatale ;
- un second filtrage, à partir des sites retenus, où il est vérifié la pertinence économique d'une valorisation de chaleur fatale.

Les méthodologies retenues pour les filtrages et les résultats sont détaillés ci-après.

Note : en ce qui concerne les collecteurs et les eaux usées en sortie de bâtiment, la notion de sites producteur / consommateur inhérente à l'identification d'un projet éligible n'est pas adaptée. En effet, le potentiel valoris-

sable a été estimé à l'échelle de l'IRIS et se trouve être par conséquent une donnée diffuse.

FIGURE 7 - MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES PROJETS



2.1 - Filtrage selon les zones de viabilité

Cette méthode permet l'analyse qualitative des données issues de la phase 2 et associe ainsi à chaque producteur un, ou plusieurs consommateurs, afin d'estimer la quantité

maximale de chaleur fatale à valoriser. Le 1^{er} obstacle à la valorisation de chaleur fatale basse température est l'inadéquation entre une ressource et un besoin.



➔ 2.1.1 - Application au gisement basse température

Ainsi, environ 1 725 GWh, sur les 17 380 GWh que constitue la ressource basse température à l'échelle régionale, pourrait être valorisées.

TABLEAU 6 - SYNTHÈSE DES POTENTIELS ÉLIGIBLES À LA ZONE DE VIABILITÉ POUR LA CHALEUR BASSE TEMPÉRATURE

| BASSE TEMPÉRATURE | GISEMENT MAXIMAL | GISEMENT INTERNES | POTENTIEL VALORISABLE | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ |
|--|-------------------|-------------------|-----------------------|--|
| EAUX USÉES | 2 090 GW | 1 770 GWh | 1 100 GWh | 34 GWh |
| <i>Sortie de bâtiments</i> | <i>220 GWh</i> | <i>220 GWh</i> | <i>220 GWh</i> | <i>NA</i> |
| <i>Collecteurs</i> | <i>470 GWh</i> | <i>470 GWh</i> | <i>360 GWh</i> | <i>NA</i> |
| <i>STEU</i> | <i>1 400 GWh</i> | <i>1 080 GWh</i> | <i>520 GWh</i> | <i>34 GWh</i> |
| INDUSTRIE BT | 12 170 GW | 12 170 GWh | 3 400 GWh | 1 161 GWh |
| <i>Blanchisserie</i> | <i>1 120 GWh</i> | <i>1 120 GWh</i> | <i>710 GWh</i> | <i>278 GWh</i> |
| <i>Industrie BT hors Blanchisserie</i> | <i>11 050 GWh</i> | <i>11 050 GWh</i> | <i>2 690 GWh</i> | <i>883 GWh</i> |
| UIDND BT | 880 GWh | 2 950 GWh | 860 GWh | 254 GWh |
| DATA CENTER | 490 GWh | 490 GWh | 300 GWh | 275 GWh |
| TOTAL BASSE TEMPÉRATURE | 15 630 GWh | 17 380 GWh | 5 660 GWh | 1 725 GWh |

Le potentiel éligible dans la zone de viabilité le plus important, en volume, est celui de la ressource BT des

Industries avec un total de 883 GWh. Ensuite, trois ressources sont à peu près équivalentes : les Blanchisseries,

les Data Centers, les UIDND avec un potentiel éligible de 250 à 280 GWh.

➔ 2.1.2 - Application au gisement haute température

TABLEAU 7 - SYNTHÈSE DES POTENTIELS ÉLIGIBLES À LA ZONE DE VIABILITÉ POUR LA CHALEUR HAUTE TEMPÉRATURE

| HAUTE TEMPÉRATURE | GISEMENT MAXIMAL | GISEMENT RESTANT | POTENTIEL VALORISABLE | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ |
|--------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|--|
| INDUSTRIE HT | 2 570 GWh | 2 300 GWh | 730 GWh | 512 GWh |
| UIDND HT | 8 350 GWh | 637 GWh | 196 GWh | 196 GWh |
| TOTAL HAUTE TEMPÉRATURE | 10 920 GWh | 2 937 GWh | 926 GWh | 712 GWh |

En termes de volumétrie, le potentiel éligible à la zone de viabilité le plus important est celui des Industries HT avec environ 510 GWh pouvant être enlevés par des consommateurs.

