

ETUDE D'IMPACT – COMPLEMENT EN REPONSE A L'AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE DU 16.06.2014

<b>BET Structure</b> EGIS (AEDIS sous traitant) 4, rue Dolorès Ibaruri, TSA 40002 93 188 - Montreuil Cedex	<b>BET Façade</b> EMMER PFINNINGER Weidenstrasse 13 CH - 4142 Münchenstein - SUISSE	<b>BET Fluides et VMD</b> ARTELIA 2, avenue François Mitterrand 93 210 - La Plaine St Denis
<b>BET Ascenseurs</b> LERCH BATES 117, avenue Achille Peretti 92 200 - Neuilly sur Seine	<b>BET Aménagements paysagés</b> TECHNIVERT CONSULTANT 6, sentier de l'halion 77 000 - Vaux le Penil	<b>BET Cuisine restauration</b> RESTAURATION CONSEIL 9, Maurice Grandcoing 94 854 - Ivry sur Seine Cedex
<b>Conseil Restauration</b> INTERFACE RESTAURATION 19, rue Roger Salengro 92 130 - Issy les Moulineaux	<b>Sécurité Incendie</b> CASSO & ASSOCIES Carré Daumesnil - 52, rue Jacques Hillairet 75 612 - Paris Cedex 12	<b>Acoustique</b> AVLS 18, rue Charles de Gaulle 91 400 - Orsay
<b>Etude de Sureté et Sécurité Publique</b> CRONOS CONSEIL 26, rue Buisson St Louis 75 010 - Paris	<b>Etude d'impact</b> ATELIER VILLES ET PAYSAGES 107, avenue Parmentier 75 011 - Paris	<b>Qualité Environnementale</b> ARTELIA 2, avenue François Mitterrand 93 210 - La Plaine St Denis
<b>Etudes Hydrauliques</b> BURGEAP 27, rue de Vanves 92 100 - Boulogne Billancourt	<b>Economiste</b> GV INGENIERIE 4, allée des Ambalais 94 420 - Le Plessis-Trevise	<b>Conseil Dépollution</b> URS FRANCE 87, avenue François Arago 92 017 - Nanterre Cedex
<b>Bureau de Contrôle</b> SOCOTEC 10, rue Molière 92 400 - Courbevoie	<b>Coordonnateur SPS</b> SOCOTEC 10, rue Molière 92 400 - Courbevoie	<b>Coordonnateur SSI</b> EURO COORD 45, rue du Martray 95 240 - Cormeilles-en-Parisis

**DUO**  
Paris Rive Gauche



<b>Maitrise d'ouvrage</b> IVANHOE CAMBRIDGE Investissements France 30, avenue George V 75008 PARIS	<b>Maitrise d'ouvrage déléguée</b> HINES France 66 Avenue Charles de Gaulle 92522 NEUILLY SUR SEINE Cedex
<b>Maitrise d'oeuvre</b> <b>Ateliers Jean Nouvel</b> 10, cité d'Angoulême 75 011 PARIS T +33 1 49 23 83 83 F +33 1 43 14 87 10	

**Phase**  
**PERMIS DE CONSTRUIRE**

**Titre**  
**PC 11**  
**ETUDE D'IMPACT - COMPLEMENT**

**Date** : 15 juillet 2014 **Echelle** :

811	AVP	PC	DOS	DUO	PC 11	A
PROJET	EMETTEUR	PHASE	DOCUMENT	ZONE	IDENTIFIANT	INDICE

ju mlyr VG

# DUO

Paris Rive Gauche

IVANHOE CAMBRIDGE INVESTISSEMENTS FRANCE

PRECISIONS ET COMPLEMENTS A L'ETUDE D'IMPACT DU PROJET DUO

ZAC PARIS RIVE GAUCHE



Juillet 2014

*Juillet 2014*

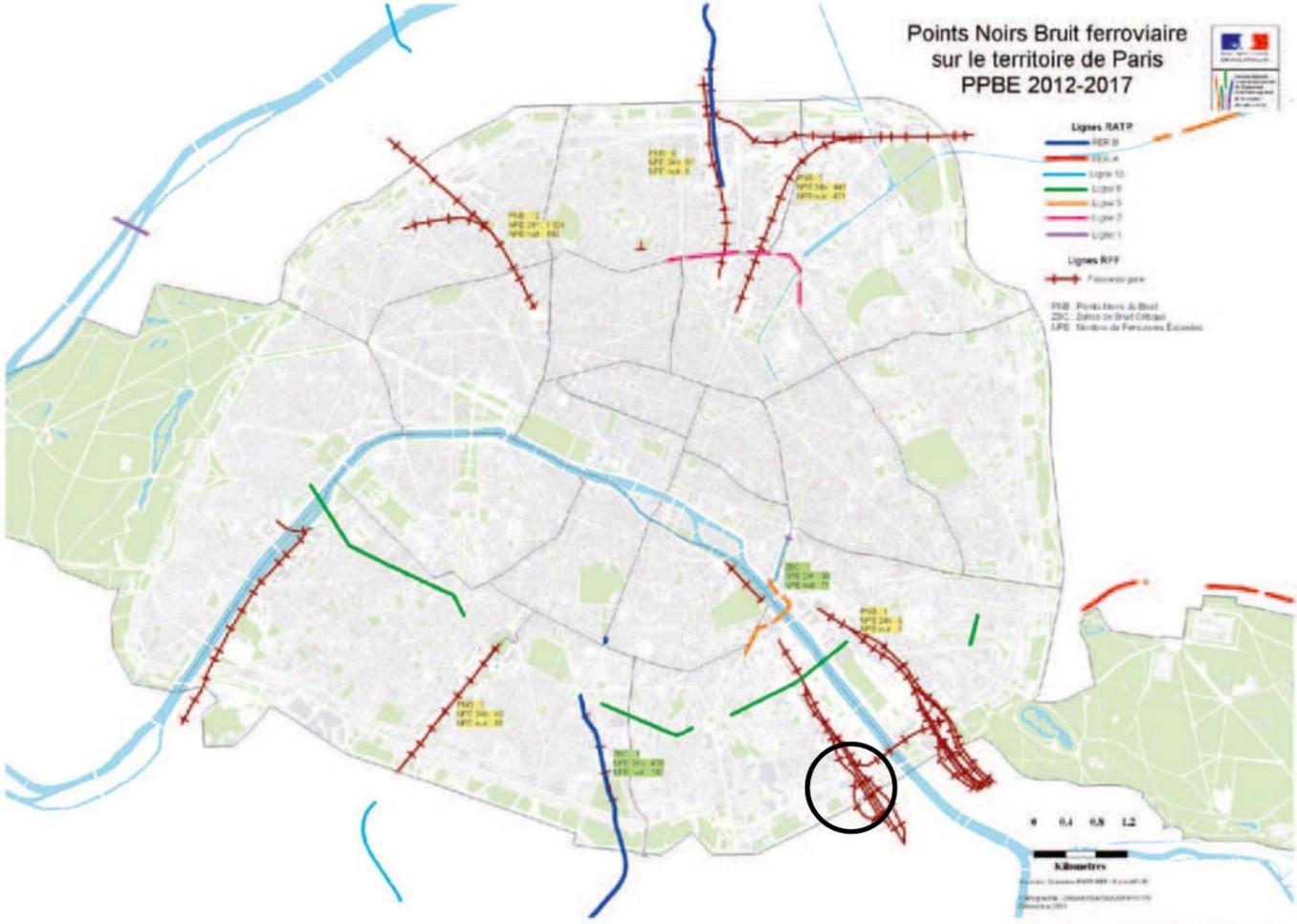
# I. Réponse du pétitionnaire suite à l'avis de l'Autorité Environnementale du 16 juin 2014

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
1. L'évaluation environnementale		Avis n'appelant pas de réponse
2. Analyse de l'état initial du territoire et ses enjeux environnementaux		Avis n'appelant pas de réponse
<p>2.1 Pollution des sols</p> <p><b>L'étude d'impact n'évoque pas le fait</b> que le site anciennement propriété de la RFF a déjà fait l'objet d'investigations pour ce qui concerne les pollutions des sols et eaux souterraines, en septembre 2006 et septembre 2010 et qu'un plan de gestion pour la zone saturée et non saturée ainsi qu'une analyse des risques résiduels prenant en compte l'état des sols et des eaux souterraines avant et après travaux, avaient été menés à la suite des demandes des services de l'Etat. La réhabilitation du site pour un usage de type tertiaire et hôtelier a ainsi été actée dans des rapports d'inspections de déc. 2011 et mars 2012 précisant cependant qu'il <b>appartenait au pétitionnaire</b> de vérifier la cohérence des dispositions constructives du projet avec celles prises en compte lors de la réhabilitation.</p> <p>Le projet final présenté, comporte 9 niveaux de sous-sol et nécessite l'excavation des sols jusqu'à 23.50 mètres de profondeur. Il a donc été nécessaire de mener des études complémentaires de pollution afin de déterminer quelles filières agréées seraient requises pour l'évacuation des terres hors site. L'étude d'impact (p.65) se réfère ainsi à des études de pollution des sols (oct 2011 et mai 2012 jusqu'à 12m de profondeur, oct et nov 2012 jusqu'à 23.50m). <b>Ces études auraient pu utilement être jointes en annexe</b> afin de pouvoir en étudier les détails. Une campagne de sondages (dont la date semble être mai-juin 2013) effectuée sur les 10 premiers mètres, répartis sur tout le site, est également évoquée, le schéma censé l'illustrer est cependant invisible.</p> <p><b>Dans l'ensemble, les résultats présentés par l'étude d'impact auraient mérités plus de précisions.</b></p>	<p>Commentaire</p>	<p>Concernant la pollution des sols :</p> <p>L'autorité Environnementale rappelle les études antérieures de pollution des sols menées sur le site (anciennement propriété RFF) qui ont permis d'acter, par les services de l'Etat, la faisabilité d'un programme tertiaire et hôtelier sur le site.</p> <p>Le plan d'aménagement de la SEMAPA et le projet DUO s'inscrivent dans ce cadre programmatique. Il est à préciser que ces dispositions prenaient en compte l'éventuel maintien sur site des terres pour lesquelles des mesures préventives de « réhabilitation » avaient été prises. Le parti d'aménagement architectural et technique retenu pour la construction du projet DUO a conduit à l'extraction de l'ensemble de l'assiette du site sur toute la profondeur des parkings. L'unique zone de pleine terre aménagée en limite du Bd périphérique étant constituée de terre végétale non polluée. Ainsi, l'évacuation des terres (suivant les différents niveaux de pollution et de filières de traitement précisées dans l'étude d'impact) est la solution retenue et supprime tout risque à terme pour les usagers du site.</p> <p>Afin de répondre à l'exigence de précisions de l'autorité environnementale sur ces points techniques, la notice technique réalisée par URS France sur la base des diagnostics environnementaux réalisés par EMTS pour la SEMAPA (30 septembre 2013) est jointe en annexe.</p> <p>Concernant la pollution des nappes souterraines :</p> <p>Un diagnostic sur 3 piézomètres a été réalisé en 2012 par BG / laboratoire Wessling pour le compte de la SEMAPA (bordereaux joints en annexe).</p> <p>L'analyse faite par URS France des résultats de ces sondages est la suivante :</p> <p>« Les trois ouvrages prélevés ont été analysés à une fréquence mensuelle pour les paramètres DCO, DBO, COT, pH, conductivité, les ions, 24 métaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP, liste de 16 composés de l'USEPA), les hydrocarbures totaux (HCT C10-C40), les PCB (7 congénères), les chlorobenzènes, les composés aromatiques volatils (BTEX, liste de 7 composés) et les composés organo-halogénés volatils (COHV, liste de 20 composés). De manière générale, les concentrations détectées ont été comparées aux valeurs les plus pénalisantes entre les</p>

*ju mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>Les terres étant polluées, il convient d'orienter les déblais vers les filières adaptées. Le dossier précise que les évacuations sont prévues selon des intervalles de profondeur (jusqu'à 10m, entre 10 et 12m, et entre 12 et 23.50m). <b>Les informations ayant conduit à ce raisonnement ne sont cependant pas données.</b></p> <p>Un plan de gestion avec tableau estimatif des volumes de terres à évacuer par filière est présenté (p.227). L'étude d'impact y fait référence à une <b>mission d'assistance technique environnementale (URS France – 30 sept. 2013) dont l'étude n'est pas jointe au dossier. Aucune analyse des risques résiduels prenant en compte l'état des sols et des eaux souterraines avant et après travaux</b> ne semble prévue pour vérifier la compatibilité des sols avec l'usage final du projet.</p> <p><b>L'AE engage le pétitionnaire à apporter toutes les précisions nécessaires à la bonne compréhension de la thématique de pollutions des sols.</b></p>	Exigence	valeurs réglementaires pour l'eau potable en France et des valeurs guides pour l'eau potable disponibles. A l'exception des paramètres conductivité, sulfates et nitrates et localement COT/aluminium, qui sont probablement liés à la qualité naturelle de la nappe, et un point en trichloroéthylène, les composés analysés n'ont pas été détectés à des concentrations supérieures aux valeurs de référence retenues. Ces résultats ne révèlent pas d'impact majeur pour les composés analysés. On peut noter cependant la présence d'un bruit de fond en composés organo-halogénés volatils avec notamment la présence de trichloroéthylène, de tétrachloroéthylène, de cis dichloroéthylène et de 1,1,1 trichloroéthane. »
2.2 Risques d'inondation		Avis n'appelant pas de réponse
<p>2.3 Milieux naturels</p> <p>L'étude faune-flore (Biotope – février 2014) présentée en annexe est de bonne qualité. Les dates d'inventaires sont précisées, ceci ne correspond néanmoins pas à un inventaire quatre saisons comme semble l'indiquer l'étude d'impact.</p>	Commentaire	<p>Les prospections de terrain ont débutées en juin 2013 et se sont finies en décembre 2013. Les expertises de terrain se sont déroulées sur un cycle biologique complet pour l'ensemble de la faune sauf les amphibiens, groupe pour lequel les potentialités de présence restent faibles au vue de la situation, du contexte et des connaissances des experts naturalistes. L'état initial apparaît donc robuste et représentatif de la diversité écologique des milieux naturels locaux et de leur richesse spécifique. La notion de relevé sur les « 4 saisons », n'est donc pas le terme approprié, puisqu'il s'agit de couvrir un « cycle biologique complet » qui ne se superpose pas nécessairement avec les saisons, puisqu'il s'agit de couvrir les périodes les plus favorables d'observation des espèces. Pour cela 4 périodes d'observations ont été choisies par les experts de BIOTOPE pour la faune (juin, septembre, octobre et décembre 2013) et 1 période (juin 2013) pour la flore de façon à procéder à un inventaire exhaustif.</p> <p>L'étude sur les milieux naturels réalisée par BIOTOPE, synthétisée dans l'étude d'impact et annexée dans son intégralité, est donc en tous points conforme aux exigences réglementaires issues du code de l'environnement (Art. L. 122-1 et suivants du code de l'environnement).</p>
<p>2.4 Transport et bruit</p> <p><u>Transport</u> Sans objet</p> <p><u>Bruit</u> Des cartographies de niveaux sonores à différentes hauteurs issues d'études menées dans le cadre de la ZAC Paris Rive Gauche pour le secteur Bruneseau sont présentées dans le dossier (p.114). <b>Les résultats présentés auraient pu être mieux commentés afin d'explicitier clairement les enjeux de ce secteur.</b></p> <p>Les niveaux sonores du secteur ferroviaire proche sont abordés (p.115) en se référant à des schémas datant de 2002. <b>L'autorité</b></p>	Commentaire	<p>L'Autorité Environnementale rappelle l'existence du récent « Plan de Prévention des Bruits dans l'Environnement » relatif aux infrastructures ferroviaires de Paris, approuvé par le Préfet le 6 juin 2012.</p> <p>La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement impose aux États membres d'analyser leur situation vis à vis du bruit, le but étant de caractériser, à l'aide d'indicateurs de bruit moyen journalier (Lden, sur 24h) et nuit (Ln), l'exposition au bruit des riverains des infrastructures de transports.</p> <p>Pour cela, des cartes de bruit ont été produites pour permettre au public d'avoir une estimation des valeurs du bruit moyen auquel il est exposé et des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE), visant à définir des mesures de réduction du bruit dans l'environnement, sont en cours d'élaboration.</p> <p>La loi française, transposée dans le Code de l'environnement, demande aux responsables des infrastructures à l'origine des pollutions sonores de définir leur choix et plans d'action pour limiter voire supprimer l'ensemble des cas de gêne au-delà des seuils indicatifs pour lesquels un traitement est conseillé.</p> <p>Sur le territoire de Paris, le préfet établit un plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) uniquement pour les voies ferrées dont le trafic</p>

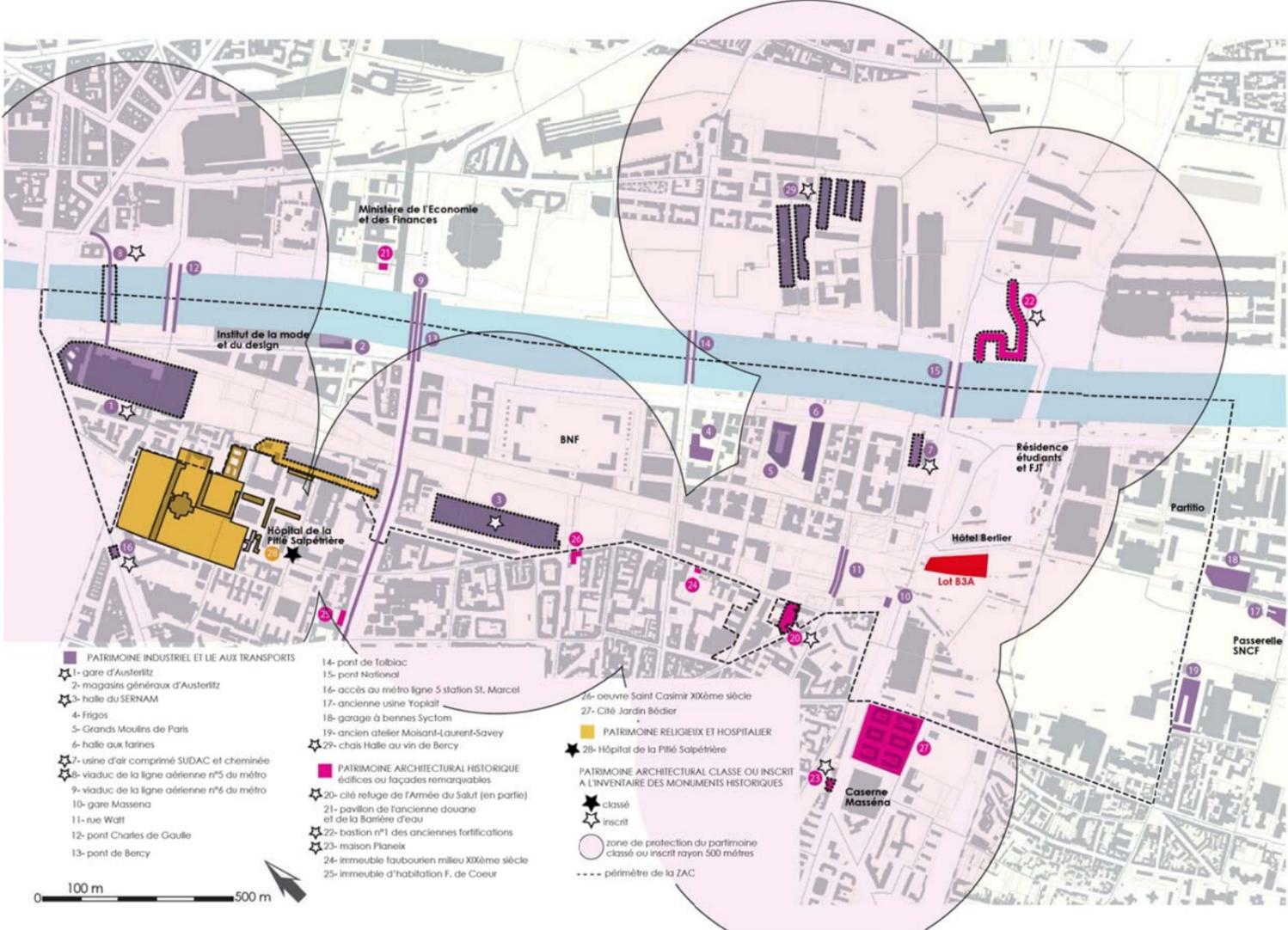
*ju mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p><b>environnementale rappelle</b> que le PPBE de la ville de Paris est en cours d'élaboration et que sa partie « infrastructures ferroviaires » a été approuvée le 6 juillet 2012, et <b>que le pétitionnaire doit s'y référer pour toute cartographie et en respecter les prescriptions.</b></p> <p>Des études spécifiques de l'état existant et prévisionnel (AVLS – 2013) sont citées (p.116) <b>sans être jointes en annexe au dossier.</b></p> <p>Les enjeux étant forts, <b>les conclusions qui en sont données auraient pu être mieux explicitées</b> notamment concernant les circulations futures du métro et des lignes TGV.</p>	<p><b>Exigence</b></p> <p><b>Commentaire</b></p>	<p>annuel est supérieur à 60 000 passages de trains, aucune infrastructure routière ou autoroutière ne dépendant de l'État sur le territoire parisien. Celui-ci précise :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les zones bruyantes et le nombre de personnes exposées à des niveaux de bruit dépassant les valeurs réglementaires sur le territoire parisien.</li> <li>- Sur le territoire de Paris, 13 zones de bruit critique dues aux infrastructures ferroviaires et 34 points noirs du bruit ont été identifiés par les gestionnaires RFF et RATP, dont le faisceau ferre d'Austerlitz qui longe le site du projet DUO.</li> <li>- Les mesures de réduction du bruit engagées par l'État et les gestionnaires depuis plusieurs années mais qui ne sont pas inscrites dans le présent PPBE.</li> <li>- Ces actions permettent ou ont permis de prévenir ou réduire sensiblement les nuisances sonores engendrées par les infrastructures ferroviaires mais n'entrent pas dans le programme d'action du présent PPBE comme par exemple, le remplacement des voies usagées, le meulage des rails, le remplacement du matériel roulant ou encore l'investissement dans des programmes de recherche.</li> <li>- Les mesures de réduction du bruit inscrites au présent PPBE et qui seront réalisées durant la période 2012 – 2017.</li> </ul>  <p><i>Carte des Points noirs du bruit ferroviaire de Paris du PPEB 2012-2017/ source : DRIEA Ile de France</i></p> <p>Le lancement de la révision du classement acoustique, la création d'un groupe de travail État, gestionnaires et ville de Paris, des travaux de traitement de façade, le renouvellement du matériel roulant, la modernisation des réseaux sont inscrits dans ce PPBE et feront l'objet d'un suivi.</p>

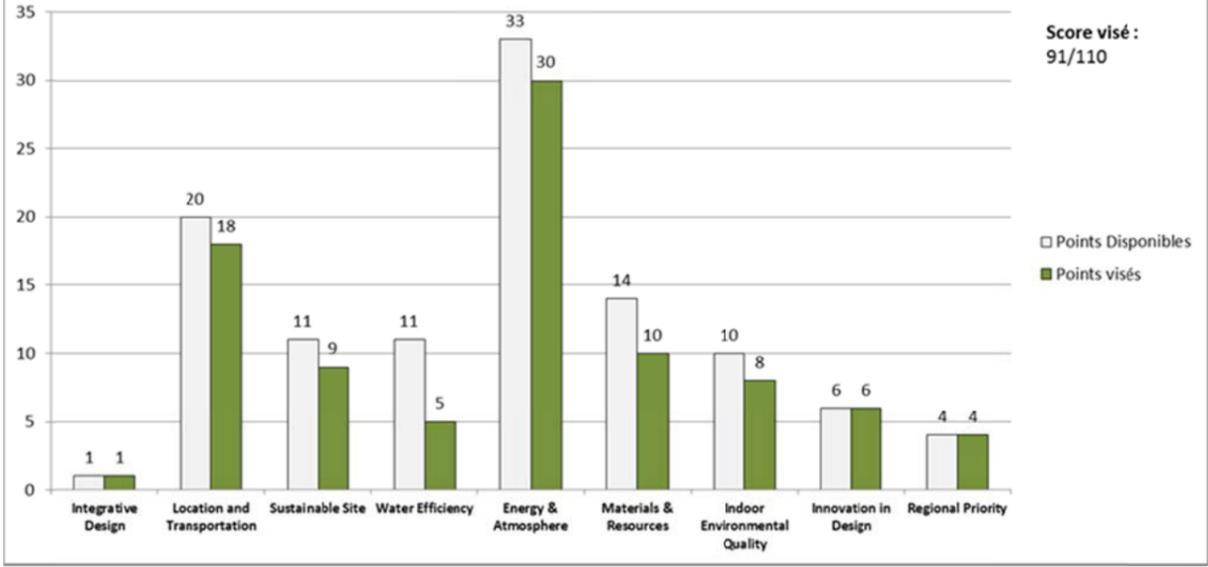
*ju mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		<p>Les principales actions des gestionnaires et exploitants ferroviaires durant la période 2012 – 2017 sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La RATP prévoit la résorption de tous ses points noirs bruit parisien d'ici 2017.</li> <li>- La SNCF contribue à réduire les points noirs du bruit dans le département de Paris en modernisant son matériel roulant (déploiement du francilien sur Paris nord puis Paris Saint-Lazare, arrivée du Régiolis sur Montparnasse et Paris Nord...).</li> <li>- RFF s'engage, sous réserve de financement, à proposer un programme de résorption des PNB parisiens qui reposera principalement sur du traitement de façade.</li> </ul> <p>L'ensemble des dispositions du PPBE de Paris sont de nature à réduire les nuisances sonores et vibratoires des infrastructures ferroviaires à la source. Ces mesures sont à engager par les gestionnaires et exploitants d'ici à 2017, soit avant la mise en service des tours DUO et permettront de réduire les nuisances ferroviaires actuelles sur le site.</p> <p>Concernant la circulation future du métro (ligne 10 prolongée) et des TGV au droit du site DUO, des simulations précises ont été réalisées dans l'étude du bureau d'études AVLS synthétisée comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le cadre du projet DUO, des mesures conservatoires sont prévues dans la partie ouest de l'infrastructure permettant le passage futur d'une voie de raccordement TGV RFF / SNCF depuis la gare de Lyon, et de l'extension future des voies de la ligne de métro n°10 de la RATP (représentée par la SEMAPA). Le passage futur du métro et du train dans les tunnels réalisés à cet effet ne doit pas aggraver en aucun cas les qualités acoustiques aériennes et solidiennes du projet.</li> <li>- Etude AVLS : Le BET acoustique AVLS a réalisé, à la demande de IVANHOE CAMBRIDGE Investissements France et en concertation avec la SEMAPA, une étude vibratoire afin de déterminer l'impact des circulations ferroviaires sur le projet, du point de vue du confort acoustique et vibratoire des futurs occupants de DUO, ainsi que les conditions dans lesquelles cet impact était compatible avec l'occupation prévue de DUO. Cette étude s'est appuyée sur les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'analyse du projet et des hypothèses ferroviaires à prendre en compte</li> <li>- La détermination des objectifs à atteindre en fonction du type d'occupation hôtel / bureau</li> <li>- Une campagne de mesures de l'impact des voies ferrées existantes sur le site</li> <li>- Une campagne de mesures de sites comparables à la configuration future de DUO</li> <li>- Le calcul des niveaux sonores et vibratoires prévisionnels générés par chaque type de voie (TGV et Métro).</li> </ul> </li> <li>- Conclusions de l'étude : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les niveaux de vitesse vibratoire (transmission solidienne) sont compatibles avec les activités bureaux et hôtel de DUO 2, quels que soient la configuration des voies et leur mode de pose.</li> <li>- Les objectifs de niveaux sonores (audibles) ne seront atteints dans DUO 2 que si les conditions suivantes sont respectées : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Les voies futures du Métro et de la voie TGV seront posées sur des systèmes anti-vibratiles de type « stedef » (standard utilisé par RFF et la RATP).</li> <li>o Dans le cas où, l'extension de la ligne de métro n°10 se faisant en plusieurs tranches, la station de métro Bruneseau devenait un terminus provisoire intermédiaire, les aiguillages nécessaires à l'exploitation de la ligne seront implantés à une distance d'au moins 50 m de DUO 2.</li> </ul> </li> <li>- Les sources potentielles de nuisances pour la tour DUO 1 sont les circulations ferroviaires existantes et les circulations routières sur le boulevard périphérique : les niveaux de vitesses vibratoires et les objectifs de niveaux sonores sont compatibles avec les activités bureaux de DUO 1 quel que soit la source.</li> </ul> </li> </ul>
<p>2.5 Le paysage et le patrimoine</p> <p>Le dossier décrit les bâtiments remarquables situés à proximité du site (p.103) <b>mais ne liste pas précisément</b> les monuments historiques de Paris qui lui sont proches et dont le périmètre de protection inclut le</p>	<p>Commentaire</p>	<p>Plusieurs monuments historiques de Paris sont localisés à proximité du site et figurent sur la carte du patrimoine (p 105) de l'étude d'impact. La carte actualisée ci-dessous fait apparaître les périmètres de protection (rayon de 500m) dont seuls deux périmètres liés à des monuments inscrits incluent le site du projet Duo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La cité refuge de l'Armée du Salut (n°20 sur la carte),</li> <li>- L'usine de la société d'air comprimé (SUDAC) et cheminée (n°7 sur la carte).</li> </ul>

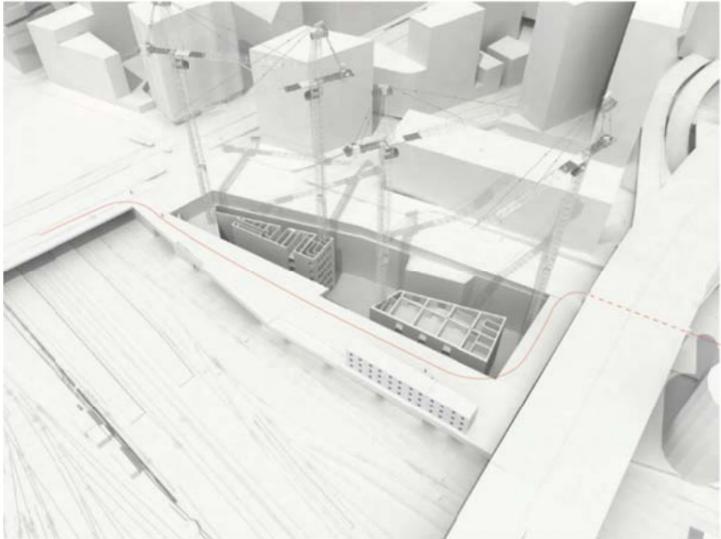
*ju mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>site du projet : cité-refuge de l'armée du Salut (inscription 15/01/1975), usine de la société urbaine d'air comprimé (inscription 29/06/1994), immeuble situé au 24bis-26bis bd Masséna (inscription 16/08/1976), bastion des anciennes fortifications au 117 bd Poniatowski (inscription 21/05/1970).</p>		 <p>Eléments de patrimoine à proximité du site (source : Atelier Villes &amp; Paysages d'après le PLU de Paris)</p>
<p>3. Justification du projet retenu</p>		<p>Avis n'appelant pas de réponse</p>
<p><u>Performance environnementales</u> Le projet est présenté comme respectant les grandes orientations du « Plan Climat Energie Paris 2012 » et visant des certifications environnementales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La certification HQE avec classement « exceptionnel » selon le Passeport Bâtiment Durable et notamment un niveau « très performant » pour ce qui concerne la gestion de l'énergie,</li> <li>- La labellisation BBC énergétique « Effinergie + »</li> <li>- La certification « Platinum » selon le référentiel américain LEED Core and Shell.</li> </ul>		<p>Les paragraphes 2.6.1 à 2.6.3 de l'Etude d'Impact Chapitre 2 rappellent les objectifs de certification du projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La certification HQE au niveau Exceptionnel</li> <li>- Le label Effinergie +</li> <li>- La certification LEED au niveau Platinum</li> </ul> <p>Le profil HQE y est présenté, présentant les 8 cibles Très Performant visées et les 6 cibles visées au niveau Performant. Le graphique suivant détaille pour chaque thématique les objectifs visés du projet pour obtenir la certification LEED au niveau Platinum :</p>

*ju mlyr v a*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE																																	
<p>L'autorité environnementale apprécie cette démarche <b>et rappelle qu'il est utile à la compréhension du public de mentionner alors les objectifs et cibles visés par ces certifications</b> pour ce qui concerne le présent projet.</p>	<p>Commentaire</p>	<p style="text-align: center;"><b>Répartitions des points visés par le projet pour l'obtention du niveau LEED Platinum</b></p>  <table border="1" data-bbox="1151 367 2359 934"> <caption>Répartitions des points visés par le projet pour l'obtention du niveau LEED Platinum</caption> <thead> <tr> <th>Catégorie</th> <th>Points Disponibles</th> <th>Points visés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Integrative Design</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Location and Transportation</td> <td>20</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Sustainable Site</td> <td>11</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Water Efficiency</td> <td>11</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Energy &amp; Atmosphere</td> <td>33</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Materials &amp; Resources</td> <td>14</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Indoor Environmental Quality</td> <td>10</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Innovation in Design</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Regional Priority</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>110</b></td> <td><b>91</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Score visé : 91/110</p> <p>Les paragraphes 2.6.4 à 2.6.7 et le paragraphe 2.8.3 du Chapitre 2 présentent les dispositions prises par le projet pour obtenir ces objectifs de certification, ainsi que les paragraphes 7.5 à 7.9 du Chapitre 3.</p>	Catégorie	Points Disponibles	Points visés	Integrative Design	1	1	Location and Transportation	20	18	Sustainable Site	11	9	Water Efficiency	11	5	Energy & Atmosphere	33	30	Materials & Resources	14	10	Indoor Environmental Quality	10	8	Innovation in Design	6	6	Regional Priority	4	4	<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>91</b>
Catégorie	Points Disponibles	Points visés																																	
Integrative Design	1	1																																	
Location and Transportation	20	18																																	
Sustainable Site	11	9																																	
Water Efficiency	11	5																																	
Energy & Atmosphere	33	30																																	
Materials & Resources	14	10																																	
Indoor Environmental Quality	10	8																																	
Innovation in Design	6	6																																	
Regional Priority	4	4																																	
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>91</b>																																	
<p><u>Servitudes aéronautiques</u> L'étude d'impact les évoque p.160 sans apporter de détails. <b>L'autorité environnementale précise</b> que la construction des tours DUO entraînera un léger décalage de l'itinéraire hélicoptère actuel vers le sud du périphérique. Ceci pourrait entraîner des contraintes de hauteur de construction applicables à la partie sud du secteur Masséna-Bruneseau (110m au sol), si des solutions pérennes de sont pas trouvées (à l'étude entre l'aménageur et la ville de Paris).</p> <p>Concernant les panneaux photovoltaïques prévus par le projet, il est recommandé d'utiliser ceux qui sont « anti-éblouissement ». <b>Une étude de sécurité devra être communiquée à la DGAC</b> afin de démontrer que les équipages d'hélicoptères concernés ne seront pas gênés par leur présence. Compte tenu du positionnement et de la hauteur des tours la présence à leur sommet d'un balisage réglementaire est exigible et nécessaire (arrêté du 07/12/2010).</p>	<p>Commentaire</p> <p>Exigence</p>	<p>Au vu de la proximité immédiate du projet avec le périphérique, au-dessus duquel s'effectue aujourd'hui la circulation des hélicoptères, et en considérant la taille de la tour Duo 1, l'itinéraire des hélicoptères devrait être déplacé vers l'extérieur de Paris, à une distance minimale de 150m de la tour Duo 1. Le tracé précis du nouvel itinéraire fera l'objet de discussions avec la DGAC.</p> <p>Même si le décalage du tracé vers l'Est génèrera des contraintes (limites de hauteurs) sur des emprises urbanisées ou constructibles, cet impact est limité dans la mesure où les zones potentiellement survolées sont constituées d'emprises non-constructibles (faisceaux ferrés, fleuve), ou de zones avec du bâti de faible hauteur (existant ou projeté). Le seul impact sur la limitation de hauteur concerne les IGH prévus de l'autre côté du périphérique (secteur Bruneseau) dont la hauteur serait limitée à 110m.</p> <p>Une étude complémentaire de réverbération a été effectuée par Solstyce (ultérieure à la remise de l'étude d'impact), ayant pour but d'évaluer le risque de gêne sur les pilotes d'hélicoptères des installations photovoltaïques en toiture des projets Duo.</p> <p>Il est rappelé que l'itinéraire des hélicoptères devrait être déplacé vers l'extérieur de Paris, à une distance minimale de 150m de la tour Duo 1 et qu'il existe encore des imprécisions quant au tracé définitif de cet itinéraire.</p> <p>Elle fait apparaître que le projet de panneaux photovoltaïques en toiture de Duo 1 implique l'utilisation de panneaux anti-éblouissement (suivant références données par la DGAC) afin de ne pas gêner les pilotes d'hélicoptères circulant au-dessus du périphérique et arrivant par le Nord-Est.</p> <p>Pour la tour Duo 2, la trajectoire de contournement n'étant pas encore retenue. Elle pourrait impliquer des risques d'éblouissement qui seront discutés avec la DGAC.</p> <p>La mesure identifiée pour répondre aux exigences de la DGAC est l'utilisation de verres anti-éblouissement sur les deux installations photovoltaïques (Duo 1 et 2). Pour Duo 1, leur utilisation est indispensable. Pour Duo 2, la nécessité d'installer des panneaux photovoltaïques équipés de ces verres anti-éblouissement pourrait être discutée avec la DGAC en fonction de la trajectoire de contournement retenue.</p>																																	
<p>4. Les impacts du projet et les mesures proposées par le pétitionnaire</p>		<p>Avis n'appelant pas de réponse</p>																																	

