

**Annexe 9 :**  
**Etude circulatoire réalisée par TRANSITEC**



## Aménagement des espaces extérieurs du futur collège Pagnol

### Notice circulation

## CONTEXTE

- Projet de relocalisation du collège Pagnol, à Martigues ;
- Accès principal via le Boulevard des Rayettes.

### Objectifs :

- Assurer l'accessibilité tous modes au site ;
- Quantifier l'impact du projet de relocalisation du collège sur le réseau routier ;
- Vérifier le fonctionnement des carrefours impactés.

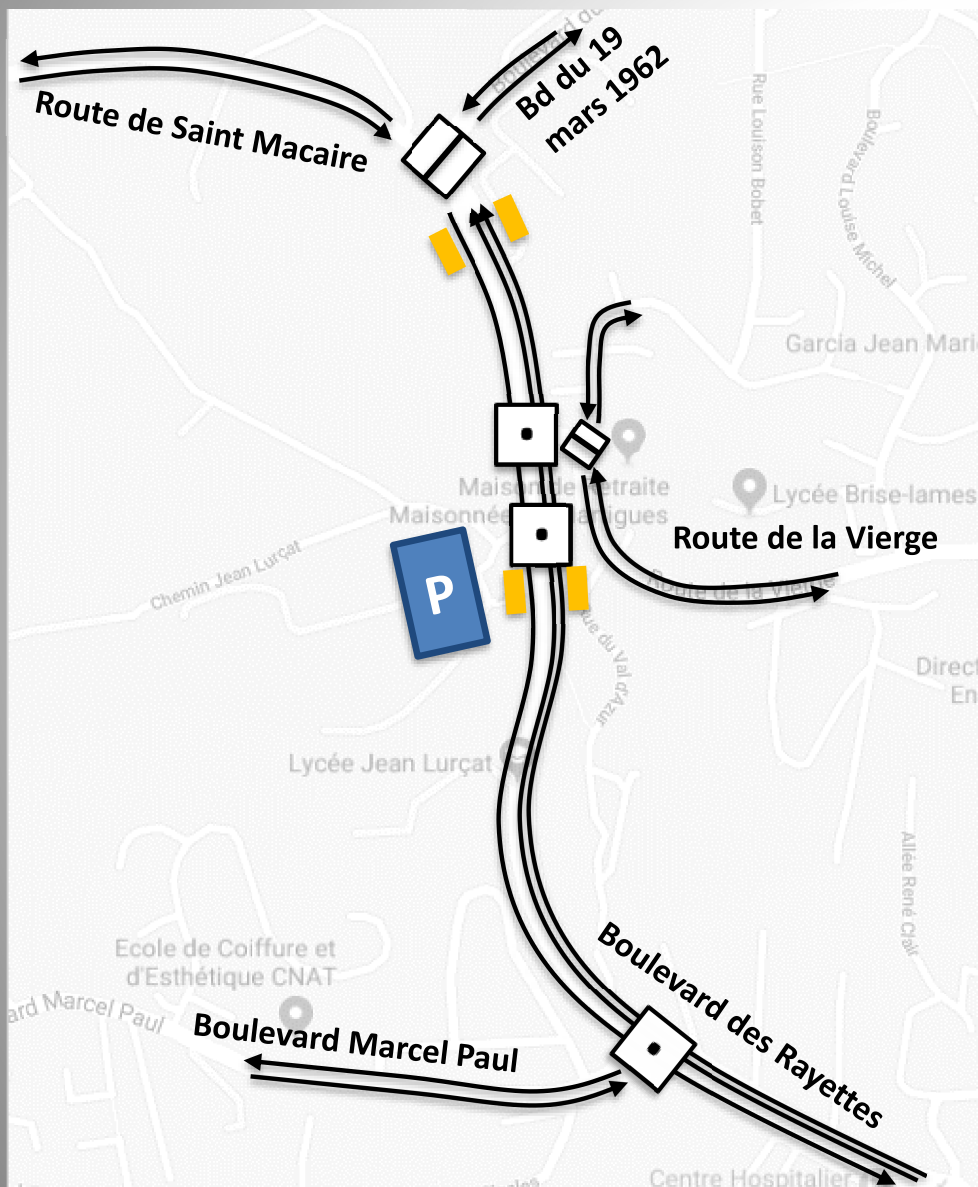


## I. Situation actuelle

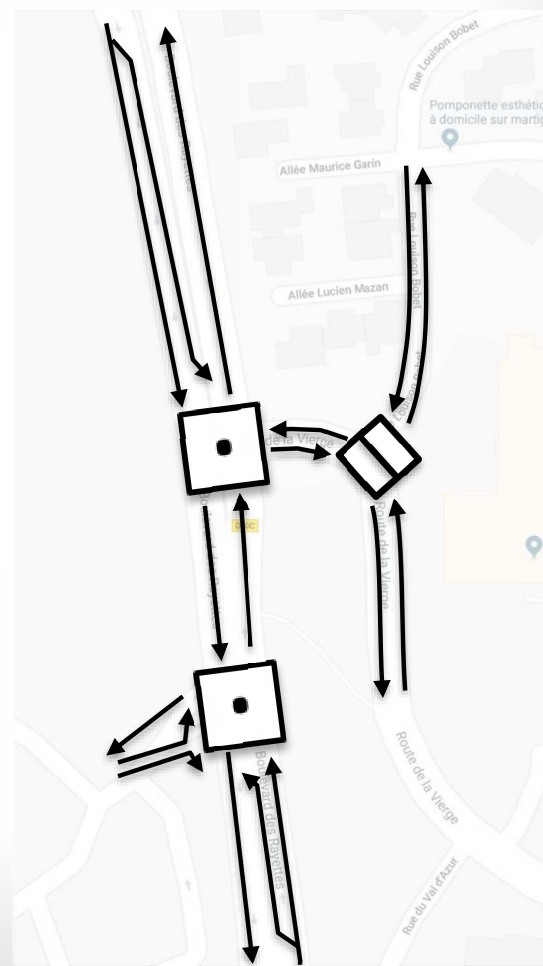
## II. Situation projetée

- a. Présentation du projet
- b. Impact du projet sur le fonctionnement routier
- c. Desserte du site

## PLAN DE CALIBRAGE ACTUEL

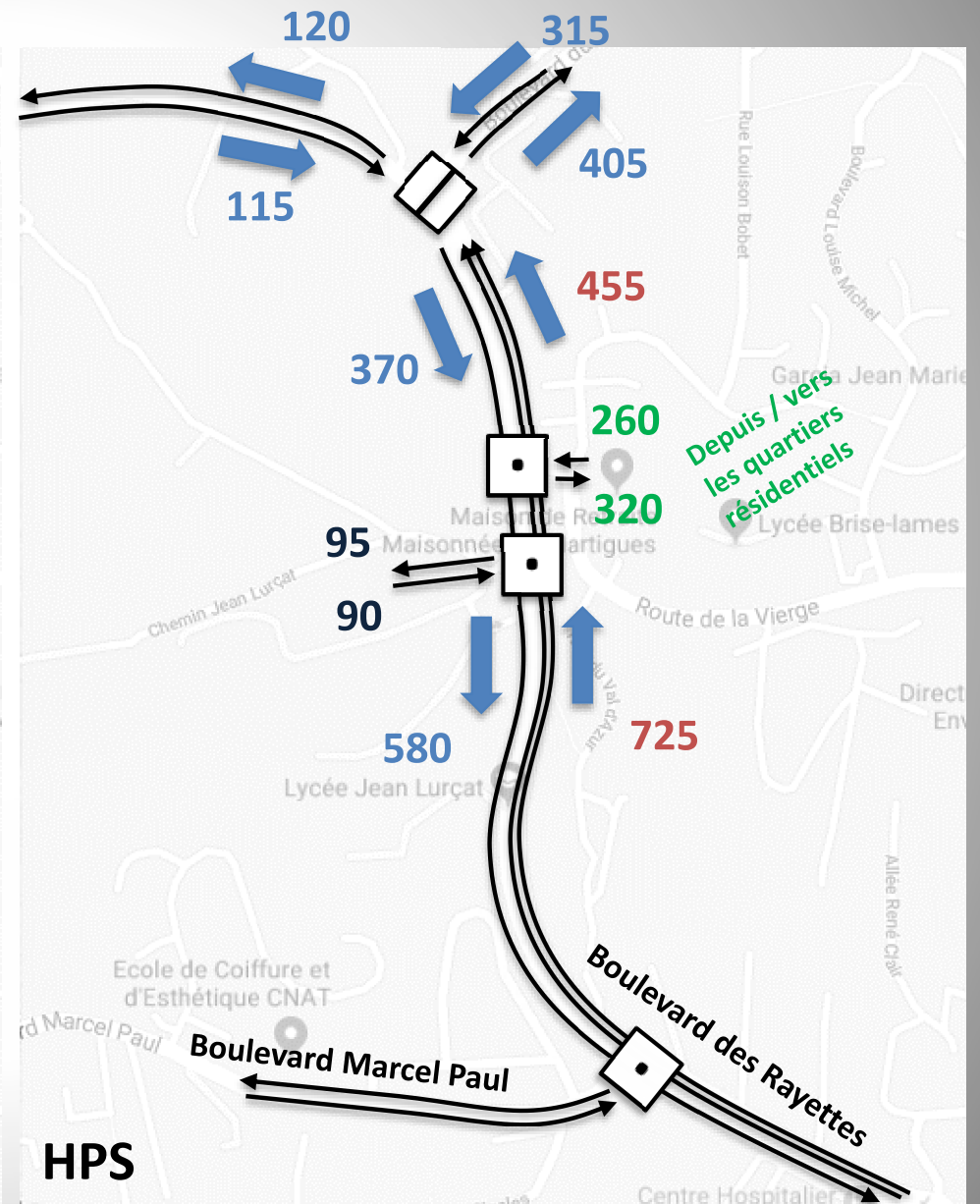
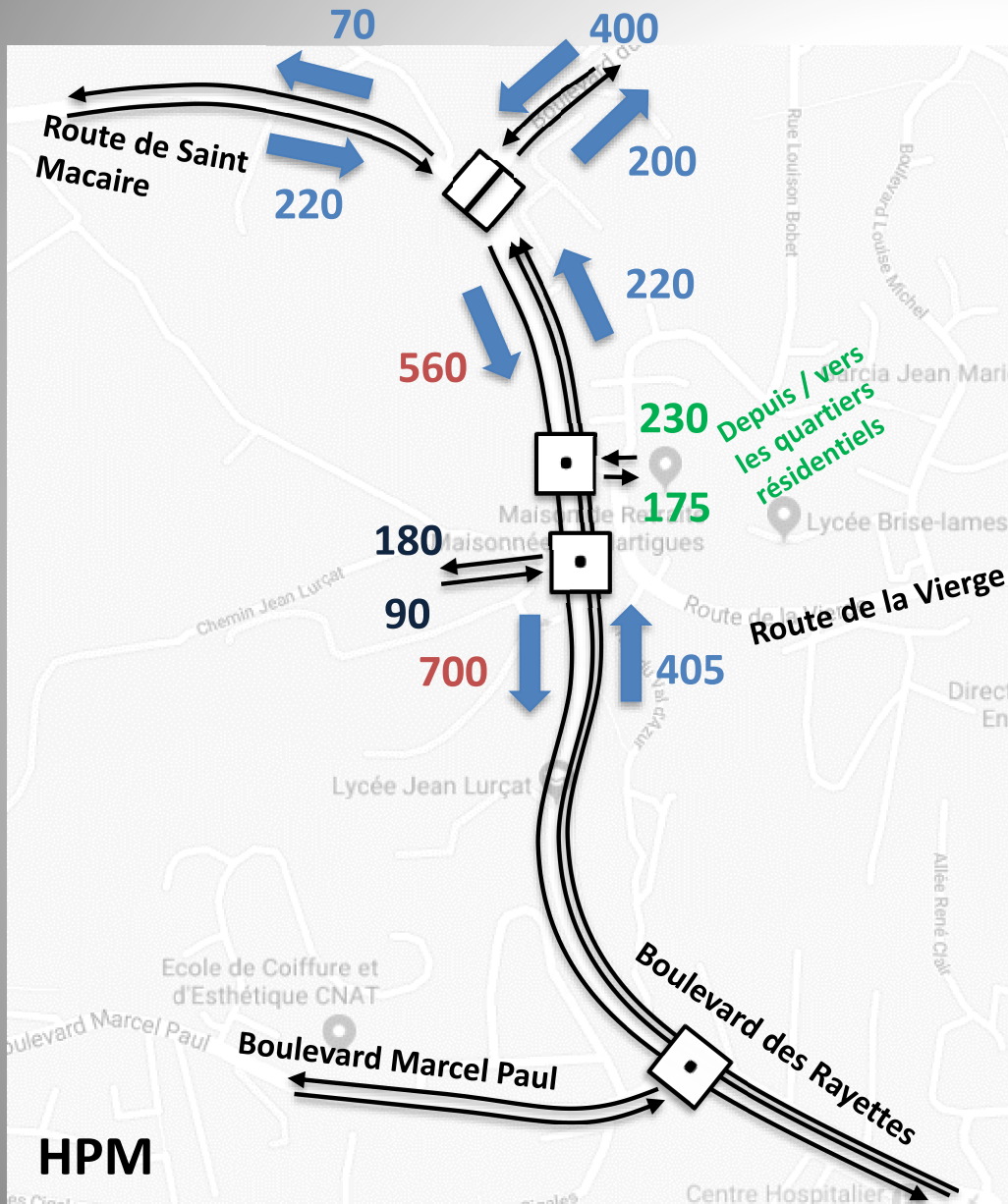


- Un axe principal structurant à proximité du futur pôle scolaire ;
- Un double carrefour à feux donnant accès au parking du Lycée Jean Lurçat.

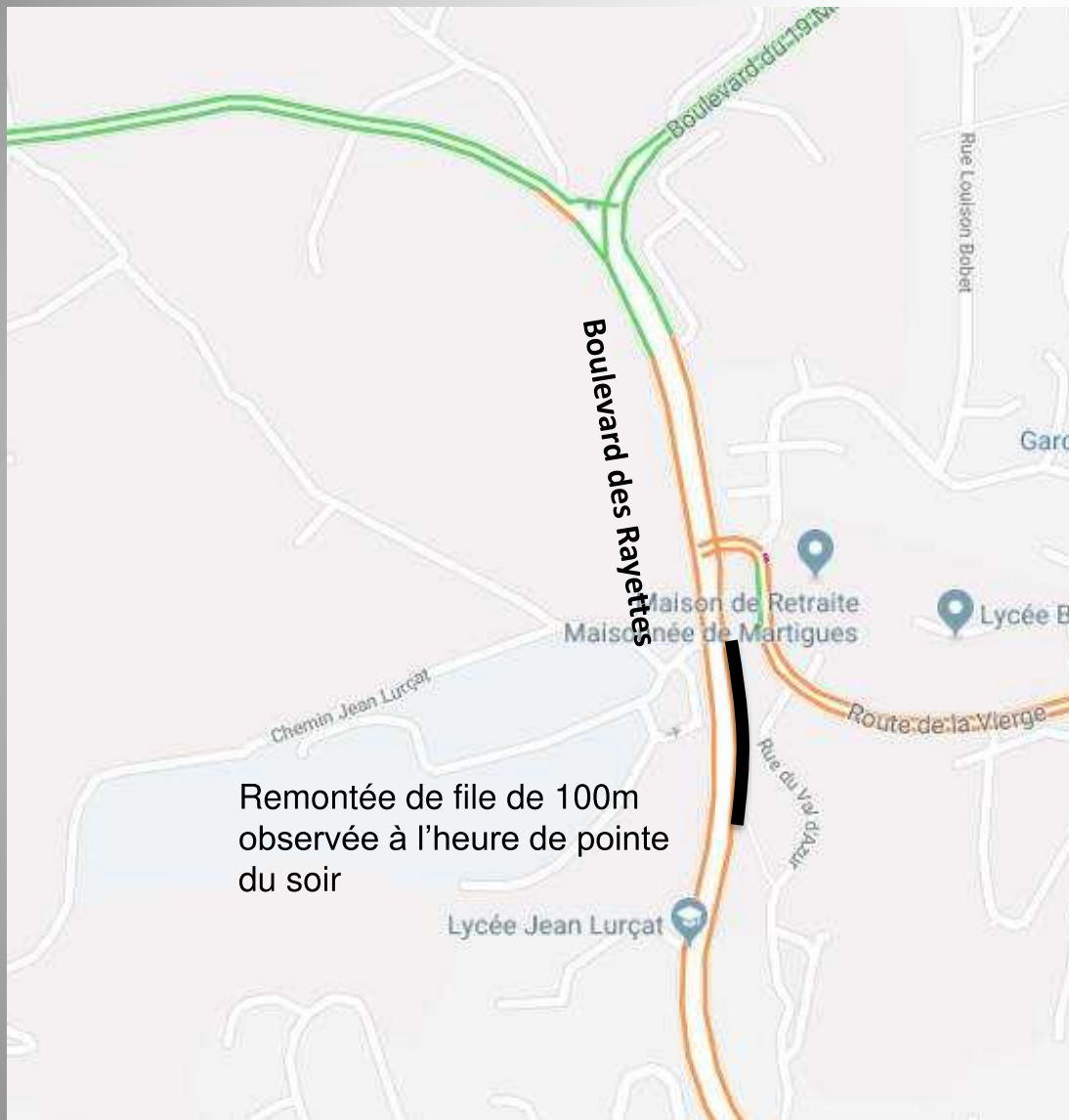


- • Carrefour à feux
- — Carrefour à perte de priorité
- Arrêt bus

NIVEAUX DE TRAFIC HPM et HPS (en UVP /h, données de comptages de Mars 2019)



## NIVEAUX DE TRAFIC ET CONDITIONS DE CIRCULATION



- Circulation dense sur le boulevard des Rayettes aux heures de pointe ;
- Des remontées de files ponctuelles sur le boulevard des Rayettes pendant les périodes de pointe (100m maximum).



Remontée de files sur le Bd des Rayettes, 27 février 2019, 17h

- Pas de difficulté observée sur les carrefours :
  - Rayettes x St Macaire
  - Route de la vierge x Rue Louise Bobet

Source : Google Trafic, Jeudi à 17h30

## FONCTIONNEMENT ACTUEL DES CARREFOURS

### Rayettes x Route de la Vierge

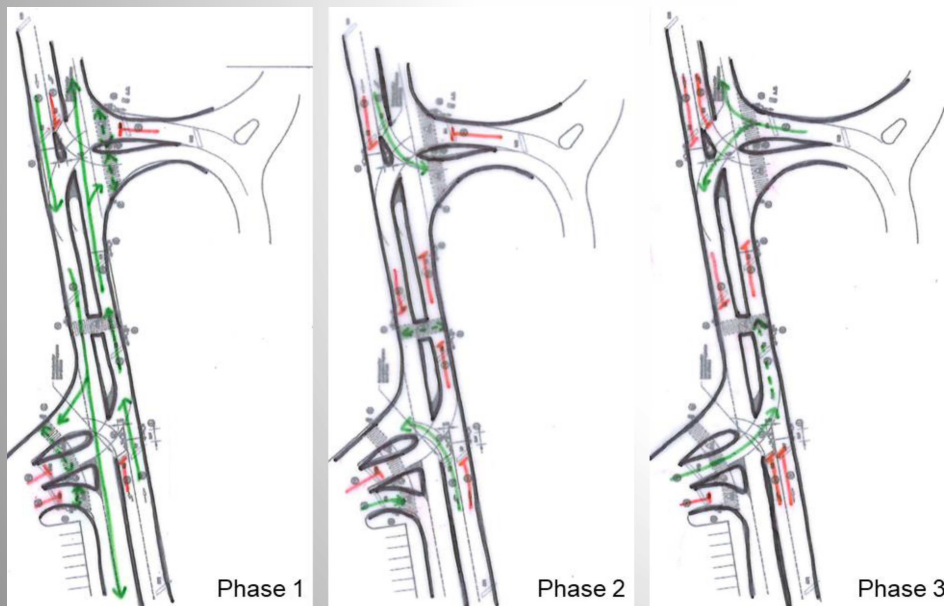
#### Evolution des trafics 2009-2018

Légère augmentation du trafic au carrefour Rayettes x Route de la Vierge par rapport aux données de comptage 2009 :

- + 15% HPM
- + 6% HPS

#### Fonctionnement du carrefour

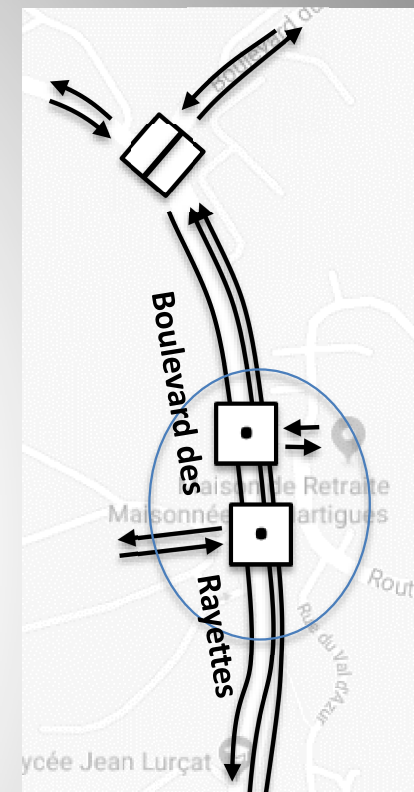
Cycle adaptatif en fonction de la demande



#### Capacité utilisée

HPM : 80%

HPS : 95%



#### Niveaux de trafic (uvp/h)

HPM : 1285

HPS : 1445

HPM\_2009 : 1110

HPS\_2009 : 1360

- **Fonctionnement satisfaisant mais peu de réserve de capacité à l'heure de pointe du soir**



## FONCTIONNEMENT ACTUEL DES CARREFOURS

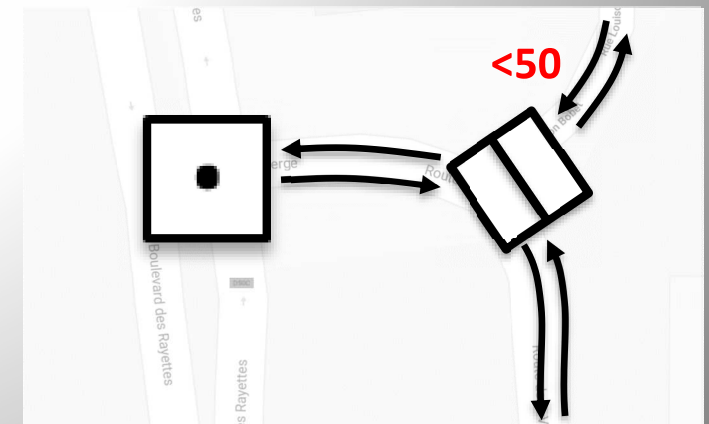
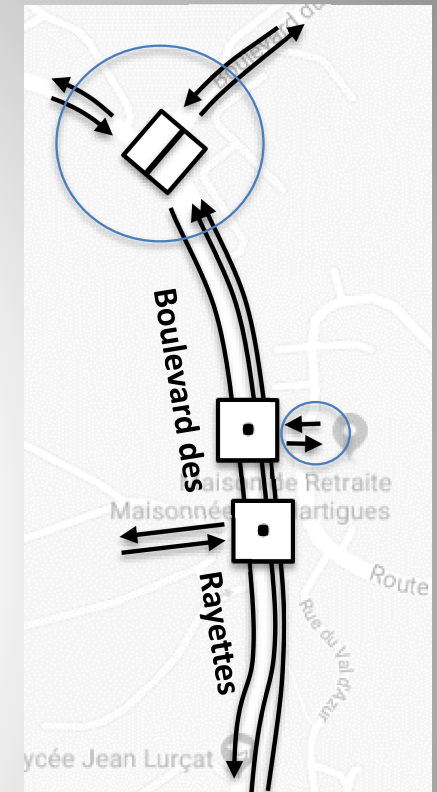
### Rayettes x St Macaire

- Trafics actuels :
  - HPM : 840 uvp/h
  - HPS : 885 uvp/h
- Capacité utilisée:
  - **HPM <50%**
  - **HPS <50%**

### Louison Bobet x route de la Vierge

- Trafics très faibles depuis la rue Bobet (<50 uvp/h)
- Capacité utilisée:
  - **HPM <50%**
  - **HPS <50%**

- **Fonctionnement satisfaisant des carrefours**
- **Mode de gestion des carrefours en cohérence avec les niveaux de trafic**



## BUS DE VILLE – DESSERTE ACTUELLE ET PROJETTEE

### Bus de ville

#### Du lundi au vendredi - Desserte de l'arrêt Lycée Lurçat

- Ligne 24 : 2 à 3 bus par heure et par sens (de 7h à 20h)
- Ligne 26 : 3 bus par heure et par sens (de 7h à 20h15)
- Ligne 55 : 2 le matin en provenance de Gignac; 1 le soir vers Gignac

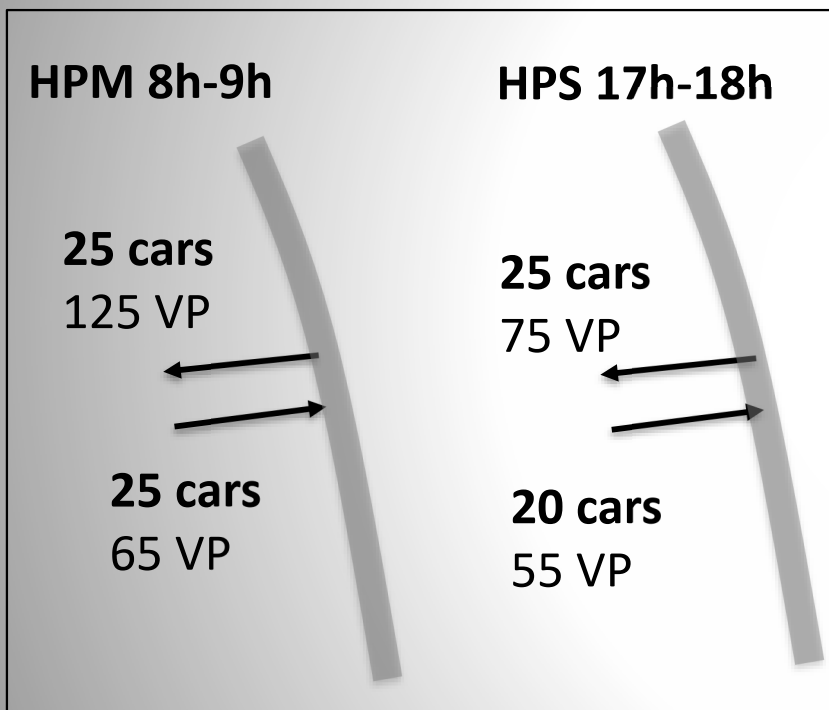
➔ Même desserte des bus de ville en situation projetée.



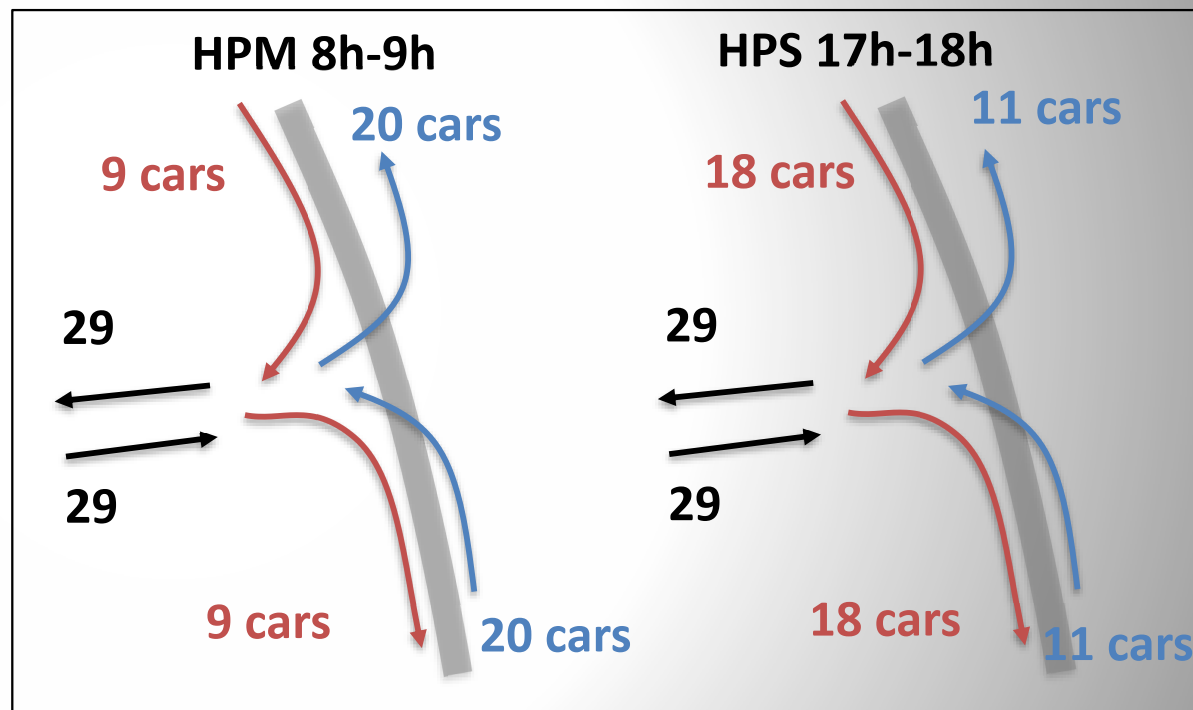
## CARS SCOLAIRES – DESSERTE ACTUELLE ET PROJETTEE

### Cars scolaires

Comptages actuels en entrée / sortie  
du parking du Lycée



### Desserte projetée



- I. Situation actuelle
- II. Situation projetée
  - a. **Présentation du projet**
  - b. Impact du projet sur le fonctionnement routier
  - c. Desserte du site

## AMENAGEMENT PROPOSE

- Réaménagement du boulevard des Rayettes ;
- Carrefour Rayettes x Boulevard du 19 mars 1962 aménagé en giratoire ;
- Deux giratoires successifs au droit du nouveau pôle bus, à l'intersection avec la route de la Vierge.



- I. Situation actuelle
- II. Situation projetée
  - a. Présentation du projet
  - b. Impact du projet sur le fonctionnement routier**
  - c. Desserte du site

## GENERATION ET DISTRIBUTION DE TRAFIC

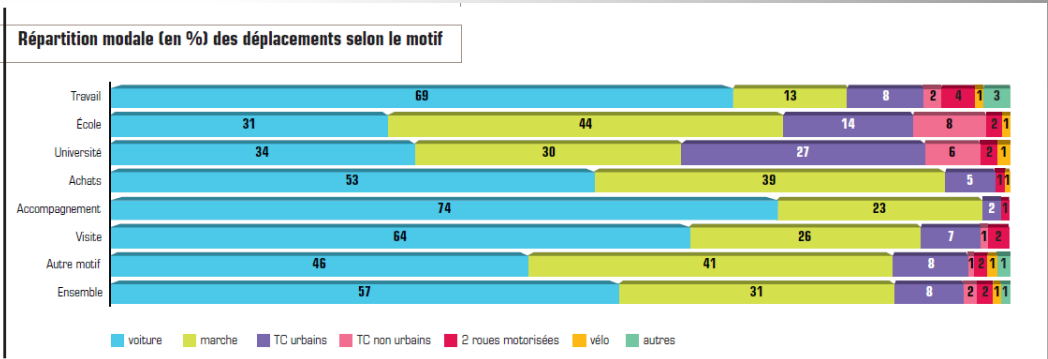
### Génération de trafic lié au collège

#### Programme

- Près de 700 élèves ;
- Des équipements : restaurant scolaire, gymnase, plateau d'évolution sportive

#### Hypothèses

- 2 à 3 salariés / classe
- Parts modales élèves :
  - VP : 40%
  - TC : 40%
  - Marche : plus faible que la moyenne au vu de la localisation du collège : 15%
  - Vélo : hypothèse d'augmentation de l'usage du vélo suite aux nouveaux aménagements
- Parts modales employés :
  - VP : 85%
  - TC : 10%



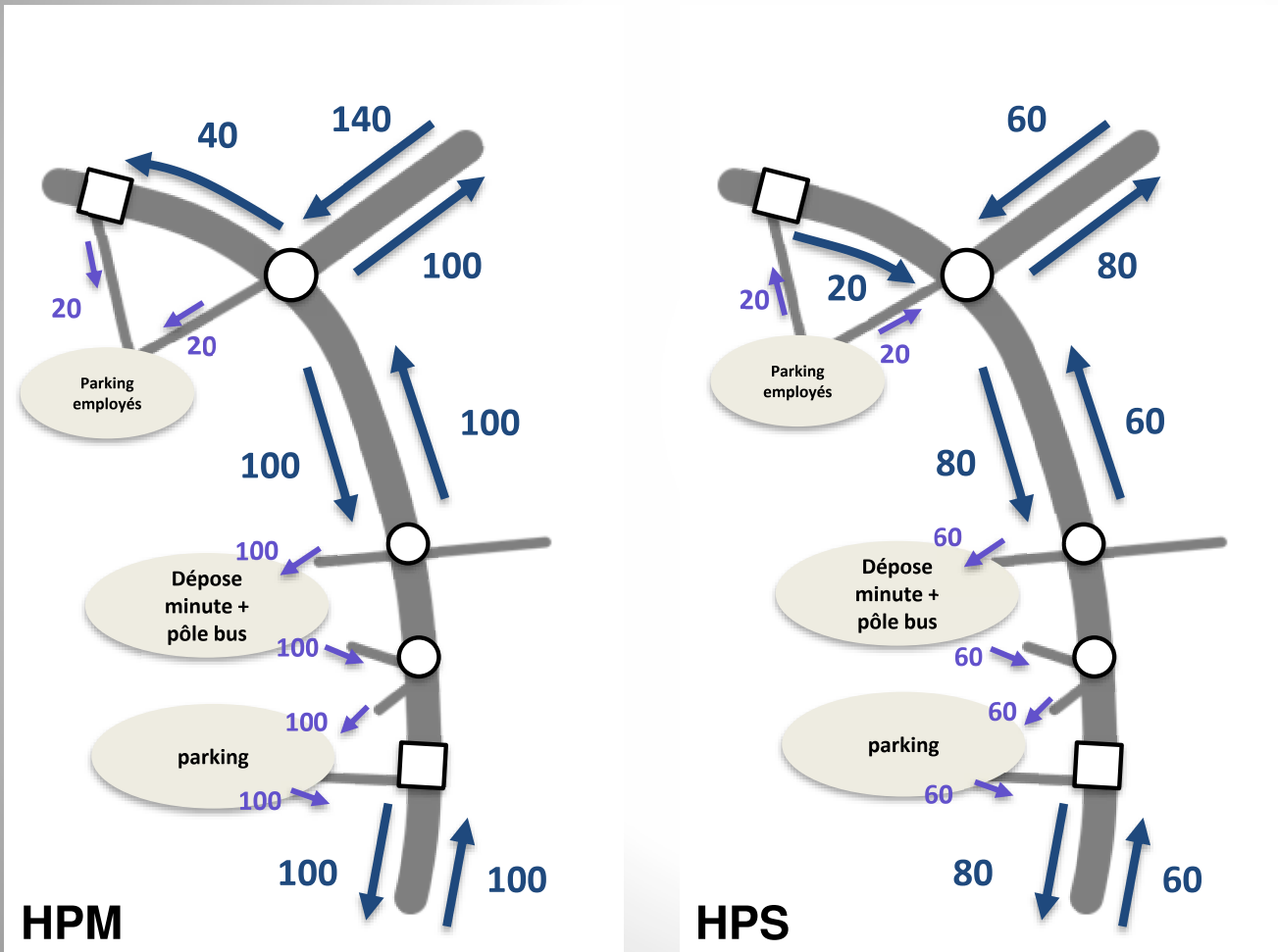
Source : Enquête globale déplacement des Bouches du Rhône, 2010

	Nombre de véhicules générés en semaine par le collège	
<b>HPM</b>	émis	190 véhicules
	attiré	230 véhicules
<b>HPS</b>	émis	150 véhicules
	attiré	130 véhicules

**Remarque : Pas d'autre projet de développement important impactant le boulevard des Rayettes.**

## GENERATION ET DISTRIBUTION DE TRAFIC

### Diffusion des véhicules sur le réseau



Trafic généré par le projet au niveau des entrées / sortie de parking

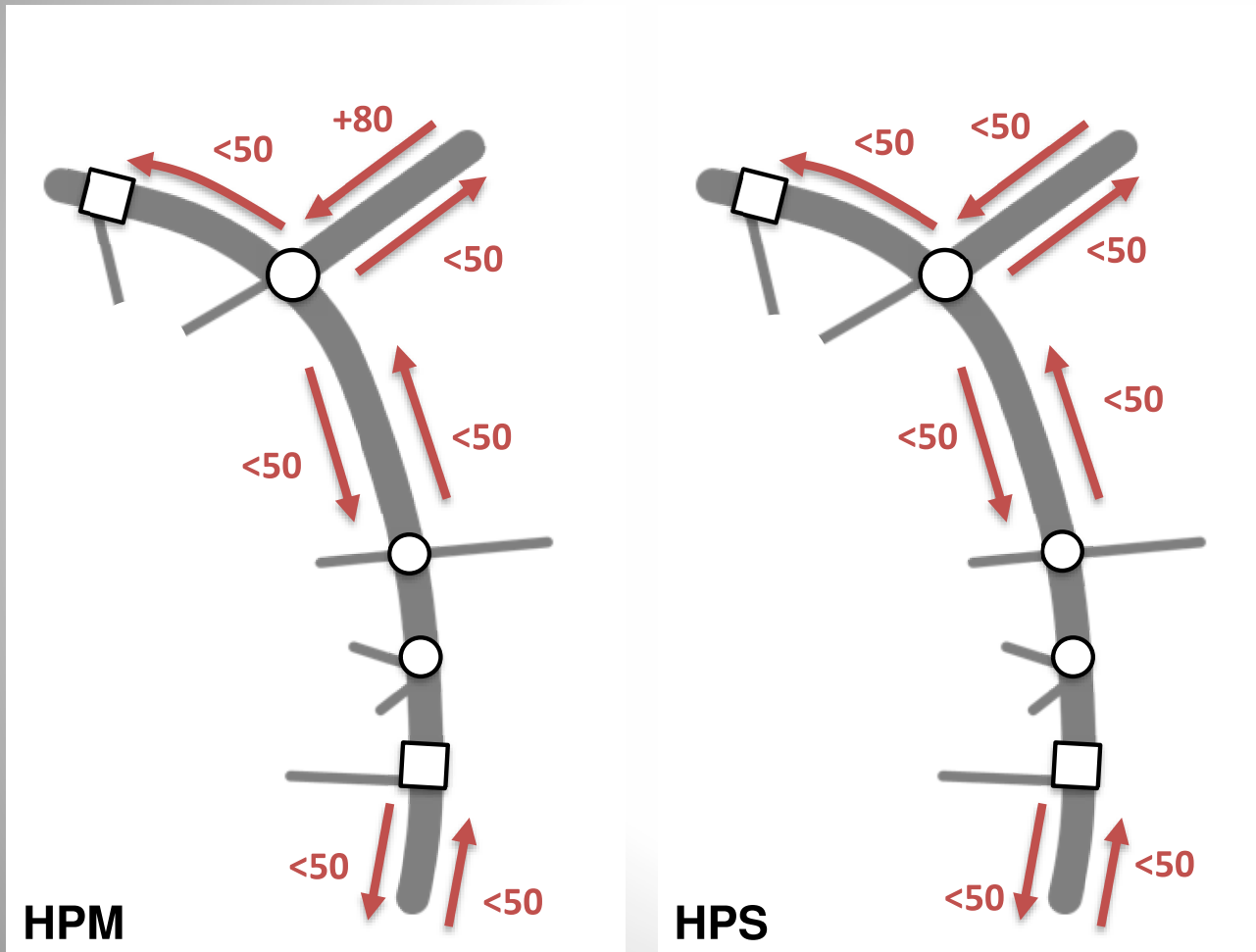
Diffusion du trafic généré par le projet sur le réseau routier

Unité : uvp/h



## GENERATION ET DISTRIBUTION DE TRAFIC

### Augmentation du trafic lié au projet



- Collège actuel : 400 élèves
- Projet : près de 700 élèves

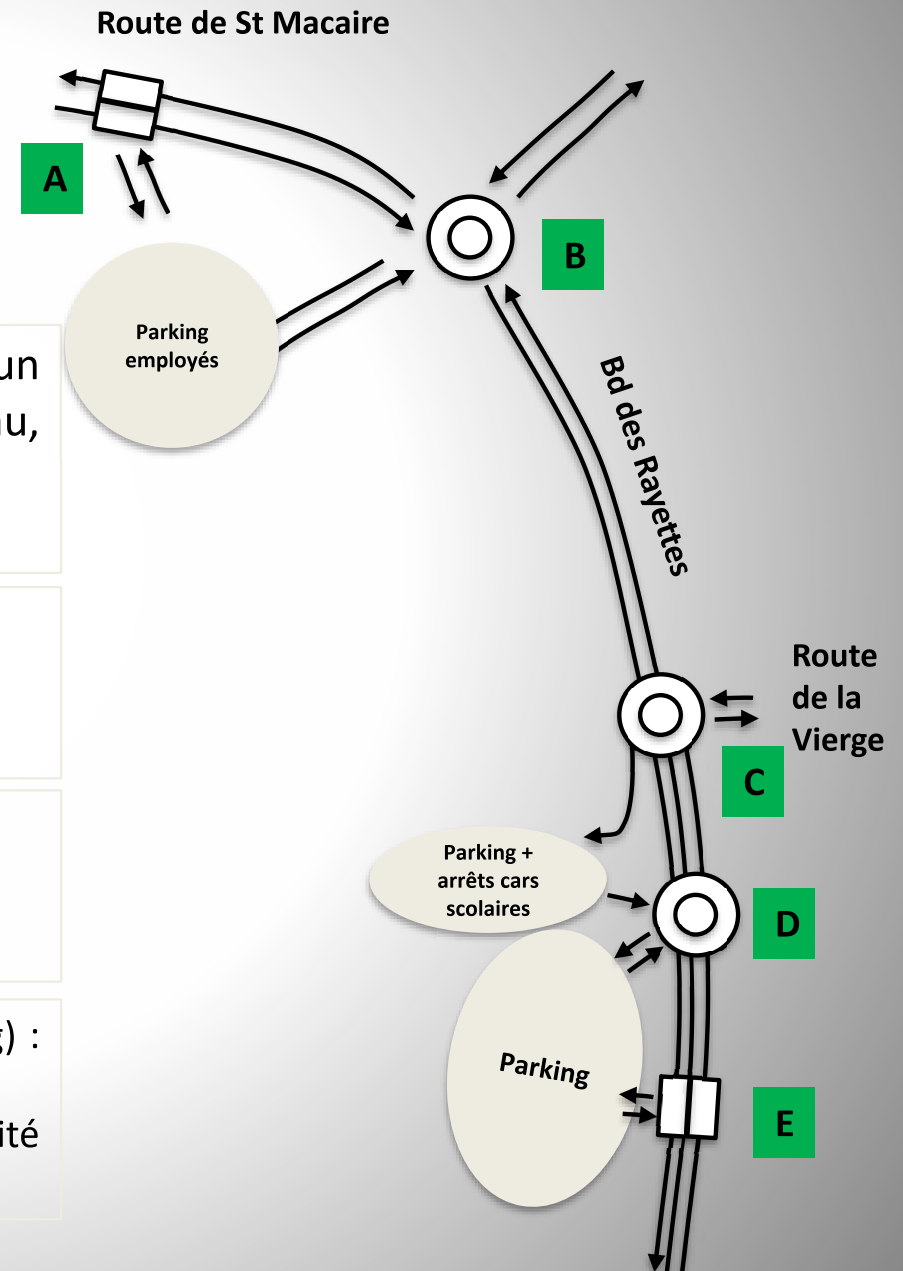
Le projet étant une relocalisation du collège sur un site très proche de l'existant, les augmentations de trafic sont relativement réduites sur le boulevard des Rayettes. On estime aux heures de pointe :

- une augmentation de l'ordre de +50 uvp/h dans chaque sens de circulation sur le boulevard des Rayettes ;
- soit une augmentation du trafic en section de l'ordre de +6% le matin et le soir.

