

MAITRE D'OUVRAGE

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA PERIPHERIE DE PARIS POUR LES ENERGIES ET LES RESEAUX DE COMMUNICATION (SIPPEREC)



SIPPEREC
ÉNERGIES ET COMMUNICATIONS

Tour Lyon Bercy
173-175 rue de Bercy
CS 10205
75588 PARIS CEDEX 12

SCHEMA DIRECTEUR DU RESEAU DE CHALEUR A BASE GEOOTHERMIQUE DES COMMUNES DE ROSNY- SOUS-BOIS, NOISY-LE-SEC ET MONTREUIL

Ce document comporte 109 pages, y.c. celle-ci

2017-2019

SOMMAIRE

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | INTRODUCTION ET RENSEIGNEMENTS GENERAUX..... | 4 |
| 1.1 | Objet du rapport | 4 |
| 1.2 | Renseignements généraux relatifs à l'étude..... | 5 |
| 1.2.1 | Maîtrise d'ouvrage – Le Délégrant | 5 |
| 1.2.2 | Le délégataire | 6 |
| 1.2.3 | Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour l'étude..... | 6 |
| 2 | COMITE DE PILOTAGE | 7 |
| 3 | DIAGNOSTIC DU RESEAU ET EVALUATION DE LA QUALITE DE SERVICE FOURNI | 8 |
| 3.1 | Présentation du réseau de chaleur | 8 |
| 3.1.1 | Schéma et historique du montage juridique | 8 |
| 3.1.2 | Plan du réseau..... | 10 |
| 3.1.3 | Description des principales caractéristiques..... | 11 |
| 3.1.4 | Typologie des abonnés et bâtiments raccordés | 12 |
| 3.1.5 | Rôle du réseau de chaleur dans la politique énergétique, urbaine et sociale de la collectivité..... | 13 |
| 3.2 | Indicateurs de performance du réseau | 16 |
| 3.2.1 | Assurer les besoins maximaux et ajuster en permanence la production aux besoins | 16 |
| 3.2.2 | Préserver l'environnement et assurer la sécurité | 18 |
| 3.2.3 | Assurer la pérennité de la fourniture de chaleur, d'eau chaude sanitaire | 21 |
| 3.2.4 | Satisfaire les attentes de service des abonnés | 22 |
| 3.2.5 | Gérer la facturation du service dans le respect des obligations de service public | 24 |
| 3.2.6 | Relations de qualité entre l'autorité organisatrice, les citoyens et l'opérateur | 24 |
| 3.3 | Contexte contractuel | 25 |
| 3.3.1 | Les différents intervenants | 25 |
| 3.3.2 | Convention de Délégation de Service Public et avenants..... | 26 |
| 3.3.3 | Règlement de service..... | 27 |
| 3.3.4 | Polices d'abonnement | 28 |
| 3.3.5 | Chaufferies mises à disposition | 28 |
| 3.3.6 | Situation vis-à-vis des contrats de mise à disposition, des polices d'abonnement actuellement mis en place | 28 |
| 3.4 | Audit technique | 29 |
| 3.4.1 | Sites de production | 29 |
| 3.4.2 | Bilan de puissance | 33 |
| 3.4.3 | Suivi des installations, contrôles réglementaires | 34 |
| 3.4.4 | Réseau de distribution..... | 35 |
| 3.4.5 | Sous-stations | 37 |
| 3.4.6 | Patrimoine raccordé..... | 38 |
| 3.4.7 | Bouquet énergétique et taux d'EnR..... | 41 |
| 3.4.8 | Evolution du contenu CO ₂ du réseau | 45 |
| 3.5 | Audit économique | 47 |
| 3.5.1 | Analyse du compte d'exploitation..... | 47 |
| 3.5.2 | La structure tarifaire, la tarification et régime fiscal appliqué..... | 52 |
| 3.5.3 | Positionnement du prix moyen de vente de la chaleur par rapport à d'autres réseaux | 59 |
| 3.5.4 | Facture énergétique pour un logement « type »..... | 64 |
| 3.5.5 | Analyse du compte de Gros Entretien et Renouvellement (GER)..... | 65 |
| 3.6 | Synthèse de l'audit de l'existant | 66 |
| 3.6.1 | Synthèse sur le volet « contractuel » | 66 |
| 3.6.2 | Synthèse sur le volet « Technique »..... | 66 |
| 3.6.3 | Synthèse sur le volet « Economique » | 66 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4 | ETAT DES LIEUX DES SOURCES DE CHALEUR A PROXIMITE DU RESEAU | 67 |
| 4.1 | Réseaux publics et privés à proximité du réseau | 67 |
| 4.2 | Source d'énergies renouvelables et de récupération à proximité du réseau | 70 |
| 4.2.1 | UIOM..... | 70 |
| 4.2.2 | Industries potentiellement génératrices de chaleur fatale | 71 |
| 4.2.3 | Le potentiel thermique des eaux usées et les STEP..... | 72 |
| 4.2.4 | Les forages en exploitation ainsi que le potentiel géothermique..... | 73 |
| 4.2.5 | L'énergie solaire thermique | 73 |
| 4.2.6 | Le potentiel en biomasse | 73 |
| 4.3 | Synthese de l'état des lieux des sources de chaleur à proximité du réseau | 75 |
| 5 | PRESENTATION DU PERIMETRE DE REFERENCE ET DES DEVELOPPEMENTS ENVISAGES | 76 |
| 5.1 | Périmètre de référence..... | 76 |
| 5.2 | Potentiel de développement identifié..... | 78 |
| 5.2.1 | Rosny-sous-Bois..... | 79 |
| 5.2.2 | Noisy-le-Sec | 81 |
| 5.2.3 | Montreuil | 82 |
| 5.2.4 | Villemomble..... | 84 |
| 5.2.5 | Bondy..... | 85 |
| 5.3 | Potentiel de développement du réseau retenu | 87 |
| 6 | ETUDE DES SCENARIOS D'EVOLUTION DU RESEAU DE CHALEUR | 89 |
| 6.1 | Analyse technique | 89 |
| 6.1.1 | Evolution énergétique sur les bâtiments raccordés et prospects futurs..... | 89 |
| 6.1.2 | Scénario n°1 - Densification sur le périmètre de la DSP..... | 92 |
| 6.1.3 | Scénario n°2 - Densification sur le périmètre de la DSP avec hypothèse sur la commercialisation..... | 96 |
| 6.2 | Synthèse volet technique | 98 |
| 6.3 | Analyse économique..... | 99 |
| 6.3.1 | Procédure générale..... | 99 |
| 6.3.2 | Scénario n°1 - Densification sur le périmètre de DSP | 102 |
| 6.3.3 | Scénario n°2 - Densification sur périmètre de DSP avec hypothèse sur la commercialisation | 104 |
| 7 | SYNTHESE DE L'ETUDE..... | 106 |
| 7.1 | Plan d'actions | 107 |
| | Table des illustrations | 108 |

1 INTRODUCTION ET RENSEIGNEMENTS GENERAUX

1.1 OBJET DU RAPPORT

Le réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil est alimenté par l'intermédiaire d'un doublet de géothermie au Dogger et des pompes à chaleur. La gestion de ce service public a été notifiée le 15 janvier 2014 par le Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour les Energies et les Réseaux de Communication (SIPPEREC) à la société dédiée YGEO filiale à 100% d'ENGIE Réseaux. Le délégataire assure le financement, la conception, la conduite, la maintenance et le renouvellement des installations par le biais du contrat de DSP. D'une durée de 30 ans, il prendra fin le 15 janvier 2044.

Le présent document a pour objectif de définir le potentiel d'évolution du réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil à l'horizon 2030. Il sera articulé via les points suivants :

- Diagnostic historique, contractuel et technico-économique du réseau actuel permettant de définir le scénario de référence,
- Développement du réseau à l'horizon 2030,
- Intégration d'énergies renouvelables dans le mix énergétique de la production,
- Etude des scénarios d'évolution (technico-économiques, contractuels),
- Synthèse et plan d'action.

Ce schéma directeur s'inscrit dans une démarche d'assistance auprès du SIPPEREC et d'YGEO pour leur permettre de disposer des éléments offrant une vision globale sur le développement du réseau à l'horizon 2030 et la mise en œuvre de nouveaux moyens de production d'énergies renouvelables en considérant les aspects techniques, environnementaux et économiques et dans le but de maintenir un taux d'ENR suffisant dans le mix énergétique du réseau de chaleur. Il est à noter que la convention de DSP prévoit une 2^{ème} phase consistant en l'extension du réseau de chaleur et la mise en œuvre d'un nouveau doublet géothermal. Le schéma directeur s'orientera en ce sens tout en recherchant l'ensemble des solutions envisageables afin d'améliorer la compétitivité du réseau.

1.2 RENSEIGNEMENTS GENERAUX RELATIFS A L'ETUDE

1.2.1 Maîtrise d'ouvrage – Le Délégrant

Le Maître d'Ouvrage est le Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour les Energies et les REseaux de Communication (SIPPEREC).

Adresse principale : Tour Lyon Bercy
173-175 rue de Bercy
CS 10205
75588 PARIS CEDEX 12

Les interlocuteurs sont les suivants :

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Mme. MOREAU Sabine | Responsable du pôle Energie Renouvelable et maîtrise de l'énergie | smoreau@sipperec.fr |
| M. DESCHAMPS Arnaud | Responsable adjoint du pôle Energie Renouvelable et maîtrise de l'énergie | adeschamps@sipperec.fr |
| Mme. DE ROSSI Valérie | Responsable réseaux de chaleur et géothermie | 01 70 64 90 46 vderossi@sipperec.fr |
| M. HOURET Rémy | Ingénieur réseaux de chaleur et géothermie | 01 70 60 90 57 rhouret@sipperec.fr |
| M. RUDATIS Christophe | Ingénieur réseaux de chaleur et géothermie | 01 70 22 47 52 crudatis@sipperec.fr |

1.2.2 Le délégué

Le délégué est **YGEO SAS**. Il s'agit d'une filiale à 100% d'Engie Réseaux, anciennement GDF SUEZ ENERGIE SERVICES.

Adresse principale : YGEO
231, rue la Fontaine
Bâtiment B
94120 Fontenay-sous-Bois

Les interlocuteurs sont les suivants :

| | | |
|------------------------|----------------------------|--|
| M. Grégoire WINTREBERT | Directeur d'Agence | 01 41 95 57 11 gregoire.wintrebert@engie.com |
| M. Théophile DUBOIS | Responsable de Département | 01 39 07 27 80 theophile.dubois@engie.com |
| Mme. Marion VIGNEULLE | Responsable commerciale | 01 39 07 27 81 marion.vigneulle@engie.com |
| M. Patrick ESTEVES | Ingénieur commercial | 01 41 95 57 14 patrick.esteves@engie.com |
| M. Jacques FAVREAU | Responsable de site | jacques.favreau@engie.com |
| M. HOUSSEMENNE | Ingénieur exploitation | francois-xavier.houssemenne@engie.com |

1.2.3 Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour l'étude

Le bureau d'études **SERMET**, spécialisé dans les réseaux de chaleur et la géothermie a été choisi par le SIPPAREC pour assurer le rôle d'assistance à la maîtrise d'ouvrage.

Adresse : 1 Rue Séjourné
94 000 CRETEIL

Les interlocuteurs sont les suivants :

| | | |
|-------------------|--------------------------|--|
| M. Pierre BIGNON | Directeur d'agence | 01 43 97 93 49 pbignon@sermet.fr |
| M. Didier BENARD | Responsable opérationnel | 01 43 97 05 80 dbenard@sermet.fr |
| Mme. Coline HUARD | Chargée d'affaires | 07 63 78 17 64 chuard@sermet.fr |
| M. Maxime LHENRI | Ingénieur d'études | 06 65 47 04 61 mlhenri@sermet.fr |

2 COMITE DE PILOTAGE

L'élaboration du schéma directeur du réseau de chaleur d'YGEO se fera dans la concertation de l'ensemble des acteurs suivants :

- **Ville de ROSNY-SOUS-BOIS :**
 - Madame GERMANAZ Christine
 - Monsieur LARDIERE : Directeur des Espaces Publics
 - Monsieur BOYER Jean Pierre : Conseiller Territorial
 - Monsieur ALMANACH
- **Ville de NOISY-LE-SEC :**
 - Monsieur FELIX Christophe : Directeur Général des services techniques
 - Monsieur HAMRANI Karim : Chargé des Bâtiments publics, de la voirie et des travaux
 - Madame FLOND Gabrielle : Chef de projet renouvellement urbain
 - Monsieur RENARD William
 - Monsieur GABRIELLE Antoine
- **Ville de MONTREUIL :**
 - Monsieur MAILLARD Alain : Directeur général adjoint aménagement
 - Monsieur LE CHEQUER Gaylord : Adjoint délégué à l'aménagement durable, à l'urbanisme, aux grands projets et aux espaces publics
 - Monsieur BILLARD Arnaud : Chargé de mission eau climat
- **SIPPEREC :**
 - Madame MOREAU Sabine : Responsable du pôle Energie Renouvelable et maîtrise de l'énergie
 - Monsieur DESCHAMPS Arnaud : Responsable adjoint du pôle Energie Renouvelable et maîtrise de l'énergie
 - Madame DE ROSSI Valérie : Responsable réseaux de chaleur et géothermie
 - Monsieur HOURET Rémy : Ingénieur réseaux de chaleur et géothermie
 - Monsieur RUDATIS Christophe : Ingénieur réseaux de chaleur et géothermie
- **ADEME :**
 - Monsieur LOUILLAT Stefan : Coordinateur de pôle
 - Madame HENRY Laurianne : Ingénieur géothermie profonde et réseaux de chaleur
- **Conseil Régional D'Ile-de-France :**
 - Monsieur BRUN Cyril : Chargé de mission énergie
- **Agence locale de l'énergie de l'Est Parisien (MVE) :**
 - Monsieur ULLIAC Pierre : Chargé de développement
- **Est Ensemble :**
 - Madame LAFOND Charleyne : Responsable politique climat et aménagement du territoire du Conseil général du Val de Marne
- **YGEO**
 - Monsieur WINTREBERT Grégoire : Directeur d'Agence,
 - Madame VIGNEULLE Marion : Responsable commerciale
 - Monsieur DUBOIS Théophile : Responsable du département exploitation

3 DIAGNOSTIC DU RESEAU ET EVALUATION DE LA QUALITE DE SERVICE FOURNI

3.1 PRESENTATION DU RESEAU DE CHALEUR

3.1.1 Schéma et historique du montage juridique

La Délégation de Service Public signée entre le SIPPAREC et YGEO a été transmise en préfecture le 9 janvier 2014 et notifiée le 15 janvier 2014 pour une durée de 30 ans non renouvelable.

Elle a pour objet le financement, la conception, la construction et l'exploitation de l'ensemble des équipements constituant le réseau de chaleur, entre autres les moyens de production géothermale et d'appoint/secours, le réseau de chaleur associé ainsi que les installations de livraison.

En qualité de délégataire, la société YGEO se doit d'assurer, dans le respect du principe de continuité du service public, les prestations suivantes :

- Etablissement et renouvellement des ouvrages nécessaires à la bonne utilisation du réseau de chaleur,
- Exploitation à ses risques et périls de la production thermique et du réseau de chaleur,
- Assurer l'équilibre du financement des investissements, de la distribution, de l'entretien du réseau de chaleur,
- Fourniture de combustible pour les chaufferies d'appoint-secours du réseau,
- L'exploitation, la maintenance et le gros entretien et renouvellement (P2, P3) pour les installations de production (productions centralisées, productions d'appoint-secours) et le réseau primaire,
- Le maintien d'un taux de couverture annuel en énergies renouvelables supérieur à 60% pendant toute la durée de la délégation.

Le règlement général de service de la convention de DSP définit les rapports entre les abonnés et le délégataire, à savoir :

- Les principes généraux du service,
- Les conditions de livraison de l'énergie (nature et caractéristiques de la chaleur, contrat d'abonnement, entretien et renouvellement des ouvrages, etc.),
- Les conditions liées aux abonnements et aux raccordements (tarification et taxes, révision des prix, calcul des indexations, etc.),
- Les conditions de paiement,
- Les dispositions diverses (résiliation, durée des abonnements, date d'application, cession, clause d'exécution).

YGEO s'engage sur la fourniture de l'énergie nécessaire pour assurer les besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire de l'ensemble des abonnés.

Les polices d'abonnement sont souscrites pour chaque site raccordé par un Abonné auprès d'YGEO.

Les conditions du traité d'abonnement définissent :

- L'objet de la police d'abonnement,
- Les caractéristiques de l'abonnement (puissance et unité de répartition forfaitaire),
- Les conditions techniques de livraison,
- Le tarif de vente de la chaleur et la facturation définis dans le règlement de service,
- La date d'entrée en vigueur de l'abonnement ainsi que sa durée,
- Le schéma de principe de la sous-station avec les limites de prestations primaire/secondaire.

Historique de la Délégation :

- 2010 : la ville de Rosny-sous-Bois transfère sa compétence en matière d'énergie géothermique au SIPPAREC suivi par la ville de Noisy-le-Sec,
- 2011 : lancement de l'étude de faisabilité concernant la mise en place d'une installation de production et de distribution d'énergie géothermique sur le territoire des deux communes,
- Mars 2013 : consultation en vue de l'attribution d'une délégation de service public sur les communes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec,
- 8 novembre 2013 : arrêté préfectoral pour l'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et des travaux de forage,
- 19 décembre 2013 : attribution de la DSP à la société ENGIE Réseaux par le comité syndical du SIPPAREC. Dans le cadre de la délégation il a été créé le 11 mars 2014 la Société de Distribution de Chaleur de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec (SDCRN) devenue par la suite YGEO,
- 9 janvier 2014 : signature entre les deux parties prenantes,
- 15 janvier 2014 : notification et prise d'effet de la DSP,
- 20 novembre 2014 : la commune de Montreuil adhère à la compétence « développement des énergies renouvelables » du SIPPAREC,
- 18 décembre 2014 : Avenant n°1 de la délégation élargissant le périmètre de la DSP aux quartiers de Montreuil limitrophes de Rosny-sous-Bois,
- 5 janvier 2015 : signature de l'avenant n°1 entre le SIPPAREC et YGEO.

L'extension de la DSP comprend les quartiers suivants :

- Ramenas-Léo Lagrange
- Branly - Boissière,
- Montreau-Le Morillon,
- Ruffins-Théophile Sueur,
- Bel Air-Grands Pêcheurs-Renan.

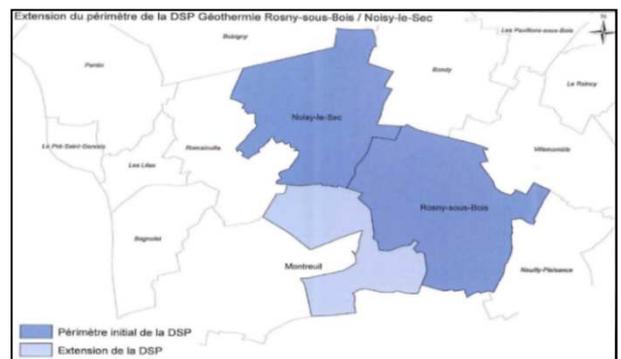


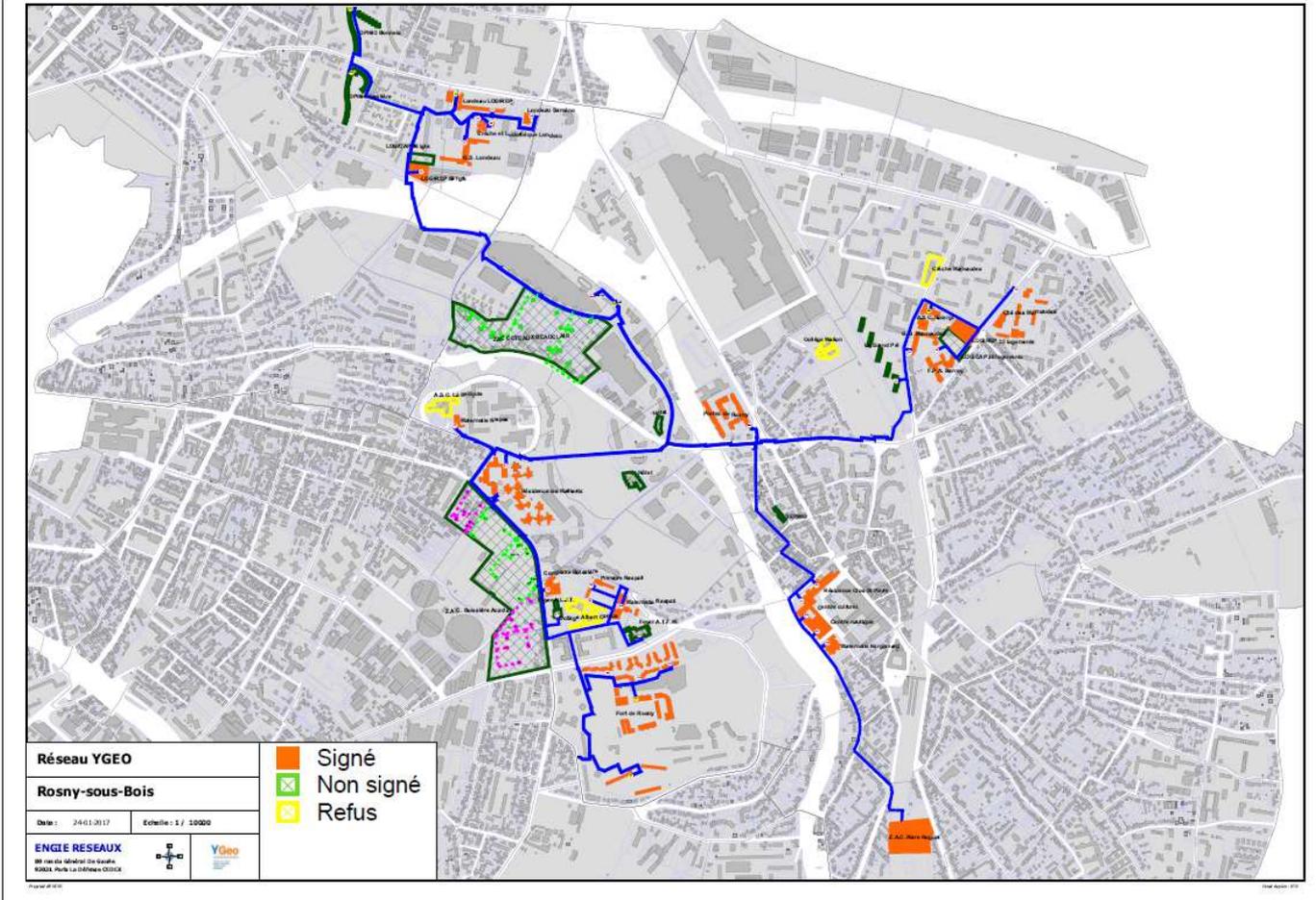
Figure 1 : Modification périmètre délégué

- 20 janvier 2015 : notification de l'avenant n°1,
- 9 septembre 2016 : mise en service contractuelle du réseau,
- 7 décembre 2016 : inauguration de la centrale de géothermie,
- 11 mars 2017 : Avenant n°2 définissant les modalités financières de mise à disposition d'un terrain de la ville de Rosny-sous-Bois nécessaire à l'implantation de la chaufferie gaz permettant d'assurer l'appoint et le secours du réseau.
- 30 mars 2017 : signature de l'avenant n°2

3.1.2 Plan du réseau

Le plan détaillé du réseau est joint en annexe 3.1.

Un schéma de principe du réseau est également joint en annexe 3.2.



3.1.3 Description des principales caractéristiques

3.1.3.1 Principales caractéristiques de l'appareil de production

En 2017, le réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois/Montreuil/Noisy-le-Sec était organisé comme suit :

- 1 centrale géothermique et 1 doublet géothermal,
- 2 chaufferies d'appoint-secours décentralisées pouvant exporter sur le réseau : L'ASL Le Moleret dans le quartier du « Bois-Perrier » à Rosny-sous-Bois et le Londeau Logirep F1/F4 à Noisy-le-Sec,
- 6 chaufferies d'appoint-secours locales : H3 et H2 du Fort de Rosny-sous-Bois, la Résidence les Maillards dans le quartier à Rosny-sous-Bois, le Centre Aquanautique Camille Muffat, les résidences 11-13 et 15-17 du Clos Saint Pierre.

Dans l'offre initiale le réseau était structuré de la manière suivante :

- 5 chaufferies décentralisées d'appoint-secours : La piscine Jean Villar, l'ASL La Redoute dans le quartier « La Boissière », l'ASL Le Moleret, la chaufferie H2 du fort de Rosny, la chaufferie du Londeau Logirep
- 5 chaufferies locales : des résidences 11, 13 et 15,17 du Clos st Pierre, de la Cité les Maillards, H3 du fort de Rosny de la résidence Feuillère à Noisy-le-Sec.

Initialement, la centrale gaz principale d'appoint du réseau de chaleur YGEO devait être celle de l'ASL La Redoute qui n'a pas encore souhaité se raccorder au réseau de chaleur. Pour pallier ce manquement, une chaufferie gaz centralisée a été construite sur un terrain situé rue de Rome à Rosny-sous-Bois (9 MW dans un premier temps puis 18 MW). La liste des chaufferies mises à disposition est légèrement différente de celle de l'offre par choix du délégataire afin d'assurer la meilleure sécurité de fourniture sur le réseau.

3.1.3.2 Principales caractéristiques de l'appareil du réseau

Les données suivantes sont issues des consommations de l'exercice 2015-2016 et de l'exercice 2017.

| Descriptif du réseau YGEO | Offre et avenant | Exercice 2016 | Exercice 2017 |
|--|------------------|---------------|---------------|
| Longueur du réseau de tranchée (km) | 11 | 10 | 10 |
| Nombre d'abonnés ayant signé une police d'abonnement | | 15 | 15 |
| Nombre de sous-stations raccordées | 39 | 27 | 28 |
| Nombre d'équivalent-logements | 9 369 | | 6 592 |
| Energie produite (GWth) | 122 | 24 | 61 |
| Puissance souscrite à terme (MW) | 47 | 33 | 33 |
| Ventes de chaleur (GWh) | 97 | 23 | 57 |
| Taux d'EnR (%) | 53 | 20 | 69 |
| Contenu CO ₂ (g/kWh utile) | 88 | 224 | 75 |
| Densité globale du réseau (MWh/ml) | 8,7 | 2,3 | 5,7 |

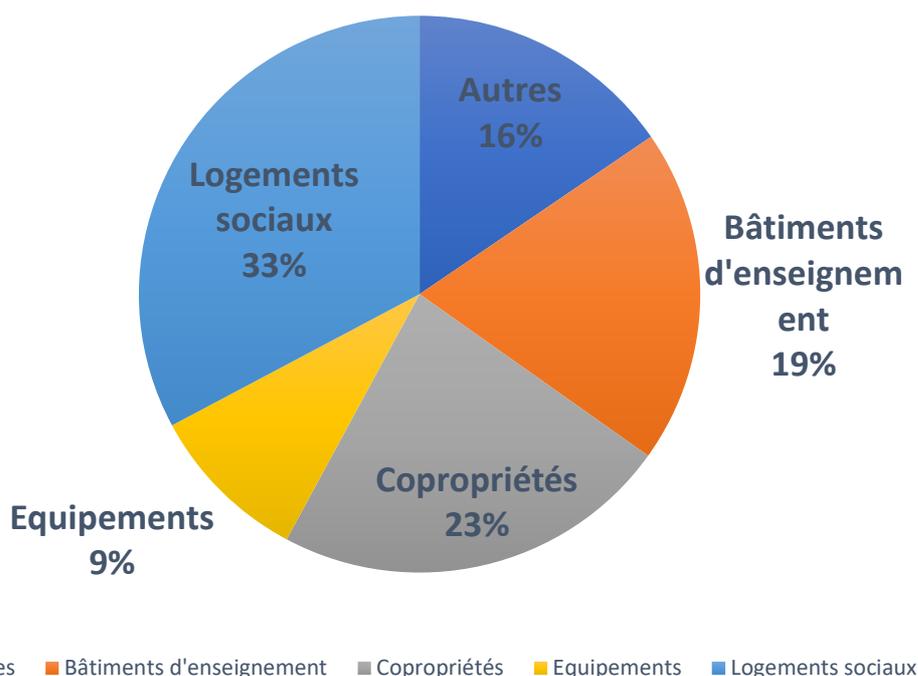
L'exercice 2017 illustre la montée en puissance du réseau avec une augmentation de **159%** de l'énergie totale produite. De plus, l'année 2017 marque la première année complète de fonctionnement avec un taux d'EnR supérieure à la valeur définie dans la délégation de service public (**60%**) et à un contenu CO₂ inférieur à celui défini dans le titre V (**0,088 kg/kWh utile**).

3.1.4 Typologie des abonnés et bâtiments raccordés

Le réseau alimente plusieurs types d'abonnés tels que : des bailleurs, des copropriétés et aussi plusieurs types de bâtiments tels que : des bâtiments communaux, des établissements scolaires et des bâtiments tertiaires sur les communes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil.

Pour l'année 2017, 28 sous-stations étaient alimentées par le réseau de chaleur soit un total de 6 592 équivalent-logements répartis de la façon suivante.

| Type de bâtiments raccordés | Nombre d'équivalent-logements pour 2246 DJU | Répartition (%) |
|-----------------------------|---|-----------------|
| Logements sociaux | 2 163 | 33 |
| Copropriétés | 1 517 | 23 |
| Bâtiments d'enseignement | 1 280 | 19 |
| Autres | 1 017 | 16 |
| Equipements | 615 | 9 |
| Total | 6 592 | 100 |



Graphique 1 : Répartition du nombre d'équivalent-logements par type de bâtiment raccordé

Les copropriétés et les logements sociaux représentent 56 % des bâtiments raccordés.

La catégorie « Autres » représente le Fort de Rosny qui pèse 16% des équivalent-logements du réseau d'YGEO. Il fait partie des 3 abonnés prépondérants avec l'ASL le Moleret, 19%, et le Londeau F1/F4, 11%.

Une liste des sous-stations avec le type d'abonné, les consommations de l'exercice 2017, les puissances souscrites ainsi que le nombre d'équivalent-logements est donnée en annexe 3.3.

3.1.5 Rôle du réseau de chaleur dans la politique énergétique, urbaine et sociale de la collectivité

Suite aux chocs pétroliers des années 1970, la France s'est lancée dans le développement de la géothermie profonde en basse énergie. Les atouts de la géothermie sont nombreux :

- Énergie 100% renouvelable et disponible de façon continue (24h/24 et 7jours/7)
- Faible coût à l'exploitation
- Réponse adaptée aux besoins denses en chaleur
- Application du taux réduit de TVA sur l'ensemble de la facture (abonnement + consommation) des réseaux de chaleur utilisant majoritairement des énergies renouvelables (à + de 50%) conformément à la loi du 13 juillet 2006 « Engagement national pour le logement »

La décision, en 2011, d'étudier la réalisation de ce réseau de chaleur alimenté par un doublet géothermique plaçait donc les villes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec au rang des villes contribuant à la mise en place d'un service durable de fourniture de chaleur à leurs administrés :

- Volet énergétique :
 - Énergie renouvelable et pérenne,
 - Puissance importante disponible,
 - Coût moins dépendant des solutions énergétiques classiques et stabilité dans le temps.
- Volet social :
 - Maîtrise des charges, à la fois directement pour les résidents des immeubles desservis par le réseau, et indirectement pour l'ensemble des administrés par la maîtrise des charges communales pour la fourniture en chaleur des bâtiments publics raccordés.

Dans la dynamique du renouveau de la géothermie en Ile-de-France, les villes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil ont décidé de mener ensemble ce projet ambitieux de création ex nihilo du réseau de chaleur répondant à un triple objectif environnemental, économique et social des villes durables.

Rosny-sous-Bois est une ville favorisant le développement durable et les énergies renouvelables notamment la géothermie comme en témoigne les projets d'actions de l'Agenda 21 de la ville voté le 7 octobre 2010. Au travers de ce plan d'actions, la ville souhaite limiter le recours aux énergies fossiles augmentant le budget de la commune ainsi que celui de ses habitants. C'est dans ce contexte que la ville a décidé de mener le projet de géothermie au DOGGER.

A la suite de l'Agenda 21 daté de novembre 2013, la ville de Noisy-le-Sec a révélé ses objectifs en matière de développement durable ; 76 actions qui seront menées sous 2 ans. L'utilisation de la géothermie s'inscrit dans cette démarche en visant une réduction des coûts pour les usagers et le renforcement de la politique locale dans le développement durable. A sa genèse, le réseau de chaleur devait alimenter le quartier du Londeau, soit des logements et des bâtiments communaux (un groupe scolaire, un multi-accueil petite enfance et une ludothèque). A terme, tous les équipements municipaux seront alimentés par le réseau de chaleur.

La ville de Montreuil, forte de ses richesses culturelles, de son dynamisme associatif et de sa mixité sociale et urbaine, est tournée vers l'avenir. La création de grands projets urbains (Prus La Noue, ZAC Boissière Acacias) a influencé la commune à développer les énergies renouvelables. Pour la commune,

l'utilisation de la géothermie comme source de chaleur est une solution efficace pour lutter contre la précarité énergétique de ses habitants tout en diminuant les impacts environnementaux.

Ce projet s'inscrit complètement dans la transition énergétique opérée par les villes et répond aux enjeux du développement durable.

Un projet environnemental :

La géothermie est une énergie naturelle, locale et renouvelable qui ne produit pas de déchet et contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans le cadre du projet YGEO, l'utilisation de la géothermie comme source de production principale permettra à terme, de réduire de 15 800 tonnes par an les émissions de CO2 par rapport à une solution gaz classique ; soit environ l'équivalent des émissions annuelles de 8 600 véhicules.

Un projet économique :

Dans le contexte de raréfaction et d'envolée des prix des énergies fossiles, l'installation d'un réseau de chaleur géothermique garantit une maîtrise des coûts et donc des factures énergétiques stables sur le moyen et le long terme.

Un projet social :

Idéalement et afin d'optimiser le réseau, les bâtiments raccordés doivent comprendre une quantité de logements significative. Les grands ensembles de logements sociaux comme ceux des quartiers Bois Perrier et La Boissière à Rosny-sous-Bois, Le Londeau à Noisy-le-Sec sont donc particulièrement concernés par cette opération. Une fois les bâtiments raccordés au réseau, tous les usagers auront accès en continu au chauffage et à l'eau chaude à un coût optimisé et maîtrisé. Le réseau de chaleur offre ainsi une réponse solidaire à la précarité énergétique.

Par ailleurs, le contrat de DSP passé par le SIPPAREC avec son délégataire prévoit la mise en place d'un dispositif d'aide au paiement des factures pour les foyers les plus modestes ainsi qu'un fonds destiné aux petits travaux d'amélioration des équipements.

3.1.5.1 Le mécanisme d'intéressement aux économies d'énergies

Ce système vertueux permet d'inciter l'exploitant à augmenter le taux de couverture de la chaleur par la géothermie :

- 50% des bonus reviendra à l'exploitant,
- 50% viendra abonder un fonds « petits travaux » permettant de subventionner des actions d'économies d'énergies sur le réseau.

Le fonds « petits travaux », alimenté par le biais de la clause d'intéressement permet de favoriser des actions d'économie d'énergies selon 4 volets :

- La subvention à des travaux d'équilibrages ou de débouage des installations secondaires,
- La subvention à la pose de robinets thermostatiques neuf sur les radiateurs,
- La subvention à de nouveaux raccordements au réseau,
- La subvention à la réalisation de colonnes centralisées de distribution d'Eau Chaude Sanitaire permettant le remplacement d'une production individuelle par une production collective.

3.1.5.2 Les travaux éligibles au fonds « petits travaux »

- Subvention à la réalisation de travaux d'équilibrage

Dans la mesure où des relevés feraient apparaître un inconfort de température, un équilibrage des installations secondaires de distribution de chauffage pourra être proposé.

Cet équilibrage permet généralement de gagner jusqu'à 8°C sur les températures de distribution d'énergie dans le bâtiment tout en augmentant le confort de l'utilisateur.

Cette action permet d'augmenter la valorisation d'énergie géothermique (basse température de retour) sur le lot de bâtiment.

- Subvention à la pose de robinets thermostatiques

Les robinets thermostatiques permettent une régulation des températures de chauffage pièce par pièce dans les appartements équipés de radiateurs. Ils permettent ainsi de réguler la température au plus proche des besoins de chaque usager. Il s'avère souvent judicieux d'organiser des campagnes de remplacement de ces robinets de radiateurs afin de mettre en place des robinets thermostatiques. De la même manière que les travaux d'équilibrage, la pose ou le remplacement de robinets thermostatiques sur un patrimoine ancien permet de diminuer les températures de distribution de la chaleur tout en améliorant le confort et en réduisant les consommations énergétiques.

- Subvention à de nouveaux raccordements

Dans le cadre de ces actions, le fonds « petits travaux » peut subventionner en partie l'extension ou le raccordement de nouveaux abonnés afin d'améliorer la compétitivité de l'offre de raccordement.

Ces nouveaux abonnés permettront le maintien des Unités Forfaitaires de Répartition de la partie abonnement garantissant le maintien des tarifs de l'ensemble de la Délégation.

