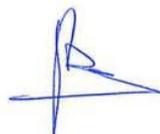
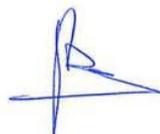
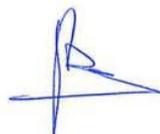




## Référence du document : 17-17-60-1468-01-B-YTI

<b>Client</b>							
Société	Etablissement Public Foncier d'Île-de-France						
Adresse	4-14 rue Ferrus 75014 PARIS						
Tél	01 40 78 90 90						
<b>Diffusion</b>							
Copie	1						
Papier							
Informatique	X						
<b>Révision</b>							
Date	26/10/2020						
	<table border="1"><thead><tr><th>Rédaction</th><th>Vérification</th></tr></thead><tbody><tr><td>Yann TISCHMACHER</td><td>Françoise BAUD-LAVIGNE</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Rédaction	Vérification	Yann TISCHMACHER	Françoise BAUD-LAVIGNE		
Rédaction	Vérification						
Yann TISCHMACHER	Françoise BAUD-LAVIGNE						
							

La diffusion ou reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 57 pages

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>METHODOLOGIE</b>	<b>5</b>
2.1	Le bruit – Rappel et définitions	5
2.2	Les outils d'investigation utilisés	6
2.3	Conditions climatiques	7
2.4	Réglementation	9
<b>3</b>	<b>ANALYSE DE LA SITUATION INITIALE – MESURES</b>	<b>12</b>
3.1	Mesures in situ	12
3.2	Résultats	13
3.3	Conditions météorologiques	22
<b>4</b>	<b>ANALYSE DE LA SITUATION INITIALE - SIMULATIONS</b>	<b>24</b>
4.1	Classement sonore des infrastructures existantes	24
4.2	Hypothèses de calcul	25
4.3	Calage du modèle de simulation	26
4.4	Résultats	27
4.5	Analyse des résultats	34
<b>5</b>	<b>ANALYSE DE LA SITUATION FUTURE - SIMULATIONS</b>	<b>35</b>
5.1	Plan d'aménagement	35
5.2	Hypothèses de calcul	36
5.3	Rappel du contexte réglementaire	38
5.4	Impact des nouvelles infrastructures sur les bâtiments existants	39
5.5	Niveaux sonores en façade des nouveaux bâtiments et objectifs $DnTA, tr$	43
5.6	Comparaison des situations futures avec et sans projet	47
5.7	Cartes de bruit calculées à 4m au-dessus du sol	52
5.8	Analyse des résultats	56
<b>6</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>57</b>

## 1 OBJET DE L'ETUDE

---

L'EPPFIF souhaite étudier l'impact acoustique du réaménagement du quartier GRIGNY2 sur la commune de GRIGNY (91).

L'objet de cette étude est de quantifier l'impact acoustique de l'aménagement. Elle consiste :

- 🔊 D'une part, à compléter la définition de l'ambiance sonore préexistante sur la zone dans le cadre de l'Arrêté du 5 Mai 1995 concernant le bruit routier et concernant notamment l'implantation de voies nouvelles sur la zone. Selon l'ambiance sonore préexistante sur le site, les niveaux de bruit issus de ces voies ne devront pas dépasser en façade des bâtiments créés et en façade des plus proches riverains des seuils réglementaires.
- 🔊 Et d'autre part, dans le cadre de l'Arrêté du 23 Juillet 2013 « relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitations dans les secteurs affectés par le bruit », à déterminer les niveaux d'exposition actuels et futurs du site afin de déterminer les conséquences sur les valeurs d'isolement de façade des nouveaux bâtiments.

Les différentes étapes de cette étude sont :

- 🔊 Réaliser un état initial ;
- 🔊 Évaluer l'impact acoustique des différents aménagements à terme et proposer des solutions pour la réduction des nuisances sonores.

## 2 METHODOLOGIE

### 2.1 Le bruit – Rappel et définitions

- 🔊 Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère, il est caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son niveau exprimé en décibel (A).
- 🔊 La gêne vis à vis du bruit est affaire d'individu, de situation, de durée : toutefois, on admet généralement qu'il y a gêne, lorsque le bruit perturbe les activités habituelles (conversation / écoute TV / repos).
- 🔊 Les niveaux de bruit sont régis par une arithmétique particulière (logarithme) qui fait qu'un doublement du trafic, par exemple, se traduit par une majoration du niveau de bruit de 3 dB(A). De la même manière, une division par deux du trafic entraîne une diminution de bruit de 3 dB(A).
- 🔊 Pour se protéger du bruit de la circulation automobile, le principe général consiste à éloigner la route des habitations ou à la masquer par des écrans ou des buttes de terre ; le cas échéant, la mise en place de fenêtres acoustiques est aussi une solution très efficace fenêtres fermées.

Le tableau suivant présente une échelle des niveaux de bruit et l'impression subjective associée à chacun de ces niveaux.

*Echelle des bruits dans l'environnement extérieur des habitations*

<i>ORIGINE DU BRUIT</i>	<i>dB(A)</i>	<i>IMPRESSION SUBJECTIVE</i>
Bordure périphérique de Paris (200 000 véh/j)	80	Insupportable
Proximité immédiate (2m) d'une autoroute	75	Très gênant - discussion très difficile
Immeubles sur grands boulevards	70	Gênant
Niveau de bruit en ville	65	Très bruyant
Niveau de bruit derrière un écran	60	Bruyant
200 m route nationale / niveau réglementaire la nuit	55	Relativement calme
300 m route nationale / rue piétonne	50	calme, bruit de fond d'origine mécanique
Campagne le jour sans vent / cour fermée	40	Ambiance très calme
Campagne la nuit sans vent / chambre calme	30	Ambiance très calme
Montagne enneigée / studio enregistrement	15	Silence

## 2.2 Les outils d'investigation utilisés

L'étude acoustique comprend d'une part des mesures de bruit pour déterminer le niveau de bruit actuel, et d'autre part des calculs acoustiques (par simulation informatique).

### Les mesures de bruit

Elles ont été réalisées du 5 au 6 décembre 2017 et sont récapitulées dans le chapitre suivant.

Elles sont réalisées selon les principes des normes NF S 31-085 (bruit de circulation) et NF S 31-010 (mesures dans l'environnement). A 2 mètres en avant de la façade d'un bâtiment, à une hauteur variable (rez-de-chaussée ou étage), un microphone est installé et enregistre toutes les secondes le niveau de bruit ambiant. La durée de la mesure est comprise entre 30 minutes et 24 heures.

Ces mesures de bruit sont accompagnées de la collecte des données météorologiques sur la station Météo France la plus proche. L'appareillage de mesures utilisé (microphones, sonomètres) est certifié conforme aux classes de précision relatives aux types d'enregistrements réalisés.

L'analyse et le traitement des données ainsi recueillies ont permis de caractériser l'ambiance acoustique actuelle du site à partir des niveaux de bruit réglementaires  $L_{Aeq}$  (6h-22h) pour la période jour et  $L_{Aeq}$  (22h-6h) pour la période nuit.

### La modélisation par calcul

L'étude est réalisée à partir du programme Cadnaa version 4.6 qui inclut les dernières évolutions réglementaires en termes de calcul des niveaux sonores en extérieur (Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit : NMPB 2008).

Ce programme 3D permet la simulation numérique de la propagation acoustique en site bâti. Il est particulièrement adapté aux zones urbaines, car il prend en compte les réflexions multiples sur les parois verticales.

Ce logiciel comprend :

- 1 Un programme de numérisation du site qui permet la prise en compte de la topographie (courbes de niveaux), du bâti, de la voirie, de la nature du sol, des conditions météorologiques locales, et la mise en place des protections acoustiques : écrans, buttes de terre, revêtements absorbants...
- 2 Un programme de propagation de rayons sonores : à partir d'une source quelconque, le programme recherche l'ensemble des trajets acoustiques source-récepteur.
- 3 Un programme de calcul de niveaux de pression acoustique qui permet, soit l'affichage des  $L_{Aeq}$ (6h-22h) et  $L_{Aeq}$ (22h-6h) pour différents récepteurs préalablement choisis, soit la visualisation des cartes de bruit.

De manière générale, l'incertitude des résultats issus de la modélisation acoustique est estimée à plus ou moins un décibel(A).

Pour les cartes de bruit, la précision des courbes isophones est liée à la densité des points de calcul utilisée (maillage de 10m x 10m). Elles représentent qualitativement la répartition des niveaux de bruit. Pour le calcul précis servant de référence au dimensionnement des protections, on préfère les calculs sur récepteurs. Les cartes de bruit sont calculées à 4m de hauteur conformément à la normalisation européenne.

Les calculs sont effectués selon la Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit de trafic routier (NMPB 08), méthode conforme à l'arrêté du 5 Mai 1995, et à la norme NF S 31-133 « Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques » homologuée le 5 Février 2007.

## 2.3 Conditions climatiques

Les conditions météorologiques peuvent influencer sur le résultat de deux manières :

- 🔊 par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , ou en cas de pluie marquée ;
- 🔊 lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloigné(e)s, le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

Il faut donc tenir compte de deux zones d'éloignement :

- 🔊 la distance source/récepteur est inférieure à 40 m : il est juste nécessaire de vérifier que la vitesse du vent est faible, qu'il n'y a pas de pluie marquée. Dans le cas contraire, il n'est pas possible de procéder au mesurage ;
- 🔊 la distance source/récepteur est supérieure à 40 m : procéder aux mêmes vérifications que ci-dessus. Il est nécessaire en complément d'indiquer les conditions de vent et de température, appréciées sans mesure, par simple observation, selon le codage ci-après.

Les conditions météorologiques doivent être identifiées conformément aux indications du tableau ci-après.

<b>U1</b> : vent fort (3 m/s à 5 m/s) contraire au sens source - récepteur	<b>T1</b> : jour <b>et</b> fort ensoleillement <b>et</b> surface sèche <b>et</b> peu de vent
<b>U2</b> : vent moyen à faible (1 m/s à 3 m/s) contraire <b>ou</b> vent fort, peu contraire	<b>T2</b> : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
<b>U3</b> : vent nul <b>ou</b> vent quelconque de travers	<b>T3</b> : lever du soleil <b>ou</b> coucher du soleil <b>ou</b> (temps couvert <b>et</b> venteux <b>et</b> surface pas trop humide)
<b>U4</b> : vent moyen à faible portant <b>ou</b> vent fort peu portant ( $\pm 45^\circ$ )	<b>T4</b> : nuit <b>et</b> (nuageux <b>ou</b> vent)
<b>U5</b> : vent fort portant	<b>T5</b> : nuit <b>et</b> ciel dégagé <b>et</b> vent faible

Il est nécessaire de s'assurer de la stabilité des conditions météorologiques pendant toute la durée de l'intervalle de mesurage. L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

- - État météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore ;
- État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore ;
- Z Effets météorologiques nuls ou négligeables ;
- + État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore ;
- + + État météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

D'un point de vue réglementaire, les conditions météorologiques doivent être prises en compte. Effectivement, le vent peut modifier la perception du bruit vis-à-vis des zones habitées, sans toutefois créer une nuisance inacceptable pour les riverains.

On peut considérer trois types de propagation dépendant de la forme du profil vertical de vitesse du son :

 **gradient vertical de vitesse du son négatif (situation météorologique défavorable à la propagation du son) :**

origine thermique : décroissance de la température avec l'altitude, caractéristique de la journée,  
origine aérodynamique : vent contraire à la propagation du son.

 **gradient vertical de vitesse du son positif (situation météorologique favorable à la propagation du son) :**

origine thermique : croissance de la température avec l'altitude, caractéristique de la nuit,  
origine aérodynamique : vent portant.

 **gradient vertical de vitesse du son nul (propagation sonore en rayons rectilignes) :**

pas de vent, pas de gradient de température,  
compensation des effets thermiques et aérodynamiques.

Compte tenu des pourcentages d'occurrences annuelles de vent portant, en négligeant les éventuels phénomènes d'inversion de température pour la période jour, on estime le niveau sonore de long terme de la manière suivante :

$$L_{Aeq}^{long\ terme} = 10 \log \left[ (1-\omega) 10^{L_{Aeq}^{homogène} / 10} + \omega 10^{L_{Aeq}^{favorable} / 10} \right]$$

Avec le niveau  $L_{Aeq}^{favorable}$  résultant du calcul dans des conditions favorables à la propagation du bruit et  $\omega$  le pourcentage d'occurrences annuelles de vent portant. En l'absence d'une station météo à proximité du site d'étude ou en zone de montagne, on prend en compte pour  $\omega$  les valeurs forfaitaires de 50 % le jour et 100% la nuit.

## 2.4 Réglementation

### 2.4.1 Textes réglementaires

- 🔊 **Code de l'environnement (livre V, titre VII) ordonnance n°2000-914 du 18 septembre 2000**, reprenant tous les textes relatifs au bruit.
- 🔊 **Décret n° 95-22 du 9 janvier 1995**, relatif à la limitation du bruit des aménagements et des infrastructures de transports terrestres.
- 🔊 **Arrêté du 5 mai 1995**, relatif au bruit des infrastructures routières qui précise les règles à appliquer par les Maîtres d'ouvrages pour la construction des voies nouvelles ou l'aménagement de voies existantes.
- 🔊 **Circulaire inter-ministérielle du 12 décembre 1997**, relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national.
- 🔊 **Arrêté du 8 novembre 1999**, relatif au bruit des infrastructures ferroviaires.
- 🔊 **Circulaire du 28 février 2002**, relative à la prévention et la résorption du bruit ferroviaire.
- 🔊 **Circulaire du 12 juin 2001**, relative à l'observatoire du bruit des transports terrestres et à la résorption des Points Noirs Bruit.
- 🔊 **Décret n° 2002-867 du 3 mai 2002** (et l'arrêté de la même date), précisant les modalités de subventions accordées par l'Etat concernant les opérations d'isolation acoustique des Points Noirs Bruit des réseaux routiers et ferroviaires nationaux.
- 🔊 **Directive 2002/49/CE du 25 juin 2002**, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.
- 🔊 **Circulaire du 25 mai 2004**, relative aux nouvelles instructions à suivre concernant le recensement des Points Noirs Bruit des transports terrestres et les opérations de résorptions de ces PNB.
- 🔊 **L'article 9 de l'Arrêté du 23 Juillet 2013**

### 2.4.2 Création de nouveaux bâtiments

L'article 9 de l'Arrêté du 23 Juillet 2013 précise que les valeurs d'isolement acoustique sont déterminées de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des logements soit inférieur à 35 dB(A) en période diurne et à 30 dB(A) en période nocturne. Dans tous les cas, cette valeur d'isolement ne sera jamais inférieure à 30 dB(A).

La méthode consiste en conséquence à déterminer les valeurs des niveaux de bruit émanant des infrastructures de transport en façade des nouveaux bâtiments et à en déduire l'isolement de façade correspondant en prenant en compte les objectifs décrits ci-dessus.

Note : Un niveau de 65dB(A) de jour en façade donnera lieu à un isolement de 65dB(A) ((niveau extérieur) -35dB(A) (niveau intérieur)) soit 30dB(A). Tout niveau inférieur à 65dB(A) en façade ne nécessitera pas de prescriptions acoustiques particulières (un vitrage thermique correctement posé permettant d'assurer les isolements requis de 30 dB(A)).

### 2.4.3 Création d'une voie nouvelle

Dans le cadre de la construction d'une nouvelle infrastructure de transport, la réglementation acoustique distingue deux catégories de zones en fonction du niveau sonore constaté avant mise en service de la dite infrastructure.

Une zone est dite d'**ambiance sonore modérée** de jour (respectivement de nuit) si :

$L_{Aeq} (6h-22h) \leq 65$  dB(A) ou  $L_{Aeq} (22h-6h) \leq 60$  dB(A).

Inversement, on définit une zone d'**ambiance sonore non modérée** de jour (respectivement de nuit) si :

$L_{Aeq} (6h-22h) > 65$  dB(A) ou  $L_{Aeq} (22h-6h) > 60$  dB(A).

Le niveau sonore jour ou nuit le plus pénalisant par rapport au seuil correspondant sera retenu. Ainsi, si l'écart constaté entre les périodes nocturne et diurne est supérieur à 5 dB(A), le niveau dimensionnant sera le niveau diurne et inversement.

Lorsque le site est situé en zone d'**ambiance sonore modérée**, la contribution sonore de la nouvelle infrastructure ne devra pas dépasser :

- 60 dB(A) pour la période jour (6h-22h) ;
- 55 dB(A) pour la période nuit (22h-6h).

Lorsque le site est situé en zone d'**ambiance sonore non modérée**, la contribution sonore de la nouvelle infrastructure ne devra pas dépasser :

- 65 dB(A) pour la période jour (6h-22h) ;
- 60 dB(A) pour la période nuit (22h-6h).

### 2.4.4 Transformation de voie existante

Il s'agit de déterminer si le projet d'aménagement est une transformation significative d'un point de vue acoustique.

Une modification est considérée comme significative si, à terme, l'aménagement induit une augmentation des niveaux sonores en façade des habitations riveraines supérieure à 2 dB(A) par rapport au même horizon sans aménagement.

Si tel est le cas, il y a obligation, pour le maître d'ouvrage de maintenir les niveaux sonores dans les intervalles ci-après :

#### Situation avant travaux

$L_{Aeq} (6h-22h) \leq 60$  dB(A)

⇒

$60$  dB(A) <  $L_{Aeq} (6h-22h) \leq 65$  dB(A)

⇒

$L_{Aeq} (6h-22h) > 65$  dB(A)

⇒

#### Situation après travaux

$L_{Aeq} (6h-22h) \leq 60$  dB(A)

maintien du niveau de bruit avant travaux

$L_{Aeq} (6h-22h) \leq 65$  dB(A)

Dans le cas contraire (modification non significative), on ramène les niveaux sonores diurnes supérieurs à 70 dB(A) (Points Noirs Bruit), en dessous de 65 dB(A) à l'occasion d'une opération de rattrapage.

Pour la période 22h-6h, il convient de retrancher 5 dB(A) aux valeurs ci-dessus. La réglementation s'applique à la période jour ou nuit la plus pénalisante.

#### 2.4.5 Bâti sensible – Particularités

La réglementation acoustique s'applique aux bâtiments sensibles répertoriés ci-dessous avec certaines nuances selon leur type :

- 🔊 **Logements et établissements de santé, de soins et d'action sociale** (à l'exception des salles de soins et salles réservées au séjour des malades) : aucune disposition particulière n'est à appliquer par rapport aux seuils indiqués ci-dessus ;
- 🔊 **Salles de soins et salles réservées au séjour des malades** : le seuil diurne de 60 dB(A) est abaissé à 57 dB(A). Les seuils nocturnes ne sont en revanche pas modifiés ;
- 🔊 **Établissements d'enseignement** (sauf ateliers bruyants et locaux sportifs) : la réglementation ne prévoit pas d'objectif nocturne. Les bâtiments d'internat doivent toutefois être considérés comme des habitations ;
- 🔊 **Locaux à usage de bureaux** : s'ils sont situés en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, la contribution sonore maximale diurne est fixée à 65 dB(A). La réglementation ne prévoit pas d'objectif nocturne.

Note : Les activités artisanales ou industrielles ne sont pas soumises à ces critères, à savoir qu'il n'y a pas obligation de protéger les façades de ces bâtiments par rapport aux infrastructures de transport neuves ou existantes. Par contre, ces locaux doivent limiter le bruit émis par leurs propres activités dans l'environnement (réglementation sur le bruit de voisinage ou réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement).

#### 2.4.6 Traitement des Points Noirs de Bruit (PNB)

Un Point Noir Bruit est une zone où des bâtiments à usage d'habitation, d'enseignement ou de soins sont exposés à plus de 70 dB(A) en façade en période diurne (6h-22h), ou à plus de 65 dB(A) en période nocturne (22h-6h) et construit antérieurement à la voie.

La circulaire applicable recommande que le niveau sonore en façade des bâtiments soit ramené à moins de 65 dB(A) pour la période diurne et 60 dB(A) pour la période nocturne, ou à son équivalent à l'intérieur du logement dans le cas d'une protection par isolation de façade.

#### 2.4.7 Protection par isolation de façade

Dans le cas d'une protection par isolation de façade, on substitue l'objectif d'exposition sonore maximale en façade (Obj) par son équivalent à l'intérieur du logement. L'isolement requis ( $D_{nT,A,tr}$ ) est déterminé conformément à l'arrêté du 5 mai 1995 par la relation suivante :

$$D_{nT,A,tr} = LA_{eq} - Obj + 25 \text{ dB}$$

avec  $D_{nT,A,tr} \geq 30 \text{ dB}$

#### 2.4.8 Antériorité

Le droit à protection est soumis à la condition d'antériorité du bâtiment selon les règles suivantes : Le permis de construire des bâtiments candidats à protection doit être antérieur :

- 🔊 à la publication de la Déclaration d'Utilité Publique du projet ;
- 🔊 à l'inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone, ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable.

L'antériorité n'est pas recherchée pour les bâtiments dont le permis de construire a été délivré avant le 6 octobre 1978 (date du premier texte réglementaire obligeant les constructeurs à se protéger des bruits extérieurs).

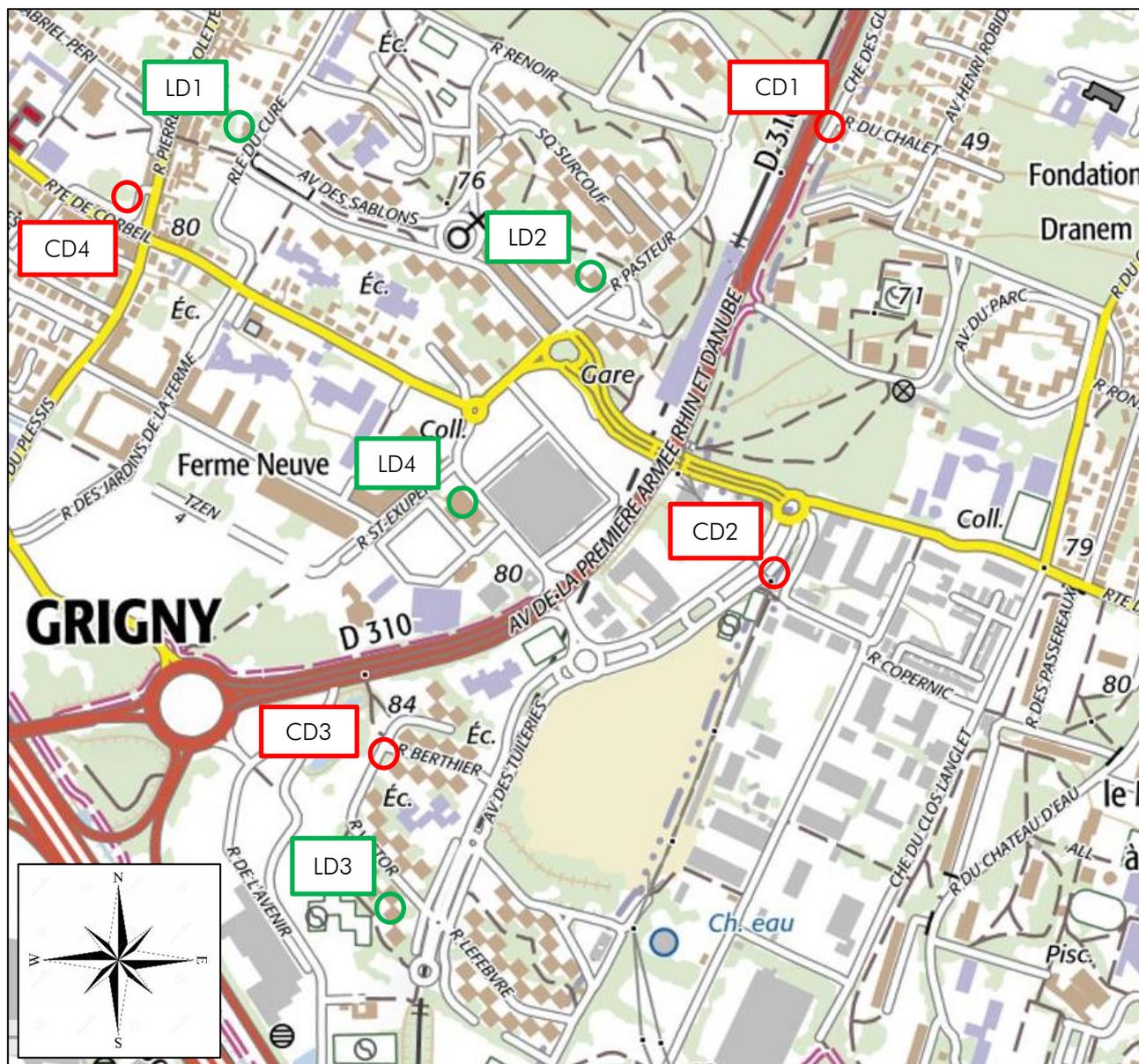
### 3 ANALYSE DE LA SITUATION INITIALE – MESURES

#### 3.1 Mesures in situ

Quatre mesures de longue durée sur 24 heures (LD) et quatre mesures de courte durée sur 30 minutes (CD) ont été réalisées en façade d'habitations situées dans le secteur d'étude.

Ces mesures de bruit sont accompagnées de la collecte des données météorologiques sur la station Météo France de Orly.

L'analyse et le traitement des données ainsi recueillies ont permis de caractériser l'ambiance acoustique actuelle du site à partir des niveaux de bruit réglementaires  $L_{Aeq}$  (6h-22h) pour la période jour et  $L_{Aeq}$  (22h-6h) pour la période nuit.



LD : Mesures de longue durée

CD : mesures de courte durée

*Emplacement des points de mesure*

### 3.2 Résultats

Les tableaux suivants récapitulent les résultats des mesures (valeurs arrondies au demi décibel près).

Emplacement des mesures	Nom et adresse du Riverain	Niveau de bruit LAeq mesuré en dB(A)	
		6h-22h	22h-6h
LD1	42 ruelle du curé 91350 Grigny	57,0	52,0
LD2	2 rue des Sablons 91350 Grigny	57,5	51,5
LD3	3 rue Victor 91350 Grigny	55,0	50,0
LD4	10 Place Henri Barbusse 91350 Grigny	61,0	56,0
CD1	Chemin des Glaise 91350 Grigny	65,0	-
CD2	18 rue Copernic 91130 Ris-Orangis	62,0	-
CD3	7 rue Berthier 91350 Grigny	57,5	-
CD4	107 rue Pierre Brossolette 91350 Grigny	57,0	-

A l'exception des niveaux sonores mesurés au point CD1, les niveaux sont tous inférieurs à 65 dB(A) le jour et inférieurs à 60 dB(A) la nuit. Ces points sont donc situés en zone d'ambiance sonore modérée de jour et de nuit.

Le point CD1 est quant à lui situé en zone d'ambiance sonore non modérée de jour car il est supérieur à 65 dB(A).

Les fiches ci-après présentent l'ensemble des points de mesures et les niveaux de bruit mesurés, exprimés en  $L_{Aeq}$  (6h-22h) et  $L_{Aeq}$  (22h-6h).

LD1

42 ruelle du curé  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure

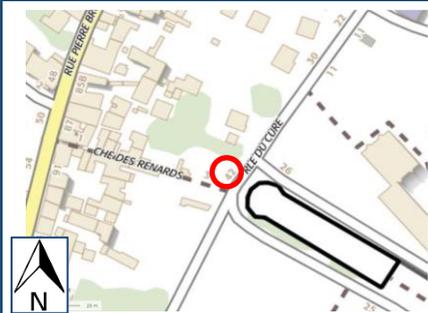


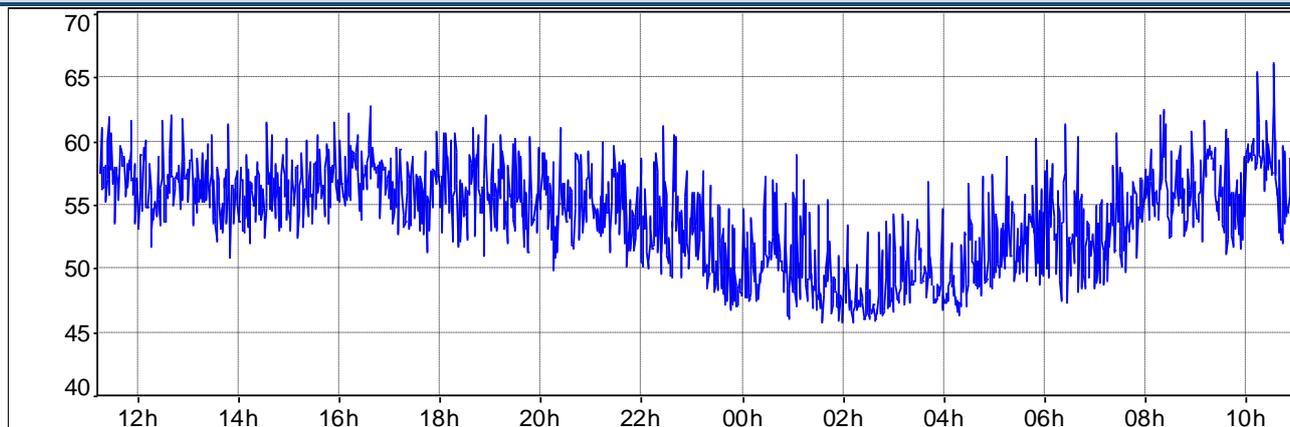
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	L <sub>Aeq</sub> en dB(A)	
			6h-22h	22h-6h
05/12/2017	24 :00	1 <sup>er</sup> Est	57,0	52,0

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée

Période nuit : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

Les sources de bruits principales sont la ruelle du Curé et l'avenue des Sablons.

LD2

2 rue des Sablons  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure



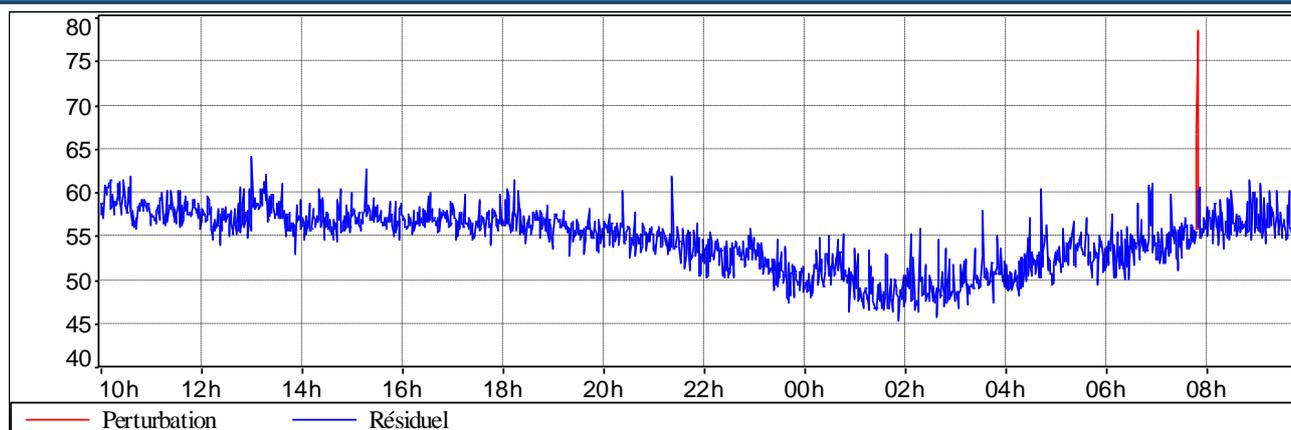
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dB(A)	
			6h-22h	22h-6h
05/12/2017	24 :00	3 <sup>ème</sup> Sud-Ouest	57,5	51,5

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée  
Période nuit : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

Les sources de bruits principales sont la rue Pasteur et la route de Corbeil.

LD3

3 rue Victor  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure



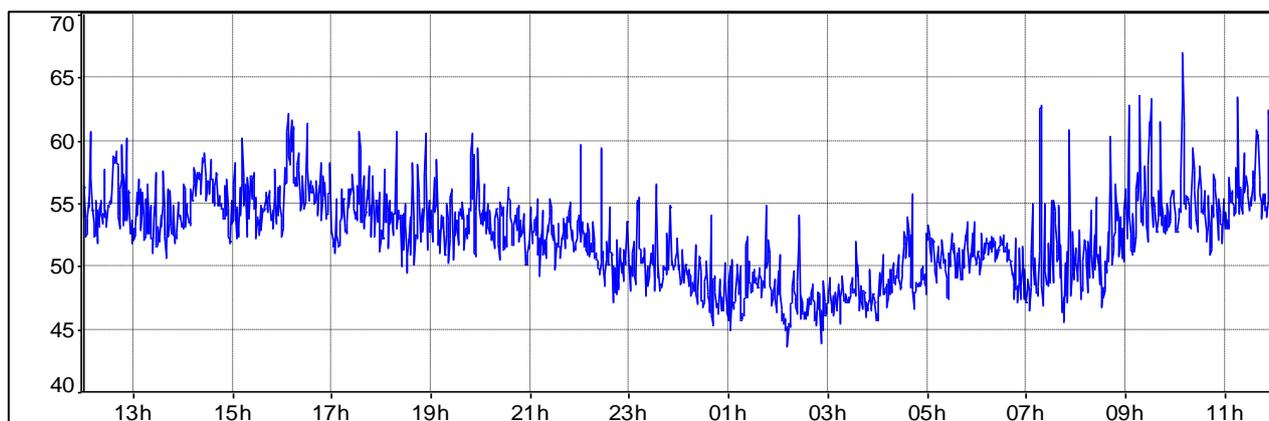
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	L <sub>Aeq</sub> en dB(A)	
			6h-22h	22h-6h
05/12/2017	24 :00	2 <sup>ème</sup> Nord - Est	55,0	50,0

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée  
Période nuit : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

Les sources de bruits principales sont l'autoroute A6, la RN441 et l'avenue des Tuileries.

LD4

10 Place Henri Barbusse  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure



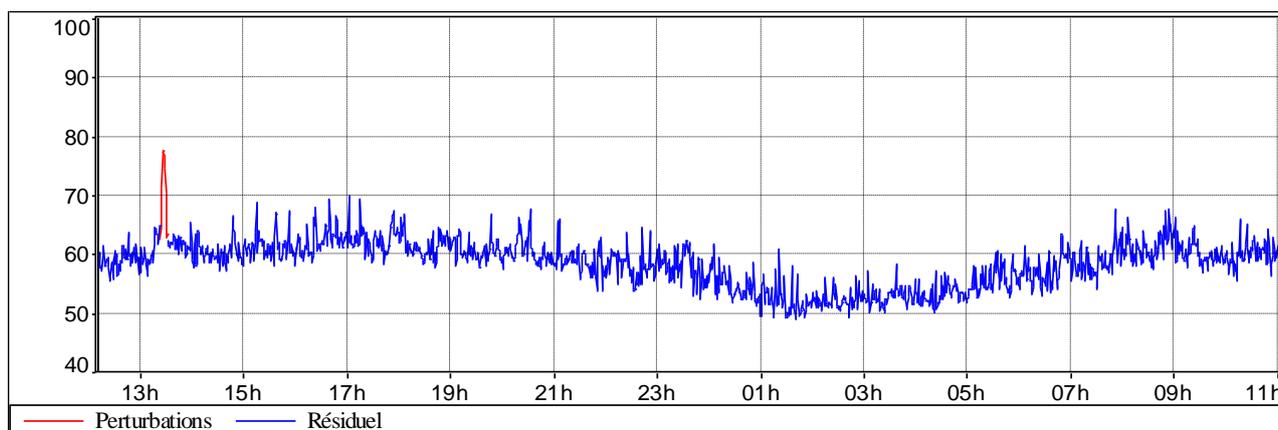
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dB(A)	
			6h-22h	22h-6h
05/12/2017	24 :00	1 <sup>er</sup> En toiture	61,0	56 ,0

Observations

Période jour : ambiance sonore non modérée

Période nuit : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

Les sources de bruits principales sont l'autoroute A6, la RN441, la RD310 et la route de Corbeil.



CD2

18 rue Copernic  
91130 Ris-Orangis

Localisation du point de mesure



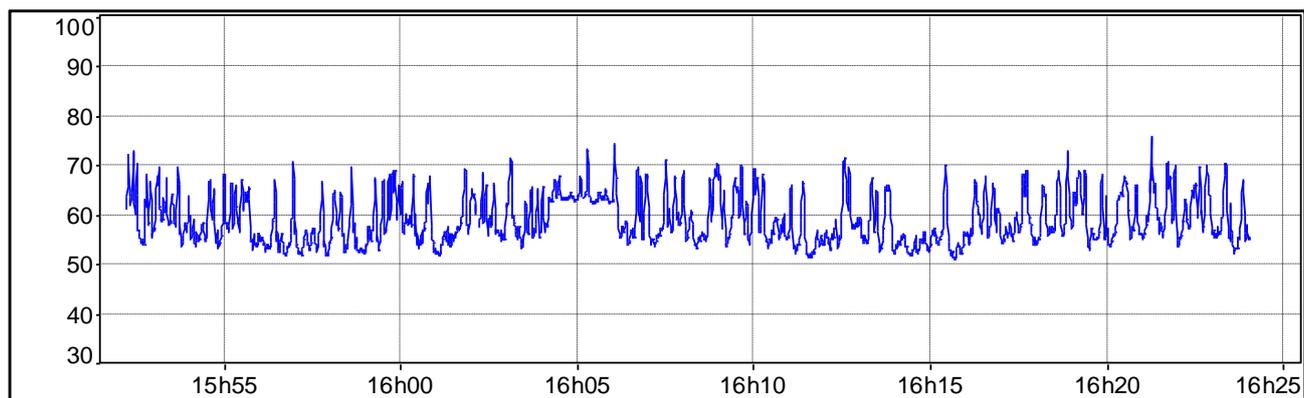
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dB(A)
05/12/2017	00 :30	Rdc Champ-libre	62,0

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée

Période nuit : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

La source de bruit principale est la rue Copernic.

CD3

7 rue Berthier  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure



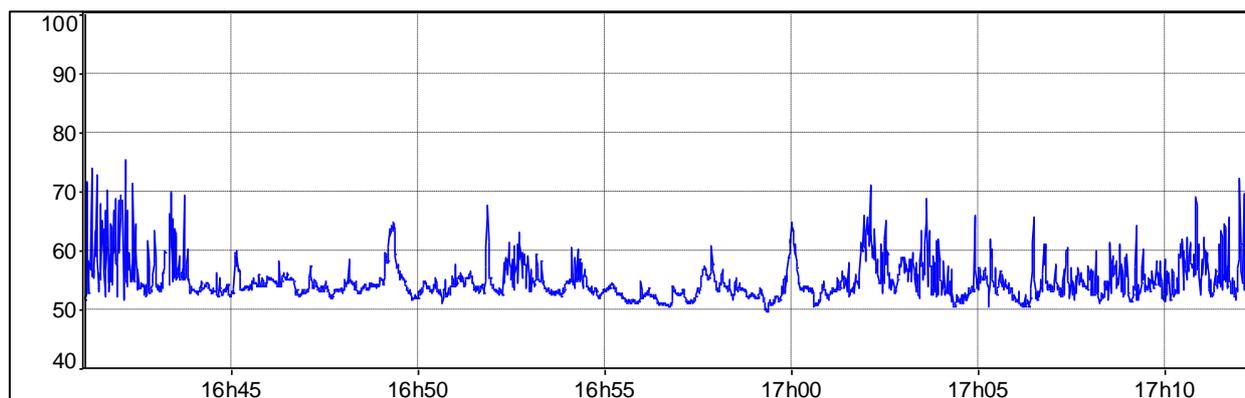
Photo depuis le point de mesure



Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dB(A)
05/12/2017	00 :30	Rdc Champ-libre	57,5

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

Les sources de bruits principales sont l'autoroute A6, la RN441 et la RD310.

CD4

107 rue Pierre Brossolette  
91350 Grigny

Localisation du point de mesure

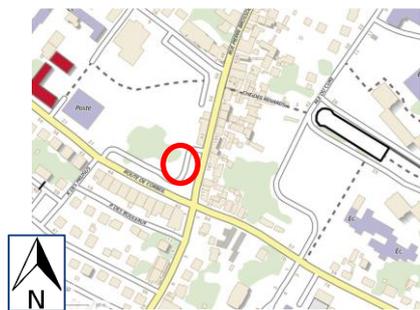


Photo depuis le point de mesure

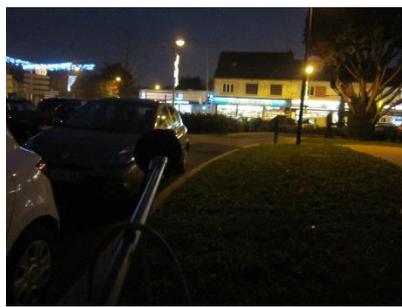
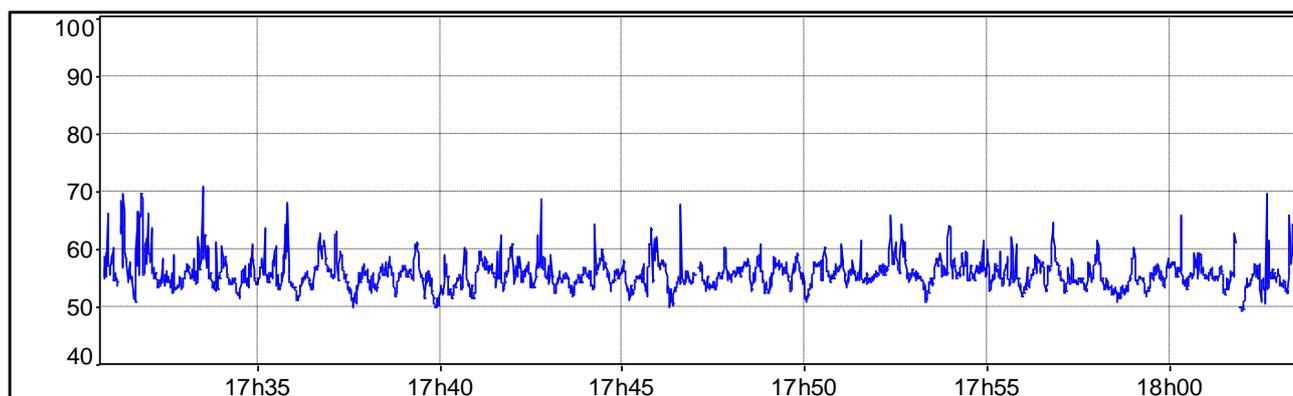


Photo du point de mesure



Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dB(A)
05/12/2017	00 :30	Rdc Sud-Est	57,0

Observations

Période jour : ambiance sonore modérée

Les conditions météorologiques sont neutres en raison de la proximité de la source de bruit.

La source de bruit principale est la route de Corbeil.

## 3.3 Conditions météorologiques

Tableau 1 : Météo de Grigny (Station Orly) le 05/12/2017

Heure locale	Température	Humidité	Vent en m/s		Précip. (mm/h)
23 h	6,5 °C	93%	↗	0,8	aucune
22 h	6,5 °C	93%	↗	0,8	aucune
21 h	6,5 °C	94%	↗	1,7	aucune
20 h	6,4 °C	93%	↑	0,8	aucune
19 h	6,3 °C	93%	↑	1,7	aucune
18 h	6,2 °C	93%	↑	2,5	aucune
17 h	6,3 °C	92%	↑	1,7	aucune
16 h	6,4 °C	91%	↑	2,2	aucune
15 h	6,6 °C	90%	↑	2,2	aucune
14 h	6,2 °C	91%	↑	1,4	aucune
13 h	5,1 °C	95%	↗	1,7	aucune
12 h	4 °C	96%	↑	0,8	aucune
11 h	3,2 °C	97%	↑	1,1	aucune
10 h	2,6 °C	97%	↑	1,4	aucune
9 h	1,8 °C	97%	↑	1,4	aucune
8 h	1,4 °C	98%	↗	0,8	aucune
7 h	0,3 °C	95%	→	1,4	aucune
6 h	0,1 °C	94%	↗	1,9	aucune
5 h	1,2 °C	95%	→	1,4	aucune
4 h	1,2 °C	91%	→	2,8	aucune
3 h	2,4 °C	92%	→	2,2	aucune
2 h	3,3 °C	91%	→	2,2	aucune
1 h	4,2 °C	89%	→	2,2	aucune
0 h	5 °C	88%	↘	1,4	aucune

Tableau 2 : Météo de Grigny (Station Orly) le 06/12/2017

Heure locale	Température	Humidité	Vent en m/s		Précip. (mm/h)
23 h	2,9 °C	83%	↑	4,2	aucune
22 h	3,1 °C	85%	↑	4,2	aucune
21 h	3 °C	87%	↗	4,4	aucune
20 h	2,8 °C	92%	↑	4,4	aucune
19 h	3,5 °C	89%	↑	3,3	aucune
18 h	5 °C	86%	↗	2,5	aucune
17 h	5,2 °C	83%	↑	2,8	aucune
16 h	5,5 °C	82%	↑	3,3	aucune
15 h	5,6 °C	83%	↑	2,8	aucune
14 h	5,8 °C	84%	↑	2,5	aucune
13 h	5,8 °C	87%	↑	2,5	aucune
12 h	5,7 °C	88%	↑	1,7	aucune
11 h	5,7 °C	90%	↗	1,7	aucune
10 h	5,7 °C	91%	↑	1,9	aucune
9 h	5,9 °C	93%	↑	1,7	aucune
8 h	5,8 °C	94%	↑	1,9	aucune
7 h	5,8 °C	94%	↑	1,4	aucune
6 h	5,9 °C	94%	↑	1,9	aucune
5 h	5,9 °C	93%	↑	1,4	aucune
4 h	6 °C	93%	↑	1,4	aucune
3 h	6,1 °C	93%	↑	1,4	aucune
2 h	6,2 °C	93%	↗	1,4	aucune
1 h	6,2 °C	93%	→	1,4	aucune
0 h	6,3 °C	93%	↗	1,7	aucune

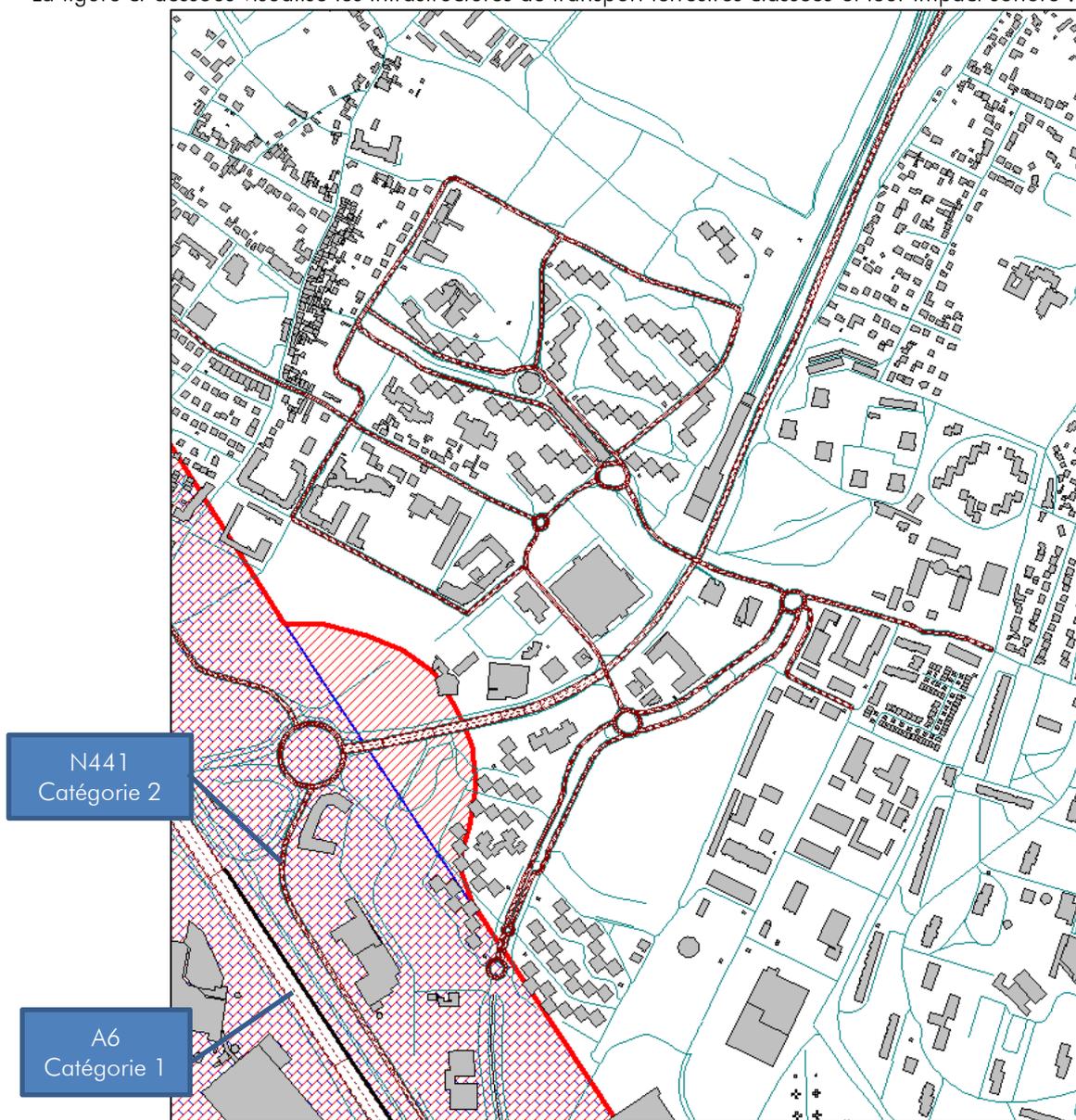
## 4 ANALYSE DE LA SITUATION INITIALE - SIMULATIONS

### 4.1 Classement sonore des infrastructures existantes

D'après l'arrêté préfectoral du 20 mai 2003 relatif au classement sonore du réseau routier du département de l'Essonne, le projet est situé dans une zone affectée par le bruit des infrastructures de transport terrestre suivantes:

Infrastructure	Classement sonore	Largeur du secteur affecté par le bruit [m]
A6	Catégorie 1	300 m
RN441	Catégorie 2	250 m

La figure ci-dessous visualise les infrastructures de transport terrestres classées et leur impact sonore :



*En rouge : Secteur affecté par le bruit de l'A6*  
*En bleu : Secteur affecté par le bruit de la RN441*

Dans le cadre de cette étude, les valeurs d'isolement vis-à-vis de l'extérieur  $D_{nTA, tr}$  des bâtiments créés dans le cadre de la ZAC seront calculées en tenant compte de tous les axes routiers. Ces résultats seront donnés dans le chapitre de simulation acoustique de l'état futur. Le classement sonore des infrastructures routières présentes sur le secteur d'étude est donc donné à titre indicatif.