**Augmentation de trafic en lien avec le projet**  
Unité : uvp/h

## FONCTIONNEMENT DES CARREFOURS – HPM et HPS

A	<p>Temps moyen d'attente sur la voie secondaire <b>inférieur à 20s à l'HPS =&gt; temps d'attente acceptable</b>  <b>→ Une gestion par STOP est préférable, notamment au regard du futur rôle de la route de Saint-Macaire.</b></p>
B	<p>Les niveaux de trafic restent relativement faibles sur un giratoire largement dimensionné (2 voies sur l'anneau, 1000 uvp/h aux heures de pointe)  <b>Capacité utilisée &lt; 50%</b></p>
C	<p>1300 uvp/h à 1500 uvp/h aux HP  <b>Capacité utilisée &lt; 50%</b>                  Remontée de file max sur la branche Sud &lt; 10m</p>
D	<p>1300 uvp/h à 1500 uvp/h aux HP  <b>Capacité utilisée &lt; 50%</b>                  Remontée de file max sur la branche Nord &lt; 10m</p>
E	<p>Temps moyen d'attente sur la voie secondaire (accès parking) : <b>entre 15s et 20s à l'HPS =&gt; temps d'attente acceptable</b>  <b>→ Une gestion par STOP est préférable, au vu de la proximité du giratoire au Nord et de la visibilité.</b></p>

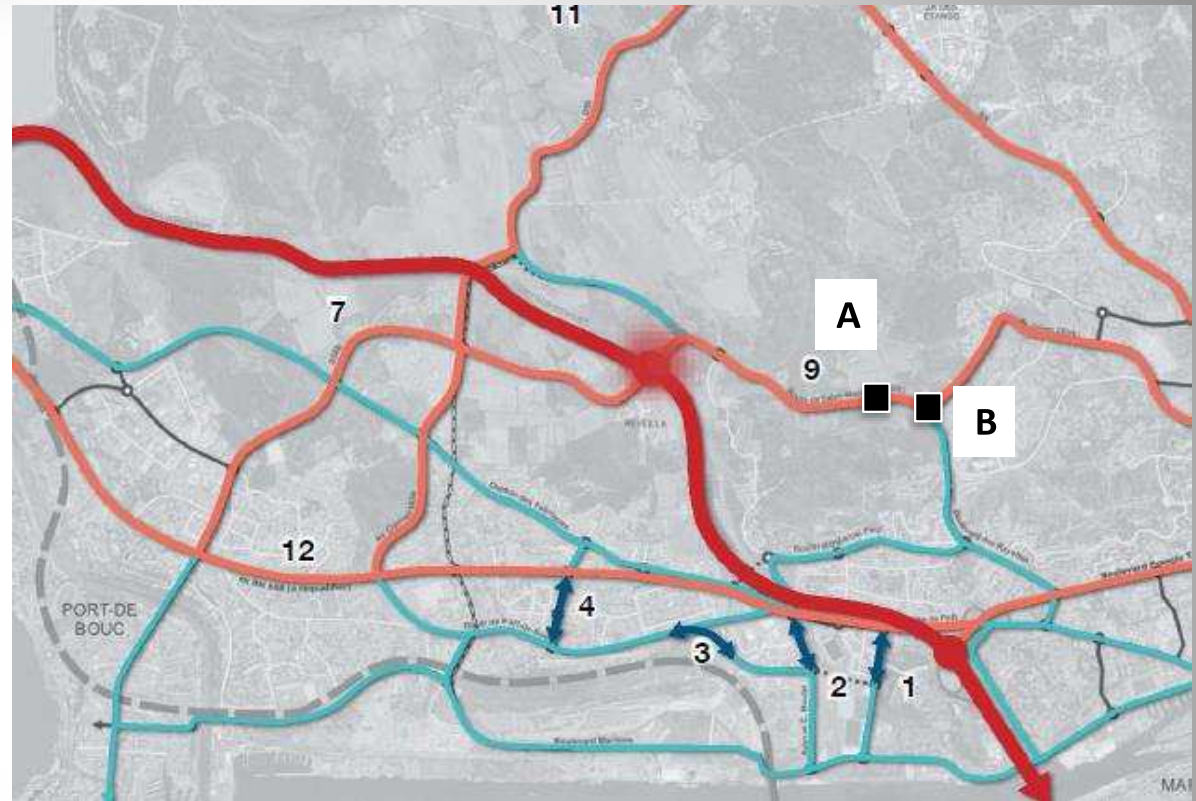


## FONCTIONNEMENT DES CARREFOURS – VERIFICATIONS COMPLEMENTAIRES (1/2)

- Dans le cadre du projet de réalisation du contournement autoroutier de Martigues Port-de-Bouc, les scénarios proposent la requalification de la route de Saint-Macaire, afin de desservir Martigues Est depuis Réveilla
- *A ce stade, ce scénario n'est pas validé.*

### Evolutions de trafic attendues :

- Augmentation de trafic sur l'axe Saint-Macaire – Bd du 19 Mars 1962 ;
- Diminution de trafic sur le boulevard des Rayettes.



Hiérarchie viaire proposée en lien avec le projet de contournement

Les carrefours A et B sont potentiellement impactés par ces augmentations de trafic à plus long terme  
 → vérification du fonctionnement à long terme.

## FONCTIONNEMENT DES CARREFOURS – VERIFICATIONS COMPLEMENTAIRES (2/2)

A

Au regard des trafic importants sur la route de St Macaire, il est recommandé de limiter la route de Saint Macaire à 50 km/h à l'approche du carrefour A, afin d'assurer la sécurité des véhicules s'insérant sur cette voie.

Avec une vitesse limitée à 50 km/h sur la route de Saint Macaire, on obtient un temps d'attente de l'ordre de 20s, qui reste acceptable.

**Les trafics restent donc compatibles avec une gestion par STOP de cette intersection.**

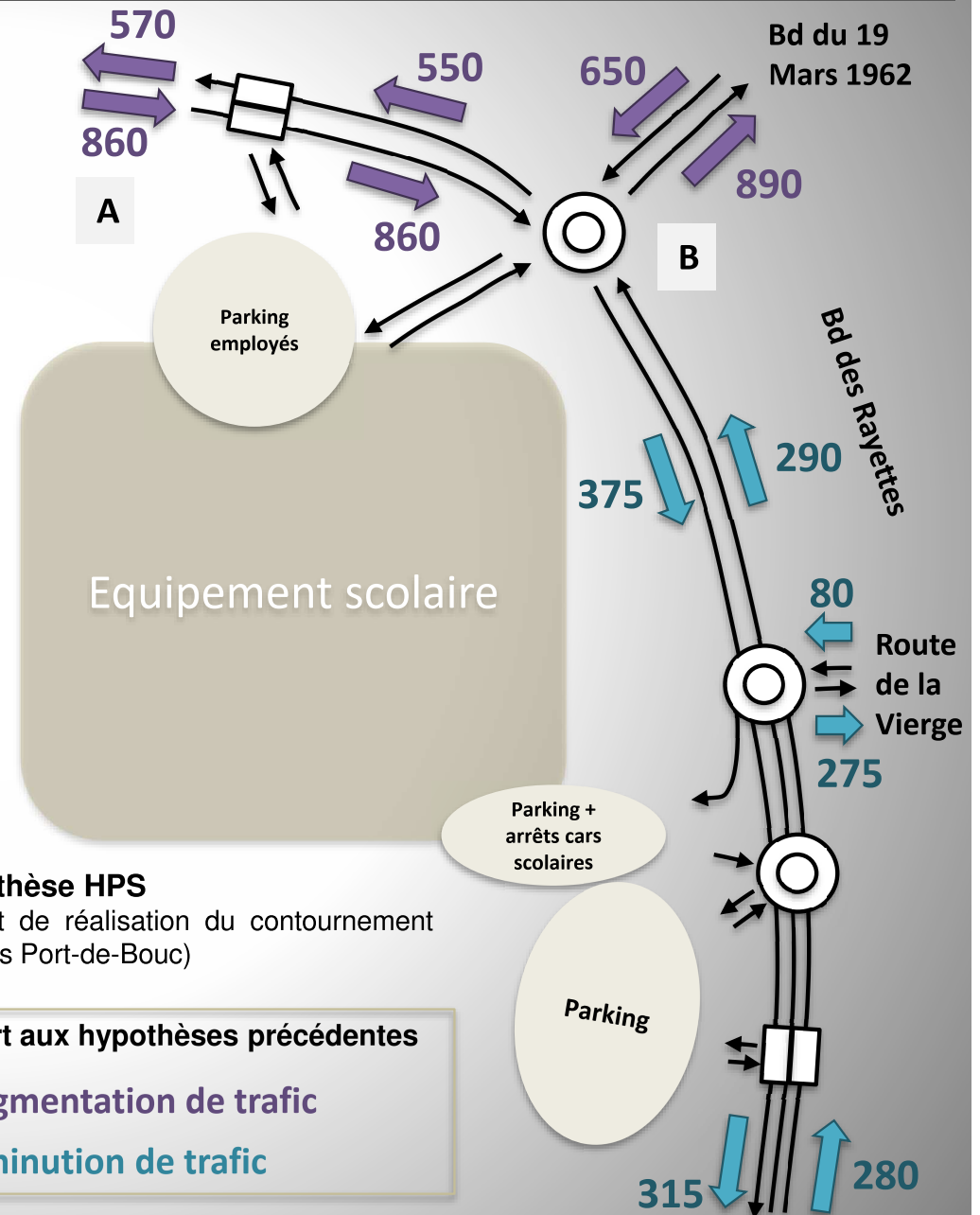
B

Charge du giratoire de l'ordre de 2000 uvp/h

**Capacité utilisée ~ 60%**

**Remontées de file < 50m sur la branche Sud**

Le dimensionnement d'un giratoire à 2 voies sur l'anneau est compatible avec les niveaux de trafic projetés.



### Trafic projeté, hypothèse HPS

(en lien avec le projet de réalisation du contournement autoroutier de Martigues Port-de-Bouc)

### Evolution par rapport aux hypothèses précédentes

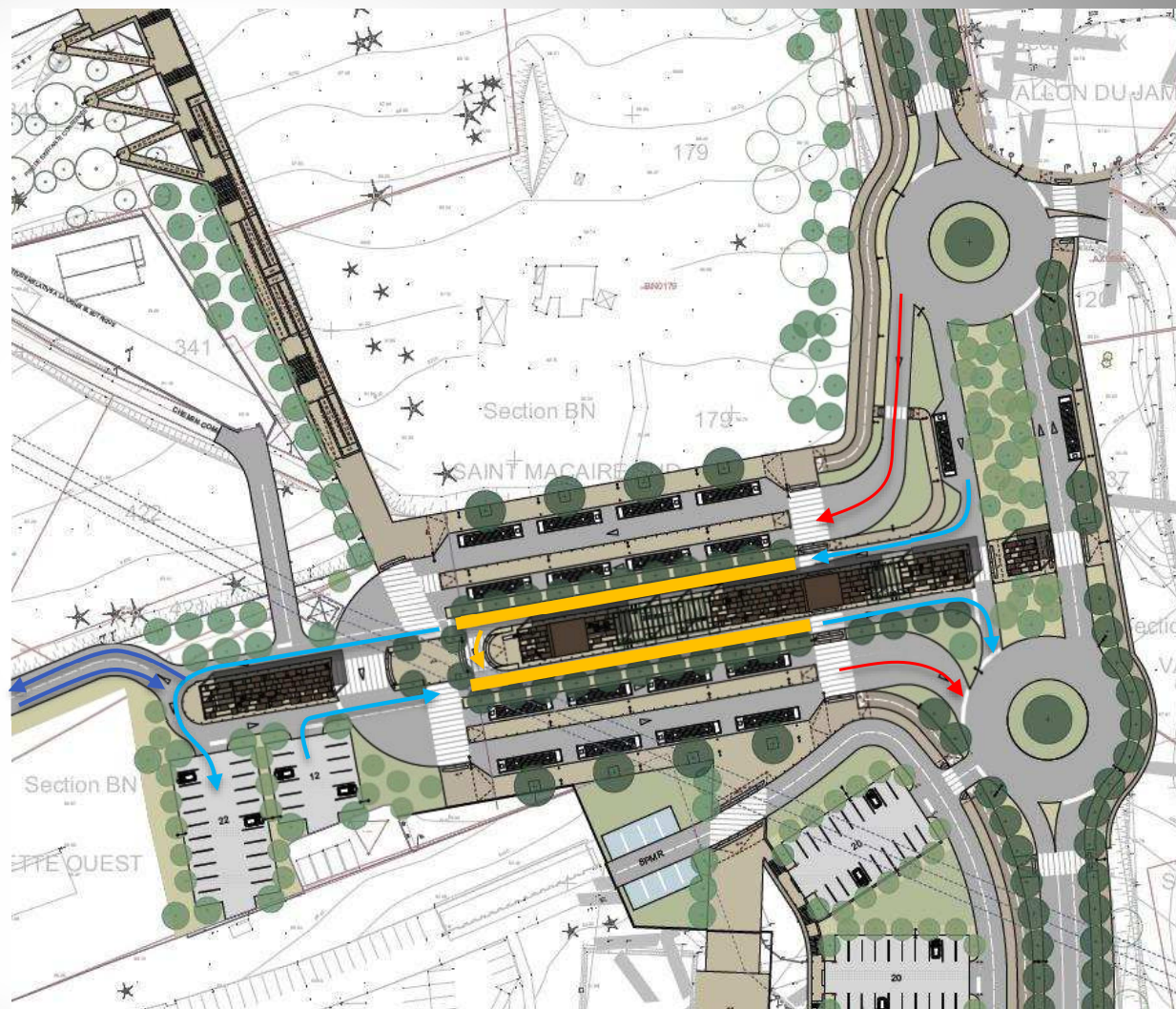
-  **XX Augmentation de trafic**
-  **XX Diminution de trafic**

- I. Situation actuelle
- II. Situation projetée
  - a. Présentation du projet
  - b. Impact du projet sur le fonctionnement routier
  - c. **Desserte du site**

## DESSERTE DU SITE

### Pôle bus

- Le pôle bus permet la desserte des cars scolaires au plus proche des équipements ;
- Le pôle bus prévoit également un accès véhicule pour :
  - La dépose-minute ;
  - L'accès au Parking Ouest (34 places) ;
  - Rejoindre le chemin Jean Lurcat.



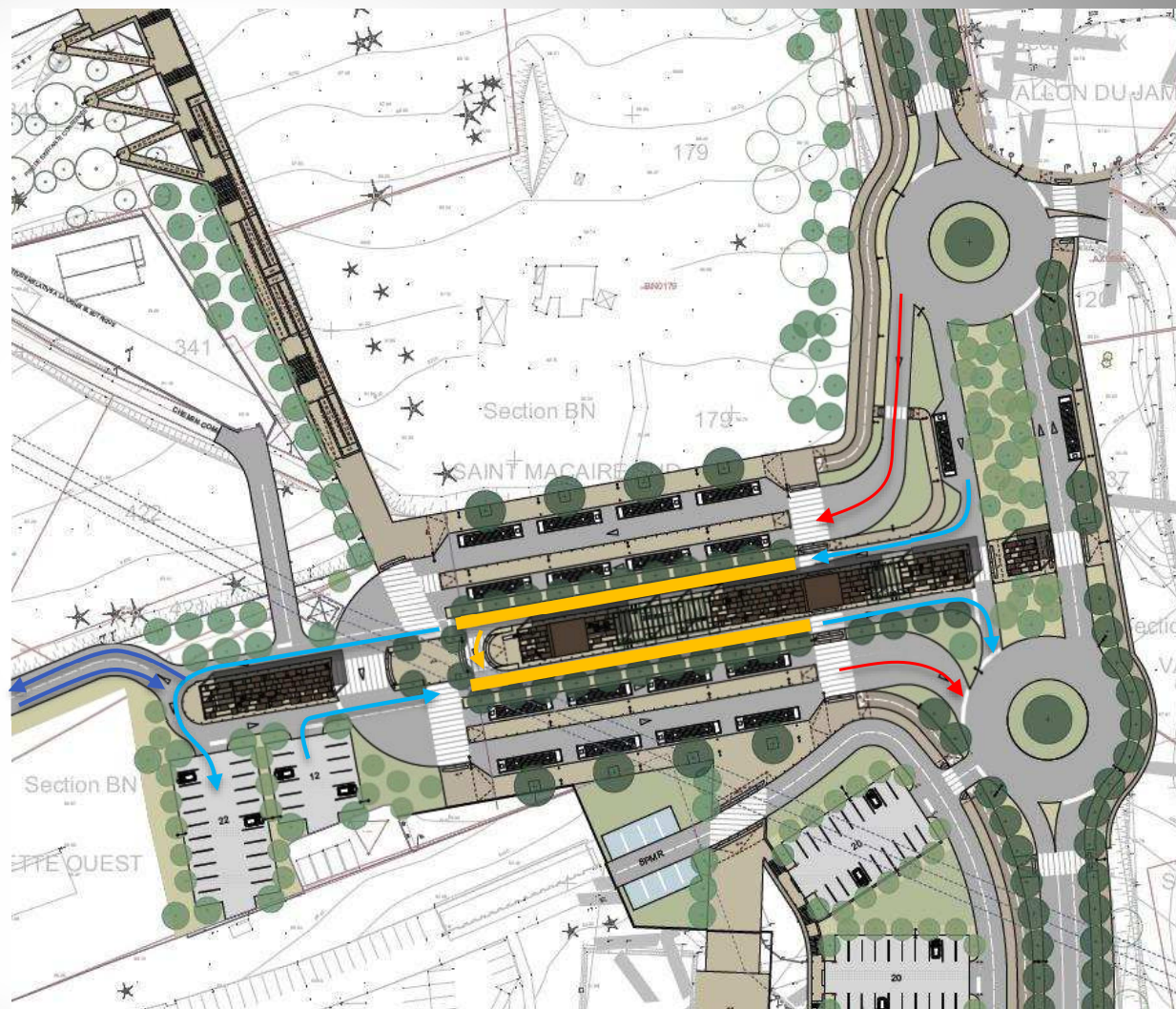
- |  |                    |   |               |
|--|--------------------|---|---------------|
|  | Accès bus          |  | Dépose-minute |
|  | Accès VP           |   |               |
|  | Chemin Jean Lurcat |   |               |

## DESSERTE DU SITE

### Dépose-minute

La dépose minute s'étend sur 2 x 65m, et peut donc accueillir plus de 15 véhicules simultanément. Cette longueur de stockage importante permet de satisfaire la demande de dépose-minute (principalement le matin), en assurant qu'il n'y ait pas de remontée de file sur le boulevard des Rayettes.

Le soir, la reprise est plus étalée dans le temps et pourra également s'organiser sur les différents parkings du projet.



- Accès bus
- Accès VP
- Chemin Jean Lurcat
- Dépose-minute

## DESSERTE DU SITE

### Desserte des bus de ville

Les deux arrêts de bus existants sont restitués par le projet, le long du boulevard des Rayettes.

Ces arrêts sont situés au plus proche de l'entrée principale de l'ensemble « collège + lycée » et sont connectés aux continuités piétonnes du projet.



Arrêt bus (lignes 24, 26 et 55)



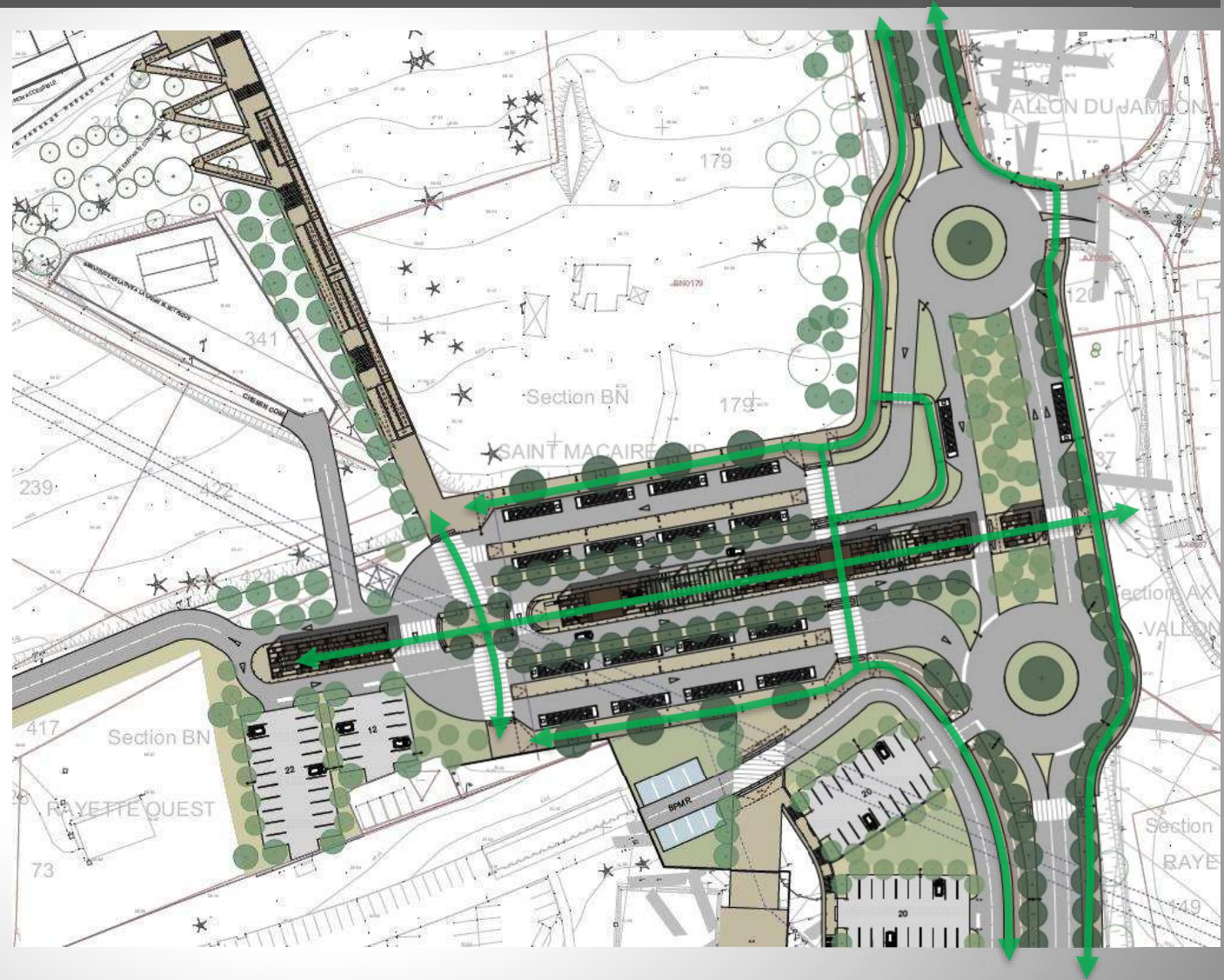
## DESSERTE DU SITE

### Circulations piétonnes

Le projet prévoit des continuités piétonne à travers le pôle bus et le long du boulevard des Rayettes.

Sur le boulevard des Rayettes, l'aménagement de deux giratoires successifs permet d'avoir une vitesse de circulation relativement faible entre ces deux carrefours, permettant ainsi une traversée piétonne sécurisée. Les piétons bénéficient également d'un îlot central généreux leur permettant une traversée en deux temps.

Le long du boulevard des Rayettes, la piste cyclable est placée entre la chaussée et le trottoir de manière à sécuriser les piétons.



↔ Continuités piétonnes

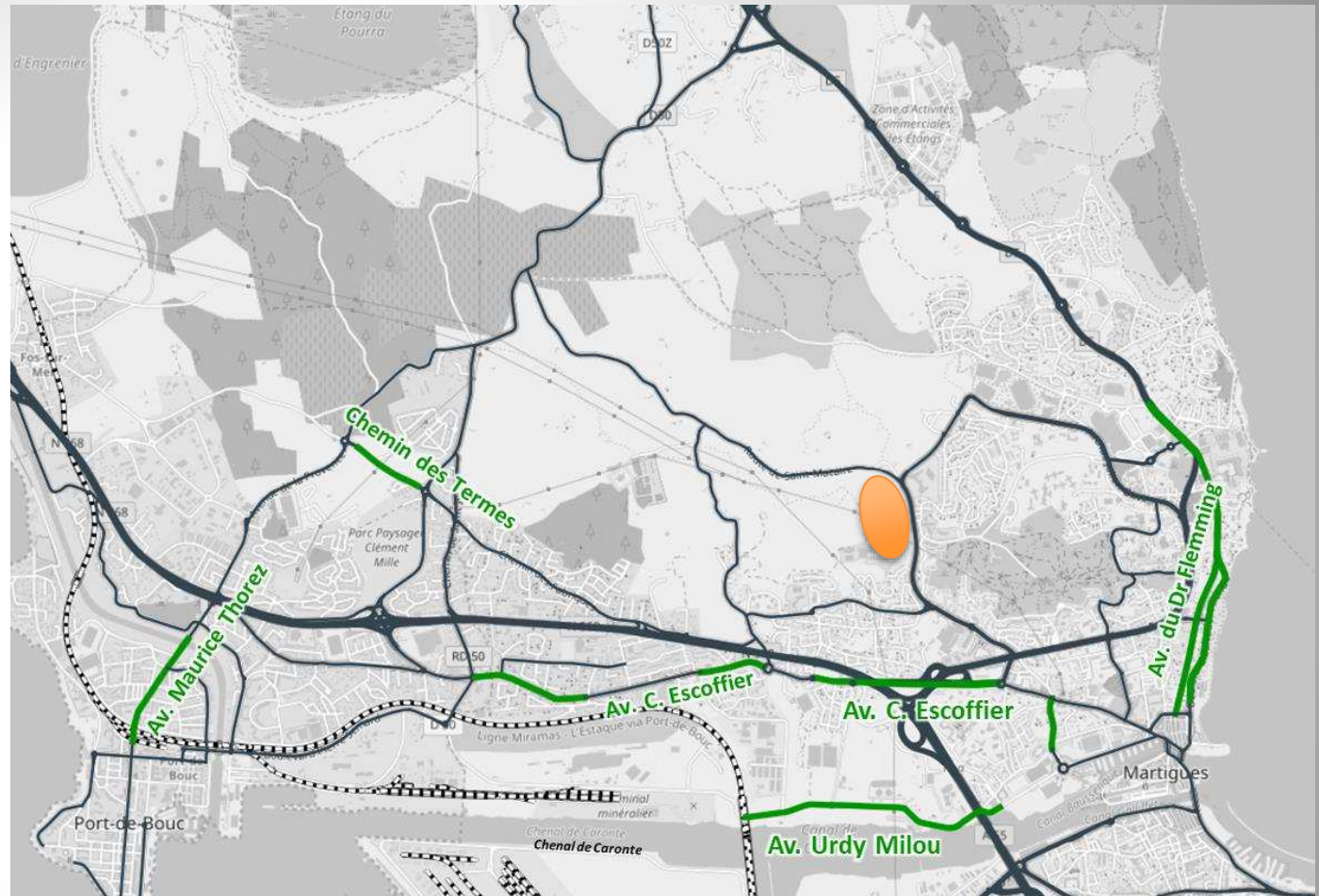
## DESSERTE DU SITE

### Accessibilité cyclable

**Pas d'infrastructure cyclable existante à proximité du site ...**

- Peu d'aménagements cyclables existants sur la commune ;
- Pas de continuité cyclable ;
- Pas d'aménagement cyclable existant sur le boulevard des Rayettes ;

**... mais des projets d'aménagement cyclable sur la commune, traduisant la volonté de développer l'usage du vélo.**



 Aménagements cyclables existants

 Localisation du projet


## DESSERTE DU SITE

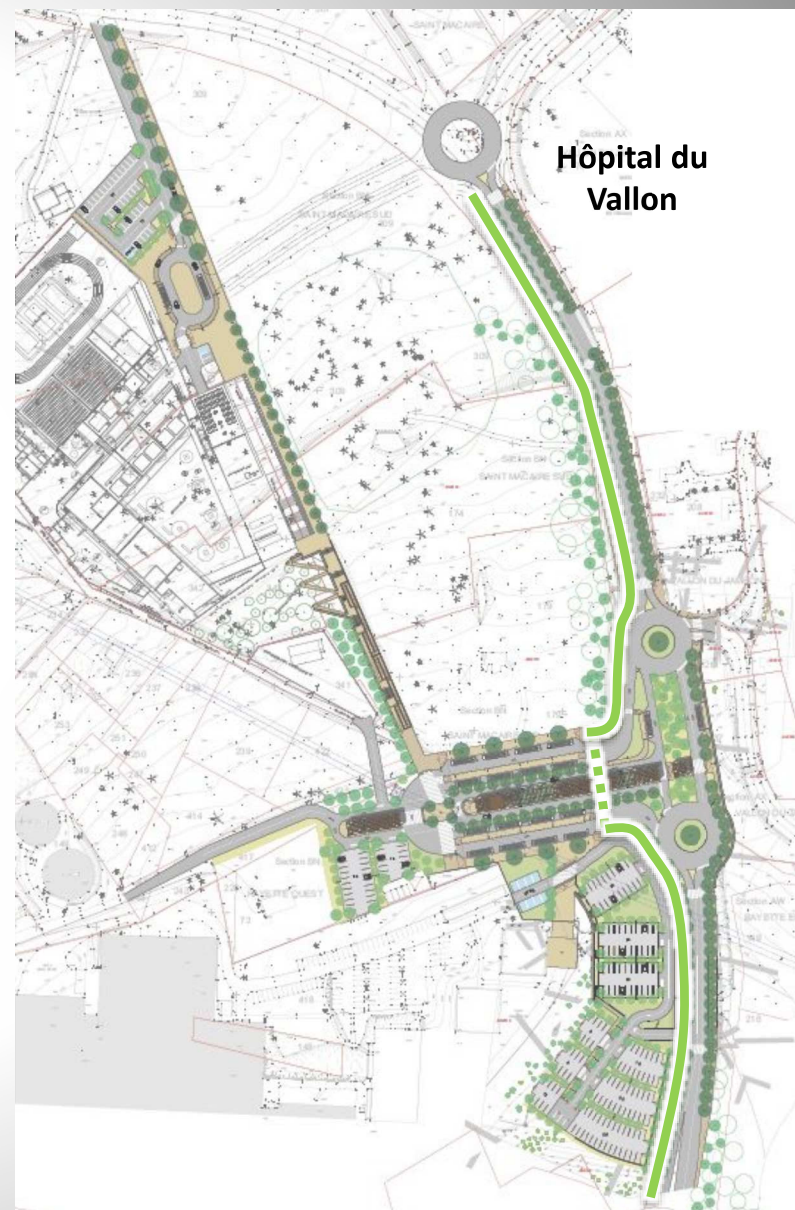
### Aménagements cyclables du projet

Le projet prévoit l'aménagement d'une piste cyclable bidirectionnelle le long du boulevard des Rayettes, conformément aux objectifs et aux prescriptions du « SCoT ouest Etang de Berre ». Cette piste permettra également la desserte de l'hôpital du Vallon.

Cet aménagement constitue une première étape sur le boulevard des Rayettes.

Les aménagements cyclables complémentaires pour créer une véritable continuité cyclable le long du boulevard des Rayettes devront tenir compte de cette première portion réalisée (raccordement à l'existant) et de la cohérence de l'aménagement le long de l'axe.

 Piste cyclable bidirectionnelle



**Annexe 10 :**  
**Etudes acoustique et air et santé réalisées par INGEROP**



## **Reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol**

COMPLEMENTS AIR ET ACOUSTIQUE



A	Version initiale	10/10/19	ALBIN PECHTAMALDJIAN JEAN-BAPTISTE AUDIBERT		
Indice	Objet	Date	Rédaction	Vérification	Approbation

# SOMMAIRE

<b>PREAMBULE</b> .....	<b>5</b>	2.1.1. Généralités sur la pollution atmosphérique.....	27
<b>1. ETUDE ACOUSTIQUE</b> .....	<b>6</b>	2.1.2. Les principes d'action de la pollution atmosphérique sur la santé.....	27
1.1. Références normatives.....	6	2.1.3. Les principaux polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé.....	28
1.2. Généralités sur le bruit.....	6	2.1.4. Définition des valeurs réglementaires.....	31
1.2.1. Dimensions physiques.....	6	2.1.5. Pollution atmosphère et circulation routière.....	32
1.2.2. Impacts sanitaires du bruit.....	7	2.2. Contexte régional de protection et surveillance de la qualité de l'air.....	35
1.2.3. Règlementation relative au bruit des infrastructures de transports.....	9	2.2.1. Actions relatives à la qualité de l'air en région PACA.....	35
1.3. Outils de prévention et réduction du bruit dans l'environnement.....	10	2.2.2. Schéma régional climat, air, énergie.....	35
1.3.1. Classement sonore des infrastructures de transports terrestres.....	10	2.2.3. Plan de protection de l'atmosphère.....	36
1.3.2. Cartes de bruit stratégiques.....	11	2.2.4. Plan Climat Air Energie Territorial du Pays de Martigues.....	37
1.3.3. Plan de prévention du bruit dans l'environnement.....	11	2.2.5. Surveillance de la qualité de l'air.....	37
1.4. Campagne de mesures acoustiques.....	12	2.3. Étude prévisionnelle (effets du projet).....	40
1.4.1. Descriptif du site d'étude.....	12	2.3.1. Définition de la zone d'étude.....	40
1.4.2. Campagne de mesures acoustiques.....	13	2.3.2. Données de trafic et scénarios modélisés.....	42
1.5. Analyse de l'impact acoustique du projet.....	16	2.3.3. Conditions météorologiques.....	43
1.5.1. Textes de référence.....	16	2.3.4. Répartition du parc automobile.....	43
1.5.2. Modélisation acoustique.....	19	2.3.5. Polluants modélisés.....	44
1.5.3. Modélisation numérique du projet.....	20	2.3.6. Estimations des émissions de polluants dans le réseau d'étude.....	44
1.6. Impact acoustique du projet.....	21	2.3.7. Modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions liées au trafic routier.....	46
1.6.1. Impact acoustique de la nouvelle voie de desserte et du parking à usage du personnel.....	22	2.3.8. Évaluation de l'impact sanitaire.....	55
1.6.2. Impact acoustique des aménagements des futurs espaces extérieurs.....	23	2.3.9. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique de proximité.....	62
1.7. Conclusions.....	26	2.4. Analyse des nuisances olfactives.....	62
<b>2. ETUDE AIR ET SANTE</b> .....	<b>27</b>	<b>3. ANNEXES</b> .....	<b>64</b>
2.1. Notions générales.....	27	Valeurs toxicologiques de référence.....	64
		<b>ANNEXE 1 : MESURES ACOUSTIQUES - CIA</b> .....	<b>71</b>

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Niveaux sonores associés à une situation, un lieu, un équipement .....	7	Figure 22 : Effet de la pente et de la charge pour les PL sur les émissions de CO <sub>2</sub> (source : Émissions routières de polluants atmosphérique, courbes et facteurs d'influence – SETRA) .....	33
Figure 2 : Courbes dose-réponse pour la gêne (haut) et les troubles du sommeil (bas).....	8	Figure 23 : Évolution des normes d'émissions des voitures particulières en Europe pour un véhicules moyen, changement de cycle à partir de 91/441, départ froid pour 2000 et 2005 (Source : ADEME) .....	34
Figure 3 : Recommandations de l'OMS pour protéger la santé des populations (source : OMS, octobre 2018) .....	8	Figure 24 : Renouvellement du parc de voitures particulières (Source : ADEME – INRETS).....	34
Figure 4 : Valeurs limites prises par la France pour le bruit des transports en application de la directive européenne 2002/49/CE.....	9	Figure 25 : Émissions des principaux polluants atmosphériques hors gaz à effet de serre (SRCAE – 2007) .....	35
Figure 5 : Modalités de classement des infrastructures .....	10	Figure 26 : Répartition sectorielle des émissions des principaux polluants en région en 2007 .....	35
Figure 6 : Repérage du bâti .....	12	Figure 27 : Localisation des stations de mesures sur la commune de Martigues (source : AtmoSud) .....	38
Figure 7 : Classement sonore des infrastructures sur la commune de Martigues .....	13	Figure 28 : Émissions polluantes par secteurs (AtmoSud, 2017) .....	38
Figure 8 : Localisation et résultats des mesures acoustiques .....	14	Figure 29 : Sources des GES sur le territoire du Pays de Martigues .....	39
Figure 9 : Ambiance sonore selon critères de l'arrêté du 5 mai 1995.....	17	Figure 30 : Polluants mesurés ces 10 dernières années sur la station de mesures Martigues Notre Dame.....	39
Figure 10 : Objectifs acoustiques réglementaires en cas de création de voie nouvelle .....	17	Figure 31 : Polluants mesurés ces 10 dernières années sur la station de mesures Martigues l'Ile .....	39
Figure 11 : Objectifs acoustiques réglementaires en cas de modification d'une voie existante .....	18	Figure 32 : Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude (source : CEREMA guide méthodologie 2019).....	40
Figure 12 : Vérification du calage du modèle acoustique.....	20	Figure 33 : Évolution du parc routier en zone urbaine .....	43
Figure 13 : Localisation des récepteurs – secteurs Saint—Macaire/boulevard des Rayettes.....	21	Figure 34 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier .....	44
Figure 14 : Localisation des récepteurs - secteur boulevard des Rayettes.....	22		
Figure 15 : Contribution sonore future de la voie de desserte et du parking à usage du personnel .....	22		
Figure 16 : Niveaux sonores en façade des aménagements des futurs espaces extérieurs.....	23		
Figure 17 : Carte de bruit prévisionnel à l'état futur SANS PROJET (à 4,5m de hauteur) .....	25		
Figure 18 : Carte de bruit prévisionnel à l'état futur AVEC PROJET (à 4,5m de hauteur) .....	25		
Figure 19 : Gain d'espérance de vie pour les personnes de 30 ans et plus dans 25 villes européennes si les niveaux annuels moyens en PM <sub>2,5</sub> étaient ramenés à la valeur guide OMS de 10 µg/m <sup>3</sup> Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003.....	28		
Figure 20 : Pyramide des effets de la pollution atmosphérique : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de gens touchés augmente ; Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003 .....	28		
Figure 21 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile (source : Émissions routières de polluants atmosphérique, courbes et facteurs d'influence – SETRA .....	33		



## **PREAMBULE**

L'opération de reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol a fait l'objet d'un avis rendu par la Mission Régionale d'Autorité Environnementale le 18/12/2018.

Dans son avis, la MRAE a notamment formulé les recommandations suivantes :

- *« Recommandation 11 : Compléter l'état initial par la qualification de l'ambiance sonore du site. Compléter l'analyse des effets du projet à l'aide d'une modélisation des niveaux sonores et du trafic. Joindre la notice acoustique au dossier d'étude d'impact » ;*
- *« Recommandation 12 : Compléter le dossier par une analyse de l'état initial de la qualité de l'air par type de polluant dans le périmètre du projet, puis analyser les effets du projet en procédant à des modélisations quantitatives basées sur des prévisions de trafic et mettre en place des mesures d'évitement et de réduction proportionnées aux incidences. Procéder à l'analyse des nuisances olfactives, en raison de la proximité d'une station d'épuration. Évaluer les risques sanitaires pour les usagers du collège ».*

**Faisant suite aux recommandations formulées par la MRAE, les études complémentaires ont été menées.**

## 1. ETUDE ACOUSTIQUE

### 1.1. Références normatives

Les principaux textes de référence en matière de bruit relatif aux infrastructures de transport sont :

- Loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, codifiée dans les articles L. 571-1 à L. 571-26 du code de l'environnement, et notamment les articles L. 571-9 et L. 571-10 relatifs aux aménagements et infrastructures de transports terrestres ;
- Décret 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, codifiée dans les articles R571-44 à R571-52 du code de l'environnement ;
- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- Circulaire du 12 décembre 1997 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national ;
- Circulaire du 21 juin 2001 relative à la résorption des points noirs du bruit des transports terrestres ;
- Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres.

### 1.2. Généralités sur le bruit

Ce chapitre vise à apporter les éléments clés pour la compréhension des concepts et termes utilisés dans le présent rapport ainsi qu'un éclairage sur la réglementation en matière de lutte contre le bruit et de protection des populations vis-à-vis des nuisances sonores.

#### 1.2.1. Dimensions physiques

##### 1.2.1.1. Origine d'un son

Le son a pour origine des vibrations mécaniques se produisant dans un milieu élastique, solide, liquide ou gazeux. Ces vibrations donnent naissance à une perturbation qui va se propager dans le milieu. C'est par l'air que le son parvient à nos oreilles, la propagation dans l'air créant une variation temporelle et spatiale de pression qui se transmet de proche en proche.

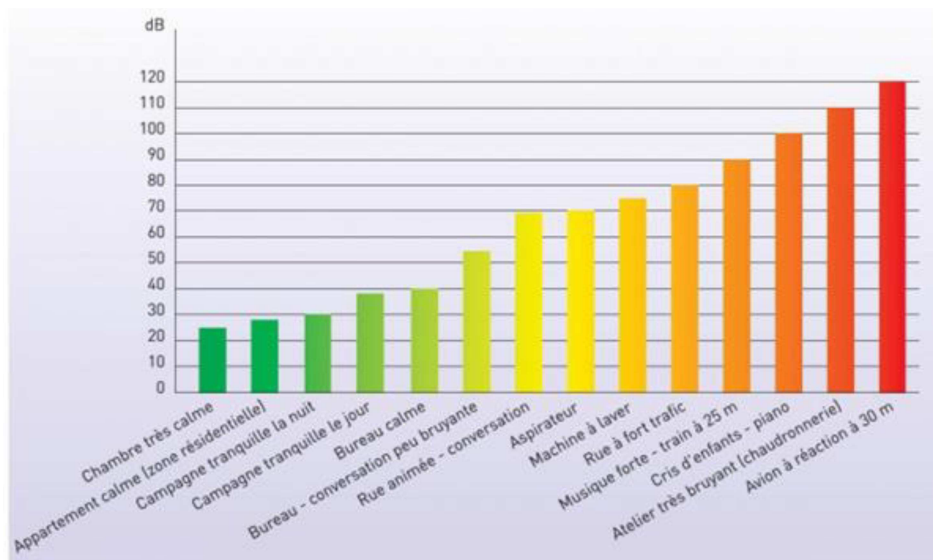
##### 1.2.1.2. Caractérisation d'un son

Comme tout phénomène vibratoire, le son se caractérise par :

- **Une intensité**, encore appelée niveau, qui dépend de l'amplitude des vibrations émises par la source sonore. Elle se mesure en décibels (dB) à l'aide d'un sonomètre. Le seuil de 0 dB correspond au minimum que l'oreille humaine peut percevoir, appelé « seuil d'audibilité ». Le seuil de douleur est à 120 dB, mais l'oreille peut subir des dommages à partir de 85 dB (voir exemples ci-après) ;
- **Une fréquence**, qui correspond au nombre de vibrations par seconde émises par la source sonore. Elle se mesure en Hertz (Hz). Elle est directement liée à la hauteur du son perçu. A une fréquence faible correspond un son grave, à une fréquence élevée un son aigu. L'oreille humaine est capable de percevoir les sons à des fréquences (selon l'âge, la culture...) comprises entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu). En deçà de 20 Hz, ces fréquences appelées infrasons sont seulement perçues par certains animaux ;
- **Une durée**, qui est évaluée selon deux échelles de temps différentes : une échelle courte, de l'ordre de la seconde, qui permet l'étude des sons brefs (bruits d'impact, bruits impulsifs) ou variant rapidement (la parole), et une échelle moins fine (heure, journée) qui est utilisée pour l'étude des bruits dans l'environnement et permet notamment d'apprécier la gêne. Dans ce domaine, on emploie fréquemment le niveau sonore équivalent (Leq) afin d'évaluer la dose de bruit reçue pendant un temps déterminé.

La perception humaine varie avec le niveau sonore et la fréquence. Dans la gamme des niveaux sonores de la vie courante (faibles à modérés), l'oreille est moins sensible aux sons graves et aigus qu'aux sons médiums (compris entre 500 et 2000 Hz). Dans les niveaux les plus élevés, à l'inverse, l'oreille est davantage sensible aux sons graves. Afin de prendre en compte cette sensibilité physiologique particulière, on utilise lors de la mesure un filtre adapté avec une « pondération A ». On parle alors de décibel « A » noté dB (A).

Figure 1 : Niveaux sonores associés à une situation, un lieu, un équipement



Le son diminue très vite à l'extérieur à mesure que l'on s'éloigne de sa source. À chaque fois que la distance double, le niveau sonore diminue de 6 dB (A) pour une source dite « ponctuelle » (comme une usine), de 3 dB (A) pour une source dite « linéaire » (route, voie ferrée).

<sup>1</sup> Rapport d'information sur les nuisances sonores, Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, juin 2011.  
<http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/rap-info/i3592.pdf>

La mesure des décibels est dite « logarithmique ». Ainsi, les décibels ne s'additionnent pas de manière arithmétique (comme des kilos ou des mètres). Par exemple, lorsque le niveau d'un son est multiplié par deux, le niveau sonore obtenu n'est supérieur que de 3dB (A) au niveau initial :

$$70 \text{ dB (A)} + 70 \text{ dB (A)} = 73 \text{ dB (A)}$$

#### 1.2.1.3. Quand le son devient bruit...

Le bruit constitue un phénomène omniprésent dans la vie quotidienne, aux sources innombrables et d'une infinie diversité. Il n'y a aucune distinction physique entre un son et un bruit. Néanmoins, la neuvième édition du dictionnaire de l'Académie française définit le bruit comme un « son ou ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière ». Selon la norme AFNOR NF 530-105, le bruit est défini comme « tout phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

Le bruit des transports est la source principale de gêne<sup>1</sup> pour 54 % des personnes, et parmi ces derniers c'est la circulation routière qui est évoquée dans 59 % des cas, contre le transport aérien pour 14 % et le transport ferroviaire pour 7%.