- Subvention à la réalisation d'une production d'ECS centralisée

Afin de favoriser la rénovation des bâtiments avec la mise en place d'une production d'eau chaude collective, le fonds « petits travaux » peut participer à la subvention de ces travaux qui représente un investissement lourd pour les propriétaires. Cette mesure s'inclut dans une philosophie globale favorisant les consommateurs d'eau chaude sanitaire sur le réseau (répartition des URF, solution technique, etc.).

Le fonds « petits travaux » permet de subventionner de 15 à 40 % des travaux de mise en place d'une distribution d'eau chaude centralisée.

3.1.5.3 Mécanisme du fonds « chèques chaleur »

Conformément à l'article 84 de la délégation de service public, le Délégué s'engage à constituer un fonds « chèques chaleur » à hauteur d'une contribution annuelle de 30 000 euros sur toute la durée du contrat à compter de la Date Effective de Mise en Exploitation dont :

- 1/3 est utilisé pour la communication aux écogestes,
- 2/3 sont versés annuellement au Délégué aux fins de la mise en œuvre des actions d'aide au paiement des factures de chaleur par les usagers finaux les plus précaires.

3.2 INDICATEURS DE PERFORMANCE DU RESEAU

Les indicateurs présentés ci-dessous ne sont pas représentatifs d'un fonctionnement phase DSP du réseau de chaleur. Les résultats obtenus pour l'année 2016 ne sont donnés qu'à titre indicatif ; la mise en service contractuelle du réseau de chaleur en septembre 2016 n'ayant pas permis de fournir de l'énergie sur l'année complète. De plus, l'exercice 2017 venant de se terminer à l'heure de la rédaction du présent rapport, les données permettant de calculer les indicateurs sont en cours de validation certains indicateurs ne peuvent donc être estimés.

Cependant, les valeurs de R1 et R2 données ci-dessous ont été estimées et confirmées par YGEO.

3.2.1 Assurer les besoins maximaux et ajuster en permanence la production aux besoins

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|---|--|---|---|
| 1.1- M1 | Taux d'appel de puissance | <p><i>Puissance maximale appelée (pour Text de base)</i> <i>Puissance maximale de la production en centrale</i></p> <p>La puissance maximale appelée est calculée en considérant une rigueur climatique de 2342 DJU.</p> | <p>Taux y.c. les chaufferies décentralisées :</p> <p>En prenant la puissance fournie par la géothermie et la PAC le taux est égal à 74%.</p> <p>En ne tenant pas compte de la puissance par la géothermie et la PAC le taux d'appel est de 63%.</p> <p>Les deux cas illustrent qu'aujourd'hui la puissance installée est suffisante pour assurer les besoins.</p> | <p>Puissance maximale appelée : 32,3 MW (en considérant le nombre de DJU pour l'année 2017 de 2246)</p> <p>Puissance maximale de production : 68 MW</p> <p>Le taux d'appel de puissance est de 48%.</p> <p>Ce taux montre que la puissance installée est suffisante pour assurer les besoins actuels du réseau et son développement.</p> |

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|--|---|--|--|
| 1.1- C1 | Durée d'utilisation équivalente à pleine puissance | $\frac{\text{Quantité d'énergie thermique livrée (Ch + ECS)}}{\text{Puissance maximale appelée}}$ <p>Les calculs sont effectués à partir du bilan énergétique annuel pour 2342 DJU. Ch = Chauffage / ECS = Eau Chaude Sanitaire</p> | La durée d'utilisation à pleine puissance est estimée à 1869 heures . | La durée d'utilisation à pleine puissance est estimée à 1 753 heures . |
| 1.2- M1 | Taux d'interruption pondéré du service | $\frac{\sum(\text{nb d'h d'arrêt} \times \text{PS})}{\text{Période de fonctionnement} \times \sum \text{PS}}$ <p>PS = Puissance souscrite</p> | Aucune heure d'indisponibilité de fourniture de chaleur n'a été signalé dans le rapport annuel de production de l'exploitant. Est considéré comme interruption, l'absence de fourniture de chaleur pour une durée supérieure à 4 heures. | Aucune interruption du service n'a eu lieu en 2017. |
| 1.2- C1 | Taux d'interruption local du service | $\frac{\text{Nombre d'heures d'arrêt}}{\text{Période de fonctionnement en heures}}$ | Les informations transmises ne permettent pas de calculer cet indicateur. | Aucune interruption du service n'a eu lieu en 2017. |
| 1.2- C2 | Taux d'arrêts programmés par rapport aux arrêts effectifs | $\frac{\text{Nombre d'heures d'arrêts programmés}}{\text{Nombre d'heures d'arrêt}}$ | Les informations transmises ne permettent pas de calculer cet indicateur. | Aucune interruption du service n'a eu lieu en 2017. |
| 1.4- M1 | Puissance souscrite au km | $\frac{\text{PS totale}}{\text{Longueur totale du réseau de distribution}}$ | La puissance souscrite au mètre linéaire estimée pour l'année 2016 est de 3,6 kW/ml . | La puissance souscrite au mètre linéaire estimée pour l'année 2017 est de 3,4 kW/ml . |

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|--------|--|---|---|---|
| 1.4-C1 | Développement | $\frac{PS \text{ fin d'année } n - PS \text{ fin } n - 1}{PS \text{ fin } n - 1}$ | Le développement annuel est estimé à 8 % . | Le développement annuel est estimé à 1,1 % . |

3.2.2 Préserver l'environnement et assurer la sécurité

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|--------|--|---|--|--|
| 2.1-M1 | Bouquet énergétique | Répartition des quantités d'énergies à la production | <p><u>Géothermie + PAC</u> : 3 881 MWh (16% de la production totale)</p> <p><u>Gaz</u> : 19 670 MWh (84% de la production totale)</p> | <p><u>Géothermie + PAC</u> : 47 826 MWh (78% de la production totale)</p> <p><u>Gaz</u> : 13 305 MWh (22% de la production totale)</p> |
| 2.1-M2 | Emissions de CO2 | $\frac{\text{Quantité de CO}_2 \text{ rejetée}}{\text{Quantité d'énergie thermique entrante (Ch + ECS)}}$ | Les émissions de CO2 pour l'année 2016 sont estimés d'après le formulaire SNCU à 0,224 kg/kWh . La valeur est supérieure à celle définie par le titre V mais est non représentative du fonctionnement du réseau. | Les émissions de CO2 pour l'année 2017 sont estimés d'après le formulaire SNCU à 0,075 kg/kWh . Cette valeur respecte le titre V. |

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|---|---|---|--|
| 2.1- C1 | Rejets atmosphériques | Quantité de polluants rejetés dans l'atmosphère | La chaufferie de la Mare Huguet n'est pas une installation soumise à déclaration, la puissance totale installée étant inférieure à 2 MW. | Donnée non disponible |
| 2.1- C2 | Rejets de polluants | Résultats des mesures réglementaires de rejets dans le milieu naturel par rapport au seuil réglementaire (par combustible). | En janvier 2017 un contrôle des rejets polluants a été réalisé par le bureau VERITAS pour le lot 6 de la Mare Huguet. Pour les deux chaudières installées le résultat est le suivant : Nox : 39 mg/Nm3 inférieur au 150 mg/Nm3 réglementaire dans le cas de chaudière inférieure à 20 MW. | Donnée non disponible |
| 2.2- M1 | Facteur de ressource primaire | $\frac{\text{Quantité d'énergie primaire non renouvelable consommée}}{\text{Quantité d'énergie thermique livrée}}$ | Le calcul théorique pour l'année 2016 donne un facteur de ressource primaire de 96%. Soit 96% de la production est effectuée par des ressources non renouvelables. | Le calcul théorique pour l'année 2017 donne un facteur de ressource primaire de 28% . |

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|---|---|--|--|
| 2.2- M2 | Consommation d'eau du réseau | $\frac{\text{Quantité d'eau consommée sur le réseau}}{\text{Quantité d'énergie thermique livrée}}$ | La consommation d'eau d'appoint pour l'exercice 2016 est calculée à 0,04 m³/MWh. | Quantité d'eau consommée : 511 m ³ Quantité d'énergie livrée : 56 625 MWh La consommation d'eau d'appoint sur le réseau en 2017 est de 0,90 m³/MWh. |
| 2.3- M1 | Coût des sinistres | $\frac{\text{Coût des sinistres TTC}}{\text{Part fixe des recettes tarifaires}}$ <i>Coût des sinistres = définition comptable ou sinistres déclarés aux assurances</i> | Aucun sinistre n'est survenu durant l'exercice | Aucun sinistre n'est survenu durant l'exercice |
| 2.3- C1 | Fréquence et gravité des accidents du travail | Nombre de jours d'arrêt de travail pour accidents du travail du personnel par année | Aucun accident n'est survenu durant l'exercice | Aucun accident n'est survenu durant l'exercice |

3.2.3 Assurer la pérennité de la fourniture de chaleur, d'eau chaude sanitaire

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|---|---|--|---|
| 3.1- M1 | Renouvellement des installations | $\frac{\text{Montant des travaux de GER (TTC)}}{\text{Part fixe des recettes tarifaires (TTC)}}$ GER = Gros Entretien, Renouvellement | Le renouvellement des installations pour 2016 est estimé à 0,4% (avec 4 537€ HT au titre du compte GER). Le réseau étant neuf, peu de gros travaux ont été réalisés. | Montant des travaux GER 2017 : 45 148 €HT, soit environ 54 178 €TTC Part fixe des recettes tarifaires R2 : 3 765 818 €TTC Rapport = 1,4 % |

3.2.4 Satisfaire les attentes de service des abonnés

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|--------|--|--|---|---|
| 4.1-M1 | Prix moyen du MWh (€TTC/MWh) | $\frac{\text{Recettes d'énergie thermique totales TTC}}{\text{Quantité d'énergie thermique livrée}}$ | <p>Recettes d'énergie thermique totales (R1+R2) : 1 941 972 € TTC</p> <p>Quantité d'énergie thermique livrée : 23 826 MWh.</p> <p>Le prix moyen du MWh pour l'exercice est évalué à 85,99 € TTC/MWh.</p> | <p>Recettes d'énergie thermique totales (R1+R2) : 5 494 k€ TTC</p> <p>Quantité d'énergie thermique livrée : 56 625 MWh.</p> <p>Le prix moyen du MWh pour l'exercice est évalué à 97 € TTC/MWh.</p> |
| 4.1-C1 | Poids de la part proportionnelle aux consommations | $\frac{R1\ TTC}{\text{Recettes d'énergie thermique TTC}}$ | La consommation de chaleur des abonnés représente 28% des recettes d'énergie thermique. | La consommation de chaleur des abonnés représente 28% des recettes d'énergie thermique. |
| 4.2-M1 | Enquête de qualité et de satisfaction | Existence d'une enquête qualité et note globale obtenue | Aucune enquête de qualité n'a été mise en place. | Aucune enquête de qualité n'a été mise en place. |
| 4.2-C1 | Réclamations | Nombre de réclamations écrites concernant le réseau | YGEO a recensé 46 demandes d'intervention au cours de l'année. | YGEO a reçu 136 demandes d'informations en 2017. |

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|--|---|--|---|
| 4.3- C1 | Réunions avec les représentants des abonnés | Nombre et fréquence des réunions avec les représentants des usagers | Des réunions ont été mises en place cependant le nombre et la fréquence ne sont pas précisés dans le rapport annuel de l'exploitant. | Donnée non disponible |
| 4.4- M1 | Actions et initiatives engagées par l'opérateur à l'attention des abonnés | Nombre, nature et contenu des actions (conseils aux abonnés, certificats d'économies d'énergie, mise à disposition de données sur la consommation au m ² habitable pour le logement, au m ² SHON pour le tertiaire, existence d'une disposition dans le contrat) | YGEO a mis à disposition un numéro d'appel avec un code d'identification pour chaque abonné. | YGEO a mené des actions pour augmenter l'efficacité énergétique des sous- stations en identifiant celles dont le comportement est problématique : Londeau Logirep, Noisy-le-Sec-Habitat, Fort H2 et H3, centre nautique. |

3.2.5 Gérer la facturation du service dans le respect des obligations de service public

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 5.1- C1 | Demands d'explication de factures | Nombre de demandes écrites d'explication de factures | Sans objet pour l'exercice | Donnée non disponible |
| 5.1- C2 | Taux d'avoirs | $\frac{\text{Nombre d'avoirs}}{\text{Nombre de factures émises}}$ | Sans objet pour l'exercice | Donnée non disponible |

3.2.6 Relations de qualité entre l'autorité organisatrice, les citoyens et l'opérateur

| | INDICATEUR (majeur ou complémentaire) | EVALUATION | RESULTAT (exercice 2016) | RESULTAT (exercice 2017) |
|------------|--|---|--|---|
| 6.1- C1 | Information des citoyens | Existence d'actions d'informations à destination des citoyens | Pour favoriser la communication avec les citoyens, YGEO a organisé 4 visites de site, et une journée de manifestation. De plus, il a été fourni pour chaque usager du réseau un dépliant d'informations. | Mise en place de 3 visites de site en 2017. Participation en 2017 au stand Nature et Bien-être de la Semaine du Développement Durable. |

3.3 CONTEXTE CONTRACTUEL

3.3.1 Les différents intervenants

Les principaux intervenants sont :

- Le Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour les Energies et les Réseaux de Communication (le délégant) qui s'est vu confier la compétence de développement des énergies renouvelables par les villes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil,
- La société YGEO, titulaire du Contrat de Délégation de Service Public et qui a la charge des prestations suivantes (le délégataire) :
 - Etablissement et renouvellement des ouvrages nécessaires à la bonne utilisation du réseau de chaleur,
 - Exploitation à ses risques et périls de la production thermique et du réseau de chaleur,
 - Assurer l'équilibre du financement des investissements, de la distribution, de l'entretien du réseau de chaleur,
 - Fourniture de combustible pour les chaufferies d'appoint-secours du réseau,
 - L'exploitation, la maintenance et le gros entretien et renouvellement (P2, P3) pour les installations de production (productions centralisées, productions d'appoint-secours) et le réseau primaire,
 - Le maintien d'un taux de couverture annuel en énergies renouvelables supérieur à 60% pendant toute la durée de la convention.

Les abonnés, signataires de polices d'abonnement, souscrivent auprès d'YGEO.

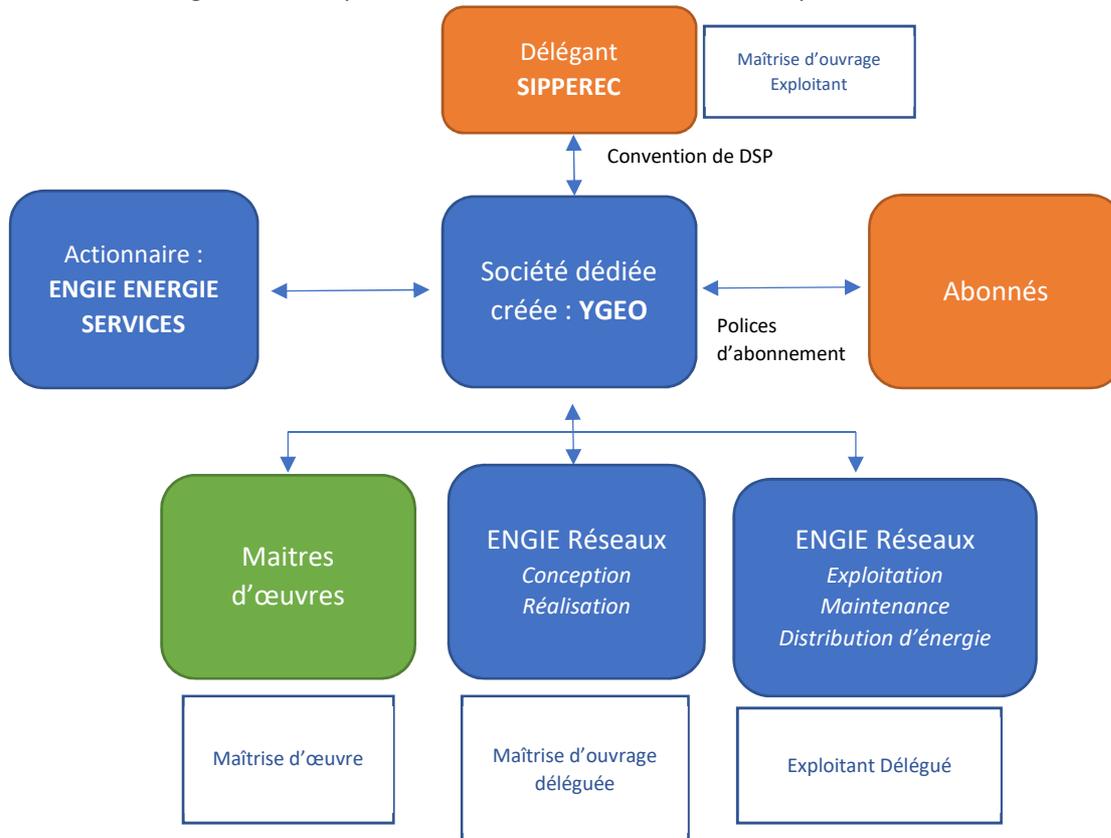


Figure 2 : Schéma des intervenants

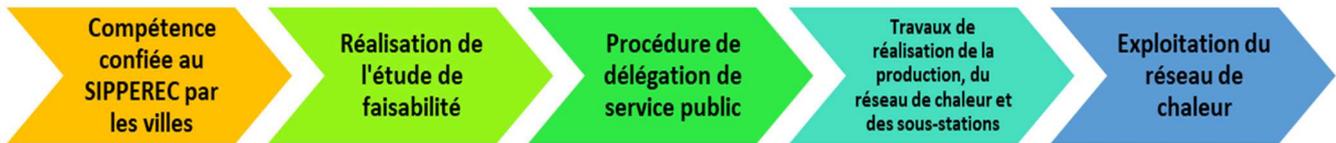
3.3.2 Convention de Délégation de Service Public et avenants

3.3.2.1 Convention de Délégation de Service Public

La convention de DSP est souscrite entre le SIPPAREC et YGEO.

Quelques chiffres :

- Prise d'effet le 15 janvier 2014,
- Signature pour une durée de 30 ans non renouvelable.



Les documents de références suivants sont liés au contrat de DSP :

- Géothermie :
 - Arrêté préfectoral n°2013-3029 du 8 novembre 2013, autorisant la recherche d'un gîte géothermique à basse température sur le territoire des communes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec, Montreuil, Bondy, Villemomble et Romainville et autorisant la réalisation de travaux miniers sur la commune de Rosny-sous-Bois.
 - Arrêté préfectoral n°2016-2725 du 07 septembre 2016 accordant au SIPPAREC un permis d'exploitation d'un gîte géothermique à basse température sur la commune de Rosny-sous-Bois pour une durée de 30 ans.
 - Arrêté préfectoral n°2018-1063 du 03 mai 2018 accordant l'amodiation du permis d'exploiter n°2016-2725 au profit d'YGEO.
 - Arrêté préfectoral n°2019-0229 du 29 janvier 2019 modifiant l'article 3 de l'arrêté préfectoral n°2016/2725 accordant l'exploitation du gîte géothermique à basse température sur la commune de Rosny-Sous-Bois au SIPPAREC, amodié à YGEO.

3.3.2.2 Avenants

Avenant n°1 :

Initialement, le périmètre défini dans la délégation de service public comprenait les communes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec. Par délibération du 20 novembre 2014, une partie de la ville de Montreuil a été rattachée au périmètre.

L'avenant n°1 a été notifié le 20 janvier 2015 et mentionne les éléments suivants :

- Le périmètre de la délégation : étendu aux cinq quartiers du Branly Boissière, Bel Air-Grands Pêcheurs, Ruffins, Théophile Sueur-Coli-Montreuil-Le Morillon et Ramenas-Léo Lagrange,
- Le plan de développement du réseau indiquant les conditions à respecter pour atteindre le taux d'énergies renouvelables de 60% défini dans la Convention. Elles sont les suivantes :
 - Ventes de chaleur annuelles en régime établi de 103 GWh,
 - Température exhaure en tête de puits : 62°C,
 - Débit géothermale : 320 m3/h.

Avenant n°2 :

L'avenant n°2, délibéré le 11 mars 2017 et signé le 30 mars 2017 a pour objet :

- Mise à disposition du délégataire le terrain situé rue de Rome à Rosny-sous-Bois en vue d'y construire une chaufferie gaz d'appoint-secours,
- Définition des modalités financières liées à cette mise à disposition.

En tant que bénéficiaire, YGEO s'engage à couvrir l'ensemble des droits, obligations et redevance allouée à la mise à disposition du terrain et ce pour la durée résiduelle de la Convention de service public. La redevance d'occupation domaniale est ainsi complétée par une contribution annuelle à hauteur de 4 990 €, payable dans les 30 jours à compter du 1^{er} janvier 2018.

Dans le cadre de cette mise à disposition une modification des tarifs liés au terme R2 sera appliquée.

| | Avant avenant | Après avenant |
|----------------------|---------------|---------------|
| R21 (€ HT/URF) | 0,30 | 0,30 |
| R22 (€ HT/URF) | 15,40 | 15,42 |
| R23 (€ HT/URF) | 1,63 | 1,63 |
| R24 (€ HT/URF) | 13,34 | 13,34 |
| R25 | -5,27 | -5,26 |
| R2 (€ HT/URF) | 25,40 | 25,43 |

Tableau 1 : Modifications de tarif liés à l'avenant 2

3.3.3 Règlement de service

Le règlement de service conforme aux dispositions de la DSP détaille les conditions techniques et financières de la fourniture de chaleur à l'intérieur du périmètre de délégation. Il précise :

- Les installations primaires appartenant au Maître d'Ouvrage du réseau de chaleur ;
- Les installations secondaires appartenant à l'abonné,
- La puissance souscrite,
- Les modalités de continuité de la fourniture de chaleur,
- Les modalités de mesure et de contrôle de la chaleur,
- Les dépenses restant à la charge de l'abonné, notamment pour l'entretien des installations secondaires,
- Les données d'exploitation,
- La décomposition du prix de la chaleur en 2 termes R1 et R2,
- Les modalités de révision des tarifs,
- Les modalités de paiement,
- Les modalités d'application des pénalités,
- La durée du contrat,
- Les modalités en cas de résiliation anticipée.

Le règlement de service n'a pas subi de modification depuis la prise d'effet de la DSP. Cependant l'avenant n°2 implique des modifications sur ce dernier.

Le modèle du règlement de service actuel est joint en annexe 3.4.

3.3.4 Polices d'abonnement

Les polices d'abonnement d'une durée minimale de 14 ans renouvelable par tacite reconduction pour une durée équivalente et dans la limite de la durée de la Convention de Délégation de service public sont souscrits par chaque Abonné auprès d'YGEO. YGEO s'engage, dans les conditions du règlement de service à fournir l'énergie nécessaire aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire de l'Abonné.

La police d'abonnement spécifie notamment :

- L'objet de la police d'abonnement (respect du règlement de service, définition des conditions de fourniture de chaleur et ou d'ECS pour les futurs bâtiments raccordés),
- La puissance et le nombre d'unité de répartition forfaitaire souscrite,
- Les conditions techniques de livraison,
- Le tarif de vente de la chaleur,
- L'entrée en vigueur et la durée,
- Le schéma de principe de la sous-station avec les limites de prestation primaire/secondaire.

3.3.5 Chaufferies mises à disposition

Les 10 chaufferies ci-dessous sont mises à disposition pour exploitation depuis le 1^{er} juin 2016 pour une exploitation prévue selon la durée des polices d'abonnement soit 14 ans.

- ASL Le Moleret en appoint,
- Londeau Logirep F1/F4 en appoint,
- Fort de Rosny (H2, H3) en appoint local,
- Résidence les Maillards en appoint local,
- Résidence 11,13 Clos Saint Pierre en appoint local,
- Résidence 15,17 Clos Saint Pierre en appoint local,
- Centre nautique – Piscine Camille Muffat en appoint local.

Ces conventions de mise à disposition peuvent être problématiques pour le bilan de puissance notamment dans le cas où un abonné souhaite se désabonner du réseau de chaleur avant la fin de la DSP. Une solution de secours devra être mise en place pour les chaufferies qui exportent de la chaleur sur le réseau (ASL Le Moleret le le Londeau Logirep F1/F4).

Une liste détaillée de l'ensemble des installations mises à disposition à YGEO est jointe en annexe 3.5.

3.3.6 Situation vis-à-vis des contrats de mise à disposition, des polices d'abonnement actuellement mis en place

La délégation de service public conclue entre le SIPPAREC et YGEO est effective depuis 2014 soit, en date de rédaction du présent document, depuis 5 ans. Le réseau étant récent les dates d'échéances des pièces contractuelles sont toujours en vigueur. Les polices d'abonnement et conventions de mise à disposition actuellement signées sont encore effectives. Mais l'exploitant du réseau doit réaliser une totale recontractualisation des abonnés au moment de la fin de leur engagement.

De plus, l'architecture du réseau de chaleur d'YGEO est construit à l'aide de convention de mise à disposition conclue entre le délégataire et les abonnés. Ces documents arrivant à échéance en 2044, l'organisation technique fournissant la chaleur aux abonnés sera assurée sur la durée du schéma directeur.

3.4 AUDIT TECHNIQUE

3.4.1 Sites de production

Le réseau de chaleur d'YGEO assure la production et la distribution d'énergie sur l'ensemble du réseau. Il est alimenté par plusieurs centrales de production :

- 1 centrale géothermique (puits géothermaux + PAC)
- 1 chaufferie gaz centralisée (en cours de réalisation)
- 2 chaufferies gaz décentralisées pouvant assurer l'appoint des zones où elles sont implantées et injecter l'excédent de puissance sur le réseau,
- 8 chaufferies locales gaz d'appoint.

3.4.1.1 Doublet géothermal

Le réseau de chaleur est alimenté à l'aide d'un doublet géothermal localisé sur la commune de Rosny-sous-Bois au 14bis rue de Lisbonne. Ce doublet permet d'exploiter les eaux chaudes contenues dans les calcaires oolithiques du Bathonien situées à 1700m de profondeur.

Le doublet se compose d'un puits producteur (GRNY 1) duquel l'eau géothermale est extraite et d'un puits injecteur (GRNY 2) employé pour renvoyer l'eau géothermale après récupération des calories. Il s'agit de puits déviés. Les puits font l'objet d'un suivi périodique de la boucle géothermale et du traitement inhibiteur de corrosion effectué par la société Geofluid.

Historique des travaux :

- 04/12/2014-02/03/2015 : Génie civil plate-forme et avant-puits
- 05/03/2015-24/04/2015 : GRNY 1 : Forage, essais
- 24/04/2015-01/05/2015 : Ripage des puits
- 01/05/2015-12/06/2015 : GRNY 2 : Forage, essais
- Fin novembre 2016 : Mise en service

| | Puits de production (GRNY 1) | Puits d'injection (GRNY 2) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Longueurs forées (m/sol) | 2211 | 2161 |
| Profondeur verticale du puits (m) | 1662 | |
| Température en tête de puits (°C) | 59,2 (donnée de 2017) | |
| Débit nominal (m3/h) | 330 | |
| Débit maximal (m3/h) | 350 | |

Tableau 2 : Caractéristiques techniques du doublet

Une demande de modification du permis d'exploiter (PEX) est en cours et risque de modifier les caractéristiques ci-dessus.

A titre de comparaison, les hypothèses du plan d'affaires d'YGEO, présentées en Annexe AF04 de l'avenant 1 au contrat de DSP, prévoyaient :

- Une température d'eau géothermale de 62 °C, soit 5% supérieure à la température réelle,
- Un débit d'exploitation du puits de 320 m³/h.

Remarque : la température de réinjection du doublet était initialement dans le permis d'exploiter délivré en 2016, de 33,5°C. Suite à une demande de modification acceptée en 2019, la température de réinjection minimum a été abaissée à 25°C.

3.4.1.2 Centrale géothermique

Historique :

Construction du bâtiment :

- Fondations spéciales du 21/03/2016 au 11/04/2016,
- Voile RDC du 15/05/2016 au 28/06/2016,
- Plancher haut intermédiaire du 06/06/2016 au 10/06/2016,
- Plancher haut RDC du 22/12/2014 au 27/02/2015,
- Dalle terrasse du 13/06/2016 au 08/07/2016,
- Raccordement ENEDIS 03 au 07/10/2016,
- Caniveau géothermie du 19/07/2016 au 22/07/2016,
- Installation des échangeurs géothermiques du 02/08/16 au 26/09/2016,
- Mise en place de la pompe d'exhaure, colonne Hagusta et du traitement de fond du 12/09/2016 au 16/09/2016,
- Installation des PAC du 04/08/2016 au 16/09/2016,
- Travaux hydrauliques du 01/06/2016 au 25/11/2016,
- Travaux électriques du 07/06/2016 au 28/09/2016.

Caractéristiques principales :

La centrale géothermique est constituée des éléments suivants :

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1 pompe exhaure et de réinjection de 350 m³/h, • 2 échangeurs géothermaux en titane 2*7 MW, 350 m³/h (débit maximum), avec un pincement de 1°C, • 6 pompes à chaleur de 2,5 MW chacune de la marque CARRIER, • Température de départ : 75°C • 1 Station de maintien de pression autonome (pression de service 5 bars), | <ul style="list-style-type: none"> • 1 Adoucisseur, • Pompes réseau pilotées par variateur, • Pompes sur réseau évaporateur et circuit géothermique, • 1 pot à boues, • 1 Centrale de détection de fuite Gaz, • 1 Centrale de détection Incendie, • 1 Centrale de détection de fuite du fluide frigorigène. |
|--|--|

Selon le contrôle réglementaire effectué en février 2017 plusieurs points diffèrent des valeurs utilisées pour le dimensionnement du réseau lors de l'offre.

- Température exhaure en tête du puits inférieure de 2,7°C,
- L'injectivité du puits injecteur inférieure aux valeurs prévisionnelles (13 contre 17 m³/h/bar),

Les échangeurs représentent une bonne efficacité et rendement, la répartition des débits est également équitable.

3.4.1.3 Chaufferie gaz centralisée

La fin des travaux de gros œuvre de la chaufferie centrale située rue de Rome est prévue pour février 2018.

Le planning défini à l'été 2017 précise un début des travaux en novembre 2017 pour une réception avant le démarrage de la saison de chauffe 2018/2019. La mise en service industrielle de la chaufferie est prévue pour décembre 2018.

Cette chaufferie sera initialement composée d'une chaudière de 9 MW puis, lorsqu'un appoint ou secours complémentaire sera nécessaire, de deux chaudières de 9 MW, soit un total de 18 MW.

Un planning détaillé des phases de construction est présent en annexe 3.7.

3.4.1.4 Chaufferies d'appoints pouvant exporter sur le réseau

Sur le réseau d'YGEO deux chaufferies permettent d'assurer un appoint local et injecter l'excédent de puissance sur le réseau :

- **La chaufferie « ASL Le Moleret »** située rue des Frères Lumière à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale de 12 900 kW. La chaufferie peut permettre le délestage de l'ASL et des trois sous-stations ci-dessous en délivrant une puissance de 7 186 kW. A -7°C extérieur 5 714 kW peuvent être injectés sur le réseau. La chaufferie assure l'appoint des sous-stations suivantes :
 - o Cité les Marnaudes,
 - o FPA Barroy,
 - o Logirep Bois Perrier (raccordement prévu pour 2018).

La chaufferie est composée de 3 chaudières.

- o 2 chaudières VIESSMAN type 18032/03 de 3 500 kW
- o 1 chaudière GUILLOT type 18032/06 de 5 900 kW

- **La chaufferie « Londeau Logirep F1/F4 »** située au 3, rue Paul Verlaine à Noisy-le-Sec d'une puissance totale de 8 564 kW dont 4 094 kW peuvent être injectés sur le réseau lorsque la température extérieure est de -7°C. La chaufferie assure l'appoint des sous-stations suivantes :
 - o Londeau, le londeau,
 - o Londeau Noisy-le-Sec Habitat,
 - o Groupe scolaire Londeau,
 - o Crèche Londeau,
 - o Ludothèque du Londeau.

L'installation est composée de 3 chaudières :

- o 1 GUILLOT type D 1861 de 2 050 kW avec un brûleur CUENOD type C285,
- o 1 GUILLOT type ST 2330 de 2 560 kW avec un brûleur CUENO type C285,
- o 1 GUILLOT type S de 3 954 kW avec un brûleur CUENOD type C430

3.4.1.5 Chaufferies d'appoint local

L'appoint local est assuré par 8 chaufferies qui fournissent la puissance nécessaire aux sites sur lesquelles elles sont positionnées.

- **La chaufferie « Centre aquanautique – piscine Camille Muffat »** située au Mail JP Timbaud à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale de 1 400 kW est constituée de :
 - o 1 chaudière DE DIETRICH type CA 530-1400 de 1 400 kW, avec un brûleur WEISHAUP type WM-G20/2-A.

- **La chaufferie « H3 de l'ancienne cité Sud »** située au 101, rue Camelinat à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale de 4 310 kW dont 3 764 kW est utilisé pour l'appoint local. La chaufferie est constituée des éléments suivants :
 - o 2 chaudières VIESSMANN VITOPLEX 100 – SX1 d'une puissance unitaire de 1 344 kW avec un brûleur CUENOD type C120/160-GX-507,
 - o 1 chaudière VIESMMANN VITOPLEX 100-SX1 d'une puissance unitaire de 1 622 kW avec un brûleur CUENOD C210 type C210-GX-507.

- **La chaufferie « H2 de centrale Fort »** située au 1, boulevard Théophile Sueur à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale de 5 878 kW est constituée de 4 chaudières.
 - o 1 chaudière VIESSMANN VITOPLEX type SX2A de 560 kW avec un brûleur CUENOD C75 type C75-GX-507/8,
 - o 1 chaudière VIESSMANN VITOPLEX type SX2A de 1 600 kW avec un brûleur CUENOD C260 type C260-GD-607,
 - o 2 chaudières VIESSMANN COMET 4 type TNA 150 d'une puissance unitaire de 1 859 kW associées à des brûleurs CUENOD C260 type C260-GD-607.

- **La chaufferie « Résidence les Maillards »** située au 245, boulevard de la Boissière à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale de 3 006 kW. La chaufferie est décomposée en 3 chaudières.
 - o 2 chaudières RIELLO type TAU 1250N d'une puissance unitaire de 1 212 kW associées à des brûleurs type RIELLO 843 T,
 - o 1 chaudière RIELLO type TAU 600N de 582 kW, associée à un brûleur RIELLO 846 T.

- **La chaufferie « Résidence 11-13 Clos St Pierre »** située au 11, rue du 4^{ème} Zouave à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale installée de 810 kW est composée de 2 chaudières.
 - o 1 chaudières GUILLOT type OPTIMAGAZ 407 de 403 kW,
 - o 1 chaudières GUILLOT type CONDENSAGAZ 47 de 407 kW.

- **La chaufferie « Résidence 15-17 Clos St Pierre »** située au 17, rue du 4^{ème} Zouave à Rosny-sous-Bois d'une puissance totale installée de 1 477 kW est composée de 2 chaudières.
 - o 1 chaudière ZAEGAL – HELD type TROPIC 1050 de 1 047 kW, associée à un brûleur CUENOD type C120,
 - o 1 chaudière DE DIETRICH type GT 410 de 430 kW avec un brûleur CUENOD type C100.

3.4.2 Bilan de puissance

En utilisant les consommations de chaleur et d'ECS des abonnés sur l'année 2017, on peut calculer la puissance totale appelée en tête de réseau.

Pour cela, on considère les hypothèses suivantes :

- La consommation de chauffage est ramenée à 2300 DJU = 54 GWh,
- La puissance chauffage est calculée avec une intermittence de 0,9 = 27 MW,
- La puissance ECS est lissée sur 24 heures = 475 kW.

Cela implique que la puissance totale appelée en tête de réseau est légèrement inférieure à 28 MW.

Le réseau d'YGEO s'engage à fournir la totalité de cette puissance, même en cas d'arrêt de la géothermie à l'aide des outils de production suivants :

- Une chaufferie centrale de 9 MW,
- 7 chaufferies d'abonné mises à disposition qui permettent de délester 17 MW et d'exporter 10 MW :

| Ilotage et appoint du réseau | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------|
| Chaufferie d'appoint/secours | Ilotage | Appoint |
| ASL Le Moleret | 6 306 | 5800 |
| Résidence les Maillards | 2 234 | |
| Fort de Rosny (H2 et H3) | 2 864 | |
| Centre Nautique | 609 | |
| Londeau F1 et F4 | 3 813 | 4 587 |
| Résidence 11 et 13 Clos St Pierre | 461 | |
| Résidence 15 et 17 Clos Saint Pierre | 367 | |
| TOTAL | 16 654 | 10 387 |

L'appoint du réseau peut être en partie réalisé par les chaufferies de l'ASL le Moleret et du Londeau F1 et F4. Les puissances exportables de ces chaufferies dépendent des chaudières installées mais également du dimensionnement des échangeurs d'export :

- ASL le moleret : 5 800 kW,
- Londeau F1 et F4 : 5 000 kW.

Ce bilan de puissance indique qu'aujourd'hui, la totalité de la puissance appelée par les abonnés peut être secourue en cas d'arrêt de la géothermie par la chaufferie centrale et les chaufferies mises à disposition.

