



CHARTRES  
**MÉTROPOLE**

MEMOIRE EN REPONSE

A L'AVIS N°20181123-28-0149 EN DATE DU 23 NOVEMBRE 2018

DE LA MISSION REGIONALE D'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE  
CENTRE VAL DE LOIRE

1. Par un avis n° 20181123-28-0149 du 23 novembre 2018 relatif à l'équipement plurifonctionnel culturel et sportif sur la commune de Chartres, la MRAE a souligné la bonne qualité de l'étude d'impact afférente au permis de construire dudit équipement plurifonctionnel.

La MRAE a également émis des préconisations qui concernent principalement l'analyse de l'impact du projet sur le trafic et l'aggravation des conditions de circulation qu'il pourrait éventuellement générer.

Ainsi, l'autorité environnementale recommande principalement de :

- retravailler les hypothèses de l'étude de trafic de manière à ne pas risquer de sous-estimer le trafic supplémentaire généré par l'exploitation de l'équipement plurifonctionnel culturel et sportif ;
- réaliser une modélisation du trafic aux heures d'entrée et de sortie de l'équipement plurifonctionnel, selon les mêmes hypothèses que celles qui ont été utilisées pour les modélisations aux heures de pointe, afin de pouvoir effectuer des comparaisons et analyser ainsi, de manière plus fine, l'impact du projet sur le trafic routier ;
- réaliser un phasage plus précis des opérations d'aménagement prévues, et d'analyser la situation du trafic aux abords du site à chaque phase, de manière à pouvoir prendre, le cas échéant, les mesures appropriées pour réduire des effets négatifs du projet d'aménagement dans son ensemble ;
- fournir une carte permettant de localiser les points de mesure de la qualité de l'air.

2. A la suite de cet avis et de ces recommandations, Chartres Métropole tient au préalable à rappeler que l'évaluation environnementale du projet contient les éléments permettant de localiser les points de mesure de la qualité de l'air (figure 125 en page 253 et suivantes).

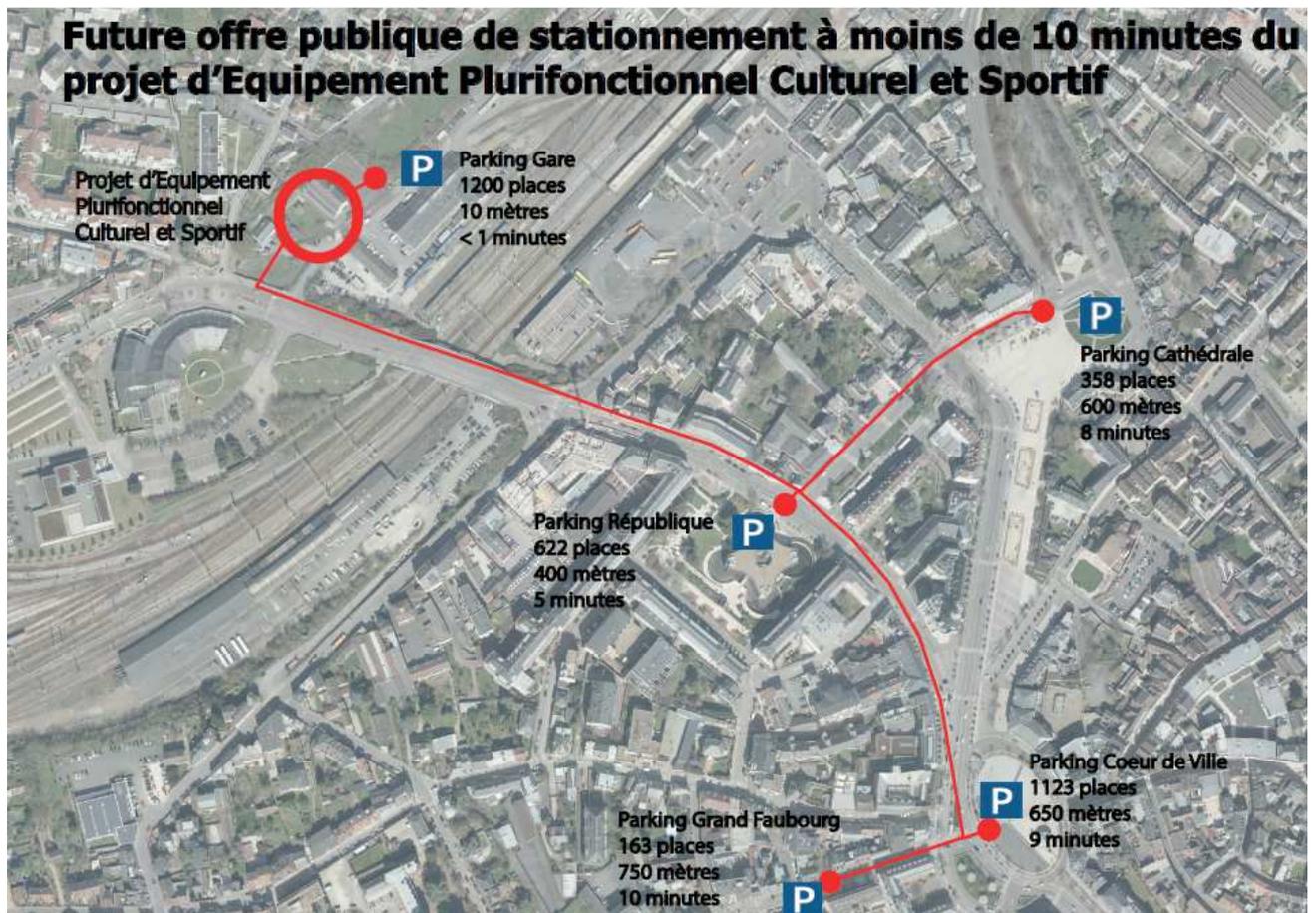
Chartres Métropole a effectué des études de trafic complémentaires et de phasage des opérations d'aménagement afin de compléter l'évaluation de l'impact de l'équipement sur les conditions de circulation (**Pièces annexes n°1 à 3**).

C'est dans ce contexte que, en réponse aux recommandations de l'autorité environnementale et au vu de l'ensemble des éléments exposés dans l'évaluation environnementale et les études de trafic, Chartres Métropole entend exposer les mesures mises en œuvre afin de limiter les conséquences du projet d'équipement plurifonctionnel sur le trafic automobile.

3. En premier lieu, l'équipement plurifonctionnel bénéficie de multiples solutions de stationnement dans un rayon de 10 minutes de marche de sorte que le futur parking du pôle Gare ne concentrera pas l'ensemble du stationnement des spectateurs de l'équipement.

En effet, en plus de l'offre de stationnement proposée dans le futur parking du pôle Gare, il existe un potentiel de 3 047 places en parkings souterrains dans un rayon de 1 km, dont 2 629 places de stationnement existantes réparties dans un rayon de moins de 10 minutes de marche de l'équipement plurifonctionnel :

- Parking Parcotrain (Effia) : 363 places - 350 m - 3 minutes à pied
- Parking République : 622 places - 400 m - 5 minutes à pied
- Parking Cathédrale : 358 places - 600 m - 8 minutes à pied
- Parking Cœur de Ville : 1 123 places - 650 m - 9 minutes à pied
- Parking Grand Faubourg : 163 places - 750 m - 10 minutes à pied



Ces solutions alternatives de stationnement permettront de limiter l'intensité du trafic dans la zone de l'équipement en évitant une concentration du stationnement au sein du parking du pôle Gare.

Ainsi, les spectateurs se rendant à l'équipement pourront utiliser les parkings situés à proximité immédiate pour les piétons.

Partant, le trafic supplémentaire généré par la réalisation de l'équipement en sera d'autant plus réduit.

**4.** En deuxième lieu, la réalisation de l'équipement s'inscrit dans un objectif global de développement des flux piétons dans le cadre du projet de réaménagement du pôle Gare.

A ce titre, l'emplacement du projet au sein d'un bassin de population dense permettra à de nombreux spectateurs de rejoindre l'équipement à pied.

Le développement des flux piétons est d'ailleurs l'un des objectifs du projet de réaménagement du pôle Gare dans lequel s'inscrit la réalisation de l'équipement plurifonctionnel.

La connexion de l'équipement plurifonctionnel avec le centre urbain sera assurée par une passerelle piétonne située en face de l'équipement plurifonctionnel permettant de développer l'intermodalité et l'accessibilité par les piétons de la zone du POLE GARE.

La situation privilégiée de l'équipement en cœur de ville et le développement des flux piétons permettront donc de limiter l'impact négatif sur les conditions de circulation des véhicules motorisés.

**5.** En troisième lieu, les spectateurs pourront utiliser les transports en commun pour se rendre à l'équipement plurifonctionnel, ce qui viendra également limiter le trafic automobile.

En effet, l'équipement est situé à proximité immédiate de la gare ferroviaire et routière.

Il est notamment desservi par le bus dit « relais des portes » qui circule gratuitement tous les soirs jusqu'à 23h30.

De même, Chartres Métropole a initié un projet de Bus à Haut Niveau de Service qui assurera des horaires en soirée et qui pourra donc être utilisé par les spectateurs de l'équipement.

En outre, la ville de Chartres et Chartres Métropole ont prévu la création de services spécifiques de transport pour acheminer des spectateurs en complément du réseau existant en vue des manifestations.

A cet effet, des zones sont mises à disposition pour les cars qui amèneront des groupes de spectateurs et supporters.

De même, la plateforme d'accès à l'équipement, qui sera réalisée en même temps que le débouché de la nouvelle voie de contournement situé au Nord-Ouest de l'équipement public, permettra le stationnement provisoire d'une dizaine de cars pour décharger les visiteurs.

Ces cars auront également la possibilité de stationner et déposer leurs occupants sur les emplacements réservés aux cars touristiques rue Charles Brune qui sont distants de 300 mètres environ de l'équipement plurifonctionnel.

De plus, une réserve d'une douzaine de places de stationnement pour les cars pourra être également utilisée rue du Pélican, à 700 mètres environ du futur équipement public.

Enfin, le parking du COMPA, situé juste de l'autre côté du pont Casanova, soit à 150 mètres du futur équipement public, offre une douzaine d'emplacements pour les cars qui pourraient être exceptionnellement utilisés les soirs de manifestations.

En conséquence, Chartres Métropole a prévu des solutions de transports en commun constituant une alternative sérieuse au recours aux véhicules individuels et permettra, par suite, de réduire l'intensité du trafic.

**6.** En quatrième lieu, l'augmentation du trafic engendrée par l'organisation d'un événement restera réduite au regard du caractère ponctuel des manifestations se déroulant à l'équipement.

L'incidence sur le trafic sera d'autant plus faible que les manifestations auront lieu en dehors des heures de pointe où le trafic est habituellement le plus dense.

En réalité, la circulation automobile sera densifiée à des horaires tels que 19h30 ou 22h30 où le trafic est très calme dans une ville de taille moyenne comme Chartres.

L'étude acoustique a donc été construite sur l'hypothèse suivante : une augmentation du trafic entre 19h et 20h (avant les événements) et entre 22h00 et 23h00 (après événements).

A noter que l'impact sera limité aux créneaux horaires d'arrivée et de sortie des spectateurs.

La fréquence prévisible, selon le type de manifestations sportives pouvant approcher la jauge maximale, est limitée sur une année, à savoir pour les activités sportives (handball et basketball), seuls quelques matchs (3 à 5), sur la quinzaine de rencontres à domicile d'un club, afficheront complets à l'instar des salles qui accueillent des matchs de première division en France.

Par ailleurs, les événements sportifs et les spectacles ne débiteront généralement pas avant 20 h et seront programmés parfois le week-end. L'arrivée des spectateurs étant prévue après 19 h, les flux d'entrée liés aux manifestations se présenteront en dehors de l'heure de pointe du soir de la gare (16 h - 19 h) et en dehors des plages horaires traditionnelles de travail. Les flux de sortie de la manifestation, prévus autour de 22 h – 22 h 30, seront encore plus désynchronisés des flux liés à la fréquentation de la gare à l'heure de pointe du soir.

Au surplus, l'EPCS ne sera pas utilisé pendant la période estivale pour les événements sportifs en raison de la trêve sportive estivale.

Les conséquences en matière de bruit seront dès lors extrêmement réduites comme le démontre l'étude acoustique complémentaire qui prend en compte que l'impact des événements majeurs est ponctuel, peu fréquent et limité dans le temps (22-23h) avec des variations à la hausse de 0, 2 à 5 – 6 décibels maximum pour des mesures réalisées en extérieure et sur façade et non à l'intérieur des logements avec portes et fenêtres fermées (Pièce n°2).

Enfin l'étude acoustique s'appuie sur l'hypothèse d'une part modale de véhicule sur l'agglomération de 70 % alors qu'elle est en réalité de 65 %, ce qui vient minimiser les résultats obtenus.

En outre, une modélisation complémentaire a été réalisée afin d'étudier l'influence du futur projet sur la qualité de l'air et se base sur un événement moyen et sur un événement majorant (Pièce n°3).

Le scénario majorant enregistre des concentrations plus importantes sur les tranches horaires d'arrivée et de sortie de l'EPCS.

Les résultats des deux scénariis demeurent en tous points en dessous des seuils réglementaires.

Les effets de l'organisation des manifestations sur le trafic ne pourront ainsi avoir qu'une incidence très limitée.

En conséquence, Chartres Métropole a mis en œuvre des solutions efficaces afin d'atténuer une possible augmentation du trafic engendrée par la réalisation de l'équipement plurifonctionnel.

LISTE DES ANNEXES JOINTES
---------------------------

Annexe n°1 : Phasage des opérations

Annexe n°2 : Rapport d'étude acoustique

Annexe n°3 : Rapport de la qualité de l'air





**Orféa**  
acoustique

# Rapport d'étude acoustique



## ÉQUIPEMENT PLURIFONCTIONNEL CULTUREL ET SPORTIF (EPCS) VILLE DE CHARTRES

### Étude acoustique complémentaire

<i>Client</i>	EDEIS
<i>Adresse</i>	19 boulevard Paul Vaillant Couturier 94200 IVRY-SUR-SEINE
<i>N° d'affaire</i>	A1806-052
<i>Version</i>	03
<i>Type d'étude</i>	BRUIT ROUTIER
<i>Etabli par Anthony JOSSET, Acousticien technicien SIG</i>	<i>Vérifié par Fabien SEGARRA, Acousticien chargé d'affaires responsable de l'agence de BRIVE</i>

*La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de fac simile photographique intégral*

**SOMMAIRE**

**SOMMAIRE..... 2**

**PRESENTATION DE L'ETUDE..... 3**

    CONTEXTE..... 3

    OBJECTIFS DE L'ETUDE ACOUSTIQUE COMPLEMENTAIRE ..... 3

    ANALYSE REGLEMENTAIRE ET ORGANISATION DE L'ETUDE..... 4

    LOCALISATION DE LA ZONE ETUDIEE..... 6

    VISUALISATION DU PROJET ..... 7

**NOTIONS D'ACOUSTIQUE..... 8**

**MODELISATION ACOUSTIQUE..... 9**

    GENERALITES..... 9

    DONNEES D'ENTREE DE LA MODELISATION ..... 9

**RESULTATS DES SIMULATIONS ACOUSTIQUES ..... 11**

    NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DES BATIMENTS A L'ETAT 2035 AVEC ET SANS PROJET POUR LES PERIODES DE JOUR (6H – 22H) ET DE NUIT (22H – 6H)..... 12

    NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DES BATIMENTS A L'ETAT 2035 AVEC PROJET POUR LA PERIODE 19H – 0H00 PAR TRANCHES HORAIRES POUR UN EVENEMENT DIT « MAJEUR » ET UN EVENEMENT « MOYEN » ..... 14

    NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DES BATIMENTS A L'ETAT 2035 AVEC PROJET ET SANS PROJET POUR UN « EVENEMENT MOYEN » SUR LES TRANCHES HORAIRES 19H-20H (LAEQ 19H) ET 22H-23H (LAEQ 22H) ..... 15

    NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DES BATIMENTS A L'ETAT 2035 AVEC PROJET ET SANS PROJET POUR UN « EVENEMENT MAJEUR » SUR LES TRANCHES HORAIRES 19H-20H (LAEQ 19H) ET 22H-23H (LAEQ 22H)..... 17

**CONCLUSION..... 19**

**ANNEXES ..... 20**

    CARTOGRAPHIES – ÉVALUATIONS DES BATIMENTS ..... 21

    CARTOGRAPHIES - ISOPHONES..... 34

## PRESENTATION DE L'ÉTUDE

### Contexte

Dans le cadre du dépôt de permis de construire et à la suite de l'avis de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) Centre-Val de Loire sur l'équipement plurifonctionnel culturel et sportif sur la commune de Chartres (AVIS N°20181123-28-0149 du 23 novembre 2018), la société EDEIS, maître d'œuvre, a sollicité le ORFEA Acoustique pour la réalisation d'une étude acoustique complémentaire.

### Objectifs de l'étude acoustique complémentaire

L'étude d'impact acoustique a pour objectifs de répondre aux demandes de la MRAe présentées ci-dessous et issues de l'avis du 23 novembre 2018.

#### IV 3. Description des effets principaux que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement et des mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs importants

##### 2) bruit

Sur la base des résultats de l'étude acoustique dont la méthodologie est expliquée dans la partie 11.6, l'étude d'impact conclut à l'absence d'effets sur la santé du fait du respect de la réglementation et des seuils. Cette analyse est insuffisante pour évaluer la gêne et les effets du bruit sur les populations riveraines. Le porteur de projet précise (page 188), que l'équipement plurifonctionnel peut être générateur de nuisances sonores mais qu'il fera écran au bruit du trafic ferroviaire et que des mesures sont prises pour respecter la réglementation sur les bruits de voisinage. Si les mesures de réduction prises dans le cadre de la conception de la salle paraissent de nature à limiter considérablement le bruit émanant de l'équipement en lui-même, il est regrettable que le dossier n'évoque pas, dans la partie consacrée à l'ambiance acoustique, les effets de l'augmentation du trafic routier aux heures de spectacle (19h-23h) sur le bruit ambiant dans le quartier. En effet les périodes concernées par l'utilisation de l'équipement plurifonctionnel correspondent à des périodes où le trafic routier est actuellement relativement calme sur le secteur, ce qui ne sera probablement plus le cas les soirs d'événements de moyenne ou grande ampleur.

**L'autorité environnementale recommande d'affiner l'étude acoustique en effectuant une modélisation précise des niveaux de bruit prévisibles aux horaires d'affluence du public et du trafic motorisé précédent et suivant l'événement.**

Par ailleurs, si l'étude d'impact (pages 144 et 188) précise que les modélisations prennent bien en compte la voie nouvelle (reliant la rue Casanova à la rue du faubourg Saint Jean) et le parking pour mesurer les niveaux acoustiques, ce qui est pertinent, elle ne mentionne pas la prise en compte du futur pôle d'échanges multimodal (desservi par une double voie) et les rotations des véhicules sur la future gare routière qui pourraient ajouter des nuisances sonores aux riverains (basse vitesse et bruit moteur). Ce dernier point mériterait d'être précisé, et éventuellement retravaillé, de même que les modélisations des niveaux acoustiques effectuées sur la situation future « avec projet », qui posent question en l'état pour plusieurs raisons :

- le trafic lié à la rue du faubourg Saint-Jean et les rues de la Prévoyance et Concorde, dans le périmètre d'étude, n'a pas été modélisé (ni d'ailleurs dans le scénario « sans projet »), alors même que la voie nouvelle y débouchera et que le plan de circulation du secteur s'en trouvera modifié ;
- représentée dans la situation « sans projet », la rue de l'Épargne disparaît des modélisations « avec projet », rendant peu fiables les expositions possibles futures des riverains de cette rue ;
- les impacts sonores de la voie ferrée ne semblent pas pris en compte dans la modélisation « avec projet ».

