

RAPPORT PUBLIC

AMO Schéma Directeur du réseau de chaleur de la SEMMARIS

Etude sur le développement de la chaufferie et du
réseau de chaleur de la SEMMARIS - Intégration
d'énergies renouvelables complémentaires



BERIM

Siège social
Département Énergie Environnement

149 avenue Jean Lolive
93695 PANTIN cedex
Tel : 01.41.83.36.36
SIRET : 572 028 629 00135

09/01/2023

Table des matières

1	Contexte	5
1.1	Objectifs	5
1.2	Organisation de l'étude	6
2	Constitution du comité de pilotage	7
3	Diagnostic du réseau de chaleur de la SEMMARIS	8
3.1	Présentation du réseau de chaleur de la SEMMARIS	8
3.1.1	Généralités	8
3.1.2	Historique du réseau	9
3.1.3	Plan du réseau	10
3.1.4	Schéma synoptique du réseau – Situation actuelle (avant déclassement de la zone SENIA)	11
3.1.5	Schéma synoptique du réseau – Situation future (après déclassement de la zone SENIA)	12
3.1.6	Caractéristiques des abonnés	13
3.2	Etat des lieux contractuel du réseau	15
3.2.1	Généralités et liste des acteurs	15
3.3	Etat des lieux technique du réseau	17
3.3.1	Présentation des moyens de production	17
3.3.2	Quantité d'énergie produite	20
3.3.3	Evolution des consommations d'électricité en chaufferie	21
3.3.4	Evolution des consommations d'eau du réseau	21
3.3.5	Sous-stations et évolution des consommations	22
3.3.6	Réseau de distribution	25
3.4	Etat des lieux environnemental du réseau	27
3.4.1	Evolution du mix énergétique sur les 5 dernières années	27
3.4.2	Evolution du contenu en CO2 sur les 5 dernières années	28
4	Moyens de production énergétiques du territoire	29
4.1	Raccordement à un réseau de chaleur existant	30
4.1.1	Cartographie des réseaux de chaleur voisins	30
4.1.2	Raccordement au réseau de chaleur du SICUCV	31
4.1.3	Raccordement au réseau de chaleur de Fresnes	32
4.1.4	Raccordement au réseau de chaleur de la SEMACH	33
4.1.5	Raccordement au réseau de chaleur de Thiais	34
4.2	Chaleur fatale	35
4.2.1	Récupération de chaleur fatale sur Unité de Valorisation Energétique	35
4.2.2	Récupération de chaleur fatale sur Data Center	36

4.2.3	<i>Récupération de chaleur sur eaux usées</i>	39
4.3	Production d'énergie par géothermie	41
4.3.1	<i>Généralités sur les installations géothermique au Dogger</i>	41
4.3.2	<i>Caractéristiques du réservoir au droit du secteur d'étude</i>	48
4.4	Production d'énergie à partir de biomasse « bois-énergie »	55
4.4.1	<i>Disponibilité de la ressource sur le territoire</i>	55
4.4.2	<i>Principe de fonctionnement d'une chaudière bois</i>	58
4.4.3	<i>Avantages et inconvénients d'une chaudière biomasse</i>	59
4.5	Production d'énergie solaire thermique	60
4.6	Synthèse et potentiel des sources EnR&R identifiées	61
5	Evolution des besoins en chaleur sur le périmètre de l'étude	62
5.1	Périmètre de l'étude	62
5.2	Evolution des besoins en chaleur sur le M.I.N de Rungis – hors zone SENIA et Exports	62
5.2.1	<i>Evolution des besoins de la SEMMARIS</i>	62
5.2.2	<i>Evolution des besoins des clients SEMMARIS</i>	63
5.3	Evolution des besoins en chaleur sur la zone SENIA	64
5.3.1	<i>Evolution des besoins des clients SEMMARIS existants sur la zone SENIA</i>	64
5.3.2	<i>Besoins prévisionnels des futures zones de développement urbain</i>	64
5.4	Evolution des besoins en chaleur à l'export	67
5.4.1	<i>Evolution des besoins en chaleur de l'Aéroport de Paris-Orly</i>	68
5.4.2	<i>Evolution des besoins en chaleur du réseau de Choisy-Vitry (SICUCV)</i>	69
5.4.3	<i>Evolution des besoins en chaleur de la ville de Rungis</i>	70
5.4.4	<i>Evolution des besoins en chaleur de la ville de Fresnes</i>	70
6	Définition des scénarios de développement du réseau	71
6.1	Scénarios de développement des ventes de chaleur	71
6.2	Scénarios de production	71
7	Analyse technique des scénarios	72
7.1	Hypothèses de simulation	72
7.1.1	<i>Saison – Rigueur climatique</i>	72
7.1.2	<i>Consommations de référence</i>	72
7.1.3	<i>Calcul de la puissance appelée en sous-station</i>	73
7.1.4	<i>Calcul de la puissance appelée au niveau des moyens de production</i>	78
7.1.5	<i>Courbes de chauffe primaire et secondaire</i>	79
7.1.6	<i>Délestages et priorité d'alimentation des abonnés</i>	80

7.2	Résultats de la modélisation des scénarios	81
7.2.1	<i>Moyens de production actuels</i>	81
7.2.2	<i>Moyens de production actuels + géothermie au DOGGER</i>	84
7.2.3	<i>Moyens de production actuels + biomasse en appoint</i>	88
7.3	Synthèse technique des scénarios	92
8	Analyse économique des scénarios	93
8.1	Hypothèses économiques	93
8.1.1	<i>Investissements</i>	93
8.1.1	<i>Subventions</i>	94
8.1.2	<i>Amortissements</i>	95
8.1.3	<i>Tarifs d'achat de l'énergie</i>	96
8.1.4	<i>Coût d'achat des quotas de CO2</i>	97
8.1.1	<i>Coût de l'exploitation</i>	98
8.1.2	<i>Tarifs de vente de l'énergie</i>	99
8.2	Compte de résultat	101
8.3	Tarif R1 moyen aux différents abonnés	102
8.3.1	<i>Tarif R1 moyen Client SEMMARIS (hors Exports)</i>	102
8.3.2	<i>Tarif R1 moyen Ville de Rungis</i>	102
8.3.3	<i>Tarif R1 moyen Ville de Fresnes</i>	102
8.4	Tarif de vente moyen aux clients SEMMARIS hors export	102
8.5	Analyse de la sensibilité du résultat d'exploitation au prix du gaz	103
9	Conclusion	104
10	Annexes	105
10.1	Annexe 1 - Liste des abonnés (2021)	105

1 Contexte

1.1 Objectifs

Depuis sa création le réseau de chaleur du M.I.N a connu un certain nombre d'évolutions. Plus récemment, et après une longue période sans modifications majeures, la SEMMARIS a pris la décision d'engager les travaux nécessaires à son **déclassement en basse température et à sa rénovation**.

En Avril 2019, **l'entreprise ENGIE a été notifiée** pour l'attribution d'un Marché Global de Performance lui donnant la charge des travaux de passage en basse température du réseau et de son exploitation pour une durée de 6 ans (renouvelable d'un an). Le réseau de chaleur du M.I.N de Rungis a été **complètement déclassé sur la période 2020-2021, à l'exception de la zone SENIA qui reste actuellement en eau surchauffée**. Les **tronçons les plus usés**, qui sont à l'heure actuelle très fuyards, doivent également être remplacés.

Dans ce **contexte d'évolution de son réseau** et de **mutation urbaine sur et aux alentours du M.I.N**, la SEMMARIS doit **anticiper les évolutions des besoins en chaleur** sur le périmètre de son réseau, ainsi que dans les communes voisines qui sont ou pourraient être interconnectées. Elle doit également **anticiper la fin du contrat d'exploitation actuel, et déterminer le mode de gestion le plus approprié** une fois le réseau déclassé et rénové. Le **sujet de la gestion de la zone SENIA** en particulier, qui connaît de fortes mutations et nécessitera sans doute des travaux de rénovation de réseau plus poussés que ceux inclus dans le marché actuel, est au cœur des réflexions.

La SEMMARIS reçoit actuellement des **manifestations d'intérêt pour le raccordement au réseau de la part d'acteurs souhaitant s'implanter sur le périmètre du M.I.N**, avec notamment le projet d'aménagement de l'EPA-ORSA prévu sur la zone SENIA.

Parallèlement son engagement avec le RIVED la pousse également à **envisager de nouveaux débouchés pour la chaleur produite par l'UVE**, qui n'est actuellement pas valorisée à son maximum à certaines périodes de l'année, et plus particulièrement en été.

Enfin, avec le développement des ventes de chaleur, principalement du fait de nouveaux débouchés à l'export (Ville de Rungis, ...), **la question du mix énergétique est de plus en plus centrale**. En effet, dans l'optique de **conserver un taux en EnR&R élevé** sur son réseau (supérieur à 75% au minimum), la SEMMARIS pourra être amenée à **mettre en place de nouveaux moyens de production de chaleur décarbonés**. La possibilité de mettre en place un **puits de géothermie profonde au Dogger** est notamment envisagée.

Pour ces raisons, et afin de se conformer aux **exigences de l'article 194 de la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte**, qui rend obligatoire la réalisation d'un schéma directeur par les collectivités propriétaires d'un réseau de chaleur en service au 1er janvier 2009, **la SEMMARIS a chargé le BERIM de réaliser le schéma directeur de son réseau**.

Ce schéma directeur devra permettre à la SEMMARIS **d'analyser la faisabilité des raccordements des acteurs ayant déjà manifesté leur intérêt**, la **possibilité de mettre en place de nouveaux moyens de production EnR&R**, et plus largement se projeter sur l'avenir de son réseau, et d'établir **une stratégie de développement pour les 10 prochaines années**.

1.2 Organisation de l'étude

Le schéma directeur s'organise en 4 phases d'étude, qui font suite à la constitution d'un comité de pilotage :

1. **Diagnostic initial** : Analyse technique, contractuelle et économique du réseau existant, analyse du territoire, analyse des ressources énergétiques,
2. **Projection des évolutions du réseau de chaleur** à l'horizon 2030, 2035 et 2040 en tenant compte de l'évolution des besoins liés aux nouveaux raccordements, à la programmation urbaine et aux réhabilitations prévues sur le périmètre étudié.
3. **Elaboration de plusieurs scénarii d'évolution possible avec analyse des impacts** de chaque scénario et analyse économique (investissements, financements mobilisables, impact sur la facture énergétique des abonnés actuels et futurs, etc.),
4. **Définition d'un plan d'action** et d'un échéancier prévisionnel.

On note que cette version du rapport est destinée à être diffusée au grand public, et a par conséquent été allégée au niveau de l'analyse économique, qui contient des données confidentielles n'ayant pas vocation à être divulguées.

2 Constitution du comité de pilotage

Le comité de pilotage constitué pour le schéma directeur du réseau de la SEMMARIS est présenté dans le tableau suivant.

Entité	Représentant(s)
SEMMARIS	M. Christophe ACAR – Directeur de l’Immobilier M. Vincent Frachon – Directeur de l’Exploitation Maintenance M. Jérémy Godin – Chef de service Réseaux et Fluides M. Lionel Cossec – Cadre technique chauffage
RIVED	M Adam PAWELA – Directeur général
ADP	M. Marc BOUFFLERS – Directeur Pôle Réseaux M. David Chaumeille – Responsable production et distribution d’énergie
SICUCV	M. Norbert Baron – Responsable administratif et technique
Ville de Rungis	M. Antoine VALVERDE – Directeur Général Adjoint des Services Techniques
Ville de Fresnes	M. Xavier JOLIBERT – Directeur Général Adjoint des Services Techniques
SEMACH	M. Michel ANDRES – Directeur général / Directeur technique
ADEME	Mme Catherine CHOU – Chargée de mission chaleur renouvelable

3 Diagnostic du réseau de chaleur de la SEMMARIS

3.1 Présentation du réseau de chaleur de la SEMMARIS

3.1.1 *Généralités*

Le réseau de chaleur de la SEMMARIS, initialement en eau surchauffé, a été créé en 1970 afin d'alimenter les bâtiments présents sur le M.I.N en chauffage et, pour certains, en eau chaude sanitaire.

A l'origine alimenté par une chaufferie Gaz/Fioul Lourd, il est actuellement principalement alimenté en EnR&R par l'Unité d'Incinération des Ordures Ménagères du RIVED, qui traite les ordures ménagères et déchets commerciaux des industriels du MIN de Rungis et des communes alentour, et les valorise sous forme de chaleur, qui est ensuite revendue à la SEMMARIS. Le complément de chaleur nécessaire lors des mois d'hiver est fourni par des chaudières gaz appartenant à la SEMMARIS, et pour une faible part par une interconnexion avec le réseau de chaleur des communes de Choisy-Vitry.

Actuellement les ventes de la chaleur distribuée par le réseau se font par l'intermédiaire de 4 départs depuis la chaufferie centrale (voir schéma synoptique du réseau au 3.1.4) :

- Le départ B est en basse température, et alimente le secteur principal du M.I.N, situé à l'Ouest, sur lequel sont notamment installés les bâtiments de ventes en gros de la SEMMARIS et ses bâtiments administratifs, ainsi que des abonnés divers (hôtels, activités de logistique, bureaux ...). Les zones suivantes sont alimentées : MIN de Rungis (Ouest du M.I.N) et Centre Routier (Nord du M.I.N).
- Le départ C est en basse température, et alimente la zone Sud du MIN. Les zones suivantes sont alimentées : Zone Delta (extrême sud du M.I.N) et Zone Hôtelière (sud du M.I.N, au-dessus de la zone Delta)
- Le départ D est en haute température, et alimente la zone Entrepôts, ainsi que la sous-station d'échange avec la ville de Rungis, et la future sous-station d'échange avec ADP (après déplacement).
- Le départ A est en haute température et alimente la sous-station SICUCV, le MIN et le Centre routier (via une sous-station d'interface HP/BP), ainsi qu'un secteur situé à l'Est du M.I.N, qui comprend actuellement un grand nombre de bâtiments désaffectés et devrait connaître d'importantes mutations à l'avenir du fait d'opérations d'aménagement. Ce secteur est alimenté via une sous-station d'interface HP/BP (TC4 dans le Marché Global de Performance d'ENGIE), et est divisé en deux zones : Zone SENIA Nord (au Nord-Est) et Zone SENIA Sud (au Sud-Est).

Le réseau de la SEMMARIS exporte de la chaleur vers 3 autres réseaux de chaleur :

- Le réseau de chaleur de l'aéroport d'Orly (ADP), actuellement alimenté via la zone SENIA Sud mais dont la sous-station d'échange doit être déplacée sur la zone Entrepôts.
- Le réseau de chaleur des villes de Choisy et Vitry, alimenté en eau surchauffée via l'antenne qui alimente la zone SENIA. A noter que cette interconnexion a été conçue pour être réversible, mais qu'actuellement et du fait de difficultés techniques elle fonctionne principalement pour l'export de la chaleur produite par l'UIOM et vendue par la SEMMARIS.
- Le réseau de la ville de Rungis qui est alimenté via la zone Entrepôts depuis janvier 2022.

L'exploitation du réseau est assurée par ENGIE Réseaux depuis 2019, dans le cadre d'un Marché Global de Performance d'une durée de 6 ans, renouvelable 1 an. L'achat de la chaleur à l'UIOM du RIVED et les ventes de chaleur aux abonnés restent à la charge de la SEMMARIS.

3.1.2 Historique du réseau

Le réseau a été créé en 1970, avec une production d'énergie alors majoritairement gaz et au fioul lourd. Depuis, le réseau s'est considérablement développé, comme l'illustrent les principales étapes ci-dessous :

Année	Evènement
1970	Création d'un réseau de chaleur pour desservir le MIN de Rungis et ses zones annexes, initialement alimenté au fioul lourd et au gaz
1984	Raccordement de l'usine d'incinération du RIVED (ex SIEVD) au réseau de chaleur desservant le M.I.N de Rungis
1985	Début de l'export vers ADP
1999	La SEMMARIS devient propriétaire du réseau de chaleur
1999 - 2008	Réseau exploité par la société SOCCRAM
2015	Début de l'export de chaleur vers le SICUCV
2008 - 2019	Réseau exploité par la société DALKIA
2019 - 2025	Attribution d'un Marché Global d'Exploitation à la société ENGIE Réseaux pour : <ul style="list-style-type: none">- La réalisation des travaux de déclassement et de rénovation du réseau de chaleur de la SEMMARIS, de modernisation de la chaufferie, de mise en place de nouvelles sous-stations d'export vers ADP, la Ville de Rungis et la zone SENIA- L'entretien, l'exploitation et la maintenance de ce même réseau sur une durée de 6 ans (reconductible d'un an)
2020-2021	Réalisation des travaux de déclassement du réseau de la SEMMARIS en basse température
Janvier 2022	Début de l'export de chaleur vers la ville de Rungis

3.1.3 *Plan du réseau*

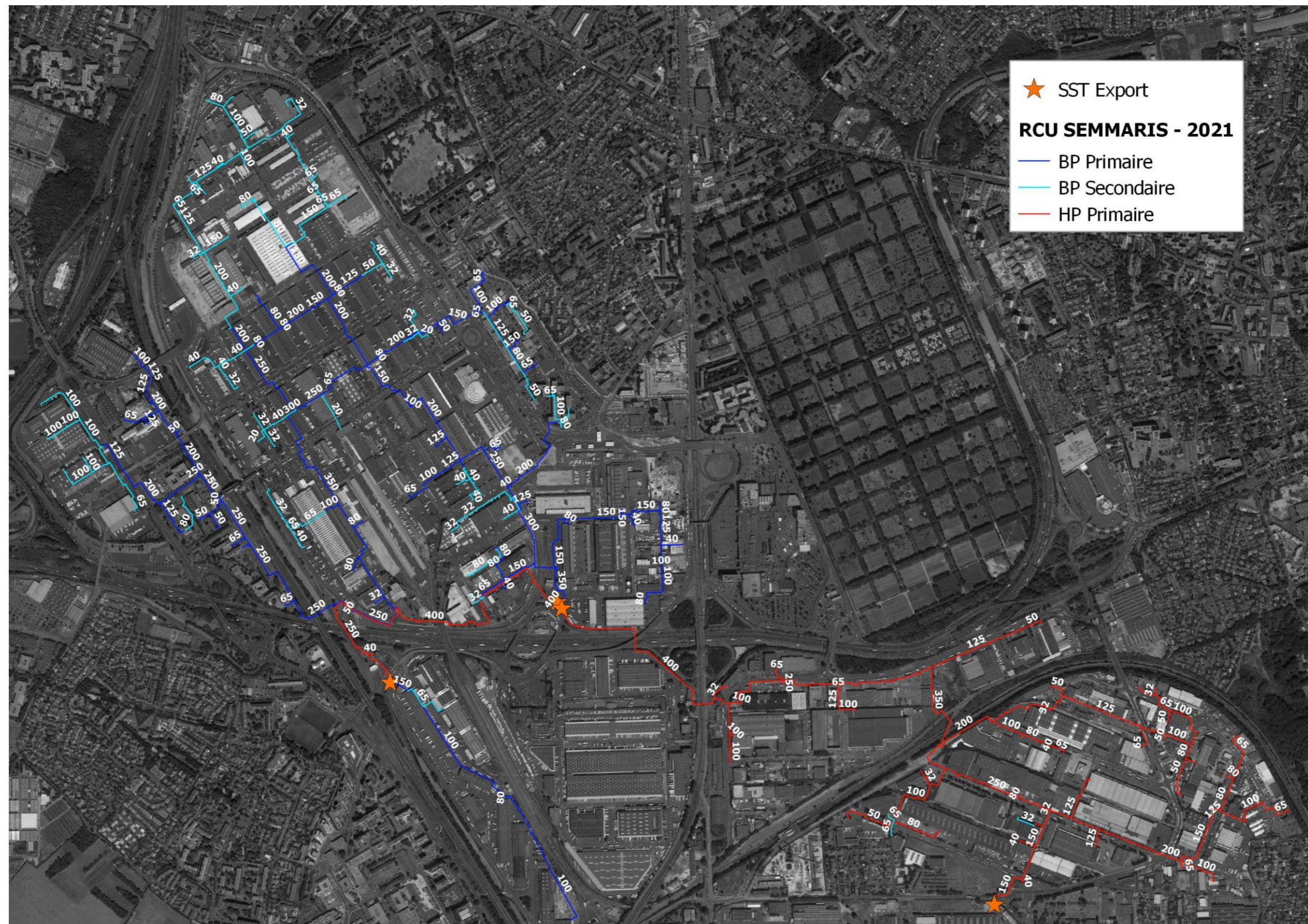


Figure 1 : Plan du réseau de chaleur de la SEMMARIS après travaux de déclassement (2020)

3.1.4 Schéma synoptique du réseau – Situation actuelle (avant déclassement de la zone SENIA)

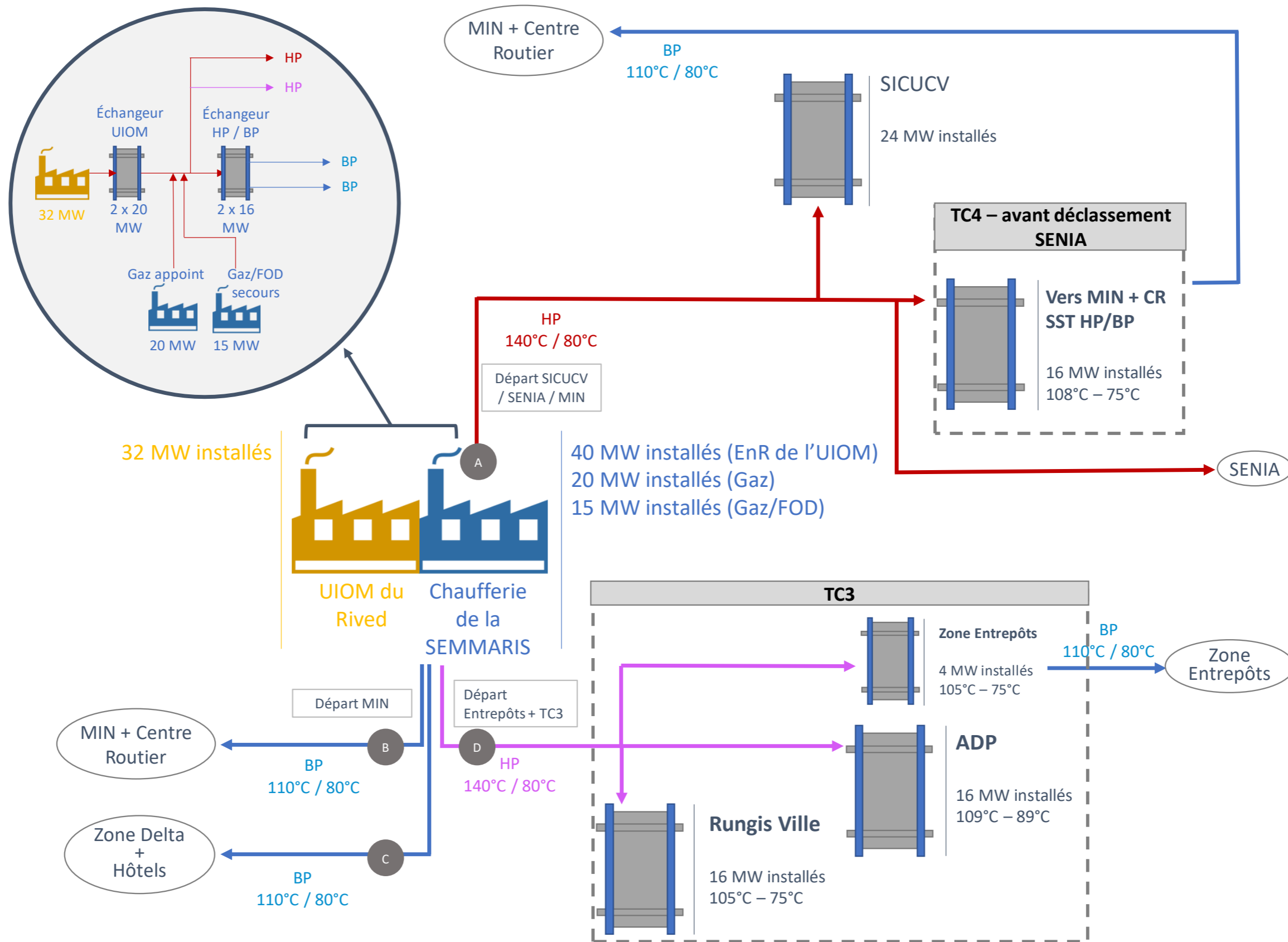


Figure 2 - Schéma synoptique du réseau - Situation actuelle (2021)

3.1.5 Schéma synoptique du réseau – Situation future (après déclassement de la zone SENIA)

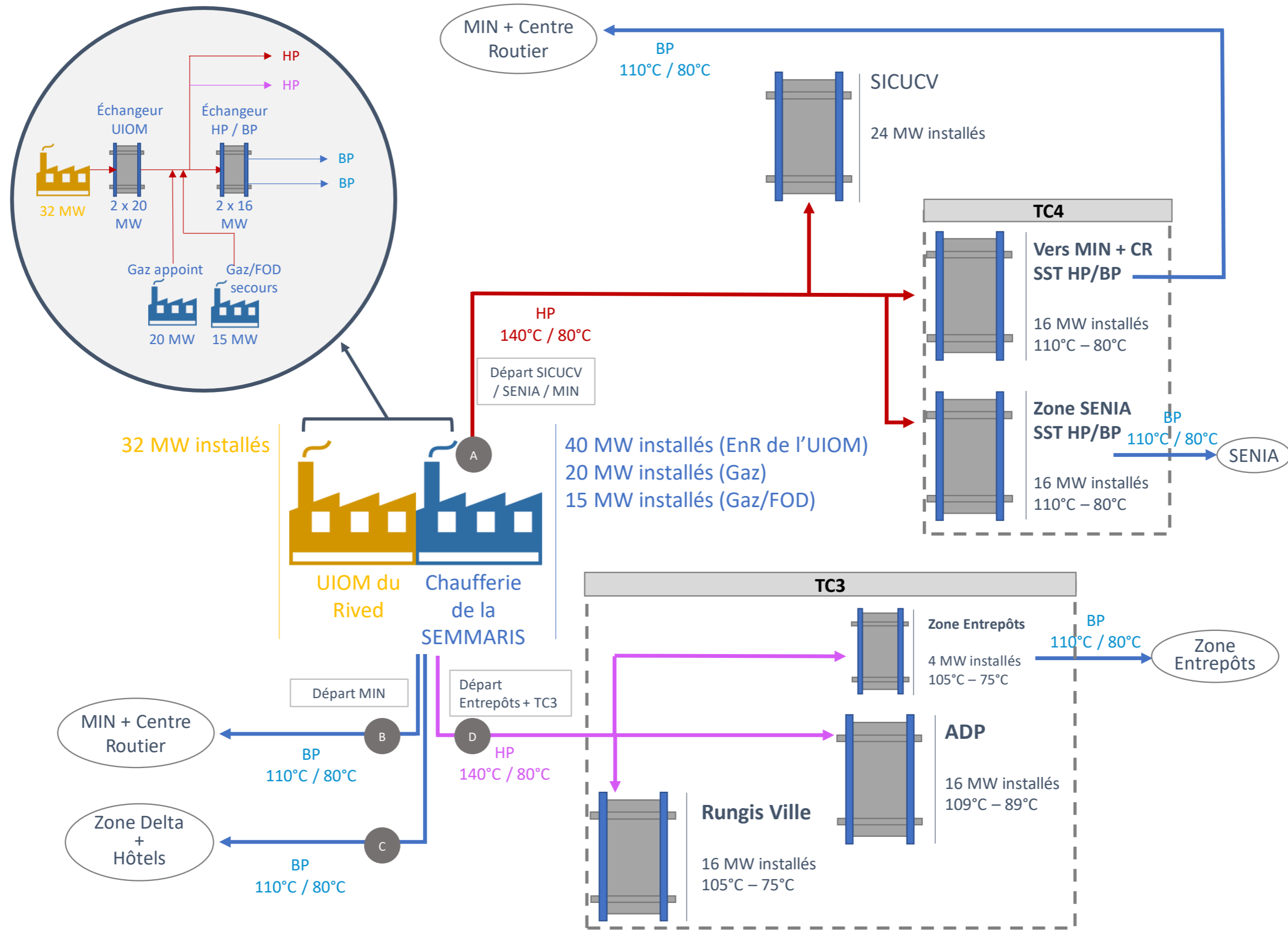


Figure 3 - Schéma synoptique du réseau - Situation future

3.1.6 *Caractéristiques des abonnés*

3.1.6.1 *Liste des abonnés*

En 2021, le réseau de la SEMMARIS a livré de la chaleur à 167 points de livraison, dont la liste est présentée en Annexe 1 (*Annexe 1 - Liste des abonnés (2021)*).

Parmi ces points de livraison :

- ➔ 105 sont des abonnés de la SEMMARIS, dont 2 abonnés à l'export actuellement, et un supplémentaire en 2022 :
 - Aéroports de Paris (ADP),
 - SICUCV (Réseau de chaleur de Choisy-Vitry),
 - Ville de Rungis (*alimentée à partir de 2022*).
- ➔ 62 sont des bâtiments appartenant à la SEMMARIS.

On note que le nombre d'abonnés alimentés connaît des fluctuations non négligeables d'année en année, du fait du déracordement, parfois provisoire, de certains abonnés, et également de la démolition/construction de certains bâtiments.

Les typologies des abonnés du réseau de la SEMMARIS sont majoritairement :

- ➔ Des entrepôts,
- ➔ Des bureaux,
- ➔ Des commerces,
- ➔ D'autres réseaux de chaleur.

3.1.6.2 *Sous-stations*

D'après les informations fournies par la SEMMARIS et analysées par nos soins, en 2021 le réseau de chaleur primaire (au départ de la chaufferie) alimente un total de 111 sous-stations primaires en fonctionnement (*hors installations démolies ou à l'arrêt*).

Parmi ces sous-stations primaires on note la présence de 12 sous-stations alimentant des sous-stations secondaires via des réseaux basse pression de longueur plus ou moins importante. Les sous-stations secondaires alimentées par ce biais sont au nombre de 55. On note qu'on entend ici par sous-station un point de livraison vers un abonné, car certaines de ses sous-stations secondaires ne possèdent pas d'échangeur et ne sont donc pas découplées.

Il faut ajouter à ce décompte 3 sous-stations d'interface qui vont venir alimenter des secteurs entiers :

- ➔ Sous-station d'échange vers le réseau de la zone Entrepôts (TC3),
- ➔ Sous-station d'échange vers le réseau de la zone SENIA (TC4),
- ➔ Sous-station d'échange vers les zones du M.I.N et Centre routier (TC4),

3.1.6.3 *Puissance installée et puissance souscrite*

Le tableau suivant présente les puissances souscrites et installées dans les sous-stations primaires du réseau (alimentées directement par la chaufferie ou les sous-stations d'interface TC3 Entrepôts et TC4 MIN et SENIA) en

fonction des zones. Les **valeurs avant et après les travaux de déclassement** sont fournies afin de pouvoir constater l'évolution des puissances.

Remarque : la situation après travaux considère que la sous-station d'alimentation d'ADP a été déplacée sur la zone Entrepôts, ce qui n'est pas encore le cas actuellement.

	P souscrite (kW)	P installée <u>AVANT TRAVAUX</u> (2019) (kW)	P installée <u>APRES TRAVAUX</u> (2021) (kW)
CENTRE ROUTIER	1 137	2 500	1 105
MIN / SECTEUR CARNES	0	29 648	28 758
Dont SICUCV	0	24 000	24 000
MIN / SECTEUR F&L	785	10 300	8 029
MIN / SECTEUR PLA	1 083	9 700	6 833
MIN / SECTEUR MAREE	910	3 981	2 548
MIN / ZONE ENTREPOTS	0	2 625	31 795
Dont Rungis Ville	0	0	15 000
Dont ADP	0	0	15 000
MIN / SECTEUR FLEUR	2 830	10 000	9 000
ZONE HOTELIERE	6 895	9 575	7 241
ZONE SENIA SUD	10 025	24 832	9 046
Dont ADP	0	10 000	0
MIN / ZONE DELTA	300	2 000	1 500
ZONE SENIA NORD	5 215	8 800	5 505
MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	1 445	7 500	5 839
TOTAL hors EXPORTS	30 625	87 461	63 199
Total avec EXPORTS	30 625	121 461	117 199

On note une **différence importante entre puissance installée et puissance souscrite**, qui diminue néanmoins après les travaux de déclassement du réseau. Cette différence s'explique principalement par deux facteurs :

- ➔ L'absence de puissance souscrite pour les bâtiments appartenant à la SEMMARIS,
- ➔ Un **surdimensionnement des installations en sous-station**, a priori supérieure à la norme habituelle qui consiste à considérer une puissance installée égale à 1,2 fois la puissance maximale appelée estimée.

Le tableau ci-dessous permet de mieux visualiser les **répartitions des différentes puissances entre les bâtiments de la SEMMARIS et ceux de ses clients**. A noter que certains bâtiments sont mixtes car ils abritent à la fois des bureaux de la SEMMARIS et des locaux d'autres abonnés.

	P souscrite (kW)	P installée <u>AVANT TRAVAUX</u> (kW)	P installée <u>APRES TRAVAUX</u> (kW)
Bâtiments SEMMARIS	0	48 129	38 050
Bâtiments SEMMARIS/Clients	2 053		
Bâtiments Clients SEMMARIS	28 572	39 332	25 149
TOTAL	30 625	87 461	63 199

3.2 Etat des lieux contractuel du réseau

3.2.1 Généralités et liste des acteurs

Le réseau du M.I.N de Rungis est **géré par la SEMMARIS**, qui en est propriétaire depuis 1999. La SEMMARIS a la **charge des achats de chaleur sur l'UVE du RIVED** et de la **facturation des différents abonnés**. L'**exploitation du réseau** (y compris achats de gaz d'appoint) a quant à elle été confiée par la SEMMARIS à l'entreprise **ENGIE Réseaux** dans le cadre d'un **Marché Global de Performance** d'une durée de 6 ans (reconductible un an), signé en 2019.

Par ailleurs, le Marché Global de Performance comprend la **réalisation des travaux de déclassement et de pérennisation du réseau**, qui sont réalisés par le **groupement ENGIE Réseaux / DUBRAC TP**.

L'organigramme suivant présente **les différents acteurs du réseau de chaleur du M.I.N de Rungis** et leurs **interactions et liens contractuels**.

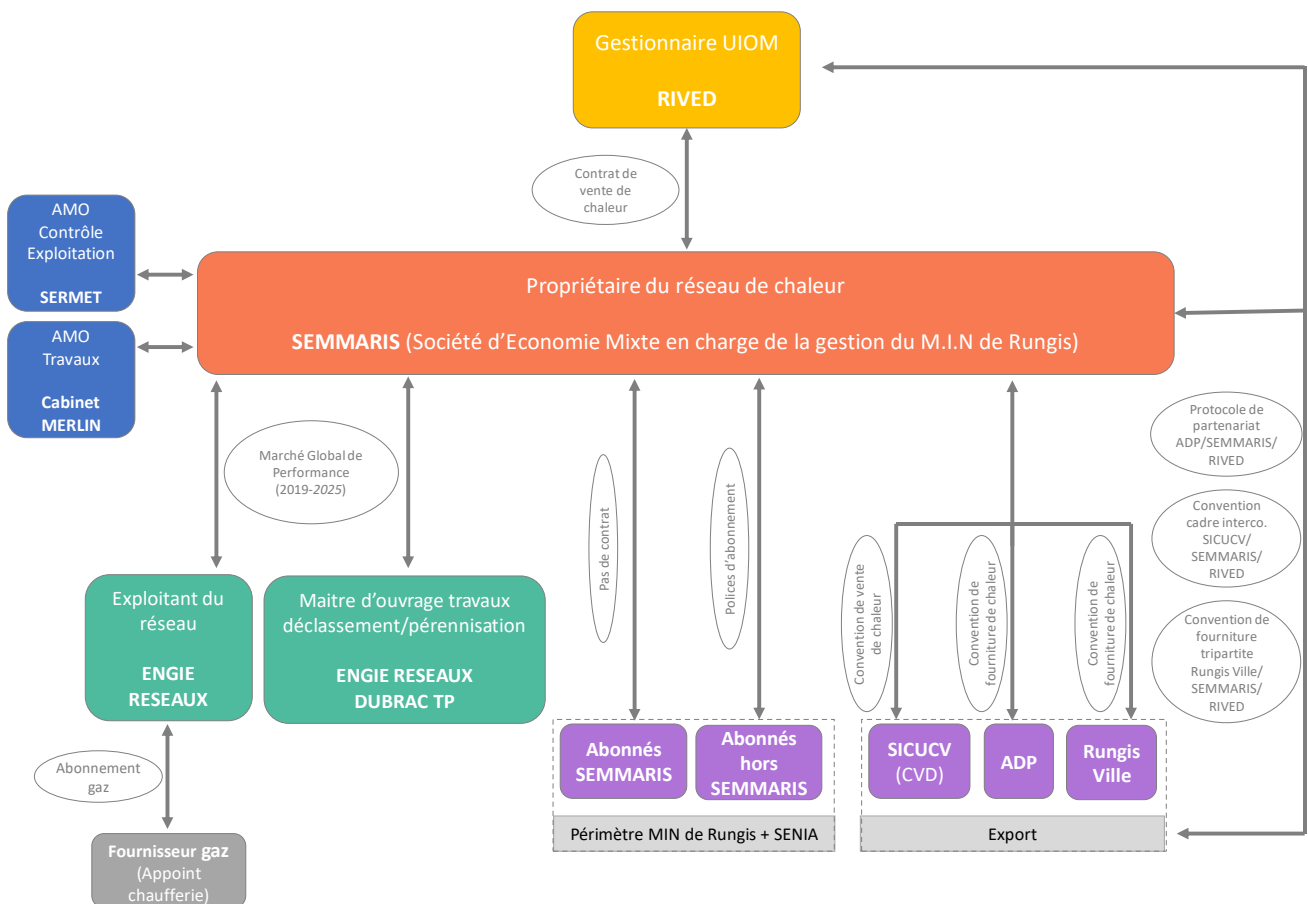


Figure 4 - Organigramme du réseau de chaleur du MIN de Rungis

Les documents contractuels liant les différents acteurs sont listés dans le tableau ci-dessous.

Nom contrat	Signataires	Avenants	Durée de validité
Contrat de vente de chaleur UVE	SEMMARIS RIVED (ex SIEVD)	5 avenants	Identique contrat de concession SEMMARIS
Marché de Performance Global pour l'exploitation du réseau de chaleur et la réalisation des travaux de déclassement/pérennisation	SEMMARIS ENGIE Réseaux DUBRAC TP	1 avenant	6 ans (reconductible 1 an) 2019-2025
Polices d'abonnement abonnés hors SEMMARIS	SEMMARIS Abonnés hors SEMMARIS	-	-
Protocole de partenariat pour la fourniture de chaleur à ADP	SEMMARIS RIVED (ex SIEVD) ADP	-	5 ans à compter de 2003 – Renouvelable 5 ans
Police d'abonnement ADP	SEMMARIS ADP	2 avenants	Identique contrat de concession SEMMARIS
Convention de fourniture ADP <i>(en cours de rédaction)</i>	SEMMARIS ADP	-	10 ans reconductible (au plus tard 2049) à compter de la signature
Convention cadre pour la fourniture, le transport et les achats/ventes de chaleur au réseau du SICUCV	SEMMARIS RIVED (ex SIEVD) SICUCV	-	-
Contrat de vente de chaleur au réseau du SICUCV	SEMMARIS CVD		Fin concession SEMMARIS ou Fin DSP CVD - si non substitution par le SICUCV ou futur exploitant
Convention de fourniture de chaleur à la ville de Rungis	SEMMARIS RIVED Ville de Rungis	-	Durée de 25 ans 2020-2045

3.3 Etat des lieux technique du réseau

3.3.1 *Présentation des moyens de production*

3.3.1.1 *Synthèse des moyens de production*

La production de chaleur alimentant le réseau du MIN de Rungis est assurée par les moyens de production présentés dans le tableau suivant.

Nom	Type	Description	Raccordement au réseau
UVE du RIVED	Chaleur fatale	Puissance maximale fournie de 32 MW 2 échangeurs HP/HP avec l'UVE d'une puissance totale 40 MW	1984
Chaudière d'appoint Gaz/FOD	Gaz/FOD	1 générateur de 15 MW .	2000
Chaudière de secours gaz	Gaz (Initialement au fioul lourd)	1 générateur de 20 MW . Rénovée en 2020 avec mise en place de 2 nouveaux brûleurs	1973 (Rénovée en 2020)

Depuis les travaux de déclassement du réseau entre 2019 et 2021, une [sous-station d'échange HP/BP permet d'alimenter l'ensemble des départs réseau en chaufferie, à l'exception de l'antenne SICUCV](#). Les caractéristiques de cette sous-station d'échange HP/BP sont les suivantes :

➔ 2 échangeurs HP/BP d'une puissance d'échange totale de **32 MW**

3.3.1.2 *L'UVE du RIVED*

La [première autorisation d'exploiter de cette installation classée pour traitement thermique de déchets non dangereux](#) date du **15/10/1810**.