#### 1.2.2. Impacts sanitaires du bruit

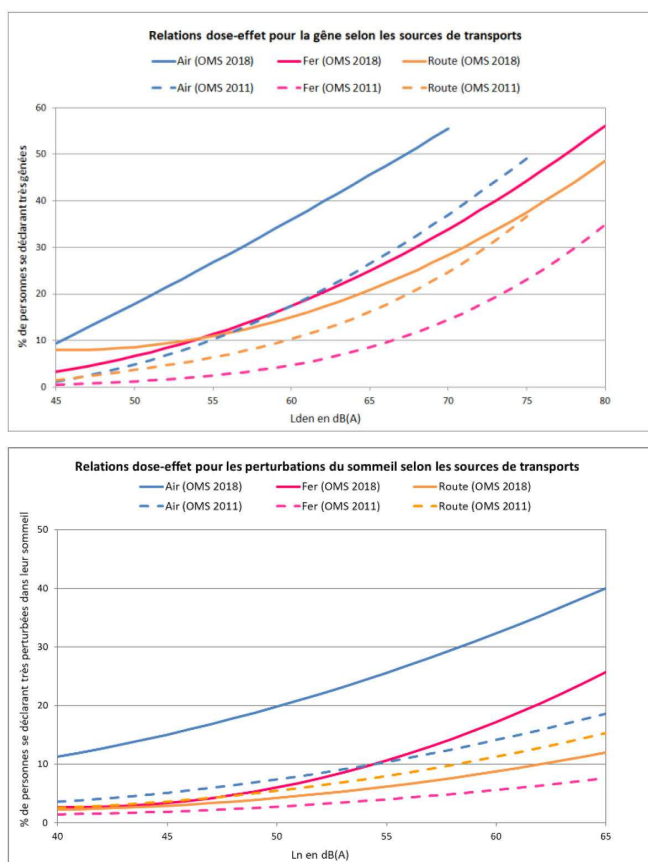
Source : Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne (2018)

##### 1.2.2.1. Effets sanitaires

Sur la base d'une large revue de la littérature scientifique, l'Organisation Mondiale de la Santé, dans sa dernière publication d'octobre 2018, considère comme robustes et avérées les relations dose-réponse entre les niveaux d'exposition au bruit des populations et les taux de personnes qui se déclarent hautement gênées ou hautement perturbées dans leur sommeil. Ces relations ont par ailleurs été réévaluées nettement à la hausse (d'un facteur 2 à 3) par rapport aux précédentes relations disponibles, notamment pour les bruits à caractère événementiel comme le trafic aérien et le trafic ferroviaire. Les graphiques ci-contre représentent ainsi les courbes dose-réponse désormais disponibles pour ces effets et leur évolution par rapport aux courbes précédentes.

D'autres effets sanitaires du bruit sont considérés comme critiques par l'OMS. Il s'agit notamment des risques cardiovasculaires (maladies cardiaques ischémiques, hypertension, infarctus du myocarde) et des difficultés d'apprentissage. Toutefois, il n'existe pas encore pour ces effets de courbes dose-réponse suffisamment solides pour les sources de bruit des transports en parallèle. Ainsi, les risques cardiovasculaires sont bien décrits pour l'exposition au bruit routier mais non encore suffisamment pour le bruit ferroviaire ou le bruit aérien. Quant aux difficultés d'apprentissage, les études disponibles ont principalement porté sur les populations d'enfants scolarisés soumis aux nuisances aéroportuaires.

Figure 2 : Courbes dose-réponse pour la gêne (haut) et les troubles du sommeil (bas)



Le bruit aurait également des effets métaboliques comme l'a récemment démontré une étude de l'Institut tropical et de santé publique suisse (Bâle). Pour la circulation automobile, toute hausse de 10 décibels de l'exposition moyenne au bruit (mesurée à domicile) sur une moyenne de 5 ans est liée à une hausse de 25% du risque d'obésité.

1.2.2.2. Indicateurs de bruit

Les niveaux d'exposition au bruit utilisés pour ces courbes dose-réponse sont exprimés selon les indicateurs utilisés dans les cartographies stratégiques du bruit, à savoir les indicateurs Lden (bruit pondéré sur 24h) et Ln (bruit nocturne sur la période 22-6h).

L'indicateur Lden (pour Level day evening night) correspond à un indicateur de bruit global perçu sur 24 heures qui tient compte de la sensibilité accrue des individus au bruit sur les périodes de soirée et de nuit. Ainsi l'indicateur Lden est calculé à partir des niveaux de bruit moyens équivalents sur les périodes de journée (6-18h), de soirée (18-22h) et de nuit (22-6h) en appliquant des pondérations de +5 dB(A) et de +10 dB(A) aux niveaux de bruit de soirée et de nuit. Il est évalué en moyenne sur l'année.

L'indicateur Ln (Level night) correspond au niveau moyen énergétique de bruit sur la période nocturne (22-6h). Il est évalué en moyenne sur l'année.

A. Valeurs de référence

Dans son rapport publié en octobre 2018 sur les lignes directrices concernant le bruit dans l'environnement, l'OMS recommande fortement, pour protéger la santé des populations, de réduire l'exposition au bruit des transports aux niveaux recommandés suivants :

Figure 3 : Recommandations de l'OMS pour protéger la santé des populations (source : OMS, octobre 2018)

Niveaux recommandés en dB(A)	Lden	Ln
Bruit routier	53	45
Bruit ferré	54	44
Bruit aérien	45	40

Les recommandations de l'OMS doivent ainsi être considérées comme des objectifs à atteindre pour limiter au maximum les effets néfastes du bruit sur les populations.

## B. Valeurs limites réglementaires

La France a par ailleurs adopté des valeurs limites réglementaires dans le cadre de la transposition de la directive européenne 2002/49/CE.

Les valeurs limites sont définies dans la directive européenne 2002/49/CE comme « *une valeur de Lden ou Ln<sub>night</sub> (Ln) et, le cas échéant, de Lday et de Levening, déterminée par l'Etat membre, dont le dépassement amène les autorités compétentes à envisager ou à faire appliquer des mesures de réduction du bruit ; les valeurs limites peuvent varier en fonction du type de bruit (bruit du trafic routier, ferroviaire ou aérien, bruit industriel, etc.), de l'environnement, et de la sensibilité au bruit des populations ; elles peuvent aussi différer pour les situations existantes et pour les situations nouvelles (changement de situation dû à un élément nouveau concernant la source de bruit ou l'utilisation de l'environnement).* »

Les valeurs limites fixées par la France en application de la directive européenne sont mentionnées dans le décret du 24 mars 2006 et l'arrêté du 4 avril 2006, relatifs à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Pour les sources de transport, elles sont les suivantes :

**Figure 4 : Valeurs limites prises par la France pour le bruit des transports en application de la directive européenne 2002/49/CE**

Valeurs limites en dB(A)	Lden	Ln
Bruit routier	68	62
Bruit ferré		
Voies conventionnelles	73	65
Lignes à Grande Vitesse	68	62
Bruit aérien	55	Pas de valeur limite

On notera que la France n'a pas défini de valeur limite pour le bruit aérien sur la période nocturne.

### 1.2.3. Règlements relative au bruit des infrastructures de transports

#### 1.2.3.1. La Loi Bruit

La loi n°92-1444 du 31 décembre 1992, dite loi Bruit, constitue le texte fondateur en matière de lutte contre le bruit en France.

Cette loi cadre a pour objet, dans tous les domaines où il n'y est pas pourvu par des dispositions spécifiques, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation sans nécessité ou par manque de précaution des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement.

Elle a été codifiée au travers les articles L. 571-9, R. 571-44 à R. 571-52-1 du code de l'environnement.

#### 1.2.3.2. La Directive européenne de 2002

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 définit les bases communautaires de la lutte contre le bruit dans l'environnement.

Cette directive européenne impose la réalisation, par les autorités compétentes, de Cartes de Bruit Stratégiques (CBS) et de plans d'action dénommés Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE). Ces deux outils permettent d'identifier les zones bruyantes, de définir les plus affectés par des niveaux de bruit dépassant les valeurs limites et de protéger les populations exposées par des mesures de prévention ou curatives adaptées à chaque situation.

Elle a été transposée en droit français par ordonnance, ratifiée par la loi du 26 octobre 2005, et figure désormais dans les articles L. 571-1 et suivants, L. 572-2 et suivants du code de l'environnement.

#### 1.2.3.3. La transposition en droit français

Les nuisances sonores sont aujourd'hui un signe prédominant de détérioration du cadre de vie, en milieu urbain comme au voisinage des grandes infrastructures de transport. Dans certaines situations de forte exposition, le bruit constitue même un véritable enjeu de santé publique, comme le montre un nombre croissant d'études.

L'État a engagé une politique nationale de lutte contre le bruit avec la réalisation des Cartes de Bruit Stratégiques (CBS) pour les grandes Infrastructures de Transport Terrestre (ITT) et des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) des grandes infrastructures routières, ferroviaires et aéroportuaires.

Le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a donc en charge l'élaboration des PPBE ainsi que leur contenu pour les infrastructures routières nationales et ferroviaires, les plus circulées, en tenant compte des démarches engagées jusqu'alors.

Cette démarche s'articule autour de trois lignes directrices :

- Le classement sonores des voies bruyantes et la définition de secteurs où l'isolation des locaux doit être renforcée ;
- La prise en compte, en amont, des nuisances sonores lors de la construction ou de la modification d'une voie ;
- Le rattrapage des situations critiques ou « points noirs bruit ».

Les maîtres d'ouvrage d'infrastructures, les collectivités locales, les constructeurs de bâtiments et les autorités publiques, ont également des obligations pour prévenir et réduire le bruit des infrastructures de transport terrestres.

### 1.3. Outils de prévention et réduction du bruit dans l'environnement

#### 1.3.1. Classement sonore des infrastructures de transports terrestres

Le décret n°95-21 du 9 janvier 1995 impose un recensement et le classement, par le préfet, des infrastructures de transports terrestres en cinq catégories. L'arrêté du 30 mai 1996 définit les modalités de classement des infrastructures de transports, ainsi que l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. Ce recensement et ce classement sont requis pour les infrastructures qui comportent un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de plus de 5 000 véhicules (routes), 50 trains (voies ferrées), 100 autobus ou 100 rames de trains ou tramways (en milieu urbain).

Un secteur affecté par le bruit est défini de part et d'autre de chaque voie classée. Sa largeur correspond à la distance mentionnée dans le tableau ci-après, reportée de part et d'autre de l'infrastructure à partir du bord extérieur de la chaussée de l'infrastructure routière classée.

Figure 5 : Modalités de classement des infrastructures

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

Les bâtiments d'habitation, les bâtiments d'enseignement, les bâtiments de santé, de soins et d'action sociale ainsi que les bâtiments d'hébergement à caractère touristique, à construire dans les secteurs affectés par le bruit mentionnés, doivent présenter un isolement acoustique minimum contre les bruits extérieurs conformément au décret n°95-20 du 9 janvier 1995 ainsi qu'à ses arrêtés d'application, et aux articles R. 571-32 à R. 571-43 du code de l'environnement.

### 1.3.2. Cartes de bruit stratégiques

La directive européenne 2002/49/CE (02/02/2009) sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement vise, au moyen de cartes de bruit stratégiques, à évaluer de façon harmonisée l'exposition au bruit dans les états-membres. Elle a pour objectif de prévenir et de réduire les effets du bruit. Elle a été transposée en droit français par ordonnance, ratifiée par la loi du 26 octobre 2005, et figure désormais dans les articles L. 571-1 et suivants du code de l'environnement.

Les cartes de bruit permettent l'évaluation globale de l'exposition au bruit dans l'environnement et d'établir des prévisions générales de son évolution. Elle permet une représentation des niveaux de bruit, mais également de dénombrer la population exposée, de quantifier les nuisances, puis d'élaborer des plans d'action.

Les cartes de bruit sont à élaborer pour les grandes infrastructures terrestres de transport (représentant de l'Etat) et dans les grandes agglomérations (EPCI ou communes) :

- Les grandes infrastructures sont, pour l'échéance 2007/2008, les voies routières empruntées par plus de 6 millions de véhicules par an, et les voies ferrées comptant plus de 60 000 passages de train par an, et pour l'échéance de 2012/2013, les voies routières empruntées par plus de 3 millions de véhicules par an, et les voies ferrées comptant plus de 30 000 passages de train par an ;
- Les grandes agglomérations sont les agglomérations au sens INSEE de plus de 250 000 habitants pour l'échéance 2007/2008, et de plus de 100 000 habitants pour l'échéance de 2012.

Les cartes de bruit permettent d'élaborer les plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

### 1.3.3. Plan de prévention du bruit dans l'environnement

Pour plus de la moitié des français la principale source de nuisance est le bruit des transports (trains, avions, circulation...), loin devant les bruits de comportements qui gêneraient 21 % de la population.

Pour tenter de réduire cette nuisance, depuis la loi « Bruit » du 31 décembre 1992, l'Etat met en place une politique à la fois préventive et curative dans le domaine des transports terrestres. Celle-ci a été renforcée depuis 2002 par la directive 2002/49/CE sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, son objectif est d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine dus à l'exposition au bruit ambiant liés aux transports terrestres, et aériens.

La réglementation issue de cette directive prévoit que soient réalisées des cartes de bruit stratégiques pour toutes les voies routières recevant plus de 3 millions de véhicules par an (8 200 véhicules par jour) et que soient réalisés des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

Dans ce cadre, la remise des PPBE s'articule autour de deux échéances :

- 2010 pour les infrastructures routières dont le trafic dépasse 6 millions de véhicules par an soit 16 400 véhicules par jour ;
- 2013 pour les infrastructures routières dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an soit 8 200 véhicules par jour sachant que les cartes stratégiques seront élaborées par l'Etat.

## 1.4. Campagne de mesures acoustiques

Les mesures sur site ont été réalisées par le bureau d'études CIA. Le rapport de mesures complet est annexé à la présente étude. Les développements ci-après constituent une synthèse du rapport de mesures.

### 1.4.1. Descriptif du site d'étude

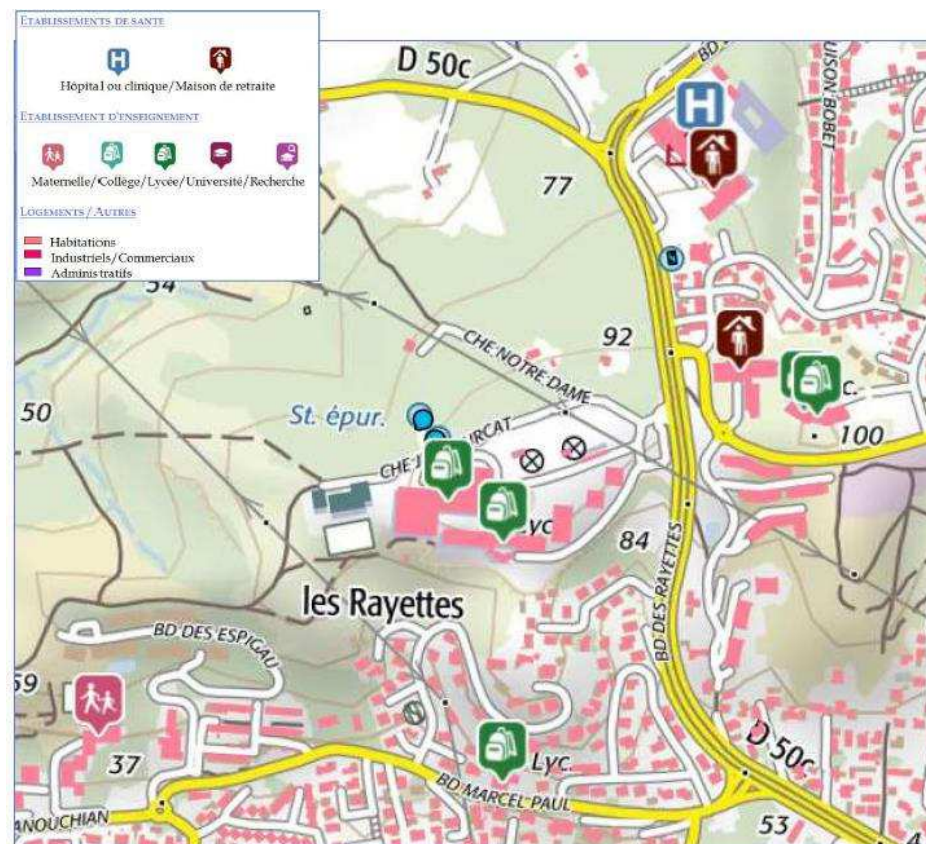
#### 1.4.1.1. Bâti

La zone d'étude se situe au nord-ouest de Martigues (13).

Le bâti est principalement composé de logements individuels. La zone de d'étude possède les bâtiments sensibles suivant :

- Lycée Professionnel Jean Lurcat ;
- Lycée Professionnel Brises Lames ;
- Centre Hospitalier de Martigues Hôpital du Vallon ;
- EHPAD Les maisonnées de Martigues ;
- EHPAD Les rayettes du chemin de Martigues.

Figure 6 : Repérage du bâti





#### 1.4.1.2. Sources de bruit principales

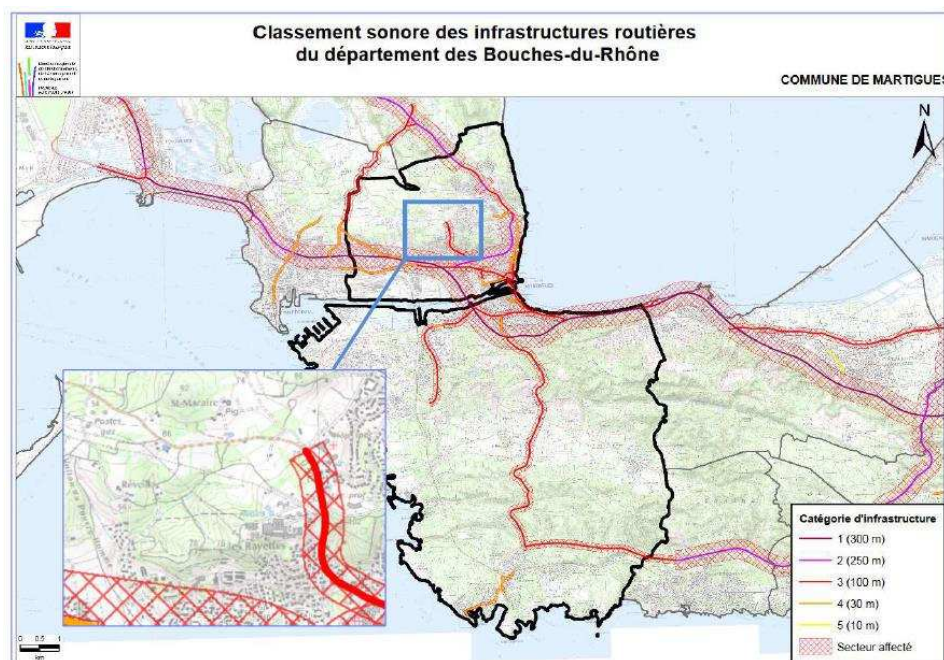
Lors des investigations menées in situ, les sources de bruit relevées ont été :

- Le Boulevard des Rayettes ;
- L'environnement faune et flore (présence de cigales).

Les infrastructures de transport terrestre classées se situant dans la zone d'étude sont :

- Le Boulevard des Rayettes (Classe 3).

**Figure 7 : Classement sonore des infrastructures sur la commune de Martigues**



#### 1.4.2. Campagne de mesures acoustiques

Nous présentons dans cette partie les résultats de la campagne de mesure acoustique réalisée du 24/06/2019 au 25/06/2019.

Au total, 6 points caractéristiques ont été répartis sur la zone d'étude :

- 5 mesures de courte durée (de 30 minutes à 2 heures) ;
- 1 mesure de long durée (24 heures).

Les positions des points de mesures ont été définies en fonction de leur proximité avec le projet ou avec des axes structurants sur lesquels le projet va avoir un effet en termes de report de trafic. Les bâtiments sur lesquels les mesures sont faites sont choisis en fonction de leur proximité avec le projet ainsi qu'avec leur représentativité de l'ensemble des habitations situées dans la zone d'étude.

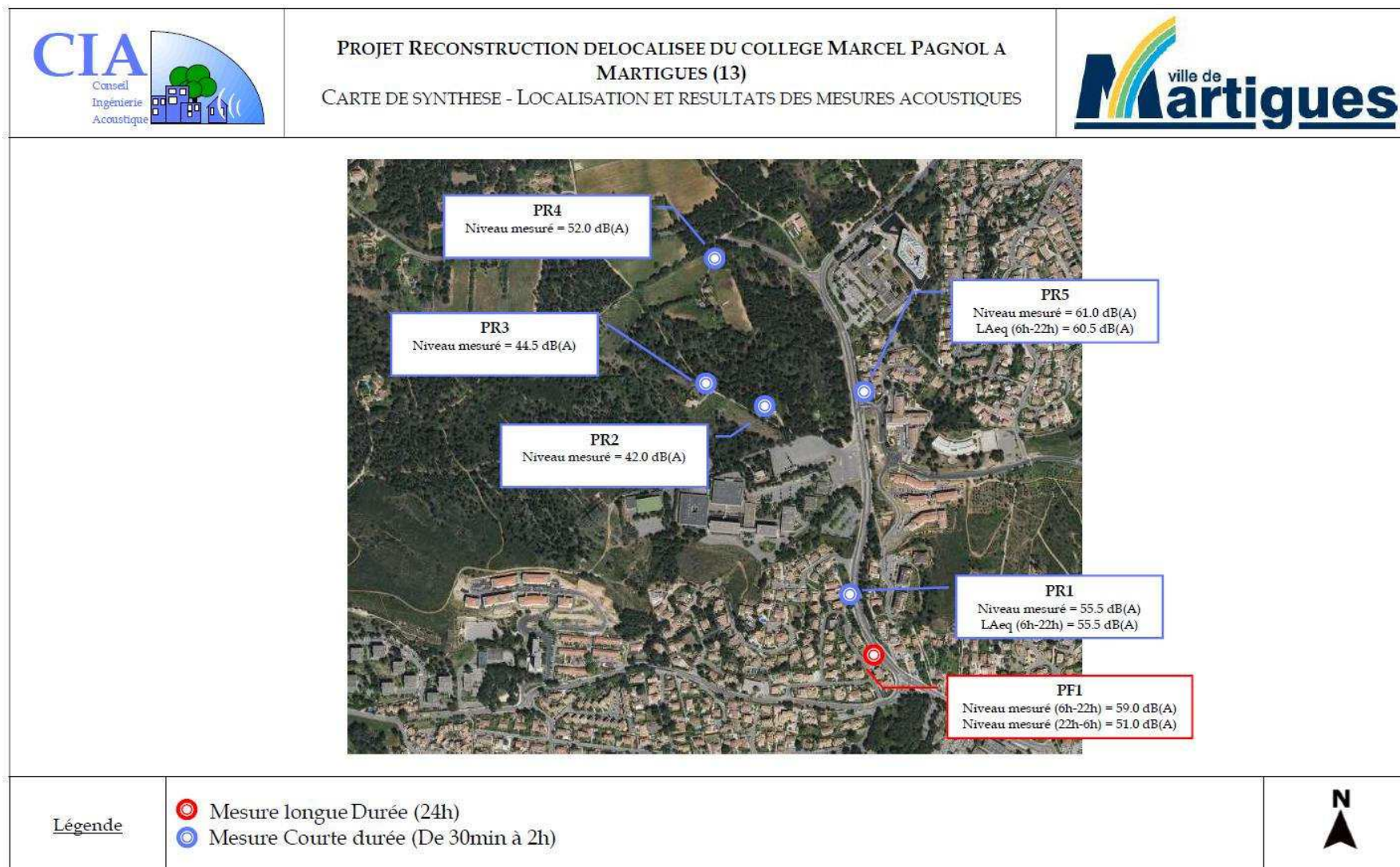
Les mesures ont été effectuées avec un appareillage de classe 1 conforme à la norme NFS 31-009 relative aux sonomètres de précision. Le détail du matériel utilisé est visible en annexe du présent document.

Pour chacun des relevés, le microphone a été placé à l'extérieur conformément aux normes NFS 31-085 et NFS 31-010. Ces mesures permettent de définir les indices réglementaires LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h).

La carte ci-après synthétise l'ensemble des résultats des mesures acoustiques réalisées.

Le détail du traitement des mesures acoustiques réalisées est visible en annexe.

Figure 8 : Localisation et résultats des mesures acoustiques



Numéro du point de mesure	Date	Localisation	Niveau mesuré (6h-22h) en dB(A)*	Niveau mesuré (22h-6h) en dB(A)*	Ambiance sonore
PF1	24/06/2019- 25/06/2019	8 allée des mimosas, 13500 Martigues	59.0	51.0	Modérée
Numéro du point de mesure	Date	Localisation	Niveau mesuré en dB(A)*	LAeq (6h-22h) en dB(A)*	Ambiance sonore
PR1	24/06/2019	5 Boulevard des Rayettes, 13500 Martigues	55.5	55.5	Modérée de jour
PR2	24/06/2019	Chemin Notre Dame, 13500 Martigues	42.0**	-	Modérée de jour
PR3	24/06/2019	Chemin Notre Dame, 13500 Martigues	44.5**	-	Modérée de jour
PR4	24/06/2019	Route de Saint Macaire, 13500 Martigues	52.0**	-	Modérée de jour
PR5	24/06/2019	7 allée Lucien Mazan 13500 Martigues	61.0	60.5	Modérée de jour

Les niveaux de bruits mesurés témoignent une ambiance sonore modérée de jour sur l'ensemble de la zone d'étude.

## 1.5. Analyse de l'impact acoustique du projet

### 1.5.1. Textes de référence

#### 1.5.1.1. Bruit des infrastructures de transports terrestres

- L'article L. 571-1 du code de l'environnement précise que « les dispositions du présent chapitre ont pour objet, dans les domaines où il n'y est pas pourvu, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation sans nécessité ou par manque de précautions des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement » ;
- Plus précisément et en ce qui concerne les aménagements et les infrastructures de transports terrestres, l'article L. 571-9 du même code précise que « la conception, l'étude et la réalisation des aménagements et des infrastructures de transports terrestres » doivent prendre en compte « les nuisances sonores que la réalisation ou l'utilisation de ces aménagements et infrastructures provoquent à leurs abords » ;
- Les articles R. 571-44 à R. 571-52 du livre V du code de l'environnement reprenant le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres énumère les prescriptions applicables notamment aux infrastructures nouvelles. L'article 5 de ce même décret précise que le respect des niveaux sonores admissibles sera obtenu par un traitement direct de l'infrastructure ou de ses abords, mais que si cette action à la source ne permet pas d'atteindre les objectifs réglementaires alors un traitement sur le bâti pourra être envisagé ;
- L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995 fixe les valeurs des niveaux sonores maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle en fonction de l'usage et de la nature des locaux concernés et tient également compte de l'ambiance sonore existante avant la construction de la voie nouvelle. Cet arrêté traite également l'aménagement de route existante ;
- L'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires qui précise les règles à appliquer par les maîtres d'ouvrages de voies ferroviaires pour la construction des voies nouvelles ou l'aménagement de voies existantes ;
- La Circulaire ministérielle du 28 février 2002, relative aux politiques de prévention et de résorption du bruit ferroviaire ;
- La Directive 2002/49/CE du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, introduit la réalisation de cartes de bruit en Lden et Ln (indices européens).

#### 1.5.1.2. Points Noirs du Bruit

- Circulaire du 12 juin 2001, relative à l'observatoire du bruit des transports terrestres et à la résorption des Points Noirs Bruit ;
- Décret n° 2002-867 du 3 mai 2002 (et l'arrêté de la même date), précisant les modalités de subventions accordées par l'Etat concernant les opérations d'isolation acoustique des Points Noirs Bruit des réseaux routiers et ferroviaires nationaux ;
- Circulaire du 25 mai 2004 relative aux instructions à suivre concernant les observatoires du bruit des transports terrestres, le recensement des points noirs bruit et la résorption des points noirs des réseaux routiers et ferroviaires nationaux.

#### 1.5.1.3. Classement sonore des infrastructures

- Décret n° 95-21 du 9 janvier 1995, relatif au classement sonore des infrastructures de transports terrestres ;
- Arrêté du 30 mai 1996, relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et de l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- Arrêté du 25 avril 2003, relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement.

#### 1.5.1.4. Cartographie du bruit

- Décret n°2006-361 du 24 mars 2006, relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme ;
- Arrêté du 4 avril 2006, relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement ;
- Circulaire du 7 juin 2007, relative à l'élaboration des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

#### 1.5.1.5. Activités et équipements techniques

- Code de l'environnement : article R. 571-31 ;
- Code de la sante : article R. 1334-30 à article R. 1334-37 ;
- Décret 2006-1099 du 31 Août 2006, « relatif à la lutte contre les bruits de voisinage » ;
- Arrêté du 5 décembre 2006, relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage.

1.5.1.6. Règlementation relative aux projets d'infrastructures routièresBâtiments concernés

Le maître d'ouvrage n'est tenu de protéger que les bâtiments « antérieurs » à la voie nouvelle ou à la modification (article 9). Les bâtiments concernés par la réglementation sont : les établissements de santé, de soins et d'action sociale, les établissements d'enseignement (sauf ateliers bruyants et locaux sportifs), les logements, les locaux à usage de bureaux en zone préexistante modérée.

Seuils réglementaires

Le décret du 9 janvier 1995, mentionne les deux cas classiques de projet, d'une part la création d'une infrastructure nouvelle et d'autre part la modification ou la transformation d'une infrastructure existante.

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

Critères d'ambiance sonore

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 tel que LAeq (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A) ».

Pour les locaux qui ne sont pas cités, il n'y a pas de valeur maximale admissible qui s'applique.

C'est le niveau de bruit ambiant, avant travaux, qui doit être pris en compte pour l'évaluation de ce critère. Il correspond au bruit total existant avant la réalisation des travaux et incluant les bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.

**Figure 9 : Ambiance sonore selon critères de l'arrêté du 5 mai 1995**

Bruit ambiant avant travaux en dB(A)		Qualification du type d'ambiance sonore
LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	
<65	<60	« Modéré »
≥65	<60	« Modéré de nuit »
<65	≥60	« Non modérée »
≥65	≥60	« Non modérée »

1.5.1.7. Création de voie nouvelle

Les seuils réglementaires sont décrits ci-dessous selon l'arrêté du 5 mai 1995 qui présente les niveaux maximums admissibles pour le cas de « création d'une infrastructure nouvelle » et précisé par la circulaire n°97-110 selon le tableau suivant.

**Figure 10 : Objectifs acoustiques réglementaires en cas de création de voie nouvelle**

Bruit ambiant avant travaux en dB(A)		Qualification du type d'ambiance sonore	Contribution sonore maximale admissible de l'infrastructure, dans le cas d'infrastructures nouvelles dB(A)	
LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h		LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h
<65	<60	« Modéré »	60	55
≥65	<60	« Modéré de nuit »	65	55
<65	≥60	« Non modérée »	65	60
≥65	≥60	« Non modérée »	65	60

1.5.1.8. Modification d'une voie existante

« Est considérée comme significative, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs, telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains (6h-22h, 22h-6h), serait supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou transformation ».

Sont exclus de cette définition les travaux de renforcement de chaussées, les travaux d'entretien, les aménagements ponctuels et les aménagements de carrefours non dénivelés (article 3).

« Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, le niveau sonore résultant devra respecter les principes suivants :

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux seuils applicables à une route nouvelle, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne devra pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne ».

Figure 11 : Objectifs acoustiques réglementaires en cas de modification d'une voie existante

Nature des locaux		Type de zone d'ambiance sonore	Période diurne		Période nocturne	
			Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq(6h-22h)	Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq(6h-22h)	Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq(22h-6h)	Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq(22h-6h)
Logements		Modérée	≤60 dB(A)	60 dB(A)	≤55 dB(A)	55 dB(A)
			> 60 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 65 dB(A)	> 55 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 60 dB(A)
		Modérée de nuit	Quelle qu'elle soit	65 dB(A)	≤55 dB(A)	55 dB(A)
					> 55 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 60 dB(A)
Non modérée	Quelle qu'elle soit	65 dB(A)	Quelle qu'elle soit	60 dB(A)		
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	Salles de soins et salles réservées au séjour de malades	-	≤57 dB(A)	57 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		-	> 57 dB(A)	Contribution plafonnée à 65 dB(A)	> 55 dB(A)	Contribution plafonnée à 60 dB(A)
	Autres locaux	-	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		-	> 60 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 65 dB(A)	> 55 dB(A)	Contribution plafonnée à 60 dB(A)
Établissements d'enseignement (sauf ateliers bruyants et les locaux sportifs)		-	≤60 dB(A)	60 dB(A)	≤55 dB(A)	55 dB(A)
		-	> 60 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 65 dB(A)	> 55 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux		Modérée		65 dB(A)		

Par ses différentes composantes, le projet correspond aux deux cas de figure envisageables en matière de travaux d'infrastructures routières :

- **Création de voie nouvelle : aménagement d'un parking à usage du personnel et voie de desserte, au nord du futur collège relocalisé ;**
- **Modification d'une infrastructure existante : réaménagement du boulevard des Rayettes au droit du futur collège relocalisé avec aménagement de giratoires et réaménagement partiel du parking du lycée en une zone BUS et dépose minute, aménagement d'un giratoire entre la route de Saint-Macaire et la future voie d'accès à usage du personnel.**

### 1.5.2. Modélisation acoustique

#### 1.5.2.1. Méthode de modélisation

La modélisation mathématique de la zone d'étude est réalisée en trois dimensions au moyen du logiciel CadnaA v2019 développé par la société DATAKUSTIC. Ce logiciel est conforme à la norme NF S31-133 « Acoustique – Bruit dans l'environnement – Calcul de niveaux sonores », de février 2011.

Les calculs de propagation du bruit incluant les effets météorologiques et des émissions sonores dues au trafic routier ont été réalisés respectivement suivant les prescriptions de la norme NF S31-133 / 2011 et du manuel « Préviation du bruit routier - 1 - Calcul des émissions sonores dues au trafic routier », édition SETRA 2009.

L'influence des conditions météorologiques (facteurs thermiques, vitesse et direction du vent) est significative à partir d'une distance à la voie de 100m. Il est donc nécessaire de prendre en compte les effets météorologiques sur la propagation des niveaux de bruit dans la cartographie. Les valeurs des occurrences météorologiques sur les trois périodes sont consignées en annexe de la norme NF S 31-133/2011.

#### 1.5.2.2. Construction du modèle numérique

##### Elaboration du modèle de propagation acoustique

Le modèle acoustique est basé sur :

- Les émissions sonores de chaque voie qui sont calculées en fonction des paramètres de trafics (nombre de véhicules, pourcentage PL, vitesse...) sur la période considérée ;
- La propagation acoustique en trois dimensions selon les configurations des voies (déblai, remblai, terrain naturel), de l'exposition des bâtiments selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), de la nature du sol et de l'absorption dans l'air ;
- Les caractéristiques de l'urbanisme : les simulations considèrent le bâtiment étudié en présence des autres bâtiments voisins et les effets éventuels de masque ou de réflexion dus aux autres bâtiments ;
- Les conditions météorologiques suivant la méthode de propagation du bruit incluant les effets météorologiques dite « NMPB 2008 ».

##### Données d'entrée

La modélisation de la zone d'étude et les simulations acoustiques ont été réalisées à partir des données initiales disponibles suivantes :

- Topographie du site : BDTopo® de l'IGN qui est une modélisation 3D du territoire et de ses infrastructures et permet ainsi d'avoir une approche détaillée ; en effet, elle est saisie par photogrammétrie à partir de photos à l'échelle 1:25 000ème . Au sein de cette BD TOPO®, plusieurs couches ont été utilisées :
  - couche « orographie »(format shp) permettant d'insérer les objets matérialisant le relief notamment les talus, buttes et murs de soutènement,
  - couche « routes », permettant une description du réseau routier et de ses éléments d'habillage. La couche route est également utilisée pour mailler de manière plus fine le terrain si besoin,
  - couche « bâtiment », permettant d'avoir accès à la structuration du bâti (surface, hauteur, nombre d'étages) ainsi qu'à sa nature.
- Données de trafic routier : étude de trafic TRANSITEC « Aménagement des futurs espaces extérieurs » datée de juin 2019.

##### Hypothèses

Les paramètres de calcul retenus pour la construction et le calage du modèle sont les suivants :

- Coefficient d'absorption acoustique du sol :  $G=1$  - ce coefficient correspond à une terre non compactée selon le guide sur la prévision du bruit routier du SETRA, édition juin 2009, c'est-à-dire avec des propriétés acoustiques très absorbantes. Le coefficient moyen ici retenu est adapté à la nature majoritairement naturelle du site d'implantation ;
- Distance de propagation : 2 000 m - toutes les sources de bruit situées jusqu'à une distance de 2 000 m par rapport au récepteur sont prises en compte par le logiciel permettant une recherche quasi-exhaustive des sources de bruit de type routières sur un périmètre suffisamment large quel que soit le niveau d'émission ;
- Ordre de réflexion maximale : 3 - les rayons réfléchis jusqu'à 3 fois avant d'atteindre un point récepteur sont recherchés. L'ordre maximal ici retenu et permet une recherche quasi-exhaustive des rayons réfléchis par les différents obstacles. Le nombre de réflexion est ici particulièrement adapté considérant le caractère urbain de la périphérie de la zone de projet ;
- Classes de performance acoustique des revêtements de chaussée suivant le guide sur la prévision du bruit routier édité par le SETRA, édition juin 2009 (R1 étant la moins bruyante et R3 la plus bruyante) : R2 – Hypothèse basée sur l'observation visuelle du revêtement (déformations, fissurations, pontages) et les résultats des mesures ;

- Occurrences météorologiques favorables : données statistiques d'Aix-en-Provence implémentée dans la base de données du logiciel.

#### 1.5.2.3. Validation du modèle numérique

A partir des données d'entrée et paramètres de calculs précédemment décrits, les niveaux de bruit sont calculés au moyen du modèle numérique de propagation acoustique puis comparés aux niveaux de bruit mesurés sur site.

L'écart admissible entre la valeur mesurée sur le terrain et la valeur calculée au moyen du modèle acoustique ne peut excéder 2 dB(A) en valeur absolue pour la validation du modèle acoustique.

Dans le cas présent, seul le point de mesure PF1 est pris en considération pour le calage et la validation du modèle car réalisé sur une durée d'acquisition de 24h et situé à proximité immédiate d'un axe routier suffisamment circulé à savoir le boulevard des Rayettes.

**Figure 12 : Vérification du calage du modèle acoustique**

	LAeq (6h-22h)			LAeq (22h-6h)		
	Mesuré	Calculé	Ecart	Mesuré	Calculé	Ecart
PF1	59	61	2	51	50	-1

Les écarts relevés entre les niveaux de bruit mesurés sur site et les niveaux calculés respectent bien la limite admissible de 2 dB(A). Ces écarts sont très probablement liés à la localisation du point de mesure au droit d'un carrefour à feu dont les cycles modifient les conditions de circulation (décélération des véhicules, arrêt, redémarrage) et dans les limites de précision et d'exhaustivité de la base de données de l'IGN.

#### Le modèle numérique de propagation acoustique est validé.

##### 1.5.3. Modélisation numérique du projet

Le futur collège relocalisé et les aménagements extérieurs ont été modélisés à partir du fichier « p\_2019\_05\_22\_abords college-APS-VRD », transmis par BERIM le 02/09/2019. Suivant les indications de BERIM, les aménagements extérieurs ont été modélisés au niveau du terrain naturel selon données IGN.

La modélisation acoustique du tracé routier a été réalisée par intégration au sein du modèle acoustique de base validé par les mesures de terrains. L'objectif est de réaliser un modèle proche de la réalité sur le plan acoustique en termes d'émission, de propagation et de réception.

Les données trafic utilisées sont extraites de l'étude de trafic TRANSITEC « Aménagement des futurs espaces extérieurs » datée de juin 2019. La répartition du trafic par période réglementaire a été obtenue par application des formules d'estimation des débits moyens horaires pour les véhicules légers et les poids-lourds, issues de la note d'information du SETRA n°77 publiée en avril 2007.

La vitesse de circulation en section courante est prise égale à la vitesse réglementaire d'après relevés des panneaux sur site. Dans les giratoires, la vitesse de circulation est prise égale à 40km/h pour les véhicules légers et 30 km/h pour les poids-lourds.



## 1.6. Impact acoustique du projet

Afin d'analyser l'impact acoustique du projet, le niveau de pression acoustique est calculé en façade des bâtiments au niveau de récepteurs théoriques créés dans le modèle. Les niveaux de pression acoustique sur chaque récepteur sont ensuite comparés avec les seuils acoustiques définis par la réglementation.

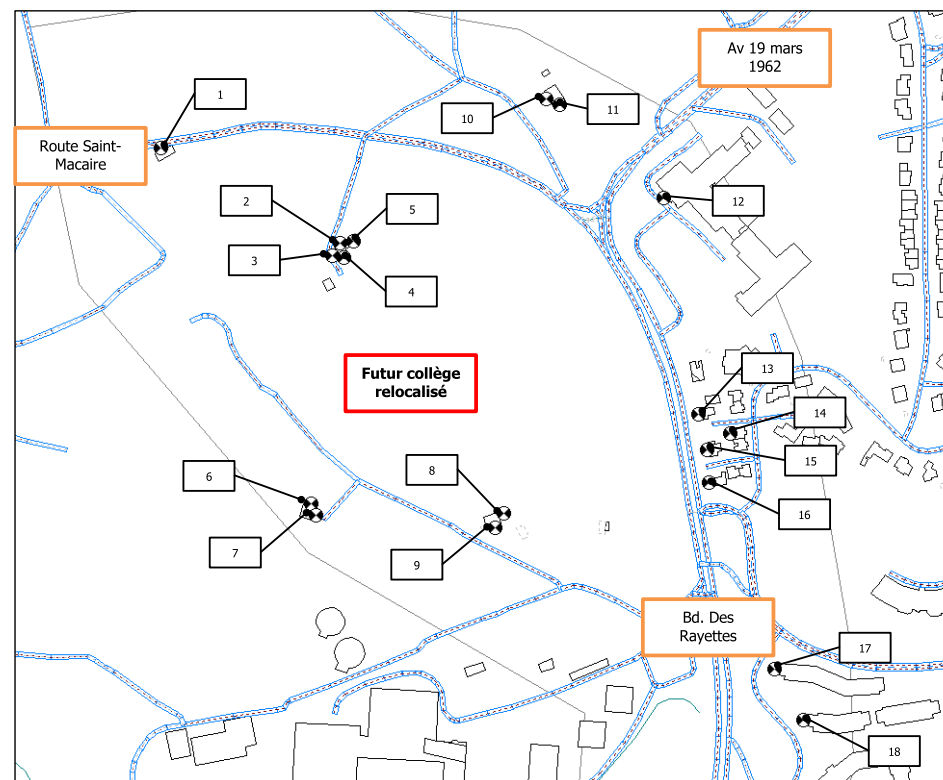
Les planches ci-après permettent de localiser les différents bâtiments situés dans le périmètre de l'étude acoustique ainsi que les récepteurs associés à chacun de ces bâtiments pour l'analyse de l'impact acoustique du projet.

Les données trafic utilisées pour le calcul des niveaux sonores avec et sans projet sont reprises de l'étude de trafic TRANSITEC « Aménagement des futurs espaces extérieurs » datée de juin 2019. L'horizon de référence correspond à la mise en service prévisionnelle soit 2022.

Les tableaux ci-après détaillent, pour chaque cas de figure :

- Les niveaux sonores en façade des bâtiments ;
- Les seuils réglementaires applicables ;
- Le respect des seuils réglementaires.

Figure 13 : Localisation des récepteurs – secteurs Saint-Macaire/boulevard des Rayettes



## 1.6.1. Impact acoustique de la nouvelle voie de desserte et du parking à usage du personnel

La vérification des seuils réglementaires relatifs à la circulation des véhicules sur les aménagements réalisés *ex-nihilo* s'applique uniquement à l'habitation située entre le futur collège relocalisé et la route de Saint-Macaire (récepteurs 2 à 5). Le niveau sonore a été calculé pour chaque façade de cette habitation.

Figure 14 : Localisation des récepteurs - secteur boulevard des Rayettes

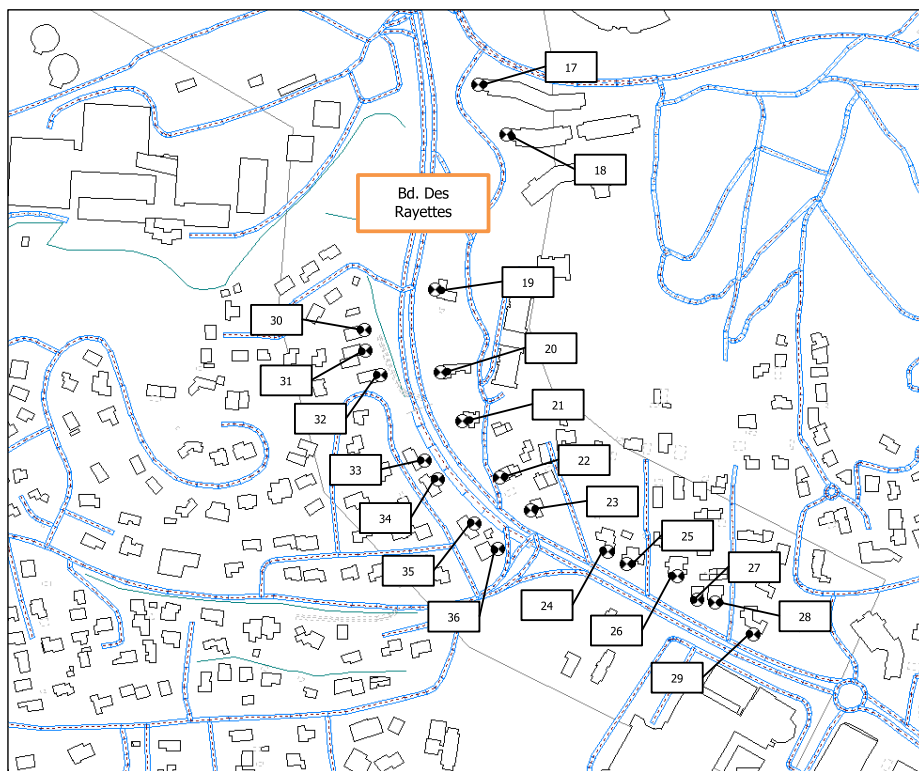


Figure 15 : Contribution sonore future de la voie de desserte et du parking à usage du personnel

Récepteur	Façade	Contribution projet seul*	Objectif réglementaire	Respect objectif sans protection
		LAeq(6h-22h) dB(A)	LAeq(6h-22h) dB(A)	LAeq(6h-22h) dB(A)
002 0	Nord	26.0	60	oui
003 0	Ouest	10.5	60	oui
004 0	Sud	35.5	60	oui
005 0	Est	37.0	60	oui

Remarque : les contributions sonores sont arrondies à 0.5 dB(A) près majoré.