Par ailleurs, les titres des cartographies et des figures représentant la modélisation des niveaux acoustiques (pages 194 et 195) sont erronés (inversion nuit/jour).

**L'autorité environnementale recommande de retravailler d'une part les modélisations du bruit en prenant en compte l'impact du projet sur la totalité des voies de circulation sur lesquelles débouchera le trafic qu'il générera, ainsi que ses effets cumulés avec le pôle multimodal et la future gare routière, et d'autre part d'en tirer toutes les conséquences en termes de mesures d'atténuation.**

## Analyse réglementaire et organisation de l'étude

Dans le cadre du projet, le Maître d'Ouvrage doit respecter la réglementation applicable aux **projets de construction de routes nouvelles ou d'aménagement de routes existantes (circulaire 97-110 du 12 décembre 1997 et arrêté ministériel du 05 mai 1995)**.

Une distinction est clairement faite entre l'aménagement d'une route existante et la construction d'une route nouvelle. Les exigences sont différentes :

### Route nouvelle :

- (1) La contribution sonore du projet à terme devra respecter les seuils diurnes et nocturnes présentés dans le tableau ci-après.
- (2) Principe d'antériorité : Le Maître d'Ouvrage de la route n'est tenu de protéger que les seuls bâtiments dont la construction a été autorisée avant la date de l'arrêté préfectoral fixant l'enquête publique.

Usage et nature des locaux	Niveau sonore ambiant initial	Contribution sonore du projet seul	
		L <sub>Aeq</sub> (6h-22h)	L <sub>Aeq</sub> (22h-6h)
Logements	Modéré de jour et de nuit	60 dB(A)	55 dB(A)
	Non modéré de jour et modéré de nuit	65 dB(A)	55 dB(A)
	Modéré de jour et non modéré de nuit	65 dB(A)	60 dB(A)
	Non modéré de jour ni de nuit		
Bureaux	Modéré de jour et de nuit	65 dB(A)	Aucune obligation
	Autres cas	Aucune obligation	
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salle de soins et de repos des malades	Indifférent	57 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : autres locaux	Indifférent	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	Indifférent	60 dB(A)	Aucune obligation

Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site **toutes sources confondues**.

Il est :

- modéré de jour si le L<sub>Aeq</sub> ambiant (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A),
- modéré de nuit si le L<sub>Aeq</sub> ambiant (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A).

### Aménagement d'une voie existante :

La contribution sonore du projet à terme devra respecter les seuils diurnes et nocturnes présentés dans le tableau ci-après.

Pour le réseau départemental, l'état à terme est défini 20 ans après la mise en service du projet. Cette démarche peut être étendue à l'ensemble du réseau routier, par décision du Maître d'Ouvrage.

La circulaire 97-110 du 12 décembre 1997 explicite la transformation significative :

#### « 6.1. La notion de transformation significative

Les articles 2 et 3 du décret n° 95-22 définissent la notion de modification ou transformation significative d'une infrastructure. Elle repose sur le respect de deux conditions :

1°) Des travaux doivent être réalisés sur l'infrastructure concernée, c'est-à-dire que sont notamment exclues les simples modifications des conditions de circulation sans travaux (croissance générale du trafic, modification d'un plan de circulation, modification de la vitesse réglementaire, ...). Les élargissements de routes ou d'autoroutes (augmentation du nombre de voies de circulation) ou la création de diffuseurs entrent dans ce cadre.

Les travaux suivants sont, par contre, explicitement exclus par l'article 3 du décret n° 95-22 de la définition d'une modification ou transformation significative :

- travaux de renforcement des chaussées, d'entretien ou de réparation des voies routières. Le changement de revêtement de chaussée n'est donc pas une modification significative ;
- aménagements ponctuels de voies routières ou aménagements de carrefours non dénivelés. Il en ressort par exemple, que la pose d'un ralentisseur isolé ne doit pas être considérée comme une modification significative, mais que l'aménagement global d'une rue peut en être une.

2°) La modification entraîne, à terme, une augmentation supérieure à 2 dB(A) de la contribution sonore par rapport à une situation prévisible à terme, si la voie n'était pas modifiée.

Le critère d'augmentation de 2 dB(A) doit être évalué "à terme", c'est-à-dire que l'on doit comparer les contributions sonores de l'infrastructure à l'horizon fixé, en l'absence de modification et en présence de modification.

Dans la pratique, on comparera les contributions sonores L<sub>Aeq</sub> (6 h-22 h) et L<sub>Aeq</sub> (22 h-6 h) à l'horizon de vingt ans, en présence et en l'absence de modification de l'infrastructure. Il suffit que l'augmentation du L<sub>Aeq</sub> après travaux soit supérieure à 2 dB(A) sur au moins une des deux périodes pour que le critère soit vérifié :

- L<sub>Aeq</sub> (6 h-22 h) à terme après travaux > L<sub>Aeq</sub> (6 h-22 h) à terme sans travaux + 2 dB(A)

Ou

- L<sub>Aeq</sub> (22 h-6 h) à terme après travaux > L<sub>Aeq</sub> (22 h-6 h) à terme sans travaux + 2 dB(A)

Afin de contribuer à la transparence de la démarche, il est recommandé, pour évaluer la situation "en l'absence de travaux", de réaliser une campagne de mesures selon la norme NF S 31-085, recalée selon les hypothèses de trafic et les conditions de circulation prévues à terme dans cette situation, lorsque de telles mesures sont pertinentes. »

Si les deux conditions précédemment définies sont vérifiées, la transformation est significative et les seuils réglementaires fixés par l'article 3 de l'arrêté du 5 mai 1995 doivent être respectés :

Pendant la période diurne (6h – 22h) :

Situation avant travaux		Situation après travaux
$L_{Aeq} (6h - 22h) \leq 60 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	$L_{Aeq} (6h - 22h) \leq 60 \text{ dB(A)}$
$60 \text{ dB(A)} < L_{Aeq} (6h - 22h) \leq 65 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	maintien du niveau de bruit avant travaux
$L_{Aeq} (6h - 22h) > 65 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	$L_{Aeq} (6h - 22h) \leq 65 \text{ dB(A)}$

Pendant la période nocturne (22h – 6h) :

Situation avant travaux		Situation après travaux
$L_{Aeq} (22h - 6h) \leq 55 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	$L_{Aeq} (22h - 6h) \leq 55 \text{ dB(A)}$
$55 \text{ dB(A)} < L_{Aeq} (22h - 6h) \leq 60 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	maintien du niveau de bruit avant travaux
$L_{Aeq} (22h - 6h) > 60 \text{ dB(A)}$	$\Rightarrow$	$L_{Aeq} (22h - 6h) \leq 60 \text{ dB(A)}$

**Au regard de ces réglementations, seule la contribution sonore d'une partie de la rue Casanova et la voie nouvellement créée était donc à prendre en compte dans l'analyse de l'impact réglementaire.**

**La contribution sonore des autres voies ne respectant pas les critères précédemment définis n'était donc pas à considérer.**

**Les conclusions concernant cette analyse réglementaire sont disponibles dans le rapport référencé RAP1-A1806-052-V1 et avaient mis en évidence un respect de la réglementation.**

Néanmoins, afin de prendre en compte les remarques formulées par la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) Centre-Val de Loire, une étude acoustique complémentaire a été réalisée afin de compléter cette précédente étude en intégrant les impacts spécifiques liés à l'organisation d'événements sur le site de l'Équipement Plurifonctionnel Culturel et Sportif (EPCS) et ses conséquences sur le trafic de l'ensemble des voies à proximité.

**Les résultats liés à cette étude ne peuvent donc être comparés aux exigences réglementaires qui sont spécifiques et déterminées de façon précise.**

Ainsi, afin de permettre une analyse objective, les exigences liées à l'impact des aménagements de voies existantes seront appliquées (analyse de la transformation significative et contribution sonore des sources).

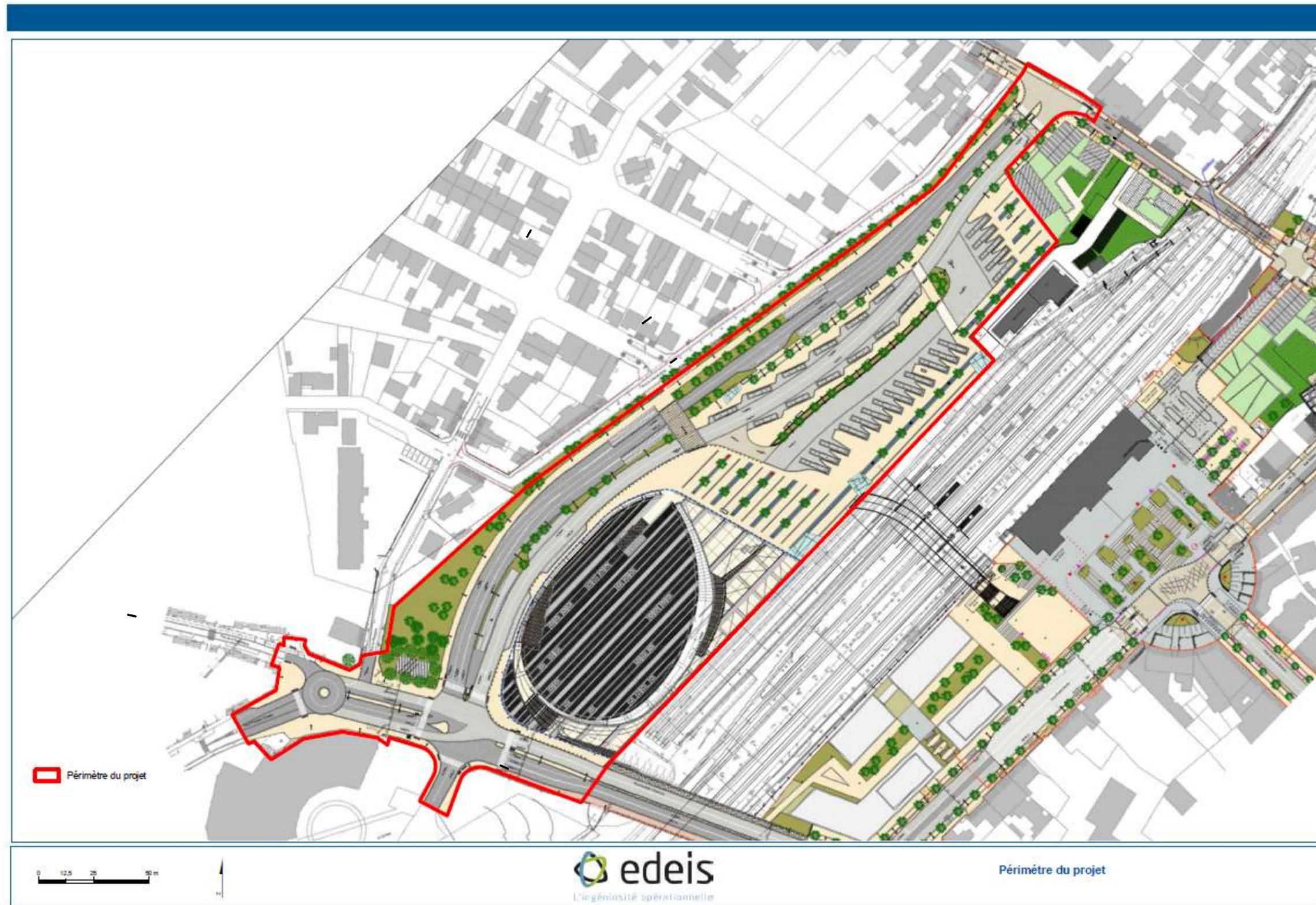
Différentes simulations acoustiques ont été réalisées afin de répondre aux exigences de la MRAe :

- simulation des niveaux sonores diurnes et nocturnes à l'état 2035 SANS et AVEC projet prenant en compte **toutes** les sources de bruit liées aux trafics des véhicules sur les voies du secteur étudié ;
- simulation des niveaux sonores en façade des bâtiments sur la période 19h-00h pour des événements moyen et majorant.

Localisation de la zone étudiée



### Visualisation du projet



**NOTIONS D'ACOUSTIQUE**

**Définition du bruit**

Le bruit est dû à une variation de la pression atmosphérique, il est caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son niveau exprimé en décibel (dB).

L'oreille humaine étant plus sensible à certaines fréquences, une pondération du niveau sonore est appliquée sur chaque fréquence afin de représenter au mieux la perception humaine. Son niveau est exprimé en décibel A (dB(A)).

Les niveaux de bruit sont régis par une arithmétique particulière (logarithmes) :

$$60 \text{ dB} \oplus 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB} \quad \text{--->} \quad 63 = 10 \times \text{Log}(10^{60/10} + 10^{60/10})$$

$$60 \text{ dB} \oplus 70 \text{ dB} = 70 \text{ dB} \quad \text{--->} \quad 70,4 = 10 \times \text{Log}(10^{70/10} + 10^{60/10})$$

Le doublement de l'intensité sonore, dû par exemple à un doublement du trafic, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit.

Si ces deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores et si le 1<sup>er</sup> est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport au second, le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort. De manière générale, la sommation (L<sub>Tot</sub>) de n niveaux sonores (L<sub>i</sub>) s'effectue de la façon suivante :

$$L_{Tot} = 10 \times \text{Log} \left( \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right)$$

**Effets sur la santé**

Les impacts du bruit sur la santé sont difficiles à estimer dans la mesure où la tolérance vis à vis des niveaux sonores varie considérablement avec les individus et les types de bruit. En fait, l'effet le plus apparent est probablement la **perturbation du sommeil**, qui peut occasionner fatigue et dépression. De manière plus générale, les scientifiques commencent à s'interroger sur les effets physiologiques et psychologiques que peut entraîner une exposition de longue durée à un environnement bruyant : **stress**, réduction des performances intellectuelles, diminution de la productivité. Cependant, la liste des facteurs de stress est longue, en particulier en milieu urbain, et il est encore malaisé d'isoler les effets de l'exposition au bruit des autres aspects du mode de vie urbain.

**La Psychoacoustique**

La psychoacoustique est la science qui étudie les sensations auditives perçues et interprétées par chaque individu. Elle se situe donc à la frontière entre l'acoustique, la physiologie et la psychologie. La psychoacoustique étudie la façon dont les ondes sonores sont captées par le système auditif et la façon dont elles sont interprétées par le cerveau (de ces interprétations dépendent nos réactions).

**Le Décibel « dB »**

Le décibel est une unité de mesure logarithmique en acoustique. C'est un terme sans dimension noté dB.

**La pondération « A » et le « dB(A) »**

La pondération A est l'application d'un filtre fréquentiel correspondant à la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses et hautes fréquences. A la valeur du niveau sonore mesuré en dB est ajoutée la valeur de la pondération A, propre à chaque fréquence. La valeur globale ainsi obtenue est exprimée en dB(A).

Bruit correspondant	dB(A)	Sensation auditive	Conversation
-	0	Seuil d'audibilité	-
Laboratoire d'Acoustique	5	Silence inhabituel	-
Studio d'enregistrement	10	Très calme	A voix chuchotée
Feuilles légères agitées par un vent doux	15		
Conversation à voix basse	20	Calme	A voix normale
Appartement dans un quartier tranquille	25		
	30		
	35		
Bureau tranquille dans quartier calme	40	Assez calme	A voix normale
Appartement normal	45		
Bruits minimaux le jour dans la rue			
Restaurant tranquille – Rue tranquille	50	Bruits courants	A voix assez forte
Conversation normale – Rue résidentielle	55		
	60		
Appartement bruyant	65	Bruyant mais supportable	Difficile
Bruit en ville – Restaurant bruyant	70		
Proximité d'une autoroute	75		
Bordure périphérique de Paris	80		
Rue avec trafic intense	85	<b>Seuil de risque</b> <b>Seuil de danger</b>	Obligation de crier pour se faire entendre
Restaurant scolaire	90		
	95		
Marteau piqueur dans une rue à 5 m	100	Très difficilement supportable	Impossible
Méto – Concert/discothèque	105		
	110		
Moteurs d'avion à quelques mètres	120	<b>Seuil de douleur</b>	Exige une protection spéciale
Turbo réacteur	130		
	140		

Echelle du bruit dans l'environnement

## MODELISATION ACOUSTIQUE

### Généralités

#### Méthode de calcul prévisionnel :

Le calcul des niveaux sonores en tout point du site étudié s'appuie sur une méthode de calcul prévisionnel conforme aux exigences des réglementations actuelles.

Cette méthode de calcul prend en compte le bâti, la topographie du site, les données acoustiques des trafics routiers et ferroviaires, ainsi que tous les phénomènes propres à la propagation des ondes sonores (réflexion, absorption, effets météorologiques, etc....).

#### Logiciel de calcul prévisionnel : CadnaA

Le logiciel CADNAA, conçu par DATAKUSTIK et commercialisé par ACOEM permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur.

Les méthodologies utilisées sont conformes aux recommandations de la Commission Européenne du 6 août 2003 "relative aux lignes directrices sur les méthodes provisoires révisées de calcul du bruit du trafic routier".

#### **Remarques importantes :**

La modélisation d'un site dans l'environnement a des limites. La prise en compte de certains facteurs dans les différents modèles, comme les trafics, la météo, l'absorption du sol et des bâtiments sont des paramètres moyennés conformément à la réglementation (pour les trafics et la météo) ou sont des contraintes imposées par le logiciel de calcul lui-même (absorption du sol et des bâtiments).

De plus, les trafics simulés se basent sur un spectre de bruit<sup>1</sup> moyen et par conséquent ne tient pas compte des différences entre les véhicules (différence d'autant plus importante en milieu urbain à vitesse relativement réduite où le bruit moteur est prédominant).

Outre les contraintes liées à la réglementation et aux limites du logiciel, nous ne maîtrisons pas la précision des données apportées par le Maître d'ouvrage comme la topographie (courbes de niveaux et points altimétriques) et l'emprise des bâtiments.

Une modélisation n'est qu'une approche, plus ou moins vraie, de la réalité. Par conséquent, des écarts sont à prévoir entre les mesures sur le terrain et les calculs lors de la modélisation.

<sup>1</sup> : le spectre de bruit d'un véhicule peut être vu comme sa signature acoustique.

### Données d'entrée de la modélisation

#### Le site

##### *Le terrain*

Les levés topographiques du site ont été fournis par le bureau d'études EDEIS sur l'étendue et complété à l'aide des fichiers SRTM.