L'usine d'incinération du Marché d'Intérêt National (MIN) de Rungis est la propriété de la [Régie personnalisée pour la Valorisation et l'Exploitation des Déchets de la région de Rungis \(RIVED\)](#), qui a succédé au Syndicat mixte Intercommunal d'Exploitation et de Valorisation des Déchets (SIEVD). Elle est [exploitée par la société GENERIS](#), appartenant au groupe VEOLIA-PROPRETE. Elle élimine par incinération les déchets ménagers des communes voisines couvertes par le RIVED ainsi que les ordures ménagères et déchets commerciaux des industriels du MIN de Rungis.

L'établissement est réglementé par [l'arrêté préfectoral n°2004/1863 du 2 juin 2004](#) modifié par les [arrêtés préfectoraux complémentaires n°2012/173 du 18 janvier 2012](#), [n°2014/6054 du 30 juin 2014](#) et [n°2015/1774 du 30 juin 2015](#).

Elle comporte [deux fours d'incinération d'une capacité unitaire de 8,5 t/h](#) et est occupée par du personnel d'exploitation en continu tout au long de l'année. Chaque four est disponible au minimum **8200 h par an**, avec des [arrêts techniques programmés](#) ne pouvant excéder 336h par four pour les arrêts estivaux (juillet et août), et 104h pour les arrêts programmés sur d'autres périodes de l'année (souvent mai, juin ou septembre).

La [puissance totale disponible est de 32 MW](#) (16 MW par four). Les gaz chauds issus de la combustion parcourent 2 chaudières qui produisent de [l'eau surchauffée à 180°C sous une pression de 20 bars](#). Cette eau surchauffée permet d'alimenter, via une sous-station d'échange située dans la chaufferie, le réseau de chaleur de la SEMMARIS.

La [SEMMARIS est l'unique acheteur de chaleur au RIVED](#). La SEMMARIS et le RIVED se sont [engagés conjointement à rechercher des débouchés pour distribuer au mieux la chaleur produite](#) par l'usine d'incinération. C'est à ce titre que de la chaleur est distribuée par la SEMMARIS à ADP Orly et au SICUCV.

3.3.1.3 Chaufferie de la SEMMARIS

3.3.1.3.1 Vue aérienne de la chaufferie et de l'UVE

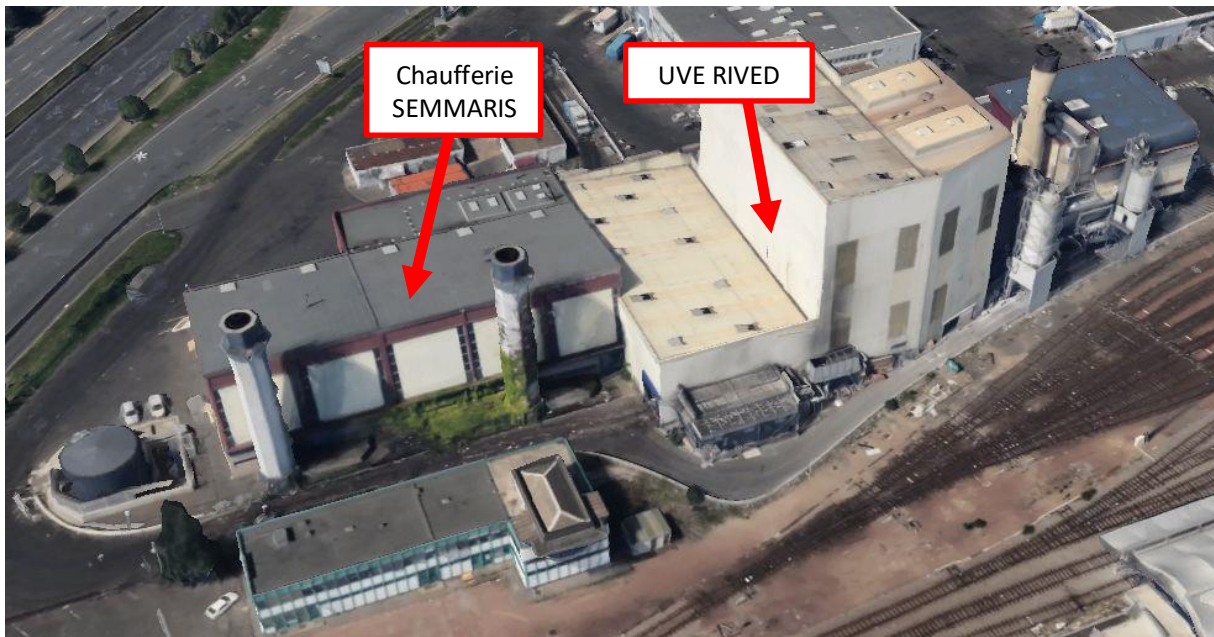


Figure 5 - Vue aérienne de l'UVE et de la chaufferie

3.3.1.3.2 Historique réglementaire

- ➔ 05/06/1970 : Autorisation attribuée par un premier arrêté préfectoral,
- ➔ 06/09/1999 : La société SOCOMIN succède à SOTRIS.
- ➔ 15/01/2001 : L'exploitant transmet au service interdépartemental des ICPE une étude des dangers relative au remplacement d'une chaudière de 40 MW fonctionnant au fioul lourd par une chaudière de 15 MW fonctionnant au gaz.
- ➔ 03/05/2006 : L'exploitant a souhaité faire passer la chaufferie du régime de l'autorisation à la simple déclaration, mais les arguments de SOCOMIN n'ont pas été retenus par le service interdépartemental des ICPE.
- ➔ 30/07/07 : Publication de l'arrêté N°2007/3034 portant réglementation complémentaire codificative d'installation classée pour la protection de l'environnement – Chaufferie SOCOMIN à MIN de Rungis, rue du Four.
- ➔ 12/09/08 : Le préfet du Val de Marne a donné acte de la déclaration de succession par la société Dalkia France de la société SOCCRAM.
- ➔ 11/04/19 : Transmission par la société ENGIE Réseaux d'un courrier de déclaration de succession à la société DALKIA pour l'exploitation de la chaufferie

3.3.1.3.3 Liste des équipements

La chaufferie de la SEMMARIS est accolée à l'IUOM et permet de valoriser la chaleur produite par celui-ci grâce à **deux échangeurs de 20 MW** chacun.

Suite aux travaux de passage en basse température du réseau, une **sous-station d'échange eau surchauffée/eau chaude a été installée** en chaufferie. Elle se compose de **deux échangeurs de 16 MW** et des pompes réseau nécessaires pour les 2 départs vers le réseau basse température. A noter que **le départ vers la sous-station SICUCV et la zone SENIA, et celui vers la zone Entrepôts, sont conservés en eau surchauffée.**

Initialement la chaufferie disposait des chaudières suivantes pour l'appoint et le secours de l'UIOM :

- ➔ Une chaudière gaz de 15 MW en appoint, utilisée uniquement après épuisement total de la chaleur issue de l'IUOM ou en secours de celui-ci,
- ➔ Une chaudière au fioul lourd de 20 MW en secours/appoint de la chaudière gaz,
- ➔ Une chaudière au fioul lourd de 40 MW en secours ultime, déjà désaffectée au moment de la consultation pour le renouvellement du contrat de gestion du réseau de chaleur de la SEMMARIS.

Suite au renouvellement du contrat et après réalisation par ENGIE des travaux en chaufferie, les modifications suivantes ont été apportées :

- ➔ La **chaudière de 15 MW fonctionne au gaz**, avec possibilité de **secours au fioul domestique**,
- ➔ La **chaudière au fioul lourd de 20 MW fonctionne à présent au gaz**,
- ➔ La **chaudière de 40 MW a été démantelée.**

Au total la SEMMARIS dispose donc d'une puissance de 67 MW (dont 20 MW en secours) pour alimenter son réseau.

3.3.1.4 Import SICUCV



Figure 6 - Vue de la sous-station d'échange SEMMARIS/SICUCV

Depuis 2015 le réseau de la SEMMARIS peut également être alimenté par la sous-station d'interconnexion avec le réseau des communes de Choisy-Vitry, géré par le syndicat intercommunal SICUCV.

Cette **interconnexion réversible permet de fournir 15 MW** au réseau de la SEMMARIS.

Cependant, du fait de problèmes hydrauliques ne permettant pas un bon fonctionnement de l'interconnexion dans le sens SICUCV vers SEMMARIS, le SICUCV fournit très peu de chaleur à la SEMMARIS.

3.3.2 Quantité d'énergie produite

Le tableau suivant présente les différentes données de production thermique en fonction de la source d'énergie.

Production thermique (MWH utiles)	2017	2018	2019	2020	2021
UVE RIVED	165 020	160 080	167 914	165 772	161 643
Import SICUCV	5	0	0	0	5
Gaz chaudière 15 MW	631	1 228	748	301	471
Gaz chaudière 20 MW	0	0	0	0	238
TOTAL Gaz	631	1 228	748	301	709
Fioul lourd Chaudière 15 MW	259	124	44	2 620	84
FOD Chaudière 15 MW	0	0	0	0	0
Total Appoint	890	1 352	792	2 921	793
Production Totale	165 915	161 432	168 706	168 693	162 441

A partir des données de production de ce tableau on fait les constats suivants :

- ➔ La **quantité d'énergie produite reste constante** sur les 5 dernières années,
- ➔ **L'énergie est très majoritairement produite par l'UVE** du RIVED,
 - L'énergie fournie par le SIEVD est **comptabilisée à travers deux compteurs**, un compteur UIOM servant à la facturation et un compteur supplémentaire mis en place et entretenu par la société SOMESCA.
 - La **répartition des achats au RIVED** est réalisée de la manière suivante :
 - La part destinée à ADP correspond à 1,3 fois la quantité vendue à ADP (soit 30% de pertes) dans le contrat actuel. Dans le futur contrat, elle correspondra à 1,1 fois la quantité vendue à ADP (soit 10% de pertes).
 - La part destinée au SICUCV correspond à 1,15 fois la quantité vendue au SICUCV (soit 15% de pertes),
 - La part destinée à la ville de Rungis correspond à 1,1 fois la quantité d'EnR&R vendue à la ville (soit 10% de pertes),
 - Le reste est considéré comme destiné à la SEMMARIS et à ses clients.
- ➔ **Le recours aux appoints fossiles reste négligeable**, mais sera **amené à augmenter** avec le début de l'alimentation du réseau de la ville de Rungis. On note que **le stock de fioul lourd restant a été utilisé lors des travaux** sur la période 2020-2021, avant **abandon de ce combustible qui est remplacé par du fioul domestique**, qui pourra être utilisé en secours.

3.3.3 Evolution des consommations d'électricité en chaufferie

Le tableau suivant présente l'évolution des consommations électriques sur le réseau.

Consommations électriques	2017	2018	2019	2020	2021
Electricité chaufferie	1 042	988	1 030	1 380	1 857
Electricité TC4	0	0	0	0	8
Electricité totale (Mwhe)	1 042	988	1 030	1 380	1 864

On constate que les consommations d'électricité du réseau sont en hausse, en particulier sur les deux derniers exercices.

Cette évolution est à associer à l'augmentation de débit liée au passage en basse température du réseau, ainsi qu'à l'ajout de nouvelles sous-stations d'interface avec pompes réseau intégrées.

3.3.4 Evolution des consommations d'eau du réseau

Le tableau suivant présente l'évolution des consommations en eau sur le réseau.

Consommations en eau	2017	2018	2019	2020	2021
Eau Chaufferie + TC4	NC	NC	NC	15 539	22 641
Eau réseaux secondaires	NC	NC	NC	2 501	1 224
Eau totale (m3)	NC	NC	NC	18 040	23 865
Ratio m3/MWh total	NC	NC	NC	0,12	0,17

Nous n'avons pas eu en notre possession les consommations d'eau des années 2017 à 2019, l'analyse porte donc **uniquement sur les deux derniers exercices**. D'après les données de consommations d'eau entre les saisons de chauffe 2008/09 et 2015/26 on sait cependant que la consommation moyenne d'une saison avant les travaux de déclassement/pérennisation s'élève à 22 000 m3 environ.

Les consommations d'eau du réseau de la SEMMARIS avant les travaux de déclassement/pérennisation du réseau sont très élevées. A titre d'exemple, l'année 2020 totalisait 27 fuites sur l'ensemble du réseau.

Sur la période 2020-2021, les consommations continuent à être élevées, cependant elles sont en partie dues au remplissage des tronçons de réseau modifiés.

Les travaux de déclassement et de pérennisation devraient diminuer la consommation d'eau grâce au remplacement des tronçons les plus fuyards. Cette tendance s'observe sur les premiers mois de l'exercice 2022 d'après les données fournies par la SEMMARIS, avec une diminution de 34% par rapport à la consommation d'eau de janvier 2021.

L'analyse sur la période avant/pendant travaux de déclassement/pérennisation du ratio de consommation d'eau par rapport à la quantité de chaleur produite, et sa comparaison avec les valeurs ci-dessous (issues du Rapport Amorce RCT 47 (2019)), montrent que le réseau de la SEMMARIS se situait parmi les plus fuyards. En janvier 2022 le ratio est situé autour de 0,05, ce qui représente une amélioration et place le réseau de la SEMMARIS dans la moyenne des réseaux de chaleur en France.

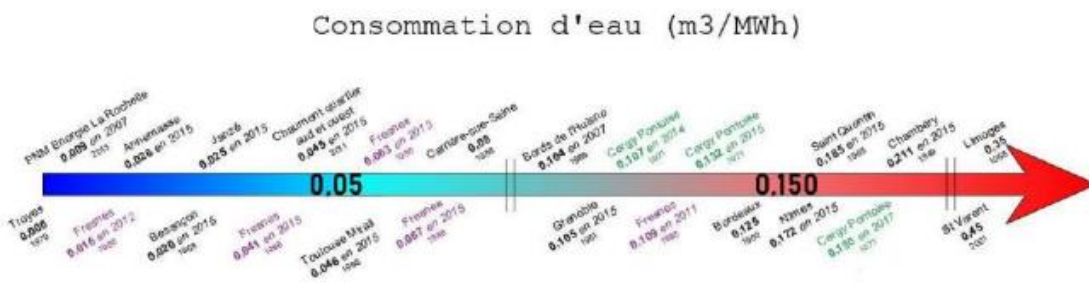


Figure 7 - Positionnement des RCU selon leur ratio de consommation d'eau (Fiche action du rapport Amorce RCT 49)

3.3.5 Sous-stations et évolution des consommations

3.3.5.1 Caractéristiques des sous-stations

Avec le déclassement du réseau de la SEMMARIS, réalisé entre mars et septembre 2020, la majorité des sous-stations a été passée en basse température. Il reste cependant 48 sous-stations d'abonnés (hors sous-stations d'interface (TC3 et TC4) et sous-station SICUCV) alimentées en haute température : 47 sur la zone SENIA, qui n'a pas encore été déclassée, et la sous-station alimentant le Burger King. A terme les sous-stations de la zone SENIA seront passées en basse température.

Le schéma type des nouvelles sous-stations BP/BP est présenté ci-dessous.

Schéma de principe sous-station type

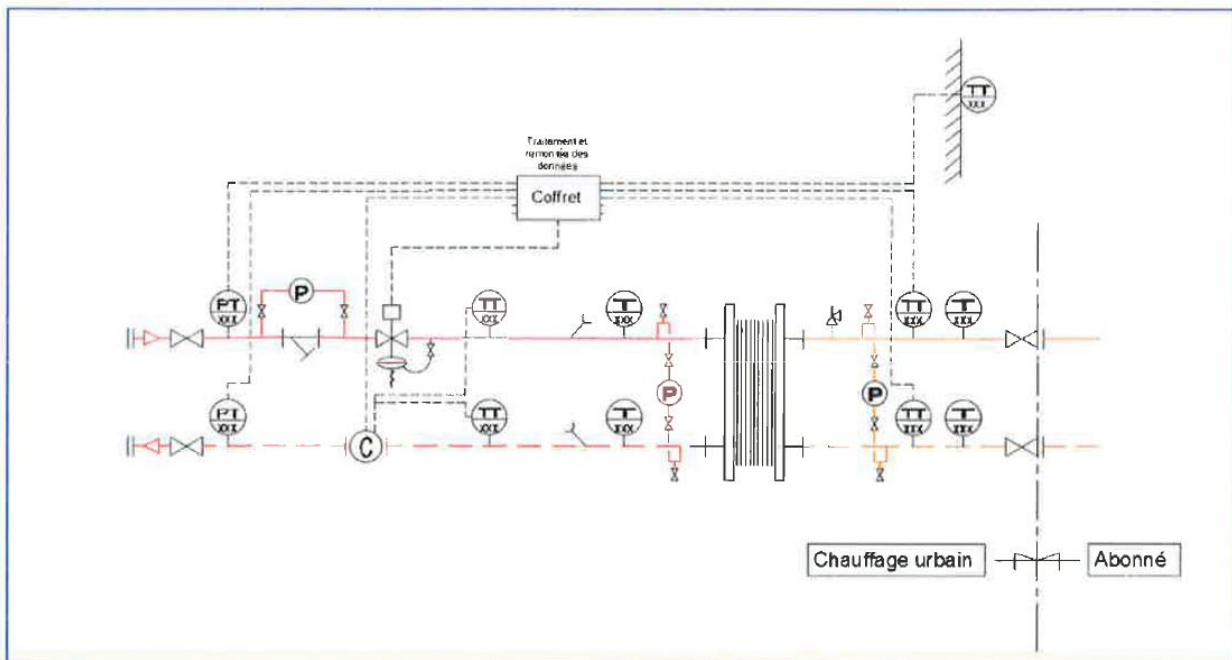


Figure 8 - Schéma type des SST BP/BP selon la note technique du MGP d'ENGIE.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de sous-station primaires en fonctionnement par type d'alimentation (HP ou BP), et en fonction de la présence d'une production d'ECS ou non, hors sous-stations d'export ou d'interface de secteur. A noter qu'il s'agit de la situation après déclassement de la zone SENIA, qui devrait intervenir en 2022.

La présence d'une production d'ECS est déterminée à la fois à partir de la présence d'un compteur ECS, mais également lorsqu'une sous-station enregistre de fortes consommations sur la période d'été. Il s'agit donc d'une estimation.

Type	ECS	Nombre
SST HP/BP	OUI	0
	NON	1
SST BP/BP	OUI	41
	NON	66
TOTAL		109

3.3.5.2 *Etat des sous-stations*

Notre étude se base sur des rapports de visite des sous-stations datant de 2020, fournis par la SEMMARIS et réalisés dans le cas du contrôle de l'exploitation du réseau de chaleur.

Les compte-rendu de visites indiquent un état général des sous-stations qualifié de « Bon » jusqu'à « Mauvais ». Le tableau ci-dessous rend compte de l'état général des sous-stations selon cette notation.

Etat Sous-sation	Nombre de SST	%
Bon	64	47%
Moyen	40	30%
Mauvais	31	23%
TOTAL	135	100%

On constate que **plus des trois quarts des sous-stations sont dans un état satisfaisant**.

Cependant, **un quart d'entre elles sont dans un état dégradé**. Les sous-stations en mauvais état sont situées dans les zones suivantes :

- ➔ 20 sous-stations situées dans le secteur du MIN : la plupart dans le secteur « Fruits & Légumes » (7), le secteur « Fleurs » (5) et le secteur « Delta » (4)
- ➔ 8 sous-stations situées sur la zone SENIA (dont 2 à l'arrêt),
- ➔ 2 sous-stations situées dans le secteur Hôtels,
- ➔ 1 sous-station située dans la zone Entrepôts.

On note par ailleurs que les visites de 2020 **indiquaient l'absence de tenu d'un cahier de sous-station pour chacune d'entre elles, ainsi que l'absence de maintenant préventive**. Cependant cet exercice se situait en début du nouveau contrat d'exploitation et dans une phase de travaux, et sur l'année 2021 la SEMMARIS indique que l'état de l'ensemble des sous-stations s'est fortement amélioré.

3.3.5.3 Consommation énergétique des abonnés

Les consommations des abonnés détaillées par type d'abonné sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Ventes aux abonnés (MWh utiles)	2017	2018	2019	2020	2021
Total chaleur SEMMARIS	35 971	32 457	33 186	28 387	35 734
Total chaleur clients SEMMARIS	33 899	29 484	30 516	24 916	27 400
Total Chaleur hors Exports (MWh)	69 870	61 941	63 702	53 303	63 134
Total Chaleur SICUCV	54 311	51 970	58 163	72 602	60 089
Total Chaleur ADP	23 735	21 456	27 558	24 343	20 881
Total Chaleur Rungis Ville	0	0	0	0	0
Total Chaleur Exports (MWh)	78 046	73 426	85 721	96 945	80 970
Total chaleur dont exports (MWh)	147 916	135 367	149 423	150 248	144 104

Les consommations en chaleur des abonnés sont relativement stables, avec cependant une baisse sur le dernier exercice.

On remarque que la majorité des ventes est réalisée par l'export de chaleur sur des réseaux voisins, et en particulier vers le réseau du SICUCV. Cette tendance devrait être renforcée avec le début de l'alimentation de la ville de Rungis en 2022.

3.3.6 Réseau de distribution

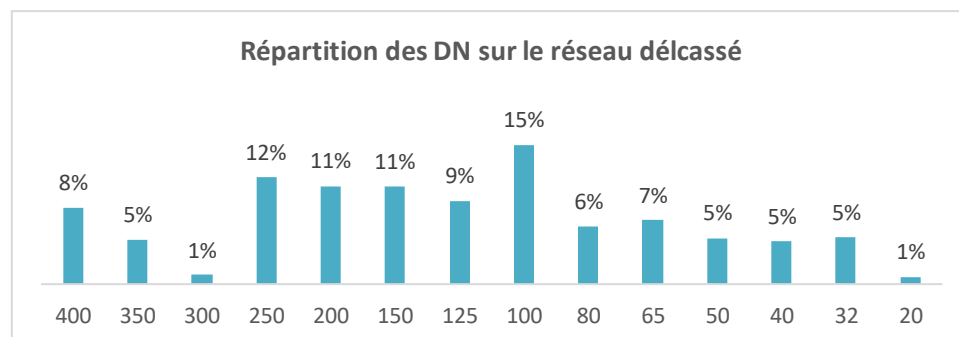
3.3.6.1 Principales caractéristiques du réseau de distribution

Les principales caractéristiques du réseau de distribution sont résumées dans le tableau suivant. Elles prennent en compte les travaux de déclassement réalisés sur la période 2020-2021.

Caractéristiques principales du réseau de la SEMMARIS	
<p>Longueur du réseau <u>AVANT DECLASSEMENT</u></p>	<p>→ HP : 21,3 km → BP : 7.8 km Soit 29,1 km au total.</p>
<p>Longueur du réseau <u>APRES DECLASSEMENT</u></p>	<p>→ HP :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10,3 km avant déclassement SENIA • 1,5 km après déclassement SENIA <p>→ BP :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 19,1 km avant déclassement SENIA • 27,9 km après déclassement SENIA <p>Soit 29,4 km au total.</p>
<p>Type de canalisation</p>	<p>BP : canalisation en acier pré-isolées HP : canalisation en acier en caniveau</p>
<p>Régimes de température</p>	<p>BP :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Entrepôts : 105°C aller – 75°C retour → MIN/Delta/Centre routier : 105°C aller – 80 °C retour → SENIA : 108°C aller – 75°C retour <p>HP : 140°C aller – 80°C retour</p>

3.3.6.2 Longueurs et diamètres des canalisations

Le réseau après travaux de déclassement a une longueur totale de 29,4 km. Les diamètres nominaux (DN) des canalisations après déclassement sont répartis de la manière suivante :

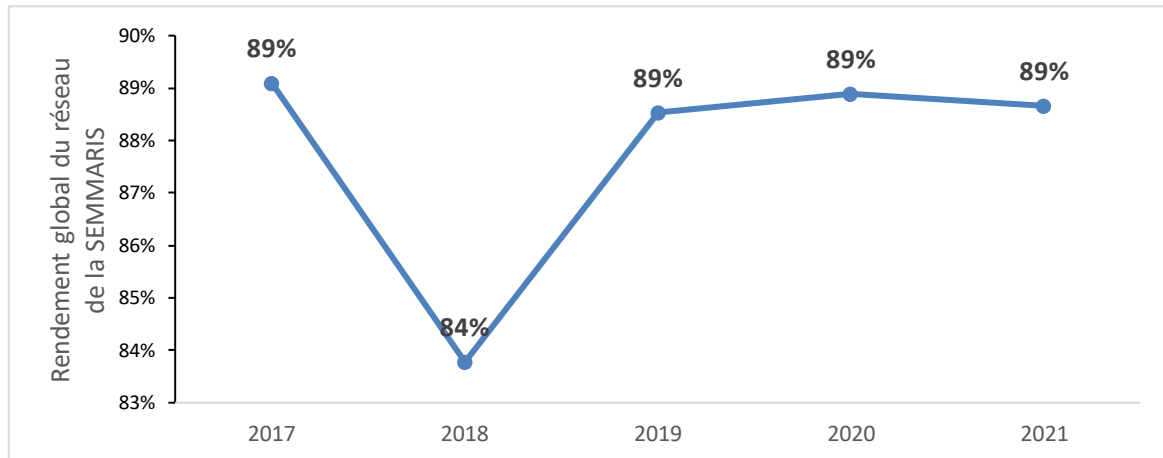


On note qu'une petite proportion de DN sur les réseaux BP Secondaire n'était pas indiquée dans les documents qui nous été fournis, par conséquent les DN de ces tronçons ont donc été déterminés en tenant compte du DN de la canalisation primaire.

3.3.6.3 Rendement global du réseau

Le rendement global du réseau indique le pourcentage de pertes liées à la production et à la distribution. Dans le cas du réseau de la SEMMARIS on estime un **niveau de pertes thermique de l'ordre de 11%**.

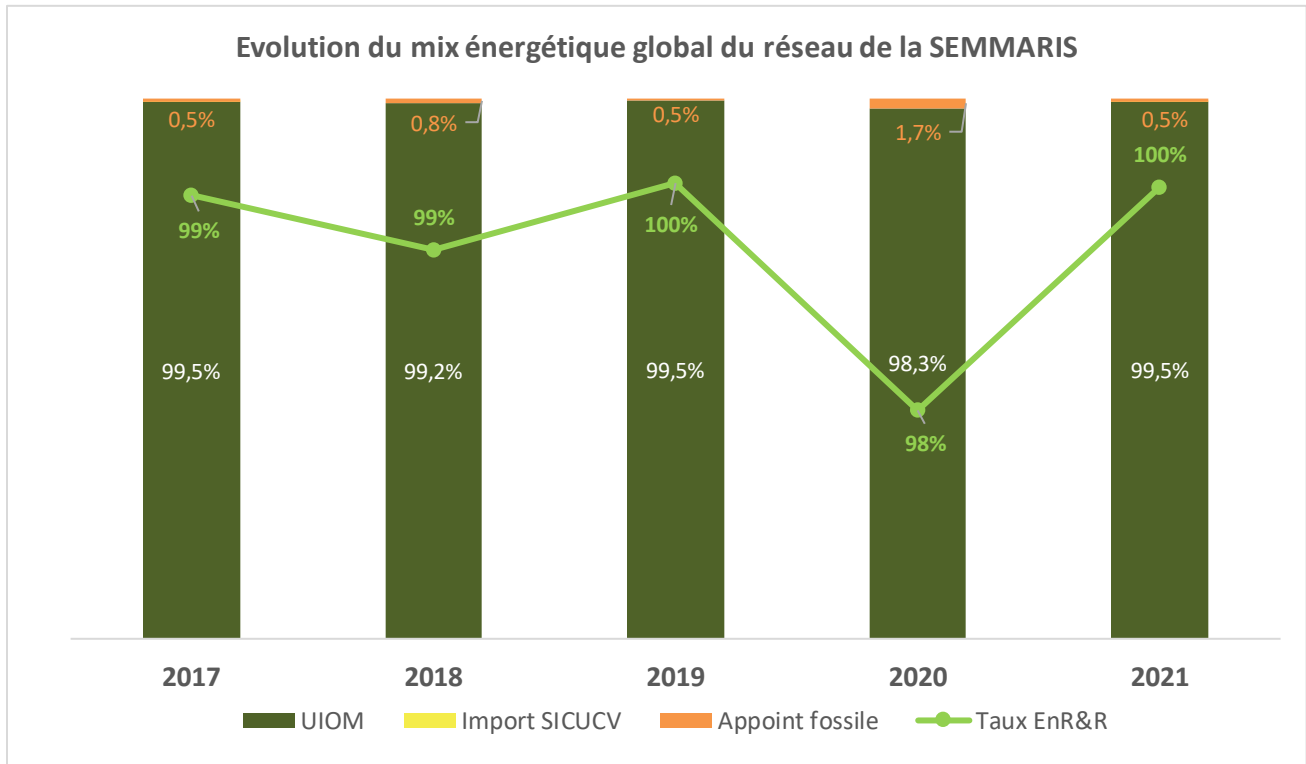
Ces **pertes sont amenées à diminuer** avec les travaux de déclassement/pérennisation qui devraient limiter le nombre de fuites.



3.4 Etat des lieux environnemental du réseau

3.4.1 *Evolution du mix énergétique sur les 5 dernières années*

Le graphe ci-dessous présente l'évolution du mix énergétique global du réseau de la SEMMARIS.



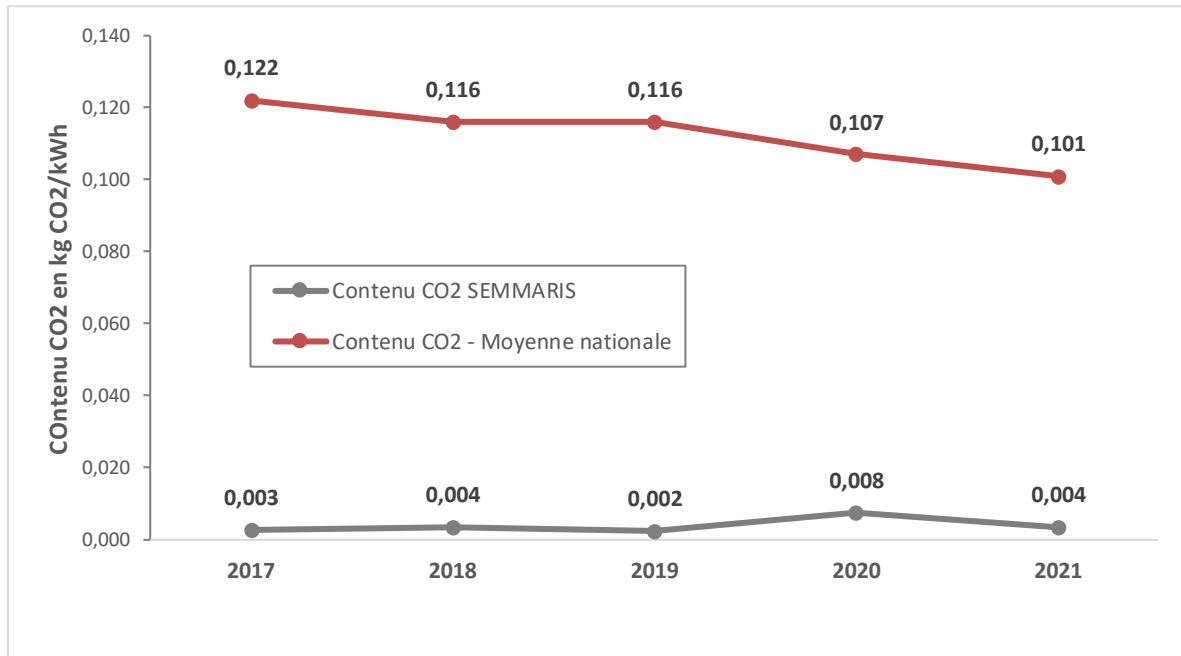
On constate que le **taux d'EnR&R tourne autour de 99%**, ce qui est **très élevé**. En 2020 le recours aux énergies fossiles a légèrement augmenté du fait de la **consommation du stock de fioul lourd en chaufferie**, avant passage au gaz avec secours possible au fioul domestique.

Le **taux d'EnR&R devrait baisser sur les prochaines années** du fait du **nouvel export de chaleur vers la ville de Rungis**, qui est alimentée en permanence et nécessitera la mise en route plus fréquente des moyens de production d'appoint. Afin de conserver un mix énergétique largement décarboné, la SEMMARIS a fixé un **taux d'EnR&R minimal de 75%** sous lequel elle ne souhaite pas descendre.

3.4.2 Evolution du contenu en CO2 sur les 5 dernières années

Le contenu en CO2 global du réseau mesure les tonnes de CO2 émises à partir de facteurs d'émissions associés à chaque source d'énergie utilisée sur le réseau.

Le graphe ci-dessous montre **l'évolution du contenu CO2 sur le réseau de la SEMMARIS** sur les quatre dernières années.



On voit que **le contenu CO2 global est extrêmement faible sur le réseau de la SEMMARIS**, du fait d'un **recours négligeable aux énergie fossiles**.

Ce contenu CO2 est largement inférieur à la moyenne nationale présentée par l'enquête nationale 2020 sur les réseaux de chaleur réalisée par la SNCU, qui est de **0,101 kg CO2/kWh**.

4 Moyens de production énergétiques du territoire

La région Ile de France a mis en place une priorisation des projets EnR&R que l'ADEME IdF a adoptée (voir site internet : <http://www.enrchoix.idf.ademe.fr/#prioriser>) dans le cadre de ses financements.

Les actions prioritaires à mener sont les suivantes, en ordre de priorité :

- Multiplier et étendre les réseaux de chaleur en privilégiant le recours aux énergies renouvelables.
- Valoriser les énergies de récupération et favoriser la génération de ces énergies en commun sur le territoire (chaleur fatale).
- Encourager le développement et l'exploitation durable des géothermies.
- Assurer une utilisation plus cohérente de la biomasse énergie sur le territoire avec des systèmes de dépollution performants.

Cette hiérarchie est issue du principe de production et de consommation de l'énergie au niveau local.

Cette partie se concentre donc sur toutes les sources d'énergie envisageables pour l'alimentation du réseau existant, dans l'ordre de priorité de l'ADEME, soit :

1. Raccordement à un [réseau de chaleur existant](#),
2. Récupération de [chaleur fatale](#),
3. [Géothermie](#),
4. [Biomasse](#),
5. [Autres](#) : solaire thermique, biogaz, etc.

4.1 Raccordement à un réseau de chaleur existant

4.1.1 Cartographie des réseaux de chaleur voisins

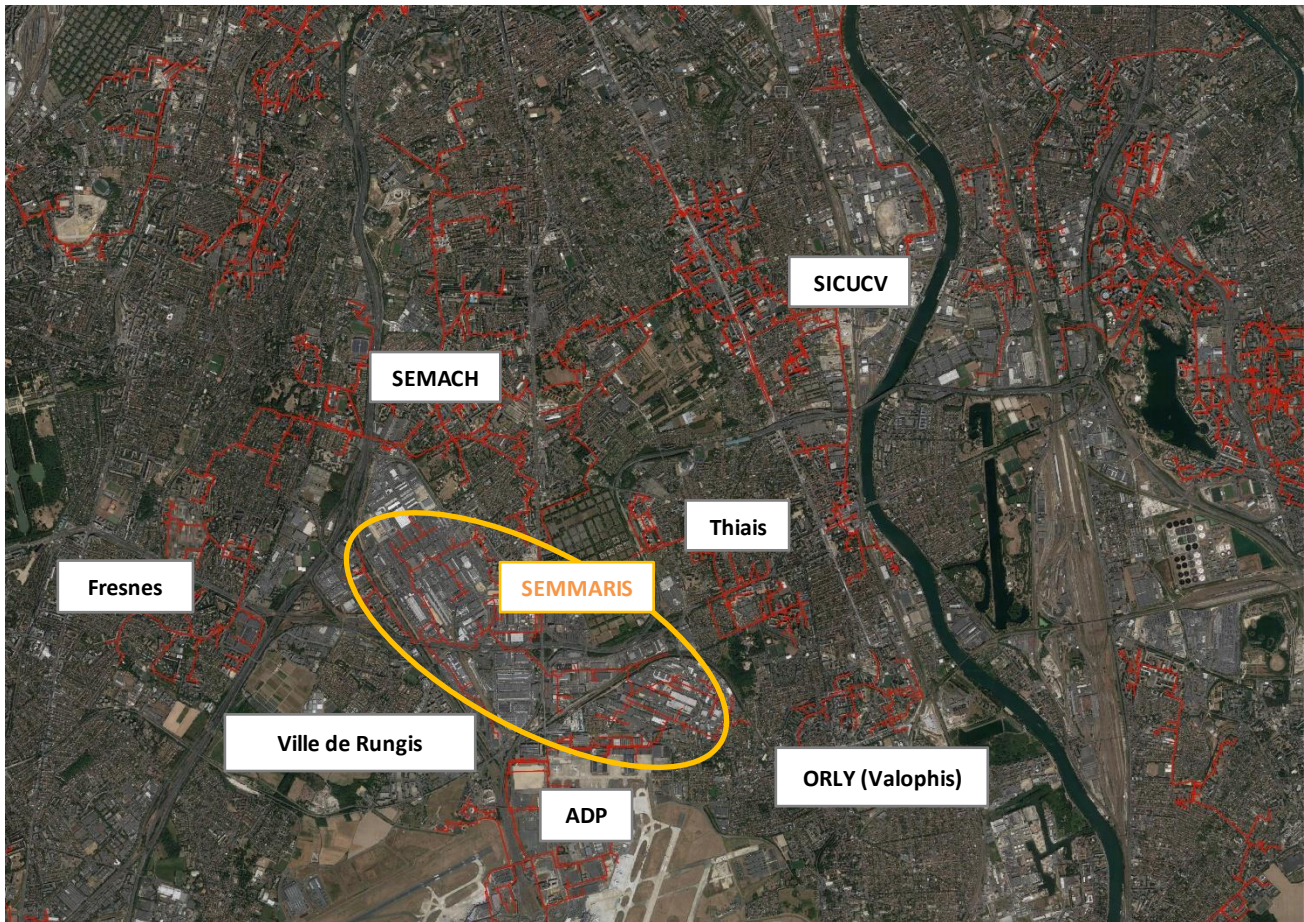


Figure 9 - Cartographie des RCU Voisins (données ViaSeva - 2019)

Le réseau de la SEMMARIS est situé dans une zone présentant une densité importante de réseaux de chaleur.

Les réseaux de chaleur situés dans le voisinage immédiat de la SEMMARIS sont les suivants :

- ➔ Réseau de chaleur privé d'Aéroports de Paris (ADP),
- ➔ Réseau de chaleur de la ville de Fresnes, géré par le délégataire SOFREGE (filiale de CORIANCE),
- ➔ Réseau de chaleur de la ville de Thiais, géré par le délégataire GEOTHILYS (filiale d'ENGIE),
- ➔ Réseau de chaleur de Valophis Habitat, situé sur les communes d'Orly et de Choisy-le-Roi,
- ➔ Réseau de chaleur du SEMMACH, situé sur les communes de L'Haÿ-les-Roses, Chevilly-la-Rue et Villejuif,
- ➔ Réseau de chaleur du SICUCV, situé sur les communes de Vitry-sur-Seine et Choisy-le-Roi, et géré par les délégataires CVD (distribution) et CVE (production) (filiales d'ENGIE),
- ➔ Réseau de chaleur de la ville de Rungis, en cours de construction et géré par le délégataire DALKIA.

Le réseau de la Ville de Rungis ne possédant pas de moyens de production propre, il n'est pas étudié pour l'import de chaleur vers la SEMMARIS. Le réseau d'ADP est quant à lui déjà raccordé au réseau de la SEMMARIS, sans possibilité d'import, on considère donc que celui-ci n'a pas de chaleur à exporter vers la SEMMARIS.

4.1.2 *Raccordement au réseau de chaleur du SICUCV*

Le réseau de la SEMMARIS est actuellement **raccordé au réseau de chaleur du SICUCV via une sous-station d'interconnexion** située au niveau du Nord-Est du MIN.