Le tableau ci-dessus montre que la contribution sonore liée à la circulation des véhicules à moteur sur la future voie de desserte et le parking à usage du personnel est très modeste, comprise entre 35,5 dB(A) et 37 dB(A) au niveau des façades directement exposées aux futurs aménagements. Cette faible contribution s'explique par un trafic peu élevé et circonscrit dans la journée aux heures de rentrée et de sortie. La contribution de nuit n'a pas été calculée, la circulation des véhicules lié au collège sur la plage 22h-6h étant considérée comme marginale s'agissant d'un établissement scolaire.

**La circulation des véhicules sur la voie de desserte et le parking à usage du personnel n'entraînera pas de dépassement des seuils acoustiques réglementaires.**

**Aucune protection n'est requise réglementairement.**

1.6.2. Impact acoustique des aménagements des futurs espaces extérieurs

La vérification des seuils acoustiques réglementaires en lien avec la modification des espaces extérieurs (recalibrage du boulevard des Rayettes, aménagement de carrefours giratoires, aménagement d'une zone bus et dépose-minute) est faite en façade des bâtiments bordant la route de Saint-Macaire et le boulevard des Rayettes.

Figure 16 : Niveaux sonores en façade des aménagements des futurs espaces extérieurs

Récepteur	Etage	Situation future SANS projet		Situation future AVEC projet		Respect objectif sans protection	
		LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
001 0	Rdc	69.0	61.0	69.0	61.0	0.0	0.0
002 0	Rdc	49.5	41.5	48.5	41.0	-1.0	-0.5
003 0	Rdc	44.5	36.5	44.5	36.5	0.0	0.0
004 0	Rdc	43.0	37.0	43.5	36.5	0.5	-0.5
005 0	Rdc	49.5	42.0	49.0	41.0	-0.5	-1.0
006 0	Rdc	45.5	39.0	42.5	35.0	-3.0	-4.0
006 1	Rdc	46.0	39.0	43.0	35.5	-3.0	-3.5
007 0	1	43.5	37.5	36.5	30.5	-7.0	-7.0
007 1	Rdc	43.5	37.0	37.5	31.0	-6.0	-6.0
008 0	1	47.0	40.0	45.5	39.0	-1.5	-1.0
009 0	Rdc	42.0	35.0	41.5	35.0	-0.5	0.0
010 0	Rdc	50.5	42.5	49.5	42.0	-1.0	-0.5
011 0	Rdc	51.5	44.0	50.5	43.0	-1.0	-1.0
012 0	Rdc	56.5	48.5	54.5	47.0	-2.0	-1.5
012 1	Rdc	59.5	51.5	57.5	49.5	-2.0	-2.0
013 0	1	65.0	57.0	63.0	55.0	-2.0	-2.0
013 1	Rdc	65.0	57.0	62.5	54.5	-2.5	-2.5

Récepteur	Etage	Situation future SANS projet		Situation future AVEC projet		Respect objectif sans protection	
		LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
014 0	1	64.0	56.0	62.5	54.5	-1.5	-1.5
014 1	Rdc	65.0	57.0	63.5	55.5	-1.5	-1.5
015 0	1	65.5	57.5	64.5	56.5	-1.0	-1.0
015 1	Rdc	66.0	57.5	65.0	57.0	-1.0	-0.5
016 0	1	55.5	47.5	54.0	46.0	-1.5	-1.5
016 1	Rdc	58.0	50.0	56.5	48.5	-1.5	-1.5
017 0	1	56.0	48.0	55.5	47.5	-0.5	-0.5
018 0	Rdc	50.5	42.5	48.5	40.5	-2.0	-2.0
019 0	Rdc	64.0	56.0	64.0	56.0	0.0	0.0
019 1	Rdc	65.0	57.0	65.0	56.5	0.0	-0.5
020 0	1	63.5	55.0	63.5	55.0	0.0	0.0
020 1	Rdc	64.5	56.0	64.5	56.0	0.0	0.0
021 0	1	61.5	53.5	61.5	53.5	0.0	0.0
021 1	Rdc	63.0	55.0	63.0	55.0	0.0	0.0
022 0	1	63.5	55.5	63.5	55.5	0.0	0.0
022 1	Rdc	64.0	56.0	64.0	56.0	0.0	0.0
023 0	1	64.0	55.5	64.0	56.0	0.0	0.5
023 1	Rdc	63.5	55.5	64.0	55.5	0.5	0.0
024 0	1	64.5	56.0	64.5	56.0	0.0	0.0
025 0	Rdc	65.0	57.0	65.0	57.0	0.0	0.0
026 0	Rdc	61.5	53.0	61.5	53.0	0.0	0.0
027 0	Rdc	64.0	56.0	64.0	56.0	0.0	0.0
028 0	Rdc	62.0	54.0	62.5	54.0	0.5	0.0

Récepteur	Etage	Situation future SANS projet		Situation future AVEC projet		Respect objectif sans protection	
		LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
<b>029 0</b>	<b>Rdc</b>	66.0	57.5	66.0	57.5	0.0	0.0
<b>030 0</b>	<b>Rdc</b>	57.5	49.0	57.5	49.0	0.0	0.0
<b>031 0</b>	<b>Rdc</b>	55.0	47.0	55.0	47.0	0.0	0.0
<b>032 0</b>	<b>Rdc</b>	54.0	46.0	54.0	46.0	0.0	0.0
<b>033 0</b>	<b>Rdc</b>	62.5	54.5	62.5	54.5	0.0	0.0
<b>034 0</b>	<b>Rdc</b>	61.5	53.5	61.5	53.5	0.0	0.0
<b>035 0</b>	<b>Rdc</b>	61.5	53.5	61.5	53.5	0.0	0.0
<b>036 0</b>	<b>Rdc</b>	61.0	53.0	61.0	53.0	0.0	0.0

Remarque : les niveaux sonores sont arrondis à 0.5 dB(A) près majoré.

Le tableau ci-dessus montre que la relocalisation du collège n'engendrera pas de modification sensible du niveau sonore en façade des habitations. De plus, les aménagements extérieurs prévus sur le boulevard des Rayettes (création de giratoires) entraîneront une réduction des niveaux sonores en façade grâce à l'effet bénéfique de la réduction de la vitesse.

**Le projet n'engendrera pas de transformation significative du niveau sonore.**

**Aucune protection n'est requise réglementairement.**

La carte ci-après représentent les niveaux de bruit prévisionnels aux états futurs avec et sans le projet de relocalisation du collège.

Figure 17 : Carte de bruit prévisionnel à l'état futur SANS PROJET (à 4,5m de hauteur)

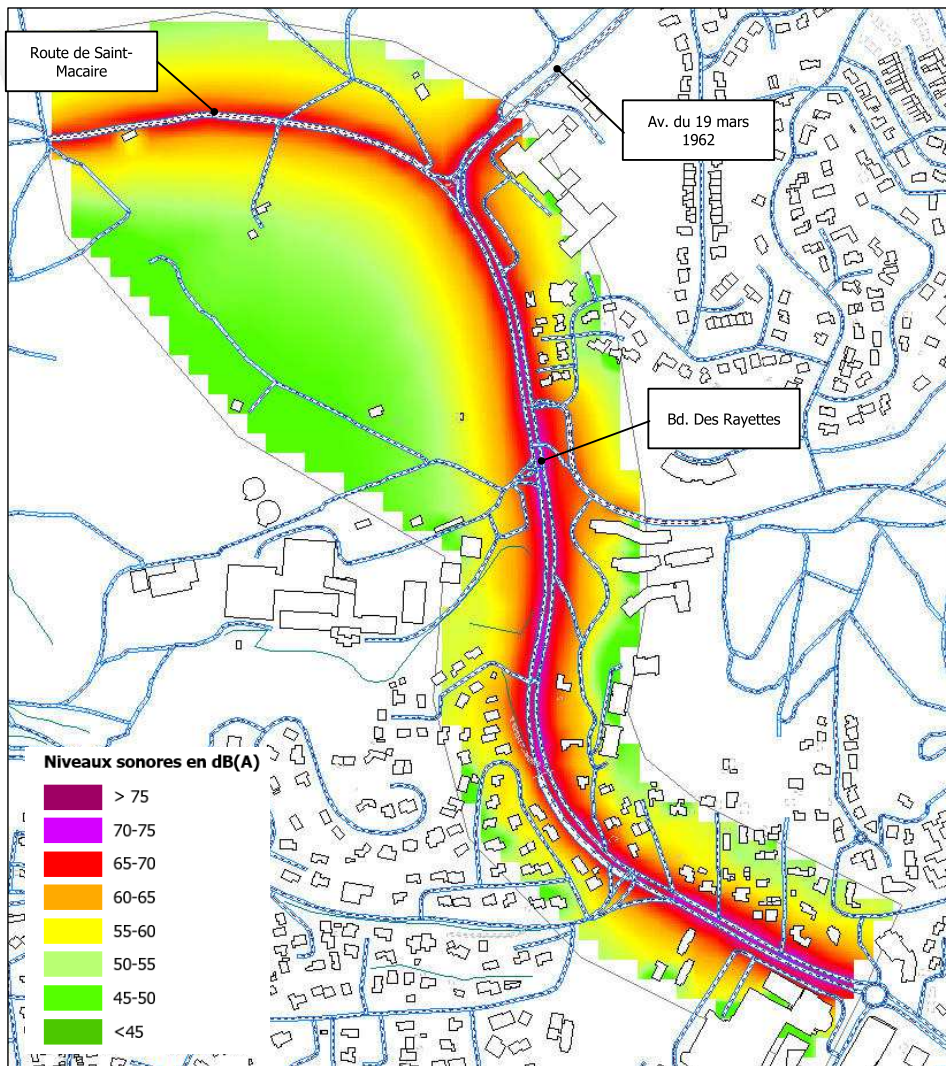
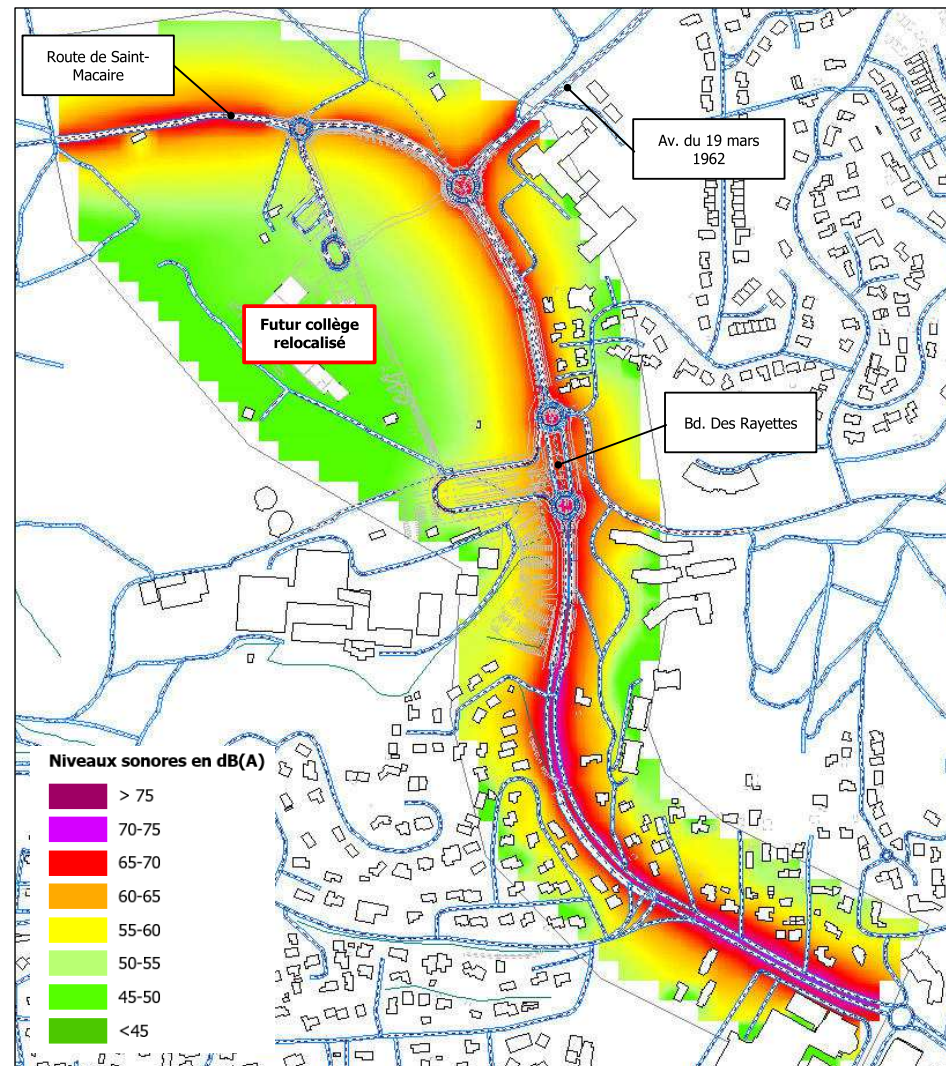


Figure 18 : Carte de bruit prévisionnel à l'état futur AVEC PROJET (à 4,5m de hauteur)



### 1.7. Conclusions

La présente étude acoustique démontre que :

- La zone d'implantation du projet s'inscrit une ambiance sonore modérée, au sens réglementaire ;
- La circulation des véhicules sur la voie de desserte et le parking à usage du personnel n'entraînera pas de dépassement des seuils acoustiques réglementaires ;
- Le projet n'engendrera pas de transformation significative du niveau sonore. La création de giratoires sur le boulevard des Rayettes aura même un effet bénéfique sur les niveaux sonores en façade ;
- Aucune protection n'est requise réglementairement.

## 2. ETUDE AIR ET SANTE

### 2.1. Notions générales

#### 2.1.1. Généralités sur la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est définie selon la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (loi 96-1236 du 30 décembre 1996 intégrée au Code de l'Environnement – LAURE) de la façon suivante :

« Constitue une pollution atmosphérique [...] l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les échanges climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ».

Les effets de la pollution atmosphérique se décomposent selon trois échelles spatiales qui dépendent de la capacité des polluants à migrer et de leur impact sur l'environnement :

- l'échelle locale (ville) concerne les polluants ayant un effet direct sur la santé des personnes et les matériaux. Cette pollution est couramment mesurée par les associations agréées de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA).
- l'échelle régionale (environ 100 km) impactée par des phénomènes de transformations physico-chimiques complexes tels que les pluies acides ou la formation d'ozone troposphérique.
- l'échelle globale (environ 1 000 km) dépend des polluants ayant un impact au niveau planétaire comme la réduction de la couche d'ozone ou le changement climatique (gaz à effet de serre).

Les polluants atmosphériques peuvent être classés selon plusieurs groupes ou familles en fonction de leur origine, de leur nature ou de leur action (effets sanitaires ou réchauffement climatique). Ces différents classements permettent de hiérarchiser les polluants selon différentes problématiques environnementales.

- les polluants primaires et secondaires : les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant. *A contrario* les polluants secondaires sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (exemple : l'ozone troposphérique).
- les polluants gazeux, semi-volatils et particulaires : les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemple les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les composés particulaires sont étudiés en prenant en compte leur nature chimique mais également en fonction de leur taille. Il existe ainsi différentes catégories chimiques, telles que les métaux lourds, et différentes tailles de particules définies selon leur diamètre : les PM10, les PM2.5 et les PM1 qui correspondent respectivement aux particules de tailles inférieures à 10, 2,5 et 1 micron.

- les polluants organiques persistants qui possèdent une grande stabilité chimique contaminent la chaîne alimentaire par un transfert du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- les métaux lourds.
- les composés organiques volatils (COV) regroupent un panel très large de composés (benzène, aldéhydes, composés chlorés...).
- les gaz à effet de serre sont des composés ayant un forçage radiatif important (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane). Le forçage radiatif d'une molécule correspond à sa capacité à absorber le rayonnement solaire dans l'infrarouge.

#### 2.1.2. Les principes d'action de la pollution atmosphérique sur la santé

Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont les conséquences d'interactions complexes entre une multitude de composés. Ces effets sont quantifiables lors d'études épidémiologiques qui mettent en parallèle des indicateurs de la pollution atmosphérique aux nombres d'hospitalisation ou au taux de morbidité.

On recense deux types d'effets :

- les effets aigus qui résultent de l'exposition d'individus sur une durée courte. Ils s'observent immédiatement ou dans les jours qui suivent l'exposition.
- les effets chroniques qui découlent d'une exposition sur le long terme (une vie entière). Ils sont plus difficiles à évaluer car l'association entre les niveaux de pollution et l'exposition n'est pas immédiate.

Les effets aigus ont été évalués au travers de nombreuses études :

- le programme ERPURS (Évaluation des Risques de la Pollution URbaine pour la Santé) piloté par l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) d'Ile-de-France montre un excès de risque relatif de 0,9 % pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des concentrations en composés gazeux ou particulaires.
- le programme PSAS-9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain) coordonné par l'INVS met en évidence des résultats similaires avec un excès de risque relatif de 0,5 à 1,3 % pour 1 journée d'exposition mais qui atteint 5,1 % pour 5 jours d'exposition consécutifs.
- concernant les effets chroniques, l'étude Aphekom a récemment montré que si les niveaux de particules fines PM2,5 étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (figure 14). La pollution atmosphérique, en plus d'augmenter la mortalité, génère d'autres effets sanitaires de sévérité croissante qui touchent une plus large part de la population (figure 15).

Figure 19 : Gain d'espérance de vie pour les personnes de 30 ans et plus dans 25 villes européennes si les niveaux annuels moyens en PM<sub>2,5</sub> étaient ramenés à la valeur guide OMS de 10 µg/m<sup>3</sup> Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003

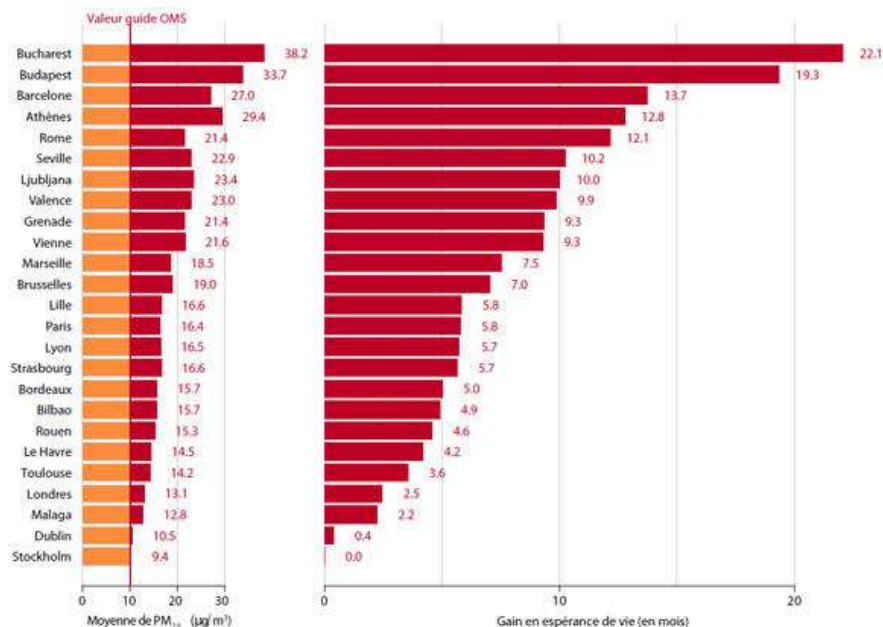


Figure 20 : Pyramide des effets de la pollution atmosphérique : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de gens touchés augmente ; Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003



### 2.1.3. Les principaux polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis car ils sont représentatifs de certains types de pollution (industrielle ou automobile) et/ou parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont avérés. Pour ces derniers, différentes directives de l'union européenne, retranscrites pour la plupart en droit national, s'appliquent et définissent des valeurs seuils de concentration à respecter.

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants.

#### ➤ Dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub>

Origine : Le dioxyde de soufre est principalement émis par les secteurs de la production d'énergie (raffinage du pétrole, production d'électricité) et de l'industrie manufacturière (entreprises chimiques). C'est un polluant indicateur de pollution d'origine industrielle.

Effet sur la santé : Il peut entraîner des inflammations chroniques, une altération de la fonction respiratoire et des symptômes de toux.



➤ **Particules fines PM10 et les PM2,5**

Origine : Les particules fines peuvent être distinguées selon leur diamètre, en PM10 (diamètre inférieur à 10 µm) et PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5 µm). Les combustions industrielles, le transport, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont des émetteurs de particules en suspension.

Les particules peuvent être transportées sur de longues distances et faire l'objet de phénomènes de réémission une fois déposées.

Effets sur la santé : Les particules, composées de polluants organiques et chimiques, se fixent à l'intérieur des poumons, en particulier les plus fines (PM2,5) qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Elles sont ainsi la cause de nombreux décès prématurés et de l'aggravation de maladies cardio-vasculaires et respiratoires (asthme).

➤ **Oxydes d'azote : NOx**

Origine : Les oxydes d'azote comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion. En contexte urbain, la principale source de NOx est le trafic routier. Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et se transforme en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Il est à noter que les installations de combustion ou encore les pratiques agricoles et industrielles sont, dans une moindre mesure, sources d'émissions en NOx.

Effets sur la santé : Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches.

➤ **Monoxyde de carbone : CO**

Origine : Il provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants. Des taux importants de CO peuvent provenir d'un moteur qui tourne dans un espace clos, d'une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts ou du mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage.

Effets sur la santé : Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang et peut être à l'origine d'intoxications aiguës. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychologiques.

➤ **Composés Organiques Volatils : COV**

Origine : Les composés organiques volatils sont libérés lors de l'évaporation des carburants, ou dans les gaz d'échappement. Ils sont émis majoritairement par le trafic automobile, le reste des émissions provenant de processus industriels de combustion. Cette famille comprend de nombreux composés regroupés dans les sous-familles des alcanes, des alcènes et alcynes, des aldéhydes et cétones, des hydrocarbures aromatiques monocycliques et des hydrocarbures halogénés. En termes de qualité de l'air on évoque le plus souvent la sous-

famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques dont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont les composés les plus caractéristiques.

Effets sur la santé :

- *Benzène* : Parmi les composés organiques volatils, qui comprennent un grand nombre de substances, le benzène est un composé majeur en termes d'impact sanitaire. C'est un cancérigène notoire (classé cancérigène de catégorie A pour l'homme par l'Union européenne).

- *Toluène* : Il a été démontré que l'exposition au toluène provoquait une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, des étourdissements et une sensation d'ivresse. Elle a également été associée à des effets neurologiques, y compris une baisse de la performance dans les tests de mémoire à court terme, d'attention et de concentration, de balayage visuel et perceptivo-moteurs, et de dextérité digitale lors de l'accomplissement d'activités physiques ainsi qu'à des effets négatifs sur la vision des couleurs et la capacité auditive.

- *Ethylbenzène* : Les effets de ce polluant sur la santé humaine sont mal connus. En raison des effets nocifs constatés chez les animaux lors de tests, ce dernier a été classé comme peut-être cancérigène par le Centre International de Recherche sur le Cancer (groupe 2 B).

- *Xylènes* : Pour les trois formes de xylènes, les scientifiques ont constaté des effets similaires. A des concentrations de fond et pour une exposition quotidienne, aucun effet n'a été observé sur la santé. Pour une exposition de courte durée à des concentrations élevées les effets possibles sont une irritation de la peau, des yeux, du nez, de la gorge, des difficultés à respirer, une altération de la fonction pulmonaire, une réponse tardive à un stimulus visuel, des troubles de la mémoire ; des malaises à l'estomac, et des changements dans le foie et les reins. Une exposition à court ou à long terme à de fortes concentrations peut entraîner des troubles sur le système nerveux.

➤ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : HAP**

Origine : Les HAP sont formés lors de combustions incomplètes (bois, charbon, fioul, essence, goudrons de houille, cigarettes...) puis rejetés dans l'atmosphère. Cette famille comprend des composés tels que l'anthracène, le chrysène, le naphthalène, le benzo(a) pyrène.

Effets sur la santé : Les HAP ont principalement des effets cancérigènes (pour le naphthalène cela n'a pas été clairement démontré), toxiques pour la reproduction (uniquement pour le benzo (a)pyrène), mutagènes (benzo (a)pyrène et autres HAP à plusieurs cycles).

➤ **Ozone : O<sub>3</sub>**

Origine : L'ozone est un polluant secondaire (pas de source directe, formation à partir de réactions chimiques dans l'atmosphère) dont la production dépend des conditions climatiques (favorables lors de fort ensoleillement, températures élevées et absence de vent) et de la présence de précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils).

Effets sur la santé : L'ozone est un puissant oxydant pouvant agir essentiellement au niveau pulmonaire selon différents mécanismes à l'origine d'une réaction inflammatoire.

➤ **Les métaux lourds**

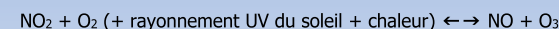
Origine : Cette famille comprend le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels. Le plomb pour sa part était principalement émis par le trafic routier jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée en 2000.

Effets sur la santé : Ces polluants peuvent s'accumuler dans l'organisme, avec des effets toxiques à plus ou moins long terme.

**Précisions sur la photochimie/formation de l'ozone**

L'ozone est formé lors de réactions photochimiques atmosphériques sous l'action du rayonnement solaire (principalement lors des journées chaudes de l'été). Ces réactions sont complexes et nécessitent, pour être initiées, de la présence de plusieurs espèces de polluants appelés les « précurseurs » de l'ozone à des gammes de concentrations précises : les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les composés organiques volatiles (COV).

Les concentrations en ozone dans la couche atmosphérique la plus basse, la troposphère, dépendent dans un premier temps d'un équilibre photochimique. Une réaction à l'équilibre signifie qu'elle s'effectue dans les deux sens. Dans le cas de l'ozone, le NO<sub>2</sub>, sous l'action du rayonnement UV, se photolyse en NO et un radical qui réagit avec l'oxygène de l'air pour devenir une molécule d'ozone. L'ozone réagit alors avec la molécule de NO précédemment formée pour redevenir du NO<sub>2</sub>. Il y a donc quasiment simultanément formation et destruction de l'ozone. Le cycle recommence jusqu'à ce que le rayonnement solaire ne soit plus suffisant.



Ce cycle n'entraîne donc pas d'augmentation des concentrations en ozone. En revanche la présence de COV perturbe cet équilibre. En effet, le rayonnement solaire va générer des radicaux qui vont oxyder les COV, devenant eux même des espèces radicalaires très réactives. Ces nouveaux composés vont modifier le précédent cycle en prenant la place de l'ozone. L'ozone n'est alors plus détruit par le NO qui va réagir préférentiellement avec les COV oxydés radicalaires. L'ozone va par conséquent s'accumuler dans l'atmosphère. Le cycle se répète jusqu'à ce que le rayonnement solaire baisse ou que les concentrations en COV ne soient plus suffisantes.

Hors conditions atmosphériques particulières, forte inversion thermique ou période anticyclonique

#### 2.1.4. Définition des valeurs réglementaires

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis car ils sont représentatifs de certains types de pollution (industrielle ou automobile) et/ou parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont avérés. Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique dont la liste est fixée par l'arrêté du 19 avril 2017 (abrogeant le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010) sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>),
- Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>),
- Particules PM10,
- Particules PM2,5
- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),
- Ozone (O<sub>3</sub>),
- Monoxyde de carbone (CO),
- Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>),
- Plomb (Pb) Arsenic (As) Cadmium (Cd) Nickel (Ni)
- Benzo [a] pyrène (B [a] P)

Différentes typologies de seuil sont définies :

« 5° Objectif de qualité, un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, 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 ;

« 6° Valeur cible, un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;

« 7° Valeur limite, un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;

« 10° Seuil d'information et de recommandation, un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;

« 11° Seuil d'alerte, un niveau 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... »

Le tableau ci-après reprend les principaux seuils réglementaires.

**Tableau 1 : Réglementation sur la qualité de l'air**

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuils de recommandation et d'information du public	Seuils d'alerte
NO <sub>2</sub> Dioxyde d'azote	<u>En moyenne horaire :</u> 200 µg/m <sup>3</sup> , ne pas dépasser plus de 0,2% du temps <u>En moyenne annuelle :</u> 40 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne annuelle :</u> 40 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne horaire :</u> 200 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne horaire :</u> - 400 µg/m <sup>3</sup> , si dépassement pdt 3h consécutives - 200 µg/m <sup>3</sup> , si dépassement seuil la veille et risque de dépassement le lendemain
SO <sub>2</sub> Dioxyde de soufre	<u>En moyenne horaire :</u> 350 µg/m <sup>3</sup> , ne pas dépasser plus de 0,27% du temps <u>En moyenne journalière :</u> 125 µg/m <sup>3</sup> , ne pas dépasser plus de 0,82% du temps	<u>En moyenne annuelle :</u> 50 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne horaire :</u> 300 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne horaire :</u> 500 µg/m <sup>3</sup> , si dépassement pdt 3h consécutives
Pb Plomb	<u>En moyenne annuelle :</u> 0,5 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne annuelle :</u> 0,25 µg/m <sup>3</sup> de concentration	Non établi	Non établi
PM 10 (particules fines de Ø ≤ 10 µm)	<u>En moyenne journalière :</u> 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35j/an <u>En moyenne annuelle :</u> 40 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne annuelle :</u> 30 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne journalière :</u> 50 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne journalière :</u> 80 µg/m <sup>3</sup>
PM 2,5 (particules fines de Ø ≤ 2,5 µm)	<u>En moyenne annuelle :</u> 25 µg/m <sup>3</sup> <u>Objectif à atteindre en 2015 :</u> 20 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne annuelle :</u> 10 µg/m <sup>3</sup>	Non établi	Non établi
CO	<u>Maximum journalier :</u>	Non établi	Non établi	Non établi

<b>Monoxyde de carbone</b>	10 mg/m <sup>3</sup> (moyenne glissante sur 8h)			
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Benzène</b>	<u>En moyenne annuelle :</u> 5 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne annuelle :</u> 2 µg/m <sup>3</sup>	Non établi	Non établi
<b>O<sub>3</sub> Ozone</b>	Non établi	<u>Maximum journalier :</u> 120 µg/m <sup>3</sup> (moyenne sur 8h pdt 1 an) <u>Pour protection de la végétation :</u> <u>En AOT40 :</u> 6 000 µg/ m <sup>3</sup> . h, à partir des valeurs enregistrées sur 1h de mai à juillet	<u>En moyenne horaire :</u> 180 µg/m <sup>3</sup>	<u>En moyenne horaire :</u> <u>Protection population :</u> 240 µg/m <sup>3</sup> <u>Mise en œuvre progressive mesures d'urgence :</u> - Seuil 1 : 240 µg/m <sup>3</sup> pdt 3h consécutif. - Seuil 2 : 300 µg/m <sup>3</sup> pdt 3h consécutif. - Seuil 3 : 360 µg/m <sup>3</sup>

**METAUX LOURDS ET HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES :**

Valeurs cibles applicables à compter du 31 décembre 2012 :

POLLUANT	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO (A) PYRÈNE
Valeur cible (1)	6 ng/m <sup>3</sup>	5 ng m <sup>3</sup>	20 ng/m <sup>3</sup>	1 ng/m <sup>3</sup>
(1) En moyenne du contenu total de la fraction " PM10 " (volume d'échantillonnage mesuré en conditions ambiantes), calculée sur an.				

**PROTECTION DE LA VEGETATION :**

	Niveau critique annuel de protection de la végétation	Valeur cible pour la protection de la végétation
<b>NO Oxyde d'azote</b>	<u>En moyenne annuelle :</u> 30 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Pb Plomb</b>	<u>En moyenne annuelle :</u> 20 µg/m <sup>3</sup> <u>En moyenne, du 01/10/année n au 31/03/année n+1 :</u> 20 µg/m <sup>3</sup>	
<b>O<sub>3</sub> Ozone</b>		<u>En OAT40 :</u> 18 000 µg/ m <sup>3</sup> . h, à partir des valeurs enregistrées sur 1h (de mai à juillet) en moyenne, sur 5 ans (série complète et continue de données annuelles) ou sur 3 ans (données valides)

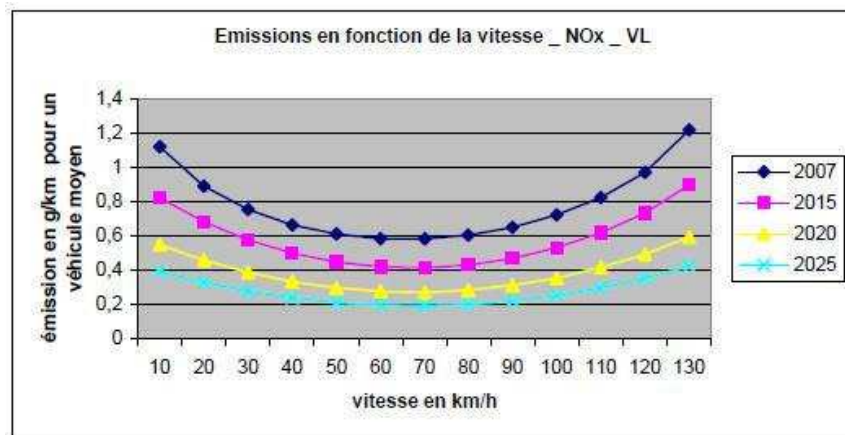
2.1.5. Pollution atmosphère et circulation routière

Les émissions des véhicules sont très variables et de nombreux facteurs sont à considérer pour les évaluer. Celles-ci varient notamment suivant la vitesse de circulation, la catégorie du véhicule (poids lourds/véhicules légers), les modèles de véhicule, la pente surtout pour les poids lourds, le type de carburant utilisé, l'âge du véhicule, le type de conduite (agressif ou écoconduite) ...

2.1.5.1. La vitesse des véhicules

La vitesse moyenne apparaît comme le paramètre déterminant des émissions de polluants et de la consommation de carburant. Quel que soit le polluant considéré, des émissions importantes sont enregistrées pour les plus basses vitesses (caractérisant des trajets urbains). Les émissions minimales se situent aux alentours de 70-80 km/h. Pour une distance parcourue identique, un trajet urbain ou autoroutier est plus émetteur qu'un trajet périurbain fluide ou interurbain à une vitesse de 40-90 km/h.

**Figure 21 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile (source : Émissions routières de polluants atmosphérique, courbes et facteurs d'influence – SETRA)**



#### 2.1.5.2. Les carburants

Pour les oxydes d'azote et particules, l'émission des véhicules diesel est largement prépondérante, en particulier pour les particules pour lesquelles on peut considérer que la totalité des émissions provient du diesel. Pour ces deux polluants des améliorations sont attendues à l'horizon 2020 du fait du durcissement des normes mais le diesel reste plus gros émetteur.

Pour le monoxyde de carbone et les composés organiques volatils, les émissions sont surtout imputables à la motorisation essence. Des améliorations importantes sont attendues dans les années à venir avec la pénétration progressive des nouvelles technologies.

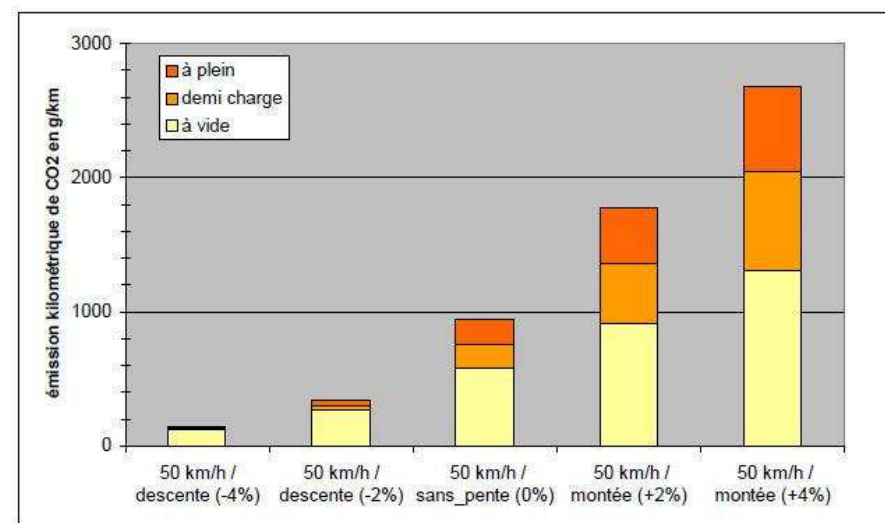
Par ailleurs, l'Union européenne (UE) introduit des spécifications environnementales applicables aux carburants pour réduire les émissions polluantes des voitures : interdiction de la commercialisation de l'essence plombée et obligation de disponibilité de carburants sans soufre dans le territoire de l'Union. La réglementation influe donc directement sur les émissions de certains polluants primaires et indirectement sur celles de certains polluants secondaires (ceux qui se forment à partir de réactions complexes dans l'atmosphère et qui ne sont pas émis directement).

#### 2.1.5.3. L'effet de la pente et de la charge sur les poids lourds

L'augmentation de la charge du poids lourd conduit à une surémission importante. Le taux de charge joue principalement sur les émissions de dioxyde de carbone, d'oxydes d'azote, et dans une moindre mesure sur les émissions de particules et de monoxyde de carbone.

Concernant la pente, l'effet est sensible pour tous les polluants et particulièrement sur le dioxyde de carbone, les oxydes d'azote et les particules.

**Figure 22 : Effet de la pente et de la charge pour les PL sur les émissions de CO<sub>2</sub> (source : Émissions routières de polluants atmosphérique, courbes et facteurs d'influence – SETRA)**



#### 2.1.5.4. Les émissions unitaires des véhicules

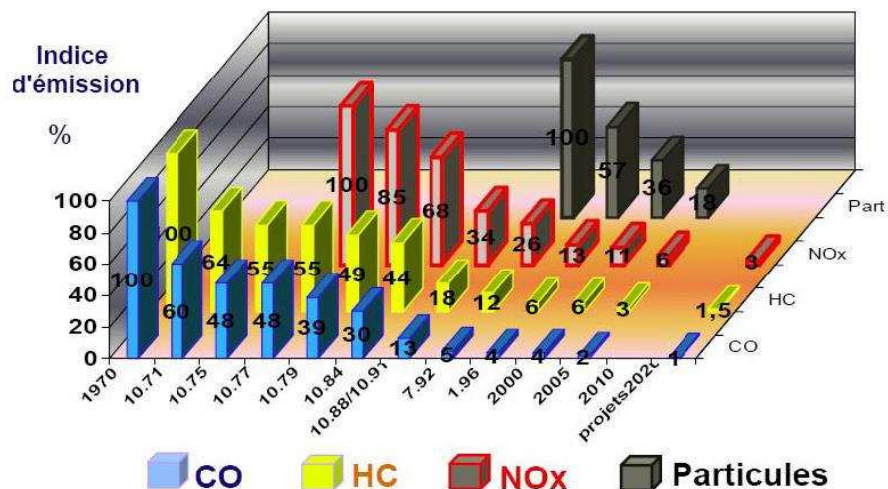
Les normes européennes d'émission, dites normes Euro sont des règlements de l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neufs. Leur objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier. Les premières normes Euro sont entrées en vigueur en 1990.

Pour les automobiles particulières, les dates d'entrée en vigueur sont les suivantes :

- Euro 1 : automobiles mises en service après 1993 (nouveaux types dès juillet 1992),
- Euro 2 : automobiles mises en service après 1997 (nouveaux types dès janvier 1996),
- Euro 3 : automobiles mises en service après 2001 (nouveaux types dès janvier 2000),
- Euro 4 : automobiles mises en service après 2006 (nouveaux types dès janvier 2005),
- Euro 5 : automobiles mises en service après 2011 (nouveaux types dès septembre 2009),
- Euro 6b : automobiles mises en service a au 1<sup>er</sup> septembre 2015 (nouveaux types dès septembre 2014),
- Euro 6c : automobiles mises en service au 1<sup>er</sup> septembre 2018 (nouveaux types dès septembre 2017),
- Euro 6d-TEMP : automobiles mises en service au 1<sup>er</sup> septembre 2019 (nouveaux types dès septembre 2017),
- Euro 6d : automobiles mises en service au 1<sup>er</sup> janvier 2021 (nouveaux types dès janvier 2020).

L'évolution de la réglementation européenne (Règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil pour les normes 5 et 6) induit une obligation de concevoir et de fabriquer des véhicules émettant des concentrations de polluants – mesurées directement en sortie de pot d'échappement – de plus en plus faibles comme l'indique l'histogramme suivant :

Figure 23 : Évolution des normes d'émissions des voitures particulières en Europe pour un véhicules moyen, changement de cycle à partir de 91/441, départ froid pour 2000 et 2005 (Source : ADEME)



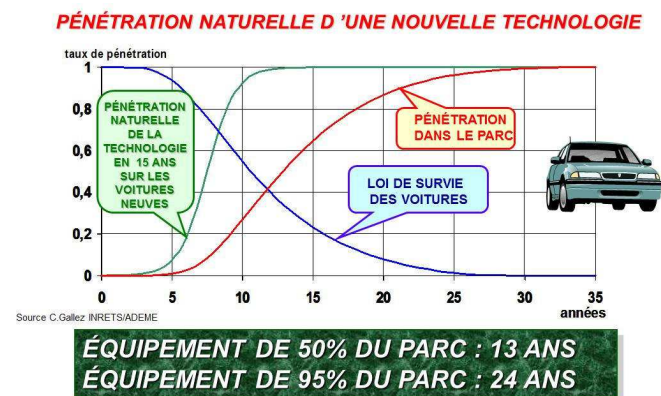
Ces gains sont obtenus par action directe sur les aspects moteur et post traitement par :

- pilotage électronique des grands paramètres du contrôle moteur, amélioration des systèmes d'injection et de la combustion,
- systématisation en Europe des pots catalytiques pour les véhicules à essence en 1993,
- introduction des pots d'oxydation sur les véhicules diesel,
- apparition des filtres à particules sur les véhicules particuliers diesel neufs et sur les flottes captives (bus, autocars et camions) en « rétrofit » (non équipées au départ).

Le temps de pénétration des nouvelles technologies conditionne le gain attendu en termes d'émissions.

Ces gains obtenus sur le terrain ne sont visibles qu'à long terme à cause de l'inertie importante de renouvellement du parc (plus de 25 ans) comme le montre la figure suivante.

Figure 24 : Renouvellement du parc de voitures particulières (Source : ADEME – INRETS)



Le dioxyde de carbone n'est pas concerné par cette réglementation malgré sa contribution majeure à l'effet de serre. Les émissions de CO<sub>2</sub> augmentent directement avec l'accroissement du nombre de véhicules par kilomètre.

## 2.2. Contexte régional de protection et surveillance de la qualité de l'air

### 2.2.1. Actions relatives à la qualité de l'air en région PACA

L'impact des pollutions atmosphériques sur la santé des populations qui y sont exposées est avéré. Depuis 2013, la pollution de l'air est classée cancérigène par l'OMS.

Les acteurs du territoire, à différents niveaux, définissent et mettent en œuvre des plans d'actions permettant de développer des orientations visant une amélioration de la qualité de l'air.

Les liens entre qualité de l'air, climat et politique énergétique sont indéniables. Ainsi, la réduction de la pollution passe par une approche globale et par l'intégration du paramètre air dans les projets de territoire : mobilité et transports, aménagement, lutte contre les inégalités territoriales environnementales et sociales, logements et habitat, industries...

### 2.2.2. Schéma régional climat, air, énergie



La loi Grenelle 2 prévoit l'élaboration dans chaque région d'un schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie. Elaboré conjointement par l'État et la Région, sa vocation est de définir les grandes orientations et objectifs régionaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, maîtrise de la demande d'énergie, développement des énergies renouvelables, qualité de l'air et adaptation au changement climatique.

Le SRCAE de Provence-Alpes-Côte d'Azur a été adopté par le Conseil Régional le 28 juin 2013 et arrêté par le Préfet de Région le 17 juillet 2013.

Dans un premier temps, un état des lieux a été réalisé. Il a notamment mis en évidence les points détaillés ci-après.