*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>4.1 La phase travaux</p> <p>Une vigilance particulière doit être apportée de la part du maître d'ouvrage et de l'ensemble des intervenants sur le site. Il convient en effet de réduire au maximum les nuisances pour les riverains. Dans le cadre des certifications HQE et LEED, des dispositions pour la gestion du chantier sont prévues. Une charte chantier à faible impact environnemental sera donc rédigée, reprenant les prescriptions des certifications et des cahiers de recommandations de la ville de Paris et de la SEMAPA (non précisées dans le dossier). A ce stade d'avancement, le document n'apparaît pas inclus dans le dossier.</p> <p>L'autorité environnementale remarque que le dossier note (p.308) que l'évaluation des impacts en phase travaux a été difficile du fait du caractère encore provisoire des principes de gestion et d'organisation du chantier et des incertitudes qui en découlent. Une vigilance devra donc être portée sur les mesures pour lesquelles le pétitionnaire opérera finalement afin de limiter les impacts de la période des travaux.</p> <p><b>L'autorité environnementale aurait ainsi apprécié que le pétitionnaire s'engage plus formellement</b> à privilégier les modes de transport alternatifs offerts par la proximité de la Seine et des voies ferrées afin de limiter les émissions de CO2.</p> <p>Les impacts paysagers seront forts durant la période des travaux, <b>le dossier dans sa thématique travaux (p.297-298) ne les aborde pas.</b></p>	<p>Commentaire</p> <p>Commentaire</p>	<p>Impacts paysagers pendant la phase travaux :</p> <p>Les éléments d'un chantier les plus rudes visuellement sont situés au niveau du sol (circulation d'engins, stockage de matériaux...) et en deçà (déblais pour fondations). La faible dimension de la parcelle limite fortement ces impacts paysagers durant travaux. Par ailleurs, au regard l'état existant du site et son utilisation à caractère technique par la SNCF, le paysage initial du site, qui ne présente pas de qualité particulière ne sera pas dégradé pendant la période de travaux. Il sera en revanche transformé, passant d'un paysage de « délaissé urbain » à celui de « chantier urbain ».</p> <p>Concernant les éléments verticaux liés au chantier (grues), leur présence s'insère dans un quartier en pleine mutation où ce type de structure temporaire est récurrent, voir permanent depuis le démarrage de la ZAC dans les années 90. Il participe même directement à l'image du quartier et amorce visuellement la présence future du bâti et sa progression suivant les différents secteurs de la ZAC, jusqu'au secteur Bruneseau, le plus à l'Est et le dernier à être aménagé. Il est également à noter qu'au-delà d'une certaine hauteur, les grues au sol seront remplacées par des grues fixées sur la structure du bâtiment avec un impact visuel réduit.</p>  <p>Impact visuel du chantier, phase 4 / source : AJN</p>  <p>Impact visuel du chantier, phase 6 / source : AJN</p>

*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>4.2 L'eau et les risques naturels</p> <p><b>L'autorité environnementale rappelle</b> que les dispositions du règlement du PPRI de Paris relatives à la zone bleue où se trouve le périmètre des tours DUO, doivent être respectées, notamment pour ce qui concerne potentiellement les locaux techniques (p.214) situés sur les différents niveaux de sous-sol.</p> <p><b>Il convient également de rappeler</b> que les constructions neuves en zone bleue doivent pour leurs bâtiments, chaque fois que possible, prévoir un accès donnant sur une voirie qui permette de rejoindre les zones non inondées, par des voies submergées par moins d'un mètre d'eau.</p> <p><b>L'autorité environnementale engage donc le pétitionnaire à apporter toutes les précisions nécessaires à la bonne compréhension de ces points.</b></p> <p>Pour ce qui concerne les rabattements de nappe temporaire nécessaire à la réalisation des neufs niveaux d'infrastructures souterraines, la construction des tours DUO fera l'objet d'une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau (dossier présenté en annexe). Les enjeux eau sont bien identifiés, <b>cependant l'effet barrage induit par les futurs sous-sols sur l'écoulement naturel de la nappe n'est pas abordé et mériterait d'être précisé.</b></p>	<p>Exigence</p> <p>Commentaire</p>	<p>Les dispositions réglementaires du PPRI de Paris sont effectivement en tous points respectées comme en atteste la notice de conformité du PPRI établie le 22 mai 2014 par BURGEAP (document établi suite à la soumission de l'étude d'impact à l'autorité environnementale):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rubrique III, C.4.1 relative à l'altimétrie de planchers : Les hauteurs NVP du RdC du projet (41.45 m à 43m NVP) sont au-dessus des cotes des PHEC (34.77m NVP)/ Par ailleurs, le projet n'inclue aucun logement et l'hôtel est situé au RdC et aux étages 17 à 24, ce qui les place également au-dessus de la cote des PHEC.</li> <li>- Rubrique III, C.1.6 relative à la Surface hors œuvre nette : le projet étant situé dans un secteur stratégique pour le développement économique et social de Paris ou d'intérêt national (périmètre violet continu sur la carte de zonage du PPRI), il n'est pas concerné par cette limitation de SHON.</li> <li>- Rubriques III, C.4.3, C.2.3, C.2.4 relatives à l'accessibilité : il est possible à partir du site de rejoindre des zones non inondées en empruntant des voiries submergées de maximum 1m d'eau. Par ailleurs, le passage public entre les deux tours est implanté au-dessus de la cote des PHEC. Pour l'hôtel (DUO 2), un plan indiquant les voies d'accès aux zones non inondées sera consultable dans le bâtiment par un affichage permanent.</li> <li>- Rubriques III, C.1.2, C.1.3, C.2.1 relatives à la protection particulière de certains biens (machineries et équipements vitaux des bâtiments, compteurs, réseaux de distribution): l'infrastructure du projet est conçue avec une paroi moulée rendant l'infrastructure étanche. Dans tous les cas les équipements sensibles pourront continuer à fonctionner en cas de crue ; les distributions en fluides seront situées hors crue et leur alimentation sera assurée par des dispositifs autonomes. Le projet prévoit plusieurs ascenseurs desservant les niveaux de sous-sols. Ils seront à machinerie embarquée et bloqués au RdC en cas d'alerte à la crue.</li> <li>- Rubriques III, C.2.2, C.4.2 relatives à la pérennité structurelle des bâtiments : la structure prévue étant entièrement constituée de béton, la pérennité des bâtiments est garantie, quand bien même l'immersion serait de 40 jours (ou plus). Par ailleurs l'ensemble des structures du bâtiment (dont parois latérales et radiers) ont été calculées pour résister aux sous-pressions liées au relèvement de la nappe lors des crues centennales.</li> </ul> <p>En conclusion, après analyse détaillée des différentes rubriques dans le cadre de la notice de conformité, le projet est conforme aux prescriptions du règlement du PPRI de Paris.</p> <p>Effet barrage induit par les futurs sous-sols sur l'écoulement naturel de la nappe : Le dossier loi sur l'eau établi par BURGEAP et relatif au rabattement de la nappe est annexé à l'étude d'impact. Celui-ci analyse l'effet de barrage des infrastructures du projet DUO qui sont présentés en page 28 et 29 du dossier tant en termes quantitatifs que qualitatifs :</p> <p>Impacts quantitatifs permanents sur la nappe : Il n'est pas prévu pour le projet de pompage dans la nappe. L'ensemble des infrastructures sera étanche. En revanche, il est question ici de l'obstacle permanent aux écoulements souterrains que représentent les infrastructures. La pente de la nappe des alluvions est de 0,15 % (d'après la carte piézométrique de A. Delesse). L'orientation du futur bâtiment sera approximativement perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe. L'effet barrage est estimé suivant la formule :</p> $\Delta h = L \times i$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• L : demi-longueur du bâtiment (67 m) ;</li> <li>• i = pente de la nappe au repos</li> </ul> <p>Soit une surélévation du niveau en amont de l'écoulement de 0,10 m et un rabattement équivalent en aval. Nous considérons que cet effet barrage s'appliquera à toutes les nappes interceptées par le projet. Ces calculs montrent que l'effet barrage est très limité et n'entraîne aucune conséquence.</p> <p>Impacts qualitatifs permanents sur la nappe : A l'issue de la phase de rabattement de nappe (phase travaux), les forages de pompage seront rebouchés dans les règles de l'Art (et selon la norme NF X10-999 et le guide d'application de l'arrêté interministériel du 11 septembre 2003) de manière à empêcher toute infiltration d'eau depuis la surface vers les eaux souterraines. Aucun rejet ou réinjection dans les eaux souterraines ne sera effectué en phase définitive. Le projet en phase définitive n'aura donc pas d'impact qualitatif sur le milieu souterrain et la ressource en eau souterraine.</p>

*ju mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>4.3 Les transports et le bruit</p> <p><u>Les transports</u> L'estimation des flux liés aux nouveaux usagers (6200 à 6400 personnes) et visiteurs du site à terme, est présentée p.272 de l'étude d'impact, <b>mais ne décrit pas l'impact de ces flux sur les éventuelles saturations des réseaux de transport en commun notamment en heures de pointe.</b> L'étude d'impact souligne la bonne connexion du projet aux différents réseaux de transport en commun. Le projet prévoit ainsi un accès direct à une station future de la ligne 10 du métro prolongée. <b>L'autorité environnementale précise cependant</b> que l'échéance de la prolongation de la ligne 10 de la gare d'Austerlitz à Ivry-Confluence reste à déterminer, le conseil régional d'IdF ayant actuellement simplement voté le 20/11/2011 le financement d'études d'opportunité et de faisabilité en vue de ce prolongement.</p> <p><u>Le bruit</u> Les nuisances sonores et vibratoires sont évoquées (p.283 à 286) en se référant à des <b>études acoustiques non jointes au dossier.</b> Beaucoup d'équipements bruyants paraissent prévus en sous-sol du belvédère : prises d'air et extraction des centrales de traitement d'air des sous-sols, aéro-réfrigérants, amenées d'air des groupes électrogènes. <b>Les contributions sonores des divers équipements devront être précisées</b> pour pouvoir en déduire plus spécifiquement les mesures à prendre pour respecter les normes réglementaires. <b>Des précisions devront également être apportées concernant le respect des prescriptions du PPBE de la ville de Paris.</b></p>	<p>Commentaire</p> <p>Exigence</p> <p>Exigence</p>	<p>Les nouveaux utilisateurs du projet DUO (6200 à 6400 personnes) se répartissent suivant plusieurs modes de transport (suivant les parts modales observées à Paris et dans le 13ème arrondissement). Ainsi l'étude de mobilité et de trafic réalisée par le bureau d'étude EGIS établit que les flux de nouveaux usagers des transports en commun générés par le projet DUO sera de 7300 mouvements journaliers dont la moitié environ (3700 déplacements) aux heures de pointe du matin (amplitude plus importante le soir qui génère moins de déplacements aux heures de pointe).</p> <p>Il apparait donc qu'à la livraison du projet DUO (2019), les flux générés par DUO de 3700 déplacement en HPM et légèrement plus par les deux lots réalisés à cette échéance sur Bruneseau seront amplement absorbés par les réseaux de transport lourds existant dans un rayon de 600m :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le RER C, qui dessert la gare Bibliothèque François Mitterrand à raison d'un train toutes les 20 secondes en heures de pointe (fréquentation journalière de la gare de 47 894 voyageurs et 540 000 pour l'ensemble de la ligne –donnée SNCF 2012)</li> <li>- Le Métro ligne 14, dont la capacité à récemment été augmentée (décision du Conseil d'administration du STIF du 5 juin 2014) par la mise en circulation de 8 navettes supplémentaires (soit 5776 passagers/jour de capacité supplémentaires). La fréquentation journalière actuelle de la ligne 14 est de près de 500 000 voyageurs</li> <li>- Le tramway T3, qui dessert la station Avenue de France à raison d'un train toutes les 4 minutes aux heures de pointe. La fréquentation journalière du T3 est de 115 000 voyageurs en moyenne avec une capacité horaire de 4500 voyageurs par heure environ.</li> </ul> <p>A ces transports en commun dits « lourds » (modes ferrés à grande capacité) s'ajoutent le pôle bus place Farhat Hached.</p> <p>Ainsi, le volume de flux généré par le projet DUO n'est pas de nature à saturer ces réseaux de transport. Par ailleurs, et en accompagnement des développements de l'Est parisien et francilien, de nouvelles lignes de transports sont programmées et inscrites dans les documents de planification :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le prolongement de la ligne 10 du métro qui desservira directement l'îlot du projet DUO</li> <li>- le bus en site propre de la ligne TZEN 5 qui desservira l'îlot au droit de la rue Bruneseau.</li> </ul> <p>Ces réseaux permettront d'absorber les 19 000 voyageurs journaliers générés par l'ensemble du quartier Bruneseau Nord à terme.</p>
<p>4.4 Les milieux naturels</p> <p><b>L'autorité environnementale rappelle que</b> dans la mesure où le projet est susceptible de détruire des espèces protégées ou leurs habitats (lézard des murailles et pipistrelles), <b>le pétitionnaire doit impérativement, avant d'entreprendre tous travaux, procéder à une demande de dérogation relative à l'interdiction de destruction d'espèces</b> (art L.411-1 du CE). Les mesures d'évitement, de réduction d'impacts ou de compensation telles que celles présentées dans l'étude d'impact doivent être proposées dans le cadre de cette procédure.</p>		<p>L'étude relative aux Milieux Naturels établie par BIOTOPE (février 2014), synthétisée dans l'étude d'impact et annexée dans son intégralité, établit que les impacts résiduels sur les espèces protégées et leurs habitats sont négligeables. A ce titre il n'y a pas lieu d'établir une demande de dérogation relative à l'interdiction de destruction d'espèces (art L.411-1 du Code de l'Environnement). Les échanges récents (juillet 2014) avec le Service nature, paysages et ressources de la DRIEE Ile de France (Pôle police de la nature, chasse et CITES) confirment que cette demande n'est pas requise pour le projet DUO.</p> <p>L'étude de BIOTOPE met en effet en évidence qu'une espèce de reptile protégée, au titre de ses individus et de ses habitats est considérée comme présente sur l'emprise immédiate du projet au vu des habitats présents. Il existe donc une contrainte réglementaire liée au groupe des reptiles. Bien que le Léopard des murailles soit vraisemblablement présent, il n'a pas été observé lors des inventaires réalisés dans le cadre de cette étude. Cette espèce peu discrète doit donc être faiblement représentée sur l'emprise du projet. La présence de cette espèce assez commune en Ile-de-France constitue un enjeu écologique faible (voir tableau des contraintes et enjeux ci-dessous). Suite à la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction des impacts sur cette espèce, l'impact résiduel est négligeable (voir tableau des impacts résiduels du projet ci-dessous).</p> <p>Aucune autre espèce présente sur le site ne constitue une contrainte réglementaire.</p>

*ju mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE																																																												
		<p style="text-align: center;"><b>Tableau 22. Contraintes et enjeux sur l'emprise du projet</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Groupe concerné</th> <th style="text-align: center;">Nombre d'espèces total</th> <th style="text-align: center;">Nombre d'espèces protégées</th> <th style="text-align: center;">Contraintes réglementaires</th> <th style="text-align: center;">Nombre d'espèces patrimoniales</th> <th style="text-align: center;">Enjeu écologique maximal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"><b>Tous groupes</b></td> </tr> <tr> <td>Habitats naturels</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Non</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">Faible</td> </tr> <tr> <td>Flore</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Non</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Modéré</td> </tr> <tr> <td>Insectes</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Non</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Modéré</td> </tr> <tr> <td>Amphibiens</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Non</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Nul</td> </tr> <tr> <td>Mammifères</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Non</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Nul</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Oui</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Faible</td> </tr> <tr> <td>Oiseaux nicheurs</td> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">Non espèce uniquement en transit et en chasse</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Faible</td> </tr> <tr> <td>Chiroptères</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Non espèce uniquement en transit et en chasse</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Faible</td> </tr> </tbody> </table> <p>(tableau figurant p 60 de l'étude Milieux Naturels de Biotope)</p>	Groupe concerné	Nombre d'espèces total	Nombre d'espèces protégées	Contraintes réglementaires	Nombre d'espèces patrimoniales	Enjeu écologique maximal	<b>Tous groupes</b>						Habitats naturels	3	0	Non	-	Faible	Flore	75	0	Non	2	Modéré	Insectes	8	0	Non	1	Modéré	Amphibiens	0	0	Non	0	Nul	Mammifères	0	0	Non	0	Nul	Reptiles	1	1	Oui	0	Faible	Oiseaux nicheurs	13	8	Non espèce uniquement en transit et en chasse	0	Faible	Chiroptères	2	2	Non espèce uniquement en transit et en chasse	0	Faible
Groupe concerné	Nombre d'espèces total	Nombre d'espèces protégées	Contraintes réglementaires	Nombre d'espèces patrimoniales	Enjeu écologique maximal																																																									
<b>Tous groupes</b>																																																														
Habitats naturels	3	0	Non	-	Faible																																																									
Flore	75	0	Non	2	Modéré																																																									
Insectes	8	0	Non	1	Modéré																																																									
Amphibiens	0	0	Non	0	Nul																																																									
Mammifères	0	0	Non	0	Nul																																																									
Reptiles	1	1	Oui	0	Faible																																																									
Oiseaux nicheurs	13	8	Non espèce uniquement en transit et en chasse	0	Faible																																																									
Chiroptères	2	2	Non espèce uniquement en transit et en chasse	0	Faible																																																									

*ju Mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE				
		<b>Impacts résiduels du projet</b>				
		<i>Habitat naturel ou groupe biologique concerné et enjeux de conservation</i>	<i>Effets dommageables prévisibles du projet</i>	<i>Statuts réglementaires de l'élément concerné</i>	<i>Mesures d'évitement et de réduction de l'effet</i>	<i>Impacts résiduels du projet et conséquences réglementaires</i>
		<b>Faune</b>				
		Reptiles : Lézard des murailles	Destruction d'individus (et éventuellement des œufs) au cours du chantier  Destruction de l'habitat d'espèces du Lézard des Murailles	Protection des individus et des habitats	MR01 : Perméabilité à la faune des clôtures mises en place dans les aménagements paysagers  C01 : Présence de l'habitat d'espèces du Lézard des murailles dans le projet DUO C02 : Présence de végétation indigène favorable aux insectes, oiseaux et chauves-souris dans le projet DUO	Impact négligeable
		Insectes	Destruction des habitats d'espèces	/	C02 : Présence de végétation indigène favorable aux insectes, oiseaux et chauve-souris dans le projet DUO	Impact négligeable
		Oiseaux	Mortalité accentuée des oiseaux par collision (bâtiments)  Destruction ou dégradation de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Protection des individus	C03 : Limitation partiel du phénomène de collision des oiseaux contre les parois vitrées, dues à des choix esthétiques et techniques pour certaines façades.  C02 : Présence de végétation indigène favorable aux insectes, oiseaux et chauves-souris dans le projet DUO	Impact faible
		<b>Flore</b>				
		Plantes invasives	Perturbation du milieu favorisant la dynamique d'espèces invasives : dispersion des plantes présentes sur le site vers des sites hors emprise du projet.	/	MR02 : Contrôle des espèces végétales invasives	Impact faible
		<b>Corridors écologiques</b>				
		Continuités écologiques faunistiques	Destruction ou dégradation des habitats naturels	/	C02 : Présence de végétation indigène favorable aux insectes, oiseaux et chauves-souris dans le projet DUO C01 : Présence de l'habitat d'espèces du Lézard des murailles dans le projet DUO	Impact négligeable
			Fragmentation des habitats d'espèces	/	MR01 : Perméabilité à la faune des clôtures mises en place dans les aménagements paysagers	Impact négligeable
		(tableau figurant p 74 de l'étude Milieux Naturels de Biotope)				
<p>4.5 Le paysage</p> <p>L'analyse paysagère est longuement développée et richement illustrée. <b>Il aurait cependant été apprécié qu'une analyse des vues et perspectives</b>, notamment du secteur du projet Rive Gauche déjà construit (av de France), <b>et des ambiances associées aux bâtiments hauts soient abordées tout comme l'usage quotidien du territoire environnant et le point de vue de l'habitant.</b></p> <p><b>Il aurait été intéressant d'aborder les itinéraires de promenades piétonnes du secteur et en montrer les paysages associés.</b> La vue situant les tours dans l'espace des voies ferroviaires (p.183) ne sera pas celle des passagers, qui sera beaucoup plus limitée.</p>	<p>Commentaire</p>	<p>Des perspectives complémentaires ont été réalisées par les Ateliers Jean Nouvel, dans le but de faciliter l'appréhension de l'insertion urbaine du projet et des espaces publics et parcours générés.</p>				

*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>La vue depuis le Sacré Cœur (p.186) montre sur la vue des 4 tours de la Bibliothèque FM l'irruption d'une tour deux fois plus haute. Cette émergence apparaît réduite au niveau des berges confluent Ile St Lois (p.189). <b>Il aurait été intéressant de présenter des vues du projet depuis d'autres points de vue privilégiés de la Bibliothèque,</b> notamment le long des berges à l'est du pont d'Austerlitz.</p> <p>Les choix de composition et d'insertion urbaine sont justifiés <b>cependant aucune vue n'est donnée sur les axes transversaux de liaison vers la Seine,</b> alors que les orientations du projet Rive Gauche prévoyaient de favoriser l'ouverture du quartier vers la Seine.</p> <p><b>La relation de la tour avec le périphérique aurait pu être mieux décrite,</b> l'impact de dévers négatif qui va surplomber l'autoroute n'est pas étudié, alors même que cela constituera sans doute un événement majeur de la visibilité et de la notoriété des tours Duo.</p> <p><b>Il convient de remarquer que les détails donnés (p.215)</b> sur l'entretien des façades ne donnent aucune garantie sur la pérennité des espaces verts suspendus, qui pourraient, s'ils souffraient d'entretien, devenir des signes très visibles dégradant le paysage.</p>		 <p>Vue depuis la rue Berlier (dans le sens de circulation des quais à l'Est vers l'Ouest)/ source : AJN</p> <p>En l'état actuel, la rue Berlier ne dispose pas de fronts urbains bâtis clairs et son tracé est irrégulier. Elle n'offre pas de parcours lisible et fonctionne comme une contre-allée technique. Sa reconfiguration programmée dans le projet Bruneseau lui donnera un aspect plus urbain (rectification du tracé, création de fronts bâtis). L'introduction d'un volume bâti clair dans son axe (en regardant vers l'Ouest) complète cette reconfiguration pour inscrire cette voie à l'échelle des parcours dans le quartier.</p>

*Ju Mlyn V G*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE	
		 <p data-bbox="1151 1669 1973 1701">Vue de la faille depuis le belvédère vers l'immeuble Berlier / source : AJN</p> <p data-bbox="1151 1732 2789 1837">La faille ménagée entre les deux tours permet de faciliter la circulation au sol et les parcours à l'échelle du piéton (liaison rue Berlier/belvédère) et met également en relation les bâtiments aux éléments urbains alentours. En effet, l'hôtel Berlier est bien visible depuis le belvédère, et la rue Bruneseau apparaît au bout de l'allée piétonne, renforçant la liaison de la parcelle à la trame viaire du quartier.</p>	

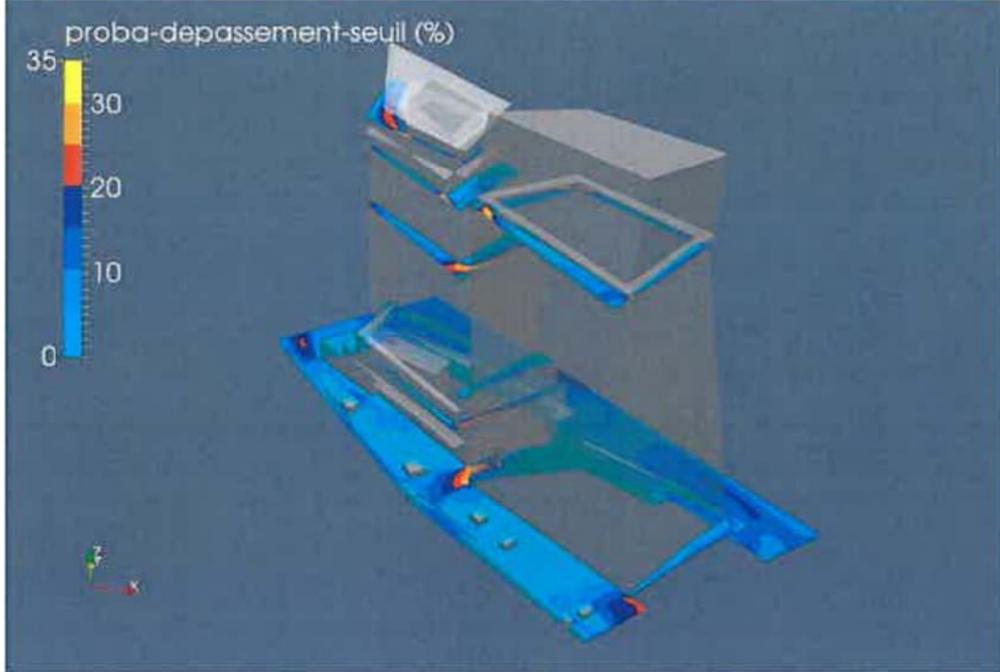
*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		 <p data-bbox="1151 1724 2792 1787">Mise à jour avec cadrage élargis sur les emmarchements : Vue depuis le haut de la faille vers le belvédère – en arrière-plan la silhouette du secteur Bruneseau Sud, à plus long terme/ source : AJN</p> <p data-bbox="1151 1822 2754 1885">Malgré la volumétrie monumentale du projet, les espaces libres sont traités de manière à inscrire la parcelle dans la trame d'espaces publics du quartier. La perméabilité permise par la faille illustre ce principe, elle permet de relier clairement la rue Bruneseau au belvédère.</p>

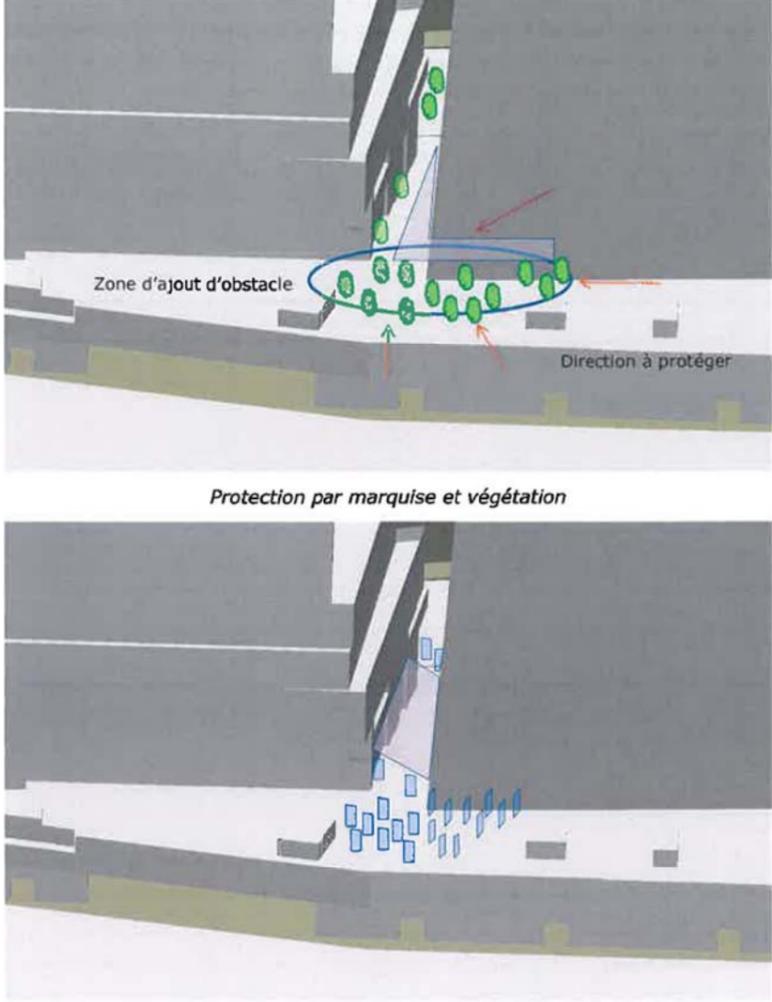
*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>4.6 L'ensoleillement et le ventement</p> <p><u>Ensoleillement</u> La thématique de l'ensoleillement représente un enjeu important pour les projets d'IGH. La démarche retenue pour la modélisation des ombres portées à terme par le projet est celle de l'héliodon. Le dossier présente des cartographies d'ombres portées sur les secteurs limitrophes à différents moments de l'année (juin, septembre, décembre à 10,12,14 et 16h, mars n'est pas présenté car identique à septembre). <b>Seuls les immeubles de logements sont pris en compte, les ombres de décembre ne sont pas entièrement visibles.</b> L'impact permanent sur l'ensoleillement dont bénéficient ces immeubles est reconnu comme étant fort. <b>Il aurait été apprécié que les pertes annuelles d'ensoleillement pour les bâtiments concernés, et donc la réduction de l'ensoleillement sur ces secteurs soient évaluées avec plus de précisions.</b></p> <p><u>Ventement</u> <b>La présentation du thème du ventement est très succincte (p.295-296), elle concerne les piétons et se résume à des généralités, accompagnées d'une conclusion et de schémas peu explicites.</b> <b>Il aurait été apprécié que l'étude aéraulique détaillée soit jointe au dossier</b> afin de connaître les modélisations mises en œuvre ainsi que leurs effets sur les secteurs du projet à différentes saisons (notamment lors des occurrences de vent fort en hiver). <b>Des précisions sur la répartition et la puissance relative des vents sur le site ne sont pas données. La localisation des zones d'inconfort constatées et leur niveau de gravité, manque de détails. La répartition des éventuelles zones d'inconfort n'est pas présentée.</b> Afin de s'assurer du bon fonctionnement des espaces du projet, il convient que le site soit en mesure d'offrir des conditions de confort suffisantes. <b>L'AE engage donc le pétitionnaire à apporter plus de précisions sur ces points.</b></p> <p>Afin d'offrir aux futurs usagers un confort suffisant, le projet prévoit la mise en place d'ouvrages spécifiques. Ainsi des espaces de végétation ou brise-vents ont été envisagés pour chaque zone mais nécessitent des calculs complémentaires pour être évalués. Les nouveaux calculs aérauliques intégrant ces dispositifs permettront leur localisation plus fine et la précision des caractéristiques des brise-vent. Pour le belvédère, la mise en place d'une séparation physique (paroi vitrée) en limite du domaine SNCF et l'implantation de végétations sont prévues pour atténuer les zones d'inconfort et offrir une</p>	<p>Commentaire</p> <p>Commentaire</p> <p>Commentaire</p> <p>Exigence</p>	<p>Suite aux recommandations des ateliers « grande hauteur » de 2007 et à l'identification précise du secteur Masséna Bruneseau pour le déplaçonnement des hauteurs maximales des constructions, le PLU de Paris a fait l'objet d'une révision simplifiée visant à permettre l'implantation d'IGH sur le secteur (180m maximum). Le gabarit du futur projet a donc été préalablement débattu et ses impacts en termes d'ensoleillement ont donc été appréhendés en amont. Le projet Duo s'inscrit dans ce contexte règlementaire précis. Cependant, la réflexion sur son organisation volumétrique va au-delà de la simple application de la réglementation en vigueur, puisqu'un parti d'aménagement spécifique a été retenu pour limiter au maximum les impacts du gabarit sur l'environnement urbain immédiat, y compris au niveau de l'ensoleillement. Ainsi, la tour la plus haute (Duo 1) est implantée à l'Est, côté périphérique de façon à s'éloigner des habitations. La silhouette des deux tours s'affine vers le haut, ce qui réduit la surface d'ombre portée. Enfin, l'ouverture jusqu'au sol (faille entre les deux tours) ménage un cône de lumière.</p> <p>Les représentations visuelles des ombres portées par les tours (héliodons) figurant dans l'étude d'impact prennent bien en compte l'ensemble des bâtiments environnants. Les bâtiments à usage de logement ont été identifiés par un pointillé rouge, s'agissant de ceux pour lesquels la réglementation relative à l'ensoleillement s'applique. Concernant les ombres de décembre et plus globalement les ombres « basses » (lever et coucher du soleil) dont la longueur tend vers l'infini (angle des rayons quasi parallèle au sol), leur représentation complète en plan ne s'avère pas pertinente pour l'analyse des impacts sur l'ensoleillement. En effet, au-delà d'une certaine distance, la notion d'ombre portée n'a plus de sens, celle-ci étant bloquée par les bâtiments ou autres obstacles les plus proches.</p> <p>Ainsi, l'analyse des héliodons sur les différentes périodes de l'année et de la journée montre que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'impact le plus important a lieu en hiver sur les futurs bâtiments situés au Nord du projet Duo. Cependant aucun d'entre eux ne sera dans l'ombre portée du projet toute la journée ;</li> <li>- l'impact est limité pour les bâtiments au Nord-Est l'hiver ;</li> <li>- l'impact est très restreint l'été.</li> </ul> <p>Aucun bâtiment au Sud du projet DUO n'est impacté.</p> <p>Il n'est pas possible d'évaluer les pertes annuelles d'ensoleillement par bâtiment. En effet, le degré de complexité d'une telle simulation requerrait des données d'entrée précises. Hors la plupart des bâtiments sur lesquels portent les simulations ne sont pas encore construits. Il est donc à la fois impossible de comparer avec un état existant et de calculer précisément la durée d'ensoleillement sans les détails de conception architecturale : hauteur de la construction, aspect et orientation des façades... De plus, le projet se situe dans un quartier en mutation : l'état existant d'aujourd'hui n'est pas pertinent pour effectuer une comparaison avec un état futur (par exemple, même si le projet Duo n'existait pas, d'autres constructions pourraient projeter des ombres ayant les mêmes impacts...).</p> <p>Ventement Des essais en soufflerie sont en cours par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).</p> <p>Des études complémentaires ont été menées (volet 2 de l'étude de confort au vent et de la sécurité au public, CSTB, jointe en annexe). Le volet 2 inclut des simulations de vents prenant en compte le projet (modélisation des tours Duo incluses dans la simulation numérique) et mettant en évidence des zones où l'inconfort, voire le risque peuvent apparaître. Les données de ventement prises en compte sont celles de la station de Vélizy.</p> <p>Les zones étudiées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le parvis extérieur, soit toute la zone au sol située aux pieds des tours : belvédère, Nord-Est et passage entre les tours)</li> <li>- la terrasse aux niveaux supérieurs de Duo 1</li> <li>- les balcons et terrasses des étages atypiques de Duo 2.</li> </ul>