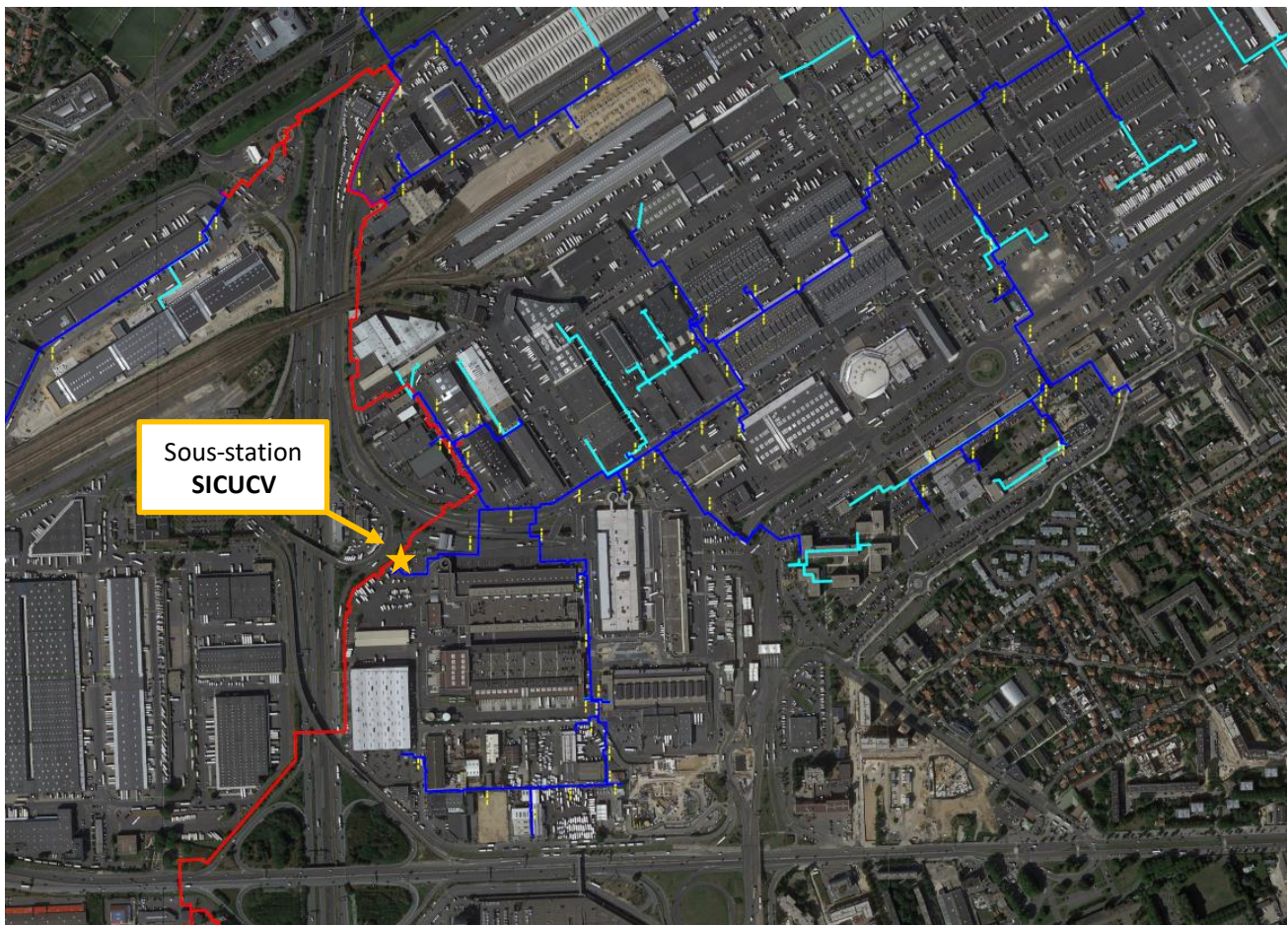


Figure 10 - Sous-station d'interconnexion SICUCV-SEMMARIS

Cette **interconnexion réversible permet de fournir 15 MW** au réseau de la SEMMARIS. Cependant, du fait de **problèmes hydrauliques** ne permettant pas un bon fonctionnement de l'interconnexion dans le sens SICUCV vers SEMMARIS, **le SICUCV fournit très peu de chaleur à la SEMMARIS.**

L'augmentation de la chaleur EnR&R importée via cette source semble complexe :

- ➔ D'une part du fait des **problèmes techniques existants**, qui nécessiteraient des travaux importants sur l'interconnexion pour les corriger,
- ➔ Et d'autre part, le **réseau du SICUCV est alimenté en quasi-totalité par le réseau de CPCU**, et est donc tributaire de sa mixité, qui peut fluctuer. De plus, la concession de CPCU se terminant en 2024 il est **compliqué d'avoir une véritable visibilité sur l'évolution du mix énergétique** du réseau du SICUCV.

Pour ces raisons, **l'augmentation de la part de chaleur fournie par le SICUCV au réseau de la SEMMARIS ne sera pas étudiée plus en détail** dans la suite de l'étude.

4.1.3 Raccordement au réseau de chaleur de Fresnes

Le réseau de Fresnes est situé à l'Ouest du MIN, de l'autre côté de l'autoroute A6 (voir carte ci-dessous).



Figure 11 - RCU de Fresnes

Le réseau de Fresnes est alimenté majoritairement par la géothermie (triplet au Dogger), une cogénération, et des chaudières d'appoint gaz.

D'après le schéma directeur du réseau et les données disponibles sur le site Via Séva, la géothermie couvre entre 55 et 60% des besoins actuels.

Par conséquent l'import de chaleur géothermale depuis le réseau Fresnes ne semble pas pertinent pour les raisons suivantes :

- ➔ Le taux d'EnR de la ville de Fresnes n'étant pas supérieur à 60%, il semble compliquer de l'abaisser en transférant de l'énergie géothermale durant les périodes avec des forts appels de puissance (hiver).
Le transfert de chaleur géothermale serait donc a priori possible uniquement sur la période d'été, avec une puissance maximale disponible sur la géothermie autour de 5 MW (source Schéma Directeur),
- ➔ Or, durant la période d'été l'UVE du RIVED couvre très largement les besoins du réseau de la SEMMARIS et de ses exports. Importer de la chaleur depuis la géothermie de Fresnes entrerait donc en concurrence avec l'UVE.

Pour ces raisons nous n'étudierons pas plus en détail la possibilité d'un import de puis le réseau de Fresnes.

En revanche, l'export vers ce réseau sera étudié dans les scénarios de développement, car la fin du contrat de la cogénération en 2023 et les développements envisagés sur le réseau de Fresnes créent des conditions favorables à l'export de chaleur issue de l'UVE.

4.1.4 *Raccordement au réseau de chaleur de la SEMACH*

Le réseau de la SEMACH dessert les communes de Chevilly-Larue, l'Haÿ-les-Roses et Villejuif. Il est au Nord du MIN (voir carte ci-dessous).



Figure 12 - RCU de la SEMACH

Le réseau de la SEMACH est **alimenté majoritairement par la géothermie** (trois doublets au Dogger), deux **cogénérations**, et des **chaudières d'appoint gaz**.

D'après le site de la SEMACH, **la géothermie couvre 68% des besoins en 2020**. Il faut cependant noter que l'année 2020 était particulièrement douce et que le site Via Seva indique plutôt une couverture de la géothermie autour de 62%.

Par conséquent l'import de chaleur géothermale depuis le réseau de la SEMACH ne semble pas pertinent pour les raisons suivantes :

- ➔ Le **taux d'EnR de la SEMACH n'est que très supérieur à 60%**, il semble compliquer de l'abaisser en transférant de l'énergie géothermale durant les périodes avec des forts appels de puissance (hiver).
Le transfert de chaleur géothermale serait donc **a priori possible uniquement sur la période d'été**,
- ➔ Or, **durant la période d'été l'UVE du RIVED couvre très largement les besoins** du réseau de la SEMMARIS et de ses exports. Importer de la chaleur depuis les géothermies de la SEMACH entrerait donc en concurrence avec l'UVE.

Pour ces raisons **nous n'étudions pas plus en détail la possibilité d'un import de puis le réseau de la SEMACH.**

4.1.5 Raccordement au réseau de chaleur de Thiais

Le réseau de la ville de Thiais est situé à l'EST du réseau de la SEMMARIS, à proximité de la zone SENIA (voir carte ci-dessous).

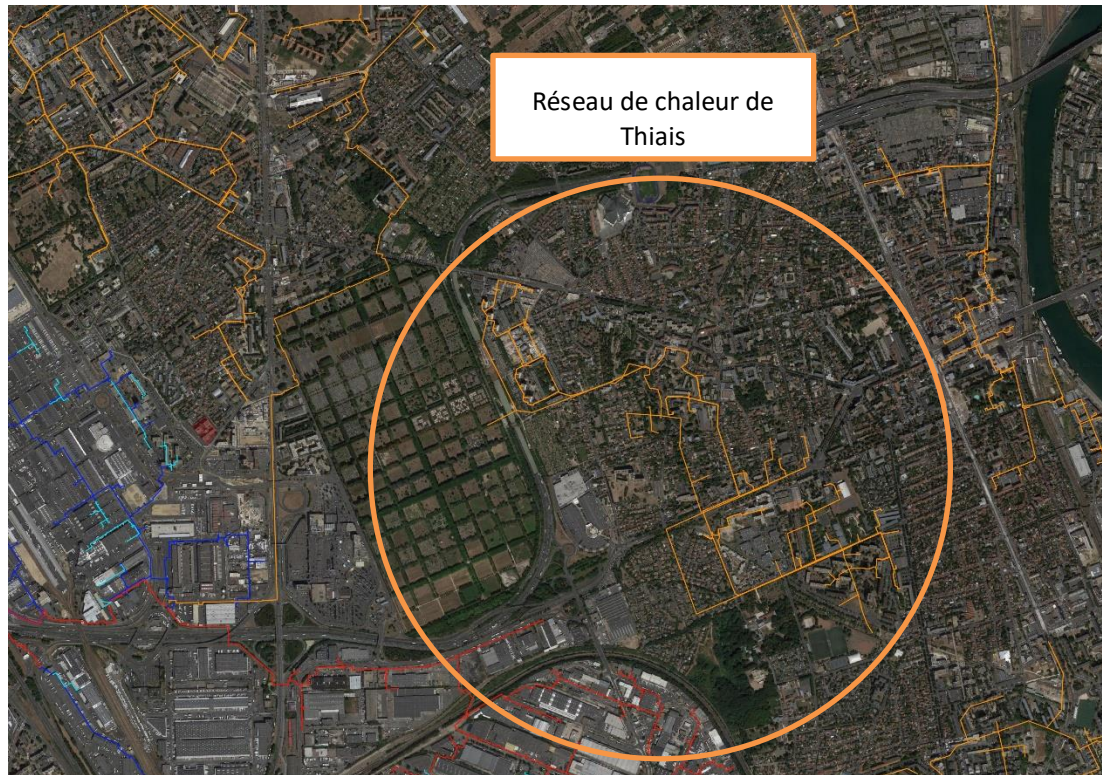


Figure 13 - RCU de Thiais

Le réseau de Thiais est alimenté majoritairement par la géothermie (un doublet au Dogger), un appoint gaz centralisé, et des chaudières d'appoint local gaz et FOD.

D'après les derniers rapports annuels de la DSP de Thiais, la géothermie couvre entre 73% (2018) et 85% (2019). Le site Via Seva indique même un taux de couverture par la géothermie de 93%.

L'import de chaleur géothermale depuis le réseau de Thiais vers la zone SENIA pourrait éventuellement être envisagé :

- ➔ Le taux d'EnR du réseau de Thiais est très élevé, il pourrait donc être envisageable de transférer une partie de l'énergie géothermale vers un autre réseau,
- ➔ La centrale géothermique est située à moins d'1 km de l'extrémité Est de la zone SENIA.

Cependant :

- ➔ Le transfert de chaleur géothermale serait a priori possible uniquement en mi-saison et sur la période d'été.

Il y aurait donc concurrence avec l'énergie issue de l'UVE du RIVED,

- ➔ Le réseau de Thiais a une température de fonctionnement sur le primaire inférieure à celle du réseau de la SEMMARIS : 90°C aller – 65°C retour environ par -7°C.

Un import depuis ce réseau vers le réseau de la SEMMARIS nécessiterait donc de rehausser la température de la chaleur exportée à l'aide d'une PAC, et de refroidir les retours en provenance de la SEMMARIS avec cette même PAC, afin de ne pas pénaliser la géothermie.

L'intérêt d'un import depuis le réseau de Thiais ne semble pas évident. Cependant il pourrait éventuellement être envisagé pour l'alimentation de la zone SENIA, en particulier avec le développement des zones d'aménagement dont les futurs bâtiments auront a priori un fonctionnement compatible avec la géothermie.

4.2 Chaleur fatale

L'ADEME définit la chaleur fatale comme suit : « Production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée ».

C'est une énergie souvent perdue si elle n'est pas récupérée et/ou valorisée. Les énergies fatales sont de diverses natures (chaleur, froid, gaz, électricité). Elles sont issues de process, d'utilités ou de déchets : cogénération, fours, tours aéroréfrigérantes, compresseurs, fumées, incinération, biogaz, réacteurs, ventilation des locaux, des eaux usées...

En France, plus d'un tiers (118 TWh) de la consommation de combustibles de l'industrie ressort sous forme d'énergie fatale chaque année (Source : Rapport ADEME 2017 – « La chaleur Fatale »). La récupération et la valorisation d'énergie fatale contribuent aux objectifs sur les énergies renouvelables.

En région Ile-de-France, l'ADEME indique que le gisement de la chaleur fatale s'élève à 26 000 GWh (Etude ADEME : Etude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France – Mai 2017).

4.2.1 Récupération de chaleur fatale sur Unité de Valorisation Energétique

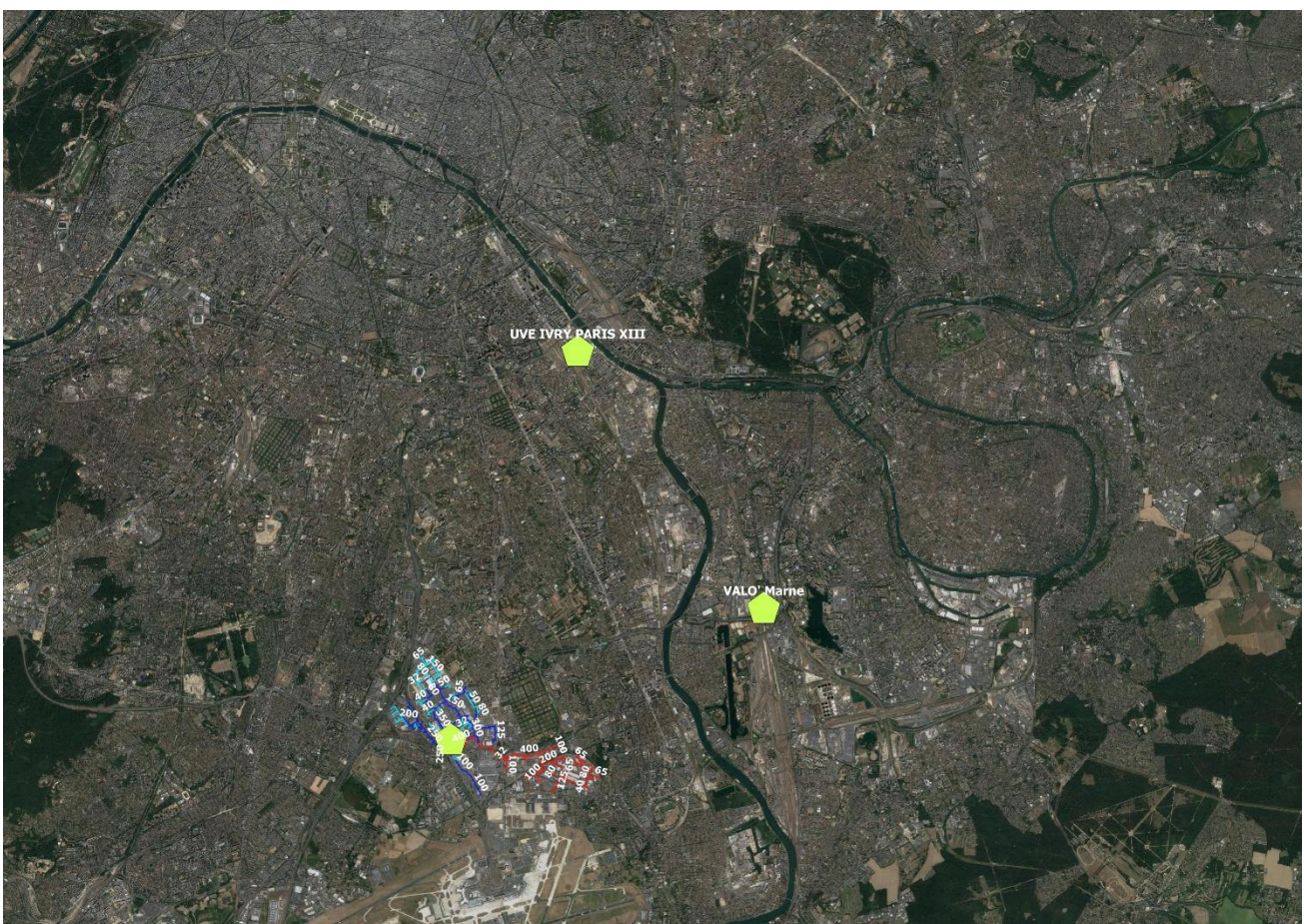


Figure 14 - Unité de valorisation énergétique du Val-de-Marne

D'après les données de la [base des installations classées](#), il existe 3 UVE dans le Val-de-Marne (voir carte ci-dessus).

Le réseau de chaleur de la SEMMARIS est déjà alimenté par l'UVE du RIVED, qui représente actuellement environ 99% de son mix énergétique. Dans le cas d'une augmentation des ventes sur le réseau de la SEMMARIS et à l'export, une augmentation de la chaleur récupérée sur l'UVE du RIVED peut être envisagée. Cette possibilité sera étudiée dans les scénarios d'évolution du réseau.

Les 2 autres UVE sont situés à une distance supérieure à 5 km et ont déjà des débouchés pour la chaleur produite, il n'est donc pas envisageable de récupérer de la chaleur supplémentaire par ce biais.

4.2.2 *Récupération de chaleur fatale sur Data Center*

Une étude ADEME sur les potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France publiée en mai 2017 indique qu'il y a un **potentiel de valorisation de chaleur de 490 GWh issu de data centers** sur la région.

En effet, **les data centers ont d'importants besoin en froid** afin de refroidir les salles hébergeant les serveurs (appelées **salles IT**). Il est donc envisageable de **récupérer la chaleur évacuée après refroidissement des serveurs** afin de la valoriser sur un bâtiment ou un réseau de chauffage urbain.

La carte ci-dessous présente les **73 Data Centers** (dont 6 en construction) présents en Ile-de-France.

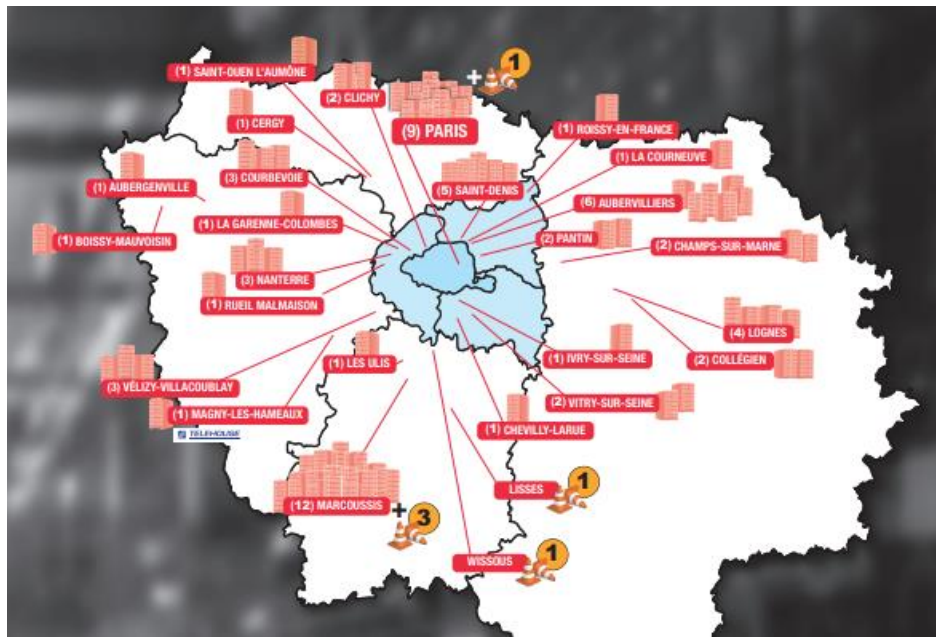


Figure 15 - Localisation des Datacenter en IdF (Global Security Mag 2021)

Le Data Center présent à Chevilly-la-Rue est géré par Orange Business Services et est **situé à proximité du Centre Administratif de la SEMMARIS**.

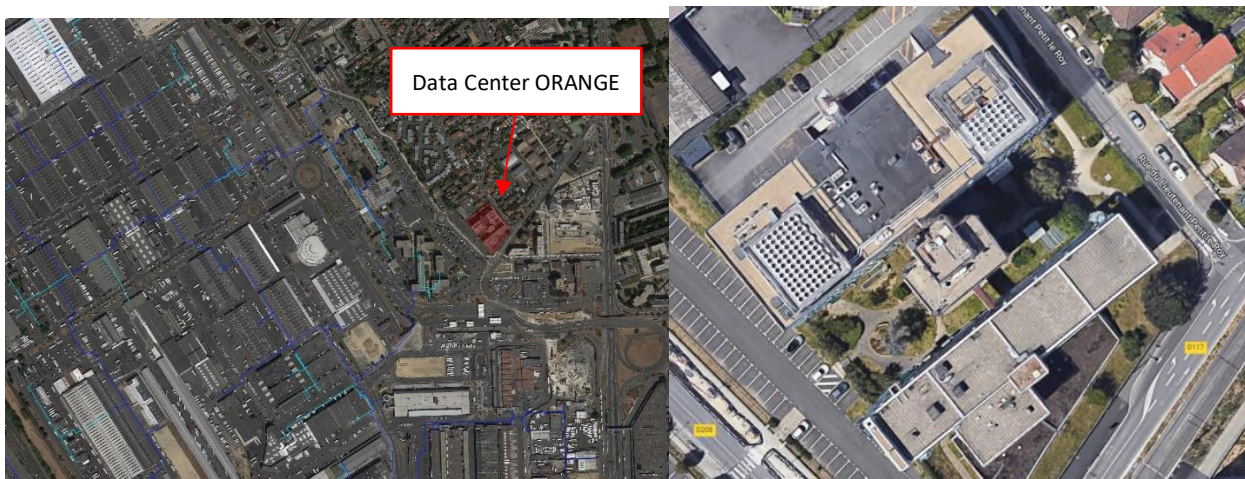


Figure 16 - Emplacement du Data Center de Chevilly-la-Rue et vue aérienne

Sur la base des vues aériennes on estime la **surface du Datacenter à 8 200 m² environ**, dont **environ 4 300 m²** qu'on considère comme étant la **partie du data center abritant les serveurs** (bâtiment situé en haut sur la vue aérienne).

Afin de proposer une première évaluation du potentiel de chaleur valorisable sur le data center de Chevilly-la-Rue, nous retenons les hypothèses suivantes :

- Un groupe de production de froid du Data center eau-eau : cette hypothèse est accréditée par la vue aérienne du bâtiment et les équipements visibles sur son toit, cependant pour étudier plus précisément le potentiel de récupération de chaleur il faudrait avoir accès à des données de la part du gestionnaire du Data center.

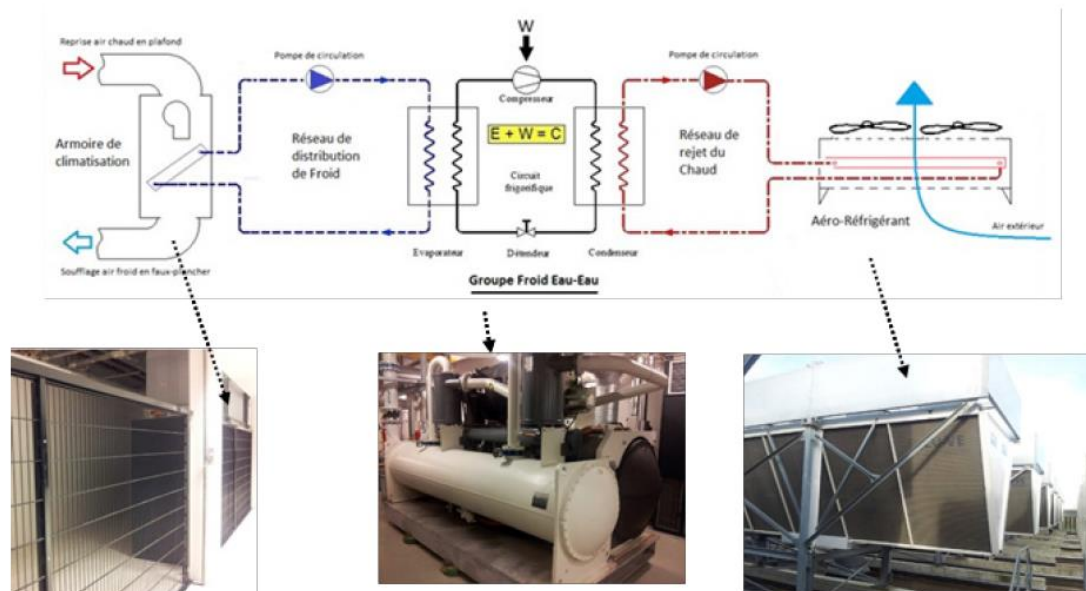


Figure 17 - Schéma de fonctionnement d'un groupe froid eau-eau (Source : Rapport Efficacy - Data Center : Etat des lieux (janvier 2017))

La température du circuit d'eau côté condenseur se situe autour de 30-45°C sur l'aller (vers aéro-réfrigérants), et de 25-40°C sur le retour (après aéro-réfrigérants),

- Un ratio de puissance appelée pour la production de froid considéré à 1 500 W/m² de salle IT : ce ratio est tiré sur notre expérience du fonctionnement des Data centers et sur le rapport d'Efficacy sur les Data centers, publié en 2017. Il correspond à la fourchette haute du ratio, et fait l'hypothèse que quasiment 100% des besoins en puissance du site sont liés au besoin de refroidissement des salles IT (refroidissement/chauffage des bureaux et autres usages négligeables). L'aspect extérieur du bâtiment vient conforter le choix d'un ratio élevé car celui-ci semble avoir été construit il y a au minimum une dizaine d'années,
- Une surface à refroidir de 4 300 m² environ : on suppose ici que la surface du bâtiment dans lequel les serveurs sont localisés est entièrement occupée. En réalité les Data centers sont des bâtiments évolutifs, avec une montée en charge de leur capacité de traitement des données (et donc de la quantité de serveurs) progressive. On suppose ici que vue l'âge du bâtiment celui-ci a atteint sa capacité maximale. Cette hypothèse mériterait cependant d'être confirmée par le gestionnaire du site,
- Un coefficient de performance frigorifique du groupe froid de 3.

Sur la base de ces hypothèses on obtient les résultats suivants :

- Une **puissance maximale appelée côté évaporateur** du groupe froid d'environ **6,5 MWf**,
- Soit une **puissance maximale potentiellement récupérable d'environ 8,5 MW** sur le condenseur du groupe froid,

On note que **cette puissance est probablement surestimée**, du fait des incertitudes sur la surface réellement occupée par les salles IT et du choix d'un ratio de puissance élevé. On peut raisonnablement supposer une puissance appelée froid située entre 2 et 6 MW.

Pour déterminer la **quantité de chaleur réellement valorisable** sur le réseau de la SEMMARIS il serait nécessaire d'obtenir des informations telles que les **types de technologie de production de froid**, le **schéma de fonctionnement des installations**, la **puissance froid réellement installée**, ainsi que sur la **température du fluide côté condenseur** (et son évolution selon la température extérieure). Une mise en perspective avec les besoins en chaleur de la SEMMARIS et la courbe de chauffe du réseau sera ensuite nécessaire, sachant que la chaleur récupérée sur le data center avec mise en place d'une PAC aurait une température maximale autour de 70-75°C.

Par ailleurs on note que **l'intégration d'un Data center sur un réseau de chaleur pose souvent des problèmes sur l'engagement de fourniture, à la fois en quantité et sur la durée.**

4.2.3 Récupération de chaleur sur eaux usées

Toujours dans l'optique d'augmenter la part d'énergie renouvelable et de récupération dans le mix énergétique du réseau de chaleur, il peut sembler pertinent d'envisager le recours à la récupération de chaleur sur eaux usées. Cette technique de récupération de chaleur fatale permet en effet d'exploiter la chaleur rejetée dans les canalisations et qui serait gaspillée autrement.

L'activité humaine en ville est naturellement productrice de chaleur. Le réseau des égouts reçoit des eaux usées dont la température est comprise entre 12°C et 20°C selon le moment de la journée et les saisons. Les eaux usées proviennent en partie des appareils électroménagers (lave-vaisselle et lave-linge) qui utilisent de l'eau portée à haute température. Lorsque l'eau est évacuée, elle conserve une partie de sa chaleur.

Le principe de la récupération de chaleur sur réseau d'eaux usées repose sur un échangeur de chaleur placé dans la canalisation d'eaux usées et une pompe à chaleur (PAC) installée dans les bâtiments. L'échangeur est constitué entre autres d'un circuit de canalisation en boucle fermée qui transporte l'eau. Les tuyaux ainsi que l'eau du circuit intérieur vont être chauffés par la chaleur des eaux usées. Cette eau alimentera alors une pompe à chaleur (PAC), indispensable pour élever la température à un niveau exploitable (entre 50 et 70 °) ; la température des eaux usées n'étant pas suffisante pour être utilisée telle quelle.

Deux technologies principales existent dans ce domaine, Degrés Bleus de la Lyonnaise Des Eaux, et Energido de Veolia. Pour illustrer nos propos, nous utiliserons l'exemple du système Degrés Bleus.

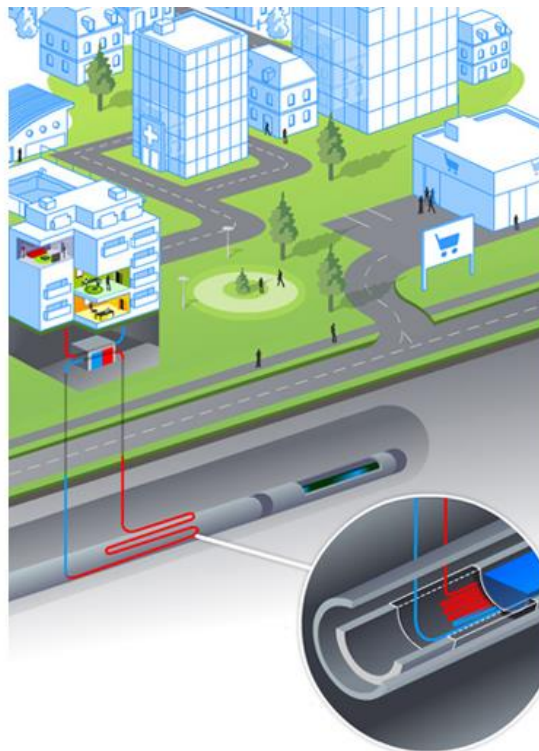


Figure 18: Schéma de principe de Degrés Bleus

Comme nous pouvons le voir sur la carte ci-dessous, un tronçon important du réseau départemental d'eaux usées chemine à proximité du MIN. Cependant, il semble que ce tronçon soit situé sous l'A86, ce qui le rend difficilement accessible.

Par ailleurs, cette technologie n'est pas la plus appropriée pour alimenter le mix d'un réseau de chaleur car la puissance récupérable reste faible (quelques centaines de kW). Elle convient mieux pour un usage au niveau d'un bâtiment donné.

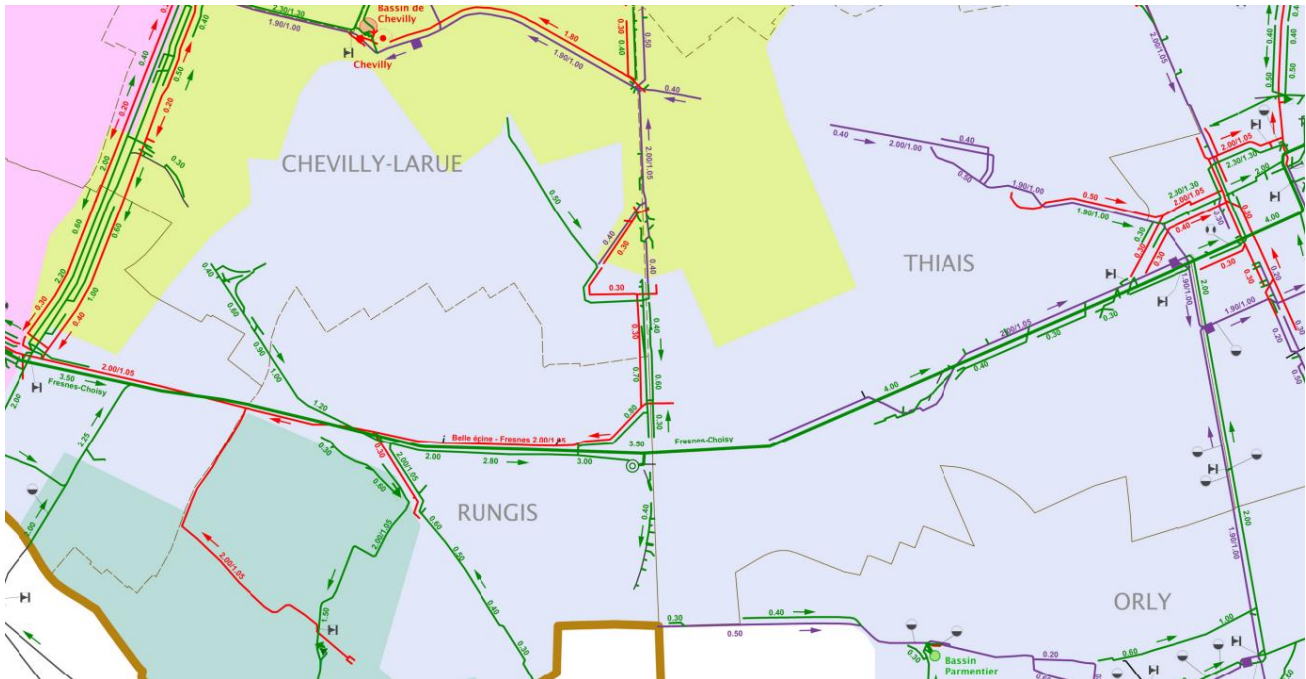


Figure 19: Réseaux d'assainissement sur le périmètre du MIN de Rungis (Source : Cartographie du réseau départemental d'assainissement – 2013)

Pour qu'un bâtiment soit une cible intéressante pour la récupération de chaleur sur eaux usées il doit remplir les critères suivants :

- ➔ Consommation > 800 MWh/an
- ➔ Température < 80°C
- ➔ Les caractéristiques d'une canalisation pouvant être utilisée dans le cadre d'un système de récupération de chaleur sur eaux usées sont les suivantes :
 - Débit > 12 L/s (soit 43,2 m³/h ou 1037 m³/j)
 - Eloignement par rapport au bâtiment < 300 m
 - Diamètre > 800 mm
- ➔ Au niveau du coût de la mise en place de ce type de technologie, il faut généralement compter un peu plus de 3 000 € par kW.

4.3 Production d'énergie par géothermie

4.3.1 Généralités sur les installations géothermique au Dogger

4.3.1.1 Description de la ressource : l'aquifère du Dogger

L'aquifère du Dogger est présent sur le bassin parisien et est situé entre 1500 et 2000 m de profondeur avec des températures d'eau de 55°C à 85°C.

Une quarantaine d'opérations géothermiques produisant eau chaude sanitaire et énergie thermique pour 210 000 équivalents-logements fonctionnaient en 2015 en région parisienne à partir du Dogger.

Le département du Val de Marne bénéficie de conditions d'accès à cette ressource relativement favorables, ayant entraînés un fort développement de la géothermie sur le Dogger dans le département.

Le périmètre du M.I.N de Rungis se situe dans une des zones d'Ile-de-France avec une température du réservoir parmi les plus élevées, soit légèrement supérieure à 70°C (autour de 75°C), ce qui permet d'envisager l'usage de la géothermie sur son réseau de chaleur.

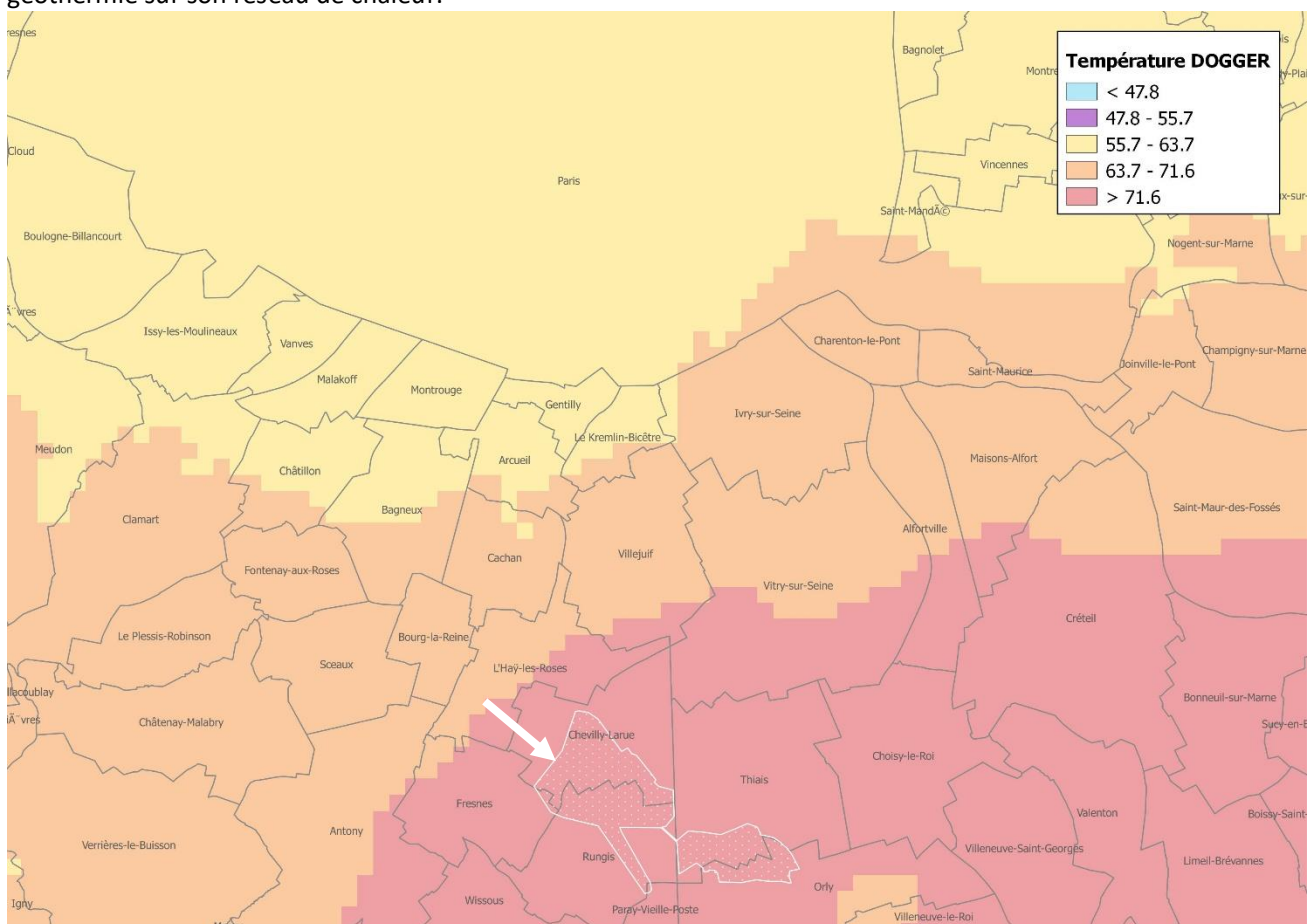


Figure 20 - Température de l'aquifère du Dogger en région parisienne

4.3.1.2 Généralités sur les techniques de valorisation : forages géothermiques

La technique la plus couramment employée dans le cadre de la valorisation de l'énergie géothermale sur le Dogger du bassin parisien est celle du doublet, dans laquelle deux puits sont réalisés :

- ➔ Le puits dit « producteur » assure la fonction de puisage de l'énergie sous forme d'eau chaude contenue dans le sous-sol, le plus souvent à l'aide d'un groupe de pompage immergé,
- ➔ Le puits dit « injecteur » assure la fonction de réintroduire le fluide extrait par le puits producteur dans le sous-sol : l'eau géothermale contient en effet des éléments dissouts interdisant son rejet dans l'environnement.

Par ailleurs, cette méthode garantit la stabilité et la pérennité de la ressource (*réinjection du fluide après prélèvement de la chaleur*).

Certaines conditions géologiques nécessitent la réalisation d'un troisième puits (difficultés à réinjecter le fluide due à la perméabilité du sol, etc...) : on parle alors de triplet géothermique.

L'eau du Dogger contenant des éléments dissouts corrosifs (sulfure d'hydrogène - H²S), celle-ci ne peut être valorisée directement sur un réseau de chaleur. Un groupe d'échangeurs assure l'interface entre la boucle géothermale (côté « forage » contenant l'eau géothermale corrosive) et le circuit géothermique (côté « réseau »).

Du fait de la nature corrosive de l'eau géothermale, les échangeurs d'interface sont le plus souvent conçus en titane. De plus, la recherche d'une optimisation de la valorisation de la ressource conduit à l'emploi d'échangeurs présentant des surfaces d'échange conséquentes (abaissement du pincement) : ces matériels ont donc un coût conséquent. Cette corrosivité impose également l'injection d'un inhibiteur de corrosion en fond de puits de production.

Enfin, l'eau géothermale contient des particules solides nécessitant l'usage de filtres en amont des échangeurs d'interface (élément non représenté ci-dessous).