➔ 2.2 - Filtrage selon le coût résultant

La valorisation de la chaleur fatale est seulement possible dans les cas où il y a convergence d'intérêts entre le producteur et le consommateur potentiel. Cette convergence d'intérêt est essentiellement économique puisque :

- le producteur de chaleur fatale mettra à disposition sa ressource que si celle-ci génère plus de recettes que de charges ;

- le consommateur potentiel de chaleur fatale sera intéressé par la ressource dans la mesure où celle-ci se trouve être à un coût d'achat inférieur à sa solution économique de référence.

Aussi, il convient donc de déterminer quel est le coût résultant auquel, producteur et consommateur, trouvent un intérêt commun à la valorisation de la chaleur fatale.



→ 2.2.1 - Méthodologie et hypothèses

La méthodologie développée ici est une approche simplifiée d'estimation des coûts résultants qui permet d'arbitrer, en 1^{ère} approche, l'opportunité d'une opération. Elle ne saurait, en aucun cas, se substituer à une analyse plus approfondie de l'opportunité identifiée.

D'autre part, il convient de noter que la présente méthodologie d'estimation des coûts résultants est décollée de toute notion de périmètre d'intervention afférent à la pluralité d'acteurs intervenants sur ces projets. En conséquence, la sectorisation des travaux qui seront définis selon les périmètres d'intervention des acteurs ("qui est compétent pour faire quoi") peut être de nature à modifier le niveau du seuil d'opportunité.

Enfin, toutes les valeurs présentées ci-après sont données sans subventions. Ainsi, à partir de cette méthode, le calcul du coût résultant a été effectué pour tous les "binômes" ayant satisfait au 1^{er} filtre géographique.

Les données nécessaires au calcul du coût résultant sont les suivantes :

- investissement prévisionnel à réaliser pour capter la ressource et échelonné en fonction de la puissance moyenne valorisable pour le site ;
- durée prévisionnelle du contrat de valorisation de chaleur fatale.

ESTIMATION DE L'INVESTISSEMENT PRÉVISIONNEL À RÉALISER

L'estimation de l'investissement prévisionnel à réaliser sera effectuée à partir :

- de la puissance moyenne de fourniture de la chaleur fatale ;
- des coûts d'investissement nécessaires au captage de la chaleur fatale ;
- des coûts d'investissement nécessaires à la distribution de la chaleur fatale.

En premier lieu, il est déterminé la puissance moyenne de l'installation de valorisation de chaleur fatale. Cette valeur est nécessaire pour l'échelonnement des investissements à réaliser.

Elle se détermine ainsi :

$$\text{Puissance moyenne} = \frac{\text{Min (Quantité de chaleur fatale produite ; Quantité de chaleur fatale livrée)}}{\text{Nombre d'heures équivalentes} = 4651,2 \text{ heures}}$$

- pour chaque "binôme" Producteur/Consommateur, la détermination du facteur limitant qui est soit la quantité de chaleur fatale produite, soit la quantité de chaleur fatale livrée ;
- le nombre d'heures-équivalentes définie en phase 2 de l'étude.

En seconde partie, il est déterminé quels sont les coûts d'investissement nécessaires au captage de la chaleur fatale. Ces investissements sont établis en fonction de gammes de puissances moyennes et sont donnés par le tableau suivant :

