

8. EFFETS DU PROJET

Les effets sont évalués selon deux approches :

- Effets selon la bibliographie (étude air santé du projet d'extension du tramway) ;
- Effets spécifiques au projet Théodora : estimation des émissions.

8.1 EVOLUTIONS D'APRES LA BIBLIOGRAPHIE - ETUDE AIR-SANTE DES EXTENSIONS DU TRAMWAY

8.1.1 ESTIMATIONS DES EMISSIONS

Afin d'évaluer ensuite l'impact du projet d'extension du tramway sur la qualité de l'air du secteur, trois scénarii sont définis : état de référence (2017), fil de l'eau (2043) (c'est-à-dire état de référence projeté sans mise en œuvre du projet) et état projeté 2048 (avec mise en œuvre du projet).

Le réseau routier considéré comprend les axes existants (2017) et les axes projetés en 2043 subissant une modification de flux de trafic de 10% du fait de la réalisation du projet de tramway.

Le réseau routier a été subdivisé en 4 groupes pour faciliter l'analyse.

Sur ces tronçons, le kilométrage parcouru (produit du nombre de véhicules et de la longueur des tronçons) augmenterait de 22% entre l'état de référence en 2017 et le scénario « au fil de l'eau » de 2043 (sans mise en place du projet de tramway). Avec le tramway, le kilométrage parcouru n'augmente que de 0,3% supplémentaires. L'évolution constatée est en grande partie imputable à la prise en compte de nouveaux tronçons projetés.



Figure 42 : Carte des réseaux routiers et projections sur le réseau routier considéré comme donnée pour l'étude air-santé du tramway

Parmi ces tronçons, le groupe « Arenc » concerne les axes bordant la parcelle du projet de Campus Théodora : principalement le boulevard du Capitaine Gèze, l'avenue Ibrahim Ali et le boulevard Oddo.

Le groupe de tronçons « Arenc » est considéré comme connaître une hausse de 9% entre le scénario de référence (2017) et le scénario au fil de l'eau (2043), et une hausse de 1% supplémentaire avec le projet de tramway.

Les quelques éléments présentés fournissent des tendances pour les projections jusqu'en 2043, en soulignant le faible impact du projet de tramway dans l'augmentation globale des trafics sur les axes aux alentours du périmètre d'étude.

Le calcul des émissions de polluants est réalisé sur ces tronçons.

- La comparaison des **scénarii de référence et au fil de l'eau** révèle que les tendances diffèrent suivant les polluants sur les tronçons Arenc :
 - o une diminution pour la plupart des polluants (-1 % à -87 %) ;
 - o à l'exception du dioxyde de soufre sans variation significative (0 %) ;
 - o et de cinq polluants particuliers en augmentation le plomb (+1 %), l'arsenic (+2 %), les PM10 (+3 %), le mercure (+3 %) et le chrome (+8 %).
- La comparaison des **scénarii au fil de l'eau et avec projet** ne met pas en évidence d'évolution significative des émissions quel que soit le polluant considéré. Pour les tronçons Arenc, les évolutions entre au fil de l'eau et l'État projeté varient d'environ 1%, c'est-à-dire conformément à l'évolution du kilométrage parcouru (+0,3 %).

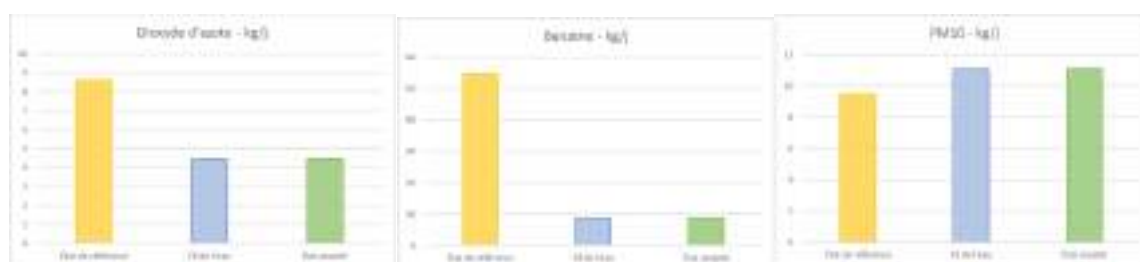


Figure 43 : Comparaison des émissions de 3 polluants calculées entre les 3 scénarios

8.1.2 MODELISATION DES CONCENTRATIONS

La modélisation des concentrations dans l'air ambiant calculées à partir des émissions de polluants est ensuite réalisée.

Des cartographies des teneurs en dioxyde d'azote, en benzène et en particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) en tout point de la bande d'étude pour le Secteur 1 sont réalisées pour l'État de référence 2017, au fil de l'eau 2043 et l'État projeté 2043. Ces cartographies mettent en évidence :

- Les effets significatifs, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- Une diminution significative des concentrations à l'échelle du domaine d'étude entre l'état de référence et au fil de l'eau pour les polluants majeurs, le dioxyde d'azote, le benzène et les particules, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2017 et 2043 et ce, malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+22 %) ;
- Pas d'évolution significative de la qualité de l'air à l'échelle du domaine d'étude avec la réalisation du projet, par rapport à un état au fil de l'eau à l'horizon 2043.



Figure 44 : Comparaison des émissions de 3 polluants calculées entre les 3 scénarios (état de référence à gauche, fil de l'eau au milieu et état projeté à droite) pour le NO2

Les teneurs moyennes évoluent différemment suivant les polluants entre l'État de référence 2017 et les scénarii prospectifs :

- Diminution forte pour l'acétaldéhyde (-87 %), l'acroléine (-88 %), le 1,3-butadiène (-84 %) et le formaldéhyde (-88 %) ;
- Diminution modérée pour le mercure (-12 %), les particules à l'échappement (-22 %) et le benzo(a)pyrène (- 38 %) ;
- Diminution faible pour le chrome (-8 %) et le dioxyde d'azote (-2 %) ;
- Diminution peu significative (< 1 %) pour le benzène, les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone ;
- Aucune évolution significative pour le cadmium, le nickel, le plomb et l'arsenic. Entre le Fil de l'eau 2043 et l'État projeté 2043 les teneurs moyennes ne présentent pas d'évolution significative pour l'ensemble des polluants.

Au regard des résultats obtenus, la réalisation des extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille n'induirait pas de dépassement des normes de la qualité de l'air en vigueur dans la bande d'étude.

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité environnementale	Situation référence		Fil de l'eau		Etat projet	
			Teneurs maximales	Observations	Teneurs maximales	Observations	Teneurs maximales	Observations
Dioxyde d'azote NO ₂	En moyenne annuelle 40 µg/m ³	En moyenne annuelle 40 µg/m ³	46,2 µg/m ³	Dépassement de la valeur limite à proximité de la Rue de Lyon	34,9 µg/m ³	Pas de dépassement	34,9 µg/m ³	Pas de dépassement
Benzène C ₆ H ₆	En moyenne annuelle 5 µg/m ³	En moyenne annuelle 2 µg/m ³	1,15 µg/m ³	Pas de dépassement	1,11 µg/m ³	Pas de dépassement	1,11 µg/m ³	Pas de dépassement
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm PM ₁₀	En moyenne annuelle 40 µg/m ³	En moyenne annuelle 20 µg/m ³	25,1 µg/m ³	Pas de dépassement	24,6 µg/m ³	Pas de dépassement	24,6 µg/m ³	Pas de dépassement
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm PM _{2,5}	En moyenne annuelle 25 µg/m ³	En moyenne annuelle 10 µg/m ³	14,6 µg/m ³	Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci	14,0 µg/m ³	Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci	14,0 µg/m ³	Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci
Dioxyde de soufre SO ₂	En moyenne journalière 125 µg/m ³ et ne pas dépasser plus de 3 fois/an	En moyenne annuelle 50 µg/m ³	1,94 µg/m ³	Pas de dépassement	1,93 µg/m ³	Pas de dépassement	1,93 µg/m ³	Pas de dépassement
Hexafluorobenzène C ₆ F ₆		En moyenne annuelle 1 ng/m ³	0,043 ng/m ³	Pas de dépassement	0,048 ng/m ³	Pas de dépassement	0,049 ng/m ³	Pas de dépassement
Monoxyde de carbone CO	En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m ³		320,7 µg/m ³	Pas de dépassement	305,4 µg/m ³	Pas de dépassement	305,4 µg/m ³	Pas de dépassement
Cadmium Cd		En moyenne annuelle 5 ng/m ³	0,1306 ng/m ³	Pas de dépassement	0,1306 ng/m ³	Pas de dépassement	0,1306 ng/m ³	Pas de dépassement
Nickel Ni		En moyenne annuelle 20 ng/m ³	2,677 ng/m ³	Pas de dépassement	2,076 ng/m ³	Pas de dépassement	2,076 ng/m ³	Pas de dépassement
Plomb Pb	En moyenne annuelle 0,5 µg/m ³	En moyenne annuelle 0,25 µg/m ³	0,0058 µg/m ³	Pas de dépassement	0,0058 µg/m ³	Pas de dépassement	0,0058 µg/m ³	Pas de dépassement

Tableau 6 : Comparaison des teneurs maximales aux normes en vigueur

L'étude air-santé du projet d'extensions du tramway, à proximité du site Théodora, précise les futures concentrations possibles dans l'air. A l'horizon 2043, les groupes de tronçons routiers encadrant le site Théodora, devraient connaître une hausse de trafic de 9% entre le scénario de référence (2017) et le scénario au fil de l'eau (2043), et une hausse de 1% supplémentaire avec le projet de tramway. Du fait de l'amélioration du parc automobile, ces projections devraient se traduire par une diminution des émissions de la plupart des polluants (de -1 à -87%) entre le scénario de référence et fil de l'eau, excepté pour quelques-uns dont les PM₁₀ (+3%). Le scénario projet n'ajoute une augmentation des émissions que d'environ 1% en moyenne par rapport au fil de l'eau (2043).

Ceci se traduit dans les dispersions d'émissions à l'origine des concentrations inhalées : alors qu'en référence, le NO₂ dépasse la valeur limite par endroits, ce n'est plus le cas en 2043 quel que soit le scénario considéré.

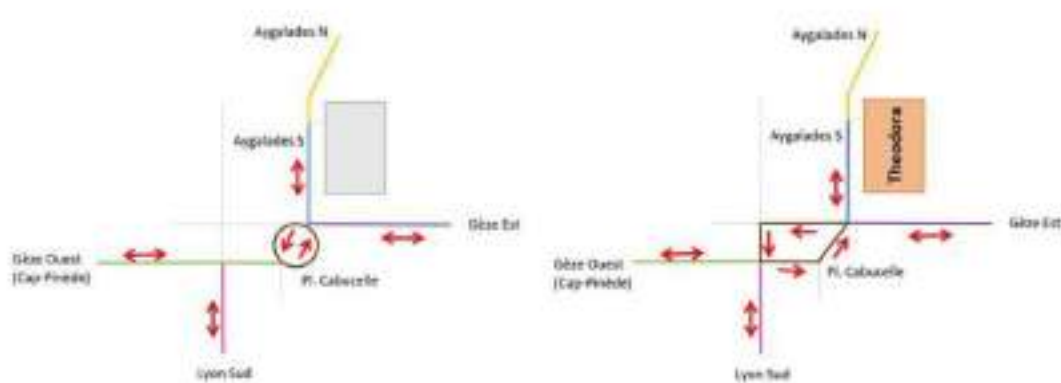
Aucun habitant n'est dénombré dans la zone où les polluants présentent des dépassements de valeurs limites.

8.2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES INDUITES PAR LE PROJET

Les tronçons routiers retenus pour réaliser une estimation des émissions de polluants générés par le trafic routier sont ceux sur lesquels le projet est susceptible d'avoir un impact car ils appartiennent au réseau de desserte. Aussi, cinq tronçons sont retenus à l'état initial et à l'état avec projet, mais pour tenir compte des futurs travaux de modernisation du secteur (place de la Cabucelle/Gèze, en service

en 2030 lors de la mise en œuvre du projet Théodora), le réseau modélisé est légèrement adapté à ce niveau entre les deux scénarios.

Notons que l'avenue des Aygalades a changé de nom et est devenue l'avenue Ibrahim Ali. Dans le cadre de cette estimation, nous gardons « l'ancien nom ».



NB : Seuls les tronçons colorés sont modélisés. Ceux en gris clair ne le sont pas.

Figure 45 : Réseau modélisé de tronçons routiers de desserte du site à l'état initial (2020, à gauche) et à l'état avec projet (2030, à droite)

D'après les estimations de trafic sur ces tronçons, rappelées ci-dessous, on considère ainsi environ une **augmentation induite par le projet d'un total de +3 % de flux routiers par rapport aux flux actuels** en TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) sur les axes de desserte.

Les hypothèses sur les longueurs de tronçons et sur les pourcentages de poids lourds sur ces axes qui sont les données d'entrée des calculs suivants sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

	Flux actuel (2020)	Flux projeté (2030)	% évolution	Longueur 2020	Longueur 2030	%PL
Av. Ibrahim Ali	7 680			100 m	100 m	10 %
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali / Rue de Lyon	19 880			750 m	750 m	10 %
Cap pinède, section Ibrahim Ali / Gay Lussac	19 880			650 m	650 m	8 %
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	31 800			700 m	600 m	8 %
Rue de Lyon Sud	15 467			400 m	400 m	10 %
Place de la Cabucelle	35 864			100 m	350 m	10 %
Total	127 718					

Tableau 7 : Hypothèses d'entrée pour le calcul de polluants dus au trafic routier sur les axes de desserte (Trafic Moyen Journalier Annuel ou « TMJA »)

En s'appuyant sur le modèle COPERT V de manière simplifiée et sur le parc routier français de l'IFSTTAR de 2013, on peut établir les valeurs d'émissions pour cinq polluants considérés (Oxydes

d'Azote NO_x, Particules en suspension PM, Monoxyde de carbone CO, Hydrocarbures Imbrûlés HC et Dioxyde de carbone CO₂).

Les variations d'émissions de polluants dans la situation actuelle (1. état initial), dans la situation de réalisation du projet (2.) et « au fil de l'eau » (3.) c'est-à-dire à la même horizon de réalisation que le projet mais en l'absence des flux supplémentaires induits par le projet, sont présentées ci-dessous :

	Flux routier	NO _x (kg)	PM (kg)	CO (kg)	HC (kg)	CO ₂ (t)	Moyenne polluants
1. Etat initial (2020)	60 680	19	0,2	17	2	5	
2. Situation projet (2030)	49 860	6	0,1	10	2	3	
Evolution brute 2%1	-18%	-69 %	-45 %	-41 %	-34 %	-35 %	-45 %
3. Fil de l'eau (2030)	60 680	7	0,1	13	2	4	
Evolution 3%1	0%	-61 %	-29 %	-23 %	-14 %	-18 %	-5 %
Evolution nette 2%3	-18%	-8 %	-15 %	-18 %	-20 %	-17 %	-16 %

Tableau 8 : Comparaison des émissions journalières de polluants selon les scénarii (source : EODD)

L'intérêt du scénario "au fil de l'eau" (3.) est de permettre de nuancer les émissions de polluants dans le scénario de projet (2.). En effet, les émissions futures sont fortement tirées par une composante décroissante qui est liée au parc renouvelé de véhicules (nouveaux véhicules plus efficaces), en parallèle de la composante d'émissions proportionnelle aux flux de véhicules.

Au total, sur les axes de desserte, pour une diminution de -18 % de flux routiers en TMJA, les émissions de polluants induites devraient diminuer en « brut » de -45 % en moyenne sur les cinq polluants étudiés (de -34 % pour le HC à -69 % pour les NO_x).

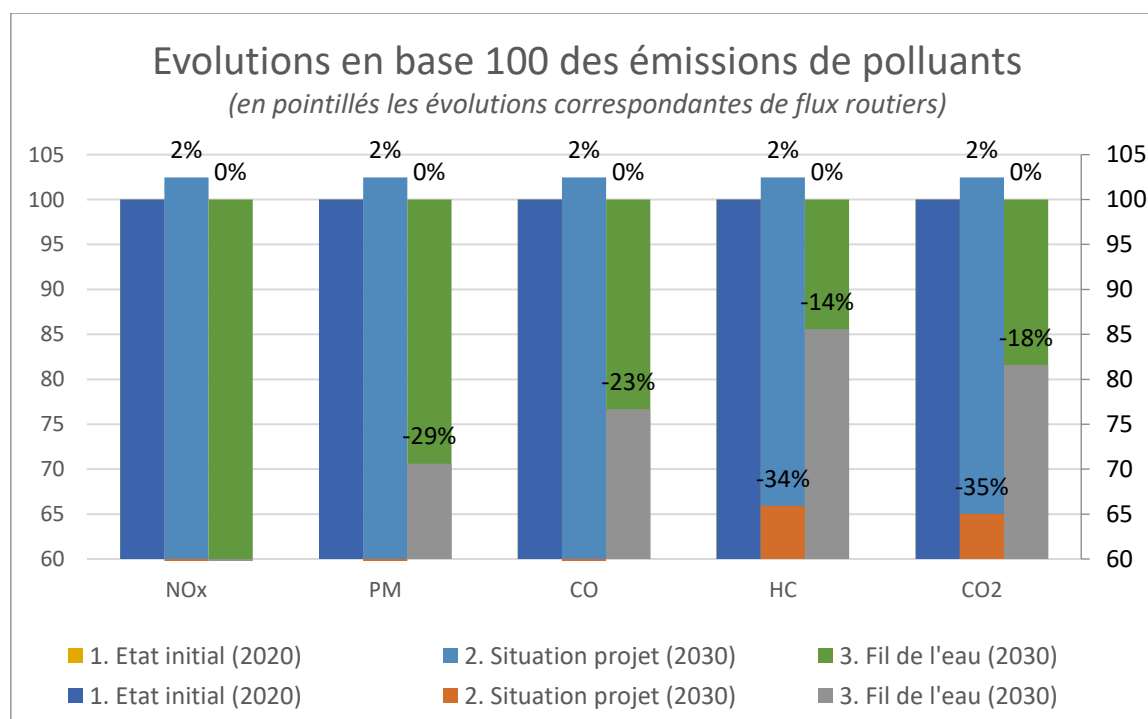


Figure 26 : Evolution en base 100 des émissions de polluants entre les trois scénarii considérés

Indépendamment du projet (évolution du scénario fil de l'eau par rapport à l'état initial), on constate une réduction des émissions tous les polluants. Ainsi la baisse des émissions brutes du projet par rapport à l'état initial (-45 %) est due à l'évolution du parc automobile prise en compte (-5 % sur le scénario fil de l'eau par rapport à l'état initial), puisqu'en évolution « nette », les émissions de NO_x diminuent avec le projet (-16 %).

Pour les émissions des oxydes d'azote NO_x, on observe une réduction « brute » des émissions (- 69 %) et une diminution « nette » (-8 %). Les NO_x sont produits principalement par les véhicules diesel. La formation des NO_x est produite par la combustion à haute température du diazote et dioxygène qui sont les constituants principaux de l'air. La réduction des NO_x est liée à l'évolution du parc de véhicules.

Pour les émissions des particules PM, on observe une réduction « brute » (-45 %), et une diminution « nette » (-15 %). Les particules sont émises par les moteurs diesel. Une diminution est attendue dans les projections futures grâce à la généralisation des filtres à particules qui vont filtrer les gaz d'échappement et donc réduire les émissions de particules dans l'atmosphère.

Pour les émissions de monoxyde de carbone CO, on observe une réduction « brute » (-41 %), et une diminution « nette » (-18 %). Le monoxyde de carbone provient des combustions incomplètes. Dans l'atmosphère, le monoxyde de carbone peut se combiner avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone. Les véhicules équipés de pots catalytiques émettent peu de CO, c'est pourquoi avec l'hypothèse d'une augmentation de la part de pots catalytiques dans le parc automobile, une réduction croissante des CO peut être attendue.

Pour les émissions d'hydrocarbures imbrûlés HC, on observe une diminution « brute » (-34 %), et une diminution « nette » (-20 %). Les hydrocarbures imbrûlés qui se retrouvent dans les gaz d'échappement proviennent de l'essence liquide après être passés à travers le moteur, en subissant peu ou pas de modifications (combustion incomplète typique des moteurs 2-temps dénués de système d'injection, par exemple les scooters). Les moteurs de voitures – essence ou diesel – produisent peu d'imbrûlés, grâce au pot catalytique qui en élimine plus de 90%, c'est pourquoi avec l'hypothèse d'une augmentation de la part de pots catalytiques dans le parc automobile, une réduction croissante des HC est attendue.

Pour les émissions de dioxyde de carbone CO₂, on observe une diminution « brute » (-35 %), ainsi qu'une diminution « nette » (-17 %). Le parc automobile étant déjà en partie converti aux véhicules diesel, les effets de l'amélioration du parc automobile dans les années à venir sont moindres que sur les autres polluants. En effet, la motorisation diesel s'est répandue sur le parc de véhicules particuliers pour ses avantages en termes de réduction des émissions de CO₂.

Le projet entraîne une diminution de la circulation et également des émissions de polluants (en « net », en faisant abstraction de l'amélioration du parc routier automobile) en raison du peu de trafics générés (-18 %).

Cependant, au vu des trafics déjà présents sur les axes de desserte, ceci reste non significatif et permet donc aux polluants supplémentaires (-16 %) de se diluer dans l'air.

9. MESURES TYPES

9.1 LIMITER L'EXPOSITION DES USAGERS AUX POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES

De manière générale, **un des enjeux pour toute opération, en zone où la qualité de l'air est déjà moyenne à l'état initial, consiste à limiter l'exposition potentielle de nouveaux usagers à une pollution atmosphérique urbaine.**

Des dispositions peuvent être mises en œuvre à l'échelle des constructions pour limiter l'exposition des nouveaux occupants et usagers du site. Ces dispositions pourront être reprises dans le cadre des fiches de lot et cahier des charges de cession de terrain venant encadrer les caractéristiques des futures constructions.

9.2 ORGANISER LA FORME URBAINE POUR FAVORISER LA DISPERSION DES POLLUANTS

La forme urbaine a un effet direct sur la capacité du site à disperser ou non les polluants atmosphériques. Plusieurs préconisations peuvent ainsi être émises :

- Limiter les effets de coin - bâtiment en L - qui sont des zones d'accumulation de polluants, plus encore si la forme est face à des vents dominants.
- Privilégier les orientations favorisant la ventilation naturelle par les vents dominants et organiser des voiries et les immeubles en fonction des vents : les façades sous le vent sont des zones de stagnation de la pollution atmosphérique.

Matériaux sains

La question de la qualité de l'air ne doit pas se limiter à la prise en compte des éléments extérieurs mais que la qualité de l'air intérieure doit l'être également, afin de ne pas ajouter de pollution supplémentaire à celle importée depuis l'extérieur. :

➤ **Le projet aura recours à des matériaux sains (de classe A+ suivant l'arrêté du 19 avril 2011 relatifs aux émissions de polluants dans l'air intérieur par les matériaux et produits de construction) et exempts de COV et formaldéhydes.**

Les seuils suivants seront respectés :

- COV < 100 µg/m³ à 28 jours suivant la série des normes ISO 16000 (500µg/m³ pour les faux plafonds).
- Formaldéhydes < 10 µg/m³ à 28 jours suivant la série des normes ISO 16000.
- Teneur en COV des peintures < 1g/l.
- Aucune substance classée CMR, qu'elles soient classées de catégorie 1A, 1B ou 2.
- Absence de plastifiants d'origine chimique (phtalates) dans les revêtements de sol souple.
- Emissions de benzène < 2 µg/m³ pour les revêtements de sol souple.

Concernant les matériaux bois utilisés dans la réalisation d'ouvrages intérieurs (escaliers, faux-plafonds, portes, etc.), les colles urée-formaldéhydes seront interdites dans les produits bois. Elles disposeront d'un classement E1 au titre de la norme EN 717.

9.3 VEGETALISER L'ILOT

Le rôle épurateur de l'air par la végétation est aujourd'hui mal connu. Leur rôle peut être double : piégeage des polluants gazeux et piégeage des particules.

Sur le piégeage des polluants (NO₂ et O₃) :

Grâce aux stomates présents à la surface de la plante, le **dioxyde d'azote (NO₂)** peut pénétrer dans les plantes et être métabolisé. Toutefois, les différentes espèces végétales ne possèdent pas toutes le même potentiel d'assimilation du NO₂, ni la même affinité pour celui-ci. D'après différents travaux, les arbres à feuilles caduques auraient une plus forte capacité d'assimilation du NO₂.

Les légumineuses présentent un intérêt particulier lié à leur capacité à former une symbiose avec des bactéries du sol du genre *Rhizobium*.

D'après certaines études par modélisation, les arbres et notamment les forêts en périphérie des villes permettraient une **diminution des concentrations en ozone dans l'air**.

Cependant, l'ozone (O₃) est un composé difficile à étudier car son cycle de formation/destruction est très complexe. Par ailleurs, c'est un composé phytotoxique, qui induit un stress oxydant dans les feuilles des végétaux. Ceci pose donc la question de l'effet à long terme des dommages provoqués par l'ozone sur les structures foliaires et le métabolisme des arbres et donc de la pérennité de leur capacité potentielle à fixer ce polluant.

CE QUE DIT LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Des tests de fumigation en laboratoire sur plus de 200 espèces végétales (herbacées sauvages, cultivées, arbustes et arbres) ont permis de classer le magnolia de Kobé, le gommier blanc et le peuplier noir parmi les espèces à forte capacité d'assimilation pour le NO₂, qui, selon les auteurs, sont de ce fait adaptées pour une implantation dans les espaces verts près des routes.

Sur le piégeage des particules :

Le piégeage des particules au sein des végétaux se fait différemment de celui des polluants gazeux. Les particules dans l'air peuvent être absorbées par la végétation mais elles sont majoritairement retenues en surface puis remises en suspension, lessivées par la pluie ou tombent au sol avec les feuilles. La végétation est alors un site de rétention temporaire.

D'après les études menées, la quantité de particules dont le diamètre est inférieur à 10 microns (PM₁₀) captées par les arbres et arbustes varie en fonction de différents paramètres comme l'espèce végétale, leur position et leur implantation dans l'environnement. Les différentes hypothèses formulées sont les suivantes :

- Les espèces possédant une importante surface totale de feuillage auraient un potentiel plus important pour piéger les particules PM₁₀.
- Les conifères seraient plus efficaces pour l'accumulation des particules grâce à leur grande surface de dépôt et leur surface foliaire plus adhésive que les feuillus.
- L'accessibilité du feuillage et l'espace entre les arbres sont aussi des critères importants. Ainsi, les arbres isolés ou suffisamment espacés des autres sont plus efficaces pour l'accumulation des particules par rapport aux arbres des forêts urbaines. Il est par exemple recommandé de ne pas espacer les arbres de moins de 5 mètres notamment dans les alignements d'arbres.
- Dans certains cas, des arbres trop densément plantés peuvent altérer l'écoulement de l'air, ce qui concentre la pollution. Ce peut être le cas par exemple dans les rues encaissées mal ventilées.

Les toitures végétalisées peuvent également contribuer au piégeage des particules atmosphériques. L'efficacité d'accumulation par les toitures végétalisées varie en fonction des espèces présentes mais aussi de la concentration en polluants, des conditions météorologiques et de la croissance des plantes. Ainsi, l'accumulation sera plus importante au printemps-été au moment où les feuilles des plantes sont complètement développées, période fréquemment corrélée avec les hauts niveaux de pollution.

Dans le cadre du projet, le rôle du végétal (parc au cœur d'îlot) pourrait être utilisé pour le piégeage des polluants et particules en respectant les préconisations précédentes.

9.4 ADAPTER LES BATIMENTS

Des dispositions peuvent être prises sur les bâtiments en eux-mêmes :

- **En agissant sur la ventilation pour réduire la concentration des polluants dans le bâtiment :**
 - o Mettre en place une ventilation mécanique contrôlée double flux comprenant une filtration de l'air.
 - o Préconiser un taux de renouvellement d'air efficace des locaux (18 à 25 m³/h/occupant pour des bureaux).
 - o Privilégier les bâtiments traversants pour favoriser la ventilation naturelle et le renouvellement d'air au sein des pièces : cette action limite la concentration de particules et est très efficace.
- **En agissant sur les sources internes au bâtiment pour limiter la présence de polluants au sein de celui-ci :**
 - o Mettre en œuvre de matériaux sains, afin d'éviter les émissions de Composés Organiques Volatiles (COV) ou de formaldéhydes en contact avec l'air intérieur des bâtiments : Étiquette A+ pour tous les matériaux en contact avec l'intérieur, Peinture faible émission de COV, En cas de bois traité, traitement certifié CTB P+.
 - o Faire réaliser des mesures de pollution de l'air à réception à minima dans les lieux sensibles.
 - o Informer les usagers sur les risques d'exposition et les bons gestes (ouverture de fenêtres, limiter les éléments diffusants comme les bougies...). Ventilation naturelle ou ventilation permettant la récupération de chaleur (ventilation double-flux) privilégiées.
- **En mettant en œuvre des solutions passives pour limiter les effets des sources externes au bâtiment et empêcher la diffusion des pollutions dans le bâtiment :**
 - o Sélectionner la classe de filtre correspondant à une qualité de l'air fourni SUP 3, conformément à l'annexe B.4.2 de la norme EN 16798-3.
 - o Positionner les prises d'air au regard des vents dominants et des sources de pollution atmosphérique locales (loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée (en conformité avec le document technique unifié NF-DTU 68.3)).

Il est prévu de recourir à des Centrales de Traitement de l'Air avec circulation double flux avec récupération de chaleur et une filtration à 3 étages minimum (G4+F6+F8) avec éventuellement une ultrafiltration par filtre HEPA dans les locaux (voire un traitement par UV virucide dans les unités terminales).

Le filtre G4 est conçu pour les poussières grossières, et les F6 et F8 servent à la filtration des particules fines (le F6 est censé, selon la norme ISO 16890 traiter plus de 50% des PM_{2,5} et plus de 60% des PM₁₀, et le F8 est censé traiter plus de 65% des PM₁, plus de 50% des PM_{2,5} et plus de 60% des PM₁₀).

Les débits de ventilation prévus sont de 30m³/h par personne, soit 20 à 60% de plus que le code du travail. Ces débits assureront un renouvellement d'air qui réduira les effets de concentration de polluants dans les locaux.

10. CONCLUSIONS

- En septembre 2021, une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur a été réalisée. Elle a consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs (Radiello et plaquettes de dépôt) pendant dix jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de 6 points de prélèvements liés à l'emprise du projet d'aménagement ;
- Une estimation des flux d'émissions de polluants a été réalisée. Elle a été réalisée sur plusieurs horizons temporels : état initial (2020), état avec projet (2030) et état avec projet « au fil de l'eau » (2030) dans le cas où le projet ne génère pas de flux supplémentaire ;
- ATMO Sud réalise un suivi global de la qualité de l'air dans la région, plus particulièrement dans la métropole de Marseille, et plus localement du dioxyde d'azote, de monoxyde d'azote, et des particules en suspension de 2,5 µm et de 10 µm.

Pour l'état initial, la mise en perspective de ces différents résultats indique un **dépassement de valeurs limites réglementaires pour les NOx**. Ces dépassements sont classiquement observés en zones périurbaines présentant des conditions de trafic similaires. La bibliographie (ATMO) confirme ces dépassements au niveau des axes routiers à fort trafic dans le secteur d'étude.

Les mesures ont également mis en avant des dépassements de valeurs indicatives mais non réglementaires **en métaux lourds (Nickel et Chrome sur l'ensemble des points)**. Dans le cas présent, ces valeurs importantes peuvent aussi être expliquées par les entreprises à proximité spécialisées entre autres dans le démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.

La qualité de l'air est donc globalement moyenne à bonne, avec des **concentrations plus importantes le long des infrastructures routières** que sont l'avenue Ibrahim Ali, le boulevard Capitaine Gèze. Les dépassements de valeurs limites réglementaires en NOx imputables au trafic se dispersent peu, et restent localisées principalement sur les axes routiers eux-mêmes. Les dépassements en métaux lourds sont ponctuels, et relèvent d'une pollution « de fond » sur l'ensemble de la région, et dont le trafic routier n'est pas particulièrement émetteur.

Le territoire est sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone, avec des dépassements des valeurs limites (moyennes annuelles ou maximums sur plusieurs jours ou heures) : à proximité des axes routiers pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension, et de manière « globale » pour l'ozone.

Concernant les estimations des flux d'émissions de polluants sur les trois scénarii montre une diminution des polluants aussi bien dans le cadre du projet « au fil de l'eau » que de l'état projeté (2030).

Le projet n'est pas de nature à détériorer la qualité de l'air locale, au contraire, une diminution du trafic est mis en avant. De plus, l'évolution technologique du parc automobile considéré (véhicules plus performants et moins émissifs, ici à l'échelle nationale, mais en réalité le parc est propre au territoire) confirme la baisse de polluant engendré par le parc automobile.

Les polluants qui pourraient être jugés comme à enjeu (NOx, Ni et Cr) relèvent d'échelles plus larges que le projet d'étude, et donc de la gestion de la qualité de l'air au niveau du secteur des transports et des industries de la Métropole voire de la région PACA.

11. LIMITES DE L'ETUDE

▪ Limites des supports de mesures passifs

Ces types de supports sont retenus, conformément au guide de 2019 du Cerema car ils permettent de manière simple et rapide sur la zone d'étude de mesurer des concentrations moyennes sur plusieurs jours, pour un coût maîtrisé. Les résultats donnent une répartition spatiale d'un polluant donné, c'est à dire une description « semi-quantitative », un ordre de grandeur des concentrations qui permet de hiérarchiser les points de mesure. La circulaire précise que les incertitudes liées à ces mesures varient de 15 à 30% selon les fournisseurs et les composés mesurés. Le guide précise également que la mesure passive de particules (PM) n'offre pas de retour d'expérience fiable, aussi elle ne préconise pas de l'appliquer de manière systématique. C'est pourquoi cela n'a pas été réalisé ici, malgré le fait que les PM soient des polluants pertinents à mesurer pour qualifier une pollution émise par le trafic routier, et qu'ils représentent des enjeux sanitaires importants.

▪ Limites opératoires des mesures in situ

On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. La durée de mesure peut être également discutée (14 jours d'exposition au plus selon la norme NF S31-010 de décembre 1996). Les investigations de terrain sont ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont ainsi donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut être importante.

Les plaquettes de dépôt qui permettent de mesurer les retombées atmosphériques subissent l'action des intempéries : lessivage par la pluie, neutralisation par le givre ou la neige, et également le masquage par les chutes de feuilles ou autres dépôts.

De plus, le panel de mesures n'a pas pu être aussi large qu'envisagé à cause de la détérioration de matériel lors des deux campagnes de mesures

▪ Limites générales de méthode et conclusions

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister aux alentours.

Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet de vérifications.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique et du niveau d'étude prescrit.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peut survenir ultérieurement à la réalisation de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.

12. ANNEXE

12.1 ANNEXE 1 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR EN FRANCE (SOURCE : MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, CONSULTE LE 01/06/2020)

Tableau des normes Qualité de l'Air

OMS / UE / FR = origines des valeurs

DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Niveau critique pour la protection de la végétation (NO _x)	30 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³ (FR)	en moyenne horaire
Seuils d'alerte	400 µg/m ³ (UE)	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	ou à 200 µg/m ³ en moyenne horaire à j-1 et à j et prévision de 200 µg/m ³ à j+1 (FR)	

OXYDES D'AZOTE (NO _x)		
Niveau critique pour la protection de la végétation	30 µg eq NO ₂ /m ³	en moyenne annuelle

PARTICULES (PM ₁₀)		
Objectif de qualité	30 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m ³ (FR)	en moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m ³ (FR)	en moyenne sur 24 heures

PARTICULES (PM _{2.5})		
Objectif de qualité	10 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	20 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite 2015 pour la protection de la santé humaine	25 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

DIOXYDE de SOUFRE (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Niveau critique pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1 ^{er} octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

OZONE (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 5 ans)
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h (UE)	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	en moyenne horaire

MONOXYDE de CARBONE (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m ³ soit 10 000 µg/m ³ (FR)	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

BENZÈNE (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

MÉTALUX LOURDS			
Objectif de qualité	Plomb (Pb)	0.25 µg/m³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine		0.5 µg/m³ (UE)	
Valeur cible à compter de 2013	Arsenic (As)	6 ng/m³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀
	Cadmium (Cd)	5 ng/m³ (UE)	
	Nickel (Ni)	20 ng/m³ (UE)	

BENZO(A)PYRÈNE (B[A]P)		
Valeur cible à compter de 2013	1 ng/m³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀

Définitions des normes Qualité de l'Air

Objectif de qualité : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble;

Valeur cible : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné ;

Valeur limite : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble;

Seuil d'information et de recommandation : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates;

Seuil d'alerte : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

NOTE SYNTHÉTIQUE

SAS Theodora – Marseille / Octobre 2021

Theodora

Projet Hub Urbain Théodora Etude d'accessibilité



Sommaire

Contexte et objectifs

Accessibilité du projet – situation actuelle et situation de référence des trafics

Situation projet

Programmation et hypothèses

Estimation des flux générés
par le site et impacts

Impacts stationnement et
mesures d'accompagnement

Synthèse

Annexes



Contexte et objectifs



Contexte et objectifs



Le projet **Théodora** est un projet mixte à dominante tertiaire de près de **37'000m²** surface de plancher destinée à :

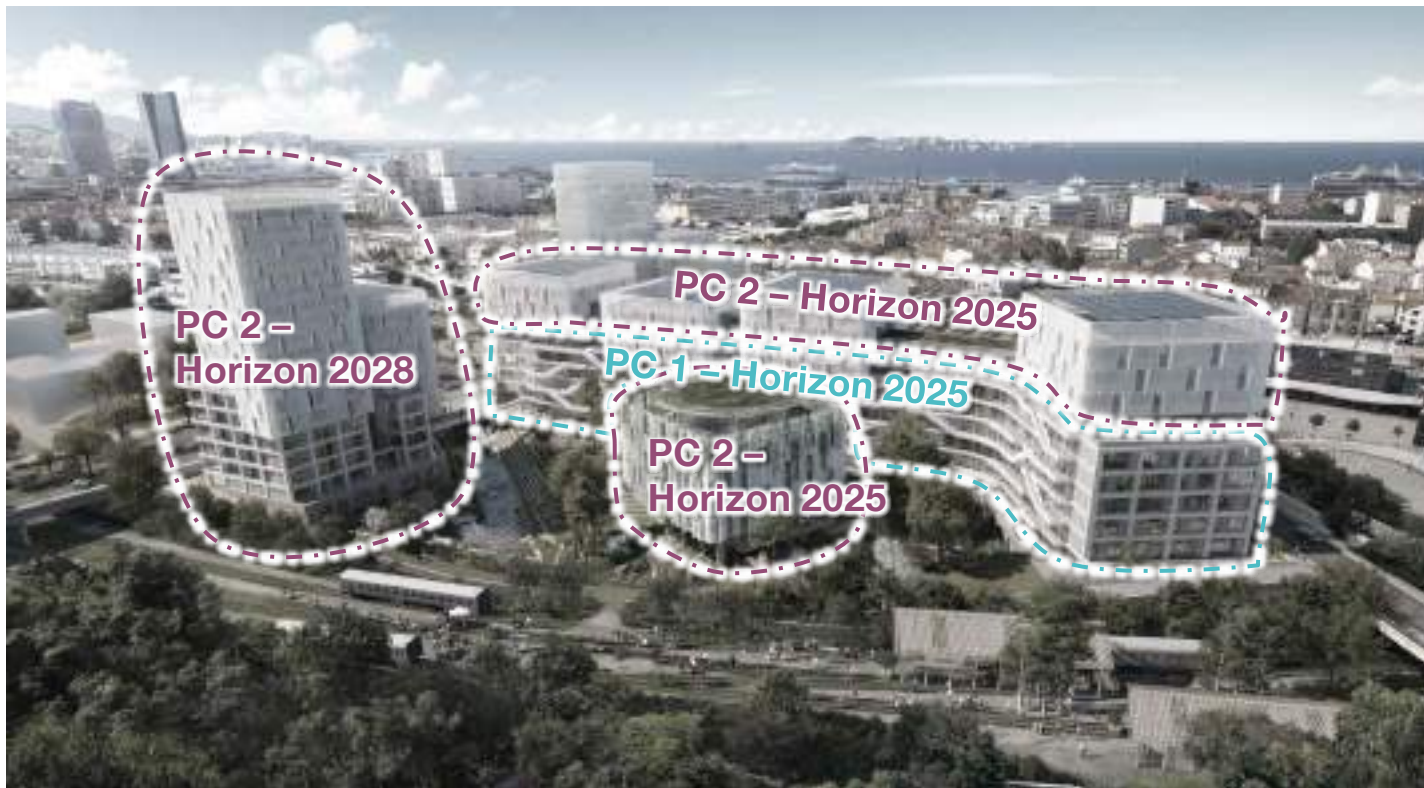
- des bureaux,
- des commerces et activités (restaurants, café, salle de sport, etc.),
- des habitations en coliving pour 150 habitants,
- des espaces de formation et une crèche.

Il est prévu dans le secteur Gèze-Cabucelle à proximité du PEM de Gèze à Marseille, secteur à forte mutation que ce soit en termes de développements urbains ou de requalification d'axe et d'espaces publics (projet Euroméditerranée).

Les **objectifs** de cette étude sont ainsi les suivants :

- Qualifier **l'accessibilité générale** du site par les différents modes de transport
- Déterminer **l'impact du projet Théodora sur le réseau routier**
- Estimer les besoins en **stationnement** du projet et **son adéquation avec l'offre prévue**
- De proposer **des mesures pour accompagner le projet**

Le projet Théodora



Le projet Théodora va se faire en plusieurs étapes :

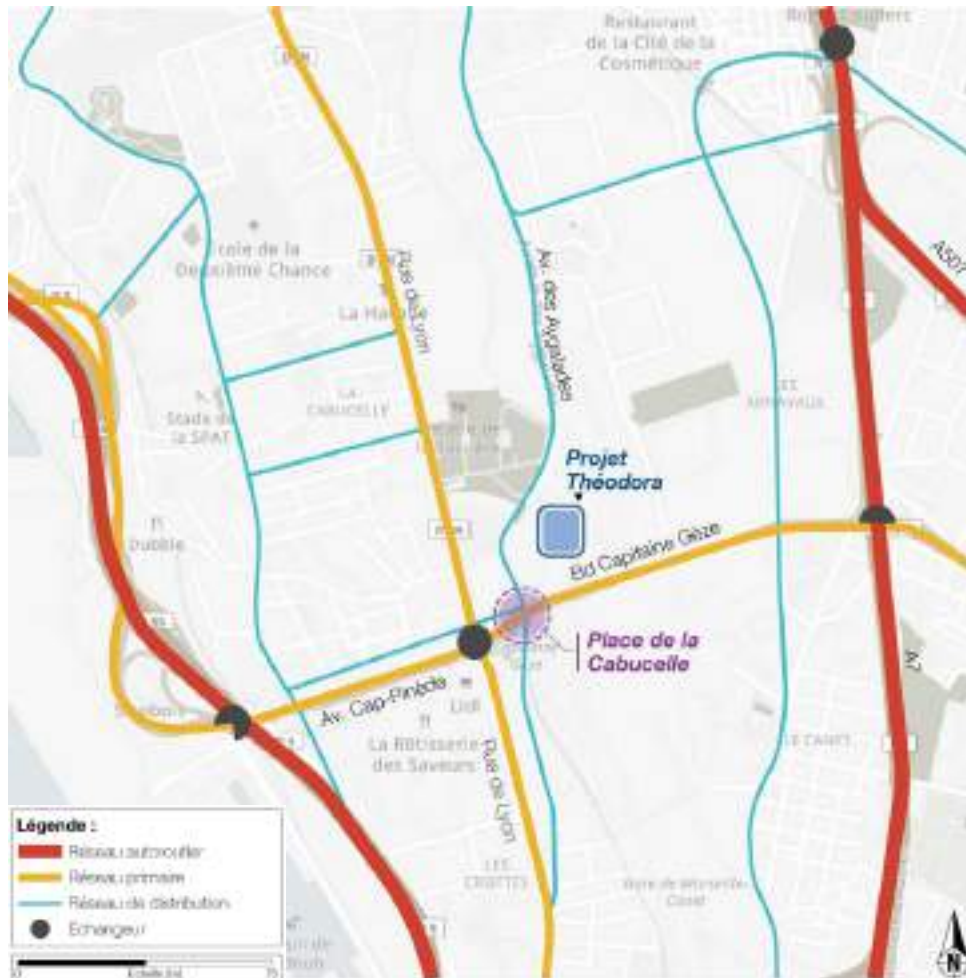
- 2 permis de construire déposés
- 2 horizons de construction 2025 pour la première phase, 2028 pour le bâtiment au sud directement sur le boulevard Gèze

Un horizon étudié dans la présente étude, après 2028, quand l'ensemble des usagers du projet seront présents sur site.

Accessibilité du projet – situation actuelle et situation de référence des trafics



Hiérarchie réseau viaire



- Pour ce qui est de l'accessibilité du site Théodora en voiture, **l'accès depuis le réseau autoroutier (A7, A507 & A55) se fait principalement par le Boulevard Gèze et l'Av. Cap-Pinède ainsi que par l'Av. Ibrahim Ali.** L'accès depuis les quartiers du centre-ville de Marseille se fait par la rue de Lyon
- **La démolition de la passerelle Gèze (été 2020)** a constitué une étape de requalification de l'Av. Cap-Pinède – Gèze, qui représente un axe majeur de transit Est-Ouest entre les autoroutes A7 et A55, et qui croise la Rue de Lyon et l'Av. Ibrahim Ali.

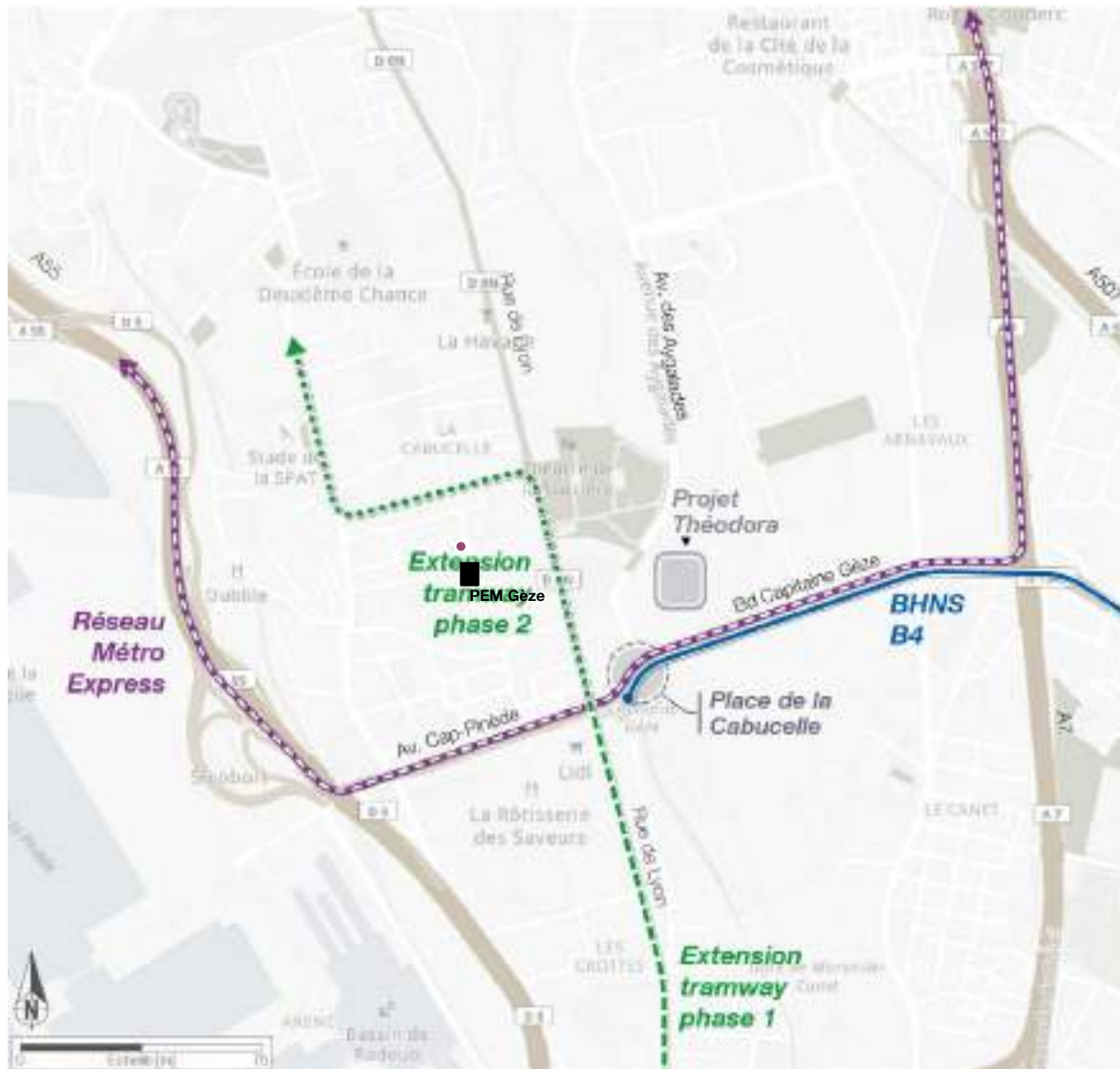
Un site bien connecté au réseau routier structurant

Transports collectifs (TC) en situation actuelle



- Le **PEM Gèze**, nœud de transports en commun majeur à l'échelle de la ville situé à moins de 100m, garantit au site un niveau de desserte excellent.
- Il est desservi :
 - par le **métro M2** (fréquence allant jusqu'à 3 minutes pendant l'heure de pointe)
 - par le bus à haut niveau de service (**BHNS**) **B2** circulant sur la Rue de Lyon (fréquence allant jusqu'à 6 minutes pendant l'heure de pointe).
 - par des **lignes de bus locales ou de rabattement**, assurant notamment les liaisons vers le nord et l'est et desservant également le PEM Gèze (fréquences allant jusqu'à 6-8 minutes pendant l'heure de pointe).

Projets Transports collectifs (TC)

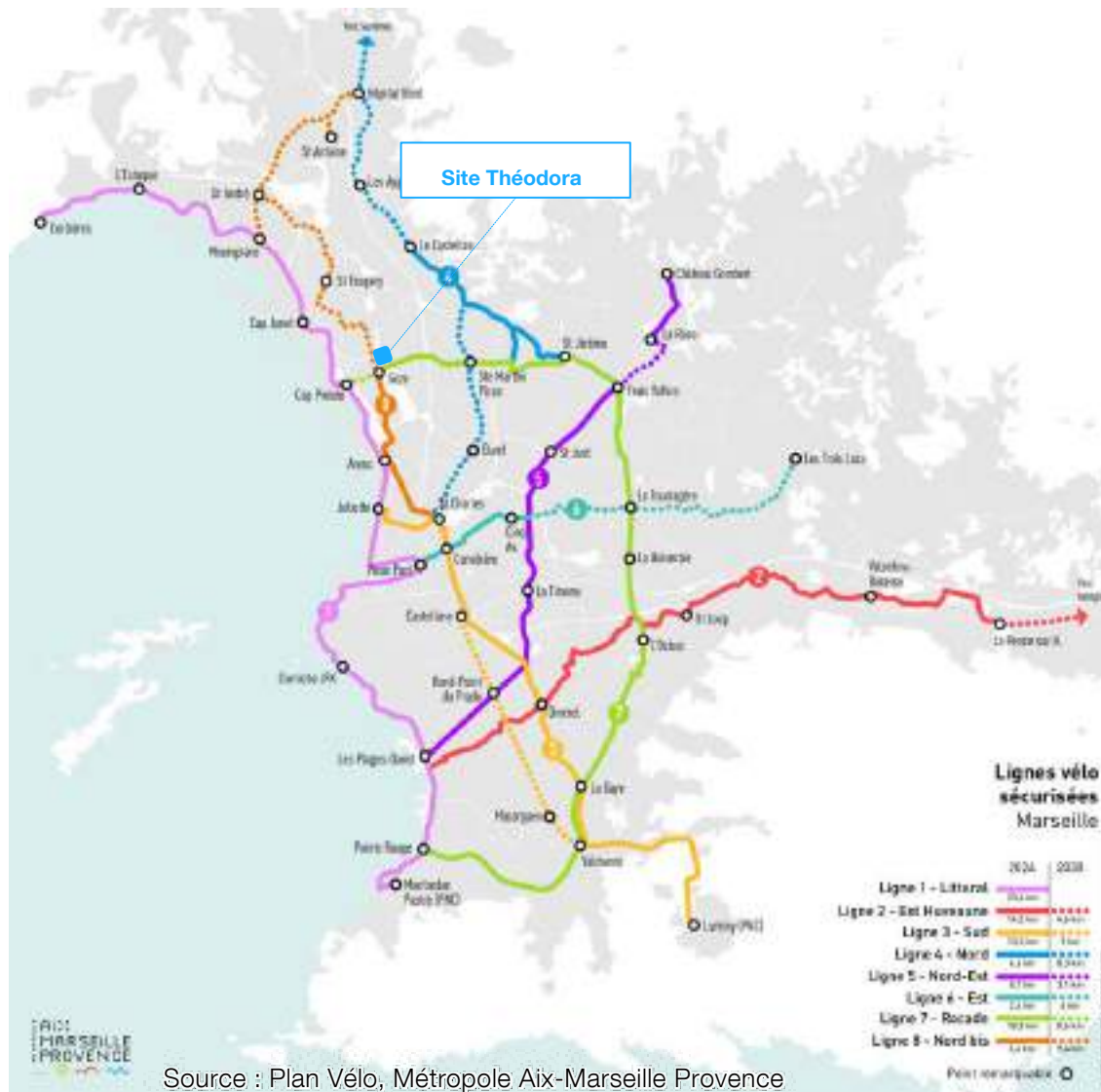


A l'horizon du projet, cette offre va encore se renforcer :

- Création du **BHNS B4** reliant Gèze aux quartiers à l'est du centre-ville et au terminus du métro M1 de la Fourragère ;
- **Extension du tramway** jusqu'à Gèze et la Cité de Castellane (Horizon 2025) , la deuxième phase entraînant également une réorganisation des lignes de bus locales ;
- Introduction du **réseau métro express** comprenant des lignes de bus express reliant le PEM Gèze avec Aix, Vitrolles, Martigues,...