De plus, une marge de 8,5 MW est disponible avec l'ensemble de ces moyens de production et permet d'envisager une première phase de développement du réseau sans l'installation de moyen de production secours complémentaire.

Lorsque le développement le nécessitera, il est prévu qu'une deuxième chaudière gaz de 9 MW vienne en complément de la chaudière déjà installée dans la chaufferie centrale.

3.4.3 Suivi des installations, contrôles réglementaires

Les chaufferies sont soumises aux réglementations des installations de combustion. Afin d'assurer la qualité et prévenir des dysfonctionnements, les principaux contrôles réglementaires ont été réalisés ou sont encore valables en 2017.

Pour les chaufferies Les Maillards/H2 et H3 Fort de Rosny/Le Moleret (2 MW < P < 20 MW) :

- Détection incendie,
- Contrôle des installations électriques,
- Contrôle périodique de la détection gaz, fonctionnement de la chaîne de coupure,
- Contrôle de la conformité du rendement des chaudières,
- Ramonage des cheminées.

Pour les chaufferies 11,13 et 15,17 Clos Saint Pierre/Piscine Camille Muffat (P < 2 MW) :

- Contrôle des installations électriques,
- Contrôle de la conformité du rendement des chaudières,
- Ramonage des cheminées.

Pour la centrale de géothermie :

- Caractéristiques hydrodynamiques du fluide géothermal,
- Estimation de la vitesse de corrosion des tubages,
- Analyses physico-chimiques du fluide géothermal,
- Mesure des niveaux d'émissions sonores,
- Vérification de l'intégrité du tube d'injection de produit.

Pour les Pompes à chaleur :

- Détection de fuite du fluide frigorigène,
- Contrôle des installations électriques.

De plus, YGEO a souscrit aux contrats suivants :

- Un contrat de suivi de la boucle géothermale a également été passé entre YGEO et la société GEOFLUID à partir du 02/01/2017. Ce suivi concerne le contrôle des éruptions en tête de puits géothermiques et comprend notamment :
 - o Le déclenchement d'un protocole d'intervention dans le cas d'une détection d'éruption non contrôlable par les moyens conventionnels.
- Un contrat de prestations de maintenance préventive de 2 ans sera également formalisé avec la société CARRIER pour les 6 pompes à chaleur mises en place sur le réseau.

Le tableau du suivi des contrôles effectués en 2016 par YGEO est joint en annexe 3.8.

3.4.4 Réseau de distribution

3.4.4.1 Descriptif sommaire du réseau de distribution

La gestion de l'exploitation suit deux principes :

- Optimisation de l'efficacité énergétique du réseau,
- Utilisation de la chaleur par l'abonné, notamment avec une maîtrise des températures de retour de chacun des bâtiments.

L'énergie thermique fournie par la centrale géothermique est distribuée via un réseau de tuyaux en acier carbone pré-isolés munis d'une isolation thermique en polyuréthane à haute densité et d'une couche externe de protection en polyéthylène rigide à haute densité. L'eau chaude est distribuée sur le réseau par 3 pompes PEC.

Pour cela, des vannes à pression différentielles ont été mises en place pour équilibrer le réseau et permettre une meilleure action des vannes de régulation.

L'ensemble des retours du réseau sud alimentant principalement le Fort de Rosny forment un 3^{ème} tube qui alimente en moyenne température l'ASL le Moleret. Aujourd'hui le fonctionnement est en cours d'optimisation par le délégataire afin de permettre le meilleur épuisement possible de ces retours et ainsi améliorer les températures retours globales du réseau et de favoriser la valorisation de géothermie. **Ce point d'amélioration est un enjeu majeur du réseau d'YGEO car il permettra de valoriser davantage de géothermie.**

3.4.4.2 Principaux travaux réalisés

2016 :

La chaufferie d'appoints-secours prévue rue de Rome à Rosny-sous-Bois et la création d'un troisième tube de liaison au réseau rue de Lisbonne ont engendré la nécessité de construction d'une chambre à vannes. Les travaux ont débuté le 22 août 2016 pour se terminer le 30 septembre 2016, seule la fin du tronçon de la rue Estienne d'Orves a été finalisé durant l'été 2017 permettant d'alimenter depuis la centrale géothermique les sous-stations de la ZAC de la Mare Huguet, le centre aquanautique, la médiathèque du Londeau et la maternelle Kergomard.

Nous pouvons également noter les principaux travaux suivants :

- Remplacement d'une vanne papillon,
- Remplacement de la canalisation gaz du réseau de l'ASL Le Moleret qui présentait une fuite.

Le coût des travaux représente 4 537 € HT.

Les travaux de développement du réseau ont été découpés en 5 secteurs géographiques.

- Secteur 1 (rue de Lisbonne vers Noisy-le-Sec),
- Secteur 2 (Boulevard Gabriel Péri – rue Mermoz),
- Secteur 3 (Golf – Boulevard Boissière),
- Secteur 4 (Raspail et Fort de Rosny),
- Secteur 5 (le Moleret).

2017 :

En 2017, YGEO a effectué les travaux suivants sur la boucle géothermale :

- Remplacement de l'huile, de la garniture et des roulements sur la pompe de réinjection suite à des bruits anormaux entendus en avril 2017,

- Démontage et remontage des échangeurs géothermaux pour reprise de fuite en mai 2017,
- Remplacement de la pompe de rinçage de la garniture en juin 2017,
- Reprise des supports de la pompe de réinjection en novembre 2017.

YGEO a également réalisé les principaux travaux suivants :

- Réparation de 3 fuites sur le réseau des Moleret,
- Remplacement de vannes réseau sur le réseau des Moleret,
- Remplacement du variateur de la pompe de la tranche 1 des Moleret,
- Réparation d'une chaudière au Fort de Rosny,
- Remplacement des détections gaz et incendie des chaufferies mises à disposition,
- Maintenance de la pompe de réinjection.

Dans son planning de travaux de la chaufferie rue de Rome, YGEO indique que l'année 2017 a principalement été consacrée à la consultation des entreprises (DCE) pour le Génie civil TCE, les lots techniques et les cheminées.

Les travaux de réalisation de la chaufferie gaz ont débuté en octobre 2017 (génie civil pour mise à disposition hydraulique hors d'eau, hors d'air). Cette étape doit se terminer au mois de mars 2018.

Enfin, le passage dans la rue d'Estienne d'Orves (128 m de réseau), qui permet de raccorder les sous-stations de ce secteur ainsi que les sous-stations de la Mare Huguet, a été réalisé en 2017. Le tableau suivant, fourni par YGEO dans son rapport annuel, permet de résumer les caractéristiques des extensions annuelles du réseau.

| 2017 | |
|-------------------------|--------------|
| DN100 | 67 |
| DN65 | 23 |
| DN50 | 37 |
| Total fin 2017 = | 128 |
| 2016 | |
| DN400 | 239 |
| DN300 | 487 |
| DN250 | 5 116 |
| DN200 | 1 329 |
| DN150 | 1 153 |
| DN125 | 185 |
| DN100 | 391 |
| DN80 | 114 |
| DN65 | 396 |
| DN50 | 338 |
| DN400 | 77 |
| Total fin 2016 = | 9 823 |

3.4.4.3 Pertes thermiques et rendements du réseau

Pertes du réseau pour l'année 2016 et année 2017 en cours :

| | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Production thermique (MWh) | 23 551 | 61 131 |
| Chaleur livrée (MWh) | 22 652 | 56 625 |
| Pertes réseau (%) | 3,8 | 7,4 |

Le contrat de DSP prévoyait un rendement du réseau de 92,2%. Comme nous pouvons le constater, les conditions de fonctionnement du réseau, qui se sont légèrement dégradées en 2017, se rapprochent fortement du fonctionnement prévu contractuellement par YGEO.

Densité thermique du réseau pour l'année 2016 et 2017 en cours :

| | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Chaleur livrée (MWh) | 22 652 | 56 625 |
| Longueur du réseau (ml) | 9 823 | 9 951 |
| Densité du réseau (MWh/ml) | 2,3 | 5,7 |

Au vu des tableaux précédents on remarque depuis 2016 :

- Une augmentation des pertes réseau,
- Une augmentation de la densité du réseau en 2016 puis une diminution en 2017.

En France, la densité thermique moyenne des réseaux récents se situe entre 3 et 6 MWh/ml.an¹. En 2016, le réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil se situait en dessous de la moyenne française. La faible densité du réseau de chaleur s'expliquait par des ventes de chaleur n'ayant débutée qu'au 1^{er} juin 2016 pour les abonnés ayant décidé de souscrire à l'offre transitoire proposée par YGEO. De plus, au cours d'une grande partie de cette période, les abonnés n'avaient besoin que d'eau chaude sanitaire dont les quantités restent bien inférieures au chauffage. La densité thermique de 2017 est comprise dans la moyenne haute française illustrant la montée en puissance du réseau.

3.4.5 Sous-stations

3.4.5.1 Caractéristiques des sous-stations

La distribution de l'énergie est assurée à partir de trois types de sous-stations :

- Sous-station dite « standard »,
- Sous-station dite « trois-tubes »,
- Sous-station avec chaufferie d'appoint.

Les sous-stations standards sont raccordées sur les conduites « aller et retour » du réseau de distribution. Les échangeurs sont dimensionnés pour respecter un pincement de 1 à 2° et des pertes de charges inférieures à 9 mCE pour les échangeurs dont la puissance est supérieure à 2MW et de 5 mCE pour les puissances inférieures.

¹ Donnée issue de la publication de juin 2014 : « Densité thermique » disponible sur le site de la Cerema à l'adresse <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/densite-thermique>

Les sous-stations trois tubes alimentent les bâtiments ayant des émetteurs de type « panneau de sol ». Fonctionnant sur un régime de température inférieur à celui des radiateurs standards, la température de retour des sous-stations alimentant des radiateurs standards peuvent suffire à assurer l'alimentation des panneaux de sol. Si ce n'est pas le cas, un appoint à ces retours est réalisé avec le réseau provenant de la centrale géothermique.

Au cours de la saison de chauffe, lorsque les moyens de production de chaleur de la centrale d'appoint/secours deviennent insuffisants pour assurer l'ensemble des besoins thermiques du réseau, les chaufferies d'appoint local existantes chez les abonnés sont progressivement sollicitées. Lorsqu'une chaufferie locale est allumée, l'échangeur de la sous-station se déleste du réseau et la chaufferie assure l'ensemble des besoins thermiques.

Au cours de l'exercice plusieurs sous-stations ont rencontré des difficultés d'exploitation, à savoir : La résidence Mermoz, Le fort de Rosny, Noisy le Sec Habitat, Mare Huguet – Lot les Estudines

Les problèmes rencontrés sont liés à :

- L'embouage et la vétusté du circuit secondaire,
- La mise en appoint automatique des chaudières gaz du Fort,
- Le déséquilibre du circuit secondaire de la sous-station de Noisy-le-Sec Habitat,
- Un défaut de conception sur le montage d'une vanne 3 voies sur le skid échangeur primaire de la Mare Huguet.

Les schémas de principe des sous-stations sont joints en annexe 3.9.

3.4.5.2 Etat des sous-stations

D'après les rapports de synthèse de sous-stations datant de juillet 2016 à février 2017 les sous-stations sont majoritairement en bon « état visuel » (propreté, présence de calorifuge, éclairage, peinture...). Les éléments de sécurité (consignes, extincteurs, détection gaz...) sont également présents sur les sites. Dans le cadre du contrôle de la DSP, des visites d'installations sont organisées annuellement. Le réseau ayant été mis en service récemment, les rapports de ces visites n'ont pas encore été produits.

3.4.6 Patrimoine raccordé

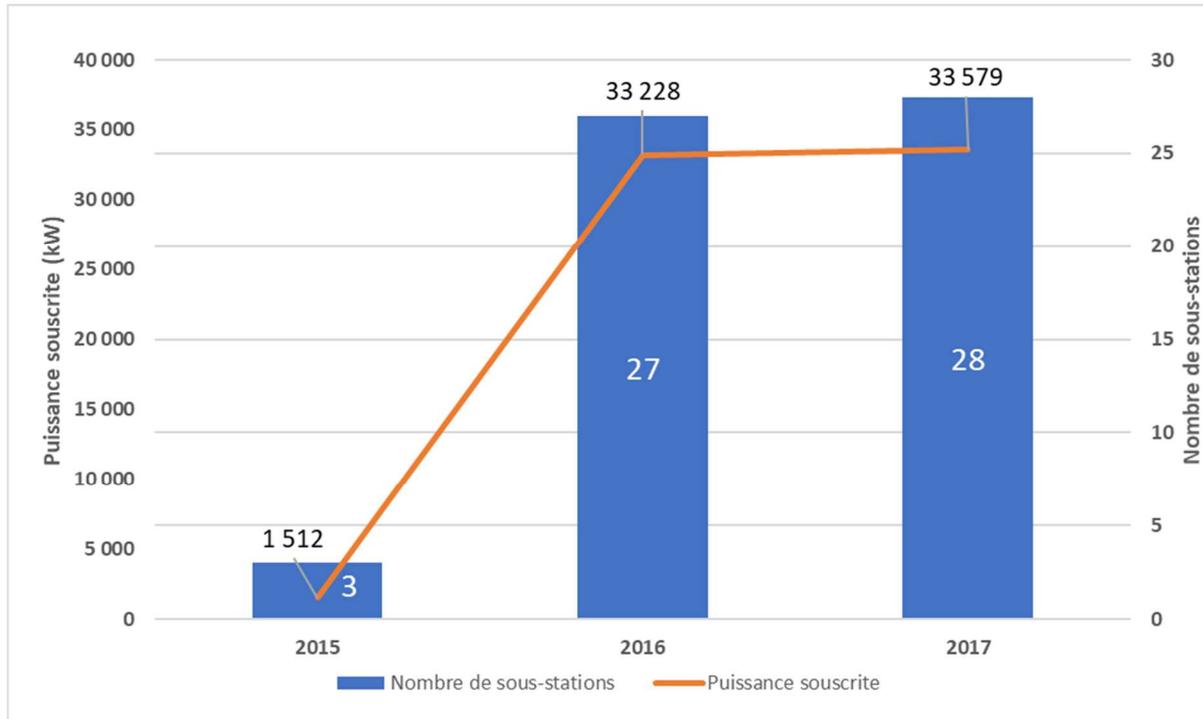
3.4.6.1 Evolution de la puissance souscrite et des ventes de chaleur

Le réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil a été mis en service en septembre 2016. La commercialisation a débuté en amont en 2014 avec 17 polices d'abonnement signées. Les années 2015 et 2016 illustrent la difficulté d'YGEO à commercialiser dû aux prix du gaz très compétitifs. Une augmentation de 28% des puissances souscrites entre 2016 et 2017 est constaté.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution du nombre de sous-stations, des puissances souscrites ainsi que l'énergie produite et vendue ces trois dernières années du démarrage du réseau de chaleur.

| | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|-------|--------|--------|
| Nombre de sous-stations ayant signé une police d'abonnement | 3 | 27 | 28 |
| Puissances souscrites (kW) | 1 512 | 33 228 | 33 579 |
| Chaleur livrée (MWh) | 381 | 22 652 | 56 625 |
| Production totale (MWh) | 478 | 23 551 | 61 131 |

Tableau 3 : Evolution de la puissance souscrite et des ventes de chaleur



Graphique 2 : Evolution du nombre de sous-stations et des puissances souscrites

Cette puissance souscrite de 34 MW correspond à 148 029 URF et à 73 GWh de consommation de référence. Ces valeurs représentent respectivement 76% du total d'URF prévu dans le contrat de DSP, 194 815 URF, hors La Redoute, et 75% de la consommation total prévue.

3.4.6.2 Adéquation des puissances souscrites

L'évolution des consommations réelles du réseau de chaleur est présentée dans le tableau ci-dessous :

| | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|------------|---------------|---------------|
| DJU | 2 095 | 2 367 | 2 166 |
| Consommation chauffage DJU réels (MWh) | | 17 893 | 52 469 |
| Consommation ECS DJU réels (MWh) | | 4 759 | 4 155 |
| Chaleur livrée avec DJU réels (MWh) | 381 | 22652 | 56 622 |
| Consommation totale ramenée à 2300 DJU (MWh) | 418 | 22 011 | 60 125 |

En ramenant la consommation totale réelle aux DJU contractuels de 2300, on remarque qu'elle est inférieure de 17% par rapport à la totalité des consommations de référence des abonnés raccordés. Ce phénomène est visible sur la plupart des abonnés possédant une chaufferie à combustible fossile qui passent à un fonctionnement au réseau de chaleur géothermique et il peut s'expliquer par les points suivants :

- Afin d'optimiser au mieux les réseaux de chaleur à base de géothermie, la courbe de chauffe des bâtiments est calculée pour délivrer 21°C dans les logements. Une augmentation des courbes de chauffe a un impact très défavorable pour la valorisation de la géothermie. A l'inverse, avec une chaufferie à combustible fossile, l'abonné peut augmenter sa courbe de chauffe avec seulement un faible impact sur le fonctionnement des installations et sur la facture.
- Lors des études de faisabilité, des rendements de chaudière sont estimés, à défaut de connaître les valeurs réelles, et leur impact est important sur la consommation de référence finale.
- Il se passe approximativement 3 ans entre l'estimation des consommations des prospects d'un nouveau réseau de chaleur et les premières livraisons de chaleur. Dans ce laps de temps, des réhabilitations et/ou des optimisations des réseaux secondaires peuvent être réalisées.
- Enfin, nous sommes dans une époque où la sensibilisation aux économies d'énergies est importante et que ce soit dans un but financier ou écologique, les consommations globales tendent à diminuer.

Les puissances théoriques de chaque sous-station ont été calculées à partir des consommations réelles de 2017 et 2018. Celles-ci ont été comparées aux puissances souscrites des polices d'abonnement.

Pour ces deux exercices, 15 sous-stations ont des besoins dépassant la puissance souscrite définie dans la police d'abonnement. A l'inverse 13 sous-stations semblent avoir des puissances souscrites sur-estimées, ne dépassant jamais plus de 50% d'écart. Au global, la puissance totale recalculée est supérieure d'environ 5% à la puissance totale souscrite ce qui indique une bonne corrélation entre les puissances délivrées par le réseau et les souscriptions des abonnés.

Certains abonnés présentent tout de même des écarts importants entre la puissance recalculée et leur puissance souscrite. Il sera nécessaire de proposer des rééquilibrages à plusieurs abonnés, tout en conservant l'équilibre global.

Dans ce cas, il sera nécessaire d'enregistrer les pics d'appel de puissance réels pour redéfinir la puissance à souscrire par l'abonné concerné.

3.4.6.3 Analyse des bâtiments et actions engagées pour favoriser les économies d'énergie

Types d'émetteurs :

Les principaux émetteurs présents sur le réseau secondaire sont des panneaux de sol, des radiateurs ou des convecteurs pour les régimes de températures principaux :

- | | |
|----------|----------|
| - 85/65, | - 70/50, |
| - 80/60, | - 65/45, |
| - 78/63, | - 60/30, |

L'eau chaude sanitaire dans les sous-stations du réseau secondaire est préparée en instantané, semi instantané ou à accumulation. C'est le cas notamment des sous-stations principales du réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil (l'ASL Le Moleret, Le Londeau F1&F4 et le Fort de Rosny).

Moyens mis en œuvre par YGEO pour améliorer la performance énergétique du réseau

YGEO a pour volonté de valoriser au maximum la géothermie du réseau et agit en tant que conseiller auprès de ses abonnés pour les encourager à mener des campagnes d'équilibrage ou des travaux pouvant permettre d'améliorer les températures de retour.

Pour y parvenir, YGEO a mis en place un outil interne permettant d'avoir une vue d'ensemble du fonctionnement des sous-stations et d'identifier rapidement celles qui ont des problèmes de pompage, de manque de débit ou de retours trop chauds. Grâce à cet outil YGEO a identifié certaines sous-stations comme étant pénalisantes dû à leurs températures retours trop élevées pour l'optimisation de la géothermie. Pour l'exercice 2017, elles sont les suivantes, pour lesquelles des solutions sont en cours d'étude :

- Londeau Logirep,
- Londeau Noisy-le-Sec Habitat,
- Centre Nautique,
- Le Fort H2,
- Le Fort H3.

De plus, YGEO conseille et encourage ses clients pour améliorer l'équilibrage de leurs installations, condition nécessaire pour diminuer les températures retours et valoriser davantage la ressource géothermique.

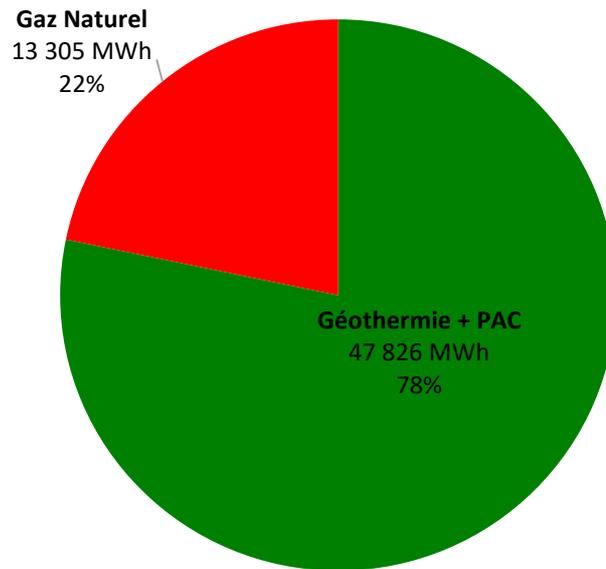
Enfin, YGEO veille régulièrement au bon équilibrage du réseau primaire, condition nécessaire car le réseau est alimenté par une géothermie et donc par des températures basses. Pour ce faire, YGEO encourage ses clients à mener des campagnes d'équilibrages ou des travaux dans le but de diminuer les températures retours du réseau et donc d'améliorer la valorisation de l'énergie géothermale et le fonctionnement des pompes à chaleur.

3.4.7 Bouquet énergétique et taux d'EnR

La répartition des quantités d'énergies nécessaires à la production pour l'exercice 2017 sont les suivantes :

| Répartition des productions (MWh utile) | 2017 |
|---|---------------|
| Géothermie + PAC | 47 826 |
| Chaufferies locales Gaz | 13 305 |
| Fioul | 0 |
| Total Production Thermique (MWh utile) | 61 131 |

| Bouquet énergétique (%) | 2017 |
|-----------------------------------|-------------|
| Géothermie + PAC | 78% |
| Chaufferies locales Gaz | 22% |
| Fioul | 0% |
| Total Production Thermique | 100% |



Graphique 3 : Mixité énergétique en 2017

Le taux de couverture (géothermie +PAC) pour l'exercice 2017 est de 78% cependant, il est souvent plus intéressant de mettre en avant le taux d'Energies Renouvelables et de Récupération (EnR&R), qui est utilisé par l'ADEME et le service des impôts pour fixer le taux de TVA de la facturation demandée aux abonnés.

Taux de couverture : ce taux correspond à la part couverte par les énergies renouvelables dans le mix énergétique de la production de chaleur du réseau. Pour le réseau d'YGEO, cela concerne l'énergie provenant de la géothermie et la pompe à chaleur (PAC).

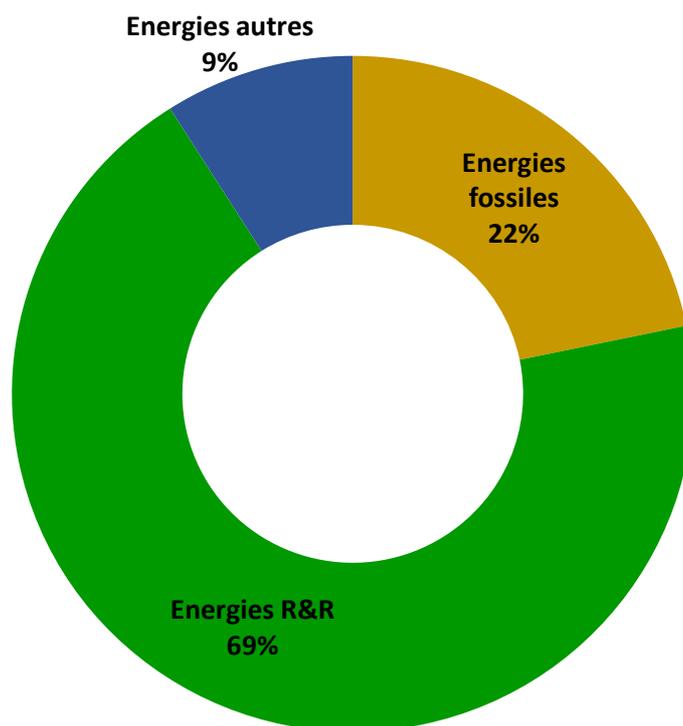
Taux d'EnR&R : ce taux correspond au taux de couverture ci-dessus défini auquel il est soustrait la part d'énergie fossile nécessaire au fonctionnement de la production de chaleur provenant d'énergie renouvelable ou de récupération. Pour le réseau d'YGEO, cela concerne la consommation électrique de la PAC.

Ce taux d'EnR&R est déterminé selon l'article 279b decies du Code Général des Impôts. Les énergies utilisées par les réseaux de chaleur (dites « primaires ») sont classées en 3 types (celles relatives au cas d'ArGéo sont en gras) :

- Energies fossiles : Charbon, Fiouls lourd et domestiques, GPL, **Gaz Naturel**,
- Energies R&R : Biomasse, Gaz renouvelable et de récupération, Chaleur industrielle, Chaleur des UIOM, **Géothermie**, Solaire thermique et **les parts renouvelables** des cogénérations, d'interconnexions de réseau de chaleur et **des pompes à chaleur**,
- Energies Autres : Chaudières électriques et **les parts non renouvelables** des cogénérations, d'interconnexions de réseau de chaleur et **des pompes à chaleur**.

Lorsque le taux d'EnR&R est supérieur à 50%, l'exploitant du réseau de chaleur peut appliquer un taux de TVA réduit de 5,5% sur les consommations d'énergie calorifique.

Le graphe suivant présente la répartition exigée par l'article 2779b decies du Code Général des Impôts pour la détermination du taux d'EnR :

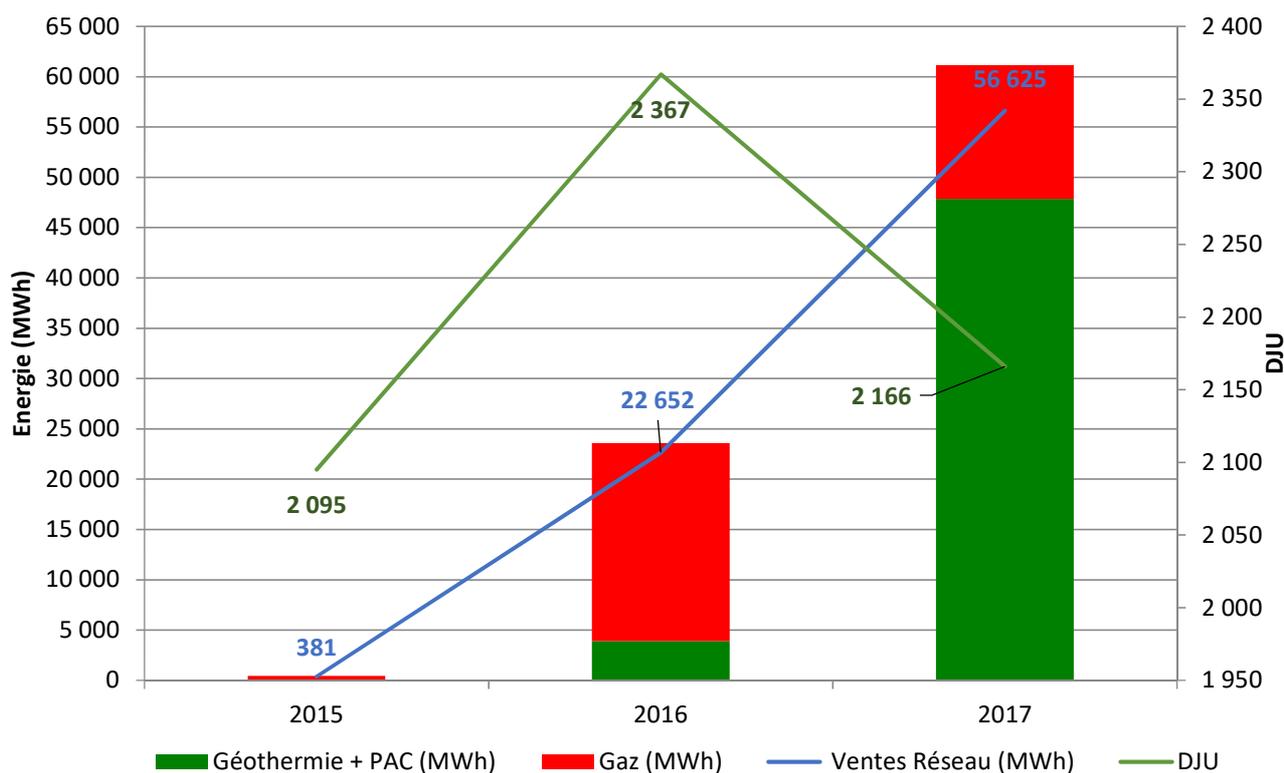


Graphique 4 : Répartition du taux d'EnR pour l'exercice 2017

L'évolution du bouquet énergétique du réseau de chaleur d'YGEO entre 2015 et 2017 est le suivant :

| Bouquet énergétique (MWh utile) | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|-------------|---------------|---------------|
| Géothermie + PAC | 0 | 3 881 | 47 826 |
| Gaz | 448 | 19 670 | 13 305 |
| Fioul | 30 | 0 | 0 |
| Total Production Thermique (MWh utile) | 478 | 23 551 | 61 131 |
| Total chaleur livrée (MWh) | 381 | 22 652 | 56 625 |
| Pertes réseaux | 20,3% | 3,8% | 7,4% |
| Bouquet énergétique (%) | 2015 | 2016 | 2017 |
| Géothermie + PAC | 0 | 16 | 78 |
| Gaz | 94 | 84 | 22 |
| Fioul | 6 | 0 | 0 |
| Total Production Thermique | 100 | 100 | 100 |

Tableau 4 : Evolution des ventes et production du réseau



Graphique 5 : Evolution de la production et des ventes depuis 2015

En 2015, seul le lot 6 de la ZAC de la Mare Huguet était alimenté par YGEO grâce à une chaufferie provisoire fioul puis gaz, installée au niveau de la ZAC. De janvier à juin 2016, les lots 2 et 3 ont également été alimentés par YGEO grâce à la chaufferie fioul. A partir de juin 2016, les sous-stations ayant souscrites à YGEO ont été fournies en ECS grâce à leurs chaudières locales puis ont progressivement été raccordées au réseau de chaleur. Le début de la saison de chauffe a débuté le 2 novembre 2016.

Consommations totales (chauffage et ECS) :

| Saison | DJU | Consommations totales (MWh utiles) |
|--------|------|------------------------------------|
| 2015 | 2192 | 381 |
| 2016 | 2372 | 22 652 |
| 2017 | 2246 | 56 621 |

Tableau 5 : Evolution des consommations ECS et chauffage depuis 2015

L'écart de consommations totales s'explique par l'augmentation du nombre de bâtiments raccordés. En 2015, seule la ZAC de la Mare Huguet était alimentée. Pour l'année 2016, 14 abonnés étaient reliés au réseau de chaleur. De plus, la répartition chauffage et ECS n'est pas connue pour l'exercice 2015.

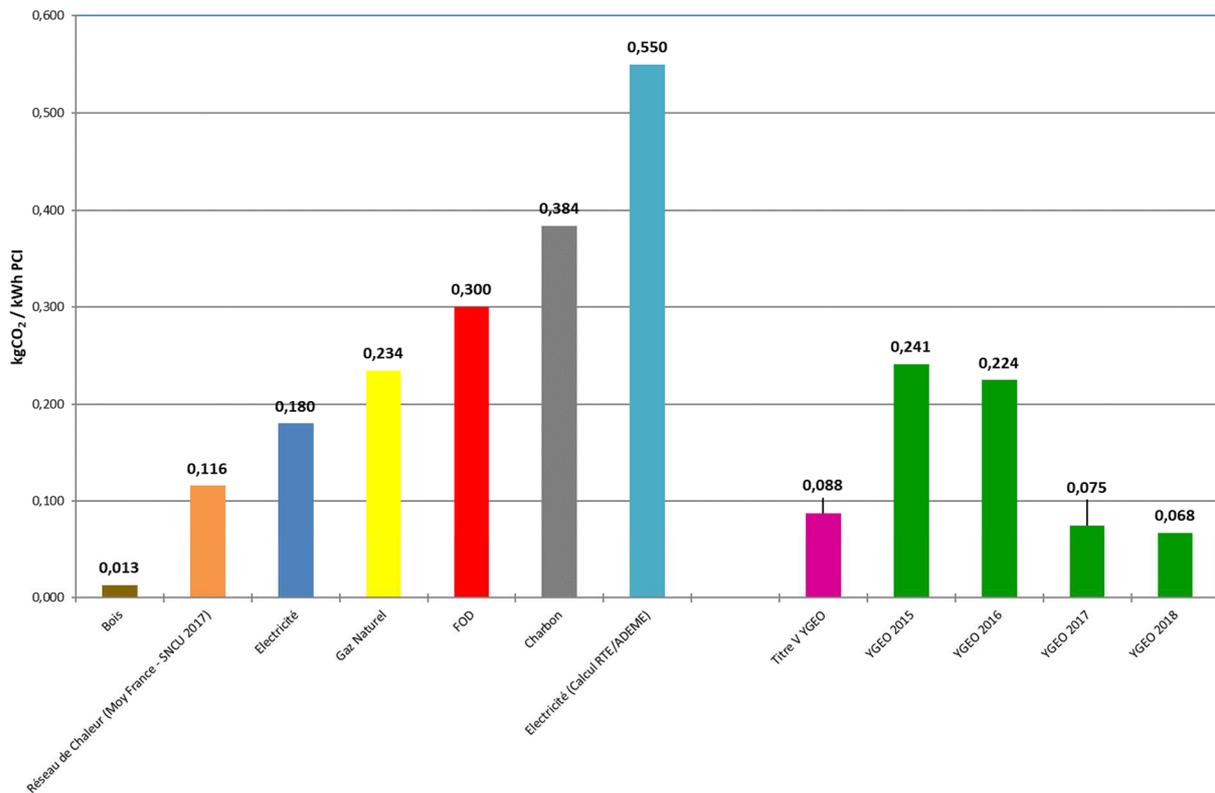
Comparaison du taux d'EnR réel au contractuel :

Le taux de couverture géothermie + PAC de l'année 2017, 78%, est largement supérieur au taux prévu contractuellement, 63,2%. Les points suivants justifient cet écart :

- 1) Le contrat de DSP prévoyait des ventes thermiques à hauteur de 112 427 MWh utiles en 2017 (comprenant les besoins de l'ASL la Redoute qui a depuis refusé ce raccordement), soit 99% de plus que les ventes réelles de 2017. Cette tendance est également observée sur la quantité de chaleur produite, 121 914 MWh selon le contrat de DSP contre 61 130 MWh réels.
La quantité de géothermie contractuelle (51 162 MWh) est également plus importante que celle produite en 2017 (42 324 MWh), mais d'une manière moindre (+21%).
- 2) Les conditions de fonctionnement réelles du doublet géothermale sont proches de celles prévues contractuellement. Les hypothèses du plan d'affaires prévoient en effet un débit géothermal de 320 m3/h et une température de 62°C en tête de puits. Les conditions réelles du puits permettent d'extraire 330 m3/h à 59°C.

Ces données montrent l'intérêt de densifier le réseau de chaleur d'YGEO qui possède encore suffisamment de ressource EnR pour conserver un taux d'EnR important tout en augmentant les quantités de chaleur vendues.

3.4.8 Evolution du contenu CO₂ du réseau



Graphique 6 : Evolution et comparaison du contenu CO₂ d'YGEO par rapport aux autres sources d'énergies

Le contenu en CO₂ du réseau Rosny-sous-Bois, Noisy le Sec et Montreuil pris comme référence par les pouvoirs publics a été déterminé par une procédure Titre V. **La valeur retenue par les pouvoirs publics par l'agrément n° RT2012-R-2015-07 en date du 17 décembre 2015 est de 0,088 kg eq/ CO₂/kWh utile.**

Le graphique ci-dessus illustre l'évolution du contenu CO₂ du réseau de chaleur d'YGEO et le compare au titre V et au contenu CO₂ moyen des autres réseaux de chaleur en France. Le contenu CO₂ pour l'exercice 2017 est de **0,075 kg eq/ CO₂/kWh utile. Cette valeur respecte celle défini par le titre V avec une diminution de 67% par rapport à l'exercice 2016.**

L'électricité est représentée par deux résultats. Le premier de 180 g CO₂/kWh concerne le contenu CO₂ de la production totale d'électricité en France pour le chauffage. Le deuxième résultat, beaucoup plus important, représente le contenu CO₂ de la production d'électricité uniquement sur les mois où les besoins en chauffage existent. Cette valeur est très grande car durant ces mois dont la rigueur climatique est importante, la production d'électricité à l'aide des centrales nucléaires ne suffit plus à la France. Dans ce cas des appoints sont réalisés avec des centrales de production au gaz ou autres énergies fossiles qui produisent du CO₂.