##### *Le bâti et protections actuelles*

Les emplacements, le type et la hauteur des bâtiments et des protections actuelles proviennent de fichiers Autocad fournis par la maîtrise d'ouvrage pour les, de la BD et de repérages visuels réalisé in-situ et à l'aide de Google Street View.

#### Les sources de bruit

##### *Les routes sur le secteur d'étude*

Notre modélisation prend en compte les voies actuelles pour le calage du modèle et les voies futures pour l'impact du projet.

##### *Méthode de prévision du bruit routier*

La modélisation CadnaA utilise la méthode française de prévision du bruit routier NMPB-2008.

##### *Nature du revêtement*

Le type de revêtement intervient sur la puissance acoustique des sources et sur la forme du spectre (répartition en fréquence) du bruit routier. Notre modèle de simulation se base sur un enrobé classique de type bitumineux.

##### *Type de circulation*

- La circulation est considérée fluide sauf aux abords des carrefours.

**Les trafics**

Les hypothèses de trafics ont été fournies par Chartres Métropole.

Afin de répondre à la demande de la MRAe, ces hypothèses couvrent « les horaires d'affluence du public et du trafic motorisé précédant et suivant l'évènement » : évènement majeur (accueillant 4198 spectateurs) et évènement moyen.

Le trafic « normal » en dehors de l'organisation d'un évènement est également intégré.

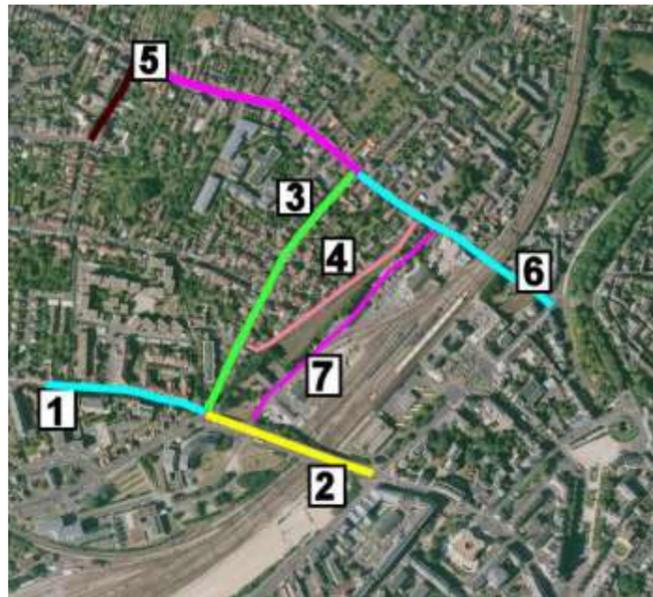


Figure 1 - Localisation des tronçons modélisés

Trafics 2035 - Évènement moyen – 65% du public en VL (3 personnes par VL) et la moitié se stationne au parking mutualisé								
N° tronçon	Rue	Trafic horaire					% PL	Vitesse
		19h	20h	21h	22h	23h		
1	Rue de la République	160	116	87	80	35	0,41	30
2	Pont de Casanova	1 012	634	477	439	193	0,61	30
3	Rue de l'Épargne	200	144	109	69	44	0,41	30
4	Rue du Chemin de Fer	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	0,41	30
5	RD939 ouest	429	310	233	211	94	0,41	30
6	RD939 est	471	295	222	141	90	0,41	30
7	Voie nouvelle	450	162	122	303	49	0,41	30

Trafics 2035 - Évènement majorant - 70% du public en VL (3 personnes par VL) et la moitié se stationne au parking mutualisé								
N° tronçon	Rue	Trafic horaire					% PL	Vitesse
		19h	20h	21h	22h	23h		
1	Rue de la République	160	116	87	105	35	0,41	30
2	Pont de Casanova	1 173	634	477	600	193	0,61	30
3	Rue de l'Épargne	200	144	109	69	44	0,41	30
4	Rue du Chemin de Fer	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	0,41	30
5	RD939 ouest	429	310	233	286	94	0,41	30
6	RD939 est	546	295	222	141	90	0,41	30
7	Voie nouvelle	715	162	122	568	49	0,41	30

## RESULTATS DES SIMULATIONS ACOUSTIQUES

Les tableaux suivants présentent les résultats des différentes simulations acoustiques réalisées afin de répondre aux exigences formulées par la Mission régionale d'autorité environnementale Centre- Val de Loire, notamment « *une modélisation précise des niveaux de bruit prévisibles aux horaires d'affluences et du trafic motorisé précédant et suivant l'évènement* ».

Le tableau 1 présente les niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC projet et SANS projet pour les périodes de jour (6h – 22h) et de nuit (22h – 6h).

Le tableau 2 présente les niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC projet pour des évènements moyen et majorant pour la période 19h-00h, par tranches horaires.

Les cartographies sont disponibles en annexes (isophones et évaluation par bâtiment).

**Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC et SANS projet pour les périodes de jour (6h – 22h) et de nuit (22h – 6h).**

Tableau 1 - Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC et SANS projet

Identifiant bâtiment	État 2035 Sans projet		État 2035 Avec projet		Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet) - (État 2035 Sans projet)	
	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit
1	65,6	59,1	65,8	59,2	+0,2	+0,1
2	59,2	52,7	59,4	52,9	+0,2	+0,2
3	61,4	54,8	62,2	55,7	+0,8	+0,9
4	62,4	55,9	63,1	56,6	+0,7	+0,7
5	64,3	57,8	65,0	58,5	+0,7	+0,7
6	67,7	61,1	68,3	61,7	+0,6	+0,6
7	67,8	61,2	68,4	61,8	+0,6	+0,6
8	63,4	56,9	63,8	57,2	+0,4	+0,3
9	65,0	58,5	65,4	58,9	+0,4	+0,4
10	52,5	46,3	54,7	48,3	<b>+2,2</b>	<b>+2,0</b>
11	66,4	59,8	66,8	60,2	+0,4	+0,4
12	66,3	59,8	66,7	60,1	+0,4	+0,3
13	52,2	46,0	54,6	48,2	<b>+2,4</b>	<b>+2,2</b>
14	54,1	47,6	54,4	47,9	+0,3	+0,3
15	49,2	42,8	49,2	42,6	+0,0	-0,2
16	48,8	42,4	49,4	42,9	+0,6	+0,5
17	49,0	42,9	50,3	44,1	+1,3	+1,2
18	48,1	41,9	52,4	46,1	<b>+4,3</b>	<b>+4,2</b>
19	49,3	43,2	54,0	47,6	<b>+4,7</b>	<b>+4,4</b>
20	51,8	45,7	55,1	48,8	<b>+3,3</b>	<b>+3,1</b>
21	43,4	37,0	44,8	38,3	+1,4	+1,3
22	43,0	36,6	45,1	38,6	<b>+2,1</b>	<b>+2,0</b>
23	46,4	40,2	46,2	39,7	-0,2	-0,5
24	48,2	42,0	52,2	45,8	<b>+4,0</b>	<b>+3,8</b>
25	44,8	38,6	45,1	38,6	+0,3	+0,0
26	46,9	40,7	49,1	42,5	<b>+2,2</b>	+1,8
27	49,7	43,5	53,7	47,3	<b>+4,0</b>	<b>+3,8</b>
28	46,7	41,0	47,3	41,5	+0,6	+0,5
29	47,3	41,1	51,2	44,8	<b>+3,9</b>	<b>+3,7</b>
30	48,0	41,9	48,2	42,1	+0,2	+0,2
31	48,7	42,6	54,3	47,9	<b>+5,6</b>	<b>+5,3</b>
32	49,7	43,9	49,9	44,1	+0,2	+0,2
33	48,4	42,0	55,2	48,6	<b>+6,8</b>	<b>+6,6</b>
34	45,5	39,3	55,4	48,8	<b>+9,9</b>	<b>+9,5</b>
35	50,4	43,5	Bâtiment détruit		-	-
36	53,6	46,8	Bâtiment détruit		-	-
37	71,2	64,2	Bâtiment détruit		-	-
38	67,9	61,0	Bâtiment détruit		-	-
39	69,5	62,6	68,9	62,1	-0,6	-0,5

Identifiant bâtiment	État 2035 Sans projet		État 2035 Avec projet		Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet) - (État 2035 Sans projet)	
	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit
40	68,0	61,1	Bâtiment détruit		-	-
41	Nouvelle construction		67,1	60,5	-	-
42	Nouvelle construction		56,7	50,4	-	-
43	Nouvelle construction		66,4	59,5	-	-

Les simulations acoustiques réalisées à l'horizon 2035, AVEC et SANS le projet (tableau 1), et intégrant toutes les sources de bruit montrent que :

- sur la période jour, 13 bâtiments ont leur niveau sonore en façade qui augmente de 2 dB(A) entre les deux états ;
- sur la période nuit, 12 de ces 13 bâtiments ont également leur niveau sonore en façade qui augmente d'au moins 2 dB(A).

Néanmoins, il convient de préciser, qu'aucun de ces bâtiments n'est impacté par un niveau sonore en façade supérieur à 60 dB(A) sur la période jour et 55 dB(A) sur la période nuit, seuils maximum à respecter dans le cas d'une ambiance sonore préexistante modérée de jour et de nuit.

**On peut donc considérer que l'impact du projet n'entraîne pas soit d'augmentation de bruit sensible, soit en cas d'augmentation non négligeable, le niveau sonore engendré à terme restera modéré.**

**Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC projet pour la période 19h – 0h00 par tranches horaires pour un évènement dit « majeur » et un évènement « moyen »**

Tableau 2 - Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC lors d'évènements moyen et majorant sur la période 19h-00h

Identifiant bâtiment	État 2035 Avec projet Évènement moyen					État 2035 Avec projet Évènement majorant (70% déplacement VL)				
	LAeq 19h	LAeq 20h	LAeq 21h	LAeq 22h	LAeq 23h	LAeq 19h	LAeq 20h	LAeq 21h	LAeq 22h	LAeq 23h
1	63,3	61,7	60,5	59,1	56,5	63,6	61,7	60,5	59,8	56,5
2	57,0	55,3	54,1	53,0	50,1	57,3	55,3	54,1	54,3	50,1
3	59,3	57,9	56,7	54,8	52,8	59,4	57,9	56,7	57,2	52,8
4	60,1	58,7	57,5	55,5	53,6	60,1	58,7	57,5	56,9	53,6
5	61,9	60,6	59,4	57,3	55,4	62,0	60,6	59,4	57,3	55,4
6	65,2	63,8	62,6	60,6	58,7	65,2	63,8	62,6	60,6	58,7
7	65,3	63,9	62,7	60,7	58,7	65,3	63,9	62,7	60,7	58,7
8	60,7	59,4	58,1	56,1	54,2	60,7	59,4	58,1	56,1	54,2
9	62,4	61,0	59,8	57,7	55,8	62,4	61,0	59,8	57,7	55,8
10	57,1	53,2	52,2	55,1	48,0	58,9	53,2	52,2	57,8	48,0
11	63,7	62,3	61,1	59,1	57,1	63,7	62,3	61,1	59,1	57,1
12	63,7	62,2	61,0	59,0	57,1	63,7	62,2	61,0	59,0	57,1
13	57,1	53,2	52,1	55,3	47,9	59,1	53,2	52,1	58,0	47,9
14	51,4	50,0	48,8	46,8	44,9	51,4	50,0	48,8	47,7	44,9
15	49,3	46,1	44,8	47,0	40,9	50,9	46,1	44,8	49,4	40,9
16	49,9	46,6	45,4	47,5	41,4	51,4	46,6	45,4	49,9	41,4
17	51,3	48,1	46,9	49,1	42,9	53,0	48,1	46,9	51,6	42,9
18	55,0	51,0	49,9	53,1	45,8	56,8	51,0	49,9	55,7	45,8
19	56,7	52,7	51,6	54,9	47,5	58,6	52,7	51,6	57,5	47,5
20	57,4	53,6	52,6	55,4	48,3	59,3	53,6	52,6	58,1	48,3
21	47,8	43,7	42,5	46,0	38,5	49,8	43,7	42,5	48,7	38,5
22	48,1	43,9	42,7	46,3	38,7	50,0	43,9	42,7	49,0	38,7
23	49,3	45,1	43,9	47,5	39,8	51,3	45,1	43,9	50,2	39,8
24	55,0	51,0	49,9	53,2	45,7	56,9	51,0	49,9	55,8	45,7
25	46,8	43,1	41,9	44,8	37,8	48,6	43,1	41,9	47,4	37,8
26	51,9	47,7	46,6	50,0	42,5	53,8	47,7	46,6	52,7	42,5
27	56,4	52,4	51,3	54,6	47,1	58,3	52,4	51,3	57,2	47,1
28	46,1	44,4	43,0	43,8	39,2	47,7	44,4	43,0	46,4	39,2
29	53,9	49,9	48,8	52,0	44,7	55,8	49,9	48,8	54,7	44,7
30	47,8	44,6	43,2	45,8	39,4	49,6	44,6	43,2	48,4	39,4
31	57,2	53,1	51,9	55,3	47,8	59,1	53,1	51,9	58,0	47,8
32	49,4	47,0	45,6	47,1	41,8	51,1	47,0	45,6	49,5	41,8
33	56,8	52,9	51,7	54,8	47,7	58,7	52,9	51,7	57,4	47,7
34	56,5	52,7	51,5	54,3	47,5	58,3	52,7	51,5	56,9	47,5
39	66,6	64,6	63,3	61,5	59,4	67,3	64,6	63,3	61,7	59,4
41	66,3	64,3	63,0	62,7	59,1	67,0	64,3	63,0	64,1	59,1
42	59,5	55,6	54,3	57,6	50,4	61,4	55,6	54,3	60,3	50,4
43	62,7	60,6	59,4	57,8	55,5	63,5	60,6	59,4	59,2	55,5

**Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC projet et SANS projet pour un « évènement moyen » sur les tranches horaires 19h-20h (L<sub>Aeq</sub> 19h) et 22h-23h (L<sub>Aeq</sub> 22h)**

Tableau 3 - Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 SANS projet et à l'état 2035 AVEC projet lors d'un évènement moyen

Identifiant bâtiment	État 2035 Sans projet		État 2035 Avec projet Évènement moyen		Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet L <sub>Aeq</sub> 19h) - (État 2035 Sans projet L <sub>Aeq</sub> Jour)	Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet L <sub>Aeq</sub> 22h) - (État 2035 Sans projet L <sub>Aeq</sub> Nuit)
	L <sub>Aeq</sub> Jour	L <sub>Aeq</sub> Nuit	L <sub>Aeq</sub> 19h	L <sub>Aeq</sub> 22h		
1	65,6	59,1	63,3	59,1	-2,3	0,0
2	59,2	52,7	57,0	53,0	-2,2	0,3
3	61,4	54,8	59,3	54,8	-2,1	0,0
4	62,4	55,9	60,1	55,5	-2,3	-0,4
5	64,3	57,8	61,9	57,3	-2,4	-0,5
6	67,7	61,1	65,2	60,6	-2,5	-0,5
7	67,8	61,2	65,3	60,7	-2,5	-0,5
8	63,4	56,9	60,7	56,1	-2,7	-0,8
9	65,0	58,5	62,4	57,7	-2,6	-0,8
10	52,5	46,3	57,1	<b>55,1</b>	<b>4,6</b>	<b>8,8</b>
11	66,4	59,8	63,7	59,1	-2,7	-0,7
12	66,3	59,8	63,7	59,0	-2,6	-0,8
13	52,2	46,0	57,1	<b>55,3</b>	<b>4,9</b>	<b>9,3</b>
14	54,1	47,6	51,4	46,8	-2,7	-0,8
15	49,2	42,8	49,3	47,0	0,1	<b>4,2</b>
16	48,8	42,4	49,9	47,5	1,1	<b>5,1</b>
17	49,0	42,9	51,3	49,1	<b>2,3</b>	<b>6,2</b>
18	48,1	41,9	55,0	53,1	<b>6,9</b>	<b>11,2</b>
19	49,3	43,2	56,7	54,9	<b>7,4</b>	<b>11,7</b>
20	51,8	45,7	57,4	<b>55,4</b>	<b>5,6</b>	<b>9,7</b>
21	43,4	37,0	47,8	46,0	<b>4,4</b>	<b>9,0</b>
22	43,0	36,6	48,1	46,3	<b>5,1</b>	<b>9,7</b>
23	46,4	40,2	49,3	47,5	<b>2,9</b>	<b>7,3</b>
24	48,2	42,0	55,0	53,2	<b>6,8</b>	<b>11,2</b>
25	44,8	38,6	46,8	44,8	<b>2,0</b>	<b>6,2</b>
26	46,9	40,7	51,9	50,0	<b>5,0</b>	<b>9,3</b>
27	49,7	43,5	56,4	54,6	<b>6,7</b>	<b>11,1</b>
28	46,7	41,0	46,1	43,8	-0,6	<b>2,8</b>
29	47,3	41,1	53,9	52,0	<b>6,6</b>	<b>10,9</b>
30	48,0	41,9	47,8	45,8	-0,2	<b>3,9</b>
31	48,7	42,6	57,2	<b>55,3</b>	<b>8,5</b>	<b>12,7</b>
32	49,7	43,9	49,4	47,1	-0,3	<b>3,2</b>
33	48,4	42,0	56,8	54,8	<b>8,4</b>	<b>12,8</b>
34	45,5	39,3	56,5	54,3	<b>11,0</b>	<b>15,0</b>
39	69,5	62,6	66,6	61,5	-2,9	-1,1

La comparaison des niveaux de bruit en façade des bâtiments **État 2035 Sans projet LAeq Jour** et **État 2035 Avec projet LAeq 19h (heure la plus bruyante en période jour lors d'un évènement moyen)** (tableau 3) laisse apparaître que 17 bâtiments subissent une augmentation d'au moins 2 dB(A) de leur niveau sonore en façade.

Néanmoins, aucun de ces bâtiments n'est exposé à un niveau de bruit en façade supérieur à 60 dB(A), seuil servant à définir une ambiance sonore modérée de jour.

En revanche, la comparaison des niveaux de bruit en façade des bâtiments, **État 2035 Sans projet LAeq Nuit** et **État 2035 Avec projet LAeq 22h (heure la plus bruyante en période nuit lors d'un évènement moyen)**, montre que 4 des 22 bâtiments subissant une augmentation de 2 dB(A) leur niveau sonore en façade, sont exposés à des niveaux sonores en façade supérieur à 55 dB(A), valeur à ne pas dépasser pour une zone à ambiance sonore modérée de nuit. Néanmoins, le niveau sonore maximum serait de 55,4 dB(A), ce qui engendre un dépassement très faible de ce seuil et est limité sur cette tranche horaire.

**Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 AVEC projet et SANS projet pour un « évènement majeur » sur les tranches horaires 19h-20h (L<sub>Aeq</sub> 19h) et 22h-23h (L<sub>Aeq</sub> 22h)**

Tableau 4 - Niveaux sonores en façade des bâtiments à l'état 2035 SANS projet et à l'état 2035 AVEC projet lors d'un évènement majorant

Identifiant bâtiment	État 2035 Sans projet		État 2035 Avec projet Évènement majorant (70% déplacement VL)		Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet L <sub>Aeq</sub> 19h) - (État 2035 Sans projet L <sub>Aeq</sub> Jour)	Écart en dB(A) (État 2035 Avec projet L <sub>Aeq</sub> 22h) - (État 2035 Sans projet L <sub>Aeq</sub> Nuit)
	L <sub>Aeq</sub> Jour	L <sub>Aeq</sub> Nuit	L <sub>Aeq</sub> 19h	L <sub>Aeq</sub> 22h		
1	65,6	59,1	63,6	59,8	-2,0	+0,7
2	59,2	52,7	57,3	54,3	-1,9	+1,6
3	61,4	54,8	59,4	<b>57,2</b>	-2,0	<b>+2,4</b>
4	62,4	55,9	60,1	56,9	-2,3	+1,0
5	64,3	57,8	62,0	57,3	-2,3	-0,5
6	67,7	61,1	65,2	60,6	-2,5	-0,5
7	67,8	61,2	65,3	60,7	-2,5	-0,5
8	63,4	56,9	60,7	56,1	-2,7	-0,8
9	65,0	58,5	62,4	57,7	-2,6	-0,8
10	52,5	46,3	58,9	<b>57,8</b>	<b>+6,4</b>	<b>+11,5</b>
11	66,4	59,8	63,7	59,1	-2,7	-0,7
12	66,3	59,8	63,7	59,0	-2,6	-0,8
13	52,2	46,0	59,1	<b>58,0</b>	<b>+6,9</b>	<b>+12,0</b>
14	54,1	47,6	51,4	47,7	-2,7	+0,1
15	49,2	42,8	50,9	49,4	+1,7	<b>+6,6</b>
16	48,8	42,4	51,4	49,9	<b>+2,6</b>	<b>+7,5</b>
17	49,0	42,9	53,0	51,6	<b>+4,0</b>	<b>+8,7</b>
18	48,1	41,9	56,8	<b>55,7</b>	<b>+8,7</b>	<b>+13,8</b>
19	49,3	43,2	58,6	<b>57,5</b>	<b>+9,3</b>	<b>+14,3</b>
20	51,8	45,7	59,3	<b>58,1</b>	<b>+7,5</b>	<b>+12,4</b>
21	43,4	37,0	49,8	48,7	<b>+6,4</b>	<b>+11,7</b>
22	43,0	36,6	50,0	49,0	<b>+7,0</b>	<b>+12,4</b>
23	46,4	40,2	51,3	50,2	<b>+4,9</b>	<b>+10,0</b>
24	48,2	42,0	56,9	55,8	<b>+8,7</b>	<b>+13,8</b>
25	44,8	38,6	48,6	47,4	<b>+3,8</b>	<b>+8,8</b>
26	46,9	40,7	53,8	52,7	<b>+6,9</b>	<b>+12,0</b>
27	49,7	43,5	58,3	<b>57,2</b>	<b>+8,6</b>	<b>+13,7</b>
28	46,7	41,0	47,7	46,4	+1,0	<b>+5,4</b>
29	47,3	41,1	55,8	54,7	<b>+8,5</b>	<b>+13,6</b>
30	48,0	41,9	49,6	48,4	+1,6	<b>+6,5</b>
31	48,7	42,6	59,1	<b>58,0</b>	<b>+10,4</b>	<b>+15,4</b>
32	49,7	43,9	51,1	49,5	+1,4	<b>+5,6</b>
33	48,4	42,0	58,7	<b>57,4</b>	<b>+10,3</b>	<b>+15,4</b>
34	45,5	39,3	58,3	<b>56,9</b>	<b>+12,8</b>	<b>+17,6</b>
39	69,5	62,6	67,3	61,7	-2,2	-0,9

La comparaison des niveaux de bruit en façade des bâtiments **État 2035 Sans projet LAeq Jour** et **État 2035 Avec projet LAeq 19h (heure la plus bruyante en période jour lors d'un évènement majeur)** (tableau 4) laisse apparaître que 18 bâtiments subissent une augmentation d'au moins 2 dB(A) de leur niveau sonore en façade.

Néanmoins, aucun de ces bâtiments n'est exposé à un niveau de bruit en façade supérieur à 60 dB(A), seuil servant à définir une ambiance sonore modérée de jour.

En revanche, la comparaison des niveaux de bruit en façade des bâtiments, **État 2035 Sans projet LAeq Nuit** et **État 2035 Avec projet LAeq 22h (heure la plus bruyante en période nuit lors d'un évènement majeur)**, montre que 10 des 23 bâtiments subissant une augmentation de 2 dB(A) de leur niveau sonore en façade, sont exposés à des niveaux de bruit en façade supérieur à 55 dB(A), valeur à ne pas dépasser pour une zone à ambiance sonore modérée de nuit.

Cependant, il convient de prendre en compte que ces bâtiments ne seront exposés à de tels niveaux sonores que **lors des 3 à 5 événements majeurs environ programmés chaque année** sur le site de l'équipement plurifonctionnel culturel et sportif et ce de façon limitée sur la tranche horaire 22h-23h.

## CONCLUSION

Le précédent rapport avait mis en évidence un respect de la réglementation applicable vis-à-vis de l'impact de la voie nouvelle.

Afin de répondre aux remarques formulées par la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) Centre-Val de Loire, une étude complémentaire a été réalisée pour mettre en évidence les impacts potentiels de l'organisation d'un évènement moyen et d'un évènement majeur.

Cette analyse est réalisée en tenant compte des apports de trafics liés à ces manifestations, en étudiant heure par heure (de 19h à 00h) les effets aux niveaux des habitations riveraines et en les comparant aux niveaux sonores moyens de jour et de nuit sans manifestation.

Cette analyse ne se rattache donc à aucun cadre réglementaire applicable mais permet de mettre en évidence les bâtiments les plus exposés.

Afin de se rattacher à des éléments objectifs de comparaison, il a été décidé de retenir les seuils fixés par la réglementation relative aux modifications des voies existantes qui définit les principes suivants :

- augmentation du niveau sonore à terme de moins de 2 dB(A) ;
- si augmentation de plus de 2dB(A), le niveau sonore engendré devra être inférieur à 60 dB(A) pour la période jour et 55dB(A) pour la période nuit en cas d'ambiance sonore préexistante modérée (c'est-à-dire inférieure à ces deux seuils avant projet).

Au regard des résultats des simulations réalisées, les constats suivants peuvent être réalisés :

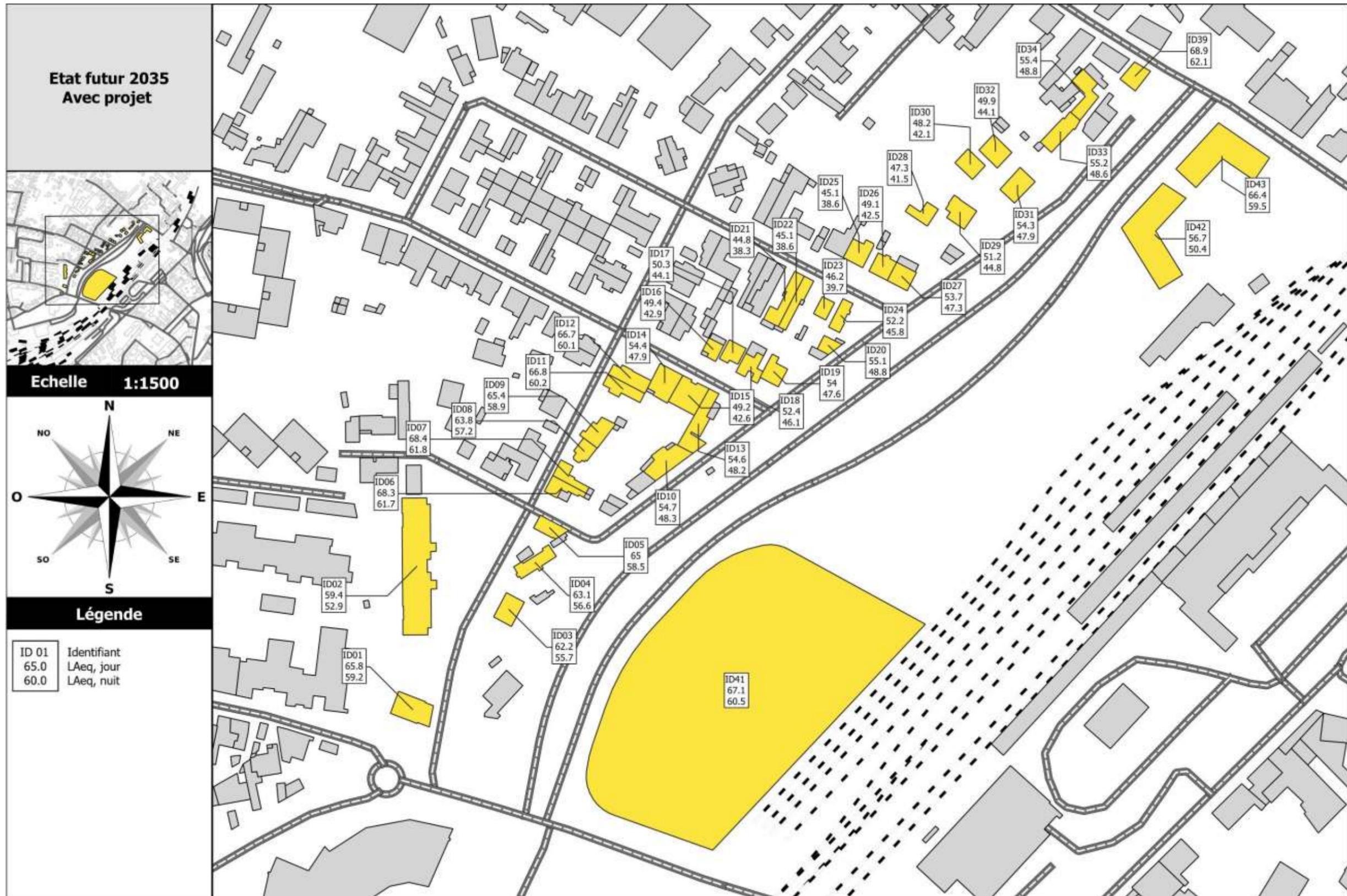
- en regardant d'une manière globale et moyennée sur les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h), l'impact du projet est relativement modéré car seuls 13 bâtiments voient leur niveau sonore en façade augmenter de plus de 2 dB(A), tout en restant inférieur au seuil de 60 dB(A) en période jour et 55 dB(A) en période nuit.
- la tranche horaire de jour la plus impactante d'un évènement (qu'il soit moyen ou majeur), c'est-à-dire de 19h-20h, engendre une augmentation de plus de 2 dB(A) sur 18 bâtiments maximum mais néanmoins le niveau sonore engendré reste inférieur à 60dB (A).
- en revanche, en réalisant la même comparaison sur la tranche horaire la plus impactante de nuit (22h-23h), on dénombre 4 bâtiments dépassant le seuil de 55 dB(A) pour un évènement moyen et 10 bâtiments pour un évènement majeur. Il convient néanmoins de noter que les dépassements sont très faibles lors de la tenue d'un évènement moyen (55,4 dB(A)). Dans le cadre d'un évènement majeur (3 à 5 évènements majeurs prévus par an), ces dépassements sont plus importants, en effet le niveau sonore maximal simulé est de 58,1dB(A).

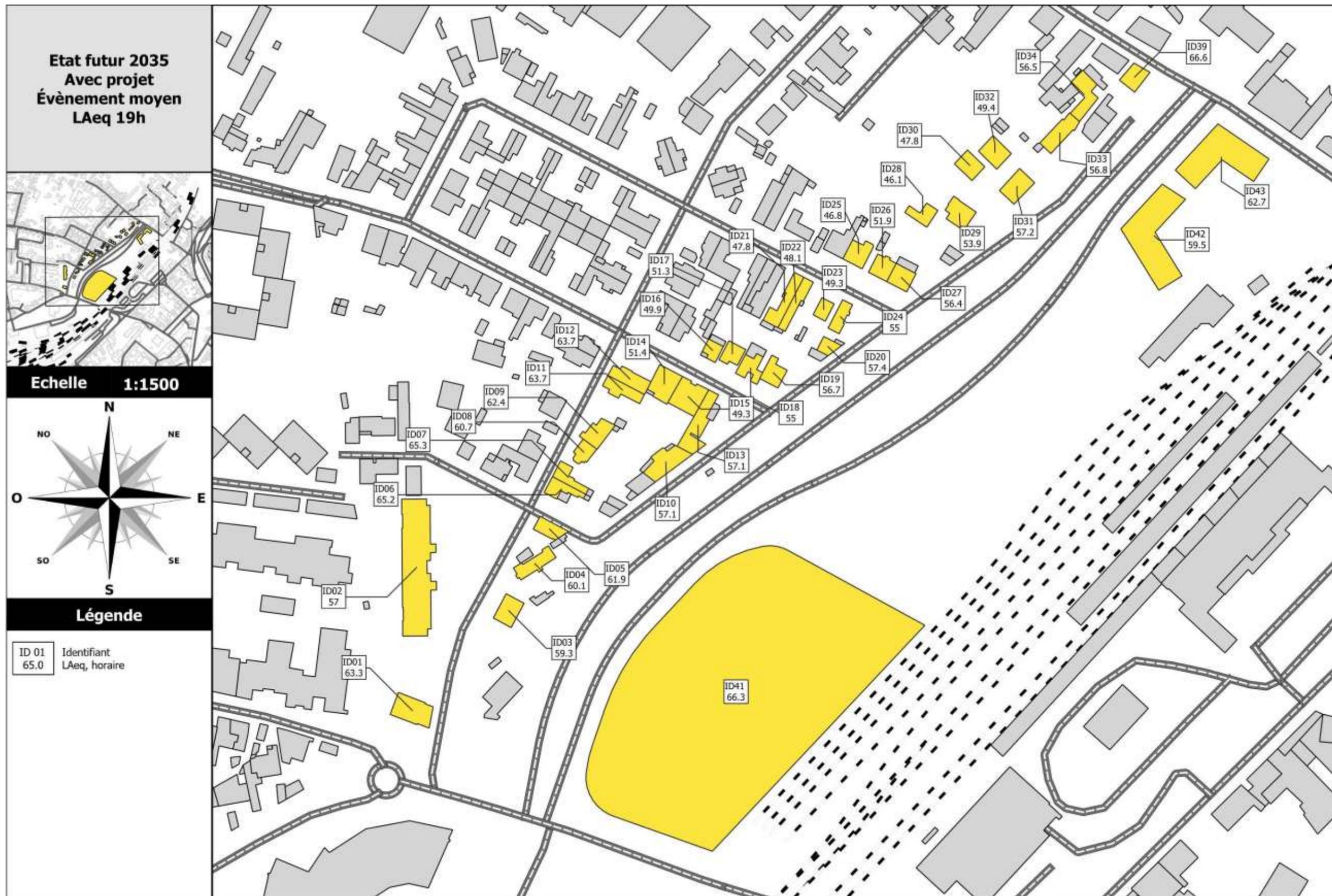
**ANNEXES**

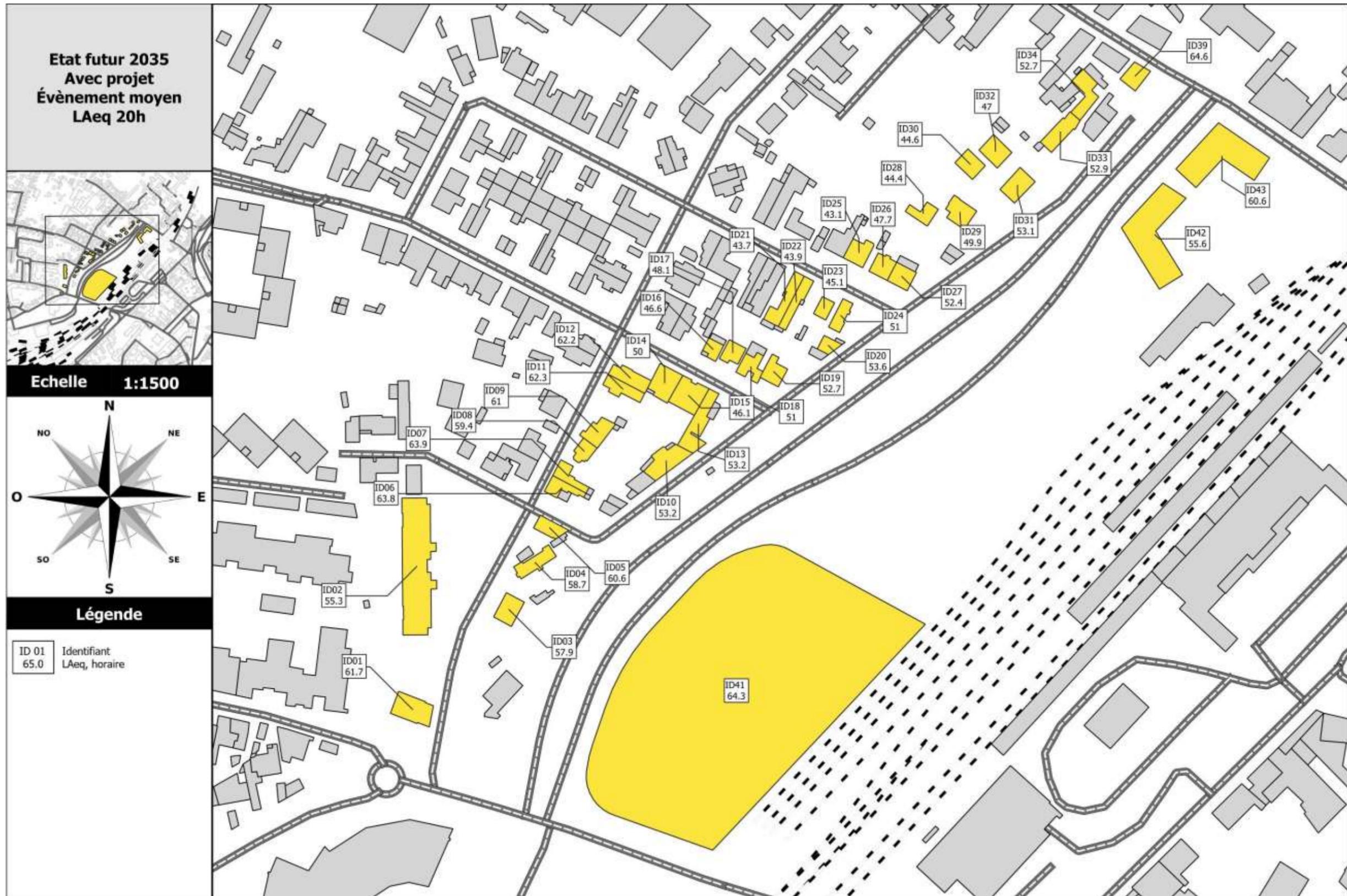
CARTOGRAPHIES – EVALUATIONS DES BATIMENTS ..... 21  
CARTOGRAPHIES - ISOPHONES ..... 34