Une très bonne desserte en transports en commun dans le futur.

Projets cyclables à l'échelle de Marseille



En situation prospective, le site se trouvera au croisement des lignes 7 (Rocade) et 8 (Nord bis) du Plan Vélo. Ainsi, en 2025, **le site Théodora sera relié au centre-ville de Marseille ainsi qu'aux quartiers Nord-Est** (Ste Marthe, St Jérôme,...) .

Une bonne desserte future au réseau cyclable structurant de Marseille.

Projets cyclables à l'échelle du quartier

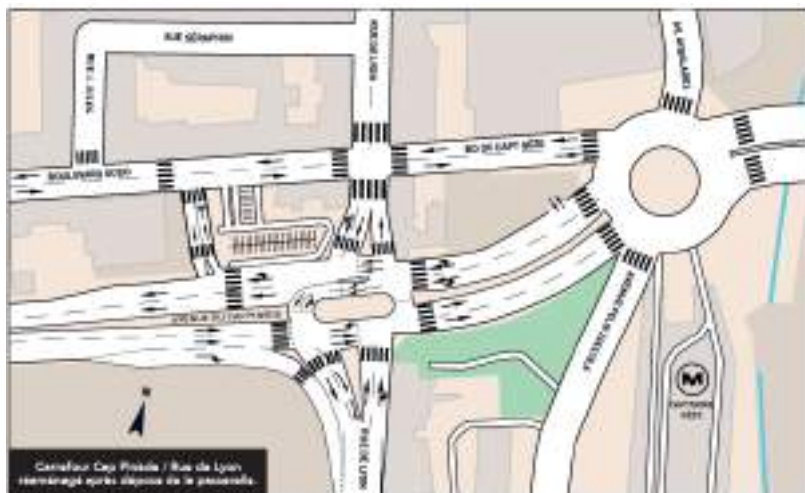


Source : Métropole Aix-Marseille Provence

- **En situation actuelle, aucun aménagement cyclable** n'est identifié dans le secteur de Gèze-Cabucelle aux abords du site Théodora.
- En situation projetée en plus des itinéraires structurants, des aménagements seront réalisés dans le cadre des projets urbains Euroméditerranée.

Une desserte cyclable qui va s'améliorer fortement avec l'urbanisation du secteur.

Une place de la Cabucelle en complète métamorphose



Aménagement Temporaire, source la métropole cadre de vie



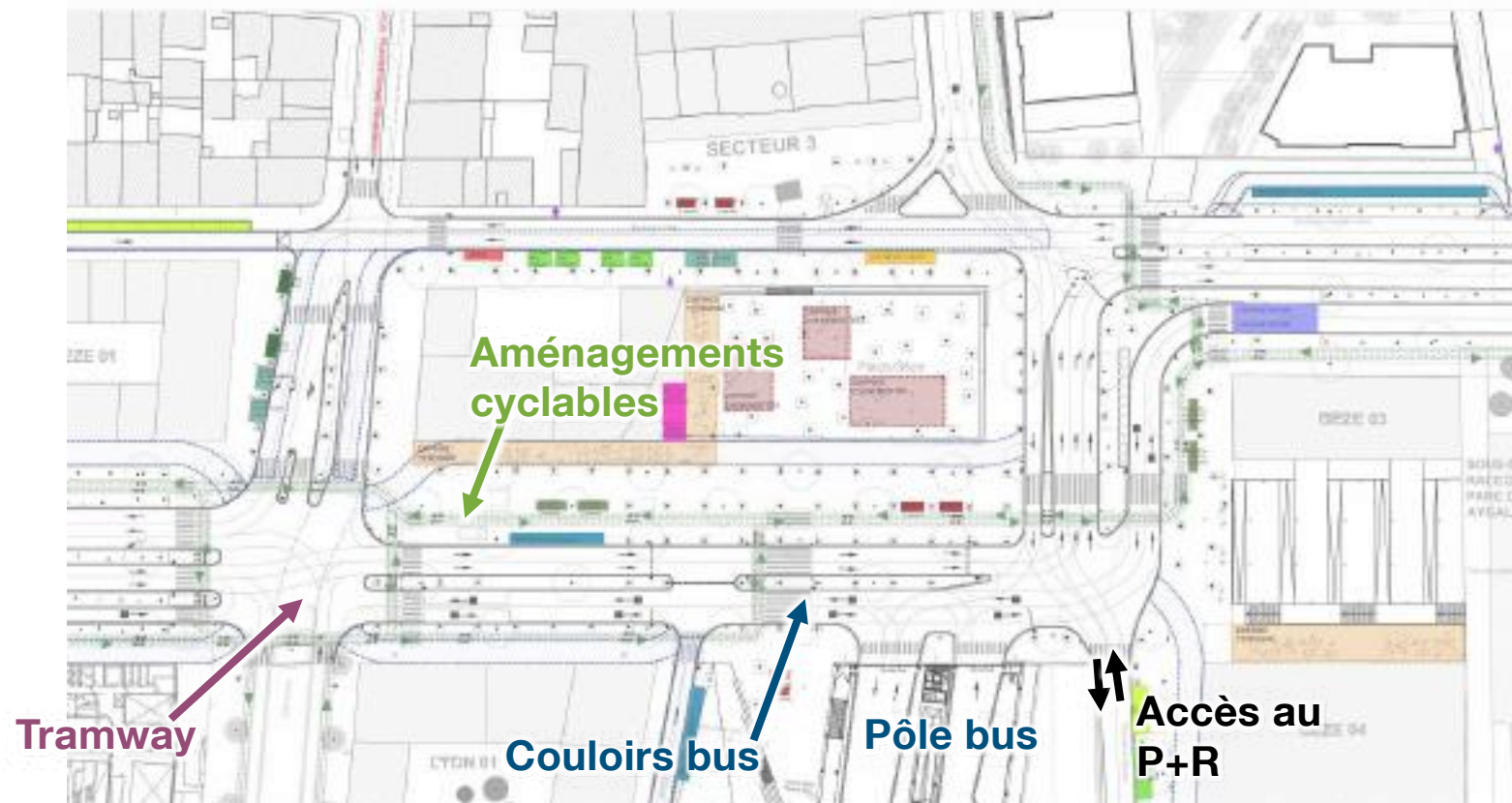
Aménagement avec Tramway, plan AVP, Theodora SMART CAMPUS, février 2021

À l'horizon du projet, la place de la Cabucelle est vouée à fortement évoluer tout comme l'axe Gèze-Cap de la Pinède (AVP en cours).

L'axe sera caractérisé par une réduction globale de la capacité et plusieurs réaménagements seront prévus sur la place :

- un réaménagement temporaire suite à la démolition de la passerelle et en attendant l'arrivée du tramway (en cours aujourd'hui) ;
- un aménagement de la place avec l'arrivée du tramway sur la rue de Lyon jusqu'au bd du capitaine Gèze (horizon 2025), d'abord sans le couloir bus, puis à l'horizon 2028, un réaménagement ponctuel de l'ouest pour le prolongement du tramway jusqu'à la rue de Lyon au nord, **c'est cette situation à terme qui est prise en compte dans la présente étude**

Aménagement à terme de la place de la Cabucelle



Un aménagement prévu de la place pour la rendre plus multimodale avec :

- Le passage du tramway et des voies bus sur le boulevard en accès au pôle bus
- Des aménagements cyclables
- Des traversées piétonnes confortables
- Les circulations voitures organisées en place tournante

Source : PRO du 06/10/2021,
Euroméditerranée

Demande de trafic dans le secteur sans le projet

Plusieurs situations de trafics étudiées sur le secteur :

Situation
Passée

Mars 2020 - Comptages réalisés en mars 2020 avant destruction de la passerelle

Evolution
offre routière

Evolution
demande
routière

Passerelle
existante

Situation
«Actuelle»

Fin 2020 – pas de données de comptage mais une estimation a été réalisée dans l'AVP de l'axe Gèze-Cap Pinède d'Euroméditerranée

Passerelle
supprimée

Moyen
terme

2025 avec l'arrivée du tramway jusqu'à l'axe Gèze-Cap Pinède – estimée dans l'AVP de l'axe

Passerelle
supprimée /
intégration
plan guide
Euromédite
rranée

Prise en
compte de
la ZAC du
Littoral,
Euromedit
erranée

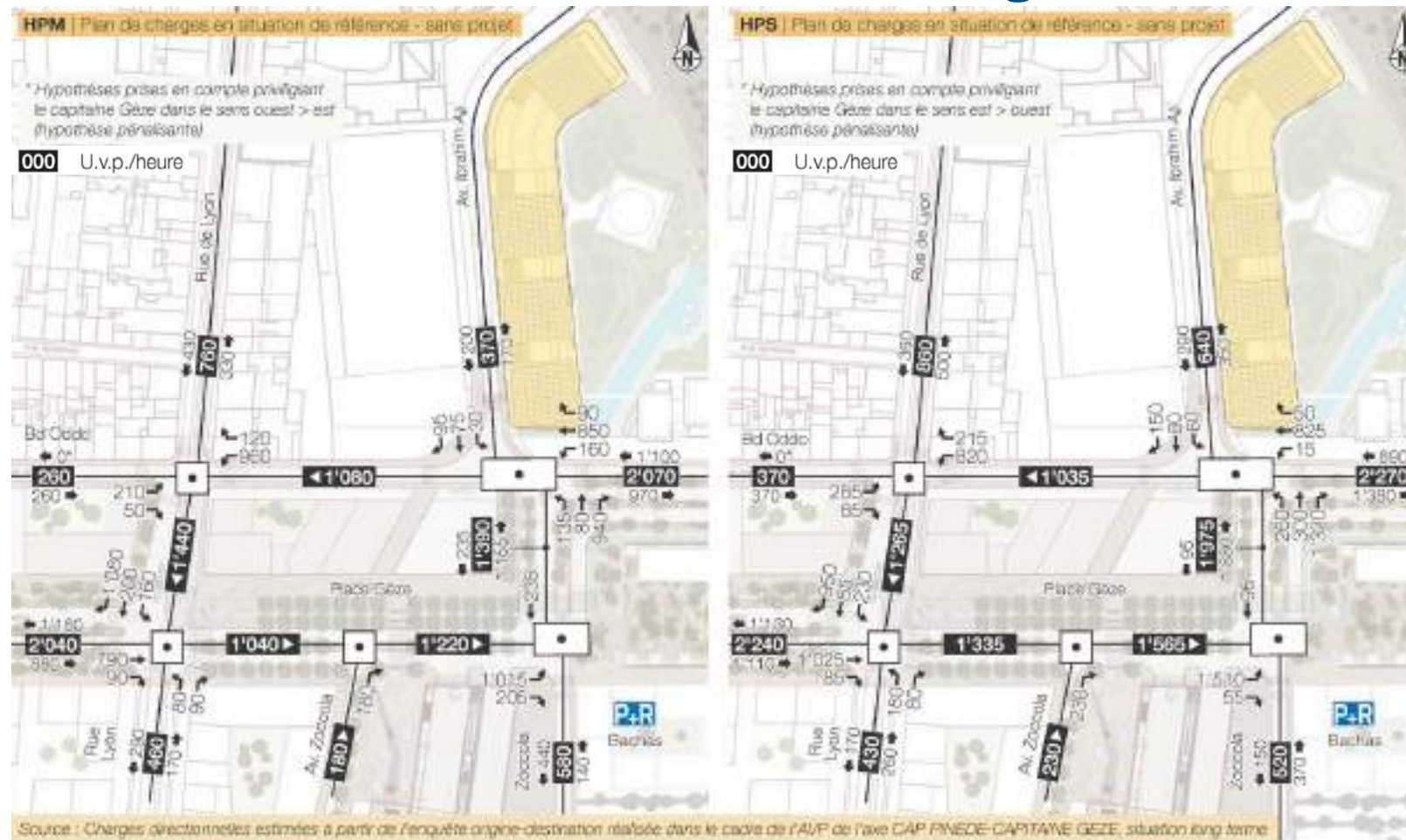
Long
terme

2028-2030 avec le prolongement du tramway au nord de l'axe – estimée dans l'AVP de l'axe

Une situation de référence pour le projet correspondant à la situation long terme de l'AVP de l'axe Gèze-Cap Pinède permettant d'appréhender la situation des trafics sur le secteur sans le projet Théodora à son horizon d'achèvement.

Source : AVP de la requalification de l'axe cap Pinède-capitaine Gèze, Euroméditerranée

Situation de référence - Charges de trafic



À l'horizon du projet, il est estimé que l'axe structurant Gèze supportera un trafic considérable jusqu'à 2300 uvp/h en section (300 véhicules de moins qu'en 2020 avant destruction de la passerelle). L'av. Ibrahim Ali, quant à elle, sur laquelle se fait l'accès du projet accueillera un trafic mesuré offrant des réserves.

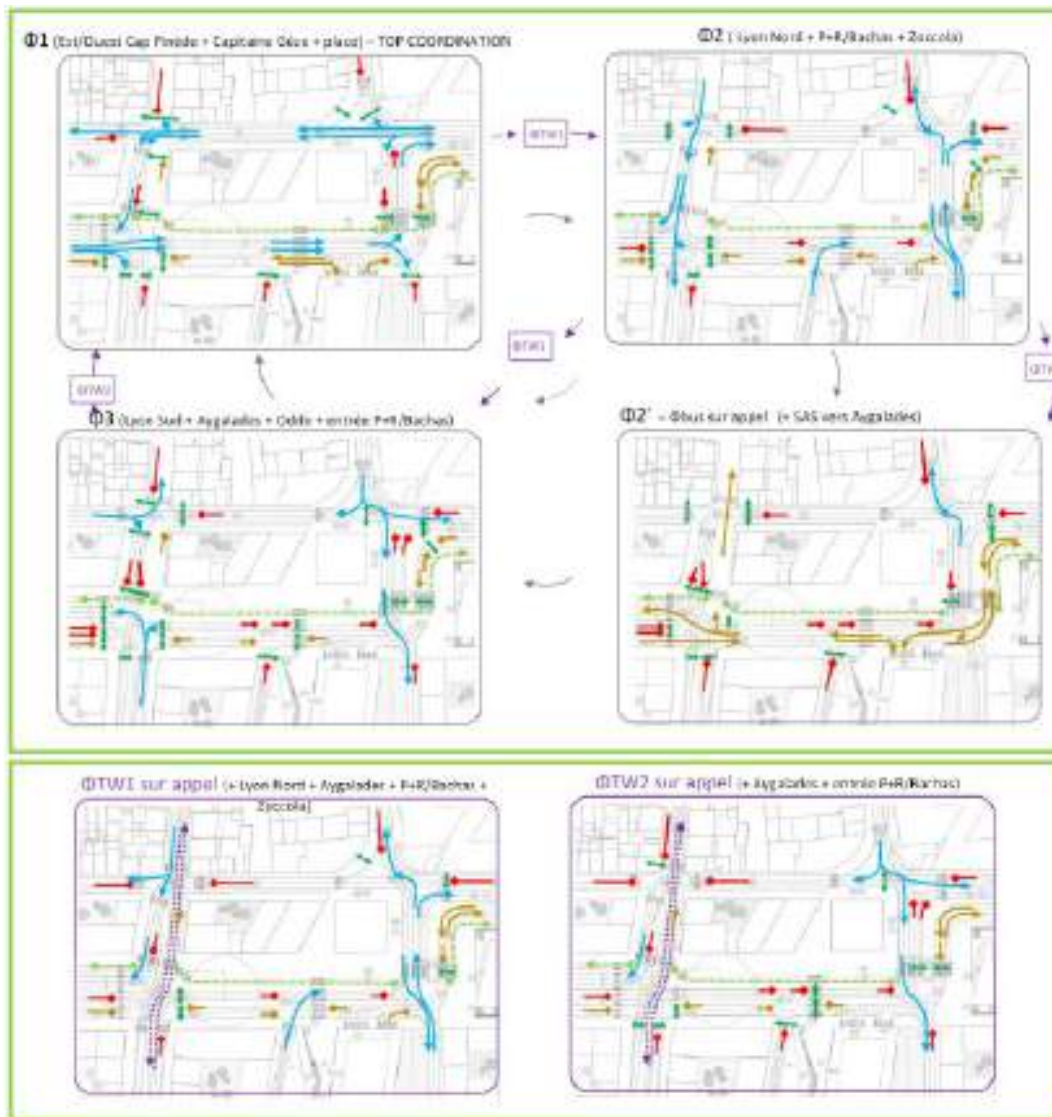
u.v.p. : unité de véhicule particulier tenant compte de l'emprise utilisée sur la chaussée, une voiture = 1, un poids lourd = 2

HPM/HPS = heure de pointe du matin et du soir

16.12.2021 TRANSITEC 9533_200-pre-sml-mde-theodora-accessibilité-v6.pptm

Theodora

Situation de référence - Fonctionnement du carrefour



Un fonctionnement de la place de la Cabucelle en situation de référence (ci-contre) avec :

- 3 phases voitures ;
- 1 phase bus sur demande en accès au pôle ;
- 2 phases tramway potentielles sur demande.

Le fonctionnement du carrefour en situation de référence a été analysé avec les hypothèses suivantes :

- Cycle de 100s
- Vitesses des véhicules 15m/s, bus 10 m/s, tram 7m/s (arrêt en amont)
- Des temps de dégagement suffisants pour que les véhicules traversent l'ensemble du carrefour pendant les phases 1 et la phase bus
- Une phase bus à chaque cycle (présence du PEM et une fréquence tramway à 10 minutes)

En situation de référence, le carrefour sera saturé, une partie de la demande routière n'arrivera pas à s'écouler

- HPM, capacité utilisée* du carrefour estimée à 120%
- HPS, 125%

Des reports de trafic seront engendrés : modaux, spatiaux (itinéraires alternatifs) et temporels (étalement des heures de pointe)

Source : AVP de la requalification de l'axe cap Pinède-capitaine Gèze, Euroméditerranée

capacité utilisée du carrefour = rapport entre la demande (temps de vert nécessaire pour écouler le trafic) et l'offre (temps de vert disponible)

Offre de stationnement

En situation actuelle, **l'offre existante en termes de places de stationnement à proximité du site Théodora** se compose :

- **PEM Gèze** : Parking-relais intégré avec une capacité maximale de 615 véhicules ;
- **Places de stationnement sur voirie** dans le secteur :
 - ~50 places de stationnement sur une aire de stationnement immédiatement à l'ouest de la place de la Cabucelle ;
 - ~30 places de stationnement sur voirie sur le Boulevard Gèze/Boulevard Oddo à l'ouest de la place de la Cabucelle ;
 - D'autres places de stationnement sur voirie sur la Rue de Lyon (considérées trop loin du site).

En situation projetée, un parking silo de 1'000 places est prévu par Bouygues dans le secteur des fabriques.



Qualification générale de l'accessibilité

- **Le site Théodora se trouve à proximité immédiate du PEM Gèze, un des principaux pôles d'échange de Marseille**, qui sera connecté à partir de 2025 à des lignes de tramway et de métro vers le centre-ville, des lignes de BHNS vers les quartiers Nord et en rocade et des lignes métro express vers les polarités métropolitaines Nord.
- **L'accessibilité en voiture est directe sur le réseau structurant**, avec des accès quasi-directs depuis les autoroutes A7/A507 et A55, **elle sera plus difficile en heure de pointe avec les congestions à prévoir sur l'axe Gèze**.
- **Les aménagements cyclables aujourd'hui peu développés vont se déployer** et le site se trouvera à la convergence de deux axes structurants.

Dans l'ensemble, le site présente donc une bonne connexion au réseau routier mais surtout une très bonne accessibilité par les modes alternatifs. Il s'agit donc d'un secteur attractif pour y implanter un projet urbain et ce d'autant si des mesures d'incitation à l'usage des modes alternatifs y seront développées.

Situation projet



Situation projet

Programmation et hypothèses



Programmation du projet Théodora

Usage	Typologie d'activité	Surface de plancher (m²)
Hospitalité	Logements	5 600
Bureaux	Bureaux traditionnels	14 700
	Service Center	5 200
	Coworking	4 200
	FABLAB/SHOWROOM	600
Services ERP	Commerces (Epicerie/Circuit Court)	180
	Restaurant	400
	Café/Take-away	550
	Salle de sport	400
	Espace Gaming	300
	Espace de soins / Paramédical	180
	Crèche	430
Formation	Formation	4 123
		36 863

	Ratios retenus
Call center	1 pl./ 5m²
Bureaux paysagers	1 pl. / 10m²
Bureaux individuels	1 pl. / 20m²
Ratio global	1pl. employé/ 18m²

Le projet Théodora est un projet mixte à dominante tertiaire, il générera au total :

- environ 1'425 emplois dont 1'375 pour les bureaux seuls soit 1'165 employés présents/jour ;
- 150 habitants ;
- Et de nombreux visiteurs liés aux commerces et activités.

Pour estimer ces effectifs ainsi que les flux générés, des ratios ont été utilisés liés à la programmation du site, aux données socio-économique du secteur et aux retours d'expériences (détails en annexe).

Pour les bureaux, principal pôle générateur du projet, le ratio de 18m²/emploi a été appliqué, relativement élevé en raison de bureaux partagés et d'un call center cf figure ci-contre.

Hypothèses de calcul

- **Afin de déterminer le trafic généré par le projet Théodora, les hypothèses de calcul suivantes ont été retenues :**
 - **H1 - Répartition géographique des pendulaires** : basée sur les données pendulaires publiées par l'INSEE.
 - 76% des pendulaires du site* habitent dans la ville de Marseille ;
 - 24% des pendulaires du site habitent dans d'autres communes de l'agglomération Aix-Marseille ;
 - Pour les pendulaires habitants à Marseille, une répartition proportionnelle à travers les arrondissements en fonction de la population est admise.

* Basé sur les flux des pendulaires travaillant dans les 14ème et 15ème arrondissements

Hypothèses de calcul

- **H2 - Répartition modale** : basée sur l'accessibilité du site.
 - Pour les pendulaires et les résidents, une part modale de la voiture qui est déterminée en fonction de leur provenance, sur la base d'hypothèses volontaristes valorisant une meilleure desserte en modes alternatifs à la voiture à terme
 - Part modale en véhicule particulier (VP) à l'horizon projet des pendulaires à 45 % et des résidents à 38%
- **H3 – Distribution des flux routiers** : Distribution des flux de trafic générés par le site Théodora sur les quatre axes d'accès en fonction du temps de parcours depuis le barycentre des arrondissements, en se basant sur la répartition géographique des pendulaires selon l'hypothèse de calcul H1.

Situation projet

Estimation des flux générés par le site et impacts



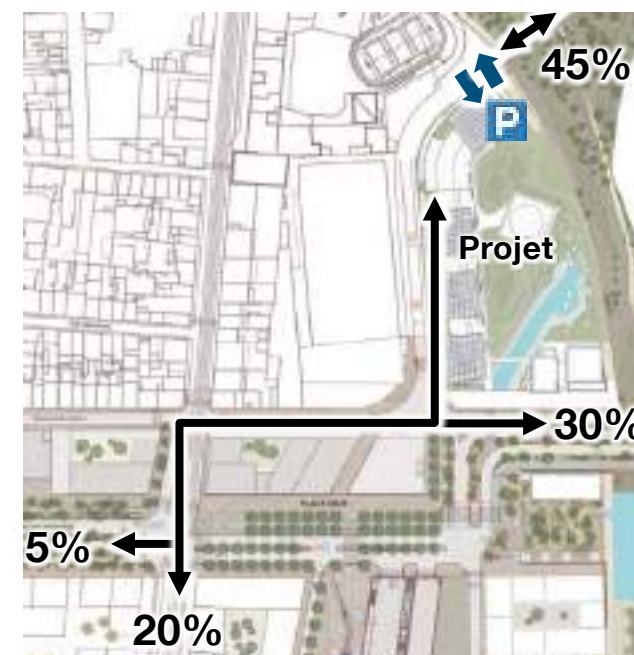
Trafic généré par le projet

En se basant sur les hypothèses énoncées ci-dessus, **le trafic généré en jour ouvré par le projet Théodora est estimé à environ 300 véhicules/heure en heure de pointe.**

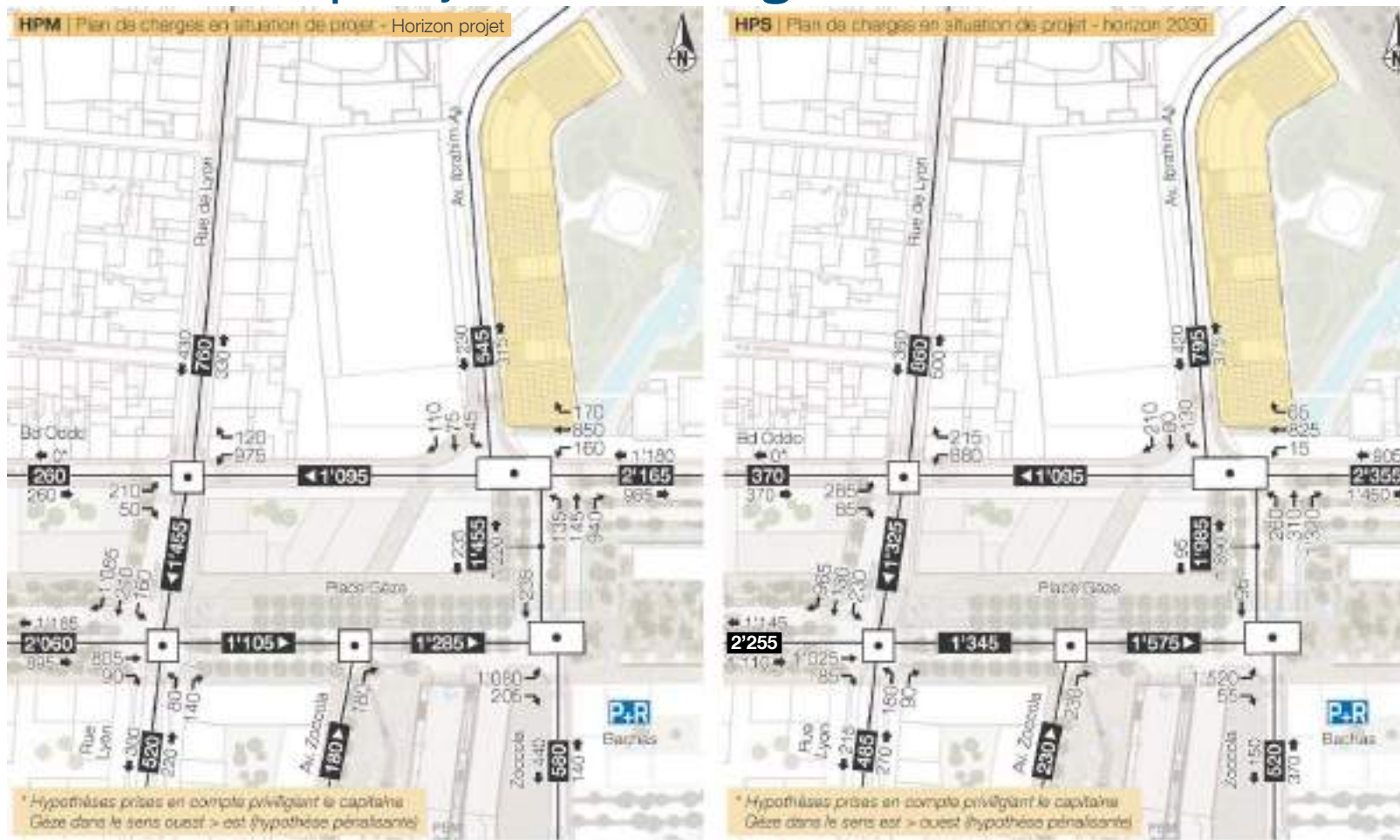
SYNTHESE	Trafic en véh/h
Trafic attiré à l'HPM en nombre de véhicules	260
Trafic emis à l'HPM en nombre de véhicules	45
Trafic attiré à l'HPS en nombre de véhicules	45
Trafic emis à l'HPS en nombre de véhicules	235

Le trafic se répartit ensuite sur le réseau selon l'hypothèse H1, soit :

- 45% en lien avec Ibrahim Ali nord
- 30% en lien avec Bd Oddo Est
- 20% en lien avec Lyon Sud
- 5% en lien avec Bd Gèze Ouest



Situation projet - Charges de trafic



Avec le projet, la structure du trafic évoluera peu, le trafic sur l'axe Gèze restera dans les mêmes ordres de grandeur que la situation de référence. Les flux vont principalement augmenter sur Ibrahim Ali.

Les évolutions par rapport à la situation de référence sont représentées dans le tableau de la page suivante.

u.v.p. : unité de véhicule particulier tenant compte de l'emprise utilisée sur la chaussée, une voiture = 1, un poids lourd = 2

HPM/HPS = heure de pointe du matin et du soir

16.12.2021 TRANSITEC 9533_200-pre-sml-mde-theodora-accessibilité-v6.pptm

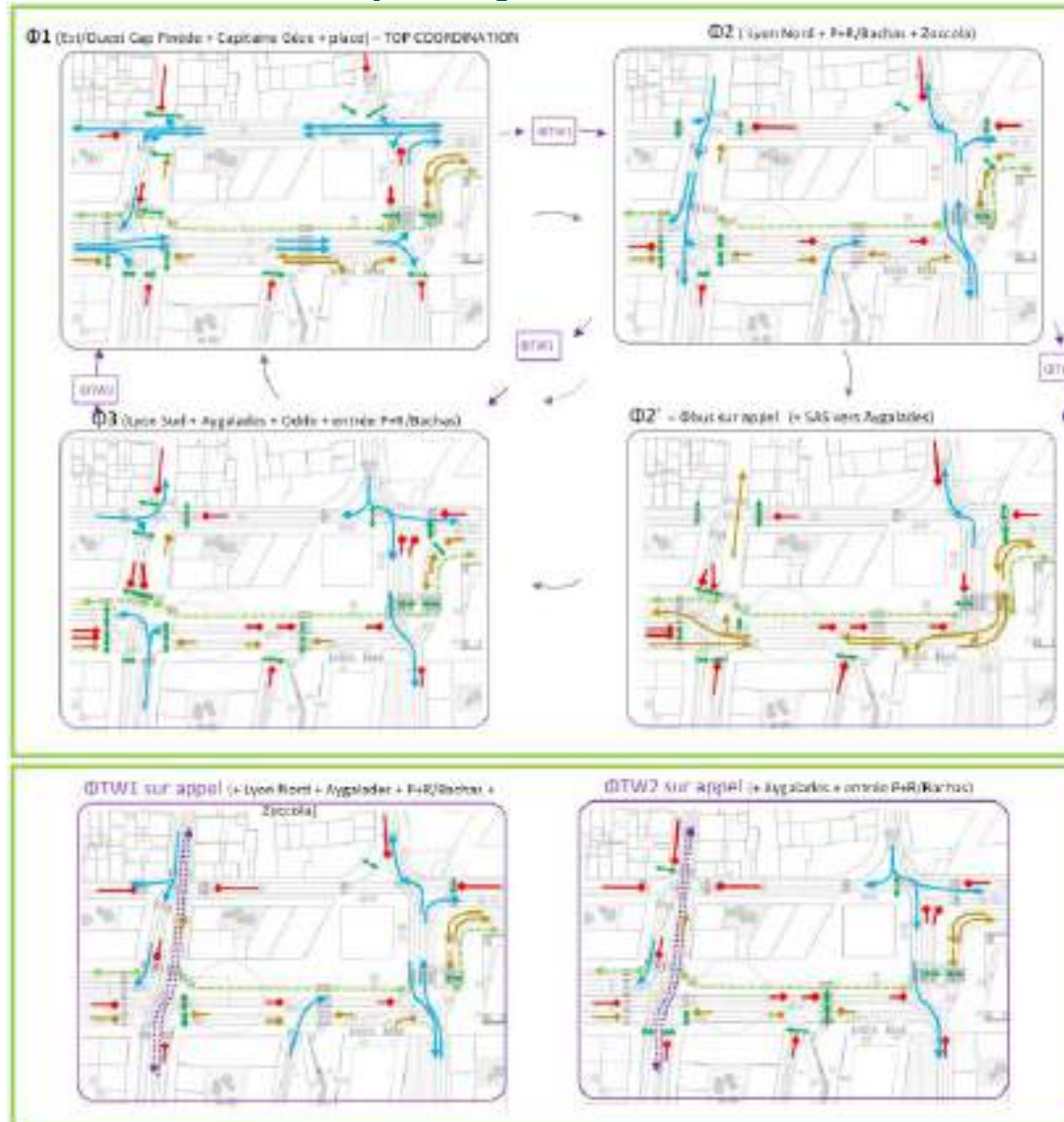
Theodora

Situation projet - Charges de trafic

Heure de pointe du matin (HPM)	Trafic généré par le projet [uvp/h]	Charges de référence (sans projet) [uvp/h]	Augmentation du trafic liée au projet Théodora [%]
Av. Ibrahim Ali Nord	+135	370	+36%
Av. Ibrahim Ali Sud	+175	370	+47%
Bldv Oddo Est	+95	2070	+5%
Bldv Gèze Ouest	+20	2040	+1%
Rue de Lyon Sud	+60	460	+13%
Heure de pointe du soir (HPS)	Trafic généré par le projet [uvp/h]	Charges de référence (sans projet) [uvp/h]	Augmentation du trafic liée au projet Théodora [%]
Av. Ibrahim Ali Nord	+130	640	+20%
Av. Ibrahim Ali Sud	+155	640	+24%
Bldv Oddo Est	+85	2270	+4%
Bldv Gèze Ouest	+15	2240	+1%
Rue de Lyon Sud	+55	430	+13%

- **Des augmentations de trafic relativement mesurées sur les axes du périmètre excepté sur l'avenue Ibrahim Ali qui accueille les accès du parking.**
- Une avenue Ibrahim Ali susceptible de voir son trafic augmenter de près 50%, avec près de 800 véh./h projetés. Un trafic projeté toutefois en accord avec le rôle de l'axe et son calibrage.
- Un fonctionnement projeté de la place de la Cabucelle à préciser.

Situation projet - Fonctionnement du carrefour



Le fonctionnement du carrefour en situation de projet a été analysé avec la même méthodologie qu'en situation de référence.

En situation projet, le carrefour sera également saturé, une partie de la demande routière n'arrivera pas non plus à s'écouler comme en situation de référence

- HPM, capacité utilisée estimée à 125% (+5% par rapport à la situation de référence)
- HPS, 130% (+5%)

Les flux générés augmentent légèrement la saturation du carrefour, la situation varie faiblement par rapport à la situation de référence.

La saturation est provoquée par le fait que c'est un carrefour multimodal complexe avec des temps de dégagements importants, des phases spécifiques pour les bus et le tramway tout en ayant toujours une demande automobile forte à écouler

Source : AVP de la requalification de l'axe cap Pinède-capitaine Gèze, Euroméditerranée
 capacité utilisée du carrefour = rapport entre la demande (temps de vert nécessaire pour écouler le trafic) et l'offre (temps de vert disponible)

Synthèse – Circulation

- En termes de circulation automobile, le projet aura un impact relativement mesuré sur l'environnement immédiat.

Situation projet

Impacts stationnement et mesures d'accompagnement



Règlementation du PLU du stationnement – Estimation du bureau d'étude

Selon le PLU de Marseille, le projet se situe dans une zone de bonne desserte (ZBD) en Zone UEb2 zones d'activités économiques dédiées, les exigences en stationnement voitures sont :

■ Bureaux :

Minimum 1 place par tranche de 125 m² de SDP entamée ;

Maximum 1 place par tranche de 50 m² de SDP entamée.

■ Artisanat, Commerce, Services :

- Restaurant : minimum 1 place par tranche de 60 m² de SDP entamée au-delà de 250 m² ;
- Commerce : minimum 1 place par tranche de 125m² de SDP entamée au-delà de 250 m².

■ **La zone UEb2 ne permet pas la création de logements, le PLU devra donc évoluer.** Pour l'estimation, les valeurs de la zone UB3 voisine sont prises comme référence :

Minimum 1 place par logement ou pour 3 places d'hébergement.

Règlement	Minimum exigé	Maximum possible	Projet
Bureaux	198 pl.	494 pl.	
Restaurant	3 pl.	Non fixé	
Commerces	15 pl.	Non fixé	
Formation	Au besoin soit 33 pl.	Non fixé	
Logements	50 pl.	Non fixé	
Total	299 pl.	494 pl. (bureaux)	374 pl.

Le stationnement projeté dans le projet répond bien aux exigences du PLU avec 374 places prévues pour une norme minimale à 299 places.

Règlementation du PLU du stationnement – Estimation de la maîtrise d'ouvrage (1/2)

La maîtrise d'ouvrage fera en effet évoluer la réglementation du PLU dans la zone vers une norme sUeE2 pour les logements (contrairement au calcul précédent). Avec cette norme, la maîtrise d'ouvrage a estimé le stationnement voiture, deux roues motorisés et vélos ainsi :

VOITURES

ACTIVITE PROJET	SDP	SOUS-DESTINATION REGLEMENTAIRE
CAFE/TAKE AWAY	550	RESTAURATION
RESTAURANT	400	
FAB LAB	400	COMMERCES DE DETAILS ACTIVITES DE SERVICES
SALLE DE SPORT	400	
ESPACES SOINS/PARAMEDICAL	140	
ESPACE GAMING	300	
EPICERIE SOLIDAIRE/CIRCUIT COURT	180	
POINT RELAIS COLIS	30	
SHOW ROOM (ERP)	200	BUREAU
CO-WORKING (ERP)	4200	
BUREAUX TRADITIONNELS	14700	BUREAU
CALL-CENTER	5200	
FORMATION	4100	ETABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT, DE SANTE ET D'ACTION SOCIALE
CRECHE	430	
CO-LIVING	5600	HEBERGEMENT

BASE REGLEMENTAIRE	CALCUL REGLEMENTAIRE
UEb2	1/60m ² au-delà de 250m ²
UEb2	1/125m ² au-delà de 250m ²
UEb2	1/125m ² mini 1/50m ² maxi
UEb2	1/125m ² mini 1/50m ² maxi
UEc2	A adopter
sUeE2	1/70m ² mini 2/logement maxi

BESOIN REGLEMENTAIRE MINI	POSSIBILITE REGLEMENTAIRE MAXI
12	non réglementé
30	non réglementé
36	88
160	398
non réglementé	non réglementé
80	62

SOUS-TOTAL MINI	SOUS-TOTAL MAXI
298 p.	548 p.

Une estimation cohérente avec l'estimation précédente.

Règlementation du PLU du stationnement – Estimation de la maîtrise d'ouvrage (2/2)

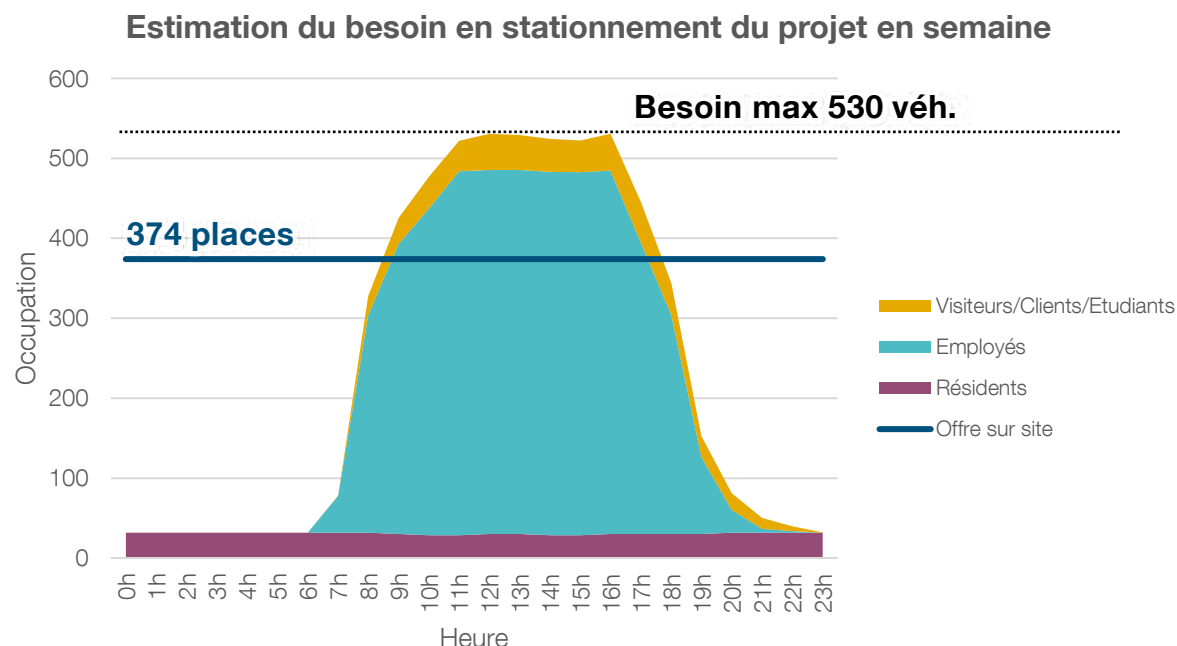
DEUX-ROUES MOTORISES

VELOS

Estimation des besoins en stationnement

Les usagers du stationnement seront multiples sur le site, certains liés à des usages privés (employés des bureaux, commerces et services, résidents) et d'autres publics (visiteurs des différentes activités et clients).

Le besoin en stationnement a été estimé sur toute une journée en semaine en fonction de leur présence sur le site.

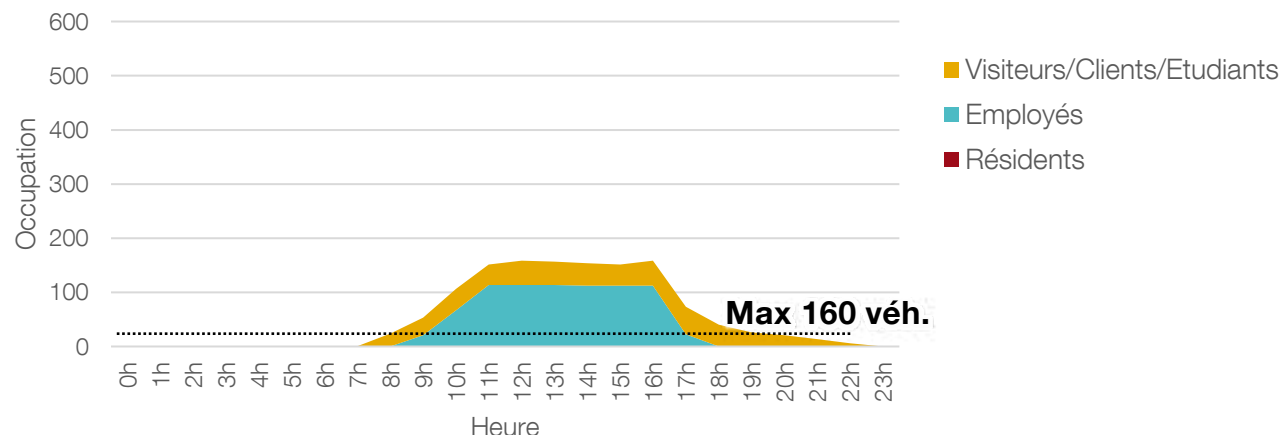


Au global, le besoin maximal en stationnement des usagers du site sera de 530 véhicules à 12h et 16h. Par type d'utilisateur le besoin maximal est donné dans le tableau suivant :

	Besoin max	Moment de la journée
Résidents	32 véh.	La nuit
Employés	455 véh. (dont 437 pour les bureaux)	Matin et après-midi
Visiteurs / clients / étudiants	51 véh.	Milieu/fin d'après-midi

Synthèse sur les besoins en stationnement

Estimation du besoin en stationnement en dehors du site en semaine



- Un besoin en stationnement de 530 véhicules correspondant à une offre nécessaire de 545* places si l'ensemble est géré sur le site.
- Sur le site, un parking de 374 places automobiles prévu qui répond au PLU mais qui ne répondra que pour partie à la demande du site.

De l'ordre de 160 véhicules au maximum ne pouvant se stationner sur site en journée.

L'offre sur le site répond aux exigences du PLU, qui est ambitieux du fait la bonne accessibilité multimodale du site dans le futur. En effet, l'incitation au report modal, nécessaire au fonctionnement du réseau viaire, passe aussi par un durcissement des conditions de stationnement.

Stationnement – Sensibilité des résultats

Au vu de la destination du projet, il probable que la demande en stationnement effective sur site soit moins forte qu'estimée dans la présente étude, cela pour plusieurs raisons :

- **Un usage des bureaux moins dense que prévu.** En effet, le ratio appliqué pour estimer l'effectif des employés (18 m² par employé) est élevé par rapport au ratio usuel. Cela vient du fait que la programmation prend en compte de bureaux de type call center pour partie. Avec des bureaux plus classiques 20m² et 22m² par employé, les effectifs du site seraient plus faibles et donc la demande de stationnement aussi : avec 20 m², -40 véh/jour et avec 22 m², -80 véh/jour.
- **Des employés moins motorisés que la moyenne pour le call center.** En effet, les employés des call-centers viennent souvent de catégories socioprofessionnelles plus basses que la moyenne des ménages et de fait moins motorisées, ils empruntent ainsi souvent plus les transports en commun pour se rendre au travail. La part modale voiture pourrait donc être réduite par rapport à celle appliquée cela qui pourrait représenter -20/25 véh/jour.
- **Peu d'usages du stationnement sur la résidence en co-living.** La résidence en co-living est destinée à accueillir essentiellement des utilisateurs du site (entreprises, étudiants, etc.) ou du quartier avec une durée minimale d'occupation d'un mois. Il y aura donc un certain foisonnement entre les besoins en stationnement de la résidence et celle des emplois du projet.

Ainsi, la demande résiduelle ne pouvant se stationner sur site en journée sera moins forte que les 160 véhicules estimés précédemment.

Pour accompagner d'autant plus au report modal et limiter cette demande résiduelle, des mesures d'accompagnement devront être mises en œuvre (slide suivante) dont certaines sont déjà prévues dans le projet.

Stationnement – mesures d'accompagnement

Les leviers à mettre en place pour favoriser les modes alternatifs à la voiture sont les suivants :

- le traitement qualitatif et direct des liaisons piétonnes au PEM/tramway ainsi que du lien entre les aménagements cyclables et les accès/parkings vélos du site,
- la généralisation de la réalisation de plan de déplacement d'entreprise sur le site,
- le développement de services de mobilités partagés (location de vélo/voiture/scooter partagé, atelier vélo, plateforme commune de covoiturage),
- le développement de l'information sur la mobilité alternative à la voiture : information en temps réel sur les transports en commun, outil de planification de trajet sur le site internet du site.

Exemple : le projet d'une flotte de véhicules Starfleet est prévu sur site, dédié aux personnes ne souhaitant plus avoir de véhicule mais dont la fonction nécessite l'usage ponctuel d'un véhicule.

Toutefois si une demande automobile résiduelle persiste (c'est-à-dire ne pouvant se stationner dans la capacité offerte par le projet), notamment à court terme, ces usagers pourront se stationner en dehors du site :

- dans les parkings publics à proximité (un nouveau parking public situé à 500 m pourra être une opportunité, s'il présente des réserves) ;
- dans le privé (via des réservations longues durées des employés par exemple sur des plateformes de partage de places).

Synthèse



Bilan général

De façon générale, le site présentera une très bonne accessibilité multimodale à l'horizon projet. Les pratiques de mobilités vertueuses devront être encouragées par les entreprises sur le site afin de favoriser les modes alternatifs à la voiture.

Elles pourront être de plusieurs types :

- Réalisation de plan de déplacement d'entreprise pour les entreprises
- Développement de services de mobilités partagés : location de vélo/voiture/scooter partagé, atelier vélo, plateforme commune de covoiturage
- Développement de l'information sur la mobilité alternative à la voiture : information en temps réel sur les transports en commun, outil de planification de trajet sur le site internet du site

Annexes

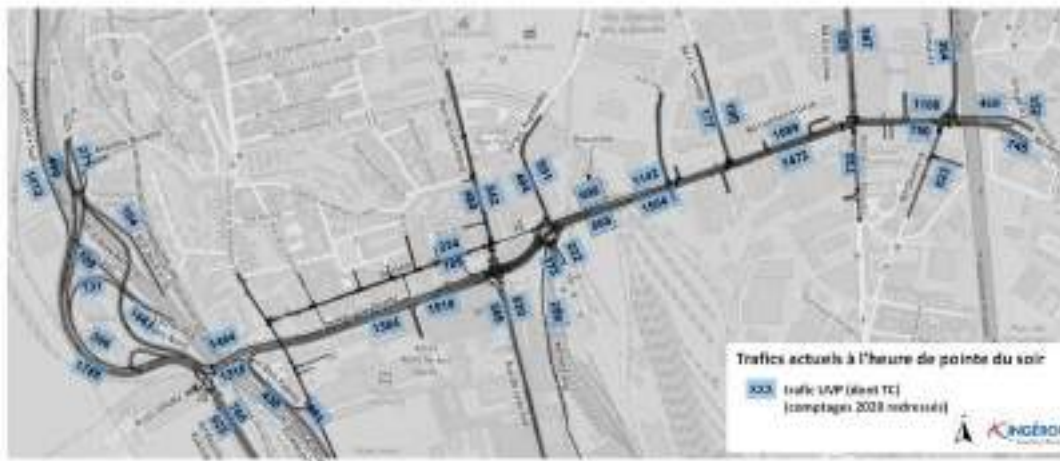


Trafic sur le secteur en Mars 2020

Niveaux de trafic actuels en UVP/h à l'heure de pointe du matin



Niveaux de trafic actuels en UVP/h à l'heure de pointe du soir



Source : AVP de la requalification de l'axe cap Pinède-capitaine Gèze, Euroméditerranée

Hypothèses de répartition modale

	Parts modales actuelles des pendulaires vivant ou travaillant dans l'arrondissement cité						Part modale cible
	Pas de transport	Marche	Vélo	Deux-roues motorisés	TC	Voiture	Voiture
Marseille 1	1%	8%	2%	4%	57%	29%	30%
Marseille 2	1%	7%	1%	4%	49%	38%	30%
Marseille 3	1%	5%	1%	3%	51%	40%	30%
Marseille 4	1%	5%	1%	4%	46%	42%	40%
Marseille 5	1%	10%	2%	5%	43%	40%	40%
Marseille 6	1%	10%	2%	7%	46%	35%	30%
Marseille 7	1%	6%	2%	9%	31%	51%	50%
Marseille 8	1%	4%	2%	7%	30%	57%	40%
Marseille 9	1%	3%	1%	6%	25%	65%	50%
Marseille 10	0%	3%	1%	5%	28%	62%	50%
Marseille 11	0%	1%	0%	4%	20%	74%	50%
Marseille 12	1%	1%	0%	5%	24%	69%	40%
Marseille 13	0%	1%	0%	3%	28%	67%	40%
Marseille 14	0%	1%	0%	2%	27%	68%	50%
Marseille 15	0%	1%	0%	2%	24%	73%	40%
Marseille 16	0%	2%	0%	3%	17%	77%	50%
Aubagne	1%	2%	0%	3%	18%	76%	40%
Martigues	0%	2%	0%	1%	7%	89%	80%
Vitrolles	0%	1%	0%	1%	8%	88%	50%
Aix	1%	4%	1%	2%	19%	72%	40%

Les parts modales cibles ont été obtenues en croisant les parts actuelles en lien avec l'arrondissement avec un niveau de service TC entre le site et l'arrondissement concerné à l'horizon futur.

Par exemple, en situation de référence 38% des personnes habitant ou travaillant dans le 2^{ème} se rendent au travail en voiture et 7% à pied. Il a été considéré pour le projet une part automobile de 30% en lien avec le 2^{ème}.

4 niveaux de service ont été définis avec des parts VP associées de 30% / 40% / 50% et 80%.

Estimation des besoins automobiles - Hypothèses

Usage	Typologie d'activité		Part Modale	Nb de véhicule par jour
Hospitalité	Logements	Résidents (inactifs)	38%	32
		Visiteurs	38%	0
Bureaux	Bureaux traditionnels	Employés	45%	437
	Service Center			
	Coworking	Visiteurs	45%	8
	FABLAB/SHOWROOM			
Services ERP	Commerces (Epicerie/Cicuit Court)	Employés	45%	1
		Visiteurs	10%	2
	Restaurant	Employés	45%	2
		Visiteurs	5%	2
	Café/Take-away	Employés	45%	3
		Visiteurs	5%	11
	Salle de sport	Employés	45%	2
		Visiteurs	10%	8
	Espace Gaming	Employés	45%	2
		Visiteurs	20%	17
	Espace de soins / Paramédical	Employés	45%	1
		Visiteurs	45%	9
Formation	Crèche	Employés	45%	3
		Parents	15%	5
		Employés	45%	5
		Elèves	25%	33
Totaux				584

Taux d'occupation des véhicules : 1,2

Taux de présence au travail : 85%

Merci pour votre attention.