## 4.2 Hypothèses de calcul

Les hypothèses de calcul prises en compte dans les simulations du calage et de la situation initiale sont les suivantes :

### 📡 Période de calcul

Les calculs sont effectués pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

### 📡 Conditions météorologiques

Les paramètres météorologiques retenus conformément aux recommandations de la NMPB correspondent à ceux de la station d'Evreux.

### 📡 Trafics routiers

Les données de trafic utilisées sont issues d'une étude de CDVIA datant du 26/09/2017 ainsi que de comptages manuels ponctuels réalisés pendant la campagne de mesures. Ces données sont présentées dans le tableau suivant :

Axe routier	trafic en UVP(*)	Vitesse (km/h)
A6	9800	110
N441	1726	70
N441	1726	50
RN441 Rond point	240	30
Che du Plessis	823	50
D310	2298	50
D310	1567	50
Che de Corbeil	659	50
Av des Tuileries	676	30
Av des Tuileries	30	50
Av des Tuileries	346	50
Av des Tuileries	330	50
Route de Corbeil	680	50
Rue Copernic	331	50
Route de Grigny	896	50
Rond Point	1000	30
Route de Corbeil	680	50
Rond Point	680	30
Rond Point	680	30
Route de Corbeil	919	50
Route de Corbeil	914	50
Av des Sablons	126	50
Av des Sablons	44	50
Rue Pasteur	30	50
Rue Vlamincq	30	50
Ruelle du Curé	30	50
Rue Renoir	30	50
Rue Saint-Exupery	129	50
Rue des Jardins de la ferme	75	50

(\*)U.V.P : unité de véhicule particulier, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux

### 4.3 Calage du modèle de simulation

La validation du modèle de calcul consiste en la comparaison entre un niveau de bruit mesuré et un niveau de bruit calculé. Une simulation acoustique est donc réalisée par le modèle de prévision Cadnaa sur les points ayant fait l'objet de mesures.

Les résultats de la simulation sont présentés dans le tableau suivant en comparaison avec les mesures, d'une part pour la période jour et d'autre part pour la période nuit.

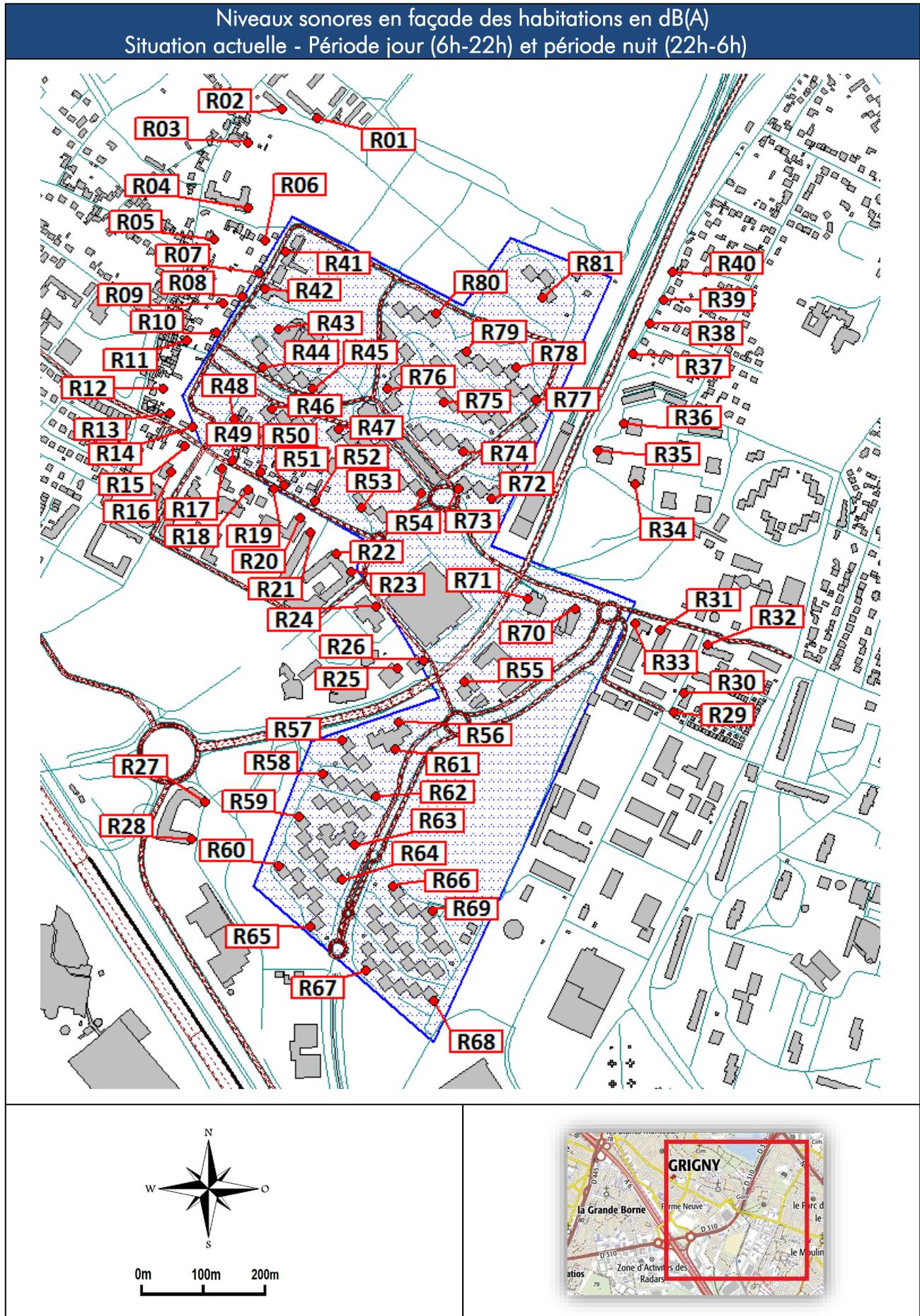
N° du point de mesure	LAeq(6h-22h) en dB(A)			LAeq(22h-6h) en dB(A)		
	Mesure	Calcul	Ecart	Mesure	Calcul	Ecart
LD1	57	58	1	52	50,5	-1,5
LD2	57,5	58	0,5	51,5	50	-1,5
LD3	55	55,5	0,5	50	50	0
LD4	61	63	2	56	55,5	-0,5
CD1	65	65,5	0,5			
CD2	62	63	1			
CD3	57,5	59,5	2			
CD4	57	58	1			

L'écart mesure/calcul est inférieur sur la totalité des points à 2dB(A).

On note globalement **une bonne corrélation entre les résultats des mesures et ceux du calcul.**

Le modèle est donc validé et peut être utilisé pour projeter la situation actuelle sur l'ensemble de la zone d'étude. Des points récepteurs (de R01 à R81) sont positionnés sur les bâtiments faisant l'objet d'un calcul du niveau de bruit en façade. Ces points récepteurs sont localisés sur la page suivante.

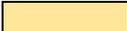
4.4 Résultats



**Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)**  
**Situation actuelle - Période jour (6h-22h) et période nuit (22h-6h)**

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R01 RdC	40,5	32,0
R01 R+1	41,0	32,5
R01 R+2	42,0	33,5
R01 R+3	42,5	34,0
R02 RdC	40,0	32,0
R02 R+1	40,5	32,5
R02 R+2	41,0	32,5
R02 R+3	42,5	34,0
R03 RdC	41,5	33,5
R04 RdC	42,5	34,5
R04 R+1	43,0	35,0
R04 R+2	44,0	35,5
R05 RdC	41,0	33,5
R05 R+1	43,5	36,5
R05 R+2	46,0	39,5
R06 RdC	46,0	38,0
R07 RdC	53,0	44,5
R07 R+1	54,0	46,0
R08 RdC	53,0	45,5
R08 R+1	54,0	46,5
R09 RdC	49,0	42,5
R10 RdC	53,0	46,0
R11 RdC	52,0	45,5
R12 RdC	55,0	48,5
R13 RdC	55,0	48,0
R13 R+1	57,0	49,0
R14 RdC	57,0	50,5
R15 RdC	64,0	56,0
R15 R+1	65,0	57,0
R16 RdC	57,0	50,5
R16 R+1	59,5	52,5
R16 R+2	61,0	54,0
R17 RdC	66,5	58,0
R17 R+1	68,0	59,5
R18 RdC	62,0	54,0
R19 RdC	72,5	64,0
R19 R+1	71,5	63,0
R20 RdC	60,5	53,0
R20 R+1	64,5	56,0
R20 R+2	65,5	57,0
R20 R+3	65,5	57,0
R20 R+4	65,5	57,5
R21 RdC	58,5	50,5
R21 R+1	61,5	53,0
R22 RdC	58,0	50,5
R22 R+1	60,5	52,5
R22 R+2	62,0	54,0
R22 R+3	62,5	54,5
R22 R+4	63,0	54,5
R23 RdC	60,5	52,5
R23 R+1	63,0	55,0
R23 R+2	64,0	55,5
R23 R+3	64,0	55,5

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R23 R+4	64,0	55,5
R24 RdC	67,0	58,5
R25 RdC	61,0	53,0
R26 RdC	67,5	59,0
R27 RdC	58,5	53,5
R27 R+1	59,5	54,0
R27 R+2	60,0	54,5
R27 R+3	60,5	55,0
R28 RdC	59,0	54,0
R28 R+1	59,5	54,5
R28 R+2	60,5	55,5
R28 R+3	61,0	55,5
R29 RdC	58,0	50,0
R29 R+1	59,0	51,5
R30 RdC	53,5	46,5
R30 R+1	55,5	48,0
R30 R+2	56,0	48,5
R30 R+3	56,5	49,0
R31 RdC	59,0	50,5
R31 R+1	62,5	54,0
R31 R+2	63,5	55,0
R31 R+3	63,0	54,5
R31 R+4	63,0	54,5
R32 RdC	61,5	53,0
R32 R+1	65,0	56,5
R32 R+2	65,5	56,5
R32 R+3	65,0	56,5
R32 R+4	65,0	56,0
R33 RdC	63,5	55,0
R33 R+1	66,0	57,5
R33 R+2	66,5	58,0
R33 R+3	66,5	58,0
R33 R+4	66,5	57,5
R33 R+5	66,0	57,5
R33 R+6	66,0	57,0
R33 R+7	65,5	57,0
R34 RdC	55,0	46,0
R34 R+1	56,5	47,5
R34 R+2	57,5	48,5
R34 R+3	58,0	49,0
R34 R+4	58,5	49,5
R34 R+5	59,0	50,0
R34 R+6	59,5	50,5
R34 R+7	59,5	50,5
R35 RdC	64,5	54,5
R35 R+1	66,5	56,5
R35 R+2	67,0	57,0
R35 R+3	67,0	57,0
R35 R+4	67,0	57,0
R35 R+5	66,5	57,0
R35 R+6	66,5	56,5
R35 R+7	66,5	56,5

 Ambiance sonore non modérée

 Point noir bruit

**Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)**  
**Situation actuelle - Période jour (6h-22h) et période nuit (22h-6h)**

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R36 RdC	56,0	46,5
R36 R+1	59,5	50,0
R36 R+2	62,5	53,0
R36 R+3	63,5	53,5
R36 R+4	63,5	54,0
R36 R+5	64,0	54,0
R36 R+6	64,0	54,0
R36 R+7	64,0	54,0
R37 RdC	63,0	53,0
R37 R+1	67,0	57,5
R38 RdC	61,5	51,5
R39 RdC	59,5	49,5
R40 RdC	57,5	48,0
R41 RdC	54,0	45,5
R41 R+1	54,5	46,0
R42 RdC	54,0	46,0
R42 R+1	55,0	47,0
R43 RdC	47,5	40,5
R44 RdC	57,0	49,5
R44 R+1	58,0	50,0
R44 R+2	58,0	50,5
R44 R+3	58,5	51,0
R44 R+4	58,5	51,0
R44 R+5	58,5	51,0
R44 R+6	58,0	50,5
R44 R+7	58,0	50,0
R44 R+8	58,0	50,0
R44 R+9	58,0	50,0
R44 R+10	58,0	50,0
R44 R+11	58,0	50,0
R45 RdC	55,5	47,5
R45 R+1	57,0	48,5
R45 R+2	58,0	49,5
R45 R+3	58,5	50,0
R45 R+4	58,5	50,5
R45 R+5	58,5	50,0
R45 R+6	58,5	50,0
R45 R+7	58,5	50,0
R45 R+8	58,5	50,0
R45 R+9	58,5	50,0
R45 R+10	58,5	50,0
R45 R+11	58,5	50,5
R46 RdC	58,0	49,5
R46 R+1	59,0	51,0
R46 R+2	59,5	51,0
R46 R+3	59,5	51,0
R46 R+4	59,0	50,5
R46 R+5	58,5	50,5
R46 R+6	58,5	50,0
R46 R+7	58,5	50,0
R46 R+8	58,0	49,5
R46 R+9	58,0	49,5
R46 R+10	58,0	50,0

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R47 RdC	58,5	50,0
R47 R+1	59,5	51,0
R47 R+2	59,5	51,0
R47 R+3	59,0	50,5
R47 R+4	58,5	50,0
R47 R+5	58,0	50,0
R47 R+6	57,5	49,5
R47 R+7	57,0	49,0
R47 R+8	57,0	48,5
R47 R+9	56,5	48,0
R47 R+10	56,5	48,0
R48 RdC	56,0	50,0
R49 RdC	70,0	62,0
R49 R+1	70,0	62,0
R50 RdC	67,5	59,5
R50 R+1	68,5	60,5
R51 RdC	67,5	59,0
R52 RdC	64,0	55,5
R52 R+1	67,5	59,0
R53 RdC	59,5	51,5
R53 R+1	62,0	54,0
R53 R+2	63,5	55,0
R53 R+3	63,5	55,5
R53 R+4	63,5	55,5
R53 R+5	64,0	55,5
R53 R+6	63,5	55,0
R53 R+7	63,5	55,0
R53 R+8	63,5	55,0
R53 R+9	63,5	55,0
R53 R+10	63,0	55,0
R54 RdC	64,5	56,0
R54 R+1	65,5	57,0
R54 R+2	65,5	57,0
R54 R+3	65,5	57,0
R54 R+4	65,0	56,5
R54 R+5	65,0	56,5
R54 R+6	64,5	56,0
R54 R+7	64,5	56,0
R54 R+8	64,0	55,5
R54 R+9	64,0	55,5
R54 R+10	63,5	55,0
R55 RdC	64,0	55,0
R55 R+1	65,5	56,5
R55 R+2	66,5	57,5
R55 R+3	67,0	58,0
R55 R+4	67,5	58,0
R56 RdC	64,0	55,0
R56 R+1	67,5	58,0
R56 R+2	68,5	59,0
R57 RdC	64,0	55,5
R57 R+1	67,5	58,5
R57 R+2	68,5	59,0
R57 R+3	68,5	59,5
R57 R+4	69,0	59,5

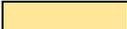
 Ambiance sonore non modérée

 Point noir bruit

**Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)**  
**Situation actuelle - Période jour (6h-22h) et période nuit (22h-6h)**

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R58 RdC	60,5	54,5
R58 R+1	61,0	54,5
R58 R+2	63,0	55,5
R58 R+3	64,0	56,0
R58 R+4	64,5	56,0
R59 RdC	60,5	55,0
R59 R+1	60,5	55,0
R59 R+2	60,5	55,0
R59 R+3	61,5	55,0
R59 R+4	62,0	55,5
R60 RdC	58,5	53,5
R60 R+1	59,5	54,5
R60 R+2	60,5	55,5
R60 R+3	61,0	56,0
R60 R+4	61,5	56,0
R61 RdC	55,0	49,0
R61 R+1	55,5	49,5
R61 R+2	56,5	50,5
R62 RdC	54,5	49,0
R62 R+1	55,0	49,5
R62 R+2	56,0	50,5
R62 R+3	56,5	50,5
R62 R+4	57,0	51,0
R63 RdC	56,0	50,5
R64 RdC	56,5	51,5
R64 R+1	57,0	52,0
R64 R+2	58,5	53,5
R64 R+3	59,0	54,0
R64 R+4	60,0	55,0
R65 RdC	60,5	56,0
R65 R+1	61,5	57,0
R65 R+2	62,5	57,5
R65 R+3	62,5	58,0
R65 R+4	63,0	58,0
R66 RdC	56,0	50,5
R66 R+1	56,0	50,5
R66 R+2	57,0	51,0
R66 R+3	58,0	53,0
R66 R+4	59,0	53,5
R67 RdC	63,5	59,0
R67 R+1	63,5	59,0
R67 R+2	63,5	59,0
R67 R+3	63,5	59,0
R67 R+4	63,5	59,0
R68 RdC	59,0	54,5
R69 RdC	54,5	49,0
R69 R+1	54,5	48,5
R69 R+2	54,0	47,5
R69 R+3	53,5	47,0
R69 R+4	54,5	48,0
R70 RdC	59,5	51,0
R70 R+1	63,0	54,5
R70 R+2	64,5	56,0

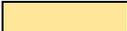
	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R71 RdC	63,0	53,5
R71 R+1	65,5	56,5
R71 R+2	67,5	58,0
R72 RdC	58,0	51,0
R72 R+1	58,5	51,5
R72 R+2	59,5	52,0
R72 R+3	60,5	53,0
R72 R+4	61,0	53,5
R72 R+5	61,5	53,0
R72 R+6	61,5	53,5
R72 R+7	62,0	53,5
R72 R+8	62,0	53,5
R72 R+9	62,0	53,5
R72 R+10	62,5	53,5
R72 R+11	62,5	53,5
R72 R+12	62,5	54,0
R73 RdC	65,5	57,0
R73 R+1	66,0	57,5
R73 R+2	66,0	57,5
R73 R+3	65,5	57,0
R73 R+4	65,0	56,5
R73 R+5	65,0	56,5
R73 R+6	64,5	56,0
R73 R+7	64,0	55,5
R73 R+8	64,0	55,5
R73 R+9	63,5	55,0
R73 R+10	63,5	55,0
R73 R+11	63,5	55,0
R73 R+12	61,5	53,5
R74 RdC	54,5	47,0
R74 R+1	56,0	48,5
R74 R+2	57,0	49,0
R74 R+3	58,0	50,0
R74 R+4	58,0	50,0
R74 R+5	58,5	50,0
R74 R+6	58,5	50,5
R74 R+7	59,0	50,5
R74 R+8	59,0	50,5
R74 R+9	59,0	50,5
R74 R+10	59,0	50,5
R74 R+11	59,0	51,0
R74 R+12	59,0	51,0
R75 RdC	46,0	39,0
R75 R+1	47,0	39,5
R75 R+2	47,5	40,0
R75 R+3	48,5	40,5
R75 R+4	49,0	41,0
R75 R+5	49,5	41,5
R75 R+6	50,0	41,5
R75 R+7	50,5	42,0
R75 R+8	50,5	42,0
R75 R+9	51,0	42,5
R75 R+10	51,0	43,0
R75 R+11	52,0	44,0
R75 R+12	53,0	45,5

 Ambiance sonore non modérée

 Point noir bruit

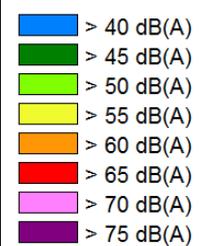
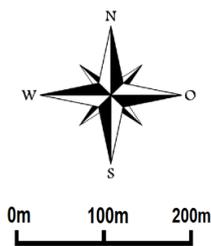
**Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)**  
**Situation actuelle - Période jour (6h-22h) et période nuit (22h-6h)**

	Etat Initial	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R76 RdC	51,0	43,5
R76 R+1	53,5	46,0
R76 R+2	54,5	46,5
R76 R+3	55,0	47,0
R76 R+4	55,0	47,0
R76 R+5	55,0	47,0
R76 R+6	55,0	47,0
R76 R+7	55,0	47,0
R76 R+8	54,5	46,5
R76 R+9	54,5	46,5
R76 R+10	55,0	46,5
R76 R+11	55,0	47,5
R76 R+12	55,0	47,5
R77 RdC	59,0	50,0
R77 R+1	60,5	51,5
R77 R+2	61,5	52,0
R77 R+3	62,0	52,0
R77 R+4	62,0	52,5
R77 R+5	62,5	52,5
R77 R+6	62,5	53,0
R77 R+7	62,5	53,0
R78 RdC	52,5	43,0
R78 R+1	54,0	44,5
R78 R+2	56,5	46,5
R78 R+3	57,5	47,5
R78 R+4	58,0	48,0
R78 R+5	58,0	48,5
R78 R+6	58,0	48,5
R78 R+7	58,5	48,5
R79 RdC	47,5	38,0
R79 R+1	48,5	39,5
R79 R+2	49,5	40,5
R79 R+3	50,5	41,5
R79 R+4	51,0	42,0
R79 R+5	51,5	42,5
R79 R+6	52,0	42,5
R79 R+7	52,5	43,0
R80 RdC	50,0	41,0
R80 R+1	52,0	43,0
R80 R+2	52,5	43,5
R80 R+3	52,5	43,5
R80 R+4	53,0	44,0
R80 R+5	53,5	44,0
R80 R+6	53,5	44,0
R80 R+7	53,5	44,5
R80 R+8	54,0	44,5
R80 R+9	54,0	44,5
R80 R+10	54,0	44,5
R81 RdC	49,5	40,5
R81 R+1	49,0	40,0
R81 R+2	50,0	40,5
R81 R+3	51,5	42,0
R81 R+4	53,0	43,5

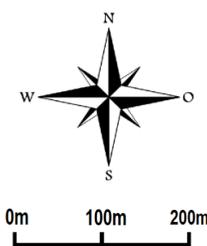
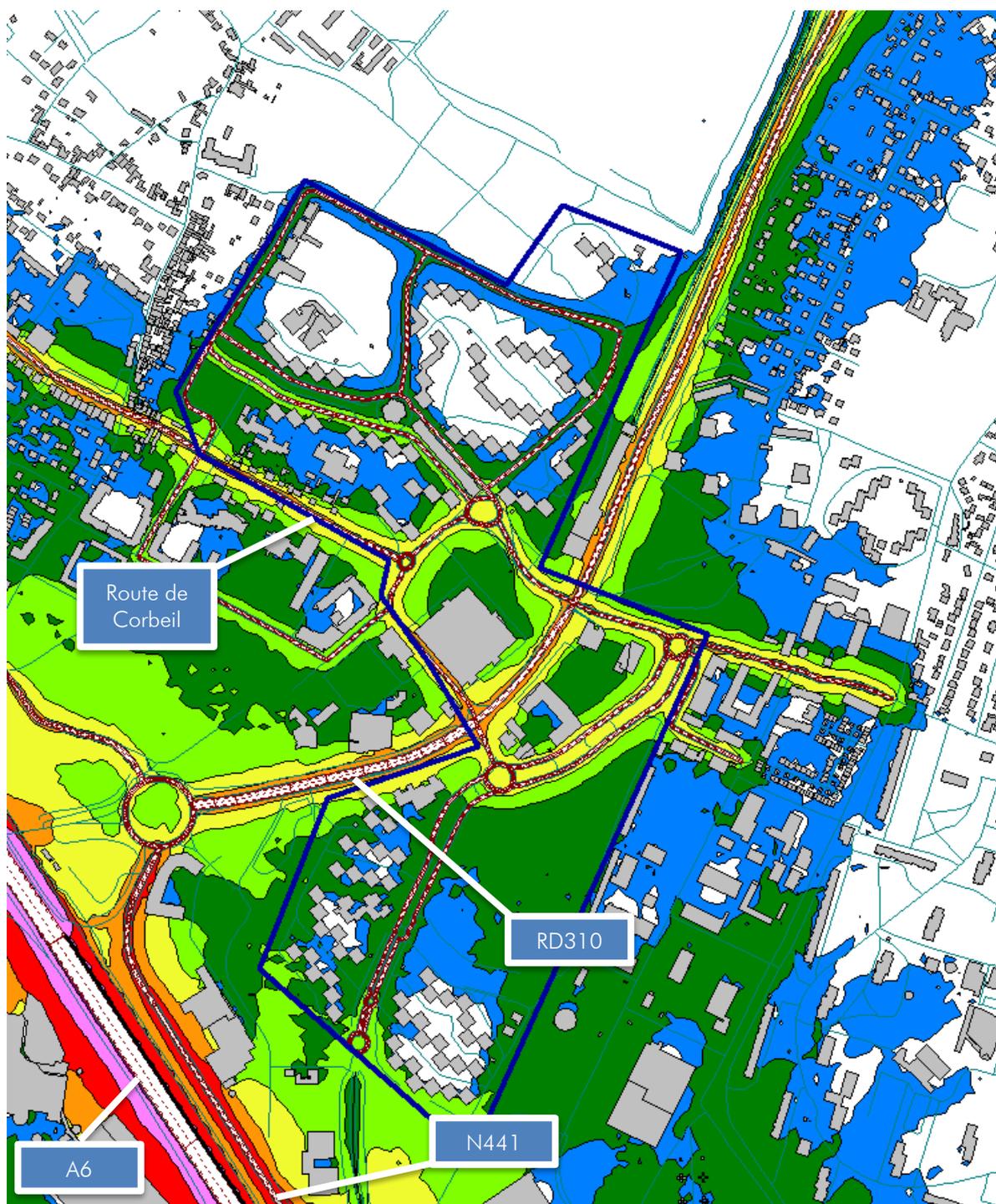
 Ambiance sonore non modérée

 Point noir bruit

Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
Situation Actuelle – Période jour (6h-22h)



Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
 Situation Actuelle – Période nuit (22h-6h)



Blue	> 40 dB(A)
Green	> 45 dB(A)
Light Green	> 50 dB(A)
Yellow	> 55 dB(A)
Orange	> 60 dB(A)
Red	> 65 dB(A)
Pink	> 70 dB(A)
Purple	> 75 dB(A)

## 4.5 Analyse des résultats

La majorité du secteur d'étude est situé en zone d'ambiance sonore modérée. Les axes routiers les plus bruyants sont la route de Corbeil et la RD310, les habitations les plus proches de ces axes sont en zone d'ambiance sonore non modérée ou points noirs bruit.

La partie nord du secteur d'étude se compose d'habitat collectif. Elle est bordée par la RD310 à l'est et par la route de Corbeil au sud. Ces deux axes routiers sont les sources de bruit principales de cette zone.

La partie sud du secteur d'étude se compose également d'habitat collectif. La RD310 borde cette zone au nord, et l'autoroute A6 ainsi que la RN441 sont situés au sud. Ces axes routiers sont les principales sources de bruit sur ce secteur.

La partie centrale du secteur d'étude se compose majoritairement de commerces et de bureaux. Les sources de bruits principales sont la RD310 et la route de Corbeil.

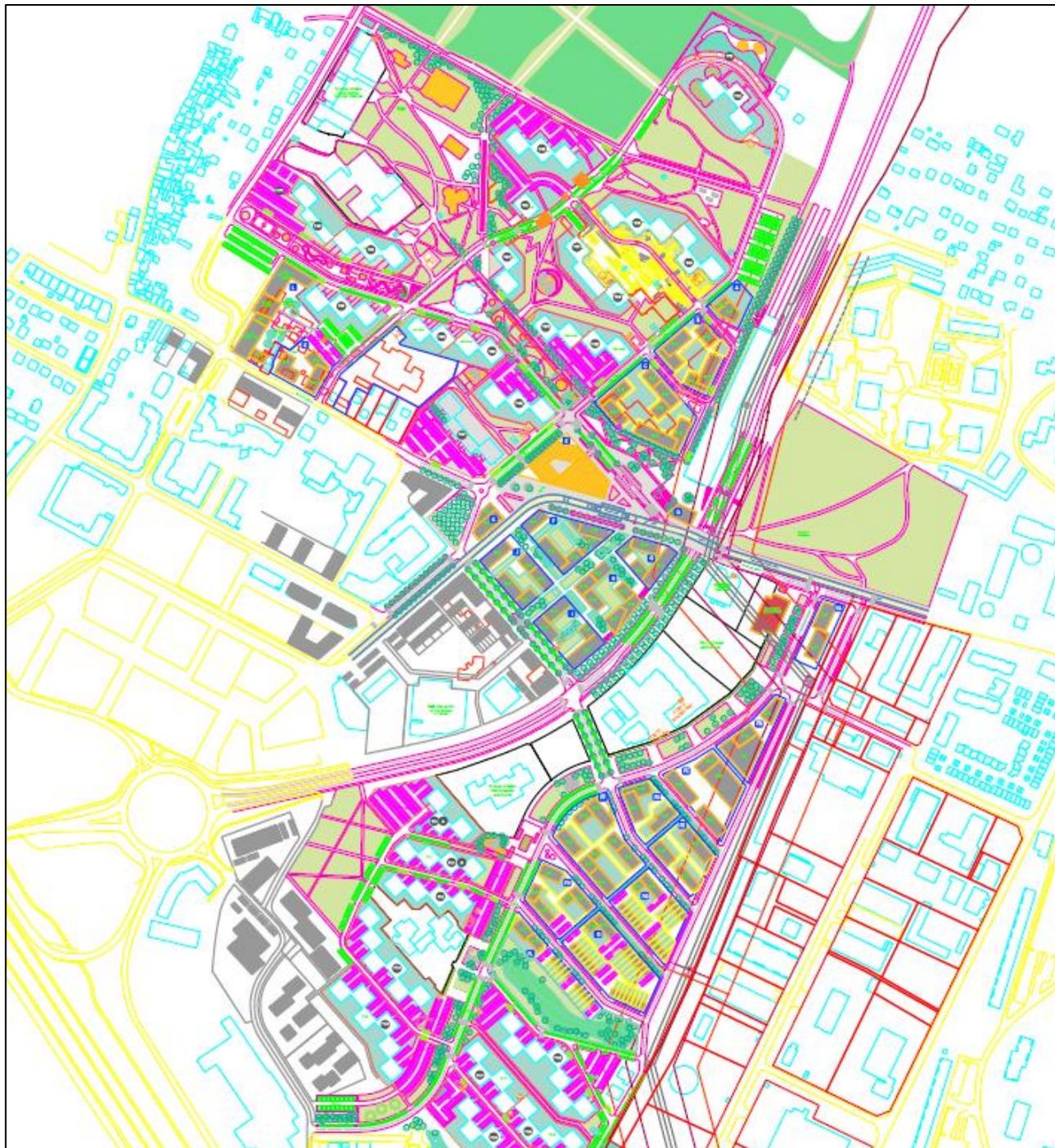
## 5 ANALYSE DE LA SITUATION FUTURE - SIMULATIONS

### 5.1 Plan d'aménagement

Le plan d'aménagement à terme est présenté ci-dessous.

Le projet prévoit la construction de nouveaux bâtiments, la modification et la création d'infrastructures routières.

En parallèle du projet d'aménagement est prévue la mise en service du réseau de bus TZEN4.



*Plan du projet à terme, les aménagements sont présentés en violet et les bâtiments neufs sont entourés en orange*

## 5.2 Hypothèses de calcul

Les hypothèses de calcul prises en compte dans les simulations de la situation future sont les suivantes :

### 📡 Période de calcul

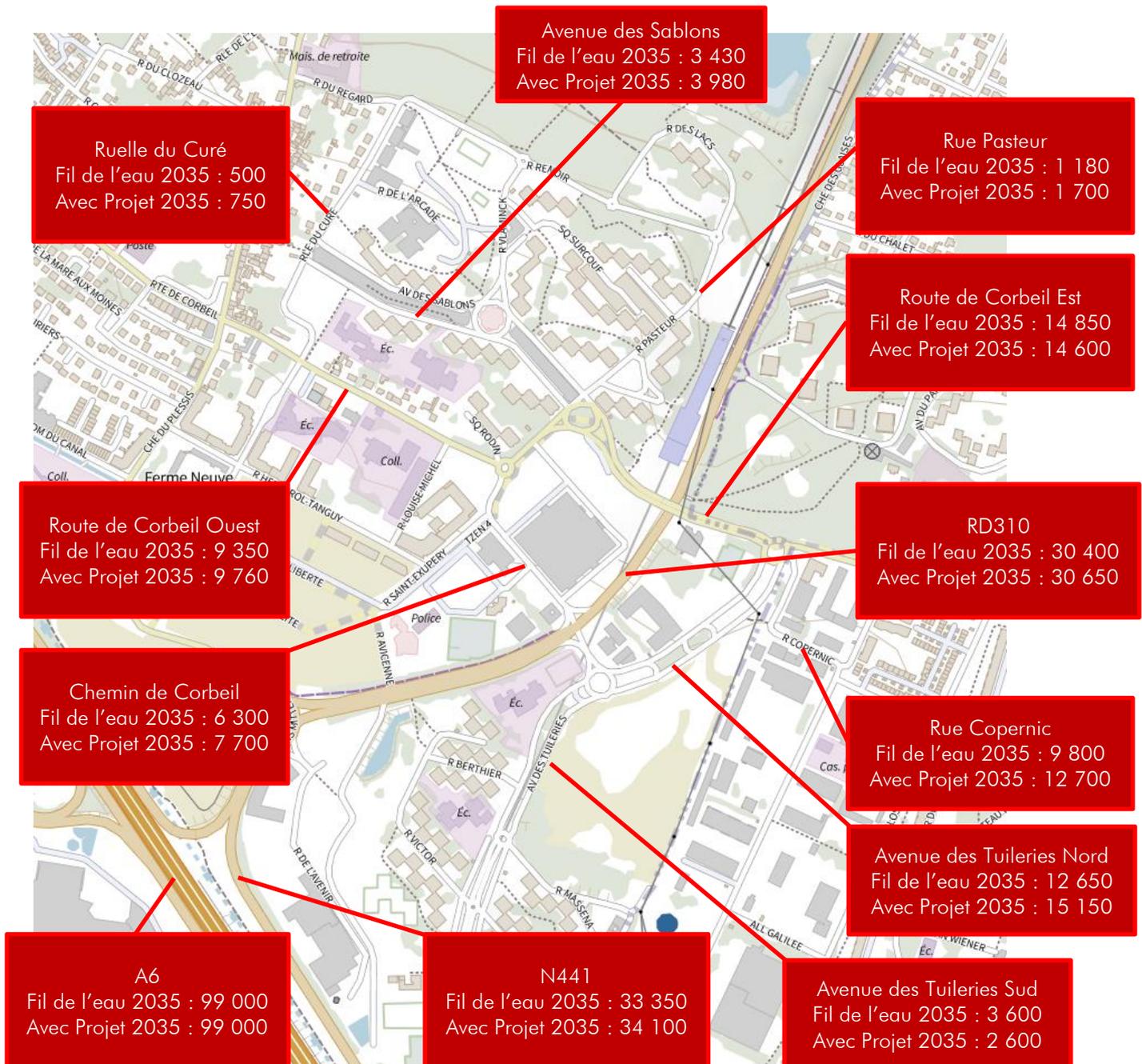
Les calculs sont effectués pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

### 📡 Conditions météorologiques

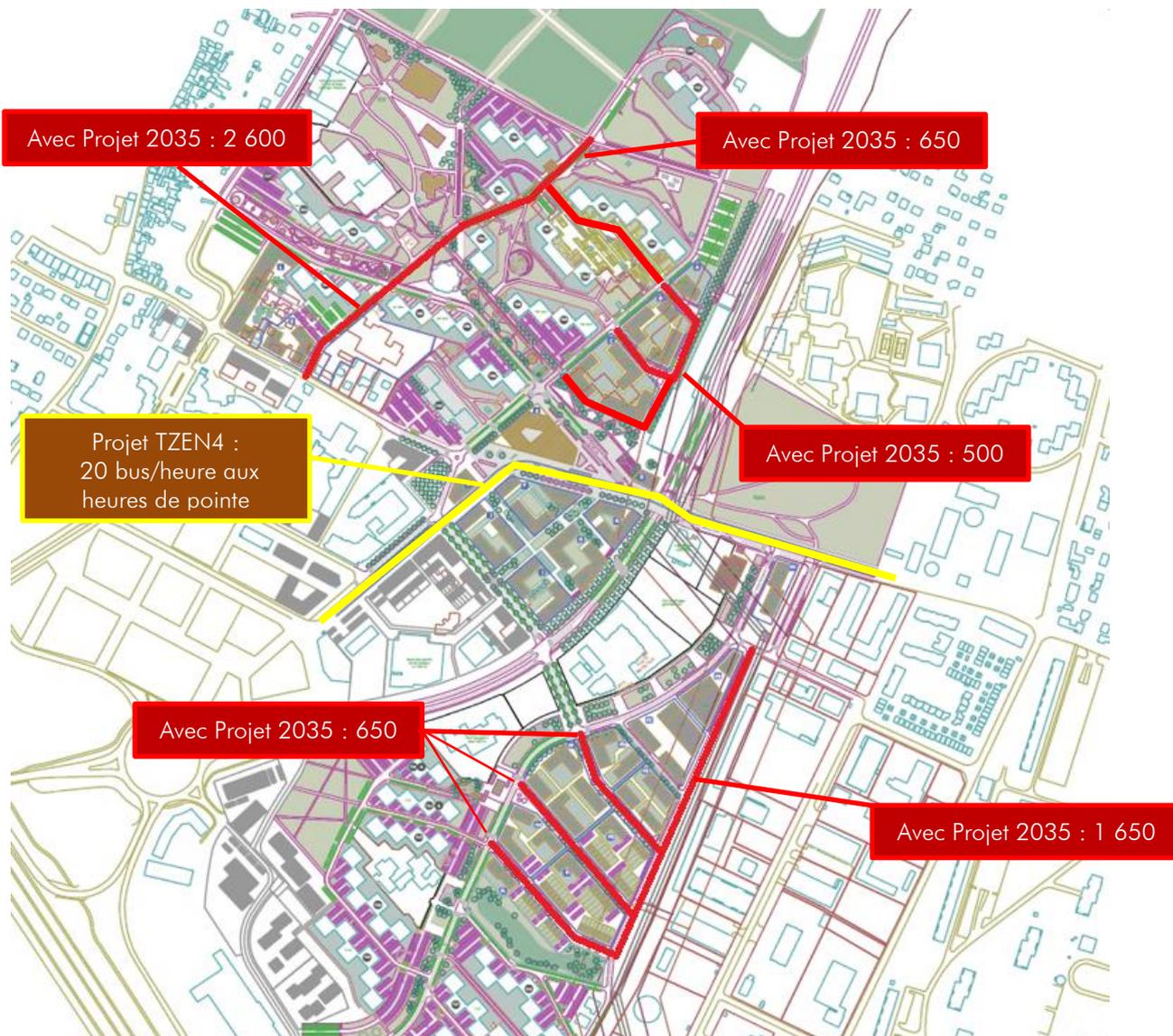
Les paramètres météorologiques retenus conformément aux recommandations de la NMPB correspondent à ceux de la station d'Evreux.

### 📡 Trafics routiers

Les données de trafic utilisées sont issues d'une étude de CDVIA datant du 15/06/2020. Ces données sont présentées ci-dessous sous forme de Trafics Moyens Journaliers en véhicules/jour :



*Trafics Moyens Journaliers en véhicules/jour au niveau des infrastructures existantes*



*Trafics Moyens Journaliers en véhicules/jour au niveau des infrastructures nouvelles*

**Remarque sur la présentation des résultats**

Pour plus de lisibilité sur la présentation des résultats, certains points récepteurs ont été retirés par rapport à la simulation de la situation actuelle et la zone d'étude a été divisée en deux secteurs.

### 5.3 Rappel du contexte réglementaire

Trois types de calculs ont été réalisés :

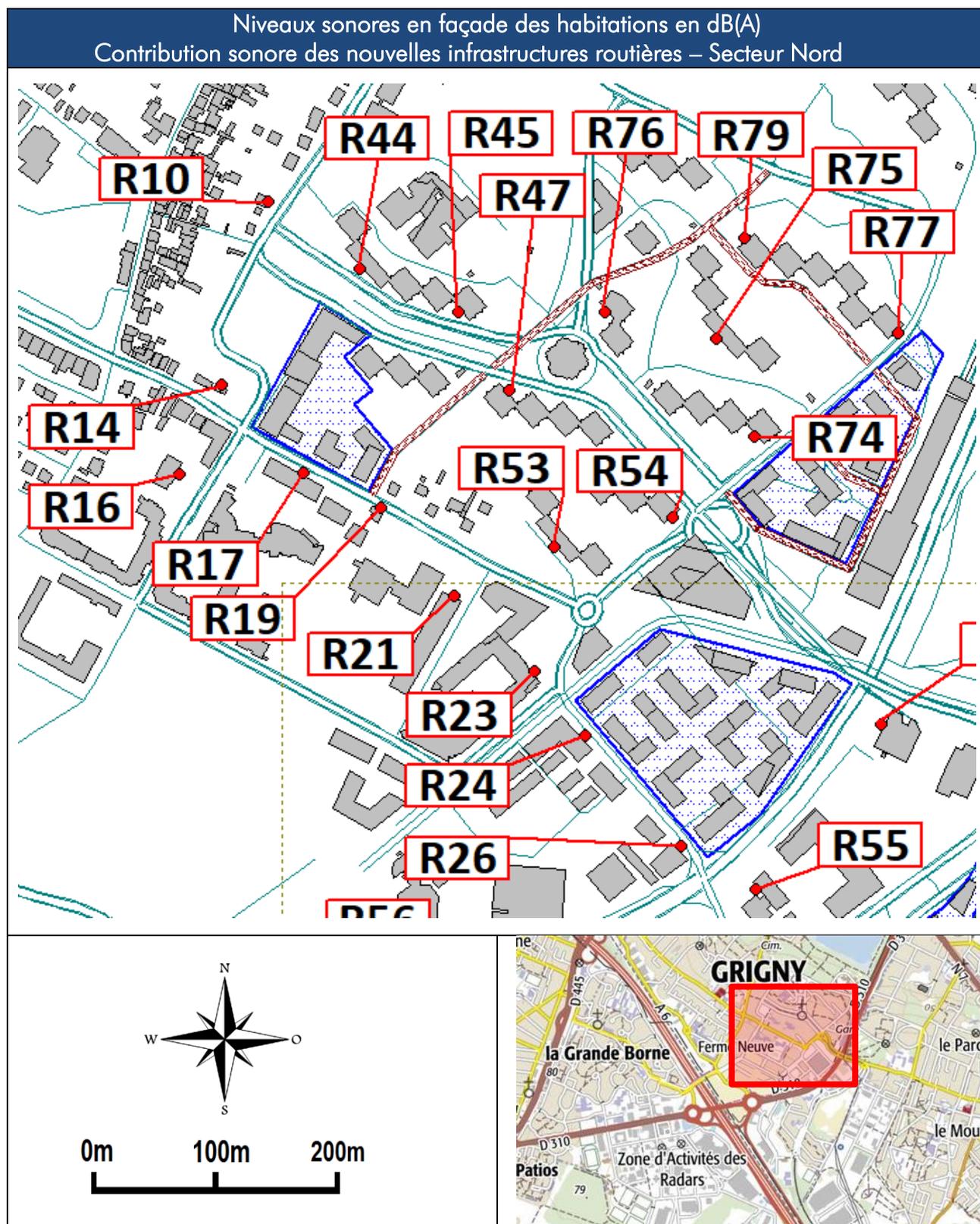
- 🔊 La détermination de l'impact des nouvelles infrastructures seules sur les bâtiments existants. De jour, cette contribution est limitée à 60dBA pour les bâtiments d'habitations situés en zone d'ambiance sonore initialement modérée et à 65dBA pour les logements situés en zone d'ambiance sonore initialement non modérée et les bureaux. De nuit, ces niveaux sonores sont réduits de 5dBA. Les nouvelles infrastructures correspondent aux nouvelles voiries créées dans le cadre du projet.
- 🔊 La détermination de l'impact global de toutes les voiries sur les nouveaux bâtiments de manière à pouvoir dimensionner dans le cadre de l'Arrêté du 23 Juillet 2013, les isollements de façade nécessaires au respect de la réglementation pour ces nouveaux bâtiments.
- 🔊 La comparaison entre les situations actuelle et future. Cette comparaison a pour but de présenter l'impact de l'implantation de la ZAC dans son environnement. Elle permettra d'évaluer l'impact de la modification des voiries existantes.

Les cartes de bruit ainsi que les calculs sur récepteurs en façade des habitations pour la situation future sont présentés ci-après. Les cartes de bruit sont calculées à 4m de hauteur.

Les cartes isophones sont des cartes de bruit calculées à 4m de hauteur qui permettent d'apprécier globalement l'ambiance sonore future sur le site. Ces cartes ont une vocation pédagogique car elles sont déterminées à partir d'un maillage créé automatiquement par le logiciel de simulation, ce maillage étant régulier et ne positionnant pas des récepteurs à 2m en façade des habitations. Un calcul d'interpolation de ce maillage est ensuite réalisé qui permet de tracer les courbes isophones.

Les niveaux réglementaires se déduisent des cartes de calculs sur récepteurs placés à 2m en façade des habitations.

5.4 Impact des nouvelles infrastructures sur les bâtiments existants



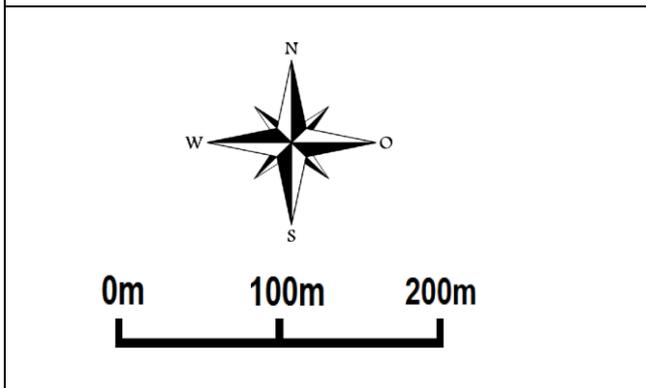
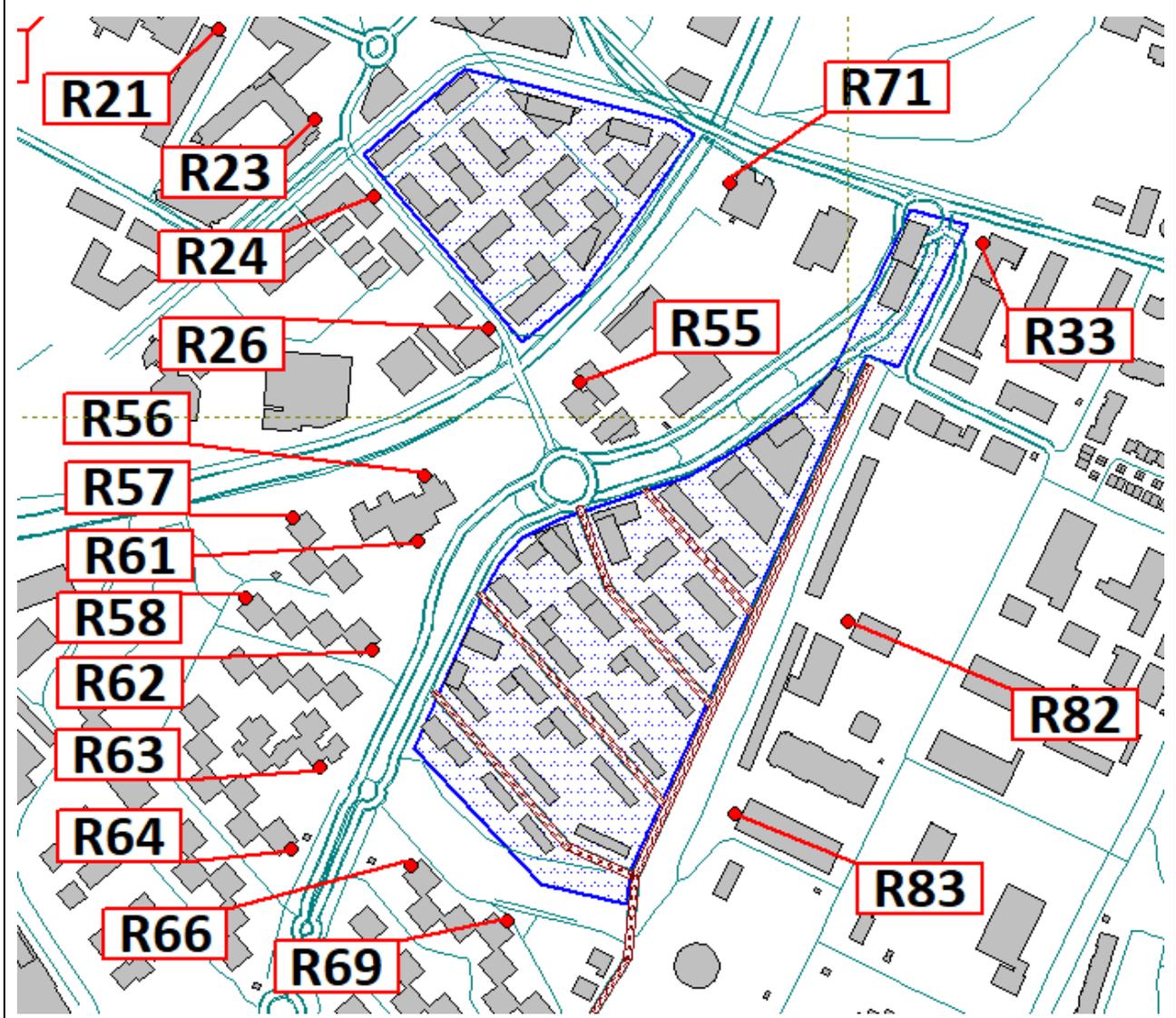
## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)

### Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières – Secteur Nord

	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)		LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R10 RdC	31,5	23,5	R54 RdC	41,5	33,0
R14 RdC	28,0	20,0	R54 R+1	42,5	34,0
R16 RdC	33,0	25,0	R54 R+3	45,5	37,0
R16 R+1	35,0	27,0	R54 R+5	45,5	37,0
R16 R+2	37,0	29,0	R54 R+7	45,5	37,0
R17 RdC	40,5	32,0	R54 R+9	45,5	37,0
R19 RdC	55,0	46,5	R74 RdC	39,0	31,0
R19 R+1	56,5	48,0	R74 R+1	39,5	31,0
R21 RdC	40,0	32,0	R74 R+3	41,0	32,5
R21 R+1	41,5	33,5	R74 R+5	42,0	33,5
R23 RdC	38,0	30,0	R74 R+7	43,0	34,5
R23 R+1	39,5	31,5	R74 R+9	42,0	33,5
R23 R+3	40,5	32,5	R74 R+11	41,5	33,0
R24 RdC	40,5	32,0	R75 RdC	36,5	27,5
R26 RdC	38,0	29,5	R75 R+1	39,0	30,5
R44 RdC	35,0	26,5	R75 R+3	41,5	33,0
R44 R+1	33,5	25,5	R75 R+5	42,5	34,0
R44 R+3	35,0	26,5	R75 R+7	43,0	34,5
R44 R+5	37,0	28,5	R75 R+9	43,5	34,5
R44 R+7	36,0	27,5	R75 R+11	43,5	35,0
R44 R+9	36,0	27,5	R76 RdC	43,0	34,5
R44 R+11	36,0	27,5	R76 R+1	45,5	37,0
R45 RdC	42,0	33,5	R76 R+3	50,0	41,5
R45 R+1	46,5	37,5	R76 R+5	50,5	42,0
R45 R+3	49,5	41,0	R76 R+7	50,5	42,0
R45 R+5	50,5	42,0	R76 R+9	50,5	41,5
R45 R+7	51,0	42,5	R76 R+11	50,0	41,5
R45 R+9	51,0	42,5	R77 RdC	39,5	31,0
R45 R+11	51,0	42,5	R77 R+1	41,0	32,5
R47 RdC	45,5	37,0	R77 R+3	44,5	36,0
R47 R+1	48,5	40,0	R77 R+5	44,0	35,5
R47 R+3	50,0	41,5	R77 R+7	43,5	35,0
R47 R+5	50,0	41,0	R79 RdC	48,5	40,0
R47 R+7	49,5	41,0	R79 R+1	52,0	43,5
R47 R+9	49,5	40,5	R79 R+3	52,5	44,0
R53 RdC	40,0	32,0	R79 R+5	52,0	43,5
R53 R+1	41,0	32,5	R79 R+7	51,5	43,0
R53 R+3	42,5	34,0	R82 RdC	48,5	40,0
R53 R+5	44,0	35,5	R83 RdC	47,0	38,5
R53 R+7	44,5	36,0			
R53 R+9	44,0	35,5			

La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières construites dans le cadre du projet est inférieure aux seuils réglementaires, ces infrastructures sont donc conformes à la réglementation.

Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)  
 Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières – Secteur Sud

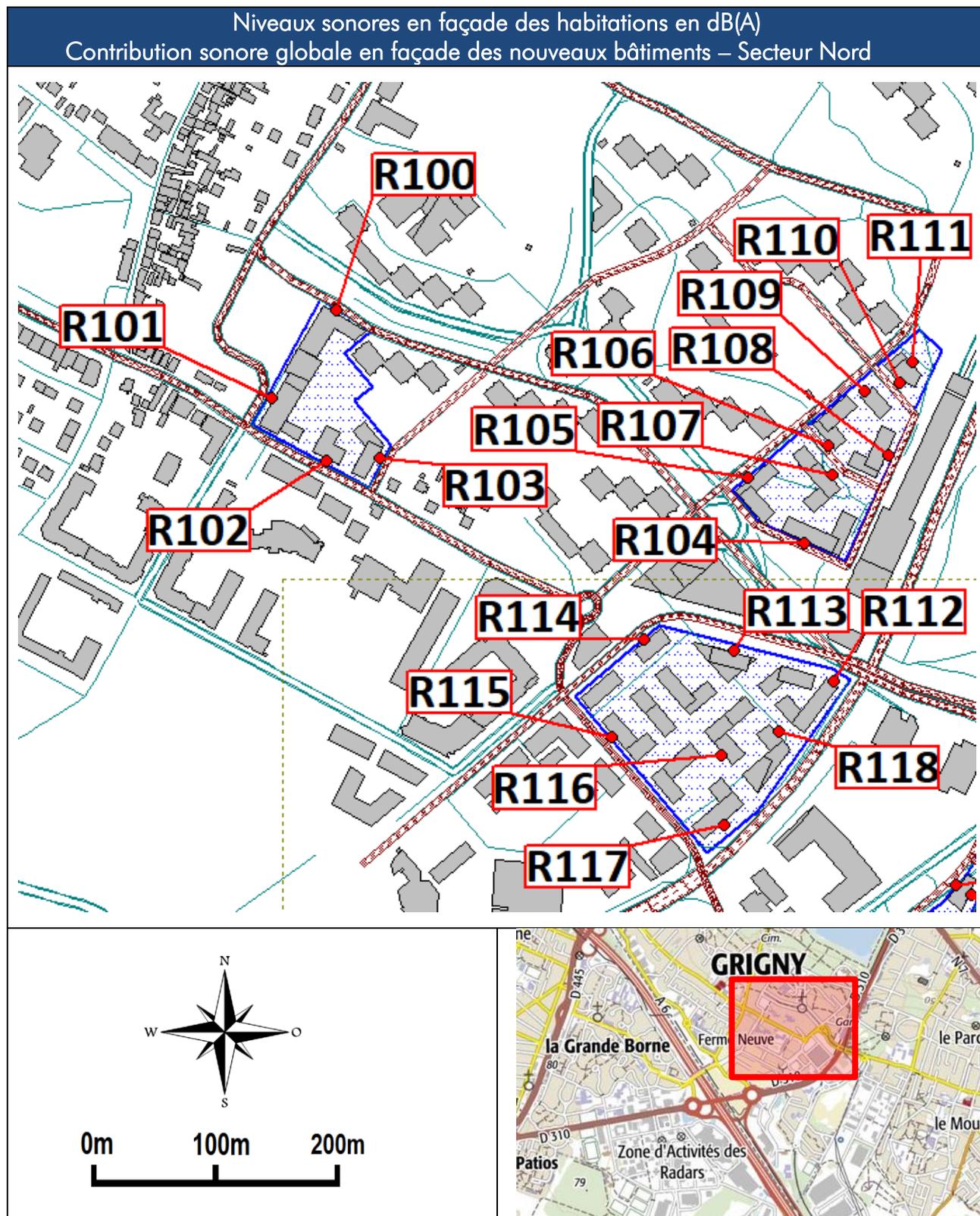


## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières – Secteur Sud

	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R33 RdC	42,5	34,0
R33 R+1	42,5	34,0
R33 R+3	43,5	35,0
R33 R+5	44,0	35,5
R33 R+7	44,0	35,5
R55 RdC	43,0	34,5
R55 R+1	43,0	34,0
R55 R+3	42,5	34,0
R56 RdC	39,5	31,0
R56 R+1	38,5	30,0
R57 RdC	37,0	28,5
R57 R+1	35,5	27,0
R57 R+3	33,5	24,5
R58 RdC	39,0	30,5
R58 R+1	38,5	30,5
R58 R+3	38,0	29,5
R61 RdC	44,5	36,0
R61 R+1	45,5	37,0
R61 R+2	46,5	38,0
R62 RdC	44,5	36,0
R62 R+1	46,0	37,0
R62 R+3	47,5	39,0
R63 RdC	42,5	34,0
R64 RdC	39,5	31,0
R64 R+1	39,5	31,0
R64 R+3	40,0	32,0
R66 RdC	39,5	31,0
R66 R+1	39,5	31,0
R66 R+3	41,0	32,5
R69 RdC	44,0	35,5
R69 R+1	46,0	37,5
R69 R+3	48,5	40,0
R71 RdC	42,0	33,0
R71 R+1	42,0	33,0
R82 RdC	48,5	40,0
R83 RdC	47,0	38,5

La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières construites dans le cadre du projet est inférieure aux seuils réglementaires, ces infrastructures sont donc conformes à la réglementation.

5.5 Niveaux sonores en façade des nouveaux bâtiments et objectifs DnTA,tr



## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Contribution sonore globale en façade des nouveaux bâtiments – Secteur Nord

	L <sub>Aeq</sub> (6h-22h)	L <sub>Aeq</sub> (22h-6h)	D <sub>nTA,tr</sub>
R100 R+1	66,0	57,5	31
R101 R+1	63,5	55,0	30
R102 R+1	70,5	62,0	36
R103 R+1	65,0	57,0	30
R103 R+3	65,0	56,5	30
R104 R+1	62,0	53,5	30
R104 R+3	64,0	55,5	30
R104 R+5	65,0	57,0	30
R105 R+1	63,0	54,5	30
R106 R+1	60,0	51,0	30
R106 R+3	61,5	52,5	30
R107 R+1	61,0	52,0	30
R107 R+3	63,0	53,5	30
R107 R+5	63,0	53,5	30
R108 R+1	64,5	55,0	30
R108 R+3	67,5	57,5	33
R108 R+5	68,0	58,5	33
R109 R+1	60,5	52,0	30
R109 R+3	61,5	53,0	30
R110 R+1	61,5	52,5	30
R110 R+3	64,0	54,5	30
R110 R+5	64,5	55,0	30
R111 R+1	63,0	53,5	30
R111 R+3	64,5	55,0	30
R111 R+5	65,5	55,5	31
R112 R+1	69,5	61,0	35
R113 R+1	62,5	55,0	30
R113 R+3	63,5	55,5	30
R113 R+5	63,5	56,0	30
R114 R+1	62,5	56,0	30
R114 R+3	63,0	56,5	30
R115 R+1	68,5	60,0	34
R115 R+3	68,0	59,5	33
R115 R+5	66,5	58,0	32
R116 R+1	62,0	53,0	30
R117 R+1	72,5	62,5	38
R117 R+3	72,5	63,0	38
R118 R+1	58,5	50,0	30
R118 R+3	61,0	52,5	30

Ambiance sonore non modérée

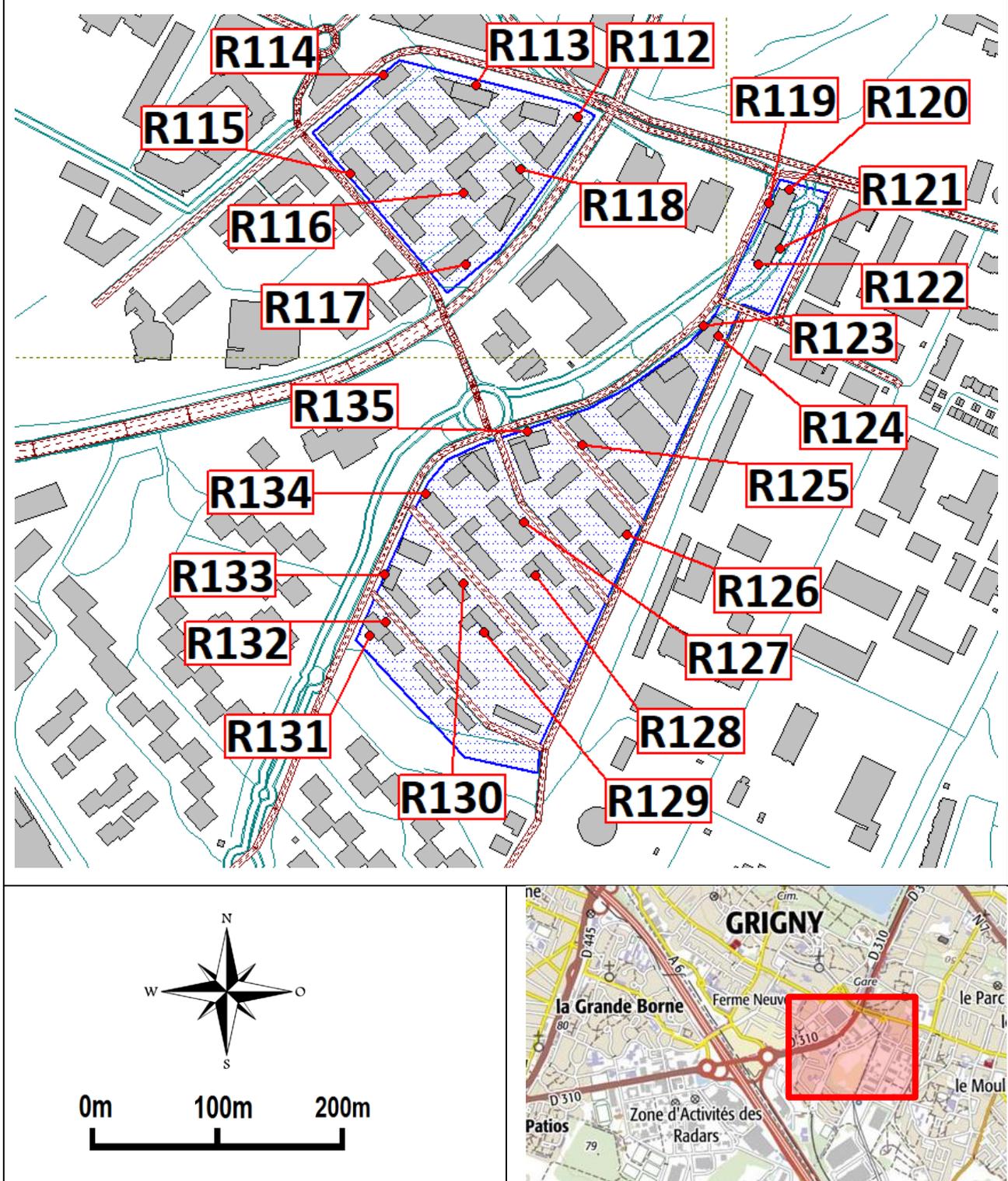
Point noir bruit

Les objectifs d'isolement sont en majorité de 30 ou 31 dB. Ce type d'isolement s'obtient avec des menuiseries équipées de doubles vitrages de type 4/16/6 ainsi qu'avec des entrées d'air acoustiques adaptées.

Les objectifs compris entre 32 dB et 33 dB nécessitent la pose d'un double vitrage 4/16/10 ainsi que des entrées d'air acoustiques adaptées.

Pour les objectifs supérieurs ou égaux à 34 dB, il faut prévoir un double vitrage feuilleté de type 44.1/12/10 et des entrées d'air acoustiques adaptées.

Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)  
Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières – Secteur Sud



## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières – Secteur Sud

	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	DnTA,tr
R119 R+1	73,0	64,5	38
R119 R+3	71,5	63,0	37
R119 R+5	70,5	62,0	36
R120 R+1	70,5	62,0	36
R120 R+3	70,0	62,0	35
R120 R+5	69,5	61,0	35
R121 R+1	65,5	57,0	31
R121 R+3	68,0	59,5	33
R122 R+1	66,0	57,5	31
R122 R+3	67,5	59,0	33
R123 R+1	72,0	63,5	37
R123 R+3	70,5	62,0	36
R124 R+1	62,5	54,5	30
R124 R+3	64,0	55,5	30
R125 R+1	61,0	52,5	30
R126 R+1	60,0	52,5	30
R126 R+3	60,0	52,5	30
R126 R+5	59,0	52,0	30
R127 R+1	59,5	51,0	30
R127 R+3	61,0	53,5	30
R128 R+1	57,0	51,5	30
R129 R+1	56,5	51,0	30
R129 R+3	59,0	53,5	30
R130 R+1	59,0	51,5	30
R130 R+3	60,0	52,5	30
R131 R+1	60,0	53,0	30
R131 R+3	61,0	54,5	30
R132 R+1	60,0	52,5	30
R132 R+3	60,5	53,0	30
R133 R+1	63,5	55,5	30
R133 R+3	63,5	55,5	30
R134 R+1	63,5	55,0	30
R134 R+3	64,0	55,5	30
R135 R+1	71,5	63,0	37
R135 R+3	70,5	62,0	36

Ambiance sonore non modérée

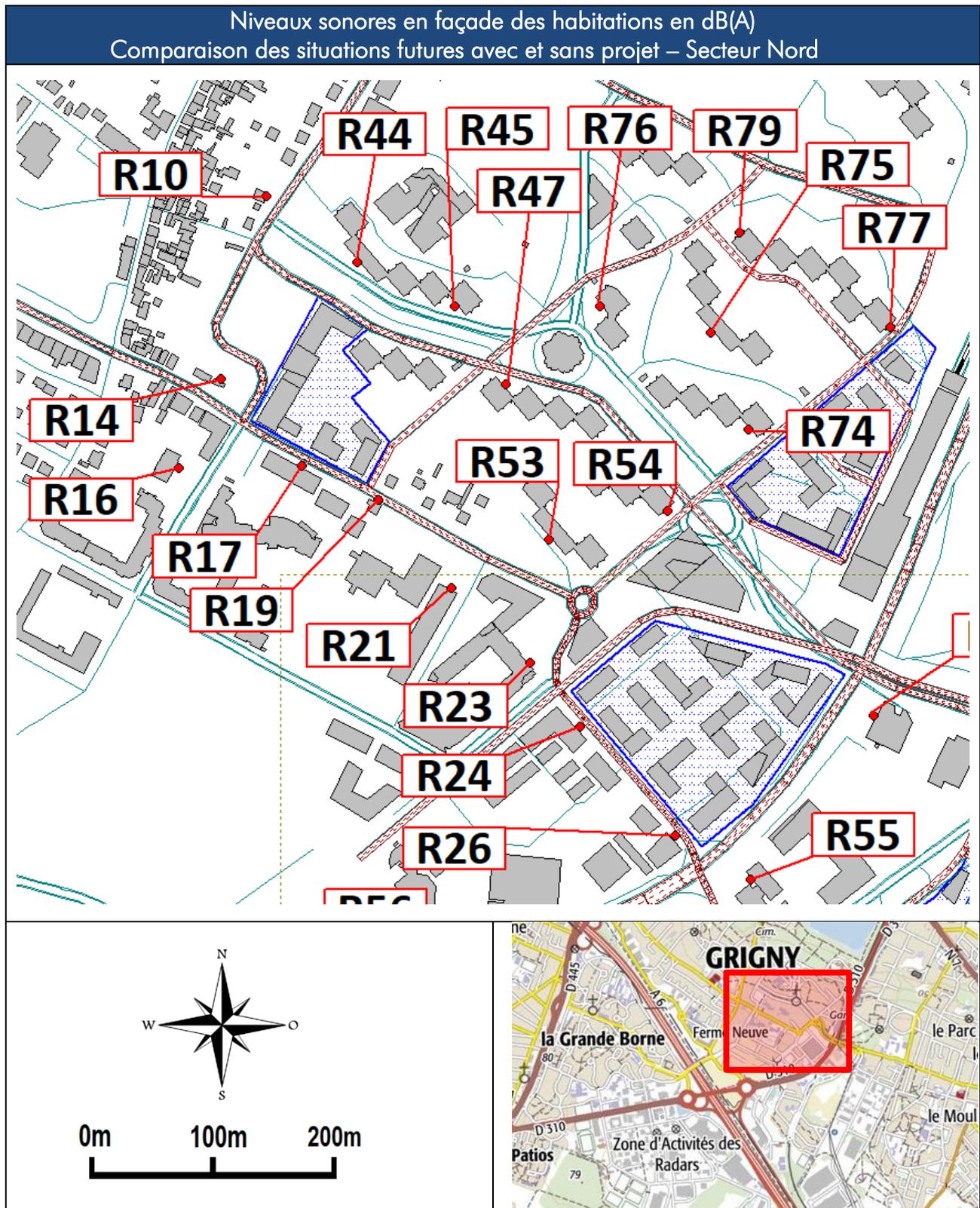
Point noir bruit

Les objectifs d'isolement sont en majorité de 30 ou 31 dB. Ce type d'isolement s'obtient avec des menuiseries équipées de doubles vitrages de type 4/16/6 ainsi qu'avec des entrées d'air acoustiques adaptées.

Les objectifs compris entre 32 dB et 33 dB nécessitent la pose d'un double vitrage 4/16/10 ainsi que des entrées d'air acoustiques adaptées.

Pour les objectifs supérieurs ou égaux à 34 dB, il faut prévoir un double vitrage feuilleté de type 44.1/12/10 et des entrées d'air acoustiques adaptées.

5.6 Comparaison des situations futures avec et sans projet



## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Comparaison des situations futures avec et sans projet – Secteur Nord

	Sans projet		Avec projet		Ecart	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R10 RdC	55,5	48,0	55,5	47,5	0,0	-0,5
R14 RdC	57,5	50,5	57,0	50,0	-0,5	-0,5
R16 RdC	55,0	49,0	55,5	49,5	0,5	0,5
R16 R+1	56,0	50,5	57,0	51,0	1,0	0,5
R16 R+2	58,0	52,0	59,0	52,5	1,0	0,5
R17 RdC	70,0	61,5	70,0	61,5	0,0	0,0
R19 RdC	72,5	64,0	72,5	64,0	0,0	0,0
R19 R+1	71,5	63,0	72,0	63,5	0,5	0,5
R21 RdC	59,0	51,0	59,5	51,5	0,5	0,5
R21 R+1	61,5	53,0	61,5	53,5	0,0	0,5
R23 RdC	60,5	52,5	61,5	53,5	1,0	1,0
R23 R+1	62,5	54,5	63,5	55,5	1,0	1,0
R23 R+3	63,5	55,0	64,5	56,5	1,0	1,5
R24 RdC	67,0	58,5	67,5	59,5	0,5	1,0
R26 RdC	68,5	59,5	69,5	60,5	1,0	1,0
R44 RdC	61,0	53,0	54,5	47,0	-6,5	-6,0
R44 R+1	62,0	53,5	56,0	48,5	-6,0	-5,0
R44 R+3	61,5	53,5	59,0	51,5	-2,5	-2,0
R44 R+5	61,5	53,5	59,5	52,0	-2,0	-1,5
R44 R+7	60,5	52,5	59,5	51,5	-1,0	-1,0
R44 R+9	60,0	52,0	59,5	51,5	-0,5	-0,5
R44 R+11	60,0	52,0	59,5	51,5	-0,5	-0,5
R45 RdC	60,0	51,5	53,5	46,0	-6,5	-5,5
R45 R+1	61,0	53,0	57,0	49,0	-4,0	-4,0
R45 R+3	61,5	53,5	60,0	51,5	-1,5	-2,0
R45 R+5	61,5	53,0	60,5	52,0	-1,0	-1,0
R45 R+7	61,0	52,5	61,0	52,5	0,0	0,0
R45 R+9	61,0	52,5	61,0	52,5	0,0	0,0
R45 R+11	61,0	52,5	61,0	53,0	0,0	0,5
R47 RdC	60,0	51,5	62,0	53,5	2,0	2,0
R47 R+1	61,0	52,5	63,0	54,0	2,0	1,5
R47 R+3	61,0	52,5	62,0	53,5	1,0	1,0
R47 R+5	60,0	51,5	61,0	52,5	1,0	1,0
R47 R+7	59,5	51,0	60,0	51,5	0,5	0,5
R47 R+9	59,0	50,5	59,5	51,0	0,5	0,5
R53 RdC	60,0	52,5	60,0	52,5	0,0	0,0
R53 R+1	63,0	54,5	63,0	55,0	0,0	0,5
R53 R+3	64,5	56,5	65,0	56,5	0,5	0,0
R53 R+5	64,5	56,5	65,0	57,0	0,5	0,5
R53 R+7	64,5	56,0	65,0	56,5	0,5	0,5
R53 R+9	64,0	55,5	64,5	56,0	0,5	0,5



Ambiance sonore non modérée



Point noir bruit

Les écarts calculés entre les situations futures avec et sans projet proviennent de l'évolution des trafics routiers et de la géométrie architecturale du secteur d'étude.

## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Comparaison des situations futures avec et sans projet – Secteur Nord (suite)

	Sans projet		Avec projet		Ecart	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R54 RdC	66,5	58,0	67,5	59,0	1,0	1,0
R54 R+1	68,0	59,0	68,5	60,0	0,5	1,0
R54 R+3	68,0	59,5	68,5	60,0	0,5	0,5
R54 R+5	67,5	59,0	68,0	59,5	0,5	0,5
R54 R+7	67,0	58,0	67,0	58,5	0,0	0,5
R54 R+9	66,5	57,5	66,0	57,5	-0,5	0,0
R74 RdC	57,0	49,0	57,5	49,0	0,5	0,0
R74 R+1	59,0	51,0	59,0	51,0	0,0	0,0
R74 R+3	61,5	53,0	61,0	52,5	-0,5	-0,5
R74 R+5	62,0	53,5	61,5	53,0	-0,5	-0,5
R74 R+7	62,0	53,5	62,0	54,0	0,0	0,5
R74 R+9	62,0	53,5	62,5	54,0	0,5	0,5
R74 R+11	62,0	53,5	63,0	54,5	1,0	1,0
R75 RdC	48,5	41,0	48,0	40,5	-0,5	-0,5
R75 R+1	49,5	41,5	49,5	41,5	0,0	0,0
R75 R+3	51,5	43,5	50,5	42,5	-1,0	-1,0
R75 R+5	52,5	44,0	52,0	44,0	-0,5	0,0
R75 R+7	53,5	45,0	53,0	44,5	-0,5	-0,5
R75 R+9	54,0	45,5	53,5	45,0	-0,5	-0,5
R75 R+11	55,0	46,5	54,0	46,0	-1,0	-0,5
R76 RdC	54,0	46,0	49,0	41,5	-5,0	-4,5
R76 R+1	57,0	49,0	51,5	44,0	-5,5	-5,0
R76 R+3	58,5	50,5	54,0	46,0	-4,5	-4,5
R76 R+5	58,5	50,5	55,5	47,0	-3,0	-3,5
R76 R+7	58,5	50,0	56,0	48,0	-2,5	-2,0
R76 R+9	58,0	49,5	56,0	47,5	-2,0	-2,0
R76 R+11	58,0	50,0	56,5	48,5	-1,5	-1,5
R77 RdC	63,5	54,5	64,5	55,5	1,0	1,0
R77 R+1	64,5	55,5	65,0	56,0	0,5	0,5
R77 R+3	65,0	55,5	65,5	56,0	0,5	0,5
R77 R+5	65,5	56,0	65,5	56,0	0,0	0,0
R77 R+7	66,0	56,0	66,0	56,5	0,0	0,5
R79 RdC	50,0	41,0	50,5	42,0	0,5	1,0
R79 R+1	51,5	42,0	53,5	45,0	2,0	3,0
R79 R+3	53,0	44,0	54,0	45,5	1,0	1,5
R79 R+5	54,5	45,0	54,5	45,5	0,0	0,5
R79 R+7	55,0	46,0	54,5	45,5	-0,5	-0,5

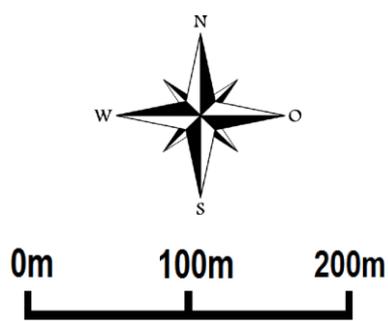
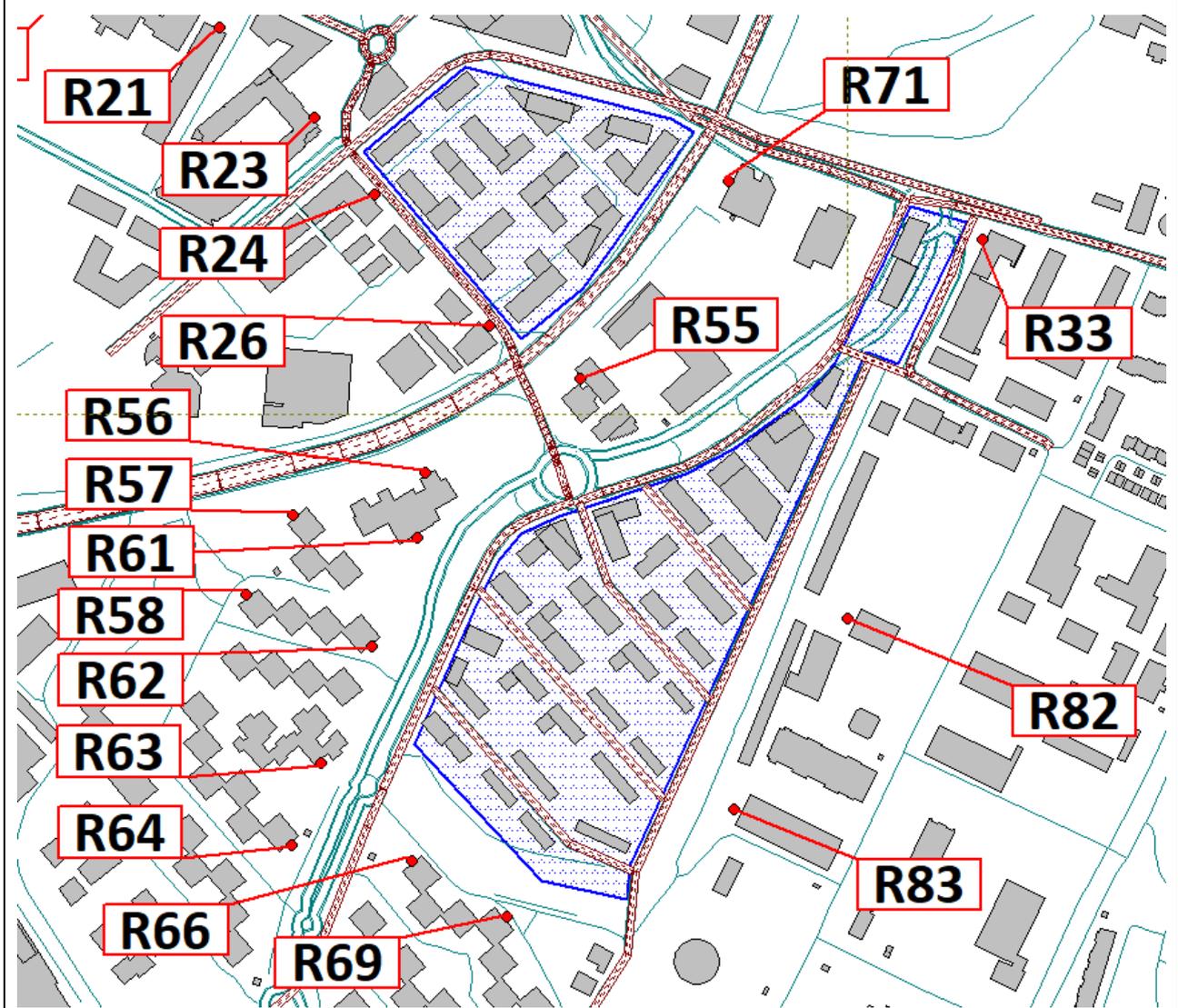
  Ambiance sonore non modérée

  Point noir bruit

Les écarts calculés entre les situations futures avec et sans projet proviennent de l'évolution des trafics routiers et de la géométrie architecturale du secteur d'étude.

Un écart supérieur à 2 dBA est calculé au point R79 mais le point de calcul reste en zone d'ambiance sonore modérée de jour et de nuit dans la situation avec projet (LAeq(6h-22h) < 65dBA et LAeq(22h-6h) < 60dBA)

Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A)  
Comparaison des situations futures avec et sans projet – Secteur Sud



## Niveaux sonores en façade des habitations en dB(A) Comparaison des situations futures avec et sans projet – Secteur Sud

	Sans projet		Avec projet		Ecart	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
R33 RdC	66,5	58,0	68,0	59,5	1,5	1,5
R33 R+1	69,0	60,5	69,5	61,0	0,5	0,5
R33 R+3	69,5	61,0	69,5	61,5	0,0	0,5
R33 R+5	69,0	60,5	69,0	61,0	0,0	0,5
R33 R+7	68,5	60,0	68,5	60,0	0,0	0,0
R55 RdC	65,5	56,5	65,5	56,5	0,0	0,0
R55 R+1	67,5	58,0	67,5	58,0	0,0	0,0
R55 R+3	68,5	59,5	69,0	59,5	0,5	0,0
R56 RdC	65,5	56,0	65,5	56,5	0,0	0,5
R56 R+1	68,5	59,0	68,5	59,0	0,0	0,0
R57 RdC	65,0	56,5	65,5	56,5	0,5	0,0
R57 R+1	68,5	59,5	69,0	59,5	0,5	0,0
R57 R+3	70,0	60,5	70,0	60,5	0,0	0,0
R58 RdC	61,5	55,0	61,5	55,0	0,0	0,0
R58 R+1	62,0	54,5	62,5	55,0	0,5	0,5
R58 R+3	65,0	56,0	65,0	56,5	0,0	0,5
R61 RdC	57,5	51,0	57,5	51,0	0,0	0,0
R61 R+1	59,0	52,0	59,0	52,0	0,0	0,0
R61 R+2	59,5	52,5	60,0	53,0	0,5	0,5
R62 RdC	56,5	50,0	56,0	50,0	-0,5	0,0
R62 R+1	58,5	51,5	58,0	51,5	-0,5	0,0
R62 R+3	60,0	52,5	60,0	53,0	0,0	0,5
R63 RdC	57,5	52,0	57,5	52,0	0,0	0,0
R64 RdC	58,5	52,5	58,0	52,5	-0,5	0,0
R64 R+1	60,0	53,5	59,0	53,0	-1,0	-0,5
R64 R+3	61,5	55,0	60,5	54,5	-1,0	-0,5
R66 RdC	57,5	51,5	57,5	51,5	0,0	0,0
R66 R+1	58,0	52,0	58,5	52,0	0,5	0,0
R66 R+3	60,0	53,5	59,5	53,5	-0,5	0,0
R69 RdC	55,5	49,5	56,5	51,5	1,0	2,0
R69 R+1	56,0	49,0	55,0	50,0	-1,0	1,0
R69 R+3	55,0	48,0	54,5	48,0	-0,5	0,0
R71 RdC	65,5	56,0	65,5	56,0	0,0	0,0
R71 R+1	68,5	59,0	68,5	59,0	0,0	0,0
R82 RdC	56,5	50,5	56,0	50,5	-0,5	0,0
R83 RdC	56,0	49,5	55,5	49,0	-0,5	-0,5

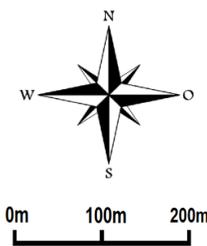
  Ambiance sonore non modérée

  Point noir bruit

Les écarts calculés entre les situations futures avec et sans projet proviennent de l'évolution des trafics routiers et de la géométrie architecturale du secteur d'étude.

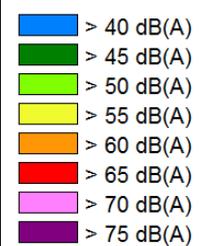
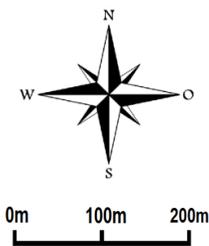
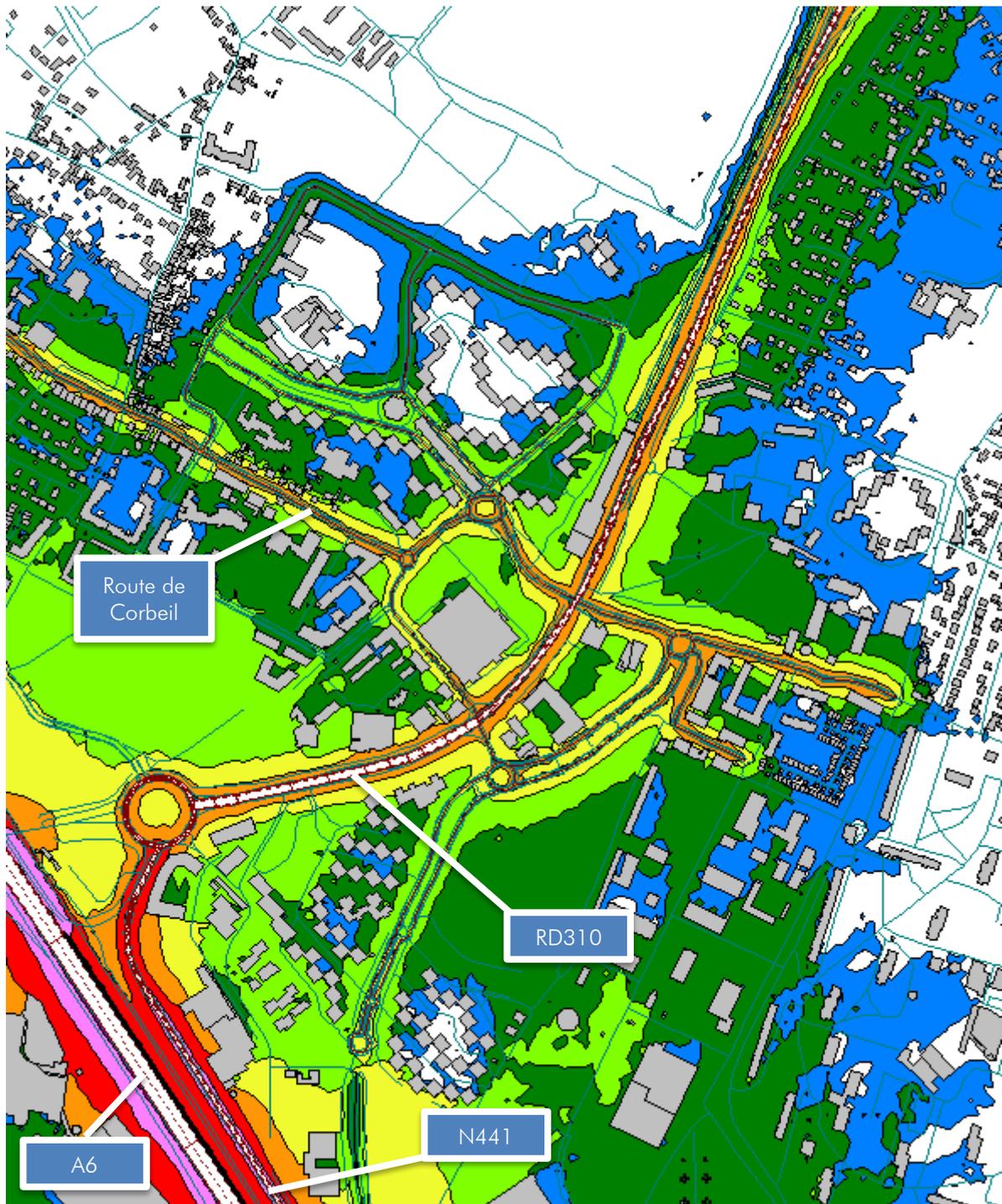
5.7 Cartes de bruit calculées à 4m au-dessus du sol

Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
 Situation future sans projet – Période jour (6h-22h)

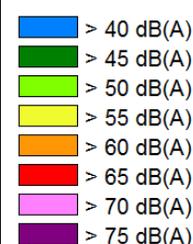
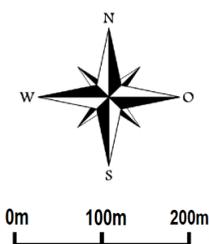


Blue	> 40 dB(A)
Green	> 45 dB(A)
Light Green	> 50 dB(A)
Yellow	> 55 dB(A)
Orange	> 60 dB(A)
Red	> 65 dB(A)
Pink	> 70 dB(A)
Purple	> 75 dB(A)

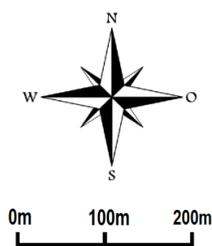
Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
 Situation future sans projet – Période nuit (22h-6h)



Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
 Situation future avec projet – Période jour (6h-22h)



Carte de bruit calculée à 4 m au-dessus du sol en dB(A)  
 Situation future avec projet – Période nuit (22h-6h)



Blue	> 40 dB(A)
Green	> 45 dB(A)
Light Green	> 50 dB(A)
Yellow	> 55 dB(A)
Orange	> 60 dB(A)
Red	> 65 dB(A)
Pink	> 70 dB(A)
Purple	> 75 dB(A)

## 5.8 Analyse des résultats

### 🔊 Impact des voies nouvelles sur les bâtiments existants

La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières construites dans le cadre du projet est inférieure aux seuils réglementaires, ces infrastructures sont donc conformes à la réglementation.

### 🔊 Préconisation de protection pour les bâtiments situés à l'intérieur de la ZAC

L'isolement requis ( $DnT,A,tr$ ) des nouveaux bâtiments est déterminé conformément à l'arrêté du 23 juillet 2013.

Les objectifs d'isolement sont en majorité de 30 ou 31 dB. Ce type d'isolement s'obtient avec des menuiseries équipées de doubles vitrages de type 4/16/6 ainsi qu'avec des entrées d'air acoustiques adaptées.

Les objectifs compris entre 32 dB et 33 dB nécessitent la pose d'un double vitrage 4/16/10 ainsi que des entrées d'air acoustiques adaptées.

Pour les objectifs supérieurs ou égaux à 34 dB, il faut prévoir un double vitrage feuilleté de type 44.1/12/10 et des entrées d'air acoustiques adaptées.

Le plan ci-dessous localise les objectifs d'isolement supérieurs ou égaux à 32 dB :



*En orange : Objectif  $DnT,A,tr \geq 32dB$*

*En rouge : Objectif  $DnT,A,tr \geq 34dB$*

### 🔊 Comparaison des situations futures avec et sans projet

Les écarts calculés entre les situations futures avec et sans projet proviennent de l'évolution des trafics routiers et de la géométrie architecturale du secteur d'étude. Seul un écart supérieur à 2 dBA a été calculé mais le point de calcul concerné reste en zone d'ambiance sonore modérée de jour et de nuit dans la situation avec projet ( $LA_{eq}(6h-22h) < 65dBA$  et  $LA_{eq}(22h-6h) < 60dBA$ )

## 6 CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer le niveau d'exposition des habitations qui se trouvent en bordure du projet de ZAC en état actuel, d'établir les objectifs d'isolement des futurs bâtiments de la ZAC, et de déterminer l'impact acoustique de la ZAC sur les bâtiments existants.

Quatre mesures de longue durée (24h) et quatre mesures de courte durée (30 min) ont permis d'identifier l'ambiance sonore actuelle du site d'étude.

L'ensemble de ces données a permis de valider le modèle de calcul utilisé dans le cadre de cette étude.

Les modélisations des différentes configurations du site ont permis de déterminer que :

- 🔊 La grande majorité de la zone d'étude est initialement en zone d'ambiance sonore modérée. Les axes routiers les plus bruyants sont la route de Corbeil et la RD310, les habitations les plus proches de ces axes sont en zone d'ambiance sonore non modérée ou points noirs bruit.
- 🔊 La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières construites dans le cadre du projet est inférieure aux seuils réglementaires, ces infrastructures sont donc conformes à la réglementation.
- 🔊 les objectifs d'isolement  $D_{nT,A,tr}$  des bâtiments neufs construits dans le cadre du projet sont en majorité compris entre 30 et 32 dB.

Le plan ci-dessous localise les objectifs d'isolement supérieurs ou égaux à 32 dB :



En orange : Objectif  $D_{nT,A,tr} \geq 32$  dB

En rouge : Objectif  $D_{nT,A,tr} \geq 34$  dB

**ANNEXE 7 :**

ETUDE HYDRAULIQUE  
SUEZ CONSULTING

OPERATION D'AMENAGEMENT DANS LE CADRE DE LA  
CONVENTION ANRU AU TITRE DE L'ORCOD-IN DE  
GRIGNY 2 – GRIGNY (91)

**Volet Eau de l'étude d'impact environnemental**



**CONSULTING**

SAFEGE  
Parc de L'Ile  
15-27, Rue du Port  
92022 NANTERRE cedex

Agence Ile de France

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL  
Parc de l'île - 15/27 rue du Port  
92022 NANTERRE CEDEX  
[www.safege.com](http://www.safege.com)

Version : 1  
Date : 28/02/2021

**SAFEGE**

**Numéro du projet : 19NIF069**

**Intitulé du projet : Volet Eau de l'étude d'impact de l'ORCOD IN de la copropriété Grigny 2 dans le cadre de la réalisation du projet d'aménagement**

**Intitulé du document : Rapport**

<b>Version</b>	<b>Rédacteur</b> NOM / Prénom	<b>Vérificateur</b> NOM / Prénom	<b>Date d'envoi</b> JJ/MM/AA	<b>COMMENTAIRES</b> Documents de référence / Description des modifications essentielles
<b>1</b>	MUNSCH Cyrielle	BOUR Claire / MATHEVET Laurence	28/02/2021	Version initiale

# Sommaire

1.....	Introduction .....	6
1.1	<b>Contexte et objectifs</b> .....	6
1.2	<b>Objectifs</b> .....	6
1.3	<b>Organisation du présent document</b> .....	6
2.....	Bilan de la situation actuelle .....	7
2.1	<b>Rappel de l'état initial</b> .....	7
2.1.1	Description du projet et de son contexte .....	7
2.1.2	Localisation du périmètre à l'étude.....	7
2.1.3	Contexte hydrographique .....	8
2.1.4	Contexte hydrogéologique.....	10
2.1.4.1	Masses d'eau souterraines concernées .....	10
2.1.4.2	Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau souterraines.....	12
2.1.5	Alimentation en eau potable .....	13
2.1.6	Périmètres de protection de captage .....	14
2.1.7	Gestion actuelle des eaux usées et eaux pluviales.....	16
2.2	<b>Contraintes et risques vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales et des eaux usées</b> .....	17
2.2.1	Contraintes règlementaires – PLU de la Ville de Grigny .....	17
2.2.1.1	Eaux usées.....	17
2.2.1.2	Eaux pluviales .....	19
2.2.2	Contraintes règlementaires – Règlement d'assainissement du Syndicat de l'Orge 22	
2.2.2.1	Eaux usées.....	22
2.2.2.2	Eaux pluviales .....	23
2.2.3	Risques environnementaux impactant la gestion des eaux pluviales et infiltrabilité de la zone d'étude .....	25
2.2.3.1	Géologie .....	25
2.2.3.2	Aléa retrait-gonflement des argiles .....	26
2.2.3.3	Aléa de remontée de la nappe .....	27
2.2.3.4	Aléa d'effondrement .....	28
2.2.3.5	Risque d'inondation par débordement de cours d'eau .....	28
2.2.3.6	Infiltrabilité des eaux pluviales .....	29
3.....	Impact du projet sur l'assainissement des eaux usées .....	31

<b>3.1</b>	<b>Impact hydraulique</b> .....	<b>31</b>
3.1.1	Bilan des démolitions et constructions de logements .....	31
3.1.2	Volume supplémentaire d'eaux usées .....	35
<b>3.2</b>	<b>Impact sur la pollution transitée à la STEP</b> .....	<b>35</b>
<b>4.....</b>	<b>Impacts du projet sur l'assainissement des eaux pluviales</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Impact hydraulique</b> .....	<b>37</b>
4.1.1	Effets temporaires .....	37
4.1.2	Effets à long terme .....	37
4.1.2.1	Hypothèses de calcul .....	37
4.1.2.2	Calcul des volumes en situation actuelle .....	38
4.1.2.3	Calcul des volumes ruisselés après aménagements.....	39
4.1.2.4	Incitation à l'emploi de techniques alternatives.....	42
<b>4.2</b>	<b>Impact sur la pollution des eaux pluviales</b> .....	<b>48</b>
<b>5.....</b>	<b>Vérification de la compatibilité du projet avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015</b> .....	<b>50</b>
<b>6.....</b>	<b>Rubriques de la nomenclature eau susceptibles d'être concernées par le projet</b> .....	<b>53</b>

## Table des illustrations

Figure 2-1 : Le secteur d'étude : Grigny 2 (Source : Rapport de phase 1, diagnostic et premières orientations, Atelier Xavier Lauzeral architectes urbanistes, Mars 2018) .....	8
Tableau 2-2 : Objectifs d'état des masses d'eau fixés par le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015.....	11
Figure 2-3 : Localisation des nappes d'eau souterraines présentes au droit de la commune de Grigny.....	11
Figure 4 - Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau au droit du projet (Source : SIGES Seine-Normandie).....	13
Figure 2-5 : Extrait de la carte BNPE (Source : BSC).....	14
Figure 2-6 : Périmètres de protection de captage AEP présents sur la commune de Grigny (source : Etude diagnostique de la Communauté d'Agglomération des Lacs de l'Essonne, Vincent Ruby, 2011).....	15
Tableau 2-7 : Dispositions relatives aux eaux usées applicables par zone dans le périmètre à l'étude (source : PLU de la Ville de Grigny, 2015).....	18
Tableau 2-8 : Dispositions relatives aux eaux usées applicables par zone dans le périmètre à l'étude (source : PLU de la Ville de Grigny, 2015).....	20
Figure 2-9 : Géologie au droit de la zone d'étude (Source : Infoterre, BRGM 2021) .....	25
Figure 2-10 : Carte de l'aléa retrait gonflement des argiles au droit de la zone d'étude (Source : Géorisques) .....	27
Figure 2-11 : Aléa de remontée de nappe au droit du périmètre d'étude (Source : BRGM, 2020).....	28
Figure 2-12 : Zonage réglementaire du PPRi de la Seine, approuvé le 20/10/2003.....	29
Figure 2-13 : Contraintes d'infiltrabilité au droit de la zone d'étude (Source : BRGM, SAFEGE, 2020) .....	30
<b>Tableau 3-1 : Opérations futures réalisées, nombre de logements concernés et nombre d'habitants impactés (source : Rapport de phase 3 « Approfondissement du scénario », Septembre 2019, Atelier Xavier Lauzeral architectes urbanistes).....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau 3-2 : Bilan du nombre de logements et d'habitants supplémentaires .....</b>	<b>35</b>

<b>Tableau 3-3 : Pollution type d'un EH et quantification de la pollution supplémentaire liée aux 224 EH</b> .....	35
Figure 4-1 : Mode d'occupation du Sol de la zone d'étude .....	38
<b>Tableau 4-2 : Volumes ruisselés en situation initiale sur la zone d'étude</b> .....	38
Figure 4-3 : Types de surfaces futures .....	39
Figure 4-4 : BV considérés.....	40

## Table des tableaux

Tableau 4-1 : Coefficients de ruissellement par type de revêtement et mode d'occupation du sol .....	40
Tableau 4-2 : Volumes ruisselés par bassin versant et par type de surface.....	41
<b>Tableau 4-3 : Synthèse des techniques alternatives disponibles</b> .....	43
Tableau 4-4 : Concentrations moyennes en polluants mesurées dans les eaux pluviales de ruissellement (source : « Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines », Agence de l'Eau Seine-Normandie et GRAIE) .....	49
Tableau 5-1 : Liste des orientations et dispositions du SDAGE Seine-Normandie concernées par le projet .....	51
Tableau 6-1 : Rubriques de la nomenclature Eau concernées par le projet.....	54

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Contexte et objectifs

Le Volet Eau fait partie intégrante de l'étude d'impact réalisée dans le cadre du projet d'aménagement de la copropriété Grigny 2. Cette copropriété fait aujourd'hui l'objet d'une Opération de Requalification de Copropriétés Dégradées d'Intérêt National (ORCOD IN), soutenue et pilotée par l'Etablissement Public Foncier d'Île-de-France (EPFIF).