Enfin, le bois est la seule source d'énergie dont le contenu CO₂ est inférieur au réseau d'YGEO. Cependant, l'utilisation de ce combustible implique une production d'autres polluants tels que l'oxyde d'azote, également toxique.

3.5 AUDIT ECONOMIQUE

3.5.1 Analyse du compte d'exploitation

Le compte d'exploitation est fourni par le délégataire pour refléter l'activité économique du réseau de chaleur.

D'une manière générale, l'équilibre économique d'un réseau repose sur un principe simple : les charges proportionnelles doivent être couvertes par des recettes proportionnelles et les charges fixes par des recettes fixes.

Les charges proportionnelles recouvrent la part P1, c'est-à-dire la fourniture de combustible.

Les charges fixes recouvrent :

- P2 : l'entretien et la conduite des installations ;
- P3 : la garantie totale et le renouvellement du matériel ;

Il s'agit donc pour atteindre l'équilibre économique de prévoir ces charges pour les répercuter sur les tarifs pratiqués :

- R1 : part proportionnelle – Prix payé par l'abonné pour sa consommation de chauffage et d'ECS ;
- R2 : part fixe – Abonnement payé par l'abonné pour les charges fixes.

Le compte d'exploitation d'YGEO se présente de la façon suivante :

- **Les recettes comprenant :**

- Vente de chaleur (R1),
- Abonnements (R2),
- Droits de raccordement,
- Productions immobilisées,
- Autres produits.

- **Les charges comprenant :**

- Charges d'énergie (P1),
- Charges d'entretien courant (P2),
- Charges d'exploitation (P2, P3, personnel, redevance due à la Ville, eau),
- Autres charges (dotation aux amortissements, Charges relatives aux investissements, Impôts et taxes, assurances, charges financières et exceptionnelles).

Remarque :

Le compte de résultat complet pour l'année 2017, étant en cours de finalisation de la part d'YGEO il ne sera pas présenté dans la suite du rapport. Cependant, les montants liés aux ventes et aux abonnements ont été estimés et pourront être validés par YGEO avec le rapport annuel de 2017.

- **Redevances au SIPPAREC**

Ces redevances, au nombre de trois, sont reversées par le délégataire au SIPPAREC. Les dates d'échéances, les montants à verser et les révisions applicables sont définies dans le contrat de délégation de service public.

Redevance de contrôle :

Versée chaque trimestre par YGEO au SIPPAREC, cette redevance correspond aux frais occasionnés par le contrôle exercé par le Syndicat sur YGEO. Elles sont évaluées annuellement à :

- 300 000 € HT pendant les trois premières années d'exploitation, correspondant à la phase de réalisation des investissements de premier établissement,
- 250 000 € HT à partir de la quatrième année en phase d'exploitation.

Cette redevance est révisée annuellement à la date anniversaire de versement de la première échéance selon la formule :

$$R = R_0 \frac{I}{I_0} \text{ avec}$$

- R_0 : montant de la redevance pour frais de contrôle à la date de notification de la DSP soit le 15/01/14
- I_0 : Le dernier indice SYNTEC publié à la date de notification de la convention de DSP
- I : Le dernier indice SYNTEC publié à la date de révision

Redevance d'occupation domaniale :

Chaque année, YGEO verse au SIPPAREC une redevance d'occupation domaniale au titre du réseau de chauffage qui est fixée à 0,10 € HT/ml de réseau.an et révisée annuellement et pour la première fois le 1^{er} janvier 2015 selon la formule suivante :

$$R = R_0 \frac{I}{I_0} \text{ avec}$$

- R_0 : Montant de la redevance d'occupation du domaine public au titre du réseau de chaleur à la date de notification de la DSP soit le 15/01/14
- I_0 : L'indice TP01 publié à la date de notification de la convention de DSP
- I : Le dernier indice TP01 publié à la date de révision

Redevance des frais d'études :

Cette redevance correspond aux frais engagés par le SIPPAREC pour l'étude de faisabilité relative à la conception et à la réalisation d'un doublet de géothermie au DOGGER, ainsi que la création et l'exploitation du réseau de distribution et de livraison de l'énergie thermique ; particulièrement :

- Réaliser l'étude de faisabilité et fournir les éléments techniques du dossier,
- Monter le dossier de permis minier.

Cette redevance est fixée à 161 000 € TTC et payée dans les six mois suivant l'entrée en vigueur de la convention de DSP.

La synthèse du compte d'exploitation du réseau d'YGEO est donné ci-dessous :

| | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|------|--------|--------|
| Géothermie + PAC (MWh) | 0 | 3 881 | 47 826 |
| Chaudières Gaz (MWh) | 448 | 19 670 | 13 305 |
| Chaudière provisoire fioul (MWh) | 30 | 0 | 0 |
| TOTAL Production thermique (MWh) | 478 | 23 551 | 61 131 |
| TOTAL énergie livrée (MWh) | 381 | 22 652 | 56 625 |

| | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---------------|---------------|--------------|
| Produits d'exploitation | | | |
| Vente de chaleur (k€HT) | - | 546 | 1 442 |
| Abonnements (k€HT) | - | 1 396 | 3 766 |
| Droits de raccordements (k€HT) | - | 20 | 21 |
| Production immobilisées (k€HT) | 13 400 | 15 518 | - |
| Autres produits (k€HT) | - | 10 | - |
| TOTAL Produits d'exploitation (k€HT) | 13 400 | 17 491 | 5 229 |
| Charges d'exploitation | | | |
| P1 | | | |
| TOTAL Charges P1 (k€HT) | - | 1 016 | 1 499 |
| P2 - Entretien courant | | | |
| TOTAL Charges P2 (k€HT) | 5 | 285 | 567 |
| P2 - Autres charges | | | |
| TOTAL P2 - Autres charges (k€HT) | 13 441 | 15 722 | 721 |
| P3 grosses réparations et renouvellement | - | - | - |
| TOTAL P3 (k€HT) | - | 5 | - |
| TOTAL Charges d'exploitation (k€HT) | 13 446 | 17 023 | 2 787 |
| Résultat brut d'exploitation (k€HT) | - 46 | 465 | 2 441 |

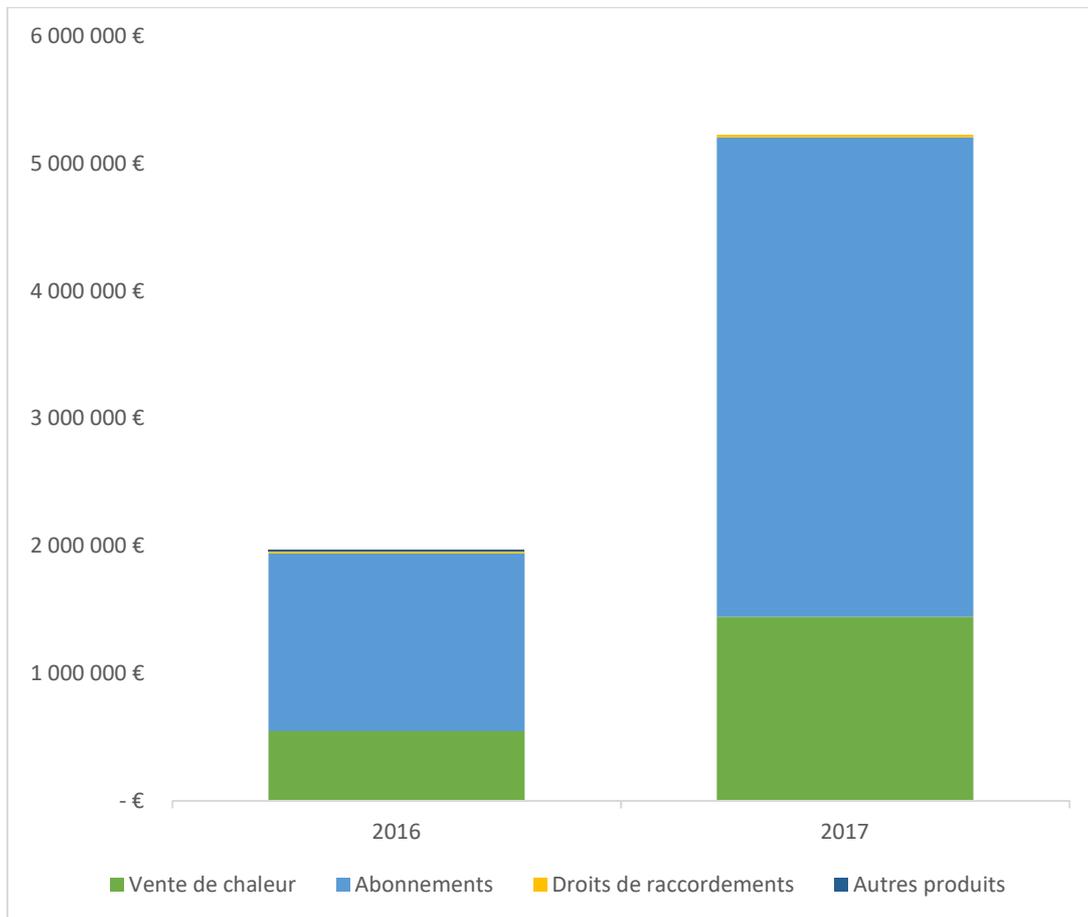
Tableau 6 : Synthèse du compte d'exploitation

En 2015, il n'a pas été facturé d'énergie à la ZAC de la Mare Huguet en raison d'une absence de contrôle réglementaire des compteurs de chaleur présents en sous-station. Ceci explique le résultat brut d'exploitation négatif à hauteur de -45€ HT.

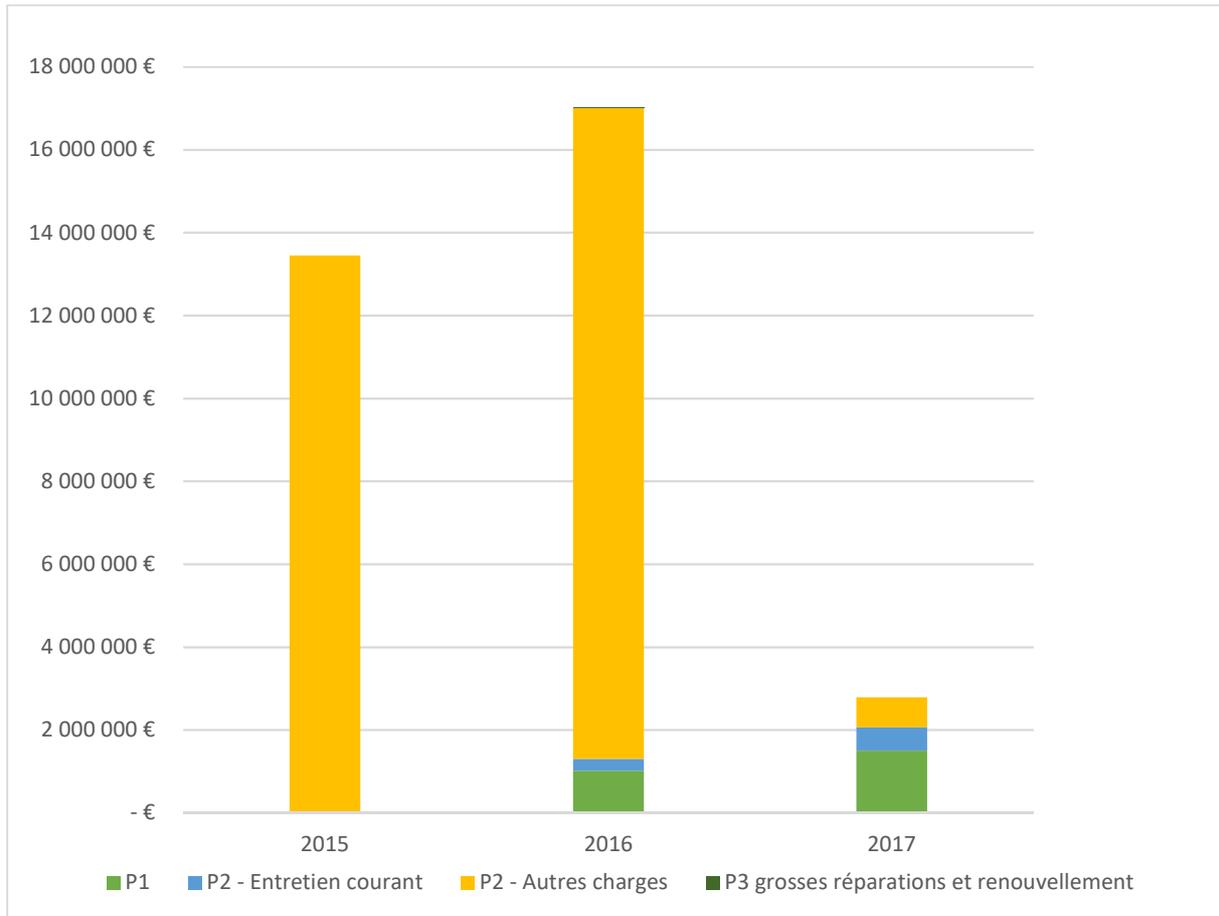
L'année 2016 marque la première année de fourniture de chaleur mais le réseau est encore considéré en phase travaux. Ainsi, en raison de validation de tarifs, du retour tardif de certaines polices d'abonnement, YGEO n'a pas facturé de chaleur en 2016. Les produits d'exploitation présent ci-dessus correspondent à des provisions et sont indiqués pour un total de 23 033 MWh livrés correspond à la chaleur fournie en 2015 et 2016.

En 2017, l'augmentation du nombre d'abonné a permis au chiffre d'affaires (R1 et R2 uniquement) d'être multiplié par 2,7.

Les deux premières années d'exploitation illustrent l'équilibre du projet avec des charges inférieures aux chiffres d'affaires permettant un résultat brut d'exploitation positif.



Graphique 7 : Répartition de la part « produit » pour 2016 et 2017 hors productions immobilisés



Graphique 8 : Répartition de la part « charges » du compte d'exploitation d'YGEO hors dépenses d'investissement

3.5.2 La structure tarifaire, la tarification et régime fiscal appliqué

3.5.2.1 Structure tarifaire

Les abonnés du réseau d'YGEO sont soumis à une tarification binomiale :

- R1 correspondant à la consommation d'énergie de l'abonné (part variable),
- R2 correspondant à l'abonnement (part fixe).

3.5.2.1.1 Le terme R1

Le R1 est l'élément proportionnel (exprimé en €/MWh) représentant le coût des combustibles ou autres sources d'énergie réputées nécessaires, en quantité et en qualité, pour assurer la fourniture d'un MWh destiné au chauffage des locaux ou d'un mètre cube d'eau chaude sanitaire.

Il comprend le coût de l'énergie électrique de la centrale de géothermie, et peut intégrer également les charges annexes liées aux combustibles, y compris les taxes fiscales et parafiscales (TICGN, ...), les frais d'élimination des produits et résidus de combustion et de mise en décharge, les abonnements et locations de poste gaz, les additifs antigel ou réducteurs de pollution, etc.

L'élément proportionnel R1 est indexé selon la formule suivante :

$$R1 = a \times R1_{\text{géo}} + b \times R1_{\text{gaz décentralisé PEG}} + c \times R1_{\text{gaz décentralisé PEG pour T3}}$$

Les redevances R1, représentatives des coûts des combustibles, sont réactualisées sur la base d'une somme pondérée de paramètres qui correspond respectivement à :

- a : Taux de couverture géothermique + PAC : 63,2 %
- b : Taux de couverture des chaufferies d'appoint et secours gaz décentralisé PEG : 30,4 %
- c : Taux de couverture des chaufferies d'appoint et secours gaz décentralisé PEG pour T3 : 6,4%

avec $a + b + c = 1$

Les coefficients a, b et c sont fixes et indépendants de la mixité réelle constatée.

Le R1 est révisé mensuellement avec les dernières valeurs connues des indices au dernier jour du mois considéré pour la facturation selon la méthode suivante :

Valeur initiale : $R1_u = 25,66 \text{ € HT / MWh livré en sous-station, au 26 juin 2013.}$

Evolution de l'indice de révision :

| | |
|--------------------------|---|
| Valeurs initiales | <p><u>Au titre du R1gé0 :</u></p> $R_1 G_{\text{gé0}} = R_1 G_{\text{gé0}_0} \times \left(\frac{EL}{EL_0} \right)$ <p> $R_1 G_{\text{gé0}_0} = 10,34 \text{ €/MWh}$ EL : Indice Electricité moyenne tension, tarif vert publié par Le Moniteur sous la référence 351107 $EL_0 = 122,8$ (valeur connue au 26 juin 2013) </p> <p><u>Au titre du R1gaz décentralisé PEG :</u></p> $R_1 G_{\text{gaz décentralisé PEG}} = R_1 G_{\text{gaz décentralisé PEG}_0} \times \frac{G}{G_0}$ <p>Prix du R1 Gaz décentralisé PEG₀ au 26 juin 2013 soit 51,55 €HT/MWh</p> <p><u>Au titre du R1gaz décentralisé PEG T3 :</u></p> $R_1 G_{\text{gaz décentralisé PEG pour T3}} = R_1 G_{\text{gaz décentralisé PEG pour T3}_0} \times \frac{G}{G_0}$ <p> $R_1 G_{\text{gaz décentralisé PEG pour T3}_0} = 53,94 \text{ €HT/MWh}$ Avec : </p> $G = G_0 + \frac{(\text{Terme fixe} - \text{Terme fixe}_0)}{Q} + PEG_{MA} - PEG_{MA0} + PVD - PVD_0 + \sum(\text{Taxes} - \text{contributions} - \text{redevances} - \text{Impôts}) - \sum(\text{Taxes} - \text{contributions} - \text{redevances} - \text{Impôts})_0$ <p>Avec</p> <p>PVD : part variable de distribution qui représente les coûts proportionnels d'acheminement</p> <p>Q : la quantité prévisionnelle de gaz consommée en MWh PCS par an</p> |
|--------------------------|---|

3.5.2.1.2 Le terme R2

Le R2 représente la part fixe ou « abonnement » du coût de la chaleur facturé aux abonnés. Il comprend les éléments suivants :

- R21 : le coût de l'énergie électrique utilisée par les auxiliaires pour assurer le fonctionnement des installations primaires.
- R22 : le coût des prestations de conduite, de petits entretiens nécessaires pour assurer le fonctionnement des installations primaires.
- R23 : le coût du renouvellement et du gros entretien des installations.
- R24 : le coût des frais de financement et l'amortissement du programme de travaux de premier établissement de la présente Convention.
- R25 : la répercussion des subventions d'équipement perçues par le délégataire, amortis de la même façon que les biens correspondants.
- R26 : la répercussion des produits de l'activité (recettes de vente d'électricité, de certificats d'économie d'énergie, de quotas...)

Le R2 est calculé tel que $R2 = R21 + R22 + R23 + R24 + R25 + R26$.

La partie fixe R2 est répartie mensuellement entre les usagers en fonction des URF qui leur sont affectés.

| Critères d'attribution des URF | | | | | |
|--|--------|------|-----------|-----------|-------|
| Catégorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Libellé critère | Public | Lgts | > RT 2005 | Tertiaire | Autre |
| Coefficient puissance souscrite chauffage et ECS | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Puissance souscrite ECS | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| URF/kW chauffage souscrit | 4 | 4,1 | 6,8 | 4 | 4 |
| URF/kW ECS souscrit | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| HE chauffage | 2000 | 2250 | 1600 | 2000 | 2400 |
| HE ECS | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |

Tableau 7 : Critères d'attribution des URF selon le type de bâtiment

Le R2 est révisé mensuellement avec les dernières valeurs connues des indices au dernier jour du mois considéré pour la facturation.

Le détail de la révision est le suivant :

Valeurs initiales :

$R2_0 = 26,06 \text{ € HT / URF}$, au 26 juin 2013 avec :

- R210 = 0,30 € HT / URF
- R220 = 15,40 € HT / URF
- R230 = 1,63 € HT / URF
- R240 = 13,34 € HT / URF
- R250 = - 4,62 € HT / URF.

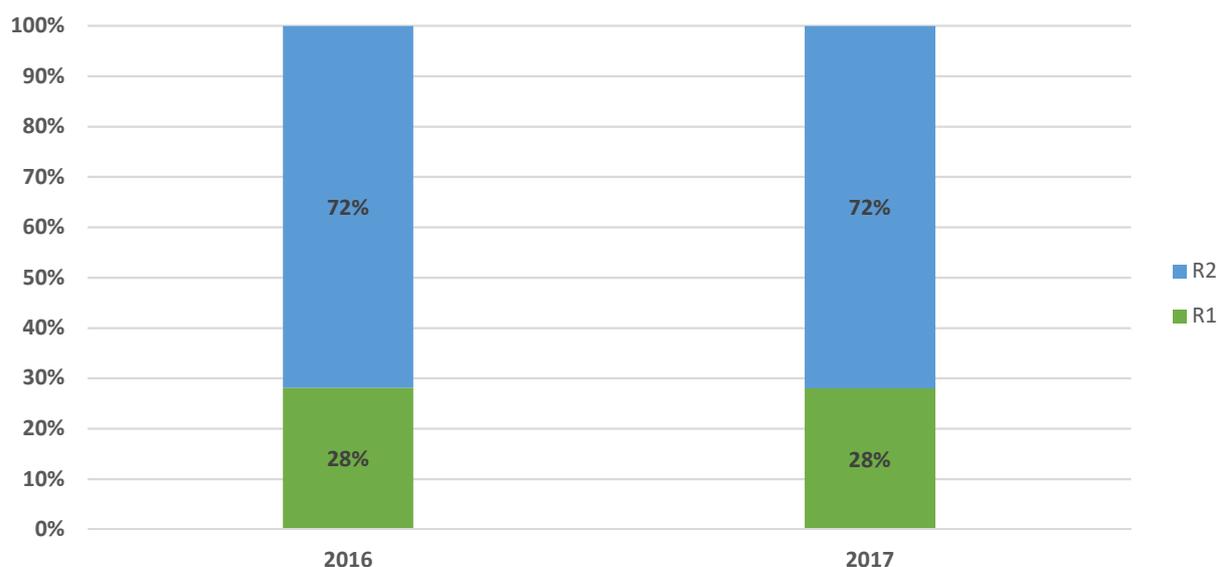
Evolution de l'indice de révision :

| | |
|---|--|
| <p>Valeurs initiales</p> | $R21 = R21_0 \times \left(a + b \times \frac{El}{El_0} \right)$ <p>Avec a = 0 et b = 1 R210 : 2,30 €HT / URF</p> <p>EL : Indice Electricité moyenne tension, tarif vert publié par Le Moniteur sous la référence 351107 EL 0 = 122,8 (valeur connue au 26 juin 2013)</p> $R22 = R22_0 \times \left(a + b \times \frac{ICHT - IME}{ICHT - IME_0} + c \times \frac{FSD2}{FSD2_0} \right)$ <p>Avec a=0,1, b=0,3 et c=0,6 R220 : 15,40 €HT / URF</p> <p>ICHT-IME : Indice « Cout horaire du travail révisé tous salariés – Industries mécaniques et électriques » publié par Le Moniteur des Travaux Publics hors effet CICE ICHT-IME0 = 111,6 (valeur connue au 26 juin 2013)</p> <p>FSD2 : Indice « Frais et services divers » calculé et publié par le Moniteur des Travaux Publics (base 100 en juillet 2004) FSD20 = 127,8 (valeur connue au 26 juin 2013)</p> $R23 = R23_0 \times \left(0,10 + 0,80 \times \frac{BT40}{BT40_0} + 0,10 \times \frac{FSD2}{FSD2_0} \right)$ <p>R230 : 1,63 €HT / URF</p> <p>BT 40 : Indice « Chauffage central » publié par Le Moniteur des Travaux Publics BT 400 = 1018,1 (valeur connue au 26 juin 2013) Le terme R24 n'est pas révisé.</p> $R25 = -4,62 \times \frac{Subventions_notifiées}{6004297,61}$ <p>avec 6 004 297,61 € subventions d'équipements définies dans la convention de DSP</p> <p>Subventions notifiées = 6 843 945 € HT</p> <p>Ainsi le terme R25 = -5,27 € HT / URF.</p> |
| <p>Changement de base de l'indice BT40</p> | <p>BT 40 : Indice « Chauffage central » publié par Le Moniteur des Travaux Publics (Base 100 – 1974) BT 40 = 1023,0 (dernière valeur connue – Août 2014) BT 40 - Indice « Chauffage central » publié par Le Moniteur des Travaux Publics (Base 100 – 2010) = 104,4 (première valeur connue – Septembre 2014) BT 40₀ = 103,40 (valeur du coefficient de raccordement = 9,8458)</p> |

3.5.2.2 Evolution annuelle des composantes tarifaires

| Désignation | Unité | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|
| Chaleur totale facturée | MWh/an | 381 | 23 826 | 56 625 |
| R1 | <i>k€HT</i> | - € | 546 | 1 442 |
| R2 | <i>k€HT</i> | - € | 1 396 | 3 766 |
| TOTAL R1 R2 | <i>k€HT</i> | - € | 1 942 | 5 208 |

Tableau 8 : Bilan des ventes R1 et R2



Graphique 9 : Structure tarifaire

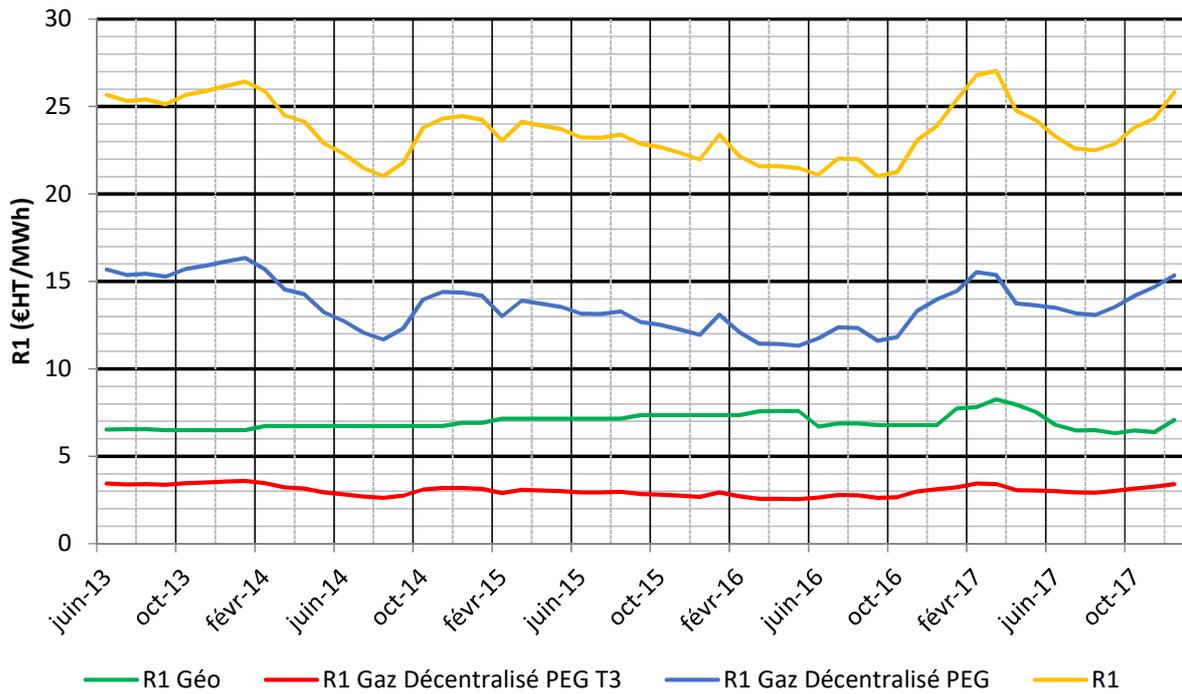
Pour 2016 et 2017, la répartition des termes R1 et R2 est la suivante :

- La part variable R1 représente 28% des ventes,
- La part fixe R2 représente 72% des ventes.

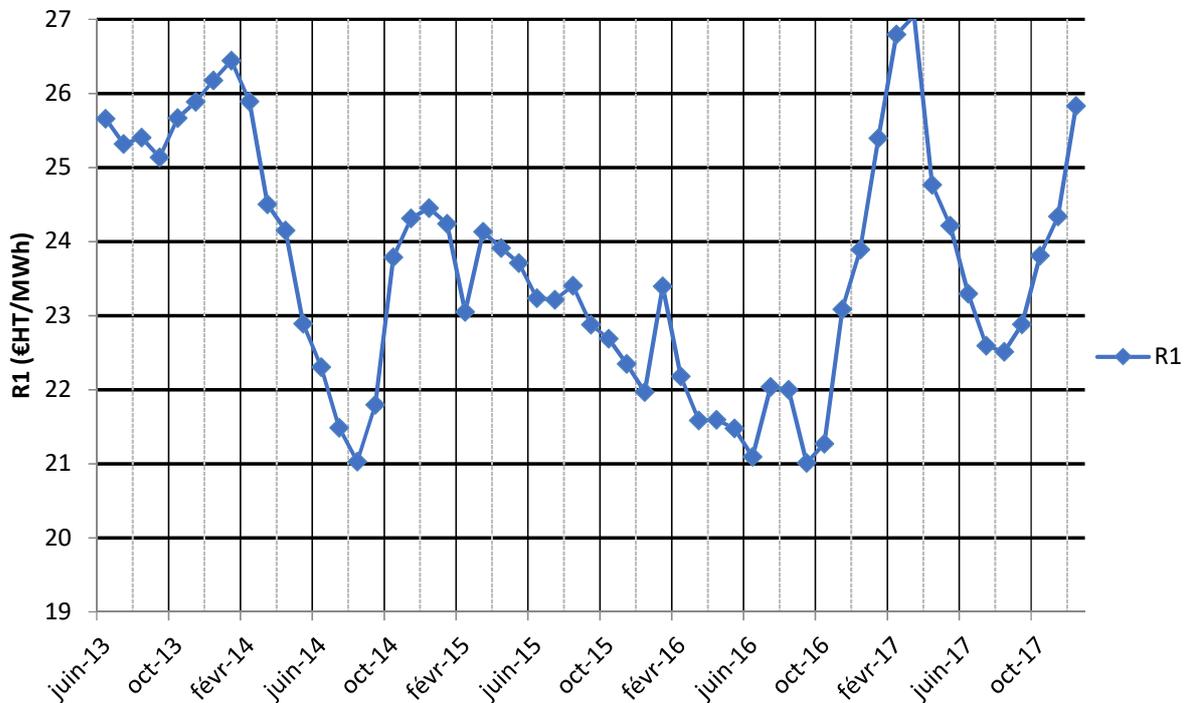
Le graphique ci-dessus semble indiquer le poids des abonnements dans la structure tarifaire. Cependant, le nombre d'abonné ayant augmenté de 36% entre 2016 et 2017 le graphique ne permet pas d'illustrer l'importance de la rigueur climatique sur l'augmentation de la part R1.

3.5.2.3 Evolution mensuelle des composantes tarifaires

3.5.2.3.1 Terme R1



Graphique 10 : Décomposition du terme R1



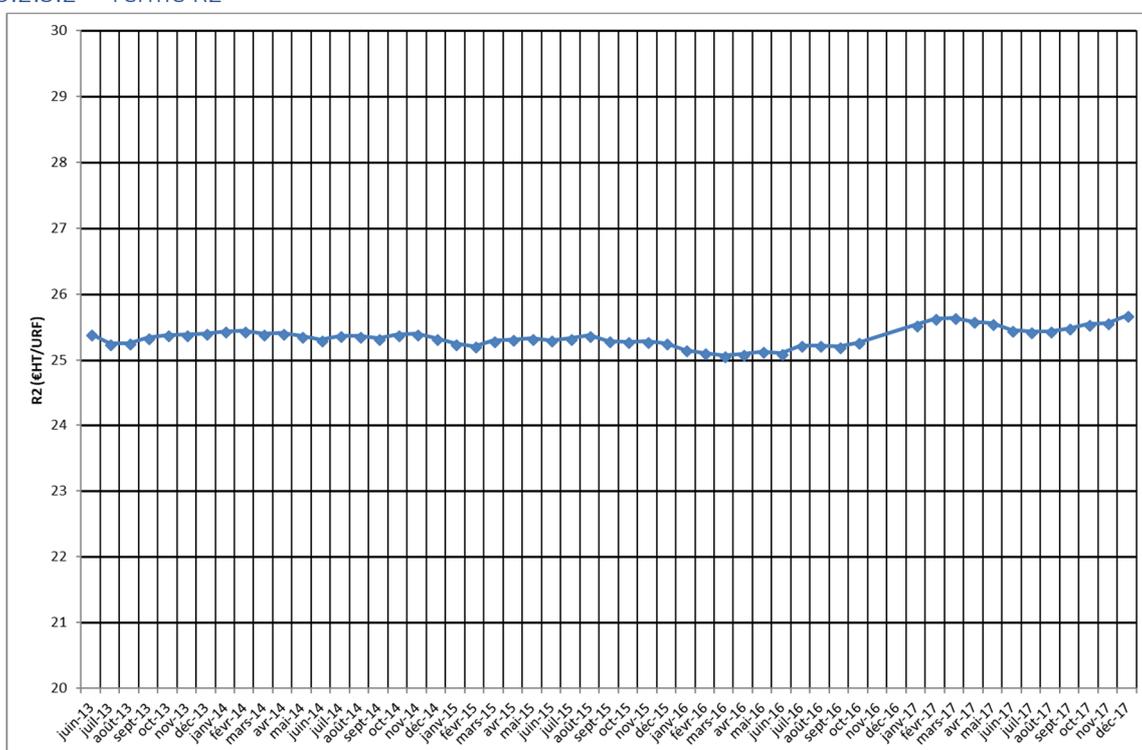
Graphique 11 : Evolution du terme R1 depuis la notification de la DSP

| | Marché | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|
| R1 moyen | 25,66 € | 25,61 | 23,59 | 23,23 | 22,05 | 24,50 |
| Evolution N-1 | | -0,2% | -7,9% | -1,5% | -5,1% | 11,1% |
| Evolution Marché | | -0,2% | -8,1% | -9,5% | -14,1% | -4,5% |

Tableau 9 : Evolution du coût unitaire moyen annuel du terme R1 depuis la signature de la DSP

Le terme R1 a diminué d'environ 5% par rapport au prix moyen du marché depuis la signature de la délégation de service public. Cependant, il a augmenté de plus de 11% par rapport à 2016. Cette évolution s'expliquant par la variation du terme R1 gaz décentralisé lié au prix de la molécule de gaz naturel sur le marché.

3.5.2.3.2 Terme R2



Graphique 12 : Evolution du terme R2 depuis la signature de la DSP

| | Marché | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R2 moyen | 25,43 € | 25,35 | 25,38 | 25,30 | 25,20 | 25,55 |
| Evolution | | -0,3% | 0,1% | -0,3% | -0,4% | 1,4% |
| Evolution Marché | | -0,3% | -0,2% | -0,5% | -0,9% | 0,5% |

Tableau 10 : Evolution du coût unitaire moyen annuel du terme R2 depuis la signature de la DSP

Le terme R2 est indépendant de la mixité énergétique du réseau de chaleur. Il comprend les coûts liés à la fourniture de l'énergie aux abonnés. Le terme R2 reste stable sur les dernières années et ce malgré une variation du terme R21 lié au cours de l'électricité.

3.5.2.4 Régime fiscale du réseau de chaleur

Il est précisé dans le bulletin officiel « BOI-TVA-LIQ-30-20-20-2012030 » :

« La période de référence à retenir pour l'appréciation du seuil de 50 % est l'année civile précédant celle de la facturation (N-1). Il est admis qu'il puisse être pris comme période de référence une période de douze mois consécutifs différente de l'année civile sur la base de laquelle l'exploitant établit habituellement son rapport technique d'exploitation (saison de chauffe).

Afin de tenir compte de circonstances particulières affectant de manière temporaire la composition habituelle du bouquet énergétique du réseau, il est toutefois admis que la période de référence soit la moyenne des années N-2 et N-3 ou, si ces circonstances affectent les deux années N-1 et N-2, la moyenne des années N-3 et N-4. »

Le bouquet énergétique du réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil présente un taux de couverture ENR&R pour l'exercice 2017 de 70,1%. YGEO applique, donc le cadre de la délégation de service public et sous sa responsabilité un taux de TVA réduit à 5,5% sur les montants R1 et R2.

3.5.3 Positionnement du prix moyen de vente de la chaleur par rapport à d'autres réseaux

3.5.3.1 Evolution du prix moyen du réseau sur les deux dernières années

| Désignation | Unité | 2016 | 2017 |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Chaleur totale facturée | MWh/an | 23 826 | 56 625 |
| R1 | €HT | 546 | 1 442 |
| R2 | €HT | 1 396 | 3 766 |
| TOTAL R1 R2 | €HT | 1 942 | 5 208 |
| Coût moyen du MWh utile | € HT/MWhu | 81,50 € | 91,97 € |
| Coût moyen du MWh utile | € TTC/MWhu | 85,99 € | 97,03 € |

Tableau 11 : Prix moyen de la chaleur

Le prix moyen de la chaleur du réseau d'YGEO pour l'exercice 2017 était de **91,97 €HT**.

| | Ventes prévisionnelles DSP (€ HT) | Année 2017 (€ HT) |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Vente chaleur (R1) | 2 756 | 1 442 |
| Abonnements (R2) | 5 274 | 3 766 |
| Total | 8 030 | 5 208 |
| Vente (MWh) | 107 390 | 56 625 |
| Prix moyen (€HT/MWh) | 74,77 | 91,97 |

Tableau 12 : Décomposition des ventes et abonnements et comparaison à la DSP

Par rapport aux ventes prévisionnelles de la DSP, YGEO affiche des ventes plus faibles à hauteur de 47 %. Ceci étant dû au retard de commercialisation du réseau de chaleur d'YGEO.