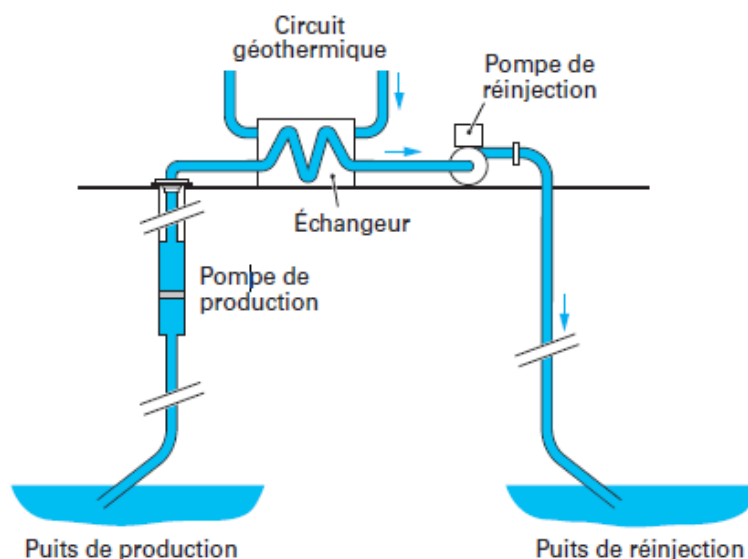


Figure 21 - Schéma de principe d'une boucle géothermale

Les puits sont réalisés à l'aide d'outils de forage issus des techniques pétrolières (machine de forage Rotary). La mise en œuvre de ces outils nécessite une surface importante.

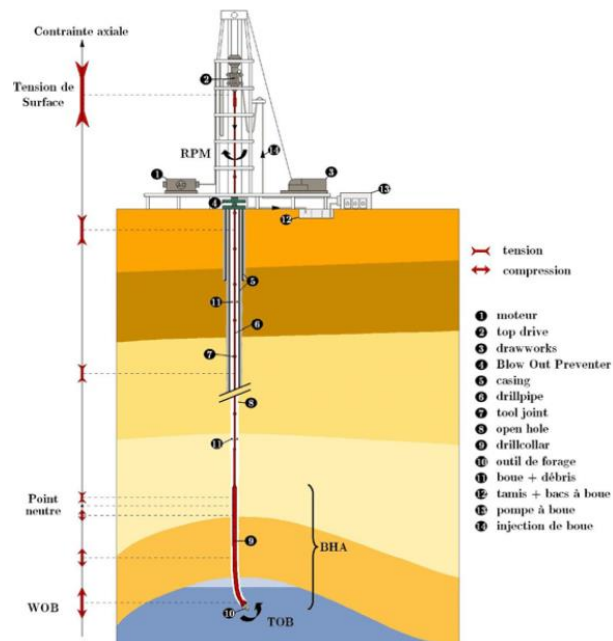


Figure 22 - Schéma d'une structure de forage Rotary (source : Rôle du processus de forabilité des roches dans les vibrations de torsion des systèmes de forage pétrolier - Gilles Pelfrene)

Afin de limiter la vitesse de survenue du percement thermique, correspondant à un refroidissement de 0,5°C du fluide prélevé par mélange avec le fluide réinjecté, les impacts des forages au niveau du réservoir doivent être éloignés d'une certaine distance, de l'ordre d'un à deux kilomètres pour les opérations au Dogger du Bassin parisien.

Cette distance est limitée par l'angle d'inclinaison maximal des puits (de l'ordre de 30 à 40°).

A cette fin, les puits sont généralement réalisés en puits déviés, permettant de maximiser la distance entre les extrémités de puits et de minimiser la distance entre leurs têtes.

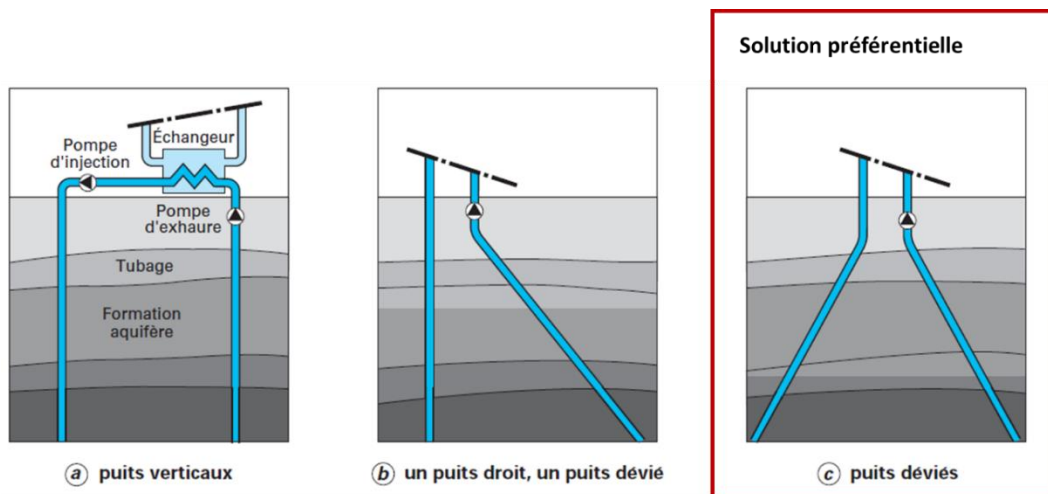


Figure 23 - Mode de réalisations des forages / puits

Les puits, suite à réalisation des forages, sont constitués de tubes généralement en acier (de type K55), cimentés au sol et de sections décroissantes.

La protection d'aquifères d'intérêt tels que l'albien et le néocomien, utilisés comme ressources d'eau potable, nécessite la mise en place de doubles tubages au droit de leur traversée. La dernière portion du forage est généralement non tubée (trou nu).

Les puits sont caractérisés par le diamètre de leur dernier tubage, généralement de 9 pouces pour l'obtention d'un débit maximum de 350 m³/h dans des conditions satisfaisantes.

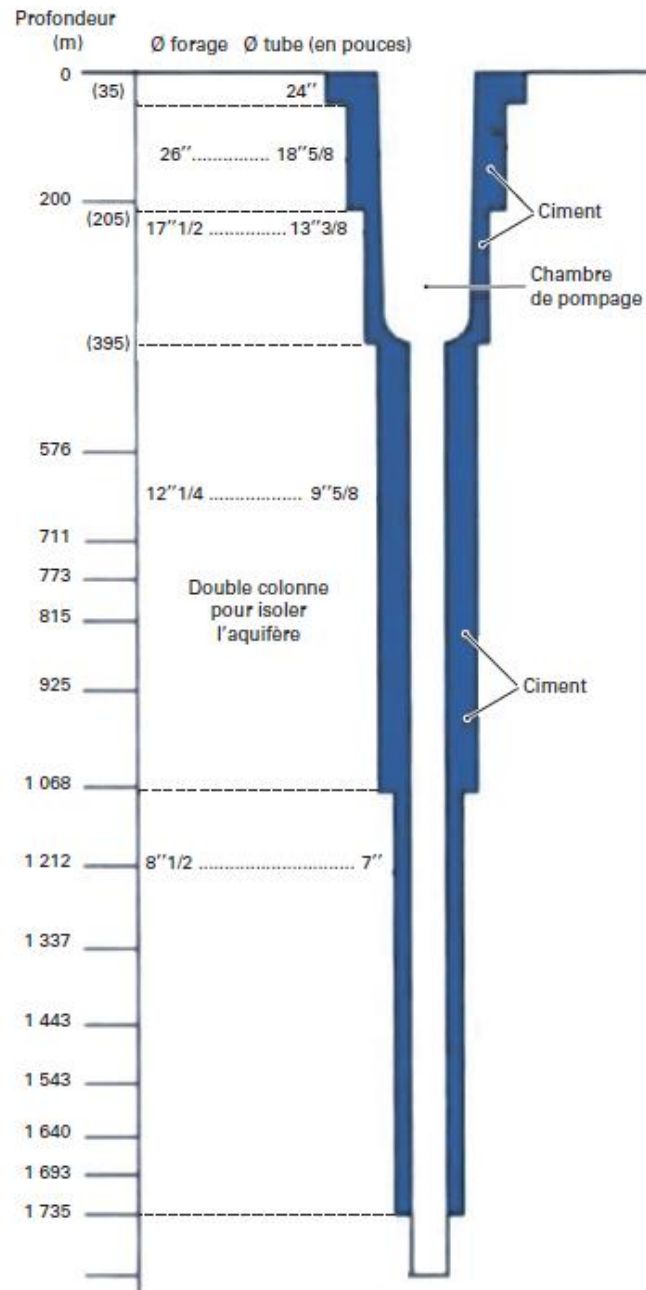


Figure 24 - Coupe technique d'un forage géothermique (source : BE8590 V2 - Technique de l'ingénieur)

4.3.1.3 Surface nécessaire aux ouvrages de géothermie profonde

4.3.1.3.1 Généralités

Les installations de géothermies sur le Dogger nécessitent la réalisation d'une plateforme, traitée en voirie lourde, amenée à connaître deux utilisations successives :

- ➔ **La phase de travaux** : Lors de la réalisation des travaux de forage et de tubage des puits,
- ➔ **La phase d'exploitation** : Durant laquelle les ouvrages de surface devront rester accessibles à des fins de maintenance. Des opérations d'importances et de fréquences diverses surviennent tout au long de la vie des puits.

Cette partie vise à présenter les emprises au sol à prévoir pour chacune de ces deux phases, en fonction de leurs contraintes respectives.

4.3.1.3.2 Surface nécessaire en phase de réalisation des puits

En phase de travaux, la surface de la plateforme est liée à celle nécessaire à l'implantation des appareils de forage et de leurs matériels connexes, parmi lesquels on retrouve :

- ➔ La machine de forage et ses moteurs,
- ➔ Les bourniers,
- ➔ La zone de stockage des matériels (*tiges de forage, tubes, etc...*),
- ➔ Les bureaux de chantier et le laboratoire d'analyse des cutting.

Le [Guide de « bonnes pratiques »](#) sur les retours d'expérience des forages géothermiques profonds, [publié en 2017 par le BRGM](#) indique les valeurs suivantes pour ce qui concerne la superficie de la plateforme de forage en phase de travaux :

Surface nécessaire	Optimum	Minimum
En phase Travaux	5 000 m ²	3 500 m ² *
* Peut entraîner des difficultés dans l'organisation et la conduite du chantier, engendrer des risques, augmenter la durée des travaux et induire des coûts supplémentaires		

Figure 25 - Préconisations du BRGM concernant la surface de la plateforme de forage en phase de travaux

Cette plateforme doit permettre l'accès de véhicule de type « convoi exceptionnel » présentant un tonnage de l'ordre de 45 tonnes. La présence d'un second accès, opposé au premier, peut être imposé par la DRIEE.

A titre d'exemple, le schéma ci-dessous présente l'implantation des matériels nécessaires à la réalisation d'un ouvrage sensiblement voisin de celui qui pourrait être mis en place sur le réseau de la SEMMARIS :

4.3.1.3.3 Surface nécessaire en phase d'exploitation des puits

Le Guide de « bonnes pratiques » sur les retours d'expérience des forages géothermiques profonds, publié en 2017 par le BRGM indique la valeur suivante pour ce qui concerne la superficie de la plateforme de forage en phase d'exploitation :

→ 1 500 m² autour des têtes de puits.

Cette surface devant être laissée libre d'accès constitue un optimum permettant de faciliter la réalisation d'opérations de maintenance dont la fréquence et l'emprise varient fortement.

Ainsi, il apparaît possible au regard des valeurs présentées Figure 28 de ne conserver qu'une surface de l'ordre de 600 m² autour des puits en permanence, sous couvert de l'acceptation de devoir reconstituer la plateforme à une périodicité voisine de 10 ans.

Opération de maintenance	Fréquence indicative	Durée de l'opération	Emprise au sol
Suivi des paramètres hydrodynamiques et électromécaniques des équipements et des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau géothermale	Trim.	1 j.	~ 100 m ²
Remplacement du groupe de pompage du puits producteur	3 à 5 ans	2 sem.	~ 600 m ²
Diagraphie puits injecteur (vérification de l'intégrité du cuvelage acier du puits)	3 ans	1 j.	~ 400 m ²
Diagraphie puits producteur (vérification de l'intégrité du cuvelage acier du puits)	5 ans	2 sem.	~ 600 m ²
Curage des puits	~10 ans (fonction de l'état du puits)	1 mois / puits	~1 200 m ²
Rechemisage (mise en place de tout ou partie de cuvelage neuf en lieu et place ou par-dessus le cuvelage d'origine).	~20 ans (suite à curage)	1 mois / puits	~1 200 m ²

Figure 28 - Opérations de maintenance nécessitant le maintien d'espace autour des têtes de puits géothermaux

4.3.2 *Caractéristiques du réservoir au droit du secteur d'étude*

Les données techniques présentées dans cette partie sont issues du rapport Etude des opportunités de valorisation énergétique du potentiel géothermique en France métropolitaine – Cas de l'Albien et du Dogger. Rapport final. BRGM/RP-67262-FR - Hamm V., Arnaud L. (2017), produit par le BRGM.

4.3.2.1 *Température au toit du Dogger*

La température au toit du Dogger représente la principale limite technique concernant la possibilité de valorisation de la ressource géothermique. L'information est ici présentée sous deux formes :

- ➔ A l'aide d'une carte ayant fait l'objet d'une interpolation afin de déterminer l'emplacement de courbes d'iso température.



Figure 29 - Courbes lissées d'iso température au toit du Dogger

➔ A l'aide d'une carte retraitée à partir de la source citée en tête de partie, présentant des données par zones de 250 m de côtés.

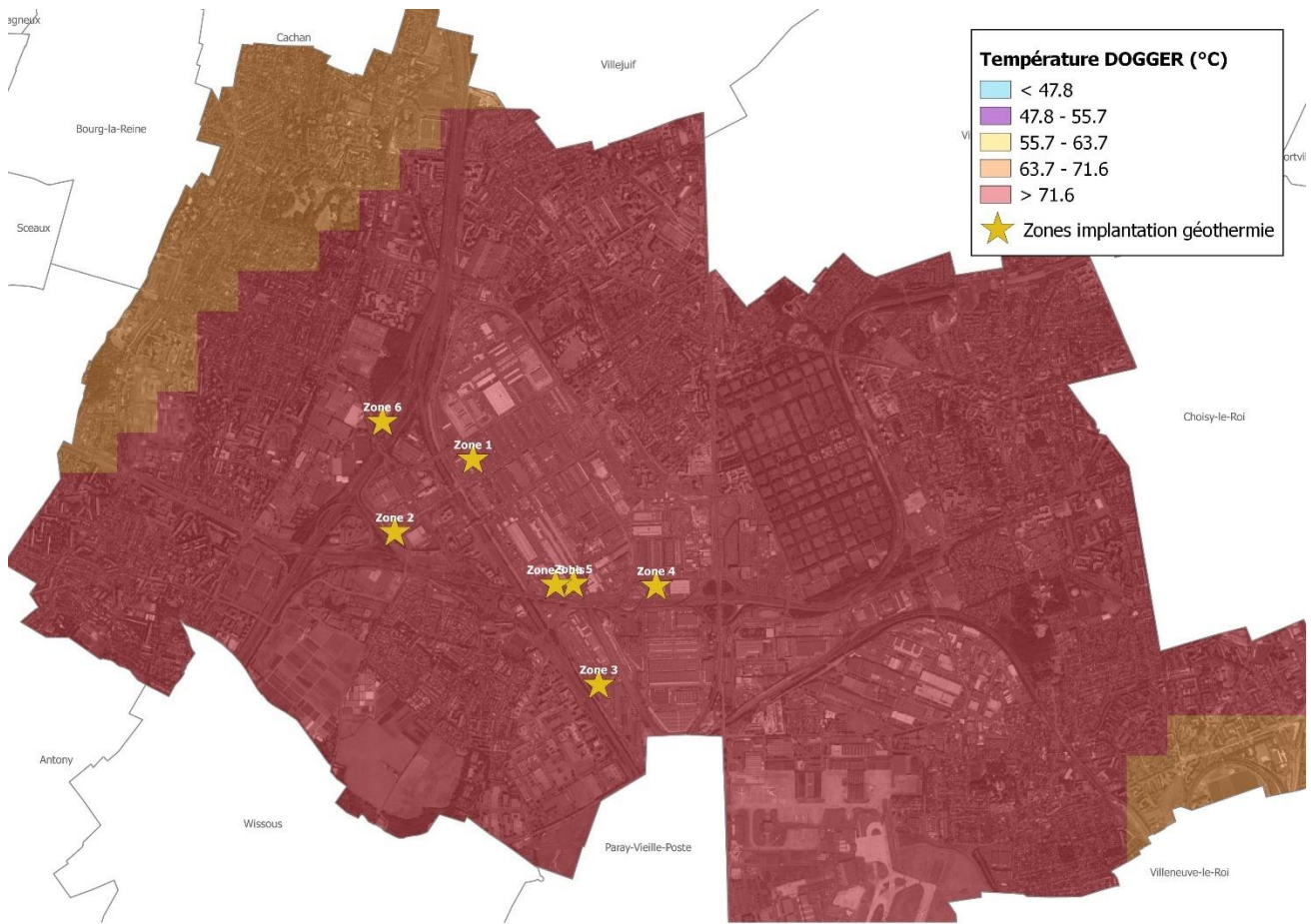


Figure 30 - Carte retraitée (pas de 250 m) de la température du toit du Dogger

Les courbes d'iso température comprises 73°C et 76°C traverse les zones du M.I.N sur lesquelles pourraient être implantée le forage géothermique. Ainsi, le toit du Dogger sur le secteur présenterait des températures :

- ➔ Entre 73°C et 74°C sur les zones situées plus à l'Ouest du M.I.N,
- ➔ Entre 74°C et 76°C sur les zones situées plus à l'Est.

A titre informatif, la vue ci-dessous présente les zones potentielles pouvant accueillir les ouvrages géothermiques de surface entourées d'un cercle de rayon égal à 800 m. Cette zone permet d'avoir une première approche du niveau de température atteignable par le biais de puits déviés réalisés dans les règles de l'art.

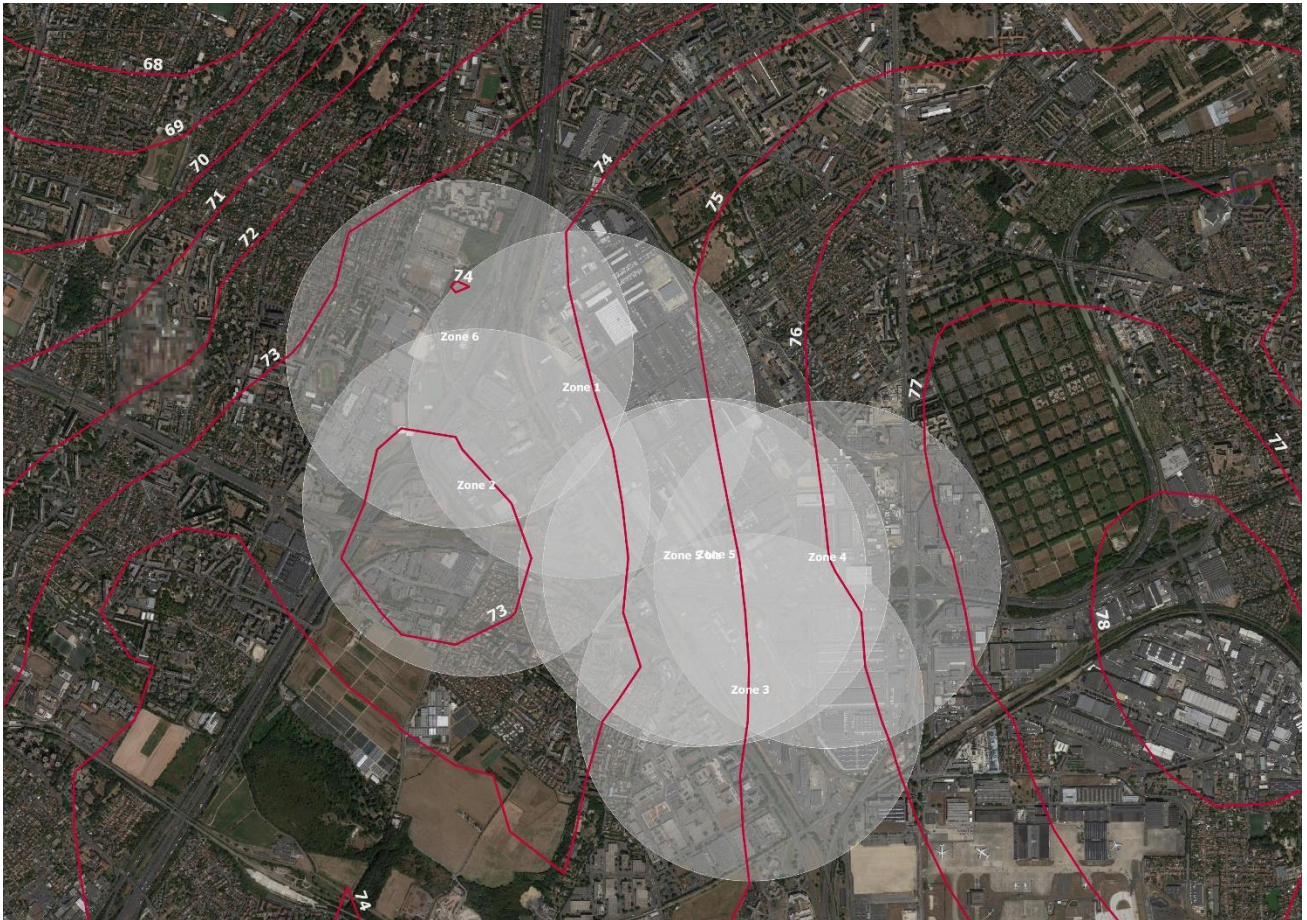


Figure 31 - Périmètre des zones du DOGGER atteignables en fonction des zones d'implantation en surface pressenties

Dans la suite de l'étude on basera nos modélisations sur une température en sortie de puits de 74°C.

Nota bene : Les paramètres géotechniques des puits, dont la température, ne pourront être pleinement connus que lors de la réalisation du forage de test, en début de travaux. A ce titre, ceux-ci sont couverts par une assurance prémunissant le maître d'ouvrage en cas d'échec du forage ou de non atteinte des performances attendues.

4.3.2.2 Profondeur au toit du Dogger

La carte ci-dessous permet d'évaluer la profondeur du toit du réservoir au droit du secteur d'étude, exprimée en m NGF.

Cette grandeur influe sur la longueur des forages à réaliser.

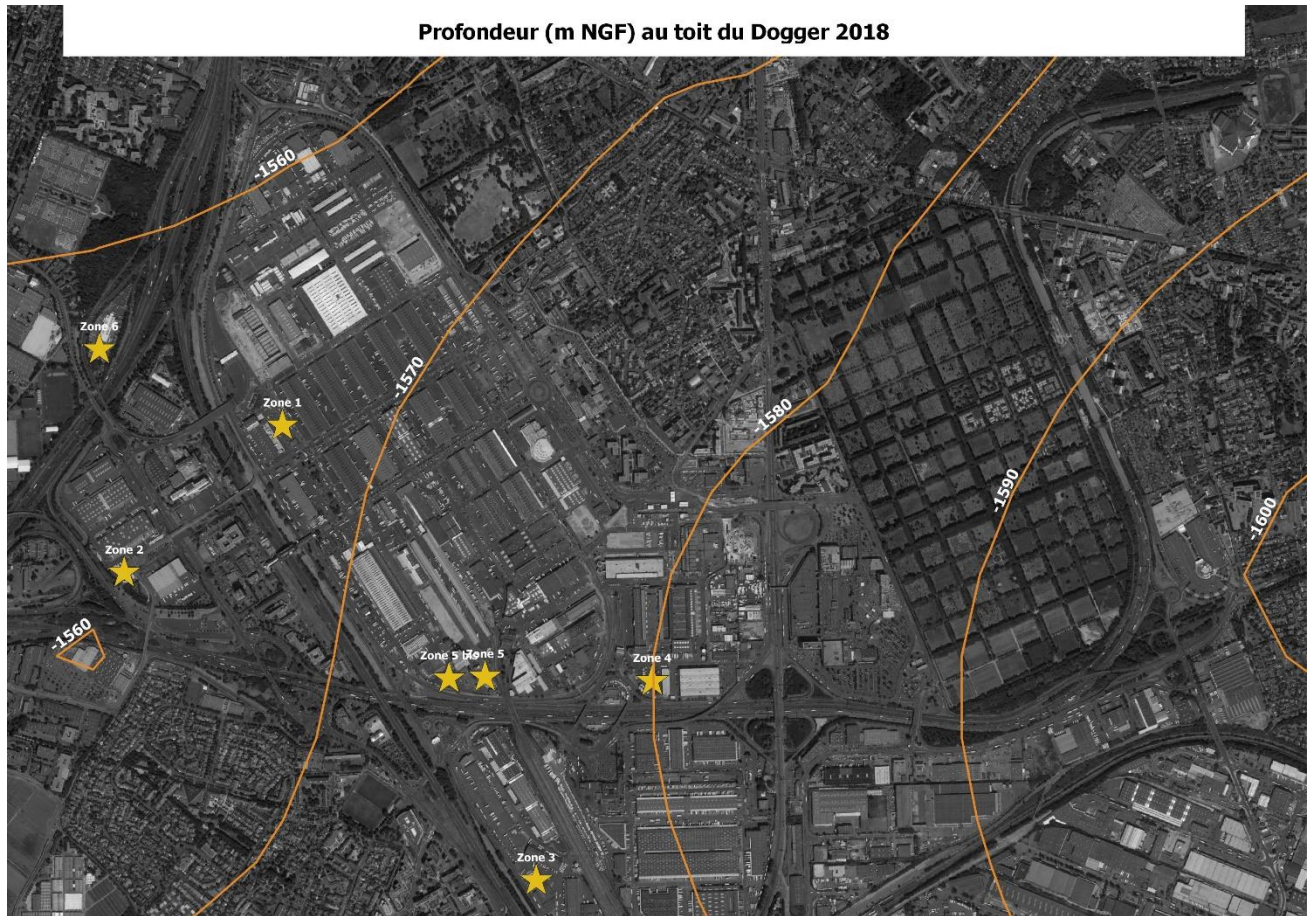


Figure 32 - Profondeur du toit du Dogger en m NGF

Dans la suite de l'étude, il sera retenu une profondeur du toit du Dogger de – 1 570 m NGF.

Le repère géodésique au niveau de la chaufferie de la SEMMARIS présente une altitude de + 88 m NGF.

Il en ressort que les forages auront une **profondeur verticale de l'ordre de 1 658 m**, soit une longueur forée de l'ordre de 2 000 m.

Nota bene : Les paramètres géotechniques des puits, dont la profondeur du toit du Dogger, **ne pourront être pleinement connus que lors de la réalisation du forage de test**, en début de travaux. A ce titre, ceux-ci sont couverts par une assurance prémunissant le maître d'ouvrage en cas d'échec du forage ou de non atteinte des performances attendues.

4.3.2.3 Transmissivité au Dogger

La carte ci-dessous permet d'évaluer la transmissivité du réservoir au droit du secteur d'étude.

La transmissivité d'un aquifère représente sa capacité à mobiliser l'eau qu'il contient. Elle se détermine lors des essais de fin de forage. Au niveau de l'exploitation, une bonne transmissivité permettra de fonctionner avec un rabattement dans le puits producteur moins important et des pressions de réinjection au puits injecteur plus faibles. Une transmissivité élevée permettra donc de réduire les HMTs des pompes de production et d'injection, et donc les consommations électriques en comparaison d'une transmissivité faible.

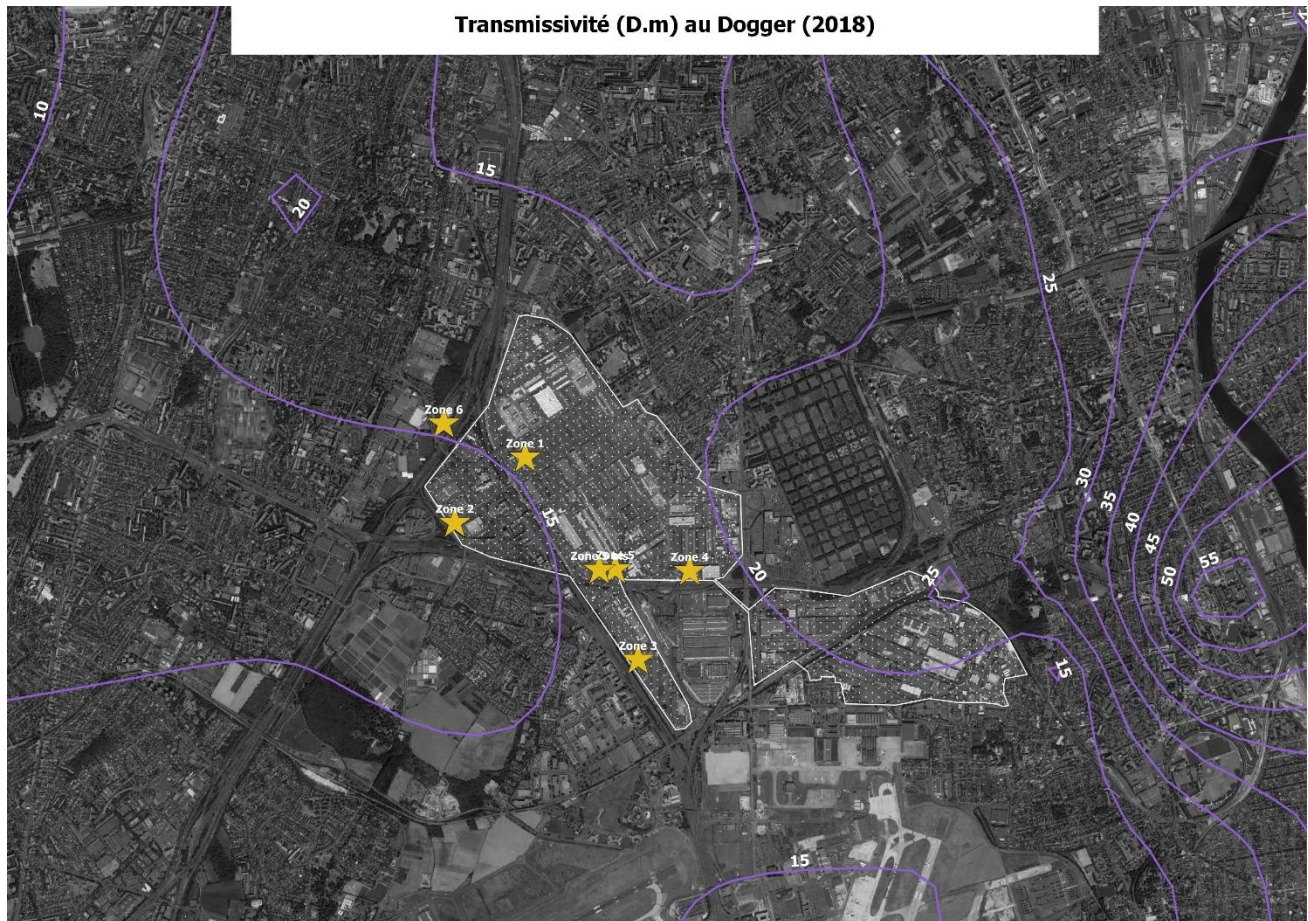


Figure 33 - Transmissivité au Dogger en Darcy. mètre

La transmissivité retenue pour la suite du projet est de l'ordre de 15 D.m, avec une incertitude ± 5 D.m. Celle-ci tient compte d'une variabilité importante de la transmissivité entre les forages géothermiques à l'Est du périmètre du M.I.N. (plus élevée) et ceux situés à l'Ouest (moins élevée). Le forage de Thiais a une transmissivité réellement obtenue autour de 25 D.m et celui de Fresnes autour de 10 D.m.

Un débit de 350 m³/h peut être obtenu avec des puits présentant les caractéristiques proposées (dernier tube en 9 pouces) jusqu'à une valeur de transmissivité de 30 D.m. Ainsi, il existe un risque potentiel de ne pas pouvoir obtenir le débit souhaité avec l'architecture proposée, qui devra être précisé par la suite. Cependant on note qu'un débit maximal de 300 m³/h est atteint sur la commune de Fresnes, avec une transmissivité inférieure à celle qui pourrait être obtenue avec un forage sur le périmètre du M.I.N.

Nota bene : Les paramètres géotechniques des puits, dont la transmissivité, ne pourront être pleinement connus que lors de la réalisation du forage de test, en début de travaux. A ce titre, ceux-ci sont couverts par une assurance prémunissant le maître d'ouvrage en cas d'échec du forage ou de non atteinte des performances attendues.

4.3.2.4 Permis d'exploiter existants dans la zone

La réalisation d'un forage géothermique nécessite l'obtention d'un permis d'exploitation (*installation relevant du code minier*).

Le lieu de réalisation du forage n'étant pas fixé, il apparaît impossible de fixer une emprise prévisionnelle du permis d'exploitation à obtenir pour d'éventuelles installations géothermiques sur le périmètre du M.I.N.

Le plan ci-dessous présente les différents permis d'exploiter existants dans la zone du MIN, ainsi qu'un exemple de positionnement possible du permis d'exploiter d'un doublet sur MIN de Rungis.

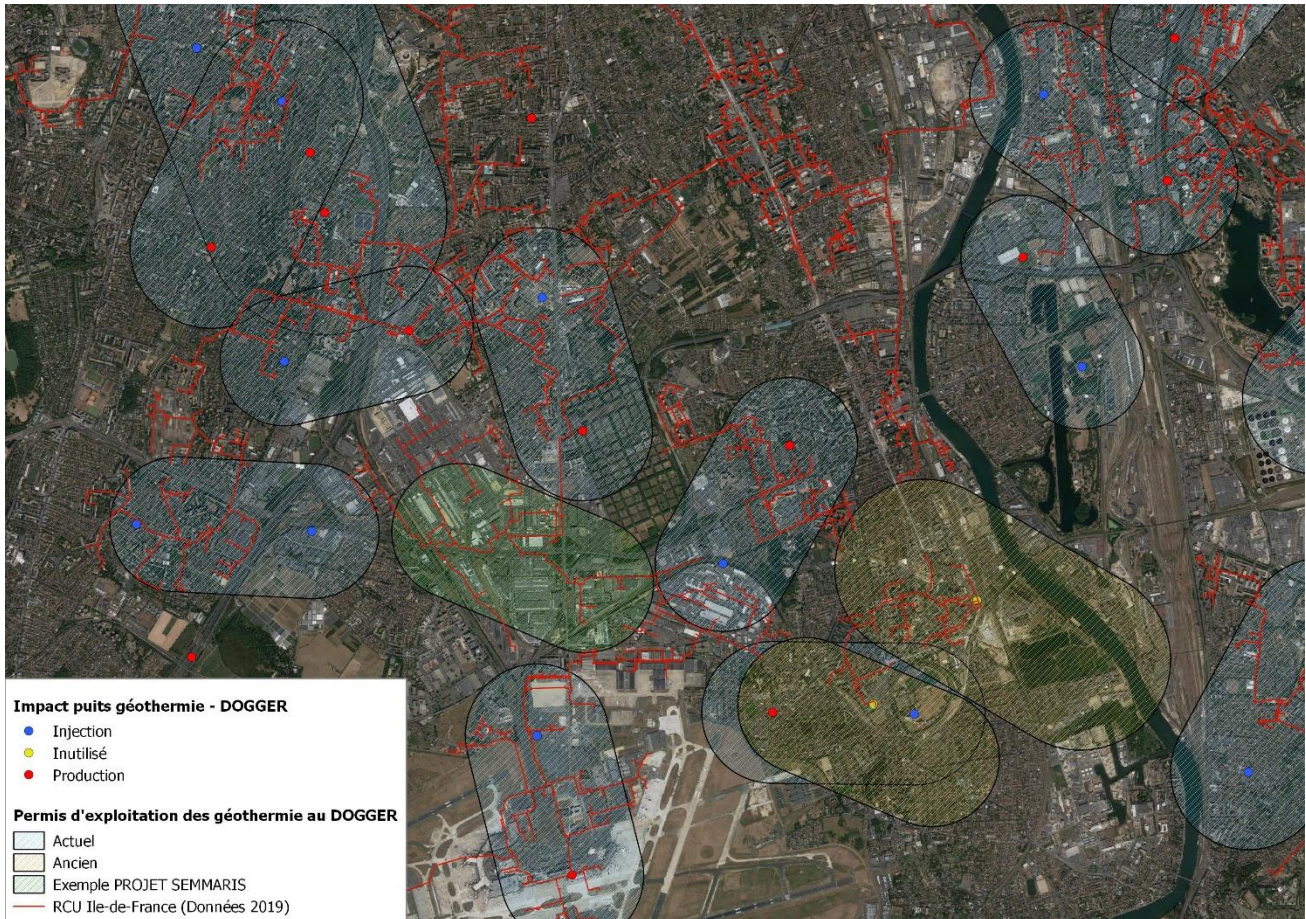


Figure 34 - Opération de géothermie au DOGGER dans le périmètre du MIN de Rungis : Gélules réglementaires (2019)

On peut constater que de nombreux permis ont déjà été déposés dans le secteur du M.I.N de Rungis, d'où une marge de manœuvre plus réduite pour déposer une demande de permis n'empiétant sur aucun autre permis déjà accordés ou en cours de demande en 2022.

4.3.2.5 Synthèse des caractéristiques du réservoir retenues pour l'étude

Dans la suite de l'étude, les paramètres géotechniques suivants seront retenus.

	Valeur retenue
Température au toit du Dogger	74 ° C
Profondeur du toit du Dogger	- 1 570 m NGF
Transmissivité	15 D.m ± 5

Figure 35 - Synthèse des valeurs des caractéristiques du réservoir retenues pour l'étude

Il existe un potentiel géothermal au Dogger sur le secteur du MIN, avec une température d'exhaure estimée élevée. Cependant on note une transmissivité estimée relativement faible, qui pourrait avoir des implications sur le coefficient de performance (COP) d'un futur puits en augmentant l'énergie électrique nécessaire à son exploitation (production et surtout réinjection). Ce potentiel devra par la suite être précisé par une étude réalisée par un bureau d'étude spécialisé dans les études du sous-sol.

On note par ailleurs que :

- La quantité de chaleur valorisable sur un puits de géothermie au Dogger dépend fortement du régime de température du réseau, et en particulier de la température des retours réseau. Or, la température des retours sur le réseau de la SEMMARIS est a priori assez élevée, ce qui peut rendre nécessaire des travaux d'adaptation en sous-station pour permettre une valorisation de la géothermie,
- Par ailleurs, les besoins d'été sur le réseau basse température de la SEMMARIS sont très faibles (peu de production d'ECS). Or c'est sur cette période que le potentiel géothermal est généralement maximal. Il faudra donc évaluer l'impact de l'évolution des besoins, avec notamment les aménagements prévus sur la zone SENIA, sur le potentiel géothermal valorisable,
- Enfin, la valorisation de la géothermie en base sur la mi-saison et la période d'été entrerait en concurrence avec l'UVE de la RIVED, ce qui entre en contradiction avec la priorisation du SRCAE d'Ile-de-France et soulève des questions contractuelles.

4.4 Production d'énergie à partir de biomasse « bois-énergie »

4.4.1 Disponibilité de la ressource sur le territoire

Le terme « bois énergie » désigne l'énergie produite à partir de la dégradation du bois en chaleur lors de la combustion. Elle est utilisée directement pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité par le biais de la cogénération.

En Ile-de-France 742 000 m³ de bois (457 000 m³ de bois bûché et 130 000 m³ de plaquettes forestières) sont prélevés chaque année, pour une consommation d'environ 2,2 M de m³ pour la production de chaleur francilienne, destinée aux particuliers et aux chaufferies collectives et industrielles. Plus de la moitié du bois-énergie utilisé est donc importé depuis les régions voisines, le plus souvent dans un rayon inférieur à 200 km. (Source : Fibois IDF).

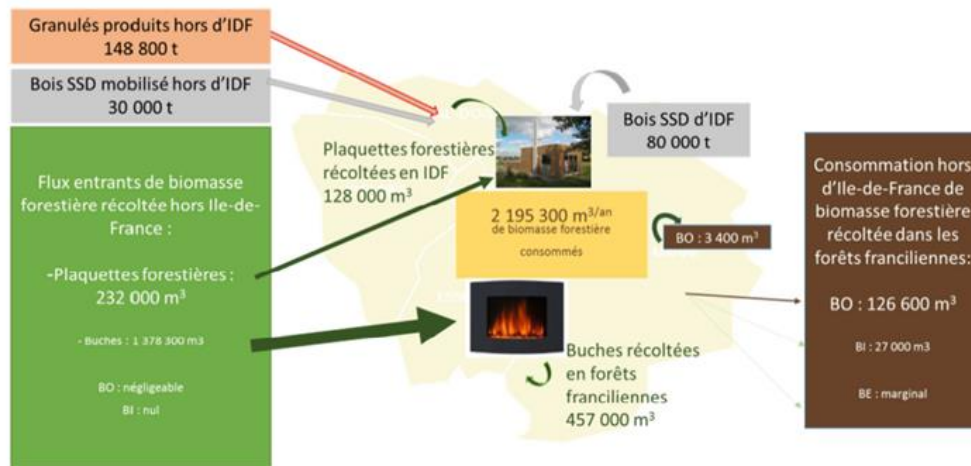


Figure 36 - Synoptique des flux de combustibles biomasse produits et consommés en IDF (2018) - Source : Fibois IDF

La carte ci-dessous montre la répartition des chaufferies biomasse et des plateformes de plaquettes forestières présentes en Ile-de-France.