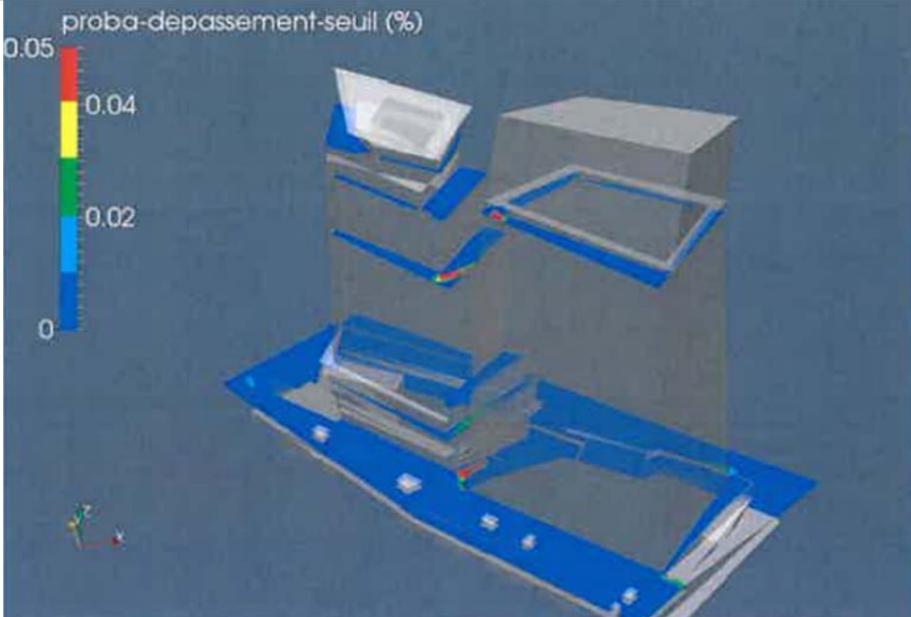
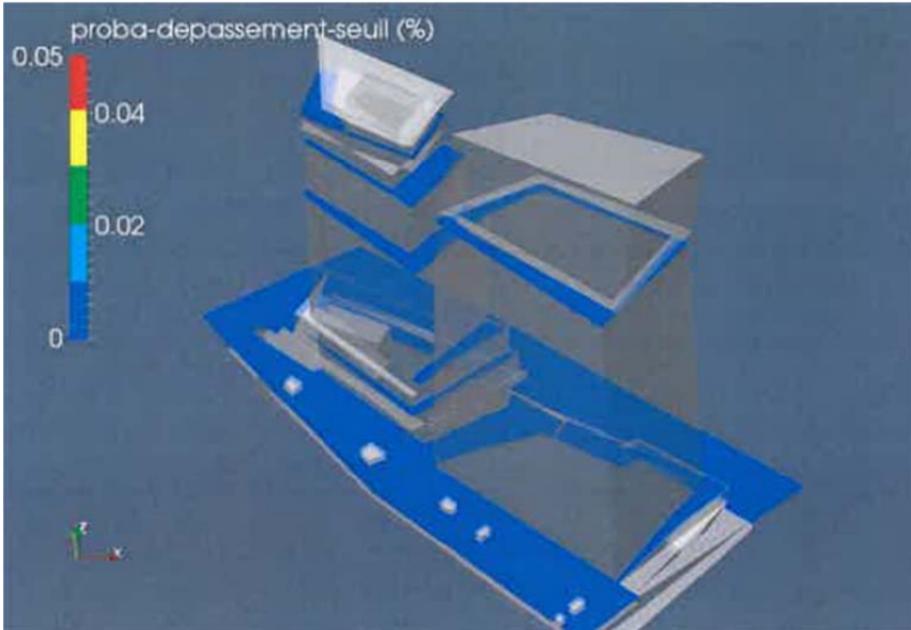
*ju mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>protection aux piétons. A ce stade d'avancement du dossier, la localisation et le dimensionnement des ouvrages ne sont pas encore précisés. Il conviendra donc de porter une attention particulière sur ces points dans les étapes ultérieures du projet. <b>L'AE note donc que lorsque les ouvrages envisagés seront clairement définis, des modélisations des vents les intégrant devront être menées afin de définir avec précision et s'assurer du niveau de confort suffisant des piétons dans les zones concernées.</b></p> <p>Aucune étude de ventement concernant l'impact du projet sur les façades des bâtiments proches n'a été conduite.</p>	<p>Exigence</p>	<p>Gêne Le seuil de gêne pris en compte est de 3,6m/s</p>  <p>Probabilités de dépassement du seuil de gêne, vue Sud/ source : Etude de vent volets 2 et 3, CSTB</p> <p>Les zones d'inconfort qui apparaissent sont dues aux accélérations (contournement des arêtes des tours pour les vents de secteur sud-ouest) et à l'effet de brèche pour les vents de nord-est. Les niveaux de fréquence de dépassement (nombre d'occurrences de dépassement du seuil de gêne) sont élevés sur certaines zones (plus de 20% du temps annuel). Ceci a pour impact des difficultés d'usages des terrasses et du belvédère et des problèmes dans la localisation des entrées des tours, situées dans des zones contraintes. Des traitements aérodynamiques sont donc rendus nécessaires, selon deux axes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- augmentation des obstacles en amont et dans les zones accélérées pour freiner l'écoulement (action dans le plan vertical). Les éléments de protection peuvent être : végétation couvrant la tranche de 1 à 5m, écrans brise-vent pleins ou faiblement poreux (20%) de 3 à 4 m de hauteur et de 1,5 à 2m de largeur.</li> <li>- limitation des écoulements descendants par le positionnement d'une « marquise » au-dessus des zones identifiées (action dans le plan horizontal). Les éléments de protection seront pleins, placés de 4 à 5m de hauteur au-dessus du belvédère, pour une largeur de 5m. Une couverture totale de la brèche peut être envisagée.</li> </ul>

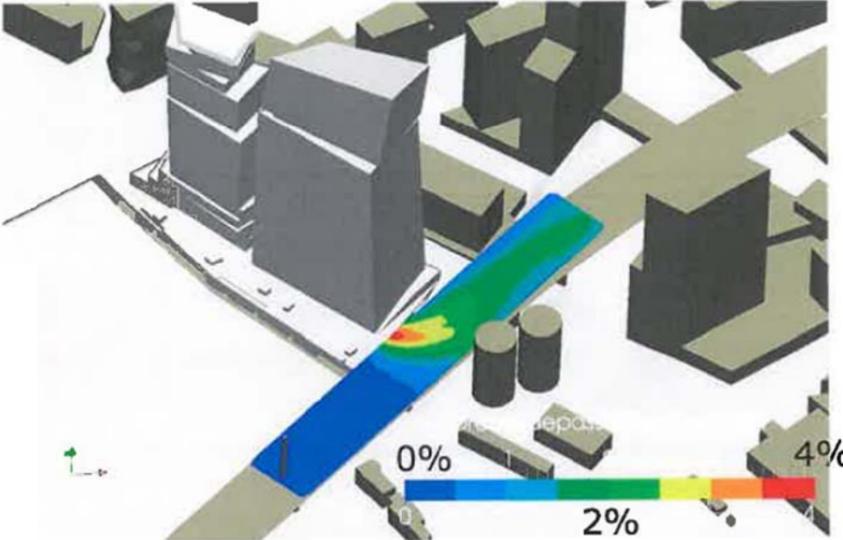
*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		 <p><i>Protection par marquise et végétation</i></p> <p><i>Protection par couverture totale et écrans</i></p> <p>Propositions de protection pour le belvédère et la faille / source : Etude de vent volets 2 et 3, CSTB</p> <p>Pour les terrasses et les étages supérieurs, un cloisonnement perpendiculaire aux façades et/ou une rehausse des garde-corps (pleine ou poreuse à 30%, sur 0,6m, limitée aux zones exposées) réduiront la gêne due au vent.</p> <p>Sécurité du public Les seuils de sécurité sont de 15,75m/s pour les espaces tout public et de 21m/s pour les espaces interdits aux cyclistes et personnes sensibles. Une fréquence acceptable est associée à un évènement par an (probabilité de 0,03%).</p>

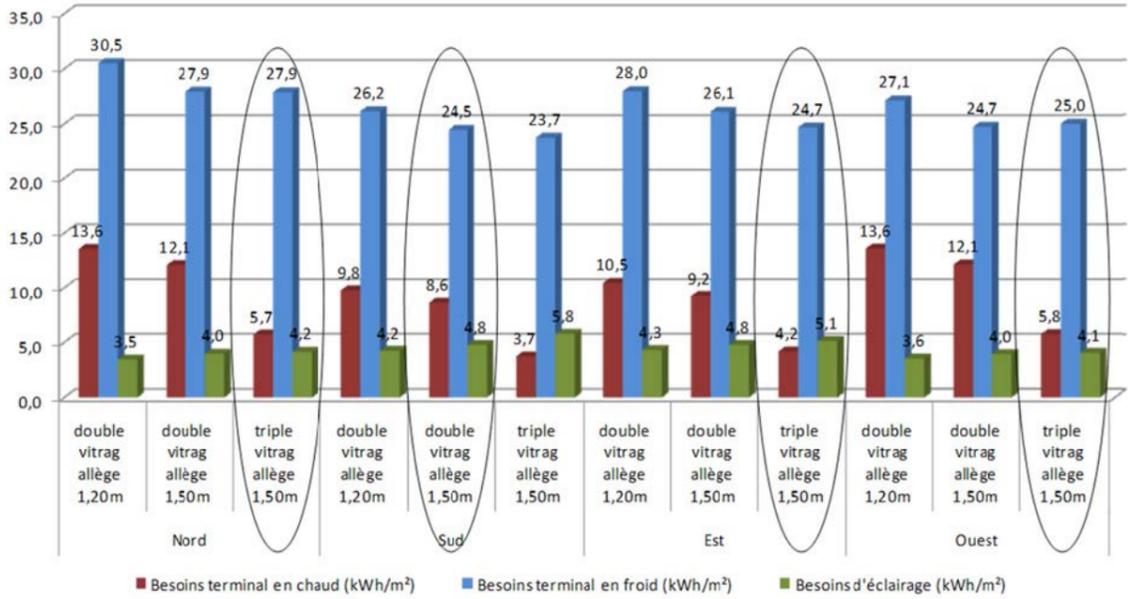
*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		 <p>proba-dépassement-seuil (%)</p> <p>0.05 0.04 0.02 0</p> <p>Probabilités de dépassement du seuil de 15,75m/s, vue Sud/ source : Etude de vent volets 2 et 3, CSTB</p> <p>Quelques localisations sont potentiellement dangereuses pour la stabilité des piétons. (risques liés au vent de sud-ouest).</p>  <p>proba-dépassement-seuil (%)</p> <p>0.05 0.04 0.02 0</p> <p>Probabilités de dépassement du seuil de 21m/s, vue Sud/ source : Etude de vent volets 2 et 3, CSTB</p> <p>Seules des infimes zones des terrasses de Duo 2 présentent une fréquence proche d'un évènement par an (légèrement inférieure). Il apparait ainsi que ce sont surtout les personnes sensibles qui sont exposées. Les lieux sont ouverts à tous. Un traitement aérodynamique est donc fortement recommandé. Comme les zones concernées sont identiques ç celles présentant un risque d'inconfort, le traitement sera intégré dans la</p>

*ju mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		<p>démarche d'amélioration du confort.</p> <p>Sécurité du trafic routier Il s'agit de considérer le risque pour les circulations sur le boulevard périphérique, en contrebas de la tour Duo 1. Les seuils considérés sont de 15m/s (vitesse de pointe) et de 20m/s (fermeture de ponts pour véhicules sensible).</p>  <p>Probabilités de dépassement du seuil de 15m/s, vue Sud/ source : Etude de vent volets 2 et 3, CSTB</p> <p>Les occurrences de vents forts sur le périphérique sont produites par les vents d'ouest. Les tours génèrent un dépassement des seuils choisis. Des vitesses latérales fortes sont localisées dans le prolongement de la façade sud et peuvent perturber le trafic. Une mesure de réduction de l'impact est l'ajout d'écrans brise-vent (de préférence poreux). Des dispositions d'avertissement aux conducteurs et une réduction de la vitesse de trafic peuvent être envisagées.</p>
<p>4.7 L'énergie</p> <p><u>Consommations énergétiques</u> Les performances énergétiques prévisionnelles des futurs bâtiments sont présentées p.209 de l'étude d'impact. L'étude note p.210 que « les objectifs de la RT 2012, qui se sont renforcés par rapport à la précédente réglementation RT2005, sont d'environ 134.50 kWh/m<sup>2</sup>.an pour des immeubles de bureaux en IDF exposés à de fortes nuisances acoustiques et de ce fait ne pouvant se passer de climatisation ». <b>Il convient cependant de remarquer qu'aucune précision réglementaire ni démonstration technique concernant les tours DUO n'est apportée pour le justifier.</b> Et par conséquent le fait que l'étude d'impact précise que « la consommation réglementaire pour le projet DUO conformément à la RT 2012 est de 74.9 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit un gain de 45% par rapport à l'objectif RT2012 » <b>doit également être démontré et explicité.</b></p>	<p>Commentaire</p> <p>Exigence</p>	<p>Les données présentées dans l'Etude d'Impact sont issues du calcul RT2012 réalisé par le BET ARTELIA en phase APS (Avant-Projet Sommaire), dont le rapport est joint en annexe. La consommation énergétique RT2012 de la tour DUO1 est estimée à 71,6 kWh/m<sup>2</sup>.an et celle de DUO2 à 84,8 kWh/m<sup>2</sup>.an. Au prorata des surfaces, la consommation moyenne des deux tours est donc de 74,9 kWh/m<sup>2</sup>.an. Ce calcul thermique réglementaire sera mis à jour à chaque phase d'étude et en phase réalisation, pour s'assurer jusqu'à la livraison du bâtiment que l'objectif Effinergie + d'un gain de 40% sur le Cep-max est bien atteint.</p> <p>Une Simulation Thermique Dynamique (STD) a effectivement été réalisée dès la phase concours pour orienter la conception, en testant différentes typologies de vitrages (double ou triple) et de hauteur d'allège. Cette étude, couplée aux exigences acoustiques présentées au §7.6.4 du Chapitre 3, a permis de retenir la solution optimale de double peau pour les façades Sud-Est et Sud-Ouest de DUO1, et de triple vitrage pour les façades Nord-Est et Nord-Ouest. L'ensoleillement par façade a également été étudié, ainsi que l'éclairage naturel dans les bureaux, pour permettre de différencier le traitement des vitrages : ainsi les façades Sud-Ouest et Sud-Est ainsi que la « tête » de DUO1 ont des vitrages avec une transmission lumineuse plus faible (50%) et un facteur solaire réduit (25%) car elles sont bien ensoleillées. Les autres façades ont une transmission lumineuse plus élevée (70%) pour compenser les masques ou les protections solaires fixes (brise-soleil) de DUO2.</p>

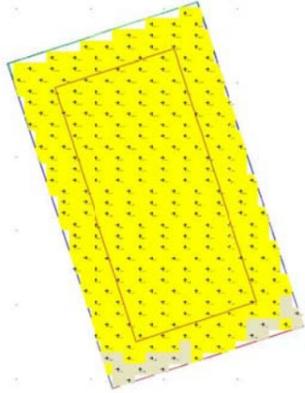
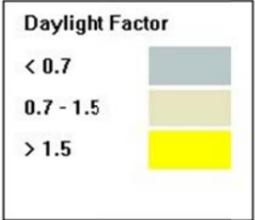
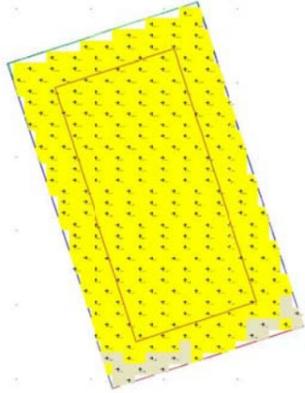
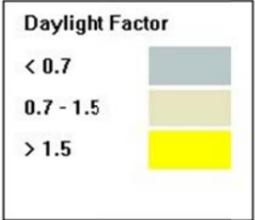
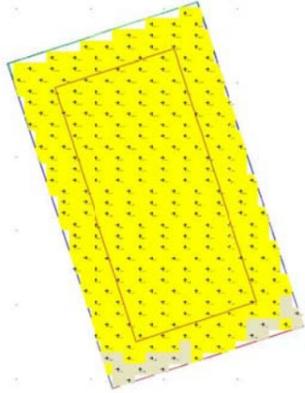
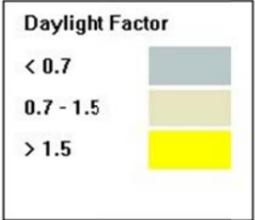
*ju mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
<p>L'étude d'impact note que la conception de l'enveloppe des bâtiments s'est appuyée sur l'étude de l'ensoleillement, la Simulation Thermique Dynamique (STD) et l'étude acoustique. <b>Des précisions sur ce point auraient été appréciées pour mieux comprendre les solutions choisies.</b></p> <p>Les détails sont présentés p.212-213, assortis de schémas peu lisibles.</p> <p><u>Recours aux énergies renouvelables</u> Sans objet</p>	<p>Commentaire</p>	 <p>■ Besoins terminal en chaud (kWh/m<sup>2</sup>) ■ Besoins terminal en froid (kWh/m<sup>2</sup>) ■ Besoins d'éclairage (kWh/m<sup>2</sup>)</p> <p>Analyse comparative par Simulation Thermique Dynamique- source : Artelia</p>

*ju mlyr VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE
		<div style="text-align: center;"> <p><b>Façade NE</b>      <b>Façade SO</b></p> <p><b>Façades SE</b>      <b>Façades NO</b></p> <p>Wh/m2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>300000+</li> <li>277000</li> <li>254000</li> <li>231000</li> <li>208000</li> <li>185000</li> <li>162000</li> <li>139000</li> <li>116000</li> <li>93000</li> <li>70000</li> </ul> <p>L'étude d'ensoleillement permet d'identifier les effets de masque et l'inhomogénéité de rayonnement cumulé incident sur une façade, dans une orientation donnée.</p> <p>Cela permet d'optimiser le positionnement et la forme des bâtiments l'un par rapport à l'autre, et d'optimiser le choix des vitrages (traitement différencié selon l'orientation et le niveau dans la tour).</p> <p>Cumul du rayonnement solaire entre 7h00 et 19h00 sur les mois de mai à septembre inclus</p> <p>Modélisation brise-soleil - Tour DU02- Façade Nord-Ouest et Sud-Ouest</p> </div>

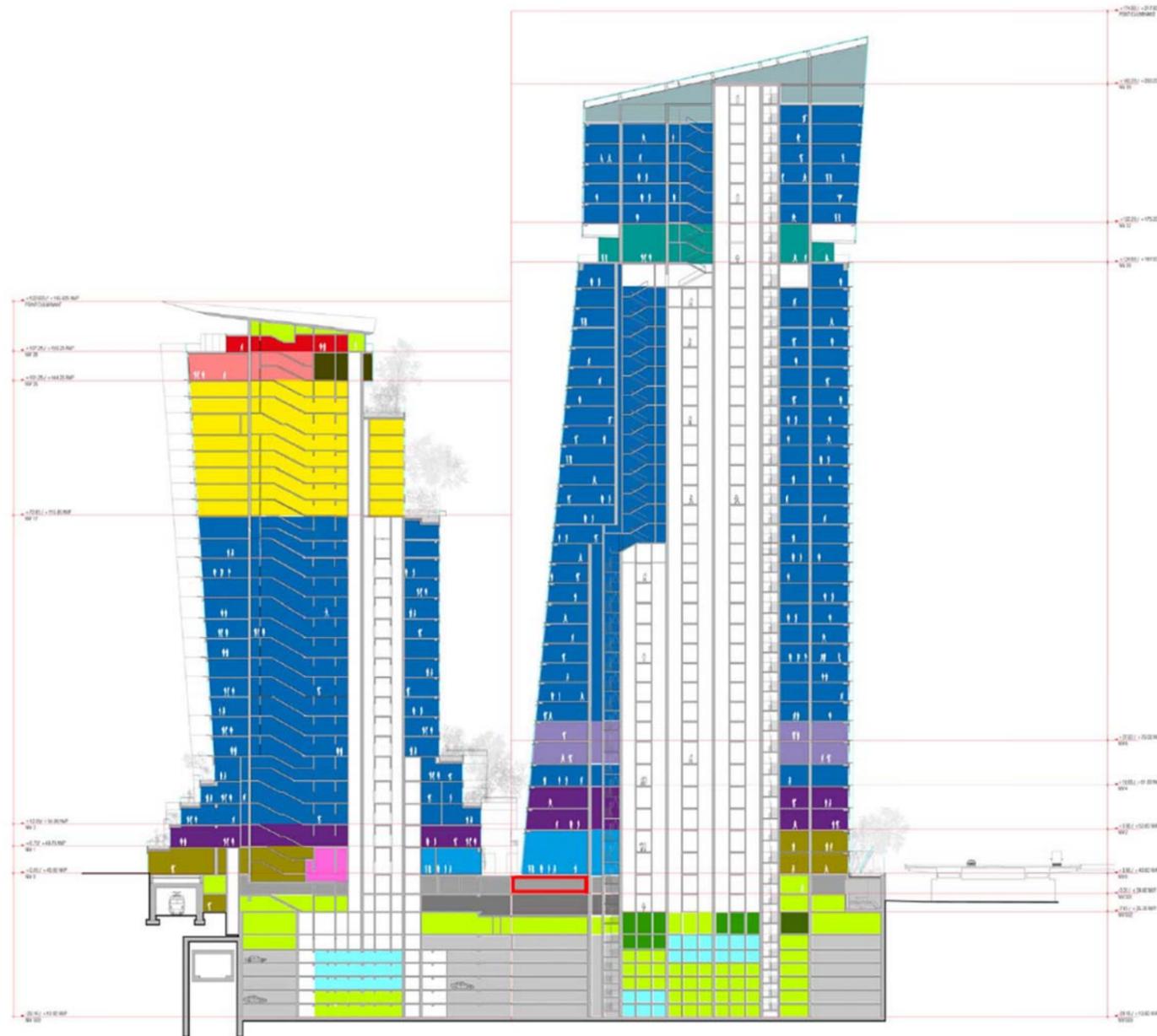
*Ju Mlyn VG*

AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	Nature de l'avis : Exigence/ Commentaire	REPONSE DU PETITIONNAIRE												
		<table border="1" data-bbox="1409 382 2564 1062"> <thead> <tr> <th data-bbox="1409 382 1549 474">Certification</th> <th colspan="2" data-bbox="1549 382 2564 474">HQE®</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1409 474 1549 905">Visuel Bureau Nord-Est Niveau 7 DUO1</td> <td data-bbox="1549 474 2044 905">  </td> <td data-bbox="2044 474 2564 905">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1409 905 1549 1010">Exigence</td> <td data-bbox="1549 905 2044 1010">Performant Surface où FLJ ≥ 1,5 %</td> <td data-bbox="2044 905 2564 1010">Performant Surface où FLJ ≥ 0.7 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1409 1010 1549 1062">Résultats</td> <td data-bbox="1549 1010 2044 1062">95%</td> <td data-bbox="2044 1010 2564 1062">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1736 1066 2240 1098" style="text-align: center;">Extrait de l'étude d'éclairage naturel (FLJ)</p> <p data-bbox="1151 1136 2353 1234">Cep : consommation d'énergie primaire Cep-max : consommation maximale fixée par la RT 2012 suivant les caractéristiques climatiques des régions FLJ : facteur de lumière jour qui définit l'exigence d'éclairage naturel</p>	Certification	HQE®		Visuel Bureau Nord-Est Niveau 7 DUO1			Exigence	Performant Surface où FLJ ≥ 1,5 %	Performant Surface où FLJ ≥ 0.7 %	Résultats	95%	100%
Certification	HQE®													
Visuel Bureau Nord-Est Niveau 7 DUO1														
Exigence	Performant Surface où FLJ ≥ 1,5 %	Performant Surface où FLJ ≥ 0.7 %												
Résultats	95%	100%												
<p>5. Analyse du résumé non technique</p> <p>Le document présenté est globalement de bonne qualité notamment concernant la thématique des paysages. <b>Cependant, d'autres thématiques manquent de détails</b> : par exemple, celle concernant l'ensoleillement ne présente que des schémas d'ombres portées du mois de juin et donc les zones les plus faiblement impactées par les ombres.</p>	<p>Commentaire</p>	<p>Pour faciliter la lecture du résumé non technique de l'étude d'impact, seules les ombres du mois de juin y ont été présentées. L'ensemble des ombres portées sur les différentes périodes représentatives (juin, septembre, décembre) sont présentés aux pages 289 à 294 de l'étude d'impact.</p>												
<p>6. Information, consultation et participation du public</p>		<p>Avis n'appelant pas de réponse</p>												

*ju mlyn VG*

## II. Autres précisions et compléments à l'Etude d'impact

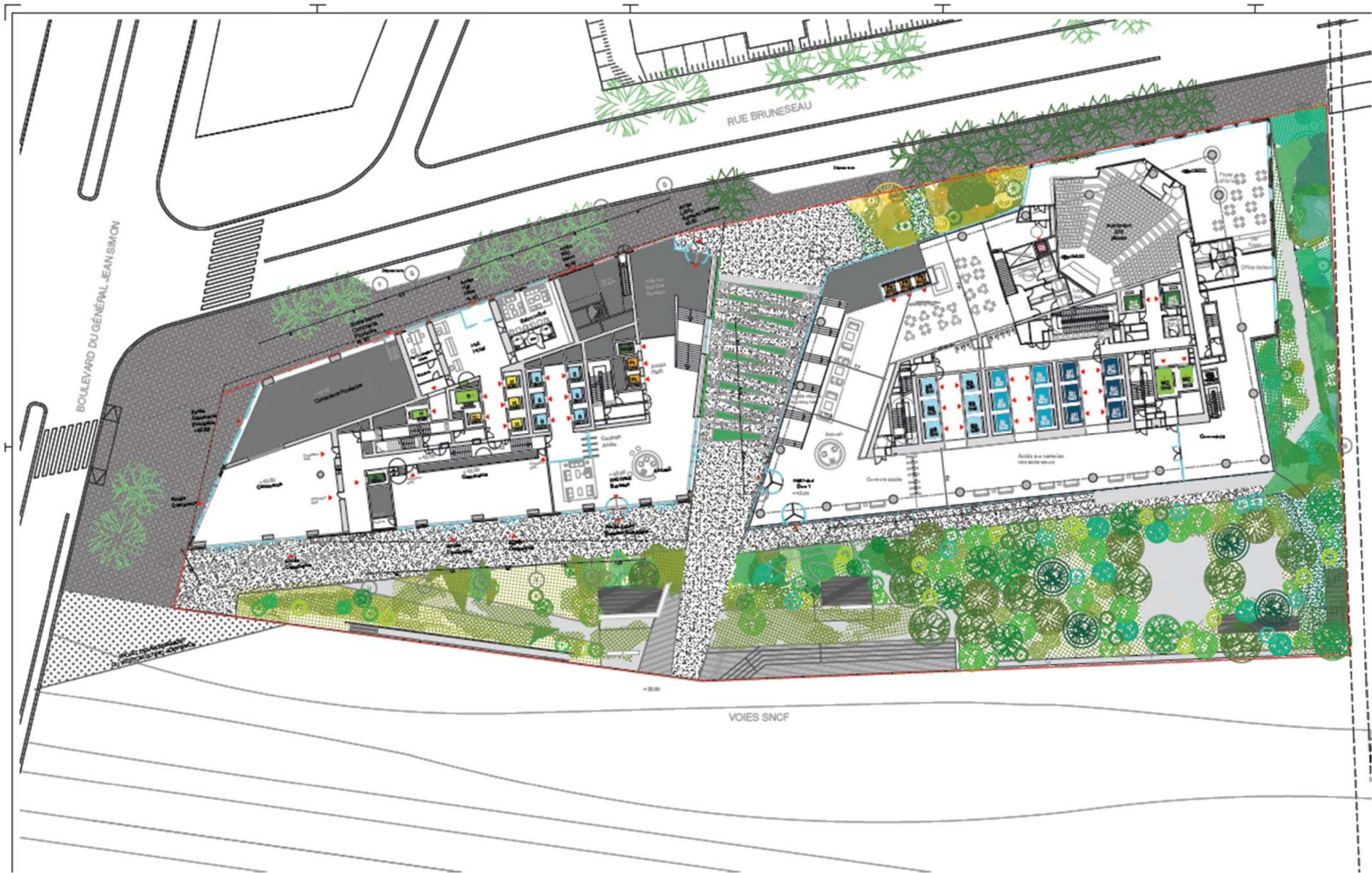
### PROGRAMMATION



Coupe schématique de la programmation par étages/ Mise à jour-15 juillet 2014/ source : AJN  
Il n'y a pas de modification du programme des deux tours. Seule la salle des marchés a été déplacée de R+4/R+5 à R+5/R+6.

ju mlyn VG

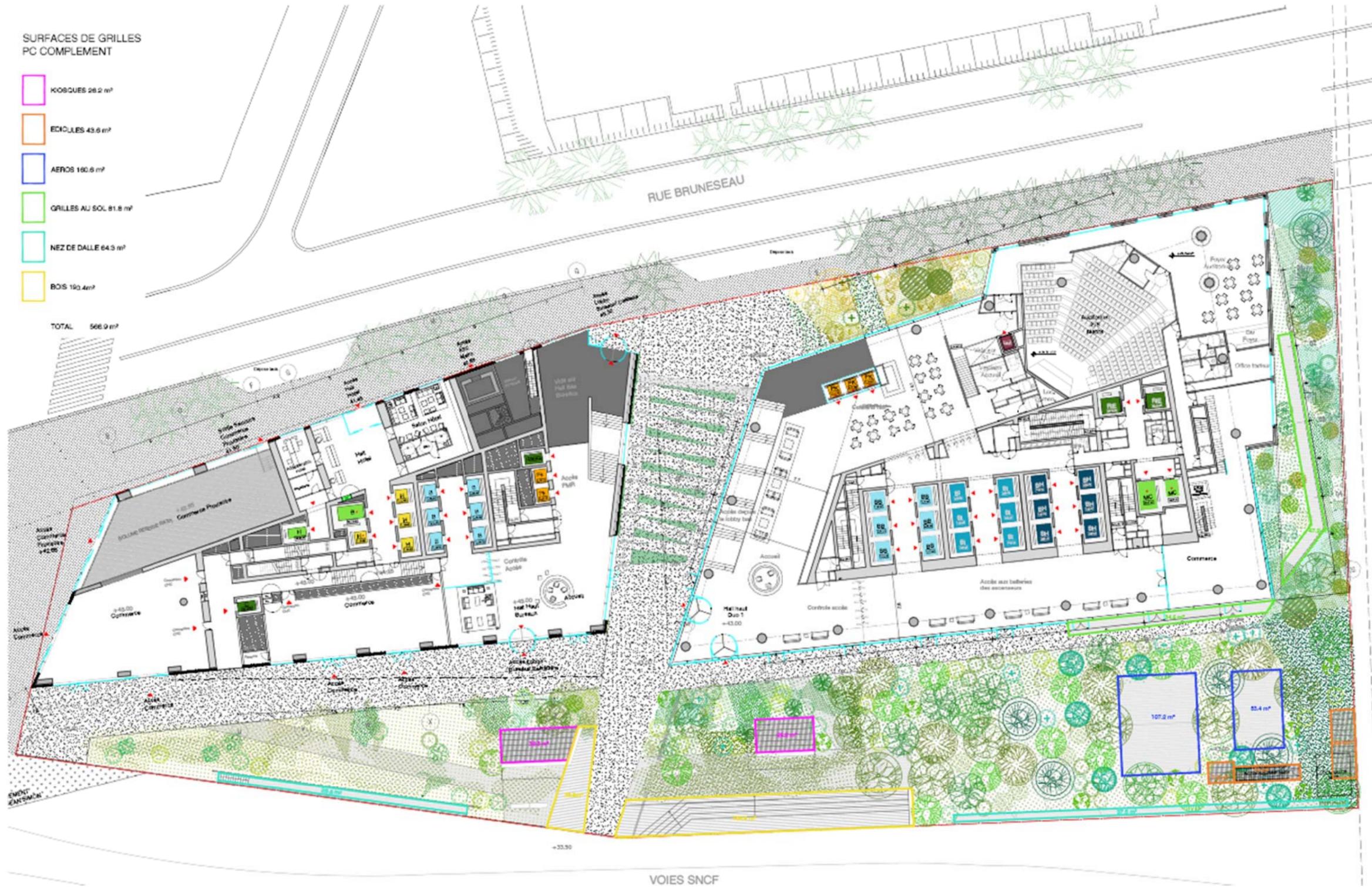
## ESPACES EXTERIEURS



Plan Rdc et espaces extérieurs / mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN

*ju mlyn va*





Plan RDCH, surfaces de grilles/ mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN

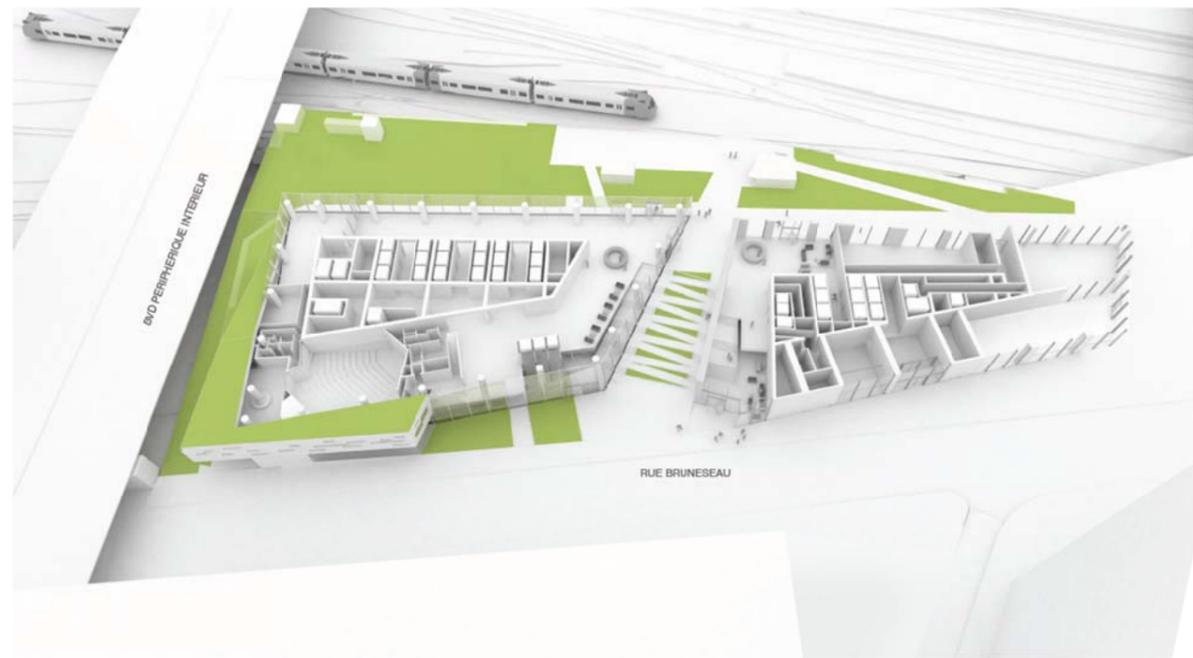
*ju mlyn va*



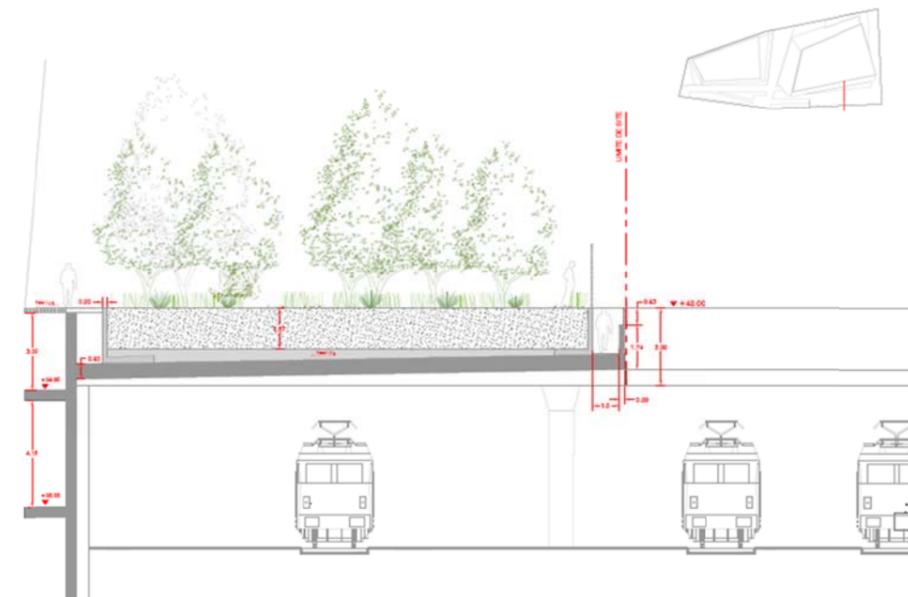
Schéma d'accessibilité avec suppression du cul de sac nocturne/ Mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN



Axonométrie 2 depuis le belvédère  
RdC et espaces extérieurs avec suppression de 2 kiosques/ Mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN



Axonométrie 1 depuis la rue Bruneseau  
RdC et espaces extérieurs avec suppression de 2 kiosques/ Mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN



Coupe transversale de principe sur espaces supplémentaires plantés / mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN

Ju Mlyn VG

*Commentaires sur les modifications des espaces extérieurs :*

Deux kiosques de ventilation ont été supprimés, réduisant la surface requise de 73.8m<sup>2</sup>.

Le nombre de grille a été réduit de 5 à 2 (-42,5m<sup>2</sup>).

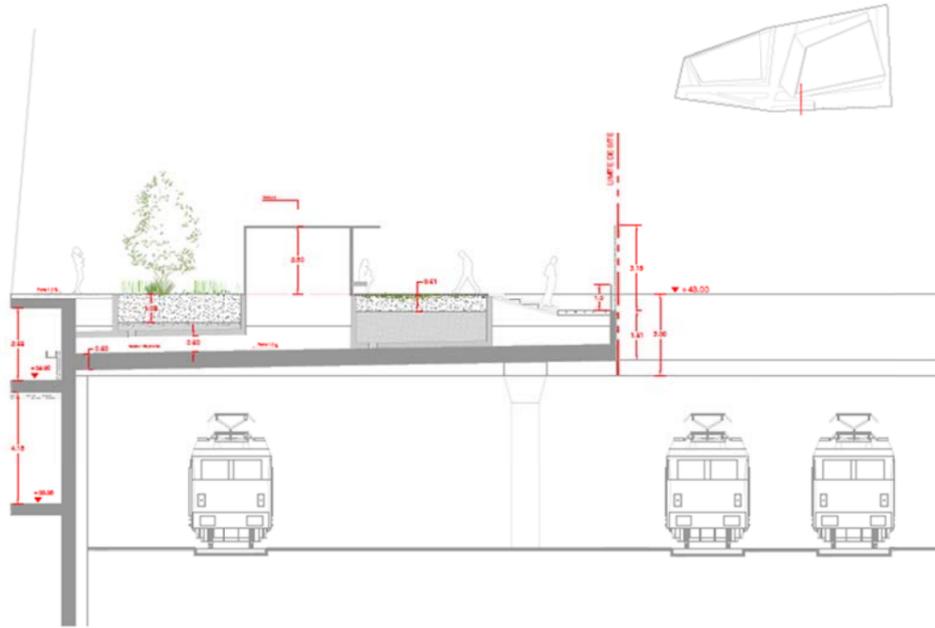
La surface d'espaces plantés sur le belvédère est ainsi portée à 1 735m<sup>2</sup> (contre 1 560 m<sup>2</sup> précédemment).

La rive du belvédère a été modifiée, pour y intégrer des ventilations et améliorer la protection des voies SNCF.