## 1.2 Objectifs

Ce rapport portant sur le volet Eau de l'étude d'impact a les objectifs suivants :

- Rappeler le bilan de la situation actuelle présentée dans l'état initial de l'étude en termes de contraintes environnementales et réglementaires ;
- Quantifier l'impact du projet en termes de volumes supplémentaires d'eaux usées et d'eaux pluviales admis aux réseaux d'assainissement ;
- Présenter une première ébauche des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales envisageables, qui seront à approfondir au cas par cas lors des phases de conception des opérations individuelles ;
- Vérifier la compatibilité du projet avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 ;
- Déterminer les rubriques de la nomenclature eau en application de l'article L214.1 du Code de l'Environnement susceptibles d'être concernées par le projet d'aménagement.

## 1.3 Organisation du présent document

Le présent document est organisé de la manière suivante :

- Chapitre 1 : la présente introduction ;
- Chapitre 2 : le bilan de la situation actuelle ;
- Chapitre 3 : l'impact du projet sur l'assainissement des eaux usées ;
- Chapitre 4 : l'impact du projet sur l'assainissement des eaux pluviales ;
- Chapitre 5 : la vérification de la compatibilité du projet avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 ;
- Chapitre 6 : la liste des rubriques de la nomenclature eau susceptibles d'être concernées par le projet d'aménagement.

## 2 BILAN DE LA SITUATION ACTUELLE

### 2.1 Rappel de l'état initial

*L'ensemble des informations présentées dans cette partie sont issues de l'état initial de l'étude d'impact.*

#### 2.1.1 Description du projet et de son contexte

La commune de Grigny compte 28 737 habitants et 9 984 logements (INSEE, 2017), dont 43% de logements sociaux. Elle fait partie depuis le 1er janvier 2016 de l'agglomération **Grand Paris Sud Seine-Essonne-Sénart (GPS SES)** constituée de 23 communes, suite à la fusion de la ville de Grigny, et de quatre anciennes communautés d'agglomération : Evry-Centre-Essonne, Seine Essonne, Sénart en Essonne et Sénart.

Elle a connu une croissance rapide avec la création de deux grands ensembles au début des années 1970 :

- La copropriété de Grigny 2 (5000 logements) ;
- Le quartier d'habitat social de la Grande Borne (environ 3500 logements).

Ces deux quartiers concentrent des familles particulièrement fragiles. De plus, la part de grands ménages est très importante, ce qui représente une charge importante pour les équipements d'une Ville dont la situation financière est structurellement fragile. Les deux quartiers sont inscrits depuis plusieurs années dans les dispositifs successifs de la politique de la ville.

Le quartier de Grigny 2 représente près de la moitié de la ville, avec environ 17 000 habitants vivant dans près de 5 000 logements gérés dans le cadre de la copropriété.

Grigny 2 est aujourd'hui concernée par **une Opération de Requalification des Copropriétés dégradées d'Intérêt National (ORCOD IN)**. C'est un dispositif porté et financé par l'Etat inscrit dans la géographie prioritaire de la politique de la ville. Il doit permettre de gérer les enjeux majeurs en matière d'habitats dégradés.

Aussi, l'ORCOD-IN de Grigny 2 permettra l'articulation d'interventions urbaines, immobilières et sociales de grande ampleur et la coordination de l'intervention publique sur les différents facteurs de dégradation des copropriétés.

Cette étape dans la restructuration de ce quartier mobilise des moyens matériels, financiers et humains exceptionnels autour de l'Etablissement Public Foncier d'Ile-de-France (EPFIF).

#### 2.1.2 Localisation du périmètre à l'étude

Le site est actuellement composé par de grandes barres d'immeubles de copropriétés.

Il est découpé en trois principaux secteurs :

- Le quartier des Sablons
- La dalle Barbusse
- Le quartier des Tuileries.

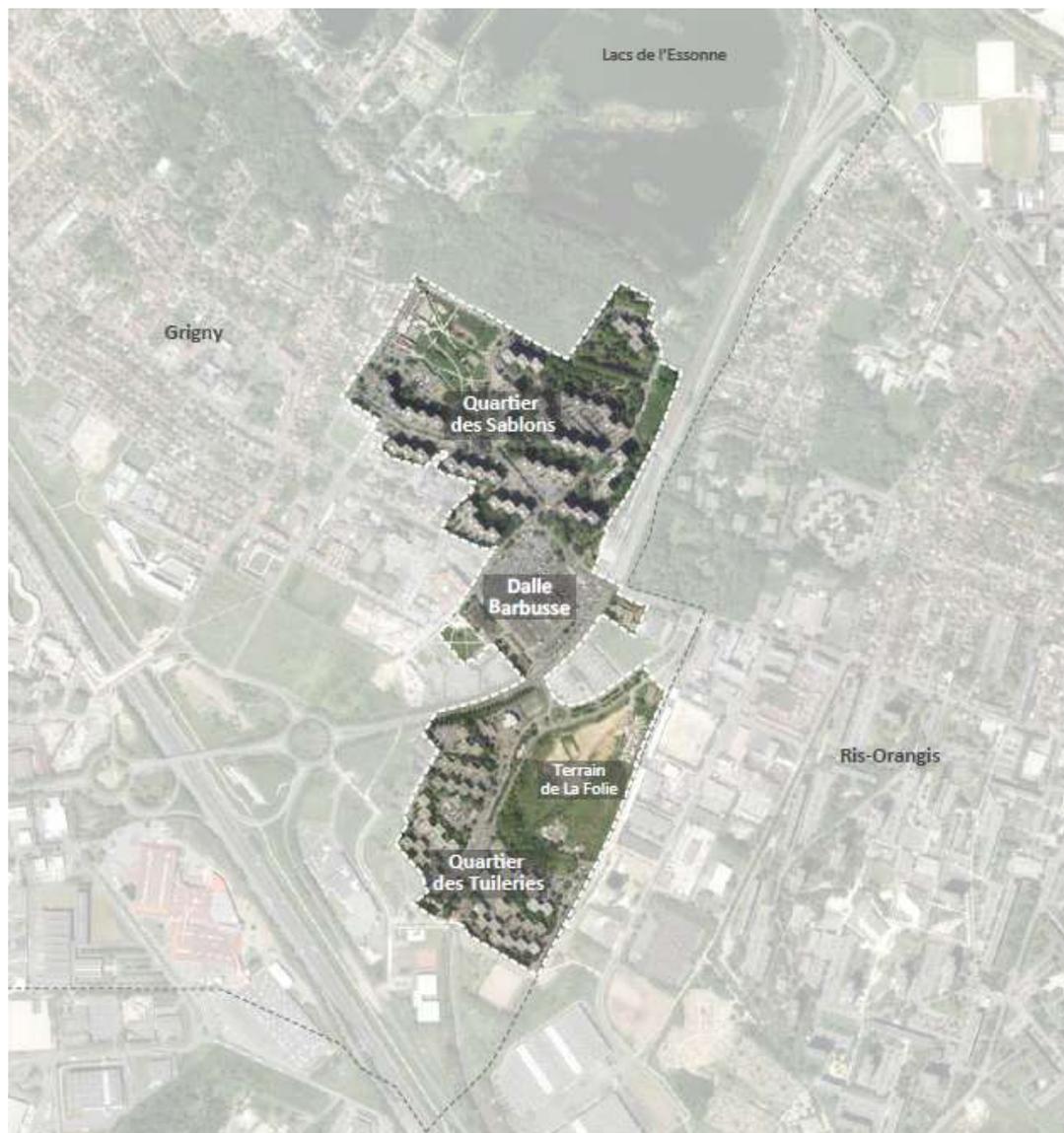


Figure 2-1 : Le secteur d'étude : Grigny 2 (Source : Rapport de phase 1, diagnostic et premières orientations, Atelier Xavier Lauzeral architectes urbanistes, Mars 2018)

### 2.1.3 Contexte hydrographique

La commune de Grigny est bordée au Nord par la Seine. La masse d'eau de surface concernée est « **La Seine du confluent de l'Essonne (exclu) au confluent de la Marne (exclu)** » (code masse d'eau : **FRHR73B**). Cette masse d'eau appartient à l'unité hydrographique (UH) Seine parisienne.

A noter que l'emprise du périmètre à l'étude n'est concernée directement par aucun cours d'eau.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est le document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin. Il prévoit des orientations générales et des dispositions pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des masses d'eau à atteindre dans le bassin.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

---

L'adoption d'un SDAGE à l'échelle de chaque bassin versant hydrographique a été rendue obligatoire par la Directive Cadre sur l'Eau, déclinée en droit français par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques.

Le périmètre à l'étude est concerné par le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015, le SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 ayant été abrogé par jugement du Tribunal administratif de Paris en décembre 2018.

Les 8 défis identifiés dans le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 pour répondre aux enjeux de bon état des masses d'eau sont :

- 1 - Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants "classiques"
- 2 - Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques
- 3 - Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses
- 4 - Réduire les pollutions microbiologiques des milieux
- 5 - Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future
- 6 - Protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides
- 7 - Gérer la rareté de la ressource en eau
- 8 - Limiter et prévenir le risque inondation

Ces 8 défis sont eux-mêmes divisés en orientations et dispositions.

La Seine au niveau de la commune de Grigny (code masse d'eau : FRHR73B) a pour objectifs fixés par le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 :

- Objectif d'état écologique : Bon potentiel 2021 ;
- Objectif d'état chimique avec ubiquistes : Bon état 2027 ;
- Objectif d'état chimique sans ubiquistes : Bon état 2015.

La compatibilité du projet d'aménagement avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 sera vérifiée dans le cadre du présent rapport.

Le périmètre à l'étude est concerné par 2 Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) : le SAGE Nappe de Beauce et milieux aquatiques associés et le SAGE Orge et Yvette.

La compatibilité du projet avec les dispositions des 2 SAGE mentionnés sera vérifiée.



### Ce qu'il faut retenir...

L'emprise du périmètre d'étude n'est concernée directement par aucun cours d'eau.

La Seine au niveau de la commune de Mantes-la-Jolie appartient à l'unité hydrographique Seine-Mantoise (code masse d'eau : FRHR230B) dont les objectifs du SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 sont :

- Objectif d'état écologique : Bon potentiel 2021 ;
- Objectif d'état chimique avec ubiquistes : Bon état 2027 ;
- Objectif d'état chimique sans ubiquistes : Bon état 2015.

La compatibilité du projet d'aménagement avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 sera vérifiée dans le cadre du présent rapport.

De plus, deux SAGE s'appliquent en plus du SDAGE Seine-Normandie : le SAGE de la nappe de Beauce et milieux aquatiques associés et le SAGE Orge et Yvette.

La compatibilité du projet avec les dispositions des 2 SAGE mentionnés sera vérifiée.

## 2.1.4 Contexte hydrogéologique

### 2.1.4.1 Masses d'eau souterraines concernées

Le contexte hydrogéologique local est composé de trois masses d'eau souterraines au droit de la commune :

- La masse d'eau souterraine « **Calcaires tertiaires libres de Beauce** » (FRGG092),
- La masse d'eau souterraine « **Tertiaire – Champigny - en Brie et Soissonnais** » (FRHG103),
- La masse d'eau souterraine « **Albien-néocomien captif** » (FRHG218).

En raison de l'alternance des terrains perméables et imperméables, plusieurs nappes se superposent de haut en bas.

Ainsi, ces masses d'eau souterraines présentent les caractéristiques suivantes :

- La nappe des calcaires tertiaires libres de Beauce (FRGG092) est à dominante sédimentaire non alluviale, à écoulement entièrement libre. Son aire d'extension est à 100% à l'affleurement. Elle s'étend sur 8216 km<sup>2</sup> et 5 départements.
- La nappe du Tertiaire – Champigny – en Brie et Soissonnais (FRHG103) est à dominante sédimentaire, son écoulement est libre. Elle est à 99% affleurante et s'étend sur 5 156 km<sup>2</sup> et 7 départements.
- La nappe Albien-néocomien captif (FRHG218) : Masse d'eau souterraine captive à dominante sédimentaire non alluviale. Sa superficie est de 100% sous couverture. Elle s'étend sur plus de 20 départements et majoritairement en Seine-Normandie. Sa profondeur atteint 800 m.

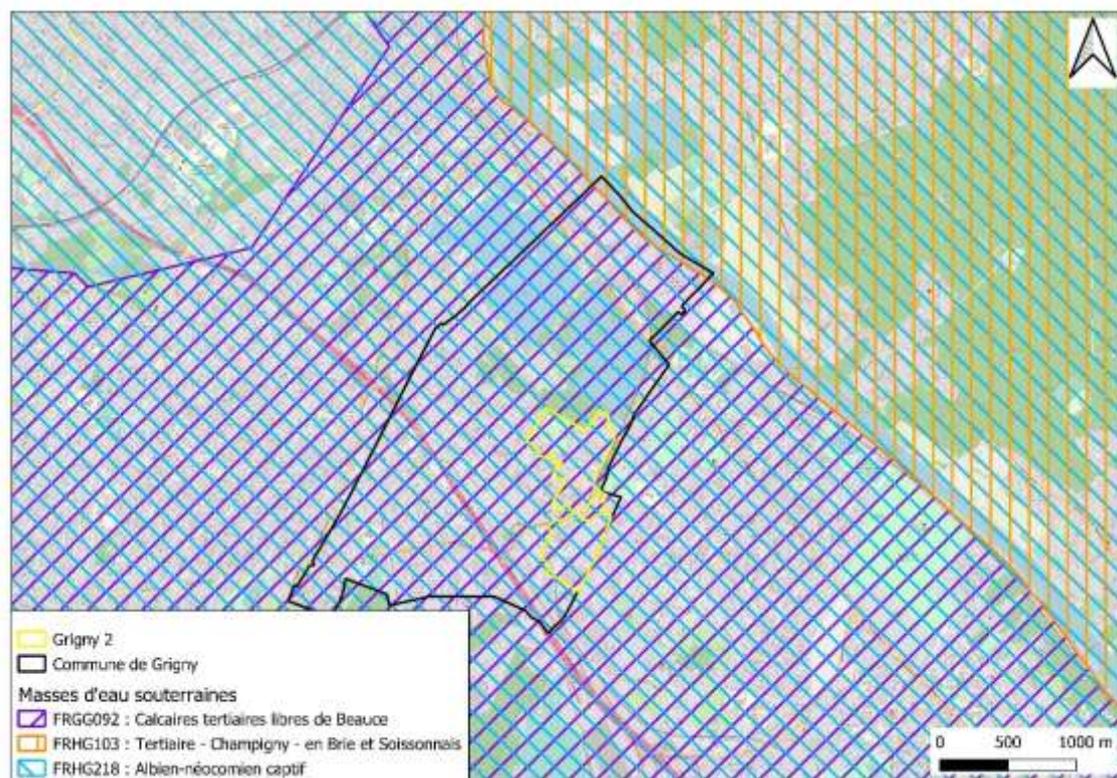
## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Les objectifs fixés dans le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 fixés pour chacune de ces masses d'eau sont les suivants :

**Tableau 2-2 : Objectifs d'état des masses d'eau fixés par le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015**

Masse d'eau souterraine	Objectif chimique	Objectif quantitatif
<b>Calcaires tertiaires libres de Beauce (FRGG092)</b>	Bon état 2027	Bon état 2015
<b>Tertiaire – Champigny – en Brie et Soissonnais (FRHG103)</b>	Bon état 2027	Bon état 2015
<b>Albien-néocomien captif » (FRHG218)</b>	Bon état 2015	Bon état 2015

Les masses d'eaux souterraines sont localisées sur la carte ci-après.



**Figure 2-3 : Localisation des nappes d'eau souterraines présentes au droit de la commune de Grigny**



### Ce qu'il faut retenir...

Le périmètre à l'étude intercepte 2 masses d'eau souterraines :

- La masse d'eau FRGG092 : Calcaires tertiaires libres de Beauce ;
- La masse d'eau FRHG218 ; Albien-néocomien captif.

### 2.1.4.2 Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau souterraines

Le BRGM définit la vulnérabilité comme « *la capacité donnée à l'eau située en surface de rejoindre le milieu souterrain saturé en eau. La notion de vulnérabilité repose sur l'idée que le milieu physique en relation avec la nappe d'eau souterraine procure un degré plus ou moins élevé de protection vis-à-vis des pollutions suivant les caractéristiques de ce milieu* ». Cette vulnérabilité dépend de différents facteurs, notamment la nature du sol (pédologie), la pente du terrain, la nature et l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS). La ZNS est la zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe d'eau souterraine libre, où la quantité d'eau gravitaire est temporaire, en transit. Le transfert des polluants dans le sol s'effectue d'abord à travers la ZNS avant d'atteindre la zone saturée (nappe)

La carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée évaluée sur l'ensemble du bassin Seine-Normandie correspond à la sensibilité des eaux souterraines aux pressions anthropiques (pollutions) par la considération des caractéristiques du milieu naturel. Toutefois la limite d'interprétation, d'exploitation, de la carte de vulnérabilité simplifiée est fixée par la méthode d'élaboration des données qui la composent. Par construction, on peut considérer une échelle minimum de 1/100 000. Celle-ci est directement due aux échelles de validité des données cartographiques exploitées (MNT, BD Carthage). Une exploitation à un niveau plus précis est à exclure.

Cette notion utilise deux critères : **l'Indice de Persistance des Réseaux (IDPR)**, qui permet de rendre compte indirectement de la capacité intrinsèque du sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de surface, et l'épaisseur de la **Zone Non Saturée (ZNS)**.

Echelle communale

D'après la carte de la vulnérabilité intrinsèque élaborée par le BRGM en partenariat avec le SIGES Seine Normandie, les eaux souterraines au niveau du secteur communal de Grigny présentent **une vulnérabilité de « moyenne » à « très forte »**.

Echelle du projet

La plus grande partie de la surface du quartier présente une **vulnérabilité « forte »**, avec une **petite partie, au nord du quartier avec une vulnérabilité très forte**. Des déversements doivent absolument être évités pendant la phase de travaux.

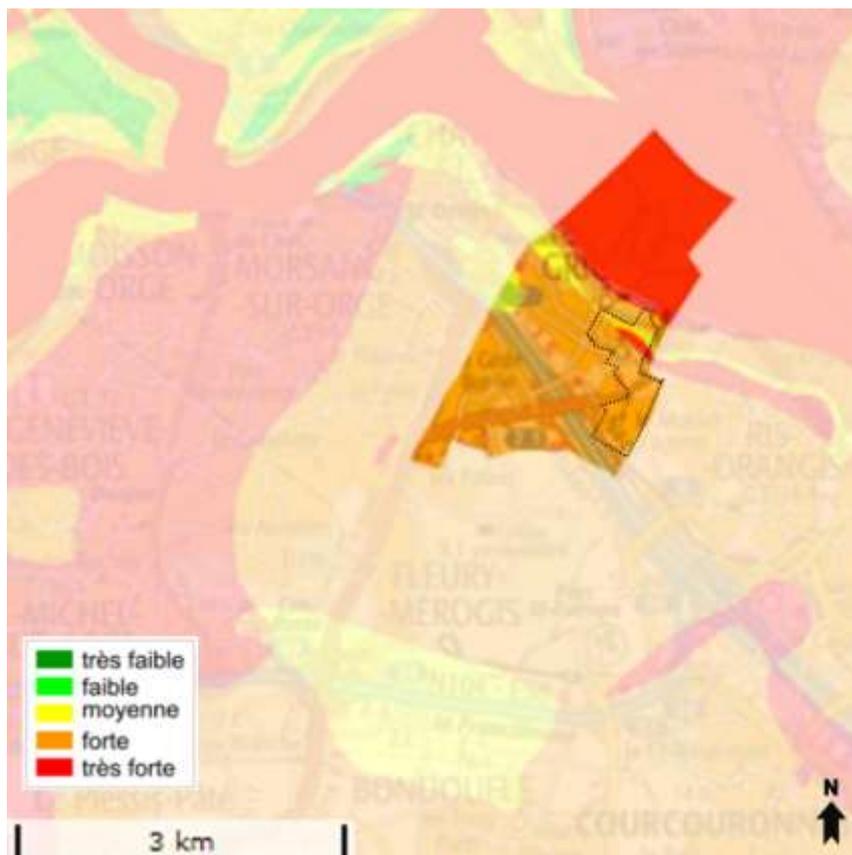


Figure 4 - Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau au droit du projet  
(Source : SIGES Seine-Normandie)

### 2.1.5 Alimentation en eau potable

D'après les données issues de l'ARS, la commune de Grigny est alimentée à 95 % par de l'eau de la Seine, traitée par l'usine de potabilisation de Morsang-sur-Seine et à 5 % par des forages souterrains.

D'après les données ADES, aucun forage AEP privé ou public ou d'usage thermal en usage ou abandonné n'est répertorié sur la commune de Grigny.

Selon la recherche sur la BNPE (banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau), un seul captage est recensé sur la commune de Grigny, localisé en partie sud du site. Il s'agit d'un prélèvement industriel (COCACOLA EUROPEAN) d'un total d'environ 700 km<sup>3</sup> sur l'année 2015.



Figure 2-5 : Extrait de la carte BNPE (Source : BSC)

## 2.1.6 Périmètres de protection de captage

Les arrêtés de Déclaration d'Utilité Publique (DUP) des captages publics destinés à la consommation humaine instituent des périmètres de protection de captage. Ces périmètres de protection (immédiate, rapprochée et éloignée) visent à assurer la protection de la ressource en eau, vis-à-vis des pollutions de nature à rendre l'eau impropre à la consommation (principalement ponctuelles et accidentelles). Ainsi, ces périmètres de protection peuvent interdire l'infiltration des eaux pluviales. Leur connaissance est donc indispensable pour définir les modalités de gestion des eaux pluviales pouvant être mises en œuvre après aménagement du site.

Deux ouvrages se situant sur la commune de Grigny, à proximité de Grigny 2, disposent de périmètres de protection de captage (source : Etude diagnostique de la Communauté d'Agglomération des Lacs de l'Essonne, Vincent Ruby, 2011) :

- Le périmètre de protection rapprochée de l'usine de Viry-Châtillon ;
- Les périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée, des Aqueducs de la Vanne et du Loing.

Le périmètre à l'étude n'est cependant pas concerné par un périmètre de protection de captage d'eau potable, tel qu'en atteste la carte ci-après. Des techniques d'infiltration pourront donc être mises en œuvre pour gérer les eaux pluviales.

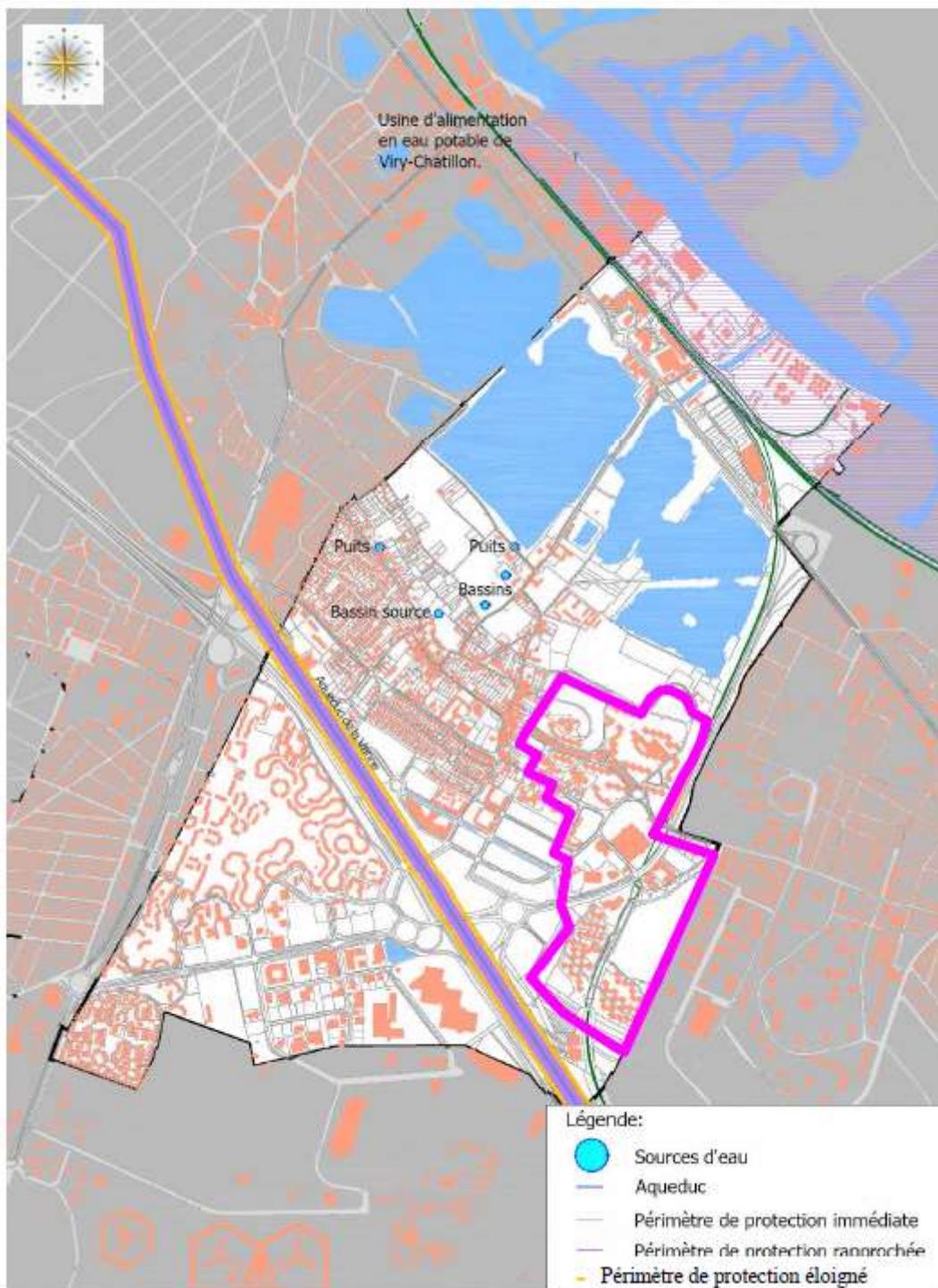


Figure 13 : Localisation des périmètres de protection des captages AEP

Figure 2-6 : Périmètres de protection de captage AEP présents sur la commune de Grigny (source : Etude diagnostique de la Communauté d'Agglomération des Lacs de l'Essonne, Vincent Ruby, 2011)



### Ce qu'il faut retenir...

Le périmètre à l'étude n'étant concerné par aucun périmètre de protection de captage, aucune restriction liée à l'infiltration des eaux pluviales ne s'applique. Les eaux pluviales pourront donc être infiltrées, sous réserve que la perméabilité des sols le permette.

### 2.1.7 Gestion actuelle des eaux usées et eaux pluviales

Le réseau d'assainissement sur le secteur de Grigny 2 est de **type séparatif** :

- Un réseau collectant les eaux usées (linéaire de 5 km)
- Un réseau collectant les eaux pluviales (linéaire de 7 km).

Les réseaux de collecte de la ville de Grigny sont gérés par la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (CA GPS) anciennement la Communauté d'Agglomération des Lacs de l'Essonne (CALE). A noter qu'une partie des réseaux de la copropriété Grigny 2 sont privés.

Les réseaux de transport sont gérés par le Syndicat de l'Orge (anciennement le Syndicat mixte de la Vallée de l'Orge Aval).

- Ils acheminent les eaux usées collectées par les réseaux communautaires de la CA GPS vers la station d'épuration Seine Amont, située sur la commune de Valenton (Val de Marne) au nord de Grigny et gérée par le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération parisienne (SIAAP). Cette station d'épuration a une capacité de traitement de 600 000 m<sup>3</sup>/j soit 2 618 000 EH, extensible à 1 500 000 m<sup>3</sup>/j par temps de pluie.
- Ils acheminent une partie des eaux pluviales collectées par les réseaux communautaires de la CA GPS depuis le collecteur syndical dit du ZOH vers l'Unité de Traitement des Eaux Pluviales (UTEP), dont l'exutoire se situe dans les lacs de Grigny et de Viry-Châtillon.

Une étude diagnostique des réseaux d'assainissement de Grigny 2 a été réalisée par le bureau d'études Vincent Ruby en 2011 et 2012 pour le compte de la CALE dans le but de :

- Connaître et comprendre le fonctionnement des systèmes d'assainissement,
- Identifier les anomalies de fonctionnements des réseaux,
- Proposer un programme de travaux chiffré et hiérarchisé visant à solutionner les anomalies identifiées.



### Ce qu'il faut retenir...

Le système d'assainissement de Grigny 2 est séparatif. La collecte des eaux usées et des eaux pluviales se fait par 2 réseaux distincts. Les eaux ainsi collectées par les réseaux communautaires de la Communauté d'Agglomération grand Paris Sud, sont ensuite acheminées vers les collecteurs syndicaux du Syndicat de l'Orge :

- Les eaux usées sont ainsi acheminées vers la station d'épuration Seine Amont, gérée par le SIAAP, d'une capacité de traitement de 600 000 m<sup>3</sup>/j ;
- Les eaux pluviales collectées sont acheminées depuis le collecteur syndical du ZOH vers l'Unité de Traitement des eaux pluviales dont l'exutoire se situe dans les lacs de Grigny et de Viry-Châtillon.

## 2.2 Contraintes et risques vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales et des eaux usées

### 2.2.1 Contraintes réglementaires – PLU de la Ville de Grigny

*L'ensemble des informations présentées dans le paragraphe ci-dessous sont issues du règlement du PLU de la ville de Grigny, approuvé le 5 juillet 2011.*

Le projet s'étend sur les zones suivantes :

- ▷ UKb, zone d'habitat
- ▷ NS, zone naturelle en milieu urbain
- ▷ UITa, zone d'activité à dominante bureau
- ▷ UE, zone à dominante équipement
- ▷ UGd, centre urbain

#### 2.2.1.1 Eaux usées

Les eaux usées doivent être collectées pour toute nouvelle construction et raccordées sur le réseau d'eaux usées. Les dispositions précisées dans le PLU de la Ville sont rappelées dans le tableau ci-après, pour chaque zone.

Tableau 2-7 : Dispositions relatives aux eaux usées applicables par zone dans le périmètre à l'étude (source : PLU de la Ville de Grigny, 2015)

Zonage PLU	Dispositions relatives aux Eaux usées
UE : zone à dominante Equipements	Le branchement sur le réseau collectif d'assainissement est obligatoire pour toute construction nouvelle et extension des bâtiments existants.
Ugd : centre urbain	Tout raccordement au réseau d'assainissement public sera l'objet d'une demande de branchement auprès du service d'assainissement de la commune et/ou du SIVOA qui délivrera une autorisation indiquant les prescriptions particulières à respecter (regard de façade, canalisation, dispositif de raccordement).
UITa : zone d'activité à dominante bureau	
UKb : zone d'habitat	L'évacuation des eaux usées « autres que domestiques » sera soumise à autorisation de déversement délivrée par la commune avant tout raccordement au réseau public. Ces autorisations pourront faire l'objet d'une convention qui fixera au cas par cas les conditions techniques et financières de l'admission de ces effluents au réseau.
NS : zone naturelle en milieu urbain	

### 2.2.1.2 Eaux pluviales

Les dispositions relatives aux eaux pluviales précisées dans le PLU de la Ville sont rappelées dans le tableau ci-après pour chaque zone interceptant le périmètre à l'étude.

Il en ressort que le principe général de gestion des eaux pluviales est celui du zéro-rejet au réseau d'assainissement : les eaux pluviales doivent, autant que faire se peut, être gérées à la parcelle par des dispositifs d'infiltration. Toutefois, lorsque ce principe ne pourrait être respecté, les eaux peuvent être gérées par l'intermédiaire d'ouvrage de stockage-régulation restituant les eaux stockées au réseau pluvial à un débit régulé de 1 L/s/ha.

Enfin, les entreprises industrielles ou artisanales devront être équipées d'un dispositif de dépollution de leurs eaux pluviales, en particulier si elles ont un parking.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Tableau 2-8 : Dispositions relatives aux eaux usées applicables par zone dans le périmètre à l'étude (source : PLU de la Ville de Grigny, 2015)

Zonage PLU	Dispositions relatives aux Eaux pluviales
UE : zone à dominante Equipements UITa : zone d'activité à dominante bureau UKb : zone d'habitat NS : zone naturelle en milieu urbain	<p>Il n'est pas admis de rejet à l'égout des eaux pluviales. Ces eaux pluviales seront infiltrées, régulées ou traitées à la parcelle suivant le cas par tous les dispositifs appropriés : puits d'infiltration, drains, fossés, noues, bassins. La recherche de solutions permettant l'absence de rejet d'eaux pluviales sera la règle générale (notion de rejet zéro).</p> <p>Les dispositifs seront mis en œuvre (étude de perméabilité, dimensionnement, installation) sous la responsabilité des bénéficiaires des permis et des propriétaires d'immeubles qui devront s'assurer de leur bon fonctionnement permanent.</p> <p>Dans le cas où l'infiltration du fait de la nature du sol ou de la configuration de l'aménagement nécessiterait des travaux disproportionnés, les eaux pluviales des parcelles seront stockées avant rejet à débit régulé dans le réseau d'assainissement pluvial. Le stockage et les ouvrages de régulation seront dimensionnés de façon à limiter à au plus 1l/s/ha de terrain aménagé.</p> <p>Toute installation industrielle artisanale ou commerciale non soumise à autorisation ou déclaration au titre de la législation sur les installations classées et de la Loi sur l'Eau, doit s'équiper d'un dispositif de traitement des eaux pluviales adapté à l'importance et à la nature de l'activité et assurant une protection efficace du milieu naturel. La qualité de l'eau rejetée doit correspondre à la catégorie 1B des eaux de surface.</p>
UGd : centre urbain	<p>Il n'est pas admis de rejet à l'égout des eaux pluviales. Ces eaux pluviales seront infiltrées, régulées ou traitées à la parcelle suivant le cas par tous les dispositifs appropriés : puits d'infiltration, drains, fossés, noues, bassins. La recherche de solutions permettant l'absence de rejet d'eaux pluviales sera la règle générale (notion de rejet zéro).</p> <p>Les dispositifs seront mis en œuvre (étude de perméabilité, dimensionnement, installation) sous la responsabilité des bénéficiaires des permis et des propriétaires d'immeubles qui devront s'assurer de leur bon fonctionnement permanent.</p> <p>Dans le cas où l'infiltration du fait de la nature du sol ou de la configuration de l'aménagement nécessiterait des travaux disproportionnés, les eaux pluviales des parcelles seront stockées avant rejet à débit régulé dans le réseau d'assainissement pluvial. Le stockage et les ouvrages de régulation seront dimensionnés de façon à limiter à au plus 1l/s/ha de terrain aménagé.</p> <p>Toute installation industrielle artisanale ou commerciale non soumise à autorisation ou déclaration au titre de la législation sur les installations classées et de la Loi sur l'Eau, doit s'équiper d'un dispositif de traitement des eaux pluviales adapté à l'importance et à la nature de l'activité et assurant une protection efficace du milieu naturel. La qualité de l'eau rejetée doit correspondre à la catégorie 1B des eaux de surface.</p> <p>Les eaux pluviales en contact avec les voiries et aires de stationnement des véhicules à moteur devront toutes être déshuilées et débourbées avant rejet aux collecteurs communs.</p> <p>Afin de limiter les débits de rejet à ces mêmes collecteurs, les surfaces imperméabilisées ne devront pas dépasser 80% de la surface totale du terrain du demandeur.</p>

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

---

Toutefois, ce pourcentage pourra être accru si le demandeur peut justifier :

1- De la nécessité pour son usage d'une part,

2- De la rétention, sur son propre terrain, de la quantité d'eau apportée par le surcroît d'imperméabilisation de son projet, le débit de fuite de cette rétention étant fixée à 1l/s/ha maximum d'autre part.

### 2.2.2 Contraintes réglementaires – Règlement d'assainissement du Syndicat de l'Orge

Les dispositions présentées dans le paragraphe ci-après sont extraites du règlement d'assainissement du Syndicat de l'Orge.

#### 2.2.2.1 Eaux usées

##### « Article 4 Caractérisation des eaux admises au déversement

Article 4.1 Dans les réseaux eaux usées sont susceptibles d'être déversées :

- Les eaux usées domestiques : il s'agit des eaux ménagères (lessives, cuisine, salle de bains) et des eaux-vannes (urines et matières fécales) à usage familial ;
- Les eaux usées assimilées domestiques : elles sont définies par l'article R213-48-1 du code de l'environnement. Il s'agit des eaux usées issues d'activités qui ne sont pas domestiques impliquant des utilisations de l'eau assimilables aux utilisations à des fins domestiques pour lesquelles les pollutions de l'eau résultent principalement de la satisfaction de besoins d'alimentation humaine, de lavage et de soins d'hygiène des personnes physiques utilisant les locaux desservis ainsi que de nettoyage et de confort de ces locaux. [...]
- Les eaux usées autres que domestiques : Il s'agit des eaux provenant d'une utilisation autre que domestique issues notamment de tout établissement à vocation industrielle, commerciale et artisanale. Le déversement de ces effluents est soumis à certaines conditions techniques et à autorisation.

Sont également assimilées à ces eaux, les eaux claires définies au Chapitre 3 et devant répondre à des modalités de déversement spécifiques.

A noter : les eaux d'extinction d'incendie : elles peuvent être évacuées dans le réseau d'eaux usées après traitement et dans les limites autorisées.

##### Article 14 Cessation, mutation et transfert de l'autorisation de déversement des eaux usées

###### Un certificat de conformité est à délivrer pour toute vente d'immeuble.

L'autorisation de déversement, lorsqu'elle existe, n'est pas transférable d'un usager à un autre. Chaque nouvel usager doit faire l'objet d'une autorisation propre.

L'autorisation n'étant pas transférable, de la même manière en cas de division de l'immeuble, chacune des fractions doit faire l'objet d'une autorisation distincte.

##### Article 38 Définition des eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (rejets des cuisines, salles de bains, lessives) et les eaux vannes (urines, matières fécales).

##### Article 39 Obligation de raccordement ou de mise en conformité du branchement

L'article L.1331-1 du Code de la Santé Publique rend obligatoire le raccordement des immeubles bâtis situés en bordure d'une voie publique pourvue d'un réseau d'évacuation des eaux usées, ou qui y ont accès, soit par une voie privée soit par une servitude de passage. Ce raccordement (y compris les branchements intérieurs) doit être réalisé dans un délai de deux ans à compter de la date de mise en service du réseau.

### 2.2.2.2 Eaux pluviales

#### « Article 3 Système d'assainissement

Le système d'assainissement déployé sur le territoire est un « système séparatif ».

Dans un système séparatif, l'assainissement est desservi par deux réseaux distincts : un réseau pour les eaux usées (EU) et un autre pour les eaux pluviales (EP). De ce fait, tout réseau unitaire antérieur doit être supprimé.

**En aucun cas, les eaux pluviales (ou claires) ne devront rejoindre le réseau d'eaux usées. De la même manière, les eaux usées ne devront pas rejoindre le réseau d'eaux pluviales.**

Il appartiendra au propriétaire de se renseigner auprès de la collectivité pour connaître les modalités de raccordement de sa propriété au système d'assainissement en place. Le propriétaire devra réaliser les installations intérieures d'évacuation de ses eaux usées et pluviales et prévoir le raccordement au réseau public d'assainissement en respectant ce principe séparatif.

#### Article 4 Caractérisation des eaux admises au déversement

Article 4.2 Dans les réseaux eaux pluviales sont susceptibles d'être déversées :

- Les eaux pluviales qui sont celles qui proviennent des précipitations atmosphériques, notamment les eaux de ruissellement.
- Exceptionnellement et après autorisation, les eaux de drainage, de source, de pompe à chaleur, de pompage de la nappe à des fins de rabattement.

#### Article 15 Contraintes particulières aux branchements d'eaux pluviales

Nonobstant les dispositions prévues dans la PARTIE 4 du présent règlement, il appartiendra au pétitionnaire de se prémunir par des dispositifs appropriés, des conséquences de phénomènes pluvieux qui entraîneraient un débit de son rejet supérieur à celui fixé par la collectivité comme admissible dans le réseau public (cf. instruction technique relative aux réseaux d'assainissement en vigueur).

La collectivité gestionnaire du réseau public (EPT, Syndicat, Communauté ou Commune) peut, en particulier, **limiter le diamètre du branchement en vue de ne permettre que l'évacuation du débit théorique correspondant au seuil de 1 litre par seconde et par hectare imperméabilisé (1L/s/ha) si les conditions requises pour infiltrer les eaux sur la parcelle ne sont pas réunies.**

#### Article 52 Définition des eaux pluviales

Sont considérées comme eaux pluviales celles qui proviennent des précipitations atmosphériques, des eaux d'arrosage des voies publiques et privées, des jardins, des cours d'immeubles sans ajout de produit lessiviel. Les eaux de sources et de résurgences ne sont pas considérées comme des eaux pluviales ; en cas de nécessité elles peuvent être admise au réseau d'eaux pluviales, s'il existe et si sa capacité le permet.

#### Article 53 Conditions de raccordement pour le rejet des eaux pluviales

Ces dispositions n'exonèrent pas le propriétaire des dispositions prévues au titre de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, notamment les procédures de déclaration ou d'autorisation instituées par les décrets 93-742 et 93-743 du 29 mars 1993 : rubriques 5.3.0 et 6.4.0.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

---

### Article 53.1 Principes Généraux

Les principes de gestion des eaux pluviales sont édictés par le Code Civil, notamment par l'article 640 qui stipule :

« les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés, à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

- La collectivité n'a pas d'obligation de collecte des eaux pluviales issues des propriétés privées.
- Le principe est la gestion à la parcelle des eaux pluviales et leur retour vers le milieu naturel.

Les eaux de pluie transitant sur une zone de voirie privée sont susceptibles d'être chargées en hydrocarbures et en métaux lourds, elles devront dans ce cas être traitées de manière alternative (noues, filtre planté de roseaux...).

Ce principe de gestion relève de la responsabilité du propriétaire ou de l'occupant. Ce rejet au milieu naturel peut s'effectuer par infiltration dans le sol. Dans tous les cas, il faudra rechercher des solutions limitant l'impact du rejet sur les milieux naturels, notamment la non-aggravation des inondations à l'aval et la non-dégradation de la qualité de ces milieux.

L'infiltration des eaux pluviales des toitures se fera directement dans les terrains, par tout dispositif approprié : puits d'infiltration, drains, fossés ou noues. Les services assainissement des collectivités pourront être contactés pour fournir un conseil technique. Les eaux pluviales collectées à l'échelle des parcelles privées ne sont pas admises dans le réseau d'assainissement. Elles seront infiltrées, régulées et/ou traitées suivant les cas.

**Dans tous les cas, la recherche de solutions permettant l'absence de rejet d'eaux pluviales sera la règle générale (Notion de « zéro rejet »).**

En matière de gestion, les ouvrages de stockage seront dimensionnés pour une **pluie d'occurrence vingtennale (20 ans) et d'une durée de quatre heures, soit 55 mm en 240 minutes**. Soit 550 m<sup>3</sup> par hectare imperméabilisé ou 5,5 m<sup>3</sup> pour 100 m<sup>2</sup> imperméabilisés (toitures et voiries).

A noter qu'au-delà d'un évènement pluvieux d'occurrence vingtennale, les ouvrages alors saturés devront avoir une conception qui permette un écoulement de surface générant le moins d'impact possible. En aucun cas, les réseaux d'eaux pluviales de la voie publique, alors saturés, ne pourraient être un exutoire aux surverses des ouvrages pleins.

En cas de nappe peu profonde, l'ouvrage de gestion des eaux pluviales devra privilégier une injection horizontale pour ne pas la contaminer. De même tout rejet dans un puits est formellement interdit.

Il est préconisé que les ouvrages de gestion des eaux pluviales soient positionnés à plus de 4 mètres des murs mitoyens.

Tous les dispositifs de gestion des eaux pluviales sont à la charge du propriétaire. Ils doivent être entretenus régulièrement à une fréquence qui garantit leur efficacité. Cet entretien est à la charge du gestionnaire du dispositif.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Ces ouvrages doivent être accessibles et visitables par un nombre de regards d'accès suffisants et équipés de manière à en permettre l'entretien dans des conditions de sécurité.

### 2.2.3 Risques environnementaux impactant la gestion des eaux pluviales et infiltrabilité de la zone d'étude

Ce paragraphe ne vise pas à énumérer tous les risques environnementaux présents sur la zone d'étude, mais à mentionner ceux qui peuvent influencer la faisabilité des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. Les informations et cartes présentées ci-après sont issues de l'état initial et des études déjà réalisées sur le périmètre à l'étude.

#### 2.2.3.1 Géologie

Les couches géologiques à l'affleurement sur le périmètre à l'étude sont présentées sur la carte ci-après.



Légende (par ordre d'affleurement) :

-  e7MC Marnes ludiennes (faciès de transition)
-  e7MS Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil
-  g1AR Argile verte, Glaises à Cyrènes et/ou Marnes vertes et blanches (Argile verte de Romainville)
-  g1CB Calcaire de Brie stampien et meulières plio-quaternaire indifférenciées

Figure 2-9 : Géologie au droit de la zone d'étude (Source : Infoterre, BRGM 2021)

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

La partie Nord de la copropriété, sur laquelle des marnes et des argiles sont à l'affleurement, est a priori plutôt imperméable, ce qui pourrait compromettre la faisabilité de mise en œuvre de techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales.

Le reste de la copropriété, au Sud, est caractérisé par la présence du calcaire de Brie, qui est a priori plutôt perméable et ne compromet a priori pas la faisabilité de mise en œuvre de techniques alternatives.

La perméabilité du sol devra cependant être évaluée au cas par cas des opérations par le biais d'essais Porchet, Nasberg ou d'essais à la fosse.



### Ce qu'il faut retenir...

Les entités géologiques présentes sur la zone d'étude sont :

- Sur la partie Nord, des marnes et des argiles, a priori imperméables et ne permettant pas la mise en œuvre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales ;
- Sur la partie Sud, du calcaire de Brie, a priori perméable.

Des essais de perméabilité devront cependant être réalisés au cas par cas des opérations pour évaluer la capacité d'infiltration du sol et déterminer le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales en conséquence.

### 2.2.3.2 Aléa retrait-gonflement des argiles

Le territoire communal n'est pas soumis à un PPRN retrait gonflement des argiles. Cependant, il reste exposé aux retrait-gonflements des sols argileux.

Le territoire communal est, compte tenu de la nature des sols qui le compose, susceptible d'être soumis à des risques provoqués par des phénomènes de mouvement de terrain par retrait et gonflement des argiles résultant de la sécheresse (phénomène de dessiccation) ou d'une forte augmentation de teneur en eau au cours du retour à une pluviométrie normale (ré-imbibition rapide). Ces mouvements de terrain peuvent provoquer la fissuration de certaines constructions. Une cartographie des aléas de retrait-gonflement d'argile a été réalisée par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM).

Le périmètre à l'étude est concerné par un aléa moyen sur environ 80% de son emprise, et par un aléa fort sur 20% de son emprise, au Nord. Cette carte est cohérente avec la nature des couches géologiques à l'affleurement.

**Le périmètre à l'étude est concerné par un aléa moyen à fort. L'infiltration des eaux pluviales risque d'être compromise et devra être étudiée de façon approfondie au cas par cas des opérations par des essais de perméabilité.**

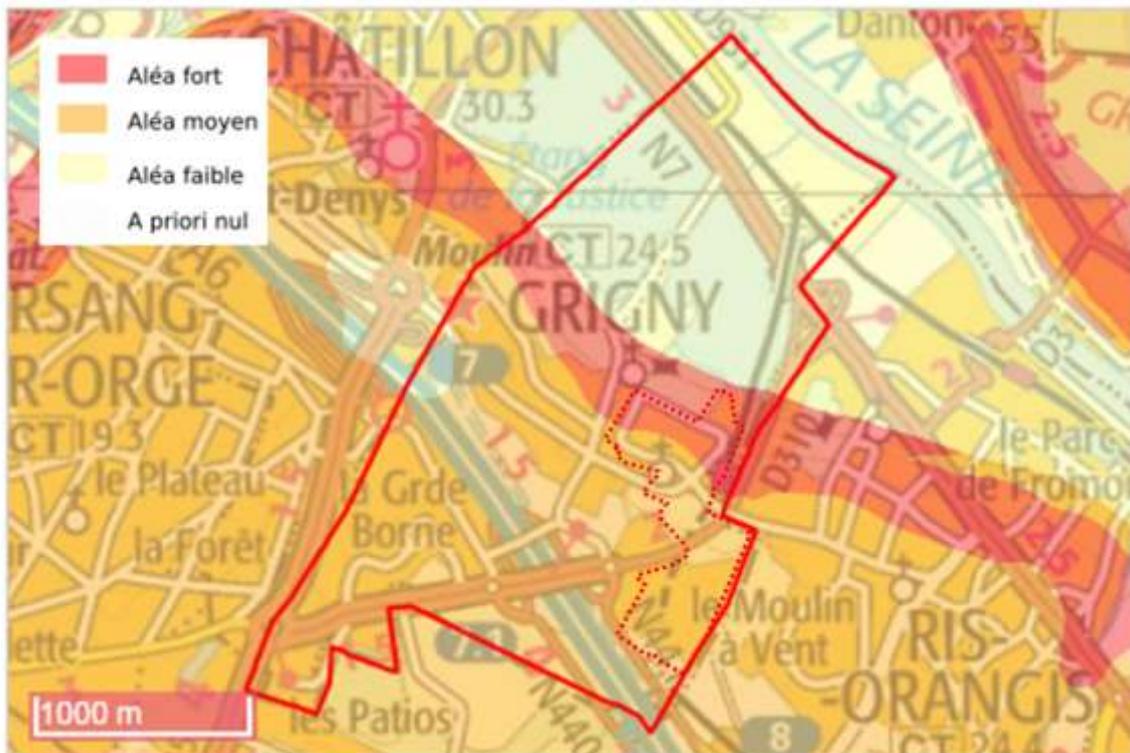


Figure 2-10 : Carte de l'aléa retrait gonflement des argiles au droit de la zone d'étude (Source : Géorisques)



### Ce qu'il faut retenir...

Le sol de la zone d'étude est a priori peu perméable du fait d'un aléa de retrait-gonflement argileux moyen à fort. L'infiltration des eaux pluviales risque d'être compromise et devra être étudiée de façon approfondie au cas par cas des opérations par des essais de perméabilité.