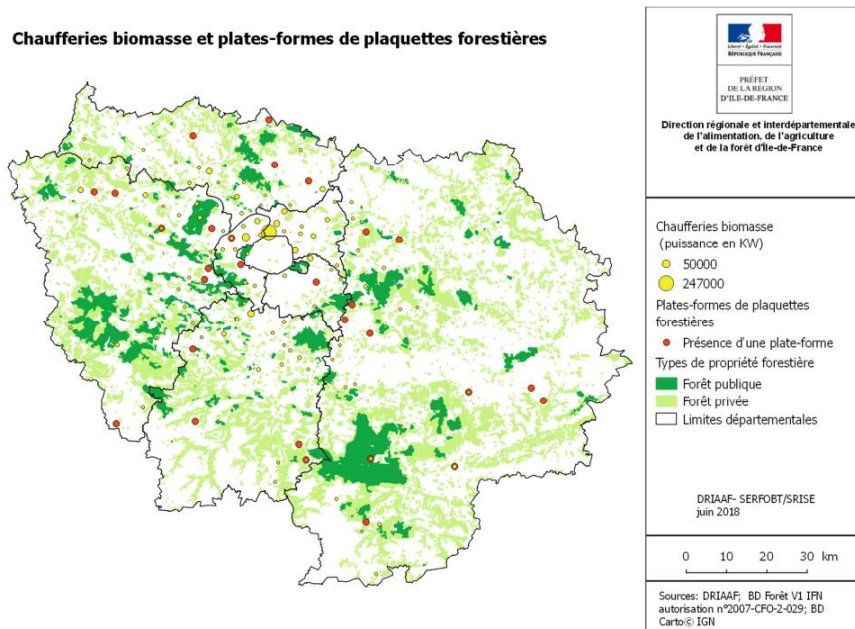


Figure 37 - Cartographie des chaufferies biomasse et plateformes de plaquettes forestières en IDF - Source : DRIAAF - Programme Régional de la forêt et du bois d'IDF 2019-2029

On constate que plusieurs plateformes de plaquettes forestières sont présentes dans un rayon de 20-30 km autour du MIN de Rungis.

De plus, d'après une [enquête sur les chaufferies biomasses collectives et industrielles d'Île-de-France](#) réalisée en 2021 par l'AREC IDF (Association Régionale Energie Climat), **119 chaufferies collectives et industrielles franciliennes** étaient alimentées en bois énergie en 2019 (voir carte ci-dessous).

Les chaufferies biomasse en Île de France

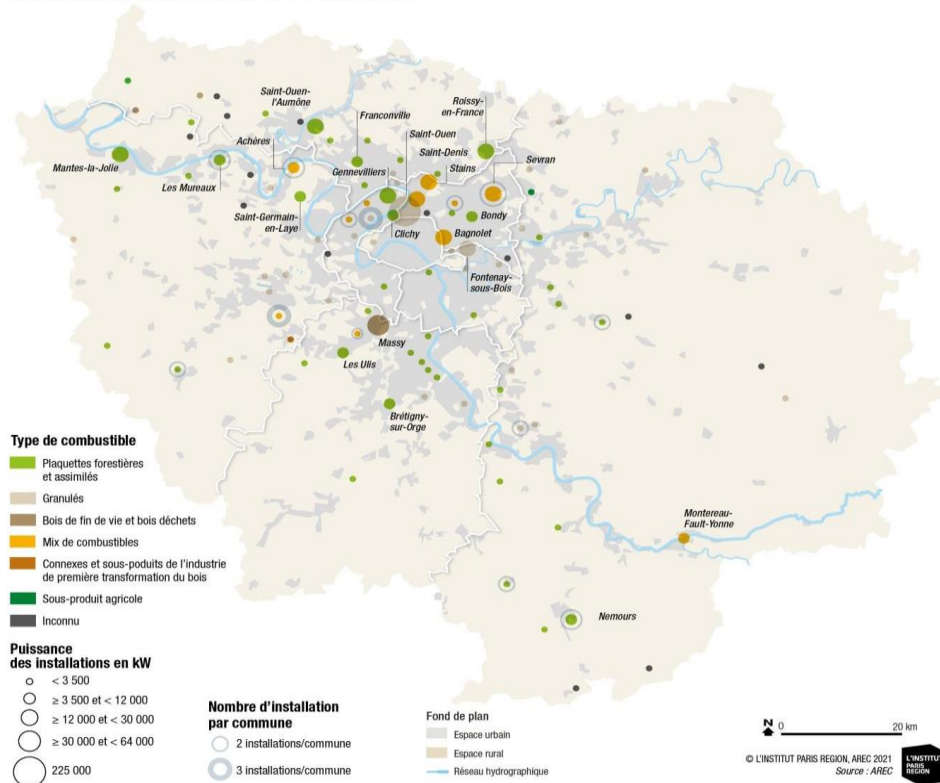


Figure 38 - Cartographie des chaufferies biomasse en Ile-de-France (2019) - Source : Enquête AREC/FIBOIS/ADEME 2021

On voit donc que la mise en place de chaufferies biomasses de grande envergure est envisageable en Ile-de-France, y compris en milieu urbain dense.

Les schémas ci-dessous présentent la [consommation en bois-énergie par type de combustible](#) pour les chaufferies d'Île-de-France. Les deux combustibles les plus utilisés sont les [plaquettes forestières \(62%\)](#) et les [granulés \(21%\)](#). On constate également que [deux tiers de la biomasse consommée par les chaufferies d'Île-de-France \(293 000 tonnes\)](#) sont déclarés produits en Île-de-France. Le reste provient des [régions voisines pour 12 % \(54 000 tonnes\)](#) et [d'autres pays \(Europe et Russie\) pour 19 % \(85 000 tonnes\)](#).

Les [plaquettes forestières proviennent en majorité d'Île-de-France \(83% en 2019\)](#), tandis que les [granulés, qui alimentent essentiellement la chaufferie de Saint-Ouen et celle de Fontenay-sous-bois, proviennent quasi exclusivement \(à 98%\) d'autres régions françaises, et surtout de territoires lointains \(autres pays européens et Russie\)](#).

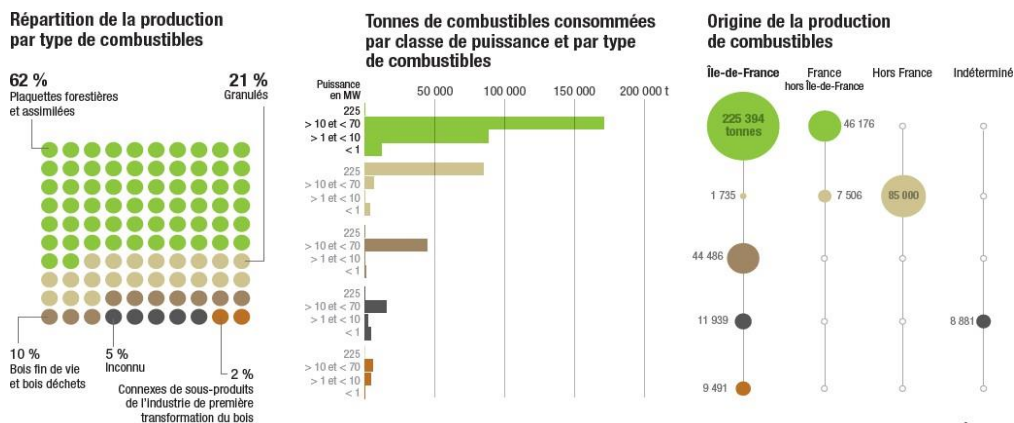







Figure 39 - Infographie sur les combustibles bois-énergie utilisés en IDF et leurs origine (2019) - Source : Enquête AREC/FIBOIS/ADEME 2021

Les différents combustibles bois-énergie le plus souvent utilisés en chaufferies industrielles sont présentés ci-dessous avec leurs caractéristiques :

Type		Humidité (% massique)	PCI estimé (kWh/kg)	Coût estimé (€ HT/MWh)
Plaquettes forestière		Variable selon séchage : 50 % si frais, 25-30 % si séché 1 an sous abri ventilé, <25% si séchage artificiel	2 kWh/kg à 4 kWh/kg	~30 € HT/MWh
Granulés		Inférieure à 10%	4,5 à 5 kWh/kg	~40 € HT/MWh
Produits connexes de scierie		Autour de 45%	Autour de 2,5 kWh/kg	~15 € HT/MWh
Broyats d'emballages SSD		Inférieure à 20%	Autour de 4 kWh/kg	~15 € HT/MWh
Bois déchet (Bois-B)		Inférieure à 20%	Autour de 4 kWh/kg	Encore peu utilisé. Coût nul ou peut souvent donner lieu à rémunération pour son enlèvement.

On note que les caractéristiques (% d'humidité et PCI) et le coût des différents types de bois-énergie sont données à titre indicatif et sont susceptibles de varier fortement selon les producteurs et les types de produits. En particulier, le taux d'humidité peut-être très variable et a une influence importante sur le PCI du bois (voir graphe ci-dessous).

Evolution du PCI du combustible en fonction de son humidité (sur brut)

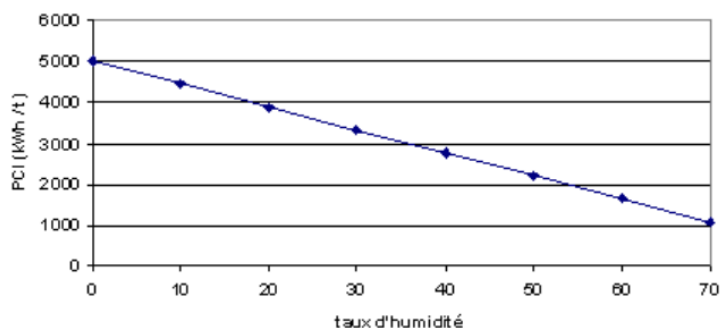


Figure 40 - Variation du PCI du bois en fonction de son humidité - Source : CIBE

Pour des chaufferies biomasses de type industrielles supérieure à 1 MW le combustible majoritaire est la **plaquette forestière**. Les granulés sont principalement utilisés sur de petites unités, à l'exception notable de la centrale biomasse de Saint-Ouen et de celle de Fontenay-sous-bois.

4.4.2 Principe de fonctionnement d'une chaudière bois

Le principe général d'une chaufferie automatique est présenté dans le schéma suivant :

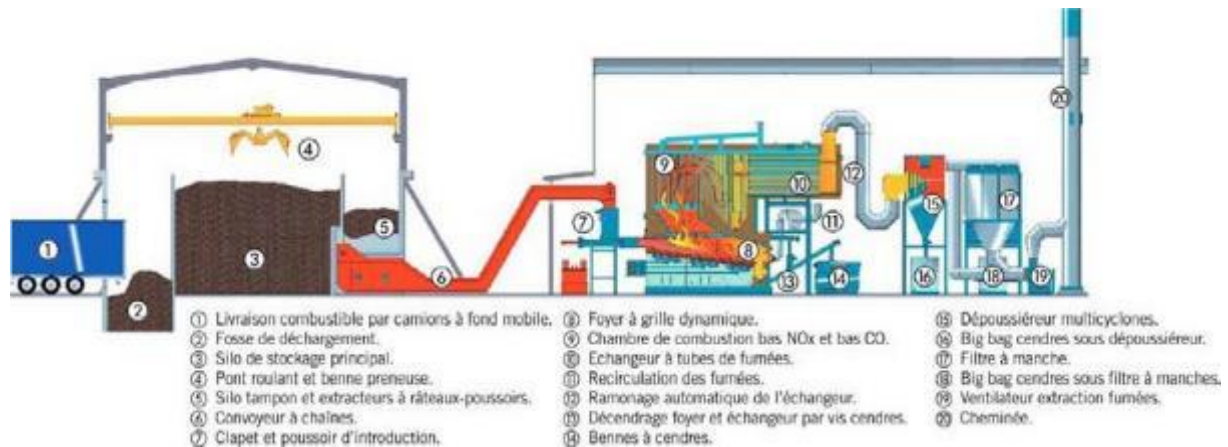


Figure 41 - Schéma de principe d'une chaufferie bois

Les chaufferies sont généralement composées d'une chaudière, d'un système d'extraction et d'alimentation en combustible et d'un silo. A partir de 500 kW, il convient d'ajouter un système de traitement de fumées.

Le bois est acheminé par des camions jusqu'au silo de déchargement. Il est ensuite transféré vers le silo de stockage/alimentation. Un système de convoyeur amène le bois jusque dans la chaudière où la combustion s'effectue. Les fumées sont traitées avant leur passage dans l'atmosphère et les cendres sont évacuées.

Les chaudières « bois » sont équipées de ramonage automatique permettant de maintenir le rendement de l'installation et d'éviter les arrêts pour maintenance. L'ensemble du process est entièrement automatisé.

Il existe plusieurs types de foyer en fonction du combustible, de la puissance et de l'humidité. Le tableau ci-dessous présente les différents types de foyer existants avec leurs caractéristiques.

Type	Puissance de chauffe	Combustible	Humidité en %
Volcan	20kW à 2,5 MW	Plaquettes forestières, plaquettes de sous-produits de transformation du bois	5 à 45
à insufflation	200 kW à 10MW	Sciures et copeaux secs	5 à 20
à grille mobile	150 kW à 25 MW	Tous combustibles bois	5 à 60
Volcan avec grille rotative	2 à 25 MW	Produits très humides	40 à 65
à lit fluidisé stationnaire	5 à 15MW	Produits très humides	5 à 60
à lit fluidisé circulant	25 à 500MW	Produits très humides	5 à 60

Figure 42 - Différents types de foyers de chaudières bois

4.4.3 Avantages et inconvénients d'une chaudière biomasse

Avantages	Inconvénients/Contraintes
Prix plus faible que combustibles fossiles	Coût d'investissement élevé
Stabilité tarifaire	Filière d'approvisionnement faiblement structurée en IDF
TVA réduite à 5,5%	Contraintes d'acheminement → si transport routier : contraintes pour les riverains du centre-ville + émissions polluantes collatérales
Résidus de combustion facilement valorisables	Nécessité d'une surface de stockage du bois élevée
Ne contribue pas au renforcement de l'effet de serre	Emissions de poussières, d'hydrocarbures et de gaz nocifs pour la santé
Valorisation d'une énergie locale (si filière d'approvisionnement française)	

De manière générale l'installation d'une chaufferie biomasse nécessite de répondre à trois conditions pour être viable :

→ Un **approvisionnement en plaquettes forestières suffisant**,

Il apparaît que plusieurs plateformes de plaquettes forestières sont présentes dans un rayon de quelques dizaines de km autour du MIN de Rungis. De plus, la forte accessibilité du MIN via le réseau autoroutier permet d'envisager facilement des imports depuis les régions limitrophes.

→ Un **accès aisé des camions de livraison à la chaufferie biomasse**,

Le MIN de Rungis bénéficie de nombreux atouts en termes géographiques et d'accès (proximité de la RN186, l'A6 et l'A86). L'accès des camions transportant la biomasse sera particulièrement facilité par la desserte par plusieurs autoroutes et la présence d'infrastructures nécessaires à l'accueil de nombreux camions.

→ Une **surface suffisante pour l'aménagement de la chaufferie biomasse** afin d'accueillir les silos de stockage, le système de transfert du combustible du silo à la chaufferie et le bâtiment de la chaufferie (comprenant les équipements biomasse et les équipements d'appoint-secours gaz si nécessaires).

Plusieurs terrains d'une superficie de 2000 à 5000 m² environ pourraient être disponibles sur le périmètre du MIN de Rungis dans les prochaines années. Cela permet d'envisager la mise en place d'une centrale biomasse de quelques MW.

Il semble donc envisageable de mettre en place une centrale biomasse sur le réseau de la SEMMARIS. L'intérêt de cette mise en place n'est cependant pas forcément évident par rapport aux autres sources EnR&R disponibles (UVE, géothermie).

4.5 Production d'énergie solaire thermique

En Île-de-France, l'ensoleillement est qualifié de moyen, il est situé entre 900 et 1200 kWh/m²/an sur le MIN de Rungis d'après le cadastre solaire de la métropole parisienne (voir image ci-dessous).

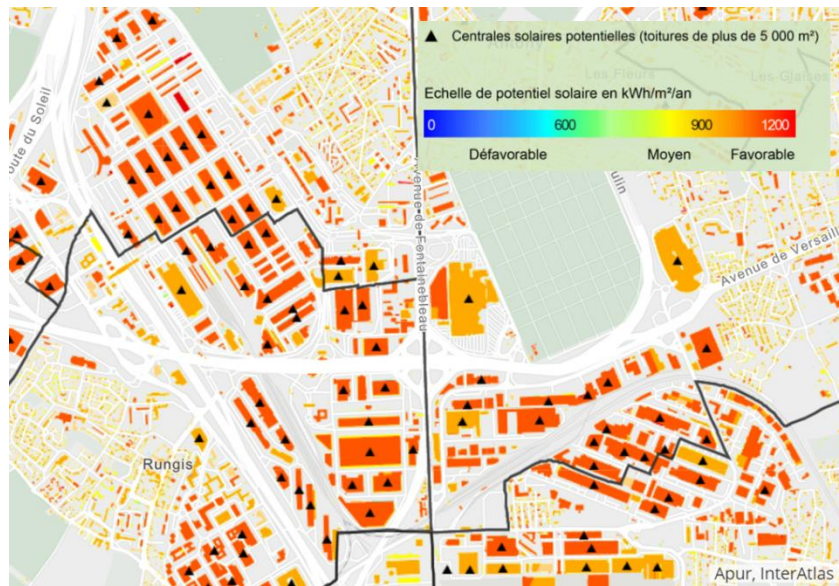


Figure 43 - Cadastre solaire de la Métropole parisienne sur le secteur du MIN (Source : APUR - Plan local énergie)

En France, les installations solaires thermiques liée à des réseaux de chaleur restent rares (voir carte ci-dessous), entre autres parce qu'elles fonctionnent de manière optimale avec des réseaux de chaleur à très basse température (température aller inférieure à 70°C et retour à 35°C) et parce que leur pilotage reste complexe, avec la nécessité de mettre en place un stockage journalier, voir inter-saisonnier si l'on souhaite maximiser la valorisation de l'énergie solaire. De plus le ratio surface / puissance installée est particulièrement élevé, ce qui pose des difficultés en milieu urbain dense, où les terrains disponibles sont en nombre limité.

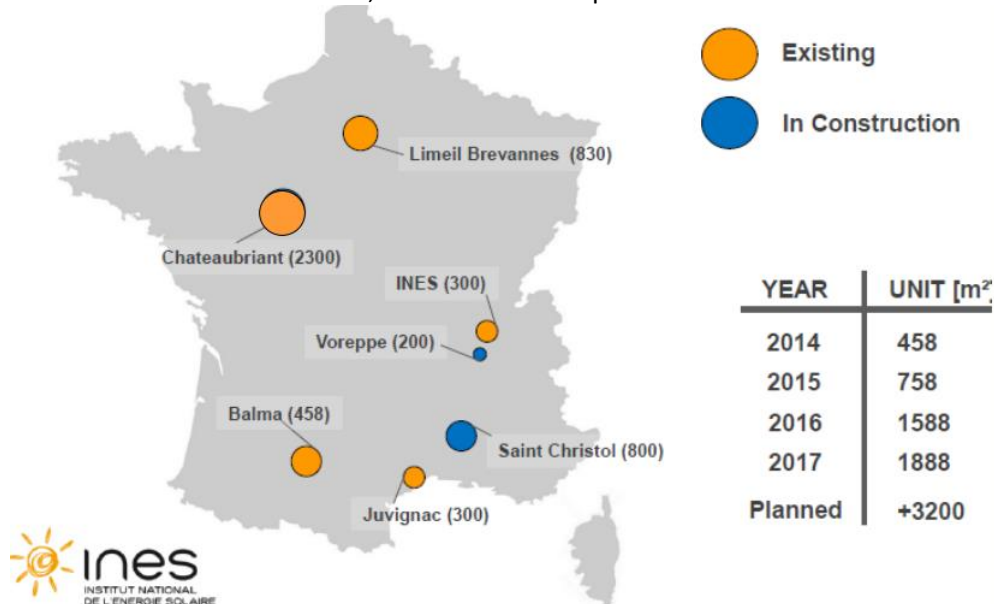


Figure 44 - Cartographie des centrales solaire thermique raccordées à des RCU en 2018 (Source : Tecsol/INES)

L'alimentation en énergie solaire thermique du réseau de la SEMMARIS ne semble pas particulièrement adaptée. En effet, le régime de température du réseau BP de la SEMMARIS est élevé, ce qui abaisse le rendement des installations solaires thermiques. De plus, le solaire thermique est le plus productif en été, lorsque l'ensoleillement est maximal. Or les besoins d'été sur le réseau de la SEMMARIS sont faibles, hormis éventuellement à l'export, mais les exports étant alimentés en haute température il n'est pas envisageable d'y raccorder une centrale solaire thermique.

4.6 Synthèse et potentiel des sources EnR&R identifiées

SOURCE ENR&R DU TERRITOIRE	Import RCU voisin	Chaleur fatale : UVE	Chaleur fatale : Data Center	Chaleur fatale : Eaux usées	Géothermie profonde	Biomasse	Solaire thermique
Localisation de la ressource	<ul style="list-style-type: none"> Fresnes Thiais SEMACH ADP SICUCV Orly (Valophis) 	UVE du Val-de-Marne : <ul style="list-style-type: none"> UVE de la RIVED (MIN de Rungis) – 0 km UVE du SMITDUVM : Valo'Marne (Créteil) – 6 km UVE du SYCTOM (Ivry-sur-Seine) – 8 km Seul l'UVE de la RIVED est suffisamment proche.	Data Center de Chevilly-Larue. Situé à proximité du Centre Administratif du MIN de Rungis.	Collecteur départemental de taille importante sous l'A86.	Nappe géologique du DOGGER présente en Ile-de-France. Située à environ 1500 m de profondeur dans le secteur du MIN.	Ressource en plaquettes forestières disponible en Ile de France et dans un rayon de 200 km. Pas de centrale biomasse existante à proximité du MIN.	Pas de centrale solaire thermique existante à proximité.
Disponibilité / Intermittence	RCU du SICUCV non disponible. RCU de Fresnes, SEMACH, ADP, SICUCV et Orly disponibles en été. RCU de Thiais disponible en mi-saison et en été.	UVE de la RIVED disponible toute l'année, hors arrêts techniques sur période été.	Disponible toute l'année, sauf en cas de recours au free cooling entraînant l'arrêt des groupes froids.	Disponible toute l'année, avec variations horaires et saisonnières.	Disponible toute l'année, mais valorisation limitée par le régime de température du réseau.	Disponible toute l'année.	Disponible toute l'année mais dépendante de l'ensoleillement. Maximale en été. Remarque : Stockage intersaisonnier possible
Caractéristique de la chaleur disponible	Pour réseau de Thiais : Température : eau chaude Puissance max : entre 0 et 8 MW pour le réseau de Thiais (talon ECS à 2 MW environ en été)	Température : eau surchauffée à 180°C produite par l'UVE, puis transférée au réseau entre 160 et 140°C Puissance max : 32 MW	Température : 70-75°C (en sortie PAC) Puissance max : entre 2 et 6 MW selon estimation préliminaire.	Température : eaux usées à 15-20°C, réchauffées à 50-70°C par une PAC. Puissance max : dépend du débit de la canalisation d'eaux usées ; de l'ordre de quelques centaines de kW.	Température : entre 73 et 76°C en sortie de puits Débit estimé : entre 250 et 350 m ³ /h selon transmissivité du puits Puissance max : environ 10 MW	Température : production eau surchauffée (>110°C) ou eau chaude (<110°C) possibles. Puissance : de quelques centaines de kW à plusieurs dizaines de MW.	Température : production eau surchauffée (>110°C) ou eau chaude (<110°C) possibles. Puissance : de quelques centaines de kWth à 1-2 MWth (selon centrale existantes en France)
Période de valorisation envisageable sur le RCU de la SEMMARIS	Mi-saison et été.	Toute l'année.	Selon la courbe de chauffe retenue pour le réseau BP de la SEMMARIS, la récupération sur Data Center pourrait être utilisée à partir de 3-4°C extérieur environ.	Mi-saison et été.	Selon la courbe de chauffe retenue pour le réseau BP de la SEMMARIS, la géothermie pourrait être utilisée en base à partir de 3-4°C extérieur environ. Potentiel maximal en été.	Toute l'année.	Toute l'année avec maximum en été.
Utilisation : Base - Ecrêtage – Appoint local	Réseau de Thiais : Usage envisageable pour un appoint local de la zone SENIA	Utilisé en base.	Usage envisageable pour un appoint local du secteur Centre Administratif	Usage envisageable pour un appoint local pour un bâtiment donné.	Utilisable en base.	Utilisable en base ou en écrêtage.	Utilisé en base ou appoint local.
Surface nécessaire (m²)	50-100 m ² pour mise en place SST d'échange	-	50-100 m ² pour PAC (local ou caisson)	30-50 m ² pour PAC (local ou caisson)	5000 m ²	Grande variabilité selon puissances, technologies et type stockage bois. Pour 5-10 MW on peut estimer entre 1000 et 5000 m ²	Variable selon l'ensoleillement et la puissance recherchée : installations existantes sur RCU entre 180m ² et 1900 m ² de surface panneaux. Possibilité de mise en place sur ombrières de parking ou en toiture.
Potentiel	Moyen. Intérêt possible pour alimentation des opérations urbaines sur la zone SENIA, mais concurrence avec UVE sur la période été.	En fonctionnement. Potentiel de valorisation supplémentaire fort en été et mi-saison.	Moyen. Incertitude forte sur la quantité de chaleur récupérable + difficultés d'obtenir un engagement de fourniture en quantité et en durée de la part des gérants de Datacenters.	Faible. Canalisation importante d'eau usées la plus proche située sous l'autoroute : installation du système de récupération de chaleur difficilement envisageable.	Fort. Potentiel de la géothermie profonde (au DOGGER) sur le secteur. Mais avec réserves sur le COP pouvant être obtenu, l'adéquation avec le régime de température actuel et la concurrence potentielle avec l'UVE en été.	Fort. Ressource en bois énergie disponible, plusieurs terrains envisageables et facilité pour l'approvisionnement.	Faible. Ensoleillement moyen sur le secteur. Plus adapté à des réseaux à très basse température. Nécessité d'évacuer beaucoup de chaleur en été, alors que les besoins SEMMARIS en ECS sont faibles.

5 Evolution des besoins en chaleur sur le périmètre de l'étude

5.1 Périmètre de l'étude

Le périmètre retenu pour l'étude des évolutions des besoins en chaleur sur le MIN et ses alentours est le suivant :

- Le M.I.N de Rungis,
- La Zone SENIA,
- Les villes de Vitry-sur-Seine et Choisy-le-Roi,
- L'Aéroport de Paris-Orly,
- La ville de Rungis,
- La ville de Fresnes.

5.2 Evolution des besoins en chaleur sur le M.I.N de Rungis – hors zone SENIA et Exports

Les consommations en chaleur sur le périmètre du M.I.N de Rungis sont réparties entre les bâtiments gérés par la SEMMARIS (entrepôts et bureaux), et les bâtiments des clients de la SEMMARIS (commerces, hôtels, activités, etc.). On étudie dans les paragraphes suivant l'évolution des consommations de chacune de ces catégories d'abonnés, en distinguant la zone SENIA.

5.2.1 *Evolution des besoins de la SEMMARIS*

L'évolution des besoins totaux (Chauffage+ECS) en chaleur des bâtiments gérés par la SEMMARIS sur les 5 dernières années est présentée dans le tableau ci-dessous.

VENTES BÂTIMENTS SEMMARIS	2017	2018	2019	2020	2021
MIN	28 268	25 416	25 882	22 030	28 201
MIN / SECTEUR CARNES	5 584	4 731	4 319	3 424	4 287
MIN / SECTEUR Fruits & Légumes	8 023	7 644	7 918	6 860	8 390
MIN / SECTEUR PLA	7 339	6 074	6 874	5 775	6 319
MIN / SECTEUR MAREE	1 627	1 651	1 540	1 401	1 677
MIN/ SECTEUR FLEURS	5 694	5 316	5 231	4 570	7 528
Centre Routier	0	0	0	0	0
Centre Admin	6378	5905	6000	4748	6416
Entrepôts	1378	1128	1281	1019	1484
Zone Hôtels	0	0	0	0	0
Zone Delta	0	0	0	0	0
TOTAL Ventes chaleur (hors zone SENIA)	36 024	32 449	33 163	27 797	36 101

On constate que les ventes de chaleur aux bâtiments SEMMARIS sont relativement constantes dans le temps, avec une moyenne de 33 GWh sur les 5 dernières années.

Selon les informations fournies à ce jour par la SEMMARIS les consommations des bâtiments ne devraient pas évoluer significativement sur les 10 prochaines années. Pour les besoins de la modélisation on prend comme référence les besoins des bâtiments SEMMARIS moyens sur la période 2017-2021, corrigés pour les abonnés raccordés ou débranchés en cours d'année ou ceux ayant eu une consommation inhabituelle en 2021 (trop haute ou trop basse).

La valeur de référence est de 36,8 GWh, et on la considère constante sur les 10 prochaines années.

5.2.2 *Evolution des besoins des clients SEMMARIS*

L'évolution des besoins totaux (Chauffage+ECS) en chaleur des bâtiments des clients de la SEMMARIS situés sur le MIN pour les 5 dernières années est présentée dans le tableau ci-dessous.

VENTES CLIENTS SEMMARIS	2017	2018	2019	2020	2021
MIN	8 108	7 217	7 101	4 765	6 658
MIN / SECTEUR CARNES	0	0	0	0	0
MIN / SECTEUR Fruits & Légumes	1 156	1 254	1 238	588	718
MIN / SECTEUR PLA	1 074	896	968	777	971
MIN / SECTEUR MAREE	1 734	1 277	1 231	640	905
MIN/ SECTEUR FLEURS	4 144	3 790	3 664	2 760	4 064
Centre Routier	2 293	1 529	1 793	872	251
Centre Admin	2321	1699	1388	1078	1245
Entrepôts	0	0	89	78	132
Zone Hôtels	6 918	8 072	8 312	6 737	7 325
Zone Delta	109	89	97	95	114
TOTAL Ventes chaleur (hors zone SENIA et exports)	19 749	18 606	18 780	13 625	15 725

On constate que les ventes de chaleur aux clients de la SEMMARIS situés sur le périmètre du MIN sont en diminution sur les 5 dernières années, du fait du déracordement de certains bâtiments ou de leur démolition. La moyenne des 5 dernières années se situe autour de 17 GWh.

Selon les informations fournies à ce jour par la SEMMARIS les consommations de ces bâtiments devraient se stabiliser sur les 10 prochaines années. Pour les besoins de la modélisation on prend comme référence les besoins des clients SEMMARIS moyens sur la période 2017-2021, corrigés pour les abonnés raccordés ou déracordés en cours d'année ou ceux ayant eu une consommation inhabituelle en 2021 (trop haute ou trop basse).

La valeur de référence est de 16,3 GWh, et on la considère constante sur les 10 prochaines années.

5.3 Evolution des besoins en chaleur sur la zone SENIA

Le réseau de chaleur de la SEMMARIS alimente à ce jour plusieurs sous-stations de livraisons situées sur la zone SENIA. Toutefois, conformément au protocole d'accord du 10 mars 2020 et au Décret du 20 juillet 2022, ce réseau de chaleur situé sur le territoire de la zone SENIA pourra être transféré par la SEMMARIS à une autre entité gestionnaire qui en deviendra propriétaire à compter du 1^{er} juin 2026. Dans ce contexte, la chaleur consommée sur la zone SENIA deviendrait donc du point de vue du réseau de la SEMMARIS un export.

5.3.1 Evolution des besoins des clients SEMMARIS existants sur la zone SENIA

L'évolution des besoins totaux (Chauffage+ECS) en chaleur des bâtiments des clients de la SEMMARIS situés sur la zone SENIA pour les 5 dernières années est présentée dans le tableau ci-dessous.

VENTES CLIENTS SEMMARIS sur la zone SENIA	2017	2018	2019	2020	2021
ZONE SENIA NORD	4 282	3 741	3 086	2 566	2 754
ZONE SENIA SUD	9 446	7 273	8 307	8 360	8 279
TOTAL Ventes chaleur sur Zone SENIA (hors exports)	13 728	11 014	11 393	10 926	11 033

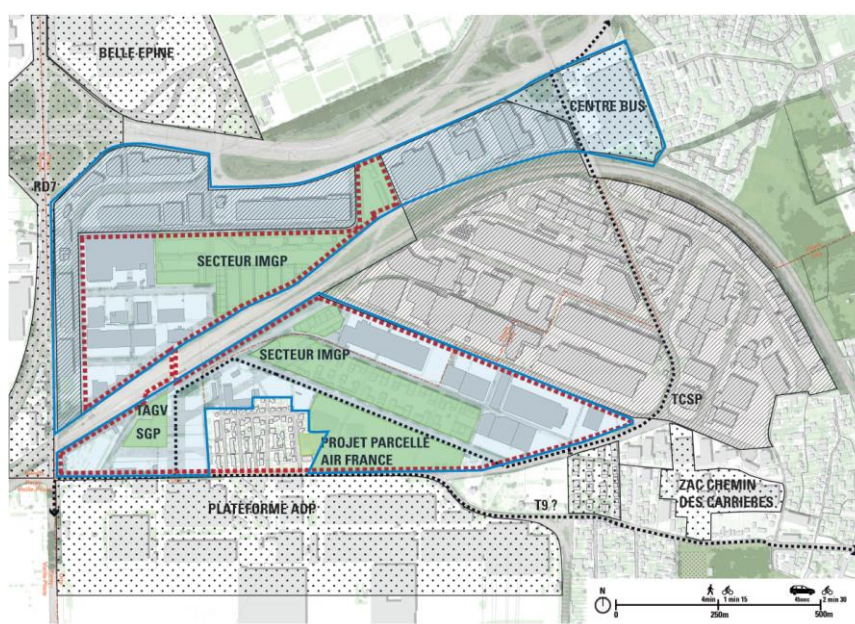
On constate que les ventes de chaleur aux clients de la SEMMARIS situés sur le périmètre du MIN sont relativement constants sur les 5 dernières années. La moyenne des 5 dernières années se situe autour de 11,6 GWh.

Selon les informations fournies à ce jour par la SEMMARIS les consommations de ces bâtiments devraient se stabiliser sur les 10 prochaines années. Pour les besoins de la modélisation on prend comme référence les besoins des clients SEMMARIS moyens sur la période 2017-2021, corrigés pour les abonnés raccordés ou débranchés en cours d'année ou ceux ayant eu une consommation inhabituelle en 2021 (trop haute ou trop basse).

La valeur de référence est de 10,3 GWh, et on la considère constante sur les 10 prochaines années.

5.3.2 Besoins prévisionnels des futures zones de développement urbain

La zone SENIA va connaître d'importantes mutations, avec plusieurs projets d'aménagement prévus sur la zone. Le plan de référence pour l'aménagement de la zone est présenté ci-dessous (version du 01/07/2019 – Source : Plan de référence réalisé par Grand Paris Aménagement).



Au moment de la réalisation de ce schéma directeur nous ne disposons d'informations suffisamment détaillées que sur les secteurs concernés par l'appel à projet « Imaginons la Métropole du Grand Paris » (IMGP), et sur la ZAC des Carrières. Par conséquent seuls les besoins de ces 2 projets ont été intégrés dans les projections du schéma directeur.

5.3.2.1 Projet Parcs en Scène

Le projet Parcs en scène s'inscrit dans l'appel à projets « Imaginons la Métropole du Grand Paris » (IMGP). Il s'étend à la fois sur la commune de Thiais (partie Nord) et sur celle d'Orly (partie Sud).

L'évolution des consommations et de la puissance appelée sur le secteur a été étudiée en prenant en compte les besoins exprimés par les études de l'aménageur et des promoteurs. La réduction de consommation induite par la démolition de certains bâtiments actuellement alimentés par le réseau de la SEMMARIS a également été prise en compte.

La tableau ci-dessous présente l'évolution des consommations sur le secteur du projet Parcs en scène à horizon 2030. A terme on constate une évolution des consommations de 16,4 GWh liée au projet.

			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Evolution consommations SENIA (MWh)	Consommations PARCS EN SCENE (MWh)	Consos CH (MWh)	0	0	3 730	4 757	0	0	0	1 567	10 054
		Consos ECS (MWh)	0	0	2 332	3 722	0	0	0	1 040	7 094
		Consos TOT (MWh)	0	0	6 062	8 479	0	0	0	2 607	17 148
	Baisse des consos secteurs PARCS EN SCENE (MWh)		-492	0	0	0	0	-258	0	0	-750

La tableau ci-dessous présente l'évolution des puissances sur le secteur du projet Parcs en scène à horizon 2030. A terme on constate une évolution de la puissance maximale appelée de 12 MW liée au projet Parcs en scène.

			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Evolution puissances SENIA (MWh)	Puissances PARCS EN SCENE (MWh)	Puissance CH (MWh)	0	0	3 655	5 094	0	0	0	1 554	10 303
		Puissance ECS (MWh)	0	0	757	1 183	0	0	0	340	2 280
		Puissance TOT (MWh)	0	0	4 412	6 277	0	0	0	1 894	12 583
	Baisse des puissances sur secteur PARCS EN SCENE (kW)		-255	0	0	0	0	-133	0	0	-388

5.3.2.1 Projet ZAC des Carrières

Le projet ZAC des Carrières est situé dans le Sud de la zone SENIA, sur la commune d'Orly.

L'évolution des consommations et de la puissance appelée sur le secteur a été étudiée en prenant en compte les besoins exprimés par les études de l'aménageur. La réduction de consommation induite par la démolition de certains bâtiments actuellement alimentés par le réseau de la SEMMARIS a également été prise en compte.

La tableau ci-dessous présente l'évolution des consommations sur le secteur du projet ZAC des Carrières à horizon 2030. A terme on constate une évolution des consommations de 1,5 GWh liée au projet.

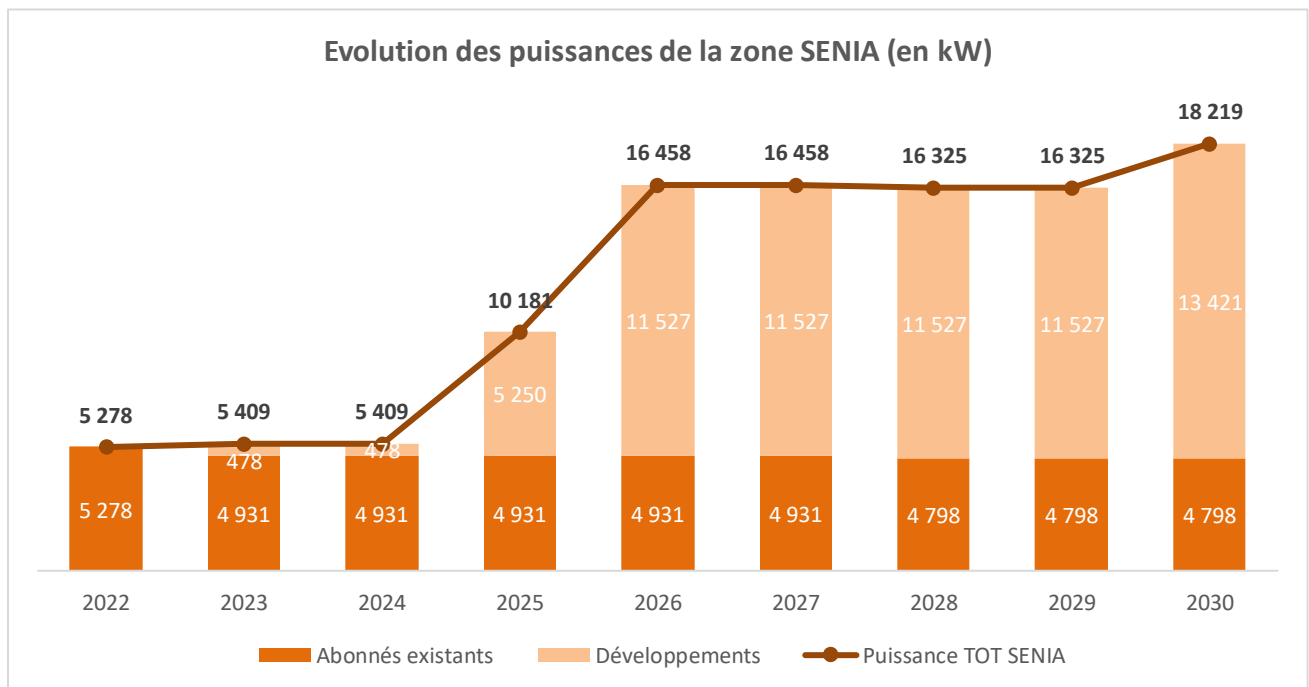
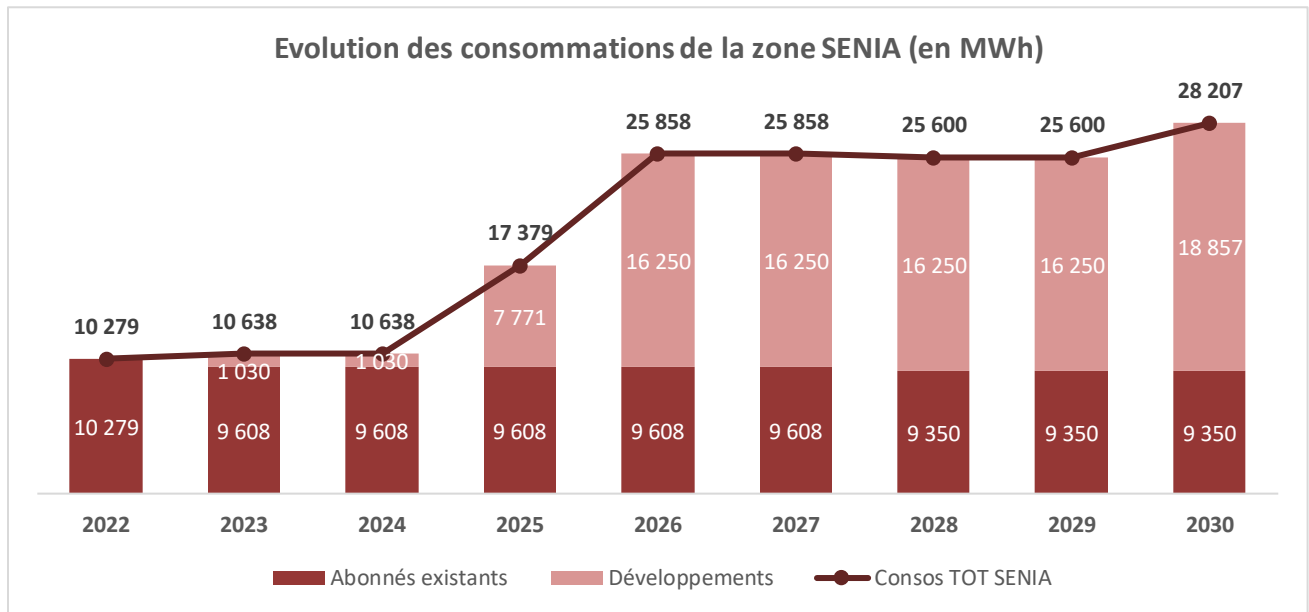
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Evolution consommations SENIA (MWh)	Consommations ZAC des Carrières (MWh)	Consos CH (MWh)	463	0	339	0	0	0	0	0	803
		Consos ECS (MWh)	567	0	339	0	0	0	0	0	906
		Consos TOT (MWh)	1 030	0	679	0	0	0	0	0	1 709
	Baisse des consos secteur ZAC des Carrières (MWh)		-179	0	0	0	0	0	0	0	-179

La tableau ci-dessous présente l'évolution des puissances sur le secteur du projet ZAC des Carrières à horizon 2030. A terme on constate une évolution de la puissance maximale appelée de 0,7 MW liée au projet.