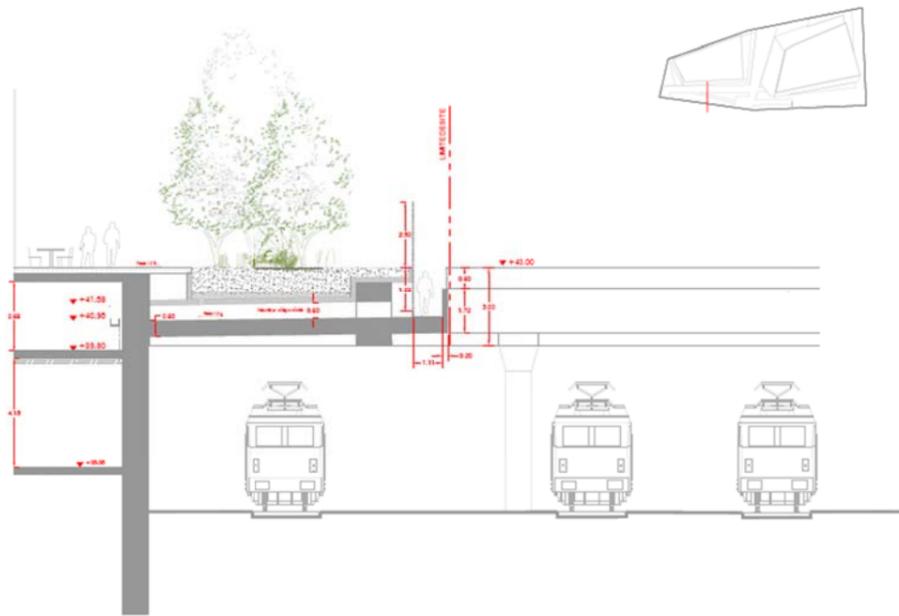
La position de la clôture a été modifiée pour éviter les culs-de-sac.

Les essences allergène type bouleau ont été supprimées et remplacées par des essences plus adaptées. Les palettes végétales des zones de pleine terre sont en cour d'étude afin de remplacer l'ensemble des plantes horticoles par des plantes endémiques d'Ile de France.

Ces mises au points relatives au belvédère qui augmentent la surface des espaces plantés et suppriment les essences allergènes sont de nature à renforcer les effets positifs du projet tant sur l'environnement (milieux naturels et espaces publics) que sur la santé des usagers du site.



Coupe transversale de principe au droit d'un kiosque/ mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN



Coupe transversale de principe au droit du système de ventilation/ mise à jour-15 juillet 2014 / source : AJN

*ju mlyr VG*

juin 2014 V.G.



IVANHOE CAMBRIDGE INVESTISSEMENTS  
FRANCE

PRECISIONS ET COMPLEMENTS A L'ETUDE D'IMPACT DU PROJET  
DUO  
ZAC PARIS RIVE GAUCHE

ANNEXES



Juillet 2014

Ivanohe Cambridge Investissements  
France  
30 avenue Georges V  
75008 Paris

A l'attention de Monsieur Cyr

Nanterre, le 30 septembre 2013

**N° de Référence :** PAR-DIV-13-11991A

**Projet :** 46310454

**Objet : Assistance technique environnementale – ilot B3A, Paris 13<sup>e</sup>**

Monsieur,

Cette note présente les commentaires d'URS France (URS) quant aux campagnes de sondages environnementaux réalisées par EMTS, mandaté par SEMAPA pour l'établissement d'un plan d'excavation des sols de l'ilot B3A, situé à l'angle de la rue Bruneseau et du boulevard Massena dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris. Elle présente également une estimation de l'ordre de grandeur des volumes de terres à excaver, faite par URS, basée sur les campagnes de sondages environnementaux tranche ferme et tranche conditionnelle.

Pour mémoire, un premier plan d'excavation avait été réalisé en deux étapes de caractérisation, soit d'abord sur la partie Ouest du site (nommée « tranche 1 ») (septembre 2011) et ensuite sur la partie Est du site (nommée « tranche 2 ») (avril 2012).

Les volumes de terres à excaver, dont fait référence le présent document quant à leur répartition, avaient été présentés dans les rapports suivants :

- EMTS, Plan d'excavation des sols – ilot B3A - angle de la rue Bruneseau/bd Massena – PARIS 13<sup>ème</sup> – SEMAPA/PARIS rive gauche, référence SEMA ENV SB01 RA4, 23 pages + annexes ;
- EMTS, Plan d'excavation des sols – ilot B3A – 2<sup>e</sup> tranche - angle de la rue Bruneseau/bd Massena – PARIS 13<sup>ème</sup> – SEMAPA/PARIS rive gauche, référence SEMA ENV TD04 RA4 REV2, 104 pages.

Deux nouvelles campagnes de sondages environnementaux ont été réalisées par EMTS en octobre et novembre 2012 pour la tranche ferme et en février et mars 2013 pour la tranche conditionnelle. La tranche ferme a consisté en la réalisation de 21 sondages de sols jusqu'à 23,5 m de profondeur et la tranche conditionnelle, en la réalisation de 36 sondages jusqu'à 10 m de profondeur.

Les résultats de ces campagnes, qui ont servi à la mise à jour des volumes de terres selon leurs filières de gestion, ont été présentés dans les rapports suivants :

- EMTS, mai 2013, Campagne de sondages environnementaux – tranche ferme – Paris 13 Secteur Bruneseau – Lot B3A – SEMAPA, référence SEMA ENV RC01 RA4 REV2, 11 pages + annexes ;
- EMTS, juin 2013, Campagne de sondages environnementaux – tranche conditionnelle A – Paris13 Secteur Bruneseau – Lot B3A – SEMAPA, référence SEMA ENV RCO02 RA4 REV3, 11 pages + annexes.

#### **Analyse des résultats des campagnes de caractérisation de la qualité des sols**

Avant de calculer les volumes de sol par filière de gestion dans le but d'en estimer le coût prévisionnel de traitement, l'examen des résultats de la caractérisation environnementale des sols (tranche conditionnelle) a été réalisée. Un premier examen des résultats de caractérisation environnementale des sols (tranche ferme) avait été fait en janvier 2013<sup>1</sup>. Cet examen a été mis à jour à partir des résultats d'analyses des 36 sondages de sol complémentaires réalisés entre février et mars 2013 (tranche conditionnelle). Les principales observations relevées peuvent être synthétisées comme suit :

1. Les résultats analytiques présentés dans les tableaux (pour les tranches ferme et conditionnelle) ont été validés avec les données des bordereaux d'analyse du laboratoire, qui ont été transmis. Cette étape a permis de constater que quelques valeurs avaient été mal retranscrites dans les tableaux, menant ainsi à des erreurs mineures de classification de filière de gestion des terres.
2. Les prélèvements de sols avaient initialement été réalisés directement sur les tarières de la foreuse. Cette méthode n'est généralement pas recommandée lorsque les composés volatils sont recherchés. D'ailleurs, les composés organiques volatils BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes totaux) et COHV (composés organiques halogénés volatils) n'avaient principalement pas été détectés à l'exception de quelques concentrations traces. Pour cette raison, les forages effectués en octobre 2012 ont été menés au carottier sous gaine conformément aux recommandations formulées par Hines. Au regard des résultats obtenus pour les composés volatils dans l'horizon 0 - 10 m de profondeur pour la tranche ferme (pratiquement aucun composé détecté au carottier sous gaine), cette campagne permet de confirmer les résultats des autres campagnes.
3. Les résultats des différentes campagnes d'échantillonnage ont été comparés aux seuils d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) (décision du conseil 2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 octobre 2010) ainsi qu'à ceux de la Charte qualité du métier stockage des déchets de la FNADE (ci-après « charte FNADE »), une fois la validation des données réalisées. URS a comparé tous les résultats obtenus pour les métaux sur brut avec les critères FNADE, ces derniers étant plus pénalisants, mais cependant mis en œuvre par plusieurs acteurs du marché.

<sup>1</sup> URS, 29 janvier 2013, Choix de la tranche conditionnelle pour la poursuite des travaux de caractérisation des sols – ilot B3A, Paris 13<sup>e</sup>, référence PAR-DIV-13-10563A, 4 pages.

Cette seconde étape de comparaison par rapport aux critères définis par la FNADE a fait ressortir des concentrations qui dépassaient les seuils d'acceptation. A plusieurs reprises, cela engendre une modification de la filière de gestion des terres (EMTS ayant comparé les résultats seulement avec les seuils d'acceptation en ISDI). Ces échantillons sont identifiés par un astérisque (« \* »), selon leur classement d'origine, dans le Tableau 1.

4. Les échantillons prélevés présentent des concentrations supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI (tels que définis dans l'arrêté du 28 octobre 2010), principalement pour les paramètres suivants : fluorures, antimoine, fraction soluble et sulfates. La présence de matériaux de remblais a notamment été observée dans cet intervalle de profondeur. Des concentrations en métaux sur brut supérieures aux critères ISDI selon la charte FNADE ont été observées principalement pour l'arsenic, le plomb et le mercure.

#### Evaluation des volumes de terres selon les différentes filières

Suite à ces observations, une évaluation de la répartition des terres excavées selon les différentes filières a été mise en œuvre. Les principales hypothèses de calcul mises en œuvre sont les suivantes :

- a) La classification des sols selon les différentes filières a été réalisée en fonction des seuils d'acceptation en ISDI, d'après l'arrêté du 28 octobre 2010, mais également selon les critères de la charte FNADE ;
- b) Les résultats de toutes les campagnes d'échantillonnage (tranches 1 (2011), 2 (2012), ferme (2012) et conditionnelle (2013)) ont été utilisés, à l'exception du sondage S2 de la tranche ferme qui est situé à l'extérieur de la zone d'excavation prévue. Ainsi, les résultats d'analyses des échantillons de sol collectés au droit de 77 sondages ont été utilisés ;
- c) Une superficie totale de 6 400 m<sup>2</sup> a été utilisée pour le calcul. Ainsi, selon une approche statistique et considérant l'homogénéité spatiale de la répartition des sondages (maillage), pour les sols situés entre 0 et 10 m de profondeur, les résultats obtenus pour chaque sondage ont été affectés à une maille de 83,1 m<sup>2</sup> (6 400/77). Pour les sols situés entre 10 et 12 m de profondeur, les résultats obtenus pour chaque sondage ont été attribués à une maille de 156 m<sup>2</sup> (6 400/41). Pour les sols situés entre 12 et 23,5 m de profondeur, les résultats obtenus pour chaque sondage ont été attribués à une maille de 320 m<sup>2</sup> (6 400/20) ;
- d) Lorsqu'un prélèvement de sol n'a pu être réalisé à la profondeur voulue, il a été considéré que les terres correspondantes seraient gérées selon la même filière que les sols sus-jacent caractérisés. Cette hypothèse peut être pénalisante dans le cas où le prélèvement de sol n'a pu être réalisé en raison d'une modification au niveau de la stratigraphie ;
- e) Pour les sols situés entre 10 et 23,5 m de profondeur, les échantillons de sol ont été prélevés par intervalle de 2 mètres. La filière de gestion des terres correspondant à l'échantillon prélevé a donc été affectée à une tranche de sol d'environ 2 m d'épaisseur ;
- f) Une masse volumique moyenne de 2,1 t/m<sup>3</sup> a été utilisée pour tous les horizons de sols. Pour rappel, les masses volumiques mesurées par EMTS lors des premières études réalisées (tranches 1 et 2 en 2011 et 2012) variaient entre 1,89 et 2,3 t/m<sup>3</sup>.

Le Tableau 1 présente les différentes filières de gestion des terres évaluées dans chaque maille et pour chaque horizon ainsi que le volume et le tonnage par horizon et filière de gestion. Le coût estimatif de traitement est présenté au tableau 2.

Le tableau suivant présente une estimation de l'ordre de grandeur des volumes de terres estimés par filière de gestion et l'ordre de grandeur des coûts associés.

Intervalle de profondeur	Unité	ISDI	ISDND	ISDD
Jusqu'à 10 m de profondeur	Volume (m <sup>3</sup> )	████	████	████
	Tonnage*	████	████	████
Entre 10 et 12 m de profondeur	Volume (m <sup>3</sup> )	████	████	████
	Tonnage*	████	████	████
Entre 12 et 23,5 m de profondeur	Volume (m <sup>3</sup> )	████	████	████
	Tonnage*	████	████	████
TOTAL (jusqu'à 23,5 m de profondeur)	Volume (m <sup>3</sup> )	████	████	████
	Tonnage*	████	████	████
Coût unitaire	€/tonne	████	████	████
TOTAL**	k€	████████	████████	████████
Surcoût***	K€	████	████████	████████

ISDI : Installation de stockage de déchets inertes

ISDND : Installation de stockage de déchets non dangereux

ISDD : Installation de stockage de déchets dangereux

\* : masse volumique de 2,1 t/m<sup>3</sup>

\*\* : excavation, chargement et transport non inclus

\*\*\* : surcoût par rapport à une élimination de l'ensemble des matériaux en filière ISDI

Globalement, sur la base de la méthodologie retenue, la répartition des matériaux à excaver dans les différentes filières de gestion a été estimée comme suit :

ISDI	ISDND	ISDD
████	████	████

Pour rappel, EMTS avait évalué des quantités de sols en fonction des filières de gestion lors des premières campagnes (tranches 1 et 2) en 2011-2012 pour l'horizon de sols jusqu'à 10 m de profondeur. EMTS avait, de manière globale sur l'ilot B3A, réparti les sols dans les différentes filières selon les proportions rappelées dans le tableau ci-dessous. Cette répartition a été comparée à celle obtenue à partir de l'ensemble des résultats obtenus suite aux campagnes de sondages tranches ferme et conditionnelle.

Campagne de reconnaissances	ISDI	ISDND	ISDD
Tranches 1 et 2 (2011-2012) (EMTS)	████	████	████
Tranches 1 et 2 (2011 – 2012) + Tranches ferme et conditionnelle (2012-2013)	████	████	████

Ainsi, cette comparaison permet d'apprécier que les campagnes de sondages environnementaux réalisées avec un maillage plus serré ont permis de raffiner le classement des sols dans les filières de gestion.

#### **Evaluation préliminaire d'une revalorisation d'une partie des terres excavées**

Le guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement, publié par le BRGM et paru en février 2012, présente les modalités d'une revalorisation des terres excavées dans le cadre d'un projet tel que celui envisagé pour l'ilot B3A.

Selon le guide du BRGM, les résultats de caractérisation des sols doivent être comparés aux valeurs de fond géochimique naturel local ou au bruit de fond urbain local afin de savoir si les terres excavées peuvent être réutilisées en matériau de remblais sur un autre site situé dans un rayon de 30 km. Pour ce faire, les terres excavées doivent présenter des caractéristiques cohérentes avec le fond géochimique naturel local ou le bruit de fond urbain local. Si les terres présentent des caractéristiques non cohérentes avec le fond géochimique naturel local ou le bruit de fond urbain local, mais que leur qualité est compatible avec un usage soit en technique routière soit dans le cadre d'un projet d'aménagement selon les critères spécifiques définis dans le guide du BRGM, elles pourront être réutilisées selon certaines modalités telles que présentées dans le guide<sup>2</sup>.

Il convient de noter que lorsque les terres excavées peuvent être réutilisées en technique routière ou dans un projet d'aménagement, le site receveur doit être caractérisé et la qualité du sol de ce dernier doit être maintenue, en d'autres termes les terres excavées doivent présenter des teneurs inférieures à celles caractérisant le fond géochimique du site receveur.

Ainsi, les terres de l'ilot B3A susceptibles d'être éliminés en filières « déchets inertes » et « déchets non dangereux », notamment les matériaux naturels rencontrés au-delà de 10 m de profondeur sont susceptibles de faire l'objet d'une revalorisation de nature à optimiser significativement les coûts de gestion des terres du projet.

De manière générale et indépendamment de l'aspect réutilisation des terres, les critères d'acceptation des terres dans les différentes filières sont spécifiques à chaque centre. Ainsi, il est recommandé de mener une consultation d'entreprises spécialisées pour la gestion des terres de l'ensemble du projet dans le cadre d'un montant forfaitaire, intégrant notamment le potentiel de revalorisation d'une partie des terres, en vue d'assurer la maîtrise des coûts du projet.

Vous remerciant de votre confiance sur ce projet, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

Pour URS France,

Myriam Cadotte  
Chef de Projet

Philippe Pouget-Abadie  
Directeur de Projet

<sup>2</sup> BRGM, février 2012, Guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement – rapport V4, référence BRGM/RP-60013-FR, 53 pages.

#### Pièce jointe :

Tableau 1 : Classification des horizons de sols par filière de traitement (selon charte FNADE et critères ISDI) et estimation des tonnages

Tableau 2 : Coût estimatif de traitement des terres



**Limitations :**

*URS a préparé ce rapport pour l'usage exclusif de Ivanohé Cambridge Investissements France, conformément à la proposition commerciale d'URS n° 2236-1128 du 29 juin 2012, référencée PAR-PRO-12-09264A selon les termes de laquelle nos services ont été réalisés. Le contenu de ce rapport peut ne pas être approprié pour d'autres usages, et son utilisation à d'autres fins que celles définies dans la proposition d'URS France, par Ivanohé Cambridge Investissements France ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur. Sauf indication contraire spécifiée dans ce rapport, les études réalisées supposent que les sites et installations continueront à exercer leurs activités actuelles sans changement significatif. Les conclusions et recommandations contenues dans ce rapport sont basées sur des informations fournies par le personnel du site et les informations accessibles au public, en supposant que toutes les informations pertinentes ont été fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées. Les informations obtenues de tierces parties n'ont pas été vérifiées par URS, sauf mention contraire dans le rapport.*

*Lorsque des investigations ont été réalisées, le niveau de détail requis pour ces dernières a été limité pour atteindre les objectifs fixés par le contrat. Les résultats des mesures effectuées peuvent varier dans l'espace ou dans le temps, et des mesures de confirmation doivent par conséquent être réalisées si un délai important est observé avant l'utilisation de ce rapport.*

*Lorsque des évaluations de travaux ou de coûts nécessaires pour réduire ou atténuer un passif environnemental identifié dans ce rapport sont effectuées, elles sont basées sur les informations alors disponibles et sont dépendantes d'investigations complémentaires ou d'informations pouvant devenir disponibles. Les coûts sont par conséquent sujets à variation en-dehors des limites citées. Lorsque des évaluations de travaux ou de coûts nécessaires pour une mise en conformité ont été réalisées, ces évaluations sont basées sur des mesures qui, selon l'expérience d'URS, pourraient généralement être négociées avec les autorités compétentes selon la législation actuelle et les pratiques en vigueur, en supposant une approche proactive et raisonnable de la part de la direction du site.*

Hypothèses de calcul	
Superficie de la zone investiguée :	6400 m2
Nb. sondage jusqu'à 10 m de profondeur :	77
jusqu'à 10 m de profondeur maille équivalente :	83,1 m2
Nb. sondage entre 10 et 12 m de profondeur :	41
entre 10 et 12 m de profondeur maille équivalente :	156,1 m2
Nb. sondage entre 12 et 23,5 m de profondeur :	20
entre 10 et 23,5 m de profondeur maille équivalente :	320,0 m2
masse volumique (t/m3) :	2,10 t/m3

Premières investigations (tranches 1 et 2)

Cote NVP	Profondeur m	Zone 1 - tranche 1					Zone 2 - tranche 1			Zone 3 - tranche 1			Tranche 2										
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	
36-34	+2-0			ISDND								ISDD											
34-32	0-2	ISDND*	ISDI	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDND	ISDD	ISDI*	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD	ISDD	ISDND	ISDND
32-30	2-4	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND
30-28	4-6	ISDI	ISDI	ISDND		ISDI	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND	ISDD*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI*	ISDI*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND
28-26	6-8	ISDI	ISDND*	ISDI		ISDI	ISDI	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDI		ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI
26-24	8-10	ISDI	ISDI	ISDI		ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDI		ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND
24-22	10-12	ISDND*	ISDI	ISDI		ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI		ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND

Tranche ferme (TF)

hors zone à excaver

S2	Cote	Profondeur m	S1	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	
	38-37	+4-3																				ISDD	
	37-36	+3-2																					ISDND
	36-35	+2-1																	ISDD				ISDND
ISDND	35-34	+1-0																	ISDND				ISDND
ISDND*	34-33	0-1	ISDND*	ISDND*	ISDND	ISDD*	ISDND*	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND
ISDND	33-32	1-2	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDND	ISDI	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDD*	ISDD*	ISDND
ISDI	32-31	2-3	ISDD*	ISDI	ISDND*	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDD*
ISDI	31-30	3-4	ISDD*	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND
ISDI	30-29	4-5	ISDI	ISDD	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI
ISDI	29-28	5-6	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDD*	ISDD*
ISDI	28-27	6-7	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
ISDI	27-26	7-8	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
ISDI	26-25	8-9	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND
ISDI	25-24	9-10	ISDND*	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI
ISDI	23-22	11-12	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI*	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
ISDND	21-20	13-14	ISDND	ISDD	ISDND	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI
ISDND	19-18	15-16	ISDND	ISDND	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI
ISDND	17-16	17-18	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND*	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
ISDI	15-14	19-20	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDD*
ISDI	13-12	21-22	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDI
ISDI	11-10,5	23-23,5	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND*

Tranche conditionnelle (TCA)

Cote	Profondeur m	S2bis	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	
38-37	+4-3																					
37-36	+3-2																					
36-35	+2-1																					ISDD*
35-34	+1-0		ISDI																			ISDND
34-33	0-1	ISDND*	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDD*	ISDND	ISDND		ISDND*	ISDND	ISDND
33-32	1-2	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND
32-31	2-3	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDD*	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDND*	ISDI	ISDND
31-30	3-4	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND*	ISDND
30-29	4-5	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDD	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
29-28	5-6	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND
28-27	6-7	ISDND	ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDD*	ISDD*	ISDND	ISDD	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
27-26	7-8	ISDND	ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDD*	ISDD*	ISDD	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI*
26-25	8-9		ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND		ISDND	ISDI	ISDI					ISDD	ISDND	ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI
25-24	9-10	ISDND	ISDI	ISDI	ISDD*	ISDND			ISDI	ISDI						ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI

Notes :

gras\* : centre de stockage différent de celui définie par EMTS

les cases en gris en bas de sondage ont été comptabilisées selon la même filière que les sols sus-jacent caractérisés

Premières investigations (tranches 1 et 2)

Nb. sondage par filière			Volume (m <sup>3</sup> )			Tonnage (t)		
ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD
0	1	1	-	166	166	-	349	349
5	12	4	831	1 994	665	1 745	4 188	1 396
3	17	1	499	2 825	166	1 047	5 933	349
10	10	1	1 662	1 662	166	3 490	3 490	349
13	8	0	2 161	1 330	-	4 537	2 792	-
14	6	1	2 327	997	166	4 886	2 094	349
9	12	0	2 810	3 746	-	5 900	7 867	-
somme tranches 1 et 2			10 289	12 721	1 330	21 606	26 714	2 792

Tranche ferme (TF)

Nb. sondage par filière			Volume (m <sup>3</sup> )			Tonnage (t)		
ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD
0	0	1	-	-	83	-	-	175
0	1	0	-	83	-	-	175	-
0	1	1	-	83	83	-	175	175
0	2	0	-	166	-	-	349	-
0	15	5	-	1 247	416	-	2 618	873
4	9	7	332	748	582	698	1 571	1 222
3	12	5	249	997	416	524	2 094	873
7	9	4	582	748	332	1 222	1 571	698
12	7	1	997	582	83	2 094	1 222	175
10	9	1	831	748	83	1 745	1 571	175
14	5	1	1 163	416	83	2 443	873	175
18	2	0	1 496	166	-	3 141	349	-
18	2	0	1 496	166	-	3 141	349	-
16	4	0	1 330	332	-	2 792	698	-
11	8	1	3 434	2 498	312	7 212	5 245	656
7	11	2	4 480	7 040	1 280	9 408	14 784	2 688
10	9	1	6 400	5 760	640	13 440	12 096	1 344
11	9	0	7 040	5 760	-	14 784	12 096	-
17	2	1	10 880	1 280	640	22 848	2 688	1 344
18	2	0	11 520	1 280	-	24 192	2 688	-
19	1	0	9 120	480	-	19 152	1 008	-
somme tranche ferme			61 350	30 579	5 033	128 836	64 217	10 569
somme jusqu'à 10 m TF			8 476	6 482	2 161	17 800	13 612	4 537
somme jusqu'à 10 m TCA			8 559	17 617	4 404	17 975	36 996	9 249
somme jusqu'à 10 m tranches 1 et 2			7 479	8 975	1 330	15 706	18 847	2 792
TOTAL jusqu'à -10 m			24 515	33 074	7 895	51 480	69 455	16 578
répartition des terres jusqu'à 10 m de profondeur						37%	51%	12%

Tranche conditionnelle (TCA)

																Nb. sondage par filière			Volume (m <sup>3</sup> )			Tonnage (t)		
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD	ISDI	ISDND	ISDD
					ISDND											0	1	0	-	83	-	-	175	-
					ISDD*											0	1	1	-	83	83	-	175	175
					ISDND*											0	1	2	-	83	166	-	175	349
					ISDND											1	3	0	83	249	-	175	524	-
ISDND	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	2	28	4	166	2 327	332	349	4 886	698
ISDI	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	6	26	4	499	2 161	332	1 047	4 537	698
ISDI*	ISDI	ISDND	ISDND	ISDI*	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	9	20	7	748	1 662	582	1 571	3 490	1 222
ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	7	19	10	582	1 579	831	1 222	3 316	1 745
ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	11	21	4	914	1 745	332	1 920	3 665	698
ISDI	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	12	21	3	997	1 745	249	2 094	3 665	524
ISDND*	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	13	18	5	1 080	1 496	416	2 269	3 141	873
ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	13	19	4	1 080	1 579	332	2 269	3 316	698
ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	15	16	5	1 247	1 330	416	2 618	2 792	873
ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	ISDND	14	18	4	1 163	1 496	332	2 443	3 141	698
somme totale TCA																8 559	17 617	4 404	17 975	36 996	9 249			
sommetotale TF																61 350	30 579	5 033	128 836	64 217	10 569			
somme totale tranches 1 et 2																10 289	12 721	1 330	21 606	26 714	2 792			
TOTAL																80 198	60 918	10 767	168 417	127 927	22 610			
répartition globale des terres						53%	40%	7%																

	ISDI	ISDND	ISDD	Total
Tonnage total estimé (t)	██████	██████	██████	██████
Coût unitaire d'élimination - fourchette basse (euros)*	●	●	●	●
Coût unitaire d'élimination - fourchette haute (euros)*	●	●	●	●
Total (fourchette basse) (euros)	██████	██████	██████	██████
Total (fourchette haute) (euros)	██████	██████	██████	██████
Surcoût** (fourchette basse) (euros)	●	██████	██████	██████
Surcoût** (fourchette haute) (euros)	●	██████	██████	██████

\* Ces prix incluent seulement l'élimination (excluent l'excavation, le chargement et le transport).

\*\* Surcoût par rapport à une élimination de l'ensemble des matériaux en filière ISDI

IVANOHE CAMBRIDGE  
 INVESTISSEMENTS FRANCE  
 30 avenue Georges V  
 75008 Paris

A l'attention de Monsieur Cyr

Nanterre, le 29 janvier 2013

**N° de Référence :** PAR-DIV-13-10563A

**Projet :** 46310454

**Objet : Choix de la tranche conditionnelle pour la poursuite des travaux de caractérisation des sols – ilot B3A, Paris 13<sup>e</sup>**

Monsieur,

Cette note présente une analyse des données environnementales disponibles à l'issue de la mise en œuvre de la tranche ferme de caractérisation environnementale des sols en place jusqu'à 23 m de profondeur au droit de l'ilot B3A, situé à l'angle de la rue Bruneseau et du boulevard Massena dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris. Cette analyse a pour objectif de servir de support au choix par IVANOHE CAMBRIDGE INVESTISSEMENTS FRANCE (IVANOHE) de la tranche conditionnelle à mettre en œuvre.

La campagne de sondages environnementaux – tranche ferme – a été réalisée par la société EMTS, mandatée par SEMAPA, en conformité avec le cahier des clauses techniques particulières (CCTP), daté de juillet 2012<sup>1</sup>.

Les travaux de caractérisation environnementale des sols de la tranche ferme ont eu lieu entre le 15 octobre et le 8 novembre 2012.

Les documents transmis par SEMAPA sont les suivants :

- Logs géologiques des 21 sondages réalisés ;
- Plans d'excavation par intervalles profondeur de 1 m (entre +4 m et -23.5 m (repère interne au site))<sup>2</sup> ;
- Tableaux de résultats par intervalle de profondeur de 1 m (entre +4 m et -23.5 m) ;

<sup>1</sup> SEMAPA, Juillet 2012, Lot B3A, Campagne de sondages environnementaux, secteur Bruneseau. Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C. T. P.). LR/RML/20455.

<sup>2</sup> Le plan associé à la profondeur +1 - +2 m n'a pas été fourni.

- Tableaux récapitulatifs (2) de classification des sols en fonction des seuils réglementaires d'acceptation en installation de stockage (arrêté du 28 octobre 2010 et décision du Conseil) et des critères de la charte FNADE<sup>3</sup>.

Suite à l'examen des résultats de la caractérisation environnementale des sols (tranche ferme) transmis, les principales observations sont :

1. Les résultats analytiques présentés dans les tableaux devraient être validés avec les données des bordereaux d'analyse du laboratoire, qui n'ont pas été transmis.
2. Les éléments transmis ne permettent pas d'apprécier la méthodologie mise en œuvre pour les prélèvements. Il est considéré que ces prélèvements ont été effectués dans les règles de l'art, conformément au référentiel normatif en vigueur dans la profession.
3. Les composés organiques volatils BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes totaux) et COHV (composés organiques halogénés volatils) n'ont principalement pas été détectés à l'exception de quelques concentrations traces, notamment à 23 m de profondeur. Les principaux composés détectés sont les xylènes, le dichlorométhane et le tétrachloroéthylène. Les concentrations détectées n'excèdent pas 0,4 mg/kg et ne constituent pas un impact significatif, notamment vis-à-vis de l'exposition sanitaire des futurs usagers du projet envisagé (2 bâtiments de grande hauteur reposant sur plusieurs niveaux de sous-sol).
4. Les échantillons prélevés dans la tranche de sol comprise entre 0 et 10 m de profondeur présentent des concentrations supérieures aux seuils d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI), d'après l'arrêté du 28 octobre 2010, mais également aux critères définis dans la charte FNADE. La présence de matériaux de remblais a notamment été observée dans cet intervalle de profondeur.
5. Les échantillons prélevés dans la tranche de sol comprise entre 10 et 23 m de profondeur présentent également, mais de manière plus locale, des concentrations supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI, d'après l'arrêté du 28 octobre 2010. Dans l'ensemble, ces concentrations sont généralement de même ordre de grandeur que ces critères.

A ce titre, le sélénium et les fluorures sont les deux composés principaux observés dans les sols de la tranche comprise entre 10 et 23 m de profondeur à des concentrations supérieures, mais du même ordre de grandeur que les critères de l'arrêté du 28 octobre 2012. Ponctuellement, certains métaux se retrouvent aussi en concentrations supérieures aux critères, tels que le mercure, le cadmium, l'arsenic ou l'antimoine.

Les dépassements de critères ont été principalement rencontrés entre 11 et 18 m de profondeur dans un horizon de sol constitué principalement d'argile. Ce constat suggère ainsi que les concentrations observées (supérieures aux critères) constituent les teneurs naturelles des sols en place.

<sup>3</sup> Charte qualité du métier stockage des déchets.



Ainsi, compte tenu des éléments présentés ci-dessus, les résultats de la tranche ferme sur les sols situés entre 10 et 23 m de profondeur apparaissent homogènes et les résultats disponibles ne justifient pas à ce stade de données de caractérisation complémentaires. Par conséquent, pour la suite des travaux de caractérisation environnementale, la tranche conditionnelle A, qui consiste à réaliser 37 sondages à 10 m de profondeur selon un maillage 10 x 10 m, semble adaptée pour compléter le plan d'excavation.

De même, les résultats obtenus lors de la tranche ferme pour les composés COHV ne justifient pas, à ce stade, l'analyse systématique de 3 échantillons par sondage tel que cela est prévu au CCTP puisque ce composé n'est pas inclus dans l'arrêté du 28 octobre 2010. Il pourrait être plus judicieux de prévoir un lot d'analyses de ce composé à utiliser au besoin sur la base des observations organoleptiques et des mesures de terrain (photoinsateur).

Il est à noter que les éléments présentés dans cette note reposent sur les tableaux de résultats préparés par EMTS, les bordereaux d'analyse n'ayant pas été transmis pour vérification. En effet, lors de la vérification des tableaux de résultats de la première campagne de caractérisation réalisée par EMTS<sup>4,5</sup>, des erreurs de transcription ont été décelées. Ces erreurs sont indiquées dans les tableaux présentés en pièce jointe. À noter par ailleurs que seules les erreurs de transcription sont indiquées et non celles d'interprétation des filières de gestion.

Vous remerciant de votre confiance sur ce projet, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

Pour URS France,

Myriam Cadotte  
Chef de Projet

Philippe Pouget-Abadie  
Directeur de Projet

PJ : Tableaux présentant des erreurs de transcription avec les bordereaux d'analyse – première campagne EMTS

<sup>4</sup> EMTS, Plan d'excavation des sols – ilot B3A - angle de la rue Bruneseau/bd Massena – PARIS 13<sup>ème</sup> – SEMAPA/PARIS rive gauche, référence SEMA ENV SB01 RA4, 23 pages + annexes ;

<sup>5</sup> EMTS, Plan d'excavation des sols – ilot B3A – 2<sup>o</sup> tranche - angle de la rue Bruneseau/bd massena – PARIS 13<sup>ème</sup> – SEMAPA/PARIS rive gauche, référence SEMA ENV TD04 RA4 REV2, 104 pages.