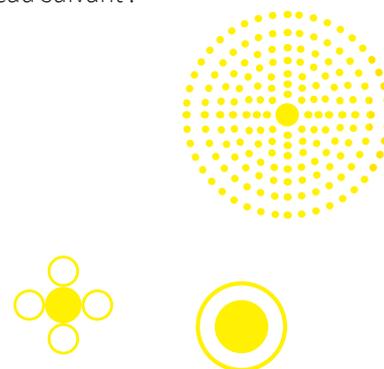


TABLEAU 8 - INVESTISSEMENTS NÉCESSAIRES AU CAPTAGE DE LA CHALEUR FATALE EN FONCTION DU TYPE D'INSTALLATION ET D'UNE GAMME DE PUISSANCE MOYENNE

| GAMME DE PUISSANCE MOYENNE (KW) | | MODIFICATION DES INSTALLATIONS (FORFAIT - €HT - DATE DE VALEUR : MARS 2016) | | | | |
|---------------------------------|-------|---|--------------|-----------|-----------|-------------|
| | | Blanchisserie | Data Centers | Industrie | STEP | UIDND |
| 0 | 500 | 20 000 € | 20 000 € | 50 000 € | 20 000 € | 200 000 € |
| 500 | 1 000 | 40 000 € | 40 000 € | 100 000 € | 40 000 € | 400 000 € |
| 1 000 | 2 500 | 100 000 € | 100 000 € | 250 000 € | 100 000 € | 1 000 000 € |
| 2 500 | 5 000 | 200 000 € | 200 000 € | 500 000 € | 200 000 € | 2 000 000 € |

Ces investissements sont forfaitaires et non linéarisés en fonction de la puissance moyenne du site.

Exemple : pour une puissance moyenne de 250 kW, la valeur d'investissement de 50 000 € HT sera retenue pour une industrie. Cette valeur sera la même si la puissance moyenne de l'installation est de 100 kW ou de 490 kW.

En troisième partie, il est déterminé les coûts d'investissement nécessaires à la distribution de la chaleur entre le producteur et le consommateur. Cette estimation d'investissement est décomposée en 2 parties :

- une partie proportionnelle, en fonction de distance calculée entre le producteur et le consommateur. Cette valeur est donnée par l'ana-

lyse cartographique de la Phase 2 ;

- une partie forfaitaire de 1 500 000 € HT s'il est identifié le franchissement d'un obstacle terrestres (autoroutes, principales voies ferrées et hors cours d'eau) entre le producteur et le consommateur.



Ces investissements sont établis en fonction de gammes de puissances moyennes et sont donnés par le tableau 9 :

TABEAU 9 - INVESTISSEMENTS NÉCESSAIRES À LA DISTRIBUTION DE LA CHALEUR FATALE EN FONCTION D'UNE GAMME DE PUISSANCE MOYENNE

| GAMME DE PUISSANCE MOYENNE (KW) | | RÉSEAU DE CHALEUR (€HT/ML - DATE DE VALEUR : MARS 2016) |
|---------------------------------|-------|---|
| 0 | 500 | 800 € |
| 500 | 1 000 | 800 € |
| 1 000 | 2 500 | 1 000 € |
| 2 500 | 5 000 | 1 200 € |

Comme pour les investissements de la partie production, ces investissements sont forfaitaires et non linéarisés en fonction de la puissance moyenne du site. Exemple : pour une puissance moyenne de 250 kW, une valeur d'investissement réseau de 800 €HT/ml sera retenue.

L'investissement total nécessaire à la valorisation d'une ressource de chaleur fatale est donc la somme des 3 termes suivants : Investissements nécessaires au captage de la chaleur fatale, investissements nécessaires à la distribution de la chaleur fatale et investissements nécessaires au franchissement d'obstacles terrestres (le cas échéant).

DURÉE PRÉVISIONNELLE DU CONTRAT DE VALORISATION DE CHALEUR FATALE

Il est également nécessaire de définir une durée prévisionnelle pour l'engagement liant le producteur et le consommateur de chaleur fatale.

Les durées d'engagement proposées sont liées aux types de ressources et aux structures propriétaires de ces ressources. Il est ainsi distingué les structures publiques (STEP, UIDND) pouvant s'engager sur de longues périodes (15 ans) des structures privées (Industries dont Blanchisseries, Data Centers) dont l'engagement est limité dans le temps (3 à 5 ans maximum).