Safae Mallouch

safae.mallouch@transitec.net

Manon Debain

manon.debain@transitec.net

Sophie d'Almeida

sophie.dalmeida@transitec.net

TRANSITEC Ingénieurs-Conseils

26 rue de la République · F-13001 MARSEILLE

T +33 (0)4 72 37 94 10 · F +33 (0)4 72 37 88 59

marseille@transitec.net · www.transitec.net





FONCIERE JAGUAR

CAMPUS THEODORA A MARSEILLE (13)

Etude acoustique / Mesures et modélisation

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1 METHODOLOGIE ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE	5
1.1 MATERIEL UTILISE	5
1.2 NORMES UTILISEES	5
1.3 INCERTITUDES LIEES A LA MESURE	5
1.4 CONTEXTE REGLEMENTAIRE	6
1.4.1 Définitions	6
1.4.2 Bruits de voisinage	8
1.4.3 Bruit des infrastructures routières	9
1.4.4 Exigences constructives	12
2 ENJEUX ACOUSTIQUES	13
2.1 PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ACOUSTIQUES	13
2.2 ETAT ACOUSTIQUE INITIAL	14
3 OBJECTIFS DE QUALITE RECOMMANDES PAR L'OMS	21
4 CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES	22
4.1 EMLACEMENT DES POINTS DE MESURE	22
4.2 CONDITIONS METEOROLOGIQUES	24
4.3 RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES	25
5 METHODE DE MODELISATION	29
6 MODELISATION ETAT INITIAL	32
6.1 JOUR	33
6.2 NUIT	35
6.3 CONCLUSION	37
7 MODELISATION SITUATION DE REFERENCE	38
8 MODELISATION EFFETS DU PROJET	43
8.1 RESULTATS DE LA MODELISATION ACOUSTIQUE EN PHASE PROJET	43
8.2 ZONE D'ACTIVITES	48
8.3 NOUVELLES VOIES ET VOIES MODIFIEES	48
8.3.1 Infrastructures nouvelles / impact des voies nouvelles sur les bâtiments existants	48
8.3.2 Infrastructures modifiées	48
8.4 CONCLUSION	49
9 RAPPORT DE LA CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES	51

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTE ET ECHELLE DE GENES (SOURCE : PREFECTURE MOSELLE)	13
FIGURE 2 : CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS (SOURCE : PREFECTURE 13)	17
FIGURE 3 : CARTE DE BRUITS INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS TERRESTRES INDICE LDEN (SOURCE : PREFECTURE 13)	19
FIGURE 4 : CARTE DE BRUITS INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS TERRESTRES INDICE LN (SOURCE : PREFECTURE 13)	20
FIGURE 5 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURE	23
FIGURE 6 : INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES SUR LE MESURAGE ACOUSTIQUE	24
FIGURE 7 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RELEVÉES A MARSEILLE LE 22 SEPTEMBRE 2021 (SOURCE : ACOUSTIQUE & CONSEIL)	25
FIGURE 8 : RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES (SOURCE : ACOUSTIQUE & CONSEIL)	28
FIGURE 9 : TRAFIC ACTUEL ET PREVISIONNEL AVEC ET SANS PROJET (SOURCE : INGEROP, TRANSITEC)	29
FIGURE 10 : TRAFIC PREVISIONNEL SANS PROJET EN HPM ET EN HPS (SOURCE : TRANSITEC)	30
FIGURE 11 : TRAFIC PREVISIONNEL AVEC PROJET EN HPM ET EN HPS (SOURCE : TRANSITEC)	30
FIGURE 12 : CARTE DE BRUITS - ETAT INITIAL - PERIODE DIURNE	33
FIGURE 13 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (ROUGE) EN PERIODE DIURNE	34
FIGURE 14 : CARTE DE BRUITS - ETAT INITIAL - PERIODE NOCTURNE	35
FIGURE 15 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (JAUNE) EN PERIODE NOCTURNE	36
FIGURE 16 : CARTE DE BRUITS – SITUATION DE REFERENCE - PERIODE DIURNE	39
FIGURE 17 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (ROUGE) EN PERIODE DIURNE	40
FIGURE 18 : CARTE DE BRUITS – SITUATION DE REFERENCE - PERIODE NOCTURNE	41
FIGURE 19 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (JAUNE) EN PERIODE NOCTURNE	42
FIGURE 20 : CARTE DE BRUITS – ETAT PROJET - PERIODE DIURNE	44
FIGURE 21 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (ROUGE) EN PERIODE DIURNE	45
FIGURE 22 : CARTE DE BRUITS – ETAT PROJET - PERIODE NOCTURNE	46
FIGURE 23 : BATIMENTS EN ZONE DE BRUIT NON MODEREE (JAUNE) EN PERIODE NOCTURNE	47
FIGURE 24 : CARTE DE BRUITS – ETAT INITIAL / SITUATION DE REFERENCE / ETAT PROJET - PERIODE DIURNE	50
FIGURE 25 : CARTE DE BRUITS – ETAT INITIAL / SITUATION DE REFERENCE / ETAT PROJET - PERIODE NOCTURNE	50

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : DUREE CUMULEE D'APPARITION AU BRUIT PARTICULIER ET TERME CORRECTIF	8
TABEAU 2 : BRUIT D'UNE INFRASTRUCTURE NOUVELLE	10
TABEAU 3 : BRUIT D'UNE INFRASTRUCTURE MODIFIEE (PERIODE DIURNE)	11
TABEAU 4 : BRUIT D'UNE INFRASTRUCTURE MODIFIEE (PERIODE NOCTURNE)	12
TABEAU 5 : VALEURS D'ISOLEMENT MINIMAL DNT,A,TR EN dB EN FONCTION DE LA DISTANCE HORIZONTALE DU PROJET PAR RAPPORT A LA CATEGORIE DE L'INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT TERRESTRE CLASSEE	15
TABEAU 6 : CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES	15
TABEAU 7 : CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES ⁷	15
TABEAU 8 : CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES A PROXIMITE (SOURCE : DDTM 13)	16
TABEAU 9 : RESULTATS DES MESURES (SOURCE : ACOUSTIQUE & CONSEIL)	26
TABEAU 10 : DIFFERENCE MESURES/MODELISATION ACOUSTIQUE PERIODE DIURNE	32
TABEAU 11 : DIFFERENCE MESURES/MODELISATION ACOUSTIQUE PERIODE NOCTURNE	32
TABEAU 12 : DIFFERENCE ETAT INITIAL ET SITUATION DE REFERENCE AUX POINTS RECEPTEURS	38
TABEAU 13 : DIFFERENCE ETAT SITUATION DE REFERENCE ET ETAT PROJET AUX POINTS RECEPTEURS	43
TABEAU 14 : DIFFERENCE ETAT SITUATION INITIALE ET ETAT PROJET AUX POINTS RECEPTEURS	44

INTRODUCTION

L'objet de la présente étude est de caractériser l'environnement sonore du campus numérique « Théodora » situé à Marseille (13) et d'évaluer l'impact des futures activités ainsi que les éventuelles mesures à mettre en œuvre.

Le site est localisé sur la commune de Marseille (13). Il est à la fois soumis à des nuisances sonores et il pourra à terme être à l'origine de nouvelles nuisances sonores (augmentation du trafic). C'est cette double considération qui est présentée dans ce document afin de garantir un confort acoustique aux futurs usagers et ne pas induire d'impacts acoustiques significatifs aux riverains proches (zones à émergence réglementée).

1 METHODOLOGIE ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

1.1 MATERIEL UTILISE

La campagne de mesure de bruit a été réalisée par la société Acoustique & Conseil (09/2021).

Le matériel utilisé pour réaliser les mesures est le suivant :

- Sonomètre intégrateur de classe 1, B&K de type 2250 (n°2726911) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Sonomètre intégrateur de classe 1, NTI de type XL2 (n°A2A-09163-E0) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Calibreur de classe 1, ACOEM de type CAL21 (n° 3345565097).

Réglages :

- Filtre de pondération A pour l'acquisition des niveaux sonores.

1.2 NORMES UTILISEES

Les normes suivantes ont été respectées dans le cadre de la présente étude :

- NFS 31-085 (route),
- NFS 31-088 (voies ferrées),
- NFS 31-110 (mesures du bruit de l'environnement),
- NFS 31-010 (caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement).

1.3 INCERTITUDES LIEES A LA MESURE

Les **conditions météorologiques** influent sur les résultats de mesure.

- **Vent** : malgré une valeur de l'écart type indiquant que les résultats sont dispersés, il semble que les journées les plus silencieuses soient caractérisées par un vent plus fort.
- **Température** : de même, pour la température, on observe que, plus la température moyenne augmente, plus le niveau sonore tend à diminuer.

- **Nébulosité** : plus le ciel est couvert, plus le son d'une rue est perceptible en façade d'un bâtiment.
- **Humidité** : une forte proportion d'humidité dans l'air facilite la propagation du son. De plus, lors des journées pluvieuses, une route mouillée est plus bruyante.

Exemple : des écarts de plus de 10 dB peuvent être facilement observés entre des conditions de vents portant et vents contraires.

L'incertitude liée à la **saisonnalité** et à la **journée** :

La saison et même le jour choisi pour la mesure peuvent influencer notablement le résultat. La présence ou l'absence d'insectes bruyants à certaine période de la journée (grillons, criquets, etc.) peut être un exemple de cette variabilité.

L'incertitude liée à l'**appareillage de mesure** :

Compte tenu des exigences météorologiques imposées par les réglementations, l'usage d'un appareillage de classe 1 permettra de négliger cette source d'erreur. En effet, celle-ci devient très faible par rapport aux autres incertitudes.

Ces incertitudes sont à prendre en compte dans la lecture des résultats.

1.4 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Toutes les voiries de l'espace public sont soumises aux exigences des articles R. 571-44 à R. 571-52 du code de l'environnement. Il convient de distinguer les cas de **création de voies nouvelles** et les cas de **modification de voiries existantes** (augmentation de plus de 2 dB(A) avec modification de la géométrie de la voie).

Les activités prévues au sein de du campus (activité professionnelle et circulation sur les voiries privées) relèvent du **décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage**, qui considère en particulier l'**émergence de l'activité par rapport au bruit de fond**, alors que les voies d'accès situées sur l'espace public relèvent de la réglementation des infrastructures de transport.

Il convient donc de distinguer la nature de chacune des opérations :

- Création de voie nouvelle, sur le domaine public et circulée toute l'année ;
- Équipements bruyants sur domaine privé (équipements techniques des futures activités prévues).

1.4.1 DEFINITIONS

Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées y compris le bruit de l'activité objet du contrôle.

Bruit particulier : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Bruit résiduel : Niveau sonore, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

Emergence : L'émergence est la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

Tonalité marquée : Tonalité détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave, par une analyse de fréquence dans les bandes étroites correspondantes normalisées et telle que la différence de niveau avec les 4 bandes les plus proches, soit supérieure à 10 dB (de 50 Hz à 315 Hz) ou à 5 dB (de 400 Hz à 8000 Hz).

Indices acoustiques

LAeq : Niveau sonore équivalent pondéré A, c'est à dire un niveau sonore constant sur la période horaire choisie [t1 ; t2] et qui possède la même énergie acoustique que l'ensemble des niveaux sonores mesurés sur cette même période (Pa étant la surpression acoustique).

$$LA_{eq} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{t_1 - t_2} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_a^2}{p_0^2} dt \right)$$

P₀ : pression acoustique de référence (20 µPa)

P_a : pression acoustique instantanée pondérée A du signal acoustique.

L_{min} : Indice statistique de bruit qui représente la valeur minimale du niveau sonore enregistré.

L_{max} : Indice statistique de bruit qui représente la valeur maximale du niveau sonore enregistré.

Niveau acoustique fractile LAN,t : (L1%, L10%, L50%, L90%, L99%)

Niveau sonore atteint ou dépassé pendant n% du temps de mesure.

Indice d'affaiblissement acoustique

Pour qualifier les performances d'isolation d'un matériau, on définit un indice noté **R** appelé **indice d'affaiblissement acoustique** comme étant la différence des niveaux sonores mesurés de part et d'autre de la paroi, pondérée de la surface de l'échantillon testé. Il est **exprimé en décibel [dB]**.

En général, les performances d'isolation acoustique d'une paroi sont d'autant meilleures que sa masse surfacique est élevée.

R se mesure principalement en laboratoire (garantie de moyen).

Isolement acoustique au bruit aérien

L'isolement brut au bruit aérien, noté **D**, est défini comme étant la différence entre le niveau sonore du côté de l'émission et le niveau sonore reçu dans le local de réception. D dépend principalement de :

- l'indice d'affaiblissement acoustique et la surface de la paroi mitoyenne,
- l'indice d'affaiblissement acoustique et la surface des parois latérales,
- le type de jonction entre paroi,
- le volume et la durée de réverbération du local de réception.

Afin de pouvoir comparer les valeurs d'isolement mesurées dans différentes conditions, il est nécessaire de corriger (ou de normaliser) ces résultats par la durée de réverbération du local de réception, ramenée à une valeur de référence (généralement 0,5 s).

On parle alors d'**isolement standardisé pondéré vis-à-vis de l'espace extérieur**, noté $D_{nT,A,tr}$.

$D_{nT,A,tr}$ se mesure in situ (exigence de résultat). Il est **exprimé en décibel [dB]**.

Plus la valeur d'isolement acoustique est élevée, meilleure est la qualité acoustique de la construction.

1.4.2 BRUITS DE VOISINAGE

Les activités du campus (fonctionnement des équipements techniques et circulation sur les parkings et voiries privées) relèvent du **décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage**, qui considère en particulier l'**émergence de l'activité par rapport au bruit de fond**, alors que les voies d'accès situées sur l'espace public relèvent de la réglementation des infrastructures de transport (cf. partie suivante).

Le décret n° 2006-1099 du 31 Août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique définit les limites d'émergence à respecter, en matière d'émergence globale et d'émergence spectrale.

Les valeurs limites de l'émergence sont de **5 décibels A (dBA) en période diurne** (de 7 heures à 22 heures) et de **3 dB A en période nocturne** (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB(A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

DUREE CUMULEE d'apparition au bruit particulier : T	TERME CORRECTIF en décibels A
T < ou = 1 minute	6
1 minute < T < ou = 5 minutes	5
5 minutes < T < ou = 20 minutes	4
20 minutes < T < ou = 2 heures	3
2 heures < T < ou = 4 heures	2
4 heures < T < ou = 8 heures	1
T > 8 heures	0

Tableau 1 : Durée cumulée d'apparition au bruit particulier et terme correctif

L'émergence spectrale est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux mentionnés au 2° alinéa de l'article R.1334-32, en l'absence du bruit particulier en cause. Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans

les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500, 1000, 2000 et 4000 Hz.

(...) Toutefois, l'émergence globale et, le cas échéant, l'émergence spectrale ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 dB(A) si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dB(A) dans les autres cas.

1.4.3 BRUIT DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES

L'arrêté du 5 mai 1995 présente les points suivants pour le cas de « création d'une infrastructure nouvelle » et pour le cas de « transformation significative d'une infrastructure existante »

Les niveaux sonores pris en compte sont définis par les articles 1 et 2 de l'arrêté relatif au bruit des infrastructures routières du 5 mai 1995 :

« Les indicateurs de gêne due au bruit d'une infrastructure routière mentionnés à l'article 4 du décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, sont :

- pour la période diurne, le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 6 heures à 22 heures, noté LAeq (6 h - 22 h), correspondant à la contribution sonore de l'infrastructure concernée ;
- pour la période nocturne, le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 22 heures à 6 heures, noté Laeq (22 h - 6 h), correspondant à la contribution sonore de l'infrastructure concernée.

La définition du Laeq est donnée dans la norme NF S 31-110 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation ».

Ces niveaux sont évalués à deux mètres en avant de la façade des bâtiments, fenêtres fermées. L'indice de bruit caractérisant la période nocturne sera retenu lorsque la différence de trafic entre les périodes de jour et de nuit induit une différence de niveau sonore inférieure à 5 dB(A).

1.4.3.1 Infrastructure nouvelle

Les niveaux maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle mentionnés à l'article 4 du décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, sont fixés aux valeurs suivantes :

Usage et nature des locaux	LAeq (6 h – 22h) ¹	LAeq (22 h – 6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A) ²	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de jour et de nuit	60 dB(A)	55 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante non modérée de jour et modérée de nuit	65 dB(A)	55 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de jour et non modérée de nuit	65 dB(A)	60 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante non modérée de jour ni de nuit	65 dB(A)	60 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de jour et de nuit	65 dB(A)	Aucune obligation
Autres cas	Aucune obligation	Aucune obligation

Tableau 2 : Bruit d'une infrastructure nouvelle

Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments est telle que LAeq (6 h - 22 h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22 h - 6 h) est inférieur à 60 dB(A).

Dans le cas où une zone respecte le critère d'ambiance sonore modérée seulement pour la période nocturne, c'est le niveau sonore maximal de 55 dB(A) qui s'applique pour cette période.

Dans le cadre de ce projet il n'est pas prévu la construction d'infrastructure routière nouvelle dans le cadre du projet. La disposition précédente ne s'applique donc pas.

¹ Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

² Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A).

1.4.3.2 Infrastructure modifiée

Pour une **transformation d'infrastructure existante significative** (lorsque la contribution sonore de la route après transformation engendre à terme une augmentation de plus de 2 dB(A), par rapport à ce que serait cette contribution à terme sans travaux) s'appliquent les seuils suivants :

Pour la période diurne (6h – 22h) :

	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation) ³	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 60 dB(A)	< 65 dB(A)	60 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)	< 65 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 65 dB(A)	≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
Bureaux	Indifférent	< 65 dB(A)	65 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salles de soins et de repos des malades	≤ 57 dB(A)	Indifférent	57 dB(A)
	> 57 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : autres locaux	≤ 60 dB(A)	Indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	≤ 60 dB(A)	Indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)

Tableau 3 : Bruit d'une infrastructure modifiée (période diurne)

³ Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site toutes sources sonores confondues (y compris la route dans son état initial).

Pour la période nocturne (22h – 6h) :

	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation) ⁴	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 55 dB(A)	< 60 dB(A)	55 dB(A)
		≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 55 et ≤ 60 dB(A)	< 60 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 60 dB(A)	≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
		≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : y compris salles de soins et de repos des malades	≤ 55 dB(A)	Indifférent	55 dB(A)
	> 55 et ≤ 60 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 60 dB(A)		60 dB(A)

Tableau 4 : Bruit d'une infrastructure modifiée (période nocturne)

Pour les infrastructures modifiées, les tableaux précédents doivent être appliqués, et les objectifs doivent être déterminés en fonction de la contribution actuelle de chaque voie modifiée et des niveaux de bruit de l'état initial.

Dans le cadre de ce projet il n'est pas prévu la modification d'infrastructure routière dans le cadre du projet. La disposition précédente ne s'applique donc pas.

1.4.4 EXIGENCES CONSTRUCTIVES

Dans le cas de construction de logements, ces futures constructions devraient satisfaire à des niveaux d'isolement acoustiques minimaux de 30 dB(A) (article R111-4 du Code de la Construction et de l'Habitation et arrêté du 30/6/99 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation).

Dans le cadre de ce projet il n'est pas prévu la construction de logements. La disposition précédente ne s'applique donc pas.

⁴ Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site toutes sources sonores confondues (y compris la route dans son état initial).

2 ENJEUX ACOUSTIQUES

2.1 PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ACOUSTIQUES

L'environnement sonore est une des premières préoccupations de la population concernant la santé et la qualité du cadre de vie. 22% de la population de l'Union Européenne sont exposés à plus de 65 dB(A) dans la journée, pour le seul bruit routier (Lambert – 2000), soit 80 millions de personnes et 54 % des français (INSEE-2002) estiment que le bruit est une nuisance à leur domicile et les transports en sont la première cause (INSEE-2002). Ces tendances se retrouvent aussi bien évidemment sur les agglomérations françaises.

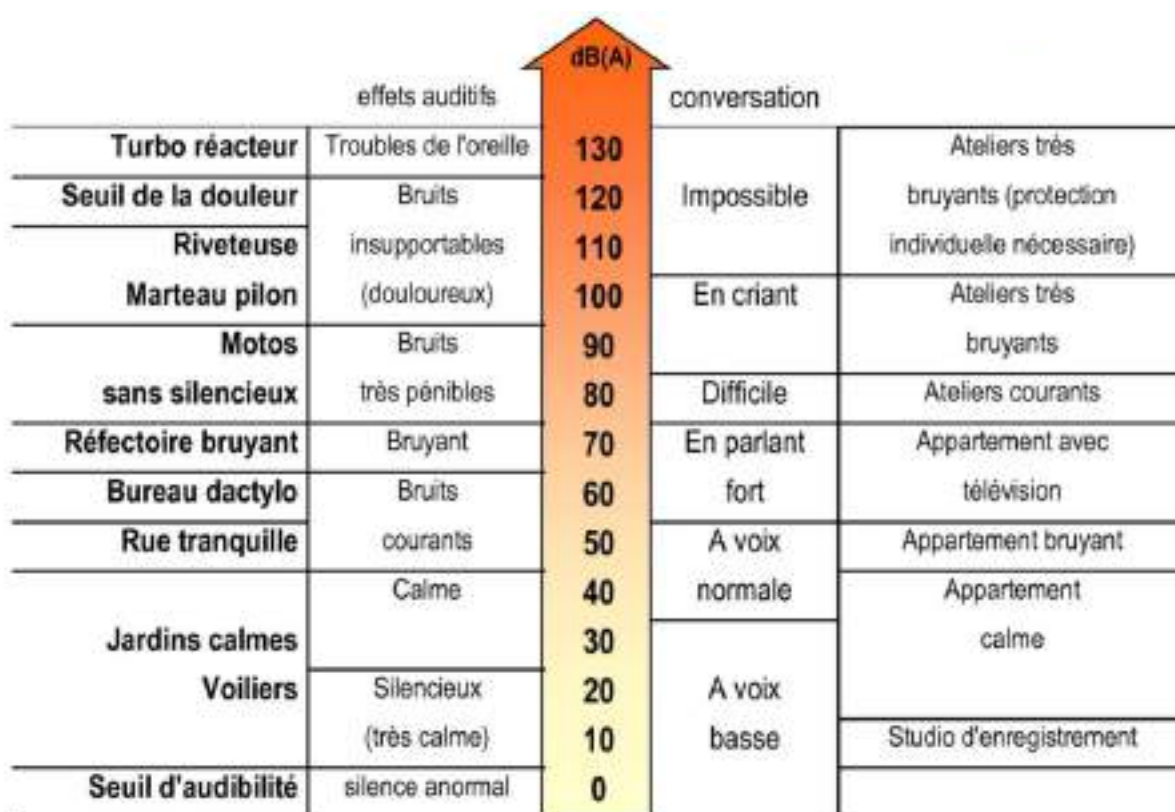


Figure 1 : Effets du bruit sur la santé et échelle de gênes (source : Préfecture Moselle)

2.2 ETAT ACOUSTIQUE INITIAL

Le site d'étude est localisé au sein du 14^{ième} arrondissement de Marseille, dans les Bouches-du-Rhône (en limite du 15^{ième} délimité par l'avenue Ibrahim Ali). Le site est principalement desservi par le boulevard Capitaine Gèze au sud et l'avenue Ibrahim Ali (anciennement avenue des Aygalades) à l'ouest.

La moitié Sud et toute la limite Ouest du site sont incluses dans des secteurs affectés par le bruit d'une infrastructure routière de types 3 (Sud) ou 4 (Ouest). Les deux infrastructures de transport à l'origine de ce classement sont le boulevard Capitaine Gèze, infrastructure routière de catégorie 3 et l'avenue Ibrahim Ali, infrastructure routière de catégorie 4.

D'autres infrastructures routières classées sont recensées à proximité du site, elles sont présentées en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

La voie ferrée en bordure Est du site n'est pas identifiée en tant qu'infrastructure classée pour le bruit.

L'arrêté du 30 mai 1996 s'applique notamment pour les futurs bâtiments en zone d'influence de ces infrastructures (isolement minimal prescrit).

*L'arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des **bâtiments d'habitation** dans les secteurs affectés par le bruit* définit des prescriptions d'isolement acoustiques à respecter. Ce texte s'applique également aux bâtiments d'enseignement.

Les objectifs minimaux réglementaires requis en termes d'isollements acoustiques vis-à-vis de l'espace extérieur DnT,A,tr pour les façades des bâtiments projetés devront être déterminés selon la méthode forfaitaire définie dans les articles 8 à 12 de l'arrêté précité. Cette méthode tient notamment compte :

- du classement sonore des infrastructures de transport terrestre (routier et/ou ferroviaire) :
 - répertorié selon les arrêtés préfectoraux en vigueur relatifs au classement acoustique du réseau viaire à l'échelle d'une commune ou d'un département,
 - défini, selon l'article 5, en cinq catégories auxquelles correspond une largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure.
- de la distance horizontale des bâtiments projets par rapport à chaque infrastructure de transport terrestre classée : cf. tableau ci-dessous extrait de l'article 8 de l'arrêté précité ;
- de l'orientation des façades des bâtiments projets par rapport à chaque infrastructure classée ;
- des protections par d'autres bâtiments qui font écran par rapport à chaque infrastructure classée.

Distance horizontale (m)		0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
Catégorie de l'infrastructure	1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
	2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
	3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
	4	35	33	32	31	30											
	5	30															

Tableau 5 : Valeurs d'isolement minimal $D_{nT,A,tr}$ en dB en fonction de la distance horizontale du projet par rapport à la catégorie de l'infrastructure de transport terrestre classée

La détermination de la catégorie sonore est réalisée compte tenu du niveau de bruit calculé selon une méthode réglementaire (définie par l'annexe à la circulaire du 25 juillet 1996) ou mesuré selon les normes en vigueur (NF S 31-085, NF S 31-088). Le calcul s'appuie notamment sur le trafic, la part des poids lourds, le revêtement de la chaussée, la vitesse.

Catégorie de classement de l'infrastructure ⁵	Niveau sonore de référence LAeq (6h - 22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h - 6h) en dB(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure ⁶
1	$L > 81$	$L > 76$	300 m
2	$76 < L < 81$	$71 < L < 76$	250 m
3	$70 < L < 76$	$65 < L < 71$	100 m
4	$65 < L < 70$	$60 < L < 65$	30 m
5	$60 < L < 65$	$55 < L < 60$	10 m

Tableau 6 : Classement sonore des infrastructures routières⁷

Pour les lignes ferroviaires conventionnelles, les valeurs limites des niveaux de référence sont augmentées de 3dB(A).

Catégorie de classement de l'infrastructure	Niveau sonore de référence LAeq (6h - 22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h - 6h) en dB(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	$L > 84$	$L > 79$	300 m
2	$79 < L < 84$	$74 < L < 79$	250 m
3	$73 < L < 79$	$68 < L < 74$	100 m
4	$68 < L < 73$	$63 < L < 68$	30 m
5	$63 < L < 68$	$58 < L < 63$	10 m

Tableau 7 : Classement sonore des infrastructures ferroviaires⁷

⁵ La catégorie 1 est la plus bruyante.

⁶ La largeur est comptée à partir du bord de la chaussée de la voie la plus proche dans le cas de routes, à partir du rail extérieur de la voie la plus proche en cas de voies de chemin de fer.

⁷ Arrêté du 30 mai 1996 et l'arrêté du 23 juillet 2013

L'ensemble des infrastructures de transports constitue les principales sources de bruit du secteur à l'état actuel (routier / ferroviaire). La moitié Sud et toute la limite Ouest du site sont incluses dans des secteurs affectés par le bruit d'une infrastructure routière de types 3 (Sud) ou 4 (Ouest).

Infrastructures	Catégorie	Largeurs affectées par le bruit
Avenue Ibrahim Ali	4	30 m
Boulevard Capitaine Gèze	3	100 m

Tableau 8 : Classement sonore des infrastructures à proximité (source : DDTM 13)

La voie ferrée en bordure Est n'est pas identifiée en tant qu'infrastructure classée pour le bruit.

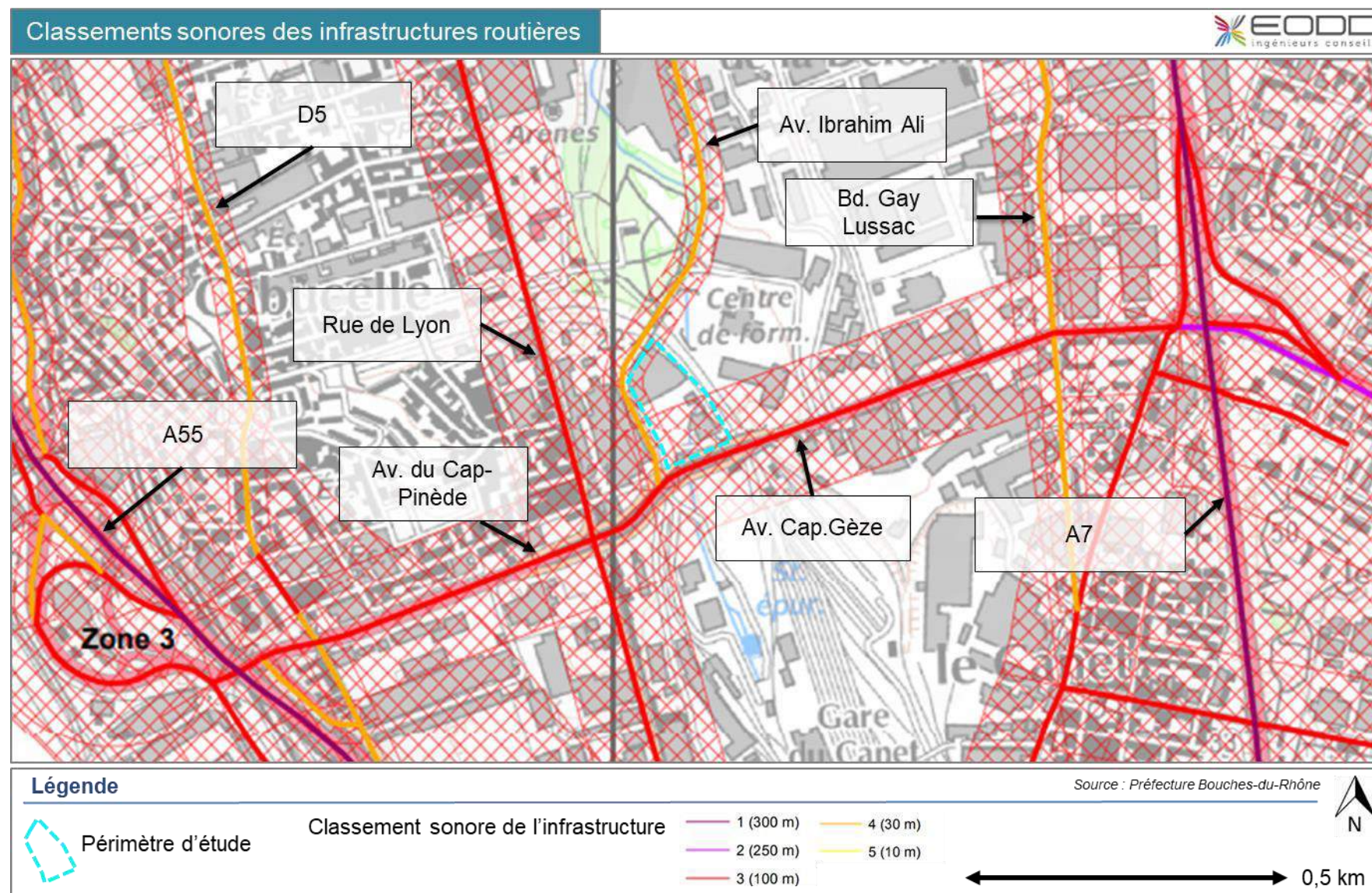


Figure 2 : Classement sonore des infrastructures de transports (source : Préfecture 13)

Conformément à la transposition de la directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (décret n°2006-361 du 24 mars 2006 et arrêtés des 3 et 4 avril 2006, circulaire interministérielle du 7 juin 2007), des cartes de bruits de l'agglomération de Marseille ont également été établies.

Ces cartes de bruit stratégiques sont des représentations de l'exposition sonore des populations sur un territoire étendu et serviront de base à l'établissement des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) dont un des objectifs est de réduire les situations d'exposition sonore dépassant les valeurs limites.

- Méthode d'établissement des cartes de bruit

Les cartes de bruit comportent un ensemble de représentations graphiques et de données numériques. Elles sont établies au moyen des indicateurs Lden (période jour-soir-nuit) et Ln (période nuit) évaluant les niveaux sonores.

- L'indice Lden (Level Day Evening Night)

La valeur de l'indice de bruit Lden, exprimée en décibels pondérés A (dB(A)), représente le niveau d'exposition totale au bruit. Elle résulte d'un calcul pondéré prenant en compte les niveaux sonores moyens déterminés sur une année, pour chacune des trois périodes de la journée, c'est-à-dire le jour (entre 6h et 18h), la soirée (entre 18h et 22h) et la nuit (entre 22h et 6h). Les pondérations appliquées pour le calcul de l'indice Lden sont opérées sur les périodes de soirée et de nuit afin d'aboutir à une meilleure représentation de la gêne perçue par les riverains tout au long de la journée.

- L'indice Ln (Level Night)

La valeur de l'indice de bruit Ln, exprimée en décibels pondérés A (dB(A)), représente le niveau d'exposition au bruit en période de nuit. Elle correspond au niveau sonore moyen déterminé sur l'ensemble des périodes de nuit d'une année.

Les cartes de bruits à proximité du site sont présentées ci-après.

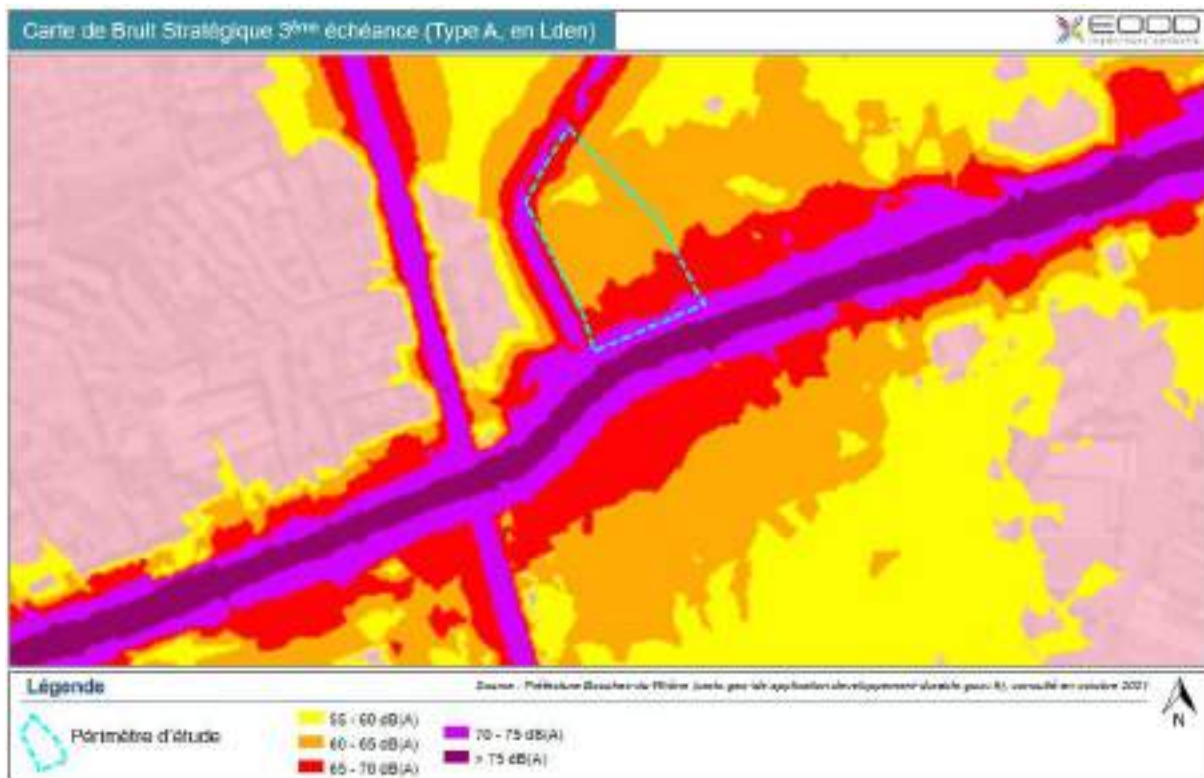


Figure 3 : Carte de bruits infrastructures de transports terrestres indice Lden (source : Préfecture 13)

D'après la carte de bruits stratégiques du trafic routier indice Lden, le site d'étude est concerné, en moyenne pondérée selon l'heure, par des nuisances sonores issues du trafic routier des axes qui l'encadrent, allant de 55 dB(A) aux points les plus éloignés jusqu'à 75 dB(A) en bordure des 2 axes routiers limitrophes, le boulevard Capitaine Gèze au Sud et l'avenue Ibrahim Ali à l'Ouest. **L'intégralité du site est incluse** dans des zones de nuisances par ces infrastructures routières.

L'enveloppe sonore d'aucune infrastructure ferroviaire n'impacte la zone d'étude, car la voie ferrée limitrophe à l'Est n'est pas classée.

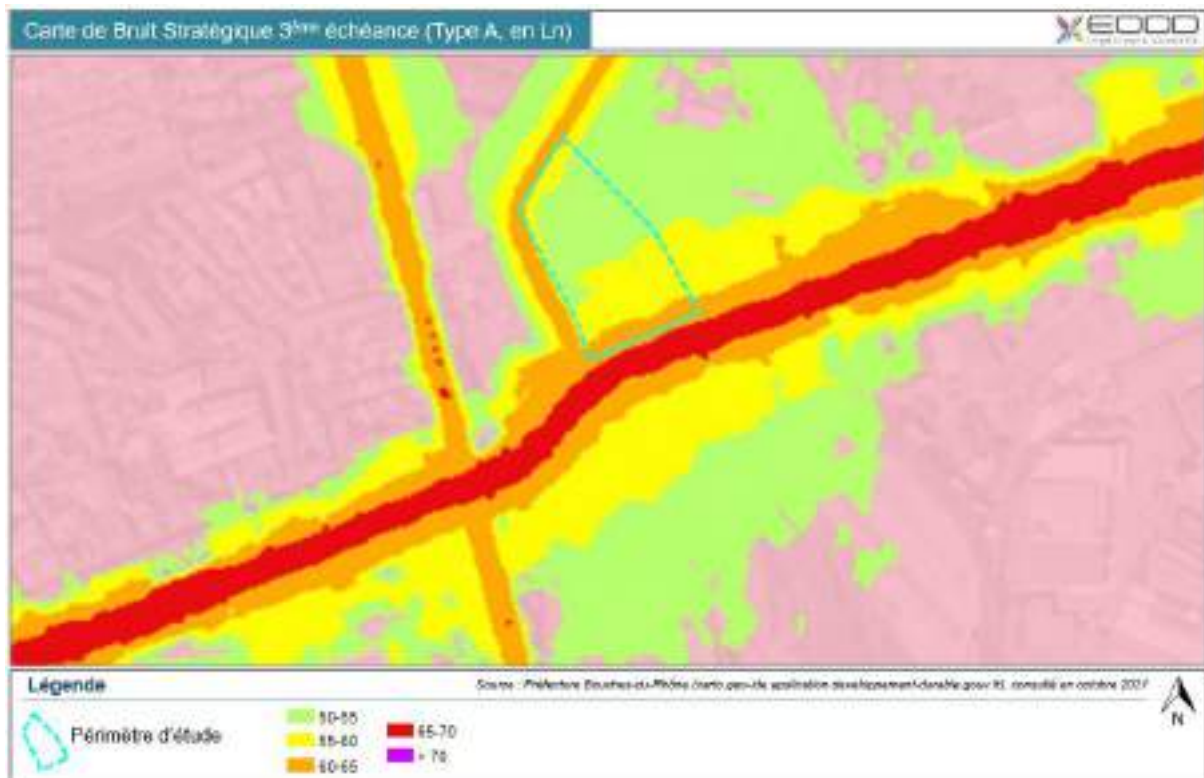


Figure 4 : Carte de bruits infrastructures de transports terrestres indice Ln (source : Préfecture 13)

D'après la carte de bruits stratégiques du trafic routier indice Ln, le site d'étude est concerné, en moyenne pondérée selon l'heure de nuit, par des nuisances sonores issues du trafic routier des axes qui l'encadrent, allant de 50 dB(A) aux points les plus éloignés jusqu'à 65 dB(A) en bordure des axes. **L'intégralité du site est incluse** dans des zones de nuisances de nuit par ces infrastructures routières.

L'enveloppe sonore d'aucune infrastructure ferroviaire n'impacte la zone d'étude, car la voie ferrée limitrophe à l'Est n'est pas classée. Elle se caractérise par un trafic faible et est vouée à disparaître.

Les infrastructures de transports (boulevard Capitaine Gèze et avenue Ibrahim Ali) constituent les principales sources de bruit à l'état actuel.

L'intégralité du site est incluse dans des zones de nuisances sonores supérieures à 55 dB(A) sur 24h et de 50 dB(A) la nuit qui ont pour origine les infrastructures routières.

3 OBJECTIFS DE QUALITE RECOMMANDES PAR L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser :

Sur la période de jour soit 16 heures comprises entre 6h et 22h :

- À l'intérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - 35dB(A) en LAeq(6-22h) à l'intérieur des logements (pièce de vie) ;
 - 35dB(A) en LAeq(6-22h) à l'intérieur des salles de classe et des crèches ;
 - 30dB(A) en LAeq(6-22h) à l'intérieur des salles de repos des crèches ;
 - 30dB(A) en LAeq(6-22h) à l'intérieur des salles recevant des malades ;
 - 55dB(A) en LAeq(6-22h) dans les cours de récréation.
- À l'extérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - **50dB(A) en LAeq(6-22h) dans les espaces extérieurs des zones résidentielles (au-delà gêne modérée) ;**
 - 55dB(A) en LAeq(6-22h) dans les espaces extérieurs des zones résidentielles (au-delà gêne sérieuse).
- À l'intérieur des bâtiments en niveaux de crête :
 - 45dB(A) en niveau de crête le jour à l'intérieur des salles de repos des crèches (L_{Amax})

Sur la période de nuit soit 8h comprises entre 22h et 6h :

- À l'intérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - 30dB(A) en LAeq(22-6h) à l'intérieur des logements (chambre à coucher) ;
 - 30dB(A) en LAeq(22-6h) à l'intérieur des salles recevant des malades.
- À l'extérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - **45dB(A) en LAeq(22-6h) à l'extérieur des logements devant les fenêtres des chambres à coucher (les fenêtres sont alors ouvertes !).**
- À l'intérieur des bâtiments en niveaux de crête :
 - 45dB(A) en niveau de crête la nuit à l'intérieur des logements (chambre à coucher) (L_{Amax}) ;
 - 40dB(A) en niveau de crête la nuit à l'intérieur des salles recevant des malades (L_{Amax}).

4 CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES

4.1 EMLACEMENT DES POINTS DE MESURE

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée par Acoustique & Conseil.

Les emplacements des mesures acoustiques ont été réalisées en bordure des axes où le flux routier augmente en raison du projet pour caractériser l'ambiance sonore actuelle et future. Un point de mesure a également été positionné en cœur d'îlot.

La campagne de mesures acoustique a été composée de quatre points qui ont fait l'objet d'une mesure sur les deux périodes réglementaires, diurne et nocturne.

Les mesures ont eu lieu le 22 septembre 2021 de 14h30 à 16h30 pour la période diurne et de 22h00 à 00h00 pour la période nocturne.

Les mesures acoustiques présentées dans ce rapport ont été réalisées le 22 septembre 2021.

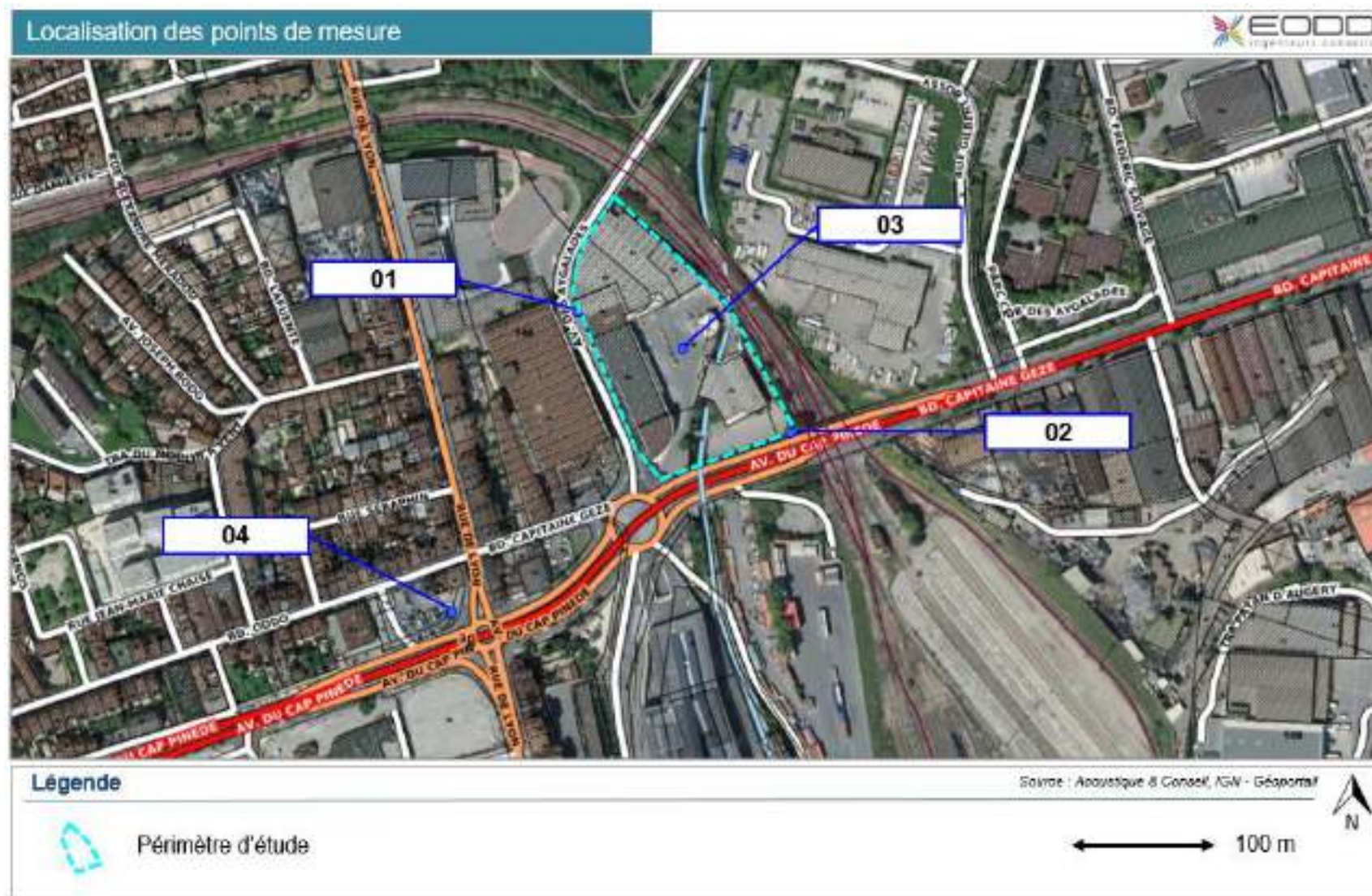


Figure 5 : Localisation des points de mesure

4.2 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Comme indiqué précédemment, les conditions météorologiques peuvent avoir une influence sur les mesures lorsque la distance source à récepteur est supérieure à 40 m. Lorsque la distance est inférieure à 40 m, cette influence est négligeable. Le tableau ci-dessous présente la détermination de l'influence des conditions météorologiques sur le mesurage acoustique prescrite par la norme NF S31010.

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

U1	Vent fort (3 à 5 m/s) contraire à la propagation
U2	Vent moyen à faible (1 à 3 m/s) contraire OU fort peu contraire
U3	Vent nul OU quelconque de travers
U4	Vent moyen à faible portant OU fort peu portant (env. 45 °)
U5	Vent fort portant.

T1	Jour ET fort rayonnement ET surface sèche ET peu de vent.
T2	Mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
T3	Lever du soleil OU coucher du soleil OU [temps couvert ET venteux ET surface peu humide]
T4	Nuit ET [nuageux OU vent]
T5	Nuit ET ciel dégagé ET vent faible

--	Très forte atténuation acoustique
-	Forte atténuation acoustique
Z	Absence d'effets météorologiques
+	Renforcement acoustique faible
++	Renforcement acoustique moyen

Figure 6 : Influence des conditions météorologiques sur le mesurage acoustique
(Source : NF S31010)

Selon Acoustique & Conseil les conditions météorologiques étaient favorables à la réalisation de mesures : **absence de pluie et peu de vent.**

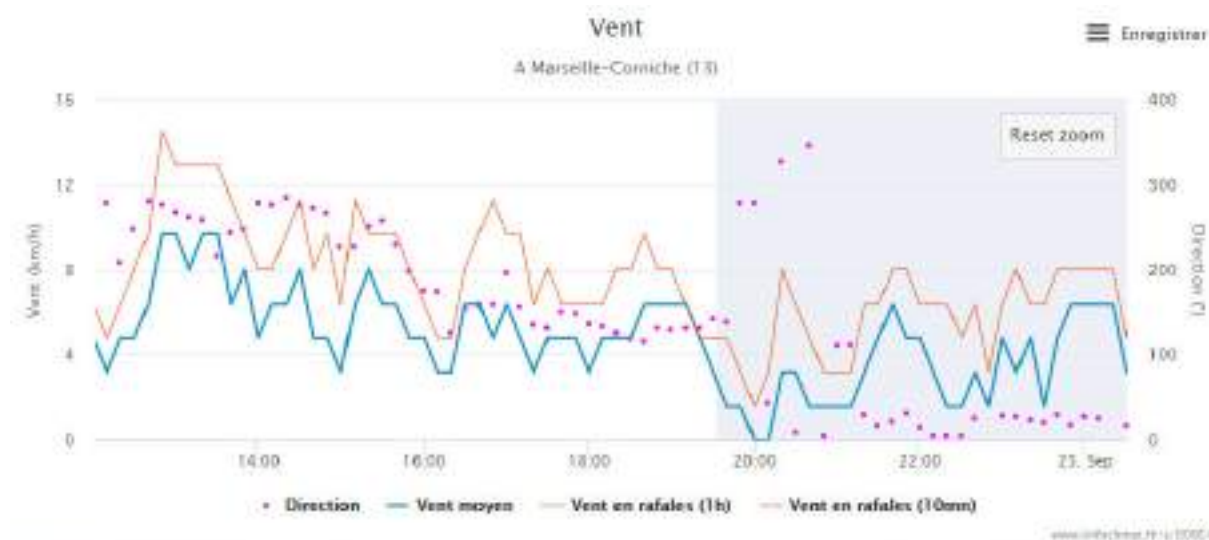




Figure 7 : Conditions météorologiques relevées à Marseille le 22 septembre 2021 (source : Acoustique & Conseil)

4.3 RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES

Les indicateurs acoustiques sont destinés à fournir une description synthétique d'une situation sonore complexe. L'indicateur utilisé pour définir le niveau équivalent de bruit ambiant mesuré est le LAeq sur les différents intervalles de mesurage. Des calculs statistiques ont permis de déterminer les niveaux de pression acoustique fractiles L1, L10, L50, L90, L95 et L99.

Il est à noter que le niveau LAeq est influencé par les événements sonores intermittents tels qu'une rafale de vent, le passage d'un véhicule (avion, camion, etc.) ou une discussion à proximité du microphone. En revanche l'indicateur L90 qui correspond au niveau de bruit atteint ou dépassé pendant 90 % du temps (valeur au-dessous de laquelle le niveau de bruit descend rarement) n'est pas influencé par les événements ponctuels. C'est pourquoi cet indice est généralement le plus adapté pour caractériser le niveau de bruit résiduel.

Les tableaux ci-après présentent les mesures réalisées de jour et de nuit le 22 septembre 2021.

Point	Jour						
	Niveaux sonores en dB(A)						
	LAeq	L1	L10	L50	L90	L95	L99
1	61,0	70,5	64,0	57,5	50,5	49,5	47,5
2	55,5	64,5	58,0	52,0	49,5	49,0	45,5
3	54,0	65,5	55,5	50,0	47,5	47,0	45,5
4	64,0	73,5	64,0	58,0	54,5	53,5	51,5

Point	Nuit						
	Niveaux sonores en dB(A)						
	LAeq	L1	L10	L50	L90	L95	L99
1	53,5	61,5	57,0	51,5	46,5	45,0	43,5
2	49,5	51,0	47,0	43,5	40,5	40,0	39,0
3	44,5	51,0	47,0	43,5	40,5	40,0	39,0
4	62,0	73,0	65,0	58,5	52,5	51,5	49,0

Tableau 9 : Résultats des mesures (source : Acoustique & Conseil)

Les résultats des mesures permettent d'avoir une photographie de l'ambiance sonore au droit des points de mesures. Le caractère modéré ou non modéré de la zone d'ambiance sonore est entendu au sens de l'arrêté du 5 mai 1995. En effet, une zone d'ambiance sonore pré-existante est dite modérée si :

- le LAeq (6h-22h) est strictement inférieur à 65 dB(A),
- le LAeq (22h-6h) est strictement inférieur à 60 dB(A).