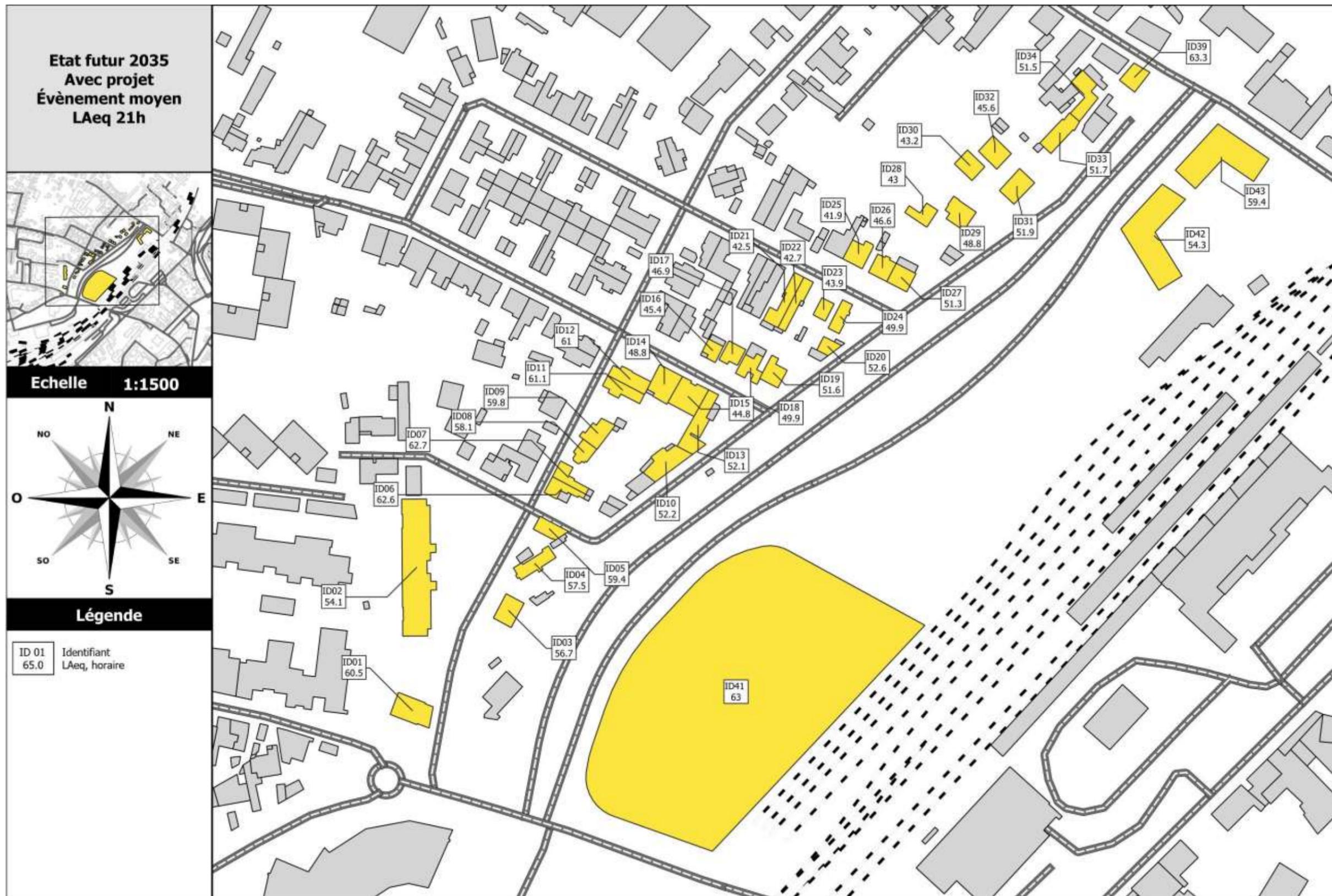
**Cartographies – Evaluations des bâtiments**