Le prix de vente moyen est supérieur d'environ 20% par rapport au plan d'affaire de l'avenant n°1 en conséquence de la proportion des URF par rapport aux quantités de chaleur vendues.

En effet, plusieurs abonnés, gros consommateurs prévus à la DSP, n'ont pas souhaité se raccorder au réseau de chaleur. YGEO a tout de même réussi à contractualiser d'autres abonnés en compensation. Cependant ces abonnés, hors premier établissement, sont en grande majorité des bâtiments neufs, avec une abonnement important et de faibles consommations. **C'est pourquoi le prix de la chaleur au MWh est plus élevé.**

3.5.3.2 Prix par type d'abonné

Le tableau ci-dessous détail le coût de la chaleur par type d'abonné.

| Critère d'attribution URF | Nombre d'URF 2017 | R2 (€HT/URF) | R2 (€HT) | MWh consommés | R1 (€HT/MWh) | R1 (€HT) | Coût de la chaleur (€HT/MWh) |
|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|---------------|--------------|-----------|------------------------------|
| Public | 20 718 | 25,55 | 529 345 | 5 713 | 25,47 | 145 510 | 118 € |
| Logements | 98 233 | | 2 509 853 | 44 073 | | 1 122 539 | 82 € |
| > RT 2005 | 23 268 | | 594 497 | 6 841 | | 174 240 | 112 € |
| Tertiaire | - | | - | - | | - | - |
| Autre | - | | - | - | | - | - |
| Total | 142 219 | | 3 633 695 | 56 627 | | 1 442 290 | 89,64 € |

Tableau 13 : Détail du coût de la chaleur par type d'abonné

Les prix moyens de chaleur par catégorie d'URF représentent les points suivants :

- Le prix moyen de la chaleur concernant les bâtiments publics est plus élevé que celui des logements, cela reflète le souhait des villes de contribuer au remboursement des investissements liés à la construction du réseau de chaleur et donc de lutter contre la précarité énergétique.
- Le prix moyen de la chaleur concernant les bâtiments respectant la RT 2005 ou les RT postérieures, est compris entre celui des logements et des bâtiments publics. Ces bâtiments consomment beaucoup moins de MWh, leur part abonnement est plus importante afin de rendre leur raccordement économiquement équilibré.

Ces deux points permettent aux abonnés de type « logement » de bénéficier d'un prix de MWh plus compétitif et de baisser la facture énergétique des usagers.

Remarque : le coût de la chaleur présenté dans le Tableau 11 est différent de celui présenté dans le tableau précédent car, dans ce dernier, les consommations et les URF sont multipliées par la valeur moyenne annuelle des termes R1 et R2.

3.5.3.3 Positionnement par rapport à d'autres réseaux de chaleur (enquête AMORCE)

Dans cette partie, le prix moyen de la chaleur en 2017 du réseau de chaleur d'YGEO est comparé aux statistiques 2016 des réseaux de chaleur français. Les données de références de l'année 2017 sont issues de la 13^{ème} rencontre des réseaux de chaleur.

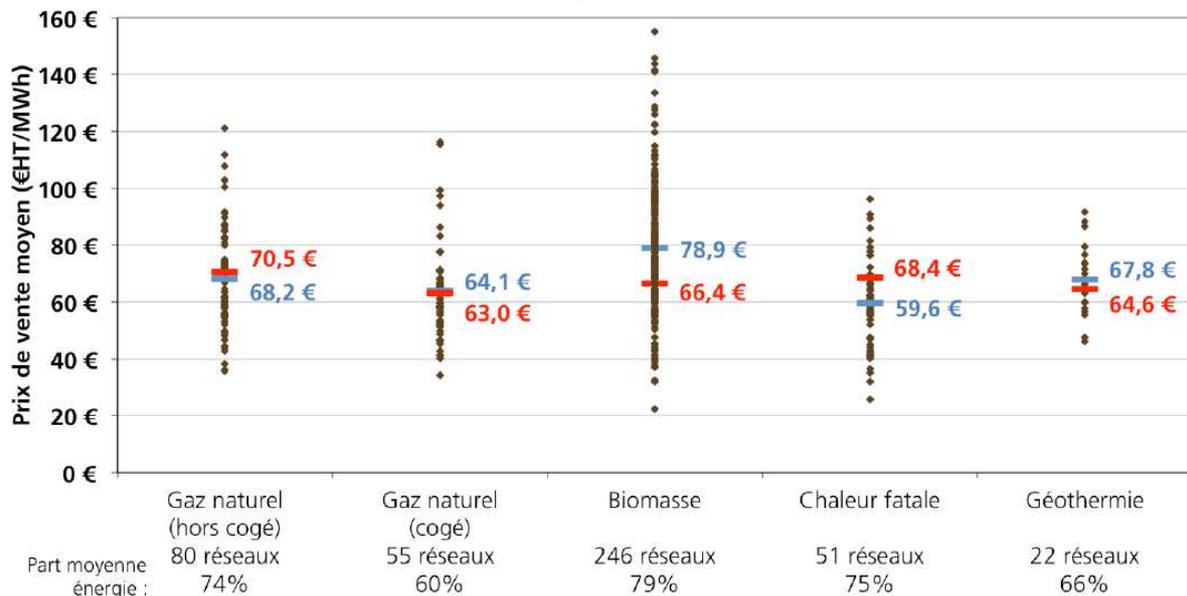
Tous les ans, cette association publie une enquête nationale sur les prix moyen de vente des réseaux de chaleur. Le prix calculé lors de cette enquête correspond aux recettes totales de vente de chaleur (chauffage + ECS) divisées par l'énergie vendue ; il intègre le coût global de la chaleur couvrant :

- Les consommations combustibles et divers ;
- La conduite et le petit entretien ;
- Le gros entretien et renouvellement ;
- L'amortissement et financement des installations.

La dernière enquête est parue en 2017 (prenant en compte les prix de l'année 2016). Le graphe AMORCE qui suit indique le prix moyen HT du MWh des différents réseaux de chaleur pour l'année 2016, quelles que soient les énergies utilisées sur ces réseaux : Gaz, Fuel, Biomasse, Déchets, Géothermie ...

Selon cette étude, le prix moyen des réseaux de chaleur pour l'année 2016 était de **67,9 €HT/MWh** contre **68,3 €HT/MWh** en 2015.

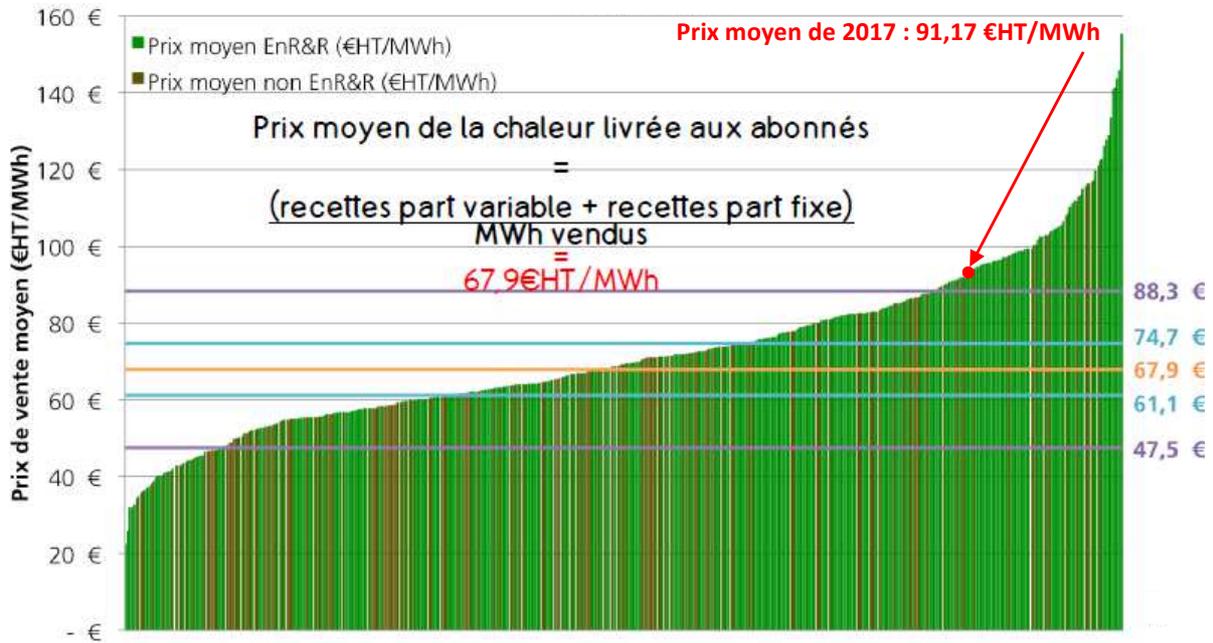
Le graphique ci-dessous représente les niveaux de prix moyen HT par type d'énergie majoritairement utilisée sur les réseaux de chaleur en France pour l'année 2016.



Graphique 13 : Prix de vente moyen HT de la chaleur en 2016 en fonction de l'énergie majoritaire utilisée sur le réseau (Enquêtes annuelles des réseaux de chaleur et de froid SOes/SNCU/AMORCE 2017)

Le prix moyen de la chaleur du réseau d'YGEO pour l'année 2016 s'élève à **81,5 €HT/MWh** pour un prix moyen non pondéré d'un réseau à base de géothermie à **67,9 €HT/MWh** soit un prix supérieur de **20%**.

Le graphique ci-dessous donne le classement du réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois/Noisy-le-Sec/Montreuil par rapport à la moyenne nationale sans les taxes.



Classe I : moins de 47,5 € HT/MWh (prix inférieur d'au moins 30% du prix moyen)

Classe II : de 47,5 à 61,1 €HT/MWh (10 à 30% inférieur au prix moyen)

Classe III : de 61,1 à 74,7 €HT/MWh (écart au prix moyen +/- 10% maximum)

Classe IV : de 74,7 à 88,3 € HT/MWh (10 à 30% supérieur au prix moyen)

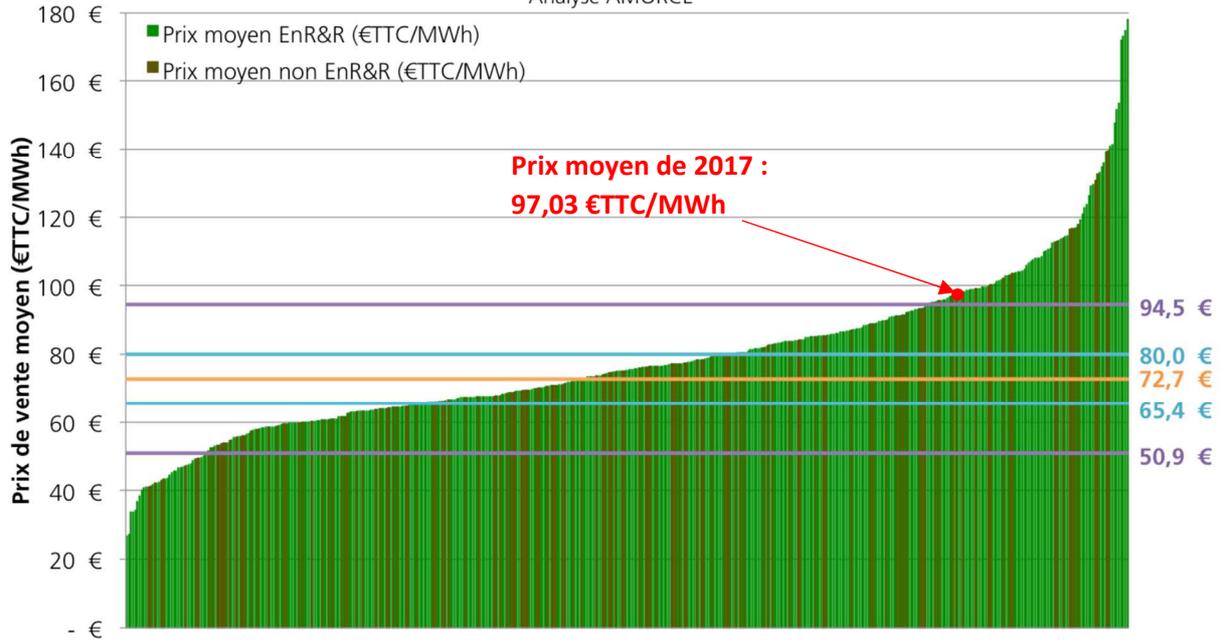
Classe V : plus de 88,3 € HT/MWh (plus de 30% supérieur au prix moyen)

Le prix moyen du réseau de chaleur d'YGEO est supérieur de **20%** par rapport au prix moyen national (**67,9 €HT/MWh**). Il est compris dans la **classe V** des réseaux de chaleur.

Le graphique ci-dessous donne le classement du réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois/Noisy-le-Sec/Montreuil par rapport à la moyenne nationale comprenant la **TVA pour l'année 2016**.

Monotone des prix de vente moyens de la chaleur en 2016

Source : Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid SDeS/SNCU/AMORCE édition 2017
Analyse AMORCE



Le prix moyen du réseau de chaleur d'YGEO est supérieur de **14%** par rapport au prix moyen national (**75,3 €TTC/MWh**). Il est situé dans la **classe V** des réseaux de chaleur.

3.5.4 Facture énergétique pour un logement « type »

En se basant sur les données fournies dans l'enquête AMORCE « Compétitivité des réseaux de chaleur en 2015 », il paraît intéressant de définir 3 logements « type » différents.

Les 3 sont des logements de 70m² dans un immeuble de 25 logements. Les 3 niveaux de consommation sont définis comme suit :

- Bâtiments RT 2005 avec une consommation utile de **96 kWh utile/m².an**,
- Bâtiments du parc social moyen avec une consommation utile de **136 kWh/m².an**,
- Bâtiment peu performant avec une consommation utile de **240 kWh/m².an**.

La facture énergétique est composée d'un R1 et d'un R2 résultant des tarifs du réseau de chaleur concerné. On y ajoute des factures P2 et P3 répercutant les coûts de l'entretien du réseau secondaire du bâtiment, définis à l'aide de ratio défini dans la même enquête AMORCE :

- **Ratio P2 = 47 €HT/log.an, TVA à 5,5%**,
- **Ratio P3 = 26 €HT/log.an, TVA à 12%**.

Données AMORCE

Logement type AMORCE : 70m² dans un immeuble de 25 logements avec 3 niveaux de consommation

| Type de logement | Conso utile CH + ECS (kWh utile/m ² .an) | Consommations de référence (MWh utile) | Consommations de référence (MWh PCS) | Facture YGEO annuelle (R1 + R2 + P2 + P3) | Facture YGEO annuelle (R1 + R2 + P2 + P3) par MWh utile |
|-----------------------------|---|--|--------------------------------------|---|---|
| Bâtiments RT 2005 | 96 | 6,72 | 9,33 | 730 | 109 |
| Bâtiments Parc social moyen | 136 | 9,52 | 13,22 | 1 002 | 105 |
| Bâtiment peu performant | 240 | 16,80 | 23,33 | 1 709 | 102 |

Tableau 14 : Répartition de la facture énergétique pour un logement type

La facture annuelle de chauffage et ECS pour un logement « type » sur le réseau de chaleur de YGEO varie entre 730 et 1 709 €TTC.

Si on considère l'ensemble des logements de la résidence Londeau F2/F3, leur consommation totale de référence est de 4 423 MWh utile pour 640 logements.

Cela signifie une consommation de référence moyenne de 6,91 MWh utile par logement.

La facture énergétique annuelle pour un logement moyen de la résidence correspond à 749 €TTC

3.5.5 Analyse du compte de Gros Entretien et Renouvellement (GER)

Le délégataire YGEO, a effectué des travaux au titre du gros entretien et renouvellement pour l'année 2016 qui ont consisté au :

- Remplacement d'une vanne papillon,
- Remplacement d'une canalisation gaz qui présentait une fuite.

Le montant de ces travaux représente 4 537 €HT sur le compte GER.

| | Montant prévisionnel DSP (€ HT) | Année 2016 (€ HT) |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Forage et centrale géothermique | 30 000 | 0 |
| Chaufferies d'appoint-secours | 30 933 | 0 |
| Réseau et sous-stations | 0 | 4 537 |
| Total | 60 933 | 4 537 |

Tableau 15: Tableau de synthèse du compte GER – Année 2017

Par rapport au montant prévisionnel défini dans la DSP, seul 8% du montant alloué aux travaux de gros entretien et renouvellement a été utilisé en 2016. Etant donné la mise en service tardive des installations, aucuns travaux n'ont été nécessaires en 2016 sur les moyens de production du réseau.

YGEO a effectué les travaux GER suivant entre janvier et décembre 2017 :

- Réparation de 3 fuites sur le réseau des Moleret,
- Remplacement de vannes réseau sur le réseau des Moleret,
- Remplacement du variateur de la pompe de la tranche 1 des Moleret,
- Réparation d'une chaudière au Fort de Rosny,
- Remplacement des détections gaz et incendie des chaufferies mises à disposition,
- Maintenance de la pompe de réinjection.

| | Montant prévisionnel DSP (€ HT) | Année 2017 (€ HT) Chantiers clôturés | Année 2017 (€ HT) Chantiers non clôturés |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| Forage et centrale géothermique | 30 000 | 0 | 170 |
| Chaufferies d'appoint-secours | 25 403 | 0 | 5 495 |
| Réseau et sous-stations | 0 | 0 | 39 483 |
| Total | 55 403 | 0 | 45 148 |

Par rapport au montant prévisionnel défini dans l'avenant 1 de la DSP, aucune dépense allouée aux travaux de gros entretien et renouvellement n'a été comptabilisée en 2017. En revanche, des chantiers ont été lancés et parfois terminés sans que la clôture comptable n'ai été réalisée pour un montant total sur l'année 2017 de 45 148 €HT.

3.6 SYNTHÈSE DE L'AUDIT DE L'EXISTANT

3.6.1 Synthèse sur le volet « contractuel »

La délégation de service public a été conclue entre la société YGEO créée par ENGIE Réseaux et le SIPPAREC, le 15 janvier 2014 pour une durée de 30 ans. Les polices d'abonnement sont signées entre les abonnés et le délégataire pour une durée de 14 ans renouvelable par tacite reconduction.

La délégation de service public étant effective depuis trois ans et le réseau de chaleur ne fournissant de l'énergie issue de la géothermie que depuis fin novembre 2016 les dates d'échéances des pièces contractuelles sont toujours en vigueur.

3.6.2 Synthèse sur le volet « Technique »

Le doublet géothermal présente une température exhaure en deçà de l'estimation prévue lors de la DSP. Un écart de 2,7°C en tête de puits a notamment été relevé. Les échangeurs géothermaux ont un bon rendement et la répartition des débits est équitable. Cependant des fuites ont été relevés sur la boucle géothermale lors du contrôle réglementaire effectué en février 2017.

La production d'énergie du réseau d'YGEO est réalisée par l'intermédiaire de 10 chaufferies mises à disposition par les abonnés et de chaufferies provisoires notamment sur la ZAC de la Mare Huguet. Une chaufferie centralisée est cependant en cours de construction pour une réception avant le début de la saison de chauffe 2018/2019. Le réseau d'YGEO étant mis en service que depuis septembre 2016, les installations de production sont majoritairement en bon état et bien entretenus. Seules deux chaudières dont une pour l'ASL Le Moleret et l'autre pour la chaufferie du Londeau Logirep F1/F4 sont signalées comme vétustes.

Le réseau de distribution s'étant sur les communes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec et mesure actuellement 9 951 ml. Des travaux ont été réalisés en 2017 rue Estienne d'Orves de manière à alimenter via la centrale géothermique les sous-stations de la ZAC de la Mare Huguet, le centre aquanautique, la médiathèque du Londeau et la maternelle Kergomard.

Pour l'exercice 2017, l'ensemble géothermie + PAC a fonctionné depuis le mois de janvier jusqu'à fin décembre. Ce faisant, le taux d'EnR atteint est supérieur au 50% nécessaire à l'application du taux de TVA réduit et respecte les conditions définies dans le contrat de délégation. De plus, le contenu CO2 du titre V est respecté (0,075 kg CO2/kWh contre 0,088 kg CO2/kWh utile).

3.6.3 Synthèse sur le volet « Economique »

Les ventes sont en deçà des prévisions initiales (-47%) ceci étant dû à la difficulté du délégataire à développer le réseau.

Le prix de vente moyen pour l'année 2017 est de 91,97€ HT/MWh et se situe dans la tranche haute de la moyenne nationale dû à une proportion élevée des URF contractualisés comparé aux quantités de chaleur livrées. On remarque tout de même que les factures énergétiques liées rentrent parfaitement dans des moyennes de factures énergétiques annoncées par l'étude d'AMORCE.

4 ETAT DES LIEUX DES SOURCES DE CHALEUR A PROXIMITE DU RESEAU

L'objectif de cette partie est de présenter les ressources en énergies renouvelables situées à proximité du périmètre d'étude du réseau de chaleur d'YGEO. Il s'agit d'identifier les réseaux et sources de chaleur potentielles situés à proximité du réseau de chaleur d'YGEO qui pourraient venir l'alimenter dans une logique de mutualisation des équipements et de la valorisation d'énergies renouvelables et de récupération. Les deux principaux aspects traités seront :

- Les réseaux publics et privés,
- Les sources d'énergies renouvelables et de récupération.

4.1 RESEAUX PUBLICS ET PRIVES A PROXIMITE DU RESEAU

Le réseau d'YGEO alimente actuellement l'est de Noisy-le-Sec et Rosny-sous-Bois. A la suite de l'avenant 1 le périmètre délégué a été étendu aux quartiers limitrophes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec (sur la ville de Montreuil) :

- Ramenas-Léo Lagrange
- Branly - Boissière,
- Montreau-Le Morillon,
- Ruffins-Théophile Sueur,
- Bel Air-Grands Pêcheurs-Renan.

Le périmètre d'étude de développement du réseau de chaleur à l'horizon 2030 est étendu aux quartiers :

- Des Mûrs à Pêches, de la Mairie, Croix-de-Chavaux et Jean-Moulin à Montreuil,
- De La Mare à Veuve à Bondy délimité par la rue Roger Salengro et Baudin à l'Ouest et par la ligne du RER E au Sud,
- Marnaudes à Villemomble délimité par l'avenue des Limites.

A proximité du périmètre d'étude défini pour YGEO, les réseaux suivants ont été identifiés :

| Nom du réseau | Ville | Gestionnaire | Mode de gestion | Date de construction | Echéance des contrats d'exploitation | Longueur du réseau (km) | Régime de température | Mix énergétique | Emission CO ₂ (kgCO ₂ /kWh) | Quantité d'énergie livrée (MWh/an) | Puissance des installations de production (MW) |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|---|------------------------------------|--|
| Réseau de Bagnolet | Bagnolet | SDCB SAS | Concession | 1966 | | 18,8 | Eau surchauffée (120°C) | 57% Bois 43% Gaz | 0,253 | 11 821 | 105 |
| Zup de Bobigny | Bobigny | IDEX ENERGIES | Affermage | 1971 | | 7,7 | Eau surchauffée | 23% Géothermie 71% Gaz fossiles 6% Autre | 0,195 | 41 786 | 57 |
| Réseau de Fontenay sous-bois | Fontenay-sous-Bois | EPIC Régie du chauffage urbain | Régie | 1969 | | 26,3 | Eau surchauffée (180°C) | 17% Biomasse 83% Gaz fossiles | 0,188 | 113 074 | 117 |
| Zup des Fauvettes | Neuilly-sur-Marne | SGRM | Affermage | 1971 | | 7,5 | Eau surchauffée | 100% Gaz fossiles | 0,225 | 86 126 | 62,4 |
| Réseau de chaleur de l'Est Nocéen | Neuilly-sur-Marne | IDEX ENERGIES | | 2013 | 2043 | 13 | Basse pression | 61% Géothermie 21% Gaz 18% Pompe à chaleur | | 55 000 | |
| Réseau de Bondy | Bondy | Coriance | Concession | 1985 | 2033 | 3,2 | Basse pression | 40% Biomasse 60% Gaz fossiles | 103 | 30 000 | 34,6 |

Tableau 16 : Liste des réseaux situés à proximité du réseau d'YGEO

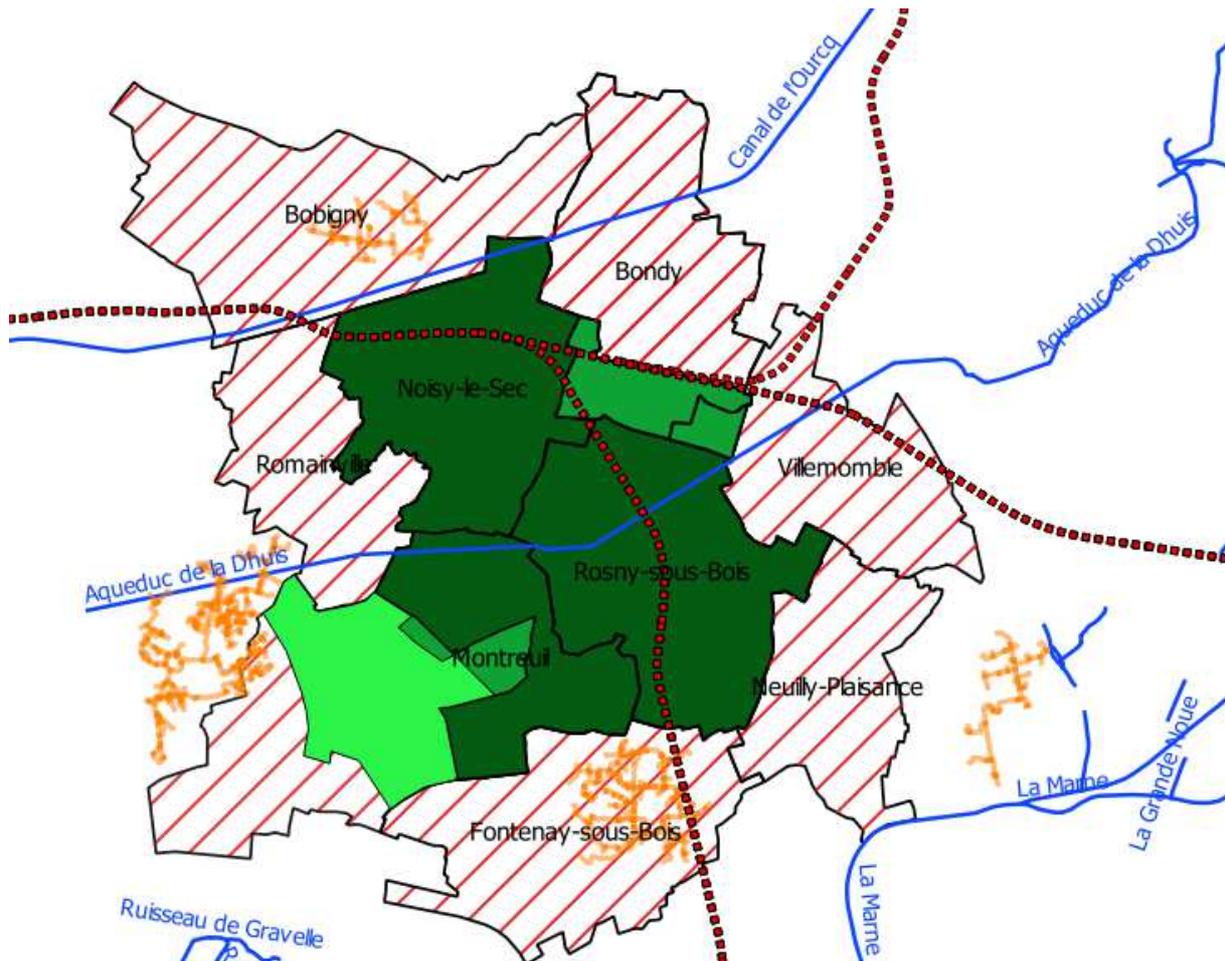


Figure 3 : Cartographique des réseaux de chaleur situés à proximité du réseau d'YGEO

Les réseaux de chaleurs situés à proximité du réseau d'YGEO ne semblent pas adaptés pour un échange de chaleur et une interconnexion pour plusieurs raisons. Tout d'abord, aucun réseau à proximité ne sature en EnR&R et donc ne pourrait fournir au réseau d'YGEO un surplus. De plus, l'architecture actuel des réseaux impliquerait un raccordement en bout d'antenne et de ce fait des travaux d'adaptation des diamètres des canalisations.

4.2 SOURCE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION A PROXIMITE DU RESEAU

4.2.1 UIOM

| Usine | Maitre d'Ouvrage | Exploitant | Capacité réglementaire (T) | Déchets traités – 2011 (T) | Traitement des fumées | Valorisation énergétique | Quantité d'énergie vendue (MWh/an - 2011) | |
|-----------------------|------------------|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|-----------|
| | | | | | | | Electricité | Thermique |
| UIOM de Créteil | SMITDUVM | SUEZ | 244 500 | 251 013 | Humide + SCR (SNCR four 3) | Cogénération | 73 476 | 95 366 |
| UIOM d'Ivry-sur-Seine | SYMDM | SUEZ | 730 000 | 506 379 | Humide + SCR | Cogénération | 45 634 | 702 771 |
| UIOM de Rungis | SIEVD | VEOLIA | 150 000 | 134 911 | Sec + dénox catalytique | Thermique | 0 | 133 069 |

Tableau 17 : Liste des UIOM à proximités du réseau d'YGEO

Les 3 usines d'incinération les plus proches du réseau d'YGEO sont celles de Créteil, d'Ivry-sur-Seine et Rungis. Cependant, étant situées à environ 20 km des communes de Rosny-sous-Bois/Noisy-le-Sec et Montreuil, elles ne pourront être considérées comme potentiel de récupération de chaleur. L'alimentation via les unités d'incinération d'ordures ménagères nécessiterait de traverser la Seine et la Marne. De plus, le site d'Ivry-sur-Seine exporte de la chaleur sur le réseau CPCU, le site de Rungis exporte de la chaleur sur le réseau de chaleur historique de Rungis, l'aéroport de Paris et le réseau de chaleur de Choisy-le-Roi/Vitry-sur-Seine. Enfin, l'usine de Créteil exporte de la chaleur sur le réseau de Créteil.

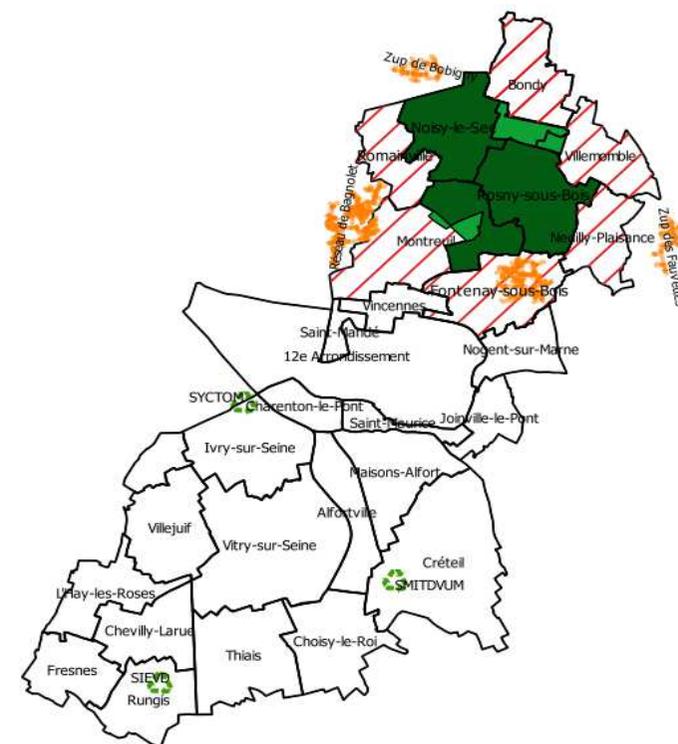


Figure 4 : Cartographie des UIOM

4.2.2 Industries potentiellement génératrices de chaleur fatale

4.2.2.1 Datacenters et Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

- Data Center

Un datacenter a été identifié à proximité du réseau de chaleur d'YGEO. Il s'agit du Data center du Fort de Rosny-sous-Bois : 1 boulevard Théophile Sueur.



Figure 5 : Localisation du data center du Fort de Rosny-sous-Bois

Le réseau de chaleur d'YGEO alimente actuellement le fort de Rosny-sous-Bois. Dans lequel est installé aujourd'hui 2 data center et 2 autres sont amenés à être construits. Des discussions sont en cours pour déterminer la faisabilité d'un export de chaleur fatale sur le réseau de chaleur d'YGEO.

- ICPE

| Nom établissement | Adresse | Code postal | Commune | Secteur d'activité | Gisement (MWh) |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|-----------|--------------------|----------------|
| Carrefour Montreuil Grande Porte | 280 rue de Paris | 93100 | Montreuil | Industrie | |
| Société des Immeubles de France | 48 rue Claude Erignac | 93100 | Montreuil | Industrie | |

Tableau 18 : Liste des ICPE identifiées à proximité du réseau d'YGEO

Le site Carrefour ne semble pas adapté à un apport en chaleur sur le réseau d'YGEO. Au même titre, la société des immeubles de France pourrait être une source de gisement selon les régimes de température, les moyens de production de chauffage et ou la présence de centrale de traitement d'air.

4.2.3 Le potentiel thermique des eaux usées et les STEP



Les principales stations d'épuration d'Ile de France sont trop éloignées du réseau d'YGEO pour représenter un potentiel en source de chaleur. La plus proche se trouvant à 6 km du réseau d'YGEO. De plus, le potentiel thermique des eaux usées et STEP représente des investissements trop importants au vu de l'apport en chaleur et est non adapté à la volumétrie énergétique du réseau de chaleur.

4.2.4 Les forages en exploitation ainsi que le potentiel géothermique

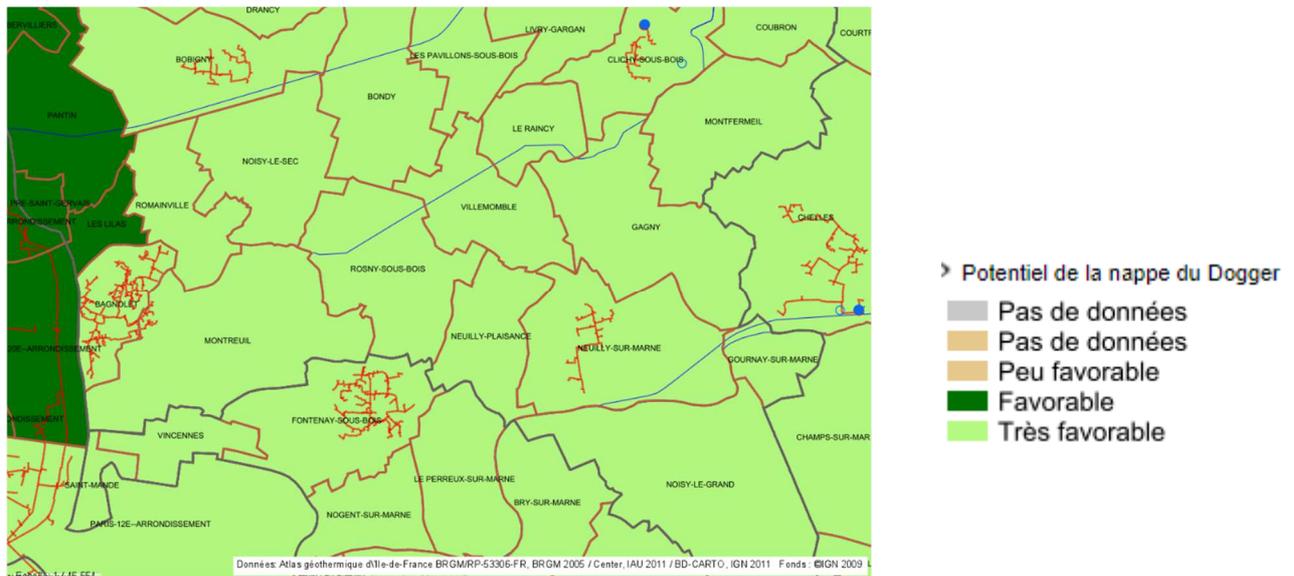


Figure 7 : Potentiel de développement de la géothermie intermédiaire et profonde

Le potentiel géothermique de la nappe du Dogger sur le territoire de la DSP de Rosny-sous-Bois/Noisy-le-Sec et Montreuil est très favorable. Il est à noter que la convention de DSP prévoit une 2^{ème} phase consistant en l'extension du réseau de chaleur et la mise en œuvre d'un nouveau doublet géothermal. La capacité d'alimentation des nouveaux bâtiments raccordés via ce doublet fera l'objet d'une étude économique et technique dans les scénarios.