Les émissions totales des principaux polluants atmosphériques ont atteint les chiffres suivants en 2007 :

**Figure 25 : Émissions des principaux polluants atmosphériques hors gaz à effet de serre (SRCAE – 2007)**

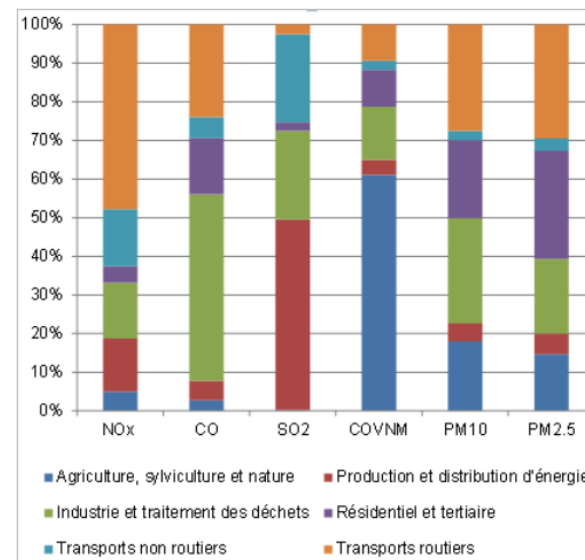
Polluant	Oxydes d'azote (NOx)	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Composés Organiques Volatils	Particules fines PM <sub>10</sub>	Particules fines PM <sub>2,5</sub>
Émissions (en kt)	123	396	89	189	21	15

La répartition des émissions polluantes entre les 6 principaux secteurs émetteurs est représentée dans la figure ci-après.

On constate que les transports routiers sont responsables :

- de près de la moitié des émissions des NOx,
- d'environ 25% des émissions de CO,
- de près de 30% des émissions de particules PM10 et PM2,5,
- de 10% des émissions de COV,
- d'une part très faible des émissions de SO<sub>2</sub>.

**Figure 26 : Répartition sectorielle des émissions des principaux polluants en région en 2007**



Une analyse des évolutions entre 2004 et 2007 a été menée ; le constat fait est que, même si dans l'ensemble des tendances à la baisse significatives sont constatées, **certaines polluants restent problématiques (particules, NOx)** : ce sont ceux où les évolutions les moins favorables sont constatées.

Sur la base de cet état des lieux, le SRCAE définit un scénario engageant qui porte des objectifs régionaux ambitieux :

- Diminuer de 25% la consommation énergétique régionale à 2030 par rapport à 2007 ;
- Couvrir 25% de la consommation énergétique régionale en 2030 par des énergies renouvelables ;
- Diminuer de 33% les émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 2005 ;
- Réduire de 30% les émissions de particules fines (PM 2,5) d'ici 2015 et de 40% des émissions d'oxydes d'azote (NOx) d'ici 2020.

Le SRCAE définit 45 orientations permettant l'atteinte de ces objectifs. Parmi ces orientations, 7 sont spécifiques à la qualité de l'air :

- 1) Réduire les émissions de composés organiques volatils précurseurs de l'ozone afin de limiter le nombre et l'intensité des épisodes de pollution à l'ozone ;
- 2) Améliorer les connaissances sur l'origine des phénomènes de pollution atmosphérique et l'efficacité des actions envisageables ;
- 3) Se donner les moyens de faire respecter la réglementation vis-à-vis du brûlage à l'air libre ;
- 4) Informer sur les moyens et les actions dont chacun dispose à son échelle pour réduire les émissions de polluants atmosphériques ou éviter une surexposition à des niveaux de concentrations trop importants ;
- 5) Mettre en œuvre, aux échelles adaptées, des programmes d'actions dans les zones soumises à de forts risques de dépassements ou à des dépassements avérés des niveaux réglementaires de concentrations de polluants (particules fines, oxydes d'azote) ;
- 6) Conduire, dans les agglomérations touchées par une qualité de l'air dégradée, une réflexion systématique sur les possibilités d'amélioration, en s'inspirant du dispositif ZAPA ;

Dans le cadre de l'implantation de nouveaux projets, mettre l'accent sur l'utilisation des Meilleures Techniques Disponibles et le suivi de Bonnes Pratiques environnementales, en particulier dans les zones sensibles.

### 2.2.3. Plan de protection de l'atmosphère



*Le PPA, issu de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Titre III, article 8) est un outil permettant au Préfet de prendre des mesures pour lutter contre la pollution atmosphérique.*

*Il est obligatoire pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants et les zones dans lesquelles le niveau dans l'air ambiant de l'un au moins des polluants, évalué conformément aux dispositions des articles R. 221-1 à R. 221-3, dépasse ou risque de dépasser une valeur limite ou une valeur cible mentionnée à l'article R. 221-1.*

Dans le département des Bouches-du-Rhône, le PPA révisé a été approuvé par arrêté préfectoral le 17 mai 2013.

Sur les 113 communes concernées Martigues fait partie des lieux à en enjeux du PPA.

**Un constat** : d'après le PPA, la santé des populations des Bouches-du-Rhône est largement concernée :

- 243 000 personnes sont exposées à un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote en 2009,
- 277 000 personnes sont exposées à un dépassement de la valeur limite pour les particules PM10 en 2009, soit presque **20% de la population départementale**.

**Le secteur des transports routiers** contribue à la majeure partie des émissions de NOx du département, suivi des secteurs industriels, de traitement des déchets, de production et de distribution d'énergie (respectivement 28% et 22% des émissions).

**Le secteur industriel et le secteur des transports routiers sont les principaux émetteurs de PM10** sur le département (respectivement 33% et 30%).

Afin de répondre aux objectifs du PPA, 37 actions ont été retenues sur l'ensemble du département des Bouches-du-Rhône :

- Transport/ Aménagement/Déplacement : 23 actions
- Industrie : 8 actions
- Chauffage Résidentiel/ Agriculture/ Brûlage : 5 actions
- Tous secteurs : 1 action

Ce PPA a fait l'objet d'une évaluation par AtmoSud. Il en ressort qu'une amélioration de la qualité de l'air sur la zone du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône a été constatée entre 2007 et 2017 mais celle-ci n'a pas permis de remplir l'ensemble des objectifs fixés dans le PPA. AtmoSud propose ainsi des leviers d'actions pour le prochain PPA.

Les leviers d'améliorations passent par des approches globales à l'échelle du département ou spécifiques et sont inscrites dans les orientations du Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'air d'AtmoSud :

- Transports : réduire l'usage de la voiture, accentuer les modes actifs, et améliorer le transport des marchandises
- Industries : poursuivre les avancées technologiques pour limiter l'impact environnemental "air" tout en développant l'activité économique
- Aménagement du territoire, urbanisation et habitat : prendre en compte les enjeux air, climat et énergie dans les politiques via l'ensemble des schémas et plans de développement territoriaux



- Proposer des solutions en termes d'aménagement pour les éco-cités, pour y faire entrer de « l'air propre » : réflexion à l'échelle de la rue, scénarios, impact de trames de circulation, implantation des lieux destinés à recevoir le jeune public, place de la voiture
- La sensibilisation et les préconisations sont indispensables pour réduire les émissions de particules issues de la combustion de biomasse, du chauffage et du brûlage des déchets verts : porter à connaissance l'arrêté d'emploi du feu
- Air intérieur : politiques en faveur de techniques et de matériaux moins polluants dans les bâtiments, mobiliser et sensibiliser les usagers
- Spécificités du territoire : prendre en compte des zones fragiles ou polluées : centres villes, port, environnements industriels, en développant notamment des programmes de surveillance adaptés aux contextes : programme port, programme industriel et en ciblant les thématiques à approfondir en terme de connaissance : polluants d'intérêt sanitaires et non réglementés, connaissance des particules ultrafines, chimiquement, en masse et en nombre
- Communication/sensibilisation : porter à connaissance des élus, de la population, du jeune public et des personnes sensibles. Innover en intégrant la place du numérique (quartiers connectés).

#### 2.2.4. Plan Climat Air Energie Territorial du Pays de Martigues

Le programme d'actions du PCAET (Plan Climat Air Énergie Territorial) du Pays de Martigues s'est appuyé sur le Bilan Carbone patrimoine et services (9 450 Tonnes équivalent CO<sub>2</sub>), en mettant l'accent sur les principaux postes d'émission.

Il a été élaboré en transversalité avec l'ensemble des services du Pays de Martigues et des villes puis grâce aux échanges qui ont eu lieu lors des ateliers.

Le programme d'actions s'articule autour de 3 objectifs globaux, 5 axes stratégiques et 44 fiches-action concrètes (contre 40 dans la version projet).

Les 3 objectifs globaux sont :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre à travers les économies d'énergies et le développement des énergies renouvelables, dans le but d'atteindre les 3x20.
  - 20% de réduction des émissions de gaz à effet de serre
  - 20% de réduction des consommations d'énergie
  - 20% d'augmentation de la part d'énergie renouvelable
- L'adaptation du territoire au changement climatique
- La lutte contre la précarité énergétique

5 axes stratégiques :

- Déchets : 4 fiches-action
- Transport et urbanisme : 11 fiches-action
- Maîtrise de l'énergie : 11 fiches-action
- Adaptation du territoire : 9 fiches-action
- Air : 9 fiches-action

#### 2.2.5. Surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air en région PACA est assurée par l'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), AtmoSud. Cette association fait partie du réseau national de surveillance et d'information de la qualité de l'air, composé d'une quarantaine d'AASQA, conformément au code de l'environnement (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie LAURE du 30 décembre 1996).

AtmoSud dispose de 80 sites de mesures réparties dans les 6 départements de la région et disposées tant en zone rurale que dans les grandes agglomérations, 40 de ces sites sont situés sur le territoire des Bouches-du-Rhône. Ces sites sont différenciés selon leur nature : site de trafic, site industriel, site urbain, site périurbain, site rural régional. Chacun de ces sites mesure des teneurs en différents polluants, liés au lieu : polluants routiers, industriels...

Au total ces stations mesurent les concentrations de plus de 10 polluants : les particules (PM10 et PM2.5), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les Composés Organiques Volatils (COV), les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les métaux lourds comme le nickel ou le plomb...

Cette surveillance permanente est également complétée par des modélisations et des moyens de surveillance mobiles.

**La commune de Martigues dispose de plusieurs stations de mesures :**

- Martigues Notre Dame, la plus proche du collège Marcel Pagnol (station fixe fond/urbain) et mesurant le dioxyde de soufre et l'ozone,
- Martigues l'Ile (station fixe fond/urbain) et mesurant le dioxyde d'azote, les oxydes d'azote,
- Martigues Lavera (station fixe industrielle) et mesurant le mercure, les COV, les HAP, le benzène et le dioxyde de soufre,
- Martigues Laurons (station fixe industrielle) mesurant le dioxyde de soufre,
- Martigues la Gatasse (station fixe industrielle) et mesurant le dioxyde de soufre,
- Martigues Couronne (station fixe industrielle) et mesurant également le dioxyde de soufre.

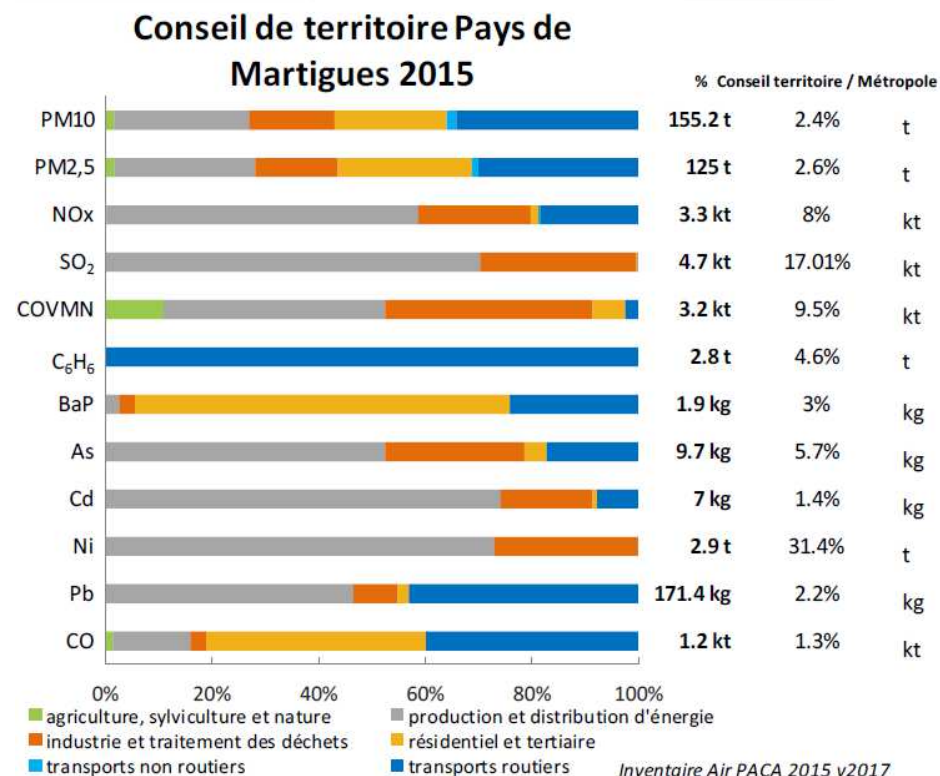
Figure 27 : Localisation des stations de mesures sur la commune de Martigues (source : AtmoSud)



Une étude menée par AtmoSud en 2017 sur le territoire de la Métropole Aix Marseille Provence permet de savoir les principaux émetteurs des polluants atmosphériques. Sur le territoire du Pays de Martigues, la production et la distribution d'énergie ainsi que les industries en général, sont les principaux émetteurs de polluants. Ceci s'explique du fait de la présence forte d'industries liées à la transformation du pétrole.

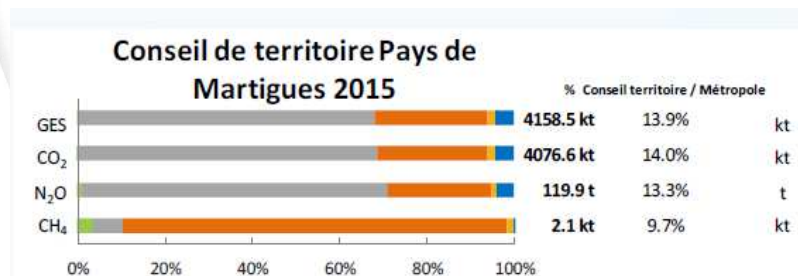
**Le transport routier représente également un émetteur important pour les particules (PM10 et PM2.5), le benzène, le plomb et le gaz carbonique.**

Figure 28 : Émissions polluantes par secteurs (AtmoSud, 2017)



Les sources des Gaz à effet de serre (GES) sont également liées à la présence des industries de production et de distribution d'énergie. Le transport routier n'est donc pas le principal émetteur de GES sur ce territoire.

Figure 29 : Sources des GES sur le territoire du Pays de Martigues



## 2.2.5.1. Zoom sur les résultats des mesures des stations proches du collège Marcel Pagnol

## ► Station de mesures Martigues Notre Dame

Pour rappel, cette station mesure l'ozone (O3) et le dioxyde de soufre (SO2).

Figure 30 : Polluants mesurés ces 10 dernières années sur la station de mesures Martigues Notre Dame

Polluant / Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ozone (O3) (µg/m³)	65	65	67	66	69	70	68	68	71	74.7
Dioxyde de soufre (SO2) (µg/m³)	4	5	5	3	3	3	3	3	2	3.2

Sur les 10 dernières années, on observe :

- Une hausse des émissions d'ozone (passant de 65 µg/m³ à 74,7 µg/m³)
- Une baisse des émissions de dioxyde de soufre (passant de 4 µg/m³ à 3,2 µg/m³)

Ces valeurs restent en dessous des seuils réglementés.

## ► Station de mesures Martigues l'Ile

Pour rappel, cette station mesure actuellement (2018) le monoxyde d'azote (NO), les oxydes d'azotes (NOx) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Le benzène (C6H6), les COV et le dioxyde de soufre ont également été mesurés ces dernières années.

Figure 31 : Polluants mesurés ces 10 dernières années sur la station de mesures Martigues l'Ile

## Polluants gazeux (hors COV)

Polluant / Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Monoxyde d'azote (NO) (µg/m³)	4	3	4	5	4	4	5	5	4	3.4
Oxydes d'azote (NOx) (µg/m³)	17	15	17	26	25	23	28	25	23	21.2

## Composés Organiques Volatils (COV)

Polluant / Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Toluène (µg/m³)	-	-	-	-	-	2.87	-	-	-	-
MP-xylène (µg/m³)	-	-	-	-	-	1.72	-	-	-	-
EthylBenzène (µg/m³)	-	-	-	-	-	0.52	-	-	-	-
O-xylène (µg/m³)	-	-	-	-	-	0.71	-	-	-	-

## Polluants réglementés

Polluant / Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Benzène (µg/m³)	-	-	-	-	-	1.15	-	-	-	-
Dioxyde d'azote (NO2) (µg/m³)	20	18	18	19	18	17	20	18	17	15.8
Particules PM10 (µg/m³)	28	31	31	31	28	18	20	19	-	-
Dioxyde de soufre (SO2) (µg/m³)	4	4	3	2	3	3	3	2	-	-

On observe globalement une baisse des émissions de polluants excepté pour les oxydes d'azote. Les moyennes annuelles respectent les seuils réglementés.

## 2.3. Étude prévisionnelle (effets du projet)

### 2.3.1. Définition de la zone d'étude

L'étendue de la zone sur laquelle porte le volet « air et santé » de l'étude d'impact correspond à l'ensemble de la zone où la qualité de l'air risque d'être impactée par le projet. Elle est établie grâce à la définition du réseau d'étude et des bandes d'études, appelée « zone d'étude ».

#### ► Le réseau d'étude

En termes de qualité de l'air et de santé, le réseau d'étude est composé du projet lui-même et de l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10%.

**Concernant le projet de reconstruction délocalisée du Collège Marcel Pagnol, le réseau d'étude pris en compte est celui de l'étude circulation menée par TRANSITEC car aucune voie ne subit une différence de flux de 10%.**

#### ► La bande d'étude

**Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale.**

Ainsi, en termes de qualité de l'air et de santé, la bande d'étude est centrée sur chaque section étudiée qui subit, du fait de la réalisation du projet, une variation (hausse ou baisse) significative de son niveau de trafic (comme pour le domaine d'étude). La méthodologie de février 2019 définit la largeur de la bande d'étude à prendre en compte selon les trafics sur les axes étudiés.

Pour la pollution particulaire (métaux lourds,...), la largeur globale de la bande d'étude est théoriquement fixée à 200 m, quel que soit le niveau de trafic.

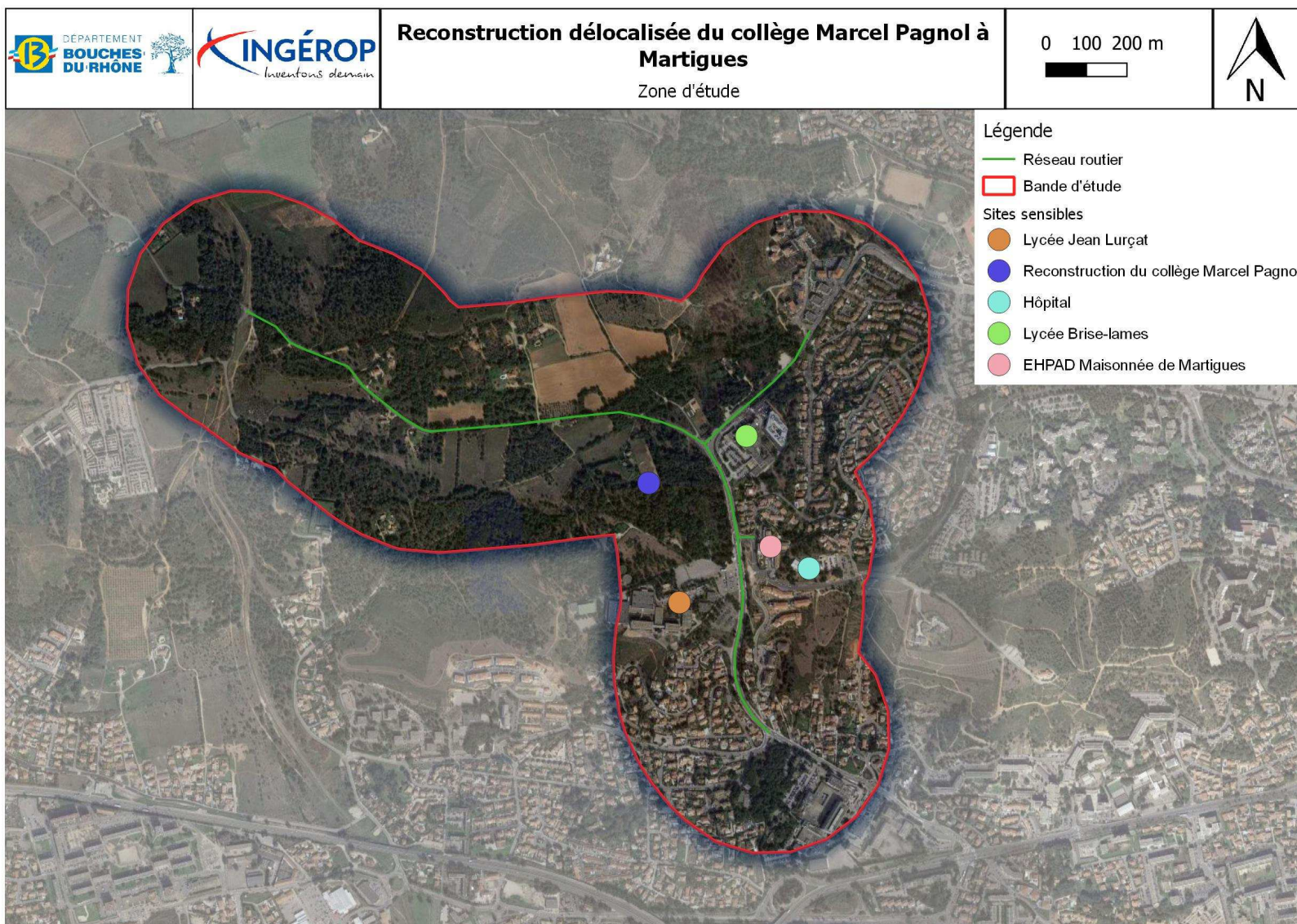
Pour la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude, en mètres, centrée sur l'axe de la voie, est définie dans le tableau ci-après.

Cette largeur est fonction du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) prévu à l'horizon le plus lointain (pour notre étude : 2022).

**Figure 32 : Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude (source : CEREMA guide méthodologie 2019)**

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en veh/j	Largeur minimale de la bande d'études <sup>48</sup> , en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

**Selon l'étude circulation menée par TRANSITEC, la largeur de la bande d'étude est de 300m (15 300 véhicules en TMJA sur le boulevard des Rayettes).**



### 2.3.2. Données de trafic et scénarios modélisés

**Le projet de relocalisation du collège Marcel Pagnol à Martigues entraîne des modifications de trafic du fait notamment de l'augmentation du nombre d'élèves attendu (de 400 à 600 élèves).**

Les scénarios étudiés sont :

- l'état actuel (horizon 2018),
- le scénario à la mise en service avec et sans projet (2022).

**Ces différents scénarios s'appuient sur la notice circulation menée par TRANSITEC.**

Le tableau ci-après présente les distances totales parcourues considérées dans le cadre de l'étude prévisionnelle.

	État actuel 2018	État de référence 2022 (date de mise en service)	Variation « Fil de l'eau » 2022	État projeté 2022 (date de mise en service)	Impact du projet 2022
<b>Longueur totale du réseau étudié</b>	2,4 km	2,4 km	-	2,5 km	<b>4 %</b>
<b>Distances totales parcourues</b>	17 537 veh.km	17 537 veh.km	<b>0 %</b>	17 979 veh.km	<b>+ 2,3%</b>

La relocalisation du collège Marcel Pagnol entraîne une **légère hausse de la longueur total du réseau étudié** du fait de la prise en compte de sa nouvelle desserte. **L'augmentation du réseau étudié et le supplément de 200 élèves avec le projet font accroître de 2,3 % les distances totales parcourues.**

2.3.3. Conditions météorologiques

Les paramètres météorologiques les plus influents en matière de pollution atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la stabilité de l'atmosphère.

Les deux premiers paramètres concernant les vents (direction et force) sont fournis par la rose des vents moyenne observée à la station Météo France de Marignane sur la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 1981 au 1<sup>er</sup> janvier 2008. Il s'agit donc des conditions d'exposition moyennes du domaine d'étude, observées depuis environ 30 ans.

La stabilité de l'atmosphère, destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches de l'atmosphère, est définie selon six catégories, appelées classes de stabilité de Pasquill :

- Classe A : Très fortement instable,
- Classe B : Très instable,
- Classe C : Instable,
- Classe D : Neutre,
- Classe E : Stable,
- Classe F : Très stable.

Dans le cas présent, l'hypothèse d'une classe de stabilité de l'atmosphère « instable » (classe de Pasquill C) est prise par défaut sur tout le domaine d'étude.

2.3.4. Répartition du parc automobile

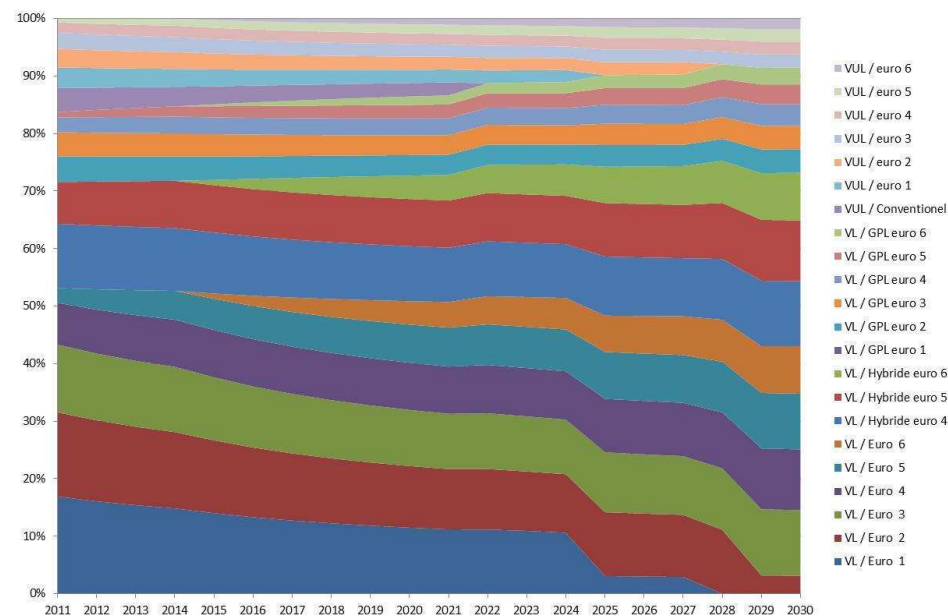
Les émissions d'un véhicule dépendent entre autres :

- de la classe du véhicule (véhicule léger, utilitaire, poids-lourd, bus, deux-roues...)
- de la motorisation,
- du poids,
- du carburant,
- de la norme d'émission (norme Euro du véhicule),
- du procédé de traitement des émissions.

Ainsi les facteurs d'émissions issus de la méthodologie Copert V sont proposés pour chaque type de véhicule discrétisé selon les paramètres précédemment cités.

Par conséquent pour déterminer les émissions d'un flux de véhicule, il est primordial de connaître sa composition ou encore son parc automobile. La construction d'un parc automobile est une démarche complexe qui nécessite des hypothèses sur la dynamique de son renouvellement dans le temps (lois de survie). Cette démarche a été réalisée par l'IFSTTAR dans le cadre de la participation de la France au projet HBEFA<sup>2</sup>. Compte tenu des parcs routiers roulants différents en fonction de la typologie d'un axe, trois parcs ont été définis : pour les axes urbains, ruraux et autoroutiers. Le graphique suivant présente l'évolution du parc urbain pour les véhicules légers et utilitaire par norme d'émissions de 2011 à 2030.

Figure 33 : Évolution du parc routier en zone urbaine



<sup>2</sup> HBEFA : Handbook Emission Factors for Road Transport (méthodologie de calcul des émissions polluantes basée sur différentes typologies de trafic définies selon la caractéristique de l'axe routier, la vitesse et la congestion).

Pour la répartition des véhicules utilitaires légers il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 23 % des véhicules légers. Pour les poids lourds, les données issues des comptages ont été reprises et appliquées pour chaque scénario sans modification.

2.3.5. Polluants modélisés

Les polluants étudiés découlent de la note méthodologique annexée à la note technique du 22 février 2019, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières :

- les oxydes d'azote (NOx),
- le monoxyde de carbone (CO),
- le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>),
- les hydrocarbures (COVNM),
- les particules émises à l'échappement (PM10 et PM2.5),
- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),
- l'arsenic (As),
- le nickel (Ni),
- le benzo[a]pyrène.

2.3.6. Estimations des émissions de polluants dans le réseau d'étude

2.3.6.1. Méthodologie du calcul des émissions

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir du logiciel **TREFIC™** version 5.1.2, distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie **COPERT V** issue de la recherche européenne (European Environment Agency). La méthodologie COPERT V est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;

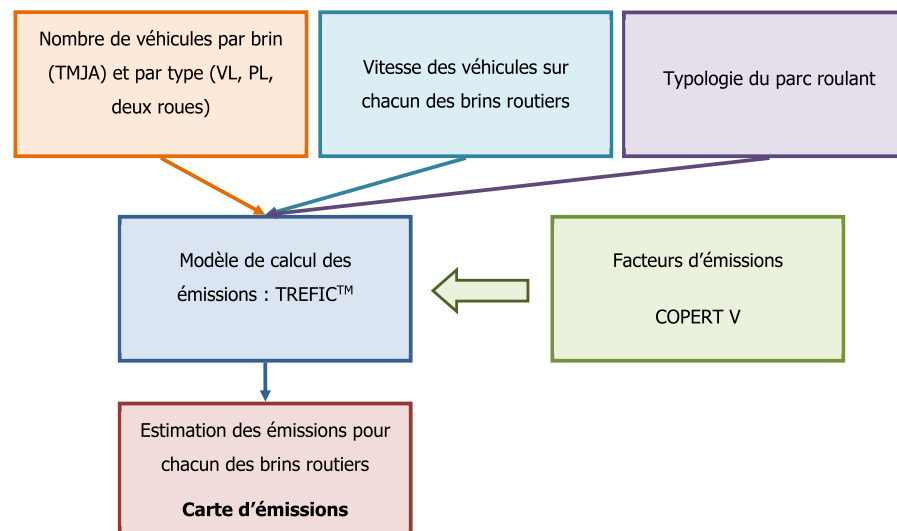
- les surémissions liées à la charge des poids-lourds.

Elle intègre aussi :

- les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC intègre également la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA et en y associant le nombre de jours de pluie annuel.

Figure 34 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier





2.3.6.2. Présentation des résultats du calcul des émissions

L'évaluation des émissions et de la consommation énergétique a été réalisée pour le réseau routier considéré dans la zone d'étude. Le bilan des émissions de polluants (et variations de ces dernières) est présenté dans le tableau suivant.

Sur l'ensemble du projet	CO	NOx	COVNM	CO2	SO2	NO2	PM10	PM2_5	benzene	benzo_a_pyrene	NICKEL	ARSENIC
	kg/j	kg/j	kg/j	T/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	g/j	g/j	g/j	g/j
Actuel 2018	5,263	8,909	0,414	2,950	0,074	2,872	0,651	0,461	12,759	0,023	0,713	0,133
Référence 2022	3,047	6,850	0,162	2,932	0,073	2,201	0,555	0,364	5,697	0,020	0,736	0,133
<b>Variation au « Fil de l'eau »</b>	<b>-42,1%</b>	<b>-23,1%</b>	<b>-60,8%</b>	<b>-0,6%</b>	<b>-1,3%</b>	<b>-23,4%</b>	<b>-14,8%</b>	<b>-21,0%</b>	<b>-55,3%</b>	<b>-11,1%</b>	<b>3,2%</b>	<b>0,0%</b>
Projet 2022	3,117	7,012	0,166	3,001	0,075	2,253	0,568	0,373	5,827	0,021	0,761	0,138
<b>Impact projet 2022</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,4%</b>	<b>3,5%</b>	<b>3,6%</b>

**Sans la reconstruction délocalisée du collège (scénario au fil de l'eau avec trafic inchangé, selon l'étude circulation), les émissions des principaux polluants diminuent assez fortement. Ceci s'explique par l'amélioration du parc automobile prise en compte dans le modèle COPERT V (avec notamment la mise en place de la norme Euro 6 notamment).**

**Le projet entraîne une faible hausse des émissions due notamment au nombre d'élèves plus important projeté entraînant des déplacements en véhicules particuliers et bus plus importants, émetteurs de pollution.**

### 2.3.7. Modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions liées au trafic routier

#### 2.3.7.1. Présentation générale du modèle utilisé

Le logiciel Aria Impact 1.8 a été utilisé pour réaliser la modélisation sur l'ensemble de la zone d'étude. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. ARIA IMPACT ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants tels que l'ozone.

#### 2.3.7.2. Mise en œuvre des simulations

En termes de simulation, ont été pris en compte :

- la rose des vents moyenne sur 30 ans observée à la station de Marignane,
- l'occupation des sols de type urbaine,
- un modèle de dispersion de Pasquill,
- un dépôt sec sur le sol et une vitesse de chute due à la gravité des polluants pouvant s'assimiler à des particules (poussières),
- Durée de moyennage des écarts-type T=3600s,
- Conversion NOx en NO/NO<sub>2</sub> selon la formule de Middleton,
- Un découpage du domaine d'étude en mailles de 50 m de côté, avec projection sur grille de calcul.

La vitesse de chute est calculée avec, pour hypothèse, un diamètre de particules de 10 microns pour les poussières (PM10). Cette hypothèse a tendance à sous-estimer très légèrement les concentrations des particules dans l'air, notamment dans le cas de particules émises par le trafic automobile (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm).

#### 2.3.7.3. Présentation des résultats

Dans un premier temps, les résultats en valeur absolue des concentrations maximales calculées pour les 3 scénarios sont présentés. Des cartes de concentrations permettent ensuite d'apprécier les évolutions sur l'ensemble du réseau d'étude.

<sup>3</sup> Excepté pour les métaux (Nickel, Arsenic) et benzo(a)pyrène en ng/m<sup>3</sup>

**Le NO<sub>2</sub> et le benzène, principaux polluants émis par le trafic, ont fait l'objet de cartes de dispersion.**

#### ► Comparaison des concentrations maximales

Les valeurs maximales des concentrations calculées (en µg/m<sup>33</sup>) en moyennes annuelles aux différents horizons (hors pollution de fond), sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 2 : Concentrations maximales en polluant (émis directement et uniquement par les brins modélisés)**

Polluant (µg/m <sup>3</sup> ) / concentrations maximales	Actuel 2018	Référence	Évolution entre 2018 et 2022 sans le projet	Futur 2022 Avec projet	Impact du projet (2022)	Impact du projet (2022) / actuel
		2022 Sans projet				
<b>Benzène</b>	0,0043000	0,0019000	-55,8%	0,0019384	2,0%	-54,9%
<b>CO</b>	1,6813000	0,9562000	-43,1%	0,9759000	2,1%	-42,0%
<b>NO2</b>	1,9093000	1,4989000	-21,5%	1,5304000	2,1%	-19,8%
<b>PM10</b>	0,1823000	0,1589600	-12,8%	0,1622600	2,1%	-11,0%
<b>PM2,5</b>	0,1336000	0,1083000	-18,9%	0,1105600	2,1%	-17,2%
<b>COVNM</b>	0,1358000	0,0527100	-61,2%	0,0538000	2,1%	-60,4%
<b>SO2</b>	0,0214000	0,0213640	-0,2%	0,0217870	2,0%	1,8%
<b>Arsenic</b>	0,0285020	0,0285020	0,0%	0,0287550	0,9%	0,9%
<b>Nickel</b>	0,1585100	0,1540000	-2,8%	0,1614500	4,8%	1,9%
<b>Nox</b>	2,6412000	2,0732000	-21,5%	2,1168000	2,1%	-19,9%
<b>Benzo[a]pyrène</b>	0,0067650	0,0060330	-10,8%	0,0061500	1,9%	-9,1%

Ce tableau montre qu'à terme, dans le scénario référence, les concentrations maximales en polluants atmosphériques diminuent fortement. Ceci s'explique par le fait que dans ce scénario, le trafic reste identique. Les normes antipollution évoluant, les concentrations maximales baissent (évolution du parc automobile).

Avec la reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol, on observe une augmentation faible des concentrations maximales de polluants en comparaison avec le scénario référence (sans projet). Ceci s'explique par le fait que le projet entraîne des déplacements et des flux de véhicules (voiture personnelle et bus) plus importants du fait du nombre d'élèves en augmentation (pour rappel, 600 élèves sont attendus dans le collège relocalisé contre 400 actuellement).

**Les valeurs observées concernent uniquement l'apport en polluant par le trafic routier des brins modélisés. Il ne tient pas compte de la pollution de fond liée au chauffage, aux émissions de polluants par les industries, etc.**

**Cela explique pourquoi les valeurs calculées restent très inférieures aux valeurs guide.**

La pollution de fond peut être ajoutée sur certains polluants avec les données bibliographiques disponibles.

Les données suivantes proviennent du bilan réalisé sur les 10 dernières années sur les stations de mesures les plus proches de l'aire étudiée : Station Martigues Notre Dame pour le SO<sub>2</sub> et station Martigues l'Ile pour le benzène, les PM10 et le NO<sub>2</sub> (cf.§4.2.5.1).

**Tableau 3 : Concentrations de fond prises en compte**

Polluant (µg/m <sup>3</sup> )	Pollution de fond station fixe proximité Martigues l'Ile et Martigues Notre Dame
Benzène	1,2
NO2	15,8
PM10	19,0
SO2	3,2

**Tableau 4 : Concentrations maximales en polluant avec la concentrations de fond**

Polluant (µg/m <sup>3</sup> ) / concentrations maximales	Actuel 2018	Référence	Évolution entre 2018 et 2022 sans le projet	Futur 2022 Avec projet	Impact du projet (2022)	Impact du projet (2022) / actuel
		2022 Sans projet				
Benzène	1,1543	1,1519	-0,21%	1,1519	0,00%	-0,20%
NO2	17,7093	17,2989	-2,32%	17,3304	0,18%	-2,14%
PM10	19,1823	19,1590	-0,12%	19,1623	0,02%	-0,10%
SO2	3,2214	3,2214	0,00%	3,2218	0,01%	0,01%

En ajoutant la pollution de fond connue sur le territoire et mesurée à proximité du domaine d'étude, les concentrations modélisées respectent toutes la réglementation. **L'impact du projet sur les 4 polluants analysés est beaucoup plus faible en ajoutant la pollution de fond (0,18% pour le NO<sub>2</sub>).**

**Les concentrations maximales restent toutes en dessous des seuils réglementaires.**

#### 2.3.7.4. Cartographie des concentrations moyennes annuelles

Les cartes ci-après présentent les résultats de la modélisation de la dispersion de la pollution automobile (hors pollution de fond) en moyenne annuelle et à chaque horizon d'étude (2018 / 2022 sans projet / 2022 avec projet), et ce pour le dioxyde d'azote et le benzène, polluants significatifs de la pollution routière.

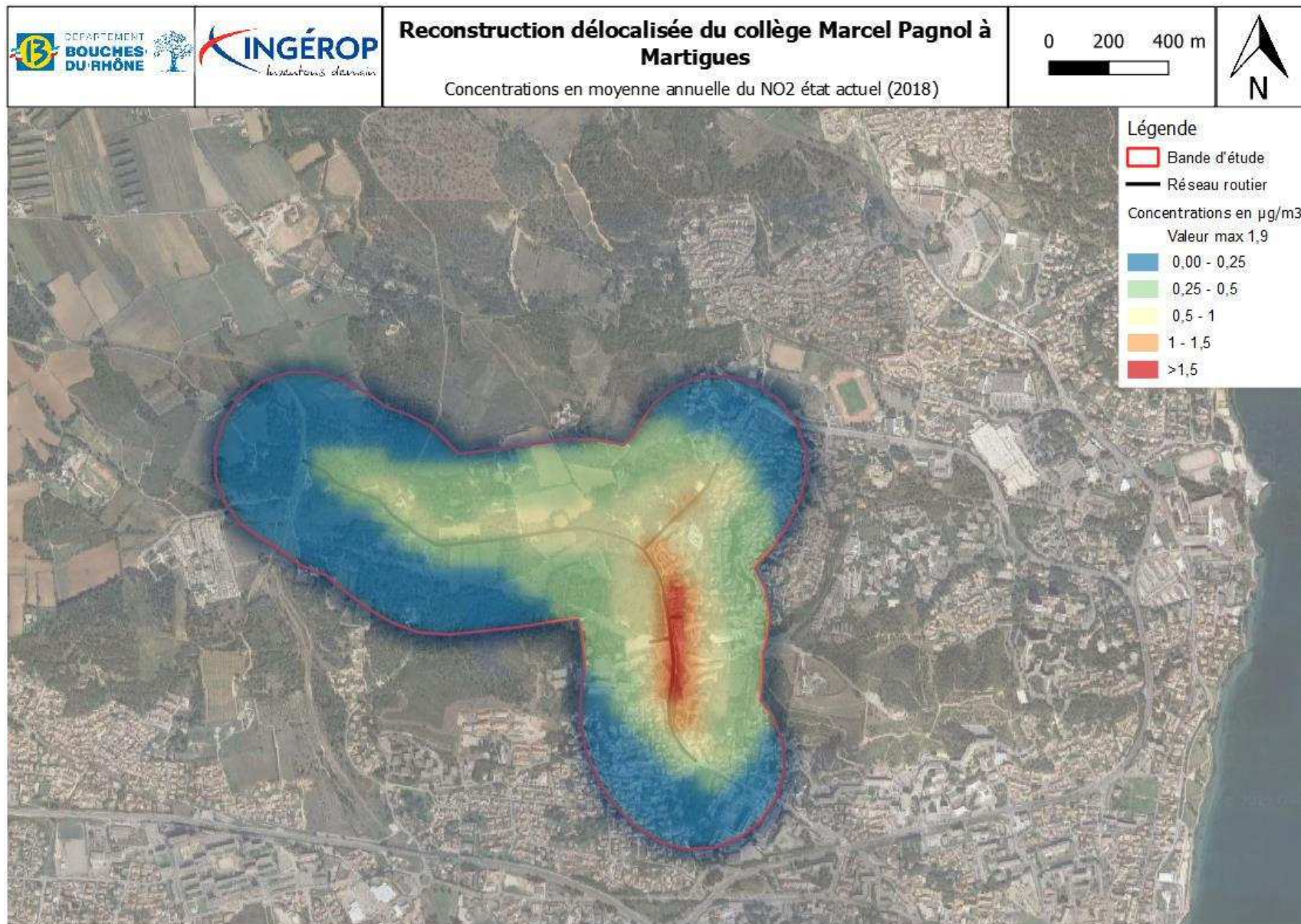
Ces cartes permettent d'analyser la dispersion des polluants sur l'aire d'étude et définir l'évolution de la qualité de l'air du fait de la réalisation du projet (et par rapport au scénario à terme sans projet) de la façon suivante :

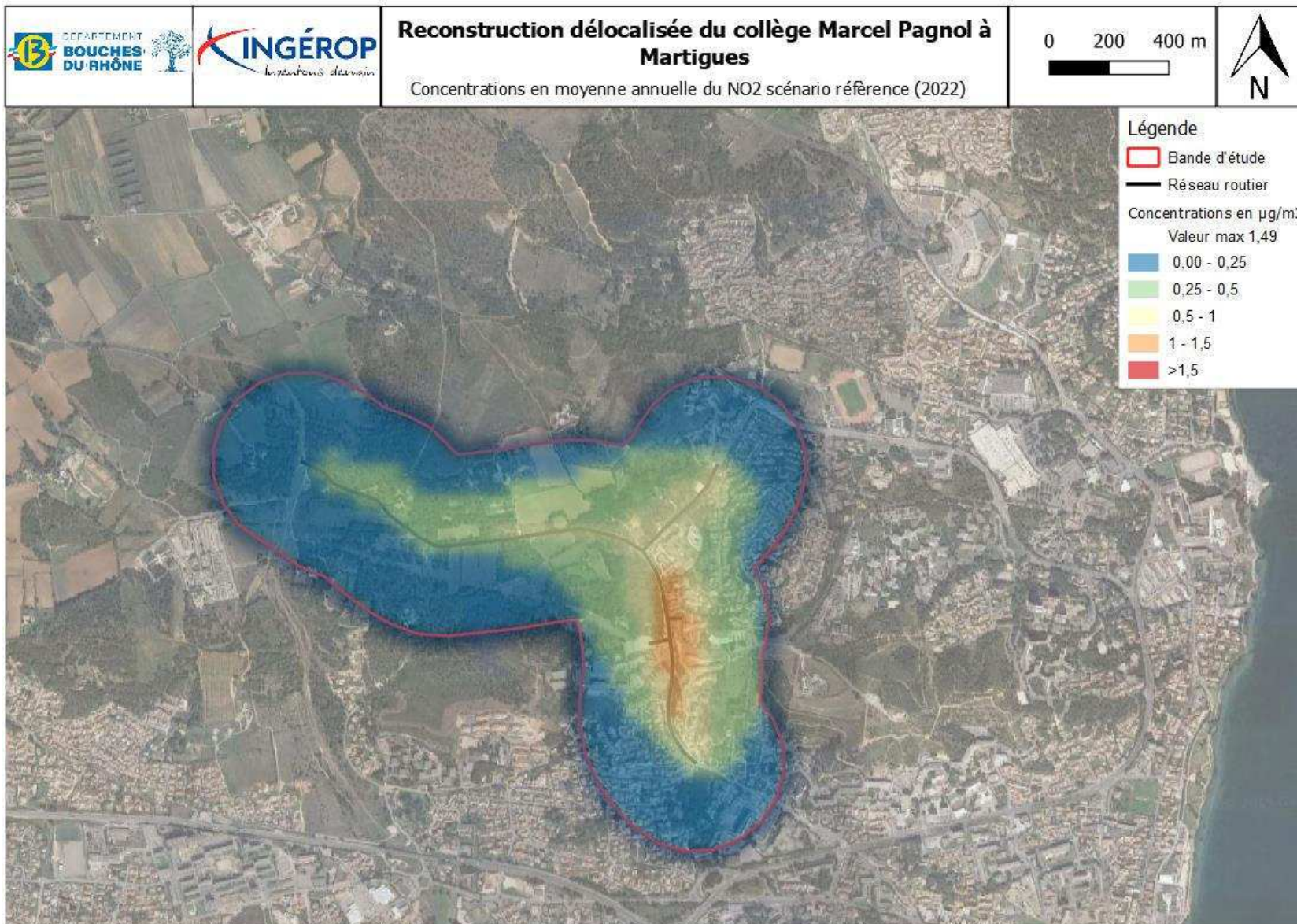
- Les concentrations maximales les plus élevées au niveau du Boulevard des Rayettes et les intersections entre la route de la Vierge et le Pôle bus + parking,
- Une différence de concentrations maximales entre le scénario sans et le scénario avec projet localisée dans le même secteur (+300 véhicules sur cette portion). Cependant, la différence de concentrations entre les deux scénarios est très faible et non significative. De ce fait, la différence de concentrations maximales en benzène entre le scénario sans projet et avec projet n'est pas représentée car sa valeur maximale est de l'ordre de 0,00004 µg/m<sup>3</sup>.