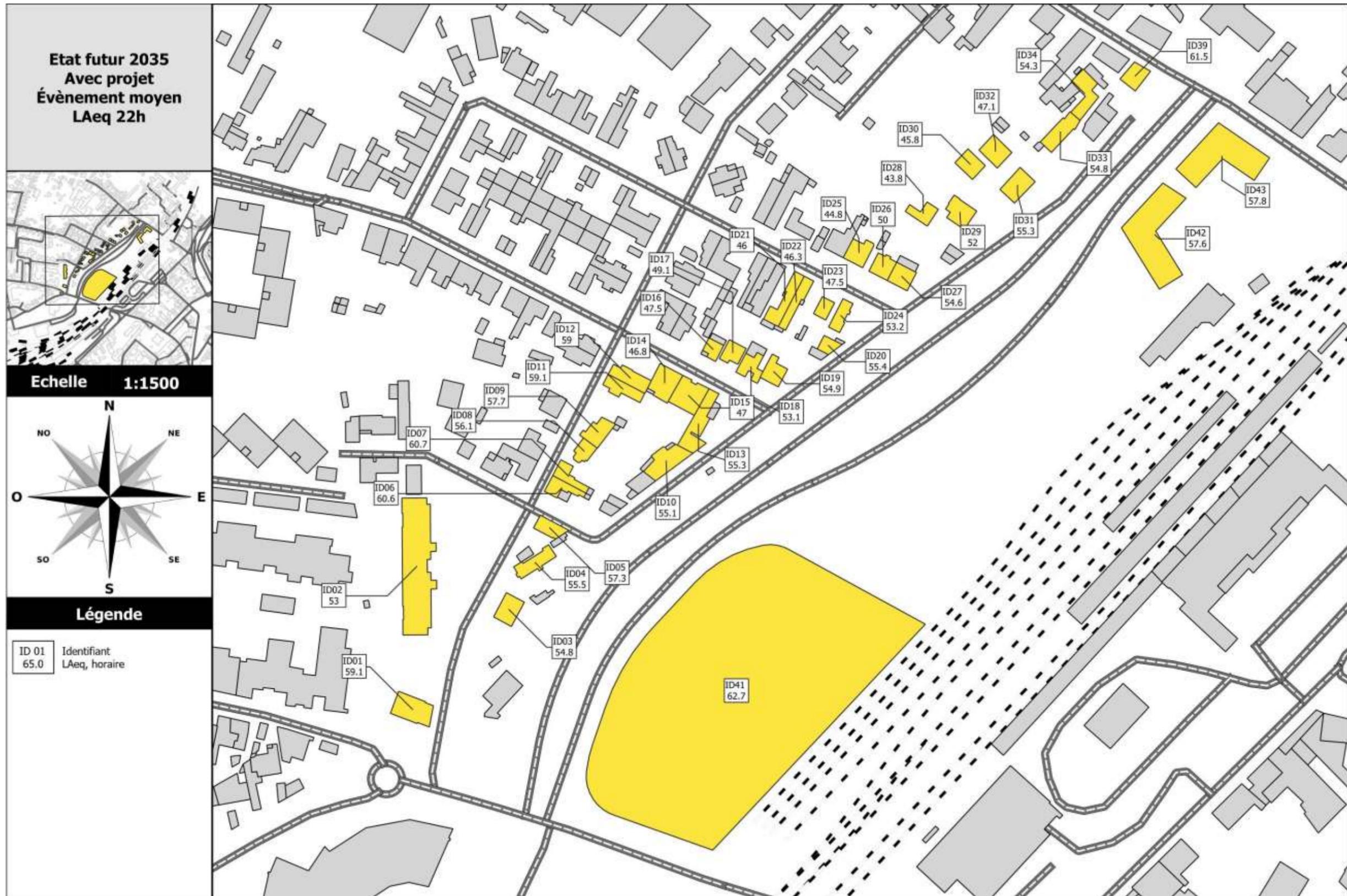


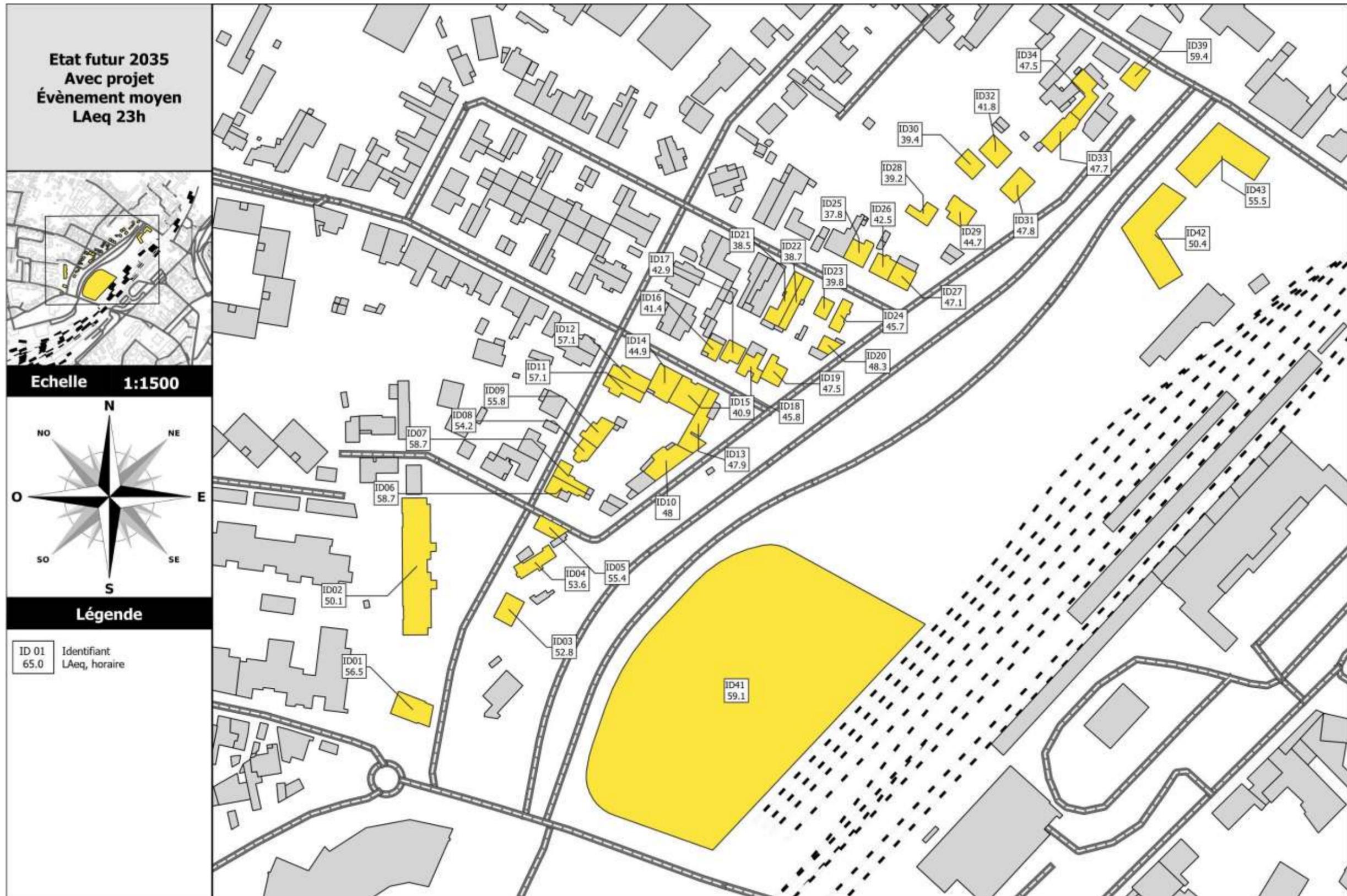


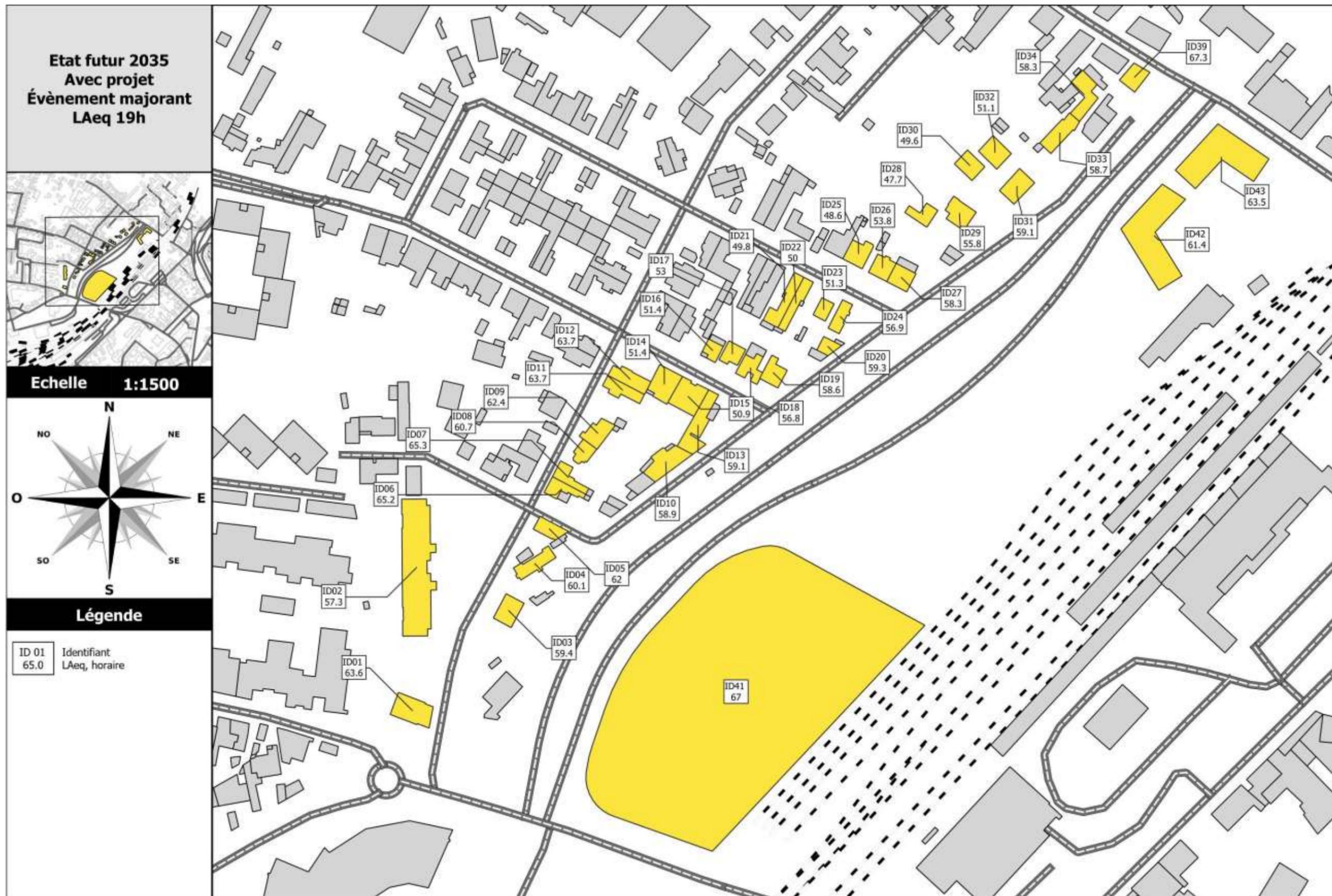


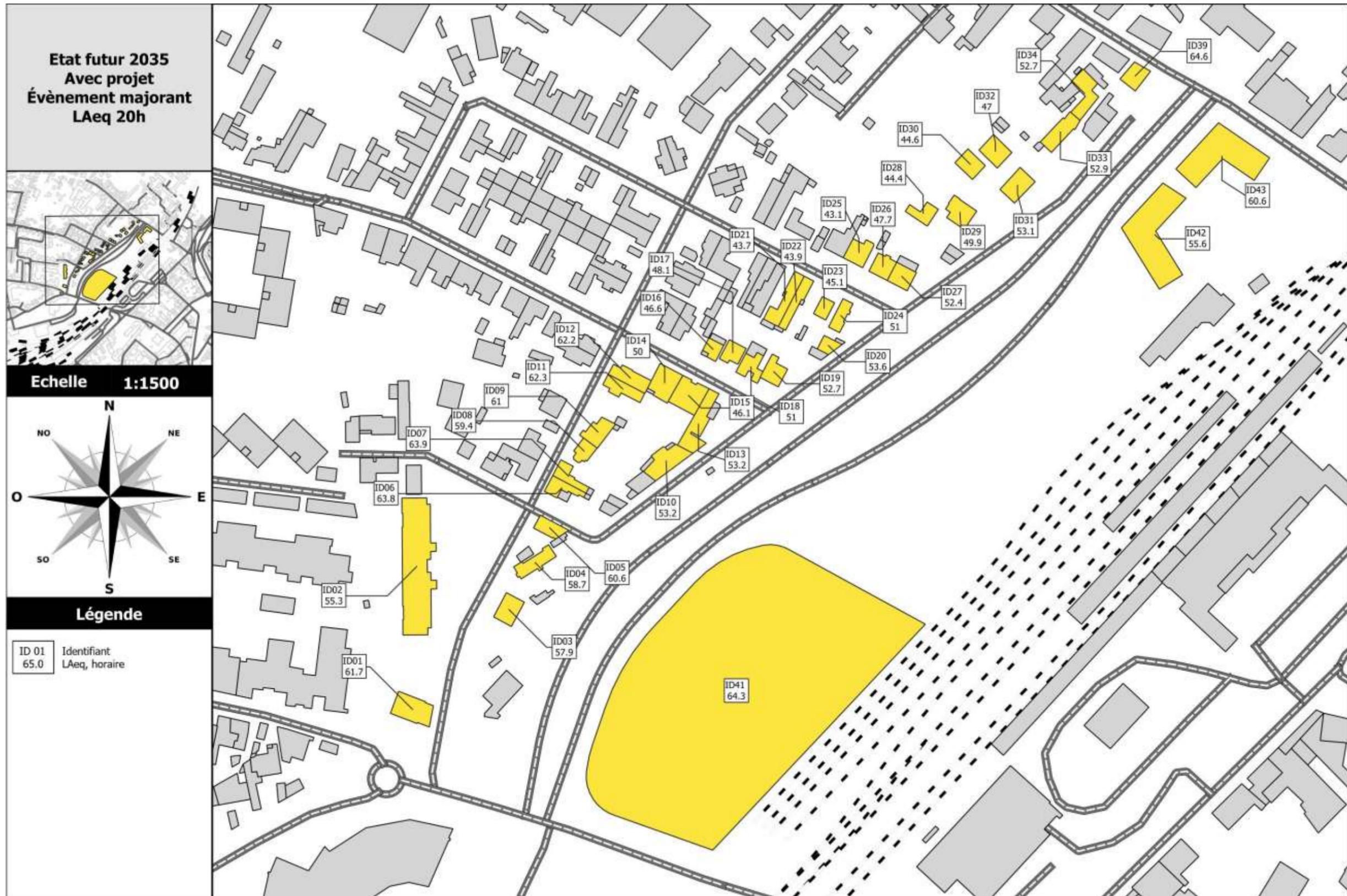


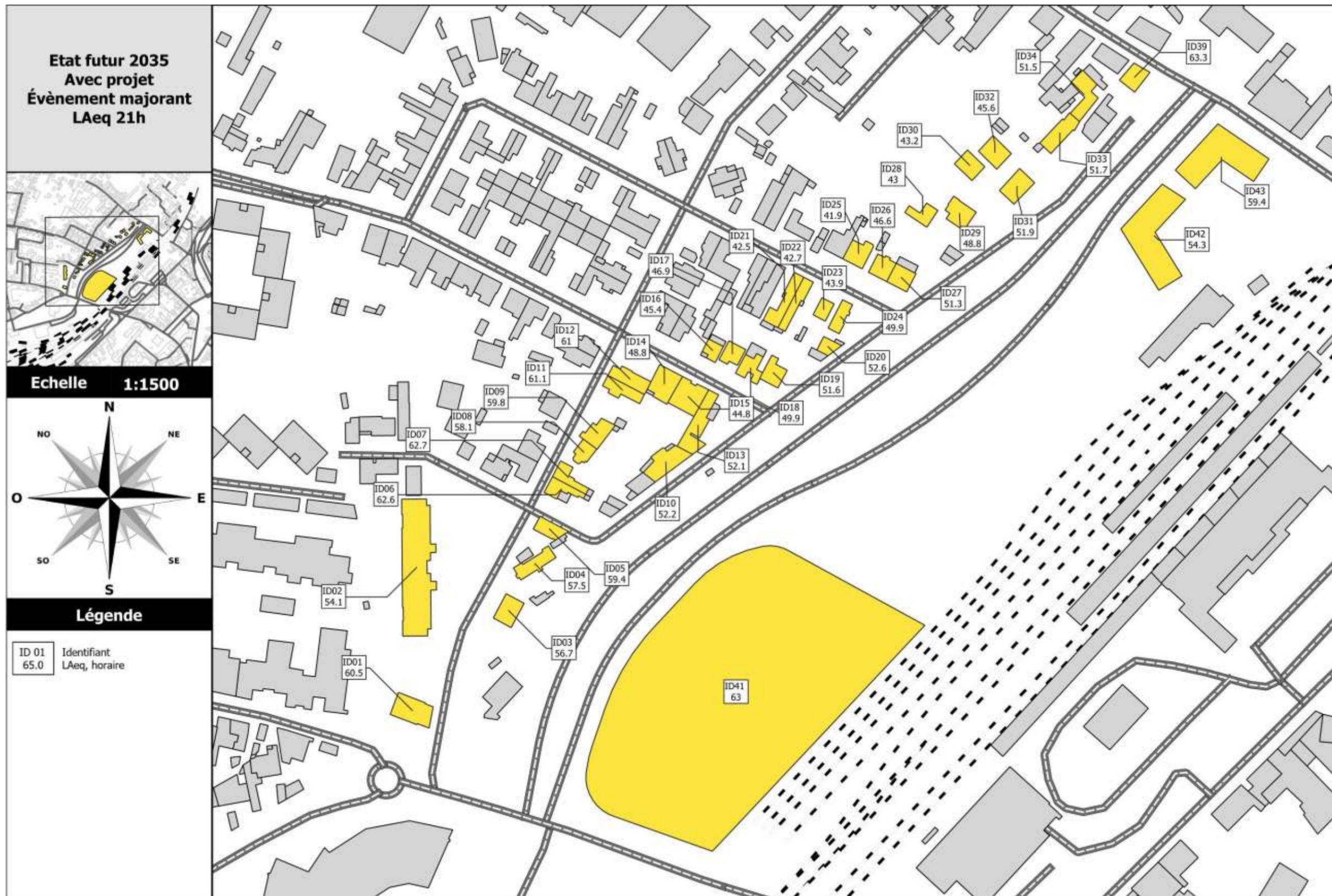


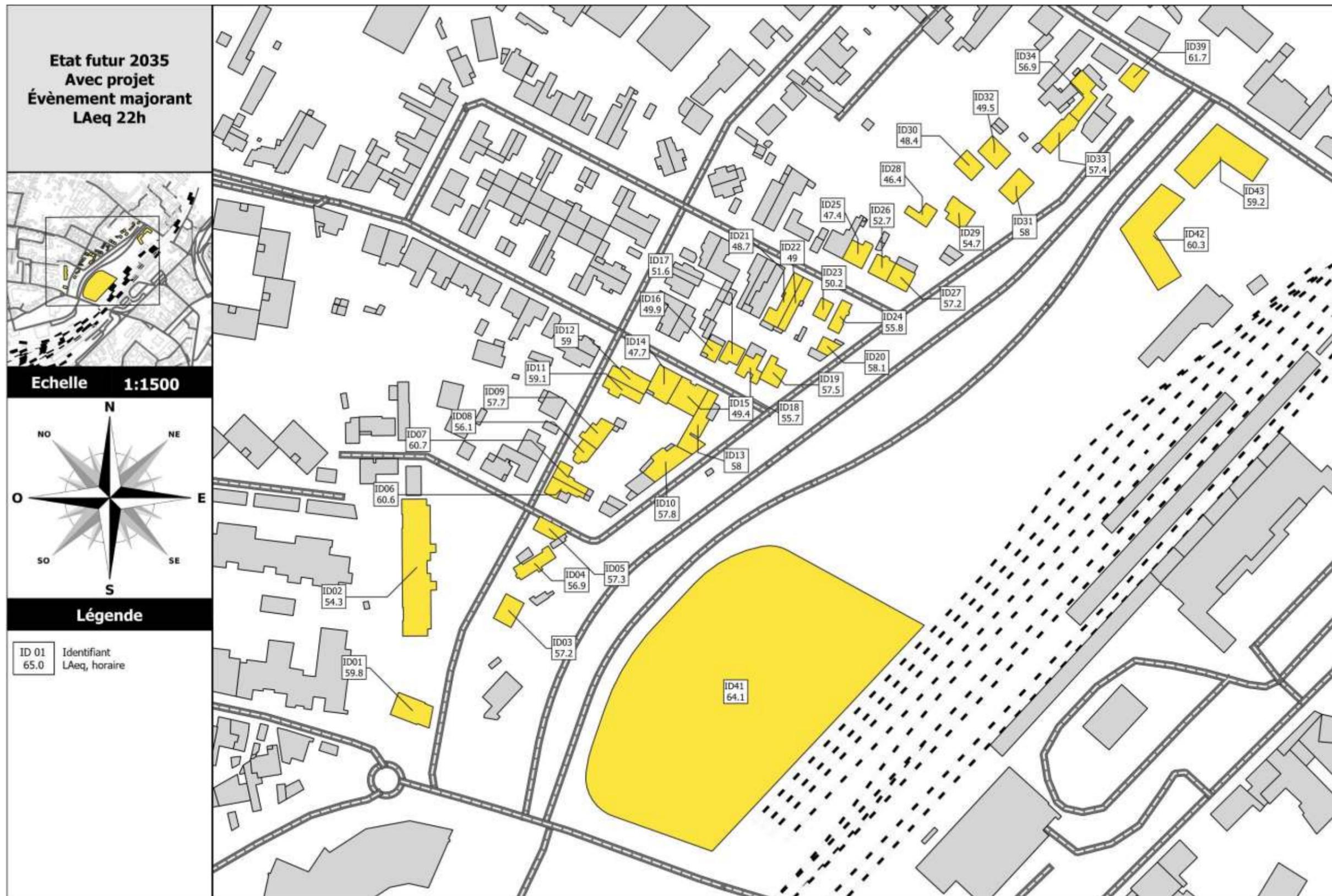


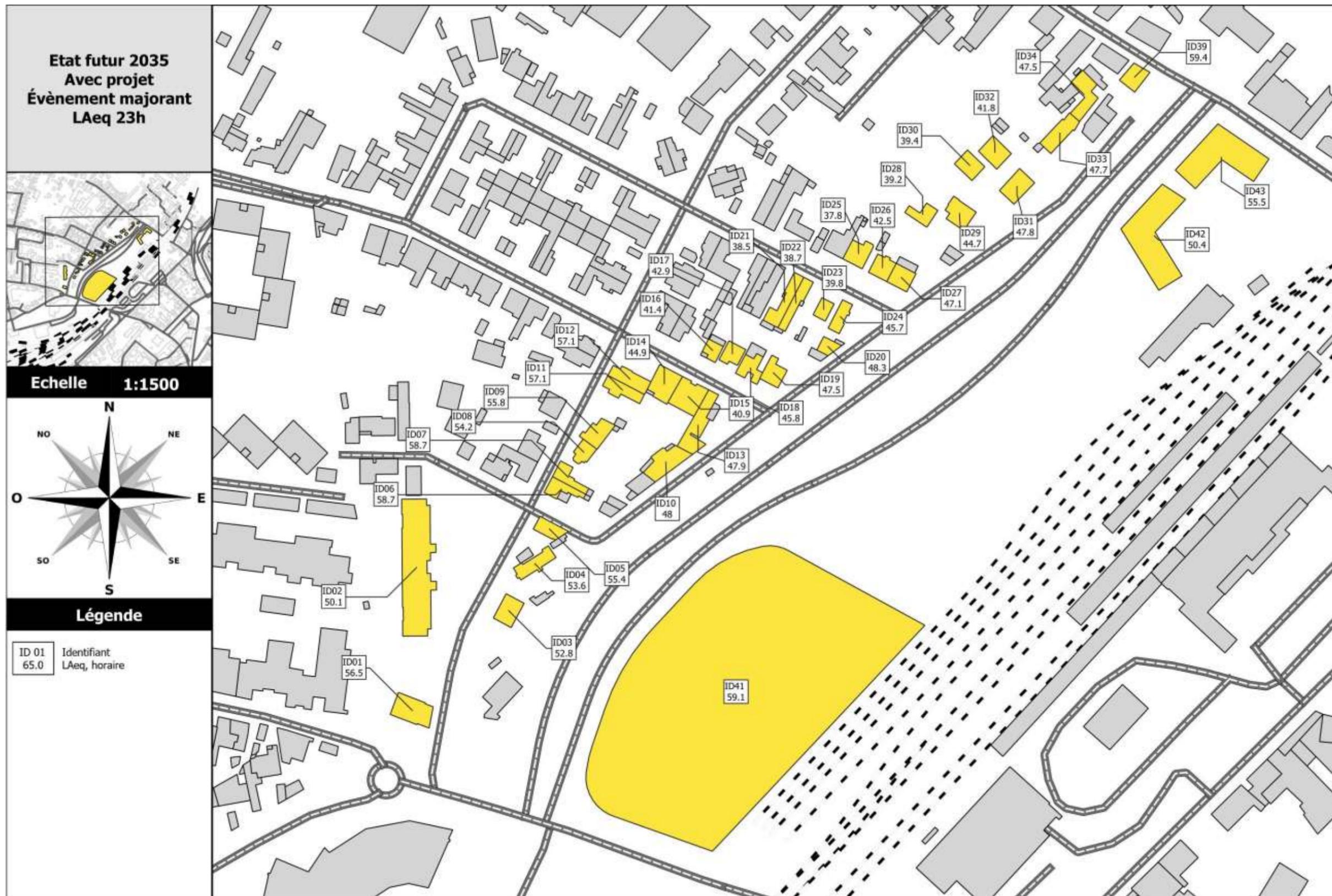












**Cartographies - isophones**









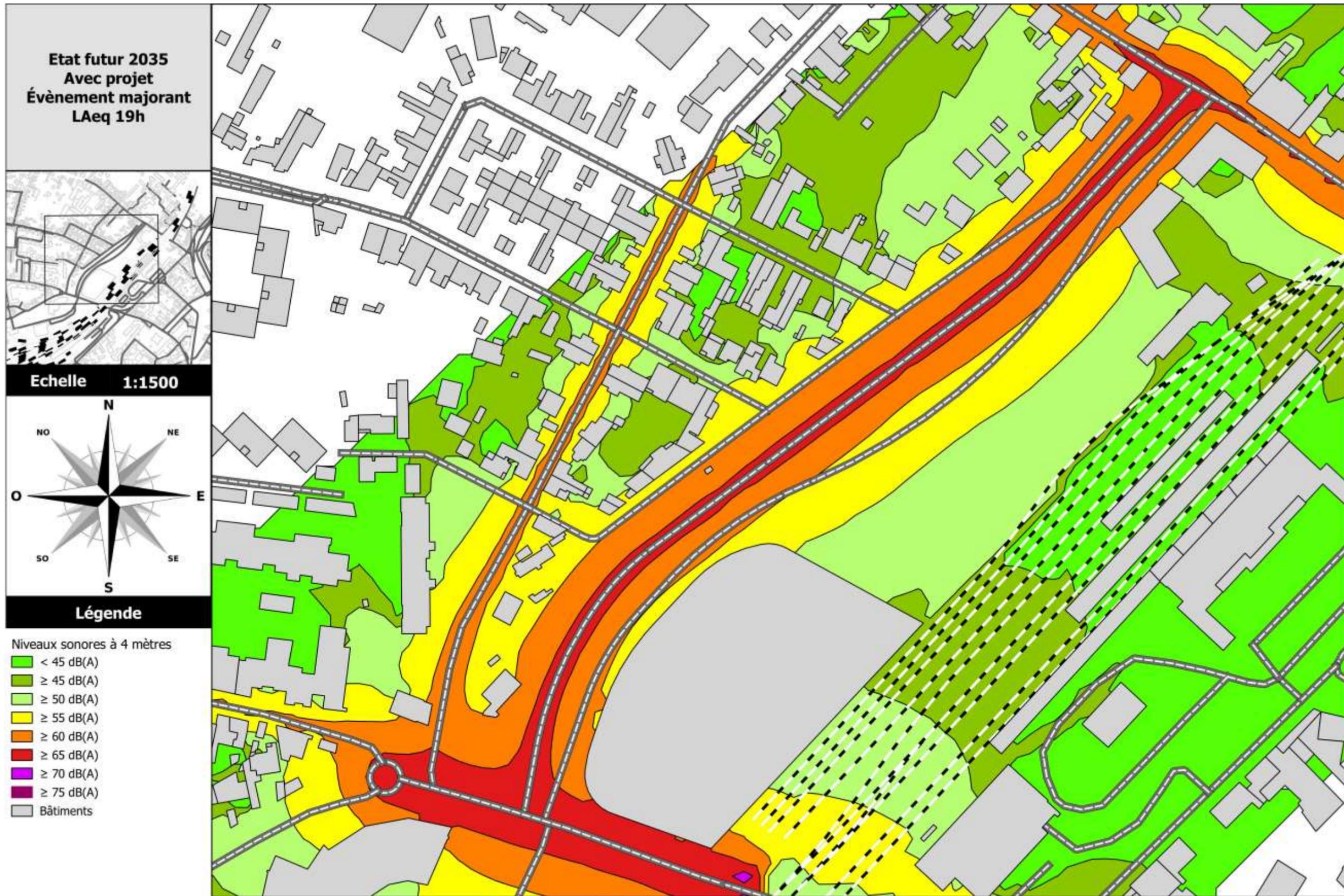






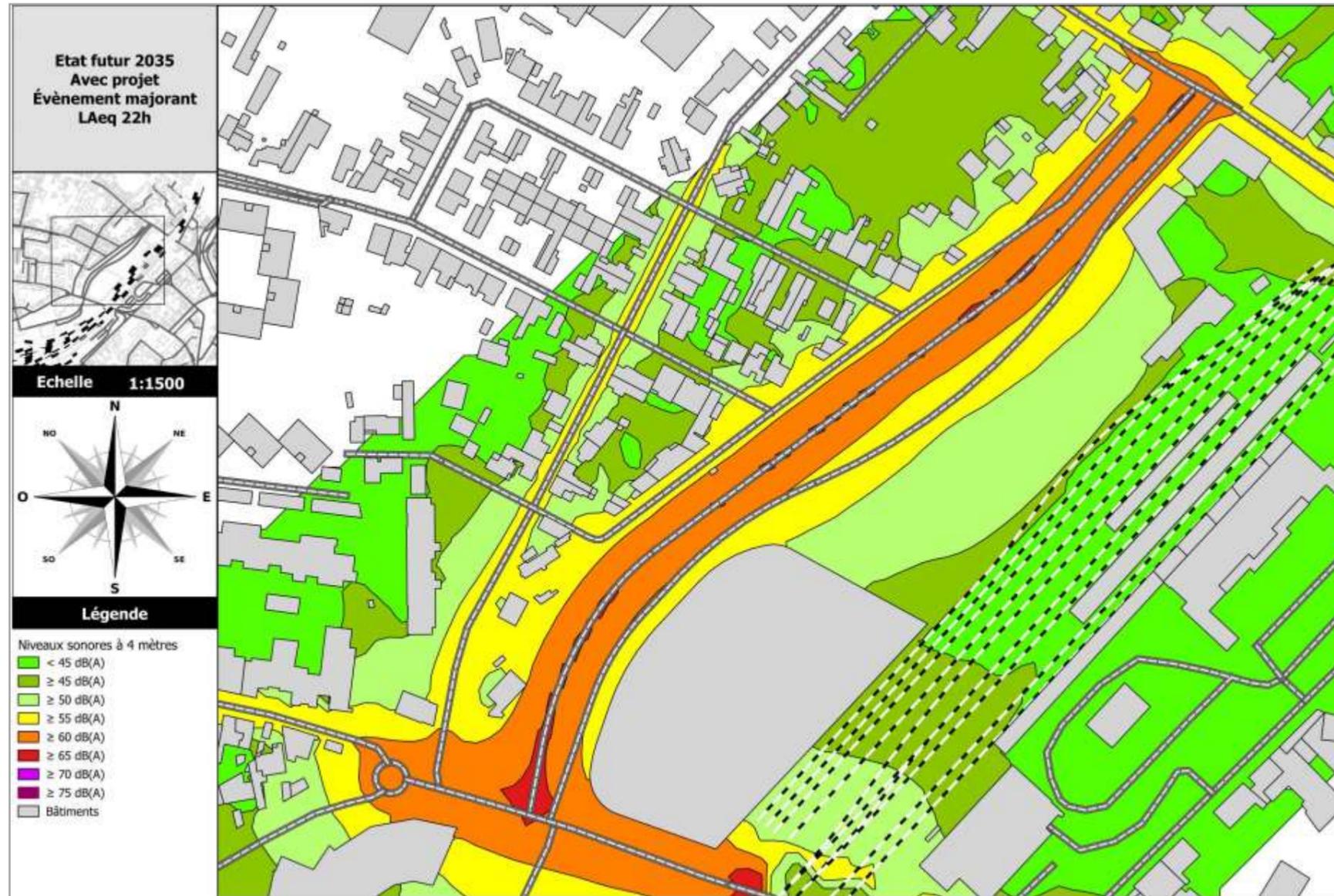
















MODELISATION DE LA DISPERSION 3D DES POLLUANTS  
DU TRAFIC URBAIN  
AUTOUR DU PROJET  
D'EQUIPEMENT PLURIFONCTIONNEL CULTUREL ET SPORTIF  
DE CHARTRES METROPOLE

---



<b>Client</b>	EDEIS
<b>Référence FLUIDYN</b>	1218156

<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Nombres de pages</b>	<b>Commentaires</b>	<b>Rédacteur</b>
1.0	06/02/2019	57	-	Lobnat AIT-HAMOU

## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>CONTEXTE .....</b>	<b>5</b>
<b>II.</b>	<b>MISE EN PLACE DU MODELE.....</b>	<b>6</b>
II.1.	LE LOGICIEL FLUIDYN-PANACHE.....	6
II.2.	LE MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN.....	7
II.3.	LES DONNEES D'ENTREES .....	9
II.3.1.	<i>Réseau routier .....</i>	<i>9</i>
II.3.2.	<i>Parking Sous terrain .....</i>	<i>11</i>
II.4.	LE MAILLAGE .....	12
<b>III.</b>	<b>RAPPEL SUR LA REGLEMENTATION DE LA QUALITE DE L'AIR.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTATS DES MODELISATIONS.....</b>	<b>15</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>17</b>
	<b>ANNEXE 1 : CONTOURS DE CONCENTRATIONS.....</b>	<b>18</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: VUE AERIENNE DU DOMAINE D'ETUDE.....	7
FIGURE 2: VUE AERIENNE DU MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN .....	8
FIGURE 3 : DECOUPAGE EN TRONÇONS DU RESEAU ROUTIER.....	9
FIGURE 4: LOCALISATION DES SORTIES D'AIR.....	11
FIGURE 5 : MAILLAGE AU SOL).....	12
FIGURE 6 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MOYEN 19H00-20H00 .....	18
FIGURE 7 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00.....	18
FIGURE 8 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MOYEN 20H00-21H00 .....	19
FIGURE 9 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00.....	19
FIGURE 10 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MOYEN 21H00-22H00 .....	20
FIGURE 11 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00.....	20
FIGURE 12 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MOYEN 22H00-23H00 .....	21
FIGURE 13 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00.....	21
FIGURE 14 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT .....	22
FIGURE 15 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NO2 SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT .....	22
FIGURE 16 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MOYE 19H00-20H00 .....	25
FIGURE 17 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00 .....	25
FIGURE 18 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MOYE 20H00-21H00 .....	26
FIGURE 19 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00 .....	26
FIGURE 20 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MOYE 21H00-22H00 .....	27
FIGURE 21 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00 .....	27
FIGURE 22 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MOYEN 22H00-23H00 .....	28
FIGURE 23 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00 .....	28
FIGURE 24 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT .....	29
FIGURE 25 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CO SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT .....	29
FIGURE 26 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MOYE 19H00-20H00.....	31
FIGURE 27 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00.....	31
FIGURE 28 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MOYE 20H00-21H00.....	32
FIGURE 29 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00.....	32
FIGURE 30 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MOYEN 21H00-22H00.....	33
FIGURE 31 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00.....	33
FIGURE 32 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MOYEN 22H00-23H00.....	34
FIGURE 33 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00.....	34
FIGURE 34 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT .....	35
FIGURE 35 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN COV SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT .....	35
FIGURE 36 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MOYEN 19H00-20H00 .....	37
FIGURE 37 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00 .....	37
FIGURE 38 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MOYEN 20H00-21H00 .....	38
FIGURE 39 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00 .....	38
FIGURE 40 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MOYEN 21H00-22H00 .....	39
FIGURE 41 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00 .....	39
FIGURE 42 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MOYEN 22H00-23H00 .....	40
FIGURE 43 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00 .....	40
FIGURE 44 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT.....	41
FIGURE 45 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN PM10 SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT.....	41
FIGURE 46 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MOYEN 19H00-20H00 .....	43
FIGURE 47 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00 .....	43
FIGURE 48 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MOYEN 20H00-21H00 .....	44
FIGURE 49 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00 .....	44
FIGURE 50 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MOYEN 21H00-22H00 .....	45
FIGURE 51 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00 .....	45
FIGURE 52 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MOYEN 22H00-23H00 .....	46
FIGURE 53 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00 .....	46
FIGURE 54 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT.....	47
FIGURE 55 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN SO2 SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT.....	47

FIGURE 56 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MOYEN 19H00-20H00.....	49
FIGURE 57 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00.....	49
FIGURE 58 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MOYEN 20H00-21H00.....	50
FIGURE 59 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00.....	50
FIGURE 60 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MOYEN 21H00-22H00.....	51
FIGURE 61 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00.....	51
FIGURE 62 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MOYEN 22H00-23H00.....	52
FIGURE 63 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00.....	52
FIGURE 64 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT.....	53
FIGURE 65 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN CD SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT.....	53
FIGURE 66 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MOYEN 19H00-20H00.....	55
FIGURE 67 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00.....	55
FIGURE 68 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MOYEN 20H00-21H00.....	56
FIGURE 69 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00.....	56
FIGURE 70 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MOYEN 21H00-22H00.....	57
FIGURE 71 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00.....	57
FIGURE 72 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MOYEN 22H00-23H00.....	58
FIGURE 73 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00.....	58
FIGURE 74 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT.....	59
FIGURE 75 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN NI SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT.....	59
FIGURE 76 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MOYEN 19H00-20H00.....	61
FIGURE 77 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MAJORANT 19H00-20H00.....	61
FIGURE 78 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MOYEN 20H00-21H00.....	62
FIGURE 79 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MAJORANT 20H00-21H00.....	62
FIGURE 80 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MOYEN 21H00-22H00.....	63
FIGURE 81 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MAJORANT 21H00-22H00.....	63
FIGURE 82 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MOYEN 22H00-23H00.....	64
FIGURE 83 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MAJORANT 22H00-23H00.....	64
FIGURE 84 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MOYEN 23H00-MINUIT.....	65
FIGURE 85 : ISO-CONTOUR DE CONCENTRATION EN C6H6 SCENARIO MAJORANT 23H00-MINUIT.....	65

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : IDENTIFICATION DES TRONÇONS.....	9
TABLEAU 2 : TRAFIC HORAIRE SCENARIO EVENEMENT MOYEN.....	10
TABLEAU 3 : TRAFIC HORAIRE SCENARIO EVENEMENT MAJORANT.....	10
TABLEAU 4 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR FRANÇAISES.....	13
TABLEAU 5 : CONCENTRATIONS MAXIMALES OBSERVEES SUR LE DOMAINE A HAUTEUR D'HOMME SCENARIO MOYEN.....	15
TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS MAXIMALES OBSERVEES SUR LE DOMAINE A HAUTEUR D'HOMME SCENARIO MAJORANT.....	15

## I. CONTEXTE

Le projet consiste en la réalisation d'un équipement destiné à l'accueil de manifestations sportives et culturelles sur le territoire communal de Chartres, à l'ouest du centre historique, en limite de commune de Mainvilliers.

Ce projet d'aménagement a fait l'objet d'un avis de la part de l'autorité environnementale qui recommande d'ajuster les modélisations de la qualité de l'air en effectuant une modélisation aux horaires d'affluence du public précédent et suivant l'événement. Ceci permettra d'effectuer des comparaisons et analyser ainsi, de manière plus fine, l'impact du projet.

Suite à cet avis, FLUIDYN-France a effectué des simulations 3D de la dispersion des polluants atmosphériques issus du trafic routier et de la ventilation du parking sous terrain suite à la mise en place du projet d'équipement plurifonctionnel de Chartres Métropole.

L'objectif de cette modélisation est d'évaluer l'influence du nouvel aménagement sur la qualité de l'air locale lors d'événement sur le site.

Deux scénarios sont modélisés de manière à étudier l'influence du futur projet en prenant 2035 pour année de référence:

- Modélisation de la dispersion atmosphérique pour un événement moyen
- Modélisation de la dispersion atmosphérique pour un événement majorant

L'objectif étant d'avoir une description de l'impact du trafic sur la qualité de l'air au moment d'un événement.

Pour ces deux scénarios, la plage horaire d'étude est 19h00-minuit en prenant en compte un trafic par heure.

## II. MISE EN PLACE DU MODELE

### II.1. LE LOGICIEL FLUIDYN-PANACHE

La société FLUIDYN-France, spécialisée dans les outils de modélisation numérique en pollution atmosphérique, a utilisé le module dédié PANROAD du logiciel *fluidyn-PANACHE* pour réaliser l'ensemble des simulations de cette étude.

*fluidyn-PANACHE* est un logiciel de mécanique des fluides dédié à la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants gazeux et particulaires issue d'émissions sous conditions opératoires ou accidentelles. L'évolution temporelle du panache de polluants est simulée par la résolution tridimensionnelle (spatiale) des équations de Navier-Stokes de la mécanique des fluides appliquées sur un maillage curviligne tenant compte du terrain et des obstacles.

Le modèle est la représentation numérique de la réalité, de façon à permettre au logiciel d'effectuer le calcul en fonction des éléments réels. Il comprend le terrain (topographie, occupation des sols, bâtiments, zones urbaines, couverture végétale spécifique), les conditions météorologiques limitant le domaine de calcul et les sources d'émission.

Le logiciel *fluidyn-PANACHE* simule la dispersion des polluants à l'aide de la résolution tridimensionnelle des équations de la mécanique des fluides. Il résout successivement :

- la conservation de la masse ;
- la conservation de la quantité de mouvement ;
- la conservation de l'énergie ;
- la turbulence atmosphérique.

Cette résolution s'effectue sur un maillage dit 'curviligne' qui a la particularité d'épouser les dénivellations du relief afin de prendre en compte ces effets sur la dispersion.

Par ailleurs, la rugosité du terrain, effet des modes d'occupation des sols sur le champ de vent, est aussi modélisée en fonction des zones traversées (zone urbaine, zone de végétation, plan d'eau, terrain nu, ...). Elle a essentiellement pour conséquence de ralentir par frottement le vent au niveau et au-dessus du sol.

Enfin, *fluidyn-PANACHE* est doté d'un modèle de turbulence atmosphérique élaboré. Il est basé sur le calcul du flux de chaleur sensible dégagé dans l'atmosphère qui déterminera la structure verticale de la couche limite atmosphérique. Le flux de chaleur sensible - issu d'un bilan énergétique entre le flux solaire rayonné, le flux de chaleur dégagé par l'activité humaine et le flux absorbé ou restitué par le sol - est un critère objectif de la stabilité atmosphérique (équivalente aux classes de Pasquill).

## II.2. LE MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

Le domaine de calcul choisi pour cette étude est un volume d'environ 2.3 km<sup>2</sup> de surface et 100m de hauteur, comprenant à la fois le site et ses environs comme le montre la figure suivante.



*Figure 1: Vue aérienne du domaine d'étude*

La figure suivante présente les éléments de la topographie intégrés au modèle et influençant les écoulements :



**zone urbaine**



**tronçons**

*Figure 2: Vue aérienne du modèle numérique de terrain*

## II.3. LES DONNEES D'ENTREES

### II.3.1. Réseau routier

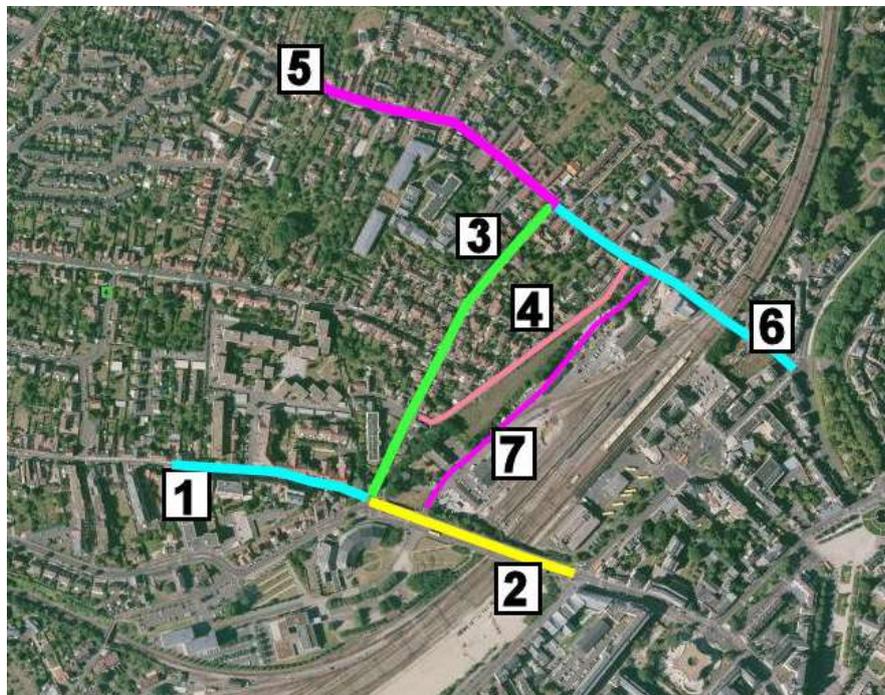
Le réseau routier est découpé en tronçons (portions de routes homogènes en termes de trafic) afin de mieux appréhender localement l'impact du projet. Les tronçons sont considérés comme des sources de polluants de types linéaires. Les débits d'émissions sont évalués à partir du Trafic Moyen horaire et de la vitesse des véhicules.

Les tronçons pris en compte sont notés ci-dessous :

**Tableau 1 : Identification des tronçons**

Rue de la république	Tronçon n° 1
Pont de Casanova	Tronçon n° 2
Rue de l'épargne	Tronçon n° 3
Rue du chemin de fer	Tronçon n° 4
RD939 ouest	Tronçon n° 5
RD939 est	Tronçon n° 6
Nouvelle voie	Tronçon n° 7

Les figures suivantes présentent le découpage en tronçons choisis pour chaque scénario.



**Figure 3 : Découpage en tronçons du réseau routier**

A chaque tronçon, est associé un trafic et une proportion de poids lourds

**Tableau 2 : Trafic horaire scénario événement moyen**

Horizon 2035		Scénario : Événement moyen						
Rue	n°	Trafic horaire					%PL	Vitesse Km/h
		19h	20h	21h	22h	23h		
Rue de la république	1	160	116	87	80	35	0,41	30
Pont de Casanova	2	1012	634	477	439	193	0,61	30
Rue de l'épargne	3	200	144	109	69	44	0,41	30
Rue du chemin de fer	4	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	0,41	30
RD939 ouest	5	429	310	233	211	94	0,41	30
RD939 est	6	471	295	222	141	90	0,41	30
Nouvelle voie	7	450	162	122	303	49	0,41	30

**Tableau 3 : Trafic horaire scénario événement Majorant**

Horizon 2035		Scénario : Événement Majorant (70 % déplacement en VL)						
Rue	n°	Trafic horaire					%PL	Vitesse Km/h
		19h	20h	21h	22h	23h		
Rue de la république	1	160	116	87	109	35	0,41	30
Pont de Casanova	2	1173	634	477	600	193	0,61	30
Rue de l'épargne	3	200	144	109	69	44	0,41	30
rue du chemin de fer	4	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	négligeable	0,41	30
RD939 ouest	5	429	310	233	286	94	0,41	30
RD939 est	6	546	295	222	141	90	0,41	30
Nouvelle voie	7	715	162	122	568	49	0,41	30

### II.3.2. Parking Sous terrain

Le projet de réalisation de l'équipement plurifonctionnel consiste également en l'aménagement d'un parking souterrain. Ce parking est mutualisé avec la gare et le pôle multimodal avec une capacité de 1300 places.

On estime que pour un événement moyen, 225 véhicules viendront stationner dans ce parking contre 490 pour un événement majorant.

L'arrivée des véhicules, lors d'un événement, est prévue sur la tranche horaire 19h00-20h00 et la sortie sur la tranche horaire 22h00-23h00

Les émissions de ce parking souterrain seront également considérées lors des modélisations. Ces émissions des polluants sont issues de la ventilation du parking, dont le débit total est de 300 m<sup>3</sup>/h.

Les émissaires, de l'ordre de trois, sont localisés par des disques rouges sur la figure ci-dessous :

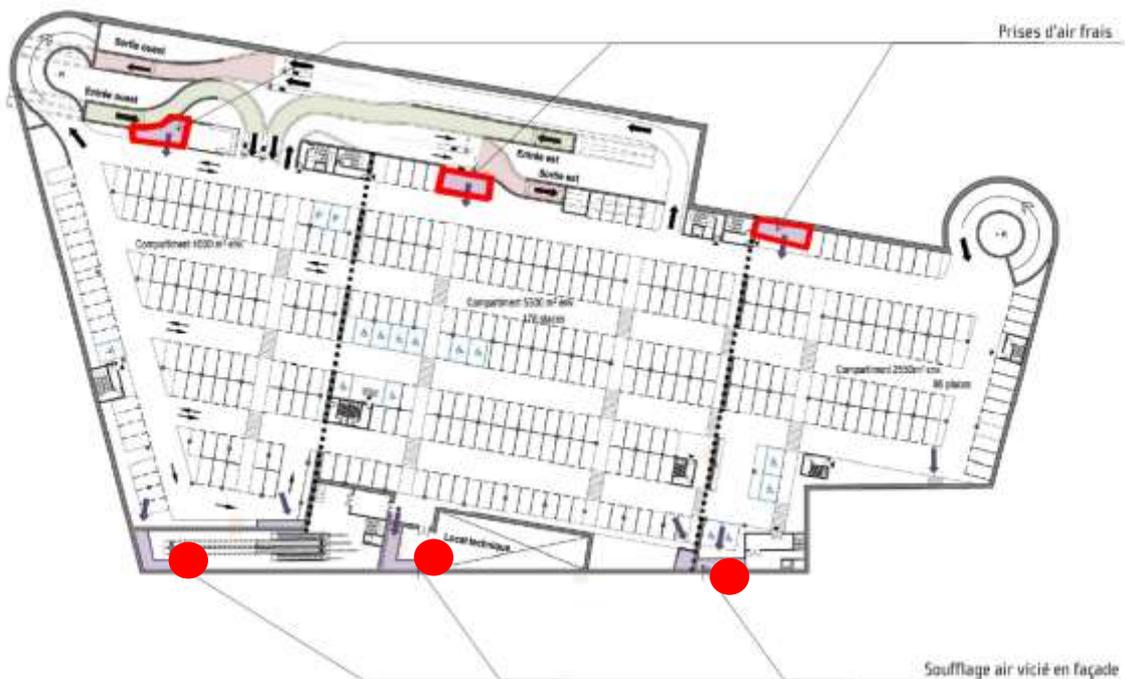
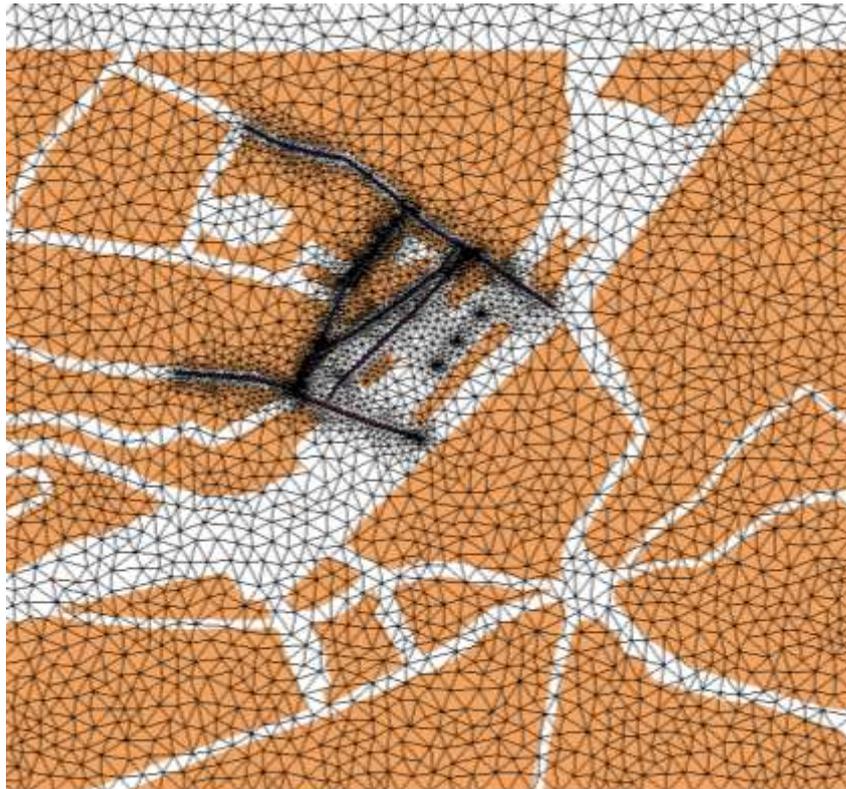


Figure 4: Localisation des sorties d'air

#### II.4. LE MAILLAGE

A partir du modèle de terrain, des conditions météorologiques retenues et des données de rejets atmosphériques, le logiciel *fluidyn-PANACHE* génère un maillage non-structuré couvrant l'ensemble du domaine de calcul. Le maillage comprend 93062 mailles. Il a été raffiné au niveau des routes afin de définir avec précision les phénomènes physiques complexes liés aux gradients de température et aux vitesses d'écoulements comme le montre la figure suivante.