A noter que le positionnement des points d'impact des puits du second doublet est conditionné par les éléments suivants :

- La plateforme de forage sera identique à celle du premier doublet,
- Les impacts hydrauliques du second doublet seront favorables à l'exploitation du premier doublet,
- Les impacts thermiques directs du second doublet seront négligeables sur le premier doublet.

4.2.5 L'énergie solaire thermique

L'alimentation en énergie solaire thermique sur le réseau d'YGEO ne semble pas opportun. En effet, la complémentarité avec un réseau de chaleur à base de géothermie ne peut être effective, les besoins étant assurés à 100% par la géothermie les mois où l'ensoleillement est maximal.

4.2.6 Le potentiel en biomasse

La solution Biomasse nécessite de répondre à trois conditions pour être viable :

- L'approvisionnement en plaquettes forestière
- L'accès des camions à la chaufferie biomasse et le nombre de livraisons
- La surface disponible pour l'aménagement de la chaufferie biomasse



Figure 8 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté en Ile de France

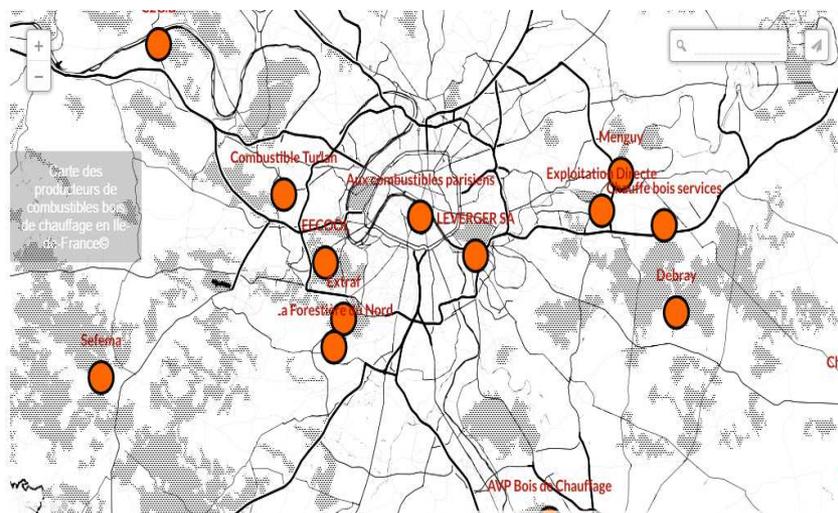


Figure 9 : Carte des producteurs de combustibles bois de chauffage en IdF

En supposant un rayon d'action limité à 50km autour du réseau de chaleur d'YCEO, la fourniture et la production de bois de chauffage est cohérente. Pour la suite de l'analyse d'opportunité biomasse, il conviendra d'étudier avec les communes les terrains disponibles pour accueillir la création de chaufferie et/ou de collecter des informations quant à la présence de sites ayant recours à l'énergie biomasse.

Après veille documentaire, les chaufferies biomasses les plus proches du réseau de chaleur d'YCEO sont celles de :

- Drancy pour une puissance installée de 2,5 MW,
- Bondy d'une puissance de 5 MW,
- Bagnolet d'une puissance de 20 MW,
- Fontenay-aux-Roses d'une puissance de 17,5 MW.

4.3 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX DES SOURCES DE CHALEUR À PROXIMITÉ DU RÉSEAU

Les paragraphes précédents ont permis de mettre en avant les ressources EnR&R à proximité du réseau de chaleur et de déterminer lesquelles semblent être les plus favorables à de l'appoint d'énergie renouvelable au réseau de chaleur des villes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil, à savoir :

1. Géothermie profonde,
2. Biomasse.

La convention de DSP prévoyait une deuxième phase visant la mise en œuvre d'un second doublet sur le territoire de la délégation. Cette ressource a donc fait l'objet d'une étude spécifique par des simulations visant à déterminer la capacité de l'ensemble des moyens de production existants y compris ce doublet supplémentaire, à couvrir l'ensemble des développements envisagés et de maintenir le taux d'EnR contractuel.

5 PRESENTATION DU PERIMETRE DE REFERENCE ET DES DEVELOPPEMENTS ENVISAGES

L'étude du développement du réseau de chaleur d'YGEO est caractérisée par les objectifs suivants :

- La pérennisation de la ressource géothermale,
- La puissance disponible pour les installations de production thermique,
- Les travaux d'adaptation et de renforcement des réseaux (identification des tronçons critiques, etc ...)
- L'évolution des consommations énergétiques des bâtiments existants
- L'impact de nouveaux raccordements sur la fiscalité du réseau (taux d'EnR&R et TVA).

5.1 PERIMETRE DE REFERENCE

Les hypothèses décrites ci-dessous permettent de fixer le scénario de base qui servira de référence.

Le périmètre pris en compte pour ce scénario correspond :

- Aux bâtiments raccordés à fin 2017 ainsi que les consommations de l'année rapportées à 2300 DJU.

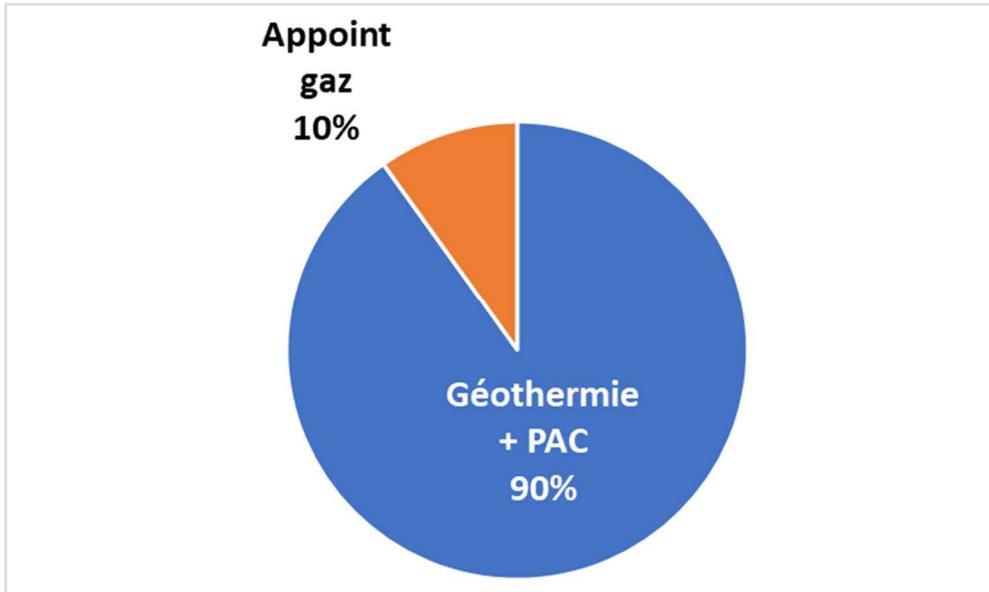
Par rapport aux données de consommation de l'année 2017 présentées au paragraphe « 3.1.4 Description des principales caractéristiques », le scénario de référence intègre l'exploitation sur l'année complète des abonnés raccordés au réseau en 2017 pour une rigueur climatique rapportée à 2300 DJU. La rigueur climatique utilisée pour les simulations, issues de la station météorologique du Bourget indique une rigueur climatique légèrement supérieure à celle de l'exploitant, ce qui peut être dû aux différentes dates de mises en chauffe de chaque abonné.

Les caractéristiques du réseau d'YGEO pour le périmètre de base sont donc réévaluées à :

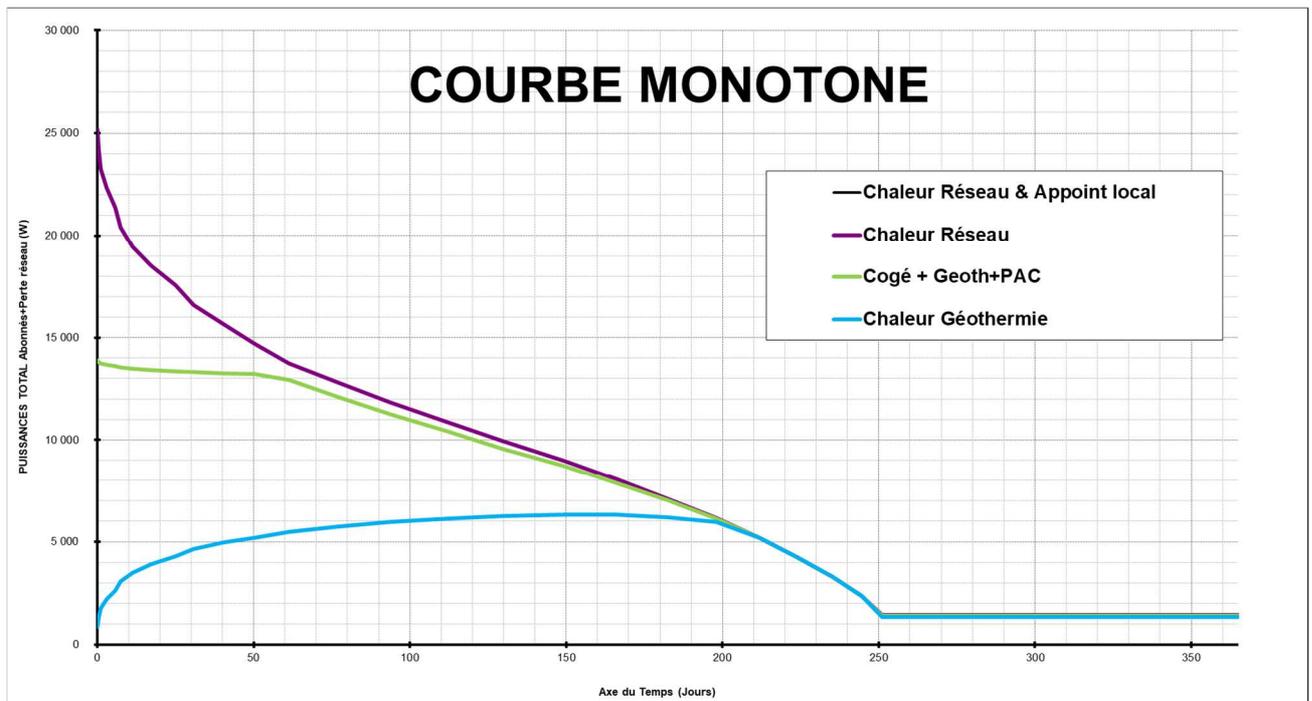
| Description énergétique du réseau | |
|--|--------|
| Nombre d'abonnés | 15 |
| Nombre de sous-stations | 30 |
| Nombre d'équivalents logements | 5 839 |
| Energie livrée (MWh) | 59 652 |
| Densité globale du réseau (MWh livré/ml) | 6,1 |
| Taux d'EnR | 82 % |

Le bouquet énergétique du périmètre de référence est :

| Réseau Existant - périmètre 2017 Bilan théorique pour 2300 DJU | Total chaleur produite (MWh) | Taux de couverture (%) |
|---|------------------------------|------------------------|
| Géothermie + PAC | 57 934 | 90% |
| Appoint réseau | 6 195 | 10% |
| Appoint local | 138 | 0% |
| TOTAL | 64 268 | 100% |



Graphique 16 : Répartition de la production énergétique situation de référence



Graphique 17 : Courbe monotone situation de référence

5.2 POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT IDENTIFIE

Le périmètre d'étude de développement du réseau de chaleur à l'horizon 2030 est le suivant :

- Densification sur la ville de Rosny-sous-Bois,
- Densification sur la ville de Noisy-le-Sec,
- Densification sur Montreuil,
- Développement sur Bondy,
- Développement sur Villemomble.

L'objet de cette partie est de présenter de façon synthétique la situation urbanistique actuelle des villes listées ci-dessus et les projets envisagés dans l'avenir. Suite à cette partie deux listes seront présentées. Une première, exhaustive des abonnés potentiels puis une seconde, présentant les abonnés retenus, tenant compte des contraintes techniques nécessaires au raccordement d'un abonné à un réseau de chaleur.

De manière générale, la prospection a été effectuée sous différentes formes :

- Intégration des prospects dont des démarches de raccordement ont été initiées par YGEO,
- Recensement de l'ensemble du patrimoine « bailleurs sociaux » après collecte des informations auprès des gestionnaires,
- Intégration des données issues de différentes missions de suivi et contrôle d'exploitation,
- Recensement des projets immobiliers futurs avec leur date prévisionnelle de livraison (Public ou Promotion immobilière),
- Proximité avec le réseau actuel et estimation de la densité thermique,
- Présentation et validation des éléments par les COPILs.

5.2.1 Rosny-sous-Bois

La ville de Rosny-sous-Bois, est située en bordure de la première couronne Parisienne et est actuellement bien desservie par les transports en commun. Une offre qui sera améliorée grâce aux différents travaux du Grand Paris à savoir :

- Le prolongement de la ligne 11 du métro et la création de trois nouvelles gare (Boissière, Londeau-Domus et Bois-Perrier),
- Le prolongement du Tramway n°1 et la création de deux nouvelles stations,
- La création de la ligne 15 du métro.

Le parc de logements est composé à 79% de logements collectifs et 21% de logements individuels. De plus, le parc social de Rosny-sous-Bois est détenu par 22 bailleurs sociaux différents dont les principaux sont EFIDIS, ICF Habitat La Sablière, I3F, LOGIREP Polylogis, Seine-Saint-Denis Habitat, SNI, OPH Rosny-sous-Bois et OSICA.

Rosny-sous-Bois a élaboré un programme de rénovation urbaine en vue d’améliorer et de restructurer les ensembles d’habitat sujet à des écarts sociaux et urbains. Ainsi, le programme prévoit des projets de construction, démolition, réhabilitation et résidentialisation autour de 3 quartiers principaux :

- Pré Gentil – Casanova,
- Bois Perrier – Les Marnaudes,
- Boissière-Saussaie Beauclair.

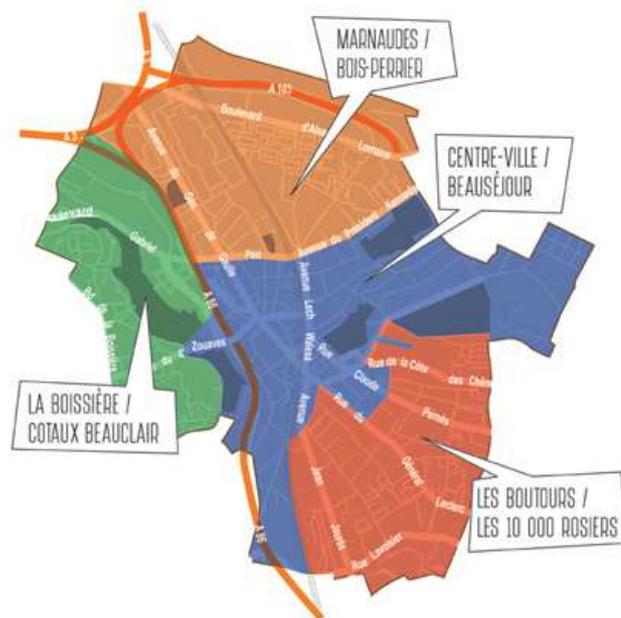


Figure 10 : Quartiers de Rosny-sous-Bois²

Le futur développement du réseau de transport va faciliter l’accessibilité à Paris au secteur Nord de Rosny. Ainsi, le secteur Nord a été identifié comme secteur de développement préférentiel et devra permettre à terme de participer aux objectifs de construction de nouveaux logements planifié à l’échelle régionale.

² Carte issue de site internet de la ville de Rosny-sous-Bois

Principaux projets d'aménagement :

- ZAC de la Mare Huguet

Il s'agit d'une opération mixte en cours de réalisation, permettant à terme, la mise à disposition de 530 logements dont 113 logements sociaux et 344 résidences étudiantes.

Aujourd'hui les lots 1,8 et 9 restent à être raccordés au réseau de chaleur.

- ZACs Saussaie Beauclair/Gabriel Péri

Situées à proximité de la future gare Londeau-Domus de la ligne 11 du métro, le projet a pour objectif de constituer un quartier mêlant activités, logements, équipements et commerces.

- ZAC du Coteau

Les terrains, d'une superficie de 3,5 hectares, situés entre l'A6a et l'A6b font l'objet d'un vaste programme d'aménagement qui consiste à la construction de 140 logements.

5.2.2 Noisy-le-Sec

Noisy-le-Sec est une commune implantée à 5 km à l'Est de Paris, en limite de première couronne au cœur de la Seine-Saint-Denis. De par sa proximité avec Paris, ainsi que son accès facilité grâce aux nombreux transports, la ville de Noisy-le-Sec suscite des dynamiques de développement urbain conséquent.

Grâce à l'arrivée du TZEN 3 le long de l'ex-RN3 entre le 19^{ème} arrondissement de Paris et Pavillons-sous-Bois, le prolongement de la ligne 11 de métro et la création d'une gare de la ligne du Grand Paris Express, cette situation va considérablement s'améliorer notamment pour les secteurs périphériques de la ville.

Le parc de logements sociaux de la ville de Noisy-le-Sec est principalement localisé dans les quartiers suivants :

- Langevin,
- Londeau,
- Centre-ville / Mairie.

La part des logements de type appartement à Noisy-le-Sec représente 74% du patrimoine bâti.

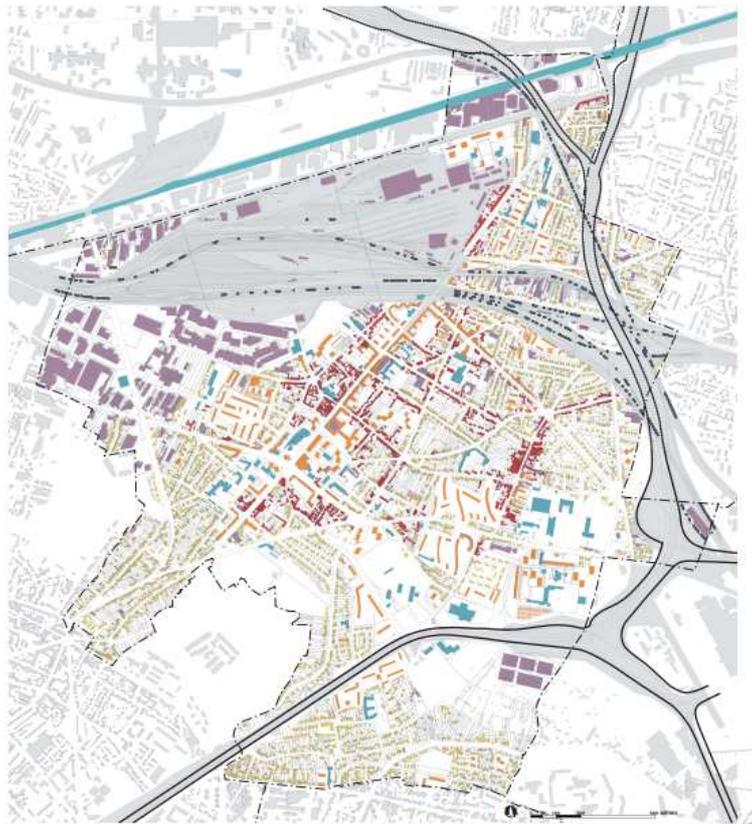


Figure 11: Localisation des logements sociaux - commune de Noisy-le-Sec

5.2.3 Montreuil

La ville de Montreuil se situe en limite de Paris et au croisement de trois départements : Paris, le Val-de-Marne et la Seine-Saint-Denis dont elle fait partie.

Ville urbanisée à hauteur de 83%, les logements sociaux représentent 35% des résidences principales avec une répartition relativement homogène sur l'ensemble de la ville avec certaines concentrations plus importantes notamment dans les quartiers La Noue, Bel Air et Grands Pêcheurs.

Le patrimoine est réparti entre 22 bailleurs sociaux dont le principal est l'OPHM qui détient 77% des logements sociaux. Les quartiers du Haut Montreuil et de La Noue-Clos Français contiennent de grands ensembles de logements sociaux (de 600 à 2000 logements) totalisant les 2/3 du parc social de la ville.

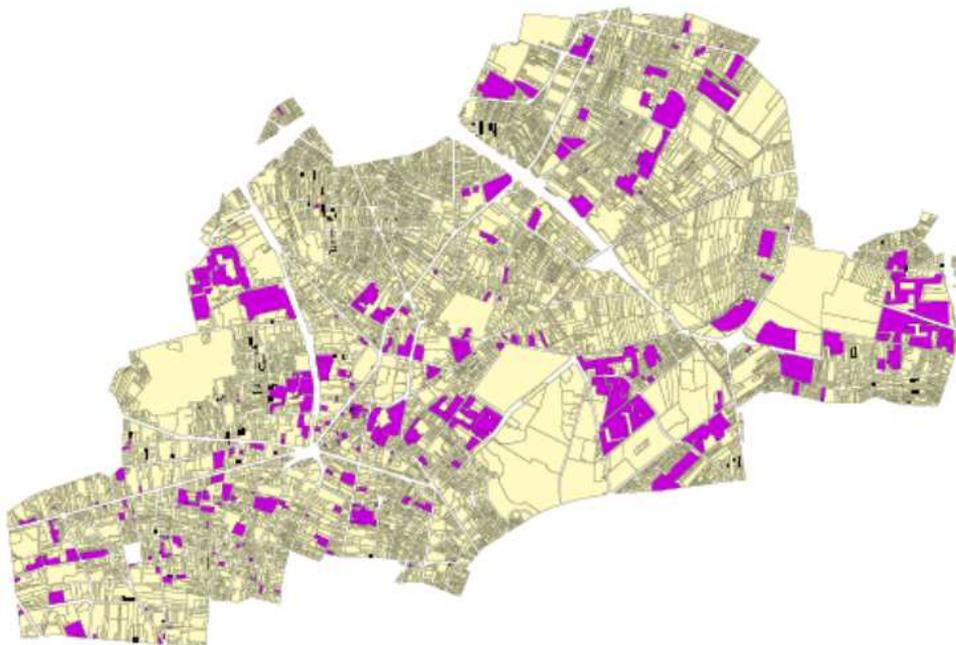


Figure 12 : Localisation des logements sociaux en 2006³

Au travers de son plan local d'urbanisme la ville de Montreuil a décidé de développer divers projets d'aménagement à savoir :

- ZAC de la Fraternité,
- Zac Boissière Acacia,
- Zac du Faubourg,
- Opération d'aménagement du tram Ouest,
- Opération d'aménagement Croix de Chavaux,
- Opération d'aménagement Stalingrad,
- Opération d'aménagement Boissière.

³ Sources : SEDU/Ville de Montreuil, d'après l'atlas du logement social de la DDE de 2006

Principaux projets d'aménagement :

- Secteur Haut Montreuil

Le haut Montreuil est une zone à fort potentiel de développement de part la création de la ZAC Boissière Acacia, le prolongement de la ligne de tramway T1 et de la ligne 11 du métro.

La ZAC Boissière Acacia est une opération d'aménagement destinée à redonner du sens à un territoire enclavé, situé aux limites Nord de la ville, à proximité de Rosny-sous-Bois et au cœur du secteur du plateau de l'EPT Est Ensemble – Grand Paris. Cette zone prévoit à terme, la construction d'environ 1200 logements, des commerces, un groupe scolaire, des équipements sportifs et un espace public. Associé au développement des transports en commun, ce programme constitue une étape importante de la future transformation du Nord de Montreuil.

Le prolongement de la ligne de tramway T1 à l'est, de Noisy-le-Sec à Val de Fontenay améliorera les conditions de transport à l'est tout en se connectant au réseau existant et à venir avec le développement du Grand Paris. Cette nouvelle ligne, permettra de relier des quartiers aujourd'hui séparés par l'autoroute A 186.

La ligne 11 du métro relie actuellement Châtelet à Mairie des Lilas. Son prolongement, permettra à la ville de Montreuil d'être desservie par deux stations de métro permettant de réduire les temps de trajet des habitants.

- Secteur Bas Montreuil

Le Bas-Montreuil est confronté à des poches d'insalubrité persistantes nécessitant une intervention publique lourde. Le périmètre retenu dans le **Programme National de Requalification des Quartiers Anciens Dégradés (PNRQAD)** s'étend de part et d'autre de la rue de Paris et sur le sud du quartier des Coutures à Bagnolet.

Ce programme a permis le développement de deux ZACs dans le bas Montreuil :

- La ZAC Fraternité de Montreuil, dont Est Ensemble à la responsabilité qui a pour but d'aider les propriétaires de l'ouest du bas Montreuil à réhabiliter ou améliorer leur logement ou leur immeuble
- La ZAC du Faubourg.

Ces deux principaux projets ont pour objectifs :

- Rénover l'habitat existant,
- Redynamiser l'offre commerciale,
- Développer des équipements adaptés aux besoins en identifiant de nouveaux emplacements,
- Requalifier les espaces publics.

5.2.4 Villemomble

Villemomble est une commune située dans le département de la Seine-Saint-Denis à 14 km à l'Est de Paris. A l'échelle de la commune, les espaces construits sont dominants et occupent 91,5% de la totalité du territoire dont l'occupation des sols est répartie de la manière suivante :

- 69% d'habitat individuel,
- 12% d'habitat collectifs,
- 19% d'activité et d'équipement.



Figure 13 : Répartition de l'occupation des sols en 2012⁴

On remarque que les habitats collectifs sont situés à proximité des principaux axes dont la N302 et l'avenue du Raincy jusqu'à la gare RER du Raincy Villemomble Montfermeil.

Ainsi, ces zones seront à l'avenir, sujets à une densification et une mutation urbaine. A long terme, le développement des pôles gare vont constituer une nouvelle attractivité et un développement de la construction à leurs abords, notamment sur le RD 302.

Compte tenu de l'architecture actuelle du réseau actuel et des difficultés techniques de traverser les voies du RER E, seule la zone répertoriée en bleu sur la carte ci-dessus a été incluse dans le périmètre de développement du réseau de chaleur à l'horizon 2030. Cette zone inclue le quartier des Marnaudes et est délimitée par l'avenue des Limites.

⁴ Donnée issue de IAU

5.2.5 Bondy

Bondy est une ville de la Seine-Saint-Denis, située à 9 km de Paris dont le tissu urbain représente 88% de la superficie totale de la commune. En 2015, Bondy comptait 8 555 logements locatifs sociaux soit 44% du parc de la ville.

La ville de Bondy accueille actuellement un réseau de chaleur biomasse sur la partie Nord de la ville géré par la Société Thermique de Bondy (STB), filiale du Groupe Coriance.

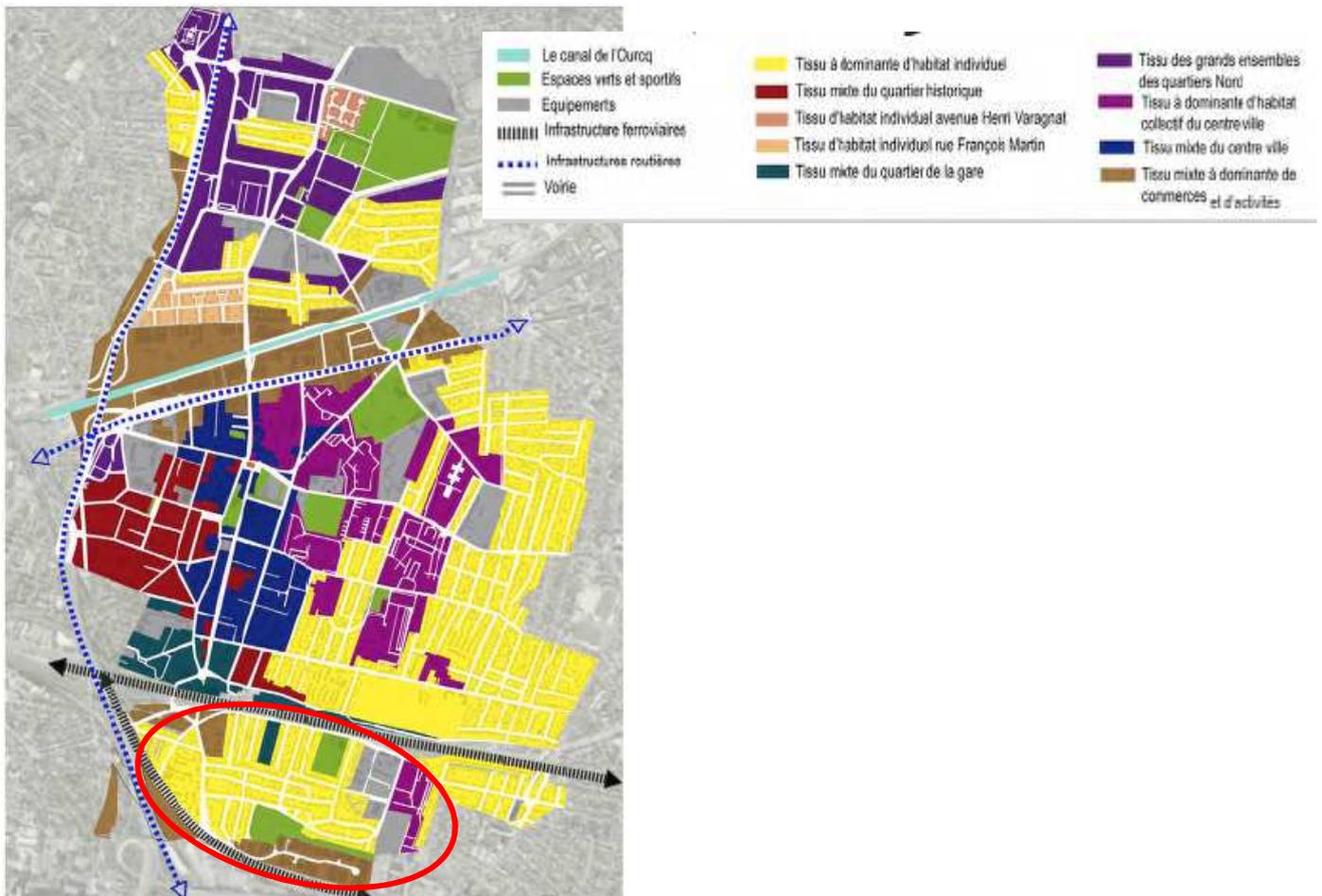


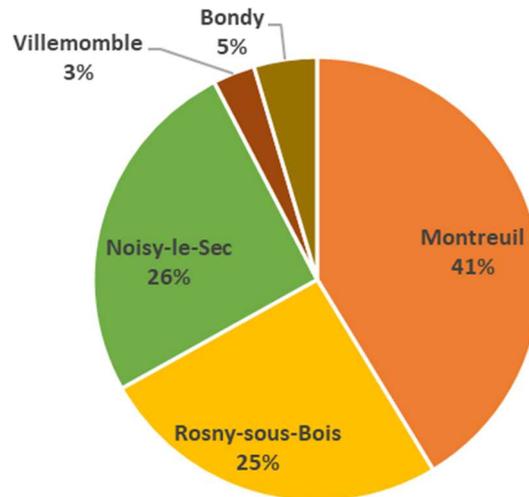
Figure 14 : Répartition de l'occupation des sols

Compte tenu de la présence d'une délégation de service public conclue entre le Syndicat Mixte pour la Production et la Distribution de Chaleur de Bondy (SMPDC) et STB sur la partie Nord de Bondy, seule la zone encadrée en rouge sur la carte ci-dessus a été incluse dans le périmètre de développement du réseau de chaleur à l'horizon 2030. Cette zone comprend le quartier de La Mare à Veuve et est délimitée par la rue Roger Salengro et Baudin à l'Ouest et par la ligne du RER E au Sud.

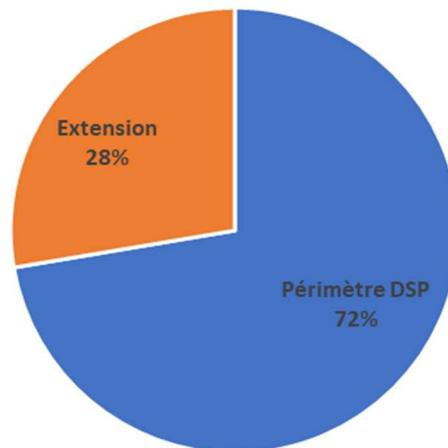
Au vu de la carte ci-dessus, la zone n'est pas densément peuplée. Le raccordement des bâtiments identifiés ne sera cohérent que si la densité thermique estimée est supérieure à 3 MWh/ml.

Synthèse :

Ainsi, grâce aux éléments transmis par les villes incluses dans le périmètre d'étude ainsi qu'aux patrimoines des bailleurs récoltés, une première liste exhaustive de prospects a été proposée. Ce premier potentiel d'extension représentait 329 prospects répartis sur les 5 communes de la façon suivante :



Graphique 18 : Répartition par ville du total de prospects identifiés



Graphique 19 : Répartition de la part des prospects du périmètre de délégation

Le périmètre de la délégation de service public représentait **72%** des prospects identifiés. La ville de Montreuil représente la part la plus importante du total de prospects identifiés avec **41%**.

5.3 POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DU RESEAU RETENU

A partir de cette première sélection, le potentiel d'extension a été réduit en éliminant les prospects dont :

- Le chauffage est individuel électrique ou gaz,
- Le nombre de logements est inférieur à 20 même si le chauffage est collectif,
- La consommation totale estimée est inférieure à 200 MWh/an sauf dans le cas de lots prévus dans de grand projets immobiliers ou dans le cas de prospects identifiés par YGEO,
- La densité thermique estimée est inférieure à 3 MWh/ml. En particulier, la densité thermique estimée pour raccorder les bâtiments de la ville de Bondy ne répondait pas à ce critère, c'est pourquoi l'ensemble des prospects ont été abandonnés.

Le plan de prospection et la liste des prospects sont donnés en annexe 5.3.

Le périmètre de développement retenu représente finalement **177 prospects** pour un potentiel énergétique supplémentaire de l'ordre de **244 GWh** soit une augmentation de **430%** par rapport à l'énergie consommée sur le réseau en 2017.

La répartition de la consommation totale par ville est donnée ci-dessous :

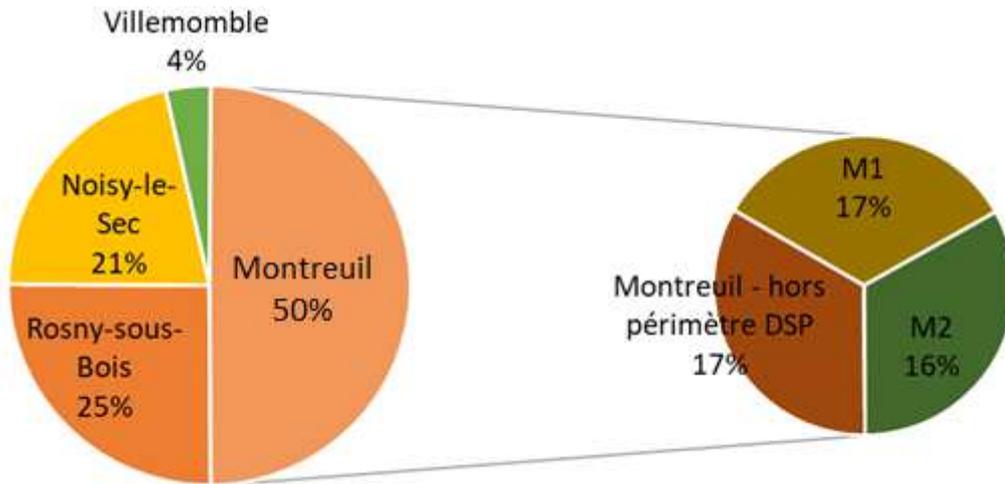
| Densification Rosny-sous-Bois | |
|-------------------------------|-------------------|
| Zone Nord (RS1) | 11 692 MWh |
| Zone Ouest (RS3) | 22 945 MWh |
| Zone Sud (RS2) | 25 724 MWh |
| | 60 361 MWh |

| Développement | |
|---------------------------------|--------------------|
| Villemomble - Zone Ouest (VI) | 8 643 MWh |
| Noisy-le-Sec - Zone Sud (NS1) | 6 478 MWh |
| Noisy-le-Sec - Zone Nord (NS2) | 44 788 MWh |
| Montreuil - Zone Nord-Est (M1) | 39 899 MWh |
| Montreuil - Zone Est (M2) | 43 415 MWh |
| Montreuil - Zone Sud-Ouest (M3) | 39 961 MWh |
| | 183 184 MWh |

A titre de comparaison, les hypothèses du plan d'affaires d'YGEO, présentées en Annexe AF04 de l'avenant 1 au contrat de DSP, prévoyaient à terme :

- 39 sous-stations raccordées,
- Des besoins s'élevant à 97,4 GWh.

En considérant uniquement la densification sur la ville de Rosny-sous-Bois, les besoins du réseau YGEO dépasserait les quantités prévisionnelles de la DSP.



Graphique 20 : Répartition de la consommation totale par ville

La ville de Montreuil représente le plus gros potentiel de développement avec 50% du total des consommations supplémentaires estimées. Le périmètre initial de la DSP comprenant les zones M1 et M2, représente 79% du potentiel énergétique estimé.

Le total des consommations (abonnés existants et prospects identifiés) est donc estimé à 300 GWh à l'horizon 2030.