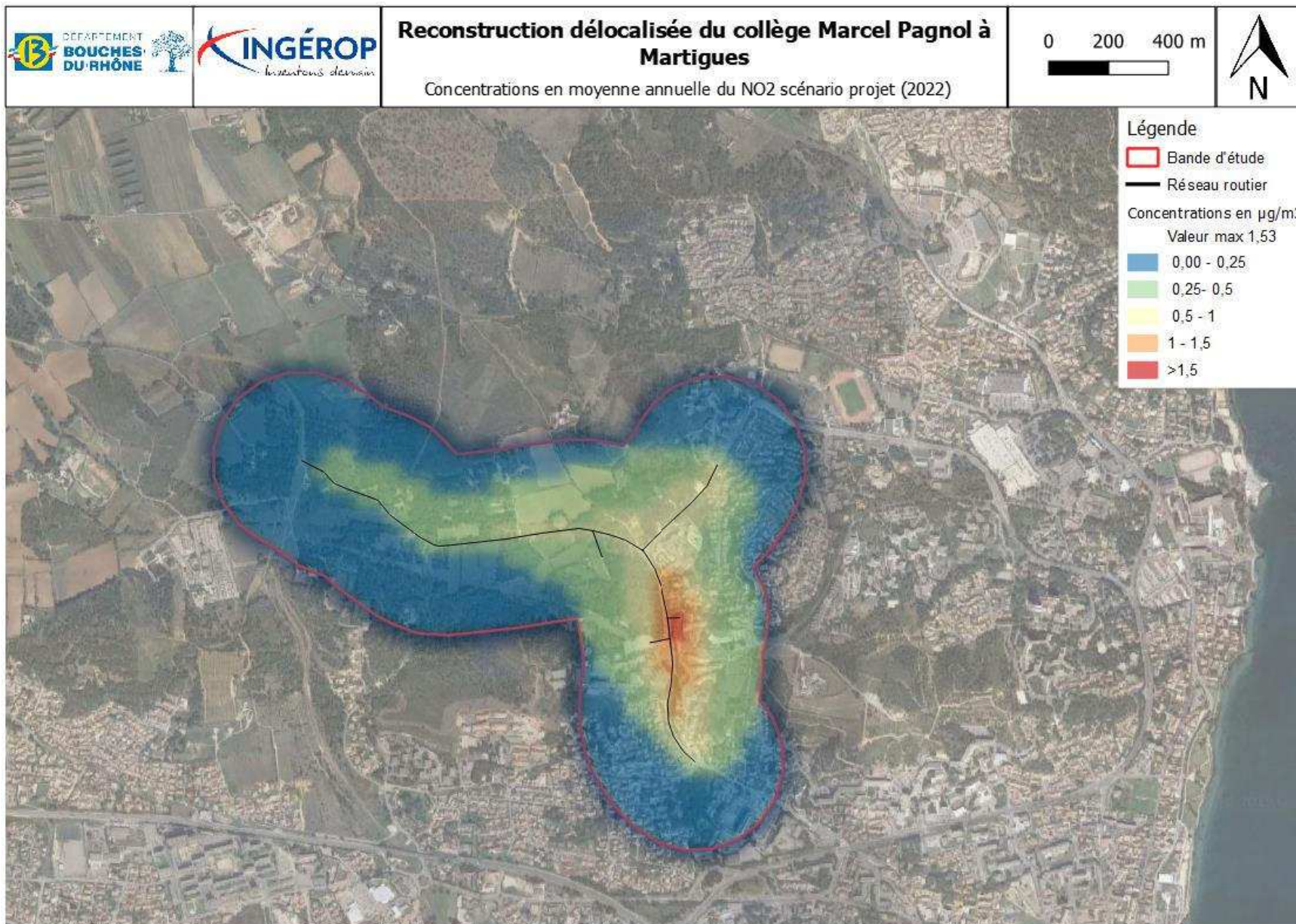
**La reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol n'a donc aucun impact significatif sur la qualité de l'air.**

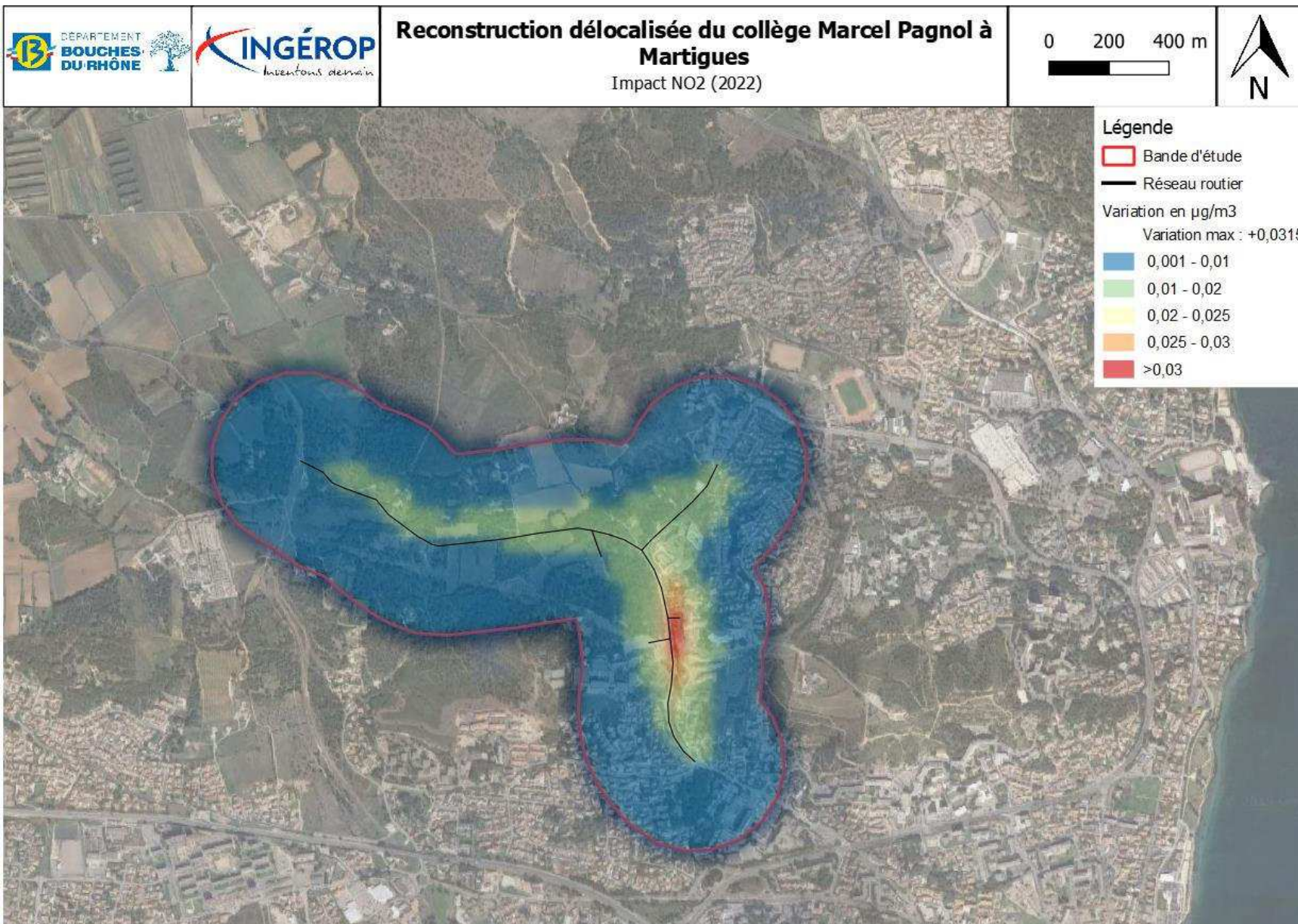
**Ces résultats doivent être relativisés dans la mesure où :**

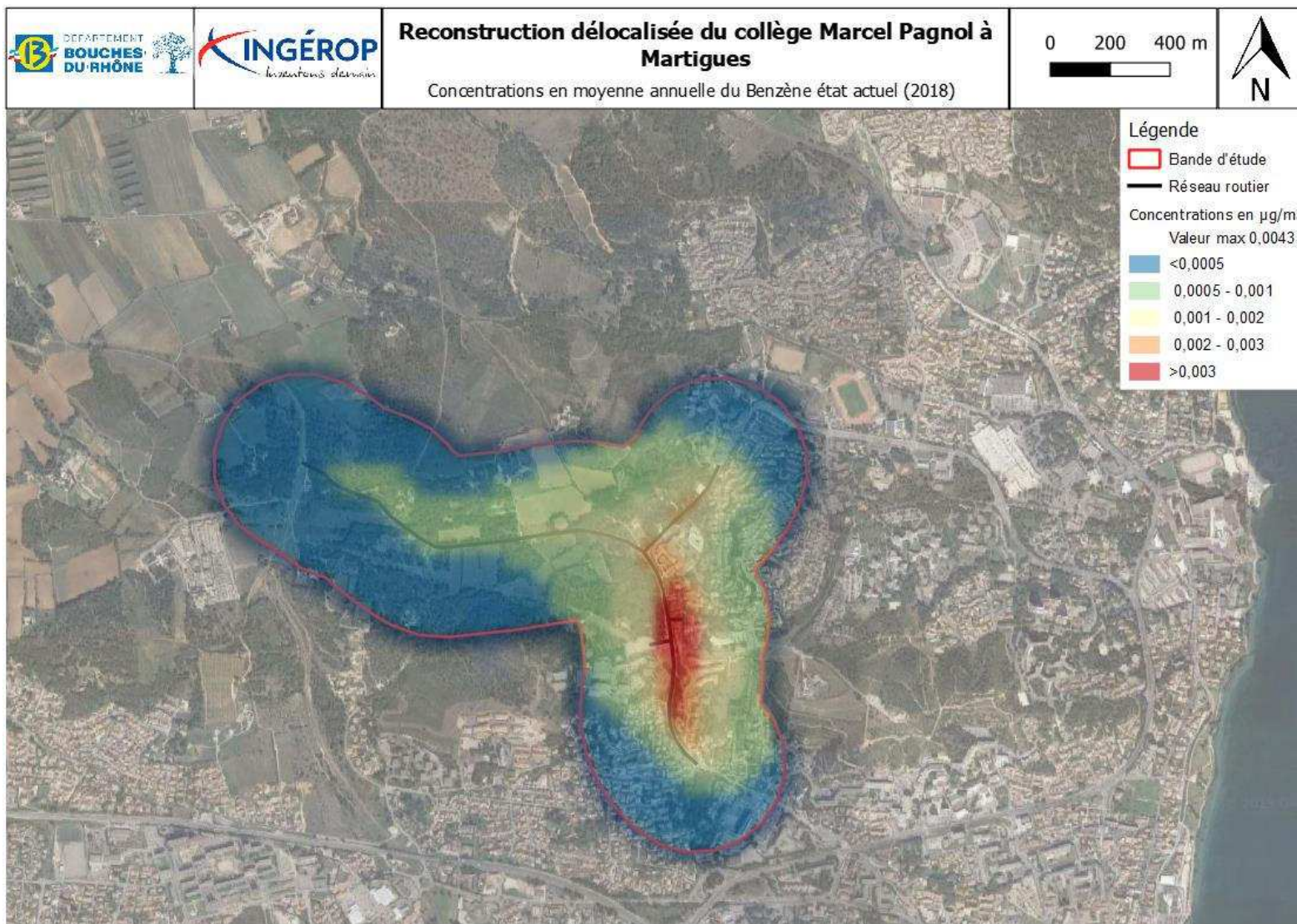
- **Les résultats proviennent d'une modélisation réalisée à partir de multiples hypothèses, notamment en termes d'évolution des trafics sur le domaine d'étude. Ces résultats sont à considérer comme des tendances et non comme des valeurs absolues ;**



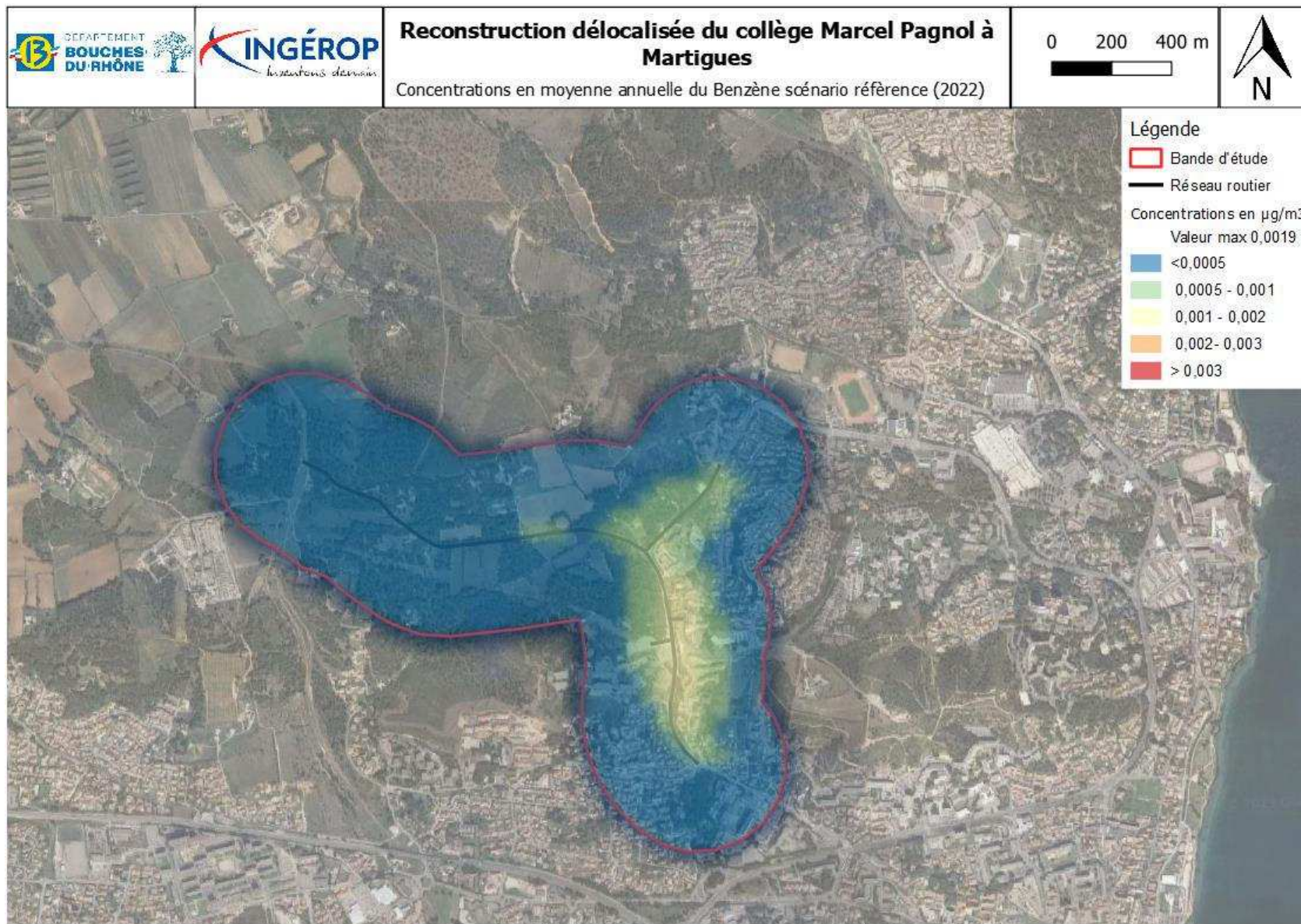


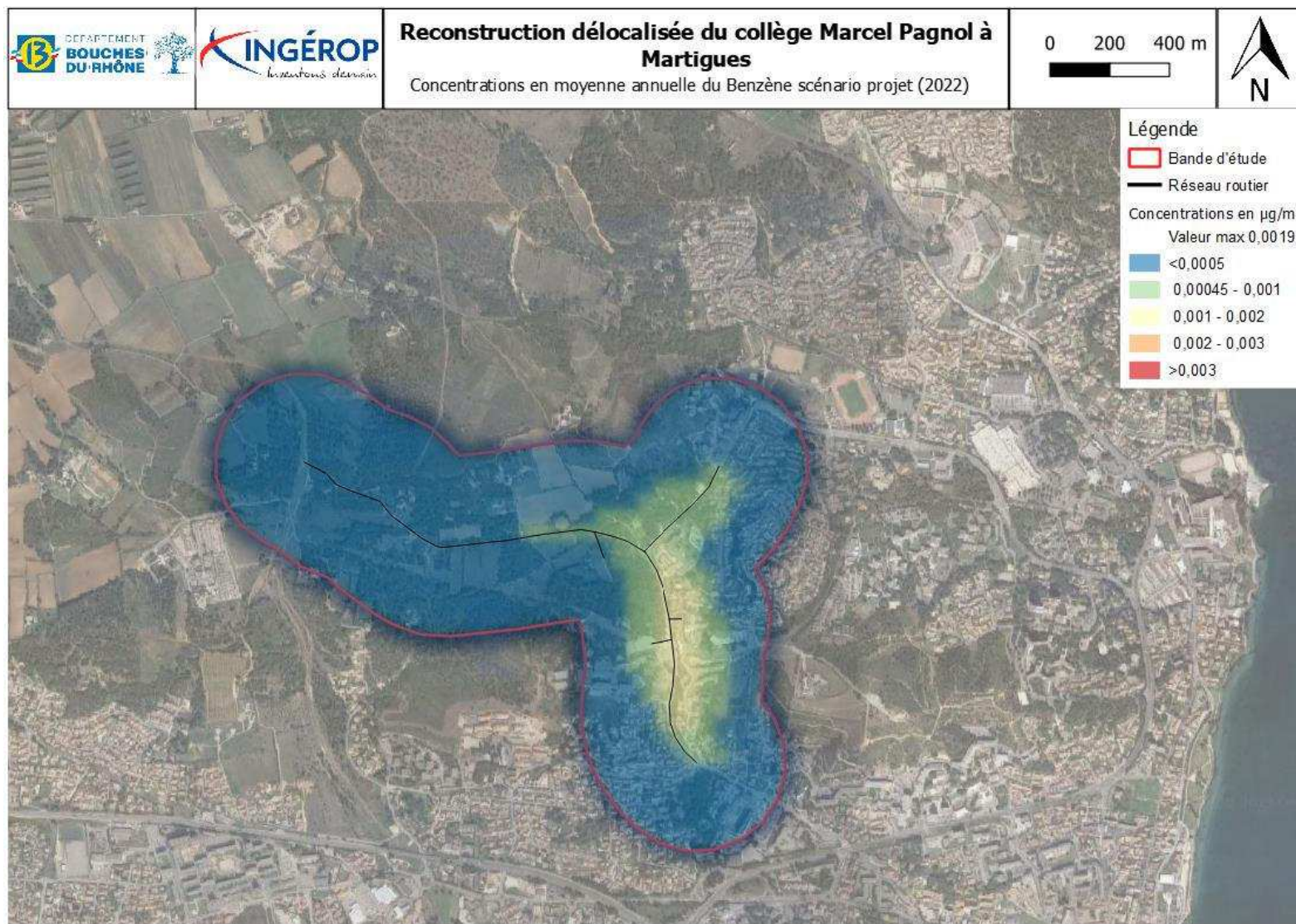












### 2.3.8. Évaluation de l'impact sanitaire

Une évaluation quantitative du risque sanitaire pour les usagers du collège et des autres sites sensibles situés à proximité a été réalisée conformément à la recommandation de l'avis de la MRAe. Compte tenu que l'évaluation sanitaire n'est réalisée qu'au droit des sites sensibles seule l'évaluation des risques par inhalation est prise en compte.

**Nous retenons, dans le cadre de la présente étude sanitaire, les polluants suivants :**

- **Le NO<sub>2</sub>, le Benzène, les PM10 et PM2.5 pour les polluants à risque d'exposition aiguë de la population ;**
- **Le Benzène, les PM10 et PM2.5, le nickel et l'arsenic pour les polluants à risque d'exposition chronique de la population.**

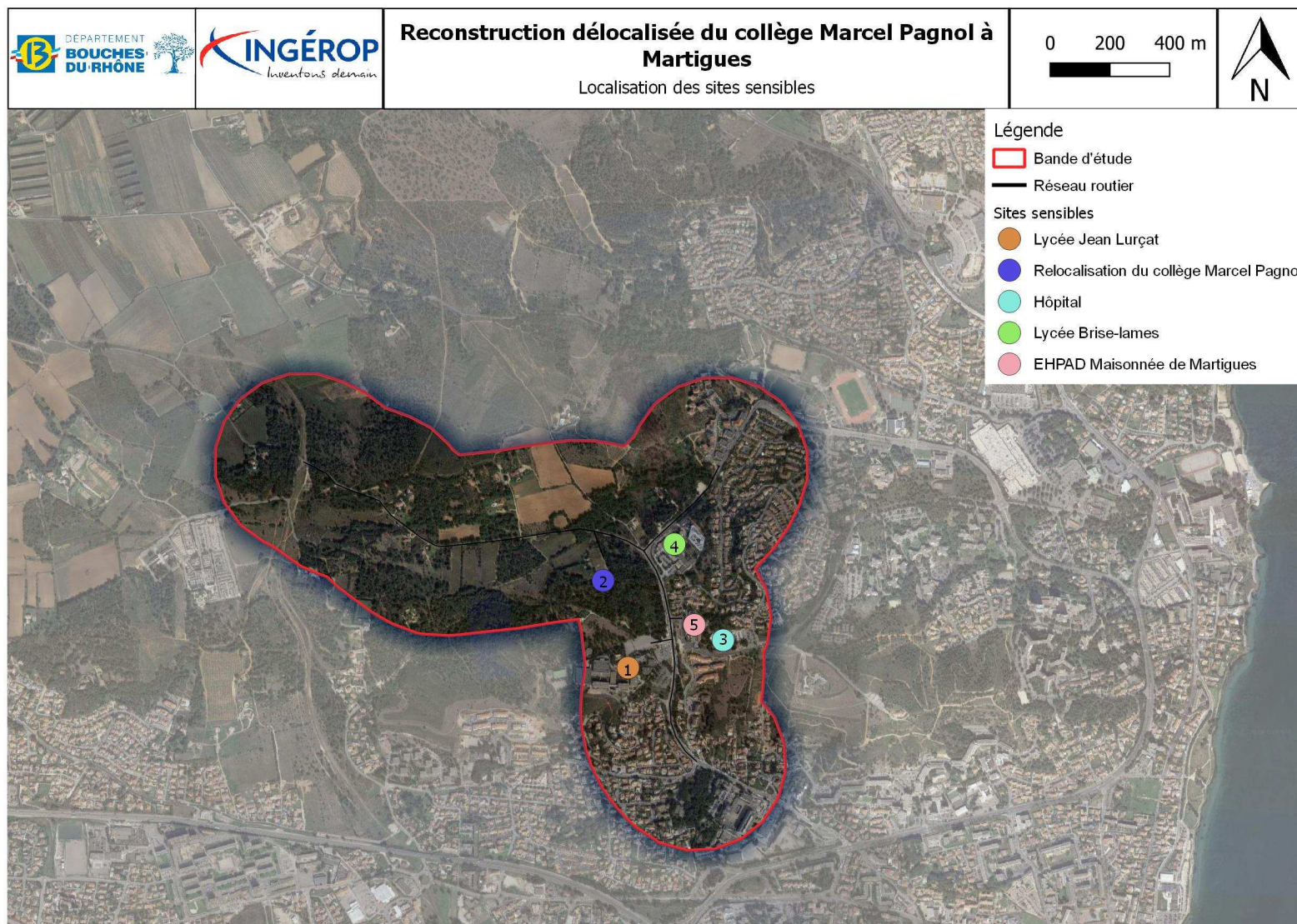
Les résultats sur les PM2.5 sont présentés bien qu'il n'existe pas de valeur toxicologique de référence. En effet, dans l'état actuel des connaissances, **aucun organisme ne s'est prononcé sur la relation « dose-réponse »**. **Les calculs qui en découlent ne sont donnés qu'à titre indicatif et non pas de valeur sanitaire.**

L'évaluation quantitative des risques sanitaires s'appuie sur une méthodologie précise définie en 1983 par l'Académie des Sciences Américaine. Cette méthodologie a été retranscrite en 2000 par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) dans le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact.

Une Évaluation des Risque Sanitaires se décompose ainsi en 4 grandes étapes :

- Identification des dangers et des Valeurs Toxicologiques de Référence,
- Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence,
- Évaluation de l'exposition de la population,
- Calcul des risques sanitaires.

L'évaluation des risques sanitaires est effectuée sur 5 sites sensibles localisés sur la figure ci-après.



2.3.8.1. Identification des dangers par inhalation et choix des valeurs toxicologiques de référence (étape 1 et 2)

► **Définitions : toxicité, exposition et effets**

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets variables en fonction de la durée d'exposition des organes cibles et/ou des voies d'absorption :

- la toxicité aiguë d'une substance chimique correspond aux effets d'une exposition de courte durée à une dose (concentration) forte, généralement unique ;
- la toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses. Ces doses sont insuffisantes pour provoquer un effet immédiat, mais la répétition de leur absorption sur une longue période de temps a des effets délétères.

**Le travail d'identification des dangers et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) des polluants a été réalisé par un groupe d'experts piloté par l'InVS. On distingue deux types de polluants selon que l'on étudie des effets systémiques ou cancérigènes :**

- les polluants dits « à seuil » ou systémiques, dont les effets sont directement proportionnels à la dose absorbée. La survenue de dangers est définie selon un seuil de concentration dans l'air à ne pas dépasser.
- les polluants dits « sans seuil » ou cancérigènes, dont l'absence de seuil est admise. Une seule molécule de ces polluants peut suffire à activer un processus cancéreux. C'est pourquoi, la VTR ou Excès de Risque Unitaire ne correspond pas à une limite de concentration mais à une probabilité de développer un cancer pour une exposition « vie entière » (égale à 70 ans) à une concentration unitaire (1 µg/m³).

Selon le type d'effet toxique étudié, deux types de VTR sont utilisés.

Effets « à seuil »	Concentration Admissible dans l'Air (CAA) en µg/m³
Effets « sans seuil »	Excès de Risque Unitaire (ERU) en (µg/m³) <sup>-1</sup>

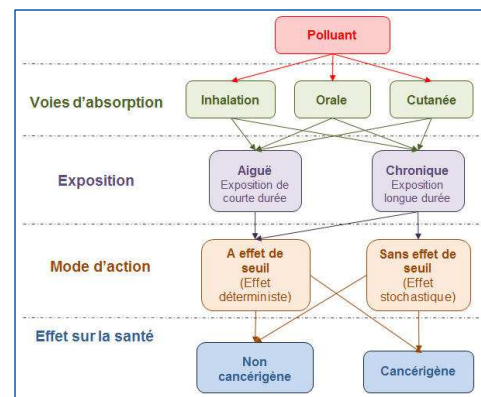
Concernant les risques par inhalation, l'Excès de Risque Unitaire (ERU) correspond à la probabilité de survenue des symptômes avec une concentration dans l'air pour 1 µg/m³ de l'espèce considérée. Les excès de risque unitaire sont déterminés pour une exposition de 70 ans (considérée comme une vie entière).

L'évaluation des dangers des substances chimiques (ou identification des dangers) consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Ces effets peuvent être de différents types :

- Non cancérigène : Une substance à effet non cancérigène agit proportionnellement à la dose reçue. Ses effets sont généralement réversibles et une diminution de sa concentration dans l'organisme entraîne la disparition des symptômes. Le mode d'action est essentiellement à seuil.
- Cancérigène : à l'inverse, une substance à effet cancérigène est susceptible d'entraîner des tumeurs malignes dégénérant en cancer dès l'absorption par l'organisme d'une molécule de cette substance (effets sans seuil). Les effets cancérigènes ne sont pas réversibles (sans médication) et les risques s'expriment en probabilité de survenue d'un cancer. Le mode d'action est essentiellement sans seuil.

Ainsi, il est traité :

- l'exposition aiguë par inhalation,
- l'exposition chronique par inhalation de polluants non cancérigènes,
- l'exposition chronique par inhalation de polluants cancérigènes.



Évaluation du danger d'un polluant

### ► Choix des valeurs toxicologiques de référence

L'évaluation des risques sanitaires passe par la sélection des valeurs toxicologiques de référence (CAA, DJA, ERUI et ERUo) permettant de définir la présence ou l'absence d'effet d'un composé. Les VTR ont été recherchées parmi les bases de données de l'OMS<sup>4</sup>, l'IPCS<sup>5</sup>, l'US EPA<sup>6</sup>, l'ATSDR<sup>7</sup>, l'OEHHA<sup>8</sup>, Health Canada, le JECFA<sup>9</sup>, l'ANSES<sup>10</sup>, l'EFSa<sup>11</sup> et le RIVM<sup>12</sup>. Lorsqu'aucune VTR n'est proposée, la quantification des risques sanitaires n'est pas envisageable mais une comparaison à des valeurs guides est possible si elles sont disponibles. Les définitions des VTR pour chaque organisme et les correspondances entre elles sont présentées en annexe. Les différentes classifications des composés cancérogènes y sont également détaillées (hiérarchisation selon l'Union Européenne, l'US EPA et le CIRC<sup>13</sup>).

Lorsque plusieurs VTR sont proposées, le choix s'oriente en fonction des recommandations de l'INERIS, de la notoriété de l'organisme, de la date de parution, de leur cohérence avec les autres VTR et du type d'étude dont elle découle (les études épidémiologiques sont privilégiées par rapport à l'expérimentation animale).

### ► Synthèse des dangers et des VTR sélectionnées

Les VTR sélectionnées sont reprises dans les tableaux suivants selon les différents effets et voie d'absorption :

- exposition aiguë par inhalation,
- exposition chronique non cancérogène par inhalation,
- exposition chronique cancérogène par inhalation.

**Tableau 5 : VTR aigus des substances par inhalation**

Substance	Source	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Organe cible / Effet critique	Année	Facteur d'incertitude	Type d'étude
Acroléine	ATSDR	6,98	Irritation oculaire	2007	100	-

<b>NO<sub>2</sub></b>	OMS	200	Poumons	2003	2	hommes
<b>SO<sub>2</sub></b>	ATSDR	26	Système respiratoire	1998	9	hommes
<b>Benzène</b>	ATSDR	29,2	Système immunologique	2008	300	souris

**Tableau 6 : VTR chroniques des substances non cancérogènes pour une exposition par inhalation**

Substance	Source	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Organe cible / Effet critique	Année	Facteur d'incertitude	Type d'étude
Acroléine	ANSES	0,8	Lésions nasales	2012	75	Animaux
<b>NO<sub>2</sub> (1)</b>	OMS	40	Système respiratoire	2003	-	-
<b>Benzène</b>	EPA	30	Système immunologique	2003	300	Homme
<b>Particules Diesel</b>	EPA	5	Système respiratoire	2003	30	rats
<b>Formaldéhyde</b>	ATSDR	10	Nez	1999	30	Homme
<b>1-3 Butadiène</b>	EPA	2	Atrophie ovarienne	2002	1000	souris
<b>Acétaldéhyde</b>	EPA	9	Epithélium nasal	1991	1000	rats
<b>Nickel</b>	ATSDR	0,09	Système respiratoire	2005	30	rats
<b>Cadmium</b>	ATSDR	0,01	Reins	2012	10	Homme
<b>Plomb (1)</b>	OMS	0,5	Système neurologique et hématologique	1999	-	Homme
<b>PM10 (1)</b>	OMS	20	Système cardiovasculaire	2000	-	Homme
<b>PM2.5 (1)</b>	OMS	10	Système cardiovasculaire	2000	-	Homme

(1) – composés ne disposant pas de VTR, la valeur indiquée est une valeur guide

<sup>4</sup> Organisation Mondiale de la Santé (International)

<sup>5</sup> International Program on Chemical Safety (international)

<sup>6</sup> United States – Environmental Protection Agency (Etats-Unis)

<sup>7</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Etats-Unis)

<sup>8</sup> Office of Environmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'EPA)

<sup>9</sup> Joint Expert Committee on Food Additives (organisme administré par l'OMS et l'ONU)

<sup>10</sup> Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (France, fusion entre l'AFSSET et l'AFSSA)

<sup>11</sup> Autorité européenne de sécurité des aliments

<sup>12</sup> Santé Canada – Agence de la santé publique (Canada)

<sup>13</sup> Centre International de Recherche sur le Cancer (ou IARC – International Agency for Research on Cancer)

Tableau 7 : VTR chroniques des substances cancérigènes pour une exposition par inhalation

Substance	Source	Valeur en ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	Organe cible / Effet critique	Année	Type d'étude
<b>Benzène</b>	EPA	2,2.10 <sup>-6</sup> à 7,8.10 <sup>-6</sup>	Leucémie	1998	Homme
<b>Particules Diesel</b>	OMS	3,4.10 <sup>-5</sup>	Poumons	1996	Rats
<b>Chrome</b>	OMS	4.10 <sup>-2</sup>	Poumons	2008	Homme
<b>Formaldéhyde</b>	Santé Canada	5,26.10 <sup>-6</sup>	Epithélium nasal	2000	Rats
<b>1,3-Butadiène</b>	EPA	3.10 <sup>-5</sup>	Sang	2002	Homme
<b>Acétaldéhyde</b>	EPA	2,2.10 <sup>-6</sup>	Epithélium nasal	1998	Rats
<b>Nickel</b>	EPA	2,4.10 <sup>-4</sup>	Poumons	1998	Homme
<b>Cadmium (2)</b>	ANSES	0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Poumons	2012	Rats
<b>Benzo(a)pyrène</b>	OMS	8,70.10 <sup>-2</sup>	Poumons	1998	Homme
<b>As</b>	OEHHA	3,3.10 <sup>-3</sup>	Poumons	2009	Homme

2) composé cancérigène à seuil

2.3.8.2. Évaluation de l'exposition des populations► **Équation générale**

L'exposition par inhalation d'une population est déterminée à partir du calcul de la Concentration Moyenne Inhalée (CMI) pour chaque polluant, selon l'équation générale suivante :

$$CMI = (C_i \times T_i) \times F \times \left(\frac{DE}{T_m}\right)$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )C<sub>i</sub> : Concentration de polluant représentative de la période d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )T<sub>i</sub> : Taux d'exposition à la concentration C<sub>i</sub> pendant une journée (sans unité)

F : Fréquence d'exposition annuel qui correspond au nombre de jours d'exposition sur une année (sans unité)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques cancérigènes (années)

T<sub>m</sub> : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets cancérigènes où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière standard (T<sub>m</sub> est généralement pris égal à 70 ans)

Les paramètres d'exposition T<sub>i</sub>, F et DE doivent être renseignés pour tenir compte des conditions d'exposition auxquelles sont confrontées les populations cibles.

Le paramètre C<sub>i</sub> (concentration en polluant dans l'air) de l'équation 1 est issu des concentrations modélisées lors de la dispersion des polluants atmosphériques.

► **Scénario d'exposition retenu**

Concernant le taux d'exposition (T), et compte tenu de la prise en compte du projet de reconstruction délocalisée du Collège Marcel Pagnol et de la proportion d'établissements scolaires des sites sensibles étudiés, il a été décidé de considérer une exposition journalière constante (24h/24) prenant toutefois en compte les vacances scolaires. Ainsi, ont été considérés 27 jours de congés annuels (moyenne française) passés en-dehors de la zone d'étude. La valeur du taux d'exposition est alors égale à 0,926 (338 j/an).

Concernant la durée d'exposition (DE), elle a été prise égale à 10 années, ce qui correspond à la durée maximale de fréquentation des établissements sensibles étudiés.

En appliquant ces facteurs, on aboutit aux formules suivantes pour le calcul des concentrations journalières d'exposition au droit des sites sensibles :

$$CJE \ll \text{à seuil} \gg = C_i \times TE = C_i \times 0,92$$

$$CJE \ll \text{sans seuil} \gg = C_i \times TE \times DE = C_i \times 0,926 \times 10 = C_i \times 0,132$$

La concentration C<sub>i</sub> correspond à la concentration modélisée précédemment au droit de chacun des lieux sensibles, à laquelle est ajoutée la pollution de fond.

Pour estimer cette dernière, on retiendra la concentration moyenne annuelle sur la base des mesures réalisées par AtmoSud sur les stations présentes sur la commune de Martigues.

2.3.8.3. Caractérisation des risques► **Méthodologie****Polluant à effet de seuil**

Les polluants à effet de seuil répondent à un seuil de toxicité en dessous duquel on considère qu'il n'y a pas de risque sanitaire. Pour évaluer la présence ou non d'un risque sanitaire, on calcule un Ratio de Danger selon les formules suivantes

$$RD_{aigu} = \frac{CMI_{aigu\grave{e}}}{VTR_{aigu\grave{e}}}$$

$$RD_{chronique} = \frac{CMI_{chronique} \text{ (sans seuil)}}{VTR_{chronique}}$$

*RD Chronique* : Ratio de Danger chronique par inhalation

*CMI* : Concentration moyenne inhalée aiguë ou chronique (déterminée en fonction du scénario d'exposition et du type de concentration (percentile ou moyenne annuelle) en µg/m³

*VTR* : Valeur toxicologique de référence chronique en µg/m³

Le Ratio de Danger (RD) permet d'évaluer la présence d'un risque. Lorsqu'il est supérieur à 1 le risque existe et au contraire lorsqu'il est inférieur à 1, aucun impact sanitaire n'est observable.

Pour les polluants ayant un impact sanitaire sur le même organe cible, il est possible de sommer les ratios de danger pour évaluer l'impact lié à la co-exposition de plusieurs toxiques.

Les particules PM2.5 ont un impact sur les fonctions cardiovasculaire. Le ratio de danger est calculé sur la base des valeurs guides de l'OMS en prenant uniquement le plus pénalisant des RD. En effet, il n'existe pas d'étude montrant une additivité des risques pour ces deux classes de particules touchant les mêmes organes cibles.

**Polluant sans effet de seuil**

Pour les polluants sans effet de seuil, l'évaluation des risques sanitaires consiste à évaluer la probabilité pour une personne exposée à la pollution de développer une pathologie. Cette probabilité est appelée Excès de Risque Individuel et se calcule de la façon suivante :

$$ERI = CMI_{MA} \times ERU$$

*ERI* : Excès de risque individuel en nombre de cas de cancer

*CMI<sub>MA</sub>* : Concentration moyenne inhalée en µg/m³

*ERU* : Excès de risque unitaire en nombre de cas de cancer (µg/m³)<sup>-1</sup>

2.3.8.4. Évaluation des risques pour les sites sensibles

► **Risques aigus**

Le tableau suivant présente les ratios de danger pour le risque aigu. **Il ressort que l'ensemble des ratios sont inférieurs à 1. Les sites sensibles ne sont donc pas exposés à ce risque.**

La colonne du tableau « RD – pollution de fond seule » présente le ratio de danger en ne prenant en compte que la pollution de fond. Il ressort que la concentration de fond contribue pour une part importante aux ratios de danger.

**Tableau 8 : Ratios de danger pour le risque aigu**

	RD pollution de fond seule	Type de valeur	Site sensible 1	Site sensible 2	Site sensible 3	Site sensible 4	Site sensible 5
<b>NO2</b>	<b>0,08</b>	Actuel	0,11	0,11	0,11	0,13	0,13
		Sans Projet	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12
		Avec Projet	0,11	0,10	0,10	0,12	0,12
<b>Benzène</b>	<b>0,04</b>	Actuel	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Sans Projet	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>PM10</b>	<b>0,38</b>	Actuel	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40
		Sans Projet	0,389	0,39	0,39	0,39	0,39
		Avec Projet	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
<b>PM2.5</b>	<b>0,20</b>	Actuel	0,22	0,22	0,21	0,23	0,22
		Sans Projet	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
		Avec Projet	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22

► **Risques chroniques non cancérigènes**

Le tableau suivant présente les résultats des calculs des Ratios de Danger (RD) pour les effets non cancérigènes par inhalation en exposition chronique. Il détaille, pour chaque polluant, les ratios de danger obtenus par scénario ainsi que le ratio de danger imputable uniquement à la pollution de fond (première colonne). Les risques par organe cible sont additionnés afin de prendre en compte le risque cumulé des polluants ayant des effets sur le même organe.

**L'ensemble des ratios de danger non cancérigènes est inférieur à 1. Aucun risque n'est à prévoir.**

Le RD calculé pour les PM10 et PM2.5 (qui ne constitue pas l'expression d'un risque étant donné l'absence de VTR) est proche de 1. Ce ratio élevé résulte directement des concentrations de fond qui participent pour quasiment 100 % à sa valeur (du fait de la présence de nombreuses industries à proximité).



Tableau 9 : Ration de danger pour le risque chronique non cancérogène

	Fonction atteinte	RD avec uniquement la concentration de fond	Site sensible 1	Site sensible 2	Site sensible 3	Site sensible 4	Site sensible 5
NO <sub>2</sub>	Appareil respiratoire	0,37	0,38420877	0,38	0,38	0,39	0,39
			0,3801111	0,38	0,38	0,39	0,38
			0,38041205	0,38	0,38	0,39	0,38
PM10	Système cardio-vasculaire	0,88	0,88297638	0,88	0,88	0,88	0,88
			0,88252726	0,88	0,88	0,88	0,88
			0,88258745	0,88	0,88	0,88	0,88
PM2.5	Système cardio-vasculaire	0,46	0,46798647	0,47	0,47	0,47	0,47
			0,46699562	0,47	0,47	0,47	0,47
			0,46707896	0,47	0,47	0,47	0,47
Benzène	Système immunologique	0,04	0,039208	0,04	0,04	0,04	0,04
			0,03890858	0,04	0,04	0,04	0,04
			0,03894871	0,04	0,04	0,04	0,04
Nickel	Appareil respiratoire	0,04	0,03652726	0,04	0,04	0,04	0,04
			0,03652727	0,04	0,04	0,04	0,04
			0,03652729	0,04	0,04	0,04	0,04
NO <sub>2</sub> / particules / Nickel	Appareil respiratoire	0,40	0,42073603	0,42	0,42	0,43	0,43
			0,41663837	0,41	0,41	0,42	0,42
			0,41693934	0,41	0,41	0,42	0,42

Le projet de reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol n'a aucun impact sur les ratios de dangers. Aucun risque n'est à prévoir.

### ► Risques chroniques cancérogènes

Le tableau suivant présente les résultats des Excès de Risque individuel (ERI) maximaux calculés pour chaque polluant cancérogène étudié. L'ensemble des ERI sont sommés pour prendre en compte le risque global. Les résultats sans prendre en compte les concentrations de fond sont également présentés après les ERI par polluant.

L'analyse des Excès de risque par inhalation s'effectue par comparaison avec l'Excès de risque « acceptable » pris égal à 10<sup>-5</sup>, soit 1 risque sur 100 000 de développer un cancer au cours d'une vie entière suite à une exposition à la pollution par inhalation (10 ans d'exposition pour le scénario choisi dans l'étude).

**En considérant une durée d'exposition de 10 ans au droit de chaque site, les excès de risque individuel de cancer sont tous inférieurs au seuil acceptable de 10<sup>-5</sup>.**

Tableau 10 : Excès de risques pour les risques chroniques cancérogènes

	Fonction atteinte	ERI pollution de fond seule	Type de valeur	Site sensible 1	Site sensible 2	Site sensible 3	Site sensible 4	Site sensible 5
Benzène	Sang	1,24E-06	Actuel	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06
			Sans Projet	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06
			Avec Projet	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06	1,24E-06
Nickel	Poumons	1,13E-07	Actuel	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07
			Sans Projet	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07
			Avec Projet	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07
Arsenic	Poumons	5,68E-07	Actuel	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07
			Sans Projet	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07
			Avec Projet	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07	5,68E-07
Total		1,92E-06	Actuel	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06	1,95E-06	1,95E-06
			Sans Projet	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06
			Avec Projet	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06	1,94E-06

Total (sans conc de fond)	1,92E-06	Actuel	1,82E-09	1,35E-09	1,41E-09	2,35E-09	2,35E-09
		Sans Projet	8,03E-10	6,08E-10	6,22E-10	1,04E-09	1,44E-08
		Avec Projet	8,20E-10	6,23E-10	6,36E-10	1,07E-09	1,06E-09

2.3.8.5. Incertitudes de calcul

L'évaluation des impacts d'un projet sur la qualité de l'air et la santé des personnes, à un horizon futur, fait appel à un ensemble de données en matière de prévisions de trafics, de modélisation d'émission et de dispersion des polluants, pollution de fonds sur des stations plus ou moins éloignées du domaine étudié, puis à des hypothèses sur la toxicologie des polluants. Ces données sont donc entachées de nombreuses incertitudes et méconnaissances.