Les durées d'engagement retenues sont données par le tableau 10 :

TABEAU 10 - DURÉE PRÉVISIONNELLE DE L'AMORTISSEMENT DE L'INSTALLATION DE VALORISATION DE CHALEUR FATALE EN FONCTION DU TYPE DE RESSOURCE

| | DURÉE |
|---------------|-------|
| BLANCHISSERIE | 3 |
| DATA CENTER | 5 |
| INDUSTRIE | 3 |
| STEP | 15 |
| UIDND | 15 |

COÛT RÉSULTANT

à partir des données précédentes, il est établi le calcul du coût résultant annuel à partir de la formule suivante :

$$\text{Coût résultant annuel} = \text{VPM (taux, durée, investissemnt total)}$$

Avec

- Taux : La valeur retenue est de 8%. Cette valeur est supérieure aux taux d'emprunt actuellement constatés afin de prendre en compte la rentabilité de l'investisseur ;
- Durée : Le calcul de la valeur retenue est défini ci-avant ;
- Investissement total : Le calcul de la valeur retenue est défini ci-avant.

Puis, à partir d'une quantité annuelle de chaleur consommée, il est établi le coût résultant de la chaleur :

$$\text{Coût résultant de la chaleur} = \frac{\text{Coût résultant annuel}}{\text{Quantité de chaleur vendue au consommateur de chaleur fatale (MWh utile)}}$$

Avec

- pour chaque "binôme" Producteur/Consommateur, la détermination de la quantité de chaleur fatale livrée par le producteur au consommateur. Cette valeur est identique à celle utilisée pour déterminer la puissance moyenne de l'installation.

Ainsi, pour tous les "binômes" Producteur/Consommateur résultant du 1^{er} filtrage géographique, il est calculé le coût résultant de l'opération.

À la date de réalisation de l'étude (mars 2016), la cible économique retenue est de 35 € HTVA/MWh utile.

➔ 2.2.2 - Application au gisement basse température

Le tableau ci-dessous présente les résultats du filtre économique sur les projets éligibles dans la zone de viabilité. Le 2nd frein à la valorisation de la chaleur fatale basse température est son manque de compétitivité économique. Au global, seul 35 % du potentiel basse température éligible à la zone de viabilité satisfait au critère économique. Ainsi, 600 GWh de chaleur fatale Basse Température

pourrait, dès à présent, être valorisés. Cette opportunité concernerait 27 sites en Île-de-France.

Les STEU et Data Centers sembleraient les ressources les plus favorables puisqu'environ 70 % à 75 % de leur potentiel éligible pourrait, dès à présent, faire l'objet d'une opération de valorisation de chaleur fatale.

En termes de volumétrie, environ un tiers du potentiel éligible est représenté par les Data Centers. Ce résultat s'explique par leur implantation proche des ZAC. Logiquement, ils présentent le plus grand nombre de sites producteurs avec 12 sites sur 27.

TABLEAU 11 - SYNTHÈSE DES POTENTIELS ÉLIGIBLES AU SEUIL ÉCONOMIQUE POUR LA CHALEUR BASSE TEMPÉRATURE

| BINÔME | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ | POTENTIEL ÉLIGIBLE AU SEUIL ÉCONOMIQUE (CÂD < AU COÛT RÉSULTANT CIBLE) | NOMBRE DE SITES PRODUCTEURS | % SUR LE POTENTIEL ÉLIGIBLE |
|--|--|--|-----------------------------|-----------------------------|
| STEU | 34 GWh | 25 GWh | 3 | 71 % |
| INDUSTRIE BT | 1 161 GWh | 197 GWh | 8 | 17 % |
| <i>Blanchisserie</i> | <i>278 GWh</i> | <i>147 GWh</i> | <i>5</i> | <i>53 %</i> |
| <i>Industrie BT hors Blanchisserie</i> | <i>883 GWh</i> | <i>50 GWh</i> | <i>3</i> | <i>6 %</i> |
| UIDND BT | 254 GWh | 179 GWh | 4 | 70 % |
| DATA CENTER | 275 GWh | 205 GWh | 12 | 74 % |
| TOTAL BASSE TEMPÉRATURE | 1 725 GWh | 606 GWh | 27 | 35 % |

➔ 2.2.3 - Application au gisement haute température

Le tableau ci-dessous présente les résultats du filtre économique sur les projets éligibles dans la zone de viabilité. Au global, 42% du potentiel éligible à la zone de viabilité satisfait au critère économique. Ainsi, 300 GWh de chaleur fatale haute température pourrait être, dès à présent,

valorisés. Cela concernerait 7 sites à l'échelle régionale.