			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL	
Evolution puissances SENIA (MWh)	Puissances ZAC des Carrières (MWh)	Puissance CH (MWh)	NC									NC
		Puissance ECS (MWh)	NC									NC
		Puissance TOT (MWh)	478	0	360	0	0	0	0	0	0	838
	Baisse des puissances sur secteur ZAC des Carrières (kW)		-92	0	0	0	0	0	0	0	0	-92

5.3.2.2 Synthèse des projets urbains sur la zone

Les graphes suivants présentent l'évolution prévisionnelle des consommations et des puissances sur la zone SENIA après prise en compte.



A horizon 2030, les consommations sur la zone SENIA devrait atteindre 28 GWh, contre 10 GWh actuellement, et la puissance appelée maximale devrait être de 18 MW environ, contre 5 MW actuellement.

5.4 Evolution des besoins en chaleur à l'export

Concernant l'évolution des besoins à l'export vers d'autres réseaux de chaleur, il a été convenu dans le cadre de ce schéma directeur d'étudier principalement :

- La montée en puissance des exports existants,
- Les besoins en chaleur d'appoint de la ville de Fresnes, qui a exprimé en amont du schéma directeur son intérêt pour un appoint EnR&R en provenance du réseau de la SEMMARIS.

On note que la ville de Fresnes aurait un intérêt particulier à importer de la chaleur EnR&R depuis le réseau de la SEMMARIS, du fait de l'arrêt prochain de sa cogénération, de son taux d'EnR&R qui reste à ce jour peu élevé, et de ses projets de développement pour son réseau.

On écarte à ce stade la mise en place de nouveaux exports vers :

- Le réseau de la SEMACH : le niveau de couverture EnR&R du réseau de la SEMACH étant déjà élevé, et ses besoins d'été étant couverts par les 3 doublets géothermaux, l'intérêt d'un appoint EnR&R soit par l'UVE, soit par une nouvelle source de production EnR&R ne semble pas évident. D'autant que le réseau BP de la SEMMARIS situé au plus proche du réseau de la SEMACH n'est pas dimensionné pour permettre un export, ce qui nécessiterait de reprendre certaines canalisations.
- Le réseau de Thiais : le niveau de couverture EnR&R du réseau de Thiais étant déjà très élevé, et ses besoins d'été étant couverts par son doublet géothermal, l'intérêt d'un appoint EnR&R soit par l'UVE, soit par une nouvelle source de production EnR&R ne semble pas évident. De plus, l'alimentation de la ville de Thiais se ferait nécessairement via le réseau existant sur la zone SENIA. Or, du fait d'une décision préfectorale la SEMMARIS va être contrainte d'abandonner sa concession sur la zone SENIA, et donc la gestion de cette partie du réseau.
- Le réseau d'Orly : le niveau de couverture EnR&R du réseau d'Orly étant déjà élevé, et ses besoins d'été étant couverts par son doublet géothermal, l'intérêt d'un appoint EnR&R soit par l'UVE, soit par une nouvelle source de production EnR&R ne semble pas évident. De plus, l'alimentation de la ville d'Orly se ferait nécessairement via le réseau existant sur la zone SENIA. Or la SEMMARIS envisage d'abandonner sa concession sur la zone SENIA, et donc la gestion de cette partie du réseau.

5.4.1 Evolution des besoins en chaleur de l'Aéroport de Paris-Orly

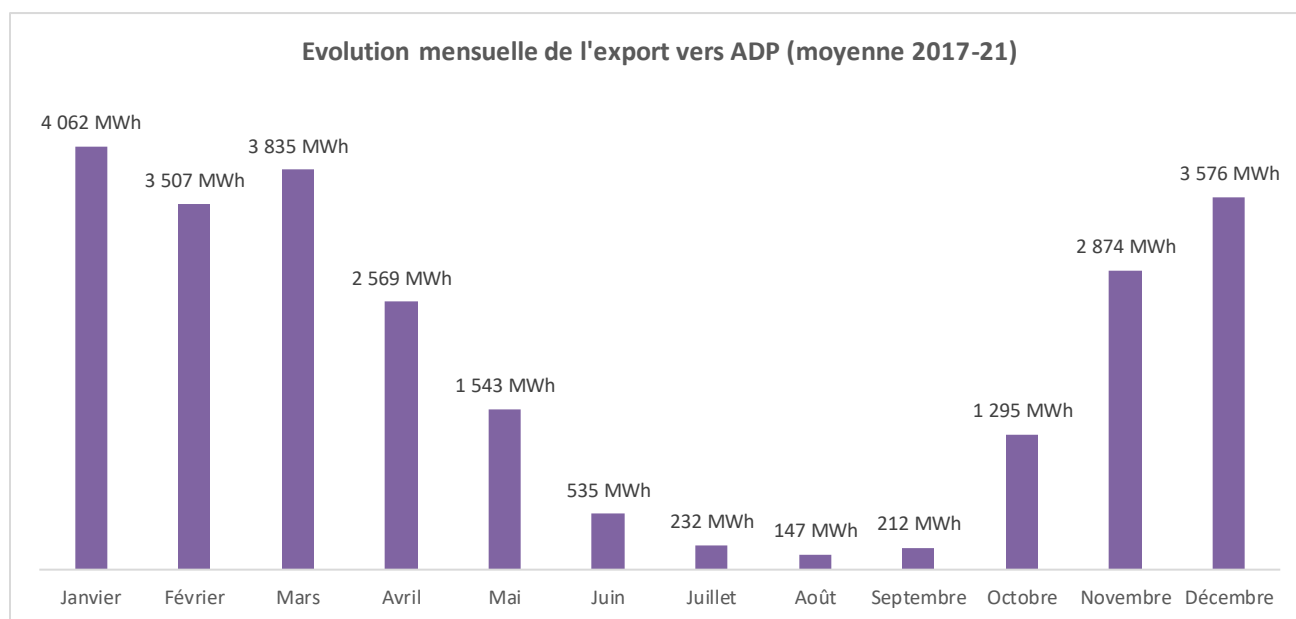
Le tableau ci-dessous présente les ventes mensuelles au réseau d'ADP sur les 5 dernières années.

		2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne 2017-2021
Ventes mensuelles Export ADP	Janvier	3318	2371	5007	5064	4551	4 062
	Février	4168	3104	2260	4042	3962	3 507
	Mars	4054	4029	3657	3629	3805	3 835
	Avril	3478	2898	2398	2477	1593	2 569
	Mai	1329	2073	1098	2429	787	1 543
	Juin	443	896	628	170	540	535
	Juillet	181	110	444	0	423	232
	Août	0	0	0	2	732	147
	Septembre	0	144	0	151	765	212
	Octobre	1765	632	608	1628	1841	1 295
	Novembre	1991	3259	2759	3749	2613	2 874
	Décembre	4118	4219	2597	4217	2731	3 576
TOTAL		24 845	23 735	21 456	27 558	24 343	24 387

On constate que les ventes d'ADP sont globalement constantes, avec une moyenne autour de 24 GWh.

L'engagement contractuel d'une livraison annuelle minimale de 17,5 GWh est donc assez largement dépassé.

L'essentiel des ventes (95%) se fait sur la saison de chauffe (d'octobre à mai), avec des consommations estivales très faibles, voir nulles sur certains exercices (voir graphique ci-dessous).



Selon les informations dont nous disposons au moment de la rédaction de ce schéma directeur, les besoins d'ADP en chaleur provenant de l'UVE ne devraient pas augmenter sur les 10 prochaines années.

A noter que des besoins en froid pourraient se développer, et nécessiter de la chaleur en été dans le cas du recours à des groupes de production de froid par adsorption. Cependant, ADP prévoyant la mise en place d'une pompe à chaleur sur son doublet géothermal, ces éventuels besoins supplémentaires seraient a priori couverts par ses propres moyens de production.

5.4.2 Evolution des besoins en chaleur du réseau de Choisy-Vitry (SICUCV)

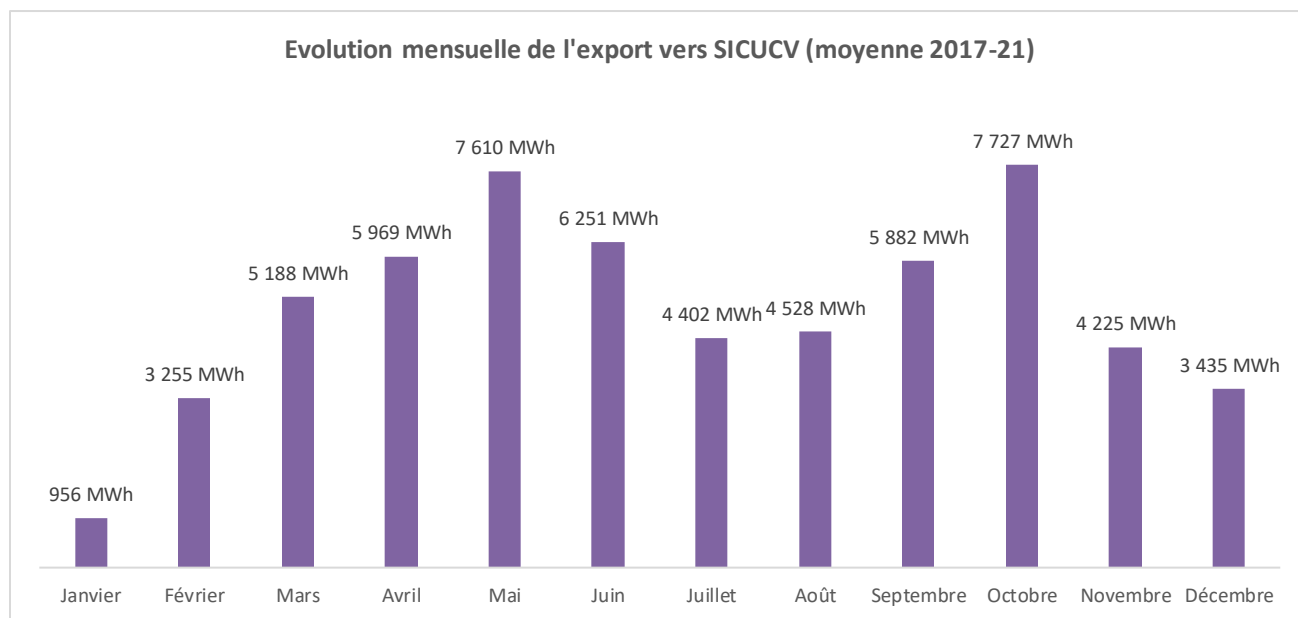
Le tableau ci-dessous présente les ventes mensuelles de la SEMMARIS au réseau de SICUCV sur les 5 dernières années.

		2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne 2017-2021
Ventes mensuelles Export SICUCV	Janvier	559	0	0	2777	1442	956
	Février	4364	0	2457	7493	1960	3 255
	Mars	6043	2191	5813	7619	4272	5 188
	Avril	5497	6953	6935	7434	3027	5 969
	Mai	6874	7142	9432	6599	8003	7 610
	Juin	5959	6029	6927	6468	5872	6 251
	Juillet	4715	4653	3944	4042	4655	4 402
	Août	2426	4474	5391	4860	5487	4 528
	Septembre	5551	5600	6184	6001	6076	5 882
	Octobre	9442	6753	8598	6274	7568	7 727
	Novembre	2881	3001	2482	6759	6003	4 225
	Décembre	0	5174	0	6276	5724	3 435
TOTAL		54 311	51 970	58 163	72 602	60 089	59 427

On constate que les ventes au SICUCV sont en hausse sur les dernières années, avec une moyenne autour de 59 GWh, et un pic de vente de 73 GWh en 2020. D'après des données plus récentes datant de début 2022, cette hausse se poursuit, du fait d'une meilleure coordination entre l'exploitant du réseau de la SEMMARIS et celui du réseau du SICUCV.

On note que l'engagement contractuel d'une livraison annuelle minimale de 50 GWh est donc assez largement dépassé.

Actuellement près de 35% des ventes a lieu sur la période d'été (de juin à septembre), du fait d'importants besoins estivaux, couplés à un délestage prioritaire de l'alimentation du SICUCV sur la période d'hiver lorsque la chaleur UVE n'est plus disponible. Le graphe ci-dessous montre cette répartition mensuelle des ventes de la SEMMARIS vers le réseau du SICUCV.



Le SICUCV ayant des besoins totaux en chaleur de 226 GWh en moyenne sur les 5 dernières années (en production), il existe un potentiel de ventes supplémentaires. D'autant que le SICUCV a déjà exprimé son intérêt pour une augmentation de l'export de chaleur issue de l'UVE de la RIVED. Ce potentiel sera caractérisé plus précisément par la suite, lors de l'étude des différents scénarios d'évolution du réseau de la SEMMARIS.

Sur la base des besoins mensuels moyens en chaleur du SICUCV et de la capacité maximale de l'interconnexion à véhiculer de la chaleur (24 MW), on peut estimer le potentiel maximal de ventes supplémentaires, en supposant constants les besoins du SICUCV.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL
Energie exportée actuelle Moyenne 2017-21 (MWh)	956	3 255	5 188	5 969	7 610	6 251	4 402	4 528	5 882	7 727	4 225	3 435	59 427
Energie exportable max - hors prise en compte dispo UVE (MWh)	17 856	16 320	17 856	15 856	14 913	7 117	5 810	5 809	5 961	13 720	17 280	17 856	156 353

Remarque : A noter que ce potentiel maximal est calculé sans tenir compte de la disponibilité des moyens de production, et en particulier de l'UVE, et est par conséquent assez largement surestimé si on considère une alimentation du SICUCV avec un mix 100% UVE (comme actuellement).

Il est donc entendu qu'il ne serait pas envisageable d'atteindre ce niveau d'export avec les moyens de production actuels, cela nécessiterait la mise en place de nouveaux moyens de production EnR&R et d'un nouveau contrat d'export avec le SICUCV.

5.4.3 Evolution des besoins en chaleur de la ville de Rungis

Le tableau ci-dessous présente les ventes annuelles prévisionnelles la SEMMARIS au réseau de la ville de Rungis jusqu'à 2025. Il s'agit des données inscrites dans la convention signée entre la SEMMARIS et la ville de Rungis.

Besoins Ville de Rungis en SST d'échange – Données Convention	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	2028/29
Conso TOTALE (MWh)	366	1 911	2 357	2 545	2 734	4 724
Conso CH (MWh)	1 502	10 930	16 851	18 875	17 467	21 756
Conso ECS (MWh)	1 869	12 841	19 208	19 705	20 201	26 480

A horizon 2025 les ventes de chaleur devraient atteindre 20,2 GWh. Les ventes à horizon 2028/29 ne sont données qu'à titre indicatif et reposent sur des développements encore assez incertains, par conséquent nous prendrons comme référence l'année 2025.

5.4.4 Evolution des besoins en chaleur de la ville de Fresnes

Les besoins en chaleur de la ville de Fresnes ont été définis sur la base de son schéma directeur réalisé en 2017-2018. Les données de consommations constatées et prévisionnelles fournies par le schéma directeur sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Ils prennent en compte à la fois de nouveaux raccordements, mais également une baisse de la consommation de certains bâtiments après rénovation.

	Données observées						Données prévisionnelles		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2025	-	2030
Conso CH TOT avec dev. + baisse (MWh) - à DJU = 2348	53 942	58 749	57 228	63 896	64 759	68 790	87 183		91 453
Conso ECS TOT avec dev. + baisse (MWh)	10 718	11 612	10 291	11 359	13 542	16 881	26 248		28 894
Conso TOT avec dev. + baisse (MWh)	64 660	70 361	67 519	75 255	78 301	85 671	113 432		120 347

Ainsi le schéma directeur de la ville de Fresnes envisage un développement des ventes de chaleur autour de 25 GWh à horizon 2030 (en comparaison avec 2016).

Par ailleurs, le contrat de la cogénération de 8,8 MW actuellement en service sur le réseau de Fresnes prend fin en 2023, et celle-ci devrait donc être démantelée, créant un besoin d'appoint /secours supplémentaire.

6 Définition des scénarios de développement du réseau

6.1 Scénarios de développement des ventes de chaleur

Sur la base de l'évolution des besoins en chaleur identifiés précédemment, plusieurs scénarios de développement ont été retenus pour être étudié dans le cadre de ce schéma directeur. Ces scénarios sont présentés dans le tableau suivant.

On note que pour simplifier l'analyse il a été décidé de **considérer les scénarios en année établie**, une fois l'ensemble des développements réalisés. On se place donc au niveau de l'année 2030.

Concernant les **besoins actuels**, on prend comme référence la moyenne de la période 2017-2021, corrigée pour les abonnés raccordés ou débranchés en cours d'année ou ceux ayant eu une consommation inhabituelle en 2021 (trop haute ou trop basse).

Le tableau ci-dessous présente les **scénarios classés du niveau de développement le plus bas au niveau de développement le plus important**.

SCENARIO BASE	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
Besoins actuels + Rungis Ville à horizon 2025	BASE + Raccordement des ZAC sur SENIA	BASE + Raccordement des ZAC sur SENIA + Augmentation de l'export SICUCV	BASE + Raccordement des ZAC sur SENIA + Export vers Fresnes (avec besoins 2030)	BASE + Raccordement des ZAC sur SENIA + Export vers Fresnes (avec besoins 2030) + Augmentation de l'export SICUCV

6.2 Scénarios de production

PRODUCTION ACTUELLE	GEOTHERMIE	BIOMASSE
UVE de la RIVED en base Chaudières Gaz en appoint	Géothermie au Dogger en base UVE de la RIVED en base Chaudières Gaz en appoint	UVE de la RIVED en base Chaudière biomasse en appoint Chaudières Gaz en appoint/secours

Il est utile de préciser que, **concernant l'appoint gaz, la SEMMARIS ne prévoit pas la mise en place de nouvelles chaudières**. Les développements étudiés le sont donc dans le cadre d'un appoint réalisé à partir des chaudières existantes.

On note que **des scénarios prenant en compte un état dégradé de la production par l'UVE de la RIVED**, suite à l'incident survenu sur l'un des fours en juin 2022 ont également été étudiés. Cependant, il a été décidé de ne pas les intégrer dans ce rapport car ils présentent peu d'intérêt en termes de projection à ce stade et ne permet d'envisager de développements.

7 Analyse technique des scénarios

7.1 Hypothèses de simulation

7.1.1 Saison – Rigueur climatique

	2017	2018	2019	2020	2021
DJU annuels PARIS ORLY	2 335	2 277	2 214	1 986	2 367

On prend comme **année référence 2021 pour la modélisation**, car c'est celle qui s'approche le plus de la moyenne observée sur les 20 dernières années (2 376 DJU).

7.1.2 Consommations de référence

7.1.2.1 Abonnés actuels

Les consommations de référence retenues pour la modélisation sont présentées dans le tableau suivant.

	Conso de référence Chauffage (MWh/an)	Conso de référence ECS (MWh/an)
Bâtiments SEMMARIS	33 477	2 603
Clients SEMMARIS hors Zone SENIA	13 957	2 322
Zone SENIA avant développements	9 878	401
Exports TOTAL	103 221	
Dont ADP	23 595	
Dont SICUCV (sans augmentation)	59 425	
Dont Rungis	20 201	
TOTAL Abonnés actuels hors Exports	57 312	5 326
TOTAL Abonnés avec Exports	165 859	

7.1.2.2 Prospects

Les consommations de référence retenues pour la modélisation sont présentées dans le tableau suivant.

	Conso de référence (MWh)
Zone SENIA après développements	27 451
Dont développements	18 857
Besoins Fresnes (TOTAL)	120 347
TOTAL Besoins prospects	147 798

Remarque : les besoins de la ville de Fresnes sont ici exprimés dans leur globalité, mais en réalité seule une partie pourra être couverte par les moyens de production de la SEMMARIS, du fait que la ville de Fresnes possède déjà son propre réseau et que l'énergie EnR&R exportable par la SEMMARIS est limitée.

7.1.3 Calcul de la puissance appelée en sous-station

7.1.3.1 Abonnés hors Exports

La puissance appelée en sous-station est déterminée sur la base des consommations annuelles de référence et à l'aide des formules suivantes :

$$P \text{ Appelée Chauffage par } -7^{\circ}\text{C ext} = \text{Conso annuelle CH r\`e}f \text{ (MWh)} \times \frac{(18 - (-7))}{DJU \text{ annuel } 2021 \times i \times 24}$$

Avec i : coefficient d'intermittence du bâtiment considéré. Dans le cadre de notre étude et du fait du caractère atypique des bâtiments considérés sur le périmètre de la SEMMARIS il a été décidé de ne pas considérer d'intermittence (soit un i égal à 1).

$$P \text{ Appelée ECS} = \frac{\text{Conso annuelle ECS r\`e}f \text{ (MWh)}}{365 \times \text{Nb heures de réchauffage}}$$

Avec $\text{Nb heures de réchauffage}$: nombre d'heures journalières pour le réchauffage de l'ECS. Dans le cadre de notre étude au vu du type d'installations pour la production ECS sur les bâtiments SEMMARIS on considère un nombre d'heures de réchauffage de 4h/jour, et de 6h/jour pour les autres abonnés hors export.

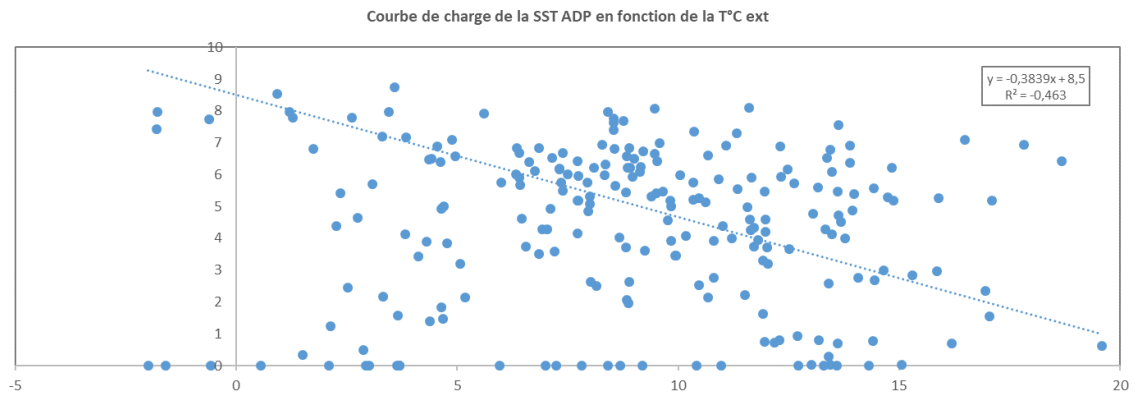
7.1.3.2 Exports

7.1.3.2.1 ADP

On considère que les ventes vers ADP resteront constantes, par conséquent on s'intéresse uniquement à la puissance appelée en sous-station ADP, et pas à la puissance appelée sur le réseau ADP.

La puissance appelée par ADP sur le réseau de la SEMMARIS a été déterminée de la manière suivante :

- Estimation de la puissance totale appelée côté production par -7°C par la sous-station ADP sur la base des enregistrements 2020 et 2021 retraités.

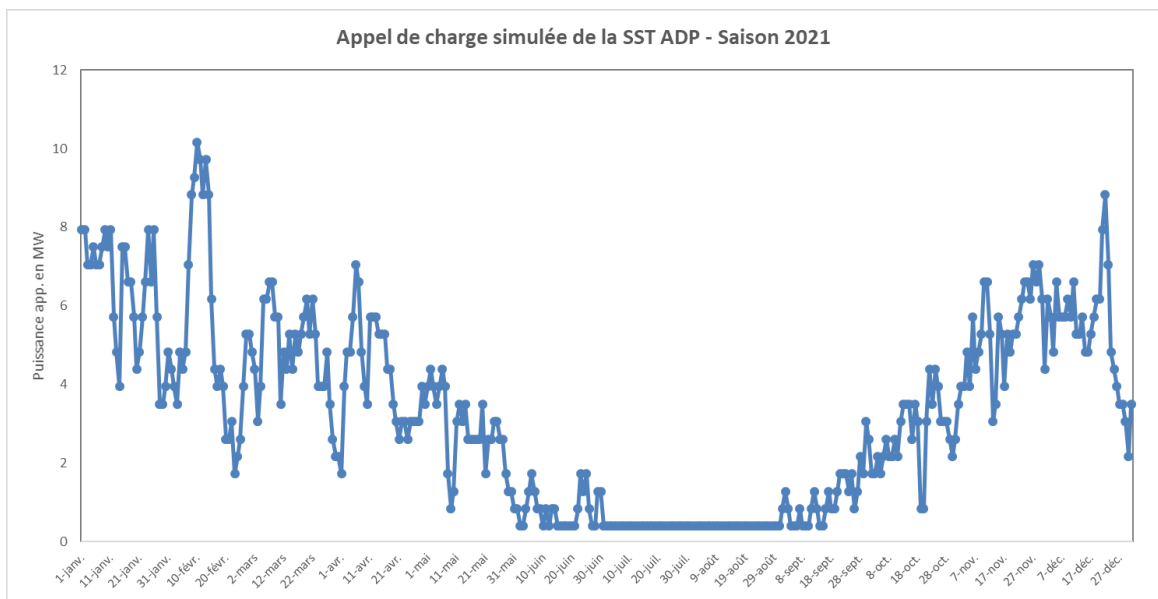
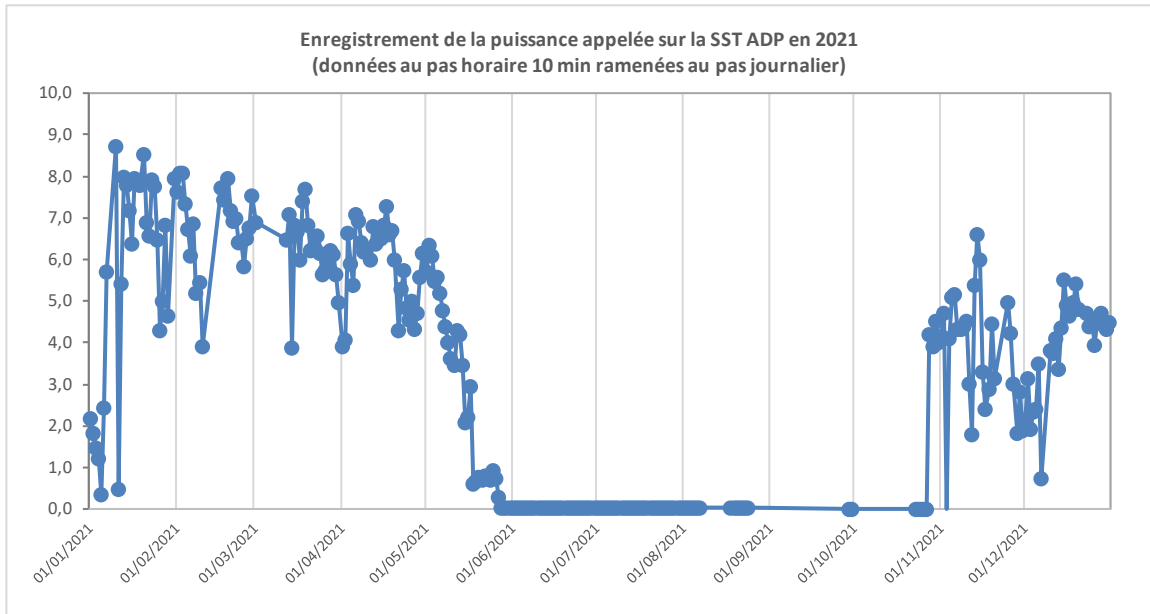


On estime la puissance appelée par -7°C extérieur à 11 MW. Sur la base des observations sur les ventes d'été des dernières années on estime à environ 0,4 MW la puissance appelée pour l'ECS.

- Détermination d'une monotone d'appel de charge selon la température extérieure pour le réseau d'ADP. On part sur l'hypothèse que la sous-station d'export vers ADP est délestée lorsque la température extérieure est inférieure à 0°C.

T ext (°C)	P CH primaire ADP (MW)	P ECS primaire ADP (MW)	P TOT primaire ADP (MW)
-7			
-6			
-5			
-4	0	0	0
-3			
-2			
-1			
0	8	0,4	8,4
1	8	0,4	7,9
2	7	0,4	7,5
3	7	0,4	7,1
4	6	0,4	6,6
5	6	0,4	6,2
6	5	0,4	5,7
7	5	0,4	5,3
8	4	0,4	4,8
9	4	0,4	4,4
10	4	0,4	3,9
11	3	0,4	3,5
12	3	0,4	3,1
13	2	0,4	2,6
14	2	0,4	2,2
15	1	0,4	1,7
16	1	0,4	1,3
17	0	0,4	0,8
18	0	0,4	0,4

➔ Comparaison d'une simulation sur la saison 2021 sur la base de la courbe d'appel de charge précédente aux enregistrements, afin de vérifier la fiabilité du modèle.



On constate que la simulation est proche des données enregistrées, ce qui **valide notre modèle**.

7.1.3.2.2 SICUCV

On souhaite étudier une évolution potentielle des ventes vers SICUCV, par conséquent on s'intéresse à la puissance appelée par le réseau SICUCV dans son ensemble.

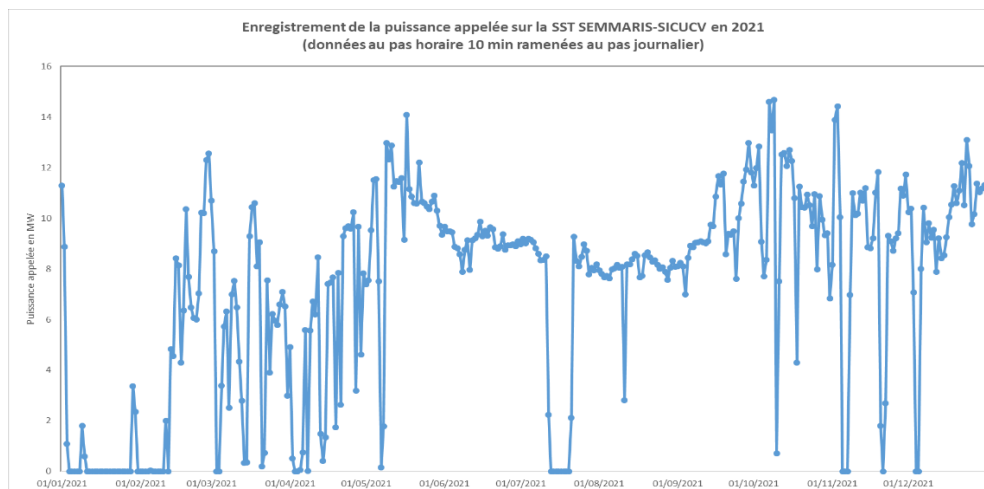
La puissance appelée par le réseau du SICUCV a été déterminée de la manière suivante :

- Estimation de la **puissance totale appelée côté production par -7°C par le réseau de SICUCV** sur la base de ses consommations (fournies par le SICUCV), et d'une **répartition Chauffage – ECS** calculée sur la base des consommations mensuelles des 4 mois d'été.

La **consommation annuelle moyenne sur la période 2017-2021** est de 190 530 MWh, dont 45 326 MWh d'ECS (estimation) et 145 204 MWh de chauffage.

Le **rendement global moyen du réseau du SICUCV** entre 2017 et 2021 est de 84%.

- Ajustement sur la base des **enregistrements des puissances appelées sur la sous-station SICUCV** (voir **graphe-ci-dessous**) sur la saison 2021 et des **consommations simulées** à partir de la courbe d'appel de charge estimée pour le réseau du SICUCV.



- Détermination d'une **monotone d'appel de charge** selon la température extérieure pour le réseau du SICUCV dans son ensemble.

T ext (°C)	P CH res. SICUCV (MW)	P ECS res. SICUCV (MW)	P TOT res. SICUCV (MW)
-7	75	8	83
-6	72	8	80
-5	69	8	77
-4	66	8	74
-3	63	8	71
-2	60	8	68
-1	57	8	65
0	54	8	62
1	51	8	59
2	48	8	56
3	45	8	53
4	42	8	50
5	39	8	47
6	36	8	44
7	33	8	41
8	30	8	38
9	27	8	35
10	24	8	32
11	21	8	29
12	18	8	26
13	15	8	23
14	12	8	20
15	9	8	17
16	6	8	14
17	3	8	11
18	0	8	8

7.1.3.2.3 Rungis

La puissance appelée sur le réseau de la ville de Rungis a été déterminée de la manière suivante :

- Estimation de la **puissance totale appelée côté production par -7°C par le réseau de la ville de Rungis** sur la base de ses consommations prévisionnelles à horizon 2025 (données convention de fourniture).

La **consommation annuelle prévisionnelle à horizon 2025 est de 20 201 MWh**, dont 2 733 MWh d'ECS et 17 468 MWh de chauffage.

Le **rendement global** du réseau de la ville de Rungis est **estimé à 95% (réseau neuf)**.

- Ajustement de la puissance appelée sur la base des **estimations de DALKIA** et des **consommations simulées à partir de la courbe d'appel de charge estimée** pour le réseau de la ville de Rungis.
- Détermination d'une **monotone d'appel de charge** selon la température extérieure **pour le réseau de de la ville de Rungis**.

T ext (°C)	P CH res. Rungis (MW)	P ECS res. Rungis (MW)	P TOT res. Rungis (MW)
-7	8	1	8
-6	9	1	9
-5	9	1	9
-4	8	1	9
-3	8	1	8
-2	7	1	8
-1	7	1	8
0	7	1	7
1	6	1	7
2	6	1	6
3	6	1	6
4	5	1	6
5	5	1	5
6	4	1	5
7	4	1	5
8	4	1	4
9	3	1	4
10	3	1	3
11	3	1	3
12	2	1	3
13	2	1	2
14	1	1	2
15	1	1	2
16	1	1	1
17	0	1	1
18	0	1	1

7.1.3.2.4 Fresnes

La puissance appelée sur le réseau de la ville de Fresnes a été déterminée de la manière suivante :

- Estimation de la **puissance totale appelée côté production par -7°C par le réseau de Fresnes** sur la base de ses consommations globales actuelles et projetées à horizon 2030 (source Schéma directeur).

La consommation globale annuelle projetée pour 2030 est de **120 347 MWh**, dont 91 453 MWh de chauffage et 28 894 MWh d'ECS.

On pose l'hypothèse d'un **rendement global du réseau de 92% en 2030**.

- Ajustement de la puissance appelée sur la base des **consommations simulées à partir de la courbe d'appel de charge estimée** pour le réseau de la ville de Fresnes.
- Détermination d'une **monotone d'appel de charge** selon la température extérieure pour le réseau de Fresnes.

T ext (°C)	P CH Fresnes (MW)	P ECS Fresnes (MW)	P TOT Fresnes (MW)
-7	40	3	44
-6	39	3	42
-5	37	3	41
-4	35	3	39
-3	34	3	37
-2	32	3	36
-1	31	3	34
0	29	3	33
1	27	3	31
2	26	3	29
3	24	3	28
4	23	3	26
5	21	3	24
6	19	3	23
7	18	3	21
8	16	3	20
9	15	3	18
10	13	3	16
11	11	3	15
12	10	3	13
13	8	3	12
14	6	3	10
15	5	3	8
16	3	3	7
17	2	3	5
18	0	3	3

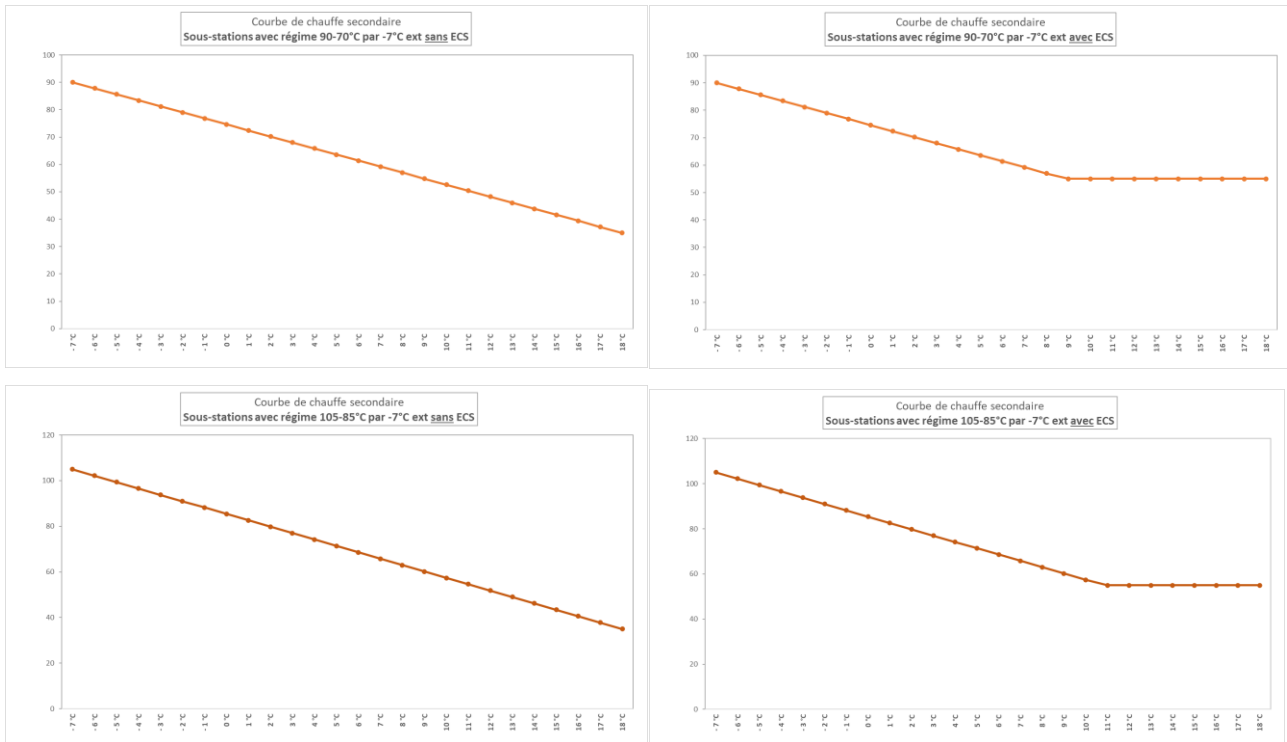
7.1.4 Calcul de la puissance appelée au niveau des moyens de production

La puissance appelée au niveau des moyens de production est calculée sur la base de la puissance appelée par les abonnés (export et hors export), en prenant en compte un **rendement de distribution du réseau de 89%**.