6 ETUDE DES SCENARIOS D'EVOLUTION DU RESEAU DE CHALEUR

6.1 ANALYSE TECHNIQUE

Les projets d'évolution et de développement du réseau peuvent être décomposés en plusieurs échéanciers selon les dates de raccordement prévisionnelles. Ainsi, les 177 prospects identifiés ont été répartis selon des extensions à court termes (de 2018 à 2020), à moyen terme (jusqu'à 2025) et à long terme (à l'horizon 2030). Ces évolutions sont de la nature suivante :

- Les évolutions énergétiques des bâtiments raccordés et futurs prospects,
- La densification du réseau existant avec le raccordement de bâtiments situés sur le périmètre de la DSP,
- L'extension du réseau sur la ville de Villemomble et Montreuil.

6.1.1 Evolution énergétique sur les bâtiments raccordés et prospects futurs

De manière à tenir comptes des futures opérations de rénovation thermique, des hypothèses de baisse de consommation sur les bâtiments actuellement raccordés au réseau de chaleur ainsi que les futurs prospects ont été attribuées selon le tableau ci-dessous :

| | Public | Logements > RT 2005 | Tertiaire | Autre | |
|-----------------------|--------|---------------------|-----------|-------|----|
| Catégorie URF | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| % baisse consommation | 15% | 20% | 0% | 0% | 0% |
| % baisse annuel | 1,5% | 2,0% | 0% | 0% | 0% |

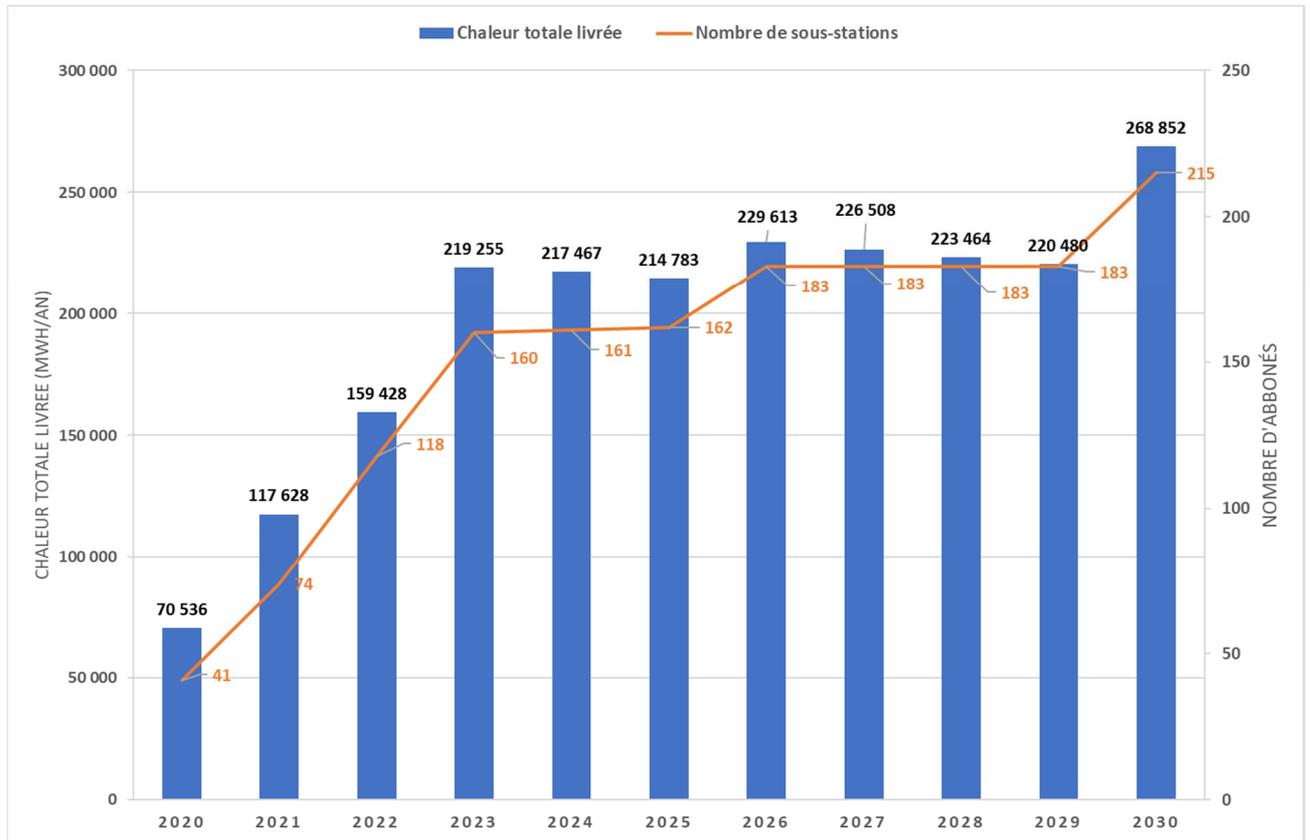
Pour l'ensemble des scénarios d'évolution du réseau de chaleur cette baisse a été considéré à partir de 2020 pour les bâtiments raccordés et les prospects futurs.

Certains abonnés actuellement raccordés au réseau de chaleur sont des bâtiments neufs ou qui ont subi des rénovations énergétiques. Dans leur cas, aucune baisse de consommations n'a été prise en compte. Il s'agit des bâtiments suivants :

- Résidence les grandes portes de Rosny,
- Clos saint pierre (les 3 sous-stations),
- 35 logements,
- Baudelaire,
- Logicap.

Ce gain permet une réduction des consommations de l'ordre de **12% sur la consommation totale comprenant la densification sur le périmètre 2017 et le développement sur la zone M3 de Montreuil et Villemomble.**

Les graphiques ci-dessous représentent l'influence des baisses des consommations sur le potentiel énergétique total et la densité thermique du réseau à l'horizon 2030.



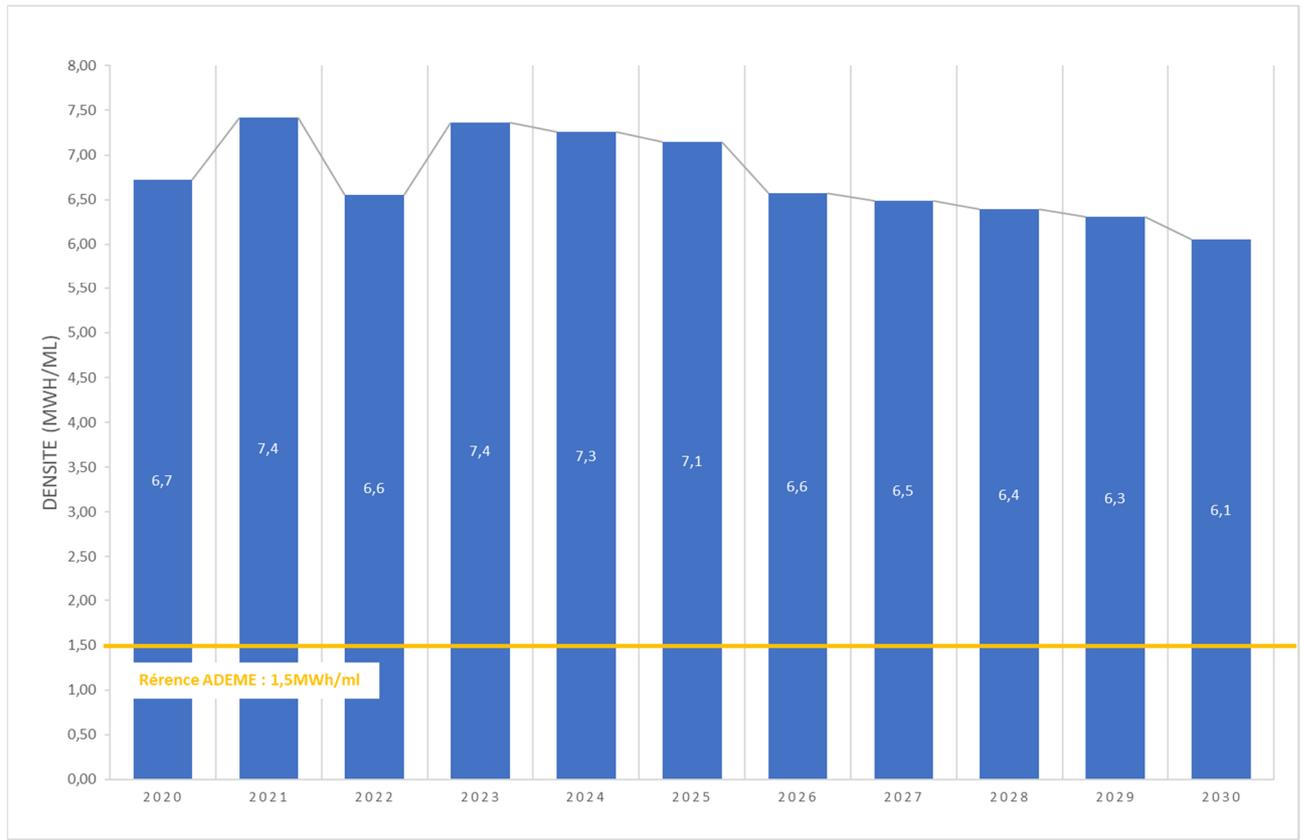
Graphique 21 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre d'abonné après baisse des consommations

Remarques :

- La diminution progressive des consommations entre les années 2025 et 2029 s'explique par les rénovations thermiques des bâtiments indiquées précédemment. Aucun raccordement n'est prévu entre 2025 et 2029 car vu les incertitudes liées au développement, il a été choisi d'estimer des raccordements par palier.
- L'augmentation importante des consommations entre les années 2029 et 2030 s'explique par le raccordement de nombreux bâtiments soit très éloignés du réseau soit dont la commercialisation est très incertaine.

A titre de comparaison, les hypothèses prises par YGEO dans son plan d'affaires, présentées en Annexe AF04 de l'avenant 1 au contrat de DSP, prévoyaient la livraison à terme de **97,4 GWh** (112 GWh prévus diminués des besoins de l'ASL la Redoute qui a depuis refusé le raccordement). Le plan maximal de raccordement prévu correspond donc à une augmentation de près de 175% par rapport aux hypothèses du périmètre initial du projet.

Le graphique ci-dessous indique que ce plan de développement permet de conserver, même à terme, une densité importante du réseau de chaleur.



Graphique 22 : Evolution de la densité thermique du réseau après baisse des consommations

6.1.2 Scénario n°1 - Densification sur le périmètre de la DSP

Le premier scénario d'évolution s'appuie sur :

- Une densification du réseau de chaleur actuel uniquement sur le périmètre de la DSP,
- La conservation de la production actuelle.

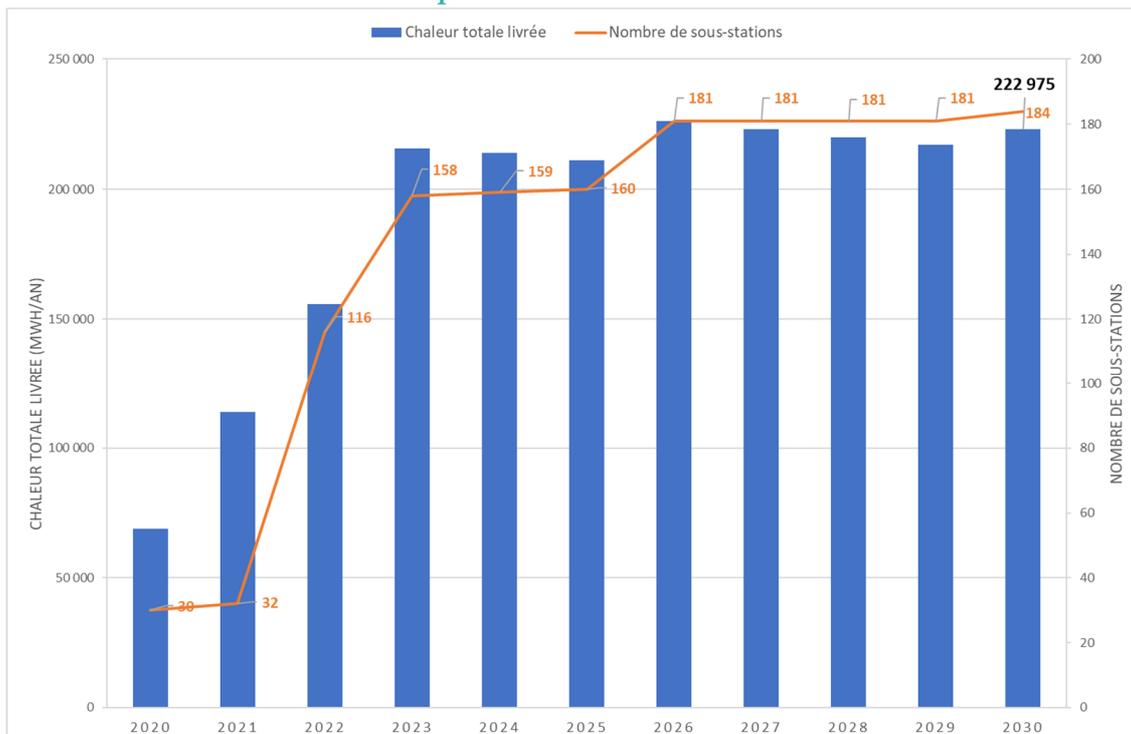
En effet, comme exposé dans la partie 5.3 – « POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DU RESEAU RETENU » les prospects identifiés sur le périmètre de la DSP représente 79% du potentiel thermique supplémentaire identifié.

6.1.2.1 Analyse de la capacité de production énergétique

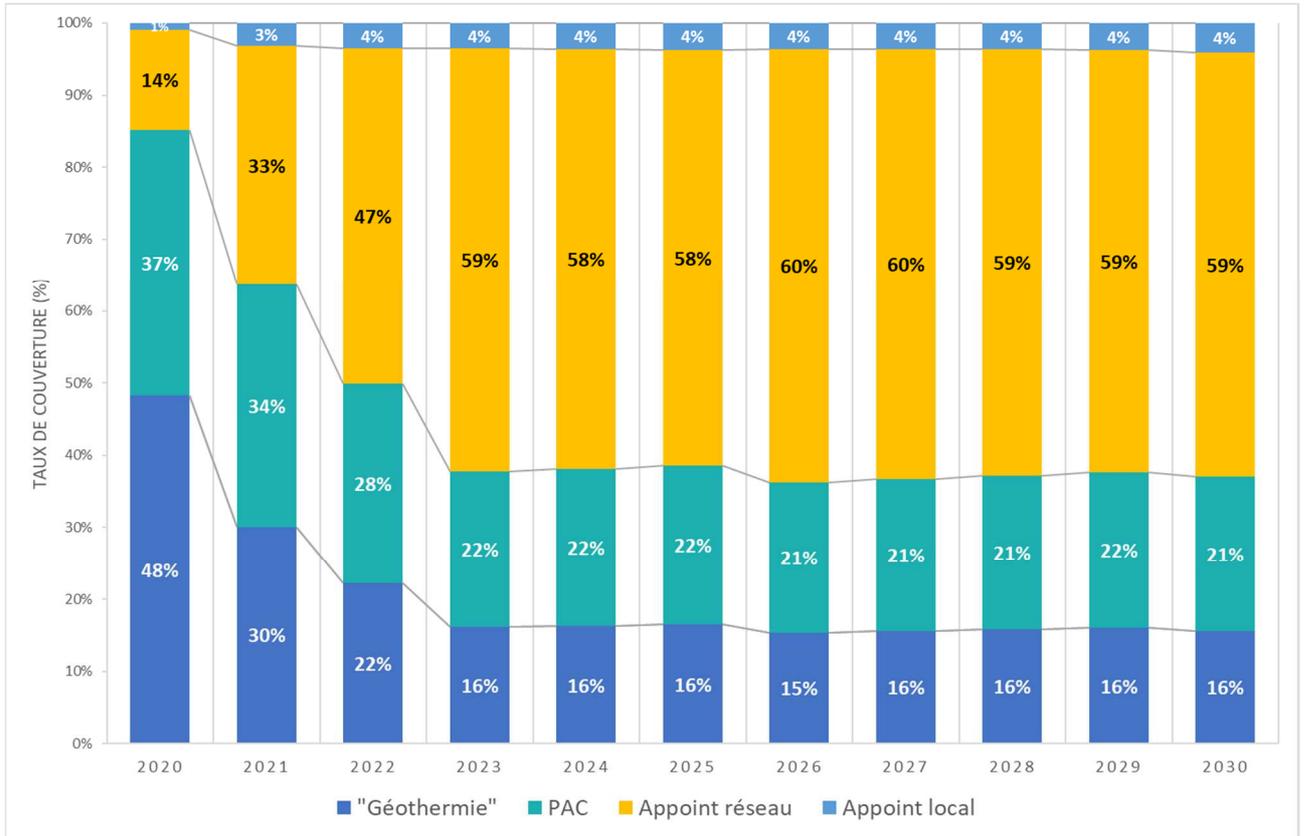
| Bilan de puissance à -7°C | kW |
|---------------------------|----------|
| Besoins max + pertes | 85 369 |
| Appoint réseau max | 18 000 |
| Appoint local max | 27 041 |
| Excédent de secours | - 40 328 |

Le tableau précédent présente le bilan de puissance des installations de production au terme du développement envisagé dans ce scénario. L'objectif de ce tableau est de montrer que ces installations prévues au contrat de DSP ne permettent pas de répondre aux besoins des abonnés, en cas d'arrêt de la production des installations de géothermie. Une chaufferie de 40 MW serait nécessaire pour assurer le secours du réseau à partir de 2023.

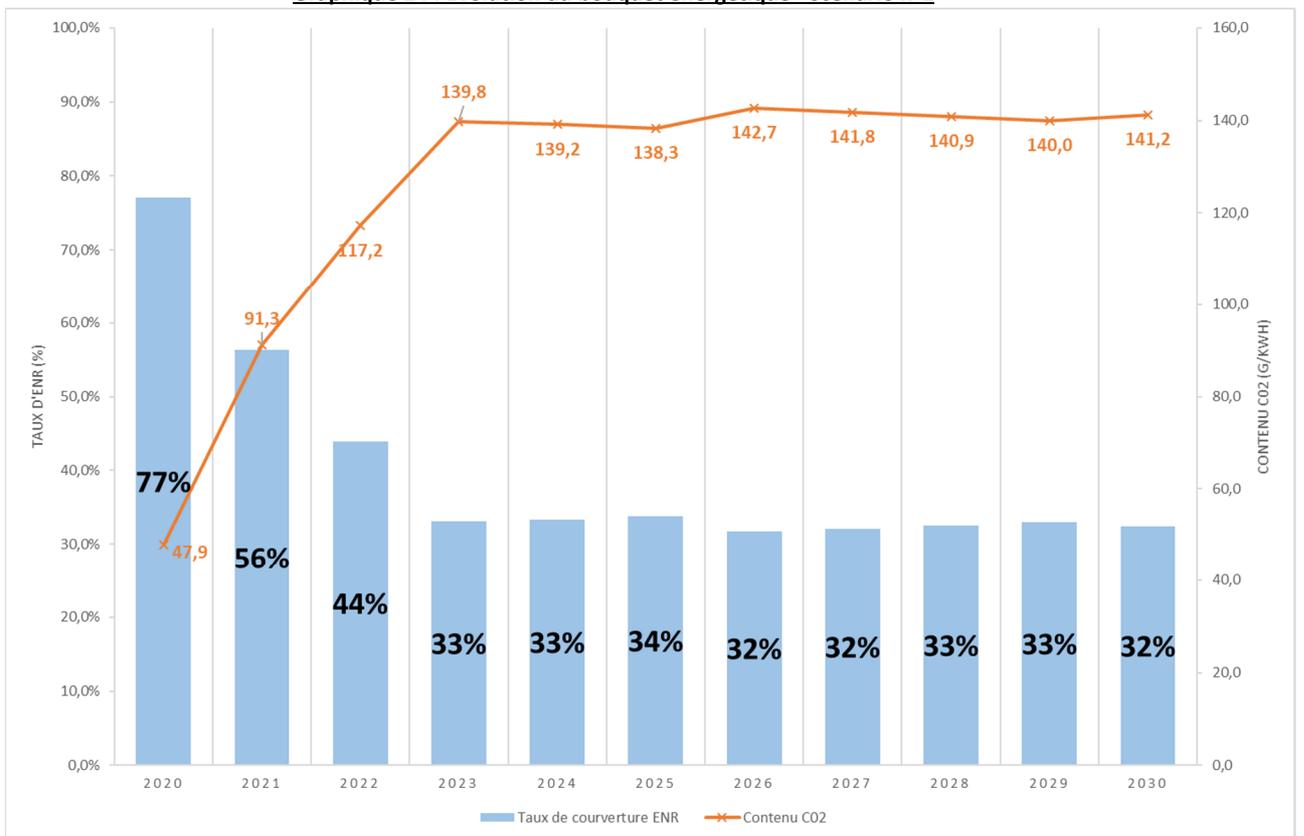
6.1.2.2 Analyse de l'évolution du bouquet énergétique et du taux d'EnR du réseau en fonction de l'évolution du périmètre



Graphique 23 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre de sous-stations supplémentaires après baisse des consommations



Graphique 24 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°1



Graphique 25 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO₂- Scénario n°1

Les courbes ci-dessous illustrent :

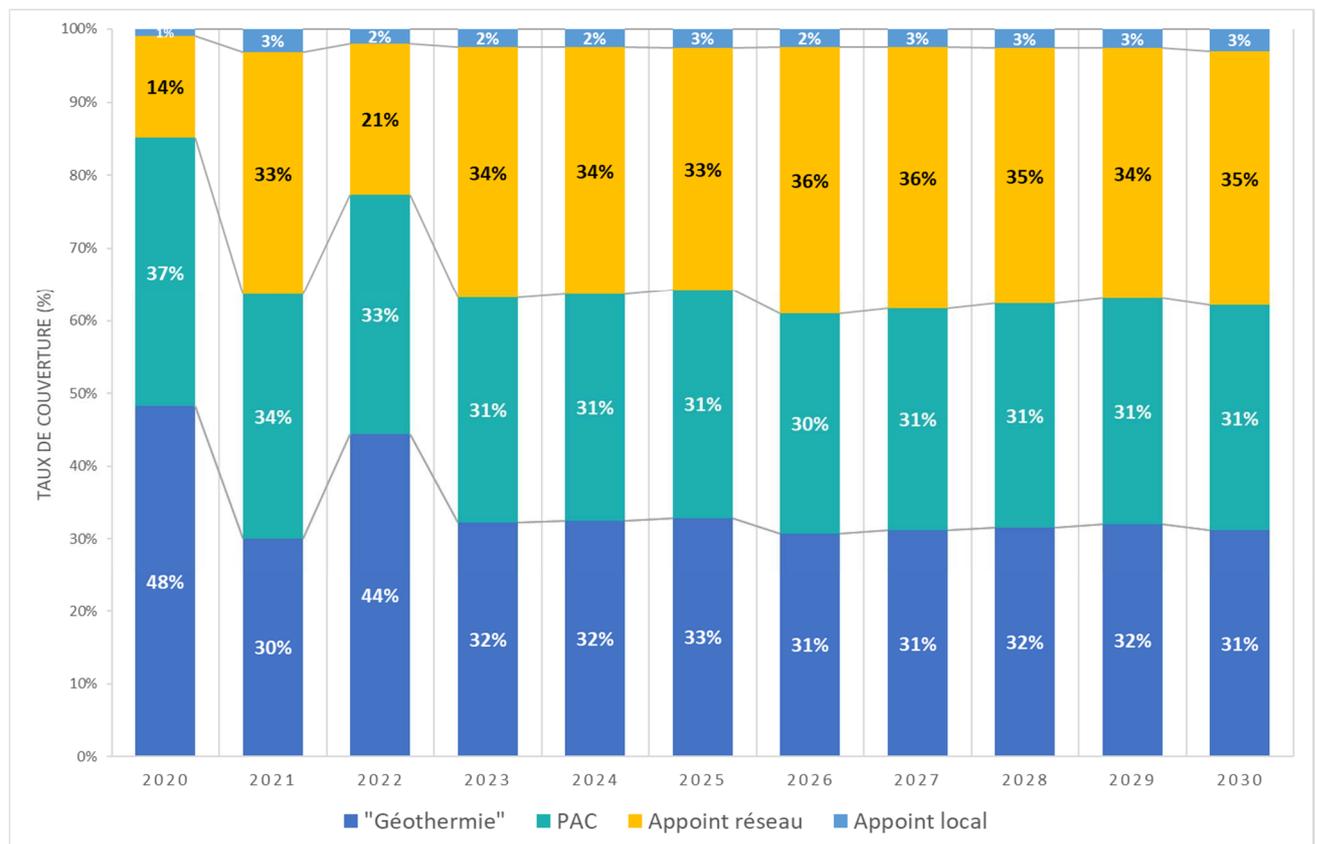
- L'impossibilité de maintenir le taux d'EnR contractuel en gardant la production actuelle et en raccordant l'intégralité des prospects identifiés sur le périmètre de la DSP. Le taux atteint 25% à l'horizon 2030,
- L'augmentation du contenu CO₂ et le dépassement du titre V (88 gCO₂/kWh PCI) à partir de 2020.

Compte tenu de l'importance d'assurer un taux d'EnR minimal de 50% permettant d'assurer le taux de TVA réduit pour l'ensemble des abonnés en chaleur et la nécessité de fournir les besoins à l'aide de secours gaz il sera envisagé un complément à la production énergétique.

6.1.2.3 Moyens de productions complémentaires : second doublet et chaufferie gaz

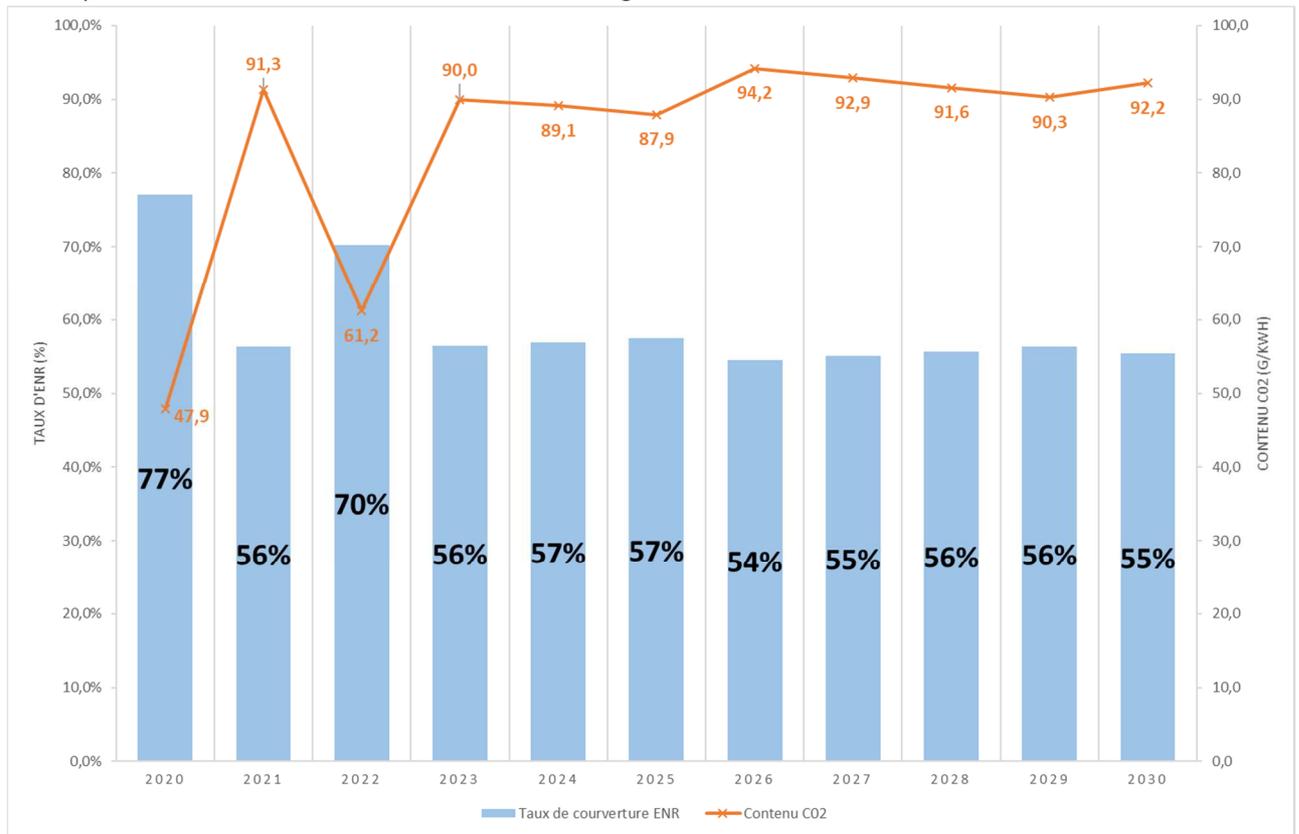
Un complément peut être assuré par la mise en place de chaudières gaz d'une puissance totale de 40 MW supplémentaire à partir de 2023 permettant de palier la baisse de la réserve de puissance disponible ainsi qu'en secours en cas d'arrêt des puits géothermiques.

Afin de conserver le taux d'EnR supérieur à 50%, il sera envisagé la mise en place d'un second doublet de géothermie à partir de 2022. Les résultats des simulations avec ces nouveaux moyens de production sont présentés ci-après.



Graphique 26 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°1 – Mise en place second doublet

Remarque : le graphe précédent montre une forte augmentation de la part géothermie en 2022, qui correspond à la mise en service du second doublet géothermale.



Graphique 27 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO₂ - Scénario n°1 – Mise en place second doublet

L'analyse du bouquet énergétique en fonction de l'évolution du périmètre permet d'illustrer :

- Un taux d'EnR inférieur à la valeur contractuelle à partir de 2023 mais supérieur à 50% jusqu'en 2030,
- L'augmentation du contenu CO₂ et le dépassement du titre V dès 2026.

6.1.3 Scénario n°2 - Densification sur le périmètre de la DSP avec hypothèse sur la commercialisation

Le second scénario d'évolution s'appuie sur :

- Une densification du réseau de chaleur actuel sur le périmètre de la DSP avec 86% du potentiel identifié commercialisé,
- Les moyens de production actuels et la mise en œuvre d'un second doublet.

Ce pourcentage de commercialisation est la résultante des hypothèses de commercialisation par typologie de prospect suivantes :

| Typologie de prospect | % de commercialisation |
|-------------------------------------|------------------------|
| Opérations d'aménagement | 70% |
| Copropriétés | 70% |
| Autres logements existants et neufs | 80% |
| Activités | 80% |
| Etablissements publics et scolaires | 100% |
| Etablissements de santé | 100% |

6.1.3.1 Analyse de la capacité de production énergétique

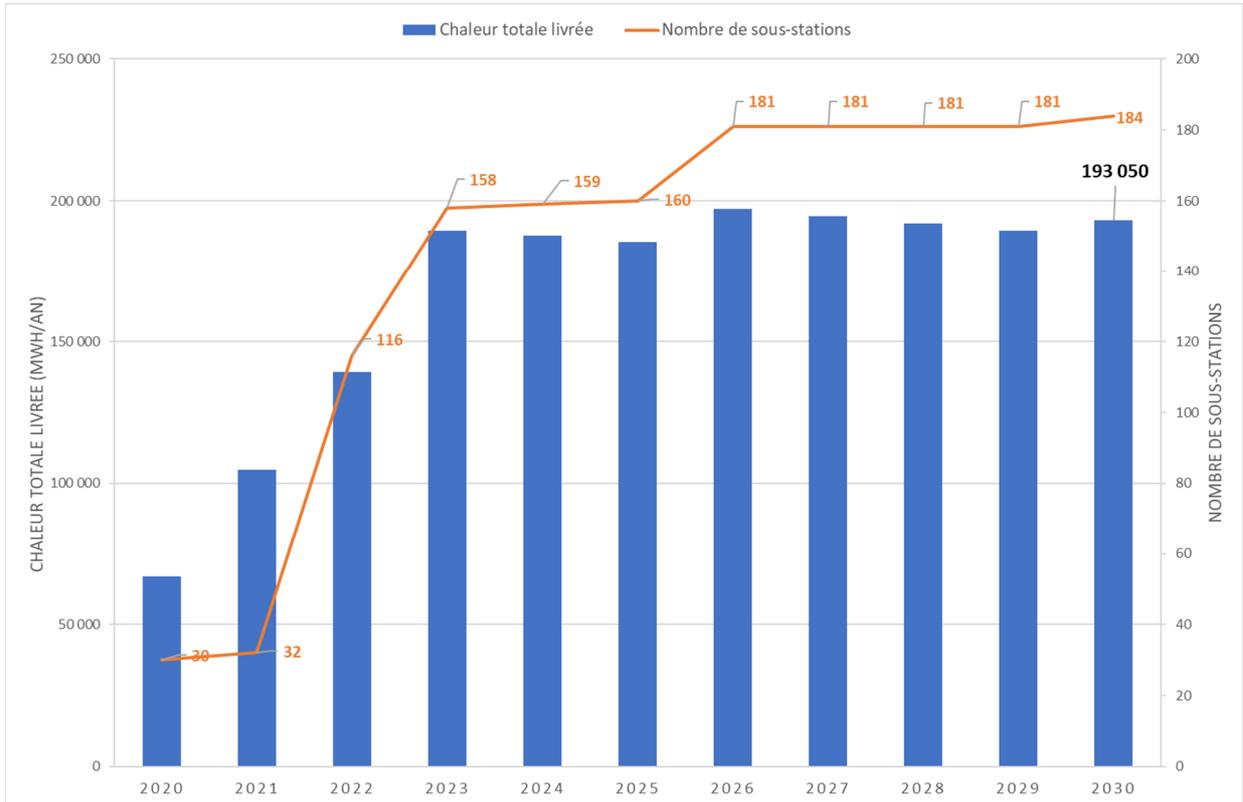
| Bilan de puissance à -7°C (kW) | |
|--------------------------------|----------|
| Besoins max + pertes | 74 070 |
| Appoint réseau max | 18 000 |
| Appoint local max | 27 041 |
| Excédent de secours | - 29 029 |

Le tableau précédent présente le bilan de puissance des installations de production au terme du développement envisagé dans ce scénario. L'objectif de ce tableau est de montrer que ces installations prévues au contrat de DSP ne permettent pas de répondre aux besoins des abonnés, en cas d'arrêt de la production des installations de géothermie. Une chaufferie de 30 MW serait nécessaire pour assurer le secours du réseau à partir de 2023.

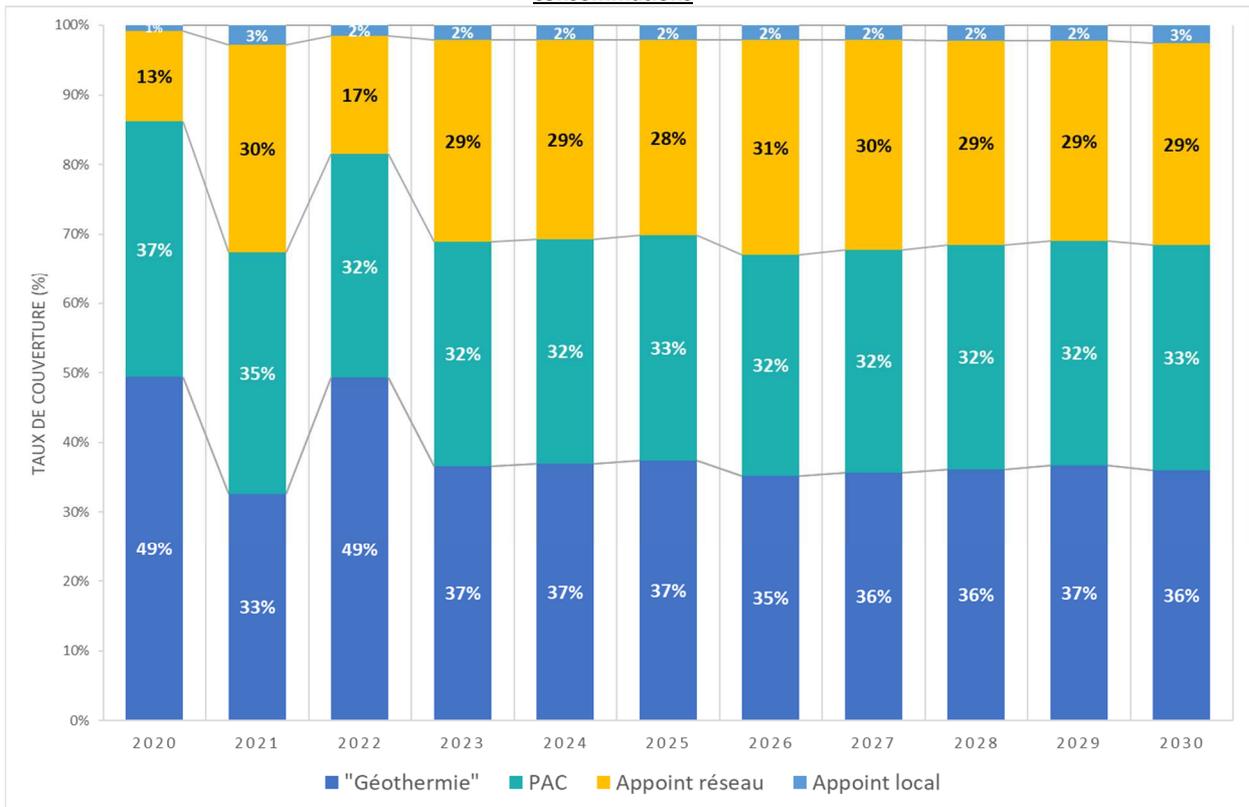
On remarque que les hypothèses sur de commercialisation conduisent à une réduction de 10 MW sur la puissance gaz supplémentaire à prévoir.