Tout d'abord, il convient de signaler que le potentiel éligible à la zone de viabilité pour la ressource haute température des UIDND pourrait être intégralement valorisée vers des RCU. A contrario, la valorisation

de la chaleur fatale haute température vers des bâtiments Tertiaire ne pourrait pas être valorisée. Cela s'explique notamment par des investissements très importants engendrant un fort coût résultant au regard de la consommation de ces bâtiments.

TABLEAU 12 - SYNTHÈSE DES POTENTIELS ÉLIGIBLES AU SEUIL ÉCONOMIQUE POUR LA CHALEUR HAUTE TEMPÉRATURE

| BINÔME | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ | POTENTIEL ÉLIGIBLE AU SEUIL ÉCONOMIQUE (CÂD < AU COÛT RÉSULTANT CIBLE) | NOMBRE DE SITES PRODUCTEURS | % SUR LE POTENTIEL ÉLIGIBLE |
|--------------------------------|--|--|-----------------------------|-----------------------------|
| INDUSTRIE HT À RCU | 177 GWh | 59 GWh | 1 | 33 % |
| INDUSTRIE HT À INDUSTRIE HT | 252 GWh | 127 GWh | 2 | 51 % |
| INDUSTRIE HT À TERTIAIRE | 87 GWh | - | - | - |
| UIDND HT À RCU | 107 GWh | 106 GWh | 3 | 100 % |
| UIDND HT À INDUSTRIE HT | 38 GWh | 7 GWh | 1 | 18 % |
| UIDND HT À TERTIAIRE | 51 GWh | - | - | - |
| TOTAL HAUTE TEMPÉRATURE | 712 GWh | 300 GWh | 7 | 42 % |



→ 2.2.4 - Sensibilité du coût résultant

Afin d'appréhender l'influence du filtrage des projets par le coût résultant, il est proposé d'effectuer les sensibilités suivantes :

- calcul de l'effet de levier des subventions pouvant être accordées à l'opération potentielle ;
- calcul de l'impact d'un coût résultant à 30 €/MWh utile ;
- calcul de l'impact d'un coût résultant à 40 €/MWh utile.

| BASSE TEMPÉRATURE | TAUX DE SUBVENTION DU RÉSEAU DE CHALEUR | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ | POTENTIEL ÉLIGIBLE AU SEUIL ÉCONOMIQUE (CÂD < AU COÛT RÉSULTANT CIBLE) | NOMBRE DE SITES PRODUCTEURS |
|--------------------------------------|---|--|--|-----------------------------|
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 35 € TVA/MWh | Sans subvention | 1 725 GWh | 606 GWh | 27 |
| | 20% | | 665 GWh | 33 |
| | 40% | | 795 GWh | 47 |
| | 60% | | 905 GWh | 58 |
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 30 € TVA/MWh | Sans subvention | | 585 GWh | 26 |
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 40 € TVA/MWh | Sans subvention | | 660 GWh | 32 |

| HAUTE TEMPÉRATURE | TAUX DE SUBVENTION DU RÉSEAU DE CHALEUR | POTENTIEL ÉLIGIBLE DANS LA ZONE DE VIABILITÉ | POTENTIEL ÉLIGIBLE AU SEUIL ÉCONOMIQUE (CÂD < AU COÛT RÉSULTANT CIBLE) | NOMBRE DE SITES PRODUCTEURS |
|--------------------------------------|---|--|--|-----------------------------|
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 35 € TVA/MWh | Sans subvention | 712 GWh | 300 GWh | 7 |
| | 20% | | 335 GWh | 9 |
| | 40% | | 352 GWh | 11 |
| | 60% | | 414 GWh | 14 |
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 30 € TVA/MWh | Sans subvention | | 300 GWh | 7 |
| COÛT RÉSULTANT CIBLE de 40 € TVA/MWh | Sans subvention | | 300 GWh | 9 |





LEXIQUE ET ACRONYMES

APUR : L'Atelier Parisien d'Urbanisme a pour missions de documenter, analyser et développer des stratégies prospectives concernant les évolutions urbaines et sociétales.