L'analyse des résultats démontre un **environnement sonore modéré** au regard de la réglementation sur l'ensemble des points de mesures hormis le point n°4 en période nocturne. Les nuisances sonores proviennent essentiellement des infrastructures routières.

L'analyse des résultats amène les commentaires suivants :

- de jour, les niveaux sonores mesurés aux points n° 1 et 4 sont les plus élevés (61,0 et 64,0 dB(A)) en raison de la proximité avec les axes routiers (boulevard Capitaine Gèze, boulevard Cap-Pinède, avenue Ibrahim Ali, rue de Lyon).
- de nuit le niveau sonore le plus élevé se trouve au point n°4 (62 dB(A)) au croisement entre le boulevard Cap-Pinède et la rue de Lyon. La valeur mesurée à ce point n'a que faiblement diminuée par rapport à la période diurne. La valeur mesurée au point n°1 a davantage diminuée, atteignant 53,5 dB(A).
- le point n°3, positionné au cœur du site, est le point présentant l'environnement sonore le plus calme de jour (54 dB(A)) et de nuit (44,5 dB(A))

L'ambiance acoustique de la zone est principalement portée par les infrastructures de transports terrestres. Les principales sources d'émission sonores sont le boulevard Capitaine Gèze, le boulevard Cap-Pinède, l'avenue Ibrahim Ali, et la rue de Lyon.

Les mesures ont eu lieu le 22 septembre 2021 de 14h30 à 16h30 pour la période diurne et de 22h00 à 00h00 pour la période nocturne.

Pour rappel, à la définition d'un projet, les **objectifs minimaux réglementaires requis en termes d'isollements acoustiques vis-à-vis de l'espace extérieur** $D_{nT,A,tr}$ pour les façades des bâtiments projetés devront être déterminés selon la méthode forfaitaire définie dans les articles 8 à 12 de l'arrêté du 23 juillet 2013.

Par ailleurs, les activités du campus (fonctionnement des équipements techniques) relèvent du **décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage**, qui considère en particulier **l'émergence de l'activité par rapport au bruit de fond**. Les valeurs limites de l'émergence sont de **5 décibels A (dBA) en période diurne** (de 7 heures à 22 heures) et de **3 dB A en période nocturne** (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB(A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

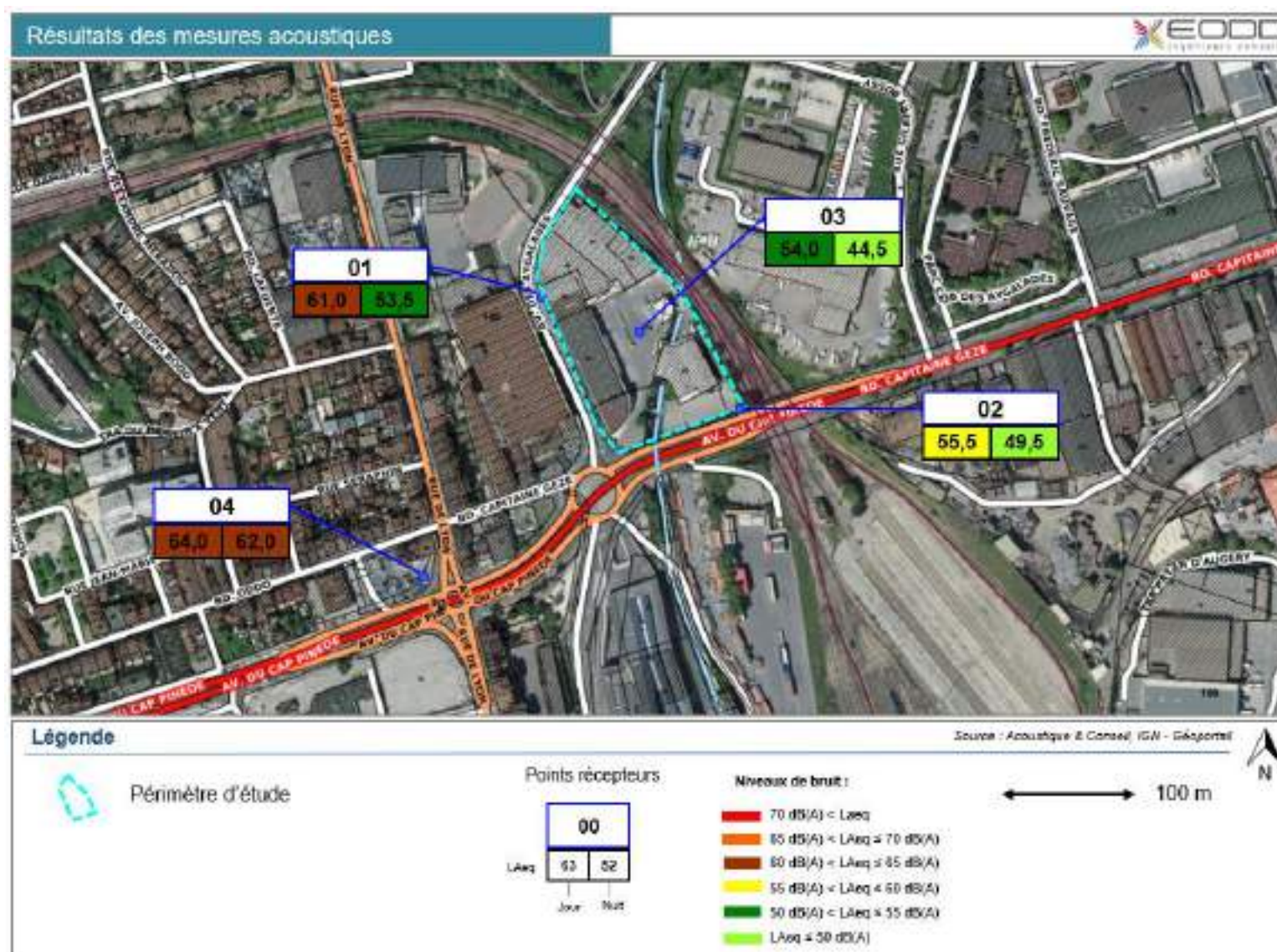


Figure 8 : Résultats des mesures acoustiques (source : Acoustique & Conseil)

5 METHODE DE MODELISATION

Le site a été modélisé à l'aide du logiciel CadnaA en tenant compte de sa topographie et en considérant les données de trafic issues de l'étude « Requalification de l'axe Cap Pinède – Capitaine Gèze » d'Ingérop réalisée en janvier 2021 et de l'étude de circulation réalisée par Transitec en octobre 2021. La caractérisation des niveaux sonores a été effectuée à partir de la méthode NMPB 08 avec prise en compte des caractéristiques météorologiques du site et répondant à l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières.

Les niveaux sonores équivalents ou L_{aeq} en avant des façades des habitations ont été calculés en tenant compte :

- de la distance entre le bord des différentes voies et le récepteur ;
- de la position altimétrique de la voie par rapport au terrain naturel (déblai ou remblai) ;
- de l'occurrence météorologique présente sur le site ;
- de la topographie de la zone ;
- de la présence d'un sol absorbant ;
- de l'angle sous lequel le récepteur voit la source sonore ;
- des caractéristiques du trafic (routier et ferré) (cf. ci-dessous).

Voie	Trafic Moyen Journalier Annuel 2020	Trafic Moyen Journalier Annuel 2030 SANS projet : Situation référence	Trafic Moyen Journalier Annuel 2030 AVEC projet
Cap pinède, section rue de Lyon/A55	22840	17120	17200
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	19880	13460	13640
Cap pinède, section Ibrahim Ali/Gay Lussac	19880	17360	18080
Cap pinède, section Gay Lussac/A7	14920	16080	16080
Rue de Lyon, section au nord du Boulevard Oddo	6880	6480	6480
Rue de Lyon, section Boulevard Oddo/Avenue Cap Pinède	6880	10820	11120
Rue de Lyon, section au sud de l'Avenue Cap Pinède	9960	3560	4020
Avenue Ibrahim Ali	7680	4040	5360
Avenue Zoccola Est	0	4400	4400
Avenue Zoccola Ouest	2400	1640	1640
Boulevard Gay Lussac	9440	7360	7360
Boulevard Maison Blanche	5520	3800	3800
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	3280	8460	8760
Boulevard Oddo, section à l'ouest de la Rue de Lyon	2640	1321	2520

Figure 9 : Trafic actuel et prévisionnel avec et sans projet (source : Ingérop, Transitec)

A noter que seules des données de trafic aux heures de pointe (matin et soir) étaient disponibles. Ces valeurs ont été converties en TMJA en moyennant et en appliquant un facteur 8, facteur transmis par Transitec.

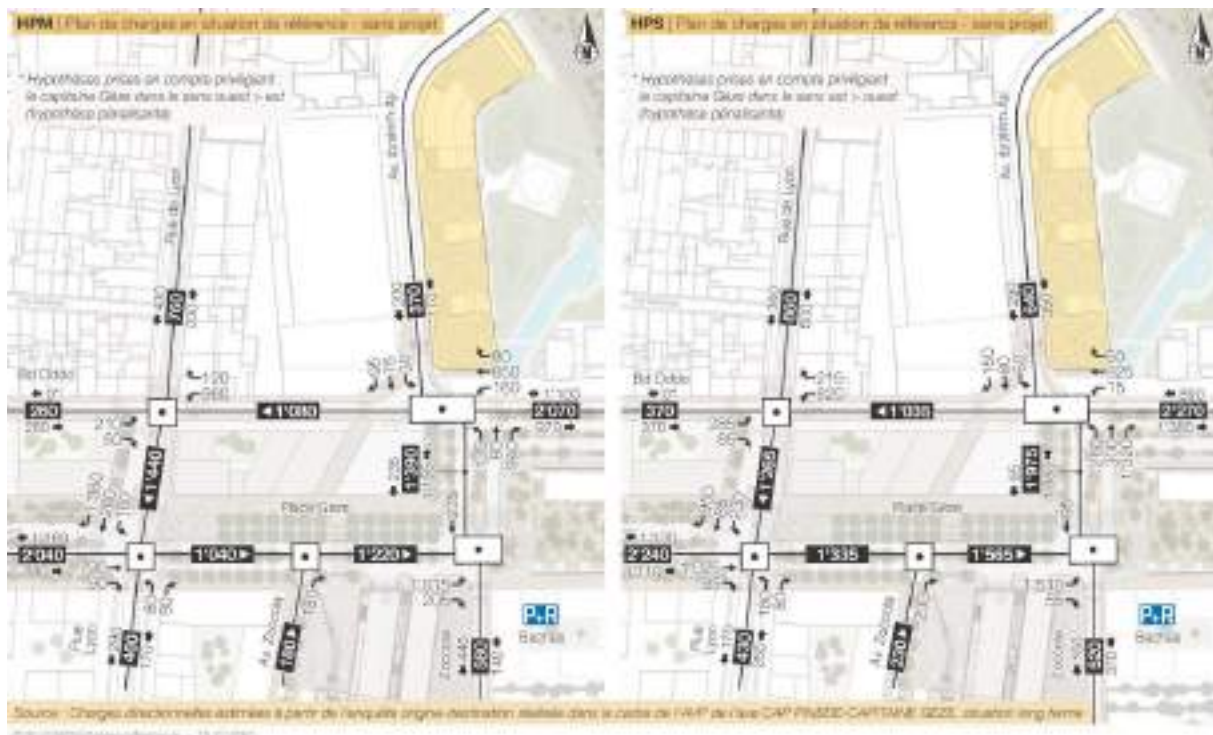
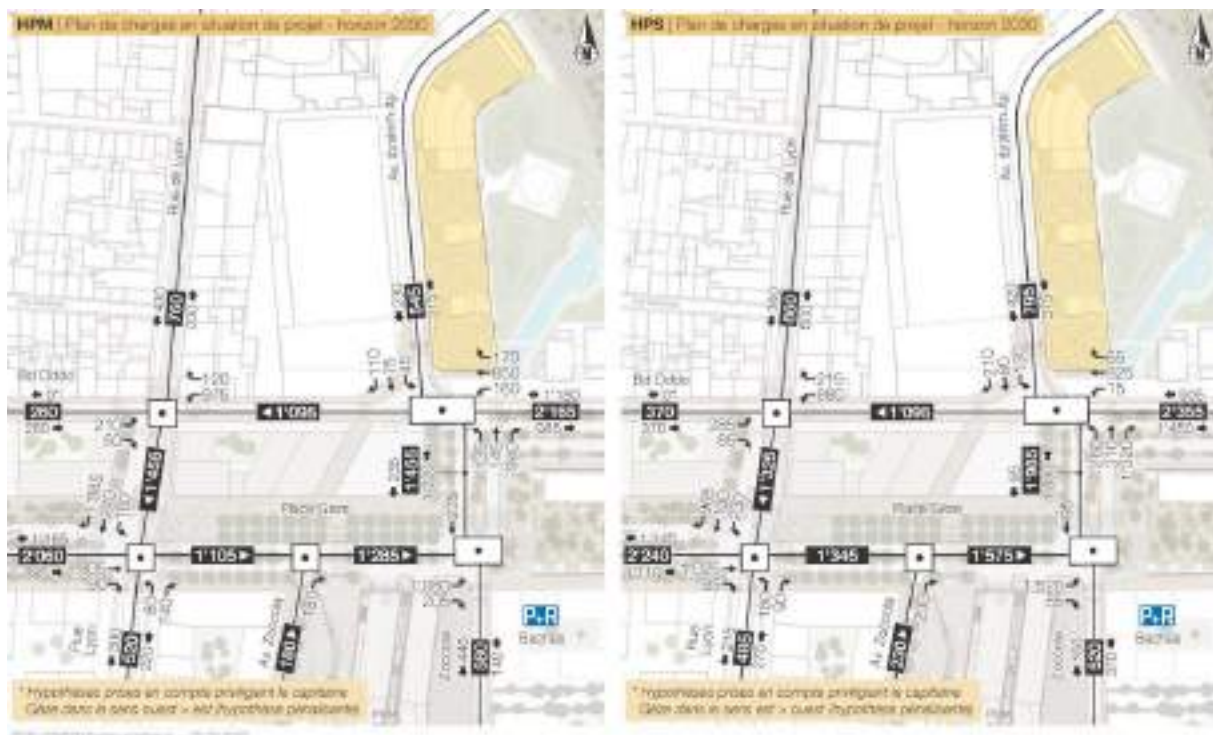


Figure 10 : Trafic prévisionnel sans projet en HPM et en HPS (source : Transitec)



du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement et modifié par l'arrêté du 24 janvier 2001 pour les ICPE ou décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage pour les autres activités).

A noter que le campus ne dispose pas de voirie privée ou de parking extérieur, ainsi les seules sources de bruit modélisées sont les trafics sur les voies publiques.

6 MODELISATION ETAT INITIAL

Cette phase d'étude a pour but de simuler par un modèle informatisé (logiciel CadnaA version 4.5.147) la situation acoustique aux abords des principales voies existantes, et de recalcr les résultats sur les mesures de bruit réalisées. Les cartes issues de la modélisation permettent d'évaluer les niveaux sonores existants en n'importe quel point de la zone étudiée, et de classer tous les bâtiments en zone d'ambiance sonore préexistante modérée ou bruyante ; la précision des estimations des niveaux de bruit dépend en partie de la précision des données fournies :

- Précision des altimétries de la zone étudiée ;
- Précision des caractéristiques du bâti : implantation, dimensions, hauteurs des bâtiments ;
- Précision des divers obstacles à la propagation du bruit : murs formant écran, talus, etc. ;
- Précision des caractéristiques du trafic des voies environnantes.

On se référera aux cartes des pages suivantes pour le détail des résultats.

Ci-après sont présentés les résultats croisés de mesures et modélisations acoustiques ainsi que l'explication de la différence, lorsque la différence est jugée significative. Cette différence est jugée significative quand elle peut être perceptible par l'oreille humaine soit supérieure à 3 dB(A).

Points	Mesures	Modèle	Différence	Commentaires
Point 1	61,0	63,0	2	-
Point 2	55,5	56,6	1,1	-
Point 3	54,0	54,4	0,4	-
Point 4	64,0	65,3	1,3	-

Tableau 10 : Différence mesures/modélisation acoustique période diurne

Points	Mesures	Modèle	Différence	Commentaires
Point 1	53,5	55,2	1,7	-
Point 2	49,5	49,3	- 0,2	-
Point 3	44,5	47,4	2,9	-
Point 4	62,0	59,0	- 3	-

Tableau 11 : Différence mesures/modélisation acoustique période nocturne

6.1 JOUR



Figure 12 : Carte de bruits - Etat initial - Période diurne

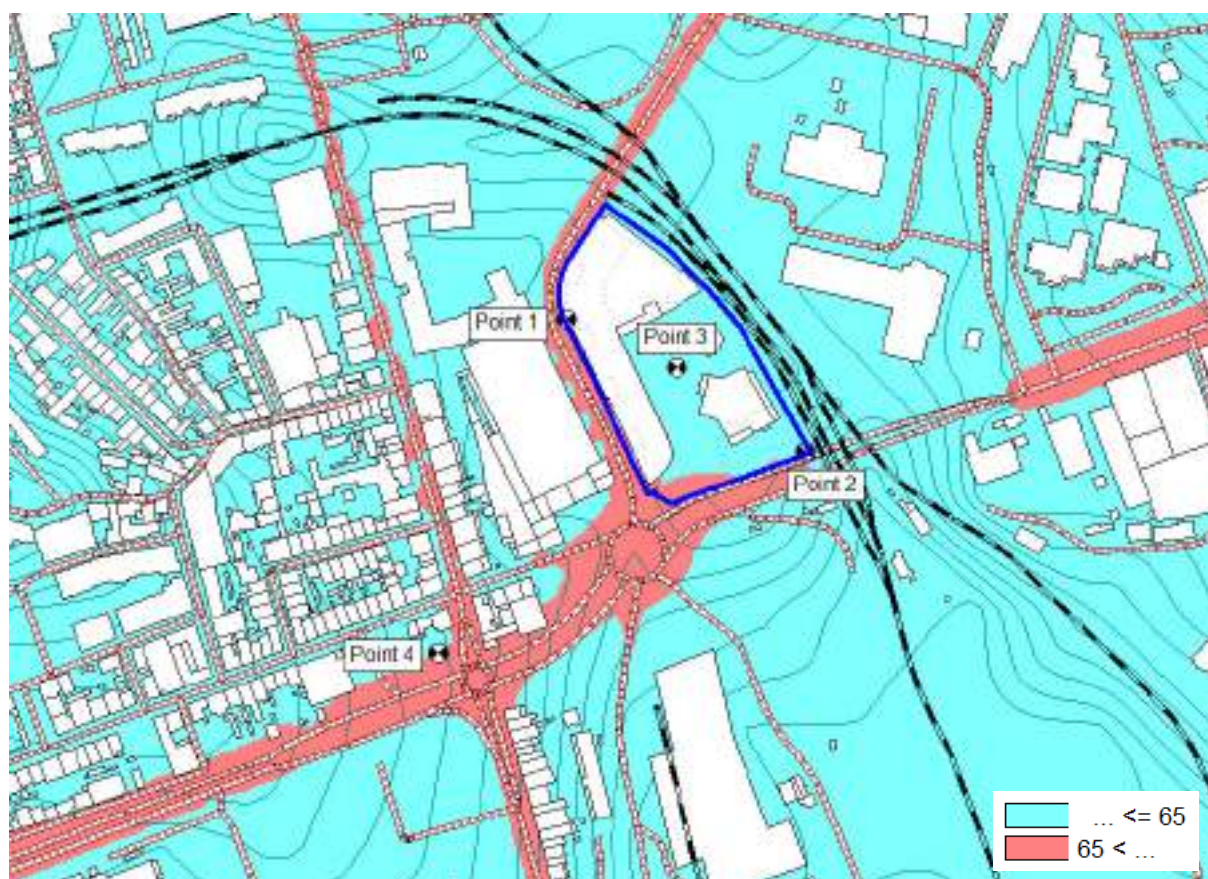


Figure 13 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (rouge) en période diurne

6.2 NUIT



Figure 14 : Carte de bruits - Etat initial - Période nocturne

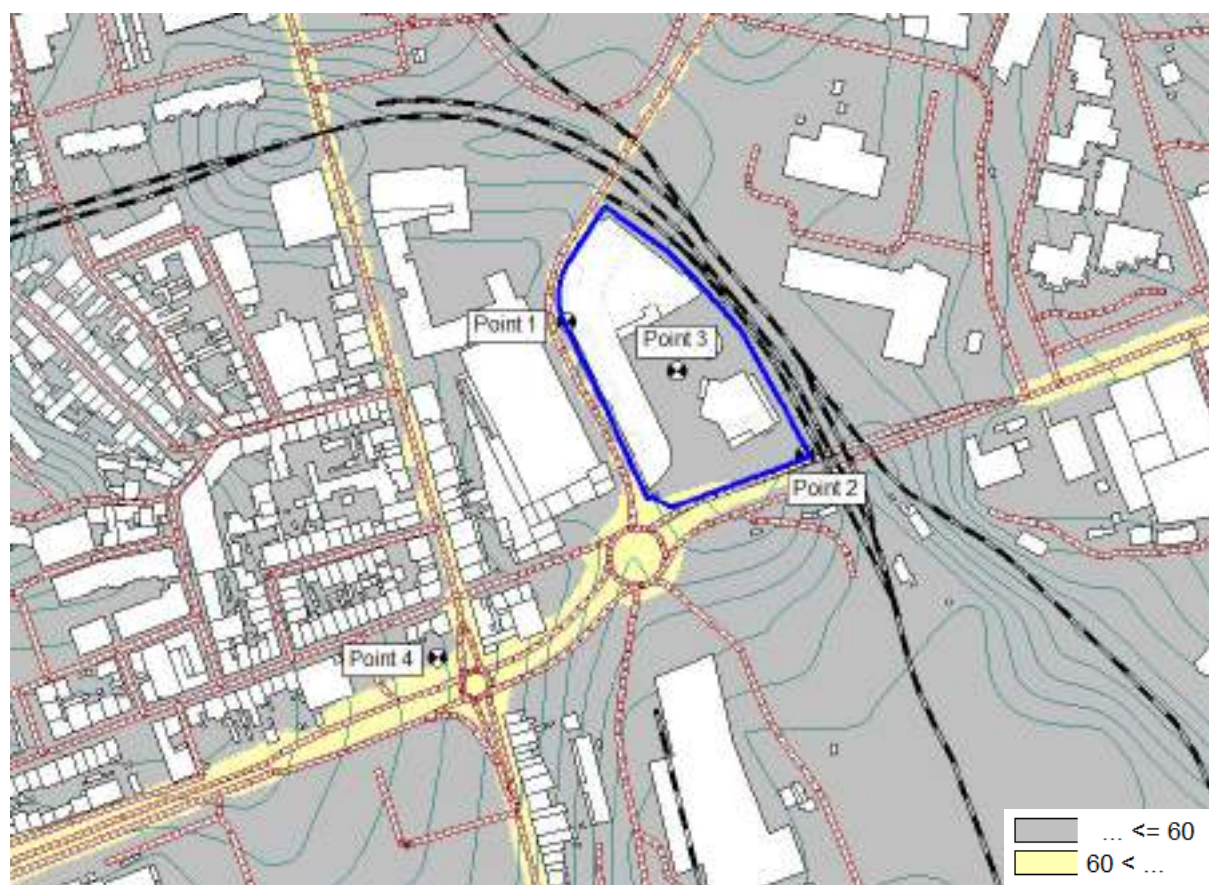


Figure 15 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (jaune) en période nocturne

6.3 CONCLUSION

En période diurne, au sein du périmètre d'étude élargi, les bâtiments exposés à des niveaux sonores supérieurs à 65 dB(A) sont localisés le long des infrastructures terrestres suivantes : avenue Cap Pinède, avenue Ibrahim Ali et rue de Lyon.

Les axes routiers qui portent la plus forte contribution sonore sont l'avenue Cap Pinède, l'avenue Ibrahim Ali et la rue de Lyon. Ces axes peuvent générer des contraintes sonores assez élevées pour les bâtiments les plus proches (supérieurs à 65 dB(A) le jour).

En dehors de ces axes à forte circulation, l'ambiance sonore est plutôt apaisée au regard des données disponibles. Le niveau sonore peut être qualifié de modéré.

Vis-à-vis des bruits de voisinage :

Les matériels bruyants installés dans le cadre de nouvelles activités professionnelles, ou pour des installations techniques d'immeubles (chaufferies, ventilateurs, etc...), ne devront pas générer d'émergence (globale / spectrale) diurne et nocturne supérieure aux seuils réglementaires (cf. partie 1.4.3).

Vis-à-vis des bruits routiers :

Compte tenu des résultats, les niveaux sonores en provenance du projet de **nouvelles voies**⁸ (desserte du projet) ne devront pas dépasser les valeurs suivantes⁹ :

	Jour	Nuit
Pour les habitations en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de jour et de nuit	60 dB(A)	55 dB(A)
Pour les habitations situées en zone préexistante non modérée de jour et de nuit	65 dB(A)	60 dB(A)
Pour les bâtiments à usage de bureaux situés en zone préexistante modérée de jour et de nuit	65 dB(A)	Aucune obligation
Autres bâtiments à usage de bureaux	Aucune obligation	Aucune obligation
Etablissement de santé, de soins, d'action sociale, établissements d'enseignement : objectif indépendant du niveau sonore de l'état initial.	-	-

Pour les **infrastructures modifiées**, le Tableau 3 (page 11) et le Tableau 4 (page 12) seront appliqués, et les objectifs seront déterminés en fonction de la contribution actuelle de chaque voie modifiée et des niveaux de bruit de l'état initial.

A noter que le projet ne prévoit pas la création ou la modification d'infrastructure routière.

⁸ A ce stade d'évaluation des impacts, il n'a pas été considéré la création de nouvelles voies pour la desserte du projet.

⁹ Selon articles 1 et 2 de l'arrêté relatif au bruit des infrastructures routières du 5 mai 1995 donné en annexe 1

7 MODELISATION SITUATION DE REFERENCE

Cette phase consiste à estimer la **situation projetée de la zone d'étude en 2030 en l'absence de la mise en œuvre du projet**.

L'évolution de trafic dans la zone d'étude a été estimée par le bureau d'études Transitec. Les estimations de trafic sont présentées au chapitre 5 Méthode de modélisation.

Les modélisations issues de cette phase serviront de situation de référence pour estimer l'impact du projet.

A noter que cette étude concerne uniquement le campus Théodora, ainsi nous ne disposons pas du plan dwg du projet de transformation de la zone aux alentours du campus Théodora, notamment la création de la place Gèze. Les modélisations de la situation de référence ont ainsi été effectuées à partir de la BD TOPO actuelle disponible sur le site de l'IGN en lui associant au mieux les trafics projetés.

Les cartographies des résultats des modélisations sont présentées ci-après.

Le tableau suivant présente les résultats aux points de mesures (cf. Tableau 10 et Tableau 11).

Points	Jour			Nuit		
	Initial	Référence	Différence	Initial	Référence	Différence
Point 1	63,0	60,3	- 2,7	55,2	52,6	- 2,6
Point 2	56,6	56,2	- 0,4	49,3	48,8	- 0,5
Point 3	54,4	54,2	- 0,2	47,4	47,3	- 0,1
Point 4	65,3	64,4	- 0,9	59,0	58,1	- 0,9

Unité : dB(A)

Tableau 12 : Différence état initial et situation de référence aux points récepteurs

Les projections du trafic en 2030 induisent de légères variations par rapport à l'existant impliquant un niveau de bruit presque identique à celui observé aujourd'hui. On constate tout de même une diminution du niveau de bruit le long de l'avenue Ibrahim Ali (point 1).

La perception de changement de niveau sonore intervient généralement pour une variation de l'ordre de 3 dB(A). Autrement dit la **variation des niveaux sonores serait peu perceptible**.

La seule variation proche des 3 dB(A) concerne le point 1 qui fait l'objet d'une diminution du niveau acoustique de l'ordre de 2,5 dB(A) dû à la diminution du trafic sur l'avenue Ibrahim Ali.



Figure 16 : Carte de bruits – Situation de référence - Période diurne

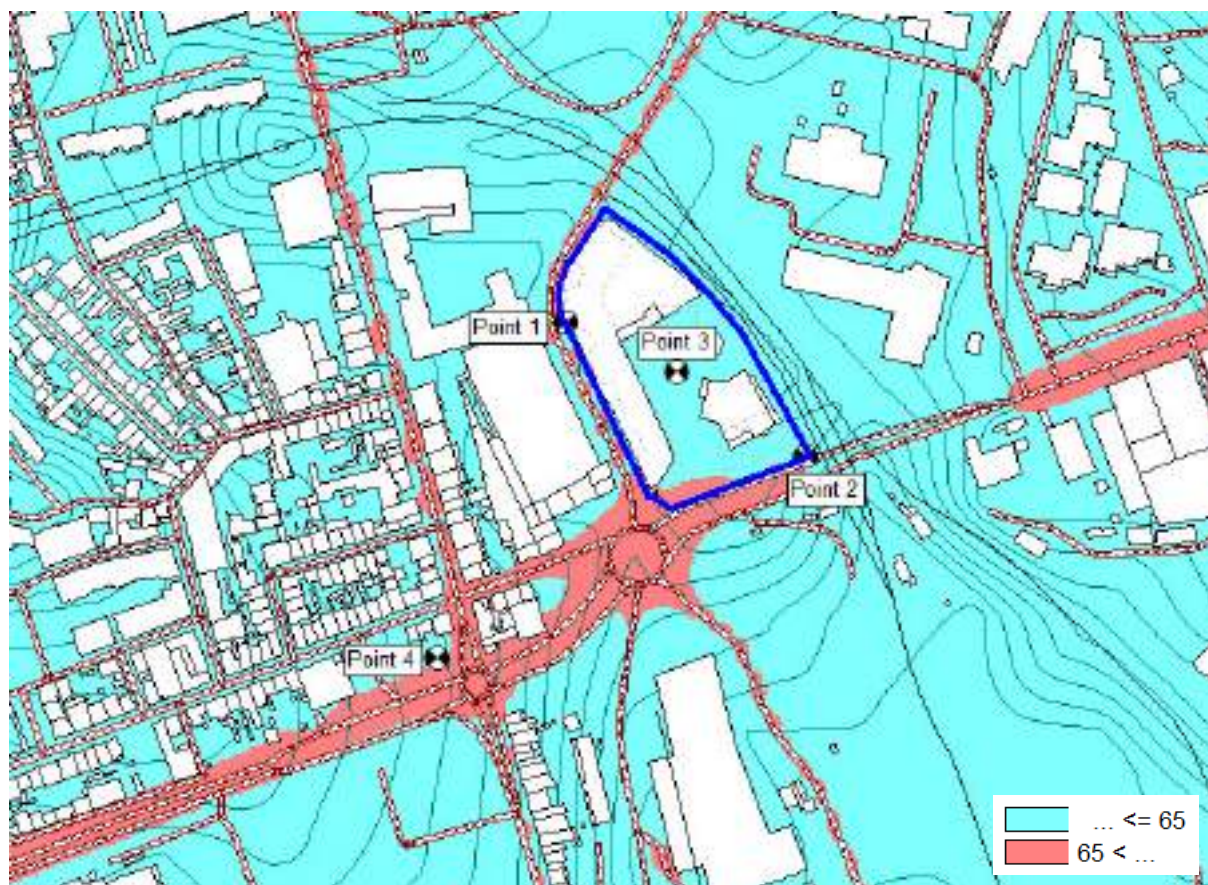


Figure 17 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (rouge) en période diurne



Figure 18 : Carte de bruits – Situation de référence - Période nocturne

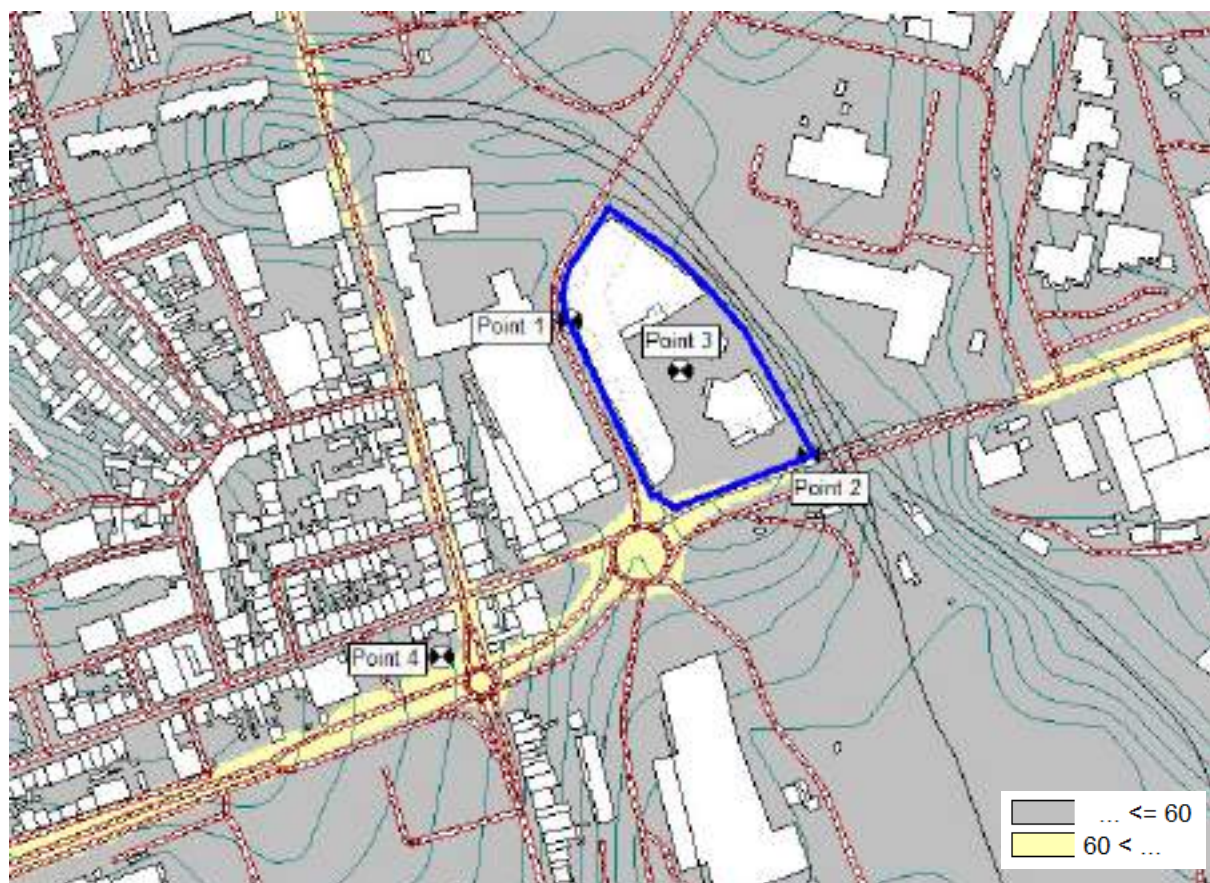


Figure 19 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (jaune) en période nocturne

8 MODELISATION EFFETS DU PROJET

Le projet peut avoir des **effets sur l'ambiance sonore du secteur**. L'augmentation du trafic peut générer une augmentation des nuisances sonores pour les riverains, mais également pour les futurs usagers du campus.

Deux types de sources de bruit sont à considérer, à la fois pour les bâtiments existants et futurs :

- le bruit provenant des activités (bruit de voisinage),
- le bruit provenant des infrastructures routières.

A ce stade, seul le bruit des infrastructures routières a été pris en compte en raison de la non-connaissance des futures activités. Celles-ci devront respecter la réglementation.

Les effets généraux du bruit sur la santé peuvent être de différents types. Outre les effets négatifs sur l'audition liés à une exposition à des intensités sonores importantes, le bruit, même modéré peut avoir des effets négatifs sur la santé. Il peut provoquer notamment des troubles du sommeil et du stress.

L'évolution de trafic à l'échelle du projet a été estimée par le bureau d'études Transitec.

Les estimations de trafic sont présentées au chapitre 5 Méthode de modélisation.

A noter que cette étude concerne uniquement le campus Théodora, ainsi nous ne disposons pas du plan dwg du projet de transformation de la zone aux alentours du campus Théodora, notamment la création de la place Gèze. Les modélisations de la situation projetée ont ainsi été effectuées à partir de la BD TOPO actuelle disponible sur le site de l'IGN en lui associant au mieux les trafics projetés.

8.1 RESULTATS DE LA MODELISATION ACOUSTIQUE EN PHASE PROJET

Les cartographies des résultats des modélisations sont présentées ci-après.

Le tableau suivant présente les résultats aux points de mesures (*cf.* Tableau 10 et Tableau 11, page 32).

Points	Jour			Nuit		
	Référence	Projet	Différence	Référence	Projet	Différence
Point 1	60,3	62,4	2,1	52,6	54,6	2
Point 2	56,2	56,3	0,1	48,8	48,9	0,1
Point 3	54,2	52,7	- 1,5	47,3	45,5	- 1,8
Point 4	64,4	64,4	0	58,1	58,1	0

Unité : dB(A)

Tableau 13 : Différence état situation de référence et état projet aux points récepteurs

Points	Jour			Nuit		
	Initiale	Projet	Différence	Initiale	Projet	Différence
Point 1	63,0	62,4	- 0,6	55,2	54,6	- 0,6
Point 2	56,6	56,3	- 0,3	49,3	48,9	- 0,4
Point 3	54,4	52,7	- 1,7	47,4	45,5	- 1,9
Point 4	65,3	64,4	- 0,9	59,0	58,1	- 0,9

Unité : dB(A)

Tableau 14 : Différence état situation initiale et état projet aux points récepteurs

La réalisation du projet induit de légères variations par rapport à la situation de référence impliquant un niveau de bruit presque identique à celui projeté en 2030 sans la mise en œuvre du projet.

La perception de changement de niveau sonore intervient généralement pour une variation de l'ordre de 3 dB(A). Autrement dit la **variation des niveaux sonores sera peu perceptible**.

La seule variation proche des 3 dB(A) concerne le point 1 qui fait l'objet d'une augmentation du niveau acoustique de l'ordre de 2 dB(A) dû à l'augmentation du trafic sur l'avenue Ibrahim Ali.

La comparaison entre la situation initiale et la situation projetée permet d'observer que l'ambiance acoustique de la zone restera presque identique avec une légère diminution des niveaux de bruit.



Figure 20 : Carte de bruits – Etat projet - Période diurne

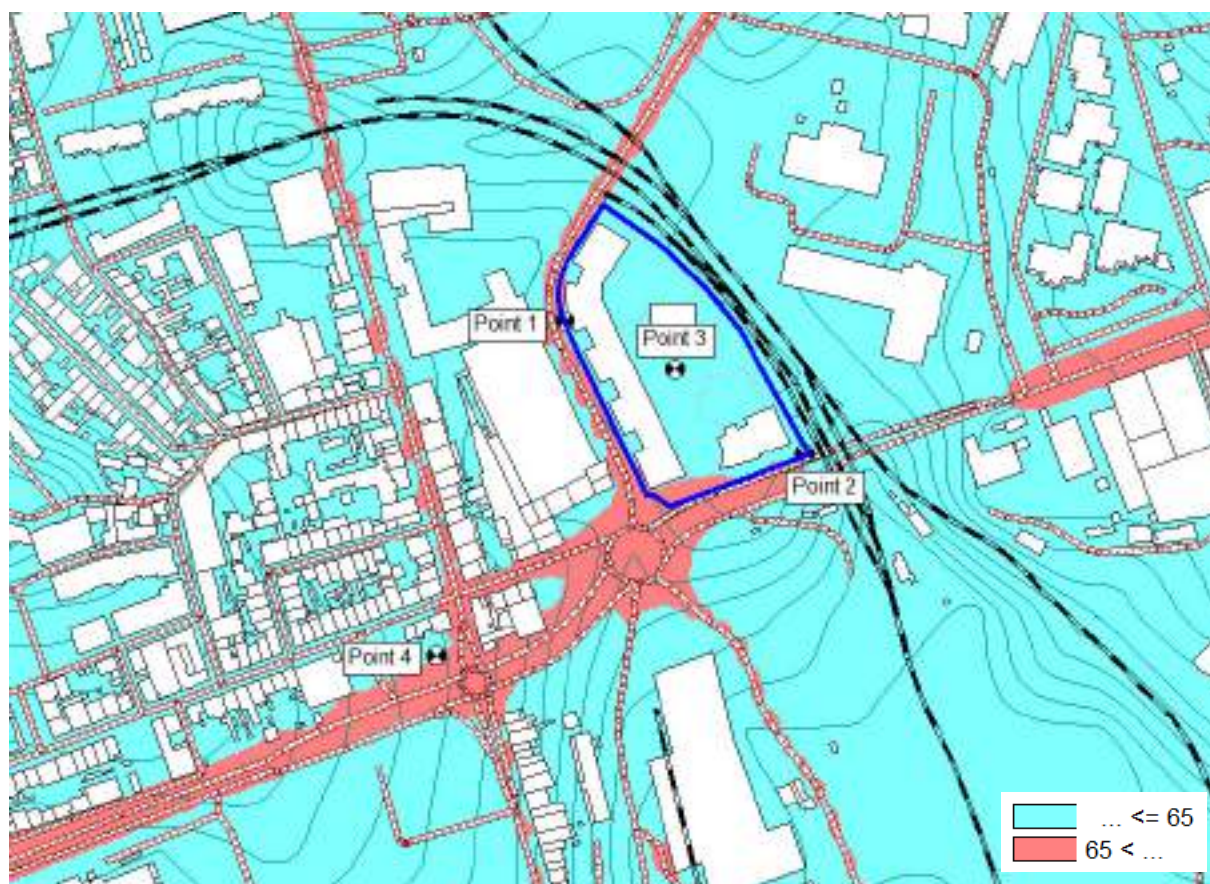


Figure 21 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (rouge) en période diurne



Figure 22 : Carte de bruits – Etat projet - Période nocturne

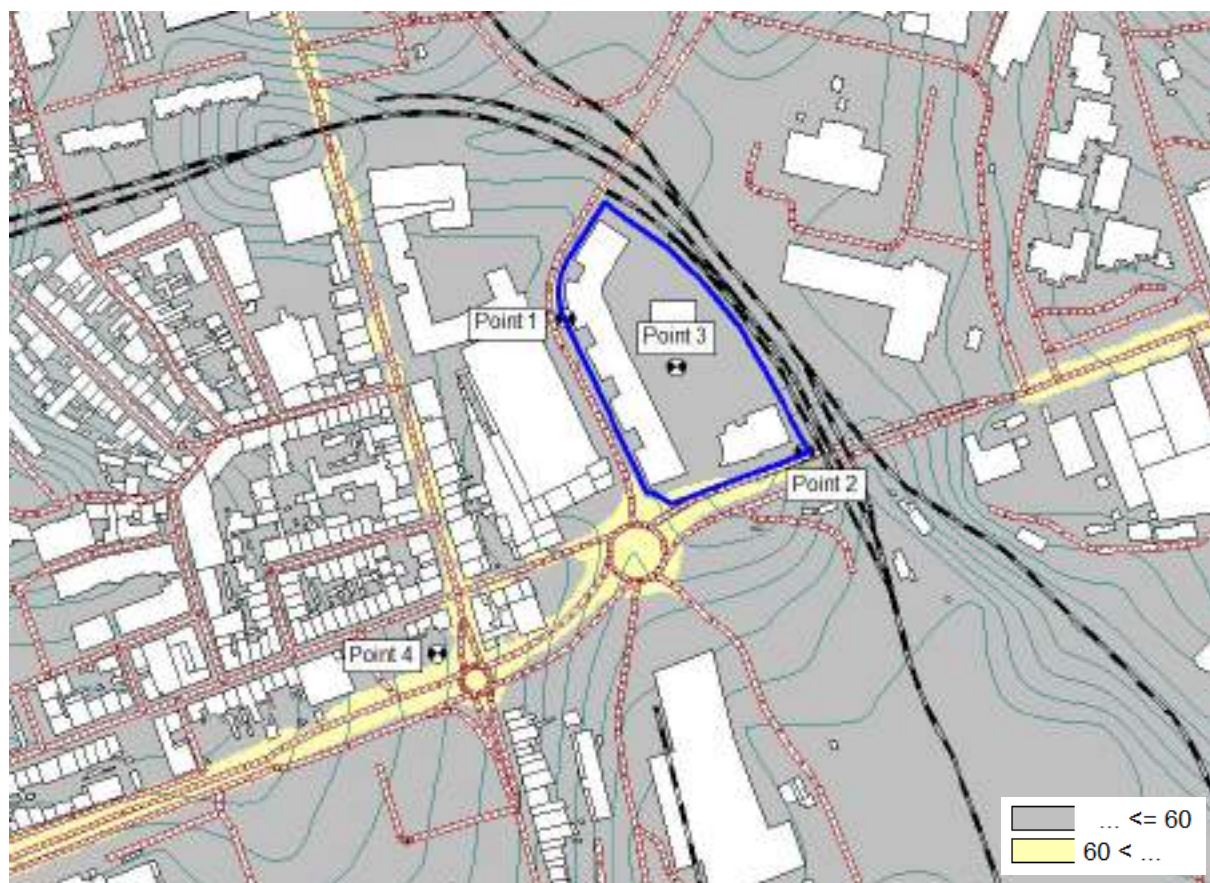


Figure 23 : Bâtiments en zone de bruit non modérée (jaune) en période nocturne

8.2 ZONE D'ACTIVITES

Les bruits issus des futures activités (livraisons, installations techniques en toiture, etc.) seront classés comme bruits de voisinage provenant d'activités professionnelles, sportives, culturelles ou de loisir ou comme bruits des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Le décret n° 2006-1099 du 31 Août 2006 définit une émergence de 5 dB(A) en période diurne et de 3 dB(A) en période nocturne.

Les futures activités devront respecter la réglementation s'appliquant.

Toutefois les principales nuisances sonores liées à ce types activités sont principalement le trafic routier qu'elles génèrent.

Dans le cadre de la programmation spatiale, il est recommandé d'implanter les activités potentiellement bruyantes à distance des habitations proches.

8.3 NOUVELLES VOIES ET VOIES MODIFIEES

Le cadre réglementaire concernant la création de nouvelles infrastructures ou leur modification est présenté en partie 1.4.3 (page 9).

Le projet n'entre dans aucun des cadres réglementaires définies, il ne prévoit pas la création ou la modification d'infrastructure routière.

8.3.1 INFRASTRUCTURES NOUVELLES / IMPACT DES VOIES NOUVELLES SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

Le projet ne prévoit pas la création d'infrastructure routière nouvelle au sein du périmètre du site.

Le projet n'est donc pas concerné par les dispositions relatives aux infrastructures nouvelles.

8.3.2 INFRASTRUCTURES MODIFIEES

Le projet ne prévoit pas la modification d'infrastructure routière.

Le projet n'est donc pas concerné par les dispositions relatives aux infrastructures modifiées.

8.4 CONCLUSION

Au sens de l'arrêté du 5 mai 1995 qui définit le cadre réglementaire pour les niveaux sonores admissibles pour les bâtiments existants en cas de « création d'une infrastructure nouvelle » ou de « transformation significative d'une infrastructure existante » et du décret n° 2006-1099 du 31 Août 2006 lié aux bruits de voisinage, le projet n'est pas concerné par ces dispositions.

Les nuisances sonores liées au fonctionnement du futur campus seront réduites par un positionnement réfléchi des activités bruyantes ainsi que des équipements techniques performant sur un aspect acoustique.

Un des enjeux pour l'opération consiste à limiter l'exposition potentielle de nouveaux usagers aux nuisances sonores des infrastructures terrestres.

Des dispositions pourront être mises en œuvre à l'échelle des constructions pour limiter l'exposition des nouveaux occupants et usagers du site.

Dans un projet de bâtiment, les préoccupations de confort acoustique doivent se traiter à différents niveaux et peuvent se structurer de la façon suivante :

- Les dispositions architecturales spatiales, incluant l'organisation du plan-masse, responsabilisant les intervenants dans les premières phases de la conception.
- L'isolation acoustique du bâtiment par rapport aux bruits de l'espace extérieur (aériens et d'origine vibratoire).
- L'isolation acoustique des locaux vis-à-vis des bruits intérieurs (aériens, de chocs, d'équipements, et d'origine vibratoire).
- L'acoustique interne des locaux en fonction de leur destination.
- La création d'une ambiance acoustique extérieure satisfaisante.
- La protection des riverains contre les bruits engendrés par le bâtiment (activités et équipements techniques).

L'indicateur $D_{nT,A,tr}$ est retenu pour traduire l'isolement vis-à-vis des bruits aériens extérieurs.

Cette démarche sera portée par le maître d'ouvrage via l'intervention d'un acousticien au sein de la future équipe de maîtrise d'œuvre.



Figure 24 : Carte de bruits – Etat initial / Situation de référence / Etat projet - Période diurne



Figure 25 : Carte de bruits – Etat initial / Situation de référence / Etat projet - Période nocturne

9 RAPPORT DE LA CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES



06/10/21

Réf : FG / 973 / 9779 - H684

Rapport de mission acoustique

THEODORA MARSEILLE

Campagne de mesures acoustiques dans l'environnement

FONCIERE JAGUAR

Rédigé par François GERARD

Relu par Jean Christophe ROSZAK

AVANT-PROPOS

La société FONCIERE JAGUAR porte le projet de réalisation du campus numérique « THEODORA », situé avenue des Aygalades sur la commune de Marseille (13015). Dans ce cadre, la société FONCIERE JAGUAR a demandé à Acoustique & Conseil de réaliser l'étude acoustique d'un plot ainsi que d'un bâtiment d'hébergement. Des mesures de niveaux sonores avant réalisation des travaux ont été réalisées par Acoustique & Conseil.

Ce document présente les résultats de cette campagne de mesures.

SOMMAIRE

1	GENERALITES	4
2	CONSTAT INITIAL DE NIVEAUX SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT	4
2.1	Cadre normatif.....	4
2.2	Conditions des mesures	4
2.2.1	Dates des mesures.....	4
2.2.2	Conditions météorologiques	4
2.2.3	Matériel de mesures et d'analyses.....	5
2.3	Analyses effectuées	5
2.4	Niveau de bruit résiduel	6
2.5	Etude d'impact environnementale	7

1 GENERALITES

La FONCIERE JAGUAR réalise le campus numérique « THEODORA », situé Avenue des Aygalades sur la commune de Marseille (13015). Ce projet d'environ 35 000 m², est destiné à recevoir des espaces de formation, des espaces de bureaux, des locaux d'hébergement, et se compose de 5 plots, ainsi que d'un bâtiment d'hébergement « la Tour ». Les 5 plots seront identiques d'un point de vue constructif. Dans le cadre de cette opération, FONCIERE JAGUAR demande à Acoustique & Conseil de réaliser l'étude acoustique d'un plot ainsi que du bâtiment d'hébergement.

En vue d'intégrer au mieux le projet dans son environnement sonore, notamment pour le dimensionnement de l'isolation acoustique des façades mais également pour protéger le voisinage, une campagne de mesures du niveau sonore environnemental a été réalisée.

Ce document présente les résultats de cette campagne de mesures.

2 CONSTAT INITIAL DE NIVEAUX SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT

2.1 Cadre normatif

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme NF S 31-010 relative à *la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement*.

2.2 Conditions des mesures

2.2.1 Dates des mesures

Les mesures de niveaux sonores ont été réalisées le 22 septembre 2021 de 14h30 à 16h30 et de 22h00 à 00h00 par M. François GERARD.

2.2.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques étaient favorables à la réalisation de mesures : absence de pluie et peu de vent (cf. Figure 1).



Figure 1 : Conditions météorologiques relevées à Marseille le 22 septembre 2021.

2.2.3 Matériel de mesures et d'analyses

Pour réaliser les mesures, le matériel suivant a été utilisé :

- Sonomètre intégrateur de classe 1 B&K de type 2250 (n° 2726911) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Sonomètre intégrateur de classe 1 NTI de type XL2 (n° A2A-09163-E0) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Calibreur de classe 1 ACOEM de type CAL21 (n° 3345565097).

2.3 Analyses effectuées

Le niveau de bruit résiduel du site a été mesuré en quatre points sur les deux périodes réglementaires diurne et nocturne. L'emplacement des points de mesures est présenté sur la Figure 2 ci-dessous :



Figure 2 : Emplacement des points de mesures.

2.4 Niveau de bruit résiduel

Le Tableau 1 et le Tableau 2 ci-dessous présente les niveaux de bruit résiduel relevés aux quatre points de mesure, en valeur globale et par bande d'octave, de 63 à 8000 Hertz.