7.1.5 Courbes de chauffe primaire et secondaire

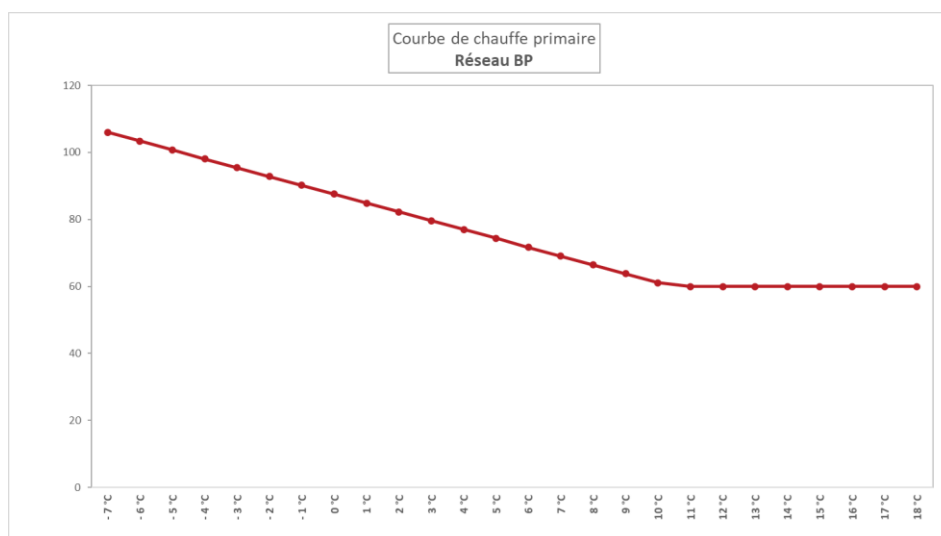
7.1.5.1 Courbe de chauffe secondaire

Les courbes de chauffes retenues pour modéliser la température nécessaire sur le secondaire des abonnés sont les suivantes, selon le régime de température par -7°C extérieur et la présence ou non d'ECS :



7.1.5.2 Courbe de chauffe primaire BP

La courbe de chauffe retenue pour modéliser la température sur le réseau primaire BP de la SEMMARIS est la suivante :



7.1.6 Délestages et priorité d'alimentation des abonnés

La **priorité d'alimentation des abonnés**, et en particulier des abonnés à l'export est détaillée dans le tableau suivant pour chaque scénario de développement.

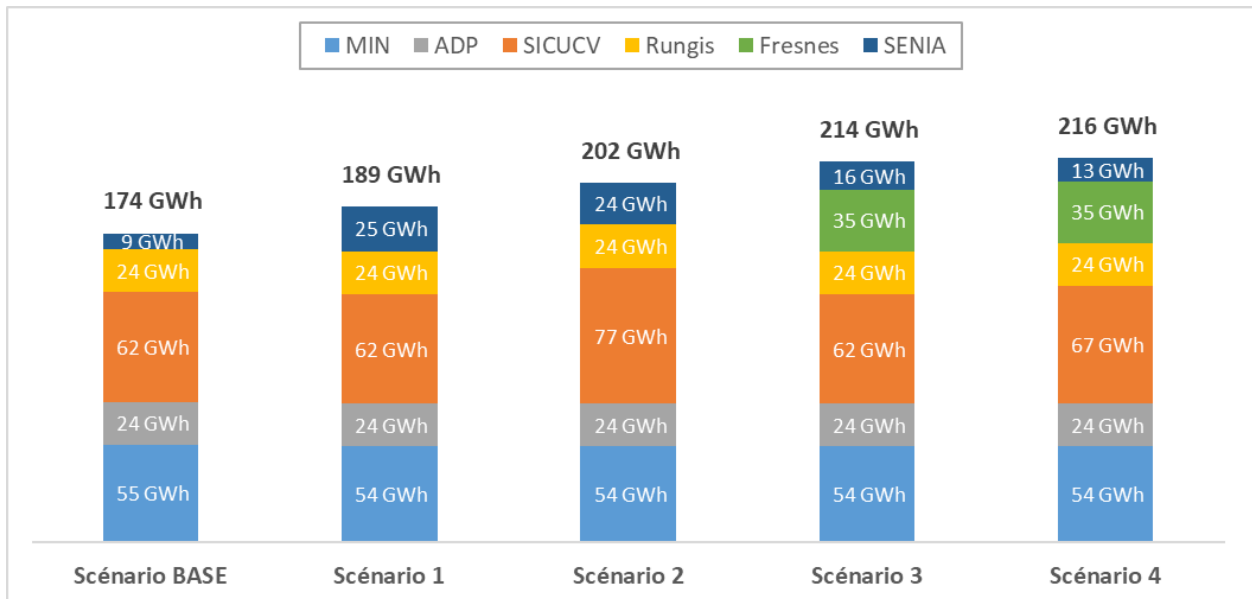
SCENARIO BASE	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
<p>1) MIN + SENIA : alimenté en tout temps avec une mixité marginale 100% EnR&R.</p> <p>2) Ville de Rungis : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/UEV, avec un minimum de 60% d'UEV.</p> <p>3) ADP : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN. Délesté sous T ext = 0°C.</p> <p>4) SICUCV : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN et d'ADP. Délesté sous T ext = 8°C et quand P dispo aéros UVE < 4 MW.</p>	<p>1) MIN + SENIA historique : alimenté en tout temps avec une mixité marginale 100% EnR&R.</p> <p>2) Ville de Rungis : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/UEV, avec un minimum de 60% d'UEV.</p> <p>3) ADP : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN. Délesté sous T ext = 0°C.</p> <p>4) SICUCV : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN et d'ADP. Délesté sous T ext = 8°C et quand P dispo aéros UVE < 4 MW.</p> <p>5) Développements sur SENIA (ZACS) : alimentés lorsqu'il reste de l'énergie EnR&R après prise en compte des besoins du MIN, d'ADP et de SICUCV, et en garantissant à la ville de Rungis un mix supérieur à 60% d'UEV.</p>	<p>1) MIN + SENIA historique : alimenté en tout temps avec une mixité marginale 100% EnR&R.</p> <p>2) Ville de Rungis : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/UEV, avec un minimum de 60% d'UEV.</p> <p>3) ADP : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN. Délesté sous T ext = 0°C.</p> <p>4) SICUCV : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN et d'ADP. T de délestage fixée de manière à garantir 60% d'UEV dans le mix de la ville de Rungis.</p> <p>5) Développements sur SENIA (ZACS) : alimentés lorsqu'il reste de l'énergie EnR&R après prise en compte des besoins du MIN, d'ADP et de SICUCV, et en garantissant à la ville de Rungis un mix supérieur à 60% d'UEV.</p>	<p>1) MIN + SENIA historique : alimenté en tout temps avec une mixité marginale 100% EnR&R.</p> <p>2) Ville de Rungis : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/UEV, avec un minimum de 60% d'UEV.</p> <p>3) Ville de Fresnes : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/EnR&R, avec un minimum de 50% d'UEV. Puissance de SST d'interconnexion limitée à 8 MW.</p> <p>4) ADP : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN. Délesté sous T ext = 0°C.</p> <p>5) SICUCV : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN et d'ADP. Délesté sous T ext = 8°C et quand P dispo aéros UVE < 4 MW.</p> <p>6) Développements sur SENIA (ZACS) : alimentés lorsqu'il reste de l'énergie EnR&R après prise en compte des besoins du MIN, d'ADP et de SICUCV, et en garantissant à la ville de Rungis un mix supérieur à 60% d'UEV, et à la ville de Fresnes un mix supérieur à 50% d'EnR&R.</p>	<p>1) MIN + SENIA historique : alimenté en tout temps avec une mixité marginale 100% EnR&R.</p> <p>2) Ville de Rungis : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/UEV, avec un minimum de 60% d'UEV.</p> <p>3) Ville de Fresnes : alimentée en tout temps avec une mixité marginale gaz/EnR&R, avec un minimum de 50% d'UEV. Puissance de SST d'interconnexion limitée à 8 MW.</p> <p>4) ADP : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN. Délesté sous T ext = 0°C.</p> <p>5) SICUCV : alimenté lorsqu'il reste de l'énergie UVE après prise en compte des besoins du MIN et d'ADP. T de délestage fixée de manière à garantir 60% d'UEV dans le mix de la ville de Rungis et 50% d'EnR&R dans le mix de la ville de Fresnes.</p> <p>6) Développements sur SENIA (ZACS) : alimentés lorsqu'il reste de l'énergie EnR&R après prise en compte des besoins du MIN, d'ADP et de SICUCV, et en garantissant à la ville de Rungis un mix supérieur à 60% d'UEV, et à la ville de Fresnes un mix supérieur à 50% d'EnR&R.</p>

7.2 Résultats de la modélisation des scénarios

7.2.1 Moyens de production actuels

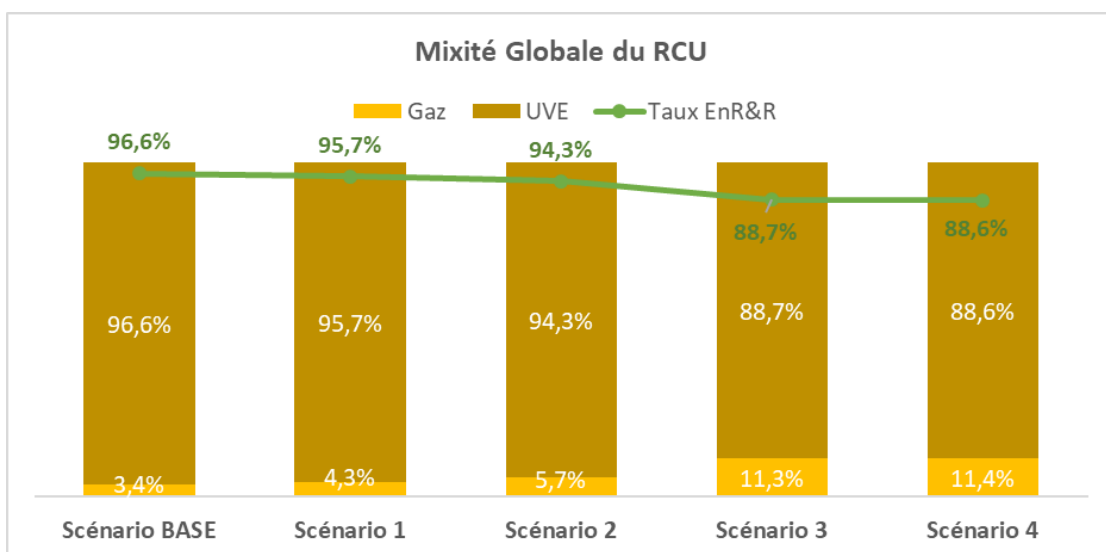
7.2.1.1 Ventes de chaleur estimées

Les ventes de chaleur estimées pour chaque scénario de développement sont présentées sur le graphique suivant. On constate que sans mise en place d'un nouveau moyen de production EnR&R on atteint un niveau de ventes maximal de 216 GWh/an.



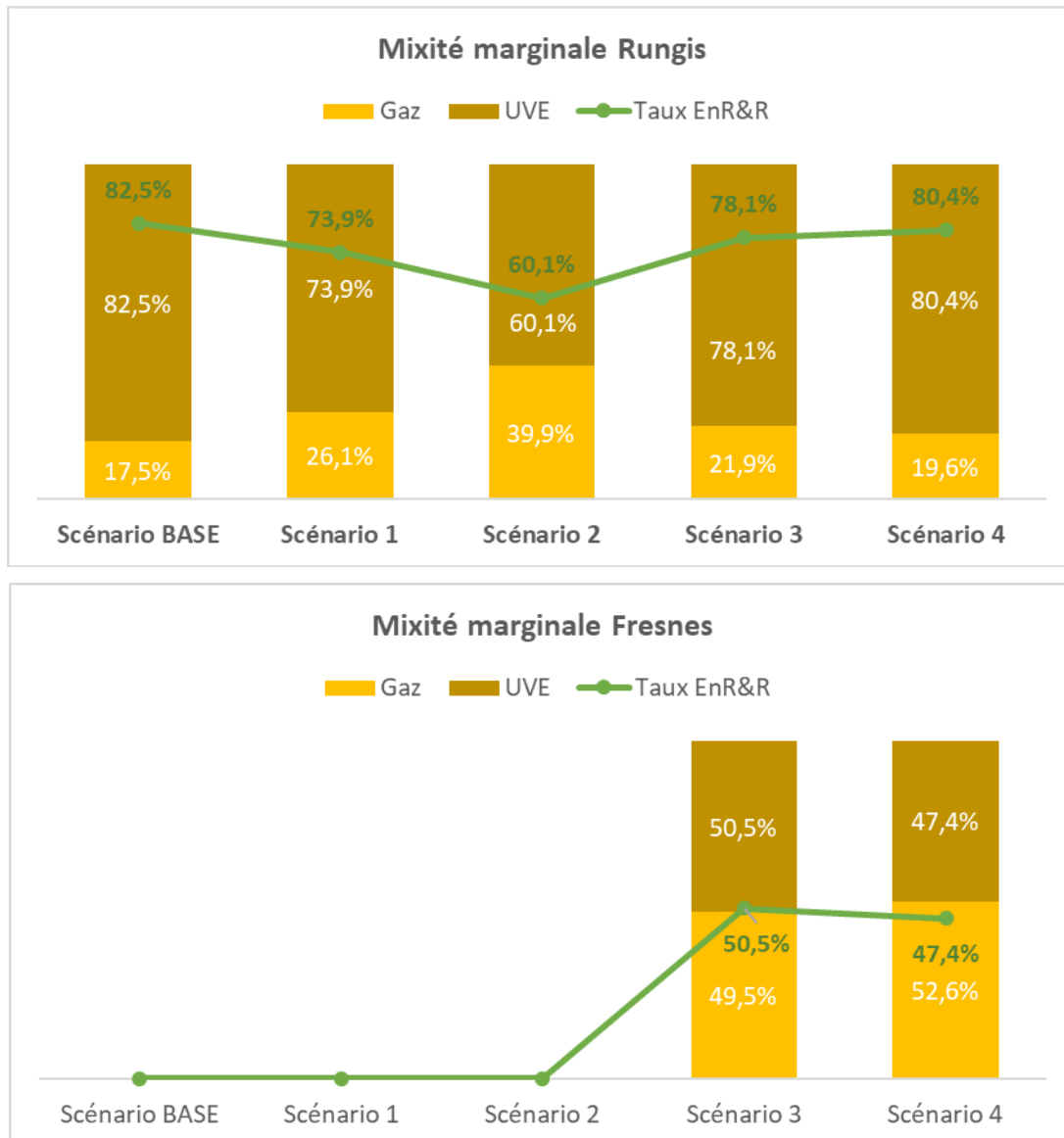
7.2.1.2 Mixité globale

La mixité globale obtenue pour chaque scénario avec les moyens de production actuels est présentée sur le graphe ci-dessous. On note que quelque soit le scénario de développement on reste à un taux d'EnR&R élevé, qui reste supérieur à 88%.



7.2.1.3 Mixité marginale de la ville de Rungis et de la ville de Fresnes

Au-delà de la mixité globale du réseau, il est intéressant d'observer la **mixité marginale des exports qui ne sont pas alimentés en 100% EnR&R**. Il s'agit des exports vers la ville de Rungis et vers la ville de Fresnes.



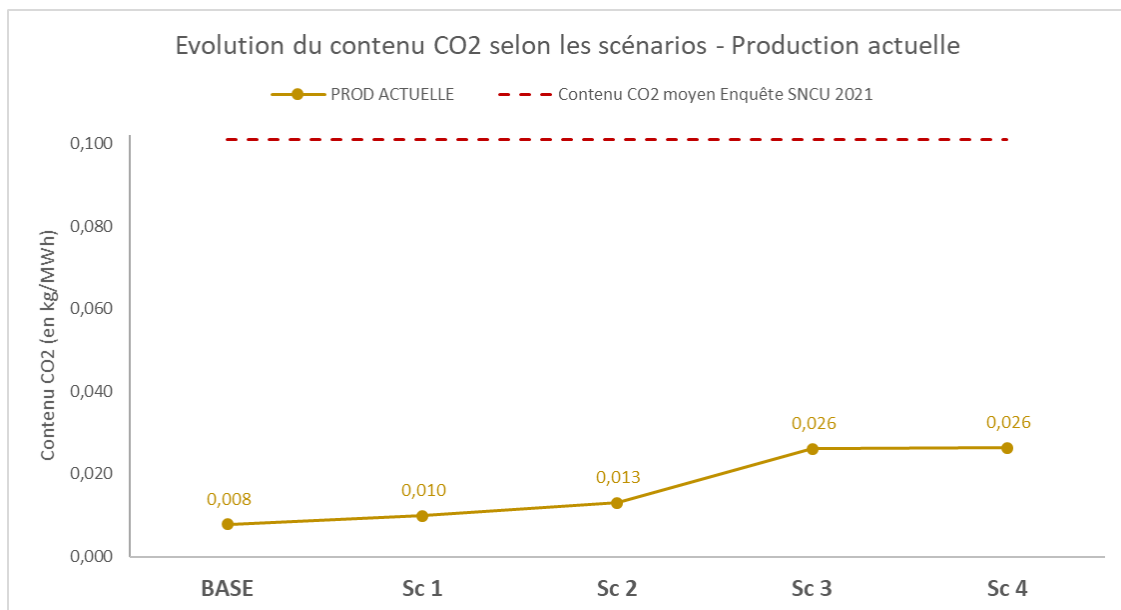
On note qu'avec les moyens de production actuels :

- ➔ La SEMMARIS est a priori capable de maintenir un niveau élevé d'EnR&R pour la ville de Rungis, autour de 75-80%, hormis dans le cas où l'on développe les ventes vers le réseau du SICUCV,
- ➔ Il serait possible de fournir à Fresnes un mix autour de 50% d'EnR&R, ce qui est assez peu élevé et ne présente donc pas un réel intérêt pour la ville.

7.2.1.4 Contenu CO2

Les émissions et le contenu CO2 pour les différents scénarios avec les moyens de production actuels sont présentés dans le tableau et le graphe ci-dessous.

PRODUCTION ACTUELLE	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de tonnes de CO2 émises (t CO2)	1 361	1 877	2 643	5 580	5 696
Nombre de MWh vendus (MWh livrés)	173 916	189 204	202 302	214 178	216 222
Contenu CO2 (kg/kWh)	0,008	0,010	0,013	0,026	0,026



On constate que quel que soit le scénario de développement le niveau d'émission de CO2 reste très faible et largement en-dessous de la moyenne nationale des réseaux de chaleur, du fait de la forte couverture EnR&R. Il est compris entre 0,008 kg CO2/MWh et 0,026 kg CO2/MWh.

7.2.2 Moyens de production actuels + géothermie au DOGGER

7.2.2.1 Valorisation de la géothermie

Le pourcentage de géothermie valorisé par rapport à la production maximale attendue selon les scénarios de développement est présenté dans le tableau ci-dessous.

On note que le débit maximal attendu pour la géothermie est de 200 m³.h.

Production GLOBALE	Scénario BASE	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Production max géo estimée	47 265 MWh	48 819 MWh	48 341 MWh	48 819 MWh	48 744 MWh
Production géo scénario	30 332 MWh	35 626 MWh	35 356 MWh	35 770 MWh	35 770 MWh
% Géothermie valorisée	64,2%	73,0%	73,1%	73,3%	73,4%

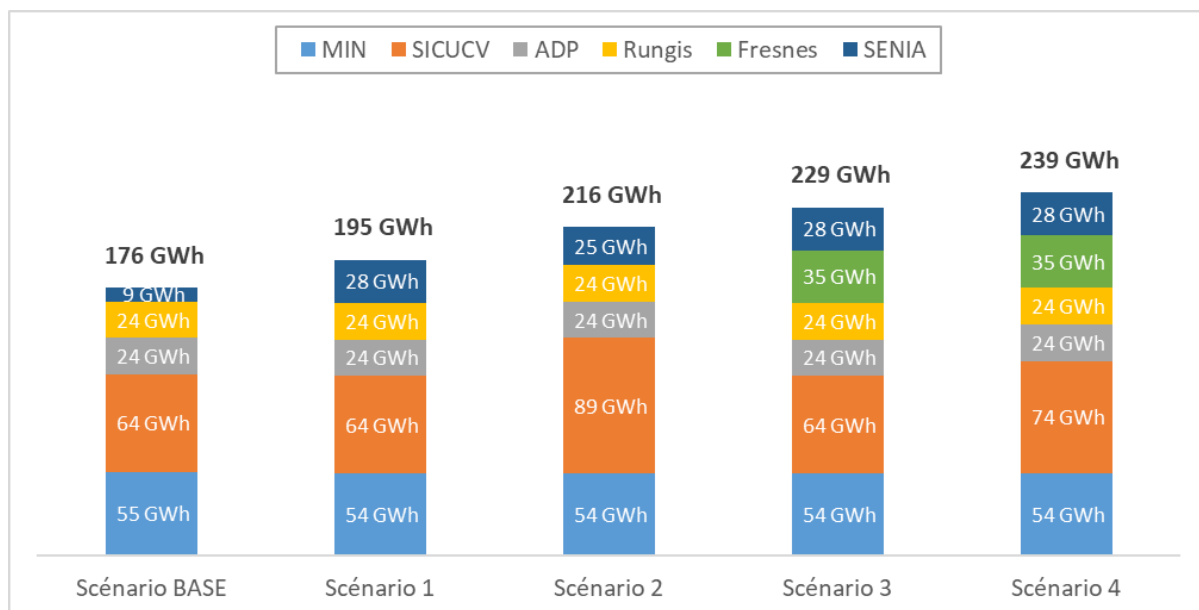
D'après nos simulations il serait possible de valoriser entre 64% et 73% du potentiel maximal d'un puits géothermal qui serait mis en place sur le périmètre du M.I.N. Cela représente un volume de chaleur produite compris entre 30 et 36 GWh/an.

NB : on note que :

- La valorisation de la géothermie dépend fortement de la température retour sur le réseau. Nos simulations ont été faites en considérant une situation où le primaire et le secondaire du réseau sont pilotés sur la base de courbes de chauffe. Cependant les enregistrements 2021 montre une température de départ réseau relativement constante quelle que soit la température extérieure. Il sera donc nécessaire d'apporter des améliorations sur ce point si le choix de mettre en place une géothermie était retenu,
- Il serait envisageable d'augmenter la production géothermale en intégrant une pompe à chaleur complémentaire. Cependant cette possibilité n'a pas été étudiée dans le cadre de ce schéma directeur et devra donc faire l'objet d'une étude complémentaire si cela semblait nécessaire dans le futur.

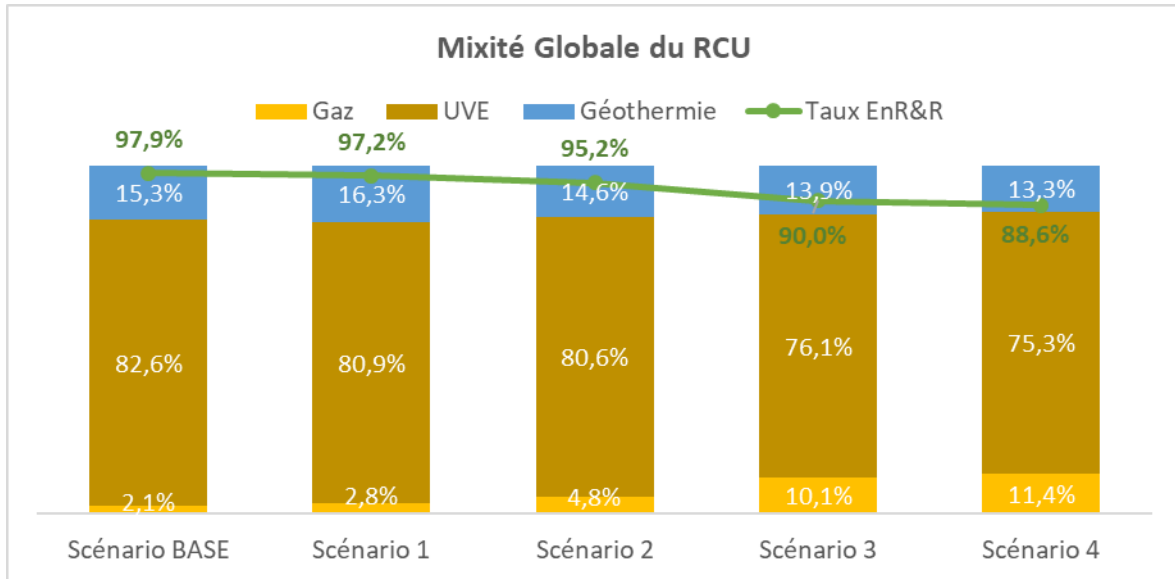
7.2.2.2 Ventes de chaleur estimées

Les ventes de chaleur estimées pour chaque scénario de développement sont présentées sur le graphique suivant. On constate qu'avec mise en place d'un puits de géothermie au DOGGER en complément à l'UVE, on atteint un niveau de ventes maximal de 239 GWh/an.



7.2.2.3 *Mixité globale*

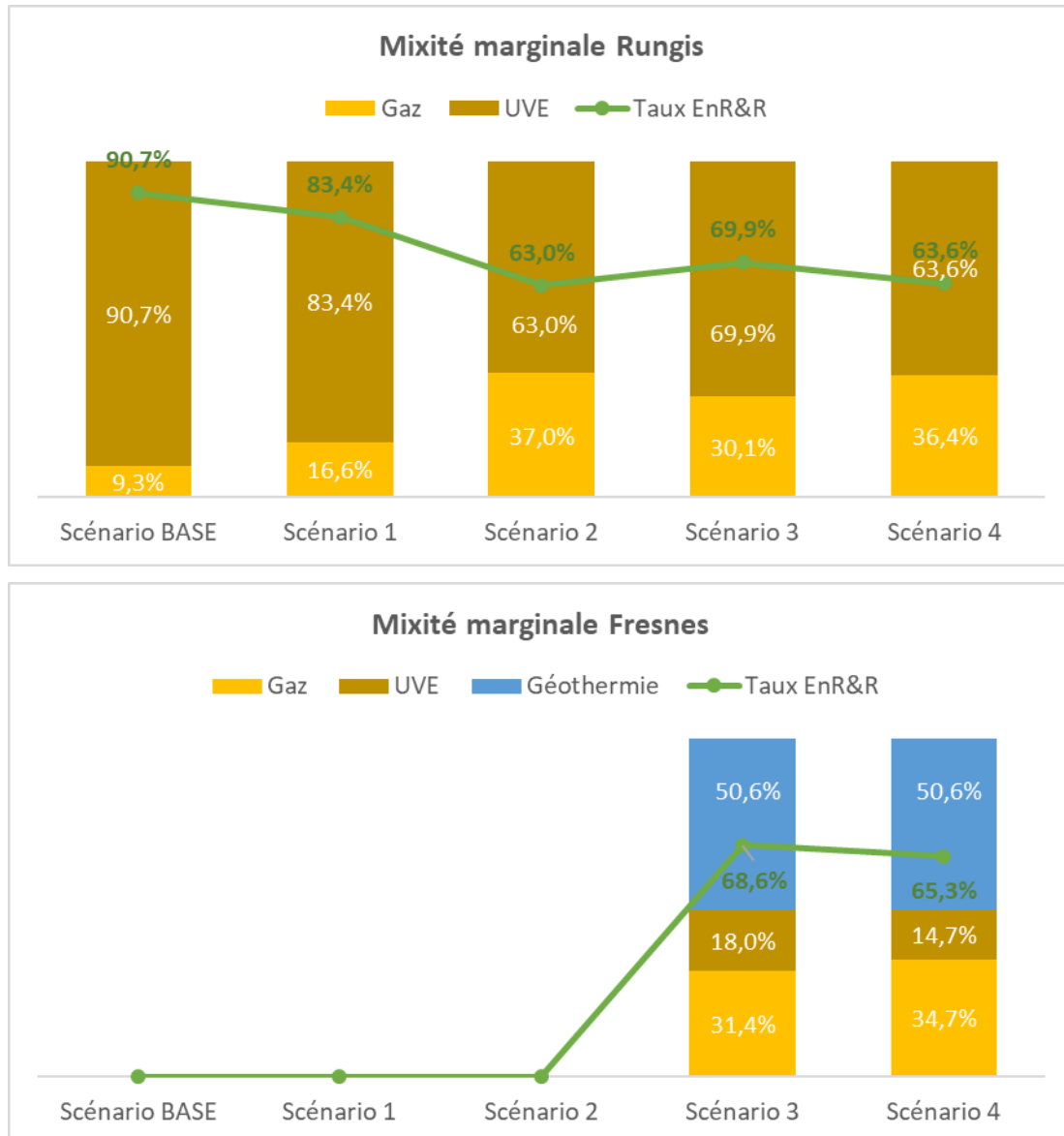
La mixité globale obtenue pour chaque scénario avec la mise en place d'un puits de géothermie en complément de l'UVE est présentée sur le graphe ci-dessous. On note que quelque soit le scénario de développement on reste à un **taux d'EnR&R élevé, qui reste supérieur à 88%**. Au global **les taux d'EnR&R pour chaque scénario sont très légèrement supérieurs** à ceux sans mise en place d'une géothermie.



7.2.2.4 Mixité marginale de la ville de Rungis et de la ville de Fresnes

Au-delà de la mixité globale du réseau, il est intéressant d'observer la **mixité marginale des exports qui ne sont pas alimentés en 100% EnR&R**. Il s'agit des exports vers la ville de Rungis et vers la ville de Fresnes.

On note que **la sous-station d'export vers la ville de Rungis étant située sur une antenne HP**, on considère qu'elle ne bénéficie pas de la chaleur issue de la géothermie.



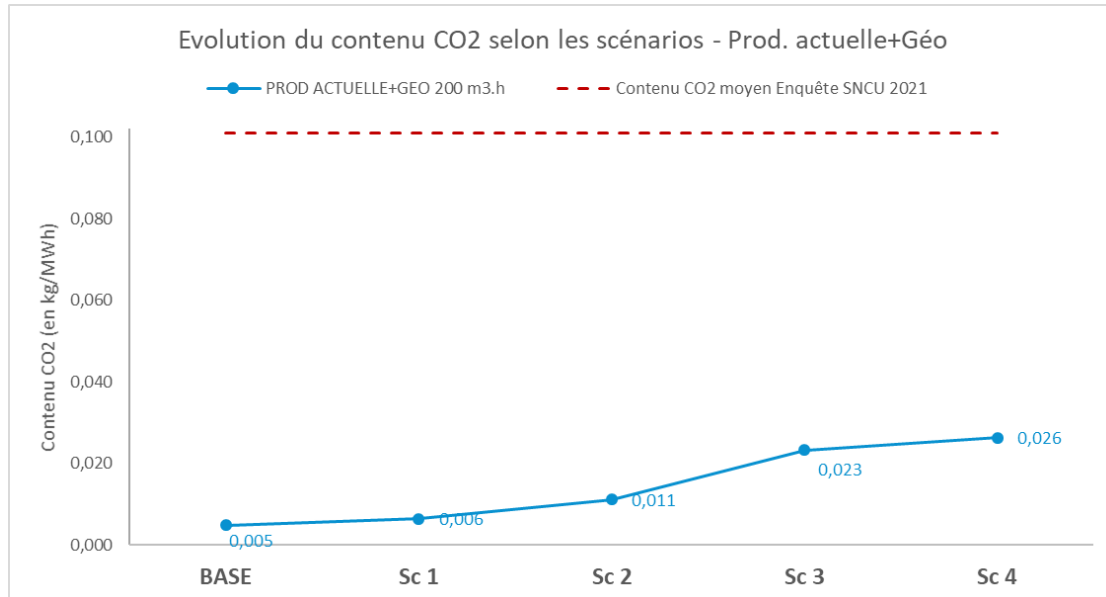
On note qu'avec l'ajout d'un puits de géothermie aux moyens de production actuels :

- ➔ On atteint **un niveau élevé d'EnR&R plus élevé pour la ville de Rungis dans le scénario de BASE** que dans le cas où l'on ne met pas en place de moyen de production EnR&R supplémentaire
- ➔ Dans les scénarios avec plus de développements, le taux d'EnR&R marginal de la ville de Rungis est un peu moins élevé que dans le cas où l'on ne met pas en place de moyen de production EnR&R supplémentaire. Cela est dû à des développements de ventes plus conséquents.
- ➔ On pourrait fournir à Fresnes **un mix autour de 65-68% d'EnR&R, ce qui est intéressant.**

7.2.2.5 Contenu CO₂

Les émissions et le contenu CO₂ pour les différents scénarios avec mise en place d'un doublet géothermal sont présentés dans le tableau et le graphe ci-dessous.

PROD ACTUELLE+GEO 200 m3.h	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de tonnes de CO ₂ émises (t CO ₂)	839	1 242	2 390	5 313	6 278
Nombre de MWh vendus (MWh livrés)	176 297	194 700	216 235	229 304	239 105
Contenu CO₂ (kg/kWh)	0,005	0,006	0,011	0,023	0,026



On constate que quel que soit le scénario de développement le niveau d'émission de CO₂ reste très faible et largement en-dessous de la moyenne nationale des réseaux de chaleur, du fait de la forte couverture EnR&R. Il est compris entre 0,005 kg CO₂/MWh et 0,026 kg CO₂/MWh.

Sur le plan du contenu CO₂ il n'y a pas de réelle différence entre la modélisation avec les moyens de production actuels et celle avec mise en place d'un doublet géothermal.

7.2.3 Moyens de production actuels + biomasse en appoint

7.2.3.1 Valorisation biomasse et puissance installée

La puissance et le nombre d'heures de fonctionnement équivalent pleine puissance estimées pour la biomasse selon les scénarios de développement sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Production GLOBALE	Scénario BASE	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
P installée biomasse (MW)	4	4	4,5	6	9
Nombre d'heures de fonctionnement	1 488	2 448	3 480	4 440	3 840
Nombre heures éq. pleine puissance	1 319	1 821	2 512	4 020	3 073

La puissance de la biomasse à installer serait comprise entre 4 MW (scénario de BASE) et 9 MW (scénario de développement maximal).

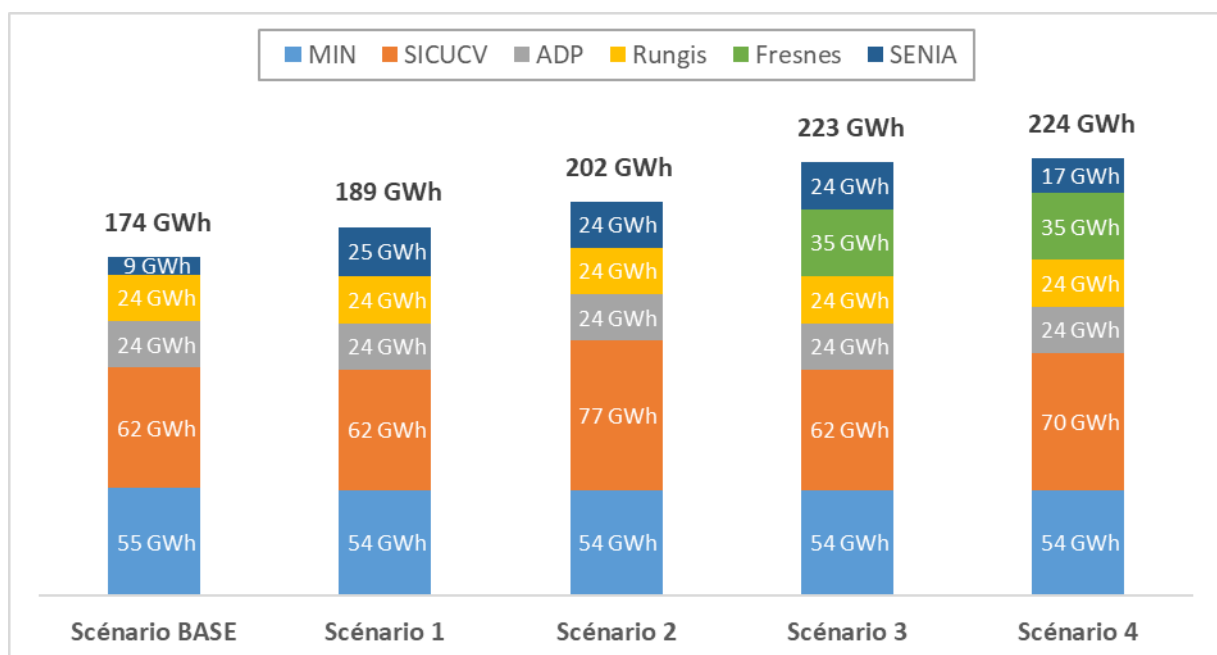
D'après nos simulations il serait possible de faire fonctionner une chaudière biomasse en appoint entre 1 300 et 4 000 h équivalent pleine puissance.

NB : on note que la puissance de la chaudière biomasse à installer a été déterminée en première approche, à un niveau préfaisabilité sur des critères uniquement techniques. Dans le cas où cette solution était retenue il serait nécessaire d'affiner cette puissance en recherchant un optimum technico-économique.

7.2.3.2 Ventes de chaleur estimées

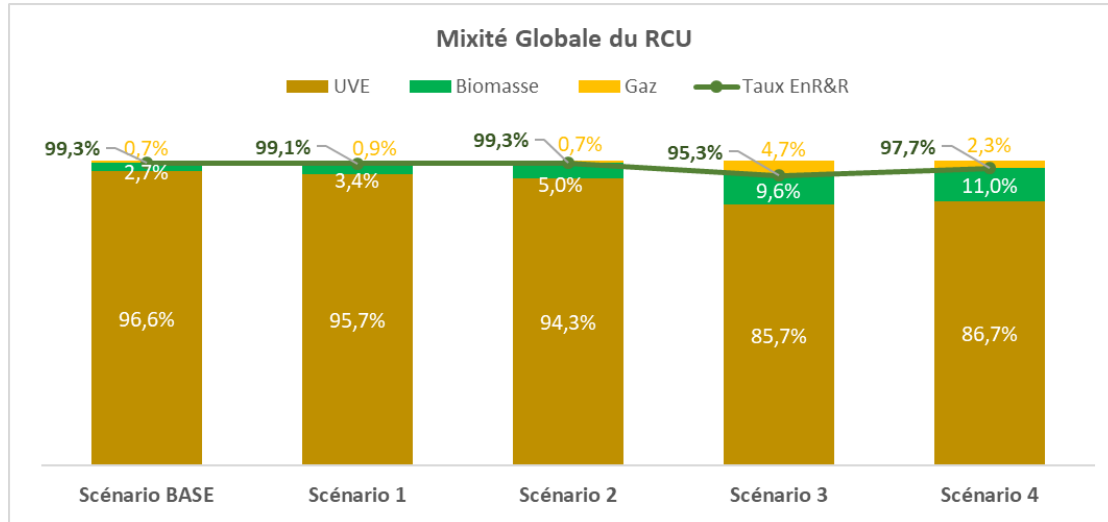
Les ventes de chaleur estimées pour chaque scénario de développement sont présentées sur le graphique suivant. On constate qu'avec mise en place d'une biomasse en appoint, en substitution au gaz, on atteint un niveau de ventes maximal de 224 GWh/an.

L'augmentation des ventes par rapport à la situation actuelle (UVE uniquement) est permise par la prise en compte d'une part biomasse dans le mix exporté vers la Ville de Rungis, et vers la ville de Fresnes pour les scénarios concernés. A noter que cela nécessiterait un avenant au contrat de fourniture de la ville de Rungis, qui prévoit à l'heure actuelle uniquement un mix UVE/gaz.



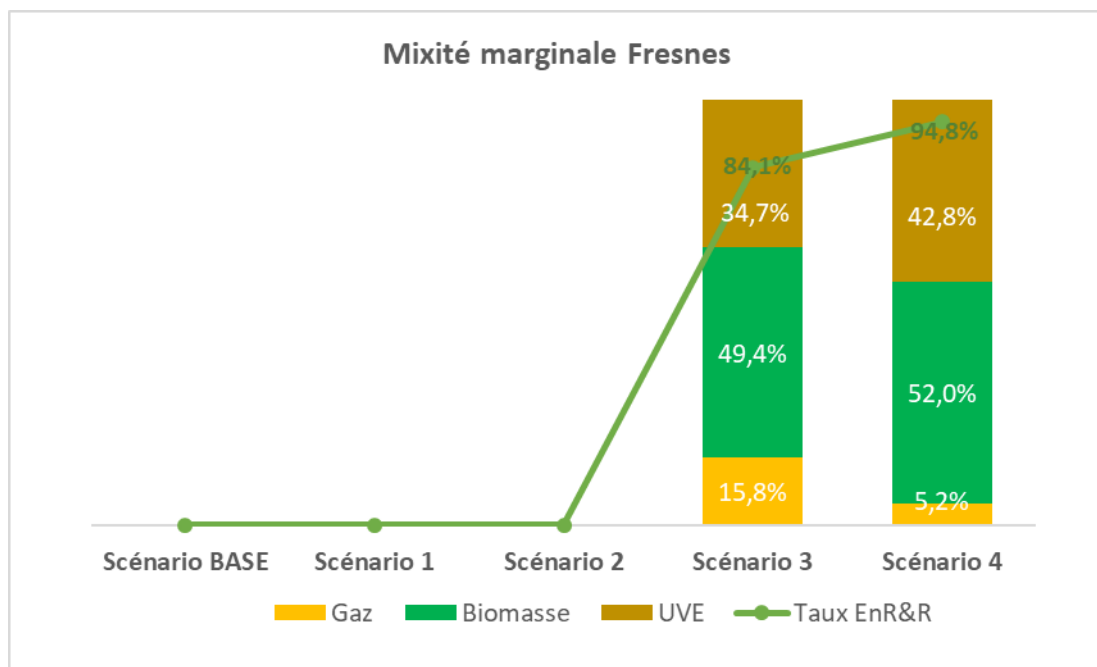
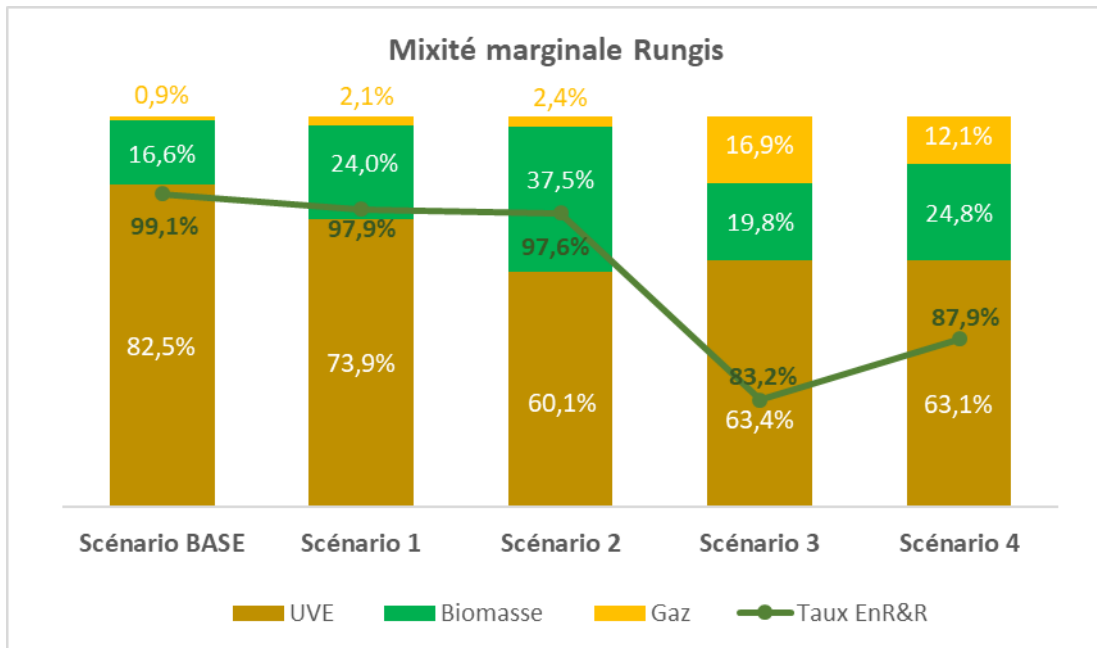
7.2.3.3 *Mixité globale*

La mixité globale obtenue pour chaque scénario avec la mise en place d'une chaudière biomasse en appoint de l'UVE est présentée sur le graphe ci-dessous. On note que la mise en place d'une biomasse en appoint permet de conserver un taux d'EnR&R supérieur à 95% quelque soit le scénario de développement. Au global on a une amélioration du taux d'EnR&R pour chaque scénario par rapport au cas de figure sans nouveau moyen de production (UVE uniquement).