6.1.3.2 Analyse de l'évolution du bouquet énergétique et du taux d'EnR du réseau en fonction de l'évolution du périmètre

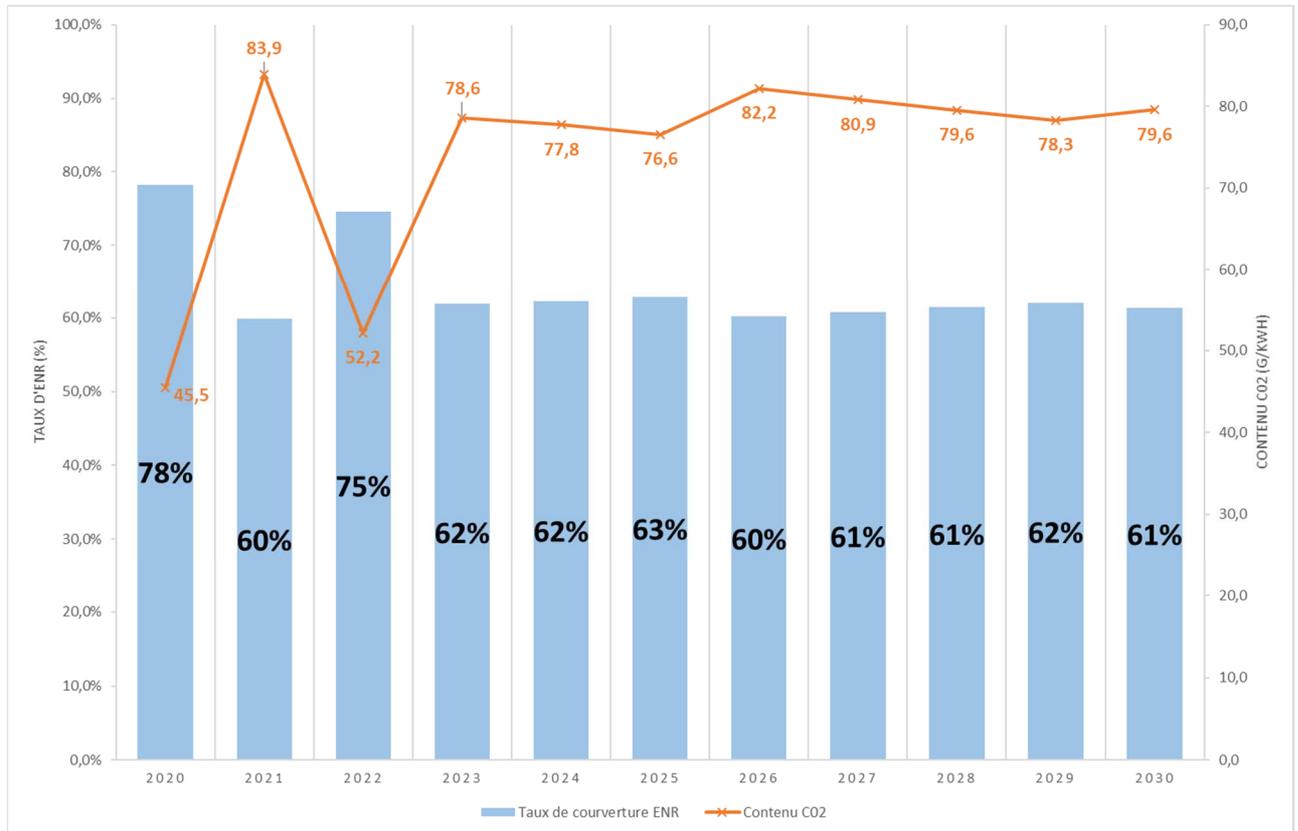
Les graphiques ci-dessous sont obtenus après mise en service d'un second doublet en 2022 et les compléments gaz précédemment énoncés.



Graphique 28 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre de sous-stations supplémentaires après baisse des consommations



Graphique 29 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°2 – Mise en place second doublet



Graphique 30 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO₂ - Scénario n°2 – Mise en place second doublet

L'analyse de ce scénario montre la sensibilité du bouquet énergétique face à la commercialisation du réseau de chaleur sur le périmètre de DSP. Cela signifie que la construction du second doublet de géothermie et des installations gaz supplémentaire devra être réalisée en fonction de l'avancée de cette dernière. Cependant, **quel que soit le scénario, le potentiel de développement est largement suffisant pour prévoir la construction de ces moyens de production supplémentaires.**

6.2 SYNTHÈSE VOLET TECHNIQUE

L'analyse technique a comparé deux scénarios d'évolution. Un premier comprenant la totalité du potentiel identifié sur le périmètre de la DSP. Le second se base sur le même potentiel d'évolution mais en considérant des hypothèses de commercialisation, c'est-à-dire la possibilité qu'un certain pourcentage des prospects identifiés ne se raccorde pas au réseau de chaleur.

Le premier scénario présente un volume total de besoin de chaleur, comprenant le réseau existant, de 220 GWh/an.

Le deuxième scénario présente un volume total réduit de 14%, c'est-à-dire 190 GWh/an.

Ces scénarios ont illustré :

- La capacité de maintenir un taux d'EnR supérieur à 50% en raccordant l'intégralité du potentiel énergétique identifié sur le périmètre de DSP en construisant un 2^{ème} puits de géothermie,
- La nécessité de rajouter une production au gaz de 40 MW pour le 1^{er} scénario et de 30 MW pour le second et l'influence du pourcentage de commercialisation du potentiel identifié sur les moyens de production à mettre en œuvre
- L'intérêt de la construction du 2nd doublet de géothermie quel que soit le scénario.

6.3 ANALYSE ECONOMIQUE

L'analyse technique des deux scénarii a montré que, quel que soit le plan de raccordement envisagé, il sera nécessaire à l'avenir de mettre en œuvre un nouveau moyen de production en énergie renouvelable.

Le but de cette analyse économique est d'établir des Comptes d'Exploitation Prévisionnel (CEP) qui permettent d'illustrer l'équilibre économique des scénarios malgré les nouveaux investissements à prévoir et en conservant la tarification actuelle.

Pour chacun de ces sous-scénarios, le CEP a été réalisé en marginal afin d'analyser l'équilibre économique du développement du réseau de chaleur en plus du développement prévu dans le cadre du premier établissement du contrat de DSP actuel.

Cette analyse se base principalement sur deux critères : le Taux de Rentabilité Interne (TRI) et le coût de la chaleur des abonnés.

6.3.1 Procédure générale

6.3.1.1 Compte d'exploitation prévisionnel

L'annexe financière 4 de l'avenant 1 du contrat de DSP précise qu'YGEO s'engage sur un volume de ventes thermiques à hauteur de 112 GWh sur les villes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil. SERMET a ainsi étudié l'équilibre économique du projet en marginal, soit uniquement à partir de l'année où ce volume de vente est dépassé. Selon le plan de développement envisagé dans notre étude, cette limite est dépassée à partir de 2022. Ainsi, les investissements à réaliser sont amortis par les abonnés se raccordant au réseau de chaleur à partir de cette date.

Les plans d'affaire des comptes d'exploitation des deux scénarios étudiés sont joints en annexe du présent rapport.

Le compte d'exploitation se présente de la façon suivante :

1/ Les recettes (1)

Ce poste comprend :

- Ventes de chaleur R1/R2 : il s'agit des recettes générées par la vente de chaleur aux nouveaux abonnés en référence à la tarification du réseau de chaleur en date de valeur 2018 (la moyenne des termes de 2018). Nous avons considéré la variation suivante :
 - Le tarif R1 varie en fonction de la TICGN.

L'impact de l'augmentation de la TICGN, sur le coût de la chaleur a été analysé. Cette augmentation est suivant le projet de loi de finances pour 2018 « Fiscalité de la transition écologique » présentée dans le tableau suivant :

Evolution du montant de la TICGN

| Année | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|-------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| <i>Montant</i> | 1,27 | 2,64 | 4,34 | 5,88 | 8,45 | 10,34 | 12,24 | 14,13 | 16,02 |
| | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh | €/MWh |
| <i>Evolution d'une année à l'autre</i> | - | + 107,9 % | + 64,4 % | 35,5 % | + 43,7 % | + 22,4 % | + 18,4 % | + 15,4 % | + 13,4 % |
| <i>Evolution depuis 2014</i> | | + 107,9 % | + 241,7 % | + 363 % | + 565,4 % | + 714,2 % | + 863,8 % | + 1012,6 % | + 1161,4 % |
| <i>Evolution depuis 2017</i> | | | - | | + 43,7 % | + 75,9 % | + 108,2 % | + 140,3 % | + 172,4 % |

Source : Projet de Loi de Finances pour 2018.

Cela implique les tarifs annuels suivants :

| Année | 2018 (référence) | 2021 | 2022 |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|
| R1 moyen (€HT/MWh) | 28,34 | 31,27 | 32,25 |
| R2 moyen (€HT/MWh) | 26,00 | 26,00 | 26,00 |

2/ Les charges

Ce poste est présenté en écart par rapport au scénario de référence et comprend :

- **Charges d'énergie (P1)** : les charges de combustible gaz et biomasse et les charges d'électricité évoluent en fonction du bouquet énergétique de l'année considérée en marginal avec le bouquet énergétique théorique du premier établissement.

On distingue :

- Les consommations de gaz utilisées par les chaufferies d'appoint-secours,
- La taxe TICGN sur le gaz,
- Les consommations d'électricité utilisées par la centrale de géothermie, le traitement inhibiteur des puits et la pompe à chaleur,

- **Charges d'exploitation (P2)** :

On distingue :

- Les consommations d'eau de ville,
- Les consommations d'électricité utilisées par les chaufferies d'appoint-secours et les sous-stations,
- Les charges de personnel : salaires, traitement et charges sociales,
- Les frais liés aux véhicules,
- Les autres charges,
- Les frais de gestion, entretien, conduite des installations du réseau,
- Les frais complémentaires de conduite et d'entretien liés aux extensions et aux nouveaux outils de production.

- **Charges d'exploitation (P3, GER) :**

- Un poste « P3 sous-stations extension » pour les prestations de gros entretien à effectuer dans les sous-stations des futurs abonnés raccordés,
- Un poste « P3 Réseau » pour les prestations de gros entretien à effectuer sur le réseau.

Les charges P3 sont estimées de la manière suivante :

- Réseau primaire : 10% de l'investissement pour la construction du réseau,
- Sous-station : 20% de l'investissement pour l'aménagement des sous-stations.

- **Autres charges :**

- Amortissement des investissements des nouveaux équipements,
- Amortissement des subventions des nouveaux équipements.

6.3.1.2 Investissements communs aux scénarii

Frais divers

L'ensemble des scénarii prévoient les frais divers suivants :

- Frais de Maîtrise d'œuvre – Etude : estimés à 6,5% de la somme des investissements pour les travaux de la nouvelle source de production et pour les travaux de réseau et des sous-stations,
- Frais SPS, Contrôle technique, assurances : estimés à 2,0% de la somme des investissements pour les travaux de la nouvelle source de production et pour les travaux de réseau et des sous-stations,
- Frais des aléas : estimés à 5,0% de la somme des investissements pour les travaux de la nouvelle source de production et pour les travaux de réseau et des sous-stations.

Il est prévu dans le cadre du contrat de DSP, la possibilité de la construction d'un second puits de géothermie sur le terrain actuel de la centrale de géothermie. Par conséquent, aucun achat de terrain, ni redevance n'a été pris en compte dans ces simulations économiques.

6.3.1.3 Mécanismes de financement mobilisables

Les projets d'extensions d'un réseau de chaleur bénéficiant d'un taux d'EnR supérieur à 50% sont éligibles pour l'obtention d'aides du Fonds Chaleur selon les critères suivants :

- Extension d'une longueur minimale de 200 mètres (longueur de tranchée),
- Extension permettant de valoriser au minimum 25 tep EnR/an soit 290 MWh/an,
- Densité thermique du réseau après extension $\geq 1,5$ MWh/ml,
- Impact positif pour l'abonné sur le tarif de fourniture de chaleur,
- Le système de production EnR du réseau doit avoir une réserve de capacité lui permettant une production supplémentaire qui correspond au moins à 50% des besoins de chaleur de l'extension prévue.

L'ADEME prévoit cependant des limites à son aide, présentées dans le tableau suivant, en fonction du diamètre des tronçons construits.

| DN réseau | Plafond assiette en €/mL | Taux d'aide max en €/mL |
|----------------|--------------------------|-------------------------|
| DN 150 à 250 | 745,50 | 522 |
| DN 80 à 125 | 546 | 382 |
| DN 65 et moins | 472,5 | 331 |

En faisant l'hypothèse que la longueur totale des extensions mesurée se répartira de manière égale entre des DN 80 à 125 et des DN 150 à 250, il est possible de déterminer le montant maximal des subventions envisageable.

Dans la pratique, il est fréquent que les subventions allouées à un projet d'extension d'un réseau de chaleur atteignent environ 30% du montant total des investissements des travaux de réseau. Ce ratio sera considéré dans l'étude économique.

6.3.2 Scénario n°1 - Densification sur le périmètre de DSP

6.3.2.1 Investissements

Le scénario n°1 prévoit les travaux suivants :

- Réalisation de 20 400 ml de réseau,
- Création de 112 sous-stations,
- 1 nouveau puits de géothermie,
- 1 nouvelle chaufferie gaz de 40 MW.

Ce scénario prévoit de construire 20 km de réseau à l'horizon 2030 afin de raccorder 112 sous-stations supplémentaires. En considérant les prix unitaires empiriques de 40 000 €/sous-station et 900 €/ml, les investissements totaux pour les extensions du réseau et les sous-stations valent **22 840 k€**.

Dans l'état actuel du contrat de DSP, ces investissements sont en partie financés par des droits de raccordement.

Concernant les moyens de production, l'investissement pour le nouveau forage a été estimé à **11 500 k€** et pour la nouvelle chaufferie gaz à **4 250 k€**.

| | |
|--|---------------------|
| Investissement Forage géothermie | 11 500 000 € |
| Investissement Nouvelle chaufferie Gaz | 4 250 000 € |
| Investissement Réseau et Sous-stations | 22 839 708 € |
| Investissement Frais divers | 5 209 611 € |
| Total | 43 799 318 € |

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2030 |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Moyens de production | 13 093 750 | 2 656 250 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sous-stations | 1 760 000 | 1 680 000 | 40 000 | 40 000 | 840 000 | 120 000 |
| Réseau | 7 636 028 | 4 893 975 | 160 538 | 81 630 | 4 402 800 | 1 184 738 |
| Frais divers | 3 036 120 | 1 246 080 | 27 073 | 16 420 | 707 778 | 176 140 |
| Total | 25 525 897 | 10 476 305 | 227 610 | 138 050 | 5 950 578 | 1 480 877 |

Tableau 19 : Répartition annuelle des investissements - Scénario n°1

6.3.2.2 Mécanismes de financement mobilisables

Le montant de subvention envisagé est présenté dans le tableau ci-dessous :

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Subventions envisagées | 9 445 412 € |
| Pourcentage sur investissement total | 22% |
| Total à déboursier | 34 353 906 € |

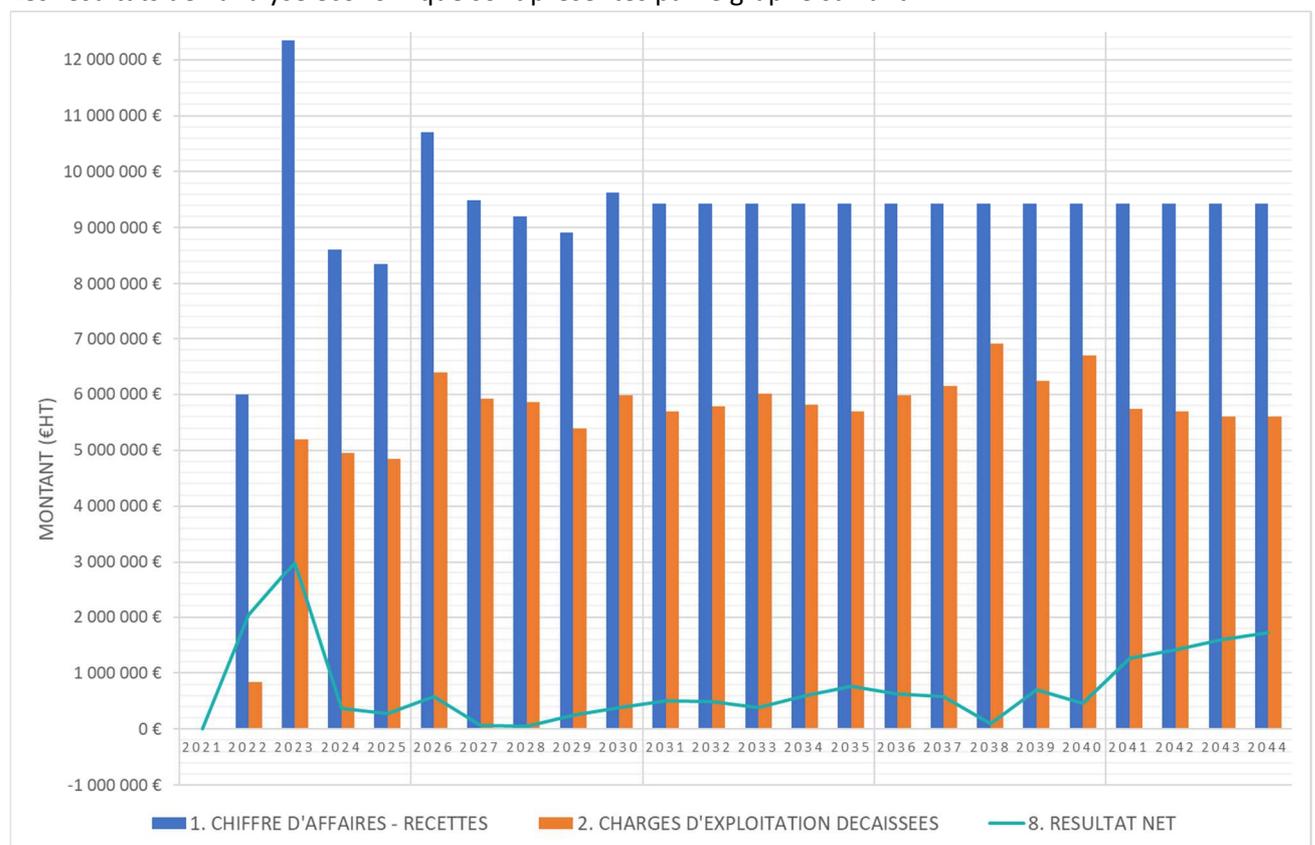
Tableau 20: Synthèse des subventions - scénario 1

6.3.2.3 Présentation du compte d'exploitation

Le CEP de ce scénario prévoit, en plus de recettes de vente de chaleur, des recettes de droits de raccordement. L'hypothèse prise dans ce CEP est :

- **100€/kW souscrit.**

Les résultats de l'analyse économique sont présentés par le graphe suivant :



Cette figure montre que l'augmentation des recettes de ventes de chaleur et l'intégration de droits de raccordement permettent d'améliorer le bilan d'YGEO en absorbant à la fois les coûts engendrés par les travaux d'extension et l'augmentation de la TICGN.

En considérant la variation du terme R1 décrite plus haut, et ainsi un prix de la chaleur moyen pour les nouveaux abonnés sur le reste de la DSP de **86 €/MWh**, **le TRI obtenu pour ce scénario est de 12,5%**.

Ce TRI positif démontre l'intérêt économique du scénario et permet d'envisager une baisse des tarifs. Cette dernière pourra dans un premier temps être réalisée en utilisant les subventions allouées à ces extensions pour réactualiser le terme R25.

6.3.3 Scénario n°2 - Densification sur périmètre de DSP avec hypothèse sur la commercialisation

6.3.3.1 Investissements

Le scénario n°2 prévoit les mêmes investissements que le premier scénario à l'exception de la production gaz supplémentaire. En effet, l'hypothèse d'une commercialisation à la baisse a été simulée dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire en conservant le même nombre de sous-station et de linéaire de réseau.

L'investissement pour la nouvelle chaufferie gaz de 30 MW a été estimé à **3 350 k€**.

| | |
|--|---------------------|
| Investissement Forage géothermie | 11 500 000 € |
| Investissement Nouvelle chaufferie Gaz | 3 350 000 € |
| Investissement Réseau et Sous-stations | 22 839 708 € |
| Investissement Frais divers | 5 088 111 € |
| Total | 42 777 818 € |

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2030 |
|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Moyens de production | 12 756 250 | 2 093 750 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sous-stations | 1 760 000 | 1 680 000 | 40 000 | 40 000 | 840 000 | 120 000 |
| Réseau | 7 636 028 | 4 893 975 | 160 538 | 81 630 | 4 402 800 | 1 184 738 |
| Frais divers | 2 990 557 | 1 170 143 | 27 073 | 16 420 | 707 778 | 176 140 |
| Total | 25 142 835 | 9 837 868 | 227 610 | 138 050 | 5 950 578 | 1 480 877 |

Tableau 21 : Répartition annuelle des investissements - Scénario n°2

6.3.3.2 Mécanismes de financement mobilisables

Le montant de subvention envisagé est présenté dans le tableau ci-dessous :

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Subventions envisagées | 9 220 412 € |
| Pourcentage sur investissement total | 22% |
| Total à déboursier | 33 557 406 € |

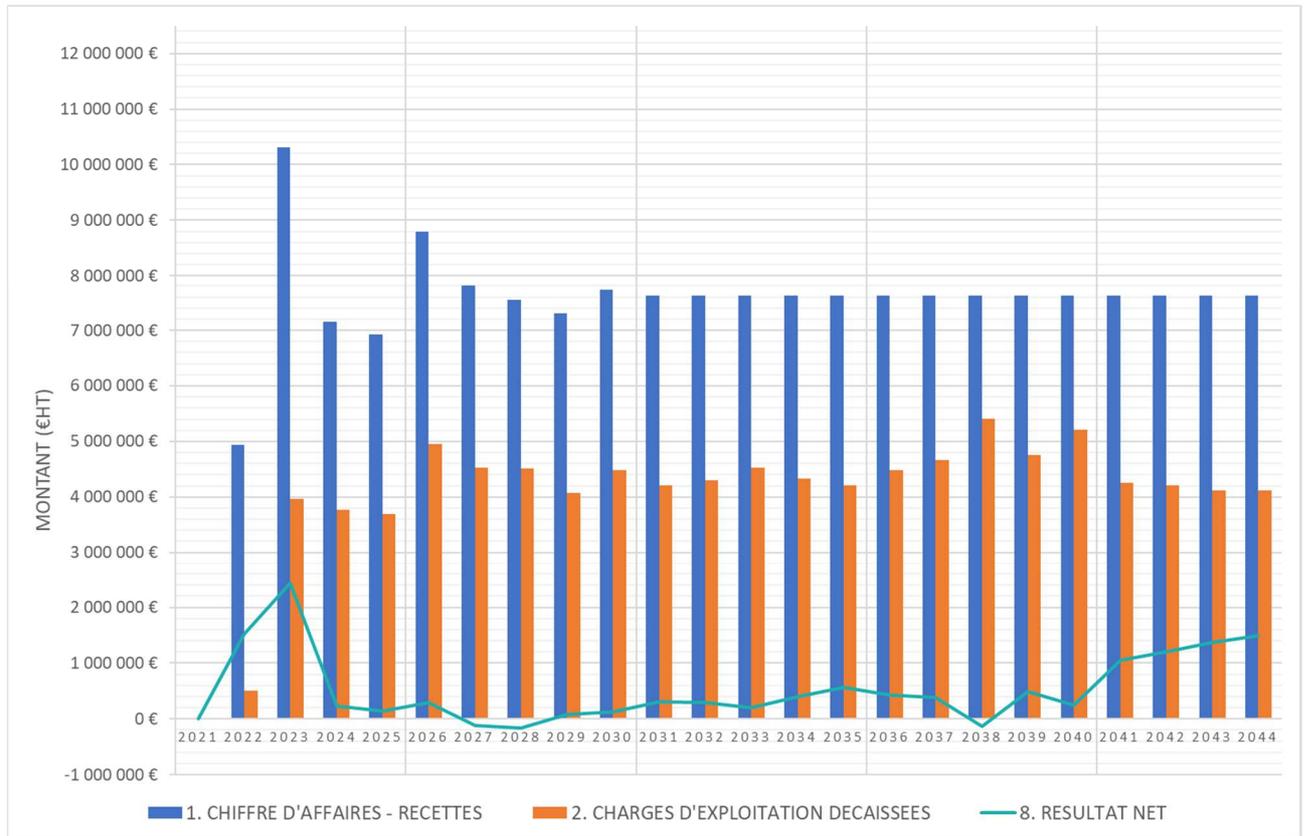
Tableau 22: Synthèse des subventions - scénario 2

6.3.3.3 Présentation du compte d'exploitation

Le CEP de ce scénario prévoit, en plus de recettes de vente de chaleur, des recettes de droits de raccordement. L'hypothèse prise dans ce CEP est :

- **100€/kW souscrit.**

Les résultats de l'analyse économique sont présentés par le graphe suivant.



Cette figure montre que la diminution des recettes de ventes de chaleur par rapport au 1^{er} scénario implique une baisse du résultat net cumulé sur la DSP faible.

En considérant la variation des termes R1 décrite plus haut, et ainsi un prix de la chaleur moyen pour les nouveaux abonnés sur le reste de la DSP de **86 €/MWh**, **le TRI obtenu pour ce scénario est de 11%**. Il est à noter le prix de la chaleur des nouveaux abonnés est identique à celui du premier scénario.

Ce TRI positif démontre l'intérêt économique du scénario et permet d'envisager une baisse des tarifs. Cette dernière pourra dans un premier temps être réalisée en utilisant les subventions allouées à ces extensions pour réactualiser le terme R25.

7 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

Réseau existant :

Le réseau de chaleur de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil, alimenté par un nouveau puits de géothermie, a été mis en œuvre entre les années 2016 et 2017. Le réseau de chaleur dispose d'installations de production et de distribution neuves. Des investissements réguliers permettront de maintenir à un bon niveau de fonctionnement l'ensemble des équipements tout au long de la durée de la DSP qui encadre cette opération. Suite au diagnostic de l'étude, un enjeu important consiste à optimiser les températures du réseau en améliorant le fonctionnement du 3^{ème} tube qui épuise les températures retours de la branche du Fort de Rosny vers l'ASL le Moleret.

Potentiel identifié :

L'étude prospective réalisée pour ce schéma directeur a montré que le réseau possède un potentiel de développement important, à la fois sur son périmètre de DSP (sur les communes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et sur les quartiers Est de Montreuil) mais également sur le centre, les quartiers ouest de Montreuil et certaines communes limitrophes comme Villemomble. L'exploitation de ce potentiel pourrait permettre de proposer à un plus grand nombre d'usagers le service public de chaleur dans des conditions d'exploitation et de tarification optimisées et un déploiement des énergies renouvelables sur le territoire.

Scénarios envisagés :

Compte tenu du potentiel important identifié sur les villes citées ci-dessus, l'étude des scénarios s'est limitée au périmètre de la DSP.

Deux scénarios de développement ont été envisagés. Le premier concerne la densification du périmètre de la DSP considérant la totalité du potentiel identifié sur cette zone. Le deuxième envisage un risque commercial qui ramène le potentiel identifié à 86% des besoins de chaleur.

Ces scénarios ont montré qu'un tel développement nécessiterait de mettre en œuvre de nouveaux appareils de production, tant pour sécuriser le taux d'EnR (et ainsi diminuer le contenu en CO₂ du réseau) que pour assurer l'appoint et le secours suffisant.

Pour faire face à ces contraintes, les scénarios privilégiés dans le schéma directeur prévoient de :

- **Poursuivre la densification du réseau sur le périmètre de DSP,**
- **Construire un nouveau moyen de production EnR pour faire face à la demande des nouveaux raccordements en ayant recours à un nouveau doublet géothermique.**

Lors de la mise en place de la DSP, ce fort potentiel avait été identifié et la possibilité de la construction d'un deuxième puits de géothermie était envisagée. Cette étude a permis de confirmer l'intérêt de lancer cette 2^{ème} phase du projet industriel.

Résultats :

Le coût de la chaleur résultant moyen sur la durée de la DSP en conservant les termes R1/R2 actuels est estimé à **86 €HT/MWh**.

L'équilibre économique de chaque scénario a été étudié, en fonction du prix de la chaleur calculé, en utilisant l'indicateur du Taux de Rentabilité Interne (TRI). Ce mécanisme permet de comparer les scénarios et de déterminer leur viabilité.

Les résultats des simulations montrent que les scénarios d'extension du réseau sont viables techniquement et économiquement, le forage d'un nouveau doublet de géothermie peut être envisagé, même avec une hypothèse de commercialisation à la baisse.

7.1 PLAN D' ACTIONS

L'objectif d'un schéma directeur est de définir un plan d'actions. Il s'agit d'une feuille de route qui a pour but de permettre l'évolution du réseau à l'horizon 2030. Ce plan d'action concerne le scénario privilégié qui consiste en la densification du périmètre actuel de la DSP. Les points suivants du plan d'actions pourront être planifiés et suivis à l'aide d'un comité de pilotage.

1) Optimisation du fonctionnement hydraulique du réseau actuel

Aujourd'hui, la conception du réseau de chaleur prévoit un épuisement des températures retours du quartier du Fort de Rosny. A l'exploitation cet aspect n'est pas encore optimal et nécessite des améliorations pour augmenter le potentiel de chaleur géothermique valorisable. Cependant, les résultats de ces premières années d'exploitation semblent tendre aux objectifs fixés par la DSP en termes de performance énergétique.

⇒ **Il est préconisé que les résultats de ces travaux d'optimisation soient présentés dans le rapport annuel de l'année 2018.**

2) Stratégie de commercialisation du réseau

Le territoire des villes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec et Montreuil présentent un potentiel très important pour le développement du réseau de chaleur. YGEO doit bâtir une stratégie de commercialisation pour s'étendre sur de nouvelles zones en mutualisant les investissements liés à la construction de branches de réseau communes. Cette projection doit permettre de définir le seuil de commercialisation pour lequel la construction du 2nd puits de géothermie devra être lancée.

⇒ **Il est préconisé qu'YGEO présente un projet de commercialisation courant de l'été 2019.**

3) Mise à jour du projet industriel

Ce schéma directeur permet de tracer les grandes lignes du projet industriel à mettre en place. Certains points sont à approfondir afin de passer en phases conception puis réalisation du développement envisagé à 2030 :

- **Analyses techniques** : capacités d'appoint/secours des chaufferies mises à disposition existantes ou futures, capacité du réseau de distribution, la faisabilité du forage sur le terrain de la centrale actuelle,
- **Analyses économiques** : approfondissement des investissements,
- **Analyses juridiques** : conditions d'acceptabilité d'un avenant.

⇒ **Il est préconisé qu'YGEO propose une mise à jour du projet industriel pour la fin d'année 2019.**

Table des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Modification périmètre délégué | 9 |
| Figure 2 : Schéma des intervenants | 25 |
| Figure 3 : Cartographie des réseaux de chaleur situés à proximité du réseau d'YGEO | 69 |
| Figure 4 : Cartographie des UIOM..... | 70 |
| Figure 5 : Localisation du data center du Fort de Rosny-sous-Bois | 71 |
| Figure 6 : Cartographie des principales stations d'épuration d'Ile de France..... | 72 |
| Figure 7 : Potentiel de développement de la géothermie intermédiaire et profonde | 73 |
| Figure 8 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté en Ile de France..... | 74 |
| Figure 9 : Carte des producteurs de combustibles bois de chauffage en IdF | 74 |
| Figure 10 : Quartiers de Rosny-sous-Bois..... | 79 |
| Figure 11: Localisation des logements sociaux - commune de Noisy-le-Sec | 81 |
| Figure 12 : Localisation des logements sociaux en 2006..... | 82 |
| Figure 13 : Répartition de l'occupation des sols en 2012 | 84 |
| Figure 14 : Répartition de l'occupation des sols | 85 |
| | |
| Graphique 1 : Répartition du nombre d'équivalent-logements par type de bâtiment raccordé | 12 |
| Graphique 2 : Evolution du nombre de sous-stations et des puissances souscrites | 39 |
| Graphique 3 : Mixité énergétique en 2017 | 42 |
| Graphique 4 : Répartition du taux d'EnR pour l'exercice 2017 | 43 |
| Graphique 4 : Evolution de la production et des ventes depuis 2015 | 44 |
| Graphique 6 : Evolution et comparaison du contenu CO2 d'YGEO par rapport aux autres sources d'énergies | 45 |
| Graphique 7 : Répartition de la part « produit » pour 2016 et 2017 hors productions immobilisés ... | 50 |
| Graphique 8 : Répartition de la part « charges » du compte d'exploitation d'YGEO hors dépenses d'investissement | 51 |
| Graphique 8 : Structure tarifaire | 56 |
| Graphique 9 : Décomposition du terme R1 | 57 |
| Graphique 10 : Evolution du terme R1 depuis la notification de la DSP..... | 57 |
| Graphique 11 : Evolution du terme R2 depuis la signature de la DSP | 58 |
| Graphique 12 : Prix de vente moyen HT de la chaleur en 2016 en fonction de l'énergie majoritaire utilisée sur le réseau (Enquêtes annuelles des réseaux de chaleur et de froid SOEs/SNCU/AMORCE 2017)..... | 61 |
| Graphique 13 : Monotone des prix de vente moyens de la chaleur en 2016 (Enquêtes annuelles des réseaux de chaleur et de froid SOEs/SNCU 2017) | 62 |
| Graphique 14 : Monotone des prix de vente moyens de la chaleur en 2016 (Enquêtes annuelles des réseaux de chaleur et de froid SOEs/SNCU 2017) | 63 |
| Graphique 15 : Répartition de la production énergétique situation de référence..... | 77 |
| Graphique 16 : Courbe monotone situation de référence | 77 |
| Graphique 17 : Répartition par ville du total de prospects identifiés..... | 86 |
| Graphique 18 : Répartition de la part des prospects du périmètre de délégation..... | 86 |
| Graphique 19 : Répartition de la consommation totale par ville..... | 88 |
| Graphique 20 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre d'abonné après baisse des consommations | 90 |
| Graphique 21 : Evolution de la densité thermique du réseau après baisse des consommations | 91 |

| | |
|---|-----------|
| Graphique 22 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre de sous-stations supplémentaires après baisse des consommations..... | 92 |
| Graphique 23 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°1 | 93 |
| Graphique 24 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO ₂ - Scénario n°1..... | 93 |
| Graphique 25 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°1 – Mise en place second doublet... | 94 |
| Graphique 26 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO ₂ - Scénario n°1 – Mise en place second doublet | 95 |
| Graphique 27 : Evolution de la chaleur livrée et du nombre de sous-stations supplémentaires après baisse des consommations..... | 97 |
| Graphique 28 : Evolution du bouquet énergétique - Scénario n°2 – Mise en place second doublet... | 97 |
| Graphique 29 : Evolution du taux d'EnR et du contenu CO ₂ - Scénario n°2 – Mise en place second doublet | 98 |
| | |
| Tableau 1 : Modifications de tarif liés à l'avenant 2 | 27 |
| Tableau 2 : Caractéristiques techniques du doublet..... | 29 |
| Tableau 3 : Evolution de la puissance souscrite et des ventes de chaleur | 39 |
| Tableau 4 : Evolution des ventes et production du réseau..... | 43 |
| Tableau 5 : Evolution des consommations ECS et chauffage depuis 2015 | 44 |
| Tableau 6 : Synthèse du compte d'exploitation | 49 |
| Tableau 7 : Critères d'attribution des URF selon le type de bâtiment..... | 54 |
| Tableau 8 : Bilan des ventes R1 et R2..... | 56 |
| Tableau 9 : Evolution du coût unitaire moyen annuel du terme R1 depuis la signature de la DSP..... | 58 |
| Tableau 10 : Evolution du coût unitaire moyen annuel du terme R2 depuis la signature de la DSP.... | 58 |
| Tableau 11 : Prix moyen de la chaleur | 59 |
| Tableau 12 : Décomposition des ventes et abonnements et comparaison à la DSP | 59 |
| Tableau 13 : Détail du coût de la chaleur par type d'abonné | 60 |
| Tableau 14 : Répartition de la facture énergétique pour un logement type | 64 |
| Tableau 15: Tableau de synthèse du compte GER – Année 2017 | 65 |
| Tableau 16 : Liste des réseaux situés à proximité du réseau d'YGEO | 68 |
| Tableau 17 : Liste des UIOM à proximités du réseau d'YGEO | 70 |
| Tableau 18 : Liste des ICPE identifiées à proximité du réseau d'YGEO | 71 |
| Tableau 19 : Répartition annuelle des investissements - Scénario n°1 | 102 |
| Tableau 20: Synthèse des subventions - scénario 1..... | 103 |
| Tableau 21 : Répartition annuelle des investissements - Scénario n°2 | 104 |
| Tableau 22: Synthèse des subventions - scénario 2..... | 104 |