Période diurne (7h-22h)								
Point de mesure	Indice	LAeq	L99	L95	L90	L50	L10	L1
Point n° 1	Global (dBA)	61,0	47,5	49,5	50,5	57,5	64,0	70,5
	Oct 63Hz (dB)	68,0	53,5	55,5	57,0	63,0	70,0	78,0
	Oct 125Hz (dB)	59,0	44,5	47,0	48,5	54,5	61,5	70,0
	Oct 250Hz (dB)	56,5	44,5	46,0	47,5	53,5	59,5	66,5
	Oct 500Hz (dB)	54,5	43,5	45,0	46,5	52,0	57,0	63,5
	Oct 1kHz (dB)	54,5	42,0	44,0	45,0	51,5	57,5	63,5
	Oct 2kHz (dB)	55,5	39,0	41,0	43,0	51,0	59,0	66,0
	Oct 4kHz (dB)	51,0	33,0	35,5	37,0	45,0	52,5	62,0
	Oct 8kHz (dB)	44,5	24,0	27,0	28,5	36,0	45,5	56,0
Point n° 2	Global (dBA)	55,5	45,5	49,0	49,5	52,0	58,0	64,5
	Oct 63Hz (dB)	67,0	54,0	59,5	60,0	63,5	70,5	76,5
	Oct 125Hz (dB)	60,0	47,5	50,5	51,5	55,0	63,5	70,5
	Oct 250Hz (dB)	54,0	43,5	46,0	46,5	50,0	58,0	63,5
	Oct 500Hz (dB)	51,0	41,0	44,5	45,0	48,0	54,0	61,0
	Oct 1kHz (dB)	50,5	40,5	44,5	45,5	48,0	52,5	58,5
	Oct 2kHz (dB)	49,5	36,5	40,0	41,0	43,5	49,5	57,5
	Oct 4kHz (dB)	41,0	30,0	32,0	33,0	36,0	44,0	52,0
	Oct 8kHz (dB)	32,5	22,5	24,0	25,0	28,0	35,5	43,0
Point n° 3	Global (dBA)	54,0	45,5	47,0	47,5	50,0	55,5	65,5
	Oct 63Hz (dB)	60,5	54,0	55,5	56,0	59,0	62,5	68,0
	Oct 125Hz (dB)	54,5	47,5	51,0	51,5	53,5	56,5	61,5
	Oct 250Hz (dB)	51,0	43,5	46,5	48,0	49,5	52,5	58,0
	Oct 500Hz (dB)	49,5	41,0	43,0	43,5	45,5	51,0	60,0
	Oct 1kHz (dB)	49,0	40,5	42,0	42,5	45,0	49,5	60,5
	Oct 2kHz (dB)	47,5	36,5	37,5	38,5	41,5	48,0	59,5
	Oct 4kHz (dB)	43,0	30,0	31,0	32,0	35,5	43,0	55,5
	Oct 8kHz (dB)	35,5	22,5	23,5	24,0	27,5	35,0	47,5
Point n° 4	Global (dBA)	64,0	51,5	53,5	54,5	58,0	64,0	73,5
	Oct 63Hz (dB)	74,5	63,0	65,0	66,5	71,5	77,0	84,5
	Oct 125Hz (dB)	71,0	56,0	58,5	60,0	65,0	71,5	80,5
	Oct 250Hz (dB)	64,5	49,5	52,5	54,0	59,5	65,0	72,0
	Oct 500Hz (dB)	58,5	45,5	48,0	49,5	53,5	59,5	68,0
	Oct 1kHz (dB)	56,5	44,5	46,0	47,0	50,5	56,5	65,5
	Oct 2kHz (dB)	56,0	40,0	42,0	43,0	47,0	54,5	66,0
	Oct 4kHz (dB)	54,5	31,5	34,5	35,5	40,5	49,5	63,5
	Oct 8kHz (dB)	49,5	22,5	25,5	26,5	32,5	43,5	58,0

Tableau 1 : Niveaux de bruit résiduels mesurés en dB.

Période Nocturne (22h-7h)								
Point de mesure	Indice	LAeq	L99	L95	L90	L50	L10	L1
Point n° 1	Global (dBA)	53,5	43,5	45,0	46,5	51,5	57,0	61,5
	Oct 63Hz (dB)	62,0	49,5	51,0	52,5	58,0	65,5	72,5
	Oct 125Hz (dB)	56,5	42,5	44,5	45,5	51,0	59,0	66,5
	Oct 250Hz (dB)	52,0	41,0	43,0	44,0	49,0	55,5	61,0
	Oct 500Hz (dB)	49,5	39,0	40,5	42,0	47,0	52,5	58,0
	Oct 1kHz (dB)	50,0	39,0	41,5	42,5	48,0	53,0	57,5
	Oct 2kHz (dB)	45,5	33,5	36,5	38,0	43,5	48,5	53,0
	Oct 4kHz (dB)	39,0	22,0	25,0	27,5	35,0	41,0	47,0
	Oct 8kHz (dB)	36,5	14,0	15,5	17,5	25,5	33,0	41,5
Point n° 2	Global (dBA)	49,5	39,0	40,0	40,5	43,5	47,0	51,0
	Oct 63Hz (dB)	58,0	47,0	48,5	49,5	54,0	61,0	68,0
	Oct 125Hz (dB)	53,0	42,0	43,5	44,0	47,5	54,0	61,5
	Oct 250Hz (dB)	49,0	38,5	40,0	41,0	44,5	50,0	58,0
	Oct 500Hz (dB)	45,5	36,5	38,0	39,0	42,5	47,0	56,0
	Oct 1kHz (dB)	46,0	38,0	39,5	41,0	44,5	48,5	52,5
	Oct 2kHz (dB)	40,5	32,0	34,0	35,5	39,0	43,5	47,5
	Oct 4kHz (dB)	30,5	20,5	22,5	23,5	27,5	33,5	39,0
	Oct 8kHz (dB)	23,5	20,0	20,5	20,5	21,5	25,5	32,0
Point n° 3	Global (dBA)	44,5	39,0	40,0	40,5	43,5	47,0	51,0
	Oct 63Hz (dB)	52,0	45,0	46,5	47,0	50,0	55,0	60,0
	Oct 125Hz (dB)	47,0	40,5	41,5	42,0	44,5	49,0	55,5
	Oct 250Hz (dB)	43,0	37,5	38,0	38,5	41,0	45,0	50,5
	Oct 500Hz (dB)	40,5	35,0	36,0	36,5	39,0	42,5	47,5
	Oct 1kHz (dB)	41,0	35,0	36,0	37,0	39,5	43,0	46,5
	Oct 2kHz (dB)	37,0	28,0	30,5	31,5	35,0	39,0	44,5
	Oct 4kHz (dB)	29,5	22,5	23,0	24,0	26,5	30,5	38,5
	Oct 8kHz (dB)	25,0	20,5	21,0	21,0	21,5	23,5	34,0
Point n° 4	Global (dBA)	62,0	49,0	51,5	52,5	58,5	65,0	73,0
	Oct 63Hz (dB)	69,0	54,5	57,0	58,5	64,5	72,0	78,5
	Oct 125Hz (dB)	65,0	48,5	51,0	53,0	59,0	67,0	76,5
	Oct 250Hz (dB)	62,5	47,0	49,5	51,0	57,0	64,0	73,5
	Oct 500Hz (dB)	59,0	46,0	48,0	49,5	55,0	61,5	69,5
	Oct 1kHz (dB)	56,5	43,5	46,0	47,0	52,5	59,0	66,0
	Oct 2kHz (dB)	54,0	39,0	41,5	43,5	50,0	56,5	63,5
	Oct 4kHz (dB)	50,5	30,5	34,0	36,0	44,5	52,5	61,5
	Oct 8kHz (dB)	41,0	18,0	21,5	23,5	32,5	42,5	52,5

Tableau 2 : Niveaux de bruit résiduels mesurés en dB.

2.5 Etude d'impact environnementale

Sur la base de ces résultats de mesures acoustiques, une simulation 3 D sera établie à l'aide du logiciel PREDICTOR. Cette simulation aura pour but de définir les objectifs d'isolement de façade du projet à partir du classement des infrastructures de transports terrestres.

Dans le cadre du décret n°2006-1099 du 31 août 2006, les équipements techniques du projet seront également intégrés au modèle de calcul afin de dimensionner les différents ouvrages en vue de la protection du voisinage.

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Rapport du volet inondation

CONSULTING

SAFEGE

Aix Métropole - Bâtiment D
30, Avenue Henri Malacrida
13100 AIX EN PROVENCE

Agence PACA Corse

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX
www.safege.com

Version : 1

Date : 25/01/22

Nom Prénom : PUJAS Elodie

Visa : DECONNINCK Aurélien

Numéro du projet : 21MAX095

Intitulé du projet : SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Intitulé du document : Rapport du volet inondation

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	PUJAS Elodie	DECONNINCK Aurélien	07/02/2022	Version initiale

Sommaire

Table des matières

1.....	Contexte et objet de la mission.....	5
2.....	Analyse des données d'entrée	7
2.1	Zone modélisée et ouvrages existants.....	7
2.2	Données d'entrée issues du PPRI et des rapports de phase.....	9
2.3	Analyse des hypothèses de construction du PPRI.....	10
3.....	Modélisation hydraulique	11
3.1	Le logiciel utilisé : HEC-RAS	11
3.2	Calage sur la crue PPRI	12
4.....	État initial.....	15
5.....	Etat projet.....	17
5.1	Construction de l'état projet modélisé	17
5.1.1	Voie engins.....	20
5.1.2	Aménagement des berges des Aygalades	21
5.1.3	Amphithéâtre extérieur	21
5.1.4	Plateau d'entrée du parking.....	22
5.2	Etat projet	22
5.3	Préconisations d'aménagement.....	24

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Tables des illustrations

Figure 1 : Zone du projet – Cartographie du zonage réglementaire du PPRI des Aygalades.....	5
Figure 2 : Ouvrages et profils en travers relevés sur la zone modélisée	7
Figure 3 : Dalles MNT fournies.....	8
Figure 4 : Extrait de la cartographie des points de génération des hydrogrammes PPRI	9
Figure 5 : Modèle hydraulique de Setec Hydratec	10
Figure 6 : Modèle HEC RAS 1D/2D	11
Figure 7 : MNT sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA	13
Figure 8 : MNT au droit du bâtiment enjambant le cadre des Aygalades	14
Figure 9 : État initial issu du modèle.....	15
Figure 10 : État initial (SUEZ, à gauche) comparé à la cartographie PHE du PPRI des Aygalades (à droite)	16
Figure 11 : Plan de masse du RDJ du 20/01/21	18
Figure 12 : Plan de masse RDC du 20/01/21	19
Figure 13 : Localisation de la voie engins.....	20
Figure 14 : Coupe transversale Est-Ouest EE – issue du document 3412_PC02-2 du 30/09/2020	21
Figure 15 : Schéma de proposition d'adaptation des berges des Aygalades	21
Figure 16 : Plateau d'entrée du parking.....	22
Figure 17 : Aléa d'inondation sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA - Etat projet.....	23
Figure 18 : Vitesses d'écoulement sur la parcelle - Etat projet	24
Figure 19 : Aléa d'inondation sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA - Etat projet modifié	25
Figure 20 : Vitesses d'écoulement sur la parcelle - Etat projet modifié	26
Figure 21 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement - issu PPRI des Aygalades	26

1 CONTEXTE ET OBJET DE LA MISSION

Le projet **SMART CAMPUS THEODORA** dans le XIVème arrondissement de Marseille, est situé dans l'emprise PPRI du cours d'eau des Aygalades.

Le projet consiste en :

- La suppression de l'ensemble de éléments présents sur le terrain (déconstruction / desimperméabilisation) ;
- L'installation d'un bâtiment principal à l'ouest le long de la rue des Aygalades ;
- L'installation d'un bâtiment dans l'espace vert **en zone inondable PPRI** ;
- Le réaménagement de la parcelle en espace vert : décaissement global du terrain qui va augmenter **l'emprise de la zone inondable** ;
- La reprise des berges du lit des Aygalades (aménagement de terrasses) sur un linéaire légèrement inférieur à 100m : **ce qui va augmenter les hauteurs d'eau** (augmentation de l'aléa).

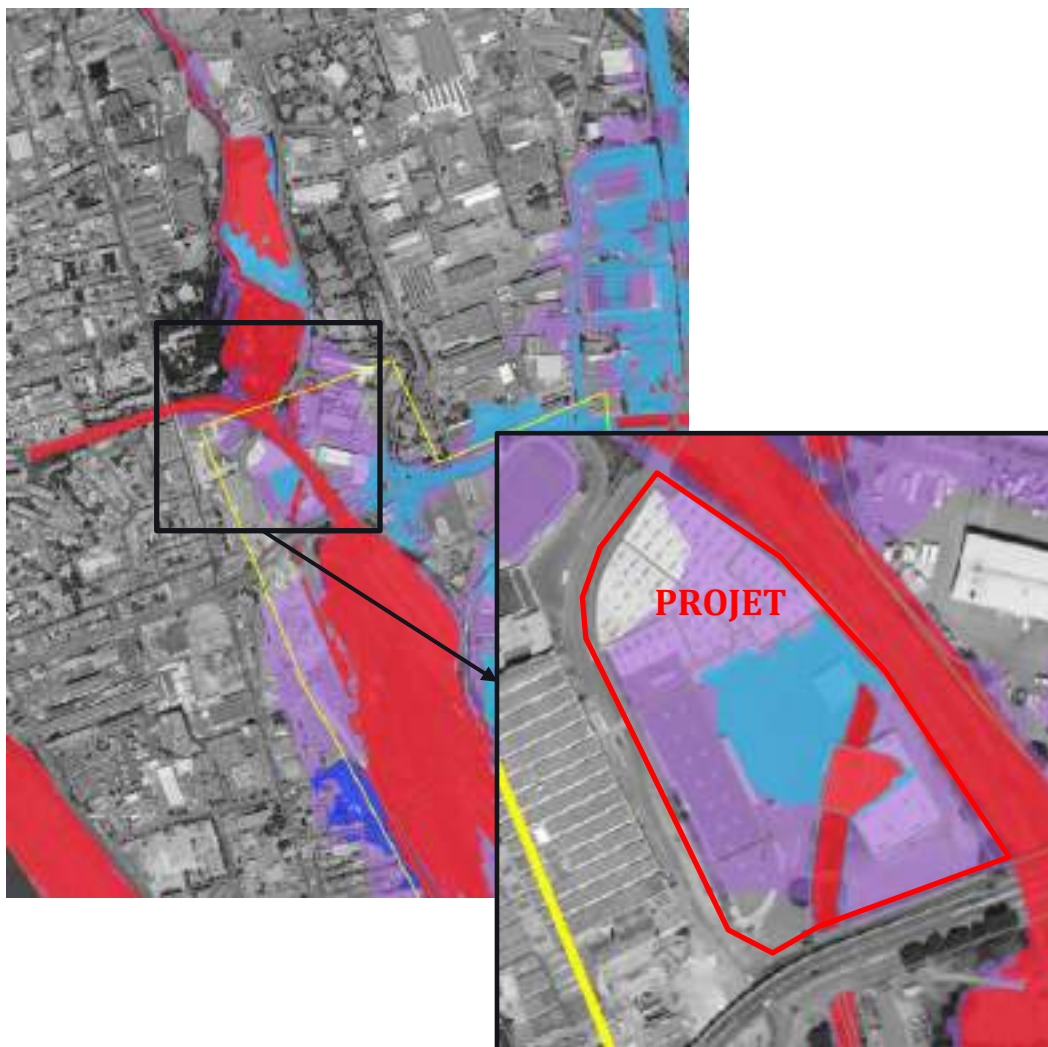


Figure 1 : Zone du projet – Cartographie du zonage réglementaire du PPRI des Aygalades

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Le volet inondation de l'étude a pour objectifs :

- 1.1 L'enquête de terrain, recueil et analyse des données d'entrée ;
- 1.2 La construction et le calage modèle hydraulique de débordements des Aygalades ;
- 1.3 L'exploitation du modèle en état actuel et état projet, cartographie des écoulements (hauteurs & vitesses) ;
- 1.4 La définition des Mesures d'accompagnement du projet vis-à-vis des zones inondables.

Le présent rapport a pour objet le volet inondation.

2 ANALYSE DES DONNEES D'ENTREE

2.1 Zone modélisée et ouvrages existants

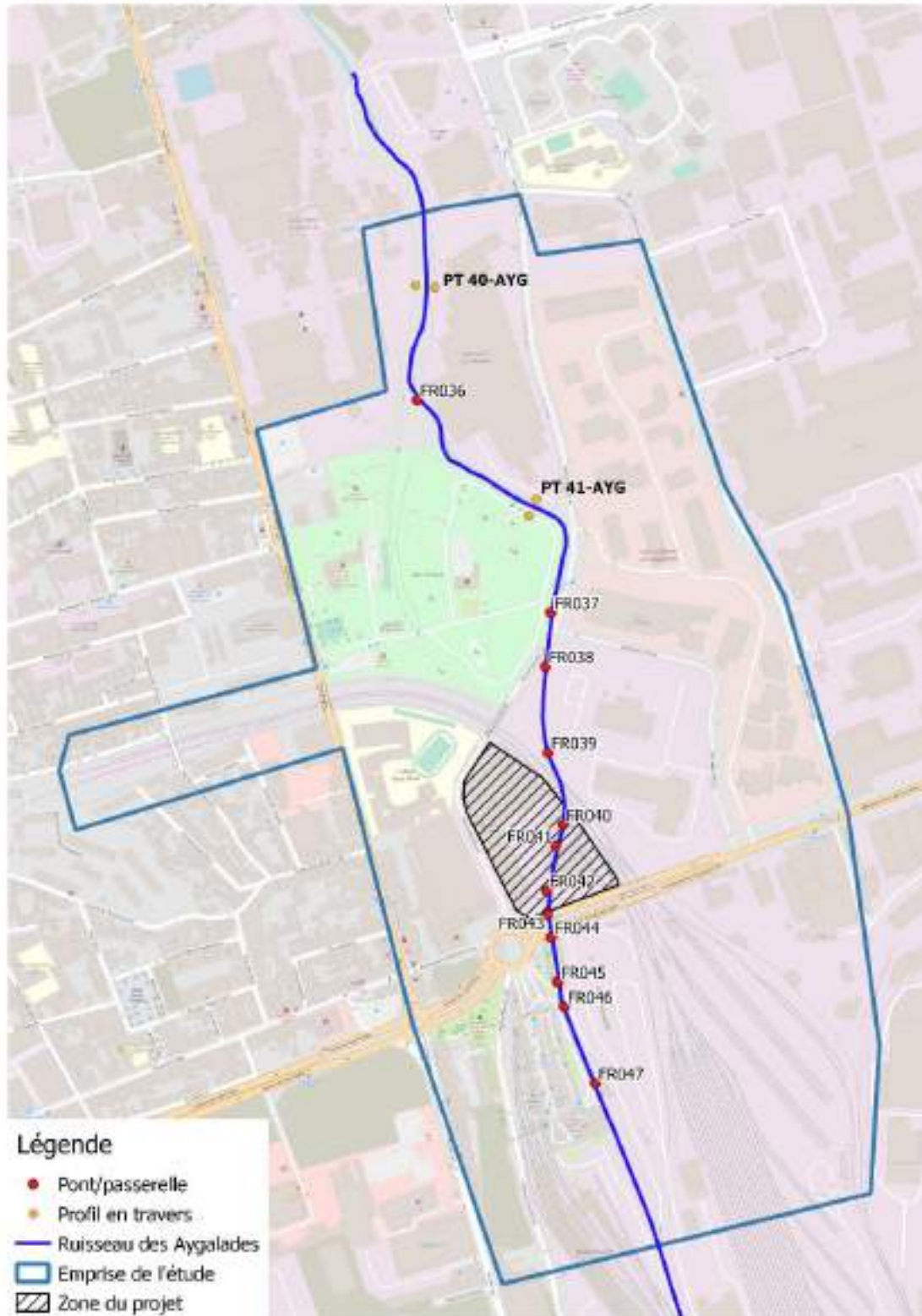


Figure 2 : Ouvrages et profils en travers relevés sur la zone modélisée

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Au sein de cette zone de modélisation, les données d'entrée relevées dans le cadre du marché du PPRI des Aygalades et fournies par la Foncière Jaguar correspondent :

- A **2 profils en travers** en amont du parc Billoux, avant le cuvelage du ruisseau ;
- Aux 12 profils des **7 ponts et passerelles** traversant le ruisseau dans la zone modélisée ;
- Aux 9 dalles du **Modèle Numérique de Terrain (MNT) LIDAR** (n°175, 176, 177, 188, 189, 190, 202, 203, 204).

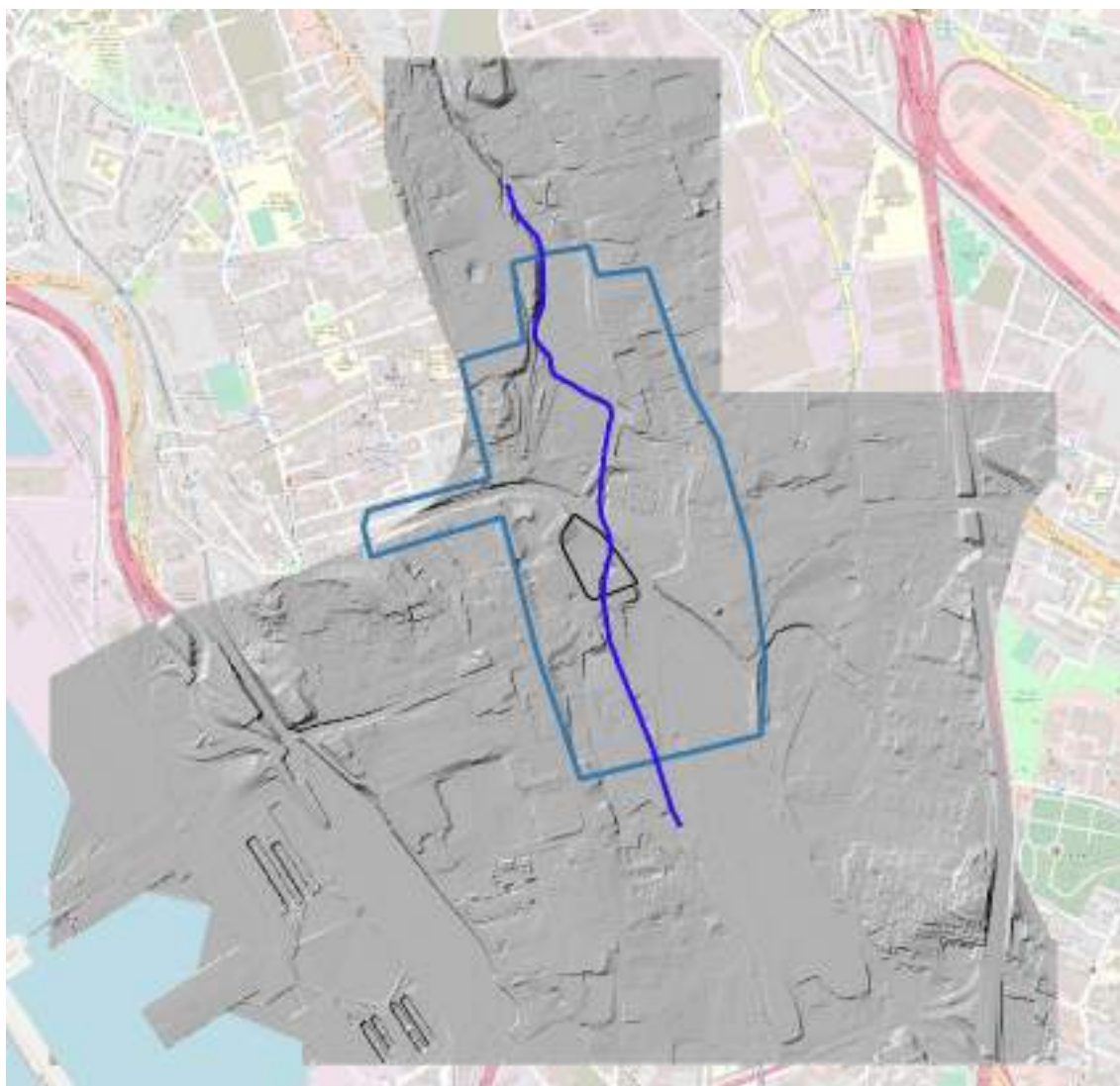


Figure 3 : Dalles MNT fournies

A cela, a été adjoint :

- Le **RGEAlt 1 m de l'IGN** pour compléter les dalles LIDAR fournies au niveau du tunnel de la voie ferrée ;
- La **BDTOPO de l'IGN** comprenant les tracés des routes, des bâtiments et les zones végétalisées pour la cartographie de l'occupation des sols.

Le lit mineur 1D a été construit par extraction directe de profils issus du Lidar.

2.2 Données d'entrée issues du PPRI et des rapports de phase

L'emprise de la zone de modélisation (en rouge ci-dessous) est définie afin de permettre les inondations dans le parc Billoux et s'étend en aval de la station de métro Gèze afin de s'affranchir des effets de bord du modèle sur la zone d'étude. La voie ferrée est incluse dans la zone jusqu'à son passage dans le tunnel d'Arenc. Le dégrilleur de la station Gèze n'est pas inclus.

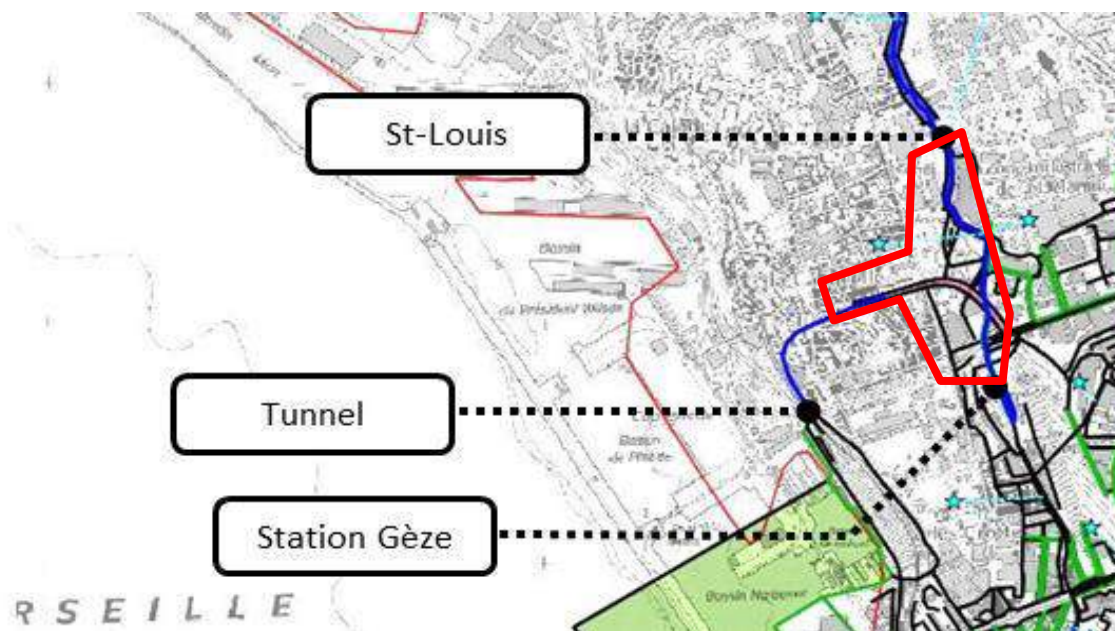


Figure 4 : Extrait de la cartographie des points de génération des hydrogrammes PPRI

L'**hydrogramme de crue du PPRI des Aygalades Sucrerie St-Louis** sera l'hydrogramme de référence pour l'étude. Il sera injecté à l'amont du modèle 1D. Cet hydrogramme a été généré en un point un peu en amont de la zone de modélisation de la présente étude.

Deux scénarios de crue de référence (Q100) ont été retenus pour l'établissement du PPRI. Ces scénarios sont présentés dans **l'Étude de connaissance de l'aléa inondation sur le bassin versant des Aygalades - Rapport de Phase 4 : simulations des crues de projet et cartographie des aléas**.

Le **premier scénario** comprend la libre circulation du ruissellement dans le tunnel d'Arenc vers le GPMM. Il établit que le débordement au niveau du parc Billoux s'écoule au droit du tunnel d'Arenc, avec un débit maximal de 30 m³/s et un volume total de 155 000 m³ (rapport de phase 4), et de 26.7 m³/s selon le document *d'Éléments de diagnostic (en cours)*.

Le **second scénario** génère un embâcle qui obture à 95% l'entrée du tunnel d'Arenc. Le débit maximal dans le tunnel est de 4.7 m³/s selon le document *d'Éléments de diagnostic (en cours)*, et de 3 m³/s pour un volume total de 60 000 m³ (rapport de phase 4).

Au droit du faisceau du Canet, le débit maximal est de 20 m³/s, alimenté aussi par le débordement d'un collecteur pluvial.

Dans le cadre des Aygalades, le débit maximal est de 80 m³/s au droit du Campus Théodora.

Les **cartographies effectuées** par la suite concatènent les maximums de hauteurs d'eau des deux modèles. Aussi, pour le cas des Aygalades sur la zone d'étude, cela correspond au scénario 2.

Il est à noter que les **coefficients de Strickler** retenus sur l'ensemble du modèle de Setec Hydratec sont compris entre :

- 23 et 27 pour les lits mineurs à ciel ouverts,
- 50 et 60 pour les parties souterraines et canalisées,
- 30 à 40 pour les voiries modélisées par des éléments « Rues »,
- 8 et 15 pour le lit majeur.

Le calage du modèle s'appuiera sur ces éléments.

2.3 Analyse des hypothèses de construction du PPRI

Le modèle Hydra QGIS de Setec Hydratec modélise les ponts et les passerelles comme des « gates », c'est-à-dire des ouvrages ponctuels. De ce fait, le bâtiment qui enjambe le canal dans la parcelle du projet de campus n'est pas modélisé comme un bâtiment à moins de générer une obturation des cellules, comme présenté dans le rapport de phase 3.

Cependant, au vu de la côte de surface libre à 15.26 m NGF sur les PHE, le bâtiment ne fait pas obstacle à l'écoulement en rive droite qui viendrait rejoindre le canal. Il n'y a pas d'obturation.



Figure 5 : Modèle hydraulique de Setec Hydratec

D'autre part, au droit de ce même bâtiment, le ruisseau des Aygalades est modélisé comme bief souterrain 1D immergé dans le maillage 2D. Ce dernier s'appuie sur le MNT et donc sur le fond du canal. Des liaisons hydrauliques 1D/2D (traits verts) permettent des échanges bilatéraux.

La cuvette topographique en rive droite ainsi que les mailles situées dans le cadre des Aygalades peuvent être remplies par débordement du canal ou par l'écoulement en provenance du parc Billoux.

3 MODELISATION HYDRAULIQUE

3.1 Le logiciel utilisé : HEC-RAS

La zone de modélisation comprend un canal avec de nombreux ponts et une zone d'expansion importante, avec le remplissage d'une voie ferrée décaissée. Le logiciel HEC-RAS permet le couplage d'un modèle 1D pour le lit mineur et les ouvrages hydrauliques, à un modèle 2D pour la zone d'expansion. Les mailles de la zone 2D sont de 5 m de côté. Les bordures de mailles sont alignées avec les reliefs marqués (routes, remblais) via des lignes de structure.

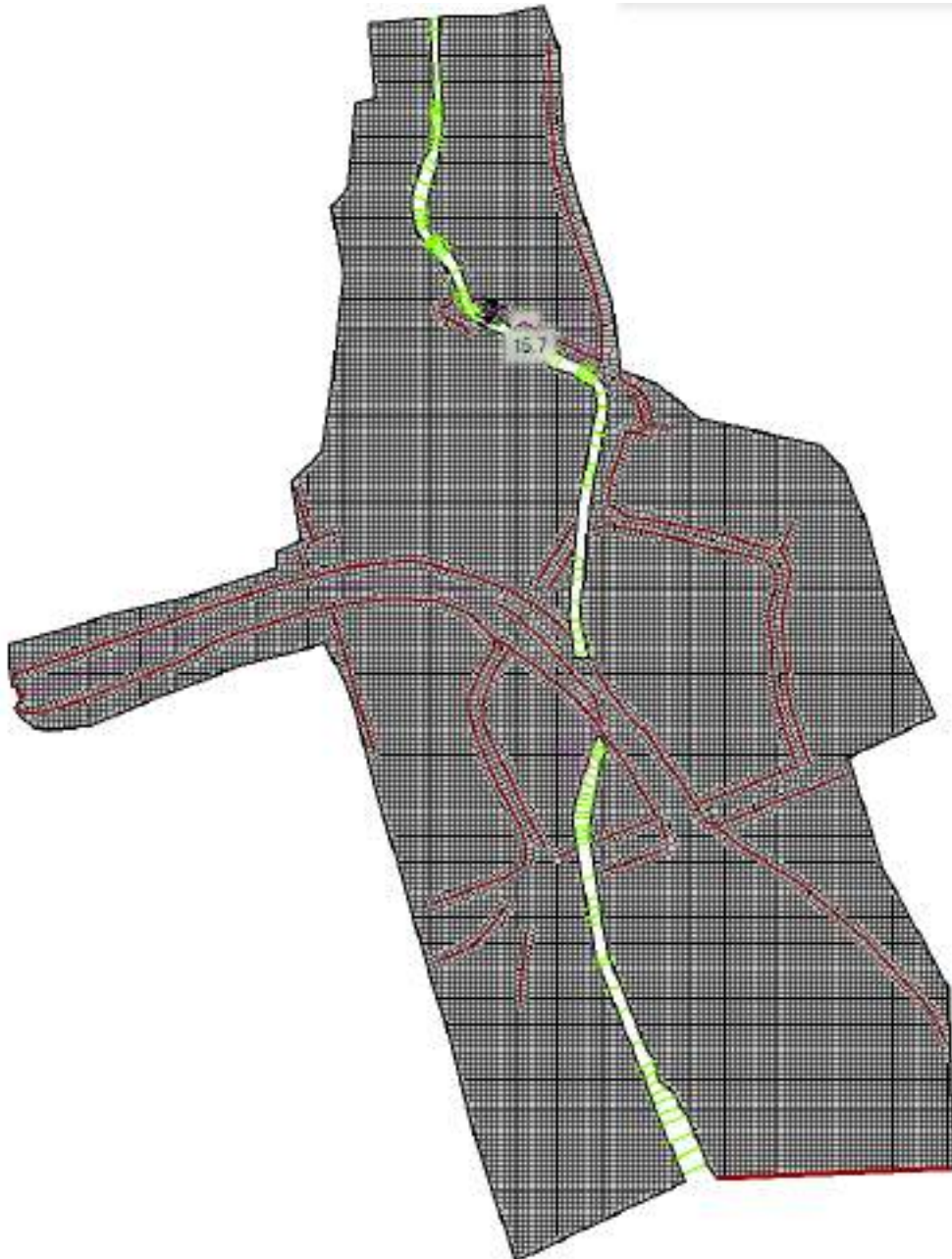


Figure 6 : Modèle HEC RAS 1D/2D

3.2 Calage sur la crue PPRI

Concernant les **conditions limites**, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Hydrogramme de crue PPRI à l'amont du modèle 1D ;
- Hauteur normale à l'exutoire 1D du ruisseau des Aygalades ;
- Hauteur normale à l'exutoire du tunnel d'Arenc.

Le **coefficient de frottement de Strickler** permet de caractériser la résistance des sols à l'écoulement : plus sa valeur est grande, plus la résistance est faible et plus la lame d'eau sera faible à débit constant et la vitesse importante.

Les hypothèses suivantes ont été retenues concernant la rugosité :

- Strickler de $66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ sur les routes, parkings ;
- Strickler de $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ sur les zones imperméabilisées ;
- Strickler de $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ en lit majeur ;
- Strickler de $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ sur les bâtiments ;
- Strickler entre 23 et $27 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ dans le lit mineur (1D) ;
- Strickler de $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ dans le lit mineur, sous les ponts (1D).

Concernant le couplage 1D/2D :

Sur la parcelle du projet, au droit du triangle vert ci-dessous, le MNT présente une incohérence d'élévation. Le triangle se situe au niveau du bâtiment qui enjambe le canal des Aygalades.

Une interpolation lors du retrait du bâti a pu extruder cette zone en moyennant avec la profondeur du canal. Cette hypothèse est corroborée par l'élévation du canal sur le bord droit.

Pour y pallier, **la connexion entre le canal (1D) et la zone 2D est faite entre 16.5 et 15.5 m NGF**, conformément aux niveaux du terrain au bord du canal en amont et en aval de la zone extrudée. De ce fait, cette cuvette topologique ne sera remplie que si le ruisseau sort du cadre, ou bien par ruissellement en provenance des voies ferrées.

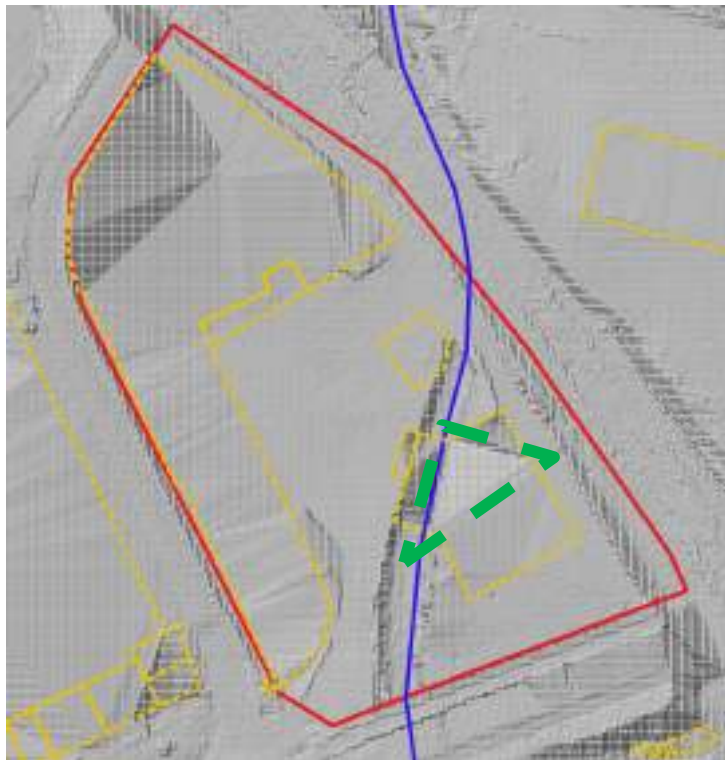


Figure 7 : MNT sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA

Enfin, la **modélisation du bâtiment qui enjambe le ruisseau des Aygalades** sous HEC-RAS correspondrait à un pont avec un tablier couvrant le cadre sur environ 25 m. Cet ouvrage bloquerait les écoulements latéraux de la rive droite vers le ruisseau, qui s'effectuent préférentiellement au droit de la dépression marquée ci-dessous par la cote à 13.51 m NGF.

Les tests effectués montrent qu'au droit de ce bâtiment, si un pont est modélisé, il n'est pas mis en charge pour le débit maximal mesuré dans le cadre au droit du projet de 84 m³/s.

Aussi, pour permettre une modélisation cohérente avec les choix de modèle présentés dans le PPRI, ce pont ne sera pas modélisé pour le calage du modèle.

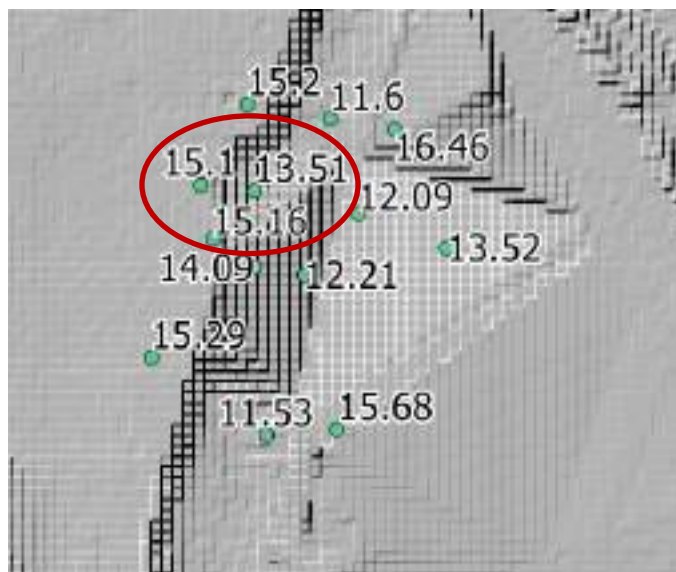


Figure 8 : MNT au droit du bâtiment enjambant le cadre des Aygalades

4 ÉTAT INITIAL

L'aléa d'inondation obtenu pour la crue PPRI dans la zone d'étude est très similaire. Les cotes de surface libre ont potentiellement jusqu'à 20 cm d'écart, notamment au droit du tunnel d'Arcen du fait de choix et d'options de modélisation différents du PPRI. On notera cependant que les cartographies issues du PPRI ne précisent pas les localisations des points de mesure.

Par ailleurs, les emprises d'inondation selon les classes utilisées par le PPRI (0.25, 0.5, 1 et 1.5 m) sont très similaires.



Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique



Figure 10 : État initial (SUEZ, à gauche) comparé à la cartographie PHE du PPRI des Aygalades (à droite)

Les résultats de l'état initial sont cohérents avec la cartographie des PHE du PPRI des Aygalades.

5 ETAT PROJET

5.1 Construction de l'état projet modélisé

L'aménagement paysager n'étant pas encore fixé, l'état projet modélisé correspond à l'état d'avancement actuel de la réflexion. L'état projet initial présenté ci-dessous est extrait :

- Des coupes et plans 210120_TSC_CA du 20/01/21 ;
- Du plan de masse projet PPRI 3410_PC02-5_CA_REND_MAS_Masse-PPRI du 30/09/20 ;
- Des coupes longitudinales et transversales des documents 3410_PC03-2_CA_REND_CPE du 30/09/20.

La modélisation de l'état projet consiste ici en la prise en compte des modifications du TN (Terrain Naturel). Les déblais et remblais prévus vont être intégrés au modèle numérique de terrain afin d'étudier leur impact sur les débordements et le fonctionnement hydraulique de la parcelle.

Pour une prise en compte fine des modifications à intégrer, les différents documents de l'état projet ont été analysés pour identifier les zones planes, les talus, les rampes, les lignes structurantes et les cotes à associer. La nature du terrain, caractérisant la rugosité, est aussi identifiée.

Aux niveaux Rez-De-Jour et Rez-de-Chaussée, le plan de masse est le suivant :



Figure 11 : Plan de masse du RDJ du 20/01/21



Figure 12 : Plan de masse RDC du 20/01/21

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Les reliefs structurants sont :

- La voie engins ;
- L'aménagement des berges des Aygalades ;
- Le plateau de l'amphithéâtre extérieur ;
- Le plateau à 17.5 m NGF pour l'entrée du parking.

5.1.1 Voie engins

Le fonctionnement hydraulique de la parcelle est fortement influencé par le débit entrant via la voie ferrée située en contre-bas. Ce débit est dépendant de la cote du terrain naturel au droit de la frontière entre la parcelle et la voie ferrée, en particulier sur le tronçon 1 (ci-dessous) où le ruissellement pénètre la parcelle.

Pour conserver le même débit que dans l'état initial, la voie engins longeant cette frontière doit conserver la cote actuelle de la parcelle, variant entre 15.3 et 15.6 m NGF.



Figure 13 : Localisation de la voie engins

La visite de terrain confirme l'existence d'un mur en béton de faible épaisseur, d'environ 2 m de hauteur, longeant la frontière entre la parcelle et les voies ferrées.

Cependant, ce type d'ouvrage n'est pas intégré aux modélisations PPRi car cela nécessiterait une étude de la robustesse de ces ouvrages à la contrainte exercée par l'eau et du risque de rupture. Aussi, cet ouvrage n'est pas intégré dans notre modélisation.

5.1.2 Aménagement des berges des Aygalades

Le MNT utilisé dans le cadre du PPRI des Aygalades et les documents référencant les ouvrages hydrauliques sur les Aygalades attestent que sur la parcelle de projet, la cote du fil d'eau (cote du fond du cadre des Aygalades) varie entre **11.7 m NGF à l'amont et 11.3 m NGF à l'aval**.

Les coupes transversales de l'état projet présentent **une cote de berge à 11.25 m NGF**. Nous pouvons estimer à partir de ces coupes que le fond du cadre projeté serait à 10.25 m NGF.

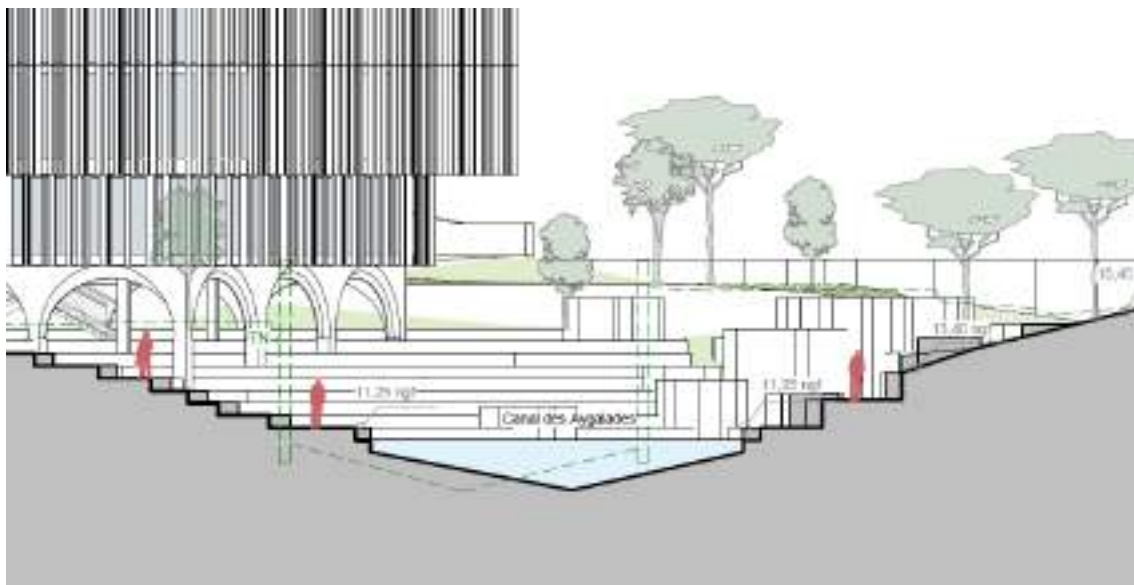


Figure 14 : Coupe transversale Est-Ouest EE – issue du document 3412_PC02-2 du 30/09/2020

Le fonctionnement hydraulique du ruisseau des Aygalades serait perturbé par ce décaissement et cette rupture de la pente longitudinale du ruisseau. Aussi, **nous vous proposons d'adapter l'aménagement des berges avec un fond du ruisseau à environ 11.5 m NGF, suivant la pente longitudinale actuelle, et des berges à 12.5 m NGF**. La section suivra la même forme que présentée dans les coupes de l'état projet initial.

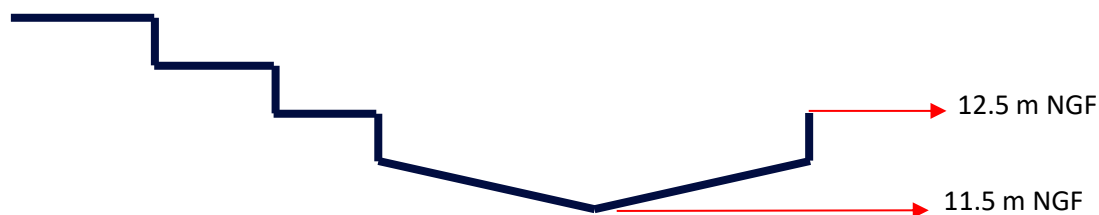


Figure 15 : Schéma de proposition d'adaptation des berges des Aygalades

5.1.3 Amphithéâtre extérieur

L'amphithéâtre extérieur présente une surface plane à la cote 13.5 m NGF. Nous souhaitons vous alerter sur une possible **contrainte par l'aval sur les hauteurs d'eau** au droit de cette zone. En

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

effet, le ruissellement en provenance de la voie ferrée sera guidé par l'aménagement des berges en escaliers directement vers le ruisseau des Aysgalades.

Cependant, selon le débit au droit du ruisseau des Aysgalades, des hauteurs d'eau importantes pourraient être générées au droit de l'amphithéâtre et rendre la zone inconstructible.

Une surélévation de la cote de cette surface pourrait limiter les hauteurs d'eau. Seule une première modélisation permettra de quantifier ce phénomène.

5.1.4 Plateau d'entrée du parking...



Figure 16 : Plateau d'entrée du parking

Le Plateau d'entrée du parking est nivelé à 17.5 m NGF (1). Des talus (2) sont modélisés pour raccorder à la côte plancher des espaces verts.

5.2 Etat projet

L'état projet modélisé impacte fortement la capacité du lit mineur du ruisseau, en diminuant d'environ 15.5 m NGF à 12.5 m NGF la cote des berges. Le débit de crue remplit rapidement les aménagements de berges **jusqu'à la dernière marche nivelée à 14.84 m NGF**.

La cote du rez-de-jour à 14.5 m NGF, inférieure à la cote de la dernière marche à 14.85 m NGF, forme une cuvette (1) **qui retiendra les précipitations lors de tout évènement pluvieux**.

De plus, dans le cadre de l'évènement centennal du PPRI, le ruissellement en provenance du parc du Billoux **remplit cette cuvette**.

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Au droit des bâtiments latéraux, la hauteur maximale est de **40 cm (2)**, pour une cote de surface libre à **14.95 m NGF**.

Au droit du bâtiment sur pilotis (3), la hauteur maximale est de **1.5 m**, pour une cote de surface libre à **14.98 m**, sur le plateau de l'amphithéâtre extérieur nivelé à 13.5 m NGF.

Enfin, les ouvertures (arches) du parking au niveau du rez-de-jour (4) ne sont pas compatibles avec les hauteurs d'eau au Sud du bâtiment. Des entrées d'eau dans le parking sont générées par l'évènement de crue de référence.

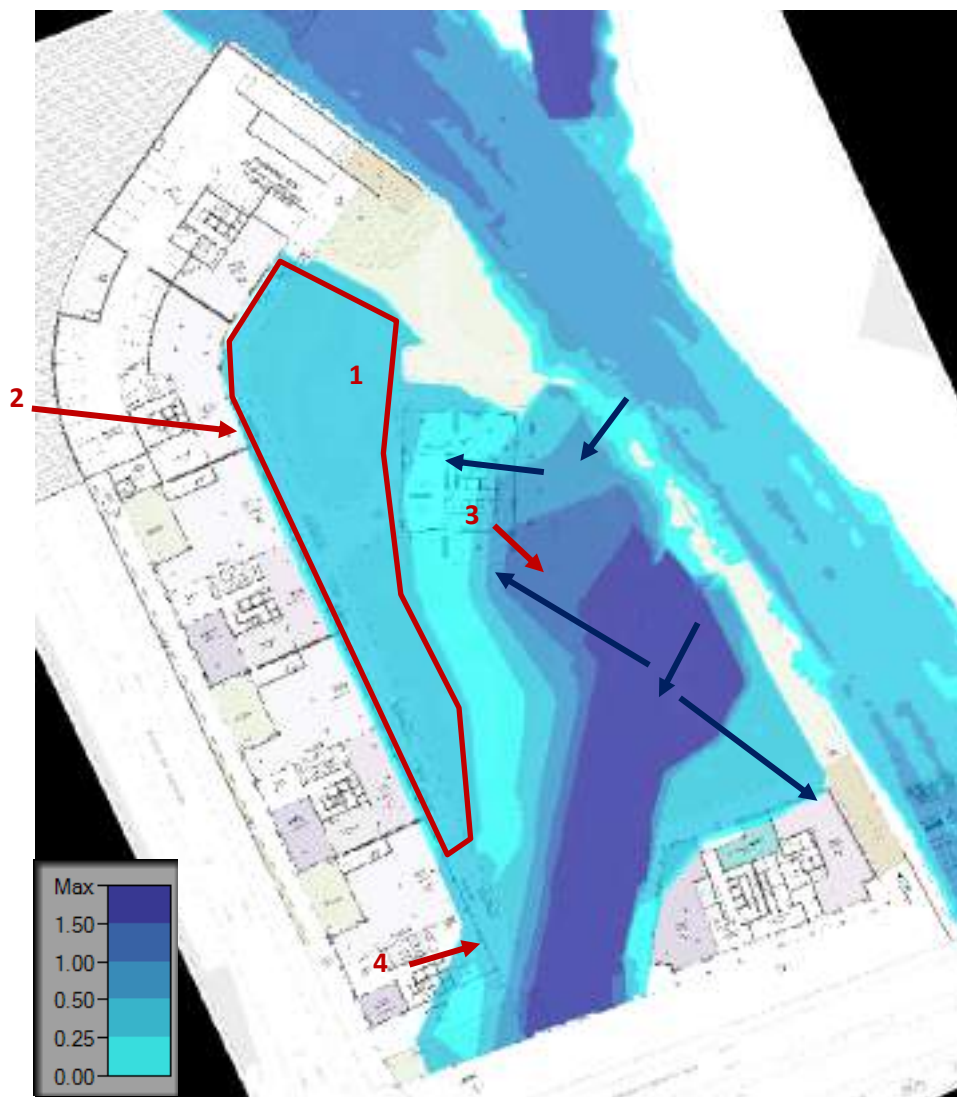


Figure 17 : Aléa d'inondation sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA - Etat projet

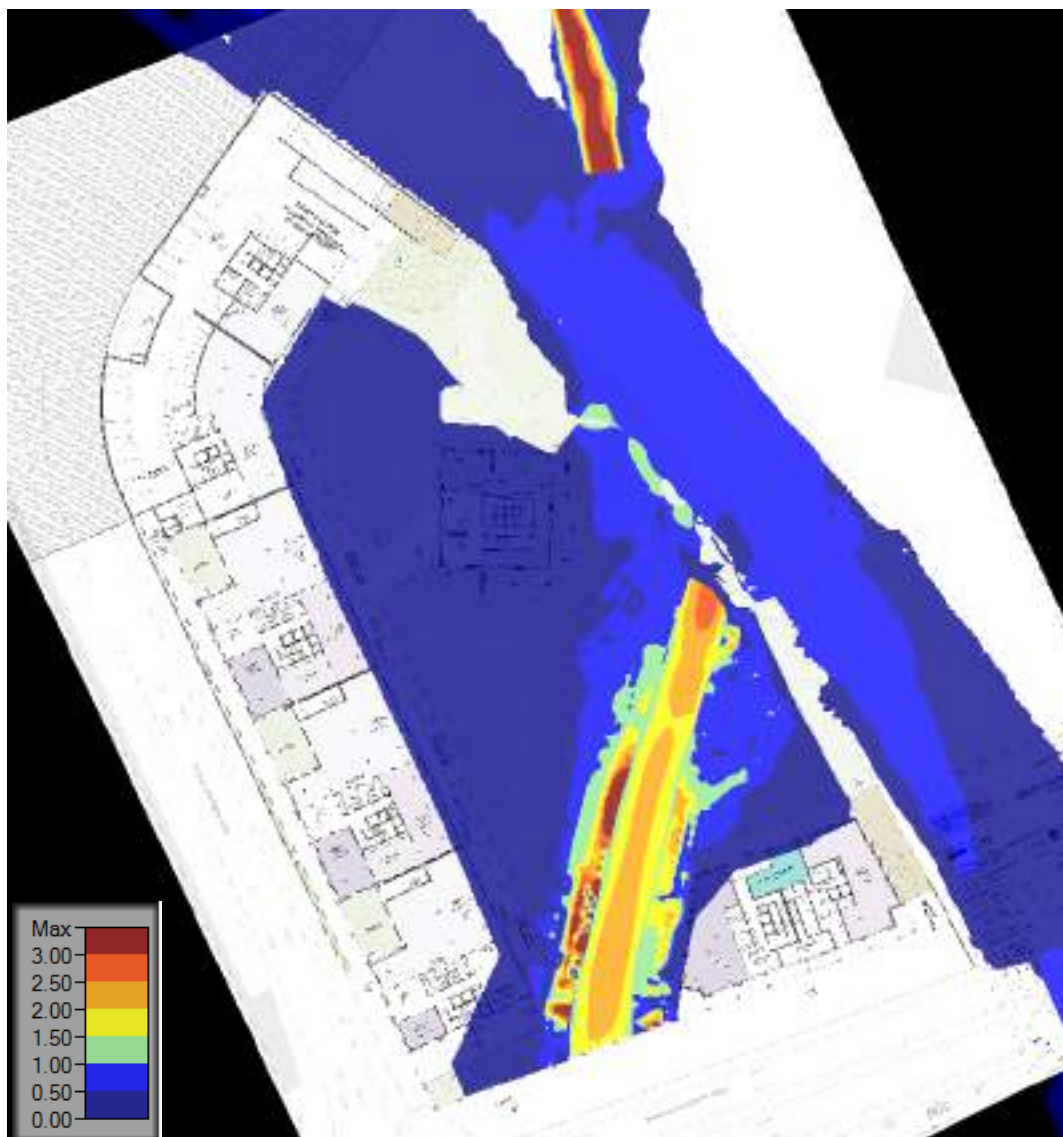


Figure 18 : Vitesses d'écoulement sur la parcelle - Etat projet

Il est aussi à noter que les vitesses au droit des marches sont supérieures à 3 m/s, soumettant les marches à de fortes contraintes érosives.