7.2.3.4 Mixité marginale de la ville de Rungis et de la ville de Fresnes

Au-delà de la mixité globale du réseau, il est intéressant d'observer la **mixité marginale des exports qui ne sont pas alimentés en 100% EnR&R**. Il s'agit des exports vers la ville de Rungis et vers la ville de Fresnes.



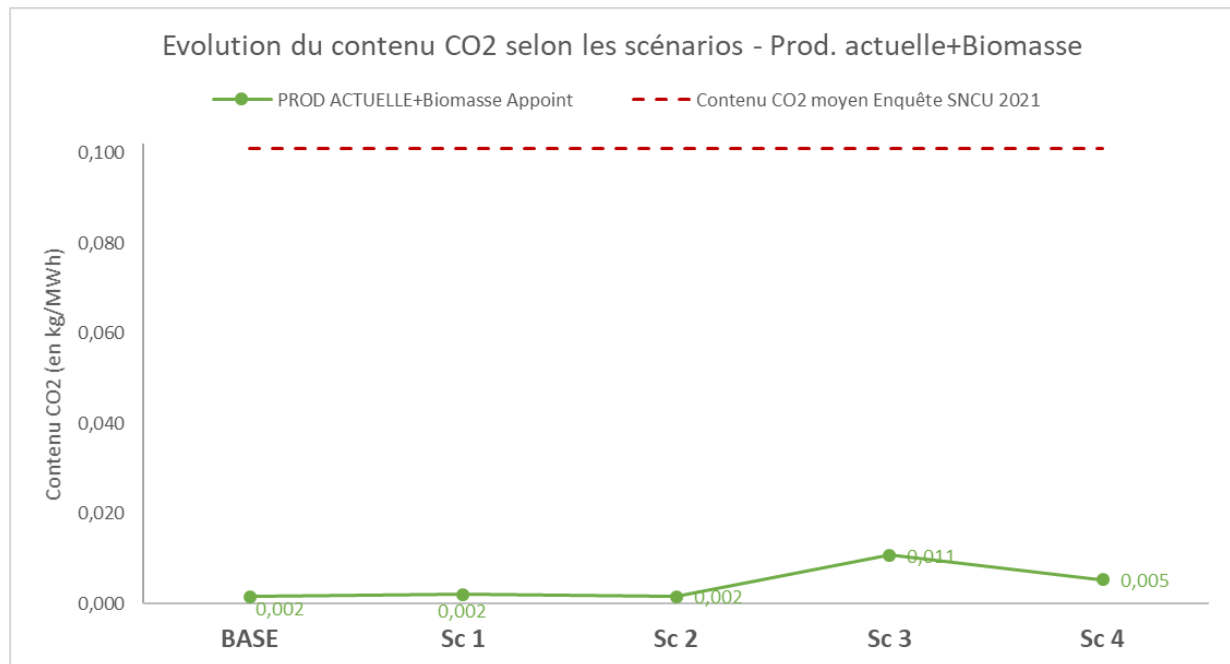
On note qu'avec la mise en place d'une biomasse en substitution à l'appoint gaz actuel :

- ➔ On atteint un niveau élevé d'EnR&R plus élevé pour la ville de Rungis dans l'ensemble des scénarios par rapport au cas où l'on ne met pas en place de moyen de production EnR&R supplémentaire
- ➔ On pourrait fournir à Fresnes un mix autour de 84-94% d'EnR&R, ce qui est particulièrement intéressant, mais nécessite cependant une puissance installée de biomasse supérieure.

7.2.3.5 Contenu CO2

Les émissions et le contenu CO2 pour les différents scénarios avec mise en place d'une biomasse en appoint sont présentés dans le tableau et le graphe ci-dessous.

PROD ACTUELLE+Biomasse Appoint	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de tonnes de CO2 émises (t CO2)	279	384	326	2 396	1 205
Nombre de MWh vendus (MWh livrés)	173 916	189 204	202 302	222 793	224 330
Contenu CO2 (kg/kWh)	0,002	0,002	0,002	0,011	0,005

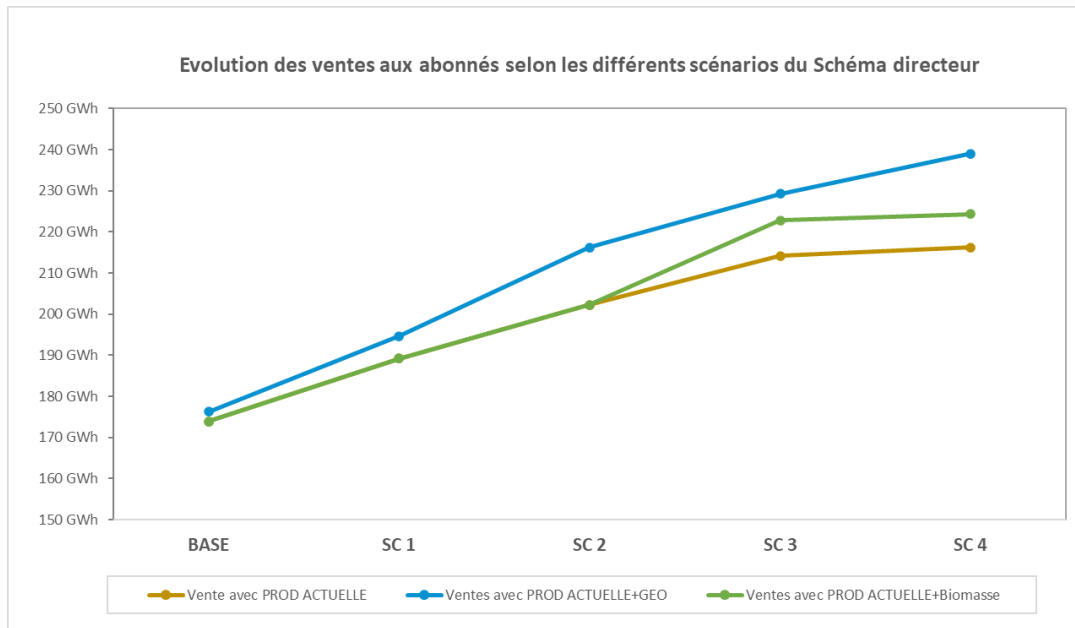


On constate que quel que soit le scénario de développement le niveau d'émission de CO2 reste très faible et largement en-dessous de la moyenne nationale des réseaux de chaleur, du fait de la forte couverture EnR&R. Il est compris entre 0,002 kg CO2/MWh et 0,011 kg CO2/MWh.

Sur le plan du contenu CO2 la mise en place d'une chaudière biomasse en substitution du gaz permet de diminuer de manière significative les émissions par rapport aux moyens de production actuels. Cependant le contenu CO2 initial du réseau est déjà peu élevé, par conséquent cette amélioration doit être mise en perspective avec les investissements à consentir pour la mise en place de la biomasse.

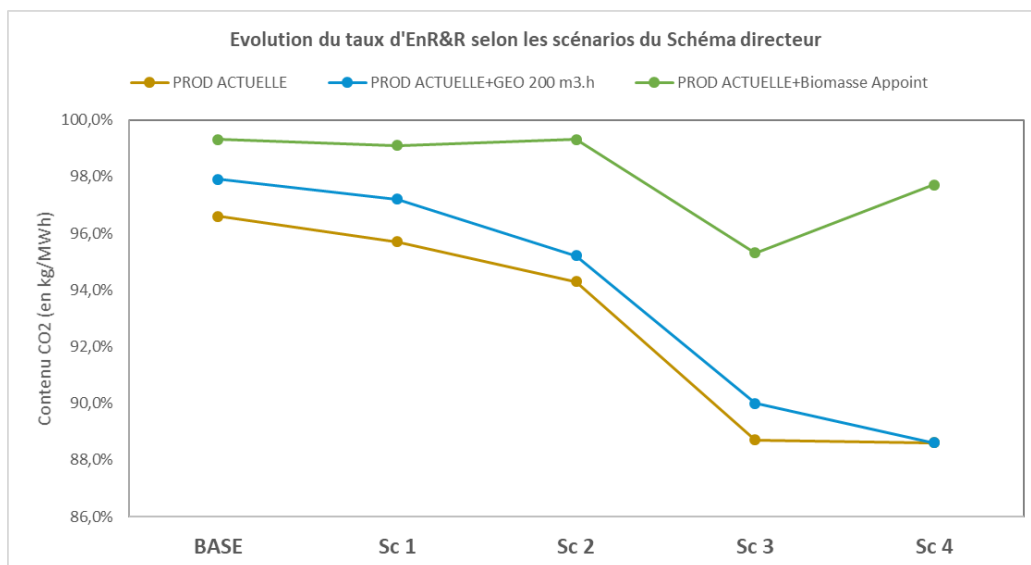
7.3 Synthèse technique des scénarios

L'évolution des ventes aux abonnés selon les moyens de production mis en place et les différents scénarios de développement est présentée sur le graphe ci-dessous.



On constate que :

- ➔ La mise en place d'une géothermie permet de rehausser d'environ 20 GWh les ventes pour les scénarios avec le plus de développements,
- ➔ La mise en place d'une biomasse en appoint permet de rehausser d'environ 10 GWh les ventes de chaleur, uniquement pour les scénarios avec un développement vers Fresnes.



On constate que :

- ➔ La mise en place d'une géothermie permet de rehausser d'1 ou 2% le taux d'EnR&R global du réseau de la SEMMARIS,
- ➔ La mise en place d'une biomasse en appoint permet de rehausser d'entre 4 et 10% le taux d'EnR&R du réseau de la SEMMARIS.

8 Analyse économique des scénarios

8.1 Hypothèses économiques

8.1.1 Investissements

8.1.1.1 Géothermie

Les investissements estimés pour la mise en place d'un doublet géothermal au DOGGER sur le périmètre de la SEMMARIS sont indiqués dans le tableau suivant.

Chiffage Géo	Q	U	PU (k€HT)	Montant (k€HT)
Bâtiment	250	m ²	2	550
Forages	1	Forfait	10 000	10 000
Plateforme	5000	m ²	0	500
Echangeurs Géo	2	Unité	120	240
Pompes immergées et équipements de puits	1	Forfait	600	600
Boucle Géothermale	1	Forfait	500	500
Commun	1	Forfait	500	500
Pompes + variateurs	1	Forfait	200	200
Supervision	1	Forfait	150	150
MOE et aléas	8,0%	% Trx	/	1 059
Assurances	1,5%	% Trx + MO	/	214
SAF environnement	3,5%	% Forage	/	350
Total hors Subventions				14 864

Les investissements pour la mise en place de la boucle géothermale (doublet + échangeurs et pompes) sont estimés à **15 M€ HT**.

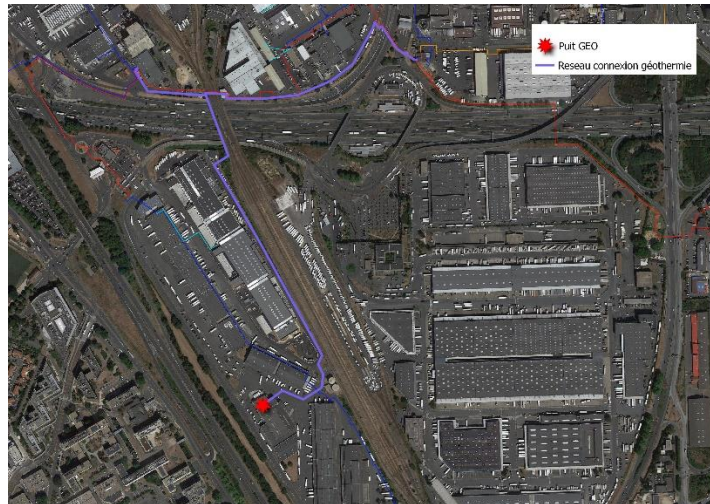
A noter que dans le scénario avec mise en place d'une géothermie on prévoit que l'investissement lié au doublet géothermal pourrait être par une société tierce, qui revendrait la chaleur à la SEMMARIS. Pour les besoins de notre étude nous considérons donc que cet investissement n'est donc pas à consentir par la SEMMARIS.

Il est nécessaire d'ajouter à ce coût le **prix du feeder de raccordement BP de la centrale géothermale au reste du réseau de la SEMMARIS**, y compris la zone SENIA et ses futurs projets urbains. Cet investissement serait, lui, porté par la SEMMARIS.

En effet, les études préliminaires réalisées par le bureau d'étude sous-sol en parallèle à ce schéma directeur ont déterminé que la zone la plus favorable pour la mise en place des puits est au niveau de la zone Entrepôts.

Le passage via le pont de l'A86 sur lequel chemine l'antenne actuel étant saturé, il serait a priori nécessaire de trouver une autre solution pour traverser l'autoroute.

Dans le cadre de ce schéma directeur nous posons l'hypothèse d'un passage via le pont de la voie ferrée (voir plan ci-dessous).



Le coût estimé pour ce feeder d'alimentation est présenté dans le tableau suivant et est compris entre 1,3 et 2 M€ HT. A noter qu'il varie entre le scénario de BASE et le reste des scénarios du fait de l'absence d'un raccordement de la zone SENIA donc le scénario de BASE.

Feeder raccordement géothermie - Via Pont Voie Ferrée (DN 200)	BASE	SC 1 à 4
Longueur (ml de tranchée)	900	1400
Coût (€ HT)	1 350 000 €	2 100 000 €

8.1.1.2 Biomasse

Le coût de la mise en place d'une chaufferie biomasse en appoint selon les scénarios est présenté dans le tableau ci-dessous. Il comprend la réalisation du process biomasse et d'un bâtiment.

Il est calculé sur la base de retours d'expérience en interne et des ratios issus de l'étude ADEME - *Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels (2015)*.

	Biomasse BASE	Biomasse SC 1	Biomasse SC 2	Biomasse SC 3	Biomasse SC 4
Puissance installée (MW)	4	4	4,5	6	9
Coût estimé hors subventions (€ HT)	4 400 000 €	4 400 000 €	4 950 000 €	6 600 000 €	9 000 000 €
Dont coût bâtiment	2 420 000 €	2 420 000 €	2 722 500 €	3 630 000 €	4 500 000 €
Dont coût process bois / hydraulique, électricité, régulation / Etudes	1 980 000 €	1 980 000 €	2 227 500 €	2 970 000 €	4 500 000 €

Le coût de la mise en place d'une biomasse en appoint serait compris entre 4 et 9 M€ HT.

8.1.1 Subventions

On prend comme hypothèse un niveau de subventions de 25% sur les investissements biomasse et géothermie.

8.1.2 *Amortissements*

On prend comme hypothèse que l'ensemble des investissements sont amortis par la SEMMARIS sur une **durée de 20 ans à un taux de 2%**.

Les **annuités correspondantes** pour chaque investissement, **après prise en compte des subventions**, sont les suivantes :

	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Annuité géothermie	681 761 € HT				
Annuité feeder géothermie	82 562 € HT	128 429 € HT			
Annuité biomasse	201 817 € HT	201 817 € HT	227 044 € HT	302 726 € HT	412 808 € HT

8.1.3 Tarifs d'achat de l'énergie

Les tarifs d'achat des différentes énergies sont présentés dans le tableau suivant.

Tarif P1 - Achats énergie - en €HT /MWh u produits	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
P1 : UVE Hiver Clients SEMMARIS	Données confidentielles				
P1 : UVE Eté Clients SEMMARIS					
P1 : UVE Hiver ADP					
P1 : UVE Eté ADP					
P1 : UVE Hiver SICUCV					
P1 : UVE Eté SICUCV					
P1 : UVE Hiver Rungis / Fresnes					
P1 : UVE Eté Rungis / Fresnes					
P1 : GEO	49,97	43,63	43,91	43,49	43,49
P1 : Biomasse (plaquettes forestières)	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37
P1 : Gaz Rungis / Fresnes	Données confidentielles				

On note que :

- ➔ Les **tarifs d'achat de chaleur à l'UVE** sont ceux définis par les contrats de fourniture existants. Pour les tarifs de Fresnes on prend l'hypothèse de tarifs équivalents à ceux de la ville de Rungis.
- ➔ Les **tarifs d'achat de chaleur géothermal** sont calculés sur la base du bilan investissement – exploitation, avec une marge de 10%.
- ➔ Le **tarif d'achat des plaquettes forestières** est basé sur nos retours d'expériences sur le suivi de l'exploitation de chaufferies biomasse, avec des prix correspondant à l'année 2021.
- ➔ Le **tarif d'achat du gaz** est basé sur le tarif moyen du gaz acheté par la SEMMARIS en 2021.

8.1.4 Coût d'achat des quotas de CO2

La chaufferie de la SEMMARIS est soumise au plan de surveillance des émissions de CO2, et doit à ce titre acheter les quotas de CO2 dépassant son allocation annuelle de quotas gratuits.

L'estimation du coût d'achat des quotas de CO2 selon les différents scénarios est présentée dans les tableaux ci-dessous. On prend comme hypothèse un prix à la tonne de CO2 de 53,32 € HT/tonne, qui correspond au prix moyen 2021 sur le marché européen d'échange de quotas.

PRODUCTION ACTUELLE	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de quotas gratuits alloués (t CO2)	35	35	35	35	35
Nombre de tonnes de CO2 émises (t CO2)	1 361	1 877	2 643	5 580	5 696
Nombre de quotas de CO2 à acheter	1 326	1 842	2 608	5 545	5 661
Prix à la tonne de CO2 (prix moyen 2021)	53,32	53,32	53,32	53,32	53,32
Coût Achats CO2 (€ HT)	70 702	98 236	139 062	295 676	301 862

PROD ACTUELLE+GEO 200 m3.h	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de quotas gratuits alloués (t CO2)	35	35	35	35	35
Nombre de tonnes de CO2 émises (t CO2)	839	1 242	2 390	5 313	6 278
Nombre de quotas de CO2 à acheter	804	1 207	2 355	5 278	6 243
Prix à la tonne de CO2 (prix moyen 2021)	53,32	53,32	53,32	53,32	53,32
Coût Achats CO2 (€ HT)	42 862	64 373	125 574	281 400	332 894

PROD ACTUELLE+Biomasse Appoint	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Nombre de quotas gratuits alloués (t CO2)	35	35	35	35	35
Nombre de tonnes de CO2 émises (t CO2)	279	384	326	2 396	1 205
Nombre de quotas de CO2 à acheter	244	349	291	2 361	1 170
Prix à la tonne de CO2 (prix moyen 2021)	53,32	53,32	53,32	53,32	53,32
Coût Achats CO2 (€ HT)	13 032	18 618	15 492	125 913	62 395

On constate que le coût annuel d'achat des quotas de CO2 est fortement abaissé par la mise en place d'une chaudière d'appoint biomasse en substitution de l'appoint gaz.

8.1.1 Coût de l'exploitation

8.1.1.1 Géothermie

Les **coûts d'exploitation estimés pour la géothermie** sont présentés dans le tableau ci-dessous. A noter que le coût du P1 est calculé sur la base d'un prix de l'électricité de **100 € HT/MWh** et d'un **COP (coefficient de performance) de la géothermie de 15**.

Ces coûts d'exploitation sont estimés sur la base de retours d'expérience de nos missions de suivi d'exploitation de réseau alimentés par des géothermies au DOGGER.

Charges annuelles	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Coût du P1 (€ HT)	202 213	237 507	235 707	238 467	238 467
Coût du P2 (€ HT)	111 733	111 733	111 733	111 733	111 733
Coût du P3 (€ HT)	382 167	382 167	382 167	382 167	382 167
Coût TOTAL P1-P2-P3 (€ HT)	696 113	731 407	729 607	732 367	732 367

Coût par MWh livré	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Coût du P1 (€ HT/MWh livré)	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
Coût du P2 (€ HT/MWh livré)	3,68	3,14	3,16	3,12	3,12
Coût du P3 (€ HT/MWh livré)	12,60	10,73	10,81	10,68	10,68
Coût TOTAL P1-P2-P3 (€ HT/MWh livré)	22,95	20,53	20,64	20,47	20,47

On note que dans l'analyse des scénarios **on considère que la SEMMARIS n'assumera pas directement ces coûts d'exploitation**, qui seront pris en charge par la société gestionnaire du puit de géothermie.

8.1.1.2 Biomasse

Les **coûts d'exploitation estimés pour la chaufferie biomasse** sont présentés dans le tableau ci-dessous. A noter que le coût du P1 est calculé sur la base du prix des plaquettes forestières indiqué en 8.1.3.

Les coûts d'exploitation P2 et P3 sont calculés à partir des ratios issus de l'étude ADEME - *Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels (2015)*.

Charges annuelles	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Coût du P1 (€ HT)	154 103	212 794	330 263	704 697	808 027
Coût du P2 (€ HT)	58 025	80 124	124 355	265 342	304 249
Coût du P3 (€ HT)	46 200	46 200	51 975	69 300	94 500
Coût TOTAL P1-P2-P3 (€ HT)	258 328	339 118	506 593	1 039 339	1 206 776

Coût par MWh livré	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Coût du P1 (€ HT/MWh livré)	29,21	29,21	29,21	29,21	29,21
Coût du P2 (€ HT/MWh livré)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Coût du P3 (€ HT/MWh livré)	8,76	6,34	4,60	2,87	3,42
Coût TOTAL P1-P2-P3 (€ HT/MWh livré)	48,97	46,56	44,81	43,09	43,63

8.1.2 *Tarifs de vente de l'énergie*

8.1.2.1 *Tarif R1*

Les tarifs R1 unitaire de vente aux abonnés selon la source d'énergie sont présentés dans le tableau suivant.

Tarif R1 - Ventes aux abonnés - en €HT / MWh u livrés	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
R1 : UVE Hiver Clients SEMMARIS	Données confidentielles				
R1 : UVE Eté Clients SEMMARIS					
R1 : UVE Hiver ADP					
R1 : UVE Eté ADP					
R1 : UVE Hiver SICUCV					
R1 : UVE Eté SICUCV					
R1 : UVE Hiver Rungis / Fresnes					
R1 : UVE Eté Rungis / Fresnes					
R1 : GEO	54,97	48,00	48,30	47,84	47,84
R1 : Biomasse	95,95	81,69	71,38	61,20	64,41
R1 : Gaz Rungis / Fresnes	Données confidentielles				

On note que :

- ➔ Les tarifs R1 de vente de chaleur UVE sont ceux définis par les contrats de fourniture existants. Pour les tarifs de Fresnes on prend l'hypothèse de tarifs équivalents à ceux de la ville de Rungis.
- ➔ Le tarif R1 de vente de chaleur issue de la géothermie est calculé sur la base du tarif d'achat de la chaleur géothermale par la SEMMARIS, avec une marge de 10%. Les détails du calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Nombre de MWh produits (MWh)	30 332	35 626	35 356	35 770	35 770
Coût P1-P2-P3 (€ HT/MWh)	22,95	20,53	20,64	20,47	20,47
Coût amortissement (€ HT/MWh)	22,48	19,14	19,28	19,06	19,06
Marge de 10% gestionnaire géothermie (€ HT/MWh)	4,54	3,97	3,99	3,95	3,95
Marge de 10% SEMMARIS (€ HT/MWh)	5,00	4,36	4,39	4,35	4,35
R1 géothermie (€ HT/MWh)	54,97	48,00	48,30	47,84	47,84

- ➔ Le tarif R1 de vente de la chaleur issue de l'appoint biomasse est calculé sur la base du bilan investissement – exploitation P1/P2/P3 de la chaufferie biomasse, avec une marge de 10%. Les détails du calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	BASE	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4
Nombre de MWh produits (MWh)	5 275	7 284	11 305	24 122	27 659
Coût P1-P2-P3 (€ HT/MWh)	48,97	46,56	44,81	43,09	43,63
Coût amortissement (€ HT/MWh)	38,26	27,71	20,08	12,55	14,92
Marge de 10% SEMMARIS (€ HT/MWh)	8,72	7,43	6,49	5,56	5,86
R1 Biomasse (€ HT/MWh)	95,95	81,69	71,38	61,20	64,41

- ➔ Le tarif R1 de vente de la chaleur issue de l'appoint gaz est basé sur le tarif moyen de vente du gaz à la ville de Rungis en 2021.

8.1.2.2 Tarif R2 et puissances souscrites

Le tarif R2 appliqué pour la facturation de l'abonnement des clients SEMMARIS hors Export est celui de juillet 2021.

La puissance souscrite associée aux clients SEMMARIS hors export selon les scénarios est présentée dans le tableau ci-dessous.

	BASE	Sc 1	Sc 2	Sc 3	Sc 4
Puissance souscrite clients SEMMARIS hors dèv SENIA (kW)	20 985	18 150	18 150	18 150	18 150
Puissance souscrite clients SEMMARIS : dèv SENIA (kW)	0	13 421	13 421	13 421	13 421
Puissance souscrite clients SEMMARIS : TOT (kW)	20 985	31 571	31 571	31 571	31 571

8.2 Compte de résultat

Données confidentielles.

8.3 Tarif R1 moyen aux différents abonnés

8.3.1 *Tarif R1 moyen Client SEMMARIS (hors Exports)*

Données confidentielles.

8.3.2 *Tarif R1 moyen Ville de Rungis*

Données confidentielles.

8.3.3 *Tarif R1 moyen Ville de Fresnes*

Données confidentielles.

8.4 Tarif de vente moyen aux clients SEMMARIS hors export

Données confidentielles.

8.5 Analyse de la sensibilité du résultat d'exploitation au prix du gaz

Données confidentielles.

9 Conclusion

La réalisation du schéma directeur de la SEMMARIS a permis de tirer les conclusions suivantes :

→ Le **potentiel de développement sur le périmètre du MIN de Rungis est limité** compte tenu de l'absence de surface disponible pour la création de nouvelles infrastructures.

Dans le cas où la SEMMARIS souhaite **développer ses ventes de chaleur ce sera donc par le biais d'export vers d'autres réseaux de chaleur**, ou vers les futurs projets urbains de la zone SENIA.

→ Les **moyens de production EnR&R supplémentaires envisageables** sur le périmètre de la SEMMARIS sont la **géothermie au DOGGER** ou la **mise en place d'une biomasse en appoint** afin de remplacer tout ou une partie de l'appoint au gaz naturel.

→ La **mise en place de nouveaux moyens de production EnR&R pourrait permettre :**

- Des **développements de ventes supplémentaires**,
- Une **élévation du taux EnR&R du réseau de la SEMMARIS**, ainsi que **des réseaux vers lesquels elle exporte**,
- Une **diversification du mix énergétique**, permettant de mieux faire face aux aléas que peut rencontrer l'UVE vieillissante,
- Une **diminution des émissions de gaz à effet de serre**, permettant de se rapprocher fortement de la neutralité carbone,
- De **diminuer l'impact de l'évolution du prix des énergies fossiles** sur le prix de vente aux abonnés.

10 Annexes

10.1 Annexe 1 - Liste des abonnés (2021)

N° SST	Nom abonné (2021)	Bâtiment SEMMARIS (OUI/NON)	Zone	P souscrite (2019)
3	CHRONOPOST	NON	CENTRE ROUTIER	57
6	SEMMARIS : BATIMENT V1T	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
9	RENAULT	NON	MIN / SECTEUR F&L	200
10	SEMMARIS : BATIMENT VM1	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
10	SEMMARIS : BATIMENT VM1	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
10	SEMMARIS : BATIMENT VM1	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
10	SEMMARIS : BATIMENT VM1	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
10	SEMMARIS : BATIMENT VM1	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
13,1	SEMMARIS : BATIMENT D8	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
13,3	RUNGIS Technologies / Sous-sol D8	NON	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
14	SEMMARIS : BATIMENT D9	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
15	SEMMARIS : BATIMENT C10	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
16	OVIMPEX	NON	MIN / SECTEUR PLA	160
17	SEMMARIS : BATIMENT V1P	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
17,2	SEMMARIS : Bâtiment VG1/VG2	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
17,2	SEMMARIS : Bâtiment VG1/VG2	OUI	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
18,1	S/ST SICUCV - CPT SEMMARIS PRODUCTION	NON	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
19	PETIT FORESTIER LOCATION	NON	MIN / SECTEUR MAREE	70
20,1	TC3- Réseau zone entrepôts	NON	MIN / ZONE ENTREPOTS	Sans PS
21,2	TC4- Réseau MIN	NON	MIN / SECTEUR CARNES	Sans PS
23	SEMMARIS : A9 - Chauffage chaufferie	OUI	MIN / SECTEUR MAREE	140
26	BURGER KING	NON	MIN / ZONE ENTREPOTS	Inconnue
26,11	Bâtiment AB4	NON	MIN / SECTEUR MAREE	En projet
26,12	AB4 - LIA	NON	MIN / SECTEUR MAREE	En projet
26,13	AB4 - COLOM	NON	MIN / SECTEUR MAREE	En projet
27	SEMMARIS : ENTREPOT I4	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	Sans PS
28	SEMMARIS : ENTREPOT I2	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	Sans PS
29	ENTREPOT I1 (ex SOFRIOLOG 1)	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	En projet
29	SEMMARIS - Bat I1 - Départ R1 (Hors gel)	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	En projet
29	SEMMARIS - Bat I1 - Départ R2 (Radiateur I1a)	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	En projet
29	SEMMARIS - Bat I1 - Départ R4 (Aéro I1b)	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	En projet
29	SEMMARIS - Bat I1 - Départ R5 (Radiateur I1b)	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	En projet
30	SEMMARIS : BATIMENT A4	OUI	MIN / SECTEUR MAREE	Sans PS
K19	A la Marée	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 30
K21	Les Embruns	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 31
31,1	Bâtiment A5 - PROMER OCEAN (ex Éts Guy DELADOIRE)	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 31.2

31,2	Bâtiment A5 - Éts DEMARNE Frères	NON	MIN / SECTEUR MAREE	445
31,4	Bâtiment A5 - SWLT (ex COMPTOIRS OCEANIQUES)	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 31.2
31,5	Bâtiment A5 - Société SÉNÉCRUS	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 31.2
32	BATIMENT A6 - J OCEANE / PROMONER	OUI	MIN / SECTEUR MAREE	255
32,2	G.I.E PROMONER	NON	MIN / SECTEUR MAREE	Voir SST 32
33	SEMMARIS : BATIMENT E2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
K7	Le Rond-Point	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 33
34	SEMMARIS : BATIMENT D2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
35	SEMMARIS : BATIMENT C2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
36	SEMMARIS : BATIMENT B2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
37,1	SEMMARIS : BATIMENT A2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
K16	Le Quercy	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 37.1
37,2	SEMMARIS : Bâtiment O1	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 37.1
38,1	SEMMARIS : BATIMENT A3	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
38,2	SEMMARIS : Bâtiment O2	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 38.1
K17	L'EUROPE	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 38.1
39,1	SEMMARIS BATIMENT B3	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
39,3	SEMMARIS Entrepôt B4A	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
40	SEMMARIS : BATIMENT C3	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
41	SEMMARIS : BATIMENT D3	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
42	SEMMARIS : BATIMENT E3	OUI	MIN / SECTEUR F&L	Sans PS
K5	Les Oliviers	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 42
K6	LES VENDANGES	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 42
43	SEMMARIS : BATIMENT E4	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
44	SEMMARIS : BATIMENT D4	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
45	SEMMARIS : BATIMENT E5	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
46	SEMMARIS BATIMENT E6 a, b, c et D6 c	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
46	SEMMARIS BATIMENT D6 ab	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
48	SEMMARIS : BATIMENT D5	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
49,1	SEMMARIS : BATIMENT C1	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Sans PS
K23	L'ARROSOIR	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,31	SEMMARIS : Bâtiment E1 B	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,34	SEMMARIS : Bâtiment E1 A	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,4	SEMMARIS : Bâtiment COA	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,6	F1F	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,71	SEMMARIS : Bâtiment FOC 1	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
49,72	SEMMARIS : Bâtiment FOC 2	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 49.1
50	SEMMARIS PRIMAIRE BATIMENT F5.C	OUI	MIN / SECTEUR PLA	923
50,1	Lot 1 - LA CORPO	NON	MIN / SECTEUR PLA	Voir SST 50
50,2	Lot 2 - CARNIATO	NON	MIN / SECTEUR PLA	Voir SST 50
50,7	SEMMARIS DEPART RADIATEURS	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Voir SST 50
52	SEMMARIS BATIMENT C5.B	OUI	MIN / SECTEUR F&L	585
52,1	Production ECS - NEVA FOOD	NON	MIN / SECTEUR F&L	Voir SST 52
53	SEMMARIS BATIMENT D7	OUI	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
53,4	DELANCHY (ex FARGIER. 28, rue du Poitou)	NON	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
53,5	R&O (ex FARGIER. 1, ave. de Savoie)	NON	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
53,6	CEDRAL	NON	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS

53,7	KALYSSE	NON	MIN / SECTEUR PLA	Sans PS
54	BATIMENT B1D	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Sans PS
55	BATIMENT A2 bis	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Sans PS
55,1	FLOWER SYSTEM	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	925
55,101	EOG 1 - SEMMARIS	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir 55.1
55,102	EOG 2 - SEMMARIS	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir 55.1
55,103	EOG 3 - ECS HUGENIN	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir 55.1
55,2	VEGETAL (ex MPF DECO JARDIN)	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	150
55,3	AGRENA (ex ORCHIDIS JARDIN O.R.J.)	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	100
55,4	VEGETAL - CONTACT PLANTES	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	500
55,5	RENAUD	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	430
55,6	FEULLAZUR	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	210
55,7	Halles MANDAR	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	150
55,8	B1	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Inconnue
55,801	Bâtiment B1 - CALIFRAIS	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,802	Bâtiment B1 - FRANSAPINS	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,803	Bâtiment B1 - NATOORA	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,804	Bâtiment B1 - MACOUBA	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,805	Bâtiment B1 - 5 SENS	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,806	Bâtiment B1 - FOURNICASH	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,807	Bâtiment B1 - HORTICASH	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,808	Bâtiment B1 - FLEURIMPEX	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,809	Bâtiment B1 - VEYRAT	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,81	Bâtiment B1 - LIMEIL FLEURS	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	Voir SST 55.8
55,9	SEMMARIS : COJ	OUI	MIN / SECTEUR FLEUR	Sans PS
56	BATIMENT COK (ex SEMMARIS - Bâtiment COG)	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	En projet
57	ITD Transports	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	50
58	SEMMARIS BATIMENT I5	OUI	MIN / ZONE ENTREPOTS	Sans PS
63	HOTEL IBIS	NON	ZONE HOTELIERE	215
64	HOTEL B&B	NON	ZONE HOTELIERE	230
65	HOTEL KYRIAD	NON	ZONE HOTELIERE	50
66,1	CRS PONDORLY	NON	ZONE HOTELIERE	1350
67	HOTEL IBIS BUDGET (ex ETAP HOTEL)	NON	ZONE HOTELIERE	140
68,1	HOTEL MERCURE	NON	ZONE HOTELIERE	1520
69	Prefecture de Police	NON	ZONE HOTELIERE	1530
71	METROPOLIS	NON	ZONE HOTELIERE	620
73	HOTEL PREMIERE CLASSE	NON	ZONE HOTELIERE	120
74,1	SCHMITT NEY	NON	ZONE HOTELIERE	180
74,2	NOVOTEL	NON	ZONE HOTELIERE	550
75	SEMMARIS : STRICHER	NON	MIN / SECTEUR FLEUR	285
76	HOTEL GESTORLY	NON	ZONE HOTELIERE	390
77,11	HÔTEL JFK	NON	ZONE SENIA SUD	210
77,11	HÔTEL JFK ECS	NON	ZONE SENIA SUD	Voir SST 77.11
77,12	SNC LE SENIA - BRASSERIE	NON	ZONE SENIA SUD	Voir SST 77.11
77,13	RESTAURANT L'Express	NON	ZONE SENIA SUD	Voir SST 77.11
79,1	SEMMARIS : ZONE DELTA	OUI	MIN / ZONE DELTA	Sans PS

79,2	ALL FRESH LOGISTIQUE (DE4)	NON	MIN / ZONE DELTA	300
80,2	GIFFARD FOURNITURE	NON	ZONE SENIA SUD	120
81	Société Civile du Bas-Marin	NON	ZONE SENIA SUD	210
82	SODEXO	NON	ZONE SENIA SUD	70
84	TAPIS SAINT MACLOU	NON	ZONE SENIA NORD	100
87	Société UNIMETAL	NON	ZONE SENIA SUD	105
88	DAT SCHAUD France	NON	ZONE SENIA NORD	510
90	LACTALIS LOGISTIQUE	NON	ZONE SENIA NORD	120
91,1	(DHL) - FONCIERE MOZART	NON	ZONE SENIA NORD	400
91,2	S.C.I. GONCOURT OLIVIERS	NON	ZONE SENIA NORD	Voir SST 91.1
91,3	MERCEDES SCACHE SA	NON	ZONE SENIA NORD	Voir SST 91.1
93	ANIBAL LOGISTIQUE LOCATION	NON	ZONE SENIA SUD	120
98	SPORT INDOOR (ex NICOLAS S.A)	NON	ZONE SENIA NORD	45
99	SCI PRIVILEGE	NON	ZONE SENIA NORD	370
102	IFTIM (AFTRAL)	NON	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	360
104	Hôtel CAMPANILE	NON	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	En projet
105	SEMMARIS : H0, H1, H2, H3, H4, H5.	OUI	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	Sans PS
107	SEMMARIS : CAD G6a,b,c	OUI	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	Sans PS
108	SEMMARIS : Tour Bâtiment G3	OUI	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	Sans PS
109	SEMMARIS : PRI - G5a,b,c,d,e	OUI	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	Sans PS
111	LA POSTE - CIPOSTE	NON	MIN / CENTRE ADMINISTRATIF	625
113	SPEPP	NON	ZONE SENIA SUD	60
114	BRINK'S	NON	ZONE SENIA SUD	360
116	STRICHER Paris Sud	NON	ZONE SENIA SUD	135
118	SCPI ALLIANZ Pierre (Le Mercure)	NON	ZONE SENIA SUD	1870
119	UGALAIT	NON	ZONE SENIA SUD	110
120	EPFFI - YXIME / PRO PIZZA	NON	ZONE SENIA SUD	100
121	EPFFI - YXIME / JURA TRANSPORT	NON	ZONE SENIA SUD	30
122,2	SCI LEA COFININ	NON	ZONE SENIA SUD	80
123	VIA LOCATION SA	NON	ZONE SENIA SUD	460
126	Société PARIS-STORES 3	NON	ZONE SENIA SUD	35
127	Société PARIS-STORES 1	NON	ZONE SENIA SUD	1210
130,2	Société PARIS-STORES 2	NON	ZONE SENIA SUD	50
134	SCI GONCOURT OLIVIERS	NON	ZONE SENIA SUD	490
135	CLES IMMO THIAIS (ex FONCIERE ST AUGUSTIN)	NON	ZONE SENIA SUD	700
136	EPFFI - YXIME / ORLY 2000	NON	ZONE SENIA SUD	1640
139	Aéroports De Paris	NON	ZONE SENIA SUD	Sans PS
141	ORLY LAVAGE	NON	ZONE SENIA SUD	60
143	IKEA	NON	ZONE SENIA SUD	500