Le tableau suivant recense les incertitudes relevées lors de la réalisation de l'étude Air et Santé.

**Tableau 11 : Incertitudes de calcul d'une étude Air et Santé**

Incertitudes minorant le risque	Incertitudes majorant le risque	Incertitudes inclassables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voies d'exposition</li> <li>- Nombre de polluants à considérer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquence d'exposition (24h/24)</li> <li>- VTR protectrice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pollution de fond à l'état initial</li> <li>- Quantification de la population</li> <li>- Durée d'exposition</li> <li>- Incertitudes liées à la chaîne de modélisation (trafic / émissions / dispersion / parc automobile / météo)</li> <li>- Effet cocktail des mélanges de polluants dans l'air</li> <li>- Pollution intérieure des habitations/constructions</li> <li>- Incertitudes sur les retombées des polluants sur le sol</li> </ul>

2.3.8.6. Conclusion sur l'évaluation de l'impact sanitaire

L'évaluation des risques sanitaires au droit des sites sensibles ne met pas en évidence de risque aigu ou chronique aux polluants non cancérigènes et cancérigènes.

**La zone d'étude est majoritairement concernée par la pollution de fond. Ceci s'explique par le choix du domaine d'étude assez restreint (contrainte de l'étude circulation) qui est centré sur le projet de reconstruction délocalisée du collège.**

**Du fait de l'amélioration du parc roulant en 2022 (hypothèses Copert V), l'ERI diminue très sensiblement à cet horizon par rapport à l'horizon actuel (2018). L'augmentation, faible voire très faible, du trafic avec la reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol n'a donc aucun impact potentiel sur le risque sanitaire.**

2.3.9. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique de proximité

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables.

**De plus, le projet de reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol n'entraîne aucun impact significatif.**

Plusieurs types d'actions peuvent être cependant envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée, la pollution :

- **la réduction ou la préservation par la « matière grise »** (éloignement des sites sensibles, à forte densité de population pour les nouvelles constructions...), qui consiste à étudier les mesures constructives pour éviter au maximum les situations à risques (ouverture des salles de classe côté « cour » et non côté « rue » etc.).
- **la réduction des émissions polluantes à la source** : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, on peut influencer les émissions polluantes par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules...). Ces mesures relèvent de la législation des transports,
- **la limitation de la dispersion des polluants** : on distingue deux types de pollution : la pollution gazeuse et la pollution particulaire. La pollution gazeuse ne peut être éliminée par aucun obstacle physique. On pourra tout au plus limiter les situations à risques en facilitant sa dilution ou sa déviation d'un endroit vers un autre. De nouveaux procédés « digesteurs de NOx » au niveau des murs et revêtements de chaussées, peuvent également être mis en place suivant leurs performances techniques. La diffusion de la pollution particulaire peut, quant à elle, être piégée par des barrières physiques (écrans) ou végétales (haies),
- **l'encouragement aux modes alternatifs** : encourager les futurs élèves et enseignants à prendre les transports en commun, développer le covoiturage, les modes doux, etc.

2.4. **Analyse des nuisances olfactives**

Contrairement à ce qu'il y avait d'indiqué dans l'étude d'impact sur l'environnement du projet de reconstruction délocalisée du Collège Marcel Pagnol, aucune station d'épuration n'est située à proximité de ce dernier. **Aucune nuisance olfactive n'est donc à apprécier.**



### 3. ANNEXES

#### Valeurs toxicologiques de référence

Chaque instance possède sa propre méthode de caractérisation des VTR et sa propre dénomination de ces dernières. Les tableaux suivants fournissent les dénominations des VTR spécifiques à chaque organisme, ainsi que dans le cas des VTR « sans seuil », le calcul à effectuer pour déduire l'ERU (excès de risque de cancer pour une exposition chronique à une concentration de 1 µg/m³ pour l'inhalation et 1 mg/kg/j pour l'ingestion).

Nom de la base	Abréviation de la VTR	Unité	Signification de la VTR
OMS/IPCS	Valeur guide		-
Santé Canada	TC		Tolerable Concentration
RIVM	TCA		Tolerable Concentration Air
<b>OEHHA</b>	<b>REL</b>		<b>Reference Exposure Level</b>

Nature et dénomination des VTR à seuil selon les différentes instances – risque par inhalation

Nom de la base	Abréviation de la VTR	Unité	Signification de la VTR	Déduction de l'ERU en (µg/m³) <sup>-1</sup>
EPA	RSC	µg/m³	Risk Specific Concentration => concentration correspondant à un risque de cancer de 1 sur 100 000 (10 <sup>-5</sup> )	ERU = 10 <sup>-5</sup> / RSC
OMS/IPCS	ERU	(µg/m³) <sup>-1</sup>	Excès de Risque Unitaire	-
RIVM	CR	µg/m³	Cancer Risk => concentration correspondant à un risque de cancer de 1 sur 10 000 (10 <sup>-4</sup> )	ERU = 10 <sup>-4</sup> / CR
OEHHA	UR	(µg/m³) <sup>-1</sup>	Unit Risk => Excès de risque de cancer pour une exposition chronique de 1 µg/m³	ERU = UR
<b>Health Canada</b>	<b>CT<sub>0,05</sub></b>	<b>µg/m³ ou mg/m³</b>	<b>Concentration tumorigène =&gt; concentration correspondant à 5 cas de cancer sur 100 personnes exposées</b>	<b>ERU = CT<sub>0,05</sub> / 5000</b>

Nature et dénomination des VTR sans seuil selon les différentes instances – risque inhalation

Nom de la base	Abréviation de la VTR	Unité	Signification de la VTR
EPA	RfC ; NAAQS	µg/m³	Reference Concentration ; National Ambient Air Quality Standard
ATSDR	MRL		Minimal Risk Level

Nom de la base	Abréviation de la VTR	Unité	Signification de la VTR
EPA	RfD	mg/kg/j	Reference Dose
ATSDR	MRL		Minimal Risk Level
OMS/IPCS	TI		Tolerable Intake
Santé Canada	DJA		Dose Journalière Admissible
RIVM	TDI		Tolerable Daily Intake
EFSA	TDI		Tolerable Daily Intake
OEHHA	REL		Reference Exposure Level
<b>EFSA</b>	<b>DHT</b>		<b>Dose hebdomadaire tolérable</b>

#### Nature et dénomination des VTR à seuil selon les différentes instances – risque par ingestion

Nom de la base	Abréviation de la VTR	Unité	Signification de la VTR	Déduction de l'ERU en ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>
EPA	OSF	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	Oral Slope Factor	ERU = OSF
OMS/IPCS	ERU	( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ ) <sup>-1</sup>	Excès de Risque Unitaire	-
RIVM	CR <sub>oral</sub>	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	Cancer Risk => concentration correspondant à un risque de cancer de 1 sur 10 000 ( $10^{-4}$ )	ERU = $10^{-4} / (\text{CR} * 10^{-3})$
OEHHA	OSF	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	Oral Slope Factor	ERU = OSF
<b>Health Canada</b>	<b>DT<sub>0,05</sub></b>	<b>(mg/kg/j)<sub>1</sub></b>	<b>Dose tumorigène =&gt; concentration correspondant à 5 cas de cancer sur 100 personnes exposées</b>	<b>ERU = DT<sub>0,05</sub> / 5000</b>

#### Nature et dénomination des VTR sans seuil selon les différentes instances – risque par ingestion

#### Différentes classifications des composés cancérogènes existent et sont présentées ci-dessous.

Le **CIRC (ou IARC)** définit 4 groupes (de 1 à 4) correspondant à des degrés d'indication de cancérogénicité pour d'être humain. Le deuxième est subdivisé en groupe 2A et 2B. Ces groupes sont les suivants :

- Groupe 1 : agent cancérogène (parfois appelé cancérogène avéré ou cancérogène certain),
- Groupe 2A : agent probablement cancérogène,
- Groupe 2B : agent peut-être cancérogène (parfois appelé cancérogène possible),
- Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérogénicité,
- Groupe 4 : agent probablement pas cancérogène.

L'**Union Européenne** définit 3 groupes :

- Catégorie 1 (ou 1A selon le **règlement CLP 1272/2008**) : substances que l'on sait être cancérogènes pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour établir l'existence d'une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à de telles substances et l'apparition d'un cancer.
- Catégorie 2 (ou 1B selon le **règlement CLP 1272/2008**) : substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption de causalité entre l'exposition de l'homme à de telles substances et la survenue d'un cancer. Cette présomption est généralement fondée sur des études appropriées à long terme sur l'animal et/ou d'autres informations appropriées. Il faut disposer, soit de résultats positifs sur deux espèces animales, ou d'éléments positifs indiscutables pour une espèce, étayés par des éléments secondaires tels que : des données sur la génotoxicité, des études métaboliques ou biochimiques, l'induction de tumeurs bénignes, des relations structurelles avec d'autres substances cancérogènes connues ou des données tirées d'études épidémiologiques suggérant une association.
- Catégorie 3 (ou 2 selon le **règlement CLP 1272/2008**) : substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles. Cette catégorie comporte 2 sous-catégories :
  - les substances suffisamment étudiées, mais pour lesquelles il n'existe pas d'effets tumorigènes suffisants pour entraîner le classement dans la catégorie 2. Des expériences complémentaires ne seraient pas susceptibles d'apporter d'autres informations pertinentes pour la classification.
  - Les substances insuffisamment étudiées : les données disponibles sont inadéquates, mais préoccupantes pour l'homme. Cette classification est provisoire et des expériences complémentaires sont nécessaires avant de prendre une décision finale.

L'US EPA définit 5 classes :

- Groupe A : cancérogène avéré, utilisé lorsque suffisamment de preuves provenant d'étude épidémiologiques associent les symptômes à l'exposition
- Groupe B : probablement cancérogène, utilisé lorsque le nombre de données sur l'exposition humaine sont insuffisantes mais dont les expérimentations animales montrent des risques de cancer. Deux sous-groupes sont définis :
  - Groupe B1 : données épidémiologiques sont disponibles mais limitées,
  - Groupe B2 : l'expérimentation animale montre des développements de cancer.
- Groupe C : cancérogène possible, utilisé lorsqu'un nombre limité d'expérimentation animale montrent un risque de développement de cancer.
- Groupe D : non classifiable, utilisé lorsque les études animales et humaines sont contradictoires ou qu'aucune données n'est disponibles.
- Groupe E : non cancérogène, utilisé lorsque suffisamment d'étude montre l'innocuité de la substance sur l'homme ou sur deux espèces différentes.

Les composés traités dans l'étude sont présentés dans les paragraphes ci-dessous.

### **Le benzène (n° CAS : 71-43-2)**

#### ***Risque aigu***

Lors d'une exposition aiguë (courte à de fortes concentrations), le benzène entraîne une dépression du système nerveux central s'accompagnant de convulsions et d'une dépression des fonctions respiratoires. Lors d'exposition à des concentrations plus faibles, les symptômes se traduisent par des céphalées, des vertiges et nausées. La VTR proposée par l'ATSDR concerne la dégradation de certains mécanismes immunologiques. Nous retiendrons cette VTR.

#### ***Risque Chronique, effets systémiques***

Concernant l'exposition chronique (faibles concentrations répétées dans la durée), les effets systémiques du benzène sont des effets hémotoxiques et immunotoxiques.

#### ***Risque chronique, effets cancérogènes***

Le benzène est classé selon l'Union Européenne en catégorie 1, l'IARC en groupe 1 et l'USEPA en catégorie A. La leucémie aiguë myéloïde est l'affection le plus souvent rapportée dans les études de cas.

Ci-dessous les valeurs toxicologiques de référence disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
Benzène	Inhalation	Aiguë	Seuil	Atteintes immunologique	MRL = 0,009 ppm Soit 29,2 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2008
Benzène	Orale	Chronique	Seuil	Atteintes immunologique	Oral RfD = 4.10 <sup>-3</sup> mg/(kg.j)	US EPA	-
Benzène	Orale	Chronique	Seuil	Atteintes immunologique	Oral MRL = 5.10 <sup>-4</sup> mg/(kg.j)	ATSDR	2007
Benzène	Inhalation	Chronique	Seuil	Atteintes immunologique	RfC = 3.10 <sup>-2</sup> mg/m <sup>3</sup>	US EPA	-
Benzène	Inhalation	Chronique	Seuil	Atteintes immunologique	MRL = 0,003 ppm soit MRL = 0,01 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2007
Benzène	Inhalation	Subchronique	Seuil	Atteintes immunologique	MRL = 0,006 ppm soit MRL = 0,02 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2007
Benzène	Inhalation	Chronique	Seuil	Atteintes hématologique et développement du système nerveux	REL = 3 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	-

Benzène	Orale	Chronique	Cancérogène	Leucémie	Oral slope factor = $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ (mg/(kg.j))}^{-1}$	US EPA	-
Benzène	Orale	Chronique	Cancérogène	-	$CR_{\text{oral}} = 3,3 \text{ } \mu\text{g}/(\text{kg.j})$ Soit un ERU <sub>i</sub> = $3 \cdot 10^{-2}$ $(\mu\text{g}/(\text{kg.j}))^{-1}$	RIVM	1999- 2000
Benzène	Orale	Chronique	Cancérogène	-	Oral slope factor = 0,1 $(\text{mg}/(\text{kg.j}))^{-1}$		
Benzène	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Leucémie	ERU <sub>i</sub> = $2,2 \cdot 10^{-6}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	US EPA	-
Benzène	Inhalation	Chronique	Cancérogène	-	$CT_{0,05} = 15 \text{ mg}/\text{m}^3$ Soit ERU <sub>i</sub> = $3,3 \cdot 10^{-6}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Santé Canada	1991
Benzène	Inhalation	Chronique	Cancérogène	-	$CR_{\text{inhal}} = 20 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ Soit un ERU <sub>i</sub> = $5 \cdot 10^{-6}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	RIVM	1999- 2000
Benzène					ERU <sub>i</sub> = $2,9 \cdot 10^{-5}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OEHHA	-

**Cadmium (n° CAS : 7440-43-9)**

(Source INERIS 2014)

***Risque aigu***

Chez l'homme, l'intoxication aiguë sévère conduit à une pneumonie chimique pouvant être mortelle dans 15-20 % des cas. Les effets observés pendant cette période sont une irritation pulmonaire sévère, accompagnée de dyspnée, cyanose et toux. L'exposition par voie orale induit des gastro-entérites et des myalgies. Chez l'animal les effets sont similaires à ceux observés chez l'homme.

***Risque Chronique, effets systémiques***

Chez l'homme, le rein est la principale cible : néphropathie irréversible, pouvant conduire à une insuffisance rénale. L'atteinte fonctionnelle tubulaire rénale apparaît lorsque la concentration en cadmium dans le cortex rénal atteint environ  $200 \text{ } \mu\text{g.g}^{-1}$  de tissu rénal.

L'exposition par inhalation induit des troubles respiratoires. Des atteintes du squelette, liées à une interférence avec le métabolisme du calcium sont observées surtout par voie orale. Des effets cardiovasculaires inconstants sont décrits

***Risque Chronique, effets cancérigènes***

L'UE classe le cadmium et ses dérivés chloré, oxygéné, sulfuré et sulfaté dans la catégorie 1B, l'IARC classe le cadmium dans le groupe 1, et l'US EPA classe le cadmium en catégorie B1. Le chlorure et le sulfate de cadmium induisent des effets génotoxiques probablement secondaires à un mécanisme de stress oxydatif. Les résultats pour l'oxyde et le sulfure de cadmium sont moins clairs. Le cadmium élémentaire, l'oxyde de cadmium et le sulfure de cadmium ont été classés par l'UE en catégorie 2 pour le caractère génotoxique. Le sulfate de cadmium et le chlorure de cadmium ont été classés en catégorie 1B (2004).

Ci-dessous les valeurs toxicologiques de référence disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	$MRL = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/(\text{kg.j})$	ATSDR	1999
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	RFD : Eau : $5 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/(\text{kg.j})$ Aliments : $10^{-3} \text{ mg}/(\text{kg.j})$	US EPA	1994
Cadmium	ingestion	Subchronique	Seuil	Rein	$MRL = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/(\text{kg.j})$	ATSDR	2012
Cadmium	ingestion	Chronique	Seuil	Rein	$TDI = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/(\text{kg.j})$	EFSA	2011

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	PTMI = 0,025 mg/(kg.j) soit 0,83 mg/(kg.j)	OMS	2011
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	TDI = 5.10 <sup>-4</sup> mg/(kg.j)	RIVM	2001
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	DJA = 1.10 <sup>-3</sup> mg/(kg.j)	Santé Canada	2010
Cadmium	Ingestion	Chronique	Seuil	Rein	DHT = 2,5 µg/kg Soit 3,6.10 <sup>-4</sup> mg/(kg.j)	EFSA	2011
Cadmium	Ingestion (aliment)	Chronique	Seuil	Rein	RfD = 1.10 <sup>-3</sup> mg/(kg.j)	US EPA	1994
Cadmium	Ingestion (eau)	Chronique	Seuil	Rein	RfD = 5.10 <sup>-4</sup> mg/(kg.j)	US EPA	1994
Cadmium	Inhalation	Aiguë	Seuil	Rein	MRL = 0,03 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2012
Cadmium	Inhalation	Chronique	Seuil	Rein	VG=0,005 µg/m <sup>3</sup>	OMS	1999
Cadmium	Inhalation	Aiguë	Seuil	Rein	VTR = 0,45 µg/m <sup>3</sup>	ANSES	2012
Cadmium	Inhalation	Chronique	Seuil	Rein	REL=0,02 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	2003
Cadmium	Inhalation	Chronique	Cancérogène à seuil	Cancer pulmonaire	VTR = 0,3 µg/m <sup>3</sup>	ANSES	2012
Cadmium	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Cancer pulmonaire	ERUI=1,8.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	US EPA	1992
Cadmium	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Cancer pulmonaire	ERUI=4,2.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	OEHHA	2002
<b>Cadmium</b>	<b>Inhalation</b>	<b>Chronique</b>	<b>Cancérogène</b>	<b>Cancer pulmonaire</b>	<b>CT<sub>0,05</sub>=5,1.10<sup>-3</sup> mg/m<sup>3</sup> soit ERUI=9,8.10<sup>-3</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup></b>	<b>Santé Canada</b>	<b>1993</b>

**Le dioxyde d'azote – NO<sub>2</sub> (n° CAS : 10102-44-0)**

**Risque aigu**

Chez l'homme, l'exposition aiguë au NO<sub>2</sub> entraîne une diminution de la fonction respiratoire. L'OMS recommande de ne pas dépasser la valeur moyenne horaire de 200 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>. Néanmoins, l'OMS précise dans son document de 2003 que cette valeur guide ne peut être assimilée à un seuil en deçà duquel le risque serait nul. Les autres instances ne fournissent pas de VTR. Nous utiliserons donc celle de l'OMS.

**Risque Chronique, effets systémiques**

Des études épidémiologiques de cohortes de travailleurs ont démontré un lien entre l'inhalation chronique de NO<sub>2</sub> et le développement de bronchites obstructives chroniques. L'OMS propose une valeur guide de 40 µg/m<sup>3</sup>. L'EPA a fixé une valeur guide moyenne annuelle de 100 µg/m<sup>3</sup>. Nous retiendrons la VTR de l'EPA, bien qu'il s'agisse d'une valeur guide pour la qualité de l'air ambiante et non d'une VTR.

**Risque Chronique, effets cancérigènes**

Sans objet

Ci-dessous les valeurs toxicologiques de référence disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
NO <sub>2</sub>	Inhalation	Aiguë	Seuil	Diminution des fonctions pulmonaires chez les asthmatiques	VG = 200 µg/m <sup>3</sup>	OMS	2003
NO <sub>2</sub>	Inhalation	Chronique	Seuil	Diminution des fonctions pulmonaires	VG = 100 µg/m <sup>3</sup>	EPA	1996
NO <sub>2</sub>	Inhalation	Chronique	Seuil	Diminution des fonctions pulmonaires	VG = 40 µg/m <sup>3</sup>	OMS	2003



**Le dioxyde de soufre (n° CAS : 7446-09-5)**

(Source INERIS 2011)

**Risque aigu**

Une exposition aiguë au SO<sub>2</sub> entraîne une résistance des voies aériennes et une diminution du volume et du débit lors d'une expiration forcée. Ces symptômes sont exacerbés chez les personnes asthmatiques. En milieu professionnel, des émissions de SO<sub>2</sub> en concentrations très élevées suite à des explosions et accidents ont entraînés des brûlures du tractus respiratoires allant jusqu'à une desquamation de la muqueuse respiratoire et à l'œdème alvéolaire hémorragique. Deux valeurs guides sont proposées par l'OMS et l'EPA. L'OMS propose une valeur guide de 500 µg/m<sup>3</sup> sur 10 min. L'EPA fixe une norme de qualité de l'air ambiante maximale à 1 300 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 3 heures.

Seule l'ATSDR fournit une VTR concernant l'exposition aiguë, appelée MRL (Minimal Risk Level). Celle-ci est de 26 µg/m<sup>3</sup>. Seule véritable VTR, cette valeur a été retenue dans le cadre de la présente étude.

**Risque Chronique, effets systémiques**

Chez l'homme, en cas d'exposition environnementale, des symptômes respiratoires sont observés de façon plus fréquente chez les individus les plus sensibles pour des niveaux d'exposition de 68- 275 µg.m<sup>-3</sup> souvent en présence de particules inhalables.

L'exposition professionnelle au SO<sub>2</sub> semble induire des altérations qui reflèteraient plus un mécanisme d'irritation local qu'une altération neurologique. Les études menées chez l'animal confirment les résultats observés chez l'homme : les principaux effets du SO<sub>2</sub> correspondent à des atteintes du tractus respiratoire. Les effets oxydatifs du SO<sub>2</sub> au niveau des érythrocytes sont également décrits ainsi que des effets hépatiques.

**Risque Chronique, effets cancérigènes**

Sans objet.

Ci-dessous les valeurs guides disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
SO <sub>2</sub>	Inhalation	Aiguë	Seuil	Système respiratoire	MRL = 0,03 mg/m <sup>3</sup>	ATSDR	1998

**Nickel (n° CAS : 7440-02-0)**

(Source INERIS 2006)

**Risque aigu**

Dans les cas de concentrations importantes de nickel inhalées, la toxicité se décompose en deux phases : immédiate et retardée. La symptomatologie immédiate se manifeste par des maux de tête, des vertiges, des nausées, des vomissements, de l'insomnie et de l'irritabilité. Il s'ensuit des douleurs constrictives dans la poitrine, une toux sèche, une dyspnée, une cyanose, une tachycardie, des symptômes gastro-intestinaux occasionnels, une sudation, des perturbations visuelles et une débilité. Des cas de décès ont également été observés (exposition à 382 mg/m<sup>3</sup>).

Par voie orale une exposition de 7,1 à 35,7 mg de nickel par kg a généré des nausées, vomissements, diarrhées, crampes abdominales, maux de tête, sensations d'ébriété, une augmentation transitoire des érythrocytes, de la bilirubine sérique et de l'albumine urinaire. L'absorption d'une dose de 50 µg a entraîné une hémianopsie latérale.

Des dermatites de contact sont observées. Il a été estimé que la plus faible dose pouvant entraîner des effets est de 9 µg par kg. Il a été défini que les alliages libérant plus de 1µg de nickel par cm<sup>2</sup> et par semaine produisent des dermatites.

**Risque Chronique, effets systémiques**

Le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation : bronchite chronique, emphysème, diminution de la capacité vitale et asthme. Des dysfonctions tubulaires sont également observées ainsi qu'une stimulation du système immunitaire.

Des dermatites de contact sont observées. L'absorption de nickel par voie orale permet une désensibilisation par voie cutanée et diminue ainsi les risques d'allergie.

**Risque Chronique, effets cancérigènes**

Concernant le caractère cancérigène du nickel, les principales études épidémiologiques ont été basées sur des cohortes de travailleurs de raffineries. Elles ont mis en évidence l'augmentation du risque de cancer du poumon et du nez. L'IARC classe les composés du nickel dans la catégorie 1 (cancérigène pour l'homme). L'Union Européenne différencie les composés du nickel et classe le dioxyde de nickel, le sous sulfure de nickel, le monoxyde de nickel et le trioxyde de di-nickel dans la catégorie 1 (substances que l'on sait cancérigènes pour l'homme). L'US EPA classe le sous sulfure de nickel et les poussières de raffinerie de nickel dans la classe A (substance cancérigène pour l'homme).

Ci-dessous les valeurs toxicologiques de référence disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
Nickel	Inhalation	Subchronique	Seuil	Système respiratoire	MRL=2.10 <sup>-4</sup> mg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2005
Nickel	Inhalation	Chronique	Seuil	Système respiratoire	MRL=9.10 <sup>-5</sup> mg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2005
Nickel	Inhalation	Chronique	Seuil	Système respiratoire	TC=1,8.10 <sup>-5</sup> mg/m <sup>3</sup>	Santé Canada	1993
Nickel	Inhalation	Chronique	Seuil	Système respiratoire	REL=0,05 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	2000
Nickel	Inhalation	Chronique	Seuil	Système respiratoire	CTA=0,05 µg/m <sup>3</sup>	RIVM	2001
Nickel	ingestion	Chronique	Seuil	Diminution poids organes	RfD=2.10 <sup>-2</sup> mg/(kg.j)	US EPA	1996
Nickel	ingestion	Chronique	Seuil	Diminution poids organes	TDI=5 µg/(kg.j)	JECFA	2004
Nickel	Ingestion	Chronique	Seuil	Diminution poids organes	REL=0,05 mg/(kg.j)	OEHHA	2000
Nickel	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Cancer du poumon et du larynx	ERUi = 3,8.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	OMS	2000
Nickel	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Cancer du poumon et du larynx	ERUi=2,6.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	OEHHA	2002
Nickel	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Cancer du poumon et du larynx	CT <sub>0,05</sub> =0,07 mg/m <sup>3</sup> Soit ERUi=7,1.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Santé Canada	1993

***Particules diesel******Risque Chronique, effets systémiques***

Les particules de petites tailles (< 2 microns) pénètrent facilement dans les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Elles peuvent donc altérer la fonction respiratoire des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques). Deux VTR sont proposées par l'EPA et l'OMS. On retiendra la VTR de l'EPA.

***Risque Chronique, effets cancérogènes***

Des études chez l'animal ont montré que les particules pouvaient être à l'origine de cancers pulmonaires.

Les particules diesel sont classées comme cancérogènes probables pour l'homme par l'EPA. L'OMS est la seule instance à proposer une valeur de référence pour les risques de cancer.

Ci-dessous les valeurs toxicologiques de référence disponibles :

Espèce	Voie d'exposition	Type d'exposition	Type d'effet	Effet	VTR	Source	Date
Particules diesel	Inhalation	Chronique	Seuil	Effets respiratoires	REL = 5 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	-
Particules diesel	Inhalation	Chronique	Seuil	Effets respiratoires	RfC = 5 µg/m <sup>3</sup>	US EPA	2003
Particules diesel	Inhalation	Chronique	Seuil	Effets respiratoires	VG = 5,6 µg/m <sup>3</sup>	OMS	1996
Particules diesel	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Poumons	ERUi = 3.10 <sup>-4</sup>	OEHHA	-
Particules diesel	Inhalation	Chronique	Cancérogène	Poumons	ERUi = 3,4.10 <sup>-5</sup>	OMS	1996

**ANNEXE 1 : MESURES ACOUSTIQUES - CIA**



[www.cia-acoustique.fr](http://www.cia-acoustique.fr)

263 Av. de St Antoine 13 015 Marseille Tél. : 04 91 03 81 02	146 Av. Félix Faure 69 003 Lyon Tél. : 04 78 18 71 23	13 Rue Micolon 94140 Alfortville Tél. : 01 43 76 88 91
--	---	--

## RECONSTRUCTION DELOCALISEE DU COLLEGE MARCEL PAGNOL A MARTIGUES (13)



RAPPORT DE MESURES ACOUSTIQUES

JUILLET 2019

E T U D E A C O U S T I Q U E

# SOMMAIRE

---

<b>CHAPITRE 1 - INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE 2 - METHODOLOGIE</b>	<b>4</b>
2.1 LE BRUIT : DEFINITION ET GENERALITES	4
2.2 LES OUTILS D'INVESTIGATION	6
2.3 LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE	7
<b>CHAPITRE 3 - CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES</b>	<b>8</b>
3.1 DESCRIPTIF DU SITE D'ETUDE	8
3.2 CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES	10
3.3 DETAIL DES MESURES ACOUSTIQUES	13
<b>CHAPITRE 4 - CONCLUSION</b>	<b>21</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>22</b>
ANNEXE 1 : MATERIEL UTILISE	23
ANNEXE 2 : TRAITEMENT DES DONNEES	24
ANNEXE 3 : DONNEES METEOROLOGIQUES	30

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A	04/07/2019	Original	EB	CM	PYN

## CHAPITRE 1 - INTRODUCTION

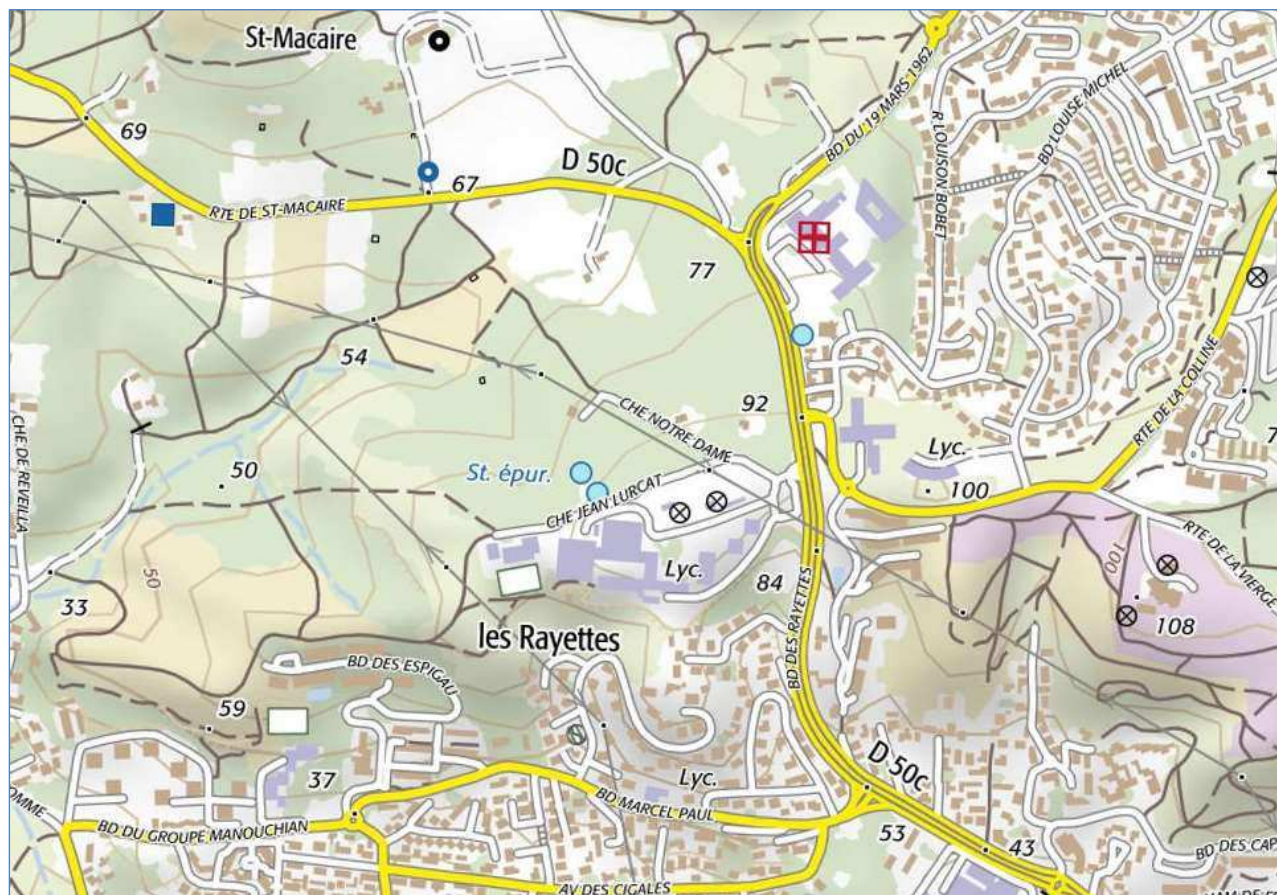
Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet de reconstruction délocalisée du collège Marcel Pagnol à Martigues (13).

Cette étude porte sur l'analyse de l'ambiance sonore pré existante de la zone du projet et sur la définition des contraintes acoustiques pesant réglementairement.

Une campagne de mesures acoustiques in situ a été réalisée afin de caractériser l'état initial du projet.

Ce document est réalisé dans le cadre de l'étude d'impact de ce projet pour le compte de la ville de Martigues.

### PLAN DE SITUATION



SOURCE : [MITHRA SIG V5 - CIA](#)

## CHAPITRE 2 – METHODOLOGIE

### 2.1 LE BRUIT : DEFINITION ET GENERALITES

**Le bruit** est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère. L'onde sonore faisant vibrer le tympan résulte du déplacement d'une particule d'air par rapport à sa position d'équilibre.

Cette mise en mouvement se répercute progressivement sur les particules voisines tout en s'éloignant de la source de bruit. Dans l'air la vitesse de propagation est de l'ordre de **340 m/s**.

**On caractérise un bruit par son niveau exprimé en décibel (dB(A)) et par sa fréquence (la gamme des fréquences audibles s'étend de 20 Hz à 20 kHz).**

**La gêne vis-à-vis du bruit** est un phénomène subjectif, donc forcément complexe. Une même source de bruit peut engendrer des réactions assez différentes suivant les individus, les situations, les lieux ou la période de l'année. Différents types de bruit (continu, intermittent, impulsionnel, à tonalité marquée) peuvent également occasionner une gêne à des niveaux de puissance très différents.

D'autres paramètres n'ayant rien à voir avec la problématique acoustique entrent également en compte : importance relative de la source de bruit dans la vie des riverains, rôle dans l'intérêt économique de chacun, opinion personnelle quant à l'intérêt de sa présence.

Le phénomène de gêne est donc très complexe et parfois très difficile à mettre en évidence. On admet généralement qu'il y a gêne, lorsque le bruit perturbe la vie d'individus (période de sommeil / conversation / période de repos ou de travail).

**Périodes réglementaires :** en matière de bruit d'infrastructures, on considère les deux périodes réglementaires jour (6h-22h) et nuit (22h-6h) : on parle des niveaux de bruit LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h).

**Le bruit s'exprime en décibel** suivant une arithmétique logarithmique. On parle alors de niveau de pression acoustique s'étendant de 0 dB(A) (seuil d'audition) à 130 dB(A) (seuil de la douleur et au-delà).

Le doublement de l'intensité sonore se traduit dès lors par une augmentation de 3 dB(A) :

$$50 \text{ dB(A)} + 50 \text{ dB(A)} = 53 \text{ dB(A)}$$

De la même manière, la somme de 10 sources de bruit de même intensité se traduit par une augmentation du niveau sonore de 10 dB(A) :

$$10 \times 50 \text{ dB(A)} = 60 \text{ dB(A)}$$

**Le niveau acoustique fractile, LAN, t.** Par analyse statistique de LAeq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé " niveau acoustique fractile ". Son symbole est LAN, t : par exemple, LA90, 1s est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1s.

**La réduction du bruit dans l'environnement** porte sur la conception de source de bruit moins gênante (véhicule moins bruyant mais toujours plus nombreux, amélioration des revêtements de chaussée pour les routes, mise en place de rails soudés pour les voies ferrées, mise en place de silencieux sur les moteurs), la mise en place de barrières acoustiques (écrans acoustiques, merlon de terre, couverture totale ou partielle) et enfin isolation acoustique des façades des bâtiments (ce dernier recours consiste à assurer un isolement important à un logement en mettant en place des menuiseries performantes au niveau acoustique).

## ÉCHELLE DES BRUITS

Source de bruit	dB(A)	Sensation	Conversation
Décollage d'un avion à réaction	130	Dépassement du seuil de douleur	<b>Impossible</b>
Marteau piqueur à 1 m	110	Supportable un court instant	
Moto à 2 m	90	Bruits très pénibles	<b>En criant</b>
Boulevard périphérique de Paris	80	Très bruyant	<b>Difficile</b>
Habitation proche d'une autoroute	70	Bruyant	<b>En parlant fort</b>
Niveau de bruit derrière un écran	60	Supportable	
Bruit ambiant en ville de jour	50	Calme, bruit de fond d'origine mécanique	<b>A voix normale</b>
Bruit ambiant à la campagne de jour	40	Ambiance calme	
Campagne la nuit sans vent / chambre calme	30	Ambiance très calme	<b>A voix basse</b>
Montagne enneigée / studio enregistrement	15	Silence	



## 2.2 LES OUTILS D'INVESTIGATION

### LES MESURES ACOUSTIQUES

Elles sont réalisées suivant les principes des normes NF S 31-085 "*caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier en vue de sa caractérisation* » et NF S 31-010 "*caractérisation et mesurage de bruits dans l'environnement*".

On installe à 2 mètres en avant de la façade d'une maison, à une hauteur variable (rez-de-chaussée ou étage), un microphone qui va enregistrer toutes les secondes le niveau de bruit ambiant. La durée de la mesure peut varier d'un cycle complet de 24 heures à un enregistrement de 20 minutes. L'appareillage de mesures utilisé (microphones, sonomètres) est certifié conforme aux classes de précision relatives aux types d'enregistrement réalisés.

L'analyse et le traitement des données ainsi recueillies nous permettent de caractériser l'ambiance acoustique actuelle d'un site à partir des niveaux de bruit définis réglementairement, à savoir les indices diurne (LAeq 6h-22h) et nocturne (LAeq 22h-6h).

## 2.3 LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### REGLEMENTATION SUR LE BRUIT DES INFRASTRUCTURES

La réglementation en matière de bruit des infrastructures de transports terrestres est fondée sur :

- **L'article L 571-1 du Code de l'Environnement** précise que « les dispositions du présent chapitre ont pour objet, dans les domaines où il n'y est pas pourvu, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation sans nécessité ou par manque de précautions des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement ».
- Plus précisément et en ce qui concerne les aménagements et les infrastructures de transports terrestres, **l'article L.571-9** du même code précise que « la conception, l'étude et la réalisation des aménagements et des infrastructures de transports terrestres » doivent prendre en compte « les nuisances sonores que la réalisation ou l'utilisation de ces aménagements et infrastructures provoquent à leurs abords ».
- **Le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres énumère les prescriptions applicables notamment aux infrastructures nouvelles. L'article 5 de ce même décret précise que le respect des niveaux sonores admissibles sera obtenu par un traitement direct de l'infrastructure ou de ses abords mais que si cette action à la source ne permet pas d'atteindre les objectifs réglementaires alors un traitement sur le bâti pourra être envisagé.
- **L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995** fixe les valeurs des niveaux sonores maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle en fonction de l'usage et de la nature des locaux concernés et tient également compte de l'ambiance sonore existante avant la construction de la voie nouvelle. Cet arrêté traite également l'aménagement de route existante.
- **La circulaire du 12 décembre 1997, de la Direction des Routes et de la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques**, précise, quant à elle, les modalités d'application de ces différents textes pour le réseau routier national.

- La **Directive 2002/49/CE du 25 juin 2002**, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, introduit la réalisation de cartes de bruit en Lden et Ln (indices européens).

### CLASSEMENT SONORE DES VOIES

- **Décret n° 95-21 du 9 janvier 1995**, relatif au classement sonore des infrastructures de transports terrestres.
- **Arrêté du 23 juillet 2013**, relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

### NORMES DE MESURAGES

- **La norme NF S 31-010** de décembre 1996 "caractérisation et mesurage du bruit dans l'environnement - Méthodes particulières de mesurage" amendée par la version NF S 31-010/A1 pour ce qui concerne la prise en compte des données météorologiques ;
- **La norme NF S 31-110** de novembre 2005 "caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation" ;
- **La norme NF S 31-085** de novembre 2002 "caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier".

## CHAPITRE 3 – CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES

### 3.1 DESCRIPTIF DU SITE D'ETUDE

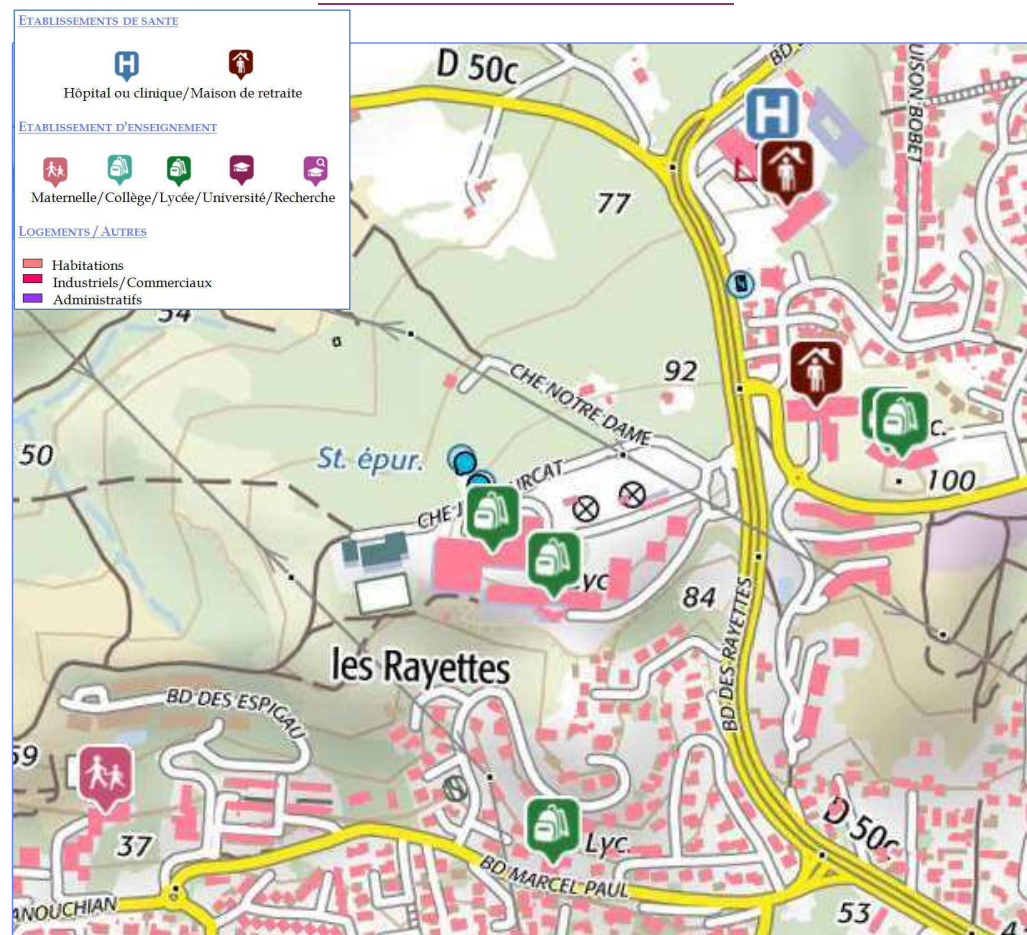
#### LE BATI

La zone d'étude se situe au Nord-Ouest de Martigues (13).