5.3 Préconisations d'aménagement

Pour contraindre l'aléa d'inondation au sein des berges aménagées du ruisseau des Aygalades et guider le ruissellement en provenance du parc du Billoux vers le ruisseau, nous préconisons les aménagements suivants :

- Nivelier le plateau de l'amphithéâtre extérieur à 14 m NGF afin de limiter les hauteurs d'eau au droit du bâtiment sur pilotis ;
- Nivelier le terrain naturel à 15.1 m NGF au minimum, en dehors des marches d'escaliers afin de mettre hors d'eau le reste de la parcelle ;
- Caler les ouvertures du parking sur l'espace vert à 15.1 m NGF pour empêcher les entrées d'eau dans le parking ;

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

- Modeler le talus contre la voie engins afin de guider le ruissellement du parc du Billoux vers le ruisseau.

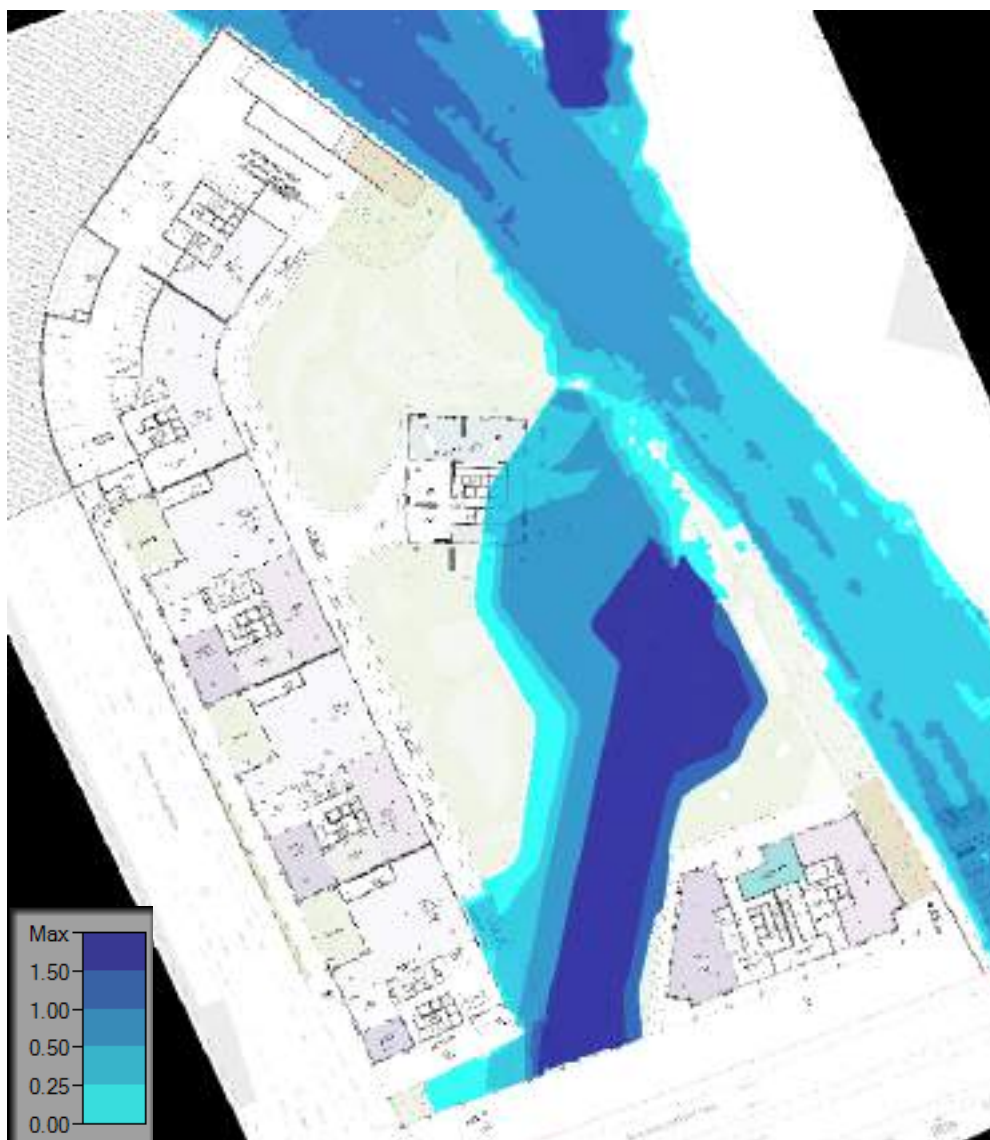


Figure 19 : Aléa d'inondation sur la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA - Etat projet modifié

Rapport du volet inondation

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

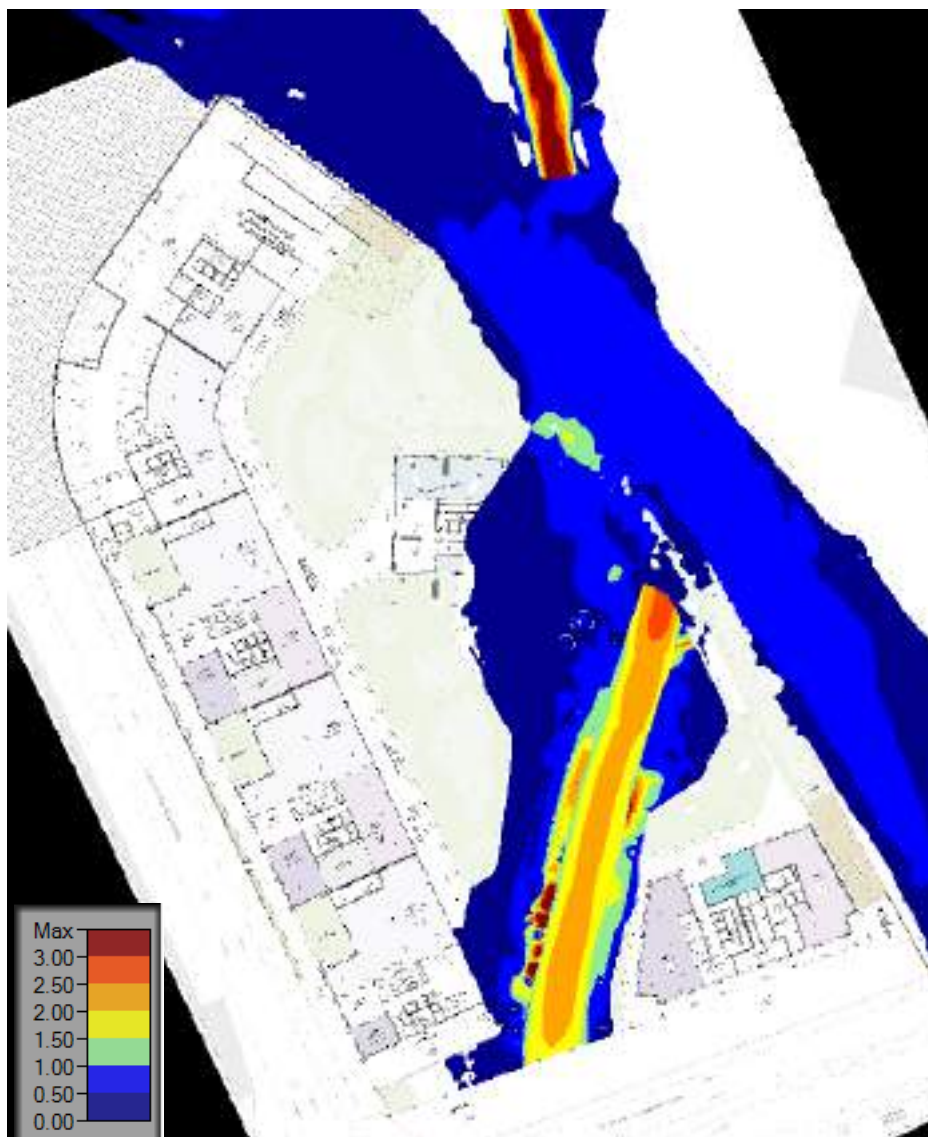


Figure 20 : Vitesses d'écoulement sur la parcelle - Etat projet modifié

Selon la grille d'aléa d'inondation en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement utilisée dans le PPRI des Aigalades, ces aménagements permettent de maintenir la zone du bâtiment central en **aléa modéré, zonage réglementaire bleu clair**. La cote de surface libre est à 14.9 m NGF. **La cote plancher est fixée à 15.1 m NGF.**

Il est à noter que ces aménagements n'ont pas d'impact sur les vitesses maximales au droit des marches d'escaliers. L'aménagement des marches doit résister à des vitesses supérieures à 3 m/s. Pareillement, l'entrée d'eau dans la parcelle via les voies ferrées génère des vitesses de 2 m/s. L'aménagement du talus doit prendre en compte ces contraintes et pouvoir y résister.

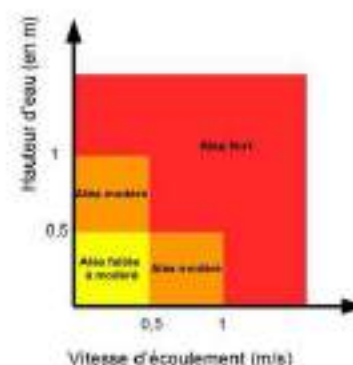


Figure 21 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement - issu PPRI des Aigalades



Ce qu'il faut retenir

Pour **contraindre l'aléa d'inondation**, il est préconisé :

- De placer le terrain et les bâtiments hors d'eau à la cote plancher de 15.1 m NGF ;
- De caler les ouvertures du parking sur l'espace vert à 15.1 m NGF ;
- De modeler un talus pour guider les écoulements sur la voie engins vers les berges ;

Pour **limiter les hauteurs d'eau au droit du bâtiment central**, il est préconisé :

- De niveler le plateau de l'amphithéâtre extérieur à 14 m NGF ;

Pour **lutter contre l'érosion due à des vitesses importantes**, il est préconisé :

- D'aménager des marches avec des matériaux capables de résister à des vitesses supérieures à 3 m/s. Il est possible d'aménager les berges avec des enrochements ou de façonner les marches avec des gabions ;
- D'aménager le talus de la voie engins pour résister à des vitesses de 2 m/s.

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Rapport du volet pluvial

CONSULTING

SAFEGE

Aix Métropole - Bâtiment D
30, Avenue Henri Malacrida
13100 AIX EN PROVENCE

Agence PACA Corse

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX
www.safege.com

Version : 1

Date : 18/03/2022

Nom Prénom : PUJAS Elodie

Visa :

Numéro du projet : 21MAX095

Intitulé du projet : SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique



Intitulé du document :

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d’envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
V1	Elodie PUJAS	Matthieu ROPERT	15/04/2022	Version initiale

Sommaire

Table des matières

1.....	Contexte et objet de la mission.....	5
2.....	Fonctionnement hydraulique actuel et Naturel.....	7
2.1	Présentation du fonctionnement hydraulique de la zone d'étude.....	7
2.2	Détermination des débits de pointe – État naturel.....	11
2.2.1	Caractéristiques pluviométriques de la zone d'étude.....	11
2.2.2	Caractérisation du bassin versant	13
2.2.3	Débits de pointe.....	15
2.3	Détermination des débits de pointe – État actuel	15
2.3.1	Caractérisation du bassin versant	15
2.3.2	Débits de pointe.....	16
3.....	Fonctionnement hydraulique futur (État projet).....	16
3.1	Détermination des débits de pointe – Etat futur sans compensation.....	17
3.1.1	Caractérisation du bassin versant	17
3.1.2	Débits de pointe.....	18
3.2	Pollution des eaux pluviales – Etat futur sans compensation.....	18
3.3	Dimensionnement des mesures compensatoires.....	19
3.3.1	Contraintes réglementaires	19
3.3.2	Perméabilité des sols et infiltration des eaux	22
3.3.3	Dimensionnement du bassin de rétention	22
3.3.4	Préconisations d'aménagements pour la gestion pluviale	26
3.3.5	Occurrences exceptionnelles	28

Tables des illustrations

Figure 1-1 : Zone du projet – Cartographie du zonage réglementaire du PPRI des Aygalades.....	5
Figure 1-2 : PC1 - Plan d'aménagement de l'état projet de la parcelle.....	6
Figure 2-1 : Réseau pluvial actuel rue Ibrahim Ali Nord.....	7
Figure 2-2 : Réseau pluvial actuel rue Ibrahim Ali Sud	8
Figure 2-3 : Réseau pluvial actuel rive gauche des Aygalades.....	9
Figure 2-4 : Réseau pluvial actuel rive droite des Aygalades.....	9
Figure 2-5 : Localisation des photographies et des drains.....	10
Figure 2-6 : Coefficients de ruissellement pour une zone urbanisée issue de la doctrine DDTM 13	14
Figure 2-7 : : Extrait Doctrine DDTM 13 Rubrique 2.1.5.0 – Calcul du coefficient de ruissellement pour les occurrences > 10 ans.....	14
Figure 2-8 : Extrait Doctrine DDTM 13 Rubrique 2.1.5.0 – Calcul du débit de pointe.....	15
Figure 2-9: Coefficients de ruissellement selon les directives de la Métropole.....	16
Figure 3-1: Coefficients de ruissellement selon les directives de la Métropole.....	17
Figure 3-2 : Extrait du PLUi de la Métropole de Marseille	20
Figure 3-3 : Zonage du PLUi au droit de la parcelle à l'étude	20
Figure 3-4 : Schéma des préconisations d'aménagement pour la gestion des eaux pluviales	27
Figure 3-5 : Dimensionnement de la noue.....	28

1 CONTEXTE ET OBJET DE LA MISSION

Le projet **SMART CAMPUS THEODORA** dans le XIVème arrondissement de Marseille, est situé dans l'emprise PPRI du cours d'eau des Aygalades.

Le projet consiste en :

- La suppression de l'ensemble de éléments présent sur le terrain (déconstruction / desimperméabilisation)
- L'installation d'un bâtiment principale à l'ouest le long de la rue des Aygalades
- L'installation d'un bâtiment dans l'espace vert **en zone inondable PPRI**
- Le réaménagement de la parcelle en espace vert : décaissement globale du terrain
- La reprise des berges du lit des Aygalades (aménagement de terrasses) sur un linéaire légèrement inférieur à 100m

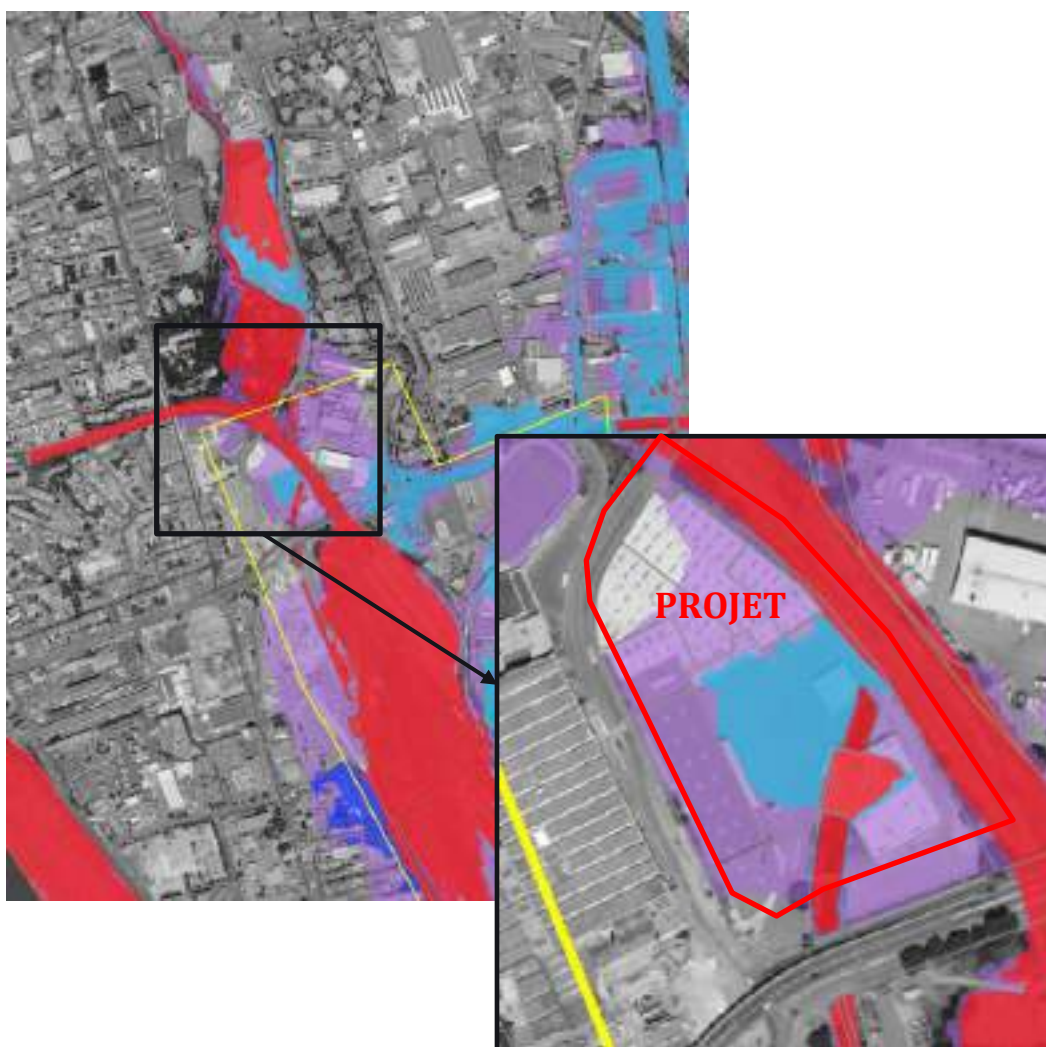


Figure 1-1 : Zone du projet – Cartographie du zonage réglementaire du PPRI des Aygalades

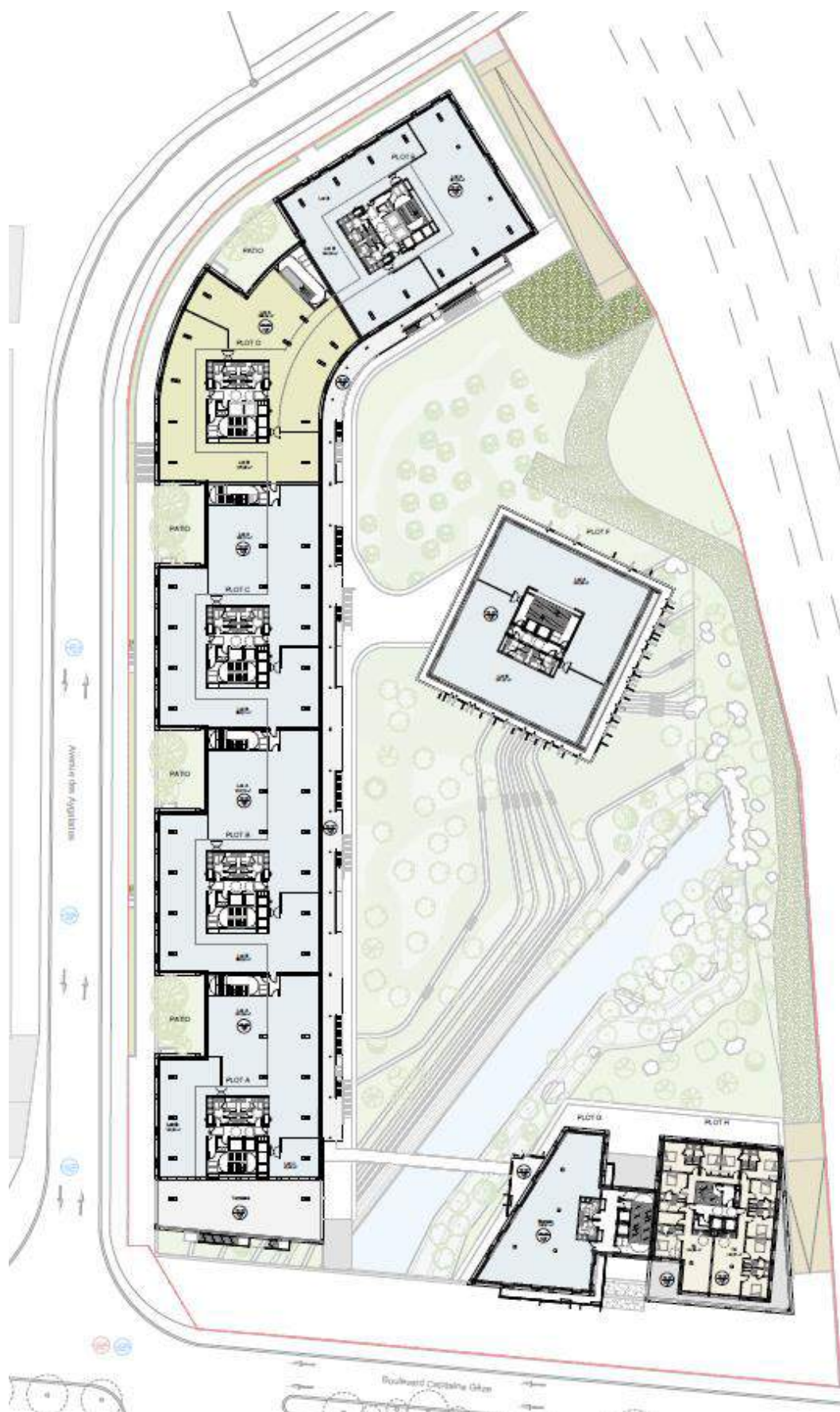


Figure 1-2 : PC1 - Plan d'aménagement de l'état projet de la parcelle

Le volet pluvial de l'étude a pour objectifs :

- L'étude du dispositif de gestion des eaux pluviales à mettre en place (bassin de rétention, sol drainant, toiture terrasse) pour la rubrique 2.1.5.0 de la Loi sur l'Eau ;
- Le calcul du volume de rétention et du débit de fuite à mettre en place
- Les préconisations au stade d'étude préliminaire sur le stockage des eaux pluviales.

2 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ACTUEL ET NATUREL

2.1 Présentation du fonctionnement hydraulique de la zone d'étude

La visite de terrain et les photographies disponibles sur google maps de la parcelle à l'état actuel ont permis de déterminer le fonctionnement de la gestion actuelle des eaux pluviales sur la parcelle.

Les bâtiments présentent des gouttières guidant l'eau des toitures sur la chaussée et les parkings.



Figure 2-1 : Réseau pluvial actuel rue Ibrahim Ali Nord



Figure 2-2 : Réseau pluvial actuel rue Ibrahim Ali Sud



Figure 2-4 : Réseau pluvial actuel rive droite des Aygalades



Figure 2-3 : Réseau pluvial actuel rive gauche des Aygalades

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Deux grilles sont identifiables sur les prises de vue aériennes (croix rouges). Les eaux des toitures et des surface imperméabilisées sont collectées par ces grilles. Une buse de rejet pluvial est identifiable en rive droite du ruisseau, rejetant une partie des eaux collectées dans le ruisseau des Aygalades.

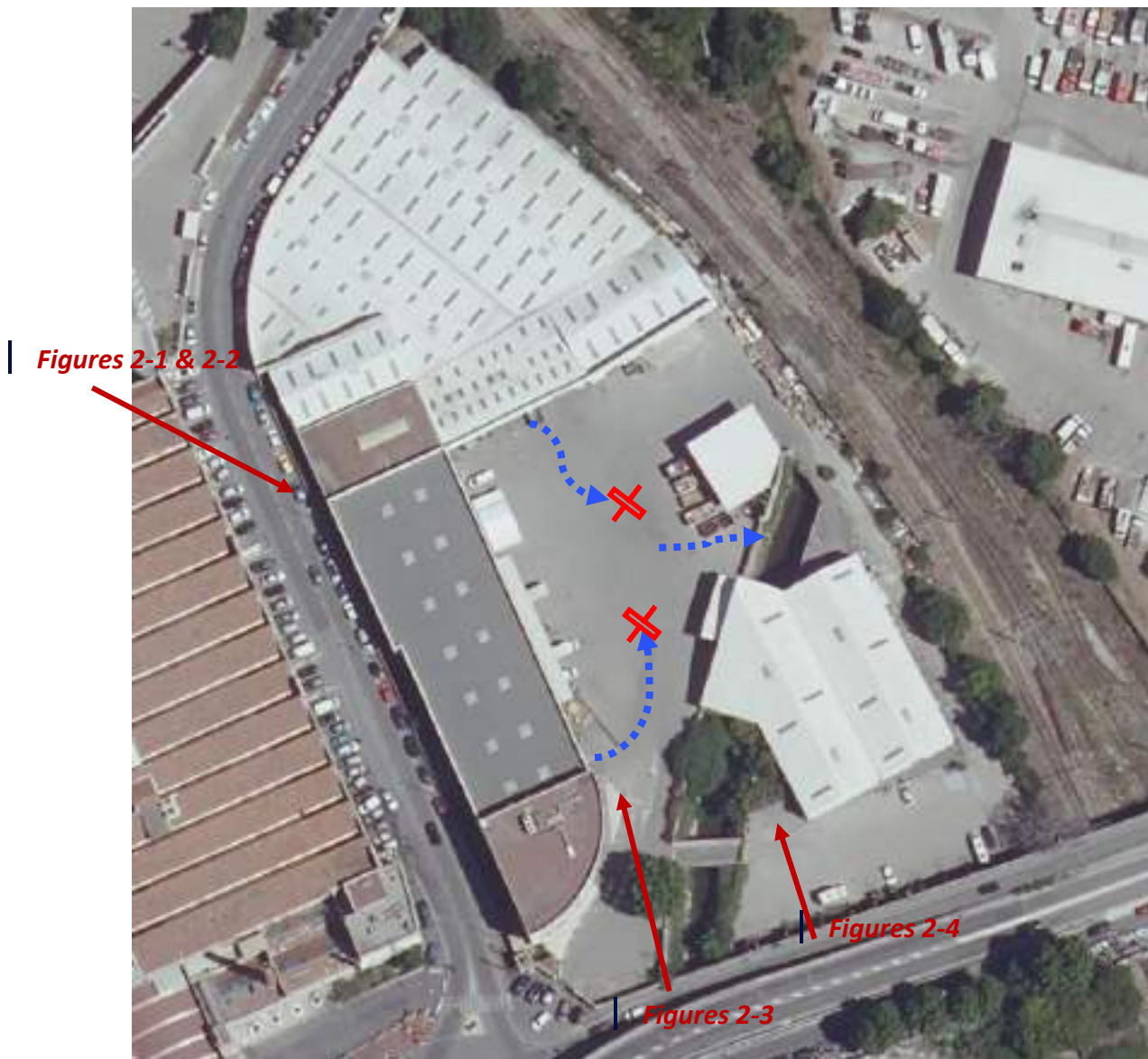


Figure 2-5 : Localisation des photographies et des drains

Il n'existe pas à ce jour de bassin de rétention sur la parcelle. Le réseau pluvial pré-existant de la Métropole présente des points de raccordement potentiels au sud de la parcelle, sous le cadre des Aygalades.



Ce qu'il faut retenir...

Actuellement, les eaux pluviales de la parcelle ne sont donc pas gérées au sens du PLUi.

2.2 Détermination des débits de pointe – État naturel

Au vu de l'urbanisation de la zone, il n'est pas possible de déterminer le bassin versant à l'état naturel intercepté par la parcelle de projet. Seul l'apport des versants rive droite et rive gauche seront quantifiés.

2.2.1 Caractéristiques pluviométriques de la zone d'étude

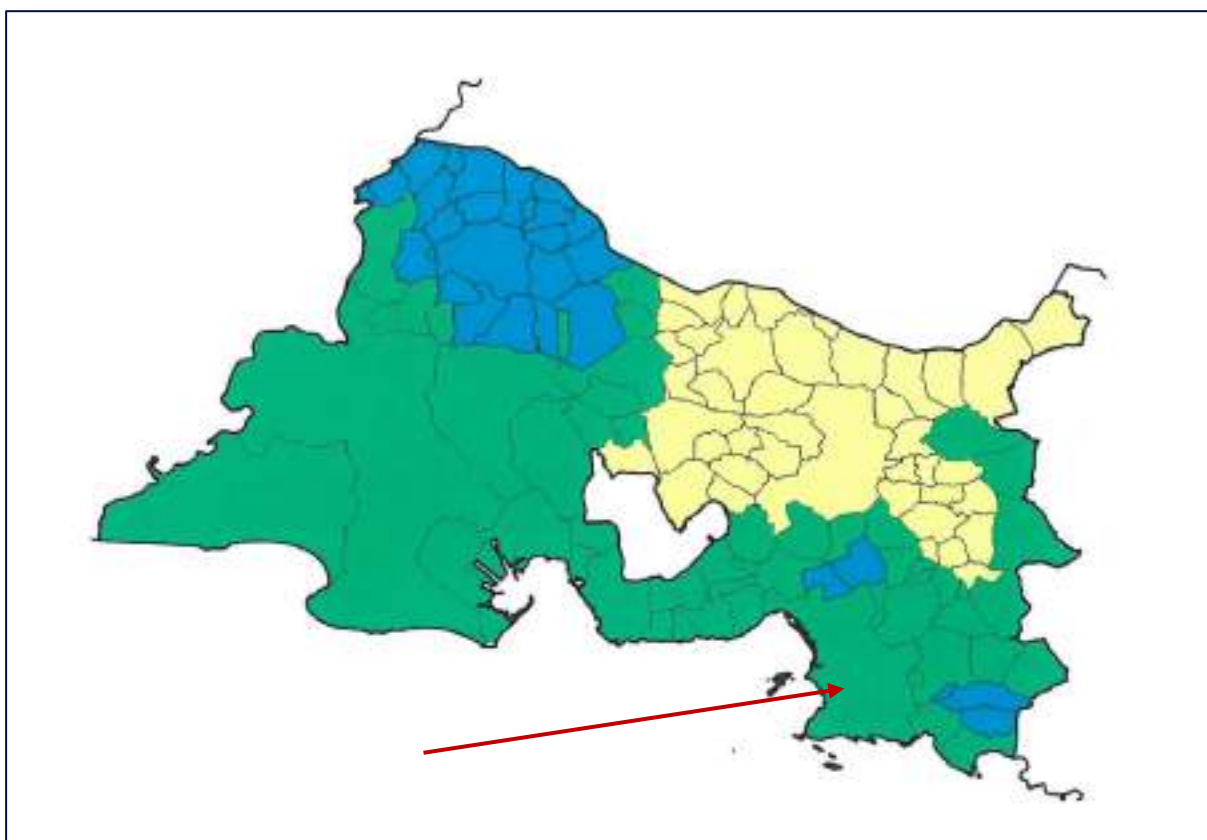
Les données pluviométriques utilisées dans le cadre du diagnostic du réseau pluvial sont présentées ci-dessous. Elles sont établies à partir de **la station de Salon de Provence (13)** située à 40 km de la zone d'étude et synthétisent les coefficients de Montana issus de l'analyse statistique des hauteurs précipitées sur la période 1982-2016. Les coefficients permettent de relier la hauteur précipitée en fonction de la durée de l'événement pluvieux pour différentes périodes de retour selon l'équation :

$$h(t) = a x t^{1-b}$$

Avec :

- t : durée de l'événement pluvieux (minutes)
- a et b : coefficients de Montana

La **doctrine 2.1.5.0 de la DDTM13** propose de retenir les données pluviométriques suivantes pour les communes classées en zone 2 (vert), dont la commune de Marseille:



Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Coefficients de Montana 10 ans - 1 à 24h				Coefficients de Montana 100 ans - 1 à 24h			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3		Zone 1	Zone 2	Zone 3
a	40	45	50	a	65	70	75
Pj (mm)	85	95	105	Pj (mm)	140	150	160

Pour les pluies décennales et centennales, l'analyse des données MF fournit une valeur de $b = 0,72$.

Pour les pluies de courtes durées (comprises entre 6 min et 1 h il est possible de conserver les mêmes valeurs de a, b étant en revanche égal à 0,44).

Cependant, la métropole de Marseille, demande expressément l'usage des coefficients de zone III issus de l'Instruction Technique de 1977, majorant par rapport aux coefficients de la zone 2.

Afin d'être cohérent avec la doctrine de la DDTM13, ces dernières valeurs sont retenues.

Une comparaison à titre indicative sera effectuée avec les coefficients de la zone proposés par la DDTM13.

Tableau 2-1: Cumuls pluviométriques (mm) issus de l'IT 77 - Région III selon la durée de la pluie

IT77 - Région III	6 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h	48h
T10	17	28	41	60	81	89	106	125	147	174
T100	33	56	82	121	163	179	212	250	295	348
T30 - Gumbel	25	41	61	90	120	133	157	201	237	258

Les cumuls trentennaux sont calculés à partir d'une loi de Gumbel.

Tableau 2-2 : Cumuls pluviométriques (mm) issus de la doctrine DDTM 13 selon la durée de la pluie

Zone 2 - DDTM13	6 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h	48h
T10	14	23	34	50	61	68	83	100	122	148
T100	21	35	51	75	91	102	124	150	183	222
T30	17	29	42	62	75	84	102	124	151	183



Ce qu'il faut retenir...

Les cumuls pluviométriques trentennaux de la doctrine DDTM13 correspondent globalement aux cumuls IT 77 d'une occurrence décennale.

Les données de l'IT77 sont retenues pour la suite de l'étude

2.2.2 Caractérisation du bassin versant

2.2.2.1 Caractéristiques du bassin-versant et temps de concentration

Au vu de fonctionnement hydraulique en l'état actuel, la parcelle peut être divisée en deux bassins versants, respectivement en rive droite et gauche du ruisseau de Ayagalades. Les caractéristiques de ces bassins versants sont résumées ci-dessous :

Tableau 2-3 : Caractéristiques des bassins versants de la zone d'étude

	Rive Droite	Rive gauche
Surface (m2)	11900	3835 m2
Longueur (m)	120 m	100 m
Pente %	1 %	1 %
Vitesse (m/s)		
Si $p < 10\%$, $V = 8 \cdot p^{(1/2)}$	0.8 m/s	0.8 m/s
Temps de concentration – Kirpich (minutes)	4.5	4
Temps de concentration (minutes)	2.5	2

Le temps de concentration de ces bassins versants est inférieur à 6 minutes. Les calculs de débits seront effectués dans la suite pour une durée de pluie de 6 minutes.



Ce qu'il faut retenir...

Ces caractéristiques sont indépendantes de la nature du sol, aussi elles seront utilisées pour l'estimation des débits en état actuel et en état projet

2.2.2.2 Occupation des sols et coefficients de ruissellement

La parcelle de projet représente une surface totale de 16650 m2. La parcelle est à l'état naturel, avec une pente de l'ordre de 1%.

Les coefficients de ruissellement décennaux sont choisis en cohérence avec la doctrine DDTM 13 :

Affectation des sols	Coefficient de ruissellement décennal
Espaces verts aménagés, terrains de sports, etc.	0,25 à 0,35
Habitat individuel :	
12 logts/ha	0,40
16 logts/ha	0,43
20 logts/ha	0,45
25 logts/ha	0,48
35 logts/ha	0,52
Habitat collectif :	
50 logts/ha	0,57
60 logts/ha	0,60
80 logts/ha	0,70
Equipements publics	0,65
Zones d'activités	0,70
Supermarchés	0,80 à 0,90
Parkings, chaussées	0,95
Plans d'eau	1,00

Illustration 4: coefficients de ruissellement décennal dans les projets urbains

Figure 2-6 : Coefficients de ruissellement pour une zone urbanisée issue de la doctrine DDTM 13

Tableau 2-4 : Calcul du coefficient de ruissellement décennal de l'état projet

	Lit mineur	Espace vert	Total
Surface (m2)	915	15735	16650
Coefficient de Ruissellement décennal	0.4	0.3	0.31

Les coefficients trentennal et centennal sont calculés via la formule du GTAR :

Pour des périodes de retour > 10 ans on se référera à la formule du GTAR :

$$C_{(T)} = 0,8 \left(1 - \frac{P_{(10)}}{P_{j(T)}} \right) \text{ si } C(10) < 0,8 \text{ et avec } P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0,8} \right) P_{j(10)}$$

Figure 2-7 : : Extrait Doctrine DDTM 13 Rubrique 2.1.5.0 – Calcul du coefficient de ruissellement pour les occurrences > 10 ans

Tableau 2-5 : Coefficients de ruissellement - Etat naturel

	Q10	Q30	Q100
Coefficient de Ruissellement	0.31	0.5	0.56

2.2.3 Débits de pointe

Conformément à la doctrine de la DDTM13, les débits de pointe sont calculés via la méthode rationnelle.

$$Q_{(T)} = \frac{1}{3,6} \times C_{(T)} \times i_{(T)} \times A_{BVS}$$

Avec :

- $Q_{(T)}$ le débit de projet de période de retour T, en m³/s
- $C_{(T)}$ le coefficient de ruissellement pondéré pour la période de retour T
- $i_{(T)}$ l'intensité moyenne en mm/h pour la période de retour T pendant le temps de concentration t_c

$i_{(T)} = a_{(T)} \times t_c^{-b}$ avec a et b les coefficients de Montana présentés ci-avant et t_c en heures.

- A_{BVS} la surface totale du bassin versant en km²

Figure 2-8 : Extrait Doctrine DDTM 13 Rubrique 2.1.5.0 – Calcul du débit de pointe

L'intensité pluviométrique sera ici calculée à partir des cumuls pluviométriques 6 minutes de la zone III de l'IT 77.

Tableau 2-6 : Débits de pointe m3/S - Etat naturel

m3/s	Q10		Q30		Q100	
	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche
Etat naturel	0.17	0.05	0.40	0.13	0.61	0.20

2.3 Détermination des débits de pointe – État actuel

2.3.1 Caractérisation du bassin versant

La parcelle de projet représente une surface totale de 16650 m².

La parcelle est entièrement imperméabilisée à l'exception du ruisseau des Aygalades.

L'occupation du sol est répartie en trois catégories, auxquelles un coefficient de ruissellement est appliqué selon les directives de la Métropole :

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Type de surface	Coefficient de ruissellement
Toiture non végétalisée (traditionnelle ou terrasse)	1
Toiture végétalisée	0,9
Toiture ou dalle jardinée	0,8
Enrobé classique et autres surfaces imperméabilisées (Terrasse, dalle béton...)	1
Enrobé poreux / stabilisé	0,8
Espace vert en pente vers l'extérieur	0,4
Espace vert déconnecté (gestion in situ cf.3.2)	0

Figure 2-9: Coefficients de ruissellement selon les directives de la Métropole

Tableau 2-7 : Calcul du coefficient de ruissellement de l'état actuel

	Lit mineur	Bati	Imper	Passerelle	Total
Surface (m2)	915	8742	6915	79	16650
Coefficient de Ruissellement	0.4	1	1	1	0.97

La parcelle présente un coefficient de ruissellement de 0.97, indépendant de l'occurrence au vu de l'imperméabilisation totale de la parcelle.

2.3.2 Débits de pointe

Tableau 2-8 : Débits de pointe m3/s pour l'état actuel

m3/s	Q10		Q30		Q100	
	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche
Etat actuel	0.53	0.17	0.79	0.25	1.07	0.34

3 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE FUTUR (ÉTAT PROJET)

3.1 Détermination des débits de pointe – Etat futur sans compensation

3.1.1 Caractérisation du bassin versant

La parcelle de projet représente une surface totale de 16650 m². Cependant, le parvis longeant le Boulevard Capitaine Gèze relève de la gestion des eaux pluviales par EUROMED, dans le cadre du réaménagement du boulevard. **La surface de parcelle à considérer est de 15675 m².**

Le projet d'aménagement de la parcelle permet la désimperméabilisation des sols, l'aménagement des berges des Aygalades et l'instauration d'une voie engins et d'une zone de manœuvre de parking. L'aménagement des berges augmente la surface associée au lit mineur des Aygalades.

Les différentes passerelles d'accès aux bâtiments ne sont pas hydrauliquement transparentes et doivent être intégrées comme surfaces imperméables. Cependant, leur surface a un impact faible dans le calcul du coefficient de ruissellement de l'état projet.

Le coefficient de ruissellement est calculé selon les directives de la Métropole :

Type de surface	Coefficient de ruissellement
Toiture non végétalisée (traditionnelle ou terrasse)	1
Toiture végétalisée	0,9
Toiture ou dalle jardinée	0,8
Enrobé classique et autres surfaces imperméabilisées (Terrasse, dalle béton...)	1
Enrobé poreux / stabilisé	0,8
Espace vert en pente vers l'extérieur	0,4
Espace vert déconnecté (gestion in situ cf.3.2)	0

Figure 3-1: Coefficients de ruissellement selon les directives de la Métropole

Tableau 3-1 : Calcul du coefficient de ruissellement décennal de l'état actuel

	Lit mineur	Bati	Imperméable Parvis, Rampes	Passerelles	Espaces verts internes	Patio	Voie Engins, Entrée parking	Surface totale (m ²)	Cr moyen
Coefficient de Ruissellement	0.4	1	1	1	0	0.4	0.8	//	//
Surface (m ²) - Rive droite	385	5930	910	230	4100	535	660	12750	0.62
Surface (m ²) Rive gauche	385	1190	150	0	950	0	250	2925	0.58

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

La parcelle présente un coefficient de ruissellement décennal de 0.62 en rive droite, et 0.58 en rive gauche. Comparativement aux coefficients de ruissellement associé à une zone d'activité par la DDTM 13 de 0.7, le coefficient de ruissellement est réduit de 10%. L'effort de végétalisation n'est pas négligeable.

Tableau 3-2 : Coefficients de ruissellement de l'état projet

Coefficient de Ruissellement	Q10	Q30	Q100
Rive droite	0.62	0.69	0.71
Rive Gauche	0.58	0.66	0.69

3.1.2 Débits de pointe

Afin d'évaluer l'impact potentiel de l'aménagement de la parcelle du SMART CAMPUS THEODORA, un calcul des débits est engagé prenant en compte son aménagement de bâtiments et d'espaces verts (sans prise en compte de la compensation).

Les débits calculés sont indiqués dans le tableau ci-dessous. On note que l'aménagement **réduit les débits de 30 %** par rapport à l'état actuel.

Comparativement à un état naturel, **les débits sont doublés en décennal** mais l'impact diminue lorsque l'occurrence de l'événement augmente.

Tableau 3-3 : Débits de point m3/s de l'état projet et comparaison à l'état naturel

m3/s	Q10		Q30		Q100	
	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche	Rive Droite	Rive gauche
Etat naturel	0.17	0.05	0.40	0.13	0.61	0.20
Etat actuel	0.53	0.17	0.79	0.25	1.07	0.34
Etat projet	0.34	0.11	0.56	0.18	0.78	0.25
Impact par rapport à l'état naturel	+200 %		+139 %		+128 %	

3.2 Pollution des eaux pluviales – Etat futur sans compensation

Le trafic géré sur le site du projet va générer une pollution chronique des eaux pluviales. Les tableaux suivant caractériser les éléments de calcul de la pollution générée (méthodologie guide SETRA) :

Tableau 3-4 : Caractéristiques du trafic généré par le parking souterrain

Capacité du parking souterrain	374	Véhicules
Trafic	748	véhicules/jour
Surf voirie	0.680	ha
Pluie annuelle	800	mm

Tableau 3-5 : Récapitulatif des pollutions chroniques générées

	MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc tot	HAP
Charge annuelle par ha pour 1000 véhicule/j	40 kg	40 kg	0.4 kg	0.02 kg	2 g	600 g	0.08 g
Charge annuelle du projet	2.035 kg	2.035 kg	0.020 kg	0.001 kg	0.1 g	30.5 g	0.0 g
Concentration max	6.9 mg/l	6.9 mg/l	0.07 mg/l	0.00 mg/l	0.00 mg/l	0.1 mg/l	0.00 mg/l
Concentration moyenne annuelle exutoire du projet	0.000 mg/l	0.000 mg/l	0.000 mg/l	0.000 mg/l	0.000 mg/l	0.000 mg/l	0.000 mg/l

La pollution générée est très largement inférieure au seuil de l'**article 32 de l'Arrêté du 2 février 1998 modifié par l'Arrêté du 25 juin 2018** ; il n'est pas jugé pertinent d'installer un séparateur à hydrocarbure équipé d'un débourbeur.

Cependant, le bassin de rétention peut intégrer une cunette béton dans son fond en pente légère pour guider les écoulements des pluies de faible occurrence (les plus chargées en pollution). Une surface imperméabilisée au droit du busage vers le réseau pluvial permettrait la décantation des polluants avant rejet. Cette surface imperméabilisée devra être régulière curée.

3.3 Dimensionnement des mesures compensatoires

3.3.1 Contraintes réglementaires

Sur la zone d'étude, deux doctrines s'appliquent pour la gestion des eaux pluviales : le PLUi et la doctrine de la DDTM13. La doctrine la plus contraignante sera dimensionnante pour les mesures compensatoires.

Il est rappelé que les secteurs soumis à des OAP sectorielles ne peuvent cependant bénéficier d'une gestion plus permissive des eaux pluviales que les contraintes explicitées dans le PLUi.

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

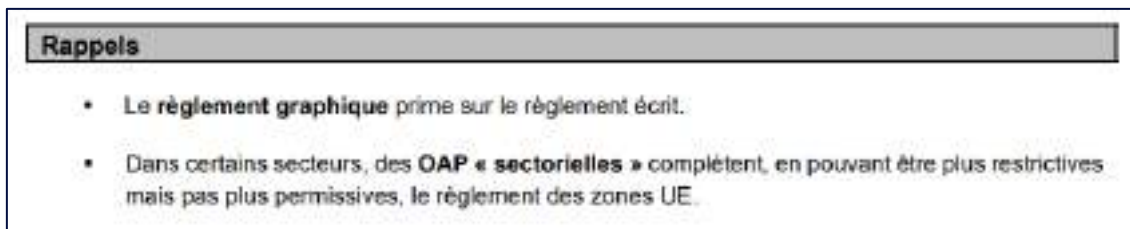


Figure 3-2 : Extrait du PLUi de la Métropole de Marseille

3.3.1.1 PLUi

D'après le Plan Local d'Urbanisme intercommunal de la Métropole Aix-Marseille Provence, le projet se situe en zone UEb2.

De plus, le projet est situé en zone 2, qualifiée de « Moins Prioritaire », concernant le zonage particulier pluvial.



Figure 3-3 : Zonage du PLUi au droit de la parcelle à l'étude

En zone UEb2, les règles de dimensionnement du bassin de rétention sont fixées par

	Zone 1	Zone 2
Rejet par infiltration		
volume de rétention utile exigé par surface imperméabilisée	au moins 900 m ³ / hectare soit au moins 90 litres / m ²	au moins 500 m ³ / hectare soit au moins 50 litres / m ²
ouvrage d'infiltration	dimensionné de manière à se vidanger en moins de 48 heures	
Rejet dans un milieu naturel superficiel ou dans le réseau pluvial		
volume de rétention utile exigé par surface imperméabilisée	au moins 900 m ³ / hectare soit au moins 90 litres / m ²	au moins 500 m ³ / hectare soit au moins 50 litres / m ²
débit de fuite	au moins 5 litres / seconde / ha	au moins 10 litres / seconde / ha
Rejet au caniveau		
volume de rétention utile exigé par surface imperméabilisée	au moins 1000 m ³ / hectare soit au moins 100 litres / m ²	au moins 750 m ³ / hectare soit au moins 75 litres / m ²
débit de fuite	au moins 5 litres / seconde / ha	au moins 10 litres / seconde / ha
	sans dépasser 5 litres / secondes / rejet	
Rejet dans le réseau unitaire		
Solution dérogatoire ne pouvant être utilisée que si aucune autre option n'est envisageable		
volume de rétention utile exigé par surface imperméabilisée	au moins 900 m ³ / hectare soit au moins 90 litres / m ²	
débit de fuite	au moins 5 litres / seconde / ha	
installations d'évacuation	séparatives en partie privée, jusqu'à la limite du réseau public	

Avec un coefficient de ruissellement moyen de 0.62, la surface imperméabilisée de la parcelle à l'état projet représente 9720 m². Cela correspond à un **bassin de rétention d'un volume de 486 m³**.

3.3.1.2 Doctrine DDTM 13

Au vu des coefficients régionaux pluviaux imposés, la gestion des eaux pluviales doit être dimensionnée conformément à la **doctrine de la DDTM des Bouches-du-Rhône** : principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans les Bouches-du-Rhône.

Dans la doctrine 2.1.5.0, le degré de protection est fonction de la zone d'installation du projet comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3-6 : Occurrence de dimensionnement

Lieu d'installation	Période de retour	Probabilité de dépassement pour une année
Zones rurales	10 ans	10 %
Zones résidentielles	20 ans	5 %
Centres-villes / ZI / ZA	30 ans	3 %
Passages souterrains	50 ans	2 %

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Le projet se situe en zone d'activité, l'occurrence de dimensionnement à retenir est donc **trentennale**.

Ainsi, le dimensionnement du volume de rétention se fait à l'aide de la méthode des pluies en choisissant un débit de fuite égale au débit **de 20 l/s/ha soit 31.4 l/s** pour les 1.57 ha du projet.

Cependant, le PLUi restreint le débit de fuite vers le réseau pluvial à 10 l/s/ha, soit 15.7 l/s.

Une solution hybride entre rejet au réseau pluvial, rejet au milieu naturel (lit des Aygalades) et infiltration peut être envisagée.

3.3.2 Perméabilité des sols et infiltration des eaux

Suite aux investigations menées par le bureau d'études géotechniques SOL ESSAIS dans le cadre de leur mission G1 PGC, on peut estimer, à partir des natures des terrains déterminés dans le rapport, les valeurs de perméabilités suivantes :

- De 0 à 20 cm : enrobé - $K < 10^{-6}$ m/s
- De 20 cm à 3 m : remblais limono-graveleux, sableux et limoneux - $K > 10^{-5}$ m/s
- De 3 m à 4 m : limons argileux - $K > 10^{-6}$ m/s
- De 4 m à 10 m : limons sableux et graveleux - $K > 10^{-6}$ m/s

Ces perméabilités sont plutôt assez faibles.

Cependant, le bassin de rétention compensatoire peut intégrer un volet infiltration.

A titre indication, le débit de fuite du bassin de rétention par infiltration a été calculé pour plusieurs superficie réaliste de bassin de rétention.

Tableau 3-7 : Débits de fuite basés sur l'infiltration

	Superficie (m2)	Perméabilité (m/s)	Débit de fuite (l/s)
Cas 1	486	1E-6	0.49
Cas 2	600	1E-6	0.6
Cas 3	1000	1E-6	1

3.3.3 Dimensionnement du bassin de rétention

Le dimensionnement du volume de rétention est effectué en utilisant la méthode des pluies permettant à chaque pas de temps de comparer les volumes ruisselés et les volumes évacués.