*Figure 5 : Maillage au sol*

### III. RAPPEL SUR LA REGLEMENTATION DE LA QUALITE DE L'AIR

Depuis 1980, la Communauté Européenne a établi des valeurs limites à ne pas dépasser ainsi que des valeurs guides (objectif de qualité) pour différents polluants atmosphériques. Ces directives Européennes (1999/30/CE et 2000/69/CE) ont donné lieu, en France, au vote de différents décrets relatifs à la qualité de l'air, à ses effets sur la santé et à sa surveillance.

Les critères nationaux de qualité de l'air résultent du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la surveillance et la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. Ils ont été définis à partir des recommandations de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et d'études épidémiologiques.

**Tableau 4: Normes de qualité de l'air Françaises**

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte
<b>Dioxyde d'azote (NO2)</b>	<p><b>En moyenne annuelle</b> : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p><b>En moyenne horaire</b> : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.</p>	<p><b>En moyenne annuelle</b> : 40 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire</b> : 200 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire</b> : 400 µg/m<sup>3</sup> dépassé sur 3 heures consécutives.</p> <p>200 µg/m<sup>3</sup> si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.</p>
<b>Dioxyde de soufre (SO2)</b>	<p><b>En moyenne journalière</b> : 125 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.</p> <p><b>En moyenne horaire</b> : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.</p>	<p><b>En moyenne annuelle</b> : 50 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire</b> : 300 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire</b> sur 3 heures consécutives : 500 µg/m<sup>3</sup>.</p>
<b>Particules fines (PM10)</b>	<p><b>En moyenne annuelle</b> : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p><b>En moyenne journalière</b> : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m<sup>3</sup> à ne pas</p>	<p><b>En moyenne annuelle</b> : 30 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne journalière</b> : 50 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne journalière</b> : 80 µg/m<sup>3</sup>.</p>

	dépasser plus de 35 jours par an.			
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	<b>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</b> : 10 000 µg/m <sup>3</sup> .			
<b>Benzène (C6H6)</b>	<b>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10</b> : 5 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne annuelle</b> : 2 µg/m <sup>3</sup> .		

<b>Polluants</b>	<b>Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012</b>
<b>Cadmium</b>	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nickel</b>	20 ng/m <sup>3</sup>

#### IV. RESULTATS DES MODELISATIONS

Les images de la dispersion sont présentées en ANNEXE1. Les images représentent les iso contours de concentration à hauteur d'homme, les échelles de concentrations vont de 0 (en bleu) au maximum de concentration atteinte (en rouge).

Le tableau suivant présente les concentrations maximales en polluants à hauteur d'homme, rencontrées sur le domaine d'étude en moyenne annuelle.

**Tableau 5 : Concentrations maximales observées sur le domaine à hauteur d'homme scénario moyen**

Scenario : Evénement moyen	Produits							
Tranche horaire	CO	NO2	COV	PM10	SO2	Cd	Ni	C6H6
19h-20h	153.6	30.4	23.2	4.3	0.68	1.4 <sup>e-4</sup>	1.2 <sup>e-3</sup>	0.89
20h-21h	96.2	19.2	14.5	2.7	0.43	9.1 <sup>e-05</sup>	7.3 <sup>e-4</sup>	0.56
21h-22h	72.3	14.3	10.9	2.05	0.32	6.8 <sup>e-5</sup>	5.5 <sup>e-4</sup>	0.42
22h-23h	66.6	13.2	10.05	1.88	0.29	6.3 <sup>e-5</sup>	5.1 <sup>e-4</sup>	0.39
23h-Minuit	29.3	5.8	4.4	0.8	0.13	2.7 <sup>e-5</sup>	2.2 <sup>e-4</sup>	0.17
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (µg/m <sup>3</sup> )	1992	40	-	40	50	-	-	5
Objectif qualité de l'air (µg/m <sup>3</sup> )	-	40	-	30	-	-	-	2
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (µg/m <sup>3</sup> )	1992	40	-	40	50	-	-	5
Valeur cible (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	5 E <sup>-03</sup>	20E <sup>-03</sup>	-

**Tableau 6 : Concentrations maximales observées sur le domaine à hauteur d'homme scénario majorant**

Scenario : Evénement majorant	Produits							
Tranche horaire	CO	NO2	COV	PM10	SO2	Cd	Ni	C6H6
19h-20h	178.1	35.2	26.8	5.04	0.79	1.6 <sup>e-4</sup>	1.3 <sup>e-3</sup>	1.04
20h-21h	96.2	19.2	14.5	2.7	0.43	9.1 <sup>e-05</sup>	7.3 <sup>e-4</sup>	0.56
21h-22h	72.3	14.3	10.9	2.05	0.32	6.8 <sup>e-5</sup>	5.5 <sup>e-4</sup>	0.42
22h-23h	91.1	18.1	13.7	2.58	0.4	8.6 <sup>e-5</sup>	6.9 <sup>e-4</sup>	0.53
23h-Minuit	29.3	5.8	4.4	0.8	0.13	2.7 <sup>e-5</sup>	2.2 <sup>e-4</sup>	0.17
Seuil Valeur limite pour la protection de la santé humaine (µg/m <sup>3</sup> )	1992	40	-	40	50	-	-	5
Objectif qualité de l'air (µg/m <sup>3</sup> )	-	40	-	30	-	-	-	2
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (µg/m <sup>3</sup> )	1992	40	-	40	50	-	-	5
Valeur cible (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	5 E <sup>-03</sup>	20E <sup>-03</sup>	-

Les images d'iso-contour sont très semblables entre les deux scénarios, on constate que les concentrations maximales sont atteintes au niveau du Pont de Casanova (section n°2), quelque soit le scénario ou la tranche horaire.

On note également une augmentation des concentrations au niveau de la nouvelle voie (section n°7) pour les deux tranches horaires 19h00-20h00 et 22h00-23h00. Ces tranches horaires correspondent aux horaires d'arrivée et de départ du public.

En comparant les deux scénarios moyen et majorant, le scénario majorant enregistre les concentrations plus importantes sont les tranches 19h00-20h00 et 22h00-23h00. La tranche horaire 22h00-23h00 étant la plus pénalisante en termes de concentrations obtenues.

**Concernant les seuils réglementaires, quelque soit le scénario ces derniers ne sont pas atteints.**

## V. CONCLUSION

Suite à l'avis de l'autorité environnementale sur le projet de réalisation d'un équipement destiné à l'accueil de manifestations sportives et culturelles sur le territoire de Chartres, FLUIDYN-France a effectué des simulations 3D de la dispersion des polluants atmosphériques issus du trafic routier et de la ventilation du parking sous terrain.

L'objectif de cette modélisation est d'évaluer l'influence du nouvel aménagement sur la qualité de l'air locale lors d'événement sur le site.

Deux scénarios sont modélisés de manière à étudier l'influence du futur projet en prenant 2035 pour année de référence:

- Modélisation de la dispersion atmosphérique pour un événement moyen
- Modélisation de la dispersion atmosphérique pour un événement majorant

L'objectif étant d'avoir une description de l'impact du trafic sur la qualité de l'air au moment d'un événement.

Pour ces deux scénarios, la plage horaire d'étude est 19h00-minuit en prenant en compte un trafic par heure.

L'objectif étant d'avoir une description de l'impact du trafic sur la qualité de l'air au moment d'un événement. Pour ces deux scénarios, la plage horaire d'étude est 19h00-minuit en prenant en compte un trafic par heure.

Les concentrations maximales sont atteintes au niveau du Pont de Casanova (section n°2), quel que soit le scénario ou la tranche horaire. On note également une augmentation des concentrations au niveau de la nouvelle voie (section n°7) pour les deux tranches horaires 19h00-20h00 et 22h00-23h00. Ces tranches horaires correspondent aux horaires d'arrivée et de départ du public.

En comparant les deux scénarios (moyen et majorant), le scénario majorant enregistrant les concentrations les plus importantes sont les tranches 19h00-20h00 et 22h00-23h00. La tranche horaire 22h00-23h00 étant la plus pénalisante en termes de concentrations obtenues. Il faut néanmoins noter que ces événements arrivent de manière occasionnelle et sont temporaires (au maximum une heure). En partant sur une base d'un maximum de 5 événements majeurs par an, ces deux tranches horaires ne représentent que 0.1 % du temps.

Concernant les seuils réglementaires, quel que soit le scénario ces derniers ne sont pas atteints et ceux pour tous les polluants étudiés.

## ANNEXE 1 : CONTOURS DE CONCENTRATIONS – HORIZON 2035

### ➤ HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN NO2

*Evènement moyen – 19h – 20h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

30.4

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

35.2

Figure 6 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario moyen 19h00-20h00

Figure 7 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

19.4

0

19.2

*Figure 8 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario moyen 20h00-21h00*

*Figure 9 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario majorant 20h00-21h00*

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

14.3

0

14.3

*Figure 10 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario moyen 21h00-22h00*

*Figure 11 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario majorant 21h00-22h00*

*Evènement moyen – 22h – 23h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

13.2

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

18.1

*Figure 12 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario moyen 22h00-23h00*

*Figure 13 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario majorant 22h00-23h00*

*Evènement moyen – 23h – minuit*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

5.8

*Figure 14 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario moyen 23h00-Minuit*

*Evènement majeur – 23h – minuit*



Concentration en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

5.8

*Figure 15 : Iso-contour de concentration en NO2 scénario majorant 23h00-Minuit*



➤ HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN CO

*Evènement moyen – 19h – 20h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

153.6

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

178.1

**Figure 16 : Iso-contour de concentration en CO scénario moye 19h00-20h00**

**Figure 17 : Iso-contour de concentration en CO scénario majorant 19h00-20h00**

*Evènement moyen – 20h – 21h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

96.2



*Figure 18 : Iso-contour de concentration en CO scénario moye 20h00-21h00*

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

96.2



*Figure 19 : Iso-contour de concentration en CO scénario majorant 20h00-21h00*

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 72.3

Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 72.3

*Figure 20 : Iso-contour de concentration en CO scénario moye 21h00-22h00*

*Figure 21 : Iso-contour de concentration en CO scénario majorant 21h00-22h00*

*Evènement moyen – 22h – 23h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

66.6

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

91.1

Figure 22 : Iso-contour de concentration en CO scénario moyen 22h00-23h00

Figure 23 : Iso-contour de concentration en CO scénario majorant 22h00-23h00

Evènement moyen – 23h – minuit



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

29.3

Figure 24 : Iso-contour de concentration en CO scénario moyen 23h00-Minuit

Evènement majeur – 23h – minuit



Concentration en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

29.3

Figure 25 : Iso-contour de concentration en CO scénario majorant 23h00-Minuit

➤ **HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN COV**

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

23.2



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

26.8

Figure 26 : Iso-contour de concentration en COV scénario moye 19h00-20h00

Figure 27 : Iso-contour de concentration en COV scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

14.5

Figure 28 : Iso-contour de concentration en COV scénario moye 20h00-21h00

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

14.5

Figure 29 : Iso-contour de concentration en COV scénario majorant 20h00-21h00

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

10.9

0

10.9

*Figure 30 : Iso-contour de concentration en COV scénario moyen 21h00-22h00*

*Figure 31 : Iso-contour de concentration en COV scénario majorant 21h00-22h00*

*Evènement moyen – 22h – 23h*



Concentration en COV( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

10.05

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

13.7

*Figure 32 : Iso-contour de concentration en COV scénario moyen 22h00-23h00*

*Figure 33 : Iso-contour de concentration en COV scénario majorant 22h00-23h00*

Evènement moyen – 23h – minuit



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

4.4

Figure 34 : Iso-contour de concentration en COV scénario moyen 23h00-Minuit

Evènement majeur – 23h – minuit



Concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

4.4

Figure 35 : Iso-contour de concentration en COV scénario majorant 23h00-Minuit

➤ HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN PM10

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

4.3



*Figure 36 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario moyen 19h00-20h00*

0

5.04



*Figure 37 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario majorant 19h00-20h00*

*Evènement moyen – 20h – 21h*

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

2.7

0

2.7

Figure 38 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario moyen 20h00-21h00

Figure 39 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario majorant 20h00-21h00

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

2.05

0

2.05

Figure 40 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario moyen 21h00-22h00

Figure 41 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario majorant 21h00-22h00

*Evènement moyen – 22h – 23h*

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

1.88

0

2.58

Figure 42 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario moyen 22h00-23h00

Figure 43 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario majorant 22h00-23h00

*Evènement moyen – 23h – minuit*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.8

*Figure 44 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario moyen 23h00-Minuit*

*Evènement majeur – 23h – minuit*



Concentration en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.8

*Figure 45 : Iso-contour de concentration en PM10 scénario majorant 23h00-Minuit*

➤ **HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN SO<sub>2</sub>**

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.68



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.79

Figure 46 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario moyen 19h00-20h00

Figure 47 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.43

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.43

*Figure 48 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario moyen 20h00-21h00*

*Figure 49 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario majorant 20h00-21h00*

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 0.32

Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 0.32

*Figure 50 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario moyen 21h00-22h00*

*Figure 51 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario majorant 21h00-22h00*

*Evènement moyen – 22h – 23h*

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.29

0

0.4

*Figure 52 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario moyen 22h00-23h00*

*Figure 53 : Iso-contour de concentration en SO2 scénario majorant 22h00-23h00*

*Evènement moyen – 23h – minuit*



Concentration en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

0

0.13

*Figure 54 : Iso-contour de concentration en SO<sub>2</sub> scénario moyen 23h00-Minuit*

*Evènement majeur – 23h – minuit*



Concentration en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

0

0.13

*Figure 55 : Iso-contour de concentration en SO<sub>2</sub> scénario majorant 23h00-Minuit*

➤ **HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN CD**

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$1.4 \times 10^{-4}$

Figure 56 : Iso-contour de concentration en Cd scénario moyen 19h00-20h00



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$1.6 \times 10^{-4}$

Figure 57 : Iso-contour de concentration en Cd scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$9.1 \times 10^{-5}$

Figure 58 : Iso-contour de concentration en Cd scénario moyen 20h00-21h00

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$9.1 \times 10^{-5}$

Figure 59 : Iso-contour de concentration en Cd scénario majorant 20h00-21h00

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



0 Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  $6.8 \times 10^{-5}$

0 Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  $6.8 \times 10^{-5}$

Figure 60 : Iso-contour de concentration en Cd scénario moyen 21h00-22h00

Figure 61 : Iso-contour de concentration en Cd scénario majorant 21h00-22h00

*Evènement moyen – 22h – 23h*

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 6.3<sup>E</sup>-5

0 8.6<sup>E</sup>-5

*Figure 62 : Iso-contour de concentration en Cd scénario moyen 22h00-23h00*

*Figure 63 : Iso-contour de concentration en Cd scénario majorant 22h00-23h00*

Evènement moyen – 23h – minuit



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$2.7 \times 10^{-5}$

Figure 64 : Iso-contour de concentration en Cd scénario moyen 23h00-Minuit

Evènement majeur – 23h – minuit



Concentration en Cd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$2.7 \times 10^{-5}$

Figure 65 : Iso-contour de concentration en Cd scénario majorant 23h00-Minuit

➤ **HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN NI**

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$1.2 \times 10^{-3}$



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$1.3 \times 10^{-3}$

Figure 66 : Iso-contour de concentration en Ni scénario moyen 19h00-20h00

Figure 67 : Iso-contour de concentration en Ni scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$7.3 \times 10^{-4}$

Figure 68 : Iso-contour de concentration en Ni scénario moyen 20h00-21h00

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$7.3 \times 10^{-4}$

Figure 69 : Iso-contour de concentration en Ni scénario majorant 20h00-21h00

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 5.5<sup>E</sup>-4

0 5.5<sup>E</sup>-4

Figure 70 : Iso-contour de concentration en Ni scénario moyen 21h00-22h00

Figure 71 : Iso-contour de concentration en Ni scénario majorant 21h00-22h00

*Evènement moyen – 22h – 23h*

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en Ni( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0 5.1<sup>E</sup>-4

0 6.9<sup>E</sup>-4

Figure 72 : Iso-contour de concentration en Ni scénario moyen 22h00-23h00

Figure 73 : Iso-contour de concentration en Ni scénario majorant 22h00-23h00

*Evènement moyen – 23h – minuit*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$2.2 \times 10^{-4}$

Figure 74 : Iso-contour de concentration en Ni scénario moyen 23h00-Minuit

*Evènement majeur – 23h – minuit*



Concentration en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

$2.2 \times 10^{-4}$

Figure 75 : Iso-contour de concentration en Ni scénario majorant 23h00-Minuit

➤ **HORIZON 2035 – CONCENTRATIONS EN C6H6**

*Evènement moyen – 19h – 20h*

*Evènement majeur – 19h – 20h*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.89

Figure 76 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario moyen 19h00-20h00



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

1.04

Figure 77 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario majorant 19h00-20h00

*Evènement moyen – 20h – 21h*

*Evènement majeur – 20h – 21h*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.56

0

0.56

Figure 78 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario moyen 20h00-21h00

Figure 79 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario majorant 20h00-21h00

*Evènement moyen – 21h – 22h*

*Evènement majeur – 21h – 22h*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.42

0

0.42

Figure 80 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario moyen 21h00-22h00

Figure 81 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario majorant 21h00-22h00

*Evènement moyen – 22h – 23h*

*Evènement majeur – 22h – 23h*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.39

0

0.53

*Figure 82 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario moyen 22h00-23h00*

*Figure 83 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario majorant 22h00-23h00*

*Evènement moyen – 23h – minuit*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.17

Figure 84 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario moyen 23h00-Minuit

*Evènement majeur – 23h – minuit*



Concentration en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

0

0.17

Figure 85 : Iso-contour de concentration en C6H6 scénario majorant 23h00-Minuit