#### **Limitations :**

*URS a préparé ce rapport pour l'usage exclusif de Ivanohé Cambridge Investissements France, conformément à la proposition commerciale d'URS n° 2236-1128 du 29 juin 2012, référencée PAR-PRO-12-09264A selon les termes de laquelle nos services ont été réalisés. Le contenu de ce rapport peut ne pas être approprié pour d'autres usages, et son utilisation à d'autres fins que celles définies dans la proposition d'URS France, par Ivanohé Cambridge Investissements France ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur. Sauf indication contraire spécifiée dans ce rapport, les études réalisées supposent que les sites et installations continueront à exercer leurs activités actuelles sans changement significatif. Les conclusions et recommandations contenues dans ce rapport sont basées sur des informations fournies par le personnel du site et les informations accessibles au public, en supposant que toutes les informations pertinentes ont été fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées. Les informations obtenues de tierces parties n'ont pas été vérifiées par URS, sauf mention contraire dans le rapport.*

*Lorsque des investigations ont été réalisées, le niveau de détail requis pour ces dernières a été limité pour atteindre les objectifs fixés par le contrat. Les résultats des mesures effectuées peuvent varier dans l'espace ou dans le temps, et des mesures de confirmation doivent par conséquent être réalisées si un délai important est observé avant l'utilisation de ce rapport.*

p.10/335

p.18/335

p.32/335

p.37/335

Cote NVP	34 - 32	34 - 32	36 - 34	34 - 32	34 - 32	34 - 32	34 - 32	34 - 32	34 - 32	34 - 32	34 - 32	36 - 34	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n° 2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 Octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets		
Sondage	S1A	S2A	S3A	S4A	S5A	S6A	S7A	S8A	S9A	S10A	S11A	S12A	Déchets inertes CET3	Déchets non dangereux CET2	Déchets dangereux CET1
Date	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	19/09/2011	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011			
Profondeur du sondage (m)	12	12	13	4	12	12	12	12	12	12	12	8			
Nom du préleveur	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud			
Outils de sondage	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm			
Profondeur de l'échantillon (m)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2			
Description visuelle	Remblais argilo-sableux noir / Sable argileux jaune	Remblais argilo-sableux noir / Sable argileux brun	Remblais argilo-sableux noir	Limons sableux jaune	Alternance argile noire et sable jaune	Argile sableux ocre	Remblais sablo graveleux noir	Sable argileux brun	Remblais argilo sableux noir	Argile sableuse brune	Remblais sablo graveleux brun et sec	Remblais sablo graveleux noir et sec			
Remarque															
Résultats exprimés en mg/kg MS															
Analyses physico-chimiques															
Matière sèche (%)	87,4	89	85	90	93,6	90,4	87	87	84	84	97,7	89			
pH H2O	8,2	8,1	7,5	9,05	7,8	7,55	7,65	8,15	7,55	7,35	7,6	7,5			
COT*	10 900	4850	12400	17400	4350	2860	20600	5020	20500	5030	3520	23100	30 000	50 000	60 000
Hydrocarbures															
Hydrocarbures totaux C10-C40	17,6	22,5	37,4	29,3	53,2	32,6	50,5	<15.0	71,9	41,3	17,4	119	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000
Fractions solubles															
Antimoine cumulé	0,036	0,025	0,059	<0.02	<0.02	0,039	0,069	<0.02	0,038	0,063	<0.02	0,114	0,06	0,7	5
Arsenic cumulé	<0.20	<0,20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,5	2	25
Baryum cumulé	0,13	<0.10	0,36	0,28	<0.10	0,17	0,38	<0.10	0,36	0,22	0,21	0,21	20	100	300
Cadmium cumulé	<0.002	<0,002	<0.002	0,003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,04	1	5
Chlorures cumulé**	14,5	16,6	<9.94	<10.2	13,3	<9.94	10,8	<10.1	47,2	32,2	32,2	168	800	15000	25000
Chrome cumulé	<0.10	<0,10	<0.10	<0.10	<0,10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,15	<0.10	0,5	10	70
COT cumulé	79	55	<50	<51	<50	<50	<51	55	<50	<51	<49	<49	500	800	1000
Cuivre cumulé	<0.20	<0,20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	2	50	100
Fluorures cumulé	6,38	<5.04	<4.97	<5.10	<5.05	<4.96	<5.08	5,78	6,02	<5.06	<4.90	5,34	10	150	500
Fraction soluble cumulé**	2000	<1000	10800	3160	<2000	4500	7090	<2000	23500	24500	3980	24100	4 000	60 000	100 000
Indice phénol cumulé	<0.50	<0,50	<0.50	<0.51	<0.50	<0.50	<0.51	<0.50	<0.50	<0.51	<0.49	<0.49	1		
Mercurure cumulé	0,005	0,003	<0.001	0,003	0,002	0,001	<0.001	0,001	<0.001	0,03	<0.001	0,001	0,01	0,2	2
Molybdène cumulé	0,14	<0,1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,16	<0.10	<0.10	0,13	0,5	10	30
Nickel cumulé	<0.10	<0,10	<0.10	<0.10	<0,10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	10	40
Plomb cumulé	<0.10	<0,10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	50
Sélénium cumulé	0,072	<0,02	<0.02	<0.02	<0,02	<0.02	0,037	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,028	0,1	0,5	7
Sulfates cumulés**	349	336	14900	1580	236	1110	14600	287	14100	15200	1820	14000	1 000	20 000	50 000
Zinc cumulé	<0.20	<0,20	<0.20	<0.20	<0,2	<0.20	<0.20	<0,20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	4	50	200
HAP															
Somme des 16 HAP	<1,04	<0.80	<1.92	<0.86	<1.06	<0.80	<2.08	<0.80	<3.89	<1.16	<0.93	<9.55	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500
BTEXN															
Benzène	<0.05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30
Toluène	<0.05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Ethylbenzène	<0.05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Somme Xylènes	<0.05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Somme des BTEX	<0.05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<6	6<C<30	>30
Polychlorobiphényles															
Somme 7 PCB	<0.07	<0,07	<0.07	<0.07	<0,07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<1	1<C<10	10<C<50
Métaux lourds sur bruts															
Arsenic (As)	9,94	7,09	11,4	3,6	6,08	12,2	86,2	7,99	16,4	8,11	7,39	37,2	< 10	10 < C < 37	< 37
Cadmium (Cd)	<0.40	<0,40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	0,6	<0.40	0,49	<0.41	<0.40	1,23	< 2	2 < C < 10	< 10
Chrome (Cr)	15,3	15,8	12,6	8,74	8,42	18,7	19,4	12,7	17,9	12,4	8,23	24,4	< 65	65 < C < 130	< 130
Cuivre (Cu)	41,5	16,7	171	<5.00	8,63	14	484	44	123	35,7	16	512	< 400	400 < C < 1800	< 1800
Mercurure (Hg)	0,63	0,62	1,91	<0.10	<0.10	0,32	1,08	9,04	1,2	9,35	0,21	1,04	< 1	1 < C < 7	7 < C < 100
Nickel (Ni)	11,8	10,2	12,4	3,55	6,62	13,4	254	53,4	14,9	11	8,88	34,9	< 70	70 < C < 140	> 140
Plomb (Pb)	116	40,5	261	5,15	14,7	33	469	39,1	217	203	43,4	504	< 85	85 < C < 400	> 400
Zinc (Zn)	76,8	48	132	9,98	30,8	30,8	310	0,61	251	125	30,7	399	< 400	400 < C < 1600	> 1600

\* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)  
n.d.= non détecté, en dessous de la limite de quantification  
\*\* Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

Nickel: 25,4  
Hg: 0,61  
Ni: 9,04  
Pb: 53,4  
Zn: 39,1

<sup>1</sup> Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte  
<sup>2</sup> Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 octobre 2010

p.90/335 → Annexe 8 : Résultats analyses brutes .pdf

Cote NVP	32 - 30	32 - 30	34 - 32	32 - 30	32 - 30	32 - 30	32 - 30	32 - 30	32 - 30	32 - 30	32 - 30	34 - 32	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n° 2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 Octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets					
Sondage	S1B	S2B	S3B	S4B	S5B	S6B	S7B	S8B	S9B	S10B	S11B	S12B				Déchets inertes CET3	Déchets non dangereux CET2	Déchets dangereux (CET1)
Date	19/092011	19/092011	20/092011	19/092011	19/092011	19/092011	20/092011	20/092011	20/092011	20/092011	20/092011	20/092011						
Profondeur du sondage (m)	12	12	13	4	12	12	12	12	12	12	12	8						
Nom du préleveur	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud						
Outils de sondage	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm						
Profondeur de l'échantillon (m)	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4						
Description visuelle	Argile sableuse noire	Sable argileux jaune	Remblais argilo-sableux noir	Limons sableux jaune	Argile sableuse brune	Argile sableuse ocre	Argile sableuse noire	Alternance argile sableuse noir et ocre	Sable argileux brun et humide	Argile sableuse brune	Sable graveleux ocre et sec	Remblais sablo graveleux gris et sec						
Remarque																		
Résultats exprimés en mg/kg MS																		
Analyses physico-chimiques																		
Matière sèche (%)	84,5	85,9	90,5	87,3	87,4	90,5	88,4	88,2	82,2	81,8	96,5	89,2						
COT	7810	7,95	3680	18800	8310	2800	10800	6980	1680	7240	4760	14500	30 000	50 000	60 000			
pH H2O	8,1	4 890	7,35	9,35	7,9	7,85	7,2	8,1	7,55	7,35	7,55	8,6						
Hydrocarbures																		
Hydrocarbures totaux C10-C40	44,5	<15	44,4	<15.0	33,5	31,4	41,2	29,2	96,8	51,1	18,3	66,8	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000			
Fractions solubles																		
Fraction soluble cumulé**	2420	2710	7500	3220	<2000	2260	22400	6180	22800	24800	4210	23500	4000	60000	100000			
COT cumulé	85	54	60	<49	61	53	65	90	<51	63	<49	<50	500	800	1000			
Chlorure cumulé**	21,1	23,2	14,1	21,9	13,8	<9,91	11,8	31,8	16,3	23,8	40	167	800	15000	25000			
Fluorure cumulé	<4.90	<4.98	<5.03	<4.91	<4.91	<4.95	<5.05	<5.08	12,2	<5.04	<4.92	<5.00	10	150	500			
Sulfate cumulé**	354	133	4780	890	261	1100	13600	482	14500	14000	2270	15400	1 000	20 000	50 000			
Indice phénol cumulé	<0.49	<0.50	<0.50	<0.49	<0.49	<0.50	<0.50	<0.51	<0.51	<0.50	<0.49	<0.50	1					
Arsenic cumulé	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,3	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,5	2	25			
Baryum cumulé	0,2	0,14	1,36	<0.10	0,12	0,16	2,22	0,16	0,18	1,51	0,23	0,27	20	100	300			
Chrome cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	0,16	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	70			
Cuivre cumulé	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	2	50	100			
Molybdène cumulé	0,11	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,116	<0.10	<0.10	<0.10	0,13	0,1	0,11	0,5	10	30			
Nickel cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	10	40			
Plomb cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	50			
Zinc cumulé	<0.20	<0.20	0,35	<0.20	<0.20	<0.20	0,24	<0.20	<0.20	0,3	<0.20	<0.20	4	50	200			
Mercure cumulé	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	<0.001	0,005	<0.001	0,003	<0.001	<0.001	0,01	0,2	2			
Antimoine cumulé	0,055	0,026	0,023	<0.02	<0.02	<0.02	0,046	0,056	0,048	0,053	<0.02	0,042	0,06	0,7	5			
Cadmium cumulé	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,04	1	5			
Selenium cumulé	<0.02	<0.02	0,021	0,024	0,023	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,1	0,5	7			
HAP																		
Somme des 16 HAP	<1,16	<0.80	<1.23	<0.80	<0.80	<0.80	<3.05	<0.80	<4,05		<0.80	<4.54	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500			
BTEXN																		
Benzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30			
Toluène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05						
Ethylbenzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05						
Somme Xylènes	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05						
Somme des BTEX	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<6	6<C<30	>30			
Polychlorobiphényles																		
Somme 7 PCB	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<1	1<C<10	10<C<50			
Métaux lourds sur bruts																		
Arsenic (As)	8,07	6,67	5,41	3,69	11	7,22	14,4	10,1	10,4	10,6	6,32	15,6	< 10	10 < C < 37	< 37			
Cadmium (Cd)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	0,43	<0.40	<0.41	<0.40	<0.40	0,44	< 2	2 < C < 10	< 10			
Chrome (Cr)	13,8	10,4	9,1	7,38	20,2	19,8	18,7	18,2	19,7	13,1	12,8	10,8	< 65	65 < C < 130	< 130			
Cuivre (Cu)	22,5	17,6	16,2	<5.00	21,7	7,26	147	29,4	60,6	50,5	22,5	156	< 400	400 < C < 1800	< 1800			
Nickel (Ni)	10,4	7,84	7,56	4,09	14,9	8,64	16,5	11,7	12	10,3	10,4	13,3	< 70	70 < C < 140	> 140			
Plomb (Pb)	64,4	29,2	22,3	<5.00	59,5	16,9	269	135	143	197	45,6	202	< 85	85 < C < 400	> 400			
Zinc (Zn)	49,4	29,1	25,9	6,12	54,8	19	175	49,7	123	126	42,6	116	< 400	400 < C < 1600	> 1600			
Mercure (Hg)	0,68	0,48	0,45	<0.10	0,69	2,44	2,57	0,86	1,48	1,36	0,3	0,66	< 1	1 < C < 7	7 < C < 100			

<sup>1</sup> Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte

<sup>2</sup> Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 Octobre 2010

\* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)

n.d.= non détecté, en dessous de la limite de quantification

\*\* Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut

p. 207/335 → Annexe 8 - Résultats analyses brutes . pdf

Cote NVP	28 - 26	28 - 26	30 - 28	28 - 26	28 - 26	28 - 26	28 - 26	28 - 26	28 - 26	28 - 26	30 - 28	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n° 2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 Octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets									
Sondage	S10	S20	S30	S50	S60	S70	S80	S90	S100	S110	S120				Déchets Inertes CET3 Déchets non dangereux CET2 Déchets dangereux CET1						
Date	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011							30 000 50 000 60 000			
Profondeur du sondage (m)	12	12	13	12	12	12	12	12	12	12	8										4000 500 800 1000 1 0,5 20 0,5 2 0,01 0,06 0,04 0,1
Nom du préleveur	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	2000<C<10 000 60000 100000									
Outils de sondage	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm				500 800 15000 25000 10 150 500 1000 20 000 50 000						
Profondeur de l'échantillon (m)	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8							1 0,5 2 300 70 100 30 40 50 200 2 5 5 7			
Description visuelle	Sable limoneux brun et humide	Sable jaune et humide	Sable argileux brun et humide	Sable jaune et humide	Argile sableuse ocre et humide	Limons sableux gris et liquide,	Sable limoneux jaune et humide	limons gris et liquide.	limons gris et liquide.	Sable jaune.	Grave sableuses noir et sec.										2 50 100 30 40 50 200 2 5 5 7
Remarque						faible odeur de décomposition organique, présence de la nappe		faible odeur de décomposition organique, présence de la nappe	faible odeur de décomposition organique, présence de la nappe	présence de la nappe	Refus à 8m	20<C<100 50<C<100 100<C<500									
Résultats exprimés en mg/kg MS																					
Analyses physico-chimiques																					
Matière sèche (%)	91,7	82,3	90,4	90,9	92	82,6	92,9	80,1	85	89,9	87,5										
COT	3520	2240	6820	2320	1920	7860	2470	15800	7660	1350	13700										
pH H2O	8,15	8,05	7,3	8,25	7,9	8,35	7,95	7,5	7,35	7,55	7,45										
Hydrocarbures																					
Hydrocarbures totaux C10-C40	<15,0	<15,0	<15,0	<15,0	<15,0	37,2	17,9	90,7	35,7	<15,0	78,3	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000							
Fractions solubles																					
Fraction soluble cumulée**	2370	3580	5550	<2000	2100	20500	<2000	22800	22900	<2000	23200	4000	60000	100000							
COT cumulé	54	<49	<51	<50	54	54	<51	59	<50	<50	60	500	800	1000							
Chlorure cumulé**	<10,1	32,8	<10,2	20,6	11,5	69,9	<10,1	33,5	17,8	10,4	92,3	800	15000	25000							
Fluorure cumulé	<5,03	<4,92	<5,09	<5,04	<5,10	<5,02	<5,07	<4,92	<5,02	<4,99	<5,03	10	150	500							
Sulfate cumulé**	230	111	2640	130	466	13100	382	14500	16100	494	14700	1 000	20 000	50 000							
Indice phénol cumulé	<0,50	<0,49	<0,51	<0,50	<0,51	<0,50	<0,51	<0,49	<0,50	<0,50	<0,50	1									
Arsenic cumulé	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,5	2	25							
Baryum cumulé	<0,10	0,7	0,21	0,13	<0,10	0,31	<0,10	0,34	0,34	<0,10	0,27	20	100	300							
Chrome cumulé	<0,10	0,11	0,52	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	70							
Cuivre cumulé	<0,20	7,18	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	2	50	100							
Molybdène cumulé	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	0,16	0,5	10	30							
Nickel cumulé	<0,10	0,15	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,4	10	40							
Plomb cumulé	<0,10	2,51	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	50							
Zinc cumulé	<0,20	15,4	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	4	50	200							
Mercure cumulé	0,003	0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,004	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	0,002	0,01	0,2	2							
Antimoine cumulé	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,132	0,022	0,071	0,029	<0,02	0,04	0,06	0,7	5							
Cadmium cumulé	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04	1	5							
Selenium cumulé	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,028	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,025	0,1	0,5	7							
HAP																					
Somme des 16 HAP	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<1,71	<0,80	<4,55	<1,23	<0,80	<1,96	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500							
BTEX																					
Benzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30							
Toluène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										
Ethylbenzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										
Somme Xylènes	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										
Somme des BTEX	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<6	6<C<30	>30							
Polychlorobiphényles																					
Somme 7 PCB	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,08 <sup>1</sup>	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<1	1<C<10	10<C<50							
Métaux lourds sur bruts																					
Arsenic (As)	7,22	6,77	5,95	6,63	6,09	11,7	11,2	15,1	9,67	5,31	18,3	<10	10<C<37	<37							
Cadmium (Cd)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,44	<0,40	0,47	<0,40	<0,40	0,61	<2	2<C<10	<10							
Chrome (Cr)	8,74	10,1	15,5	9,21	9,52	14,1	6,26	15,4	10,7	5,3	16,3	<65	65<C<130	<130							
Cuivre (Cu)	10,8	7,39	16,3	6,77	8,93	101	8,67	56,5	42,9	<5,00	1500	<400	400<C<1800	<1800							
Nickel (Ni)	7,48	8,29	8,31	7,87	24,9	12,1	6,72	12,7	8,44	5,35	21,7	<70	70<C<140	>140							
Plomb (Pb)	27,4	13,5	24,5	13,8	17,9	230	20,7	253	147	7,83	238	<85	85<C<400	>400							
Zinc (Zn)	27,2	22,4	27,8	23,1	17,7	144	16,6	157	82,8	11	124	<400	400<C<1600	>1600							
Mercure (Hg)	0,28	0,18	0,4	0,2	0,28	1,65	0,38	2,3	3,93	0,19	0,59	<1	1<C<7	7<C<100							

\* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)

n.d. = non détecté, en dessous de la limite de quantification

\*\* Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

<sup>1</sup> Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte

<sup>2</sup> Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 Octobre 2011

p.235/335 → Annexe 8 - Résultats analyses bruts. pdf

Cote NVP	26 - 24	26 - 24	28 - 26	26 - 24	26 - 24	26 - 24	26 - 24	26 - 24	26 - 24	26 - 24	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n° 2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 Octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets		
Sondage	S1E	S2E	S3E	S5E	S6E	S7E	S8E	S9E	S10E	S11E			
Date	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	19/09/2011	19/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011	20/09/2011			
Profondeur du sondage (m)	12	12	13	12	12	12	12	12	12	12			
Nom du préleveur	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud	S.Burgaud			
Outils de sondage	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm	Foreuse diamètre 102 mm								
Profondeur de l'échantillon (m)	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10			
Description visuelle	Sable jaune.	Sable jaune	Sable jaune	Sable jaune	Sable jaune	Limons sableux gris et liquide	Sable jaune	Sable gris	limons sableux gris et liquide	Sable jaune			
Remarque	présence de la nappe	faible odeur de décomposition organique, présence de la nappe	présence de la nappe	faible odeur de décomposition organique, présence de la nappe	forte odeur de décomposition organique, présence de la nappe	présence de la nappe							
Résultats exprimés en mg/kg MS													
Analyses physico-chimiques													
Matière sèche (%)	88,8	90,6	89,5	89,8	87,3	82,1	85,7	85,2	83,8	88,2			
COT	1350	2120	1300	2010	11700	6630	5640	8870	4300	1730	30 000	50 000	60 000
pH H2O	8,1	8,25	7,55	8,15	8,2	8,45	8,1	7,35	7,3	7,7			
Hydrocarbures													
Hydrocarbures totaux C10-C40	<15.0	<15.0	<15.0	<15.0	<15.0	25,4	17,1	20,6	25,2	<15.0	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000
Fractions solubles													
Fraction soluble cumulé**	<2000	2550	3090	<2000	<2000	12500	<2000	19600	18700	<2000	4000	60000	100000
COT cumulé	57	<50	<50	<51	<50	<50	55	64	<50	<49	500	800	1000
Chlorure cumulé**	24,5	12,9	10,1	<10.2	<10.0	48,8	13,3	13,3	13,5	<9.87	800	15000	25000
Fluorure cumulé	<5.06	<4.97	<5.02	<5.10	<5.00	<5.05	<4.98	<5.02	<5.02	<4.94	10	150	500
Sulfate cumulé**	156	165	237	132	182	7790	216	11500	11700	513	1 000	20 000	50 000
Indice phénol cumulé	<0.51	<0.50	<0.50	<0.51	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.49	1		
Arsenic cumulé	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,8	<0.20	0,5	2	25
Baryum cumulé	0,18	0,18	0,71	0,24	<0.10	1,55	0,15	0,35	0,41	<0.10	20	100	300
Chrome cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	70
Cuivre cumulé	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	2	50	100
Molybdène cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.12	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	30
Nickel cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	10	40
Plomb cumulé	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	50
Zinc cumulé	<1,01	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	4	50	200
Mercurure cumulé	<0.001	0,007	<0.001	<0.001	0,002	0,003	0,001	0,001	<0.001	<0.001	0,01	0,2	2
Antimoine cumulé	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,125	<0.02	0,022	<0.02	<0.02	0,06	0,7	5
Cadmium cumulé	0,003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,04	1	5
Selenium cumulé	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,022	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,1	0,5	7
HAP													
Somme des 16 HAP	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<1.24	<0.80	<1.48	<1.41	<0.80	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500
BTEXN													
Benzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30
Toluène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Ethylbenzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Somme Xylènes	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Somme des BTEX	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<6	6<C<30	>30
Polychlorobiphényles													
Somme 7 PCB	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<1	1<C<10	10<C<50
Métaux lourds sur bruts													
Arsenic (As)	4,12	4,52	5,98	5,96	6,69	11,3	9,19	8,73	5,19	7,89	< 10	10 < C < 37	< 37
Cadmium (Cd)	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	0,45	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	< 2	2 < C < 10	< 10
Chrome (Cr)	5,5	8,41	7,96	7,65	8,59	11	8,7	14,6	6,7	9,98	< 65	65 < C < 130	< 130
Cuivre (Cu)	5,59	6,41	5,6	5,49	7,17	90,5	12,8	34,7	18,9	10,3	< 400	400 < C < 1800	< 1800
Nickel (Ni)	4,97	6,07	7,82	6,69	8,97	10,5	8,57	10	4,66	9,89	< 70	70 < C < 140	> 140
Plomb (Pb)	13,7	11,6	12,8	11,6	11,3	291	31,4	130	64,8	24,6	< 85	85 < C < 400	> 400
Zinc (Zn)	15,8	18,4	19,3	17,7	19	120	26	79,9	41,8	22,4	< 400	400 < C < 1600	> 1600
Mercurure (Hg)	0,13	0,15	0,19	0,54	0,25	1,36	0,59	1,1	1,24	0,28	< 1	1 < C < 7	7 < C < 100

\* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)

n.d. = non détecté, en dessous de la limite de quantification

\*\* Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

<sup>1</sup> Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte

<sup>2</sup> Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 Octobre 2010

Sondage	S13A	S14A	S15A	S16A	S17A	S18A	S19A	S20A	S21A	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets		
Implantation										Déchets inertes CET3	Déchets non dangereux CET2	Déchets dangereux CET1
Date	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012			
Profondeur du sondage (m)	12	12	12	12	12	12	12	12	12			
Nom du préleveur	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX			
Outils de sondage	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm			
Profondeur de l'échantillon (m)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2			
Description visuelle	Remblais sableux marron puis remblais sablo-limoneux marron à 1 m	Remblais limoneux marron puis remblais limoneux noirâtre à 1 m	Remblais limoneux argileux contenant des graves	Remblais sablo-limoneux grisâtre contenant des graves	Remblais limoneux marron contenant des graves	Remblais limoneux marron contenant des graves	Remblais limoneux marron contenant des graves	Remblais sablo-limoneux noirâtre contenant des graves	Remblais sablo-limoneux noirâtre contenant des graves			
Remarque	Résultats exprimés en mg/kg MS											
Analyses physico-chimiques												
Matière sèche (%)	93	85,7	83,3	83,7	83,7	89	85,7	81	88,4			
pH H2O	5,4	5,7	5,4	5,75	5,45	5,9	5,45	5,4	5,55			
COT*	3130	19400	12600	4850	10400	7780	8680	22900	20700	30 000	50 000	60 000
Hydrocarbures												
Hydrocarbures totaux C10-C40	<15,0	41,1	57,3	17	34,9	23,4	<15,0	116	20700	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000
Fractions solubles												
Fraction soluble cumulée**	4890	21500	22900	22000	21300	25600	24000	22300	19000	4 000	60 000	100 000
COT cumulé	46	69	58	100	78	38	56	100	<51	500	800	1000
Chlorures cumulé**	501	12	544	65,2	20,3	1790	<10,0	176	<10,1	800	15000	25000
Fluorures cumulé	9,67	<5,00	6,22	<5,00	5,64	6,18	<5,00	6,1	12,2	10	150	500
Sulfates cumulés**	2490	15400	15200	15700	15100	15600	15600	15500	13100	1 000	20 000	50 000
Indice phénol cumulé	<0,51	<0,50	<0,50	<0,50	<0,49	<0,51	<0,49	<0,51	<0,51	1		
Arsenic cumulé	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,5	2	25
Baryum cumulé	0,35	0,28	0,36	0,37	0,33	0,54	0,24	0,33	0,49	20	100	300
Chrome cumulé	0,4	<0,10	0,42	<0,10	<0,10	0,93	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	70
Cuivre cumulé	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,31	<0,20	2	50	100
Molybdène cumulé	0,16	0,18	0,11	0,15	0,12	0,29	0,12	0,24	<0,10	0,5	10	30
Nickel cumulé	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,4	10	40
Plomb cumulé	<0,10	<0,20	<0,10	<0,20	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	50
Zinc cumulé	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	4	50	200
Mercurure cumulé	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,001	0,002	0,001	0,01	0,2	2
Antimoine cumulé	0,05	0,079	0,047	0,03	0,038	0,083	0,08	0,245	0,026	0,06	0,7	5
Cadmium cumulé	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04	1	5
Sélénium cumulé	0,027	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,035	0,029	<0,02	<0,02	0,1	0,5	7
HAP												
Somme des 16 HAP	<0,80	2,48<x<2,68	0,83<x<1,18	0,69<x<1,09	3,65<x<3,8	2,24<x<2,44	0,07<x<0,82	15,92<x<15,97	5,28<x<5,48	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500
BTEXN												
Benzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30
Toluène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Ethylbenzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Somme Xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Somme des BTEX	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<6	6<C<30	>30
Polychlorobiphényles												
Somme 7 PCB	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<1	1<C<10	10<C<50
Métaux lourds sur bruts												
Arsenic (As)	6,73	16,8	12,8	9,15	12,5	10,6	10,4	12,3	11,5	< 10	10 < C < 37	< 37
Cadmium (Cd)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,61	0,44	<0,45	<0,40	<0,40	< 2	2 < C < 10	< 10
Chrome (Cr)	9,59	18,5	17,1	14,4	13,5	12,5	8,14	9,68	13,3	< 65	65 < C < 130	< 130
Cuivre (Cu)	11,2	181	68,3	20,2	14	147	59,5	73,5	60,1	< 400	400 < C < 1800	< 1800
Nickel (Ni)	8,03	24	12,3	10,5	14,4	11,7	8,8	10,3	9,5	< 70	70 < C < 140	> 140
Plomb (Pb)	26,3	131	112	44,6	164	124	717	467	133	< 85	85 < C < 400	> 400
Zinc (Zn)	25,6	122	79,7	30,3	136	123	95	130	90,6	< 400	400 < C < 1600	> 1600
Mercurure (Hg)	0,14	1,2	0,83	0,48	0,45	0,42	0,15	1,05	0,48	< 1	1 < C < 7	7 < C < 100
* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)										1 Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte		
n.d.= non détecté, en dessous de la limite de quantification										2 Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 Octobre 2010		
** Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble,												
le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.												

p.70/104

Sondage	S13C	S14C	S15C	S16C	S17C	S18C	S19C	S20C	S21C	Seuil d'acceptation en installation de stockage (décision du conseil n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 et arrêté du 28 octobre 2010) et Charte FNADE Qualité du métier de Stockage des Déchets		
Implantation												
Date	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012	06/04/2012			
Profondeur du sondage (m)	12	12	12	12	12	12	12	12	12			
Nom du préleveur	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX	T.DECAUX			
Outils de sondage	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm	Foreuse mécanique Tarière 89 mm			
Profondeur de l'échantillon (m)	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6			
Description visuelle	Sable limoneux fin ocre	Sable limoneux ocre	Sable moyen limoneux légèrement humide ocre	Sable limoneux moyen ocre	Remblais limoneux marron contenant des gravés puis sable grossier jaune humide à 4,5 m	Remblais sableux ocre grossier puis remblais limoneux marron contenant des gravés à 6 m	Remblais limoneux noirâtre contenant des gravés	Remblais limoneux noirâtre contenant des gravés puis sable grossier jaune humide à 6 m	Remblais sableux ocre contenant des gravés puis remblais limoneux marron contenant des gravés à 6 m	Déchets inertes CET3	Déchets non dangereux CET2	Déchets dangereux CET1
Remarque												
Résultats exprimés en mg/kg MS												
Analyses physico-chimiques												
Matière sèche (%)	92,2	92,5	89,6	91,1	94,7	91	88,5	86,9	92,4			
pH H2O	6,15	5,65	5,75	5,85	5,7	7,85	5,7	5,35	6			
COT*	2440	3590	2430	80800	4960	13600	22900	39000	11300	30 000	50 000	60 000
Hydrocarbures												
Hydrocarbures totaux C10-C40	<15,0	<15	<15	<15	<15	18,9	58	117	97	<500	500<C<2 000	2 000<C<10 000
Fractions solubles												
Fraction soluble cumulé**	2240	5460	2840	3760	4510	21900	20100	21900	22500	4 000	60 000	100 000
COT cumulé	38	45	51	58	<49	62	68	74	60	500	800	1000
Chlorures cumulé**	10,7	<10	12,9	10	53,1	25,3	35,6	380	115	800	15000	25000
Fluorures cumulé	<5,00	<5	<5	<5,01	<5	<5,07	<5,00	6,8	<5,06	10	150	500
Sulfates cumulé**	283	3370	1770	2280	2760	16200	15100	15400	15200	1 000	20 000	50 000
Indice phénol cumulé	<0,50	<0,49	<0,49	<0,5	<0,49	<0,51	<0,50	<0,49	<0,51	1		
Arsenic cumulé	<0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,5	2	25
Baryum cumulé	<0,10	0,24	0,12	0,19	0,26	0,33	0,34	0,34	0,27	20	100	300
Chrome cumulé	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	70
Cuivre cumulé	<0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	2	50	100
Molybdène cumulé	<0,10	<0,10	<0,1	0,16	<0,1	<0,10	<0,10	0,21	0,12	0,5	10	30
Nickel cumulé	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,4	10	40
Plomb cumulé	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	10	50
Zinc cumulé	<0,20	<0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	4	50	200
Mercuré cumulé	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	0,002	0,008	<0,001	0,01	0,2	2
Antimoine cumulé	<0,02	0,039	<0,02	<0,02	0,031	<0,02	0,027	0,153	0,021	0,06	0,7	5
Cadmium cumulé	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04	1	5
Sélénium cumulé	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,021	0,135	<0,02	0,1	0,5	7
HAP												
Somme des 16 HAP	<0,80	0,05<x<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	3,37<x<3,67	1,31<x<1,61	12,94<x<12,99	60,01<x<60,26	<20 <sup>1</sup> <50 <sup>2</sup>	20<C<100 50<C<100	100<C<500
BTEXN												
Benzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	0,5<C<6	6<C<30
Toluène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Ethylbenzène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Somme Xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Somme des BTEX	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<6	6<C<30	>30
Polychlorobiphényles												
Somme 7 PCB	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<1	1<C<10	10<C<50
Métaux lourds sur bruts												
Arsenic (As)	8,48	6,32	6,02	8,92	8,18	10,1	12	20,7	9,98	< 10	10 < C < 37	< 37
Cadmium (Cd)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,48	0,42	<0,40	< 2	2 < C < 10	< 10
Chrome (Cr)	10,5	<7,51	6,57	11,2	10,8	12,4	13,7	14,2	8,5	< 65	65 < C < 130	< 130
Cuivre (Cu)	7,47	21,5	7,37	17,1	33,6	83,6	82,4	73,9	29,7	< 400	400 < C < 1800	< 1800
Nickel (Ni)	9,64	9,92	16,7662	12,6	11,7	14,8	15,4	18,4	8,57	< 70	70 < C < 140	> 140
Plomb (Pb)	12,8	30,8	0,16136	47,4	45	149	375	241	123	< 85	85 < C < 400	> 400
Zinc (Zn)	25,4	28	6,62167	35,6	35,3	95,1	132	99,7	56,9	< 400	400 < C < 1600	> 1600
Mercuré (Hg)	0,21	<0,16	13,6	0,45	0,66	0,43	1,13	1,16	0,43	< 1	1 < C < 7	7 < C < 100
<p>* Une valeur limite plus élevée peut être admise à condition que la valeur limite du COT sur éluat soit respectée (arrêté du 28 Octobre 2010)</p> <p>n.d.= non détecté, en dessous de la limite de quantification</p> <p>** Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.</p>												
<p><sup>1</sup> Valeur seuil de la charte FNADE prise en compte</p> <p><sup>2</sup> Valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 28 Octobre 2010</p>												

## Annexe 3

Bordereau d'analyses du laboratoire Wessling

BONNARD et GARDEL Lyon  
Monsieur A.GUITTARD  
13, rue des Emeraudes  
69006 Lyon

Interlocuteur: Fabienne Loisel  
Ligne directe: +33 474 9996-42  
E-Mail: f.piegay@wessling.fr

### Projet 761.02

---

N° rapport d'essai	ULY12-00060-1	Commande n°:	ULY-10323-11	Date	03.01.2012
--------------------	---------------	--------------	--------------	------	------------

---

N° rapport d'essai ULY12-00060-1 Commande n°: ULY-10323-11 Date 03.01.2012

### Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Date de réception:	26.12.2011	26.12.2011	26.12.2011
Désignation	PZ1	PZ2	PZ3
Type d'échantillons:	Eau	Eau	Eau
Réceptif:	1LV+3*500MLV+50 0PE+2*250PE+8*12 5PE+4HS	1LV+2*500MLV+2* 250PE+8*125PE+4H S	1LV+3*500MLV+50 0PE+2*250PE+8*12 5PE+4HS
Température de réception (C°):	6	6	6
Début des analyses:	26.12.2011	26.12.2011	26.12.2011
Fin des analyses:	03.01.2012	03.01.2012	03.01.2012

### Résultats d'analyse

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Cyanures totaux (CN)	mg/l E/L	0,01	<0,01

### Analyse physico-chimique

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Conductivité [25°C]	µS/cm E/L	10	1500
pH	E/L	3	7,1

N° rapport d'essai ULY12-00060-1 Commande n°: ULY-10323-11 Date 03.01.2012

### Paramètres globaux / Indices

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	mg/l E/L	0,05	<0,05
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	0,05	<0,05
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	0,05	<0,05
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	0,05	<0,05
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	0,05	<0,05
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	0,05	<0,05
DCO (homogénéisé)	mg/l E/L	15	<15
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	0,5	2,2
DBO5+ATH (homogénéisé)	mg/l E/L	3	<10

### Cations, anions et éléments non métalliques

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Nitrites (NO2)	mg/l E/L		<0,01
Bromure (Br)	mg/l E/L	1	<0,5
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	1	34
Nitrates (NO3)	mg/l E/L	1	37
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	1	430
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0,1	0,1
Cyanures aisément libérables (CN)	mg/l E/L	0,01	<0,01

### Eléments

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Chrome (VI)	mg/l E/L	0,01	<0,01
Phosphore (P)	mg/l E/L		<0,03
Aluminium (Al)	µg/l E/L		<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L		<5
Arsenic (As)	µg/l E/L		<1
Baryum (Ba)	µg/l E/L		31
Béryllium (Be)	µg/l E/L		<0,5
Bismuth (Bi)	µg/l E/L		<2

N° rapport d'essai	ULY12-00060-1	Commande n°:	ULY-10323-11	Date	03.01.2012
N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03		
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<5	<5	<5	
Bore (B)	µg/l E/L	85	83	120	
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5	<5	<5	
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<2	<2	<2	
Fer (Fe)	mg/l E/L	<0,01	0,01	<0,01	
Potassium (K)	mg/l E/L	11	6,8	10	
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<3	<3	<3	
Magnésium (Mg)	mg/l E/L	15	11	17	
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<2	<2	<2	
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<5	<5	<5	
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<5	5,8	<5	
Argent (Ag)	µg/l E/L	<10	<10	<10	
Vanadium (V)	µg/l E/L	<2	<2	<2	
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<10	<10	26	
Étain (Sn)	µg/l E/L	<5	<5	<5	
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,2	<0,2	<0,2	

#### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Chlorure de vinyle	µg/l E/L	0,5	<0,5
Dichlorométhane	µg/l E/L	0,5	<0,5
cis-1.2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	0,5	5,5
trans-1.2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	0,5	<0,5
Trichlorométhane	µg/l E/L	0,5	0,7
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l E/L	0,5	2,7
Tétrachlorométhane	µg/l E/L	0,5	<0,5
Trichloroéthylène	µg/l E/L	0,5	2,9
Tétrachloroéthylène	µg/l E/L	0,5	2,6
1,1-Dichloroéthane	µg/l E/L	0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l E/L	0,5	0,8
Somme des COHV	µg/l E/L	0,5	15

N° rapport d'essai	ULY12-00060-1	Commande n°:	ULY-10323-11	Date	03.01.2012
--------------------	---------------	--------------	--------------	------	------------

#### Chlorobenzènes lourds

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Chlorobenzène	µg/l E/L	<0,5	<0,5
1,3-Dichlorobenzène	µg/l E/L	<0,5	<0,5
1,4-Dichlorobenzène	µg/l E/L	<0,5	<0,5
1,2-Dichlorobenzène	µg/l E/L	<0,5	<0,5
1,2,3-Trichlorobenzène	µg/l E/L	<0,03	<0,03
1,2,4-Trichlorobenzène	µg/l E/L	<0,03	<0,03
Hexachlorobenzène	µg/l E/L	<0,03	<0,03

#### Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

N° d'échantillon	11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon	PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ	
Naphthalène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Acénaphthylène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Acénaphthène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Fluorène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Phénanthrène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Anthracène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Fluoranthène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Pyrène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Chrysène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranthène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Benzo(k)fluoranthène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Benzo(a)pyrène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l E/L	0,02	<0,02
Indéno(123-cd)pyrène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Benzo(ghi)peryène (*)	µg/l E/L	0,02	<0,02
Somme des HAP	µg/l E/L	0,02	-/-
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	0,02	-/-
Somme des 6 HAP (*)	µg/l E/L	0,02	-/-

N° rapport d'essai ULY12-00060-1 Commande n°: ULY-10323-11 Date 03.01.2012

### Polychlorobiphényles (PCB)

N° d'échantillon			11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon			PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ			
PCB n° 28	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 52	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 101	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 118	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 138	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	0,003
PCB n° 153	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	0,004
PCB n° 180	µg/l E/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	0,003	-/-	-/-	0,007

### Screening EPA 624

N° d'échantillon			11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
Désignation d'échantillon			PZ1	PZ2	PZ3
Paramètre	Unité	LQ			
Bromométhane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Benzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Dibromométhane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Toluène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Dibromochlorométhane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dibromoéthane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Chlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1,2-Tetrachloroéthane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
m-, p-Xylène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
o-Xylène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Styrène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Tribromométhane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Cumène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2,2-Tetrachloroéthane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3-Trichloropropane	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
n-Propylbenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1-Chloro-4-Méthylbenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Mésitylène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1-Chloro-2-Méthylbenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Pseudocumène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5

N° rapport d'essai ULY12-00060-1 Commande n°: ULY-10323-11 Date 03.01.2012

N° d'échantillon			11-148653-01	11-148653-02	11-148653-03
1,3-Dichlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,4-Dichlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2,4-Trichlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
Hexachloro-1,3-butadiène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3-Trichlorobenzène	µg/l E/L		<0,5	<0,5	<0,5

N° rapport d'essai **ULY12-00060-1** Commande n°: **ULY-10323-11** Date **03.01.2012**

11-148653-01

Commentaires des résultats:

HCT (GC) E/L, Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40: Pour effectuer l'extraction dans le flacon d'origine, un retrait d'une partie de la phase aqueuse a été nécessaire. Ce retrait a pu engendrer un sous dosage de l'échantillon.