### 2.2.3.3 Aléa de remontée de la nappe

La proximité d'une nappe présente des contraintes à la fois constructives pour le projet notamment dans le cadre de la réalisation d'ouvrages souterrains mais aussi pour l'infiltration.

En effet, une nappe affleurante ne permettra pas une bonne infiltration.

D'après le BRGM, le périmètre à l'étude se situe pour sa grande majorité en zone d'aléa très faible à faible.



Figure 2-11 : Aléa de remontée de nappe au droit du périmètre d'étude (Source : BRGM, 2020)



### Ce qu'il faut retenir...

L'aléa de remontée de nappe peut constituer un facteur limitant la faisabilité de mise en œuvre de techniques alternatives, dès lors que la nappe est sub-affleurante ou affleurante. L'aléa est très faible à faible sur le périmètre d'étude.

Un suivi de nappe sur une année pourra éventuellement être réalisé en amont des projets d'aménagements pour déterminer la faisabilité de mise en œuvre d'ouvrages d'infiltration et l'amplitude de la nappe.

### 2.2.3.4 Aléa d'effondrement

Un aléa d'effondrement lié à d'anciennes carrières souterraines est un facteur important à prendre en considération pour déterminer la faisabilité de mise en œuvre d'ouvrages d'infiltration.

La commune de Grigny n'est pas concernée par un aléa d'effondrement lié à des cavités souterraines. Elle n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) Cavités souterraines.



### Ce qu'il faut retenir...

La commune de Grigny n'est pas concernée par un PPRN Cavités souterraines.

### 2.2.3.5 Risque d'inondation par débordement de cours d'eau

Les territoires soumis à un risque important d'inondation par débordement de cours d'eau ne sont pas indiqués pour la mise en œuvre de techniques alternatives, du fait du risque de colmatage des ouvrages d'infiltration par le dépôt de sédiments lors d'une crue.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

La commune de Grigny est soumise à un Plan de Prévention du Risque Inondation, un zonage réglementaire s'applique sur sa façade en bordure de Seine.

Le périmètre à l'étude ne fait pas partie du périmètre du PPRi.

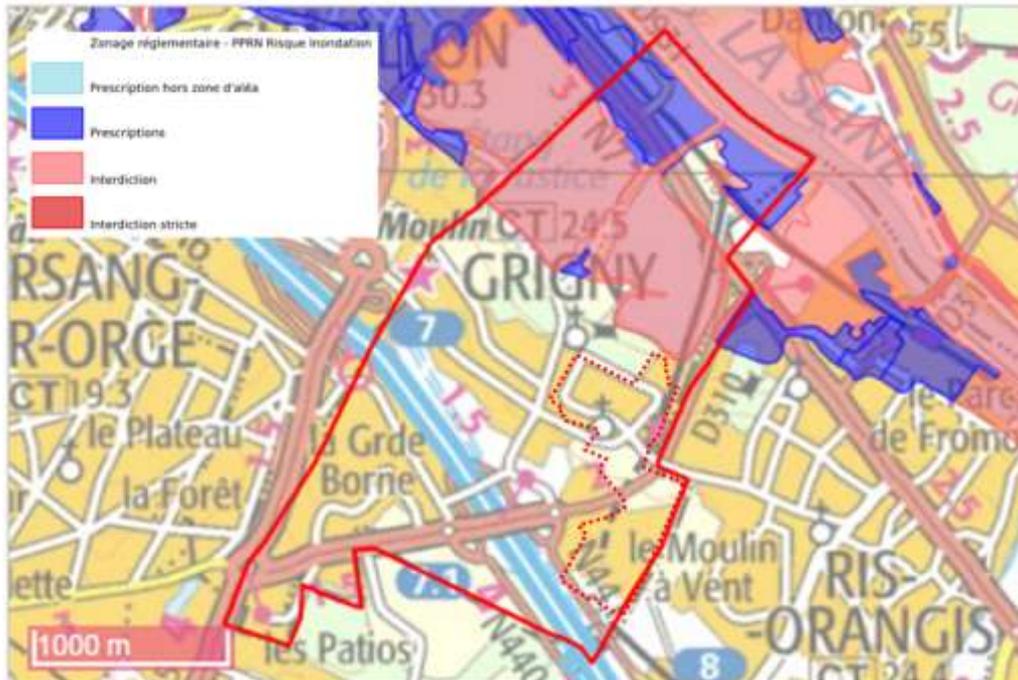


Figure 2-12 : Zonage réglementaire du PPRi de la Seine, approuvé le 20/10/2003  
(Source : Géorisques)



### Ce qu'il faut retenir...

Le périmètre à l'étude n'étant pas inclus dans le périmètre du PPRi, le risque de colmatage des ouvrages d'infiltration par le dépôt de sédiments ayant lieu lors d'un débordement de cours d'eau est donc très faible, voire inexistant.

### 2.2.3.6 Infiltrabilité des eaux pluviales

La cartographie de l'infiltrabilité des eaux pluviales de la zone d'étude a été réalisée en croisant les quatre contraintes suivantes :

- Retrait gonflement des argiles,
- Risque de remontée de la nappe,
- Risque d'exsurgence lié à la pente du terrain,
- Risque de pollution du sol.

Trois types de zones sont distinguées : celles où l'infiltration est très contrainte, celles où l'infiltration est possible mais contrainte, et les secteurs où l'infiltration est peu contrainte.

La cartographie des contraintes d'infiltrabilité présente ci-dessous nous montre que la zone d'étude se trouve, sur sa majeure partie, dans un secteur où l'infiltration est possible contrainte.

Le secteur nord-est est très contraint.

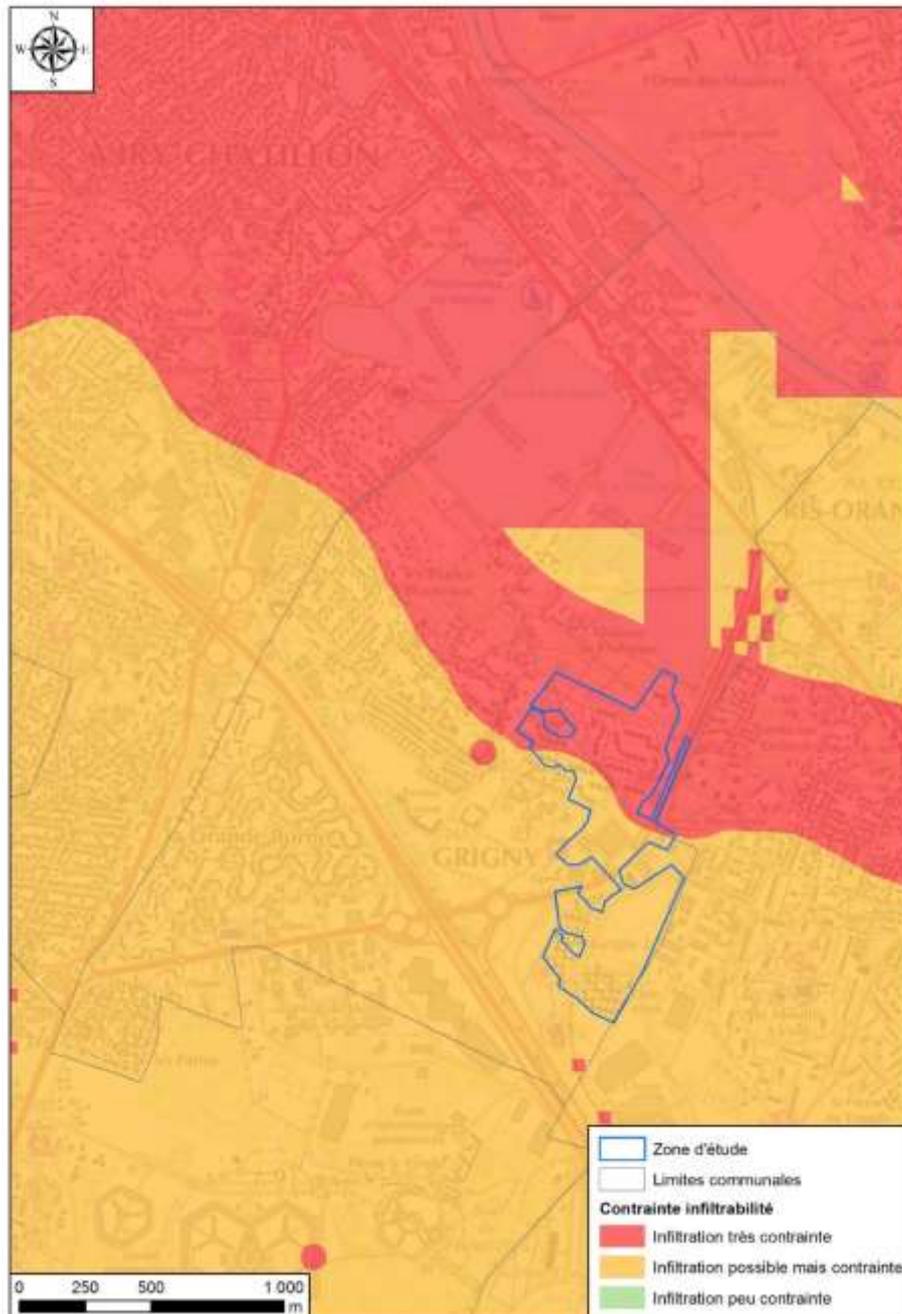


Figure 2-13 : Contraintes d'infiltrabilité au droit de la zone d'étude (Source : BRGM, SAFEGE, 2020)

### 3 IMPACT DU PROJET SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

Le réaménagement du quartier du Val-Fourré, au vu des démolitions et constructions nouvelles, peut entraîner une augmentation ou une diminution du nombre d'habitants collectés au réseau d'eaux usées. Il en résulte deux types d'impacts :

- L'un de nature quantitative (hydraulique) ;
- L'autre de nature qualitative (pollution transitée vers la STEP de Rosny-sur-Seine).

#### 3.1 Impact hydraulique

##### 3.1.1 Bilan des démolitions et constructions de logements

Afin de pouvoir quantifier l'impact hydraulique du réaménagement de Grigny 2 sur les débits collectés, il est nécessaire de faire un bilan des démolitions et des constructions de logements. Chaque logement construit ou démoli est rattaché à un nombre hypothétique d'habitants par logement, permettant de calculer le nombre d'habitants collectés à terme.

Le nombre hypothétique d'habitants a été estimé sur la base du ratio mentionné dans le CCTP du marché, à savoir que le nombre de logements est de 5 000 pour une population estimée à 17 000 habitants. Le nombre d'habitants par logement a ainsi été estimé à 3.4.

L'ensemble des informations présentées dans ce paragraphe sont issues du rapport de phase 3 « Approfondissement du scénario », Septembre 2019, Atelier Xavier Lauzeral architectes urbanistes.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Tableau 3-1 : Opérations futures réalisées, nombre de logements concernés et nombre d'habitants impactés  
 (source : Rapport de phase 3 « Approfondissement du scénario », Septembre 2019, Atelier Xavier Lauzeral architectes urbanistes)

Secteur	Constructions		Démolitions		Résidentialisations
	Nombre de logements	Nombre d'habitants	Opérations	Nombre habitants	
<b>Quartier des Sablons</b>					
1.1 Secteur Corbeil	36	122.4	Groupe scolaire Cendrillon / Chaperon Rouge (Ville de Grigny - Hors ORCOD)	0	Résidentialisation des Tranches T43, T44, T45, T46 et T47
			Annexes école	0	
			1 pavillon 41 route de Corbeil (Ville de Grigny - Hors ORCOD)	3.4	
			1 pavillon 45 route de Corbeil (Ville de Grigny - Hors ORCOD)	3.4	
			C4 - Groupe scolaire Elsa Triolet - Gérard Philippe	0	
1.2 Avenue des Sablons	-	0	Equipements publics et du parking T81	0	
			Démolition partielle du parking T80 (réduction en longueur)	0	
1.3 Coteau Vlaminck	-	0	Espace Jeune Vlaminck	0	Résidentialisation de la T33
1.4 Square Surcouf	-	0	T27 -15 square Surcouf R+13 - 52 logts,	176.8	Résidentialisation des Tranches T24, T25 et T26 et T27
			T26 - 1 square Surcouf- R+14 - 125logts,	47.6	
			T26 - 3 square Surcouf-R+14 - 120 logts,	408	
1.5 Rue des Lacs	-	0	-	0	-
1.6 Triangle de la gare	300 (îlots A, B, et C)	1020	T49a-3 square Lavoisier R+12-95 logts	323	-
			T49b-5 square Lavoisier-R+12-103 logts	350.2	
			T49c-1 square Lavoisier-R+14-91 logts	309.4	

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Secteur	Constructions		Démolitions		Résidentialisations
	Nombre de logements	Nombre d'habitants	Opérations	Nombre habitants	
<b>Plateau Barbusse</b>					
2.1 Secteur Corbeil	-	0	-	0	-
2.2 Pôle Gare	îlots D et E (pas de logements)	0	-	0	-
2.3 RD310 et les entrées de ville	-	0	-	0	-
2.4 Avenue des Tuileries Nord	îlot Fa (tertiaire)	0	-	0	-
2.5 Plateau Barbusse	250 (îlots F, G, H, I, J)	850	Démolition centre commercial	0	-
<b>Quartier des Tuileries</b>					
3.1 Avenue des Tuileries	-	0	-	0	-
3.2 Tuilerie Est	-	0	-	0	résidentialisation des tranches T15, T16, T17 et T18
3.3 Tuilerie ouest	-	0	-	0	résidentialisation des Tranches T11a, T11b, T12, T13 et T14

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Secteur	Constructions		Démolitions		Résidentialisations
	Nombre de logements	Nombre d'habitants	Opérations	Nombre habitants	
3.4 Terrain de la Folie	350 logements (îlots FD à FL)	1190	-	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>+ 936</b>	<b>+ 3 183</b>	<b>- 588</b>	<b>- 1 622</b>	<b>-</b>

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Le bilan du nombre de logements et d'habitants supplémentaires est présenté dans le tableau ci-après.

**Tableau 3-2 : Bilan du nombre de logements et d'habitants supplémentaires**

Opération	Nombre de logements concernés	Nombre d'habitants
Démolition de logements	588	1 622
Construction neuve de logements	936	3 183
<b>Bilan</b>	<b>+ 348 logements</b>	<b>+1 561 habitants</b>

Le nombre d'habitants supplémentaires sur la zone d'étude est de 1 561 habitants à l'issue des opérations.

### 3.1.2 Volume supplémentaire d'eaux usées

En prenant une hypothèse qu'un habitant consomme 150 L/j, le débit journalier supplémentaire produit par la copropriété Grigny 2 en situation future est de 234 m<sup>3</sup>/j.

Actuellement, le débit journalier produit par la copropriété, en prenant l'hypothèse d'une population de 17 000 habitants, est de 2 550 m<sup>3</sup>/j. L'augmentation du débit journalier induit par les nouveaux aménagements représente 9.2% d'augmentation du débit actuellement produit par la copropriété. Le réseau d'eaux usées n'étant actuellement pas surchargé, cette augmentation du débit transité n'a pas d'impact.

## 3.2 Impact sur la pollution transitée à la STEP

Pour rappel (issu de l'état initial), la commune de Grigny est raccordée à la station d'épuration (STEP) Seine Amont située sur la commune de Valenton dont la maîtrise d'ouvrage est au SIAAP. Cette STEP a une capacité de 600 000 m<sup>3</sup>/j, soit 2 618 000 EH

L'augmentation de 1 561 habitants après réaménagement implique une augmentation de 1 561 EH, soit **0.06%** de la capacité actuelle de la STEP.

Les flux supplémentaires admis sont calculés sur la base des concentrations théoriques rejetées pour un EH. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 3-3 : Pollution type d'un EH et quantification de la pollution supplémentaire liée aux 224 EH**

	Production type d'un EH (g/j/EH)	Pollution supplémentaire correspondant à 224 EH (kg/j)
<b>DCO</b>	120	187.3
<b>DBO<sub>5</sub></b>	60	93.7
<b>NTK</b>	14	21.9
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	11	17.2
<b>P</b>	1.5	2.3
<b>MES</b>	70	109.3



## 4 IMPACTS DU PROJET SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES

Tout réaménagement de site entraîne une variation de l'imperméabilisation des sols qui se traduit par un accroissement ou une diminution du ruissellement. Il en résulte potentiellement deux types d'impacts :

- L'un de nature quantitative (hydraulique) ;
- L'autre de nature qualitative (pollution).

### 4.1 Impact hydraulique

#### 4.1.1 Effets temporaires

Durant le chantier, il est possible qu'il y ait des rejets d'eau supplémentaires liés à d'éventuels rabattements de nappe. Cependant, ces volumes d'eau additionnels n'auront pas d'impact négatif sur le réseau pluvial séparatif de la commune car ils sont limités et inférieurs aux capacités du réseau.

#### 4.1.2 Effets à long terme

Les aménagements sont susceptibles, du fait des démolitions et des constructions de logements, de modifier l'imperméabilisation de la zone d'étude.

A noter que la modification de l'imperméabilisation de la zone d'étude est susceptible d'aller à l'encontre du défi n°1 du SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 (intitulé « Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques », et dont l'orientation 2 est de « Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbain par des voies préventives et palliatives »), si la gestion des eaux pluviales n'est pas étudiée en amont des projets d'urbanisme. Les dispositions 7 et 8 devront être respectées pour que le projet soit compatible avec le SDAGE Seine-Normandie.

Pour pouvoir établir l'impact des aménagements en termes de volumes ruisselés par temps de pluie, il est nécessaire de calculer tout d'abord les volumes ruisselés en situation actuelle. L'estimation des volumes ruisselés en situation actuelle sera calculée sur la base du Mode d'Occupation du Sol de 2017, en affectant un coefficient d'imperméabilisation à chaque mode d'occupation.

##### 4.1.2.1 Hypothèses de calcul

La lame d'eau à prendre en compte pour les calculs est celle fixée par le règlement d'assainissement du Syndicat de l'Orge, soit **55 mm**, qui correspond à une pluie de période de retour vingtennale.

Cette lame d'eau sera multipliée par le coefficient de ruissellement de chaque type de surface (ou mode d'occupation du sol) et la superficie du type de surface correspondant pour calculer le volume ruisselé.

## 4.1.2.2 Calcul des volumes en situation actuelle

Le Mode d'Occupation du Sol de la zone d'étude est présenté sur la figure ci-après.

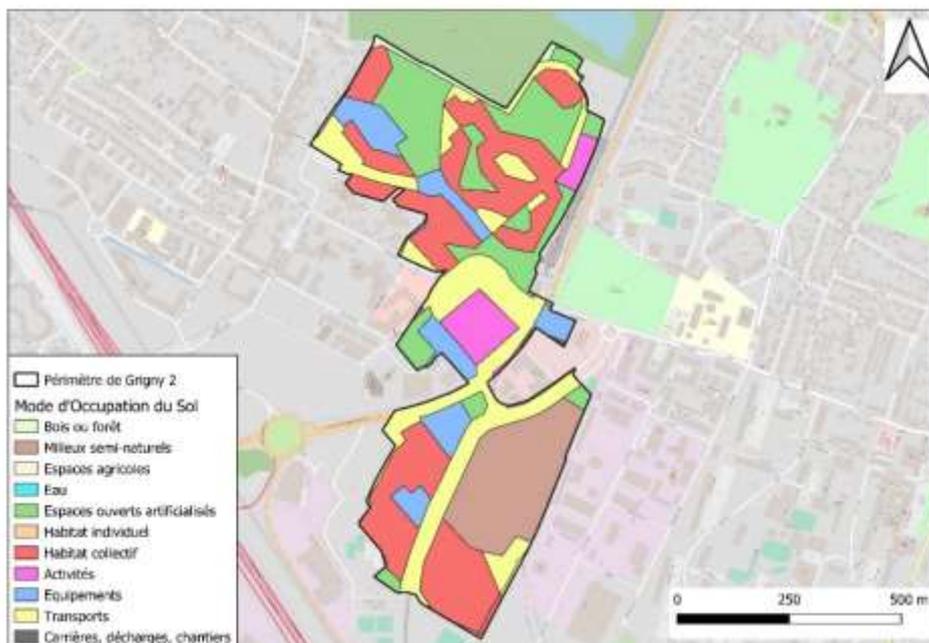


Figure 4-1 : Mode d'occupation du Sol de la zone d'étude

Le calcul des volumes ruisselés en situation initiale consiste à affecter un coefficient d'imperméabilisation à chaque mode d'occupation, et à multiplier ce résultat par la lame d'eau précipitée, ici 55 mm pour respecter le règlement d'assainissement du Syndicat de l'Orge.

Les volumes ruisselés sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 4-2 : Volumes ruisselés en situation initiale sur la zone d'étude

Poste	MOS	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'imperméabilisation	Volume (lame d'eau de 55 mm)
1	Bois ou forêt	4 371	0.1	24
2	Milieux semi-naturels	62 050	0.1	341
5	Espaces ouverts artificialisés	83 532	0.3	1 378
6	Habitat individuel	1 167	0.5	32
7	Habitat collectif	142 302	0.7	5 479
8	Activités	21 969	0.8	967
9	Equipements	42 187	0.8	1 856
10	Transports	100 038	0.95	5 227
11	Carrières, décharges, chantiers	777	0.4	17
Total		<b>458 393</b>	-	<b>15 321</b>

Le volume ruisselé pour une pluie vingtennale sur la zone d'étude en situation initiale est de 15 321 m<sup>3</sup>.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

### 4.1.2.3 Calcul des volumes ruisselés après aménagements

#### 4.1.2.3.1 Types de surfaces projetées

Les types de surfaces projetées en situation future après aménagement sont présentés sur la figure ci-après.



Figure 4-3 : Types de surfaces futures

#### 4.1.2.3.2 Bassins versants considérés

Les bassins versants (BV) considérés sont présentés sur la figure ci-après. Ils sont au nombre de 7 et ont été découpés d'après la configuration des réseaux d'eaux pluviales.



Figure 4-4 : BV considérés

#### 4.1.2.3.3 Volumes ruisselés à gérer en situation future

Les coefficients de ruissellement utilisés pour le calcul des volumes ruisselés sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 4-1 : Coefficients de ruissellement par type de revêtement et mode d'occupation du sol

Type de revêtement	Coefficient de ruissellement
Toiture	1
Enrobé de voirie et de parking	0.95
Pelouse et espaces verts	0.3
Chemin stabilisé	0.6
Résidentialisation	0.8

Les volumes ruisselés par bassin versant sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 4-2 : Volumes ruisselés par bassin versant et par type de surface

BV	Types de surfaces	Coefficient de ruissellement (-)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volume ruisselé (m <sup>3</sup> ) Pluie de 55 mm
BV 1	Bâti	1	14 200	781
	Enrobé	0.95	18 301	956
	Espaces verts	0.3	19 533	322
	Résidentialisation	0.8	12 322	542
	Chemin stabilisé	0.6	24	1
	Routes	0.95	23 338	1219
	<b>Total</b>	-	<b>87 718</b>	<b>3 822</b>
BV 2	Bâti	1	11 882	654
	Enrobé	0.95	16 907	883
	Espaces verts	0.3	8 667	143
	Résidentialisation	0.8	0	0
	Chemin stabilisé	0.6	0	0
	Routes	0.95	5 192	271
	<b>Total</b>	-	<b>42 648</b>	<b>1 951</b>
BV 3	Bâti	1	1 344	74
	Enrobé	0.95	398	21
	Espaces verts	0.3	14 159	234
	Résidentialisation	0.8	3 562	157
	Chemin stabilisé	0.6	791	26
	Routes	0.95	6 327	331
	<b>Total</b>	-	<b>26 581</b>	<b>842</b>
BV 4	Bâti	1	17 765	977
	Enrobé	0.95	15 332	801
	Espaces verts	0.3	33 044	545
	Résidentialisation	0.8	12 187	536
	Chemin stabilisé	0.6	9 611	317
	Routes	0.95	30 520	1 595
	<b>Total</b>	-	<b>118 459</b>	<b>4 771</b>
BV 5	Bâti	1	13 531	744
	Enrobé	0.95	14 529	759
	Espaces verts	0.3	17 433	288
	Résidentialisation	0.8	10 689	470
	Chemin stabilisé	0.6	0	0
	Routes	0.95	26 247	1371
	<b>Total</b>	-	<b>82 429</b>	<b>3 633</b>
BV 6	Bâti	1	1 044	57
	Enrobé	0.95	0	0
	Espaces verts	0.3	0	0
	Résidentialisation	0.8	0	0
	Chemin stabilisé	0.6	0	0
	Routes	0.95	3 835	200
	<b>Total</b>	-	<b>4 879</b>	<b>258</b>
BV 7	Bâti	1	20 415	1 123
	Enrobé	0.95	21 078	1 101
	Espaces verts	0.3	8 888	147
	Résidentialisation	0.8	16 112	709
	Chemin stabilisé	0.6	11 684	386
	Routes	0.95	17 804	930
	<b>Total</b>	-	<b>95 981</b>	<b>4 396</b>
<b>TOTAL</b>		-	<b>458 695</b>	<b>19 672</b>

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

---

Le volume ruisselé après aménagement pour une pluie d'occurrence vingtennale de 55 mm est estimé à **19 672 m<sup>3</sup>**, **soit une augmentation de 4 351 m<sup>3</sup>** par rapport à la situation initiale. Les futurs aménagements devront respecter le débit de fuite de 1 L/s/ha. Des ouvrages de gestion des eaux pluviales reposant sur des principes de stockage-restitution et/ou d'infiltration-évapotranspiration par les végétaux (techniques alternatives) devront être mis en œuvre.

### 4.1.2.4 Incitation à l'emploi de techniques alternatives

Des techniques alternatives devront être mises en œuvre pour limiter l'imperméabilisation, favoriser autant que possible le zéro-rejet au réseau, et respecter le débit de fuite de 1 L/s/ha en cas d'impossibilité de gérer à la parcelle la totalité des volumes ruisselés pour une pluie vingtennale.

Ces techniques alternatives de gestion à la parcelle peuvent être :

- Des noues et tranchées d'infiltration le long des voiries ;
- Des chaussées à structure-réservoir sous les voiries et parkings ;
- Des cuves de récupération des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces verts ;
- Des toitures végétalisées sur les bâtis.

Elles fonctionnent toutes selon le même principe :

- Réception des eaux de pluie et introduction immédiate dans la structure de stockage de l'ouvrage ;
- Stockage temporaire de l'eau ;
- Évacuation lente de l'eau, par infiltration ou par restitution vers un réseau d'assainissement.

Chaque technique présente des avantages et des inconvénients et une plus ou moins grande adaptabilité aux contraintes d'un site.

Tableau 4-3 : Synthèse des techniques alternatives disponibles

Technique alternative	Principe	Avantages	Inconvénients
Structure réservoir seule	<p>Stockage temporaire des eaux de ruissellement dans le corps de la structure.                      Si le revêtement est poreux : infiltration directe dans la structure.                      Si le revêtement est étanche : injection par l'intermédiaire d'avaloirs.                      Évacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.</p>  <p>Source : SAFEGE</p>	Écrêtement des débits, réduction du risque d'inondation et des chocs de pollution	Ouvrage d'injection à surveiller et à entretenir de manière plus attentive
		Peut être alimentée directement par la surface drainante	Apport d'eaux claires à la station d'épuration en cas de rejet en unitaire
		Gain d'emprise foncière	Réduction des possibilités d'installation des réseaux divers
		Intégration paysagère	Si infiltration : Risque de pollution de la nappe faible pour les pollutions diffuses et élevé pour les pollutions accidentelles
		Insensibilité au gel	Si infiltration : Pollution accidentelle difficile à combattre
		Mise en œuvre relativement facile	Si infiltration : Affaiblissement des propriétés mécaniques du sol
		Décantation préalable à l'injection et donc dépollution des effluent	
		Si infiltration : Recharge de la nappe	

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

		Si infiltration : Économie d'un réseau à l'aval ou dimensionnement moins important de celui-ci	
		Si infiltration : Nul besoin d'exutoire en surface	
Enrobé drainant	<p>Mise en place sous la chaussée ou les parkings d'un revêtement poreux</p>  <p>Exemple de pavés non jointifs (Source : <a href="http://www.crit.archi.fr">www.crit.archi.fr</a>, Étude sur l'imperméabilisation en région bruxelloise, 2006)</p>	Suppression des projections d'eau	La formation de verglas est plus précoce sur l'enrobé drainant
		Diminution des bruits de trafic routier	Ne peut être utilisé dans les zones giratoires
		Confort de conduite	Ouvertures puis remises en état délicates
		Blocage de la pollution en surface	Gestion des boues de curage
			Phénomène de colmatage possible
Puits d'infiltration	<p>Alimentation par ruissellement ou par conduite            Décantation sommaire dans un ouvrage spécifique en amont du puits            Stockage temporaire dans le puits            Évacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol.</p>	Faible emprise au sol	Phénomène de colmatage possible
		Conception simple	Entretien régulier spécifique indispensable
		Bonne intégration dans le tissu urbain	Risque de pollution accidentelle de la nappe : une réalisation rigoureuse est incontournable
		Pas d'exutoire à prévoir	Capacité de stockage limitée

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

	 Puits d'infiltration (Source : Fiches CG 92)	<p>Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable</p> <p>Contribue à l'alimentation de la nappe</p> <p>Pas de contrainte topographique majeure</p>	<p>La faisabilité est tributaire de la nature du sol</p>
Noue et fossé	<p>Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite</p> <p>Stockage des eaux recueillies à l'air libre</p> <p>Évacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé</p>  Source : CERTU	<p>Contribuent à une meilleure délimitation de l'espace</p>	<p>Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable</p>
		<p>Bon comportement épuratoire</p>	<p>Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau</p>
		<p>Bonne intégration dans le site</p>	<p>Colmatage possible des ouvrages</p>
		<p>Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec</p>	<p>Emprise foncière importante dans certains cas</p>
		<p>Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval)</p>	<p>Cas particulier de l'infiltration</p>
		<p>Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable</p>	<p>Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage</p>
		<p>Alimentation de la nappe phréatique</p>	
Tranchée drainante	<p>Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite</p>	<p>Réduction des débits de pointe et des volumes s'écoulant vers les exutoires</p>	<p>Risques de nuisances olfactives par défaut de réalisation ou manque d'entretien</p>

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

<p>Stockage des eaux recueillies dans un ouvrage linéaire rempli de matériaux poreux Évacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé</p>  <p><i>Petite tranchée le long d'un espace piétonnier (Source : Grand Lyon, Fiche n°03)</i></p>	Réalimentation des nappes phréatiques	Risque de colmatage possible surtout pour les tranchées le long des voies circulées et arborées
	Dépollution efficace des eaux pluviales par "filtration" par interception au travers de la structure surtout dans le cas d'une tranchée infiltrante	Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues dans la tranchée et de la présence ou non d'un système de "dégrillage" en amont
	Technique peu coûteuse	Nécessité d'un entretien régulier spécifique
	Mise en œuvre facile et maîtrisée	Difficilement applicable pour des terrains à forte pente
	Bonne intégration paysagère et dans le tissu urbain	Technique tributaire de l'encombrement du sous-sol
	Faible emprise foncière	Pour les tranchées infiltrantes risque de pollution de la nappe
	Les tranchées sont bien adaptées aux terrains plats dont l'assainissement pluvial est difficile à mettre en place	
	Les tranchées peuvent être couplées avec d'autres techniques alternatives (elles servent ainsi de système drainant en fond de bassin par exemple)	
<p>Bassins d'infiltration végétalisés</p> <p>Filtration verticale naturelle : le système racinaire des végétaux associés au substrat (sable et gravier) forme un milieu propice au développement de bactéries épuratrices</p>	Bonne intégration paysagère possible	Les bassins de rétention peuvent avoir une importante emprise foncière
	Réduction des débits de pointe à l'exutoire	La fréquence d'entretien va varier selon le type de bassin selon sa capacité et la qualité des eaux pluviales retenues



### 4.2 Impact sur la pollution des eaux pluviales

La circulation et le stationnement des véhicules provoquent une pollution chronique du revêtement de surface par dépôts d'hydrocarbures.

L'intensification de la circulation et du stationnement dans la zone par l'amélioration des voiries et la création de nouvelles aires de stationnement, est susceptible d'augmenter la masse de pollution émise sur les voiries.

Le ruissellement des eaux de pluie entraîne le lessivage de ces éléments polluants, qu'il est nécessaire de traiter avant rejet. En général, les quantités rejetées par les eaux pluviales sont bien supérieures aux eaux usées pour les paramètres tels que les métaux lourds et les hydrocarbures.

Les apports de cette pollution dans le milieu récepteur sont variables selon les caractéristiques de l'événement pluvieux qui les mobilisent : intensité, durée, période de temps sec ayant précédé la pluie et pendant laquelle s'accumulent les polluants.

La pollution transportée par les réseaux pluviaux est ainsi caractérisée par :

- des parts relatives en MES et DCO importantes ;
- la composition essentiellement minérale des MES (la fraction organique est de l'ordre de 30%) ;
- une faible biodégradabilité ;
- une forte concentration en métaux et en hydrocarbures ;
- la fixation d'une part importante des polluants sur les MES : plus de 80 % de la DCO, des métaux lourds, des hydrocarbures et plus de 77 % de la DBO5 des rejets urbains pluviaux sont liés aux particules solides ;
- un abattement potentiel important de la pollution par décantation (le potentiel de décantation des eaux engendrées par des petites pluies est faible) ;
- la taille des particules transportées, d'autant que l'intensité de la pluie est grande.

Les éléments polluants entraînés par les rejets pluviaux ont des conséquences sur le milieu récepteur.

Des ordres de grandeur par paramètre sont présentés dans le document de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie « Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines ».

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Ces concentrations sont ainsi les suivantes :

**Tableau 4-4 : Concentrations moyennes en polluants mesurées dans les eaux pluviales de ruissellement (source : « Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines », Agence de l'Eau Seine-Normandie et GRAIE)**

Polluant	Concentrations				
	Voiries urbaines			Autoroutes	Parkings
	Trafic faible (a)	Trafic moyen (b)	Trafic fort (c)		
MES (mg/l)	11,7 – 117 84,5	59,8 – 240 99	69,3 – 260 160	41,3 – 762 92	98 – 150 129
DCO (mg/l)	70 – 368 120			107*	50 – 199 70
Cd (µg/l)	0,4 – 1,4 0,5	0,4 – 13,8 1,9		3,0 – 3,7 3,4	1,2*
Cu (µg/l)	47 – 75,9 60,4	51,7 – 103,8 97	65,6 – 143,5 90	16,1 – 120 40	6 – 80 43
Pb (µg/l)	25 – 535 170			2,4 – 224 100	15,4 – 137 78,5
Zn (µg/l)	129,3 – 1956 407			70 – 660 119	125 – 526 281
HA (µg/l)	393 – 1359 813				
HAP (µg/l)	0,16 – 4,5 0,22			0,31 – 21,8 2,34	1,62 – 3,5 2,3
Hct (µg/l)	160 – 2277 1402	4000 – 11000 4170		21,8 – 4760 2391	150 – 1000 160

**Des dispositifs de dépollution (décanteurs, séparateurs à hydrocarbures devront être mis en œuvre pour limiter la pollution du milieu naturel par les eaux pluviales.**

### 5 VERIFICATION DE LA COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SDAGE SEINE-NORMANDIE 2010-2015

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE), adoptée le 23 octobre 2000, et transcrite en droit français par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA), établit une politique globale communautaire visant l'atteinte du bon état des masses d'eau à l'horizon 2015.

Cet objectif doit être atteint grâce à l'adoption d'un plan de gestion pour chaque district hydrographique ; ce plan de gestion est dans le cas présent le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est le document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin. Il prévoit des orientations générales et des dispositions pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des masses d'eau à atteindre dans le bassin.

Les orientations et dispositions du SDAGE Seine-Normandie concernées par le projet sont les suivantes :

**Tableau 5-1 : Liste des orientations et dispositions du SDAGE Seine-Normandie concernées par le projet**

Orientation	Dispositions	Mesures mises en place dans le projet	Compatibilité
<b>Défi 1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques</b>			
Orientation 1 : Continuer la réduction des apports ponctuels de temps sec des matières polluantes classiques dans les milieux	D1.1 : Adapter les rejets issus des collectivités, des industriels et des exploitations agricoles au milieu récepteur	La gestion des eaux usées sur le périmètre à l'étude est assurée par la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (CA GPS)	Oui
	D1.5 : Améliorer les réseaux collectifs d'assainissement	La gestion des eaux usées sur le périmètre à l'étude est assurée par la Communauté d'Agglomération Grand Paris Sud (CA GPS)	Oui
<b>Défi 2 : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques</b>			
Orientation 4 : Adopter une gestion des sols et de l'espace agricole permettant de réduire les risques de ruissellement, d'érosion et de transfert des polluants vers les milieux aquatiques	D2.14 : Conserver les éléments fixes du paysage qui freinent les ruissellements	Le projet n'entraînera pas de destruction d'éléments fixes du paysage freinant les écoulement	Oui
Orientation 5 : Maîtriser les pollutions diffuses d'origine domestique	D2.18 : Contrôler et mettre en conformité les branchements des particuliers	Les mises en conformité de branchements (suppression des regards mixtes s'ils existent) seront intégrées aux opérations individuelles.	Oui
	D2.19 : Mutations de biens immobiliers et certificat de raccordement	Les branchements feront l'objet d'un contrôle de la CA GPS pour déterminer de leur conformité lors des mutations de biens immobiliers.	Oui
	D2.20 : Limiter l'impact des infiltrations en nappes	Les techniques alternatives seront associées à des dispositifs de dépollution lorsque nécessaire.	Oui
<b>Défi 6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides</b>			
Orientation 20 : Lutter contre la faune et la flore invasives et exotiques	D6.88 : Mettre en place un dispositif de surveillance des espèces invasives et exotiques	Des espèces envahissantes ont été relevées sur le périmètre à l'étude	Oui

	D6.89 : Définir et mettre en œuvre une stratégie d'intervention pour limiter les espèces invasives et exotiques	Des espèces envahissantes ont été relevées sur le périmètre à l'étude	Oui
	D6.90 : Eviter la propagation des espèces exotiques par les activités humaines	Des espèces envahissantes ont été relevées sur le périmètre à l'étude	Oui
	D6.91 : Intégrer la problématique des espèces invasives et exotiques dans les SAGE, les contrats, les autres documents de programmation et de gestion	Des espèces envahissantes ont été relevées sur le périmètre à l'étude	Oui
Orientation 21 : Réduire l'incidence de l'extraction des granulats sur l'eau et les milieux aquatiques	D6.101 : Prendre en compte la provenance des matériaux dans l'étude d'impact des grands aménagements	Les constructions feront appel au maximum à des filières de revalorisation de matériaux.	Oui
<b>Défi 8 : Limiter et prévenir le risque d'inondation</b>			
Orientation 33 : Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation	D8.145 : Maîtriser l'imperméabilisation et les débits de fuite en zones urbaines pour limiter le risque d'inondation à l'aval	Des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales seront étudiées au cas par cas au stade conception des opérations individuelles d'aménagement	Oui
	D8.146 : Privilégier, dans les projets neufs ou de renouvellement, les techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle limitant le débit de ruissellement	Des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales seront étudiées au cas par cas au stade conception des opérations individuelles d'aménagement	Oui
Orientation 35 : Améliorer la connaissance sur les milieux aquatiques, les zones humides et les granulats	D8.150 : Développer la recherche sur les matériaux de substitution	Les constructions feront appel au maximum à des filières de revalorisation de matériaux.	Oui
Orientation 36 : Améliorer les connaissances et les systèmes d'évaluation des actions	D8.156 : Prendre en compte le bilan carbone ® lors de la réalisation de nouveaux projets	Les constructions feront appel au maximum à des filières de revalorisation de matériaux pour diminuer le bilan carbone	Oui

# 6 RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE EAU SUSCEPTIBLES D'ETRE CONCERNEES PAR LE PROJET

La préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides est l'un des objectifs principaux de la loi sur l'eau de 1992. La nomenclature eau concerne une liste d'installations, d'ouvrages, de travaux et d'activités (IOTA) ayant une influence sur l'eau ou le fonctionnement des milieux aquatiques et qui sont soumis à deux régimes délivrés par la police de l'eau : autorisation et déclaration. Cela permet à la police de l'eau d'imposer un certain nombre de règles devant être respectées.

Selon l'article R214-1 du Code de l'Environnement modifié par décret n°2008- 283 du 25 mars 2008, les travaux d'un forage et les prélèvements de la ressource en eau figurent dans la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'Environnement et relève des rubriques suivantes :

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

Tableau 6-1 : Rubriques de la nomenclature Eau concernées par le projet

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
<b>TITRE 1: PRELEVEMENTS</b>				
1.1.1.0.	<b>Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique</b> , exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D)	Déclaration / Autorisation	A préciser - Déclaration	Si des piézomètres sont posés ils seront à régulariser : Un formulaire a compléter est à disposition sur le site de la DRIEE
1.1.2.0.	<b>Prélèvements permanents ou temporaires</b> issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m <sup>3</sup> / an (A) ; 2° Supérieur à 10 000 m <sup>3</sup> / an mais inférieur à 200 000 m <sup>3</sup> / an (D)	Déclaration / Autorisation	A préciser - Déclaration ou Autorisation	Cette rubrique est à viser en cas de rabattement de nappe notamment pour la réalisation de niveau de sous-sols (parking par exemple). Cette rubrique peut être visée à l'échelle de l'aménagement ou par chacun des preneurs de lot.
1.2.1.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, <b>prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement</b> , y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe : 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m <sup>3</sup> / heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ; 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m <sup>3</sup> / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	Le projet n'est pas situé dans la nappe alluviale de la Seine.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
1.2.2.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, <b>prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement</b> , dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m <sup>3</sup> / h (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	Le projet n'est pas situé dans la nappe alluviale de la Seine.
1.3.1.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un <b>prélèvement total d'eau</b> dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils : 1° Capacité supérieure ou égale à 8 m <sup>3</sup> / h (A) ; 2° Dans les autres cas (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
<b>TITRE 2: REJETS</b>				
<b>2.1.1.0.</b>	<p>Systèmes d'assainissement collectif des eaux usées et installations d'assainissement non collectif destinés à collecter et traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales :</p> <p>1° Supérieure à 600 kg de DBO5 (A) ; 2° Supérieure à 12 kg de DBO5, mais inférieure ou égale à 600 kg de DBO5 (D).</p> <p>Un système d'assainissement collectif est constitué d'un système de collecte, d'une station de traitement des eaux usées et des ouvrages assurant l'évacuation des eaux usées traitées vers le milieu récepteur, relevant en tout ou partie d'un ou plusieurs services publics d'assainissement mentionnés au II de l'article L. 2224-7 du code général des collectivités territoriales. Dans le cas où des stations de traitement des eaux usées sont interconnectées, elles constituent avec les systèmes de collecte associés un unique système d'assainissement. Il en est de même lorsque l'interconnexion se fait au niveau de plusieurs systèmes de collecte.</p> <p>Une installation d'assainissement non collectif est une installation assurant la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation des eaux usées domestiques ou assimilées des immeubles ou parties d'immeubles non raccordés à un réseau public de collecte des eaux usées.</p>	<b>Déclaration / Autorisation</b>	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
2.1.3.0.	<p>Epandage et stockage en vue d'épandage de boues produites dans un ou plusieurs systèmes d'assainissement collectif des eaux usées et installations d'assainissement non collectif, la quantité de boues épandues dans l'année présentant les caractéristiques suivantes :</p> <p>1° Quantité de matière sèche supérieure à 800 t/ an ou azote total supérieur à 40 t/ an (A) ;</p> <p>2° Quantité de matière sèche comprise entre 3 et 800 t/ an ou azote total compris entre 0,15 t/ an et 40 t/ an (D).</p> <p>Pour l'application de ces seuils, sont à prendre en compte les volumes et quantités maximales de boues destinées à l'épandage dans les systèmes d'assainissement collectif des eaux usées et installations d'assainissement non collectif concernés.</p>	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.1.4.0.	<p>Epandage d'effluents ou de boues, à l'exception de celles visées à la rubrique 2.1.3.0, la quantité d'effluents ou de boues épandues présentant les caractéristiques suivantes :</p> <p>1° Azote total supérieur à 10 t/ an ou volume annuel supérieur à 500 000 m<sup>3</sup>/ an ou DBO5 supérieure à 5 t/ an (A) ;</p> <p>2° Azote total compris entre 1 t/ an et 10 t/ an ou volume annuel compris entre 50 000 et 500 000 m<sup>3</sup>/ an ou DBO5 comprise entre 500 kg et 5 t/ an (D).</p>	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.1.5.0.	<p><b>Rejet d'eaux pluviales</b> dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;</p> <p>2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).</p>	Déclaration / Autorisation	A préciser - Déclaration ou Autorisation	La rubrique relative aux eaux pluviales est a priori à viser dans le cadre de l'aménagement de Grigny 2. En effet, le projet prévoit la mise en place de noues et de modes de gestion des eaux pluviales par infiltration dans le sol sur une partie importante du projet. De plus au vu de la surface d'emprise du projet d'aménagement, le seuil applicable est celui de l'autorisation.

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
2.2.1.0.	<b>Rejet dans les eaux douces superficielles</b> susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets mentionnés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages mentionnés à la rubrique 2.1.1.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant supérieure à 2 000 m <sup>3</sup> /j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.2.2.0.	Rejets en mer, la capacité totale de rejet étant supérieure à 100 000 m <sup>3</sup> /j (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.2.3.0.	<b>Rejet dans les eaux de surface</b> , à l'exclusion des rejets réglementés au titre des autres rubriques de la présente nomenclature ou de la nomenclature des installations classées annexée à l'article R. 511-9, le flux total de pollution, le cas échéant avant traitement, étant supérieur ou égal au niveau de référence R1 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.3.1.0.	Rejets d'effluents sur le sol ou dans le sous-sol, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2.1.5.0, des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2.1.1.0, 2.1.2.0, des épandages visés aux rubriques 2.1.3.0 et 2.1.4.0, ainsi que des réinjections visées à la rubrique 5.1.1.0. (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
2.3.2.0.	Recharge artificielle des eaux souterraines (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
<b>TITRE 3: IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SECURITE PUBLIQUE</b>				
<b>3.1.1.0.</b>	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ; 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ; b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
<b>3.1.2.0.</b>	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à <b>modifier le profil en long</b> ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D). Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
<b>3.1.3.0.</b>	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1° Supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
<b>3.1.4.0.</b>	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le <b>lit mineur d'un cours d'eau</b> , étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m2 de frayères (A) ; 2° Dans les autres cas (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.2.1.0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 réalisé par le propriétaire riverain, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1° Supérieur à 2 000 m3 (A) ; 2° Inférieur ou égal à 2 000 m3 dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) ; 3° Inférieur ou égal à 2 000 m3 dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D). Est également exclu jusqu'au 1er janvier 2014 l'entretien ayant pour objet le maintien et le rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation lorsque la hauteur de sédiments à enlever est inférieure à 35 cm ou lorsqu'il porte sur des zones d'atterrissement localisées entraînant un risque fort pour la navigation. L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le <b>lit majeur d'un cours d'eau</b> : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup> (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup> (D). Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.2.3.0.	<b>Plans d'eau, permanents ou non :</b> 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ; 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D). Ne constituent pas des plans d'eau au sens de la présente rubrique les étendues d'eau réglementées au titre des rubriques 2.1.1.0., 2.1.5.0. et 3.2.5.0. de la présente nomenclature, ainsi que celles demeurant en lit mineur réglementées au titre de la rubrique 3.1.1.0. Les modalités de vidange de ces plans d'eau sont définies dans le cadre des actes délivrés au titre de la présente rubrique.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.2.5.0.	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112 (A). Les modalités de vidange de ces ouvrages sont définies dans le cadre des actes délivrés au titre de la présente rubrique.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.2.6.0.	Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions : -système d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 (A) ; -aménagement hydraulique au sens de l'article R. 562-18 (A) ;	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
3.2.7.0.	Piscicultures d'eau douce mentionnées à l'article L. 431-6 (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.3.1.0.	<b>Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides</b> ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) ; 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.3.2.0.	Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie : 1° Supérieure ou égale à 100 ha (A) ; 2° Supérieure à 20 ha mais inférieure à 100 ha (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.3.3.0.	Canalisations de transports d'hydrocarbures liquides ou de produits chimiques liquides de longueur supérieure à 5 kilomètres ou dont le produit du diamètre extérieur par la longueur est supérieur à 2 000 mètres carrés (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.3.4.0.	Travaux de recherche de stockages souterrains de déchets radioactifs : a) Travaux de recherche nécessitant un ou plusieurs forages de durée de vie supérieure à un an (A) ; b) Autres travaux de recherche (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
3.3.5.0.	Travaux, définis par un arrêté du ministre chargé de l'environnement, ayant uniquement pour objet la restauration des fonctionnalités naturelles des milieux aquatiques, y compris les ouvrages nécessaires à cet objectif (D).  Cette rubrique est exclusive de l'application des autres rubriques de la présente nomenclature. Ne sont pas soumis à cette rubrique les travaux n'atteignant pas les seuils des autres rubriques de la présente nomenclature.	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
<b>TITRE 4: IMPACTS SUR LE MILIEU MARIN</b>				
4.1.1.0	Travaux de création d'un port maritime ou d'un chenal d'accès ou travaux de modification des spécifications théoriques d'un chenal d'accès existant (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
4.1.2.0.	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu : 1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros (A) ; 2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

<p>4.1.3.0.</p>	<p>Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin :</p> <p>1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ;</p> <p>2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent :</p> <p>a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines :</p> <p>I.-Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000 m3 (A) ;</p> <p>II.-Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 50 000 m3 (D) ;</p> <p>b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines :</p> <p>I.-Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m3 (A) ;</p> <p>II.-Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 5 000 m3 (D) ;</p> <p>3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent :</p> <p>a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m3 (A) ;</p> <p>b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m3 sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m3 ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m3 (D).</p> <p>L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.</p> <p>Les rejets afférents aux dragages donnant lieu à des opérations d'immersions et dont les paramètres sont inférieurs aux seuils d'autorisation sont soumis à déclaration.</p>	<p>Déclaration / Autorisation</p>	<p>Non concerné</p>
-----------------	--	---------------------------------------	---------------------

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
<b>TITRE 5: REGIMES D'AUTORISATION VALANT AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L.214-1 ET SUIVANTS DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT</b>				
5.1.1.0.	Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant : 1° Supérieure ou égale à 80 m <sup>3</sup> / h (A) ; 2° Supérieure à 8 m <sup>3</sup> / h, mais inférieure à 80 m <sup>3</sup> / h (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.1.2.0.	Travaux de recherche et d'exploitation de gîtes géothermiques (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.1.3.0.	Travaux de recherche, de création, d'essais, d'aménagement ou d'exploitation des stockages souterrains soumis aux dispositions du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 : a) Travaux de création et d'aménagement de cavités visées au 4° de l'article 3 (A) ; b) Travaux de forage de puits visés au 5° de l'article 3 (A) ; c) Essais visés au 6° de l'article 3 (A) ; d) Mise en exploitation d'un stockage souterrain visée au 7° de l'article 3 (A) ; e) Travaux de forage de recherche de cavité ou de formations souterraines visées au 2° de l'article 4 (D) ; f) Travaux de forage de puits de contrôle visés au 3° de l'article 4 (D) ; g) Essais visés au 4° de l'article 4 (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.1.4.0.	Travaux d'exploitation de mines : a) Travaux d'exploitation de mines effectués dans le cadre de l'autorisation d'exploitation mentionnée à l'article 21 du code minier (D) ; b) Autres travaux d'exploitation (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.1.5.0.	Travaux d'exploitation de stockages souterrains de déchets radioactifs (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-

## Volet Eau de l'étude d'impact environnemental

RUBRIQUES	INTITULES ET SEUILS	SEUILS	SEUILS PROJET ESTIME	CONTRAINTES ET COMMENTAIRES
5.1.6.0.	Travaux de recherches des mines : a) Travaux de recherche visés au 2° de l'article 3 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 (A) ; b) Autres travaux de recherche visés au même décret (D).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.1.7.0.	Travaux de prospection, de recherche et d'exploitation de substances minérales ou fossiles non visées à l'article 2 du code minier et contenues dans les fonds marins du domaine public (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.2.1.0.	(Rubrique supprimée)	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.2.2.0.	Concessions hydrauliques régies par le livre V du code de l'énergie (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-
5.2.3.0.	Les travaux décidés par la commission d'aménagement foncier comprenant des travaux tels que l'arrachage des haies, l'arasement des talus, le comblement des fossés, la protection des sols, l'écoulement des eaux nuisibles, les retenues et la distribution des eaux utiles, la rectification, la régularisation et le curage des cours d'eau non domaniaux (A).	Déclaration / Autorisation	Non concerné	-



### Ce qu'il faut retenir...

Les rubriques susceptibles d'être concernées par le projet d'aménagement sont les suivantes:

- 1.1.1.0 : Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique
- 1.1.2.0 : Prélèvements permanents ou temporaires
- 2.1.5.0 : Rejet d'eaux pluviales.