AORIF : L'Union sociale pour l'Habitat d'Île-de-France est l'association professionnelle au service des organismes hlm d'Île-de-France.

ARENE Île-de-France : Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies.

CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie – Services et conseils aux entreprises.

DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie.

DRIEA : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France.

Eaux grises (= eaux ménagères) : Eaux résiduaires domestiques (douches, lave-vaisselles, éviers, ...) à l'exclusion des eaux de toilettes et d'urinoirs.

Eaux noires (= eaux vannes) : Rejets provenant des toilettes, urinoirs, éviers médicaux.

ECS : Eau Chaude Sanitaire

Gisement maximal : Chaleur dissipée par les procédés de combustion, de production de froid, de refroidisse-

ment, et de compression d'air, indépendamment de tout frein technique, juridique ou économique à sa récupération. Lorsque des opérations de valorisation existantes ont été identifiées, la chaleur déjà valorisée est également intégrée dans le gisement maximal.

Gisement restant : Le gisement restant, est le gisement disponible pour une valorisation externe après la valorisation interne. Sont également sous-traités les opérations déjà existantes.

IAU : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme.

IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière.

Potentiel éligible dans la zone de viabilité : Quantité de chaleur fatale pouvant effectivement être délivrée dans la zone de viabilité, compte-tenu de la limitation du producteur ou des consommateurs.

Potentiel éligible au seuil économique : Quantité de chaleur fatale éligible dans la zone de viabilité et répondant au critère économique de viabilité.

Potentiel valorisable : Ensuite, le gisement restant est comparé aux besoins externes, que sont les bâtiments et les réseaux de chaleur à proximité afin de déterminer le potentiel valorisable.

Ressource basse température : On parle de ressource basse température

lorsque celle-ci est inférieure à 90°C et ne peut donc pas répondre à des besoins d'Eau Chaude Sanitaire ni à des besoins de chauffage utilisant des radiateurs classiques, type radiateurs en fonte.

Ressource haute température : On parle de ressource basse température lorsque celle-ci est supérieure à 90°C.

SRCAE : Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie. Il s'agit d'un des schémas créés suite aux Grenelles de l'Environnement. Les objectifs européens en matière de climat et d'énergie y sont traduits à l'échelle des régions.

SVDU : Syndicat national du traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et assimilés.

UIDND : Unité d'Incinération de Déchets Non Dangereux. Il s'agit de la combustion des déchets pour les éliminer.

LISTE DES PARTENAIRES (par ordre alphabétique) :

- Conseil Régional d'Île-de-France, DRIEA, DRIEE
et
- AIRPARIF, AORIF, APUR, ARENE, BIOFLUIDES, CCI, IAU, IGN, ORDIF, SVDU

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



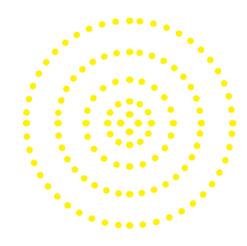
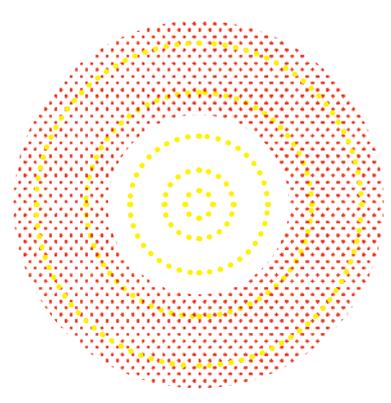


L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.



www.ile-de-france.ademe.fr



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

DIRECTION RÉGIONALE
Île-de-France

Référence brochure : 010329
ISBN : 979-10-297-0952-4



Étude réalisée par :