Deux situations sont calculées selon que le débit de fuite corresponde à un rejet dans le réseau pluvial de 10 l/ha/s, ou que ce rejet soit cumulé à un rejet de 10 l/ha/s dans le milieu superficiel.

Ces dimensionnements sont comparés au dimensionnement qui serait appliqué en dehors de Marseille, en utilisant les coefficients de Montana de zone 2, préconisés dans la doctrine DDTM 13.

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Tableau 3-8 : Bassin de rétention dimensionné pour un débit de fuite de 20 l/s/ha selon l'IT77

Bassin de rétention			
Pluviométrie	Période de retour :		30 ans
	Quantiles issus de l'IT 77		
Bassin versant	Rive droite		Rive gauche
	Surface :	1.275	0.2925 Ha
Bassin de rétention	Coefficient d'apport :		0.69 0.66
	Débit de fuite :		
Bassin de rétention	Rive droite		Rive gauche
	Durée de pluie critique :	2	0.5 h
	Hauteur de pluie critique :	120	61 mm
	Volume du bassin RD :	833	60.8 m ³
	Volume retenu total :	840	65 m ³

Tableau 3-9 : Bassin de rétention dimensionné pour un débit de fuite de 10 l/s/ha selon l'IT77

Bassin de rétention	
Pluviométrie	
	Période de retour : 30 ans
	Quantiles issus de l'IT 77
Bassin versant	

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

	Rive droite	Rive gauche
Surface :	1.275	0.2925 Ha
Coefficient d'apport :	0.69	0.66

	Débit de fuite :	15.7 l/s
	Rive droite	Rive gauche
Durée de pluie critique :	6	2 h
Hauteur de pluie critique :	157	120 mm
Volume du bassin RD :	1040	119.5 m ³
Volume retenu total :	1050	120 m ³

Bassin de rétention

Ce dimensionnement peut être comparé au dimensionnement qu'aurait engendré l'usage des coefficients de montana de zone 2 proposé par la doctrine DDTM 13 en dehors de Marseille.

Tableau 3-10 : Bassin de rétention dimensionné pour un débit de fuite de 20l/s/ha, selon la doctrine DDTM 13

Bassin de rétention

	Période de retour :	30 ans
	Formule de Montana :	
	$i = A.t-B$ i en mm/h, t en h	A : 63
		B (<1h) : 0.44
		B (>1h) : 0.72

	Rive droite	Rive gauche
Surface :	1.275	0.2925 Ha
Coefficient d'apport :	0.69	0.66

Bassin versant

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Bassin de rétention	Débit de fuite : 31.4 l/s		
		Rive droite	Rive gauche
	Durée de pluie critique :	2	0.25 h
	Hauteur de pluie critique :	75	29 mm
	Volume du bassin RD :	437.3	26.9 m³
Volume retenu total : 440 30 m³			

Tableau 3-11 : Bassin de rétention dimensionné pour un débit de fuite de 10l/s/ha, selon la doctrine DDTM 13

Bassin de rétention

Pluviométrie	Période de retour : 30 ans	
	<i>Formule de Montana :</i>	
	$i = A \cdot t - B$ <i>i en mm/h, t en h</i>	
	<i>A : 63</i> <i>B (<1h): 0.44</i> <i>B (>1h) : 0.72</i>	

Bassin versant		Rive droite	Rive gauche
	Surface :	1.275	0.2925 Ha
	Coefficient d'apport : 0.69 0.66		

Bassin de rétention	Débit de fuite : 15.7 l/s
----------------------------	---------------------------

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

	Rive droite	Rive gauche
Durée de pluie critique :	3	1 h
Hauteur de pluie critique :	84	62 mm
Volume du bassin RD :	548	57.7 m³
Volume retenu total :	550	60 m³

Les résultats du dimensionnement sont précisés ci-dessous et mettent en évidence la nécessité de la mise en œuvre de deux bassins de rétention, rejetant à la fois dans le réseau pluvial et le milieu naturel pour un débit de fuite de 20 l/s/ha.

Tableau 3-12 : Récapitulatif des volumes (m3) de bassins de rétention nécessaires

	Surface (ha)	IT77 (m3)		DDTM 13 (m3)	
		10 l/s/ha	20 l/s/ha	10 l/s/ha	20 l/s/ha
Rive Droite	1.275	1050	840	550	440
Rive gauche	0.2925	120	65	60	30

L'infiltration étant dépendante de la surface du bassin versant, elle n'est pas incluse dans le dimensionnement. Cependant, quelques tests permettent d'estimer que sa prise en compte permet de réduire le volume de rétention nécessaire entre 2 et 10 m³. Cette participation demeure négligeable au regard des volumes à stocker.

3.3.4 Préconisations d'aménagements pour la gestion pluviale

Tenant compte des résultats du dimensionnement, le schéma ci-dessous illustre nos préconisations en termes de gestion des eaux pluviales.

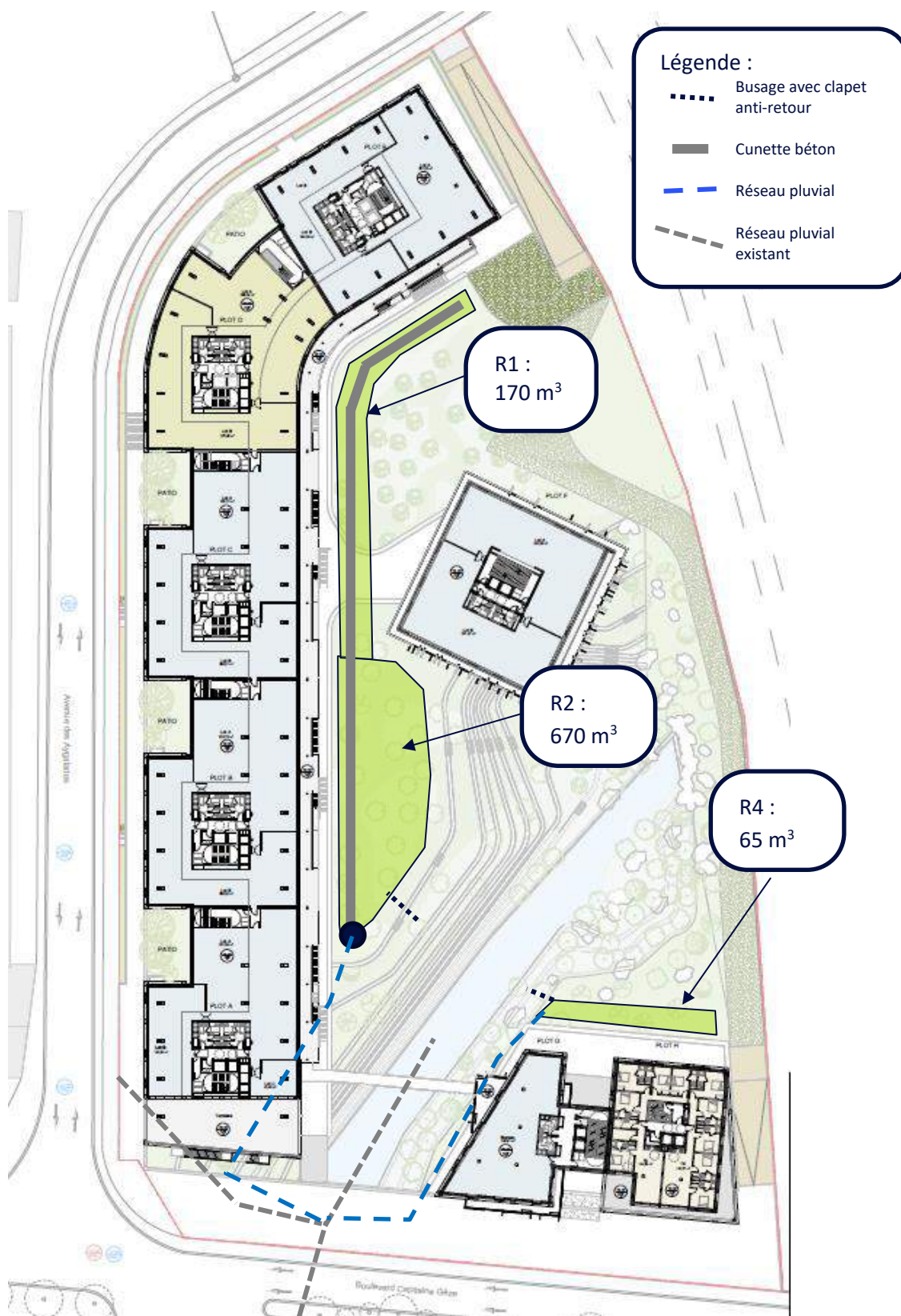


Figure 3-4 : Schéma des préconisations d'aménagement pour la gestion des eaux pluviales

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Les principaux éléments de cet aménagement sont :

○ En rive droite :

- Une noue d'un volume de rétention de 170 m^3
 - ▷ Le dimensionnement de cette noue est présenté dans le paragraphe, pour une pente d'environ 1% ;
 - ▷ la noue récolte les eaux pluviales des toitures et en infiltre une partie ;
 - ▷ La noue est une extension du bassin de rétention ;
- Un bassin de rétention de 670 m^3 , sur une surface de 670 m^2 , perméable pour permettre une infiltration ;
- Une cunette béton au fond de la noue et du bassin de rétention pour guider les pollutions vers l'exutoire ;
 - ▷ Au droit de l'exutoire vers le réseau pluvial, le fond du bassin de rétention est bétonné et présente une pente très faible voire nulle afin de laisser décanter les pollutions dues à l'entrée du parking ;
- Un rejet au réseau pluvial dimensionné pour un débit de fuite de 20 l/s/ha , raccordé au réseau pluvial existant ;
 - ▷ Le réseau pluvial existant passe sous les Aygalades, le fil d'eau du réseau doit donc permettre de s'y raccorder ;
- Un rejet dans les Aygalades avec busage et clapet anti-retour afin d'éviter le remplissage du bassin de rétention durant une crue du ruisseau des Aygalades ;

○ En rive gauche :

- Un bassin de rétention d'une surface de 65 m^2 , longeant les plots G et H, d'une pente de 1%
 - ▷ Le bassin récolte les eaux de la toiture des plots G et H ainsi que de la rampe d'accès avant de les guider vers le ruisseau des Aygalades, via un rejet busé avec clapet anti-retour.
 - ▷ Le bassin fait une longueur de 30 m, pour une largeur de 2 m.

Les busages pour le raccordement au pluvial et les rejets dans les Aygalades sont dimensionnés pour un débit de 16 l/s et une pente de 1%, soit un diamètre de conduite **de 400 mm**.

3.3.4.1 Dimensionnement de la noue

Afin de maximiser l'infiltration et la stabilité des talus, les noues présentent des pentes de berges de 3/1, avec une profondeur maximale de l'ordre de 50 cm. Ces faibles pentes et profondeur permettent une intégration aisée dans le paysage.

La longueur disponible de noue pour relier l'entrée du parking au bassin de rétention est d'environ 70 m. Pour contenir un volume de 170 m^3 , la section de la noue doit être de l'ordre de 2.4 m^2 . La section de noue présentée ci-dessous correspond à ce besoin.

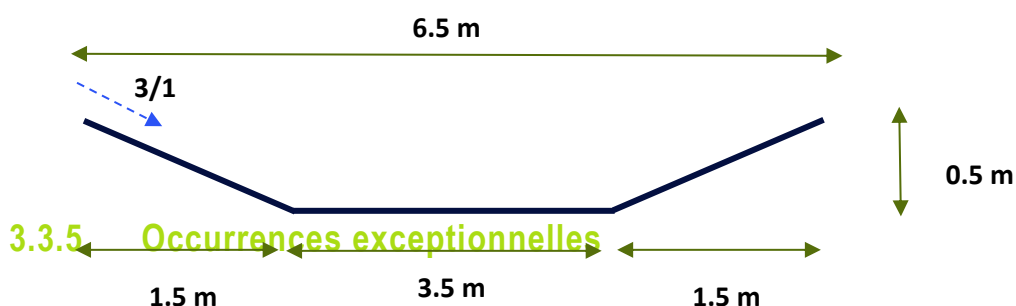


Figure 3-5 : Dimensionnement de la noue

Rapport du volet pluvial

SMART CAMPUS THEODORA : Étude hydraulique

Dans le cas d'une crue du ruisseau des Aygalades, des clapets anti-retours empêche la crue de remplir les bassins de rétention.

Dans le cas d'un dépassement de la période de retour, la berge des noues et bassin de rétention proche des bâtiments doit être plus élevée que la berge côté jardin afin de guider le surplus d'eau vers le ruisseau des Aygalades et non vers le parking souterrain par le biais des arches et des galeries.

RAEDIFICARE

Centre THEODORA

21 Bd Capitaine Gèze – 13014 Marseille

Rapport de diagnostic déchets avant démolition

Rapport

Réf : CL091.AD.2021.v2 / E-21-137

APT / EHE / MFR

27/08/2021



RAEDIFICARE

Centre THEODORA

21 Bd Capitaine Gèze

13014 Marseille

Rapport de diagnostic déchets avant démolition avant démolition

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	20/07/2021	01	A.PILLOT		E.EHRSE		M.FELTES	
Version 2	27/08/2021	01	A.PILLOT		E.EHRSE		M.FELTES	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CL091.AD.2021.v2 / E-21-137
Numéro d'affaire :	/
Domaine technique :	Diagnostic déchets
Mots clé du thésaurus	DIAGNOSTIC DECHETS DEMOLITION PUBLIC DECHETS

Ginger DELEO – S.A.S. au capital de 426 316 € – RCS MELUN N° 399 689 389 – Code APE : 7112B – N°T.V.A. : FR 60 399 689 389

Siège social :

49 avenue Franklin Roosevelt – EF70
77211 AVON Cedex
T. +33 (0)1 60 74 54 60

Agence de Lyon :

Immeuble Le Britannia – Allée A
20 Boulevard Eugène Deruelle
69432 LYON Cedex 03
T. +33 (0)4 37 91 25 70

Agence d'Aix-en-Provence :

Les Mille – 1030 Avenue JRG de la Landière
13290 AIX-EN-PROVENCE
T. +33 (0)4 13 91 01 60

Email : deleo@groupeginger.com – Site : www.groupeginger.com



SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	4
2. LIMITE DE NOTRE PRESTATION.....	5
2.1 Notre mission comprend :	5
2.2 Notre audit déchet ne comprend pas :	5
2.3 Limites d'intervention et réserves	6
3. DESCRIPTION DES BATIMENTS	8
3.1 Données générales	8
3.2 Situation	10
3.3 Caractéristiques générales	12
4. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE DES BATIMENTS ET DE SES COMPOSANTS	13
4.1 Description sommaire des composants	14
4.1.1 Structure principale	14
4.1.2 Description du second œuvre	15
5. METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC DES MATERIAUX	16
5.1 Hypothèses retenues	16
5.2 Fondations et dalles inférieures	16
5.3 Déchets Dangereux particuliers	17
5.3.1 Retrait des néons	17
5.3.2 Cuve.....	17
5.3.3 Traverse de chemin de fer	17
5.4 Remarques et autres déchets	18
5.4.1 Bornes incendies.....	18
5.4.2 Purge déchets extérieurs	18
6. DIAGNOSTICS COMPLEMENTAIRES.....	19
6.1 Gestion du risque Amiante.....	19
6.2 Gestion du risque Plomb.....	20
6.3 Gestion du risque Termites.....	21
7. SYNTHESE QUANTITATIVE PAR FAMILLE DE MATERIAUX	22
7.1 Nature des matériaux	22
7.2 Quantification des matériaux par type de déchets	24
7.2.1 Tableau annexe des déchets par catégories.....	24
7.3 Synthèse déchets Projet MS11	27
7.3.1 Ensemble des déchets	27
8. Valorisation des déchets – économie circulaire	29
8.1 Recyclage / revalorisation des déchets non dangereux	29
8.2 Réemploi / réutilisation des déchets sur site	29
9. ORGANIGRAMME FILIERES DE VALORISATION ET D'ELIMINATION..	30
10. LES CONTRAINTES REGLEMENTAIRES SUR LES DECHETS	31
10.1 La réglementation sur les déchets	31
10.1.1 Lois et décret.....	31
10.1.2 Principales interdictions	33
10.1.3 Classification des déchets - Généralités	33
ANNEXES	34

INTRODUCTION

Dans le cadre de la démolition des bâtiments du site « Centre THEODORA » situés au 21 Bd Capitaine Gèze, dans le 14^e arrondissement de Marseille, RAEDIFICARE Sas d'Architecture a confié à GINGER DELEO une mission de diagnostic des déchets avant démolition.

L'objectif de ce rapport est de définir les différents types de déchets générés par l'opération et les conditions de leur élimination conformément aux dispositions de l'**arrêté du 19 décembre 2011**.

1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments

Une fois la démolition effectuée, le maître d'ouvrage devra remplir un formulaire destiné à l'ADEME.

Pour quels bâtiments ?

Tous les bâtiments voués à la démolition ne sont pas concernés par ce diagnostic. En effet le décret précise qu'il ne concerne que :

- les immeubles d'une SHOB de plus de 1 000 m²,
- les bâtiments voués à une activité agricole, commerciale ou industrielle et où des substances dangereuses classées étaient utilisées, stockées, fabriquées ou distribuées.

L'objectif de ce diagnostic déchets est de fournir à l'entreprise de démolition (puis à l'ADEME), des informations relatives aux :

- matériaux, produits et équipements de construction,
- déchets qui pourraient subsister suite à leur utilisation antérieure dans le bâtiment.

Pour cela, le diagnostic devra fournir des informations quant à leur :

- nature,
- quantité,
- localisation.

RECOLEMENT

En application de l'article R111-49 du code de l'urbanisme, le maître d'ouvrage doit établir un formulaire de récolement

Ce formulaire mentionne la nature et la quantité des matériaux réemployés sur le site ou destinés à l'être et celles des déchets issus de la démolition en précisant les filières utilisées pour la collecte, le regroupement, le tri, la valorisation et l'élimination des déchets issus de la démolition.

Le cadre du formulaire de récolement est défini dans le CERFA 14498 accessible sur le site www.service-public.fr et sur le site internet du ministère chargé de l'urbanisme et de la construction www.developpement-durable.gouv.fr

Six mois au plus tard après la date d'achèvement des travaux de démolition, le maître d'ouvrage doit déclarer en ligne ce formulaire à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, sur un site internet dédié.

La possibilité est offerte au maître d'ouvrage, depuis le site, de déléguer ce remplissage à un maître d'œuvre sous son entière responsabilité.

2. LIMITE DE NOTRE PRESTATION

Le diagnostic in situ s'est déroulé le 05 juillet 2021. Il concerne des bâtiments type bureaux et hangar.
Cf 3.2 Situation pour les localisations desdits bâtiments.

La mission d'audit déchets de GINGER DELEO ne constitue pas une mission de Maîtrise d'œuvre ou une mission d'étude technique de démolition.

2.1 Notre mission comprend :

- L'audit déchet de démolition.
- La prise en compte des encombrants pouvant subsister sur les surfaces extérieures dans le périmètre projet.
- La prise en compte des murs mitoyens aux bâtiments voisins.
- Une enquête pour identifier les filières de valorisation régionale.

2.2 Notre audit déchet ne comprend pas :

- La réalisation du repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant démolition.
- La réalisation des diagnostics plomb et termites.
- La prise en compte des volumes de terres excavés nécessaire à la purge des fondations.
- L'identification des pollutions éventuelles des sols.
- La prise en compte des encombrants pouvant subsister à l'intérieur des bâtiments.
- La prise en compte de la végétation.

2.3 Limites d'intervention et réserves

Dans le cadre de cette mission, les intervenants de GINGER DELEO ont examiné uniquement les locaux et les volumes normalement accessibles, dont ils ont eu connaissance, soit par les plans, soit par la personne accompagnatrice et auxquels ils ont pu accéder dans les conditions normales de sécurité.

Pour les éléments non visibles, des hypothèses de travail ont été formulées au paragraphe 5.1 de ce rapport.

- Hangar 68-69 : Hangar en activité, mais fermé. Propriétaire absent.



- Les berges des Aygalades, les murs de soutènements et les murs séparant le lieu des chemins de fer ne sont pas considérés comme des déchets et donc, ne sont pas pris en compte dans l'audit.



- Bureaux : Accès aux parties communes (hall d'entrée et escaliers). Pas d'accès à l'ascenseur.
 - RDC, : accès uniquement aux locaux de Sudembal, site occupé → pas de sondage
 - R+1 : Accès uniquement aux locaux de LemonTri, site occupé → pas de sondage
 - R+2 : Pas d'accès aux locaux ;
 - R+3 : Accès aux différents locaux et sondages possible
 - Toit-terrasse : Accès possible.

- Hangar 66 : accès au R+1 et à la toiture terrasse du hangar 66 impossible.

3. DESCRIPTION DES BATIMENTS

3.1 Données générales

Localisation du ou des bâtiments :	
Département :	Bouches-du-Rhône (13)
Adresse :	21 Boulevard Capitaine Gèze
Commune :	Marseille 14ème
Parcelle(s) cadastrale(s)	<u>Section 0L / Feuille 890 L 01</u> : 63 à 70
Maître de l'ouvrage de l'opération de démolition	
Désignation :	Centre THEODORA
Nom et prénom :	FONCIERE JAGUAR
Adresse :	70 Che du Passet - 13016 Marseille
Assurance	
Désignation de la compagnie d'assurance :	SMA SA
Numéro de police et date de validité :	C20282P du 01/01/2021 au 31/12/2021

Liste des documents consultés

Diagnosics	
Amiante	
- avant vente	
- avant travaux	
- avant démolition	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR A du 24/06/2021, Indice 2
- DTA	
Plomb	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR P du 09/06/2021
Termite	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR T du 09/06/2021
Pollution	Rapport n° : P05181 du 07/08/2020, indice 1
Plans	
- existant	Bureaux + Hangar 66 : Plan d'évacuations bureaux RDC -> R+2. Plan diagnostiques
- relevés de géomètre	Plan topographique extérieurs

3.2 Situation

La démolition concerne les bâtiments se situant au 21 boulevard Capitaine Gèze – 13014 - Marseille

Plan de situation



Source : OpenStreetMap

Plan de cadastre



Section 0L / Feuille 890 L 01 Source : cadastre.gouv.fr

Remarque :

Les hangars seront identifiés selon leur numéro de parcelle cadastrale.

Le bâtiment de bureaux, situés au Sud-Ouest (parcelle 64) sera identifié comme « Bureau ».

3.3 Caractéristiques générales

ETUDE
HISTORIQUE

CENTRE THEODORA	
Activités exercées	Bureaux et Entrepôts
Date de construction	XXème siècle
Observations	- Ensemble composé de 7 bâtiments - Emprise au 21 bd Capitaine Gèze

ANALYSE DU SITE

DIMENSIONS					
Longueur	190 m	Largeur	100 m	Hauteur	14 m
Surface au sol totale			Surface total des bâtiments à démolir (y compris étages, toitures et dallage extérieur)		
- Bâtiments		8817 m²			26 923 m²
- Extérieurs		7603 m²			

Niveaux	- Bureaux : R+3 avec toit terrasse - Hangar 65 : RDC avec toit terrasse - Hangar 66 : R+1 avec toit terrasse - Hangar 63/67/68/69 : RDC
Type toiture	2 Pentes bardage acier - Toit terrasse
Mitoyenneté	Non
Nombre de logements	/

EQUIPEMENTS / OBSERVATIONS	
Type chauffage	Collectif et individuel
Ascenseur	Oui (bureaux)
Détecteur incendie	Oui (bureaux)
Paratonnerre	/
Autres	/

4. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE DES BATIMENTS ET DE SES COMPOSANTS

La superficie au sol totale (bâtiments + extérieur) est d'environ 16 420 m².

- La plupart des bâtiments est de type « hangar », et ils sont principalement constitués d'une charpente métallique, avec un bardage simple peau ou double peau avec une isolation polyuréthane. Ils sont pour la plupart doublés par un mur en parpaing sur tout ou partie de la hauteur.

Excepté pour le hangar 66 dont la structure est en poteau-poutre en béton.

- Le bâtiment « bureaux » présente quant à lui une structure poteau/poutre et un remplissage parpaing, pour les murs extérieurs, cages d'escaliers et d'ascenseur. Ils sont couverts de polystyrène expansé et doublées par une couche de plâtre BA13.
Les cloisons modulaires et les cloisons intérieures sont des panneaux sandwich BA10 avec de la laine de verre au centre.

- Les toitures sont majoritairement des charpentes métalliques, avec couverture en bardage simple ou double peau.

Une partie du hangar 67 est en charpente bois.

La toiture des bureaux est un toit-terrasse.

4.1 Description sommaire des composants

4.1.1 Structure principale

INFRASTRUCTURE SUPERSTRUCTURE	- Fondations estimées type semelles filantes/isolées en béton armé - Dalle en béton d'épaisseur variable - Murs en parpaing : bureaux et doublage des hangar - Murs en béton : hangar 66 et massifs - Murs en bardage simple ou double peau. - Toiture toit terrasse / bardage

4.1.2 Description du second œuvre

SECOND OEUVRE	CLOISONNEMENT
	• Cloisons modulaires et double peau BA10 avec laine de verre • Parpaings creux
	TOITURE
	• Etanchéité multicouche bitumineux sur toiture terrasse • Couverture plaque fibre de verre • Bardage simple ou double peau • Charpente métallique ou bois
	MENUISERIES
	• Portes en bois plein ou en âme alvéolaire • Portes métalliques • Rideaux métalliques • Fenêtres et porte fenêtres alu double vitrage avec stores • Garde-corps et rambardes métalliques
	REVETEMENTS (Sols, murs, toiture, extérieur...)
	• Linoléum et moquette • Carrelage • Plinthes faïence/PVC • Revêtement enrobé extérieur • Plâtre
	ISOLATION
	• Laine de verre dans les cloisons • Polystyrène (XPS/PSE) • Polyuréthane dans les bardages double peau
	EQUIPEMENTS
	• Chauffage individuel et split clim dans les bureaux du hangar 67. • Chauffage collectif dans le bâtiment « Bureaux »
	GAINES DE VENTILATION ET AUTRES
	• Canalisations métalliques • Gains ventilation en acier galvanisé • Gaine fibrociment amiantée (dans hangar 66) • Canalisations PVC

5. METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC DES MATERIAUX

A partir de l'examen des matériaux constitutifs du bâtiment, un diagnostic des déchets a été réalisé, permettant de définir qualitativement et quantitativement les déchets qui seront générés par l'opération de démolition.

Afin d'évaluer précisément les quantités à considérer, la démarche suivante a été réalisée :

- Visite des bâtiments afin d'identifier les différents types de matériaux constitutifs.
- Réalisation de sondages destructifs pour validation de l'approche qualitative et quantitative des différentes structures du bâti.

La quantification des matériaux a été effectuée à l'aide des différents métrés réalisés sur site.

Les structures enterrées (réseaux, etc) n'ont pas été caractérisées dans le cadre de ce diagnostic.

La végétation, ainsi que les berges des Aygalades, les murs de soutènement des routes et les murs séparant le site des chemins de fer (à l'est) n'ont pas été pris en compte.

L'estimation de la quantité de déchets est représentative uniquement de ce qui a été vu sur site le jour de la visite.

5.1 Hypothèses retenues

Pour la réalisation de ce diagnostic déchets, nous avons pris comme hypothèses de calculs :

- En l'absence de diagnostic plomb sur cette partie, on suppose que les fenêtres (teintées) des bureaux ne contiennent pas de plomb (classification du verre en DI)
- Cuves et fûts supposés vides (à l'extérieur)
- N'ayant pu faire des sondages qu'au R+3 des bureaux, on suppose que les autres étages sont similaires et les mesures ont été faites à l'aide des plans d'évacuation. Une visite au R+1 (sans sondage, car locaux occupés) a permis de confirmer la similitude entre les étages.
- Les hangars 68 et 69 étaient fermés le jour de la visite. Nous prenons l'hypothèse qu'ils sont semblables au hangar 67 en termes de matériaux constitutifs.
- On estime que les massifs extérieurs auraient des murs d'une épaisseur de 20cm pour les murs en béton en béton ; et de 50cm pour ceux en pierre.

5.2 Fondations et dalles inférieures

En l'absence de données sur les fondations et sur la dalle inférieure, GINGER DELEO a calculé un métré estimatif sur la base de notre retour d'expérience. Le calcul du volume exact de ces fondations et de la dalle avant démolition ne pourra être effectué qu'à partir de relevés de sondages.

- Fondations en semelles filantes/isolées en béton.
- Un dallage béton estimé à
 - 20cm sur les niveaux des bureaux
 - 30cm sur les RDC ainsi que sur les surfaces horizontales extérieures bétonnées.

5.3 Déchets Dangereux particuliers

5.3.1 Retrait des néons

Le retraitement des blocs secours et des néons est à prévoir dans le marché de déconstruction. Les quantités de ces produits seront considérées comme déchets dangereux et inscrits respectivement dans les catégories « sources lumineuses » et « autres DEEE contenant des substances dangereuses ».

5.3.2 Cuve

Des incertitudes persistent quant à la nature et à la quantité du contenu.

Cuve a priori vide en extérieur. Par précaution, elle sera comptée en déchets dangereux.



5.3.3 Traverse de chemin de fer

Un chemin de fer longe le site à l'est du site. La partie sud présente deux rails, maintenus dans du béton. La partie sud est quant à elle boulonnées sur des traverses en bois, traitées le plus souvent aux créosotes.

La zone étant couverte de végétation et de déchets divers, nous considérons que ces traverses sont présentes sur toute la longueur des voies présentes en dehors des parties bétonnées.

5.4 Remarques et autres déchets

5.4.1 Bornes incendies

Nous avons repéré 2 bornes incendies sur le site. Celles-ci ne sont pas prises en compte dans notre diagnostic déchets.



5.4.2 Purge déchets extérieurs

Le site est partiellement occupé par des entreprises de tri, recyclage et traitement de déchets. Nous avons donc considéré que les déchets situés dans les hangars seraient vidés lors du départ desdites entreprises. Nous avons cependant considéré ceux des espaces extérieurs.



Hypothèse : Les bidons sondés étaient pleins, on prend donc l'hypothèse que tous les bidons présents le sont également.

De plus, en l'absence de diagnostic plomb sur ceux-ci, on les considère en tant que Déchets Non Dangereux.

6. DIAGNOSTICS COMPLEMENTAIRES

6.1 Gestion du risque Amiante

Un diagnostic amiante avant démolition a été réalisé par la société WeGroup.

Le rapport est référencé :

Amiante	
- avant vente	
- avant travaux	
- avant démolition	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR A du 24/06/2021, Indice 2
- DTA	

Les quantités d'amiante indiquées dans ce rapport sont issues de ce diagnostic et elles ne tiennent compte ni d'éventuelles contaminations par contact de l'amiante, ni des déchets extérieurs.

Pour information :

Sont concernés par le repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant démolition, les propriétaires de tout bâtiment dont le permis de construire a été délivré avant le 1^{er} juillet 1997, maisons individuelles comprises.

NB : Le diagnostiqueur nous a indiqué que sa mission ne concerne que les bâtiments de bureaux et le hangar 66, puisque le maître d'ouvrage lui a informé que ce sont les seuls bâtiments construits avant le 1^{er} juillet 1997.

6.2 Gestion du risque Plomb

Un diagnostic plomb a été réalisé par la société WeGroup, ce rapport n'indique pas la présence de plomb

Le rapport est référencé :

Plomb	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR P du 09/06/2021
-------	---

Pour information :

Le diagnostic plomb avant démolition n'a pas de date de validité. Le constat de risque d'exposition au plomb (CREP) n'a pas de date de validité s'il est négatif. S'il est positif il est valide 1 an

La date de 1949, année de construction à partir de laquelle les diagnostics plomb ne sont plus nécessaires (mais conseillés), repose sur l'interdiction d'utilisation de la céruse (hydrocarbonate de plomb) par les professionnels. En pratique il s'avère que cette date est caduque puisque d'autres composés à base de plomb ont pu être utilisés et qu'il faut considérer l'ensemble des bâtiments jusqu'aux années 2000. »

6.3 Gestion du risque Termites

Un diagnostic termites a été réalisé par la société WeGroup. Ce rapport indique qu'aucune trace d'infestations de bois par les termites n'a été avérée.

Le rapport est référencé :

Termite	Rapport n° : 109968 FONCIERE JAGUAR T du 09/06/2021
---------	---

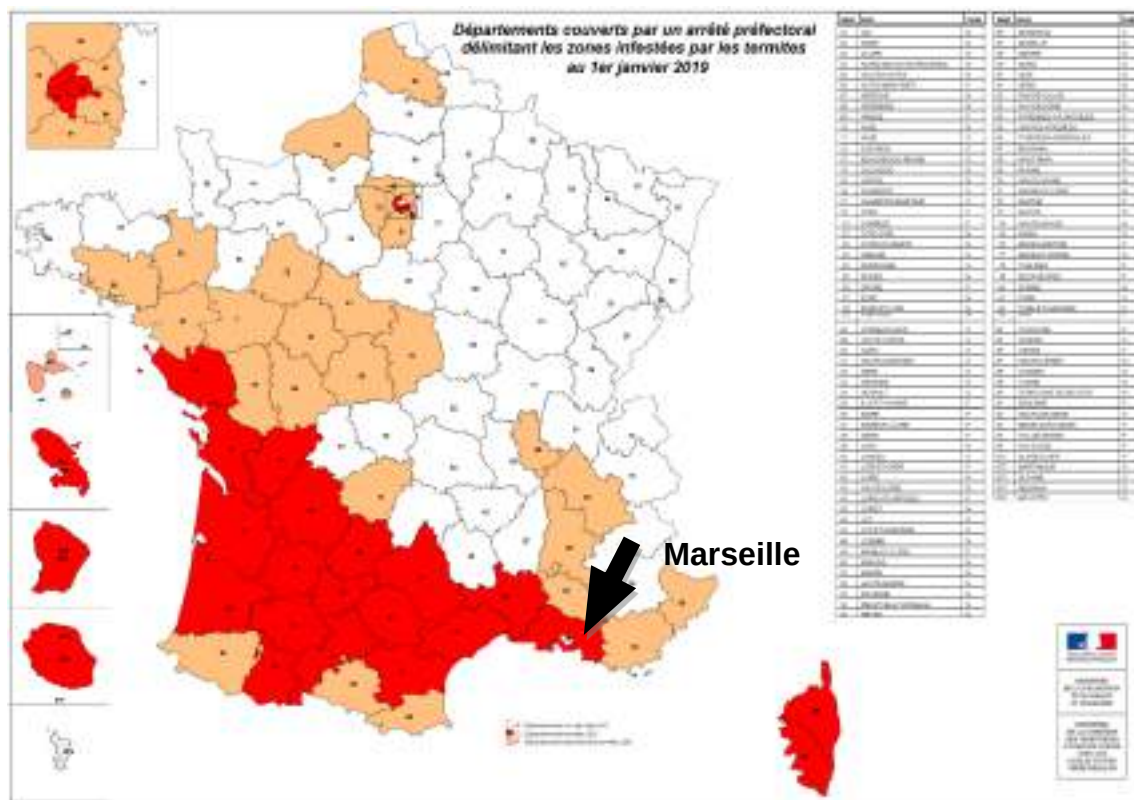
Ce diagnostic termite réalisé le 9 juin 2021 a une durée de validité de 6 mois et par conséquent une date limite d'utilisation au 8 décembre 2021.

Il conviendra de réaliser un nouveau diagnostic termites dans les 6 mois avant le démarrage des travaux.

La commune de Marseille (13000) est située dans une zone contaminée :

- Arrêté préfectoral du 01/01/2019

En cas d'éventuelle découverte de foyers de termites, L'entreprise travaux déclarera cette découverte au maître d'ouvrage qui fera réaliser le constat par un diagnostiqueur agréé avant toute incinération sur site.



Source carte : observatoire National Termite

7. SYNTHESE QUANTITATIVE PAR FAMILLE DE MATERIAUX

7.1 Nature des matériaux

La présente étude a permis d'identifier et de quantifier l'ensemble des déchets que vont occasionner la déconstruction sélective et la démolition.

Les déchets inertes DI sont des déchets qui ne subissent ni entraînent aucune modification physique, chimique ou biologique, sur ou avec le milieu avec lequel il est en contact.

Exemples de déchets inertes DI présents sur le chantier (liste non exhaustive) :



- Béton, (dalles, poteaux-poutres, hourdis, parpaings)
- Pierres (murs)
- Briques (murs, cloisons)
- Tuiles
- Verre

Les déchets non dangereux DND sont des déchets qui ne sont ni inertes, ni dangereux. Ils comprennent les déchets spécifiques tels que les déchets de plâtres ainsi que les déchets d'équipements électriques et électroniques DEEE

Exemples de déchets non dangereux DND présents sur le chantier (liste non exhaustive) :



- Les métaux : Fer à béton, menuiseries,
- Plastiques : Fenêtres, sols,...
- Bois faiblement adjuvantés : charpente, menuiseries, revêtement de sol,...
- Plâtres : Cloisons,...
- DEEE : Appareils électroménagers, climatiseurs
- Autres : ...

Les déchets dangereux DD sont des déchets qui présentent un risque pour l'environnement et/ou pour la santé humaine par leur toxicité, leur caractère polluant ou leur dangerosité. Un déchet inerte ou non dangereux souillé par un produit dangereux, est considéré comme déchet dangereux.

Exemples de déchets dangereux DD présents sur le chantier (liste non exhaustive) :



- Matériaux contenant de l'amiante : Toiture, conduits de fluides, ...
- Peinture contenant du plomb

Les pictogrammes des déchets ci-dessus sont issus du site de la Fédération Française du Bâtiment

Source : <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/pictos-dechets.html>

7.2 Quantification des matériaux par type de déchets

7.2.1 Tableau annexe des déchets par catégories

- Déchets Inertes (DI)

Types de déchets			Localisation des matériaux dans les bâtiments	Quantité		Observations concernant les opérations particulières à envisager lors de la démolition et les éventuelles possibilités de réemploi sur le site
				Unités (ml, m², u)	Tonnes	
Matériaux ou déchets inertes (DI)	Mélanges bitumineux (sans goudron)		Toiture(s); Parking(s)		769,4	
	Béton et pierre		Ensemble bâtiment(s)		13 648,1	valorisation possible après concassage
	Tuiles et briques (1)		Extérieur (déchet en vrac)		1,1	valorisation possible après concassage
	Céramique (carrelage, faïence et sanitaires)		Ensemble bâtiment(s)		8,5	
	Verre sans menuiserie		Façades bâtiment(s)		3,3	

- Déchets Non Dangereux (DND)

Types de déchets			Localisation des matériaux dans les bâtiments	Quantité		Observations concernant les opérations particulières à envisager lors de la démolition et les éventuelles possibilités de réemploi sur le site
				Unités (ml, m², u)	Tonnes	
Matériaux ou déchets non dangereux (DND)	Plâtre	Plaques et carreaux	Cloisons bâtiment(s)		30,1	Centre de stockage classe 2
	Bois	Faiblement adjuvantés	toiture		17,7	
	Fenêtres et autres ouvertures vitrées		Menuiseries bâtiment(s)		2,7	
	Métaux (à détailler éventuellement en fin du présent tableau)		Ensemble bâtiment(s)		601,1	
	Plastiques (à détailler éventuellement selon type de plastiques ; ex : PVC) (2)				2,6	
	Isolants	Laines minérales	Ensemble bâtiment(s)		6,2	
		Plastiques alvéolaires (PSE, XPS, PU) (2)	Ensemble bâtiment(s)		4,7	
		Autres			43,7	
	Complexe d'étanchéité sans goudron (à détailler éventuellement en fin du présent tableau)		Toiture bâtiment(s)		62,4	
	Revêtements de sols		Ensemble bâtiment(s)		9,6	
	DEEE (2) non dangereux (à détailler obligatoirement en fin du présent)		Ensemble bâtiment(s)		14,2	
	Mélanges de DND non listés ci-dessus		Ensemble bâtiment(s)		66,0	

- Déchets Dangereux (DD)

Types de déchets			Localisation des matériaux dans les bâtiments	Quantité		Observations concernant les opérations particulières à envisager lors de la démolition et les éventuelles possibilités de réemploi sur le site
				Unités (ml, m², u)	Tonnes	
Matériaux ou déchets dangereux (DD)	Amiante	Autres types d'amiante lié(3)			0,1	
	Bois traités contenant des substances dangereuses		Ensemble bâtiment(s)		2,1	
	Equipements de chauffage, de climatisation ou frigorifiques contenant des fluides frigorigènes dangereux		Ensemble bâtiment(s)		1,1	Dépose en centre de traitement DEEE Maintenir intégrité des lampes
	Sources lumineuses (tubes fluorescents, néons, lampes à décharges, lampes à LED)				0,1	
	Autres DEEE (2) contenant des substances dangereuses (à détailler obligatoirement en fin du présent tableau) (5)				0,0	
	Autres DD (à détailler obligatoirement en fin du présent tableau) (5)					

- Tableau détail des déchets comportant la mention "à détailler obligatoirement" ou "à détailler éventuellement"

Détail des déchets comportant la mention "à détailler obligatoirement" ou "à détailler éventuellement" (en tonnes)					
Type de matériaux ou déchets (6)	Appellation du matériaux ou déchets (5)	Localisation des matériaux dans le bâtiment	Quantités		Observations concernant les opérations particulières à envisager lors de la démolition et les éventuelles possibilités de réemploi sur le site
			Unités (ml, m², u)	Tonnes	
	PLASTIQUES				
DND	Tuyauteries PVC			0,1	
	Linoléum			1,4	
	DEEE				
DND	Cables / Electricité	Ensemble bâtiment(s)		13,1	
DND	Chaudière / Eau chaude			0,3	
DND	Machinerie ascenseur			0,3	
DND	Motorisation quai de chargement			0,3	
DND	Motorisation rideau acier			0,1	
	AUTRES DEEE CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES				
DD	Blocs issue de secours (accumulateurs au plomb)			0,1	
DD	Détecteur incendie			0,1	
	AUTRES DECHETS DANGEREUX				
DD	Extincteur			0,1	
DD	Bouteille type gaz (sous pression)			0,2	
DD	Bidon métalliques et plastiques diluants et solvants			3,6	

(a) Déchèterie municipale ou professionnelle, centre de collecte, y compris les plates-formes de regroupement et/ou de tri

(b) Filière REP (responsabilité élargie du producteur) : DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques), sources lumineuses, meubles, piles et accumulateurs...

(1) Préciser la présence de plâtre éventuelle

(2) PSE (polystyrène expansé), XPS (polystyrène extrudé), PU (polyuréthane), PVC (polychlorure de vinyle), DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques)

(3) Dalles vinyl-amiante

(4) Y compris matériaux contaminés par des peintures au plomb

(5) Exemple : déchets résiduels non-constitutifs du bâtiment, ou déchets issus de l'usage ou/et de l'occupation, ou mélanges de déchets X et Y mentionnés dans les listes ci-dessus, et

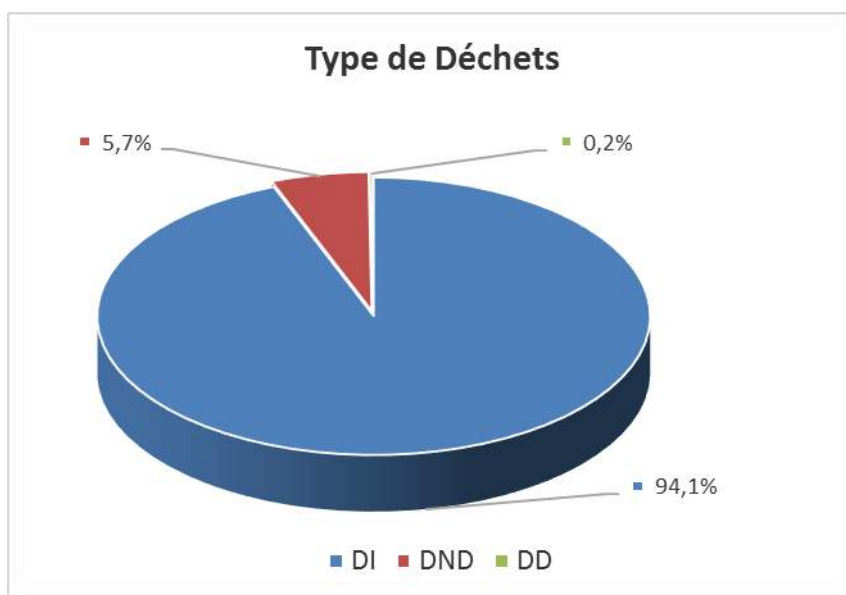
(6) Inertes, non dangereux ou dangereux

7.3 Synthèse déchets Projet MS11

7.3.1 Ensemble des déchets

SYNTHÈSE DES TONNAGES PAR TYPE DE DÉCHETS			
L'Entreprise vérifiera ces quantités au cours de la visite préliminaire.			
Valeurs non contractuelles			
Type de déchets	DI Déchets Inertes	DND Déchets Non Dangereux	DD Déchets Dangereux
TOTAL (Tonnes)	14 430	875	27
Répartition du tonnage (%)	94.1%	5.7%	0.2%
Valorisable via les filières indiquées en Annexe 3	OUI	Cf. tableau suivant	NON

La démolition des bâtiments compris dans le projet Centre THEODORA va générer 15 332 Tonnes de déchets pour 26 923 m² de surfaces (y compris toitures et les 7 600 m² d'extérieurs) à démolir.



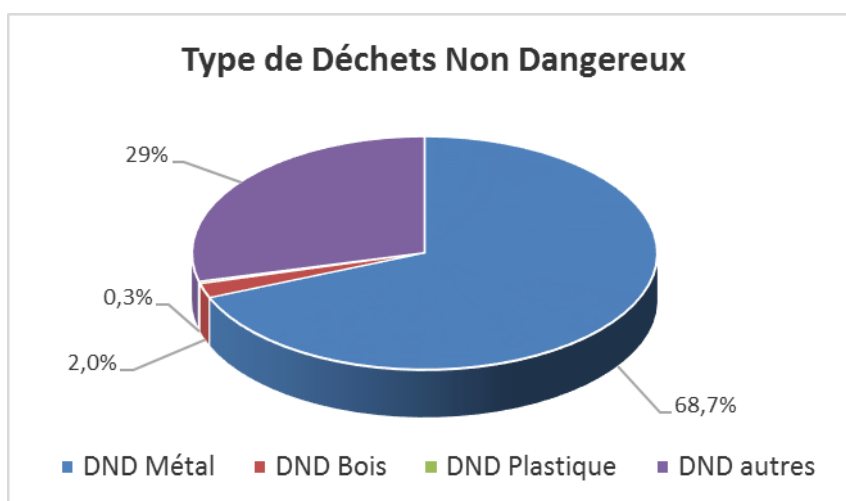
Répartition des déchets non dangereux Projet Centre THEODORA (DND) :

SYNTHÈSE DES TONNAGES PAR TYPE DE DÉCHETS NON DANGEREUX

L'Entreprise vérifiera ces quantités au cours de la visite préliminaire.

Valeurs non contractuelles

Type de déchets	DND Métal	DND Bois	DND Plastique	DND Autres
TOTAL (Tonnes)	589	18	3	274
Répartition du tonnage (%)	68.7 %	2 %	0.3 %	29 %
Valorisable via les filières indiquées en Annexe 3	OUI	OUI	OUI	NON



8. Valorisation des déchets – économie circulaire

La différence entre réemploi, réutilisation et recyclage est liée au statut et à l'usage de l'objet réemployé ou réutilisé.

- Le **réemploi** est une opération qui permet à des biens qui ne sont pas des déchets d'être utilisés à nouveau sans qu'il y ait modification de leur usage initial.
- La **réutilisation** est une opération qui permet à un déchet d'être utilisé à nouveau en détournant éventuellement son usage initial.
- le **recyclage** est l'opération par laquelle la matière première d'un déchet est utilisée pour fabriquer un nouvel objet.
- La **valorisation** est l'opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière.

8.1 Recyclage / revalorisation des déchets non dangereux

Les déchets listés ci-dessous présentent un potentiel de recyclage / revalorisation qui leur permet d'éviter une mise en décharge et être utilisés pour la constitution de matériaux recyclés ou d'énergie. Ces déchets sont constitués de matériaux qui, après une éventuelle étape de prétraitement, et/ou de transformation, peuvent être utilisés en substitution d'une matière première vierge dans un cycle de production (recyclage).

Les principales matières recyclées à partir des déchets de chantier de démolitions sont :

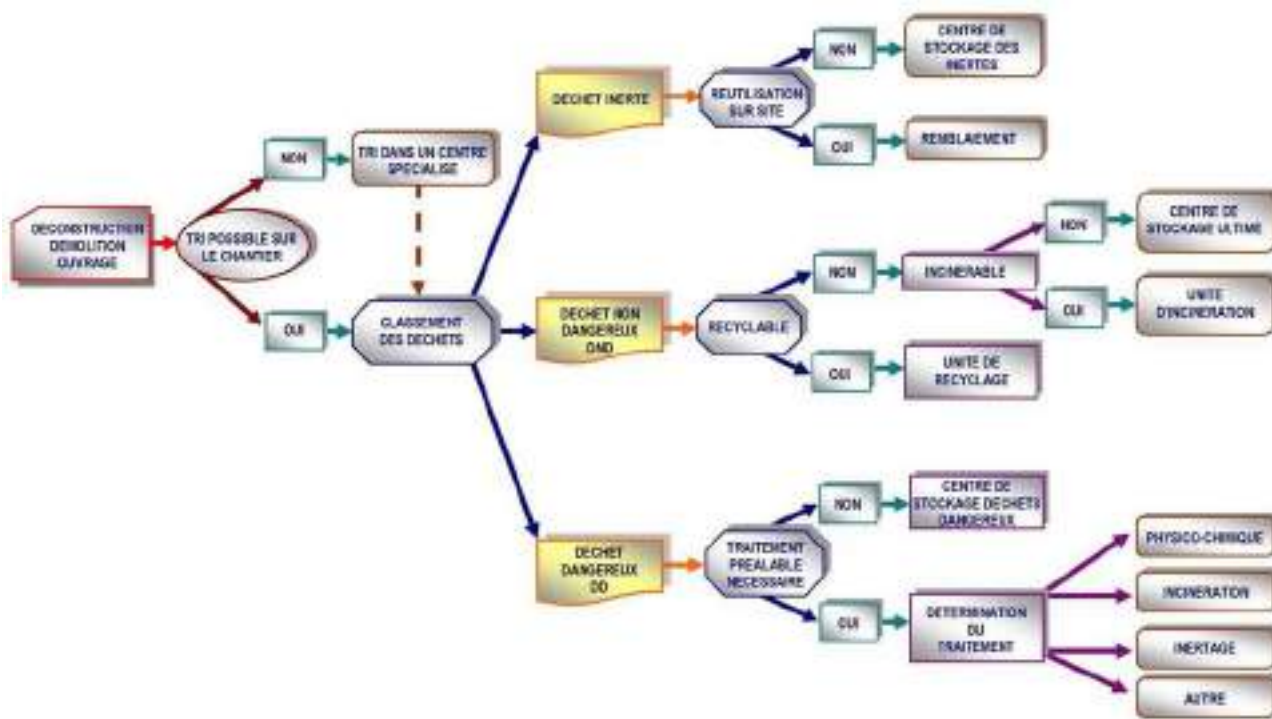
- Les métaux (fer à béton, charpentes,...) réutilisables directement dans les processus de fabrications
- Le bois (classe B) traité avec des matières non dangereuses (menuiseries, charpentes,...) utilisé pour la fabrication de panneaux de particules ou de combustibles.
- Le plastique (menuiseries, tuyauteries,...) après opérations permettant de produire des granulés directement réutilisables pour fabriquer de nouveaux produits PVC neufs
- DEEE
- Polystyrène expansé
- Briques plâtrières
- Laine minérale
- Ferraille
- Plâtre
- Verre plat
- ...

8.2 Réemploi / réutilisation des déchets sur site

La réutilisation, pour le comblement des infrastructures, d'une partie des déchets inertes présents sur le chantier de démolition pourra être envisagée après concassage de ces matériaux.

Les déchets (DI et DND) pouvant être revalorisés sur site ou sur d'autres chantiers représentent 98 % de l'ensemble des déchets issus de la démolition

9. ORGANIGRAMME FILIERES DE VALORISATION ET D'ELIMINATION



10. LES CONTRAINTES REGLEMENTAIRES SUR LES DECHETS

10.1 La réglementation sur les déchets

10.1.1 Lois et décret

Liste des principaux textes réglementaires concernant la gestion de déchets de chantiers du Bâtiment en Travaux Publics.