Le régime de déclaration ou d'autorisation sera à déterminer ultérieurement lorsque la déclinaison de chaque opération aura été définie en phase de conception.

## **ANNEXE 8 :**

ETUDE DES POTENTIALITES EN  
ENERGIES RENOUVELABLES

# Etudes sur le potentiel de développement en énergies renouvelables et de récupération dans les opérations d'aménagement de la ville de Grigny

## Rapport



### CONSULTING

SAFEGE SAS  
Direction Conseil et Stratégie  
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port  
92022 NANTERRE CEDEX

Conseil & Stratégie



Consulting

## Sommaire

1	Introduction .....	3
1.1	Contexte .....	3
1.2	Les objectifs de l'étude d'opportunité de recours aux énergies renouvelables et de récupération.....	3
2	Besoins énergétiques du site .....	4
2.1	Le périmètre et la programmation.....	4
2.2	Les usages.....	5
2.3	Les Hypothèses d'étude .....	6
2.4	Estimation de la demande énergétique des bâtiments .....	8
3	Desserte énergétique actuelle du site .....	11
3.1	Réseau électrique .....	11
3.2	Réseau de gaz.....	11
3.3	Réseau de chaleur et de froid.....	11
4	Etat des lieux des ressources énergétiques.....	13
4.1	Les solutions collectives .....	14
4.2	Le potentiel solaire .....	16
4.3	Le potentiel éolien .....	28
4.4	La biomasse .....	32
4.5	La géothermie .....	40
4.6	La valorisation des eaux usées .....	48
4.7	La récupération de chaleur fatale.....	52
5	Annexe .....	58
5.1	Les hypothèses de programmation utilisées (bâtiments neufs) .....	58
5.2	Les hypothèses de programmation utilisées (bâtiments rénovés et démolis).....	61
5.3	Les hypothèses utilisées pour l'estimation de la surface de toiture.....	61

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

La copropriété de Grigny 2, située dans l'Essonne en région Ile-de-France, fait l'objet d'une opération de requalification des copropriétés dégradées d'intérêt national (Orcod-IN). En effet, cette copropriété de plus de 5000 logements compte en son sein une population aux revenus modestes, avec une forte suroccupation.

Pilotée par l'Établissement Public Foncier d'Ile-de-France (EPFIF), cette opération prévoit notamment l'accroissement de cette copropriété, ainsi qu'une requalification de cette dernière. Il s'agit en somme de créer à terme des ensembles immobiliers indépendants, avec une stratégie adaptée à chacun (maintien en copropriété, transformation en logement social...), le tout en traitant leurs difficultés financières (renégociation de la dette qui atteint 15 millions d'euros pour l'ensemble de la copropriété, réduction des charges...).

La présente étude de d'opportunité du développement des énergies renouvelables s'inscrit ainsi dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact environnemental du projet urbain de Grigny 2 tel que stipulé à l'article L 300-1 du Code de l'urbanisme.

## 1.2 Les objectifs de l'étude d'opportunité de recours aux énergies renouvelables et de récupération

Il s'agira ainsi de fournir à la Maitrise d'Ouvrage du projet et aux aménageurs des éléments d'aide à la décision quant aux possibilités d'approvisionnement énergétique locales du territoire, au regard de la demande future en énergie, en particulier la possibilité ou non d'avoir recours au raccordement à un réseau de chaleur ou de froid.

Cette étude tachera ainsi d'amener un éclairage sur :

- ▷ Les gisements en énergies renouvelables disponibles sur et à proximité immédiate du périmètre d'étude,
- ▷ Les technologies les plus adaptées à l'approvisionnement énergétique du site au vu des ressources disponibles,
- ▷ Les conséquences du nouveau contexte économique de l'énergie sur l'approvisionnement énergétique.

## 2 Besoins énergétiques du site

### 2.1 Le périmètre et la programmation

L'étude de potentiels en énergies renouvelables concerne avant tout la copropriété de Grigny 2.



*Périmètre de la copropriété Grigny 2*

L'usine d'embouteillage Coca Cola de Grigny, ayant recours à des processus utilisant de la chaleur, peut s'avérer pertinente à rajouter au périmètre d'étude, étant située à environ 1 km du site de la copropriété.

Cette zone est à dominante résidentielle avec la présence majoritaire de logements collectifs.

Elle s'organise suivant 3 secteurs :

- Le secteur des Sablons : Ce secteur est essentiellement composé de bâtiments de logements collectifs ainsi que de quelques autres bâtiments (écoles primaires notamment).
- Le plateau Barbusse : Ce secteur comprend des bâtiments de logements collectifs, des bâtiments de bureaux, des locaux commerciaux ainsi qu'un équipement.
- Le quartier des Tuileries : Ce secteur comprend des bâtiments de logements collectifs, de l'habitat individuel, des bâtiments de bureaux et d'activité.

## 2.2 Les usages

### Electricité

Les besoins en électricité peuvent être regroupés en trois catégories :

L'usage conventionnel est lié au fonctionnement du bâti.

Il comprend :

- **L'électricité spécifique** représente les consommations directement liées à l'activité des occupants. Il s'agira par exemple des équipements de bureautique (ordinateurs, imprimantes, appareils de surveillance...), les équipements de laboratoires et de process, les équipements de cuisson électrique, les salles serveur... L'électricité spécifique ne comprend pas l'éclairage.
- **L'usage lié aux process industriels** regroupe toutes les consommations d'électricité directement liés à l'activité des entreprises : alimentation de machines tournantes, de convoyeurs, ventilation et pompage, création de froid local et d'air comprimé, capteurs et compteurs... Cet usage très caractéristique est fortement dépendant de l'activité concerné. Les besoins ne peuvent pas être estimés de façon fiable sans un retour des industriels en place, ou d'activités équivalentes. **Ce diagnostic énergétique n'intégrera pas les besoins d'électricité liés aux process.**

### Chauffage

Qu'il s'agisse d'un confort, du maintien de conditions thermiques particulières ou de l'apport énergétique nécessaire au fonctionnement de process industriels, le chauffage des espaces est une nécessité pour l'ensemble des établissements. Les variations de températures de consigne, de modes de production et de régulation d'un bâtiment à l'autre complexifient les perspectives d'une gestion commune.

Ces différences doivent être prises en compte afin d'établir une stratégie énergétique adaptée à l'ensemble des acteurs.

Les besoins de chaleur liés au chauffage des locaux peuvent être évalués à partir de ratios de puissance et de consommation selon les typologies de bâtiments concernés, les conditions climatiques et les réglementations thermiques visées. Les besoins de chaleur pour les process industriels sont beaucoup plus spécifiques et dépendent fortement de l'activité des industries. Ils ne peuvent pas être estimés quantitativement de façon fiable sans un retour des industriels en place, ou d'activités équivalentes.

**Ce diagnostic énergétique n'intégrera pas les besoins de chaleur liés aux process.** Il faut toutefois rappeler que les besoins de chaleur de ce type d'industrie (centrales d'enrobage, etc.) sont très particuliers, avec des niveaux de température élevés et ponctuels qu'il est difficile d'assurer par des ressources renouvelables. Il s'agit d'un **enjeu différent** qu'il n'est pas nécessairement pertinent de traiter dans une étude à l'échelle de la ZAC. Une démarche de récupération des données a été lancée et le cas échéant, ces besoins seront précisés dans l'étude de faisabilité à venir.

La programmation du projet prévoit une part importante de bureaux et de locaux industriels, **le chauffage sera donc un poste de consommation important sur lequel le taux d'énergie renouvelables pourra être privilégié.**

### Climatisation

La climatisation dite « de confort » est aujourd'hui peu déployée au sein des établissements.

L'usage du froid porte principalement sur les serveurs et les salles informatiques des espaces tertiaires, sur les laboratoires et les amphithéâtres, et sur le rafraîchissement estival des locaux.

Au vu des activités attendues sur le PSMO, aucun process industriel faisant appel à du froid n'a été identifié sur le site.

Il faut cependant noter une augmentation progressive du recours à la climatisation sur les bâtiments neufs, en réponse à la hausse des températures liée aux changements climatiques. Le secteur parisien reste peu concerné par cette évolution. **Le rafraîchissement des locaux peut représenter un poste de consommation conséquent sur le PSMO.**

### Eau Chaude Sanitaire (ECS)

L'ECS est principalement utilisée dans les bâtiments résidentiels, les établissements de santé et certaines typologies aux besoins particuliers comme les piscines. Pour une zone industrielle, ces besoins peuvent comprendre les apports d'ECS liés aux process des entreprises sous réserve d'une compatibilité entre les conditions de pression et température de ces process, et les autres usages de l'ECS (confort, restauration).

Dans le cas du PSMO, les consommations en ECS sont très faibles et aucun process consommateur n'a été identifié à ce jour. **Ces besoins sont trop faibles pour justifier la mise en place de solutions collectives ou d'un recours systématique aux ENR.** Des solutions individuelles, comme des chauffe-eaux solaires, pourront être considérées au cas par cas.

Il faut garder en tête que les ressources renouvelables ne permettront pas nécessairement d'assurer l'intégralité des besoins énergétiques du site. Les niveaux de températures ou de tension qu'elles permettent d'atteindre peuvent s'avérer inadéquats par rapport à certains postes de consommation des bâtiments, ou leur potentiel peut être insuffisant. Des systèmes d'appoint seront alors nécessaires et pourront être dimensionnés de façon à assurer le secours de l'alimentation énergétique en cas de défaillance des systèmes renouvelables.

## 2.3 Les Hypothèses d'étude

L'analyse de la demande en énergie d'un projet repose sur des objectifs de performance énergétique qui reflètent ses engagements environnementaux.

En 2021, entrera en application une nouvelle Réglementation Thermique, plus ambitieuse que l'actuelle RT2012, qui devrait être basée sur les retours de l'expérimentation E+C-. Il devient nécessaire d'anticiper cette évolution de la réglementation afin d'inscrire le projet dans les objectifs énergétiques nationaux.

En parallèle, les retours d'expérience des bâtiments à basse énergie montrent trop souvent que la consommation effective est plus élevée que celle prévue à la conception. Cette différence provient notamment d'écarts en phase chantier et d'un comportement inadéquat des utilisateurs.

Un suivi attentif des phases de réalisation et d'exploitation sera nécessaire afin de s'assurer de la bonne atteinte des performances sur le projet.

La juste évaluation de la demande énergétique du quartier doit prendre en compte cette réalité : si le surdimensionnement des besoins énergétiques des bâtiments peut entraîner le choix d'une solution renouvelable qui n'aurait pas de réelle rentabilité, une sous-évaluation des besoins peut également conduire à écarter trop tôt des ressources renouvelables présentant un intérêt.

Les usages de l'énergie considérée ici sont :

- Le chauffage,
- Le rafraîchissement estival des locaux,
- L'électricité spécifique
- L'Eau Chaude Sanitaire. Cet usage ne sera pris en compte que pour les bâtiments pour lesquels il existe un besoin suffisamment important pour justifier une approche à l'échelle de l'opération (logements, ...).

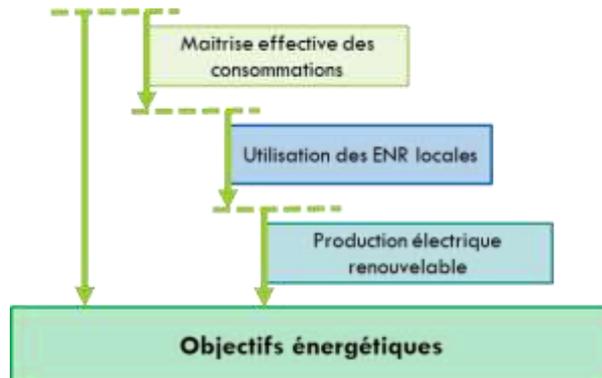


Figure 1 : Schéma des étapes pour l'atteinte des objectifs énergétiques

## PowerDis

Les consommations sont évaluées sur la base du logiciel PowerDIS développé par Efficacity.

Efficacity est un centre de recherche et développement dédié à la transition énergétique des territoires urbains. Lancé en 2014, il rassemble les compétences de plus de 100 chercheurs issus de l'industrie, de l'ingénierie et de la recherche publique. Sa vocation est de développer des solutions innovantes pour construire la ville de demain.

Efficacity a développé un logiciel permettant la simulation des besoins thermiques des bâtiments et du fonctionnement des systèmes énergétiques à l'échelle urbaine : PowerDis. A partir des données territoriales et des informations saisies par l'utilisateur, PowerDIS réalise une simulation au pas de temps horaire sur une année complète des besoins thermiques des bâtiments d'un projet. L'outil intègre de nombreux ratios issus de la réglementation et permettant de modéliser les besoins énergétiques d'un quartier sur la base des données suivantes :

- Morphologie des bâtiments (surface de plancher, étages, forme)
- Performance énergétique des bâtiments
- Typologie d'usage des bâtiments

La simulation réalisée par PowerDis met en œuvre la méthode Th-BCE de la RT2012.

Dans le cadre de l'opération Grigny 2, nous avons pris les hypothèses de performance énergétique suivantes :

- Pour les bâtiments neufs : simulation du niveau E3 du label E+C- (niveau visé E3C2). Le niveau E3 correspond aux performances suivantes : RT2012 -40% pour les bâtiments de bureaux, RT2012 -20% sur les logements collectifs, les maisons individuelles ou accolées et les autres bâtiments.
- Pour les bâtiments résidentialisés : toutes les résidentialisations incluent une rénovation énergétique pour atteindre le label BBC Effinergie rénovation. La performance énergétique finale équivaut à celle de bâtiments construits entre 2009 et 2014 (environ RT2012+20%).
- Pour les bâtiments existants non réhabilités : performances énergétiques équivalentes aux bâtiments construits entre 1969 et 1975

Nous avons par ailleurs considéré une ventilation double flux pour l'ensemble des constructions neuves et une ventilation simple flux pour les autres bâtiments.

L'ensemble des hypothèses retenues est précisé en annexe de ce document.

Les valeurs des consommations seront données par défaut en énergie finale (ef). L'énergie finale est l'état de l'énergie au moment de son utilisation, à la fin de la chaîne de transformation, et permet de visualiser les consommations effectives du quartier. Les consommations seront exprimées en MWh/an (ou en GWh/an) et les puissances en kW (ou en MW).

## 2.4 Estimation de la demande énergétique des bâtiments

Sur la base des hypothèses détaillées ci-dessus, nous avons paramétré le projet de Grigny 2 sous PowerDis et en avons extrait les résultats suivants :

Usages	Puissance max	Consommation
<b>Chauffage</b>	12 000 kW	16 500 MWh/an
<b>ECS</b>	3 900 kW	5 700 MWh/an
<b>Climatisation</b>	1 700 kW	550 MWh/an
<b>Electricité spécifique</b>	2 000 kW	8 300 MWh/an
<b>Total</b>	19 600 kW	31 050 MWh/an

Figure 2 : demande énergétique du projet de Grigny 2 (source : PowerDis)

Une diminution de près de 30% des consommations de chauffage serait possible si des efforts supplémentaires étaient réalisés concernant la ventilation en passant à un système double flux sur les bâtiments rénovés énergétiquement.

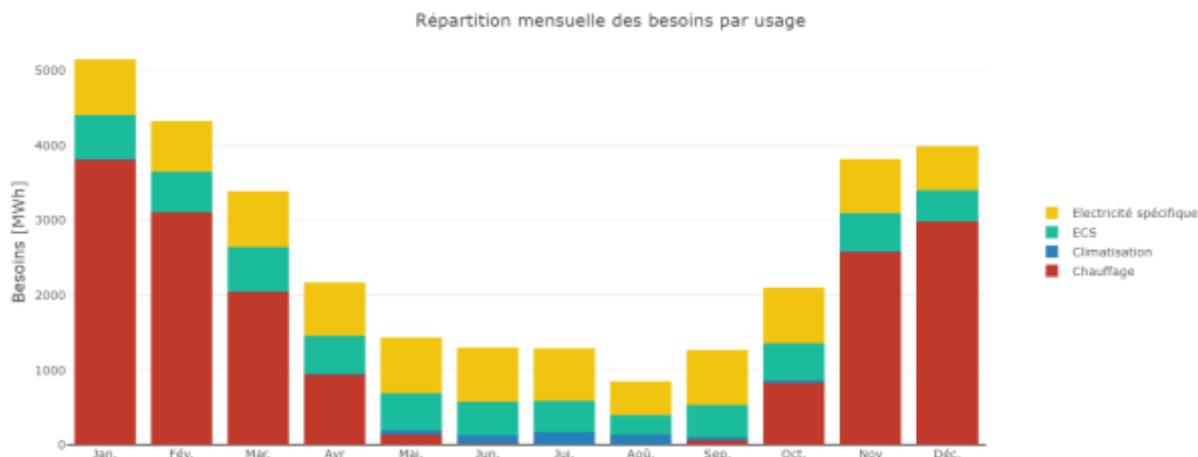


Figure 3 : Répartition mensuelle des besoins énergétiques par usage

Le chauffage représente près de 50% des consommations réglementaires. La chaleur sera donc un axe important de l'intégration des énergies renouvelables dans le projet de Grigny 2.

L'électricité spécifique représente 25% des consommations énergétiques. De plus, la part de l'électricité est d'autant plus importante que l'efficacité énergétique du bâtiment augmente puisque la part de chauffage diminue. La réflexion autour de la production l'électricité renouvelable viendra compléter celle sur les besoins thermiques.



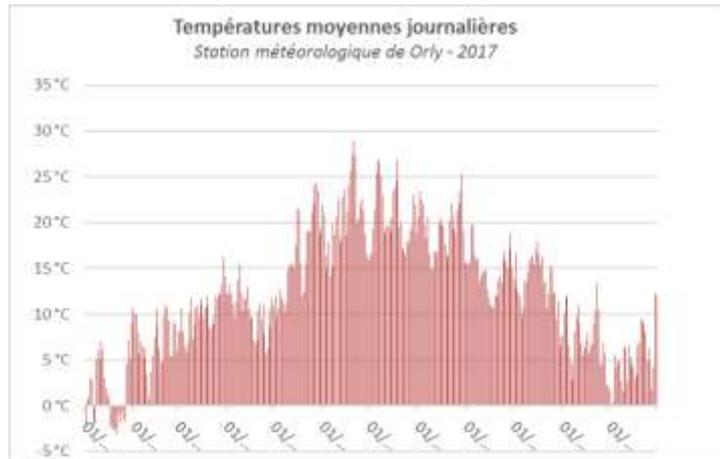
**Figure 4 : Besoins surfaciques en chauffage + ECS (à gauche) et d'électricité spécifique (à droite) par bâtiment (source : PowerDis)**

Ces cartes permettent d'identifier les gros consommateurs en chauffage + ECS (à gauche) et électricité spécifique (à droite).

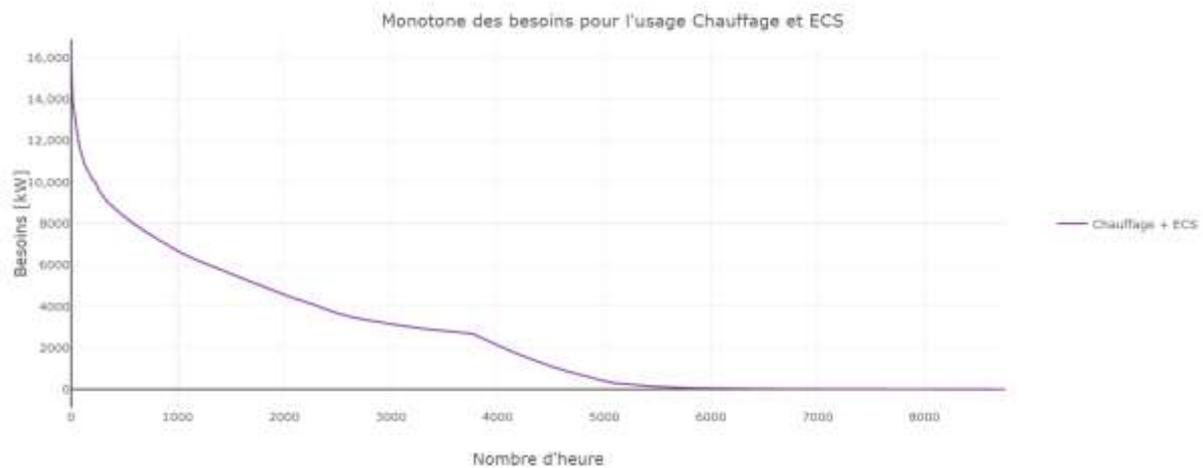
En matière de chauffage + ECS, ce sont les bâtiments non rénovés qui apparaissent comme les plus gros consommateurs, suivi par les bâtiments rénovés. Les bâtiments neufs sont les moins consommateurs.

En matière d'électricité spécifique se sont principalement les typologies hors logements, notamment la typologie enseignement mais aussi les bâtiments de bureau et activité qui apparaissent grands consommateurs.

Lorsqu'on représente la température moyenne journalière de la station météorologique la plus proche (Orly) tout au long de l'année de référence (2017), on observe les fluctuations qui vont engendrer des variations des besoins énergétiques du futur quartier. Cette variation d'appel de puissance se traduit dans la monotone de puissance pour le chauffage + ECS qui représente par ordre d'importance la puissance nécessaire pour répondre à l'ensemble des besoins du quartier.



Ainsi, les pics d'appels de puissance ne représentent qu'un très faible nombre de jours. Il n'y a donc pas d'intérêt à dimensionner une solution renouvelable par rapport à cette puissance maximale car elle ne fonctionnerait à puissance maximal qu'une très faible partie de l'année. Un appoint (de type gaz naturel par exemple) permettra d'assurer le reste de la production.



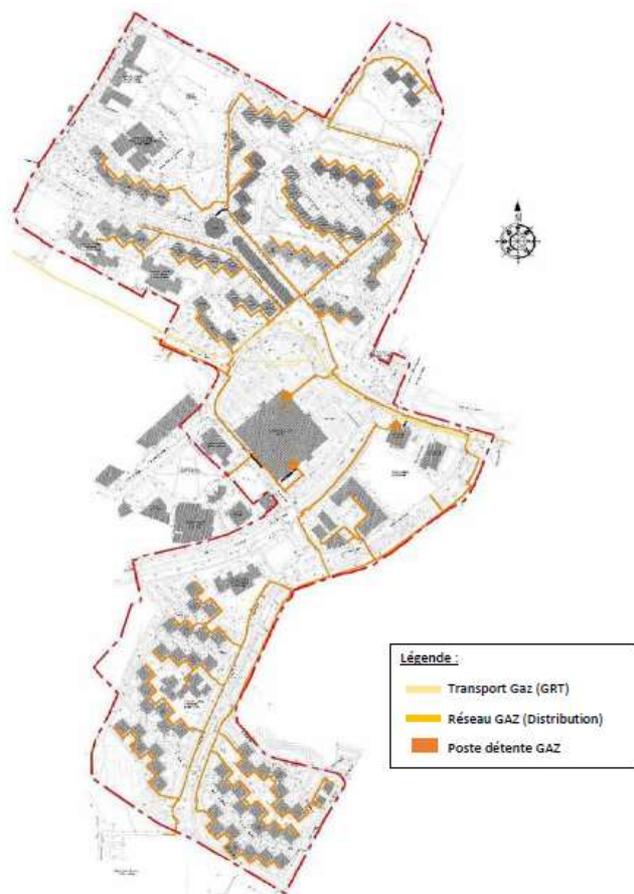
En complément, une bonne mixité permet de profiter d'un foisonnement des puissances thermiques, grâce auquel il est possible de limiter le dimensionnement des équipements dans le cas d'un système commun. Chaque type de bâtiment est caractérisé par un profil de consommation différent, lié notamment à ses heures de fréquentation. La mixité favorise aussi la valorisation des excédents de chaleur et de froid sans stockage d'un bâtiment vers un autre. Malgré une forte proportion de bâtiments de logement, le projet pourra capitaliser sur les bâtiments de bureaux et d'activité pour limiter le dimensionnement de ces installations.

## 3 Desserte énergétique actuelle du site

### 3.1 Réseau électrique

Le secteur est déjà desservi par les réseaux électriques. Ces réseaux sont adaptés à l'usage actuel des entreprises et des habitations proches, ils devront le cas échéant être restructuré afin de pouvoir répondre aux besoins futurs du Grigny 2.

### 3.2 Réseau de gaz



La copropriété de Grigny 2 est parcourue par un réseau de gaz tel qu'illustré sur la figure ci-contre.

Tous les bâtiments y sont desservis et le gaz est utilisé pour alimenter les cuisines des appartements.

### 3.3 Réseau de chaleur et de froid

Depuis 1970, les besoins en chaleur de la copropriété de Grigny 2 sont assurés par un réseau de chaleur de type « eau surchauffée » dont l'exploitation est confiée à la société ROUGNON.

La chaufferie de Grigny 2 a une puissance totale de 87 MW, avec un départ d'eau à 165°C sous 13 bars de pression statique en période hivernale, permettant ainsi l'alimentation de près de 5000

équivalents logements. Cette installation comprend 3 chaudières de marque BABCOCK ATLANTIQUE, équipées de brûleurs PILLARD :

- 1 chaudière de 17 MW mixte gaz/fuel domestique
- 1 chaudière de 35 MW mixte gaz/fuel domestique
- 1 chaudière de 35 MW gaz en secours.



En 2014, les villes de Grigny et Viry-Châtillon se sont engagées dans la réalisation d'un projet de valorisation de la ressource locale d'eau chaude géothermale (réservoir du Dogger – 71°C à 1,6 km de profondeur) tout en s'appuyant sur les installations de chauffage déjà existantes. Avec un mix énergétique composé à 70% en géothermie et 30% provenant des chaudières gaz/fuel domestique, ce projet permet une production de chaleur de l'ordre de 70 GWh/an et ainsi de chauffer près de 10 000 logements et une trentaine d'équipements publics (premiers logements chauffés en Hiver 2017).

La structure juridique retenue pour la gestion de ce réseau est celle d'une Société Publique Locale (SPL). Ainsi, en 2014 a été créée la société d'exploitation des énergies renouvelables (SEER) dont les missions sont la mise en œuvre et l'exploitation du réseau de chaleur géothermique.

## 4 Etat des lieux des ressources énergétiques

Les énergies renouvelables sont pour la plupart connues et exploitées depuis toujours. Les technologies ont évolué mais les principes d'utilisation de ces énergies sont les mêmes : combustion du bois, utilisation du rayonnement solaire pour produire de la chaleur, utilisation du vent, de la force hydraulique et de l'inertie thermique du sol, etc.

Aujourd'hui, certains systèmes exploitant les énergies renouvelables ont bénéficié d'avancées technologiques très importantes, qui leur permettent d'être fiables et d'avoir fait de grands progrès en termes de rendement énergétique et de rentabilité financière. D'autres technologies sont toujours en développement : elles ne trouvent pas encore de rentabilité économique sans un fort subventionnement, et sont généralement des installations exemplaires.

Ce chapitre présente un état des lieux des différentes filières renouvelables en présence sur le périmètre de Grigny ou qui pourraient y être envisagées, au regard des spécificités de chacun des sites.

1. L'énergie solaire
2. L'énergie éolienne
3. La biomasse
4. La géothermie sur aquifère et la géothermie sèche
5. La récupération de l'énergie des eaux usées
6. La récupération d'énergie fatale

**Pour chacune des filières, ce chapitre développe :**

- La ressource disponible sur la copropriété
- Les technologies existantes pour valoriser cette ressource
- Les éléments réglementaires, administratifs et juridiques relatifs à la mise en place de la technologie
- Les caractéristiques technico – économiques et environnementales actuelles
- L'adaptation de la solution aux besoins spécifiques de la copropriété ainsi que les atouts et contraintes

## 4.1 Les solutions collectives

Cette partie s'attache à étudier les énergies renouvelables présente ou envisagées sur le périmètre de Grigny 2, afin de répondre aux besoins thermiques et électriques estimés précédemment. Elle développe le potentiel des gisements et les différentes technologies, et présente les éléments réglementaires, administratifs ou économiques lorsque ceux-ci permettent de mieux appréhender ces ressources.

### Réseaux de chaleur et de froid

Lorsque qu'un projet présente des besoins en énergie importants et concentrés, il peut être judicieux de mettre en place une solution collective de façon à distribuer cette énergie depuis un lieu de production commun. Ce système permet entre autres une meilleure gestion de l'énergie et une diminution du surdimensionnement des installations par rapport à une production individuelle.

On parle généralement de solution collective pour désigner un raccordement de plusieurs bâtiments à un réseau de chaleur ou de froid commun. Il s'agit d'un mode de distribution de l'énergie et sa mise en place devra s'accompagner d'une installation de production d'énergie appropriée. Un réseau peut ainsi être alimenté par des ressources fossiles (gaz, fioul...), renouvelables (biogaz, biomasse...), ou par un mix de ces ressources (chaufferie biomasse appuyée par une chaudière à gaz, groupes froids électriques en soutien d'une installation de géothermie...). Le taux d'ENR du réseau correspond au taux d'ENR en sortie de son mix énergétique.

Il faut garder en tête que le raccordement d'un bâtiment à un réseau de chaleur ou de froid nécessite que les modes de distribution de chaleur de ce bâtiment soient compatibles avec les niveaux de température du réseau. Les bâtiments neufs, équipés de systèmes de chauffage basse température, sont particulièrement adaptés à une alimentation par un réseau de chaleur. A l'inverse, des bâtiments présentant des systèmes de chauffage électrique ou à haute température seront peu pertinents.

Enfin, les besoins de chaleur ou de froid liés aux process industriels nécessitent la plupart du temps des niveaux de température particuliers qui ne sont pas toujours compatibles avec les usages de confort. Dans ce cas, le réseau de chaleur ou de froid ne sera en mesure de couvrir qu'une partie de ces besoins, le reste devant être assuré par des installations internes.

### 4.1.1 Réseaux existants

Comme évoqué précédemment, la copropriété de Grigny 2 est alimenté par un réseau de chaleur mixte, à **70% de géothermie et 30% de gaz/fuel domestique**. La base de données CARMEN renseigne le tracé ci-dessous pour ce réseau :



#### Caractéristiques

Le réseau de chaleur urbain alimentant la copropriété de Grigny 2 est long de 4 km et compte 13 sous-stations. Avec l'ajout récent de la chaufferie géothermale de Grigny, ce seront près de 18 km de réseau qui seront alimentés, desservant ainsi 10 000 équivalents logements en chauffage et ECS sur les quartiers des Sablons, les Tuileries, le Centre-Ville de Grigny, le quartier du Plateau de Viry-Châtillon et la Grande Borne en fera un usage complémentaire (eau chaude en appoint).

Avec une part d'EnR ainsi portée à 70%, donc dépassant le seuil des 50%, il permet à ses utilisateurs de bénéficier d'un taux de TVA réduit à 5,5%.

#### Subventions

L'extension d'un réseau de chaleur peut bénéficier d'aides de l'ADEME au titre du Fonds Chaleur sous réserve de la satisfaction de plusieurs conditions :

- Le réseau de chaleur doit être alimenté par un minimum de 50% d'ENR au global. Si le raccordement de Grigny 2 entraîne une hausse significative des besoins, le taux d'ENR apporté par la chaufferie biomasse actuelle va chuter et peut passer en dessous des 50%.
- Les besoins supplémentaires liés à l'extension du réseau de chaleur doivent être couverts au minimum à 50% par une production additionnelle d'ENR, pour un minimum de 300 MWh/an. L'objectif de cette mesure est de s'assurer que l'extension du réseau ne fasse pas appel à des productions utilisant des combustibles fossiles.
- La densité thermique du réseau est supérieure ou égale à 1,5 MWh/mètre linéaire/an. Une densité thermique comprise entre 1 et 1,5 MWh/ml/an peut être acceptée pour certains projets.

Cette opération d'extension remplissant ces critères, ce projet d'un investissement total de 29,1 millions d'euros a été financé à 60% par un prêt contracté par la SPL SEER et qui a été garanti par le Conseil Départemental de l'Essonne, à hauteur de 31% par le fond chaleur de l'ADEME et à 9% par l'État au titre du Fond de Soutien à l'Investissement Local (FSIL).

## 4.2 Le potentiel solaire

L'énergie solaire peut être valorisée pour des usages **thermiques** ou pour la production **d'électricité** :

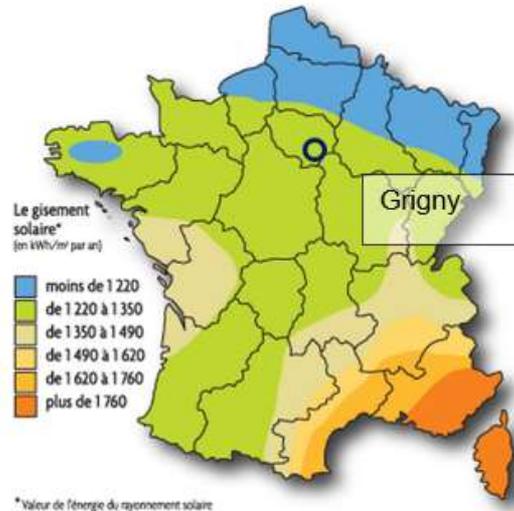
- **Les panneaux solaires thermiques** captent une partie du rayonnement solaire qu'ils reçoivent (l'autre partie étant réfléchi), pour chauffer un fluide caloporteur. Le solaire thermique peut avoir plusieurs utilisations. Dans le cas de Grigny 2, nous nous intéresserons plus particulièrement aux possibilités suivantes :
  - **Production d'eau chaude sanitaire**
  - **Chauffage des bâtiments**
  - **Production de froid**
- L'énergie solaire peut aussi être valorisée pour la production d'électricité, on parle alors de **solaire photovoltaïque**.

Ce paragraphe présente la ressource disponible et les différentes technologies listées ci-dessus.

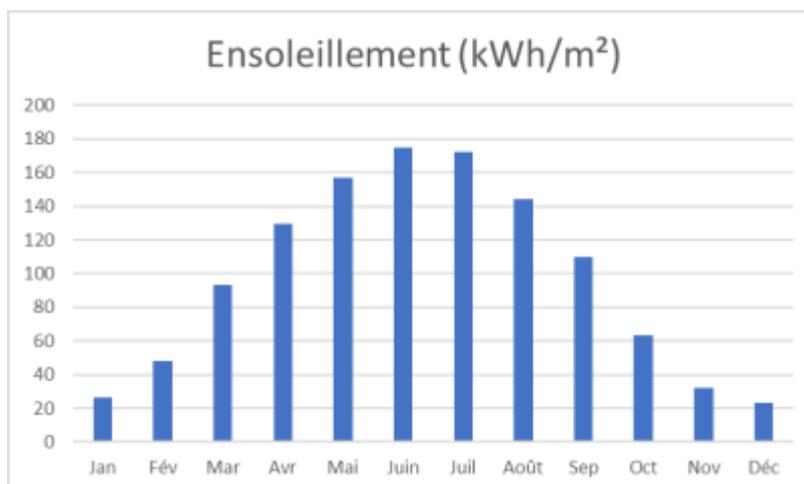
## 4.2.1 La ressource solaire sur le périmètre

Le rayonnement solaire pour la ville de Grigny est donné ci-après, pour un plan orienté Sud d'inclinaison 30° :

Valeur de l'énergie du rayonnement solaire



L'énergie solaire est une ressource intermittente : elle n'est pas constante durant l'année. Elle ne fournit donc pas la même quantité d'énergie selon les mois. Le graphique ci-dessous présente les variations de l'ensoleillement horizontal à Grigny au cours d'une année.

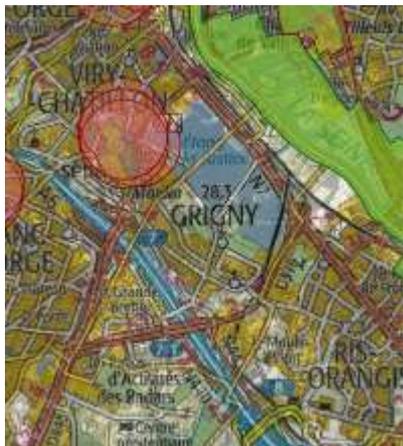


Grigny bénéficie d'un ensoleillement moyen relativement important d'environ 1190 kWh/m<sup>2</sup>/an (source : PVGIS) sur un plan horizontal, du même ordre de grandeur que certaines villes du Sud de la France,

ce qui permet d'envisager la mise en place de systèmes de production solaire pour les établissements membres.

## 4.2.2 Dispositions réglementaires et administratives relatives à l'installation de panneaux

L'installation de panneaux solaires sur un bâtiment modifie son aspect extérieur. Dans le cas d'un bâtiment neuf, ils doivent figurer sur le permis de construire. Dans le cas d'un bâtiment existant, les travaux sont soumis à une déclaration préalable. La proximité de sites protégés, de monuments historiques ou encore d'aéroports peut nécessiter une étude spécifique et une réflexion en concertation avec les parties concernées.



D'après les informations disponibles sur l'atlas des patrimoines du Ministère de la culture et de la Communication, la ville de Grigny et en particulier la copropriété de Grigny 2 n'est pas située sur le périmètre d'un site classé ou inscrit au patrimoine ou encore dans le périmètre de protection d'un monument. Ainsi, il ne semble y avoir aucune contre-indication quant à l'implantation de panneaux solaires sur toiture ou au sol sur ce site.

## 4.2.3 L'énergie solaire thermique

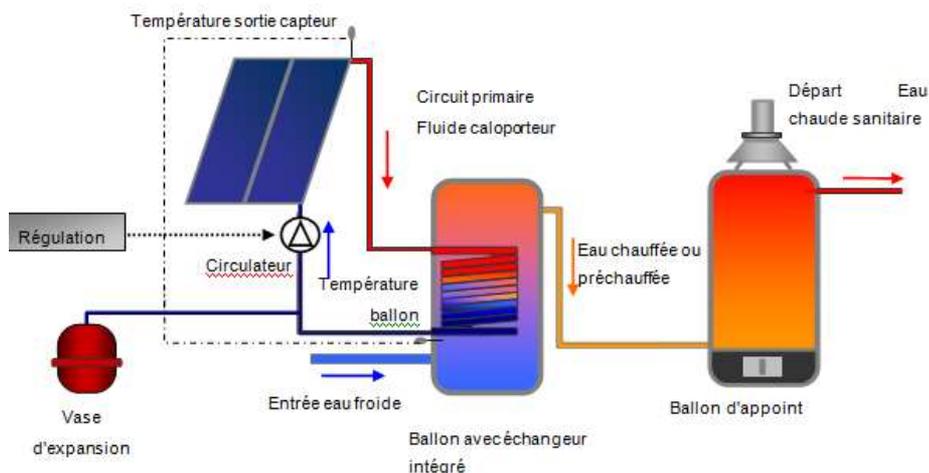
### 4.2.3.1 Principe de fonctionnement

Le solaire thermique peut avoir plusieurs utilisations, comme la production de chauffage ou de froid, mais il est principalement employé pour la fourniture d'Eau Chaude sanitaire pour laquelle les niveaux de température atteints présentent un réel intérêt. La technologie utilisée dépend de l'énergie produite.

#### Eau Chaude Sanitaire

Les capteurs solaires le plus couramment utilisés sont des capteurs de type plan. Ils se composent d'un absorbeur situé dans un coffrage isolé en face arrière, constitué d'un vitrage en face avant et d'une couche sélective. Le vitrage évite le refroidissement de l'absorbeur par le vent et crée un effet de serre qui augmente le rendement du capteur. L'isolation à l'arrière du capteur diminue les pertes de chaleur. C'est à la surface de l'absorbeur que le rayonnement solaire est converti en chaleur. Un liquide caloporteur circulant dans l'absorbeur vient transmettre sa chaleur via un échangeur à l'eau sanitaire. De ce fait, le circuit solaire est totalement indépendant du circuit consommateur. L'ECS produit est ensuite stocké dans un ballon.

Un système d'appoint est indispensable : d'une part, le solaire ne peut pas couvrir l'ensemble des besoins. D'autre part, lorsque la couverture est maximale en période estivale il est nécessaire de veiller à ce que les capteurs ne surchauffent pas, ce qui peut être réalisé en dimensionnant dans une moindre mesure l'installation solaire. L'appoint est aussi nécessaire pour éviter la prolifération des bactéries (légionelles) en maintenant une température toujours supérieure à 55°C.

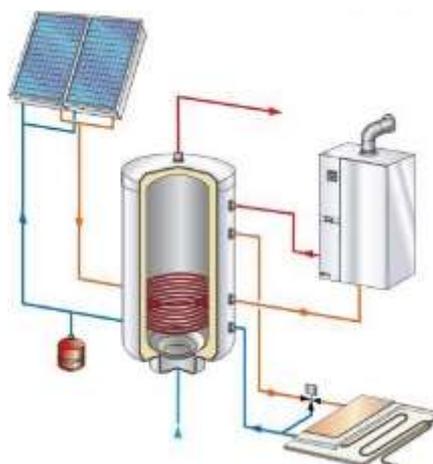


**Schéma de principe de fonctionnement d'une installation d'eau chaude solaire**

### Chauffage

La technologie est équivalente à celle permettant la production d'eau chaude sanitaire mais l'énergie thermique récupérée est distribuée via des émetteurs spécifiques comme des radiateurs de grande surface ou dans des planchers chauffants qui peuvent être envisagés dans les bâtiments neufs. Ces éléments émettant la chaleur à l'intérieur des locaux fonctionnent à basse température (aux alentours de 40°C). De même que pour la production d'eau chaude sanitaire, une énergie complémentaire sera nécessaire car la période de productivité la plus faible (l'hiver) correspond aux pics de demande en chauffage.

Cette technologie permet de couvrir environ 35 % des besoins en chauffage. Ce type d'installation est généralement couplé à une production d'eau chaude sanitaire, on parle alors de Système Solaire Combiné (SSC).



**Schéma de principe d'un Système Solaire Combiné**

### Climatisation

Cette technologie récente bénéficie de peu de retours d'expérience en France. On compte une cinquantaine de projets en Europe, la plupart étant localisés en Allemagne. Les deux systèmes les plus utilisés sont :

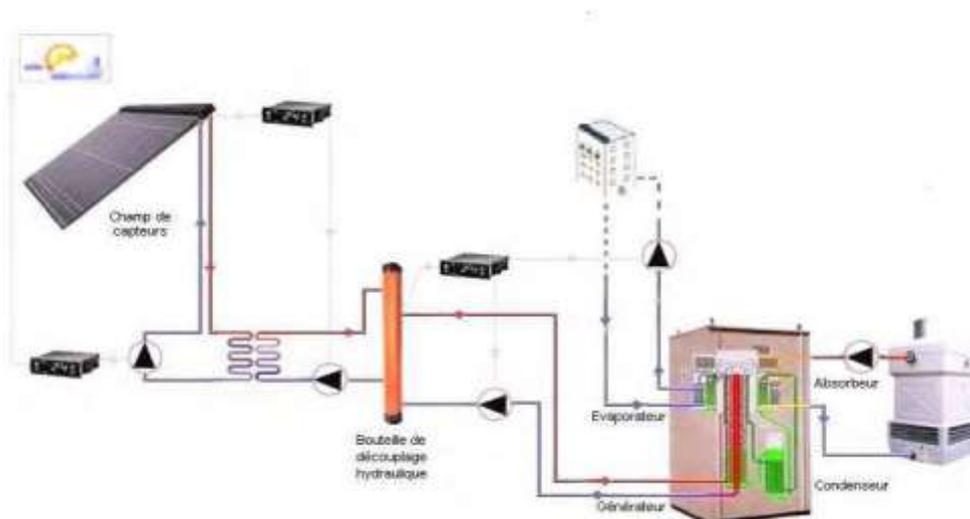
- **Les systèmes fermés à absorption** : Ce système repose dans l'ensemble sur les mêmes principes qu'un réfrigérateur. Dans un circuit fermé, un mélange eau/réfrigérant (de l'ammoniac par exemple) est séparé par évaporation grâce à un apport d'énergie depuis des panneaux solaires thermiques. L'ammoniac circule ensuite jusqu'à un détendeur, où il permet de produire du froid. Comme les systèmes qui mettent en scène des pompes à chaleur, cette technologie peut permettre de récupérer les calories qui sont « extraites » des bâtiments à refroidir. Les panneaux solaires peuvent également servir au chauffage quand il n'y a pas besoin de climatisation.

La température de l'eau produite dépend du système de distribution installé dans les pièces : lorsqu'une déshumidification de l'air est nécessaire, la température de l'eau doit être inférieure au point de rosé (6° - 9°C en général). Lorsque l'on souhaite uniquement un abaissement de la température, sans déshumidification, une température d'eau glacée de 12°C – 15°C est suffisante, conduisant à de meilleures performances de la machine.

- **Les systèmes ouverts** où l'air est directement traité en fonction des conditions de confort souhaitées. Les systèmes les plus répandus utilisent une roue de dessiccation rotative, qui permettra de rafraîchir l'air par un procédé de déshumidification / humidification de l'air.

Contrairement au solaire thermique servant à produire de la chaleur, les capteurs solaires utilisés sont ici des capteurs sous vide afin de permettre une meilleure montée en température du fluide caloporteur et de limiter les pertes thermiques. Ce type de machine fonctionne à une température avoisinant les 100°C.

La climatisation solaire peut être utilisée pour des bâtiments tertiaires dès lors que la demande de climatisation est nécessaire. Il est difficile d'estimer le potentiel de développement de cette technologie tant elle dépend des choix architecturaux et des choix en matière de climatisation (degré d'inconfort accepté, choix de climatisation : déshumidification ou rafraîchissement). La surface de capteurs en toiture sera très dépendante de la puissance installée. Les retours d'expérience donnent des surfaces installées d'environ **3 m<sup>2</sup> de capteurs / kW froid installé**.



*Schéma de principe d'un système à absorption*

## Implantation

Dans tous les cas, l'implantation des panneaux solaires thermique peut être envisagée de plusieurs façons :

- **Intégration à la toiture** : les panneaux sont montés directement sur une charpente et leur mise en place garantit l'étanchéité de la toiture. Ils remplacent les éléments comme les tuiles. Ce type d'installation est plus souvent mis en place sur les toits de petite taille, dont l'angle d'inclinaison est satisfaisant.
- **Intégration simplifiée au bâti** : les panneaux sont simplement posés sur la toiture par le biais de rails et n'en assurent pas l'étanchéité. Ce mode d'intégration peut s'effectuer sur tous types de bâtiments. Les panneaux sont fixés sur des rails à une dizaine de centimètres au-dessus de la toiture.
- **Non intégrés au bâti** : les panneaux ne sont pas parallèles à la toiture. Ils sont fixés à la toiture sur des plots, de façon à atteindre une inclinaison optimale. Ce principe est plus souvent utilisé pour les grandes surfaces au sol ou les toitures terrasses mais a l'inconvénient de créer des ombres supplémentaires.



*Capteurs solaires thermiques sur rails (à gauche), intégrés (au milieu) et non-intégrés sur plots de fixation (à droite)*

### 4.2.3.2 Considérations économiques

#### Investissements

Le coût d'investissement d'un système solaire thermique varie selon le type d'installation choisi. A titre d'exemple, les coûts des projets de chauffe-eau solaires collectifs comprenant les travaux et les études d'ingénierie s'inscrivent entre 900 à 1200 €/m<sup>2</sup> (700 à 900 €/m<sup>2</sup> pour des capteurs vitrés) et décroissent avec la surface de l'installation solaire. L'investissement moyen pour un bâtiment individuel de 100 à 150 m<sup>2</sup> habitables est de 10 000 € pour un système solaire combiné à appoint séparé et de 17 000 à 23 000 € pour un système solaire combiné à appoint intégré. Ces coûts incluent les capteurs, le stockage, les éléments de circulation et de régulation, mais pas l'appoint (ballon placé en aval alimenté par une chaudière ou une résistance électrique).

Pour un chauffage solaire, il faut compter environ 170 €/m<sup>2</sup> de surface à chauffer. Ce coût comprend le matériel et la pose.