Remarque valable pour les échantillons 01 à 03.

Mercure (AAS) E/L, Mercure (Hg): Echantillon non stabilisé lors de l'analyse.

11-148653-02

Commentaires des résultats:

COT E/L, Carbone organique total (COT): Seuil de détermination augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.

HAP E/L (GC), Naphtalène: Seuil de quantification augmenté en raison d'interférences chimiques.

Mercure (AAS) E/L, Mercure (Hg): Echantillon non stabilisé lors de l'analyse.

11-148653-03

Commentaires des résultats:

COT E/L, Carbone organique total (COT): Seuil de détermination augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.

COHV E/L, Trichlorométhane: Seuil de quantification augmenté en raison d'interférences chimiques.

Mercure (AAS) E/L, Mercure (Hg): Echantillon non stabilisé lors de l'analyse.

Les seuils de quantification indiqués correspondent à la limite de quantification analytique du procédé

Méthode	Norme	
ST-DCO	ISO 15705(A)	Umweltanalytik Lyon
Ammonium (NH4)	EN ISO 11732(A)	Umweltanalytik Lyon
DBO5	NF EN 1899-1(A)	Umweltanalytik Lyon
COT	NF EN 1484(A)	Umweltanalytik Lyon
pH	NFT90-008(A)	Umweltanalytik Lyon
Conductivité électrique sur eau / lixiviat	NF EN 27888(A)	Umweltanalytik Lyon
Anions dissous (filtration à 0,2 µ) - Méth. interne V3 selon	NF EN ISO 10304-1(A)	Umweltanalytik Lyon
Métaux dissous sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Umweltanalytik Lyon
Cyanures aisément libérables (CN) sur E/L CFA	EN ISO 14403(A)	Umweltanalytik Lyon
Cyanure total sur eau et lixiviat	EN ISO 14403(A)	Umweltanalytik Lyon
HAP - Méthode interne V3 selon NFT 90-115	NF T90-115(A)	Umweltanalytik Lyon
Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT)	NF EN ISO 9377-2(A)	Umweltanalytik Lyon
PCB - Méthode interne HAP/PCB version 3	Selon NF EN ISO 6468(A)	Umweltanalytik Lyon
Chrome VI	NFT 90 043(A)	Umweltanalytik Lyon
Screening EPA 624 Eau	EN ISO 10301	Umweltanalytik Lyon
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau	NF EN ISO 10301(A)	Umweltanalytik Lyon
Nitrites sur eau / lixiviat	EN 26777(A)	Umweltanalytik Altenberge
Chlorobenzènes - Méth. interne ChloroB lourds V1	selon NF EN ISO 6468(A)	Umweltanalytik Altenberge
Métaux/Eléments (ICP-OES/ICP-MS) sur eau / lixiviat	NF EN ISO 17294-2(A)	Umweltanalytik Altenberge
Mercure (AAS) E/L	EN 1483(A)	Umweltanalytik Altenberge
E/L	Eau/lixiviat	

Ce document est édité électroniquement, il est valide sans signature.

Fabienne Loisel

EN-CAPE 14.102 C - V0

**Projet Tours DUO à Paris**

**Volet 2 : étude de confort au vent et de la  
sécurité du public**

**Julien GUILHOT**

**Département Climatologie – Aérodynamique – Pollution – Epuraton**

EN-CAPE 14.102 C - V0

**Projet Tours DUO à Paris**  
**Volet 2 : étude de confort au vent et de  
sécurité du public**

**Julien GUILHOT**

DEPARTEMENT CLIMATOLOGIE – AERODYNAMIQUE  
POLLUTION - EPURATION

*Cette étude a été réalisée  
à la demande de la société IVANHOE  
suivant la commande  
en date du 10/03/2014  
Offre n° 6278-02*

*Nantes, le 28/05/2014*



**Julien GUILHOT**  
Ingénieur  
Climatologie-Aérodynamique-  
Pollution-Epuration



**Marc DUFRESNE de VIREL**  
Responsable thématique  
**Air, confort, environnement**  
Climatologie-Aérodynamique-  
Pollution-Epuration

*Mots clés : simulation numérique, confort au vent, sécurité  
écoulement atmosphérique.*

*Nbre de pages : 34*

*Version n° : 0*

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NOTION DE CONFORT AU VENT DANS LES ESPACES EXTERIEURS .....</b>	<b>2</b>
2.1	LE VENT .....	2
2.2	DEFINITION DU CONFORT ET EFFETS DU VENT .....	3
2.3	DESCRIPTION DE LA GENE – SEUIL DE CONFORT – FREQUENCE DE GENE.....	5
<b>3</b>	<b>LES DONNEES DE VENT.....</b>	<b>8</b>
3.1	LA STATION METEO .....	8
3.2	LES DONNEES OBSERVEES .....	8
3.3	ROSE DES VENTS .....	9
3.4	AJUSTEMENTS PAR UNE LOI DE WEIBULL .....	10
<b>4</b>	<b>LES SIMULATIONS NUMERIQUES .....</b>	<b>12</b>
4.1	LE DOMAINE DE CALCUL.....	12
4.1.1	Modélisation des tours .....	12
4.1.2	Modélisation de l'environnement .....	12
4.2	METHODE DE SIMULATION.....	14
<b>5</b>	<b>RESULTATS RELATIFS AU CONFORT .....</b>	<b>16</b>
5.1	LES ZONES ETUDIEES .....	16
5.2	FREQUENCES DE GENE .....	16
5.3	COMMENTAIRES.....	18
5.4	RECOMMANDATIONS POUR L'AMELIORATION DES ZONES CRITIQUES.....	18
<b>6</b>	<b>RESULTATS RELATIFS A LA SECURITE DU PUBLIC.....</b>	<b>22</b>
6.1	AVEC UN SEUIL DE 15.75 M/S .....	22
6.2	AVEC UN SEUIL DE 21.0 M/S .....	24
<b>7</b>	<b>RESULTATS RELATIFS A LA SECURITE DU TRAFIC ROUTIER.....</b>	<b>26</b>
7.1	DESCRIPTION DES SEUILS CONSIDERES .....	26
7.2	RESULTATS EN VITESSE DE POINTE.....	28
7.3	VISUALISATION DES VITESSES LATERALES .....	30
7.4	TEST DE PRINCIPE DU BRISE-VENT EN SOUFFLERIE.....	31
<b>8</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>34</b>

### 1 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet des tours DUO à Paris conçues par les *Ateliers Jean Nouvel*, une étude du confort au vent et de la sécurité du public du projet est proposée dans le présent document. Cette étude ne traite pas de l'impact des tours sur l'existant. Le projet des tours DUO sera implanté à Paris, dans le 13<sup>ème</sup> arrondissement, îlot B3A, secteur Bruneseau-Massena, ZAC Paris Rive Gauche. Il consiste à construire deux Immeubles de Grande Hauteur à usage principal de bureaux et hôtel, il comporte deux tours, DUO 1 et DUO 2, de hauteurs respectives 175 et 123 mètres (base à 43 m NGF).

Une approche par simulation numérique des écoulements (dite approche CFD) est mise en œuvre permettant de déterminer les conditions de vent s'appliquant dans la zone du projet. Les simulations s'appuient sur une modélisation 3D du bâtiment et de l'environnement immédiat dans un rayon d'au moins 500 mètres.

Dans un premier temps, la notion de confort au vent dans les espaces extérieurs est explicitée, ainsi que la prise en compte d'une valeur seuil permettant d'estimer une fréquence de gêne. 2 autres valeurs seuil sont également considérées pour l'approche sécurité du public.

Une analyse spécifique des données de vent recueillies à la station de Vélizy-Villacoublay est également réalisée afin de caractériser le site étudié par rapport au vent. Il s'agit d'une part d'étudier la répartition du vent en termes de direction et de vitesse, et d'autre part de proposer des ajustements statistiques qui permettront d'évaluer des probabilités de dépassement des seuils sur différentes zones des tours.

Les simulations numériques réalisées, basées sur l'emploi d'un code de mécanique des fluides (résolution des équations de Navier-Stokes), sont ensuite présentées, ainsi que les résultats obtenus. Ces résultats correspondent à des cartographies de probabilité de dépassement du seuil de confort pour différentes zones identifiées du projet. Des recommandations relatives à l'aménagement permettant d'améliorer les zones sensibles sont aussi proposées.

Enfin, les résultats des simulations seront également exploités pour analyser les conditions de vent de vent au niveau des voies de circulation situées à proximité des tours et susceptibles d'engendrer des instabilités latérales de véhicules.

## 2 NOTION DE CONFORT AU VENT DANS LES ESPACES EXTERIEURS

Dans cette première partie, les éléments théoriques permettant d'appréhender la notion de confort au vent sont explicités.

### 2.1 Le vent

Le vent naturel est un signal fluctuant dans le temps : il varie en intensité et en direction. La vitesse instantanée du vent peut s'exprimer par l'expression (1).

$$U(t) = \bar{U} + u'(t) \quad (1)$$

où  $\bar{U}$  est la valeur moyenne de la vitesse sur la période d'observation  $T$ , et  $u'(t)$  la fluctuation de vitesse autour de cette moyenne.

La turbulence est caractérisée par l'écart type  $\sigma$  de la fluctuation longitudinale de la vitesse du vent  $u'(t)$  sur la période  $T$ , selon l'expression (2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u'^2(t) dt} = \sqrt{\overline{u'^2}} \quad (2)$$

L'intensité de turbulence est définie par l'expression (3).

$$I = \frac{\sigma}{\bar{U}} \quad (3)$$

Les données de vitesse moyenne et de turbulence varient avec la hauteur. Cette distribution est fonction de la rugosité du sol et de sa topographie, et est donc caractéristique de "l'histoire" du vent.

La croissance de la vitesse moyenne avec la hauteur peut être modélisée par une loi logarithmique qui s'exprime par l'expression (4).

$$\bar{U}_z = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \bar{U}_{10\text{météo}} \quad (4)$$

Où  $z$  est l'altitude exprimée en mètres,  $z_0$  est le paramètre de rugosité,  $k_r$  est le facteur de terrain fonction de la rugosité défini par :  $k_r = 0.19 * \left(\frac{z}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$  et

$\bar{U}_{10\text{météo}}$  est la vitesse moyenne mesurée à la station météorologique de référence à 10 mètres de hauteur.

Le gradient de turbulence peut quant à lui être modélisé par la relation (5).

$$I_z = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (5)$$

Le tableau 1, issu de l'Annexe Nationale de "l'Eurocode vent," donne les valeurs de  $z_0$  en fonction de la nature du site.

Classe	Nature du terrain	Z0
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0.005
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbre, bâtiment, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0.05
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé	0.20
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers	0.50
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface est occupée par des bâtiments de hauteur moyenne supérieure à 15 m, forêts	1

Tableau 1 : Paramètres de rugosité de terrain

### 2.2 Définition du confort et effets du vent

Les observations et les expérimentations de terrain ou de laboratoire, mettent en évidence l'importance fondamentale du niveau de vitesse et de la turbulence sur le confort.

La vitesse du vent et sa fluctuation ont des actions mécaniques et thermiques.

Les forces induites par le vent, qui sont variables dans le temps et dans l'espace, sollicitent le corps et les vêtements et peuvent être perçues désagréablement. Proportionnelles au carré de la vitesse, les forces qui s'exercent sur le piéton peuvent dans certaines conditions être très importantes et gêner sa progression

ou perturber son équilibre. **Dans un espace bâti, des zones de calme peuvent jouxter des zones d'écoulements rapides ou très tourbillonnaires. Ces gradients qui sont plus particulièrement ressentis dans des zones où sont érigées des constructions de grande hauteur, sont perçus comme une gêne importante.**

Pour illustration, l'échelle de Beaufort (cf. tableau 2) permet de préciser les manifestations mécaniques associées à certaines vitesses de vent, et les sensations ressenties.

Vitesse du vent m/s		Caractéristiques du vent
Force	Z = 2 m	
2	1.5 - 3	Les visages ressentent la sensation du vent. Les feuilles bruissent
3	3 - 4.5	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
4	4.5 - 7	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
5	7 - 9	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
6	9 - 11	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
7	11 - 14	Les arbres sont totalement en mouvement. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
8	14 - 17	Les branches d'arbres se cassent. D'une façon générale, progression pédestre très difficile et dangereuse.
9	17 - 20	Risque d'être violemment projeté à terre sous l'effet des bourrasques.

**Tableau 2 : Echelle de Beaufort**

Par ailleurs, par leurs effets convectifs, les mouvements d'air autour d'une personne modifient les échanges entre le corps et l'ambiance : des sensations de froid peuvent alors être perçues. Ces notions sont cependant pondérées par l'état subjectif de l'individu, et sa sensation de confort ou d'inconfort dépend très largement de facteurs liés à son activité (niveau métabolique) ainsi qu'au climat ou à la saison (état thermique de l'ambiance).

Ainsi, pour un même individu, la notion de confort varie en fonction des circonstances : le confort souhaité (donc le niveau de vitesse optimal) à la terrasse d'un restaurant est différent de celui attendu sur une promenade piétonnière. De même, la vitesse d'air tolérée en été peut devenir inacceptable lors de températures plus fraîches, par exemple au printemps. A cela s'ajoute une perception subjective liée à l'état physique ou psychologique de l'individu qui perturbe grandement la définition du confort.

### 2.3 Description de la gêne – seuil de confort – fréquence de gêne

Compte tenu de l'importance de la vitesse moyenne du vent associée à sa turbulence sur le confort, pour identifier localement le champ de vitesse, nous adopterons la somme  $(\bar{U} + \sigma)$  préconisée par la communauté des experts de l'environnement. Cette somme associe à parité la valeur moyenne et l'écart type de la fluctuation de la vitesse. Rapportée à une situation de référence, en l'absence de bâtiment, elle s'exprime par un paramètre sans dimension  $\Psi$ . En un point j d'un plan masse situé dans la couche 0-2 mètres au-dessus du sol (hauteur de mesure 1.5 m), l'indice de confort s'exprime par la relation (6).

$$\Psi_j = \frac{\bar{U}_j + \sigma_j}{\bar{U}_{ref1.5m} + \sigma_{ref1.5m}} \quad (6)$$

$\Psi$  permet de comparer en un point donné la situation "vent" avec ce qu'elle serait au même endroit et à la même hauteur en l'absence de toute construction (ou en espace totalement dégagé à proximité immédiate de la zone testée).

Dans ces conditions, toute augmentation de vitesse et de turbulence induite par la présence du bâti, se traduit par  $\psi_j > 1$ . Le paramètre  $\psi_j$  permet donc d'établir une hiérarchie entre les différentes zones explorées dans le plan masse. Mais il doit, pour présenter un intérêt vis à vis de l'évaluation correcte de l'inconfort, être associé à une **fréquence de gêne**, c'est à dire un pourcentage de temps pendant lequel est dépassé un seuil de vitesse et de turbulence défini comme la limite maximale admissible pour rester dans des conditions de confort. Ce seuil est lui-même caractérisé par la somme  $(\bar{U} + \sigma)_{seuil}$ .

Si l'on se réfère à l'échelle de Beaufort, on constate que **la vitesse 3 m/s correspond aux premières manifestations considérées comme désagréables.**

**Nous retiendrons donc cette valeur  $\bar{U}_{seuil} = 3m/s$  comme le seuil au-delà duquel le confort n'est plus assuré.**

On associe à la valeur du seuil un écart type correspondant forfaitairement à la fluctuation du vent qui règne au niveau du sol en rase campagne soit :  $\sigma = 0.2\bar{U}$

On obtient alors :  $(\bar{U} + \sigma)_{seuil} = 1.2.\bar{U}_{seuil} = 3.6m/s$ .

Ainsi, en chaque point le seuil de gêne est atteint lorsque :

$$\Psi_j = \frac{3.6}{\bar{U}_{ref1.5m} + \sigma_{re1.5m}} = \frac{3.6}{\bar{U}_{ref1.5m}(1 + I_{ref1.5m})} \quad (\text{avec } I : \text{l'intensité de turbulence})$$

La vitesse de référence à 1,5 m et l'intensité de turbulence associée sont celles données en conditions limites d'entrée du modèle numérique (cf. 4.2).

Le seuil de gêne déterminé ne représente rien de concret s'il ne lui est pas associé de fréquence de gêne. Pour déterminer cette fréquence de gêne, l'utilisation de données météorologiques permettant de qualifier statistiquement le vent sur le site est alors nécessaire.

Ainsi pour chaque secteur  $i$  de direction de  $20^\circ$ , les données de vent sont ajustées suivant une loi de distribution statistique, dite loi de Weibull (cf. 3.4), qui permet de fournir le pourcentage de temps  $P_i$  pendant lequel la vitesse du vent est supérieure ou égale à la vitesse  $\bar{U}$ . Ce pourcentage est donné par l'expression (7) ci-dessous où  $P_{Di}$  est la fréquence d'occurrence du vent du secteur et  $A_i$  et  $k_i$  sont les constantes de la loi de Weibull également pour le secteur concerné.

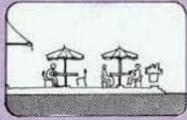
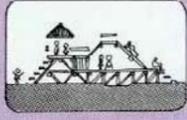
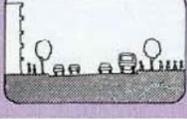
$$P_i = P_{Di} \cdot \exp\left(-\left(\frac{\bar{U}}{A_i}\right)^{k_i}\right) \quad (7)$$

La probabilité  $P_j$  d'atteinte et de dépassement du seuil (fréquence d'inconfort) en un point  $j$  du site étudié est alors obtenue par la relation (8).

$$P_j = \sum_i P_{Di} \cdot \exp\left(-\left(\frac{Seuil}{\gamma \cdot \Psi_{j,i} \cdot (1 + I_{ref}) \cdot A_i}\right)^{k_i}\right) \quad (8)$$

Où  $\gamma$  est un coefficient permettant le passage des ajustements de vent réalisés à 10 mètres à 1.50 m au-dessus du sol.

Le tableau 3 indique par catégories de sites et d'activités un ordre de grandeur des durées maximales admissibles de périodes d'inconfort.

activités		limite supérieure de la gêne pour inconfort convenable (en pourcentage du temps annuel)
<b>STATION IMMOBILE PROLONGÉE</b> Terrasse de café, théâtre en plein air, piscine, etc.		quelques pour cent
<b>STATION IMMOBILE DE COURTE DURÉE</b> Jardin public, aire de jeux, rue commerçante, galerie, etc.		5 %
<b>MARCHE NORMALE</b> Promenade pédestre, passage piétonnier, entrée d'immeuble, etc.		10 %
<b>MARCHE RAPIDE</b> Parc auto, trottoir des avenues, belvédère, etc.		20 %

**Tableau 3 : Fréquences de gêne maximales admissibles en fonction des types d'activités**

### 3 LES DONNEES DE VENT

L'étude du confort requiert de connaître les caractéristiques journalières du vent dans la zone du projet. L'établissement de ces caractéristiques est réalisé à partir de données météorologiques observées à une station météo proche et possédant une durée d'acquisition de données de vent permettant d'être représentative.

#### 3.1 La station météo

Les données de vent utilisées comme référence météorologique sont ici issues de la station de Vélizy-Villacoublay (station Météo-France 78640001), située sur le site de l'aéroport à environ 15 km à l'Ouest de l'emplacement des Tours DUO (cf. Figure 1 ci-dessous).

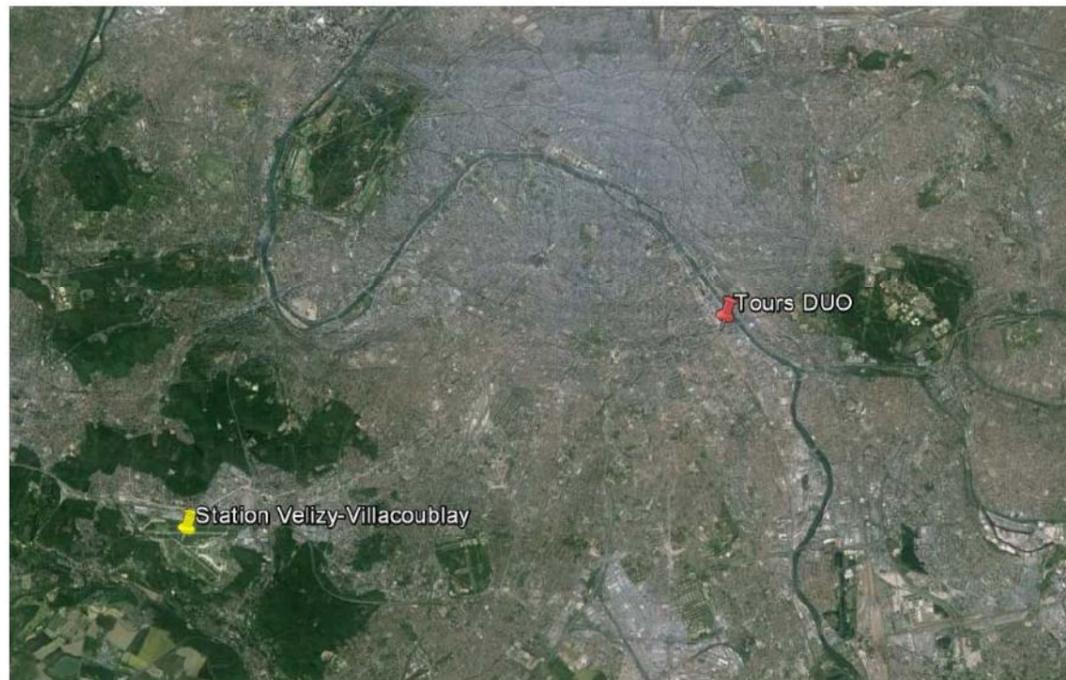


Figure 1 : Emplacement de la station météo par rapport au site du projet

#### 3.2 Les données observées

Les données utilisées sont les vitesses moyennes de vent tri-horaires (soit mesurées toutes les 3h) et leurs directions associées relevées à la station. Les moyennes sont calculées sur une période de 10 minutes et sont fournies avec une précision de 1 m/s. Les directions sont définies par pas de 10°. Ces données correspondent à un vent mesuré à 10 mètres au-dessus du sol.

La période considérée couvre 11 années complètes, du 1<sup>er</sup> janvier 1996 au 31 décembre 2006. La durée des observations est ici assez longue pour pouvoir considérer ces données comme représentatives des vents moyens soufflant à Paris.

Enfin, le mât de mesure météo étant situé dans un environnement dégagé de type rase-campagne, rugosité II, ce ne sont pas les vitesses de vent mesurées brutes qui ont été utilisées par la suite, mais des vitesses corrigées pour correspondre une rugosité caractéristique du site du projet, à savoir une rugosité de catégorie IIIb. Le coefficient de passage appliqué a été calculé selon la théorie exposée en 2.1.

#### 3.3 Rose des vents

Le traitement des données de vent corrigées permet de calculer la rose des vents sur le site. La figure 2 ci-dessous représente alors les fréquences d'occurrence obtenues par secteur de directions de 20° et par classes de vitesse. Les 4 classes de vitesse V considérées sont :

- $1 < V \leq 3$  m/s,
- $3 < V \leq 5$  m/s,
- $5 < V \leq 7$  m/s,
- $V > 7$  m/s.

Pour les vitesses strictement inférieures 1 m/s, aucune direction n'est considérée car il s'agit de vitesses non significatives. Ces dernières sont alors comptabilisées dans la classe des vents nuls.

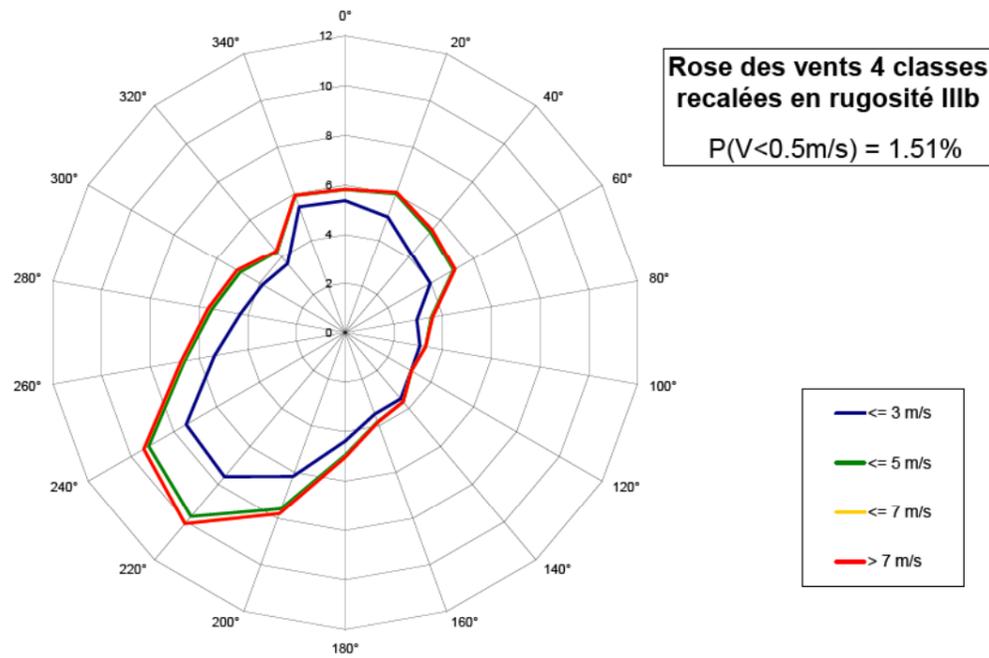


Figure 2 : Rose des vents à Vélizy associée à une rugosité IIIb

La distribution par direction fait apparaître une très large prédominance des vents de secteur sud-ouest, c'est-à-dire arrivant face aux 2 tours et depuis un secteur largement dégagé (voies de chemins de fer). On notera également une proportion de vent de secteur nord relativement conséquente.

3.4 Ajustements par une loi de Weibull

Un traitement statistique a également été appliqué aux données tri-horaires corrigées afin d'obtenir pour chaque secteur de direction (soit tous les 20°) un ajustement par une loi de Weibull. Les paramètres obtenus sont nécessaires à l'établissement de fréquences de gêne et permettront un post traitement pertinent des résultats de vent issus des simulations numériques.

La fonction de répartition F(X) s'écrit pour une loi de Weibull :

$$F(X) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{X}{A}\right)^K\right],$$

où A est un paramètre d'échelle (en m/s) et K un paramètre de forme (sans dimension). La fonction obtenue permet d'évaluer pour chaque secteur de direction de 20°, la probabilité que la vitesse du vent x sur le site du projet dépasse une vitesse de X avec : Prob[x>X] = 1-F(X).

L'évaluation des 2 paramètres s'est faite par la méthode des moindres carrés. Le tableau 4 ci-dessous retranscrit les valeurs obtenues, ainsi que la moyenne de la vitesse du vent par direction. Il donne également pour chaque secteur de direction sa probabilité d'occurrence établie lors du calcul de la rose des vents.

direction	V moyen (en m/s)	A (en m/s)	K	Fréquence (en %)
20	2.60	2.50	1.92	5.98
40	2.84	2.75	2.15	5.39
60	2.79	2.69	2.11	5.05
80	2.55	2.50	1.85	3.54
100	1.91	1.47	1.98	3.25
120	1.60	1.24	1.90	3.04
140	1.80	1.38	2.19	3.59
160	1.95	1.50	1.79	3.79
180	2.36	2.17	1.33	4.96
200	2.71	2.60	1.65	7.67
220	2.82	2.73	1.64	9.94
240	2.71	2.59	1.69	9.27
260	2.58	2.52	1.64	6.64
280	2.77	2.68	1.62	5.55
300	2.82	2.70	1.86	4.97
320	2.50	2.35	1.67	4.27
340	2.21	2.02	1.60	5.86
360	2.21	2.03	1.64	5.75

Tableau 4 : Paramètres de Weibull par direction

## 4 LES SIMULATIONS NUMERIQUES

La connaissance du champ de vent s'appliquant autour et à différents niveaux du bâtiment en projet est obtenue par approche numérique, par l'intermédiaire du logiciel de CFD Fluent. Pour cela, le bâtiment lui-même est modélisé (Tours DUO1, DUO2 et belvédère), ainsi que son environnement immédiat, et différentes simulations de l'écoulement sont réalisées. La présente partie décrit le processus de mise en œuvre de ces simulations numériques.

### 4.1 Le domaine de calcul

La modélisation 3D représentant les tours et les constructions environnantes est bâtie à partir des fichiers 3D fournis par *Ateliers Jean Nouvel* en date du 11/03/2014 et intitulés "811-AJN-3D DUO-140311r5.3dm" et "811-AJN-CONTEXTE-140311r5.3dm".

#### 4.1.1 Modélisation des tours

La réalisation de simulations prenant en compte tous les détails relatifs à la définition des tours conduiraient à des coûts de calculs importants sans pour autant apporter des résultats beaucoup plus précis. C'est pourquoi la première étape de la modélisation consiste à simplifier la géométrie représentant les tours tout en s'assurant que les éléments pouvant impacter l'évaluation du confort soient considérés. Pour cela, l'enveloppe extérieure du projet est conservée et certaines de ses caractéristiques sont modifiées ou supprimées lorsque leur prise en compte ne se justifie pas d'un point de vue aérodynamique. Un écran plein de 2.5 m de haut est présent au niveau du belvédère du côté des voies ferrées et les terrasses sont entourées par un garde-corps plein de 2 m de haut pour les étages élevés de DUO2.

La figure 3 ci-dessous représente 2 vues de la modélisation du bâtiment utilisée lors des simulations.

#### 4.1.2 Modélisation de l'environnement

Les constructions entourant le projet influent aussi directement sur les caractéristiques locales du vent, et donc sur le confort des usagers. Ces dernières sont alors également modélisées dans un rayon d'au moins 500 mètres autour du projet. Ce sont essentiellement les effets d'obstacles de ces bâtiments qui importent, c'est pourquoi leur représentation ne nécessite pas une précision accrue. La Figure 4 propose une image de l'environnement utilisé et des tours.

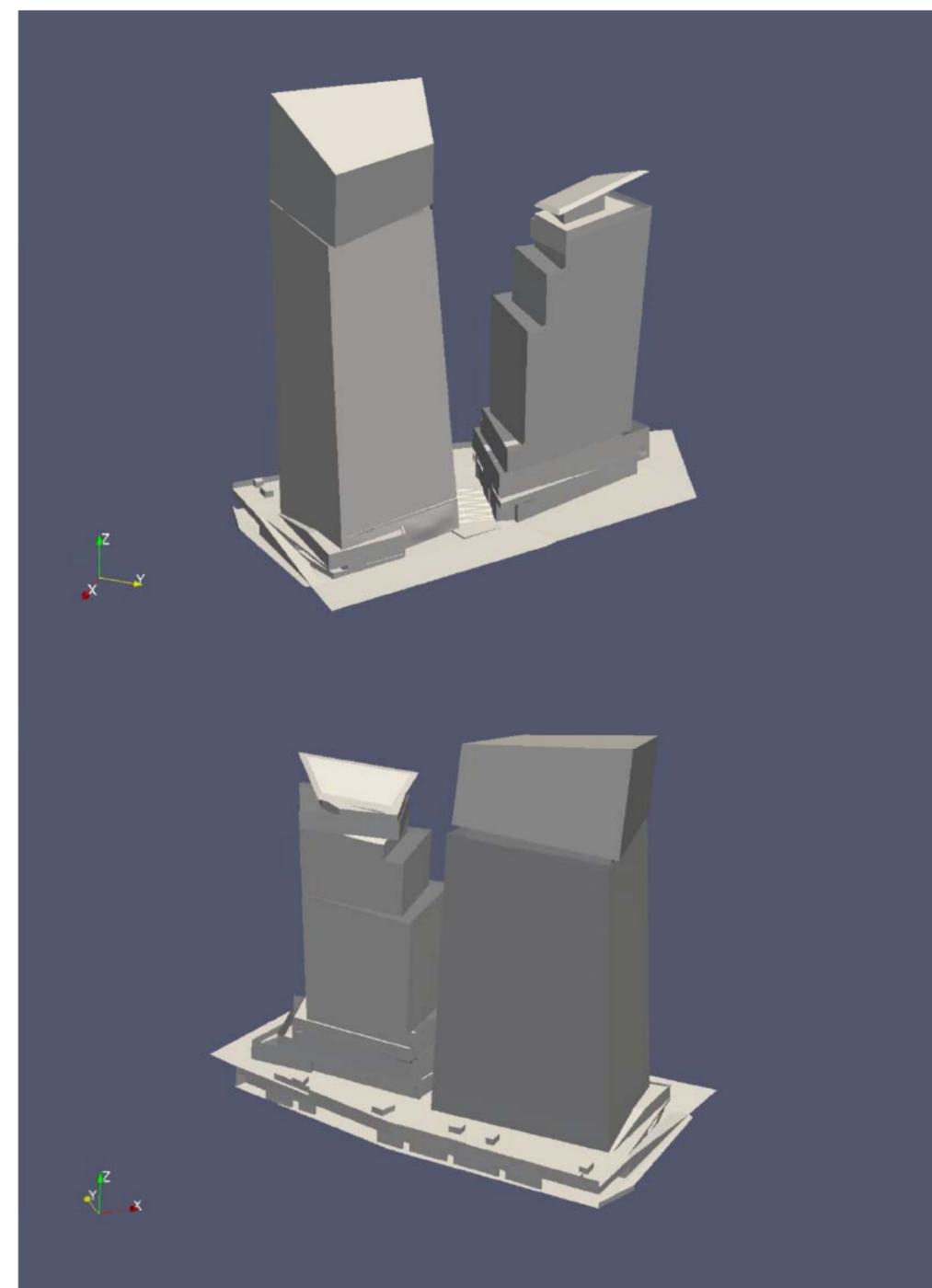


Figure 3 : Représentations des tours telles que modélisées pour la simulation numérique

L'ensemble des bâtiments modélisés est ensuite placé dans une veine de calcul de dimensions suffisamment grandes pour éviter tout phénomène de blocage.

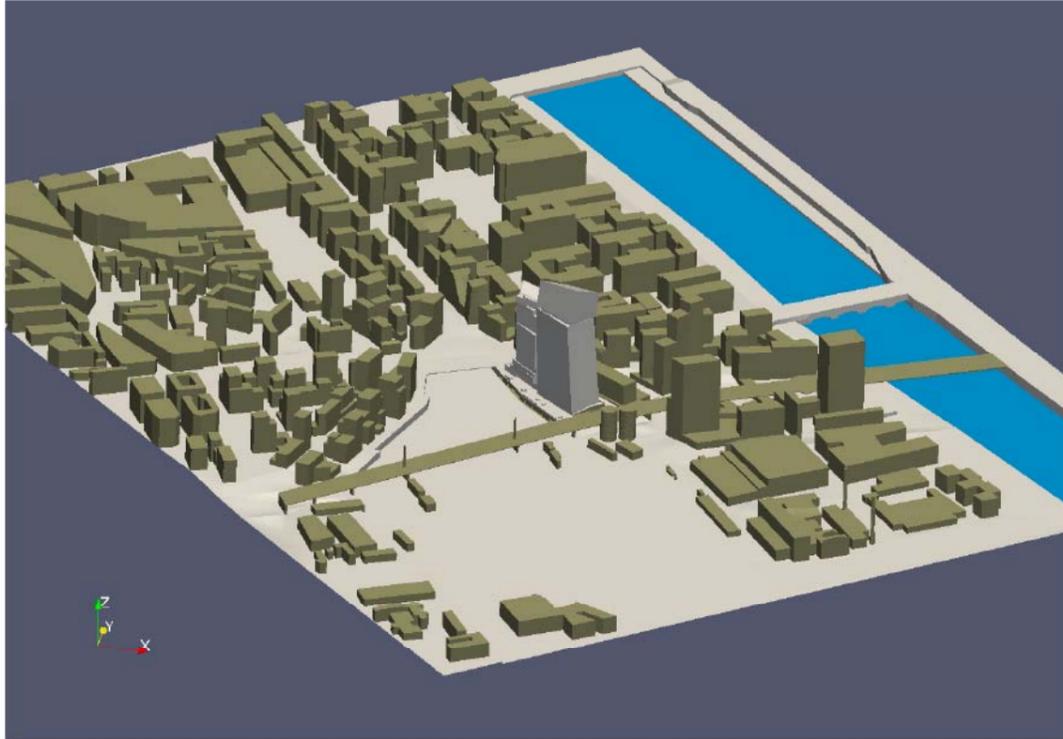


Figure 4 : Représentation des tours et de leur environnement bâti

#### 4.2 Méthode de simulation

Le logiciel Fluent permet de résoudre pour une géométrie 3D les équations de continuité et de quantité de mouvement de manière découplée. Les flux turbulents sont pris en compte à l'aide d'un modèle de type RANS où la turbulence est moyennée dans le temps. Le calcul est réalisé en régime stationnaire pour un écoulement neutre (pas d'effet thermique). La résolution utilise la méthode des volumes finis et s'effectue sur un maillage non-structuré constitué d'environ 4 millions de cellules.