TEXTES REGLEMENTAIRES

- Loi n° 75.633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux, (articles L.541-1 à L.541.50 du code de l'Environnement)
- Décret du 19 août 1977 sur les déchets générateurs de nuisances (article 4 du décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007 relatif au livre V de la partie réglementaire du code de l'Environnement)
- Article 5 de l'arrêté du 29 Juillet 2005 suivi des déchets
- Loi n° 88.1261 du 30 décembre 1988 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux
- Circulaire du 28 décembre 1990 et Arrêtés préfectoraux sur Etude Déchets (article L.541.7 du code de l'Environnement)
- Loi n° 92.646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux (articles L.541-1 à L.541-3, L.541-39, L.541-49 du code de l'Environnement)
- Décret du 13 juillet 1994 relatif aux déchets d'emballages industriels (articles R.543-66 à R.543-74, L.541 du code de l'Environnement)
- Loi n° 95.101 du 2 février 1995 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux (correspondance code de l'Environnement notamment)
- Arrêté du 18 décembre 1992 relatif aux décharges de Classe I
- Décret n° 98.679 du 30 juillet 1998 relatif au transport par route (articles L.541-7, L.541-8 du code de l'Environnement)
- Règlement des transports des matières dangereuses
- Règlement sanitaire départemental
- Guide des bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets Inertes du BTP—édition juin 2004
- Recommandation T2 2000 relative à l'obligation des maîtres d'ouvrages publics
- Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments
- LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

La réglementation en matière de gestion des déchets est en perpétuelle évolution et s'appuie sur trois principaux textes qui sont :

- Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte
- Loi n°75-633 du 15 juillet 1975 : définit le déchet comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

Elle définit clairement le responsable de l'élimination : il s'agit de son producteur ou son détenteur.

- **Loi n°92-646 du 13 juillet 1992** : complète et modifie les lois du 15 juillet 1975 et du 19 juillet 1976. Elle fixe les priorités de la politique des déchets, notamment :
 - La prévention ou la réduction de la production de déchets,
- L'organisation de transport des déchets et sa limitation en distance et en volume,
- La valorisation des déchets, par réemploi, recyclage ou valorisation énergétique sans hiérarchie à priori entre ces différents modes,
- L'information du public.

Les **modalités d'application** sont les suivantes :

- **La fin de l'exploitation des décharges traditionnelles**

Depuis le **1^{er} juillet 2002**, les installations d'élimination des déchets par stockage ne sont autorisées à accueillir que des déchets ultimes (déchet résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par l'extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux).

- Le stockage sera la dernière alternative envisageable

Tout autre mode de traitement sera encouragé dans les limites techniques et économiques du moment.

Les décharges traditionnelles seront fermées et remplacées par des centres de stockage contrôlés.

- Centres de stockage

Il existera trois classes de centres de stockage, en fonction de la perméabilité de leur sous-sol et de leur mode de gestion :

- Pour les déchets ultimes dangereux (DD),
- Pour les déchets ultimes ménagers et assimilés (DND),
- Pour les déchets ultimes inertes (DI).
- Circulaire du 15 Février 2000, norme NF P03-001 décembre 2000 relative au cahier des charges type des marchés privés et recommandation T2-2000 relative aux marchés publics et la gestion des déchets.

Ces textes spécifient que le maître d'ouvrage doit prendre en compte dans la préparation et le choix des entreprises le mode de gestion des déchets.

- **Arrêté du 19 décembre 2011 relatif** au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments

Une fois la démolition effectuée, le maître d'ouvrage devra remplir un formulaire destiné à l'ADEME.

Pour quels bâtiments ?

Tous les bâtiments voués à la démolition ne sont pas concernés par ce diagnostic. En effet le décret précise qu'il ne concerne que :

- les immeubles d'une SHOB de plus de 1 000 m²,
- les bâtiments voués à une activité agricole, commerciale ou industrielle et où des substances dangereuses classées étaient utilisées, stockées, fabriquées ou distribuées.

L'objectif de ce diagnostic déchets est de fournir à l'entreprise de démolition (puis à l'ADEME), des informations relatives aux :

- matériaux, produits et équipements de construction,
- déchets qui pourraient subsister suite à leur utilisation antérieure dans le bâtiment.

Pour cela, le diagnostic devra fournir des informations quant à leur :

- nature,
- quantité,
- localisation.

10.1.2 Principales interdictions

- **Brûler les déchets sur le chantier** (issus des principes généraux institués notamment par les lois n°61-842 du 2 août 1961 et n°92-646 du 13 juillet 1996).
- **Abandonner ou enfouir des déchets** quels qu'ils soient (même inertes) dans des zones non contrôlées administrativement comme par exemple les décharges « sauvages », ou même les chantiers.
- **Mettre en centre de stockage de classe III des déchets non «inertes»** (issus de la loi 92-646 du 13 juillet 1992),

10.1.3 Classification des déchets - Généralités

En application de la directive 75-442 CEE du 15 juillet 1975 relative aux déchets, modifiée par la loi 91-156 CEE du 18 mars 1991, la commission a établi une liste des déchets. Cette liste a été adoptée le 20 décembre 1993. C'est le **Catalogue Européen des Déchets (CED)**. Au sein de ce CED ont été identifiés les déchets considérés comme dangereux. Le décret du 15 mai 1977 traduit en droit national les différentes directives européennes et décisions d'application. Ce décret fixe ainsi une liste des déchets dangereux, qui comprennent notamment les déchets industriels spéciaux.

Par ailleurs le Ministère de l'environnement a mis en place une classification générale des déchets en fonction de leurs dangers et des risques liés à l'élimination. Les déchets seraient divisés en trois catégories :

- **Les Déchets Dangereux (DD)** : comprenant notamment les matériaux contenant de l'amiante, du goudron, les bois traités... Ces déchets étaient autrefois appelés **Déchets Industriels Dangereux (DID)**.

Les principaux déchets Dangereux issus des chantiers du bâtiment et Travaux Publics sont certains bois traités, les goudrons, l'amiante, les peintures, les solvants, les accessoires (pinceaux, brosses...), certains agents chimiques (ignifuges, pesticides, ...), les huiles de vidange, ainsi que divers produits chimiques.

- **Les Déchets Inertes (DI)** seraient ceux qui en cas de stockage ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ces déchets ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique, chimique ou biologique de nature à nuire à l'environnement. Leur potentiel polluant et leur teneur élémentaire en polluants ainsi que leur écotoxicité doivent être insignifiants.

Les déchets inertes résultants de chantiers sont les bétons, les pierres, les parpaings, les briques, les carrelages, les verres ordinaires, les matériaux minéraux de démolition, ...etc

- **Les Déchets Ménagers Assimilés (DMA)** seraient ceux qui ne sont « ni dangereux, ni inertes », encore appelés **Déchets Non Dangereux (DND)**.

Les DND issus de chantiers sont les bétons légers, le placoplâtre, les métaux et alliages, tous les types de bois non traités, le plastique, le PVC, les polystyrènes, les moquettes, les colles sans solvants, ...

ANNEXES



Annexe 1. DETAILS PAR FAMILLE DE DECHETS

Cette annexe contient 7 pages.

Détail des Déchets Inertes

Élément - Déchets non dangereux : INERTE	Type	Unité	Poids unitaire	Quantité Non foisonnée	Masse (kg)
MELANGE BITUMINEUX SANS GOUDRONS					
EXTERIEUR					
Mélange bitumineux épaisseur cm =	5	kg/m ²	27	5 699	769 392
TOTAL MELANGE BITUMINEUX SANS GOUDRONS					769 392
BETON ET PIERRE					
CONSTRUCTION					
Fondations Béton armé (hors fer à béton)	estimation	kg/m ³	2460	707	1 739 220
Béton armé (hors fer à béton)		kg/m ³	2460	3 757	9 242 220
Béton non armé		kg/m ³	2200	180	396 000
Bordure de trottoir		kg/ml	50	3 000	150 000
Parpaing creux	ép. Variable	kg/m ²	105 à 390	2 318	598 028
Mur pierre maçonnée Epaisseur cm (Unité par cm d'épaisseur)	50 cm	kg/m ²	23	1 324	1 522 600
TOTAL BETON ET PIERRE					13 648 068
TUILES ET BRIQUES					
TOITURE					
Couverture en tuiles		kg/m ²	42	26	1 092
TOTAL TUILES ET BRIQUES					1 092
CERAMIQUES (carrelage, faïence et sanitaires)					
CONSTRUCTION					
Faïence	7 mm	kg/m ²	14	53	742
REVÊTEMENT SOL					
Carrelage	par cm d'épaisseur	kg/m ²	20	282	5 640
Plinthe céramique		kg/ml	1	296	296
SANITAIRES					
Lavabo / evier / bac douche / wc...		kg/U	80	23	1 840
TOTAL CERAMIQUES					8 518
VERRE (sans menuiserie)					
CONSTRUCTION					
Verre vitrage		Kg/m ²	10	333	3 330
TOTAL VERRE (sans menuiserie)					3 330
TOTAL INERTE					kilos 14 430 400
L'Entreprise vérifiera ces quantités au cours de la visite préliminaire Valeurs non contractuelles					En tonnes 14 430

* Poids calculés hors fer à béton

Détail des Déchets Non Dangereux (DND)

Élément - Déchets non dangereux : DND	Type	Unité	Poids unitaire	Quantité Non foisonnée	Masse (kg)
PLATRE					
PLAQUES ET CARREAUX					
Placoplâtre BA10 (cloison vitrée)	épaisseur 1 cm	kg/U	9,24	80	739
Placoplâtre BA10 double peau	épaisseur 1 cm	kg/m²	16	702	11 232
Placoplâtre BA13 + polystyrène	épaisseur : 1,3cm + 10cm	kg/m²	14,5	1 028	14 912
Placoplâtre BA13	épaisseur 1,3 cm	kg/m²	11	291	3 204
TOTAL PLAQUES ET CARREAUX					30 087
BOIS					
FAIBLEMENT ADJUVENTE					
TOITURE					
Charpente en bois traditionnelle (sapin): ferme, panne, chevron, volige		kg/m²	25	345	8 625
REVÊTEMENT SOL					
Planche bois aggloméré ep mm	10	kg/m²	0,65	11	74
HUISSERIE ET PORTE					
Ensembles portes		Ens	/	/	2 348
Meubles éviers		kg/U	25	5	125
DIVERS					
Main courante bois volée d'escalier		kg/ml	3	27	80,4
Bois		kg/m³	650	9	5 850
Vrac Bois en mélange		kg/m³	150	4	600
TOTAL BOIS FAIBLEMENT ADJUVENTE					17 702
FENETRES ET AUTRES OUVERTURES VITREES					
Fenêtre alu (ouvrant et dormant) et store		Ens	/	/	2 700
TOTAL FENETRES ET AUTRES OUVERTURES VITREES					2 700
METAUX					
FER A BETON					
Dalles, planchers, murs et fondations		kg/m³	40	4 464	178560
HUISSERIE ET PORTE					
Ensemble porte métallique		Ens	/	/	3573
REVÊTEMENT SOL					
volée d'escalier		kg/ml	84	6	478,8
Marche escalier Caillebotis (800x270)		kg/U	6	16	96
TOITURE					
Charpente métallique	Ensemble	kg/m²	30	3 354	100620
Cheneau / gouttières	zinc	kg/m²	1	83	82,8
Métal recouvrant acrotère		kg/m²	7,6	448	3404,8

CLOISON ET ISOLATION					
Bardage acier rentrer épaisseur mm =	1	kg/m ²	8 /mm d'ép.	8 163	65304
PLAFOND					
Faux plafond métallique		kg/m ²	2	105	210
Rails Faux plafond		kg/m ²	0,5	1 812	906
Rails placoplâtre		kg/m ²	1,5	2 102	3153
SANITAIRE					
Evier / Baignoire / robinetterie		kg/U	5	16	80
Cumulus acier émaillé	Petit modèle	kg/U	45	4	180
TUYAUTERIE					
Gaine de ventilation galvanisée	Ø variable	kg/ml	7	130	913
Cuivre	diamètre variable	kg/ml	1	30	30
Acier	diamètre variable	kg/m ²	0,08	26 923	2154
BARREAUDAGE					
Garde corps métallique cage escaliers Nb étage	1	kg/étg	45	1	45
Echelle Crénoline		kg/ml	25	5	125
DIVERS					
Conteneur maritime 10'		Kg/U	850	1	850
Rails chemin de fer	Type "crane"	kg/ml	120	294	35280
POUTRELLE					
Ensemble poutre / poutrelle	Diam var	kg/ml	0,9 à 314		183 811
EQUIPEMENTS					
Blocs quais chargement (ossatures, niveleurs,...)		kg/U	1240	13	16120
Ascenseur 6 personnes (par étage)	4 étage(s)	kg/U	4880	1	4880
Caddie supermarché		kg/U	25	5	125
TOTAL METAUX					601 059
PLASTIQUES					
HUISSERIE ET PORTE					
Porte coupe feu		kg/u	50	8	400
TOITURE					
Gouttière / chéneau		kg/ml	2	418	836
TUYAUTERIE					
PVC	diamètre Variable	kg/ml	1	16	16
REVETEMENTS DE SOLS					
Linoléum		kg/m ²	6	228	1 368
TOTAL PLASTIQUES					2 620

ISOLANTS					
LAINES MINERALES					
Faux plafond fibres minérales (dalles)		kg/m ²	0,5	1 846	923
Laine de roche ou de verre		kg/m ³	20	311	6 213
Isolation sous toiture tpe SHEDISOL (laine de verre + pare-vapeur en kraft ou aluminium)		kg/m ²	2	6 294	12 588
TOTAL LAINES MINERALES					6 213
PLASTIQUES ALVEOLAIRES					
Polystyrène moulé ou extrudé épaisseur mm =		kg/m ²	35	97	3 402
Mousse polyuréthane et phénolique		kg/m ³	40	6	240
Panneaux bardage double peau + PolyU		kg/m ³	0,8	16	13
TOTAL PLASTIQUES ALVEOLAIRES					4 698
AUTRES ISOLANTS					
Toles (avec mousse polyuréthane)		kg/m ²	10	3 530	35300
Revêtement fibre de verre épaisseur 5mm		kg/m ²	7,5	1 126	8 445
TOTAL AUTRES ISOLANTS					43 745
COMPLEXE D'ETANCHEITE SANS GOUDRONS					
Revêtement bitumineux toiture		kg/m ²	25	2 444	61 097
Remontée de calendrite		kg/m ²	12	111	1 330
TOTAL COMPLEXE D'ETANCHEITE SANS GOUDRONS					62 427
REVETEMENTS DE SOLS					
Moquette auto-plombante		kg/m ²	6	1 600	9 600
TOTAL REVETEMENTS DE SOLS					9 600
DEEE					
CABLES / ELECTRICITE					
Armoires et fils électriques		kg/m ²	0,5	20 988	11 229
Baie de brassage (30% plein)		kg/U	330	5	1 650
Luminaires extérieurs		kg/U	15	12	180
Armoire blocs électriques (plastique)		kg/U	5	5	25
Armoire blocs électriques (acier)		kg/U	50	1	50
divers (thermostat / interphone /etc.)		kg/U	1	26	26
CHAUFFERIE / EAU CHAUDE					
Cumulus acier émaillé		kg/U	70	4	280
Radiateur convecteur électrique		kg/U	4	4	16
DIVERS					
Machinerie ascenseur		kg/U	250	1	250
Plaque électrique / évier		kg/U	10	5	50
Motorisation rideau acier		kg/U	11	6	66
Motorisation quai chargement		kg/U	20	13	260
Caméra		kg/U	1,2	3	3,6
Barrière levante		kg/U	75	2	150
TOTAL DEEE					14 235

MELANGES DE DND NON LISTE CI-DESSUS					
DIVERS					
Verre armé shed sur chassis métal		kg/m ²	12	21	252
Déchets vrac		kg/m ³	400	140	56 000
Pneumatiques		kg/U	8	360	2 880
Goulotte électrique PVC		kg/ml	0,5	782	391
Robinet d'incendie armé tournant pivotant (RIA)		kg/U	40	3	120
Alarme incendie		kg/U	1	19	19
Skydome	1m x 1m	Kg/U	40	6	240
	2m x 2m	Kg/U	80	34	2 720
Verrière	3m x 10m	kg/U	400	1	400
Sommier / matelat		kg/U	25	100	2 500
Gaine pyro	diam variable	kg/U	0,75	216	162
Textiles		kg/m ³	350	1	350
TOTAL MELANGE DND					66 035
TOTAL DECHETS DND				kilos	861 121
L'Entreprise vérifiera ces quantités au cours de la visite préliminaire Valeurs non contractuelles				En tonnes	861

Détail des Déchets Dangereux (DD)

Elément - Déchets dangereux : DD	Type	Unité	Poids unitaire	Quantité Non foisonnée	Masse (kg)
AMIANTE					
AUTRES TYPES D'AMIANTE LIE					
TUYAUTERIE					
	diamètre 150 mm	kg/ml	8,4	4	34
TOTAL AUTRES TYPES D'AMIANTE LIE					34
BOIS TRAITES CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES					
Traverse de chemin de fer traitées aux créosotes	26x16x260	kg/ml voie	180	110	19 800
TOTAL BOIS TRAITES CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES					19 800
EQUIPEMENT DE CHAUFFAGE, DE CLIMATISATION OU FRIGORIFIQUES CONTENANT DES FLUIDES FRIGORIGENE DANGEREUX					
EQUIPEMENT					
Groupe froid 7m3		U	1 500	1	1 500
Complexe filtre sortie toiture		kg/U	80	1	80
Climatiseur split fixe		kg/U	55	2	110
Réfrigérateur		kg/U	60	6	360
Congélateur		kg/U	60	1	60
TOTAL EQUIPEMENT CONTENANT DES FLUIDES FRIGORIGENE DANGEREUX					2 110
SOURCES LUMINEUSES (tubes fluorescents, néons, lampes à décharges, lampes à LED)					
Néons		Ens	/	/	1109
Néon		kg/U	1	1 109	0
TOTAL SOURCES LUMINEUSES					1 109

AUTRES DEEE CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES					
DIVERS					
Blocs issue de secours (accumulateurs au plomb)		kg/U	0,8	28	22
Détecteur incendie		kg/U	0,2	11	2
TOTAL AUTRES DEEE					25
AUTRES DECHETS DANGEREUX					
Extincteur		Kg/U	5	19	95
Bouteille type gaz (sous pression)		Kg/U	5	30	150
Bidon métalliques et plastiques diluants et solvants		kg/U	18	200	3 600
Cuve plastique 600L		kg/U	35	1	35
TOTAL AUTRES DECHETS DANGEREUX					3 880
TOTAL DECHETS DANGEREUX					
				kilos	26 957
L'Entreprise vérifiera ces quantités au cours de la visite préliminaire Valeurs non contractuelles				En tonnes	27

Annexe 2. PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Cette annexe contient 5 pages.

Bureaux



Hangar 63



Hangar 65



Hangar 66



Hangar 67



Hangar 68/69 :



Extérieur





Annexe 3. FILIERES LOCALES POUR LES DECHETS

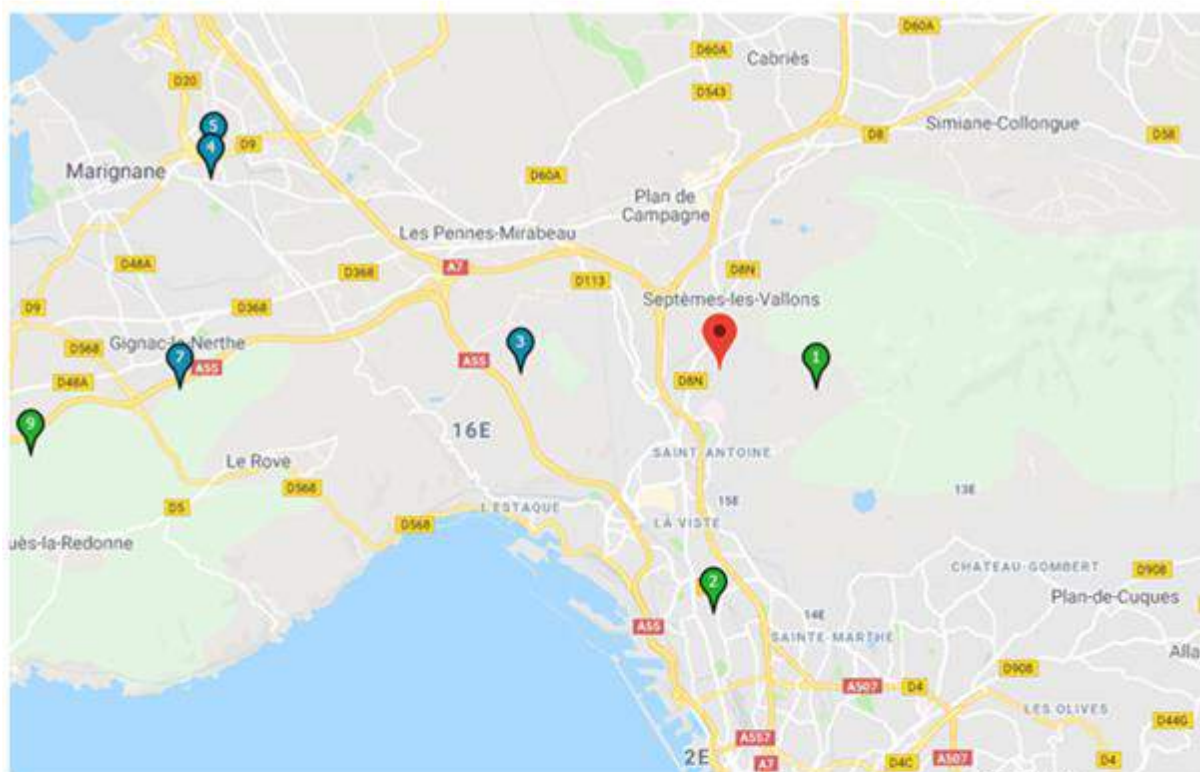
Cette annexe contient 7 pages.

- Filières locales pour les déchets inertes (source FFB)



	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	CALCAIRES REGIONAUX (RESEAU GRANULAT+)	86 avenue du 8 mai 1945 - 13240 SEPTEMES-LES-VALLONS	Tél : 04 91 09 04 39 Fax : 04 91 09 71 29	Api du 01/10/2013
2	SEPM	Traverse de la Michèle, Les Ayalades - 13015 AIX-EN-PROVENCE	Tél : 04 91 50 73 61 Email : moniot@sttronc.colas.fr	APi-du 16/04/2009 / APc-K3+N°2011334-0003 du 30/11/2011
3	VALSUD-ONYX	Route du vallon dol - 13240 SEPTEMES-LES-VALLONS	Tél : 04 91 65 14 54 Fax : 04 91 51 75 08	114-2004 du 9/07/04
4	PAPREC CHANTIER 13	ZI LA LAUZIÈRE Rue Augustin Roux - 13015 MARSEILLE	Tél : 04 91 96 00 03 Fax : 04 91 96 11 73 Email : chantier13@paprec.com	ICPE n°15-2006 A

- Filières locales pour les déchets non dangereux (source FFB)



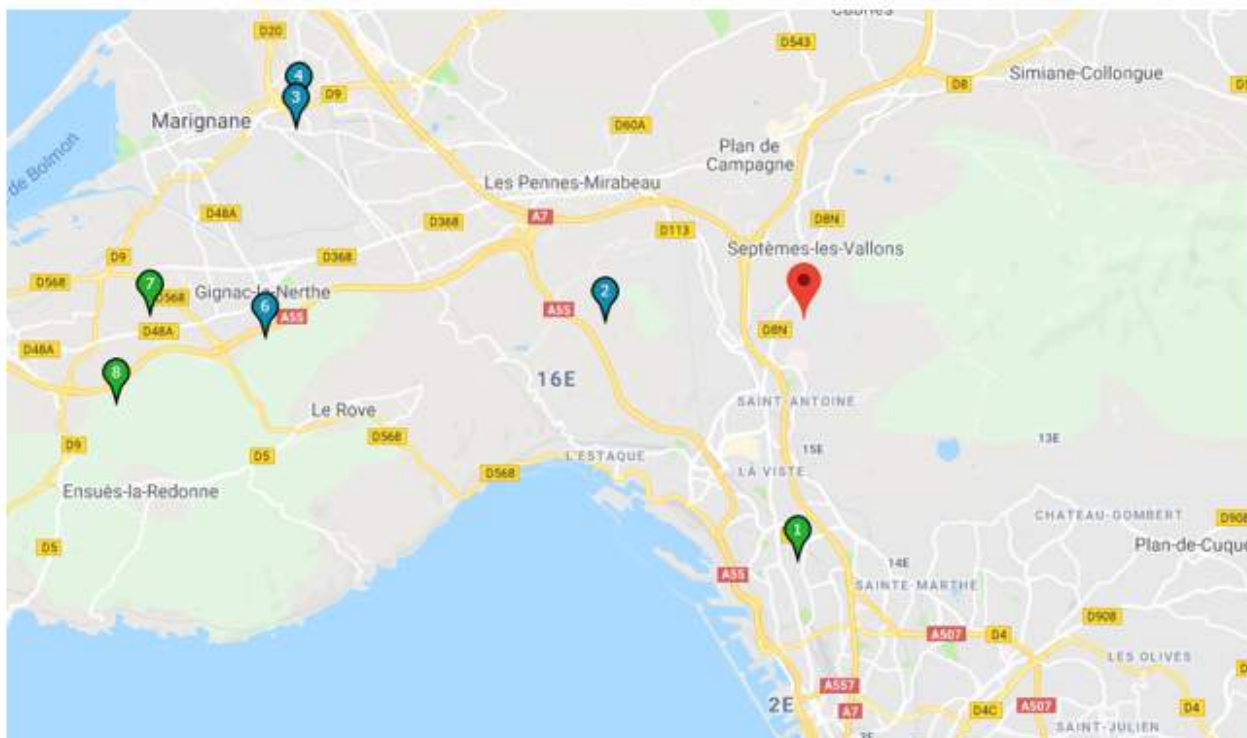
	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	VALSUD-ONYX	Route du vallon dol - 13240 SEPTÈMES-LES-VALLONS	Tél : 04 91 65 14 54 Fax : 04 91 51 75 08	114-2004 du 9/07/04
2	PAPREC CHANTIER 13	ZI LA LAUZIÈRE Rue Augustin Roux - 13015 MARSEILLE	Tél : 04 91 96 00 03 Fax : 04 91 96 11 73 Email : chantier13@paprec.com	ICPE n°15-2006 A
3	SITA SUD	2449 avenue du Capitaine de Corvette Paul Brutus Le Jas de Rhodes - 13170 LES PENNES- MIRABEAU	Tél : 06 76 54 45 81 Email : frederic.navaro@sita.fr	Autorisation Préfecturale n° 2020-66/50-2001A Licence transport n° 2015/91/0000060
4	SMAC Acieroid	11-13 avenue de Copenhague ZI des Estroublans - 13127 VITROLLES	Tél : 04 42 31 06 27 Fax : 04 42 15 07 39	2011 - 125D

- Filières locales pour les déchets non dangereux bois (source FFB)



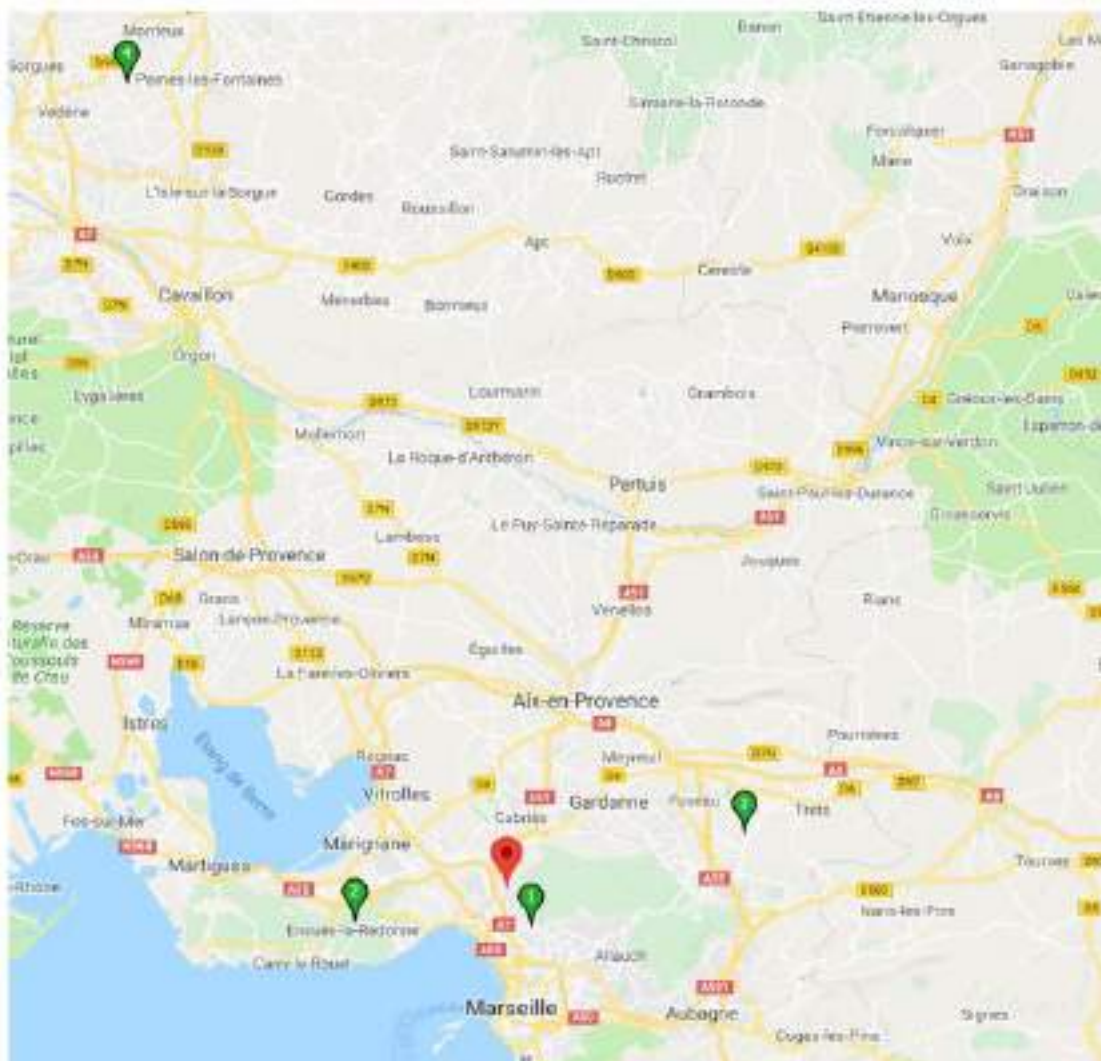
	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	VALSUD-ONYX	Route du vallon dol - 13240 SEPTÈMES-LES-VALLONS	Tél : 04 91 65 83 23 Fax : 04 91 65 83 25 Email : hpernot@cgea.fr	
2	PAPREC CHANTIER 13	ZI LA LAUZIÈRE Rue Augustin Roux - 13015 MARSEILLE	Tél : 04 91 96 00 03 Fax : 04 91 96 11 73 Email : chantier13@paprec.com	ICPE n°15-2006 A
3	SITA SUD	2449 avenue du Capitaine de Corvette Paul Brutus Le Jas de Rhôdes - 13170 LES PENNES-MIRABEAU	Tél : 06 76 54 45 81 Email : frederic.navaro@sita.fr	Autorisation Préfectorale n° 2020-66/50-2001A Licence transport n° 2015/91/0000060
4	SMAC Acieroid	11-13 avenue de Copenhague ZI des Estroublans - 13127 VITROLLES	Tél : 04 42 31 06 27 Fax : 04 42 15 07 39	2011 - 125D

- Filières locales pour les déchets non dangereux métaux (source FFB)



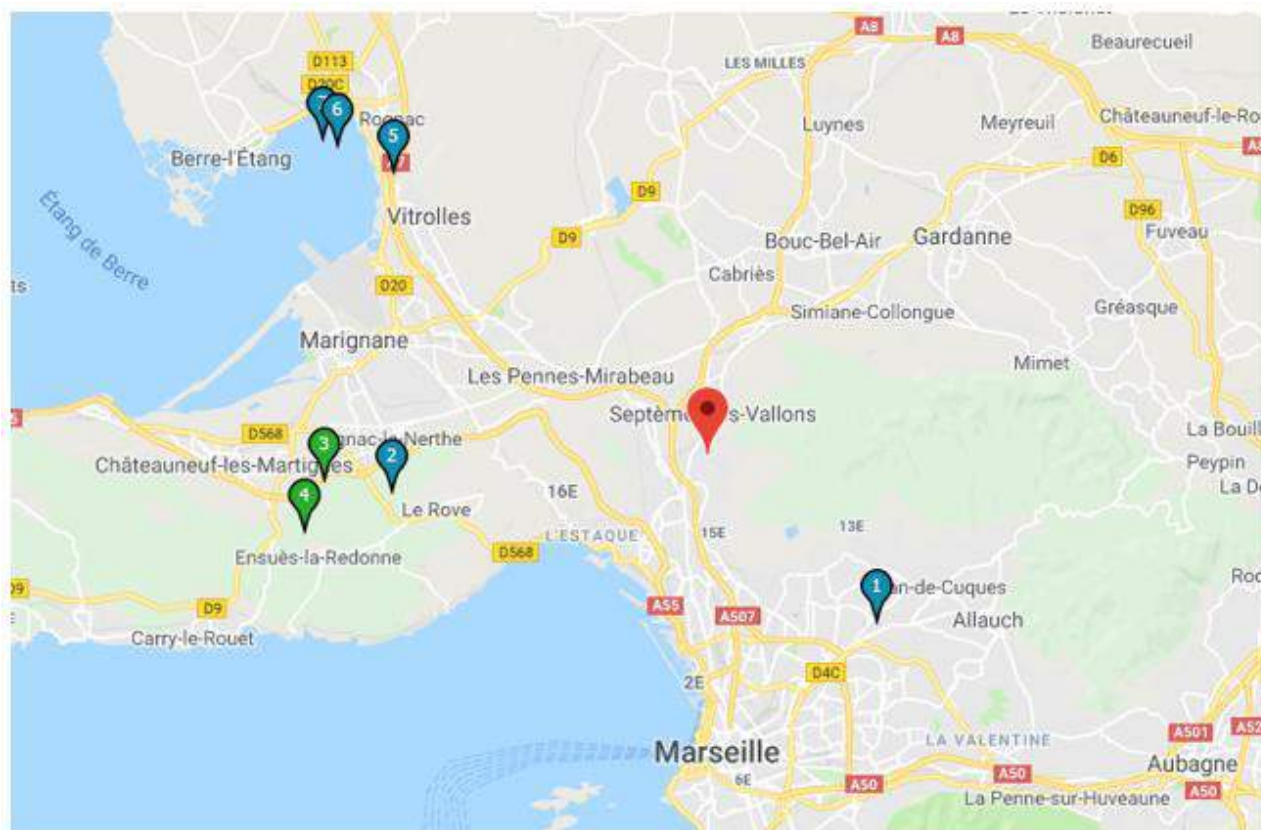
	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	PAPREC CHANTIER 13	ZI LA LAUZIÈRE Rue Augustin Roux - 13015 MARSEILLE	Tél : 04 91 96 00 03 Fax : 04 91 96 11 73 Email : chantier13@paprec.com	ICPE n°15-2006 A
2	SITA SUD	2449 avenue du Capitaine de Corvette Paul Brutus Le Jas de Rhodés - 13170 LES PENNES-MIRABEAU	Tél : 06 76 54 45 81 Email : frederic.navaro@sita.fr	Autorisation Préfecturale n° 2020- 66/50-2001A Licence transport n° 2015/91/0000060
3	SMAC Acieroid	11-13 avenue de Copenhague ZI des Estroublans - 13127 VITROLLES	Tél : 04 42 31 06 27 Fax : 04 42 15 07 39	2011 - 125D
4	SMA PROPRETE	7 avenue de Londres - 13721 VITROLLES	Tél : 04 42 10 40 55 Fax : 04 42 34 86 09 Email : aspina@smaproprete.fr	n°15-2016D

- Filières locales pour les déchets spécifiques DEEE (source FFB)



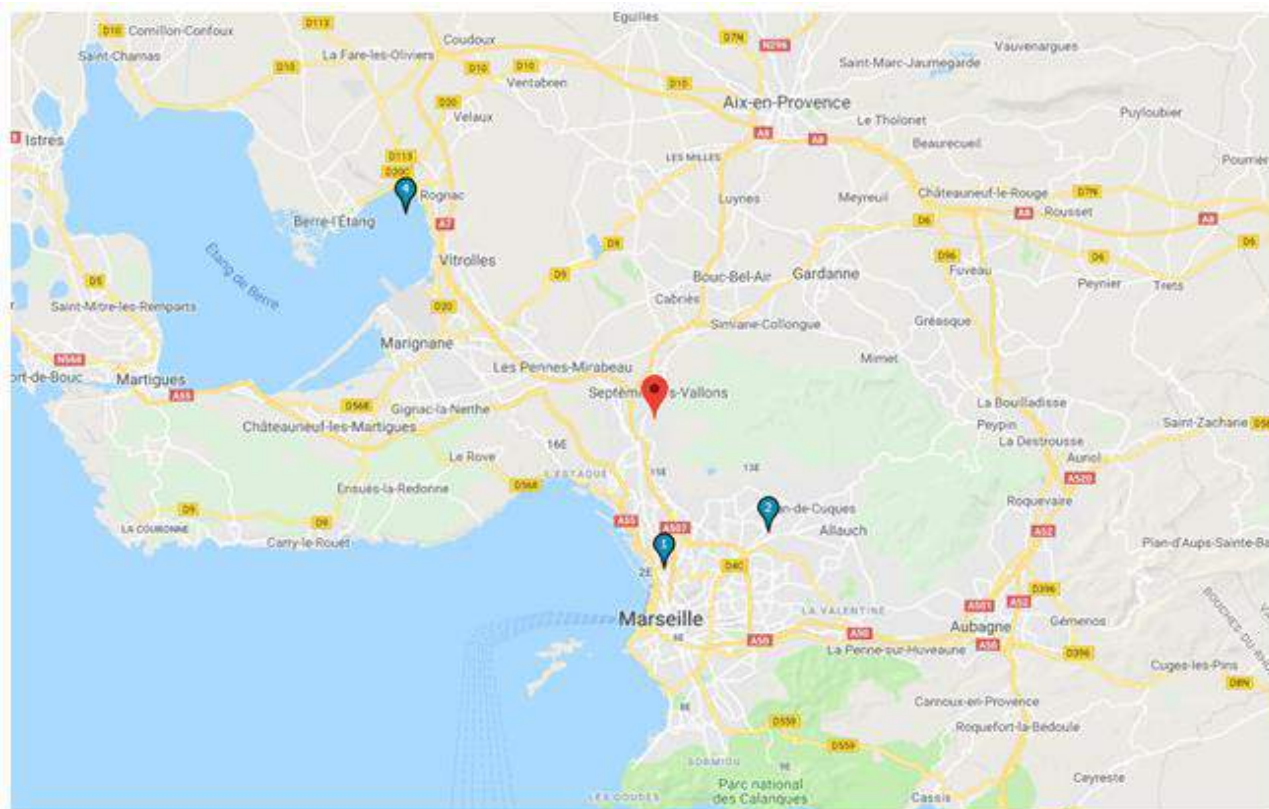
	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	VALSUD-ONYX	Route du valon d'oil - 13240 SEPTÈMES- LES-VALLONS	Tél : 04 91 65 83 23 Fax : 04 91 65 83 25 Email : hpernot@cgea.fr	
2	DADDI SRI	ZI les Florides Route Lino Ventura - 13700 MARNIGNE	Tél : 04 42 77 71 01 Fax : 04 42 77 00 61 Email : info.sri@daddi-metal.com	Arrêté Préfectoral N 4-2011 A et N 2013- 458PC
	DÉCHETTERIE DE ROUSSET	CD 56 - 13790 ROUSSET	Tél : 08 10 00 31 10	
4	ROSSI SAS	80 chemin de Beauchamp - 84170 MONTEUX	Tél : 04 90 66 28 92 Fax : 04 90 66 28 92 Email : contact@rossi-fer.com	

- Filière locale pour les déchets dangereux (source FFB)



	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	SPUR ENVIRONNEMENT	228 avenue de Chateau Gombert - 13013 MARSEILLE	Tél : 04 91 68 75 59 Fax : 04 91 05 73 42 Email : dorecchioni@sarpindustries.fr	Arrêté Prefectoral 147 200 7A
2	DALOREC	quartier de l'aiguille - 13180 GIGNAC-LA-NERTHE	Tél : 04 42 77 71 01 Email : info.dalorec@daddi-metal.com	Arrêté préfectoral n°2010-335A
3	DADDI SRI	ZI les Florides Route Lino Ventura - 13700 MARIGNANE	Tél : 04 42 77 71 01 Fax : 04 42 77 00 61 Email : info-sri@daddi-metal.com	Arrêté Préfectoral N 4-2011 A et N 2013-458PC
4	EPUR Méditerranée	Quartier de l'Aiguille - 13180 GIGNAC-LA-NERTHE	Tél : 04 86 30 55 30 Fax : 04 86 30 55 31 Email : contact@epur.fr	AP n°2008 114 PC

- Filières locales pour les déchets dangereux amiante (source FFB)



	Nom	Adresse	Tél / Fax / courriel	Autorisation réglementaire
1	TEP	10 rue Charles Tellier - 13014 MARSEILLE	Tél : 04 95 05 31 20 Fax : 04 95 05 31 18	Arrêté Prefectoral : 72-1983 A, 93-151-1993, 2001-328/101- 2001 A
2	SPUR ENVIRONNEMENT	228 avenue de Chateau Gombert - 13013 MARSEILLE	Tél : 04 91 68 75 59 Fax : 04 91 05 73 42 Email : dorecchioni@sarpindustries.fr	Arrêté Prefectoral 147 200 7A
4	SOLAMAT MEREX ROGNAC	Montée des pins - 13340 ROGNAC	Tél : 04 42 87 74 00 Fax : 04 42 87 63 59 Email : dpizzichemi@sarpindustries.fr	Arrêté : 129- 2006A
4	SPUR ENVIRONNEMENT	Montée des pins - 13340 ROGNAC	Tél : 04 42 87 72 10 Fax : 04 42 87 63 59 Email : fvaillant@sarpindustries.fr	Arrêté prefectoral n°53 - 2007A du 22 mai 2007 Rubrique 167C



06/10/21

Réf : FG / 973 / 9779 - H684

Rapport de mission acoustique

THEODORA MARSEILLE

Campagne de mesures acoustiques dans l'environnement

FONCIERE JAGUAR

Rédigé par François GERARD

Relu par Jean Christophe ROSZAK

AVANT-PROPOS

La société FONCIERE JAGUAR porte le projet de réalisation du campus numérique « THEODORA », situé avenue des Aygalades sur la commune de Marseille (13015). Dans ce cadre, la société FONCIERE JAGUAR a demandé à Acoustique & Conseil de réaliser l'étude acoustique d'un plot ainsi que d'un bâtiment d'hébergement. Des mesures de niveaux sonores avant réalisation des travaux ont été réalisées par Acoustique & Conseil.

Ce document présente les résultats de cette campagne de mesures.

SOMMAIRE

1	GENERALITES	4
2	CONSTAT INITIAL DE NIVEAUX SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT	4
2.1	Cadre normatif	4
2.2	Conditions des mesures	4
2.2.1	Dates des mesures	4
2.2.2	Conditions météorologiques	4
2.2.3	Matériel de mesures et d'analyses	5
2.3	Analyses effectuées	5
2.4	Niveau de bruit résiduel	6
2.5	Etude d'impact environnementale	7

1 GENERALITES

La FONCIERE JAGUAR réalise le campus numérique « THEODORA », situé Avenue des Aygalades sur la commune de Marseille (13015). Ce projet d'environ 35 000 m², est destiné à recevoir des espaces de formation, des espaces de bureaux, des locaux d'hébergement, et se compose de 5 plots, ainsi que d'un bâtiment d'hébergement « la Tour ». Les 5 plots seront identiques d'un point de vue constructif. Dans le cadre de cette opération, FONCIERE JAGUAR demande à Acoustique & Conseil de réaliser l'étude acoustique d'un plot ainsi que du bâtiment d'hébergement.

En vue d'intégrer au mieux le projet dans son environnement sonore, notamment pour le dimensionnement de l'isolation acoustique des façades mais également pour protéger le voisinage, une campagne de mesures du niveau sonore environnemental a été réalisée.

Ce document présente les résultats de cette campagne de mesures.

2 CONSTAT INITIAL DE NIVEAUX SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT

2.1 Cadre normatif

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme NF S 31-010 relative à *la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement*.

2.2 Conditions des mesures

2.2.1 Dates des mesures

Les mesures de niveaux sonores ont été réalisées le 22 septembre 2021 de 14h30 à 16h30 et de 22h00 à 00h00 par M. François GERARD.

2.2.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques étaient favorables à la réalisation de mesures : absence de pluie et peu de vent (cf. Figure 1).



Figure 1 : Conditions météorologiques relevées à Marseille le 22 septembre 2021.

2.2.3 Matériel de mesures et d'analyses

Pour réaliser les mesures, le matériel suivant a été utilisé :

- Sonomètre intégrateur de classe 1 B&K de type 2250 (n° 2726911) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Sonomètre intégrateur de classe 1 NTI de type XL2 (n° A2A-09163-E0) équipé d'un microphone ½ pouce ;
- Calibreur de classe 1 ACOEM de type CAL21 (n° 3345565097).

2.3 Analyses effectuées

Le niveau de bruit résiduel du site a été mesuré en quatre points sur les deux périodes réglementaires diurne et nocturne. L'emplacement des points de mesures est présenté sur la Figure 2 ci-dessous :



Figure 2 : Emplacement des points de mesures.

2.4 Niveau de bruit résiduel

Le Tableau 1 et le Tableau 2 ci-dessous présente les niveaux de bruit résiduel relevés aux quatre points de mesure, en valeur globale et par bande d'octave, de 63 à 8000 Hertz.

Période diurne (7h-22h)								
Point de mesure	Indice	LAeq	L99	L95	L90	L50	L10	L1
Point n° 1	Global (dBA)	61,0	47,5	49,5	50,5	57,5	64,0	70,5
	Oct 63Hz (dB)	68,0	53,5	55,5	57,0	63,0	70,0	78,0
	Oct 125Hz (dB)	59,0	44,5	47,0	48,5	54,5	61,5	70,0
	Oct 250Hz (dB)	56,5	44,5	46,0	47,5	53,5	59,5	66,5
	Oct 500Hz (dB)	54,5	43,5	45,0	46,5	52,0	57,0	63,5
	Oct 1kHz (dB)	54,5	42,0	44,0	45,0	51,5	57,5	63,5
	Oct 2kHz (dB)	55,5	39,0	41,0	43,0	51,0	59,0	66,0
	Oct 4kHz (dB)	51,0	33,0	35,5	37,0	45,0	52,5	62,0
	Oct 8kHz (dB)	44,5	24,0	27,0	28,5	36,0	45,5	56,0
Point n° 2	Global (dBA)	55,5	45,5	49,0	49,5	52,0	58,0	64,5
	Oct 63Hz (dB)	67,0	54,0	59,5	60,0	63,5	70,5	76,5
	Oct 125Hz (dB)	60,0	47,5	50,5	51,5	55,0	63,5	70,5
	Oct 250Hz (dB)	54,0	43,5	46,0	46,5	50,0	58,0	63,5
	Oct 500Hz (dB)	51,0	41,0	44,5	45,0	48,0	54,0	61,0
	Oct 1kHz (dB)	50,5	40,5	44,5	45,5	48,0	52,5	58,5
	Oct 2kHz (dB)	49,5	36,5	40,0	41,0	43,5	49,5	57,5
	Oct 4kHz (dB)	41,0	30,0	32,0	33,0	36,0	44,0	52,0
	Oct 8kHz (dB)	32,5	22,5	24,0	25,0	28,0	35,5	43,0
Point n° 3	Global (dBA)	54,0	45,5	47,0	47,5	50,0	55,5	65,5
	Oct 63Hz (dB)	60,5	54,0	55,5	56,0	59,0	62,5	68,0
	Oct 125Hz (dB)	54,5	47,5	51,0	51,5	53,5	56,5	61,5
	Oct 250Hz (dB)	51,0	43,5	46,5	48,0	49,5	52,5	58,0
	Oct 500Hz (dB)	49,5	41,0	43,0	43,5	45,5	51,0	60,0
	Oct 1kHz (dB)	49,0	40,5	42,0	42,5	45,0	49,5	60,5
	Oct 2kHz (dB)	47,5	36,5	37,5	38,5	41,5	48,0	59,5
	Oct 4kHz (dB)	43,0	30,0	31,0	32,0	35,5	43,0	55,5
	Oct 8kHz (dB)	35,5	22,5	23,5	24,0	27,5	35,0	47,5
Point n° 4	Global (dBA)	64,0	51,5	53,5	54,5	58,0	64,0	73,5
	Oct 63Hz (dB)	74,5	63,0	65,0	66,5	71,5	77,0	84,5
	Oct 125Hz (dB)	71,0	56,0	58,5	60,0	65,0	71,5	80,5
	Oct 250Hz (dB)	64,5	49,5	52,5	54,0	59,5	65,0	72,0
	Oct 500Hz (dB)	58,5	45,5	48,0	49,5	53,5	59,5	68,0
	Oct 1kHz (dB)	56,5	44,5	46,0	47,0	50,5	56,5	65,5
	Oct 2kHz (dB)	56,0	40,0	42,0	43,0	47,0	54,5	66,0
	Oct 4kHz (dB)	54,5	31,5	34,5	35,5	40,5	49,5	63,5
	Oct 8kHz (dB)	49,5	22,5	25,5	26,5	32,5	43,5	58,0

Tableau 1 : Niveaux de bruit résiduels mesurés en dB.

Période Nocturne (22h-7h)								
Point de mesure	Indice	LAeq	L99	L95	L90	L50	L10	L1
Point n° 1	Global (dBA)	53,5	43,5	45,0	46,5	51,5	57,0	61,5
	Oct 63Hz (dB)	62,0	49,5	51,0	52,5	58,0	65,5	72,5
	Oct 125Hz (dB)	56,5	42,5	44,5	45,5	51,0	59,0	66,5
	Oct 250Hz (dB)	52,0	41,0	43,0	44,0	49,0	55,5	61,0
	Oct 500Hz (dB)	49,5	39,0	40,5	42,0	47,0	52,5	58,0
	Oct 1kHz (dB)	50,0	39,0	41,5	42,5	48,0	53,0	57,5
	Oct 2kHz (dB)	45,5	33,5	36,5	38,0	43,5	48,5	53,0
	Oct 4kHz (dB)	39,0	22,0	25,0	27,5	35,0	41,0	47,0
	Oct 8kHz (dB)	36,5	14,0	15,5	17,5	25,5	33,0	41,5
Point n° 2	Global (dBA)	49,5	39,0	40,0	40,5	43,5	47,0	51,0
	Oct 63Hz (dB)	58,0	47,0	48,5	49,5	54,0	61,0	68,0
	Oct 125Hz (dB)	53,0	42,0	43,5	44,0	47,5	54,0	61,5
	Oct 250Hz (dB)	49,0	38,5	40,0	41,0	44,5	50,0	58,0
	Oct 500Hz (dB)	45,5	36,5	38,0	39,0	42,5	47,0	56,0
	Oct 1kHz (dB)	46,0	38,0	39,5	41,0	44,5	48,5	52,5
	Oct 2kHz (dB)	40,5	32,0	34,0	35,5	39,0	43,5	47,5
	Oct 4kHz (dB)	30,5	20,5	22,5	23,5	27,5	33,5	39,0
	Oct 8kHz (dB)	23,5	20,0	20,5	20,5	21,5	25,5	32,0
Point n° 3	Global (dBA)	44,5	39,0	40,0	40,5	43,5	47,0	51,0
	Oct 63Hz (dB)	52,0	45,0	46,5	47,0	50,0	55,0	60,0
	Oct 125Hz (dB)	47,0	40,5	41,5	42,0	44,5	49,0	55,5
	Oct 250Hz (dB)	43,0	37,5	38,0	38,5	41,0	45,0	50,5
	Oct 500Hz (dB)	40,5	35,0	36,0	36,5	39,0	42,5	47,5
	Oct 1kHz (dB)	41,0	35,0	36,0	37,0	39,5	43,0	46,5
	Oct 2kHz (dB)	37,0	28,0	30,5	31,5	35,0	39,0	44,5
	Oct 4kHz (dB)	29,5	22,5	23,0	24,0	26,5	30,5	38,5
	Oct 8kHz (dB)	25,0	20,5	21,0	21,0	21,5	23,5	34,0
Point n° 4	Global (dBA)	62,0	49,0	51,5	52,5	58,5	65,0	73,0
	Oct 63Hz (dB)	69,0	54,5	57,0	58,5	64,5	72,0	78,5
	Oct 125Hz (dB)	65,0	48,5	51,0	53,0	59,0	67,0	76,5
	Oct 250Hz (dB)	62,5	47,0	49,5	51,0	57,0	64,0	73,5
	Oct 500Hz (dB)	59,0	46,0	48,0	49,5	55,0	61,5	69,5
	Oct 1kHz (dB)	56,5	43,5	46,0	47,0	52,5	59,0	66,0
	Oct 2kHz (dB)	54,0	39,0	41,5	43,5	50,0	56,5	63,5
	Oct 4kHz (dB)	50,5	30,5	34,0	36,0	44,5	52,5	61,5
	Oct 8kHz (dB)	41,0	18,0	21,5	23,5	32,5	42,5	52,5

Tableau 2 : Niveaux de bruit résiduels mesurés en dB.

2.5 Etude d'impact environnementale

Sur la base de ces résultats de mesures acoustiques, une simulation 3 D sera établie à l'aide du logiciel PREDICTOR. Cette simulation aura pour but de définir les objectifs d'isolement de façade du projet à partir du classement des infrastructures de transports terrestres.

Dans le cadre du décret n°2006-1099 du 31 août 2006, les équipements techniques du projet seront également intégrés au modèle de calcul afin de dimensionner les différents ouvrages en vue de la protection du voisinage.