La climatisation solaire, qui reste une technologie novatrice avec peu de retours et d'installations existantes, atteint des coûts de 6 000 à 8 000 €/kW.

### Subventions

L'ADEME a mis en place un Fonds Chaleur dans le cadre du Grenelle de l'environnement afin de financer des projets de production d'eau chaude solaire. Cette aide concerne les installations de production collective à destination de logement collectif et des secteurs tertiaires, industriels et agricoles.

Pour la filière solaire thermique, le Fonds Chaleur est géré par les délégations régionales de l'ADEME et les Régions dans le cadre des Contrats de Plan Etat-Région. Des aides sont alors octroyées pour des projets comportant au **minimum 25m<sup>2</sup>** de capteurs et des procédures de monitoring pour le suivi de la production. Si plusieurs bâtiments du projet sont équipés, chacun d'entre eux doit comporter au moins 15 m<sup>2</sup> de panneaux. Cette mesure a pour but de soutenir financièrement les projets pour rendre compétitif le kWh renouvelable. Les projets pour lesquels une pompe à chaleur est employée en plus des panneaux et ceux éligibles au crédit d'impôts ne peuvent pas bénéficier du Fonds Chaleur.

Le tableau ci-dessous présente les aides forfaitaires pour les installations supérieures à 100 m<sup>2</sup> de capteurs. Grigny est situé en zone Nord du découpage considéré dans le Fonds Chaleur.

	Zone Géographique	Aide Forfaitaire en €/tep (20ans) solaire utile	Productivité <u>minimum</u> solaire utile [kWh utile/m <sup>2</sup> .an]	Productivité <u>recherchée</u> solaire utile [kWh utile/m <sup>2</sup> .an]
<b>Logement Collectif Tertiaire, Industrie et Agriculture</b>	Nord	650	> 350	500
	Sud	600	> 400	550
	Med	550	> 450	600

**Grille des aides forfaitaires pour les installations de 100 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques**

**Source : Fonds Chaleur 2017**

Les installations de chauffage ou de production d'ECS solaire peuvent également être concernées par l'appel à projet « Nouvelles Technologies Emergentes » (NTE), une aide de l'ADEME visant à encourager le développement de technologies dont le niveau de maturité n'est pas suffisant pour le Fonds Chaleur.

Les projets de climatisation solaire ne bénéficient pas d'aides prédéfinies, mais des demandes spécifiques peuvent être adressées auprès d'organismes appropriés. Le projet de la DRIEE en Guadeloupe a par exemple été financé à près de 80% par des subventions de l'ADEME, de l'Union Européenne et d'EDF.

### 4.2.3.3 Potentiel du solaire thermique

La production d'eau chaude sanitaire solaire est particulièrement adaptée aux besoins en ECS importants et réguliers pendant l'année. Le solaire thermique peut être mis en place pour des logements collectifs, des résidences étudiantes, des établissements tertiaires avec des consommations élevées (restauration, sport...).

La copropriété de Grigny 2 comprend avant tout des bâtiments résidentiels collectifs, et le projet de requalification prévoit l'augmentation du nombre de logements. Les chiffres clés de l'ADEME montrent que l'ECS représente près de 10% des consommations finales d'énergie des bâtiments résidentiels en 2015. Sachant également qu'en raison de la présence d'autres équipements en toiture, on considère généralement que 30 à 50% (plus proche des 30%) des surfaces totales de toitures pourront être exploitées pour le solaire.

Une production énergétique de l'ordre de 2,4 à 3,4 kWh/m<sup>2</sup> peut être attendue. D'après les données de l'ADEME et avec un coût moyen de l'ordre de 1200 €/m<sup>2</sup>, le coût de l'énergie produite peut ainsi varier entre 0,2 et 0,7 €/kWh sans subvention.

## 4.2.4 L'énergie solaire photovoltaïque

### 4.2.4.1 Principe de fonctionnement

Le solaire photovoltaïque (PV) utilise le rayonnement solaire pour produire de l'électricité. Les modules photovoltaïques sont caractérisés par leur puissance crête (exprimée en Watt-crête). Celle-ci correspond à la puissance que les panneaux PV pourront délivrer dans des conditions optimales de fonctionnement - soit un ensoleillement de 1000 W/m<sup>2</sup>, une température de 25°C et une inclinaison favorable. Les modules ont une puissance de l'ordre de 150 Wc/m<sup>2</sup> et sont interconnectés entre eux.

Il existe deux principaux types de modules photovoltaïques, constitués de cellules distinctes :

- **Mono et polycristallins** : la différence entre ces deux technologies vient de la technique de refroidissement du silicium, le matériau qui compose les modules. Les cellules monocristallines ont un rendement un peu supérieur aux polycristallines mais un coût plus élevé. Leur aspect est différent, ce qui peut constituer un critère de choix selon l'architecture du bâtiment qui sera équipé. Les cellules monocristallines créent des modules d'un bleu uniforme alors que les polycristallines créent des modules avec des cristaux irisés. Le rendement de ces deux types de cellules diminue en cas de faible éclairage ou d'éclairage diffus (sous une couverture nuageuse par exemple).
- **Les modules à couche mince** : Ces modules sont constitués de cellules fabriquées à partir de silicium amorphe ou d'autres matériaux. Ils sont donc moins onéreux mais leur rendement est assez faible sous un bon rayonnement solaire. En revanche ce rendement est moins sensible aux variations de l'éclairage et diminue moins que celui des modules mono ou polycristallins lorsque le rayonnement est diffus. Ces modules sont de plus en plus utilisés et représentent désormais 10% des modules installés. Le silicium amorphe présente également l'avantage de pouvoir être utilisé sur des modules très légers et souples de type « moquette » qui s'adaptent particulièrement à des bâtiments dont la charpente ne peut pas nécessairement supporter un surpoids.



**Cellules à couche mince (à gauche), polycristallines (au milieu) et monocristallines (à droite)**

D'autres composants constituent le système photovoltaïque. L'un des composants majeurs est l'onduleur qui va transformer le courant continu produit par les modules en courant alternatif pouvant être injecté sur le réseau. Le courant peut être monophasé à 230 V ou triphasé à 400 V selon la puissance de l'installation.

L'implantation des panneaux solaires peut être envisagée de plusieurs façons :

- **Intégration au bâti** : les panneaux sont montés directement sur une charpente et leur mise en place garantit l'étanchéité de la toiture. Ils remplacent les éléments comme les tuiles. Ce type d'installation est plus souvent mis en place sur les toits de petite taille.
- **Intégration simplifiée au bâti** : les panneaux sont simplement posés sur la toiture et n'assurent pas l'étanchéité. Ce mode d'intégration peut s'effectuer sur tous types de bâtiments. Les panneaux sont fixés sur des rails à une dizaine de centimètres au-dessus de la toiture.
- **Non intégrés au bâti** : les panneaux ne sont pas parallèles à la toiture. Ce principe est plus souvent utilisé pour les grandes surfaces au sol ou les toitures terrasses.

Le solaire photovoltaïque peut également faire l'objet de structures dédiées, via l'implantation d'ombrières. Cette solution peut s'avérer particulièrement propice à installer sur des parkings comme illustré sur l'image ci-dessous, sous-réserve que les conditions de températures et d'ensoleillement (ombres portées des bâtiments) y soient idéales. Le potentiel d'installation de modules photovoltaïques sur toiture présente néanmoins un potentiel relativement faible dans le cas de tours d'immeubles.

De façon plus anecdotique, on peut enfin citer le développement de murs photovoltaïques et de cellules solaires organiques. **Ces technologies spécifiques ne sont pas adaptées aux contraintes du site, notamment visuelles (les structures doivent être dissimulées à la vue selon le PLU de Grigny), et ne seront pas considérées dans la suite de l'étude.**



**Photovoltaïque organique (à gauche), intégré en façade (au milieu) et en ombrière (à droite)**

#### 4.2.4.2 Cadrage réglementaire

L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques peut être directement consommée par les bâtiments du site accueillant les panneaux (on parle alors de système autonome ou d'autoconsommation) ou réinjectée dans le réseau. Jusqu'à récemment, les tarifs préférentiels d'achats de l'électricité photovoltaïque permettaient une bien meilleure rentabilité en cas de revente de cette énergie à un opérateur d'électricité. L'évolution de ces tarifs et de la réglementation sur l'autoconsommation, encadrés par les arrêtés de mai 2017, pourraient toutefois faire évoluer la situation en faveur de l'autoconsommation.

La loi du 26 février 2017, qui ratifie l'ordonnance du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité, distingue ainsi deux opérations d'autoconsommation possibles :

- **L'autoconsommation individuelle** consiste pour un producteur à consommer lui-même et sur un même site tout ou partie de l'électricité produite par son installation. Le producteur est alors appelé « auto-producteur ». Ce système permet une consommation instantanée ou un stockage de la production.
- **L'autoconsommation collective** se définit par une fourniture d'électricité entre un ou plusieurs producteurs et consommateurs finals, liés entre eux au sein d'une même personne morale. Les points de soutirages et d'injection doivent être situés en aval d'un même poste public de transformation d'électricité, de moyenne à basse tension. Cette disposition récente permet de raccorder plusieurs acteurs sur des échelles réduites comme un quartier.

Le raccordement des systèmes photovoltaïques au réseau public de distribution d'électricité doit se faire de manière sécuritaire et ceci, afin de rentrer en adéquation avec le contrat de raccordement passé avec le gestionnaire de réseau. En effet, le système ne doit mettre en péril ni la sécurité des personnes ou des biens, ni celle du réseau (les risques de chocs électriques ou d'incendie pouvant être présents en cas de non-conformité de l'installation).

#### 4.2.4.3 Considérations économiques

##### Investissements

Le coût d'une installation photovoltaïque diminue en fonction de la puissance totale installée. Ces prix évoluent très vite en fonction du contexte réglementaire et de l'évolution des technologies, il est donc difficile de prédire le coût d'une installation au moment des travaux. Le prix varie également fortement selon les équipements, les garanties et la complexité de l'installation. A titre d'information, les prix moyens d'une installation de 3 kWc en toiture étaient de 10 000 / 12 000 € en 2015 et tournent autour de 8 500 € en 2017. Pour une installation de 9 kWc, les coûts sont passés de 25 000 / 35 000 € en 2015 à 20 000 / 25 000 € en 2017.

Le coût final de l'installation dépend également de la facilité du raccordement de l'installation au réseau électrique. La proximité du poste source joue un rôle majeur sur le coût total et peut se chiffrer à plusieurs dizaines de milliers d'euros.

##### Subventions et tarifs d'achat

Les conditions de vente et les aides apportées aux installations photovoltaïques ont été revues pour les installations de moins de 100 kWc par l'Arrêté du 9 mai 2017. Les surplus de production peuvent être vendus à un opérateur d'électricité ou cédés à titre gracieux au réseau. Des obligations d'achat de l'électricité et une prime à l'investissement sont prévues, selon la puissance nominale de l'installation.

Puissance nominale	Prime à l'investissement	Montant du contrat d'achat (fixé sur 20 ans)
≤ 3 kWc	400 €/kWc	10,0 cts€/kWc
3 à 9 kWc	300 €/kWc	
9 à 36 kWc	200 €/kWc	6,0 cts€/kWc
36 à 100 kWc	100 €/kWc	

**Tarifs d'achats et prime à l'investissement pour une injection des surplus**

La production d'électricité peut également être vendue en intégralité à un opérateur. Les installations de moins de 100 kWc peuvent bénéficier d'un contrat d'achat sur 20 ans à un tarif fixé selon leur puissance nominale. Les prix de rachat de l'électricité ont tendance à diminuer.

Puissance nominale	Montant du contrat d'achat (fixé sur 20 ans)
≤ 3 kWc	18,7 cts€/kWh
3 à 9 kWc	15,89 cts€/kWh
9 à 36 kWc	12,07 cts€/kWh
36 à 100 kWc	11,50 cts€/kWh

**Tarifs d'achat pour une revente totale**

Les projets de plus 100 kWc ne sont pas concernés par ces dispositions. Des aides spécifiques peuvent être demandées pour ces projets en déposant un dossier de candidature lors d'appels d'offre, par exemple auprès de la Commission de Régulation de l'Energie (CRE) ou de l'ADEME. Une subvention régionale peut également être demandée, selon la politique d'aides de la région.

#### 4.2.4.4 Potentiel du solaire photovoltaïque

Il est préconisé d'espacer les panneaux solaires d'au moins trois fois leur hauteur afin de ne pas générer d'ombres. Les dimensions considérées pour ces panneaux sont de 1m de largeur par 1,5m de longueur. Avec de tels panneaux et compte tenu des potentiels d'ensoleillement sur le site, une production de l'ordre de 72 kWh/m<sup>2</sup>/an peut-être attendue.

#### 4.2.5 Surfaces de toiture mobilisables

Afin d'évaluer le potentiel en solaire, nous avons estimé les surfaces de toiture des ilots neuf du projet. L'ensemble des hypothèses sont disponibles en annexe.

D'un point de vue gisement, la principale source est celle des toitures. En première approche, celui-ci représente environ 27 500 m<sup>2</sup>. Seule une partie de ces toitures peut être équipée en panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques (PV). La surface de panneaux envisageable est de l'ordre de 7 000 m<sup>2</sup>.

Sur les typologies hors logements, le potentiel PV est de l'ordre de : 580 kWc. Le solaire thermique sera à privilégier sur les typologies de logements pour l'alimentation en ECS.

Nous n'avons pas considéré les logements individuels dans l'étude car la décision de l'implantation de panneaux solaires sur les toitures des logements individuels nécessite la mobilisation de chacun des futurs habitants.

Le tableau ci-dessous synthétise le potentiel des panneaux solaires sur le projet pour l'implantation de 100% de solaire PV par typologie.

Typologie	Surface de toiture mobilisable	% de la toiture équipée en panneaux*	Surface de panneau pour la typologie	Puissance crête** pour 100% PV (indicatif)
Logements collectif	12 800 m <sup>2</sup>	30%	3 840 m <sup>2</sup>	580 kWc
Logement individuel	1 900 m <sup>2</sup>	<i>Non pris en compte dans l'étude car à l'échelle individuelle</i>	-	-
Equipements	3 700 m <sup>2</sup>	30%	1 110 m <sup>2</sup>	170 kWc
Bureaux	4 000 m <sup>2</sup>	30%	1 200 m <sup>2</sup>	180 kWc
Activités	5 100 m <sup>2</sup>	30%	1 530 m <sup>2</sup>	230 kWc

\* Solaire photovoltaïque + thermique

\*\* Panneau solaire monocristallin : 150 Wc/m<sup>2</sup> environ

## 4.2.6 Bilan du gisement solaire

### Synthèse du potentiel solaire sur Grigny 2

La forte concentration de bâtiments résidentiels collectifs sur la copropriété de Grigny 2 favorise l'utilisation du solaire thermique afin de couvrir les besoins en ECS de ces derniers (évalué à 5 700 MWh/an), d'autant que ce besoin en chaleur est constant sur l'année. Le solaire photovoltaïque pourrait être utilisé à des fins de production d'électricité dans le but de compenser une partie des besoins d'électricité du site.

La programmation impacte les surfaces de toitures exploitables et le projet doit encore évoluer (choix entre les différentes hypothèses notamment). Il s'agit donc du potentiel maximum. Par ailleurs, il est rappelé que le solaire thermique, le solaire photovoltaïque et la végétalisation des toitures sont en concurrence pour l'utilisation des surfaces disponibles sur les toits.

La production d'énergie solaire étant intermittente, il est conseillé de l'utiliser comme base et de recourir à une autre ressource comme appoint et secours. Il faut signaler que le contexte économique actuel limite le développement du solaire photovoltaïque et celui-ci ne trouve un intérêt qu'avec les subventions potentielles et les tarifs d'achat.

## 4.3 Le potentiel éolien

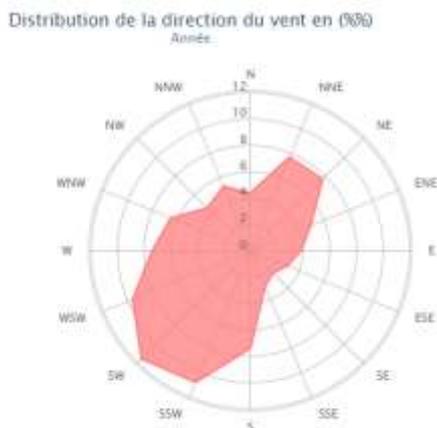
### 4.3.1 Principe de fonctionnement

Une éolienne permet de convertir de l'énergie cinétique fournie par le vent en énergie mécanique, puis en énergie électrique : une turbine récupère l'énergie cinétique du vent sur les pales pour la convertir en énergie mécanique de rotation, un arbre transmet cette énergie à une génératrice électrique qui la convertit ensuite en énergie électrique. La puissance maximale que peut produire une éolienne dépend fortement de la longueur de ses pales. En pratique, on distingue quatre catégories d'éoliennes :

- **Le micro-éolien** rassemble les technologies adaptées à une utilisation urbaine, qui cherchent à valoriser les mouvements d'air plus faibles et turbulents des villes et des abords de bâtiments. Cette catégorie se développe depuis peu et comprend un grand nombre de systèmes sur axe vertical ou horizontal. Elle reste limitée en termes de puissance.
- **Le petit éolien** désigne les installations d'une puissance de moins de 36 kW, pour des mâts de moins de 12m. Il est généralement utilisé pour des usages locaux ou domestiques.
- **L'éolien de moyenne puissance** comprend les éoliennes d'une puissance inférieure 250 kW, pour des hauteurs de moins de 50m.
- **Le grand éolien** désigne les structures de puissance unitaire supérieures à 250 kW. Elles constituent le principal potentiel de la production d'énergie éolienne et peuvent atteindre 160 m de hauteur pour des puissances généralement supérieures à 1 MW. La production d'énergie électrique par le grand éolien se fait principalement dans des parcs éoliens, qui rassemblent plusieurs dizaines de mâts.

### 4.3.2 Gisement de vent

La station météorologique la plus proche présentant des données sur le vent est la station de Viry-Châtillon. Les vents enregistrés proviennent majoritairement de la direction Sud-Ouest. La vitesse moyenne du vent sur un an est de 15 km/h, avec une moyenne minimale de 13 km/h à l'automne et une moyenne maximale de 17 km/h en février-mars. Par la suite, on conservera une valeur moyenne de 15 km/h soit 4,2 m/s.



*Rose des vents moyenne sur la station de Viry-Châtillon Source : site Windfinder*

### 4.3.3 Moyen et grand éolien

Depuis l'adoption de la Loi BROTTE en avril 2013, les possibilités d'implantation des éoliennes sont données par le Schéma Régional Eolien (SRE) en vigueur sur le périmètre concerné. Cette disposition vise à faciliter un plus grand nombre de projets en spécifiant les zones favorables au développement de moyen et de grand éolien.

Le SRE d'Ile de France, qui concerne Grigny, a été annulé en première instance par le tribunal administratif de Paris en Novembre 2014 puis confirmée par le conseil d'état en décembre 2017. Cependant le document est consultable et **indique que le projet est situé sur une zone défavorable à l'implantation d'éolien.**

Il est par ailleurs rappelé que l'éolien de moyenne et grande taille implique des contraintes importantes en matière d'accès au vent, de sécurité et d'impact auditif qui rendent son installation inadaptée aux sites proches de zones urbaines, ce qui est le cas pour la copropriété de Grigny 2.

**Au vu du contexte urbain de Grigny, il n'apparaît pas pertinent de proposer une implantation de moyen ou de grand éolien sur le périmètre du projet ou à proximité directe.**

### 4.3.4 Petit et micro-éolien

#### 4.3.4.1 Eoliennes urbaines

Le contexte urbanisé du site nécessite une adaptation des technologies d'éoliennes de façon à tirer parti d'une ressource plus contrainte, pour des altitudes limitées. Le vent est affecté par l'environnement : il est plus tourbillonnant et sa vitesse est modifiée par les obstacles voisins. Les sommets des bâtiments présentent ainsi une couche turbulente au-dessus de laquelle le vent est accéléré. Le bruit et les vibrations induites sur le bâtiment d'accueil doivent être contrôlés.

Plus récentes que les éoliennes de grande taille, les éoliennes urbaines se déclinent selon de nombreuses technologies. Il existe deux grands types d'éoliennes urbaines :

- **Les éoliennes à axe horizontal** captent difficilement les vents turbulents au sommet des bâtiments et doivent être positionnées à une hauteur de plus de 35% à 50% de la hauteur du bâtiment au-dessus du toit. Elles permettent d'atteindre des puissances intéressantes, mais génèrent du bruit et des vibrations sur le bâtiment. Des problèmes de sécurité peuvent également se poser (rupture des pales...);
- **Les éoliennes à axe vertical** sont plus adaptées pour capter les turbulences, mais seront installées de préférence au-dessus de la couche turbulente (le profil des vents étant modifié en fonction des obstacles environnants) pour avoir un rendement énergétique intéressant. La vitesse de rotation de ces éoliennes est plus faible, d'où une moindre nuisance sonore (aux alentours de 35 dB pour les nouvelles générations) et des vibrations réduites. Ces modèles sont plus résistants aux vents forts.

L'éolien urbain peut être installé à même le sol afin de ne pas monopoliser les surfaces de toitures. L'esthétique des modèles au sol est généralement au cœur du développement des modèles, ce qui permet une assez bonne intégration urbaine.

D'un point de vue réglementaire, les éoliennes dont la hauteur (mât et nacelle) est inférieure à 12m sont considérées comme de très faible importance architecturales et ne nécessitent pas de déclaration au titre du Code de l'Urbanisme. Cette dispense n'est valable qu'à l'extérieur des sites patrimoniaux remarquables, des abords des monuments historiques et des sites classés.



*Eoliennes urbaines de type Savonius (à gauche), Venturi (au milieu) et Darreius (à droite)*

#### 4.3.4.2 Estimation du potentiel

La puissance pouvant être fournie par un système de micro-éolien n'excède pas 1 kW. Des installations pourront être mises en place à titre démonstratif afin de bénéficier de l'image environnementale associée, par exemple pour des usages non réglementaires comme la signalisation routière ou l'éclairage. La participation du micro-éolien à la production d'énergie de Grigny 2 restera cependant négligeable au vu des coûts requis et des contraintes liées à la mise en place d'un grand nombre d'éoliennes.

Réglementairement, la puissance pouvant être atteinte par une petite éolienne est de 36 kW pour une hauteur de l'ordre de 30m. L'installation peut viser le régime de déclaration au titre du Code de l'Urbanisme en s'inscrivant sous la limite de 12m de hauteur pour une puissance d'environ 5 kW, ce qui permet son implantation sans autorisation préalable ou permis de construire.

Pour évaluer le potentiel de production du petit éolien, nous nous basons sur trois exemples d'installations. La figure ci-contre représente le modèle « Easy HE », une éolienne urbaine à axe vertical d'une puissance nominale de 1 kW. Les données du fabricant ROPATEC font état d'un diamètre du rotor de 1.6 m et d'une entrée en rotation pour des vents supérieurs à 3 m/s.



Pour un vent moyen de 5 m/s, la production indiquée est d'environ 950 kWh/an.



Le modèle « Evance R9000 » représenté ci-contre est une éolienne domestique à axe horizontal de 12m de hauteur pour une puissance nominale de 5 kW (atteinte lors de rafales à 12 m/s). Les données du distributeur CAP ENERGIE font état d'un diamètre du rotor de 5.5 m et l'entrée en rotation s'effectue pour des vents supérieurs à 3 m/s.

Pour un vent moyen de 5 m/s, la production indiquée est d'environ 9 167 kWh/an. Pour 4 m/s, cette production est de 4 962 kWh/an.

On trouve aussi des modèles plus innovants, comme « l'arbre à vent ». Ce système fabriqué par NEWWIND met en jeu une soixantaine de petites éoliennes à axe vertical implantées sur une structure en forme d'arbre. Les dimensions sont de 10m de haut pour 8m de large pour une puissance nominale de 4.1 kW, et les données du fabricant indiquent une production à partir 2 m/s.

La production moyenne indiquée est d'environ 2 400 kWh/an.



#### 4.3.4.3 Considérations économiques

##### Investissements

Le faible développement du marché des éoliennes urbaines rend difficile d'estimer les coûts d'installation et de maintenance. Sur la base d'informations collectées auprès des constructeurs et des installateurs d'éolien urbain, le tableau suivant reprend les coûts d'installation. Les coûts d'exploitation dus à la maintenance sont très variables. Ils seraient de l'ordre de quelques centaines d'euros, auxquels s'ajoute un changement de matériel (onduleur essentiellement) tous les 10 ans environ. La durée de vie annoncée par les constructeurs pour de telles installations est de l'ordre de 20 à 25 ans. Cette valeur légèrement inférieure à celle du grand éolien s'explique par une vitesse de rotation accélérée des ailes, qui entraîne une usure mécanique plus rapide.

A l'heure actuelle, les éoliennes à axe horizontal sont moins chères que les éoliennes à axe vertical et connaissent également de meilleurs rendements énergétiques. Notons toutefois que les coûts varient fortement selon les constructeurs, la technologie employée, l'intégration dans le paysage et le degré d'innovation apporté à l'éolienne. Le prix d'une éolienne « classique » (modèle Evance R9000) est autour de 35 000 €, contre 50 000 € pour un « arbre à vent » (New Wind) d'une puissance équivalente.

Coûts d'investissements			Coûts d'exploitation
Eolienne	Installation	Raccordement	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Axe horizontal : 7 à 10 k€/kW</li> <li>○ Axe vertical : 10 à 25 k€/kW</li> </ul>	2,2 à 2,9 k€/kW selon le modèle d'éolienne	1 k€/kW selon le modèle d'éolienne	200 à 850 €/an pour la maintenance + coût du changement de certains matériels (type onduleur, soit un peu plus de 1 000 €)

*Données économiques pour l'éolien urbain - Source : UrbanWind.net*

##### Subventions

Soutenu pendant plusieurs années, l'éolien urbain est aujourd'hui jugé trop coûteux vu ses performances et les systèmes d'aide s'en détachent peu à peu. Le taux de TVA réduit est par exemple passé de 5,5% à 10%.

Les installations éoliennes définies au 7° de l'article D. 314-23 du Code de l'Energie, c'est-à-dire toute installation comprenant au plus 6 éoliennes de puissance nominale inférieure à 3 MW, peuvent bénéficier d'un complément de rémunération conformément à l'Arrêté du 6 mai 2017. Des aides peuvent enfin être obtenues depuis l'Union Européenne (FEDER), des conseils régionaux ou généraux.

### 4.3.5 Bilan du gisement éolien

#### Synthèse du potentiel éolien sur Grigny 2

Il n'est pas envisageable d'implanter du **grand ou moyen éolien** sur le site de Grigny en raison du contexte urbain.

**Des éoliennes urbaines peuvent être envisagées.** Elles présentent toutefois des contraintes fortes : emprise foncière pour les installations au sol, vibrations et concurrence avec le solaire ou la végétalisation pour les toitures. **La rentabilité économique de ces technologies est faible** et leur mise en place pourra plutôt être envisagée dans un but d'exemplarité.

## 4.4 La biomasse

Les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés par la France vont dans le sens de l'utilisation d'énergies à faible contenu carbone comme la biomasse. A ce titre, le développement de l'usage de la biomasse en substitution des énergies fossiles pour les usages de chauffage est une priorité nationale. La biomasse correspond à la fraction biodégradable des produits et déchets et regroupe donc aussi bien les produits du bois que des déchets de l'agriculture (paille, fumier...) et de l'industrie (palettes...).

Aujourd'hui, la biomasse est principalement valorisée sous forme de bois de feu dans les cheminées. Cette utilisation est peu efficace (rendement de l'ordre de 40%) et est en partie responsable des arguments opposés à l'utilisation du bois énergie comme la pollution atmosphérique. Il s'agit d'une ressource renouvelable mais limitée, qui doit être utilisée de manière efficace et optimale en substitution aux combustibles fossiles en chauffage et avec des rendements élevés. Pour cela, des chaufferies performantes doivent être mises en place. Enfin, la biomasse peut être utilisée dans des installations de cogénération afin de produire à la fois de la chaleur et de l'électricité.

Les ressources utilisées pour la production de biomasse sont nombreuses mais au vu du contexte urbain, cette étude se concentrera sur le potentiel de la filière Bois-Energie à proximité du site. Les ressources sont évaluées pour l'ensemble du projet et les installations de production individuelles, de type « poêle à bois » par exemple, ne seront pas prises en compte au vu de leur inadéquation avec la taille des bâtiments concernés par le projet.

## 4.4.1 Gisements potentiels

La filière bois énergie peut faire appel à des ressources bois de natures différentes. Le gisement bois énergie est généralement composé de :

- **Produits forestiers**
- **Sous-produits de l'industrie du bois** (sciures, copeaux, écorces, etc.)
- **Broyat de bois de rebut**, que l'on peut différencier selon leur degré de propreté (généralement lié à leur provenance : par exemple, les bois d'élagage sont assimilables à du bois forestier).

### Type de combustible

Pour être utilisés, ces produits peuvent être valorisés sous différentes formes :

- **Les granulés de bois** sont produits par compression et agglomération de sciure, sans agent de liaison. Ce sont de petits cylindres de 6 à 10 mm de diamètre et de 2 cm de long. Ils sont utilisés dans les poêles et les chaudières à alimentation automatique (secteur de l'habitat individuel). Leur coût est plus élevé que celui des autres combustibles bois mais leur pouvoir calorifique est meilleur du fait de leur grande densité et de leur hygrométrie plus faible. Pour mettre en place une unité de production de granulés, il est nécessaire de pouvoir disposer de la ressource (sciure) localement. Il faut donc que des entreprises de première ou deuxième transformation du bois soient présentes sur le territoire ou dans ses environs. L'avantage de cette forme du combustible est l'existence d'une norme allemande qui régule les caractéristiques du combustible.
- **Les bûches** : de 33 ou 50 cm de long le plus généralement, les bûches sont le combustible des appareils à alimentation manuelle. Elles sont généralement utilisées pour des systèmes de production du type insert (cheminée pour particulier).
- **Les plaquettes (ou bois déchiqueté)** sont obtenues par déchiquetage d'arbres, de branches, de sous-produits de l'industrie du bois. Elles n'entrent pas en concurrence avec les usages plus nobles du bois et présente des prix bas. Elles peuvent être utilisées dans des chaudières automatiques.



*Bois sous forme de bûches (à gauche), de plaquettes (au milieu) et de granulés (à droite)*

### Etat de la ressource

La forêt essonnoise s'étend sur une surface de près de 42 000 ha (selon l'Inventaire Forestier National) pour un taux de boisement de 23%, légèrement plus faible que la moyenne nationale de 26%. Toutefois rapporté à la population, la surface forestière représente près de sept fois moins que la moyenne nationale (2 600 m<sup>2</sup>/habitant). Ce boisement très hétérogène est marqué par trois grandes zones :

- Une zone nord, fortement urbanisée, englobant des forêts périurbaines. Celles-ci sont majoritairement publiques, dont les forêts domaniales de Verrières (567 ha) et de Sénart (3038 ha).
- Une zone centrale, entre les massifs de Fontainebleau et de Rambouillet, selon un axe nord-ouest/sud-est, appartenant à la "ceinture verte" de Paris ;
- Une zone sud, faiblement boisée, où domine l'activité agricole, constituée de forêts en grande majorité privées, réparties presque exclusivement sur les coteaux et les flancs des vallées impropres à l'agriculture

La région Ile-de-France est marquée par une grande majorité de feuillus (près de 90% des essences) et un accroissement biologique relativement important, de l'ordre de 0.7%. La production moyenne régionale est de 5.6 m<sup>3</sup>/ha/an, contre 5.8 m<sup>3</sup>/ha/an à l'échelle de la France.

La répartition des surfaces boisées suit également la moyenne nationale, avec une forte dominance des parcelles privées qui représentent 66% de la forêt francilienne. Le morcellement des forêts privées est moins marqué qu'à l'échelle du pays, avec des superficies moyennes de 9.7 ha contre 8.5 ha. L'accès à la ressource privée mobilise donc moins d'acteurs et s'en trouve facilitée.

En 2010, le gisement présentant un intérêt technico-économique de la région a été estimé à 1 382 000m<sup>3</sup> et les disponibilités étaient de 410 000m<sup>3</sup>, soit près de 30% de marge de développement. L'utilisation de la biomasse a évolué depuis avec la mise en place notable de plusieurs réseaux de chaleur à forte image environnementale.



**Répartition des forêts d'Ile de France Source : Institut Forestier National (IFN)**

Au-delà de la disponibilité globale de la ressource, l'acheminement du combustible représente un point essentiel de la réflexion autour d'une chaufferie biomasse. Celui-ci est majoritairement réalisé par Poids-Lourds et représente donc un facteur d'émissions de GES et de coûts non négligeable. On considère

généralement que pour une distance supérieure à une centaine de kilomètres entre le projet et le point d'origine du bois, le bilan carbone de cette solution ne présente plus de réel intérêt. **Dans le cas de Grigny 2, la proximité avec la Seine peut représenter l'occasion de recourir à un transport fluvial** pour l'approvisionnement, afin de limiter le recours aux poids-lourds. Le port d'Évry, récemment ouvert à une capacité de 10 000 EVP (équivalent vingt pieds) pourrait laisser envisager un tel approvisionnement, laissant ainsi une distance de l'ordre de 10 km à parcourir en poids lourds entre les deux villes. Cette solution reste cependant relativement compliquée à mettre en place sachant les moyens logistiques à déployer.

On peut envisager d'imposer au fournisseur une origine locale du combustible. Toutefois, l'origine ne sera pas la même si on se fournit pour une petite chaudière individuelle ou pour une grosse chaufferie collective. Le choix de l'origine du combustible peut également venir d'un compromis coût/éloignement en fonction des parcelles pouvant être exploitées au cours de l'année. Selon la technologie choisie (granulés, plaquettes, buches), la disponibilité de la ressource devra être établie par rapport aux fournisseurs de combustibles existants.

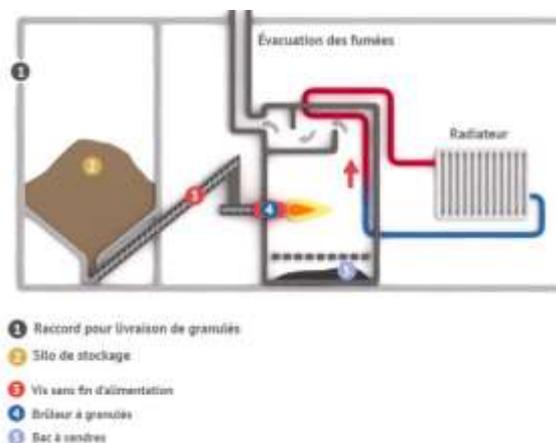
## 4.4.2 Principe de fonctionnement

Les besoins énergétiques prépondérants de Grigny 2 sont l'électricité et la chaleur. On peut envisager trois types d'installations pour les bâtiments de la copropriété : une installation à l'échelle d'un bâtiment, une centrale de production de chaleur, et une unité de cogénération.

### Chaufferie individuelle

Installées à l'échelle d'un ou plusieurs bâtiments proches, ces chaufferies peuvent assurer les besoins en chaleur de bâtiments. Elles sont particulièrement adaptées à un combustible de type granulé, dense et fluide. Il nécessite un espace de stockage assez faible et un approvisionnement moins fréquent que pour les autres ressources bois-énergie. Cet avantage en termes de contrainte foncière peut contrebalancer les coûts d'investissement et d'achat du combustible.

Les granulés sont livrés en vrac par camion souffleur et descendent par gravité dans le silo. Ceux-ci sont progressivement amenés au brûleur où ils se consomment. Les cendres sont récupérées dans un bac dédié, et sont traitées selon les normes en vigueur. Les fumées sont également traitées avant d'être évacuées. La chaleur dégagée sert à chauffer de l'eau qui alimente les bâtiments en chauffage et en ECS. Le rendement est de l'ordre de 80 à 85%.



*Principe de fonctionnement d'une chaudière à granulés*

L'intérêt économique de cette solution dépend fortement de la constance des besoins. Elle est particulièrement adaptée à des bâtiments présentant des besoins en ECS élevés et peut présenter un réel intérêt dans le cas de la copropriété de Grigny 2 où les besoins en chaleur restent importants tout au long de l'année. **L'installation d'une chaudière automatique à granulés ne pourra être envisagée que pour les bâtiments présentant les besoins en chaleur les plus élevés, si la stabilité de la demande annuelle peut justifier un tel investissement.**

### Chaufferie commune reliée à un réseau de chaleur

Un réseau de chaleur urbain relie les bâtiments du site à une chaufferie commune, comprenant une chaudière biomasse qui permet d'assurer les besoins en chaleur de la zone. La centralisation de la production permet une meilleure rentabilité de l'installation et facilite les questions d'approvisionnement et de stockage du combustible. Le bois déchiqueté est la ressource la plus adaptée.

Comme pour les granulés, le bois déchiqueté est livré par des Poids-Lourds et stocké dans un silo. Il est ensuite progressivement amené au brûleur où ils sont incinérés. Les cendres sont récupérées dans un bac dédié, et sont traitées selon les normes en vigueur tandis que les fumées sont également traitées avant d'être évacuées. La chaleur dégagée sert à chauffer de l'eau qui alimente les bâtiments en chauffage et en ECS. Le rendement est de l'ordre de 70 à 80%.



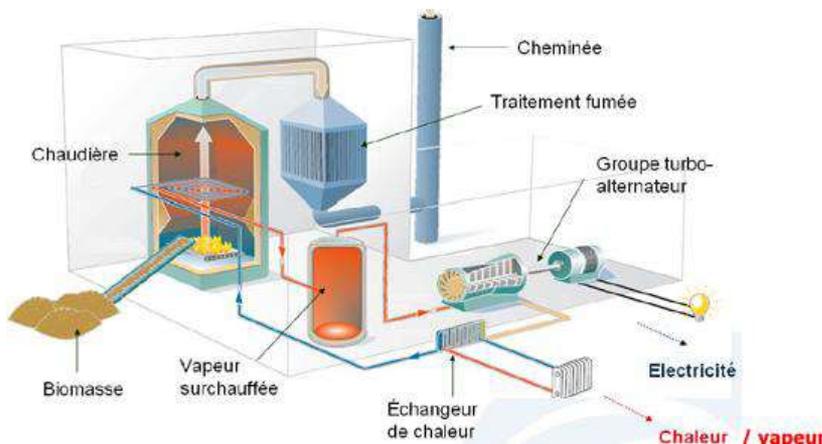
- 1- Silo de stockage
- 2- Transporteur à chaînes
- 3- Poussoir hydraulique d'alimentation
- 4- Foyer grille mécanique/chaudière
- 5- Dépoussiéreur multi-cyclons/cheminée
- 6- Benne à cendres

### ***Principe de fonctionnement d'une chaudière à bois déchiqueté***

Il est indispensable de prévoir une disposition foncière suffisante pour accueillir la chaufferie et le silo, mais aussi pour permettre les manœuvres des camions de livraison. La taille de cet espace de stockage déterminera l'autonomie de l'installation et donc la fréquence de livraison nécessaire à son fonctionnement. On considère généralement une autonomie de 3 jours à pleine puissance pour dimensionner un tel système.

### Unité de cogénération biomasse

Une unité de cogénération est conçue de façon à produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Cette installation peut être mise en place à l'échelle d'un bâtiment aux consommations élevées, ou pour l'ensemble de Grigny 2 selon le principe d'une chaufferie commune.



**Principe de fonctionnement d'une unité de cogénération biomasse**

Les unités de cogénération à l'échelle d'un quartier sont dimensionnées pour produire de l'électricité. Une partie de la chaleur perdue lors de cette production est récupérée, ce qui permet d'atteindre des rendements totaux presque deux fois plus élevés que dans une production d'électricité classique. La chaudière biomasse va augmenter la température d'un circuit d'eau qui servira à mettre en mouvement une turbine afin de produire de l'électricité. Le fluide en sortie de cette turbine est encore très chaud et va céder ses calories à un circuit de chauffage, atteignant des rendements de l'ordre de 45% en thermique et 40% en électrique. Le fonctionnement de la chaudière en tant que telle est identique à une chaufferie classique.

Plus récemment, des unités de micro-cogénération ont fait leur apparition sur le marché de l'énergie. Ces installations réduites à l'échelle d'un bâtiment sont dimensionnées pour couvrir les besoins thermiques et la production d'électricité vient en parallèle. La principale différence entre ces deux systèmes est que **dans le cas d'une micro-cogénération, la production d'électricité ne se fait que lorsqu'il y a des besoins en chaleur.**

### Mix énergétique

Pour des raisons technico-économiques, **la plupart des chaufferies biomasse sont des chaufferies mixtes « bois / gaz »**. Le coût d'investissement d'une chaufferie bois est nettement plus élevé que le coût de la même puissance en gaz. On dimensionne donc la chaufferie biomasse de façon à couvrir la majorité des besoins annuels, mais sans chercher à satisfaire l'intégralité des pointes de consommation hivernales.

Ce dimensionnement est particulièrement important, car l'économie du projet repose sur une bonne optimisation des puissances installées. Une chaudière surdimensionnée entraînera un surinvestissement et un mauvais fonctionnement à bas régime : en dessous de 30% de la puissance installée, le rendement se dégrade fortement, limitant l'intérêt de l'utilisation du bois. La chaufferie bois sera donc utilisée en priorité pendant les périodes où la puissance nécessaire est au-dessus de cette valeur seuil. **La présence de besoins en ECS sur le périmètre de Grigny 2 permet d'envisager de faire tourner une chaufferie biomasse dans des conditions satisfaisantes en dehors des**

**périodes de chauffe.** Cette possibilité reste à étudier plus en détail afin de dimensionner de manière optimale l'installation et de décider ou non de son recours en été pour répondre aux besoins en ECS.

### 4.4.3 Considérations économiques et réglementaires

La biomasse est la deuxième énergie renouvelable en France, derrière l'hydraulique. La filière bois-énergie en particulier est facilement exploitable puisqu'elle se base sur des technologies matures et maîtrisées et présente un potentiel de développement conséquent. A ce titre, sa croissance est encouragée sous réserve d'une gestion réfléchie de la ressource et d'une maîtrise de ses impacts, comme la qualité de l'air.

#### Investissement

Combustible	Investissement/kW	Quantité	Coût annuel
Fioul	100 à 200 € HT	1,50 t/an	1500 €/an
Buches sèches	150 à 300 € HT	7,57 t/an	550 €/an
Plaquettes	600 à 800 € HT	3,75 t/an	450 €/an
Granulés	600 à 800 € HT	3,26 t/an	978 €/an

Le tableau ci-dessus présente une estimation de la quantité de combustible et du prix associé pour une production de 15 MWh/an. Les investissements sont très variables et dépendent de la qualité de l'installation, de ses performances et de sa taille. L'équivalent au fioul est présenté à titre de comparaison.

Il existe aujourd'hui peu de retours d'expérience sur la mise en place de micro-cogénérations bois. Les fabricants ne donnent pas de coûts précis des installations mais parlent d'un prix très supérieur à celui d'une chaudière gaz de puissance équivalente. Il faut également considérer le coût du raccordement au réseau électrique pour la vente de l'électricité.

#### Subventions

Les chaufferies biomasse collectives peuvent être éligibles au Fonds Chaleur de l'ADEME si elles permettent de produire un minimum de 1 200 MWh/an. Les chaufferies individuelles d'entreprises (industrie, agricole ou tertiaire) sont également éligibles pour une production annuelle de 1 200 à 12 000 MWh/an. Ce Fonds n'intègre pas les ressources biomasse les plus conflictuelles, comme les ordures ménagères, les céréales destinées à l'alimentation et les effluents d'élevage. Les risques de conflits d'usage liés à l'approvisionnement en ressource (et notamment la perte de surfaces agricoles destinée à des cultures alimentaires) doivent ainsi faire l'objet d'une justification.

Dans le cas du bois-énergie, l'utilisation de granulés (issus du compactage des sciures) ou de plaquettes (qui proviennent des déchets de la filière bois et de ses usages) ne crée pas de conflit d'usage. La problématique de l'approvisionnement peut également faire valoir une réflexion autour du transport fluvial en remplacement d'une partie du transport terrestre. Bien que cette solution soit écologiquement avantageuse, le transport fluvial reste cependant bien plus onéreux. Des aides régionales peuvent être sollicitées pour les installations automatiques.

Pour une cogénération biomasse, les aides du Fonds Chaleur ne concernent que la partie thermique. Les équipements liés à la production d'électricité ne sont pas éligibles. Les installations peuvent

cependant prétendre à une aide dans le cadre des Appels à Projet de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE). Enfin, l'électricité produite par une unité de cogénération peut bénéficier de tarifs préférentiels avec obligation d'achat sous réserve de respecter des performances minimales, comme détaillé dans la partie Cogénération.

### Réglementation

La loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte du 17 août 2015 a introduit les Schémas Régionaux Biomasse afin de préciser la stratégie régionale par rapport à cette ressource. Ce document est encore en cours d'élaboration pour l'Ile-de-France.

Un respect des objectifs de qualité de l'air et d'émissions de polluants est défini dans le Code de l'Environnement. Un traitement efficace des particules et des poussières, par la mise en place de filtres, sera toutefois indispensable.

Pour toute chaufferie de plus de 2 MW, une hauteur minimale de la cheminée est également définie de façon à supprimer tout risque liés aux fumées pour les usagers au sol :

TYPE DE COMBUSTIBLE	> 2 MW et < 4 MW	4 MW et < 6 MW	6 MW et < 10 MW	10 MW et < 15 MW	15 MW et < 20 MW
Biomasse	12 m	14 m	17 m	19 m (26 m)	21 m (31 m)
Autres combustibles solides	16 m	19 m	22 m	26 m (30 m)	29 m (34 m)
Fioul domestique	7 m	10 m		12 m (15 m)	
Autres combustibles liquides (1)	21 m	24 m	28 m	32 m (37 m)	35 m (41 m)
Gaz naturel	6 m	8 m		9 m (14 m)	
Gaz de pétrole liquéfiés	7 m	10 m		12 m (15 m)	

(1) Si les combustibles consommés ont une teneur en soufre inférieure à 0,25 g/MJ, la hauteur de la cheminée peut être réduite du tiers de la hauteur donnée dans les tableaux ci-dessus pour la puissance correspondante (valeur arrondie à l'unité supérieure).

### *Hauteurs réglementaires de cheminée d'une chaufferie Article 60 de l'arrêté du 24 septembre 2013*

## 4.4.4 Bilan du gisement de biomasse

### Synthèse du potentiel de biomasse sur Grigny 2

1) La **filière bois-énergie** de la région Ile-de-France est une ressource conséquente et en cours de structuration. Cette filière tend à se développer malgré les contraintes rencontrées et présente encore un potentiel d'évolution.

2) Les besoins en ECS de la copropriété peuvent laisser envisager une utilisation plus optimale d'une chaufferie biomasse en dehors des simples périodes de chauffe. Les **solutions individuelles** ne seront adaptées qu'aux consommations les plus constantes et requièrent des espaces de stockage et d'approvisionnement à proximité, permettant manœuvres et rechargement des silos.

**Une solution centralisée, alimentant le réseau de chaleur de Grigny** est envisageable mais risque de ne pas trouver de rentabilité économique.

3) La **cogénération biomasse** peut permettre de répondre à une partie des besoins d'électricité tout en assurant le chauffage des bâtiments. Cette installation présente des coûts élevés et une analyse de l'intérêt économique doit être menée.

Il est rappelé que les besoins de rafraîchissement ne pourront pas être couverts par une installation biomasse.

## 4.5 La géothermie

Une installation géothermique vise à valoriser l'énergie du sous-sol. Cette énergie est majoritairement originaire de réactions nucléaires liée à la présence d'éléments radioactifs dans la croûte terrestre, elle est donc inépuisable et indépendante des conditions climatiques externe dès une profondeur de quelques dizaines de mètres. On distingue plusieurs catégories de géothermie suivant la température de la ressource.

### 4.5.1 La géothermie Haute et Très Haute Energie

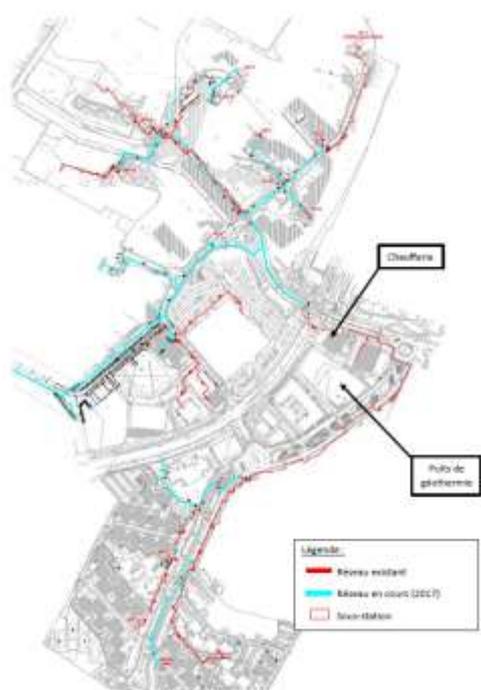
Dans certaines conditions, des zones présentant de très hautes températures peuvent être trouvées dans le sous-sol (températures supérieures à 150°C). Il est alors possible de récupérer des calories en quantité suffisante pour produire de la vapeur à but industriel ou de l'électricité. Le projet le plus marquant en France est la centrale de Bouillante, en Guadeloupe, qui utilise des poches de chaleur d'origine volcanique pour produire de l'électricité.

Aucune ressource de ce type n'a été identifiée à proximité de Grigny 2.

### 4.5.2 La géothermie Basse énergie

La géothermie basse énergie (ou Haute Température) cherche à récupérer les calories stockées dans des aquifères profonds, à des températures comprises entre 30 et 90°C. Ces températures sont suffisantes pour une production de chaleur conséquentes et les ressources les plus favorables permettent d'alimenter des réseaux de chaleur sans passer par un système de Pompe à Chaleur.

L'Île-de-France possède un potentiel géothermique Haute Température conséquent sur plusieurs aquifères, le plus connu étant le Dogger qui est exploité depuis des décennies et peut monter à 80°C.



Ce potentiel est aujourd'hui exploité par la SPL SEER pour le chauffage et l'ECS, tel que décrit précédemment.

Avec des eaux à plus de 70°C et des forages profonds de 1.6km, cette centrale géothermique d'une puissance de 12 MW et d'une production de 100 GWh/an permet de couvrir les besoins en chaleur de 10 000 équivalents logements. Dès 2018, les premiers logements ont pu bénéficier de cette ressource.