Le vent en entrée du domaine de calcul est imposé, tant au niveau de sa vitesse moyenne que de sa turbulence suivant les profils décrits en 2.1 pour une rugosité de catégorie IIIb. Ces conditions d'entrée du vent en amont du domaine

de calcul sont considérées comme homogènes avec une variation verticale aussi bien pour la vitesse que pour la turbulence.

En ce qui concerne la surface représentant le sol à l'extérieur de la zone bâtie, elle correspond à une paroi ayant une rugosité de 0.50 m.

Les conditions des autres limites du domaine sont :

- soit des conditions de symétrie (pour les parois latérales et la paroi supérieure)
- soit des conditions de pression libre (en sortie de domaine)

Ces conditions sont telles que l'écoulement ne soit pas perturbé au voisinage de la zone étudiée.

Au total, 18 simulations ont été réalisées couvrant l'ensemble des directions par secteur de 20°.

## 5 RESULTATS RELATIFS AU CONFORT

A partir des 18 simulations de vent réalisées, les fréquences de gêne induites ont été calculées pour différentes zones du projet. Ces fréquences de gêne sont obtenues à partir de la formule (8) explicitée en 2.3. Cette formule est appliquée en considérant un seuil de gêne  $\psi_{\text{seuil}}$  de 3.6 m/s et les résultats du tableau 4.

### 5.1 Les zones étudiées

En fonction de l'usage des différentes parties du projet, différentes zones ont été sélectionnées pour l'évaluation du confort.

La première concerne le parvis extérieur, soit toute la zone au sol située aux pieds des tours, aussi bien du côté du belvédère que côté nord-est, ainsi que l'espace entre les 2 tours.

La seconde zone est la terrasse située dans les niveaux supérieurs de la tour DUO1.

La troisième zone correspond aux balcons et terrasses des étages atypiques de la tour DUO2.

Pour l'ensemble de ces zones les paramètres de confort sont évalués à hauteur de piéton, soit à 1.50 mètres au-dessus du niveau de sol associé.

### 5.2 Fréquences de gêne

Pour l'ensemble des zones étudiées, les images ci-dessous (figures 5 à 7) fournissent différentes vues de la répartition spatiale des pourcentages de dépassement du seuil considéré.

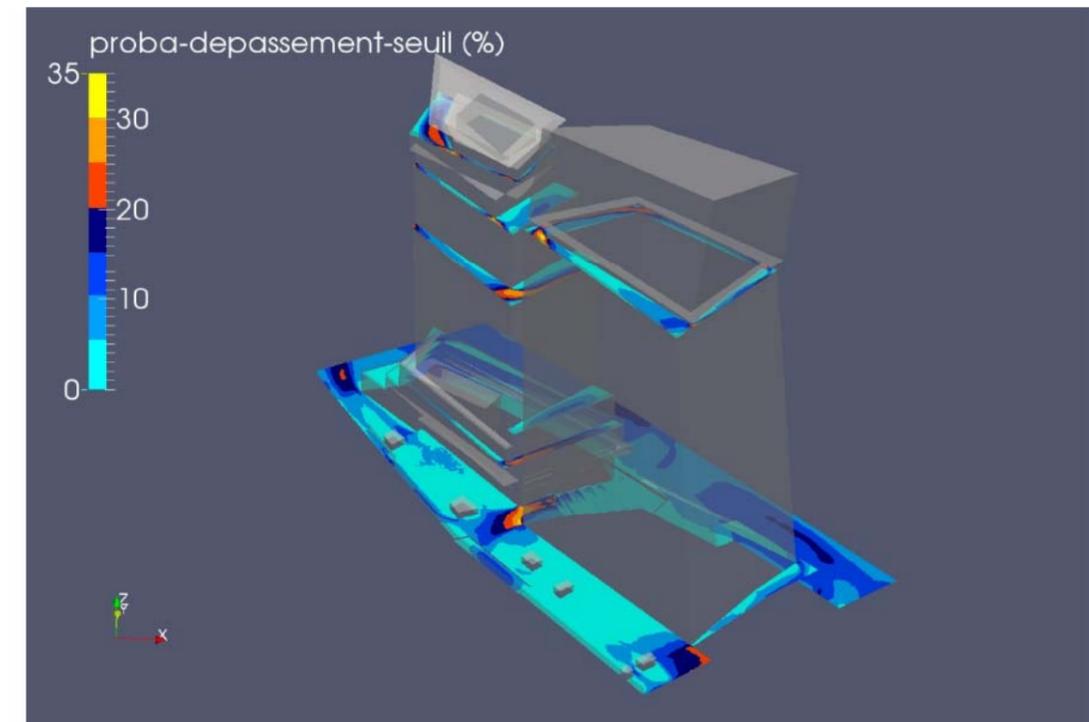


Figure 5 : Représentation de la fréquence de gêne (vue sud)

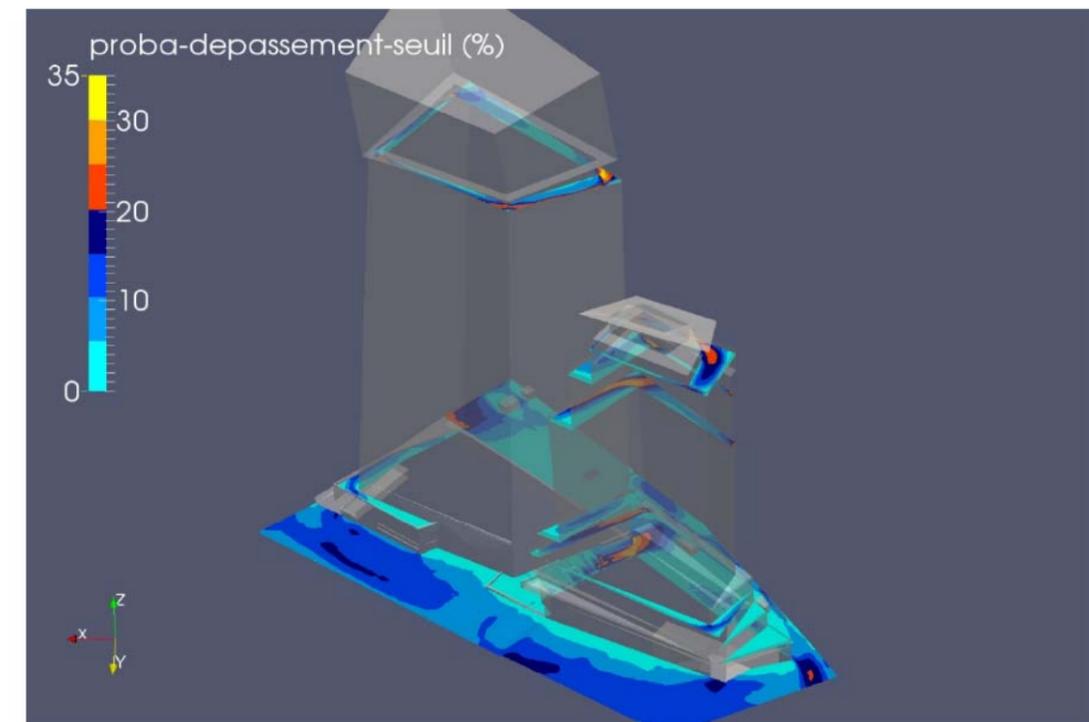


Figure 6 : Représentation de la fréquence de gêne (vue Nord)

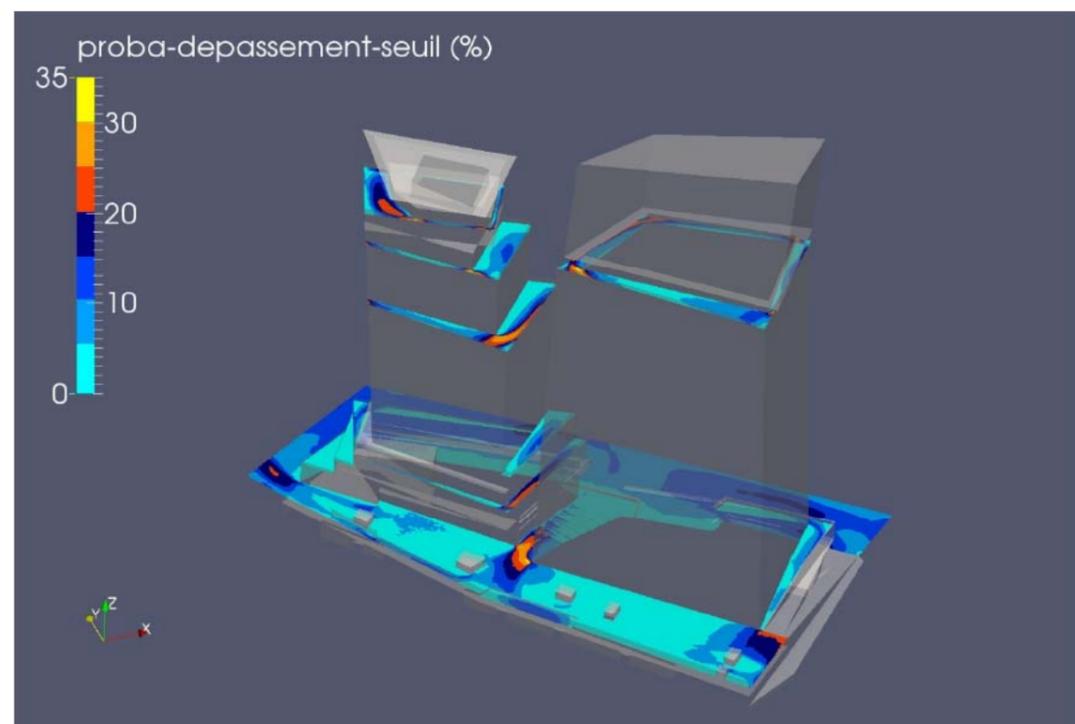


Figure 7 : Représentation de la fréquence de gêne (vue Sud-Ouest)

### 5.3 Commentaires

Les zones d'inconfort au vent sont dues aux accélérations au contournement des arêtes des tours pour les vents de secteur sud-ouest et à un l'effet de « brèche » entre les tours fonctionnant plutôt pour les vents de nord-est. Une composante descendante des écoulements liée à l'effet de gradient (vent plus fort en haut qu'en bas) est constatée dans les zones accélérées au niveau du belvédère. L'augmentation de la vitesse du vent avec l'altitude impacte directement le confort des terrasses du fait de leur implantation dans les étages supérieurs.

Les niveaux de fréquence de dépassement sont élevés, fréquences de plus de 20% du temps annuel. Ceci est incompatible avec des stations assises pour les terrasses et avec la localisation des entrées des tours et la circulation piétonne pour le belvédère.

### 5.4 Recommandations pour l'amélioration des zones critiques

Compte tenu des circulations piétonnes au niveau du belvédère vers les entrées des tours situées dans la brèche entre DUO1 et DUO2 des traitements aérodynamiques sont nécessaires pour réduire les fréquences de gêne. Nous proposons d'agir selon deux axes, d'une part augmenter les obstacles en amont

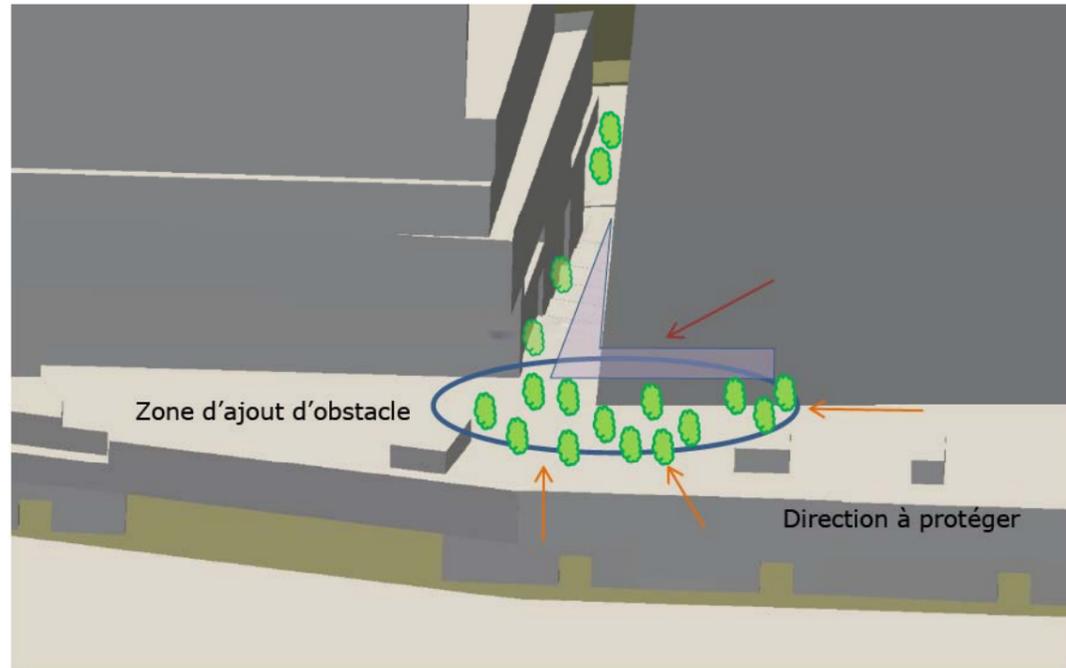
et dans les zones accélérées pour freiner l'écoulement (action dans le plan vertical) et d'autre part de limiter les écoulements descendants en positionnant une « marquise » au-dessus des zones identifiées (actions dans le plan horizontal). Les effets de ces deux actions se combineront pour faire chuter la vitesse du vent et donc la gêne.

Les éléments de protections verticaux peuvent être de la végétation (dont l'implantation devra résister au vent) de hauteur variable pour couvrir la tranche 1 m à 5 m, ou des écrans brise-vent, pleins (panneau de verre) ou faiblement poreux (métal perforé à 20%) en quinconce dont la hauteur sera de 3 à 4 m pour une largeur de 1,5 à 2 m. L'orientation des écrans devra être perpendiculaire aux écoulements locaux.

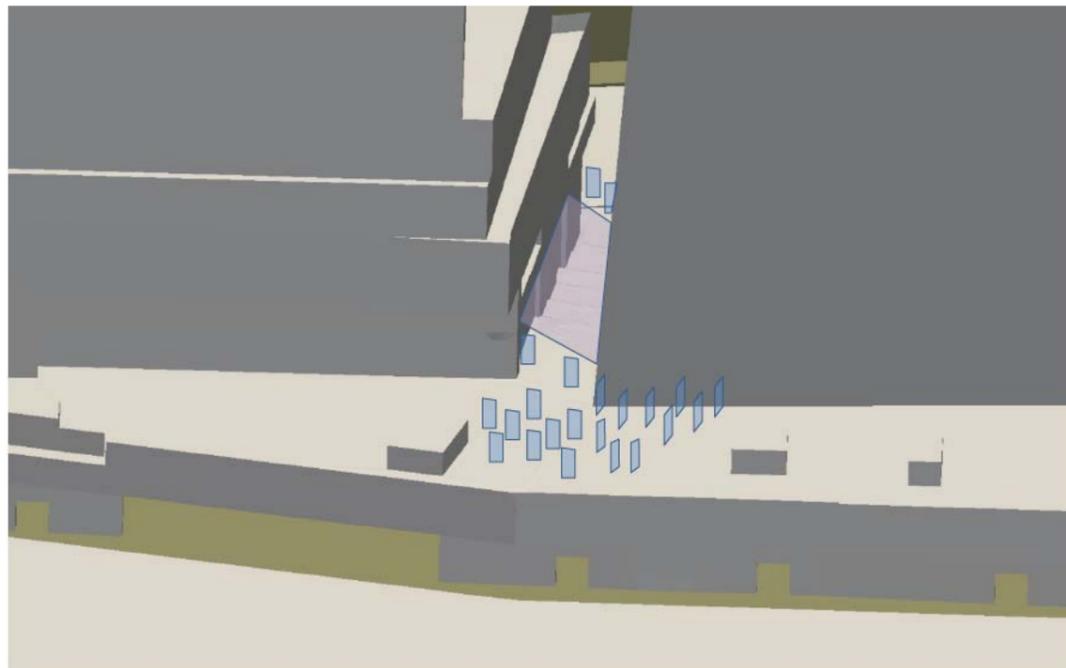
Les éléments horizontaux seront pleins. En continuité des façades, ils offriront également une protection à la pluie à proximité des entrées. A une hauteur de 4 à 5 m au-dessus du belvédère, leur largeur sera de l'ordre de 5 m. Une couverture totale de l'espace peut également être envisagée sur la moitié de la profondeur de la brèche.

Il serait également utile de freiner par des éléments horizontaux les écoulements du côté est de la brèche (partie plus large) pour limiter l'engrainement des flux vers la partie ouest plus étroite.

Des principes de mise en œuvre sont donnés dans les schémas en figure 8.



*Protection par marquise et végétation*



*Protection par couverture totale et écrans*

**Figure 8 : Propositions de traitement aérodynamique du belvédère**

Pour les terrasses des étages supérieurs, un cloisonnement perpendiculaire aux façades et/ou une rehausse des garde-corps réduiront la gêne due au vent. En l'absence de cloisonnement, une rehausse pleine ou poreuse à 30% de l'ordre de 0.6 m serait préférable (2 espaces libres de 0.1 m et zones pleines de 0.2 m). Cette rehausse pourrait être limitée aux zones exposées.

## 6 RESULTATS RELATIFS A LA SECURITE DU PUBLIC

Pour établir le diagnostic de la sécurité du public, la même procédure que celle permettant d'étudier le confort est utilisée, mais cette fois l'analyse s'intéresse aux occurrences des fortes vitesses locales. Les seuils de sécurité pour les espaces tout public et les espaces interdits aux cyclistes et personnes sensibles sont respectivement de 15.75 et 21.0 m/s pour la moyenne sur 10 minutes. La fréquence « acceptable » associée est d'un évènement par an, soit une probabilité de 0.03% du temps.

Les zones étudiées ici sont les mêmes que pour le confort au vent.

Pour mémoire et afin de mieux appréhender les phénomènes liés vents forts, la figure 9 ci-dessous illustre la répartition par secteur de direction des vitesses de vent supérieures à 15m/s à la station de Vélizy (mesure à 10m, rugosité II).

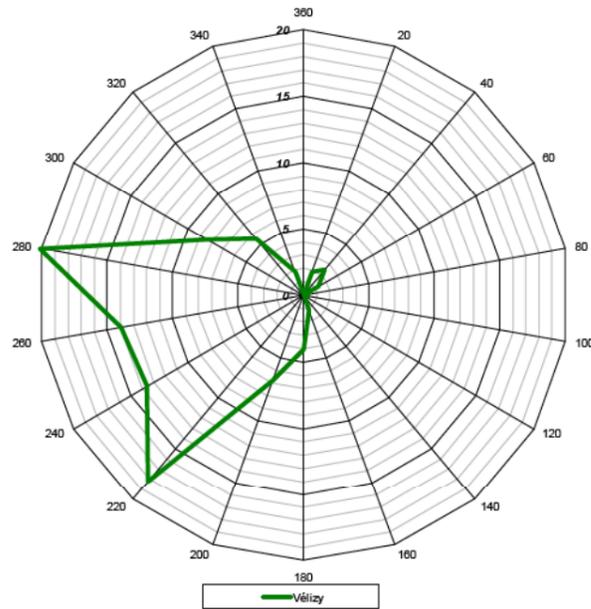


Figure 9 : Distribution des vents forts (>15 m/s) à Vélizy

### 6.1 Avec un seuil de 15.75 m/s

En considérant un seuil de 15.75 m/s, la répartition spatiale des pourcentages de dépassement de ce seuil est illustrée par les figures 10 et 11 ci-dessous.

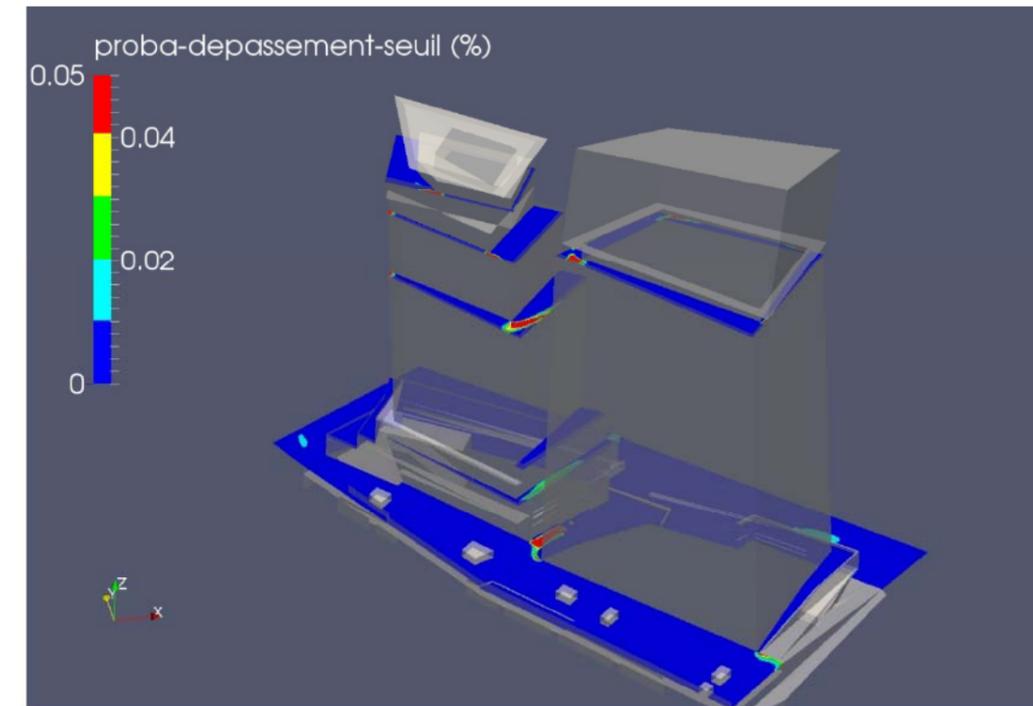


Figure 10 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 15.75 m/s (vue Sud-Ouest)

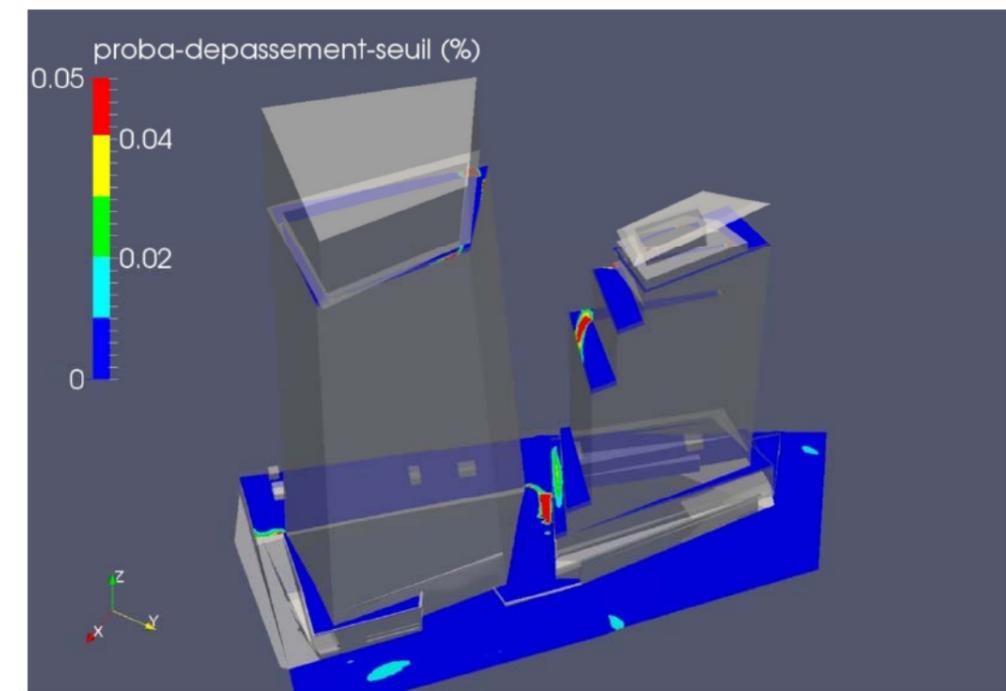


Figure 11 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 15.75 m/s (vue nord-Est)

Les résultats font apparaître quelques localisations potentiellement dangereuses pour la stabilité des piétons (tout public). Ces risques sont liés au vent de sud-ouest et principalement au secteur 220°.

## 6.2 Avec un seuil de 21.0 m/s

En considérant un seuil de 21.0 m/s, la répartition spatiale des pourcentages de dépassement de ce seuil est illustrée par les figures 12 ci-dessous.

La figure 13 propose un zoom sur la partie supérieure de la Tour DUO2, seule zone où apparaissent des probabilités supérieures à 0.01%.

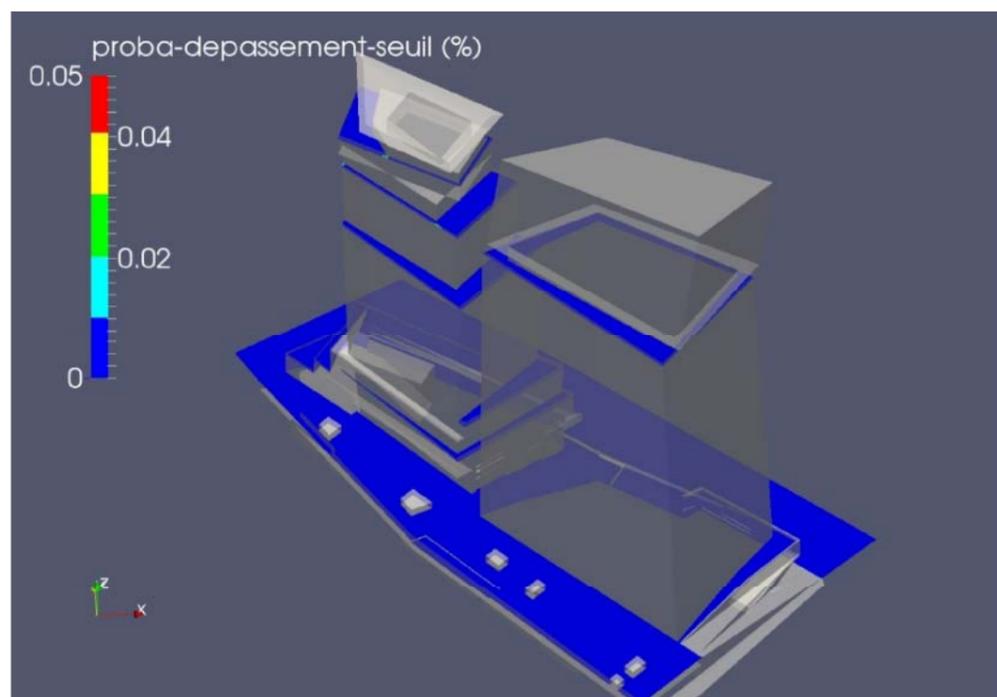


Figure 12 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 21.0 m/s (vue nord-est)

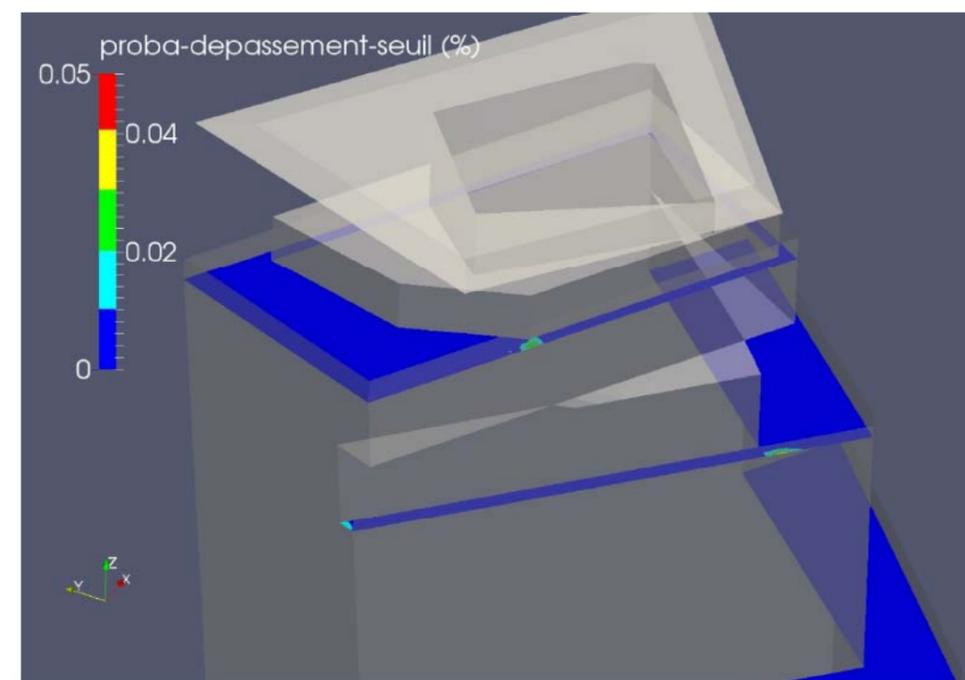


Figure 13 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 21.0 m/s (zone supérieure de la tour DUO2)

Le risque pour les personnes non sensibles est inexistant au niveau du belvédère. Seules d'infimes zones des terrasses de la tour DUO 2 présentent une fréquence proche d'un événement par an (fréquence légèrement inférieure).

La comparaison entre les résultats pour les deux seuils montre que ce sont les personnes sensibles qui sont exposées. Cependant, les lieux étant ouverts sans restriction, un traitement aérodynamique est fortement recommandé pour réduire le risque. Ce traitement local s'intégrera dans la démarche d'amélioration du confort au vent (ce sont les mêmes zones qui sont concernées).

## 7 RESULTATS RELATIFS A LA SECURITE DU TRAFIC ROUTIER

L'implantation de la tour DUO1 en limite du boulevard périphérique peut induire un écoulement fortement cisailé conduisant à des conditions hétérogènes sur les voies de circulation. Dans cette partie, les résultats des champs de vent obtenus par simulation numérique sont alors analysés au niveau des voies de circulation afin de déterminer l'impact de la présence de ce nouveau bâtiment vis-à-vis de la sécurité du trafic routier.

### 7.1 Description des seuils considérés

Il n'existe pas à notre connaissance de seuil de vitesse du vent considérée formellement comme acceptable selon la législation française. L'article 41-3 de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (DSCR, 2011) prévoit en cas de « *danger dû au vent* » la mise en place de panneaux de signalisation (panneau A24) et de balise avec manche à air (balise J7). Il ne décrit pas comment définir un éventuel danger en termes de nombre d'occurrences de vents forts par an.



Figure 14 : Panneau A24

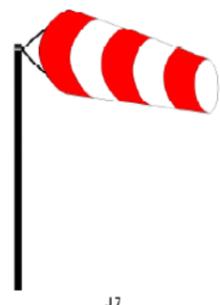


Figure 15 : Balise J7 (DSCR, 2012)

Ces dispositifs sont placés sur les autoroutes et les ponts exposés aux vents forts. Sur les très grands ponts un système de gestion de trafic est souvent mis en place avec plusieurs dispositifs en fonction de la vitesse du vent. Un récapitulatif de ces dispositifs est présenté dans le Tableau 5 pour 5 grands ponts sans écran brise-vents pour protéger les véhicules. Les seuils de vitesse sont parfois définis en termes de vitesse moyenne et parfois en termes de vitesse de pointe avec différents unités de vitesse. Nous avons rapporté tous les seuils à une vitesse de pointe en m/s afin de faciliter la comparaison.

Pont	Brise vents	Alertes	Limite de vitesse du trafic			Fermeture		
			50 km/h	70 km/h	80 km/h	aux véhicules sensibles	à tout trafic	
Forth Bridge	non		29.1	15.6		22.4	35.8	
Great Belt Bridge	non		26.3		19.7	13.2	19.7	32.9
Øresundsbron	non						22.3	35.5
Humber Bridge	non		18			15	21 - 27	36
Izmit	non (Au niveau des pylônes)				15		22	35

Tableau 5 : Seuils de vitesse du vent (vitesse de pointe en m/s) pour la mise en place de dispositifs de sécurité

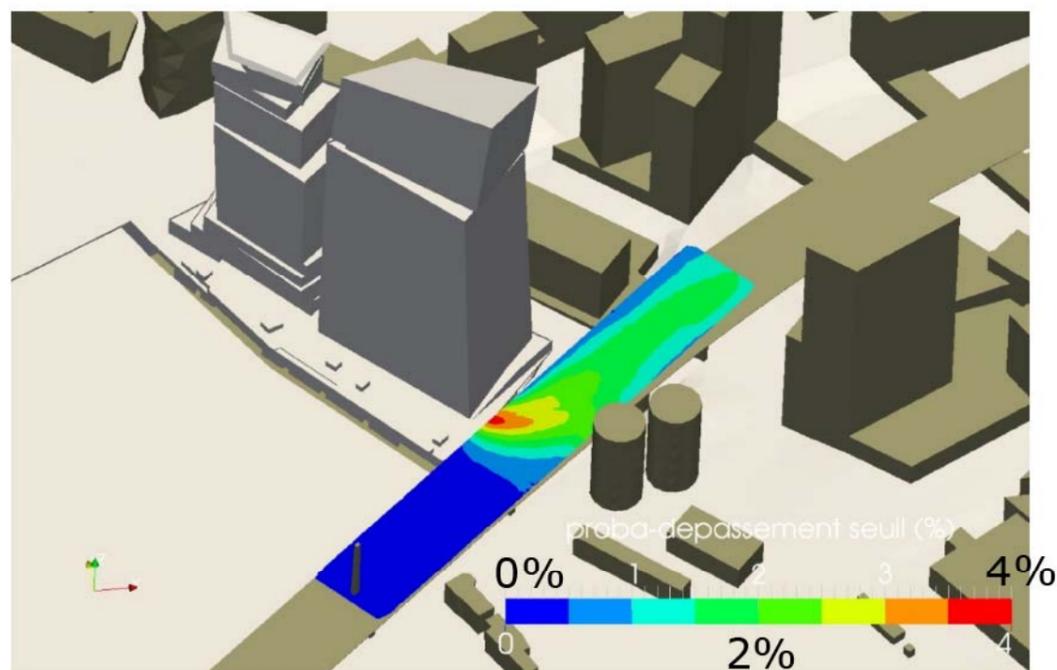
D'après des conversations avec les gestionnaires de ces ouvrages, ces seuils ne sont pas appliqués strictement mais servent de guide pour la gestion du pont.

On peut y identifier 3 seuils récurrents. A Partir de 15 m/s on commence à voir des avertissements de vent fort et des limitations de vitesse de 70 km/h. Autour de 20 – 22 m/s les ponts sont fermés pour de véhicules sensibles. Au-delà de 35 m/s les ponts sont fermés pour tout trafic.

Nous retenons les deux seuils inférieurs (vitesse de pointe de 15 et 20 m/s) pour cette étude.

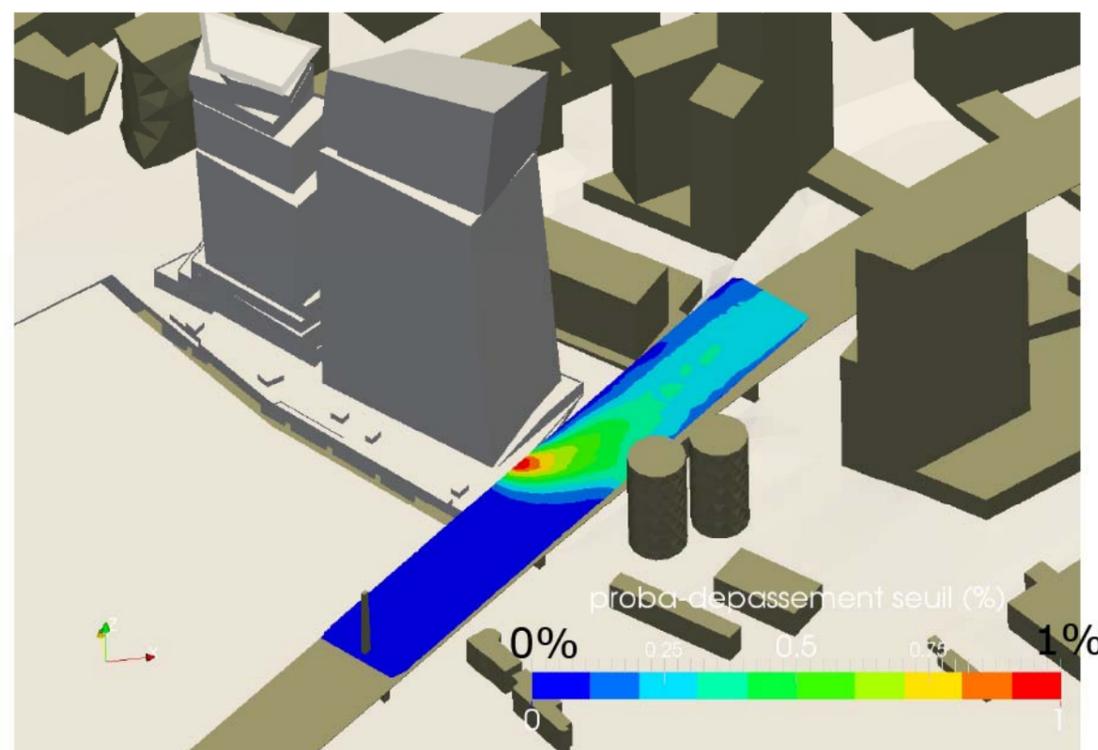
## 7.2 Résultats en vitesse de pointe

En considérant un seuil de 15 m/s en vitesse de pointe, la répartition spatiale des pourcentages de dépassement de ce seuil sur le périphérique est illustrée par la figure ci-dessous.