### 4.5.3 La géothermie Très Basse énergie

La technologie de la géothermie très basse énergie permet de capter l'énergie contenue dans les aquifères peu profonds ou le sous-sol immédiat. La température de cette ressource est pratiquement indépendante des conditions climatiques et reste donc relativement constante tout au long de l'année. En hiver, elle est plus importante que celle de l'air extérieur et il est possible de récupérer une partie des calories pour chauffer un bâtiment. Il faut cependant recourir à une Pompe à Chaleur pour atteindre un niveau de température suffisant pour le chauffage. En été, elle est plus basse que l'air ambiant et peut servir à rafraîchir les bâtiments.

Selon la ressource valorisée, on distingue deux types de géothermie très basse température : la géothermie sur nappe valorise les aquifères présents à de faibles profondeurs tandis que la géothermie sur sol (sondes, pieux, fondations thermoactives) utilise l'énergie présente dans les roches et les matériaux constituant le sous-sol.

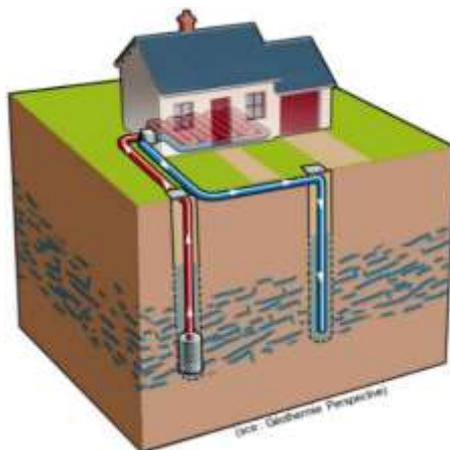
#### 4.5.3.1 Géothermie sur nappe

Les aquifères sont des milieux assez granuleux, poreux ou fissurés pour permettre le passage d'eau dans le sous-sol. Ces milieux forment des zones souterraines gorgées d'eau, dans laquelle il existe une circulation par un écoulement naturel. L'eau souterraine est isolée de l'air ambiant et sa température est peu affectée par les conditions climatiques extérieures, donc globalement constante au long de l'année et d'autant plus chaude que l'aquifère est profond.

#### Principe de fonctionnement

La géothermie sur nappe consiste à pomper l'eau d'un aquifère jusqu'à la surface grâce à un forage, à l'acheminer jusqu'aux systèmes de production thermique (pompes à chaleur, échangeurs), puis à la réinjecter par le biais d'un deuxième forage. Sauf cas particuliers, la législation française impose de renvoyer l'eau prélevée dans son aquifère d'origine pour ne pas épuiser la ressource. Il est important d'éloigner les points de prélèvement et de réinjection afin de pas récupérer une eau déjà appauvrie en chaleur. Un système de géothermie sur nappe consiste donc en un doublet ou un triplet de forages : un puits de pompage, et un à deux puits de restitution.

Un aquifère de surface présente des températures généralement comprises entre 10 et 30 °C. Ces valeurs sont trop faibles pour les niveaux de températures attendus dans le chauffage des bâtiments et une Pompe à Chaleurs eau/eau (PAC) devra être intégrée au système. La géothermie sur nappe peut alimenter un réseau de chaleur Basse Température, un réseau tempéré ou un réseau de froid.



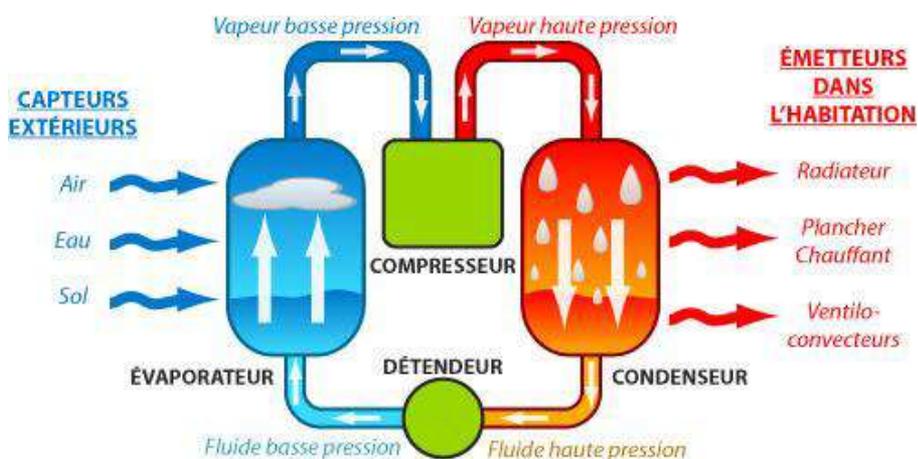
*Schéma de principe d'un doublet géothermique sur nappe de surface*

Il n'est pas probant de produire de l'ECS à partir des calories d'une nappe de surface car l'écart de température très important va nécessiter un fort apport des PAC, et dégrader les performances de l'ensemble du système.

### Un point sur les pompes à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) sont des systèmes thermodynamiques fonctionnant sur le même principe que les réfrigérateurs. Une PAC joue sur les conditions de pression d'un fluide dans un circuit fermé, afin de « forcer » les échanges thermiques. Dans le cas d'une production de froid géothermique, la PAC va réchauffer l'eau de la nappe pour produire du froid dans le bâtiment ou le réseau. Dans le cas d'une production de chaud, la PAC va extraire les calories de la nappe pour les injecter au réseau, ce qui va refroidir la ressource.

Le rendement d'une PAC est représenté par son Coefficient de Performance (COP). Il s'agit du rapport entre l'énergie produite par le système et l'énergie qui doit être consommée pour le faire fonctionner. Un COP de 5 signifie que pour un apport de 1 MW d'électricité, le système peut extraire 4 MW de calories depuis la nappe, de sorte que le réseau en sortie de la pompe à chaleur recevra 5 MW. Une Pompe à Chaleur peut donc permettre de diviser par 5 la consommation d'électricité liée au chauffage ou au rafraîchissement d'un bâtiment.



**Schéma de principe d'une Pompe à Chaleur en mode "chaud"**

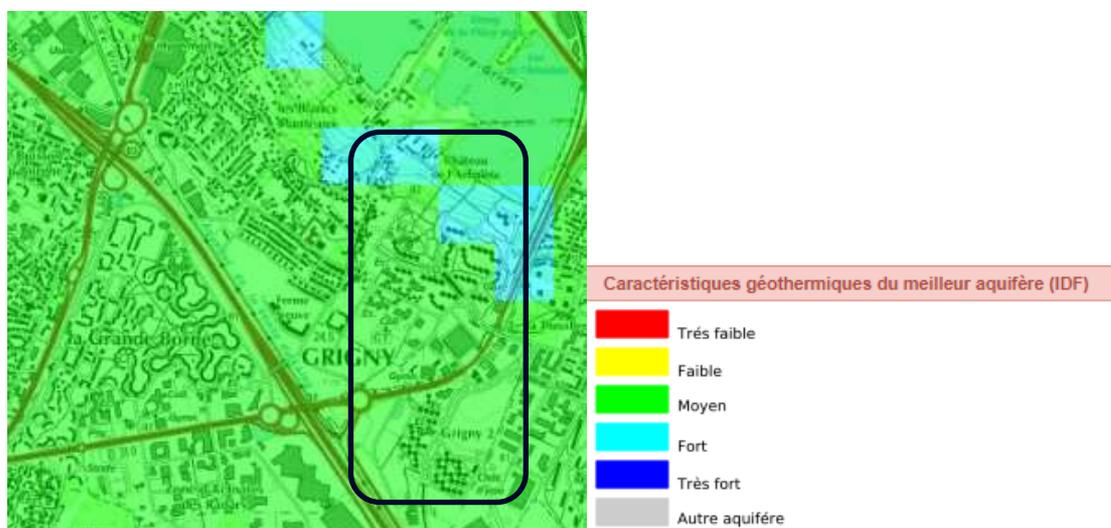
Une température de l'eau de l'aquifère de l'ordre 10-15°C permet d'envisager le chauffage à des températures de 40-50°C. Les pompes à chaleur géothermiques sont utilisées pour un chauffage « Basse Température » et nécessitent des émetteurs de chaleur adaptés : plancher chauffant, ventilation d'air chaud... Leur utilisation est donc particulièrement conseillée pour des bâtiments neufs qui peuvent être équipés avec ce type de système de chauffage. La technologie n'est donc adaptée à des bâtiments existants que si ceux-ci sont équipés de ce type d'émetteurs. Dans le cas des bâtiments neufs, ils doivent être prévus à la conception.

La production de chaleur et de froid peut être réalisée sur une même pompe à chaleur. On parle alors de thermofrigopompe si la production de chaud et de froid est simultanée, ou de PAC réversible si elle est fonction des saisons. Si la ressource est à une température de 10 à 15°C, on peut aussi se passer de PAC et réaliser un rafraîchissement direct par le biais d'un échangeur. On parle alors de freecooling (ou geocooling) et les coefficients de performance peuvent être très élevés.

On peut également utiliser une PAC pour produire de la chaleur et du froid directement depuis l'air ambiant : c'est l'aérothermie. Ce genre de système est moins coûteux puisqu'il n'y a pas besoin de faire de forages, mais il ne permet pas d'aussi bonnes performances. Les variations de température de l'air suivent en effet les besoins en énergie : en hiver, l'air est froid et peine à fournir des calories pour assurer le chauffage. A l'inverse en été, l'air est réchauffé et il est difficile d'y injecter les calories en excédent pour rafraîchir les habitations. Le COP d'une Pompe à Chaleur sur air oscille généralement entre 1.5 et 3, contre 3 à 5 pour une pompe sur nappe.

### État de la ressource

Les données bibliographiques donnent les nappes souterraines présentes au droit du site. On trouve les alluvions de la Seine (3 à 6m), la nappe du Lutécien (10 à 20m), les sables de Cuise (20 à 30 m), et la nappe de la craie du Sénonien. Le Lutécien et les sables de Cuise sont des aquifères de l'Eocène moyen et inférieur, dont le débit a été estimé entre 50 et 100 m<sup>3</sup>/h. La température de l'eau a été relevée entre 12°C et 16°C et varie légèrement selon les saisons.



*Potentiels géothermiques du périmètre de Grigny – Source Géothermie Perspectives*

Il faut également noter que les données sont indicatives : seuls des forages tests permettront de s'assurer de la présence effective de la ressource et de déterminer plus précisément les caractéristiques de la nappe. Les durées de ces tests et de l'instruction d'un dossier de géothermie peuvent atteindre deux ou trois ans.

#### 4.5.3.2 Géothermie par le sol ou « sèche »

La géothermie sèche consiste en l'utilisation de l'énergie présente non pas dans les eaux sous-terraines mais dans les roches constituant le sous-sol. A partir de 20m de profondeur, la température du sous-sol n'est plus influencée par les conditions climatiques et augmente en moyenne de 3°C tous les 100m.

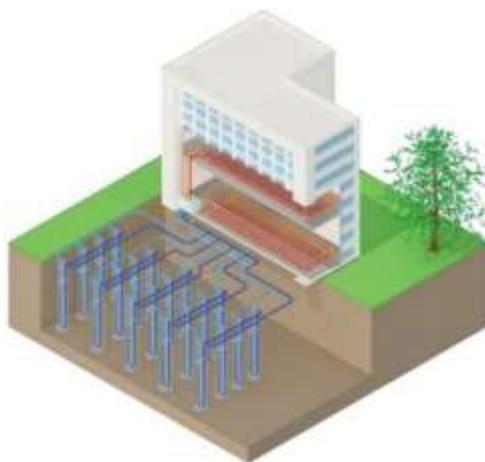
La géothermie sur sondes est la technologie la plus répandue. On peut également citer la géothermie sur fondations thermoactives (pieux, radiers, voussoirs...) dans laquelle les systèmes géothermiques sont intégrés à des infrastructures de soutènement afin de limiter les coûts de forage. Ce type de

géothermie est surtout adapté à des ouvrages de grande taille avec des fondations importantes et ne sera pas détaillé dans cette étude.

### **Principe de fonctionnement**

L'énergie est récupérée par des capteurs géothermiques, des échangeurs thermiques qui prélèvent de la chaleur emmagasinée dans le sous-sol par conduction. De l'eau glycolée circule à l'intérieur des tubes pour capter cette chaleur, qui est ensuite exploitée au moyen d'une pompe à chaleur (PAC). Comme la géothermie sur nappe de surface, ce type de système ne peut alimenter que des émetteurs de chauffage « Basse Température ». La ressource peut également servir à refroidir le bâtiment en été.

L'échange réalisé dans la sonde géothermique permet de récupérer une eau dont la température est de l'ordre de la dizaine de degrés, ce qui explique le recours à une PAC pour subvenir aux besoins de chauffage et permet une circulation de fluide froid en été.



***Schéma de principe de la géothermie sur sondes***

Dans le cas de Grigny, la technologie la plus adaptée pour des bâtiments résidentiels est la mise en place de quelques sondes verticales sur plusieurs dizaines de mètres. Cette solution est adaptée à la fourniture de chaleur et de froid à l'échelle du bâtiment à laquelle elle est intégrée et peut donc être intéressante pour une zone résidentielle.

### **Le stockage saisonnier**

La géothermie sur sondes repose sur l'exploitation de calories existant dans le sous-sol, dans le but de produire de la chaleur et/ou du froid à partir de cette ressource existante. La présence d'un aquifère dans le sous-sol favorise la régénération thermique du sol puisqu'il implique une circulation d'eau. Il permet ainsi d'éviter de déséquilibrer la température du sous-sol d'année en année et améliore la pérennité du système.

L'inertie thermique du sous-sol peut être valorisée pour stocker des calories issues d'un excédent de production, afin de les récupérer par la suite. Le principe de fonctionnement des sondes est le même : la récupération et l'injection de calories sont réalisées par la circulation d'eau glycolée dans le système, mais elles sont réalisées dans un but de stockage saisonnier. L'absence d'aquifère permet d'assurer la stabilité de la ressource, afin d'éviter que l'énergie stockée ne « s'écoule » en aval.

Il s'agit d'une gestion alternative des sondes géothermiques, et non d'une technologie différente. Ce mode peut être envisagé lorsqu'un bâtiment présente des surproductions temporaires de chaleur ou de froid, par exemple s'il possède un autre système renouvelable. Un équilibre chaud/froid à l'année reste préférable : si le sous-sol se réchauffe (ou se refroidit) avec le temps, les performances de l'ensemble du système diminueront.

#### État de la ressource

L'estimation du potentiel énergétique récupérable par ce type de géothermie ne pourra être établit qu'à partir d'une analyse détaillée réalisée par un bureau d'étude spécialisé en sous-sol. Elle reposera sur des tests in situ afin de déterminer les caractéristiques physiques du site.

Dans l'ensemble, la géothermie sur sondes reste moins efficace que la géothermie sur nappe de surface. Elle est privilégiée quand il n'y a pas de ressource en eau, ou pour des bâtiments avec des fondations particulières qui peuvent éviter de faire des forages supplémentaires. Plusieurs aquifères sont présents sur Grigny, on préférera donc la géothermie sur nappes à celle sur sondes.

### **4.5.4 Considérations économiques et réglementaires**

La géothermie est une ressource maîtrisée et présentant un potentiel très conséquent. Si son développement est encouragé en raison des grandes performances énergétiques qu'elle est capable d'atteindre, il existe toutefois des réglementations strictes visant à protéger cette ressource sur le long terme.

#### Investissements

Le principal poste de coût d'une installation géothermique vient des forages nécessaires à la mise en place des sondes ou des puits. Il oscille entre 800 et 2 000 € HT par mètre linéaire de forage, selon la composition du sous-sol et le nombre d'acteur (donc de concurrence) présente dans le secteur. Pour les deux technologies, il faut ajouter un coût lié aux pompes de circulation et aux systèmes de régulation. Pour un débit de 60 à 100 m<sup>3</sup>/h, soit le double de ce qui peut être attendu par les aquifères de l'Eocène ou le débit estimé pour certains aquifères plus profonds, ce coût varie entre 25 000 € HT et 70 000 € HT. Il faut ensuite compter le coût des pompes à chaleur, des éléments de distribution et d'émission pour environ 300 € HT /kWth.

Les coûts de maintenance des pompes à chaleur varient de 4 500 € HT/an, pour une pompe de 100 à 200 kW, à 15 000 € HT/an pour une pompe de 800 à 1 000 kW. Les puits nécessitent une maintenance annuelle (1 500 à 3 000 € HT/an) et des examens exceptionnels tous les 10 ans environ (10 000 € HT). En comparaison, la maintenance d'un système sur sondes est très réduite et les coûts négligeables, mais les installations ne peuvent pas être renouvelées en fin de vie.

Les coûts d'exploitation sont très faibles et peu dépendants des variations des prix de l'énergie. D'après une étude basée sur des sites en Ile-de-France, ils sont compris entre 25 et 40 € HT/MWh. A noter qu'un système de secours (gaz par exemple) sera nécessaire et pourra servir à faire l'appoint pour les périodes les plus froides afin de limiter les coûts liés à un surdimensionnement.

#### Réglementation

Selon leurs dimensions et l'usage qu'elles font de la ressource souterraine, les installations de géothermie peuvent être soumises au Code Minier et au Code de l'Environnement (anciennement Loi sur l'Eau).

### Code Minier

Les gîtes géothermiques sont divisés en trois catégories : haute température, basse température et minime importance. Tout sondage de plus de 10 m de profondeur, y compris pour un gîte géothermique de minime importance, doit être déclaré à l'ingénieur en chef des mines (Code Minier art. 131). Cette imposition s'applique à tous les forages, quel que soit leur usage (eau potable, géothermie, etc.). L'exploitation de l'installation est soumise à la législation minière. D'après le décret n°95- 696, l'autorisation minière vaut autorisation au titre du Code de l'Environnement (anciennement Loi sur l'Eau).

- La recherche et l'exploitation de gîtes géothermiques à haute température (eau de plus de 150°C) sont soumises à la réglementation minière générale : il sera notamment nécessaire d'obtenir un permis exclusif de recherche par arrêté ministériel ou une concession par décret en Conseil d'Etat (Code Minier - notamment les titres II et III - et décret n°95-427).
- La recherche et l'exploitation de gîtes géothermiques à basse température (eau de moins de 150°C) sont soumises à l'obtention d'un permis de recherche ou d'exploitation minier, délivré par la préfecture (code Minier, articles 98 à 103, et décret n°78-498).
- Sont exemptés de la réglementation minière les gîtes géothermiques dits de "minime importance" (décret n°78-498 du 28 mars 1978), qui répondent aux caractéristiques suivantes : une profondeur inférieure à 100 m et un débit calorifique inférieur à 200 thermies par heure (= 232 kW), par rapport à une température extérieure de référence de 20°C. Selon leurs dimensions, des installations individuelles sur Grigny pourront s'inscrire dans cette catégorie.

Lorsqu'elle est nécessaire, l'autorisation au titre du Code Minier doit être obtenue avant tout travaux dans le sous-sol. Cette mesure s'applique aussi pour les essais de pompage qui vérifieront le potentiel des nappes.

### Code de l'Environnement (anciennement Loi sur l'Eau n°92-3 du 3 janvier 1992)

Tout prélèvement de moins de 1 000 m<sup>3</sup> par an est considéré comme « à usage domestique », et n'est donc pas soumis à cette réglementation. Dans les autres cas, le texte qui s'applique plus particulièrement est le décret n°2006-881 du 17 juillet 2006 modifiant le décret n°93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation préfectorale ou à déclaration, pris en application des articles L. 214-1 à 214- 6 du Code de l'Environnement.

Les rubriques concernent en particulier les prélèvements et les rejets d'eau et dépendent du débit exploité, et du milieu dans lequel la ressource est récupérée (aquifère, mais aussi lacs, cours d'eau, mer). Dans le cas d'un système géothermique sur aquifère, la réglementation ne permet un rejet hors de son aquifère d'origine que sous certaines conditions afin de limiter l'impact d'un tel prélèvement. Des prescriptions nationales ou locales peuvent limiter ou interdire les prises d'eau ou les rejets (Police des eaux : Code de l'Environnement, articles L. 211-2 et suivants). Certaines ressources sont ainsi considérées comme stratégiques, ou présenter des niveaux de pollution incompatibles avec un usage géothermique.

Si la géothermie est retenue pour la production d'énergie, il sera nécessaire de compléter l'étude d'impact. Les résultats de l'étude de faisabilité et des essais de mesures sont généralement nécessaires pour pouvoir évaluer ces impacts. Sous réserve d'un accord de la DRIEE, il est possible de prévoir une mise à jour de l'étude d'impact une fois que ces informations auront été obtenues. Elle devra être mentionnée dans le dossier initial.

### **Subventions**

Les systèmes géothermiques produisant de la chaleur peuvent être éligibles au Fonds Chaleur de l'ADEME, sous réserve d'un respect des conditions de performances et de la réglementation en vigueur. Ces subventions sont valables pour les systèmes mettant en jeu une récupération directe de calories sur des ressources à haute température, mais aussi des installations comportant des PAC.

Les systèmes géothermiques visant à satisfaire les besoins en rafraîchissement des bâtiments (type freecooling) ne sont pas éligibles au Fonds Chaleur. Ces technologies relativement récentes ne bénéficient pas de temps de retours représentatifs et ne sont pas dédiés à la production de chaleur. Elles sont cependant éligibles à une variante du Fonds Chaleur mise en place par l'ADEME, dite Nouvelles Technologies Emergentes (NTE). Cet appel à projet suit les grandes lignes du Fonds Chaleur et vise à accompagner des projets « pilote » afin de faire progresser la maturité des technologies. Les aides Fonds Chaleur et NTE pour les installations géothermiques sont cumulables avec les subventions apportées par le Fonds Chaleur pour la mise en place d'un réseau de chaleur.

Enfin, la garantie AQUAPAC permet de couvrir les investissements des forages. Si les tests réalisés sur le site et les essais de pompage concluent à une absence d'eau ou une ressource insuffisante, cette garantie rembourse tout ou partie des investissements.

## **4.5.5 Bilan du gisement géothermique**

### **Synthèse du potentiel géothermique sur le projet Grigny**

Les dimensions du projet ne sont pas compatibles avec une production d'électricité géothermique.

La présence d'aquifères profonds comme le Dogger a été avérée pour cette zone géographique. Le potentiel énergétique de ces nappes permet le recours à une solution de géothermie haute température pour les besoins en chaleur et en ECS de Grigny.

La présence d'aquifères très basse température peut permettre de subvenir aux besoins des infrastructures : chauffage en hiver, rafraîchissement en été. Le potentiel estimatif de ces ressources est limité.

Il est possible d'envisager de la géothermie sèche. Cette technologie peut être mise en œuvre en installant une sonde sous ou à proximité des bâtiments. Elle permettrait d'assurer une production de chaleur et de froid. Cette technologie s'affranchit également des contraintes administratives liées aux prélèvements et rejets d'eau, ce qui peut permettre de raccourcir les délais de mise en œuvre, mais il reste nécessaire de lancer les études sur le sous-sol en amont de la construction des bâtiments. L'intérêt de cette technologie est généralement plus faible que pour un système équivalent sur nappe et les enjeux de stockage sont limités. On privilégiera donc la géothermie sur les aquifères de surface.

Le recours à ces deux dernières méthodes n'est possible que dans le cas d'équipements de chauffage par des émetteurs « Basse Température », de type plancher chauffants. Des études plus précises sont nécessaires pour mieux connaître l'état de ces ressources.

## 4.6 La valorisation des eaux usées

### 4.6.1 Principe de fonctionnement

Les eaux usées désignent les eaux d'évacuation modifiées par les activités humaines (domestiques, industrielles, agricoles, etc.). Une partie de ces eaux ont été réchauffées par certaines activités comme les douches, la cuisine ou les process industriels et constituent donc une source de chaleur. En temps normal, cette chaleur est évacuée en même temps que les eaux usées et est donc « perdue ». Le fonctionnement de la récupération de l'énergie thermique présente dans les eaux usées ou des eaux grises est semblable à celui de la géothermie dans son principe de récupération des calories. En effet, alors que la géothermie consiste à récupérer les calories de l'eau souterraine, l'utilisation de l'énergie des eaux usées consiste à récupérer les calories présentes dans l'eau circulant dans les réseaux d'assainissement.

Cette eau a une température globalement stable, d'environ 20°C l'été et de 12 à 15°C en hiver. L'utilisation de pompes à chaleur est nécessaire afin d'augmenter la température à un niveau suffisant pour une utilisation en chauffage basse température. Il faut également prévoir une production en appoint pour les jours où la consommation énergétique est la plus importante. Par ailleurs, il est possible d'envisager une réversibilité du système afin de rafraîchir les bâtiments en été.

La récupération d'énergie sur les eaux usées peut se faire sur trois points du réseau d'assainissement :

- **Au niveau des bâtiments** : Le principe de cette solution repose sur un préchauffage de l'eau froide entrante dans le bâtiment grâce aux eaux grises qui en ressortent, encore chaudes, avant leur rejet dans les égouts. Une PAC ou chaudière gaz permet ensuite d'élever la température de cette eau préchauffée pour alimenter les bâtiments en ECS et éventuellement en chauffage. Cette technologie nécessite le respect de plusieurs paramètres structurants, notamment le fait que les eaux grises et les eaux de vannes (sanitaires) doivent être séparées. De plus, la température des eaux grises doit s'élever à au moins 28°C. (Elle est assez adaptée à un projet de logement, dont les eaux usées sont en grande partie constituées des sorties de cuisines et de salles de bain).
- **Dans les canalisations** : des échangeurs sont installés à l'intérieur d'une canalisation majeure acheminant les eaux usées depuis les bâtiments jusqu'aux stations d'épuration. Un fluide caloporteur circule dans cet échangeur et récupère une partie des calories portées par les eaux usées lors de leur passage dans la canalisation. Ces calories sont ensuite transférées à un réseau via une Pompe à Chaleur, et utilisées pour alimenter des émetteurs de chauffage Basse Température (de type plancher chauffant). Le potentiel de récupération des calories dépend du débit dans les canalisations et de leur diamètre. Les échangeurs étant directement installés dans les canalisations, un diamètre minimum de 400 mm est nécessaire pour un réseau neuf (800 mm pour un réseau existant). La chaufferie doit pouvoir être installée entre 100 et 300 m de l'échangeur. Il est également possible de créer une **dérivation à partir du système d'assainissement** pour s'affranchir de la contrainte du diamètre, mais ce système nécessite un débit conséquent.
- **Au niveau de la station d'épuration** : Les stations d'épuration centralisent de grandes quantités d'eaux usées pour les traiter. Le potentiel de récupération de chaleur sur ces eaux usées est conséquent mais sort du cadre de ce projet.



*Systèmes de récupération de chaleur sur bâtiment (à droite), sur canalisation neuve (au milieu) et existante (à gauche)*

## 4.6.2 Potentiel des eaux usées

Les eaux usées de Grigny sont collectées et traitées au sein de l'usine d'épuration de Seine Amont, qui est située sur la commune de Valenton au nord de Grigny.

Les eaux des différents bâtiments sont récupérées par des canalisations principales d'un diamètre de 500 mm, situées sous les axes routiers principaux du quartier (rue de Corbeil, rue Pasteur, rue Renoir).

Au niveau des bâtiments, les canalisations de collecte ont principalement un diamètre de 200 mm, là où les branchements aux bâtiments sont en diamètre 100 à 150 mm.



***Plan du réseau de collecte d'eaux usées de la copropriété Grigny 2- Source : « étude de définition du projet urbain opérationnel de Grigny 2 »***

D'après la dernière étude de diagnostic des réseaux réalisée en 2012, ce réseau d'eaux usées présente un état général de corrosion importante.

Ainsi, les travaux de rénovation et de remplacement des canalisations de ce réseau peuvent représenter une opportunité de valorisation de la chaleur qui y est perdue. Toutefois, la mise en place des technologies récupération de chaleur sur canalisations est conditionnée par des données de températures et de débits qui ne sont pas connues à ce jour ne permettent donc pas de conclure sur ce potentiel.

Il est également envisageable de récupérer la chaleur des eaux grises directement sur les tuyaux de collecte des bâtiments. Ces technologies de récupération de chaleur peuvent donc être mises en œuvre au sein de la copropriété et venir ainsi contribuer au préchauffage de l'eau froide de ces derniers, ou encore contribuer aux besoins en chaleur des bâtiments.

### **4.6.3 Considérations économiques**

#### **Investissements**

La récupération de chaleur sur les eaux usées est relativement récente en France et les projets réalisés ne permettent pas de définir de façon précise un coût moyen. Les systèmes suivants sont présentés à titre d'information :

- Montereau : 86 mètres linéaires de canalisations (soit 157 m<sup>2</sup> d'échangeurs) ont été équipées pour un coût total de 1 470 000 €, déduction faite des subventions et les aides apportées au projet. Le système produit environ 1 000 MWh/an d'énergie renouvelable. Le débit dans les conduites est d'environ 300 m<sup>3</sup>/h.
- Arras : une déviation a été faite depuis les canalisations jusqu'à un centre aquatique, pour un coût de 60 000 €. Le système permet de produire 150 MWh/an d'énergie renouvelable.
- Un récupérateur sur un petit bâtiment (type « Power Pipe » de NORELLAGG) coûte 800 € à 1500 €.

Les coûts d'exploitation sont faibles et peu dépendants des variations des prix de l'énergie. A noter qu'un système de secours, par exemple au gaz, sera nécessaire et pourra servir à faire l'appoint pour les périodes les plus froides afin de limiter les coûts liés à un surdimensionnement.

### Subventions

La récupération de chaleur sur les eaux usées bénéficie de subventions de la part du Fonds Chaleur de l'ADEME, qui permet de financer les projets d'installations produisant et distribuant la chaleur renouvelable dans les secteurs de l'habitat collectif, du tertiaire et de l'industrie. Les projets doivent répondre à des conditions définies par l'ADEME : des pompes à chaleur possédant de bons coefficients de performance, une production minimale de 12 MWh extraits par an, et un nombre d'heures de fonctionnement conséquent. Les systèmes de dérivation depuis les canalisations bénéficient des mêmes subventions du Fonds Chaleur. Tous les projets de ce type réalisés en France ont bénéficié de ces aides.

La production de rafraîchissement par ces systèmes sort du cadre du Fonds Chaleur mais peut faire l'objet d'un dossier auprès du fonds Nouvelles Technologies Emergentes. Il est enfin possible de cumuler ces aides avec les subventions du Fonds Chaleur pour la création d'un réseau de chaleur ou de froid.

## 4.6.4 Bilan du gisement de récupération sur les eaux usées

### Synthèse du potentiel de valorisation des eaux usées sur Grigny 2

**Récupération d'énergie des eaux usées dans les canalisations** : les canalisations principales de Grigny 2 ont des dimensions permettant d'envisager cette solution. Toutefois, la connaissance d'autres paramètres structurants (débit, températures, profondeur) est indispensable pour conclure sur cette opportunité. Si cette solution est mise en œuvre, elle permettrait de répondre à une partie des besoins de chauffage et de rafraîchissement de la copropriété.

**Récupération de chaleur en sortie des bâtiments** : cette solution pourrait être mise en œuvre sur la copropriété. Les logements seraient concernés, rejetant suffisamment d'eaux grises et ayant des besoins d'ECS conséquents.

## 4.7 La récupération de chaleur fatale

### 4.7.1 Principe de fonctionnement

Du fait de leurs procédés de production, certaines industries produisent une énergie thermique qui n'est pas forcément utilisée dans sa totalité. Cette chaleur est appelée « chaleur fatale » car sa production est inévitable au regard du process. Si aucune solution de valorisation n'est prévue, cette énergie sera perdue par rejet à l'atmosphère (fumées), aux réseaux d'épuration (eaux usées) ou au milieu ambiant (refroidissement par une source d'eau, etc.).

La mise en place de dispositifs de récupération peut permettre de valoriser une partie de cette énergie perdue. Elle peut se faire en interne par la création de boucles courtes qui diminuent mécaniquement la consommation du site industriel, ou en externe en approvisionnant en énergie un autre ou un réseau de chaleur urbain.

La recherche de synergies entre les projets urbains et les process industriels entre dans une logique d'économie circulaire : d'une part, elle permet d'améliorer l'efficacité énergétique de l'entreprise en limitant les rejets. D'autre part, elle permet de satisfaire certains besoins en énergie thermique. Il s'agit également d'un moyen de pérenniser l'activité d'une industrie sur le territoire, en l'associant directement à la vie de ce dernier.

Il existe une multitude de sources de chaleur fatale, les technologies qui permettent de la récupérer sont donc nombreuses et variées. Elles doivent être sélectionnées spécifiquement. Il est alors très difficile d'estimer les coûts et le gisement énergétique de ce genre de système.

### 4.7.2 Potentiel de la chaleur fatale

#### Industriels

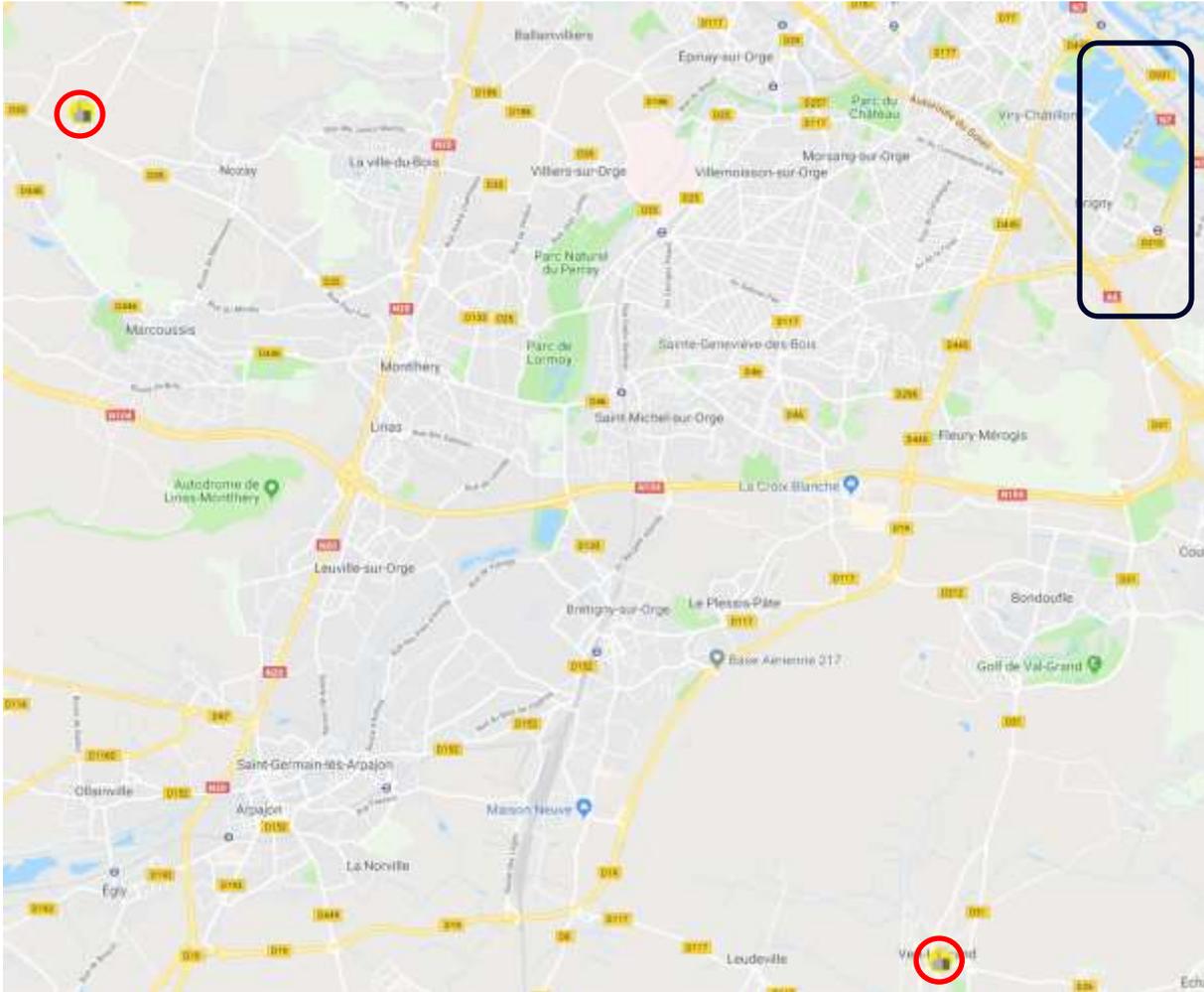
De par sa nature, la copropriété de Grigny 2 se destine à accueillir majoritairement des logements résidentiels. Toutefois, on peut noter la présence de quelques industriels à proximité du site. En particulier, une usine d'embouteillage Coca Cola se situe à proximité quasi immédiate de la copropriété (environ 1 km). Cette dernière utilise de la chaleur dans son processus de préformage de bouteilles, à la fois pour du séchage et pour la fonte de granules de plastique, ce qui implique donc une production éventuelle de chaleur fatale valorisable.

Ces rejets peuvent s'avérer intéressants bien que relativement restreints et insuffisants pour alimenter un réseau de chaleur.

#### Incinérateurs d'ordures ménagères

Des trois incinérateurs d'ordures ménagères d'Essonne, seuls deux sont à proximité relative du site, tel qu'illustré sur la carte ci-dessous :

- L'incinérateur de Vert-Le-Grand, à 7 km du site, exploité par le groupe Semardel, d'une capacité de 330 000 t/an.
- L'incinérateur de Villejust, à 13 km du site, exploité par Véolia, d'une capacité de 90 000 t/an.



Ces incinérateurs s'avèrent trop éloignés du site pour présenter un réel intérêt en termes de récupération de chaleur fatale.

### 4.7.3 Bilan du gisement de récupération de chaleur fatale

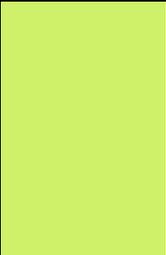
#### Synthèse du potentiel en chaleur fatale sur Grigny 2

Le potentiel de récupération de chaleur fatale sur Grigny est limité et ne présente pas un grand intérêt pour la copropriété.

Le tableau qui suit présente la synthèse de l'étude des potentiels de développement des énergies renouvelables sur le site de la copropriété de Grigny 2. Cette synthèse présente, pour chacune des solutions, un rapide aperçu des principaux enjeux liés et les grandes clés de décision associées.

**Intérêt potentiel :**

	Favorable
	Assez favorable
	Peu favorable à l'échelle de la copropriété, mais envisageable à l'échelle d'un bâtiment ou à titre d'exemple
	Défavorable ou inexistant

Ressource	Mise en œuvre	Intérêt sur Grigny 2	Production d'énergie	Commentaires
Solaire	Photovoltaïque		Électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gisement important</li> <li>Compétition avec d'autres technologies ENR (solaire thermique) et la végétalisation des toitures</li> <li>Énergie délivrée qui dépend des bâtiments retenus</li> <li>Énergie envisageable pour l'ensemble des bâtiments du projet</li> </ul>
	Chauffage thermique		Thermique	Ressource intéressante pour les bâtiments résidentiels
	Climatisation solaire		Thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peut subvenir aux besoins de chauffage et de rafraîchissement</li> </ul>

Ressource	Mise en œuvre	Intérêt sur Grigny 2	Production d'énergie	Commentaires
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compétition avec d'autres technologies ENR (solaire thermique) et la végétalisation des toitures</li> <li>• Énergie délivrée qui dépend des bâtiments retenus</li> <li>• Énergie envisageable pour l'ensemble des bâtiments du projet</li> </ul>
Éolien	Moyen et grand éolien		Électricité	Technologies non-adaptées au contexte urbain
	Petit et micro-éolien		Électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Couverture des besoins en électricité relativement faible</li> <li>• Dans le cas d'une implantation sur toiture : compétition avec d'autres technologies ENR (solaire thermique) et la végétalisation des toitures</li> </ul>
Biomasse	Chaudière automatique (granulés ou plaquettes)		Thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut subvenir aux besoins de chauffage et d'ECS</li> <li>• Peut alimenter un réseau de chaleur</li> <li>• Bon potentiel dans l'Essonne : approvisionnement possible</li> <li>• Nécessité de connaître plus précisément les besoins pour juger de la rentabilité</li> <li>• Sensible au phasage du projet</li> </ul>
	Cogénération et micro-cogénération		Thermique et électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut subvenir aux besoins en chauffage, en ECS et en électricité</li> <li>• Mêmes remarques que la chaudière automatique</li> <li>• Technologie émergente, ayant aujourd'hui des coûts d'investissement très importants</li> </ul>

Ressource	Mise en œuvre	Intérêt sur Grigny 2	Production d'énergie	Commentaires
Géothermie	Géothermie haute température		Thermique	Pas de gisement de ce type identifié sur Grigny 2
	Géothermie basse énergie sur aquifère		Thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut subvenir aux besoins de chauffage et de rafraichissement</li> <li>• Peut alimenter un réseau de chaleur et/ou de froid</li> <li>• Contraintes administratives et gisement à confirmer</li> <li>• Débits limités : plusieurs doublets seront nécessaires</li> <li>• Précautions requises sur les emplacements des points de prélèvement et de réinjection afin d'éviter les interférences entre les doublets et avec la Seine</li> </ul>
	Géothermie basse énergie sur sol		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut subvenir aux besoins de chauffage et de rafraichissement</li> <li>• Pas de contraintes administratives sur le pompage/rejet d'eau</li> <li>• Solution très dépendante du type de fondation envisagé</li> </ul>
Récupération de chaleur sur les eaux usées	Sur les canalisations		Thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut subvenir aux besoins de chauffage et de rafraichissement</li> <li>• Peut alimenter un réseau de chaleur et/ou de froid</li> <li>• Opportunité d'implantation d'un système (échangeurs) ou d'un piquage (dérivation) lors des travaux éventuels de rénovation du réseau d'eaux usées de la copropriété, sur les canalisations principales, sous réserve d'une intégration du dispositif dès sa conception</li> </ul>

Ressource	Mise en œuvre	Intérêt sur Grigny 2	Production d'énergie	Commentaires
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Réflexion à mener avec le concessionnaire</li> </ul>
	En sortie de bâtiment		Thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peut subvenir à une partie des besoins d'ECS</li> <li>Solution envisageable sur les bâtiments résidentiels</li> </ul>
<b>Chaleur fatale</b>	Récupération de chaleur fatale		Thermique	Gisement a priori restreint, favorisant une récupération à l'échelle du bâtiment
<b>Valorisation énergétique des déchets</b>	Méthanisation, etc.		Biogaz	Technologies non-adaptées au contexte
	Incinération, etc.		Thermique et électrique	Technologies non-adaptées au contexte

## 5 Annexe

### 5.1 Les hypothèses de programmation utilisées (bâtiments neufs)

Pour les hypothèses de programmation, nous nous sommes appuyés sur le document « 191210-GNY2-PH3-dossier complet-VR ». Nous avons systématiquement prise l'hypothèse la avec la plus grande SDP.

Tableau des Ilots neufs :

<b>Ilot</b>	<b>SDP utile (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Performance Energétique</b>
L	2324	E3
K	2818	E3
A	2703	E3
B	7735	E3
C	10449	E3
D	1334	E3
E	6310	E3
F	7643	E3
G	3403	E3
H	4693	E3
I	7190	E3
J	5525	E3
FA	4159	E3
FB	4390	E3
FC	5901	E3
FD	3753	E3
FE	3898	E3
FF	6451	E3
FG	2357	E3
FH	3139	E3
FI	2806	E3
FL	2045	E3

Aménagement secteur Corbeil :

HYPOTHÈSE 2

ILOT L	Assiette foncière :	6 417 m <sup>2</sup>	
	SDP école maternelle :	990 m <sup>2</sup>	
	SDP école élémentaire :	1 334 m <sup>2</sup>	
ILOT K	Assiette foncière :	2 702 m <sup>2</sup>	
	SDP PMI :	300 m <sup>2</sup>	
	SDP Halte garderie:	386 m <sup>2</sup>	
	SDP logts:	2 132 m <sup>2</sup>	Nb logts :33 (121 log/ha)



HABITAT	
	Collectif
AUTRES	
	Ecoles
	Services

Figure 5 : Extrait du document « 191210-GNY2-PH3-dossier complet-VR » pour le secteur Corbeil (Hypothèse 2)

Secteur gare et plateau Barbusse

ILOF A	Assiette foncière	1 487 m <sup>2</sup>	Nb logts : 42
	SDP logts	2 703 m <sup>2</sup>	
ILOF B	Assiette foncière	4 126 m <sup>2</sup>	Nb logts : 118
	SDP logts	7 735 m <sup>2</sup>	
ILOF C	Assiette foncière	6 446 m <sup>2</sup>	Nb logts : 130
	SDP logts	9 035 m <sup>2</sup>	
	SDP comm	1 434 m <sup>2</sup>	
TOTAL	Assiette foncière	12 059 m <sup>2</sup>	Nb logts : 300 (250 Log/hab)
	SDP logts	19 473 m <sup>2</sup>	
	SDP comm	1 434 m <sup>2</sup>	
ILOF D	Assiette foncière	417 m <sup>2</sup>	
	SDP equip	1 334 m <sup>2</sup>	
ILOF E	Assiette foncière	3 571 m <sup>2</sup>	
	SDP equip	6 530 m <sup>2</sup>	
ILOF F	Assiette foncière	3 583 m <sup>2</sup>	Nb logts : 105
	SDP logts	6 825 m <sup>2</sup>	
	SDP comm	888 m <sup>2</sup>	
ILOF G	Assiette foncière	2 087 m <sup>2</sup>	Nb logts : 95
	SDP comm	493 m <sup>2</sup>	
	SDP serv	2 930 m <sup>2</sup>	
ILOF H	Assiette foncière	2 088 m <sup>2</sup>	Nb logts : 95
	SDP logts	2 279 m <sup>2</sup>	
	SDP serv	2 438 m <sup>2</sup>	
ILOF I	Assiette foncière	3 051 m <sup>2</sup>	Nb logts : 22
	SDP serv	5 760 m <sup>2</sup>	
	SDP logts	1 430 m <sup>2</sup>	
ILOF J	Assiette foncière	3 240 m <sup>2</sup>	Nb logts : 85
	SDP logts	5 525 m <sup>2</sup>	
TOTAL	Assiette foncière	14 902 m <sup>2</sup>	Nb logts : 250 (247 log/hab)
	(Assiette foncière logt)	10 257 m <sup>2</sup>	
	SDP logts	18 055 m <sup>2</sup>	
	SDP equip	6 510 m <sup>2</sup>	
	SDP comm	1 511 m <sup>2</sup>	
	SDP serv	11 888 m <sup>2</sup>	

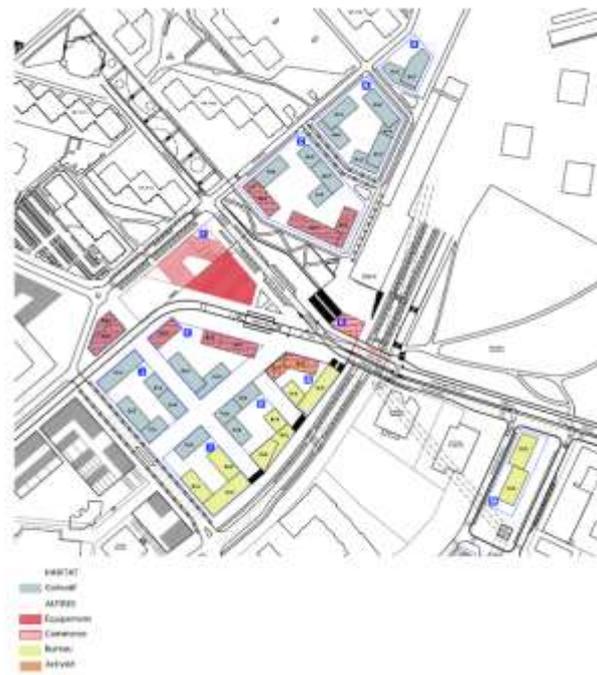


Figure 6 : Extrait du document « 191210-GNY2-PH3-dossier complet-VR » pour le secteur gare et plateau Barbusse (Hypothèse 2)

## Secteur de la Folie



Figure 7 : Extrait du document « 191210-GNY2-PH3-dossier complet-VR » pour le secteur de la Folie (Hypothèse 2)

## 5.2 Les hypothèses de programmation utilisées (bâtiments rénovés et démolis)

Pour identifier les bâtiment rénovés et démolis dans le périmètre du projet nous nous sommes appuyés sur le document « 191210-GNY2-PH3-dossier complet-VR ».

## 5.3 Les hypothèses utilisées pour l'estimation de la surface de toiture

Afin d'évaluer le potentiel en solaire, nous avons estimé les surfaces de toiture des différents lots. Pour cela, nous sommes repartis des SDP utiles de chaque lot par typologie et l'avons divisée par un nombre d'étage moyen.

Le résultat de ces estimations est fourni dans le tableau ci-dessous.

<b>Ilot</b>	<b>SDP utile</b>	<b>Performance Énergétique</b>	<b>Surface de toiture estimée (logement collectif)</b>	<b>Surface de toiture estimée (logement individuel)</b>	<b>Surface de toiture estimée (équipements)</b>	<b>Surface de toiture estimée (bureau)</b>	<b>Surface de toiture estimée (Activité)</b>
L	2324	E3			1657 m <sup>2</sup>		
K	2818	E3	711 m <sup>2</sup>		229		
A	2703	E3	386 m <sup>2</sup>				
B	7735	E3	1289 m <sup>2</sup>				
C	10449	E3	2090 m <sup>2</sup>				
D	1334	E3			267 m <sup>2</sup>		
E	6310	E3			1578 m <sup>2</sup>		
F	7643	E3	1274 m <sup>2</sup>				
G	3403	E3				1134 m <sup>2</sup>	
H	4693	E3	569 m <sup>2</sup>			605 m <sup>2</sup>	
I	7190	E3	358 m <sup>2</sup>			1440 m <sup>2</sup>	
J	5525	E3	1105 m <sup>2</sup>				
FA	4159	E3				832 m <sup>2</sup>	
FB	4390	E3					2195 m <sup>2</sup>
FC	5901	E3					2951 m <sup>2</sup>
FD	3753	E3	751 m <sup>2</sup>				
FE	3898	E3	780 m <sup>2</sup>				
FF	6451	E3	1613 m <sup>2</sup>				
FG	2357	E3	393 m <sup>2</sup>	589 m <sup>2</sup>			
FH	3139	E3	785 m <sup>2</sup>				
FI	2806	E3	421 m <sup>2</sup>	772 m <sup>2</sup>			
FL	2045	E3	307 m <sup>2</sup>	562 m <sup>2</sup>			