**Figure 16 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 15.0 m/s en vitesse de pointe**

En considérant un seuil de 20 m/s en vitesse de pointe, la répartition spatiale des pourcentages de dépassement de ce seuil sur le périphérique est illustrée par la figure ci-dessous.



**Figure 17 : Représentation de la répartition des probabilités de dépassement du seuil à 20.0 m/s en vitesse de pointe**

Si l'on compare la fréquence de dépassement des deux seuils, 15 et 20 m/s, au sud-ouest des tours sur la partie du boulevard périphérique au-dessus des voies ferrées (zone dégagée représentative des conditions du site), à celles au sud des tours, on voit que les tours génèrent une augmentation du dépassement des seuils choisis. Les occurrences de vents forts sur le périphérique sont exclusivement produites par des vents d'ouest (secteurs 200 à 260°). Les autres incidences ne contribuent pas à cette somme.

L'ajout d'écrans brise-vent sur le bord du périphérique pourrait sensiblement améliorer la situation. De par notre expérience, des écrans poreux (autour 50% de porosité) donnent la meilleure protection avec un minimum d'accélération aux contournements d'extrémité. Cette solution est souvent retenue pour les grands ponts tels le Viaduc de Millau (étudié en soufflerie au CSTB) dont les brise-vents sont montrés dans la Figure 18.



Figure 18 : Ecrans brise-vent sur le Viaduc de Millau

### 7.3 Visualisation des vitesses latérales

Pour mieux comprendre les phénomènes susceptibles de gêner le trafic sur cette portion du périphérique, les images ci-dessous représentent pour les directions de vent les plus pénalisantes, la composante latérale de la vitesse de vent adimensionnée par la vitesse en entrée du calcul à 10 m (notée VI).

Ainsi, sur la figure 19 ci-dessous, les 4 directions de vent représentées sont 0° (en haut à gauche), 260° (en haut à droite), 280° (en bas à gauche) et 300° (en bas à droite).

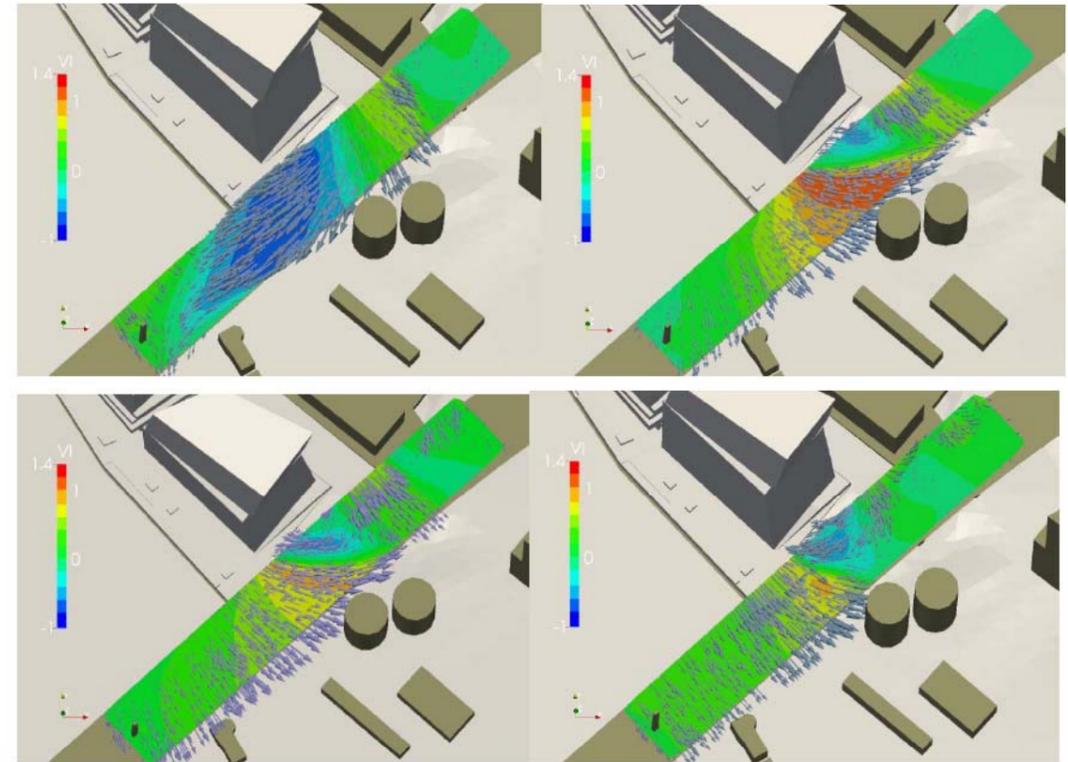


Figure 19 : Représentation du vent latéral pour 4 directions de vent : 0°, 260°, 280° et 300°

Les résultats des simulations montrent l'existence d'un vent latéral fort par vent de sud-ouest à nord-ouest (secteurs 260, 280 et 300). L'effet de contournement de la tour DUO1 induit une accélération du flux et un gradient longitudinal sur le périphérique. Les conditions de vent vont être non homogènes pour les véhicules ce qui peut perturber la conduite surtout pour les véhicules haut et léger : caravanes, camionnettes ou poids lourds à vide.

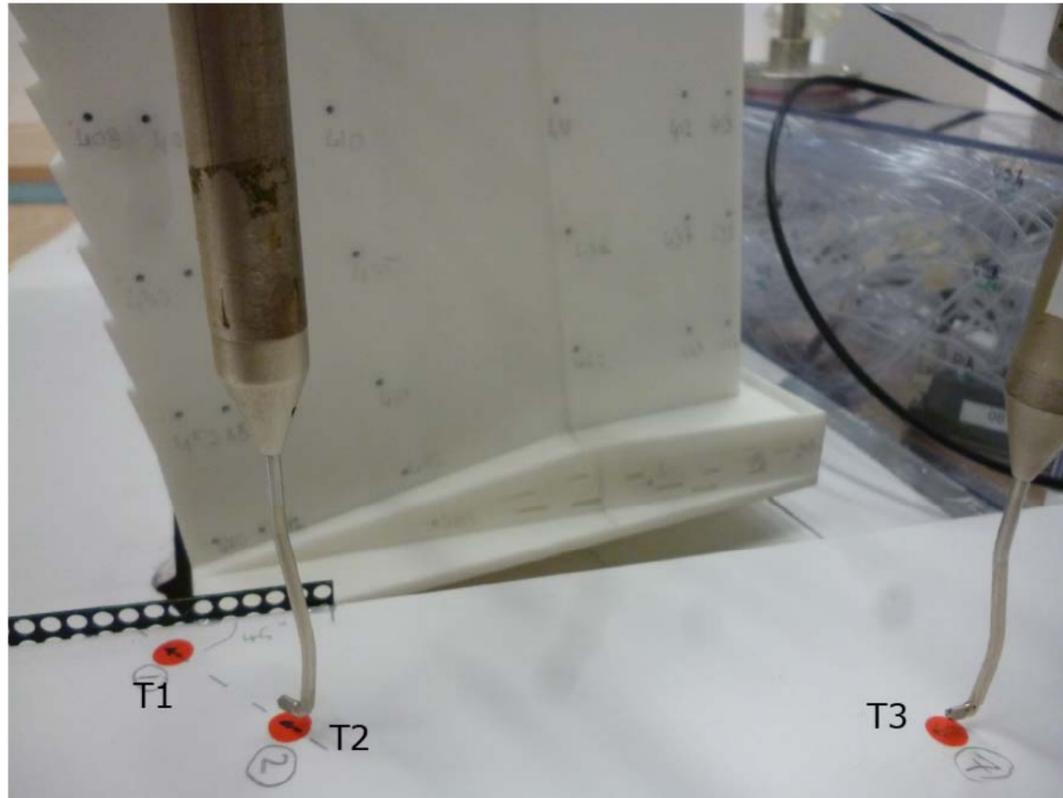
Les simulations ne prennent en compte aucun élément entre la tour et le boulevard périphérique or l'implantation d'arbre est prévue dans cette zone. Afin d'évaluer l'influence de la végétation ou d'un écran le long du périphérique, quelques mesures avec un écran de porosité 50 % ont été réalisées en soufflerie sur la maquette de l'étude de dimensionnement.

### 7.4 Test de principe du brise-vent en soufflerie

Afin d'étudier le niveau de turbulence sur le périphérique et étudier l'effet d'un écran brise-vent sur le bord du site, des essais supplémentaires en soufflerie ont

été effectués pour les incidences de vent qui peuvent poser des problèmes pour le trafic (soit 200° à 280°) avec une scrutation fine par incidence (pas de 10°).

Ces mesures ont été effectuées par sonde de pression 4 trous miniature 'cobra', à haute fréquence de mesure qui permet de déterminer à la fois la direction et la vitesse du vent ainsi que la turbulence.



**Figure 20 : Points de mesure en soufflerie avec Sondes Cobra et brise vent poreux (hauteur 1,5 m sur cette photo).**

Les trois points étudiés sont numérotés T1, T2 et T3 et sont situés respectivement :

- T1 près du bord du périphérique dans la zone d'accélération maximale en pied de tour, aligné avec la façade sud de la Tour Duo 1. Endroit avec une forte composante de vent latéral.
- T2 au centre du périphérique (voie rapide) près du pied de tour.
- T3 au centre du périphérique (voie rapide) plus en aval, à 36 m derrière la façade sud de la tour Duo 1 vers le nord-est, endroit de vent fort dans l'axe du périphérique.

### Direction du vent

L'incidence du vent à ces points au point T1 varie entre 22° (proche de l'axe du périphérique) et 60° (vent latéral). Au point T2 il varie entre 15° et 45° en fonction de l'incidence du vent. Au point T3 en aval l'incidence du vent est proche de l'axe du périphérique. Ces incidences s'accordent globalement avec les directions trouvées par calcul numérique.

### Protection par Brise-vent

Un écran poreux de 1.5m a très peu d'effet sur la vitesse du vent sur le périphérique. Toutefois, les dépassements du seuil de 15 m/s sont réduits de 40% dans la première voie de trafic (point T1) près de la Tour Duo1.

Une hauteur de 3 m donne une protection plus importante près du bord du périphérique avec un effet plus réduit au point T2, représentatif des voies rapides dans les deux sens de la circulation.

Une hauteur de 6m de brise-vent permet de réduire la vitesse du vent au point T2 de 5 à 10%, ce qui est suffisant pour diviser par deux la fréquence de vents forts à cet endroit (dépassement des seuils 15 et 20 m/s). L'incidence du vent à ces endroits varie également du fait de la présence des écrans, l'écoulement est d'autant plus axé sur le périphérique que la hauteur du brise-vent est importante.

Les différents hauteurs de brise-vent ont très peu d'effet sur la vitesse du vent plus en aval sur le périphérique. Il faudrait une intervention à plus grande échelle (par exemple un grand bâtiment longeant le périphérique) ou plus proche du périphérique (par exemple une toiture recouvrant l'ensemble du périphérique) afin d'atténuer complètement l'effet des tours. Ils servent donc principalement à réduire le vent de travers au pied de la tour.

## 8 CONCLUSION

L'étude du confort et de la sécurité a été menée au moyen de simulation CFD.

La majeure partie du belvédère s'avère confortable pour la marche récréative ou des stations assises de courte durée. Les zones présentant les plus faibles fréquences sont compatibles avec des stations assises prolongées (terrasse de café ou restaurant)

Cette étude met en évidence des zones localisées d'inconfort. Une des zones inconfortables correspond aux accès piéton des tours. Des traitements d'améliorations ont donc été proposés et devront être validés par de nouvelles simulations.

Les tours, principalement de la tour DUO1, ont une influence sur les conditions de vent sur le boulevard périphérique. Des vitesses latérales fortes sont localisées dans le prolongement de la façade sud et peuvent perturber le trafic. Des dispositions d'avertissement aux conducteurs, une réduction de vitesse du trafic à 70 km/h et de brise-vent doivent être envisagées.

BET Structure EGIS (AEDIS sous traitant) 4, rue Dolorée Ibaruri, TSA 40002 93 188 - Montreuil Cedex	BET Façade EMMER PFINNINGER Weidenstrasse 13 CH - 4142 Mûchenstein - SUISSE	BET Fluides et VRD ARTELIA 2, avenue François Mitterrand 93 210 - La Plaine St Denis
BET Ascenseurs LERCH BATES 117, avenue Achille Peretti 92 200 - Neuilly sur Seine	BET Aménagements paysagés TECHNIVERT CONSULTANT 6, sentier de l'halion 77 000 - Vaux le Penil	BET Cuisine restauration RESTAURATION CONSEIL 9, Maurice Grandcoing 94 854 - Ivry sur Seine Cedex
Conseil Restauration INTERFACE RESTAURATION 19, rue Roger Salengro 92 130 - Issy les Moulineaux	Sécurité Incendie CASSO & ASSOCIES Carré Daumesnil - 52, rue Jacques Hillairet 75 612 - Paris Cedex 12	Acoustique AVLS 18, rue Charles de Gaulle 91 400 - Orsay
Etude de Sureté et Sécurité Publique CHRONOS CONSEIL 26, rue Buisson St Louis 75 010 - Paris	Etude d'impact ATELIER VILLES ET PAYSAGES 107, avenue Parmentier 75 011 - Paris	Qualité Environnement ARTELIA 2, avenue François Mitterrand 93 210 - La Plaine St Denis
Etudes Hydrauliques BURGEAP 27, rue de Vanves 92 100 - Boulogne Billancourt	Economiste GV INGENIERIE 4, allée des Ambalais 94 420 - Le Plessis-Trevisse	Conseil Dépollution URS FRANCE 87, avenue François Arago 92 017 - Nanterre Cedex
Bureau de Contrôle SOCOTEC 10, rue Molière 92 400 - Courbevoie	Coordonnateur SP8 SOCOTEC 10, rue Molière 92 400 - Courbevoie	Coordonnateur SSI EURO COORD 45, rue du Martray 95 240 - Cormelles-en-Parisis



Maîtrise d'ouvrage IVANHOE CAMBRIDGE Investissements France 30, avenue George V 75008 PARIS	Maîtrise d'ouvrage déléguée HINES France 66 Avenue Charles de Gaulle 92522 NEUILLY SUR SEINE Cedex
--	---

Maîtrise d'oeuvre  
**Ateliers Jean Nouvel**  
10, cité d'Angoulême 75 011 PARIS  
T+33 1 49 23 83 83 F+33 1 43 14 81 10

Phase

DOSSIER APS

Titre

LOT-CVCD

NOTICE D'ACCOMPAGNEMENT AU CALCUL RT2012 DUO 1 ET

Date : 29/11/2013

Echelle : -

DUO	ART	APS	NT	TZ	1003	0
PROJET	EMETTEUR	PHASE	DOCUMENT	ZONE	IDENTIFIANT	INDICE



## IMMEUBLE DUO 1 & 2 – ÎLOT B3A

PHASE APS

NOTE D'ACCOMPAGNEMENT AU CALCUL RT 2012

Département Ingénierie  
**ARTELIA Bâtiment & Industrie**

2, avenue François Mitterrand  
93210 - La Plaine Saint-Denis  
Tel. : +33 (0)1 55 84 10 10  
Fax : +33 (0)1 55 84 11 11

IVANHOE CAMBRIDGE

DATE : 29/11/2013

REF : 5738 - TGE-EAN

ARTELIA, L'union de Coteba et Sogreah

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPTION DU PROJET</b>	<b>1</b>
2.1. PRESENTATION	1
2.2. CLASSEMENT AUX BRUITS DES BAIES DU PROJET	2
<b>3. METHODOLOGIE DE CALCUL</b>	<b>3</b>
<b>4. HYPOTHESES PRINCIPALES</b>	<b>3</b>
4.1. CARACTERISTIQUES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE	3
4.1.1. Immeuble DUO 1	3
4.1.3. Immeuble DUO 2	8
4.3. CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES	11
4.3.1. Immeuble DUO 1	11
4.3.2. Immeuble DUO 2	13
<b>5. RESULTATS DETAILLES</b>	<b>15</b>
5.1. IMMEUBLE DUO 1	15
5.2. IMMEUBLE DUO 2	16
<b>6. CONCLUSION</b>	<b>16</b>

## 1. OBJET

La présente note accompagne l'étude thermique réalisée sur le projet de construction des deux tours DUO sur l'îlot B3A à Paris. Elle synthétise les principales hypothèses de cette étude.

Le projet est soumis à la Réglementation Thermique 2012 pour tous les locaux chauffés hors process.

L'objectif de performance énergétique visé est le label Effinergie+ soit un gain de 40% sur le Cepmax, seuil de consommations maximales en énergie primaire de la RT 2012 ainsi qu'un gain de 20% sur le Bbiomax, seuil de besoins bioclimatiques maximaux de la RT 2012.

## 2. DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1. PRESENTATION

Le projet DUO est composé de deux immeubles de grande hauteur composés principalement de bureaux, d'un hôtel, de restaurants et commerces. Ils sont situés sur l'îlot B3A à Paris en zone climatique H1a.

Chaque immeuble fait l'objet d'une étude thermique RT 2012 distincte.

L'immeuble DUO 1 se divise en trois zones d'usages selon la réglementation thermique :

- Zone à usage de bureau
- Zone à usage de restauration – 1 repas/jour, 5 jours/7
- Zone à usage de commerce

L'immeuble DUO 2 se divise en six zones d'usages selon la réglementation thermique :

- Zone à usage de bureau
- Zone à usage d'hôtel 3 étoiles partie nuit
- Zone à usage d'hôtel 3/4/5 étoiles partie jour.
- Zone de restauration – 1 repas/jour, 5 jours/7
- Zone de commerce
- Zone de restauration commerciale en continue (brasserie)

Cette étude permet d'attester de la prise en compte de la réglementation, conformément à l'arrêté du 11 octobre 2011.

Les zones à usage de commerce et de restauration commerciale en continue étant livrées sans système de chauffage, elles ne doivent respecter que les exigences de moyens (garde-fous) et l'exigence concernant les besoins bioclimatiques ( $B_{bio} \leq B_{biomax}$ ). Dans notre étude, elles sont donc présent en compte uniquement pour le calcul du  $B_{bio}$ .

## 2.2. CLASSEMENT AUX BRUITS DES BAIES DU PROJET

Le classement aux bruits des baies du projet se détermine en fonction de la distance du bâtiment avec les infrastructures environnantes bruyantes. Ces infrastructures font l'objet d'un classement établi par la préfecture qui répertorie leur niveau de bruit en 5 catégories. Le classement aux bruits pourra être atténué en fonction du positionnement de la baie par rapport à l'infrastructure.

BR1, BR2 et BR3 désignent les trois niveaux de classement aux bruits des façades, BR3 étant le niveau acoustique le plus élevé.

Pour la zone de bureaux, le résultat de ce classement permet de distinguer deux catégories de locaux relative au confort d'été et au refroidissement :

- Catégorie CE1 : La climatisation n'est pas prise en compte dans le seuil maximal de consommations réglementaires (Cepmax), par conséquent le bâtiment devra respecter une température intérieure de confort (Tic).
- Catégorie CE2 : La climatisation est prise en compte dans le seuil maximal de consommations réglementaires, le bâtiment n'est pas soumis à une température intérieure de confort.

*Nota : les locaux non climatisés sont de catégorie CE1.*

Les zones de restauration et de commerce climatisées sont de catégorie CE2 quelque soit le classement au bruit de leurs baies.

Les catégories au bruit des infrastructures à proximité ont été déterminées par les arrêtés préfectoraux n°2002-06, 2002-07 et 2002-08 du 3 janvier 2002 de la préfecture du Val-de-Marne :

Catégorie 1  : Boulevard périphérique

Catégorie 2  : Réseaux ferroviaire Paris Austerlitz

Catégorie 3  : Boulevard Masséna

Catégorie 4  :

Catégorie 5  :

Le plan masse ci-dessous nous permet d'évaluer les distances ainsi que les obstacles présents entre les infrastructures bruyantes et la baie.



L'étude du classement acoustique des baies du bâtiment démontre que toutes les façades sont classées Br2 ou Br3 (voir plan ci-dessus). L'ensemble des bureaux est classé en catégorie CE2.

## 3. METHODOLOGIE DE CALCUL

Afin de déterminer la performance énergétique du bâtiment considéré, des simulations informatiques ont été réalisées avec le logiciel de calcul réglementaire ClimaWin RT2012 de BBS SLAMA en version 4.1.9.1 du 22/07/2013.

Il est important de noter que les résultats issus de calculs réglementaires permettent d'évaluer uniquement des besoins ou des consommations dit conventionnels.

Ces besoins ou consommations sont conventionnels car :

- les données climatiques sont définies uniquement pour 8 zones H1a, H1b, H1c, H2a, H2b, H2c, H2d et H3
- les températures de consigne sont fixes (température de consigne de chauffage 19°C, de refroidissement 26°C)
- les apports thermiques et scénarios d'occupation sont conventionnels

Les consommations ou besoins conventionnels ne sont en aucun cas représentatifs des futurs besoins ou consommations réels des bâtiments.

## 4. HYPOTHESES PRINCIPALES

### 4.1. CARACTERISTIQUES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE

#### 4.1.1. Immeuble DUO 1

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa est justifiée à 1,2 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>.

Les caractéristiques thermiques et lumineuses des façades sont issues du tableau des typologies de façades EPPAG « 2013\_09\_26a\_AJN-811-B3A-typologies façades\_EPPAG.xls » et du mail de Laurent Meyer du 03/10/2013 modifiant les Ucw des façades D1.SE.2, D1.SE.3.2 et D1.SE.3.3.

L'ensemble des caractéristiques thermiques et lumineuses de l'enveloppe sont données dans les deux tableaux ci-dessous :

Parois opaques		
Paroi	Composition	Up [W/m².K]
Murs sur locaux non chauffés	Isolation extérieure ➢ 12 cm laine minérale TH32	0,25
Toiture RDCH et R+29 sur extérieur	Isolation extérieure ➢ 12 cm de polyuréthane TH24	0,19
Plancher bas R+32 sur extérieur	Isolation extérieure ➢ 12 cm de laine minérale TH35	0,30
Planchers bas sur locaux non chauffés	Isolation en sous-face ➢ 10 cm de flocage TH40	0,25 – 0,32
Plancher bas S07 sur terre-plein	Isolation en sous-face ➢ 8 cm isolant TH34	0,20 – 0,29

Façades	
D1.T	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(horizontal) = 2,0 W/m².K avec un ratio de clair de 90%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,23 / TL_g = 0,37</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,21</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,34</math></li> <li>➢ Store screen blanc intérieur motorisé</li> </ul>
D1.SO.3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,20 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,27 / TL_g = 0,38</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,23</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,33</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>
D1.SO.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,20 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>

Façades	
D1.SO.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,50 W/m².K avec un ratio de clair de 90%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,49</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,44</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
D1.SO.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,20 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>
D1.SO.1 (R+2 à R+5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,50 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
D1.SO.1 (Hall)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,50 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> </ul>
D1.SO.1 (Fitness)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,50 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
D1.SE.3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,05 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,27 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>
D1.SE.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ucw(vertical) = 1,05 W/m².K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➢ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➢ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➢ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➢ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>

Façades	
<b>D1.SE.3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 90%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,49</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,44</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
<b>D1.SE.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,05 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intégré dans la lame d'air et géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.SE.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,25 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,22</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,42</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
<b>D1.NE.3.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.NE.3.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.NE.3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
<b>D1.NE.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,05 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>

Façades	
<b>D1.NE.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,35 / TL_g = 0,70</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,31</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,60</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
<b>D1.NO.3.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.NO.3.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.NO.3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>
<b>D1.NO.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,37 / TL_g = 0,68</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,32</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,58</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur géré par GTB</li> </ul>
<b>D1.NO.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,35 / TL_g = 0,70</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,31</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,60</math></li> <li>➤ Store vénitien blanc intérieur manuel</li> </ul>

#### 4.1.3. Immeuble DUO 2

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa est justifiée à 1,2 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>.

Les caractéristiques thermiques et lumineuses des façades sont issues du tableau des typologies de façades EPPAG « 2013\_09\_26a\_AJN-811-B3A-typologies façades\_EPPAG.xls ».

L'ensemble des caractéristiques thermiques et lumineuses de l'enveloppe sont données dans les deux tableaux ci-dessous :

Parois opaques		
Paroi	Composition	Up [W/m <sup>2</sup> .K]
Murs sur locaux non chauffés	Isolation extérieure ➤ 12 cm laine minérale TH32	0,25
Toiture RDCH et toiture terrasse	Isolation extérieure ➤ 12 cm de polyuréthane TH24	0,19
Plancher haut sur LNC	Isolation extérieure ➤ 8 cm de polyuréthane TH24	0,27
Plancher bas sur extérieur	Isolation extérieure ➤ 12 cm de laine minérale TH35	0,30
Planchers bas sur locaux non chauffés	Isolation en sous-face ➤ 10 cm de flocage TH40	0,17 – 0,25
Plancher bas sur métro	Isolation en sous-face ➤ 5 cm isolant TH40	0,37

Façades	
D2.NE.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,5 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,35 / TL<sub>g</sub> = 0,70</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,33</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,57</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.NE.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,00 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,60</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,26</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,51</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>

Façades	
D2.NE.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uw(vertical) = 1,20 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,60</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,26</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,51</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.NE.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,50 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,50</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,25</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,42</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.SE.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,5 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,25 / TL<sub>g</sub> = 0,50</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,22</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,42</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.SE.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,00 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,60</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,26</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,51</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.SE.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uw(vertical) = 1,20 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,60</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,26</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,51</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.SE.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,50 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,28 / TL<sub>g</sub> = 0,50</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,27</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,43</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.SO.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ucw(vertical) = 1,5 W/m<sup>2</sup>.K avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage F<sub>g</sub> = 0,25 / TL<sub>g</sub> = 0,50</li> <li>➤ Facteur solaire de la baie F<sub>w</sub> = 0,22</li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie TL<sub>w</sub> = 0,42</li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>

Façades	
D2.SO.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,60</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,51</math></li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.SO.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_w(\text{vertical}) = 1,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,60</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,51</math></li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.SO.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,29 / TL_g = 0,50</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,27</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,43</math></li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.NO.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,35 / TL_g = 0,70</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,33</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,57</math></li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>
D2.NO.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,53</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,46</math></li> <li>➤ Store toile intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.NO.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_w(\text{vertical}) = 1,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,53</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,26</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,46</math></li> <li>➤ Store toile intérieur blanc géré par GTB</li> </ul>
D2.NO.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>U_{cw}(\text{vertical}) = 1,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un ratio de clair de 85%</li> <li>➤ Facteur solaire / transmission du vitrage <math>F_g = 0,28 / TL_g = 0,53</math></li> <li>➤ Facteur solaire de la baie <math>F_w = 0,27</math></li> <li>➤ Transmission lumineuse de la baie <math>TL_w = 0,46</math></li> <li>➤ Store vénitien intérieur blanc manuel</li> </ul>

### 4.3. CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES

#### 4.3.1. Immeuble DUO 1

Les caractéristiques énergétiques des systèmes sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Système	Description
Production chaud	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réseau de chaleur CPCU <i>Contenu en CO<sub>2</sub> du réseau : 197 g/kWh</i></li> </ul>
Production froid	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réseau de froid CLIMESPACE <i>Contenu en CO<sub>2</sub> du réseau : 11 g/kWh</i></li> </ul>
Production d'ECS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réseau de chaleur CPCU pour les cuisines <i>Volume de stockage : 2 ballons de 1500 L unitaire</i></li> <li>▪ Chauffe-eau électrique pour les sanitaires <i>Volume de stockage : 30 L par ballon</i></li> </ul>
Systemes terminaux de chauffage et refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poutres climatiques pour les niveaux de bureaux <i>Régulateurs certifiés Eu.bac : CA = 0,1 K en chaud et - 0,1 K en froid</i></li> <li>▪ Radiateurs en infrastructures <i>Robinets thermostatiques certifiés Eu.bac : CA = 0,3 K en chaud</i></li> <li>▪ Systemes à air pour les autres locaux</li> </ul>
Réseaux hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réseaux primaires et secondaires chaud et froid <i>Régulation : débit variable</i> <i>Circulateurs : vitesse variable pression constante</i> <i>Classe d'isolation : classe 4</i></li> <li>▪ Réseaux ECS cuisines <i>Réseau bouclé sans réchauffeur de boucle</i> <i>Classe d'isolation : classe 4</i></li> </ul>
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CTA : <i>Rendement échangeur : 75 %</i> <i>Puissance ventilateur soufflage : 0,45 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Puissance ventilateur extraction : 0,35 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Classe d'étanchéité des réseaux : Classe B</i> <i>Résistance thermique des réseaux hors volume chauffé : 1,4 m<sup>2</sup>.K/W</i></li> <li>▪ VMC: <i>Puissance ventilateur extraction : 0,30 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Classe d'étanchéité des réseaux : Classe B</i></li> </ul>
Eclairage	<b>Bureaux</b> $P_{\text{éclairage}} : 5 \text{ W/m}^2$ <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i> <i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté circulation)</i>
	<b>SDR</b> $P_{\text{éclairage}} : 5 \text{ W/m}^2$ <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i>

	<i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté circulation)</i>
<b>Circulations</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction automatique en fonction de la présence</i>
<b>Sanitaires</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 8 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction automatique en fonction de la présence</i>
<b>Hall</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 10 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction manuel et gradation automatique assurant un éclairage constant</i>
<b>Fitness</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 10 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i>
<b>Auditorium</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 12 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction manuel</i>
<b>Salles de restaurant</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 10 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction manuel et gradation automatique assurant un éclairage constant</i> <i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté noyau)</i>
<b>Cuisines</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 8 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage/Extinction manuel</i>
<b>Production photovoltaïque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Production photovoltaïque en toiture</b>  <i>Type de capteurs : Monocristallin</i>  <i>Surface : 1500 m<sup>2</sup></i>  <i>Puissance crête : 150 W/m<sup>2</sup></i>  <i>Azimut (0° :Sud / 90° :Ouest / 180° :Nord / 270° :Est): 195°</i>  <i>Inclinaison par rapport à l'horizontal: 25°</i> </li> </ul>

#### 4.3.2. Immeuble DUO 2

Systeme	Description						
<b>Production chaud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réseau de chaleur CPCU</b> <i>Contenu en CO<sub>2</sub> du réseau : 197 g/kWh</i></li> </ul>						
<b>Production froid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réseau de froid CLIMESPACE</b> <i>Contenu en CO<sub>2</sub> du réseau : 11 g/kWh</i></li> </ul>						
<b>Production d'ECS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réseau de chaleur CPCU pour les cuisines</b> <i>Volume de stockage : 1 ballon de 2000 L unitaire</i></li> <li><b>Réseau de chaleur CPCU pour les chambres de l'hôtel</b> <i>Volume de stockage : 2 ballons de 1500 L unitaire</i></li> <li><b>Chauffe-eau électrique pour les sanitaires des bureaux et l'accueil de l'hôtel</b> <i>Volume de stockage : 30 L par ballon</i></li> </ul>						
<b>Systèmes terminaux de chauffage et refroidissement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Poutres climatiques pour les niveaux de bureaux</b> <i>Régulateurs certifiés Eu.bac : CA = 0,1 K en chaud et - 0,1 K en froid</i></li> <li><b>Systèmes à air pour les autres locaux</b></li> <li><b>Ventilo convecteur dans les chambres</b> <i>Régulateurs certifiés Eu.bac : CA = 0,1 K en chaud et - 0,1 K en froid</i></li> </ul>						
<b>Réseaux hydrauliques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réseaux primaires et secondaires chaud et froid</b> <i>Régulation : débit variable</i> <i>Circulateurs : vitesse variable pression constante</i> <i>Classe d'isolation : classe 4</i></li> <li><b>Réseaux ECS cuisines</b> <i>Réseau bouclé sans réchauffeur de boucle</i> <i>Classe d'isolation : classe 4</i></li> </ul>						
<b>Ventilation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>CTA :</b> <i>Rendement échangeur : 75 %</i> <i>Puissance ventilateur soufflage : 0,45 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Puissance ventilateur extraction : 0,35 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Classe d'étanchéité des réseaux : Classe B</i> <i>Résistance thermique des réseaux hors volume chauffé : 1,4 m<sup>2</sup>.K/W</i></li> <li><b>VMC :</b> <i>Puissance ventilateur extraction : 0,30 W/m<sup>3</sup>/h</i> <i>Classe d'étanchéité des réseaux : Classe B</i></li> </ul>						
<b>Eclairage</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Bureaux</b></td> <td><b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i> <i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté circulation)</i></td> </tr> <tr> <td><b>SDR</b></td> <td><b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i></td> </tr> <tr> <td><b>Circulations</b></td> <td><b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b></td> </tr> </table>	<b>Bureaux</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i> <i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté circulation)</i>	<b>SDR</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i>	<b>Circulations</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b>
<b>Bureaux</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i> <i>Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté circulation)</i>						
<b>SDR</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b> <i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence et du seuil de luminosité</i>						
<b>Circulations</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 5 W/m<sup>2</sup></b>						

		<i>Allumage manuel/Extinction automatique en fonction de la présence</i>
<b>Sanitaires</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 8 W/m<sup>2</sup></b>	<i>Allumage/Extinction automatique en fonction de la présence</i>
<b>Hall</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 10 W/m<sup>2</sup></b>	<i>Allumage/Extinction manuel et gradation automatique assurant un éclairage constant</i>
<b>Salles de restaurant</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 10 W/m<sup>2</sup></b>	<i>Allumage/Extinction manuel et gradation automatique assurant un éclairage constant Gestion fractionnée (commandes distinctes entre luminaires côté façades et luminaires côté noyau)</i>
<b>Cuisines</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 8 W/m<sup>2</sup></b>	<i>Allumage/Extinction manuel</i>
<b>Chambres</b>	<b>P<sub>eclairage</sub> : 12 W/m<sup>2</sup></b>	<i>Allumage/Extinction manuel</i>
<b>Production photovoltaïque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Production photovoltaïque en toiture</b></li> <li><i>Type de capteurs : Monocristallin</i></li> <li><i>Surface: 200 m<sup>2</sup></i></li> <li><i>Puissance crête : 150 W/m<sup>2</sup></i></li> <li><i>Azimut (0° :Sud / 90° :Ouest / 180° :Nord / 270° :Est): 0°</i></li> <li><i>Inclinaison par rapport à l'horizontal: 20°</i></li> </ul>	

## 5. RESULTATS DETAILLES

Les résultats des calculs RT2012 sont donnés dans les tableaux ci-dessous.

### 5.1. IMMEUBLE DUO 1

Le commerce est pris en compte dans le Bbio mais pas dans le Cep car il est prévu livré sans système de chauffage.

Consommations	Bbio		Cep	
	Points		kWhep/m <sup>2</sup> .an	
	Bbio projet	Bbio max	Cep projet	Cep max
Chauffage	21,50	137,26	9,50	134,50
Refroidissement	6,30		5,60	
Production d'ECS	/		9,60	
Eclairage	6,50		18,00	
Auxiliaires ventilation	/		32,90	
Auxiliaires distribution	/		1,60	
Production photovoltaïque	/		- 5,50	
<b>Total</b>	<b>88,20*</b>			
<b>Gain sur les valeurs max</b>	<b>35,74 %</b>		<b>46,77 %</b>	

$$*Bbio = Bbio_{chauffage} \times 2 + Bbio_{refroidissement} \times 2 + Bbio_{eclairage} \times 5$$

## 5.2. IMMEUBLE DUO 2

Le commerce et la brasserie sont pris en compte dans le Bbio mais pas dans le Cep car ils sont prévus livrés sans système de chauffage.

Option 1				
Consommations	Bbio		Cep	
	Points		kWh/m².an	
	Bbio projet	Bbio max	Cep projet	Cep max
Chauffage	22,10	<b>129,04</b>	9,80	<b>143,10</b>
Refroidissement	4,80		5,80	
Production d'ECS	/		17,50	
Eclairage	5,70		17,90	
Auxiliaires ventilation	/		34,00	
Auxiliaires distribution	/		2,70	
Production photovoltaïque	/		- 2,80	
<b>Total</b>	<b>82,60*</b>			
<b>Gain sur les valeurs max</b>	<b>35,99 %</b>		<b>40,74 %</b>	

\* $Bbio = Bbio_{chauffage} \times 2 + Bbio_{refroidissement} \times 2 + Bbio_{eclairage} \times 5$

## 6. CONCLUSION

Les immeubles DUO 1 et DUO 2 respecte bien la Réglementation Thermique 2012.

D'autre part, ils atteignent les objectifs de performances énergétiques visés :

- $Bbio \leq Bbio_{MAX} - 20\%$
- $Cep \leq Cep_{MAX} - 40\%$

Les résultats des calculs RT 2012 sont :

### DUO 1 :

- Bbio = 88,20 points soit un gain de 35,74 % sur le Bbio<sub>MAX</sub>
- Cep = 71,60 kWh/m².an soit un gain de 46,77 % sur le Cep<sub>MAX</sub>

### DUO 2 :

- Bbio = 82,60 points soit un gain de 35,99 % sur le Bbio<sub>MAX</sub>
- Cep = 84,80 kWh/m².an soit un gain de 40,74 % sur le Cep<sub>MAX</sub>