Le bâti est principalement composé de logements individuels. La zone de d'étude possède les bâtiments sensibles suivant :

- ❖ Lycée Professionnel Jean Lurcat ;
- ❖ Lycée Professionnel Brises Lames ;
- ❖ Centre Hospitalier de Martigues Hôpital du Vallon ;
- ❖ EHPAD Les maisonnées de Martigues ;
- ❖ EHPAD Les rayettes du chemin de Martigues

#### REPERAGE DU BATI - MARTIGUES



SOURCE : [WWW.GEOPORTAL.GOUV.FR](http://WWW.GEOPORTAL.GOUV.FR)

### LES SOURCES DE BRUIT PRINCIPALES

Lors de nos investigations menées in situ, les sources de bruit relevées ont été :

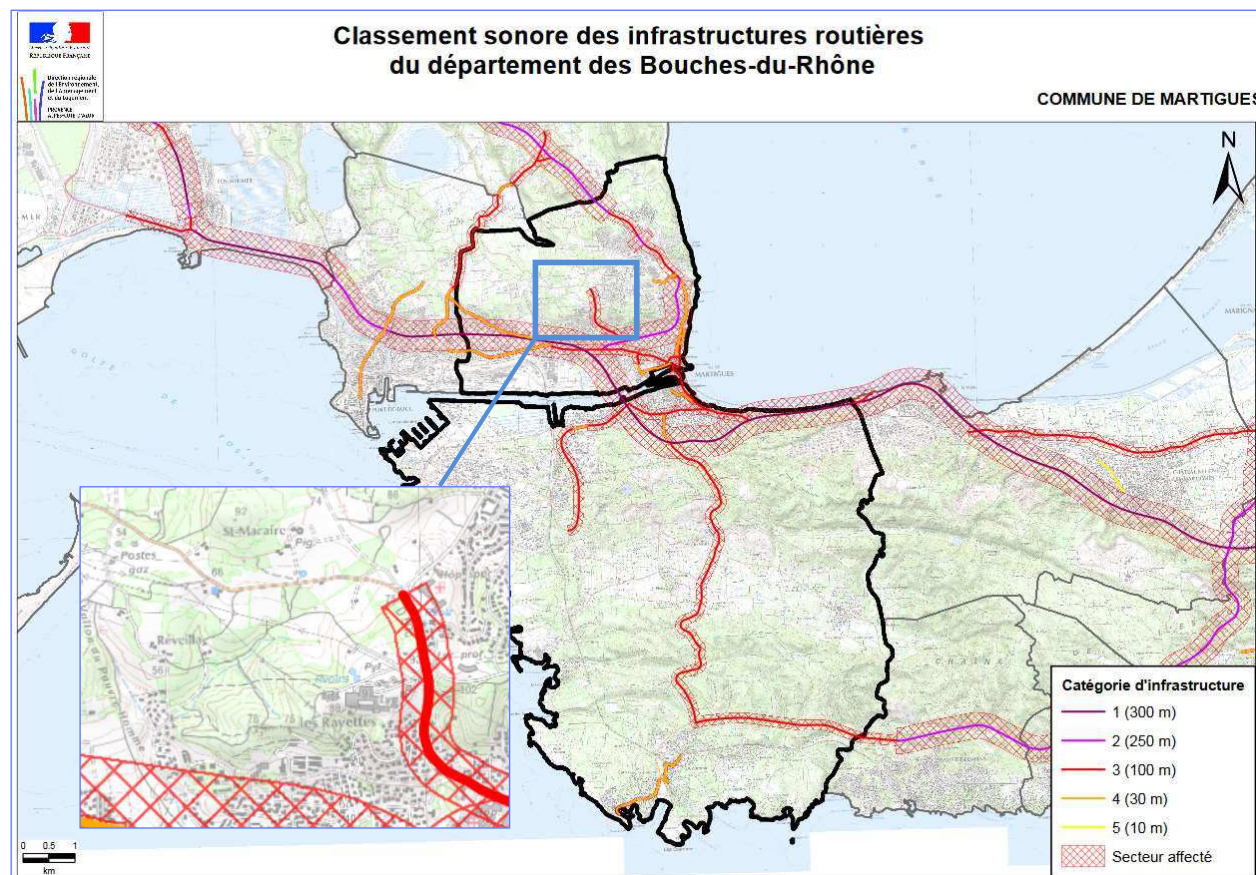
- ❖ Le Boulevard des Rayettes,
- ❖ L'environnement faune et flore (cigales).

Les infrastructures de transport terrestre classées se situant dans la zone d'étude sont :

- ❖ Le Boulevard des Rayettes (Classe 3).

Le classement sonore des infrastructures distingue 5 catégories, de la catégorie 1, la plus bruyante à la catégorie 5, la moins bruyante.

### CLASSEMENT DES VOIES SONORES - MARTIGUES



## 3.2 CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES

### LES MESURES ACOUSTIQUES

Nous présentons dans cette partie les résultats de la campagne de mesure acoustique réalisée du 24/06/2019 au 25/06/2019.

Au total, 6 points caractéristiques ont été répartis sur la zone d'étude :

- ✓ 5 mesures de courte durée (de 30 minutes à 2 heures).
- ✓ 1 mesure de long durée (24 heures)

Les positions des points de mesures ont été définis en fonction de leur proximité avec le projet ou avec des axes structurants sur lesquels le projet va avoir un effet en terme de report de trafic. Les bâtiments sur lesquels les mesures sont faites sont choisis en fonction de leur proximité avec le projet ainsi qu'avec leur représentativité de l'ensemble des habitations situées dans la zone d'étude.

Les mesures ont été effectuées avec un appareillage de classe 1 conforme à la norme NFS 31-009 relative aux sonomètres de précision. Le détail du matériel utilisé est visible en annexe 1 du présent document.

Pour chacun des relevés, le microphone a été placé à l'extérieur conformément aux normes NFS 31-085 et NFS 31-010. Ces mesures permettent de définir les indices réglementaires LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h).

→ La carte ci-après synthétise l'ensemble des résultats des mesures acoustiques réalisées.

Le détail du traitement des mesures acoustiques réalisées est visible en annexe 2.

### LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques ont été évaluées in situ (nébulosité et rayonnement) et relevées sur la station Météo France de MARIIGNANE (force et direction du vent, température - voir annexe).

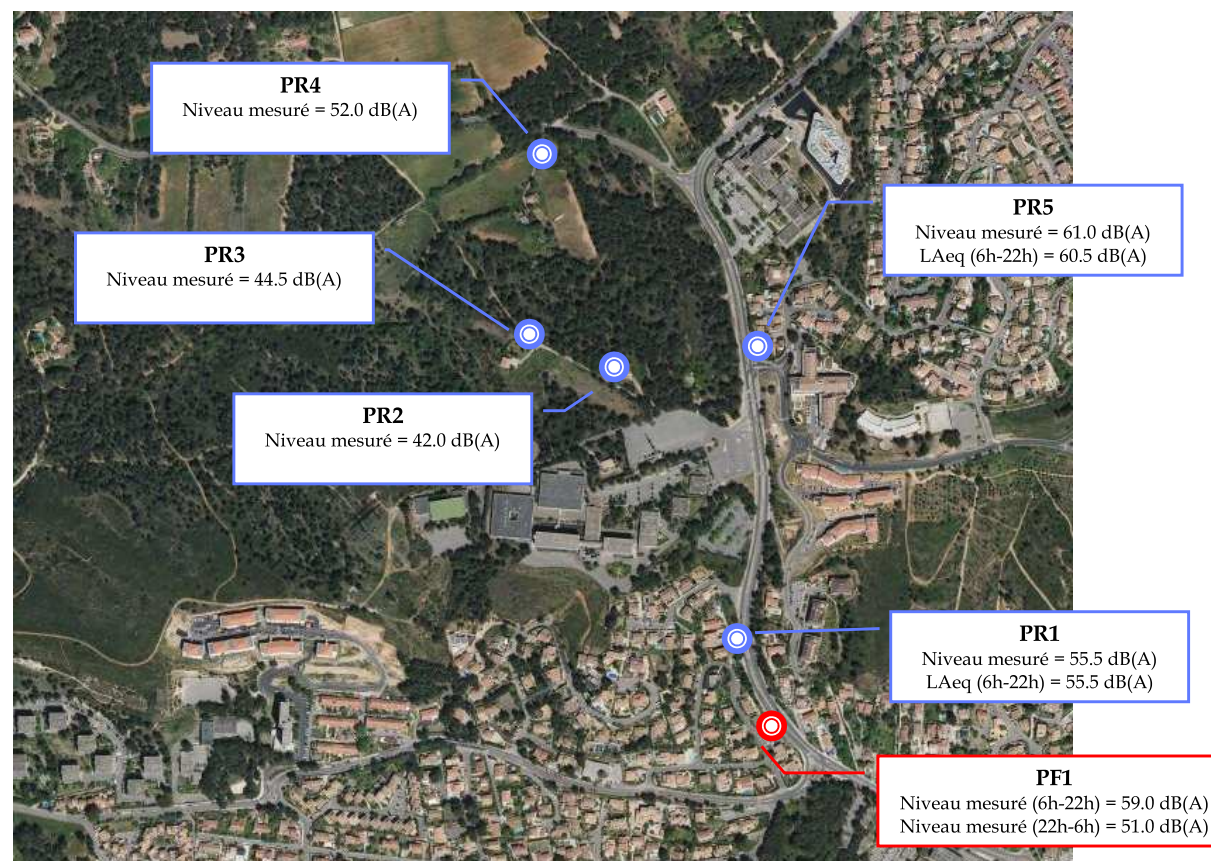
**L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous, conformément à la norme NF S 31-010.**

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

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

- État météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore
- État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- Z État météorologique nul ou négligeable
- + État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore
- ++ État météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore

**On retiendra que la météorologie a globalement eu une faible incidence sur les niveaux de bruit mesurés (Le détail des effets de la météorologie est consultable en annexe).**



Légende

-  Mesure longue Durée (24h)
-  Mesure Courte durée (De 30min à 2h)



## SYNTHESE DES RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES

Numéro du point de mesure	Date	Localisation	Niveau mesuré (6h-22h) en dB(A)*	Niveau mesuré (22h-6h) en dB(A)*	Ambiance sonore
<b>PF1</b>	24/06/2019-25/06/2019	8 allée des mimosas, 13500 Martigues	59.0	51.0	<b>Modérée</b>
Numéro du point de mesure	Date	Localisation	Niveau mesuré en dB(A)*	LAeq (6h-22h) en dB(A)*	Ambiance sonore
<b>PR1</b>	24/06/2019	5 Boulevard des Rayettes, 13500 Martigues	55.5	55.5	<b>Modérée de jour</b>
<b>PR2</b>	24/06/2019	Chemin Notre Dame, 13500 Martigues	42.0**	-	<b>Modérée de jour</b>
<b>PR3</b>	24/06/2019	Chemin Notre Dame, 13500 Martigues	44.5**	-	<b>Modérée de jour</b>
<b>PR4</b>	24/06/2019	Route de Saint Macaire, 13500 Martigues	52.0**	-	<b>Modérée de jour</b>
<b>PR5</b>	24/06/2019	7 allée Lucien Mazan 13500 Martigues	61.0	60.5	<b>Modérée de jour</b>

(\*) : Les résultats obtenus sont arrondis au ½ dB(A) près

(\*\*) : Les résultats obtenu sont les L90 mesuré.

COMMENTAIRE :

Les niveaux de bruits mesurés témoignent une ambiance sonore **modérée de jour** sur l'ensemble de la zone d'étude.

### 3.3 DETAIL DES MESURES ACOUSTIQUES

Nous présentons dans ce chapitre les résultats détaillés des mesures de bruit effectuées.

Pour chaque point, nous précisons :

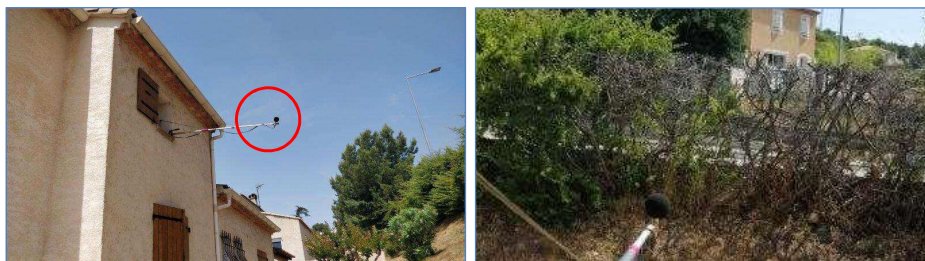
- Les niveaux de bruit mesurés (LAeq) ;
- La localisation du point de mesure (Nom, Adresse, Lieu...) ;
- L'étage du point de mesure ;
- Une photo présentant la position du microphone sur la façade ;
- Une photo présentant la vision depuis le microphone ;
- Le matériel utilisé ;
- L'évolution temporelle du signal enregistré ;
- Les sources de bruit principales et secondaires enregistrées ;
- Le type d'ambiance sonore préexistante ;
- L'incidence de la météorologie ;
- Le type de trafic ;
- La vitesse réglementaire.

Pour le traitement des données effectué, les sous détails de chaque mesure sont reportés en annexes du présent document.



## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PF1

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PF1
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 au 25/06/2019 (24 heures)
- Adresse : 8 allée des mimosas, 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 - Cirrus
- Hauteur du point de mesure : R+1
- Source de bruit (principale/secondaire) : Boulevard des Rayettes
- Trafic : Fluide
- Débit horaire de véhicules (6h - 22h) : 779v/h (2% PL)
- Débit horaire de véhicules (22h - 6h) : 77 v/h (0% PL)
- Vitesse réglementaire : 50 km/h

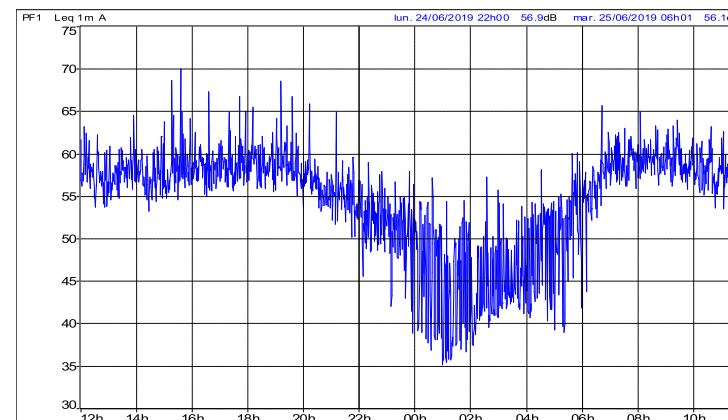
### RESULTATS RETENUS

Niveau mesuré (6h-22h)	Niveau mesuré (22h-6h)
59.0 dB(A)	51.0 dB(A)

### COMMENTAIRES

Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée**. Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

Nébulosité		Environnement	
Ciel:	totalemment dégagé	Type de sol:	zone semi-urbaine
Rayonnement global:	fort	Surface:	sèche

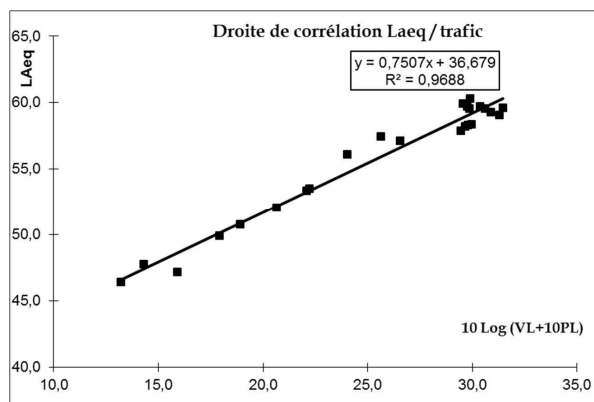
Heures								
24/6/19 14:00	24/6/19 17:00	24/6/19 20:00	24/6/19 23:00	25/6/19 2:00	25/6/19 5:00	25/6/19 8:00	25/6/19 11:00	25/6/19 14:00
Direction du vent								
Force du vent à 3 m								
3,0 m/s	3,0 m/s	1,8 m/s	1,6 m/s	1,3 m/s	0,4 m/s	0,5 m/s	1,4 m/s	4,6 m/s
Température								
31,9 °C	31,8 °C	29,2 °C	25,8 °C	20,7 °C	20,4 °C	24,5 °C	30,2 °C	34,8 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010								
U2 T2	U3 T2	U4 T2	U3 T4	U4 T4	U3 T4	U3 T2	U2 T2	U3 T2
-	-	Z	+	++	+	-	-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.

Le détail des conditions est visible en annexe 4 du présent document

## DROITE DE CORRELATION LAeq/TRAFFIC



Droite de corrélation

Le comptage routier a été posé le mardi 25 juin 2019 jusqu'au 2 juillet 2019, de ce fait les mesures ont été corrélées avec le comptage routier du 25 juin 2019 de 00h à 12h et du 1 juillet de 12h à 00h. La droite de corrélation est proche de 1. Les niveaux de bruits mesurés proviennent donc bien du bruit routier du boulevard des Rayettes.

## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PR1

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PR1
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 (30min)
- Adresse : 5 Boulevard des Rayettes, 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 – Cirrus
- Hauteur du point de mesure : R+1
- Source de bruit (principale/secondaire) : Boulevard des Rayettes
- Trafic : Fluide
- Débit horaire de véhicules (6h – 22h) : 779v/h (2% PL)
- Vitesse réglementaire : 50 km/h

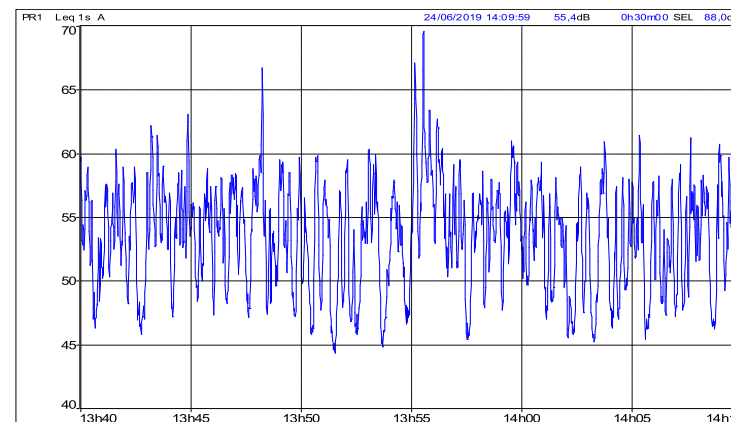
### RESULTATS RETENUS

LAeq mesurée	LAeq (6h-22h)
55.5 dB(A)	55.5 dB(A)


### COMMENTAIRE

Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée de jour**.  
Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

<p><b>Heures</b> 24/6/19 14:00</p> <p><b>Direction du vent</b> </p> <p><b>Force du vent à 3 m</b> 3,0 m/s</p> <p><b>Température</b> 31,9 °C</p> <p><b>Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010</b> -</p> <p><b>Conditions:</b> (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables</p>	<p><b>Nébulosité</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Ciel:</td> <td style="padding: 2px;">totalement dégagé</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rayonnement global:</td> <td style="padding: 2px;">fort</td> </tr> </table> <p><b>Environnement</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Type de sol:</td> <td style="padding: 2px;">zone semi-urbaine</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Surface:</td> <td style="padding: 2px;">sèche</td> </tr> </table>	Ciel:	totalement dégagé	Rayonnement global:	fort	Type de sol:	zone semi-urbaine	Surface:	sèche
Ciel:	totalement dégagé								
Rayonnement global:	fort								
Type de sol:	zone semi-urbaine								
Surface:	sèche								

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.

Le détail des conditions est visible en annexe 3 du présent document

## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PR2

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PR2
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 (30min)
- Adresse : Chemin Notre Dame, 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 – Cirrus
- Hauteur du point de mesure : Rdc
- Source de bruit (principale/secondaire) : Faune et flore (Cigales)

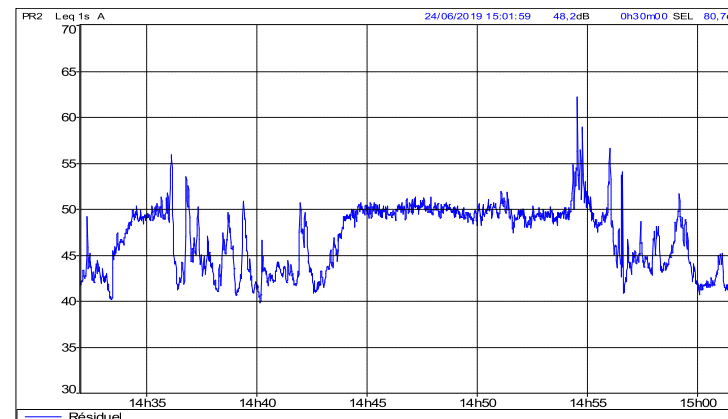
### RESULTATS RETENUS

Niveau mesuré
42.0 dB(A)

### COMMENTAIRE

La mesure étant perturbée par les cigales pendant une longue période, nous prenons en compte le L90 qui est plus représentatif du niveau sonore préexistant sur le site. Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée de jour**. Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

#### Nébulosité

Ciel:	totalement dégagé
Rayonnement global:	fort

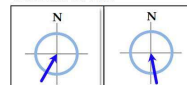
#### Environnement

Type de sol:	zone semi-urbaine
Surface:	sèche

#### Heures

24/6/19 14:00	24/6/19 17:00
---------------	---------------

#### Direction du vent



#### Force du vent à 2 m

1,9 m/s	1,9 m/s
---------	---------

#### Température

31,9 °C	31,8 °C
---------	---------

#### Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010

U2 T2	U3 T2
-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.  
Le détail des conditions est visible en annexe 3 du présent document

## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PR3

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PR3
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 (30min)
- Adresse : Chemin Notre Dame, 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 - Cirrus
- Hauteur du point de mesure : Rdc
- Source de bruit (principale/secondaire) : Faune et flore (Cigales)

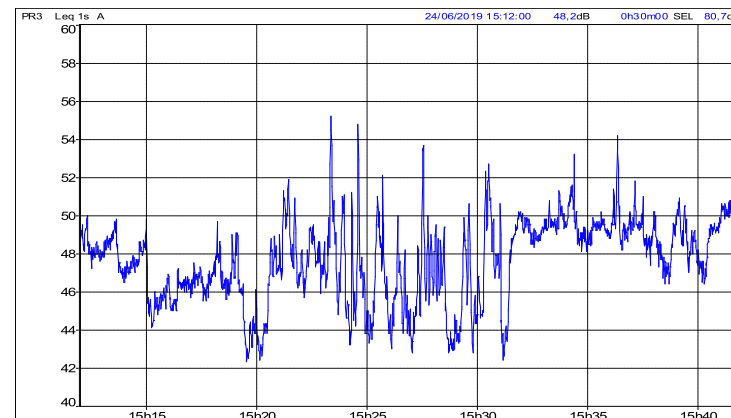
### RESULTATS RETENUS

Niveau mesuré
44.5 dB(A)

### COMMENTAIRE

La mesure étant perturbée par les cigales pendant une longue période nous prenons en compte le L90 qui est plus représentatif du niveau sonore préexistant sur le site. Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée de jour**. Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

#### Nébulosité

Ciel:	totalement dégagé
Rayonnement global:	fort

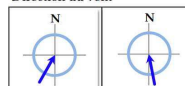
#### Environnement

Type de sol:	zone semi-urbaine
Surface:	sèche

#### Heures

24/6/19 14:00	24/6/19 17:00
---------------	---------------

#### Direction du vent



#### Force du vent à 2 m

1,9 m/s	1,9 m/s
---------	---------

#### Température

31,9 °C	31,8 °C
---------	---------

#### Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010

U2 T2	U3 T2
-------	-------

-	-
---	---

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.

Le détail des conditions est visible en annexe 3 du présent document

## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PR4

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PR4
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 (30min)
- Adresse : Route de Saint Macaire, 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 - Cirrus
- Hauteur du point de mesure : Rdc
- Source de bruit (principale/secondaire) : Faune et flore (Cigales)

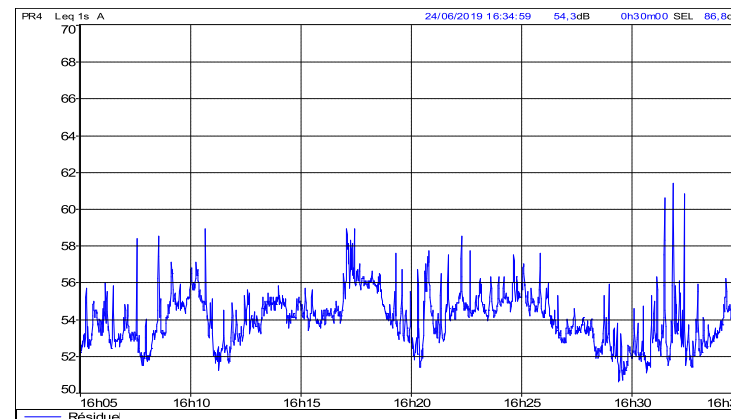
### RESULTATS RETENUS

Niveau mesuré
52.0 dB(A)

### COMMENTAIRE

La mesure étant perturbée par les cigales pendant une longue période nous prenons en compte le L90 qui est plus représentatif du niveau sonore préexistant sur le site. Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée de jour**. Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

<p><b>Heures</b> 24/6/19 17:00</p> <p><b>Direction du vent</b></p> <div style="text-align: center;"> </div> <p><b>Force du vent à 2 m</b> 1,9 m/s</p> <p><b>Température</b> 31,8 °C</p> <p>Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010 -</p> <p>Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables</p>	<p><b>Nébulosité</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Ciel:</td> <td style="padding: 2px;">totalement dégagé</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rayonnement global:</td> <td style="padding: 2px;">fort</td> </tr> </table> <p><b>Environnement</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Type de sol:</td> <td style="padding: 2px;">zone semi-urbaine</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Surface:</td> <td style="padding: 2px;">sèche</td> </tr> </table>	Ciel:	totalement dégagé	Rayonnement global:	fort	Type de sol:	zone semi-urbaine	Surface:	sèche
Ciel:	totalement dégagé								
Rayonnement global:	fort								
Type de sol:	zone semi-urbaine								
Surface:	sèche								

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.

Le détail des conditions est visible en annexe 3 du présent document

## FICHE DE MESURE ACOUSTIQUE - PR5

### PHOTOS POINTS DE MESURE & LOCALISATION



### DETAIL DU POINT DE MESURE

- Point de mesure : PR5
- Date de mesurage (durée) : 24/06/2019 (2 heures)
- Adresse : 7 allée Lucien Mazan 13500 Martigues
- Sonomètre utilisé : Optimus de classe 1 – Cirrus
- Hauteur du point de mesure : R+1
- Source de bruit (principale/secondaire) : Boulevard des Rayettes
- Trafic : Fluide
- Débit horaire de véhicules (6h – 22h) : 779v/h (2% PL)
- Débit horaire de véhicules (22h – 6h) : 77 v/h (0% PL)
- Vitesse réglementaire : 50 km/h

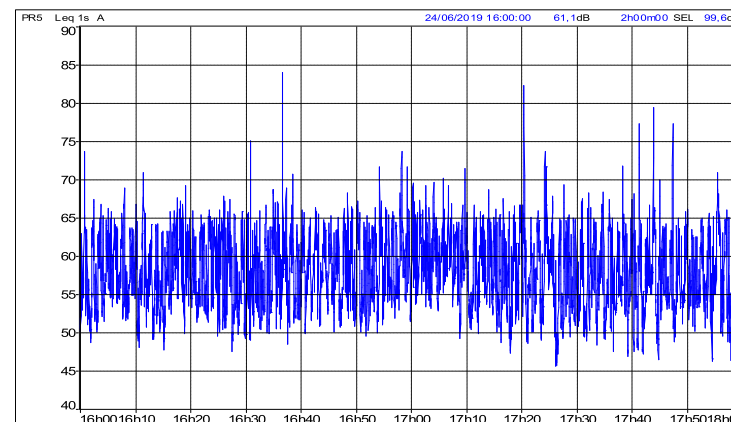
### RESULTATS RETENUS

LAeq mesuré	LAeq (6h-22h)
61.0 dB(A)	60.5 dB(A)

### COMMENTAIRE

Les niveaux de bruit mesurés montrent une ambiance sonore **modérée de jour**.  
Le détail du traitement est visible en annexe 2 du présent document.

### EVOLUTION TEMPORELLE



### DONNEES METEOROLOGIQUES

Nébulosité		Environnement	
Ciel:	totalemment dégagé	Type de sol:	zone semi-urbaine
Rayonnement global:	fort	Surface:	sèche
<b>Heures</b>			
24/6/19 14:00	24/6/19 17:00	24/6/19 20:00	
<b>Direction du vent</b>			
<b>Force du vent à 3 m</b>			
3,0 m/s	3,0 m/s	1,8 m/s	
<b>Température</b>			
31,9 °C	31,8 °C	29,2 °C	
<b>Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-010</b>			
U4 T2	U3 T2	U2 T2	
Z	-	-	
Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables			

Les conditions météorologiques ont eu une incidence peu marquée sur les niveaux de bruit mesurés.

Le détail des conditions est visible en annexe 3 du présent document

---

## CHAPITRE 4 - CONCLUSION

Les conclusions présentées ici se basent sur une campagne de mesures acoustiques réalisées in situ.

Les investigations menées ont montré que :

- La zone d'étude se situe dans une ambiance sonore pré existante de type modérée.



---

# ANNEXES

## ANNEXE 1 : MATERIEL UTILISE

- ✓ Les mesures ont été effectuées avec un appareillage de classe 1 conforme à la norme NFS 31-009 relative aux sonomètres de précision.

### Sonomètres

- 3 Sonomètre Cirrus de classe 1 de type Optimus (mesures PF1, PR1, PR2, PR3, PR4 et PR5).

### Calibreur

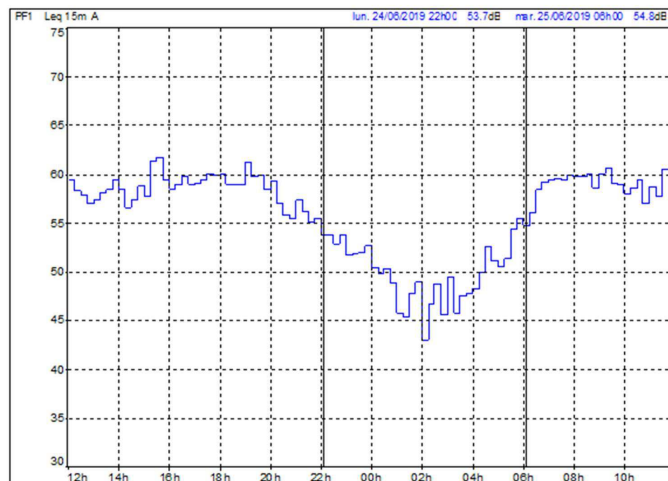
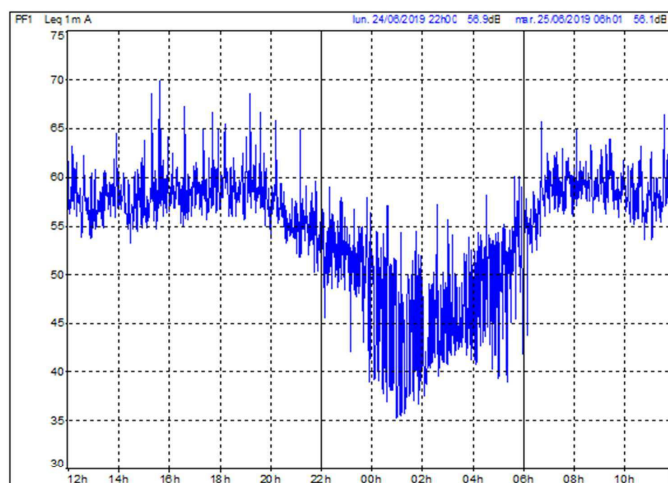
- Calibreur de classe 1 de chez Cirrus.

### Logiciel de traitement

- dBTrait de 01dB. ;
- Noise Tools de Cirrus.

## ANNEXE 2 : TRAITEMENT DES DONNEES

## EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 1



## INDICES STATISTIQUES POINT N° 1

Début 24/06/2019 12:00:00  
Fin 25/06/2019 12:00:00  
Périodes 1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
25/06/2019 08:00:00	59,6	52,5	57,8	62,3	63,7	67,0	59,2
25/06/2019 09:00:00	59,7	52,8	58,2	62,3	63,6	67,6	59,4
25/06/2019 10:00:00	58,3	50,7	56,6	61,3	62,5	66,2	58,2
25/06/2019 11:00:00	59,7	50,8	57,0	61,8	63,4	69,0	58,6
24/06/2019 12:00:00	58,2	49,2	55,7	61,3	62,6	67,4	57,9
24/06/2019 13:00:00	58,4	50,8	56,4	61,4	62,9	66,4	58,2
24/06/2019 14:00:00	57,9	50,5	55,5	60,7	62,2	67,1	57,3
24/06/2019 15:00:00	60,3	51,0	56,3	61,6	63,4	70,4	58,2
24/06/2019 16:00:00	59,0	51,8	56,8	61,6	63,0	66,7	58,4
24/06/2019 17:00:00	59,6	51,8	57,2	61,7	63,1	69,1	58,7
24/06/2019 18:00:00	59,3	50,8	57,3	62,0	63,5	67,5	58,9
24/06/2019 19:00:00	59,9	51,0	57,0	62,0	63,4	68,5	58,8
24/06/2019 20:00:00	57,1	48,2	54,5	60,1	61,6	65,7	56,8
24/06/2019 21:00:00	56,1	46,6	52,4	59,1	60,8	64,4	54,8
24/06/2019 22:00:00	53,5	44,6	49,7	57,3	59,3	62,6	51,5
24/06/2019 23:00:00	52,1	41,0	47,4	55,9	57,7	61,6	50,3
25/06/2019 00:00:00	49,9	37,2	40,3	53,7	56,9	61,2	41,0
25/06/2019 01:00:00	47,2	35,9	38,6	50,7	54,6	58,8	39,1
25/06/2019 02:00:00	46,4	38,9	40,9	48,2	52,0	57,9	41,2
25/06/2019 03:00:00	47,8	40,7	42,8	49,7	53,5	59,8	43,1
25/06/2019 04:00:00	50,8	41,1	44,6	54,2	57,2	60,9	45,4
25/06/2019 05:00:00	53,4	41,5	48,5	57,6	59,6	63,4	51,9
25/06/2019 06:00:00	57,4	47,5	54,4	60,8	62,3	66,2	57,4
25/06/2019 07:00:00	59,5	50,6	57,4	62,7	64,2	67,5	59,4
Période totale	57,5	49,2	54,9	60,2	61,7	66,2	56,9

## TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 1

## INDICES STATISTIQUES POINT N° 1

Périodes	15m
Début	24/06/2019 12:00:00
Fin	25/06/2019 12:00:00

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
25/06/2019 06:00:00	57,4	57,4	57,4
25/06/2019 07:00:00	59,5	59,4	59,5
25/06/2019 08:00:00	59,6	59,2	59,6
25/06/2019 09:00:00	59,7	59,4	59,7
25/06/2019 10:00:00	58,3	58,2	58,3
25/06/2019 11:00:00	59,7	58,6	59,7
24/06/2019 12:00:00	58,2	57,9	58,2
24/06/2019 13:00:00	58,4	58,2	58,4
24/06/2019 14:00:00	57,9	57,3	57,9
24/06/2019 15:00:00	60,3	58,2	60,3
24/06/2019 16:00:00	59,0	58,4	59,0
24/06/2019 17:00:00	59,6	58,7	59,6
24/06/2019 18:00:00	59,3	58,9	59,3
24/06/2019 19:00:00	59,9	58,8	59,9
24/06/2019 20:00:00	57,1	56,8	57,1
24/06/2019 21:00:00	56,1	54,8	56,1
LAeq (6h-22h)	58,9	58,3	58,9

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
24/06/2019 22:00:00	53,5	51,5	53,5
24/06/2019 23:00:00	52,1	50,3	52,1
25/06/2019 00:00:00	49,9	41,0	49,9
25/06/2019 01:00:00	47,2	39,1	47,2
25/06/2019 02:00:00	46,4	41,2	46,4
25/06/2019 03:00:00	47,8	43,1	47,8
25/06/2019 04:00:00	50,8	45,4	50,8
25/06/2019 05:00:00	53,4	51,9	53,4
LAeq (22h-6h)	50,9	47,9	50,9

Valeurs corrigées

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1
24/06/2019 12:00:00	59,4	50,9	57,1	61,9	63,1	69,3
24/06/2019 12:15:00	58,3	49,5	56,1	61,4	62,7	66,6
24/06/2019 12:30:00	57,8	47,7	54,6	61,2	62,6	67,8
24/06/2019 12:45:00	57,0	47,9	54,4	60,5	61,7	64,2
24/06/2019 13:00:00	57,3	49,2	54,8	60,3	61,8	64,6
24/06/2019 13:15:00	58,1	50,6	56,4	61,1	62,7	66,2
24/06/2019 13:30:00	58,4	51,9	56,7	61,9	63,0	64,8
24/06/2019 13:45:00	59,4	51,1	57,4	62,1	63,7	68,6
24/06/2019 14:00:00	58,4	50,7	56,5	61,5	62,8	65,3
24/06/2019 14:15:00	56,6	50,0	54,6	59,5	60,8	63,1
24/06/2019 14:30:00	57,3	50,2	54,7	60,4	61,7	66,2
24/06/2019 14:45:00	58,8	51,0	55,9	61,1	63,1	70,4
24/06/2019 15:00:00	57,7	50,4	55,0	60,2	61,7	67,1
24/06/2019 15:15:00	61,3	51,5	56,5	62,5	64,8	70,1
24/06/2019 15:30:00	61,7	50,8	56,7	61,4	62,9	73,1
24/06/2019 15:45:00	59,4	51,4	56,7	62,0	63,8	68,9
24/06/2019 16:00:00	58,5	52,5	56,9	61,1	62,5	65,5
24/06/2019 16:15:00	59,0	51,2	56,8	61,9	63,7	67,3
24/06/2019 16:30:00	59,7	51,4	56,7	61,5	62,5	67,2
24/06/2019 16:45:00	58,9	52,1	56,8	61,7	63,2	66,5
24/06/2019 17:00:00	59,1	52,8	57,8	61,9	62,8	66,0
24/06/2019 17:15:00	59,4	51,4	57,2	61,5	62,7	68,3
24/06/2019 17:30:00	60,0	51,4	57,0	61,8	63,1	70,6
24/06/2019 17:45:00	59,8	51,6	56,9	61,7	63,6	70,0
24/06/2019 18:00:00	60,1	51,4	57,8	62,1	63,9	68,8
24/06/2019 18:15:00	59,0	49,9	56,8	61,9	63,6	67,4
24/06/2019 18:30:00	59,0	51,2	57,5	62,0	63,0	65,9
24/06/2019 18:45:00	59,0	50,4	56,9	62,0	63,4	67,4
24/06/2019 19:00:00	61,2	51,6	57,1	62,2	63,7	71,3
24/06/2019 19:15:00	59,7	51,1	57,7	62,4	63,9	68,2
24/06/2019 19:30:00	60,0	51,0	56,6	62,1	63,2	66,5
24/06/2019 19:45:00	58,4	50,1	56,3	61,2	62,9	66,0
24/06/2019 20:00:00	59,2	49,0	56,4	61,4	63,3	69,0
24/06/2019 20:15:00	57,0	49,1	54,4	60,6	61,7	64,4
24/06/2019 20:30:00	55,8	46,7	53,4	59,2	60,4	63,4
24/06/2019 20:45:00	55,5	47,7	53,0	58,8	60,1	62,7
24/06/2019 21:00:00	57,4	46,4	52,4	59,6	61,3	65,3
24/06/2019 21:15:00	56,2	47,2	53,6	59,7	61,2	63,8
24/06/2019 21:30:00	55,1	46,5	52,0	58,9	60,7	63,0
24/06/2019 21:45:00	55,4	46,3	51,4	58,1	59,7	65,1
24/06/2019 22:00:00	53,7	44,7	50,5	57,6	59,3	62,2
24/06/2019 22:15:00	53,8	44,4	49,8	58,2	59,7	62,1
24/06/2019 22:30:00	52,9	44,3	48,9	56,7	58,5	61,7

## RELATION LAEQ/TRAFIC POINT N° 1

24/06/2019 22:45:00	53,7	44,9	49,3	56,7	59,5	63,9
24/06/2019 23:00:00	51,7	42,0	47,3	55,8	57,4	60,7
24/06/2019 23:15:00	51,9	42,1	47,3	55,1	57,4	61,7
24/06/2019 23:30:00	52,0	40,3	47,1	56,4	58,0	62,0
24/06/2019 23:45:00	52,7	38,5	47,8	56,1	57,9	61,7
25/06/2019 00:00:00	50,5	37,9	41,9	54,5	57,4	61,5
25/06/2019 00:15:00	49,8	37,2	40,4	54,0	56,6	61,6
25/06/2019 00:30:00	50,3	37,2	39,0	52,7	57,3	61,8
25/06/2019 00:45:00	48,9	36,4	39,3	53,3	56,2	59,8
25/06/2019 01:00:00	45,8	34,4	36,0	46,2	53,4	58,8
25/06/2019 01:15:00	45,4	34,9	37,2	48,7	52,9	57,3
25/06/2019 01:30:00	47,8	36,5	40,1	51,8	55,0	58,3
25/06/2019 01:45:00	48,9	37,1	39,8	53,1	56,4	60,3
25/06/2019 02:00:00	42,9	37,2	39,1	43,2	47,0	53,1
25/06/2019 02:15:00	46,7	39,1	41,4	49,6	52,9	57,7
25/06/2019 02:30:00	48,7	39,0	41,1	50,5	54,2	59,9
25/06/2019 02:45:00	45,5	39,9	41,7	45,9	51,0	57,4
25/06/2019 03:00:00	49,4	40,6	42,6	52,2	55,1	62,1
25/06/2019 03:15:00	45,8	41,0	42,6	46,9	51,0	56,7
25/06/2019 03:30:00	47,4	40,8	43,0	48,7	53,1	59,6
25/06/2019 03:45:00	47,7	40,4	42,9	49,1	53,7	59,0
25/06/2019 04:00:00	48,3	40,1	42,7	50,9	54,6	60,0
25/06/2019 04:15:00	49,9	41,2	44,0	53,4	56,7	60,6
25/06/2019 04:30:00	52,6	42,7	46,0	55,6	58,6	61,4
25/06/2019 04:45:00	51,2	39,5	44,9	55,4	58,0	61,3
25/06/2019 05:00:00	50,5	38,9	41,8	55,3	57,3	61,4
25/06/2019 05:15:00	51,3	38,9	45,0	55,2	57,7	62,1
25/06/2019 05:30:00	54,4	43,2	50,2	58,6	60,4	64,7
25/06/2019 05:45:00	55,4	43,0	51,1	59,5	61,5	64,4
25/06/2019 06:00:00	54,8	42,6	50,9	59,0	60,6	63,4
25/06/2019 06:15:00	56,1	48,2	53,5	59,9	61,1	63,1
25/06/2019 06:30:00	58,4	46,7	54,4	61,4	63,2	68,2
25/06/2019 06:45:00	59,1	49,8	56,8	62,3	63,6	67,8
25/06/2019 07:00:00	59,3	49,5	57,0	62,5	64,2	67,6
25/06/2019 07:15:00	59,5	50,5	57,5	62,8	64,1	67,3
25/06/2019 07:30:00	59,4	50,4	57,1	62,6	64,2	67,2
25/06/2019 07:45:00	59,9	51,6	57,8	62,9	64,4	68,0
25/06/2019 08:00:00	59,7	52,6	57,4	62,4	64,1	68,2
25/06/2019 08:15:00	59,8	52,2	58,1	62,7	63,8	66,8
25/06/2019 08:30:00	60,0	53,9	58,6	62,4	63,9	67,2
25/06/2019 08:45:00	58,6	50,7	57,0	61,5	62,7	65,3
25/06/2019 09:00:00	60,1	53,4	58,5	62,6	63,7	68,4
25/06/2019 09:15:00	60,6	53,3	59,4	62,9	64,2	68,7
25/06/2019 09:30:00	59,0	51,8	57,5	61,7	62,9	67,1
25/06/2019 09:45:00	58,9	52,4	57,1	62,0	63,3	65,7
25/06/2019 10:00:00	58,0	50,9	56,6	61,4	62,3	63,7
25/06/2019 10:15:00	58,6	50,5	56,9	61,5	62,8	66,9
25/06/2019 10:30:00	59,4	52,0	57,4	61,9	63,3	68,4
25/06/2019 10:45:00	57,0	49,0	55,1	60,2	61,6	64,2
25/06/2019 11:00:00	58,7	48,5	56,4	61,3	62,6	66,5
25/06/2019 11:15:00	57,7	48,9	56,2	60,9	62,2	64,1
25/06/2019 11:30:00	60,5	51,6	57,9	62,3	63,7	69,0
25/06/2019 11:45:00	61,1	52,8	57,4	62,4	64,6	72,3
Période totale	57,5	41,1	53,8	60,8	62,3	65,9

Valeurs corrigées

Début période	Débit	Débit VL	Débit PL	10 LOG VL+10PL	L <sub>Aeq</sub> corrigé	L <sub>Aeq</sub> théorique
25/06/2019 08:00:00	1002	985	17	30,6	59,6	59,8
25/06/2019 09:00:00	784	766	18	29,8	59,7	59,1
25/06/2019 10:00:00	861	851	10	29,8	58,3	59,1
25/06/2019 11:00:00	881	858	23	30,4	59,7	59,6
24/06/2019 12:00:00	810	797	13	29,7	58,2	59,0
24/06/2019 13:00:00	809	789	20	30,0	58,4	59,2
24/06/2019 14:00:00	773	761	12	29,4	57,9	58,8
24/06/2019 15:00:00	798	778	20	29,9	60,3	59,2
24/06/2019 16:00:00	1096	1068	28	31,3	59,0	60,4
24/06/2019 17:00:00	1129	1099	30	31,5	59,6	60,5
24/06/2019 18:00:00	1031	1009	22	30,9	59,3	60,1
24/06/2019 19:00:00	775	761	14	29,5	59,9	58,9
24/06/2019 20:00:00	442	441	1	26,5	57,1	56,3
24/06/2019 21:00:00	234	232	2	24,0	56,1	54,2
24/06/2019 22:00:00	167	167	0	22,2	53,5	52,6
24/06/2019 23:00:00	107	106	1	20,6	52,1	51,3
25/06/2019 00:00:00	62	62	0	17,9	49,9	49,0
25/06/2019 01:00:00	39	39	0	15,9	47,2	47,2
25/06/2019 02:00:00	21	21	0	13,2	46,4	44,9
25/06/2019 03:00:00	27	27	0	14,3	47,8	45,9
25/06/2019 04:00:00	60	58	2	18,9	50,8	49,8
25/06/2019 05:00:00	134	131	3	22,1	53,4	52,5
25/06/2019 06:00:00	312	306	6	25,6	57,4	55,6
25/06/2019 07:00:00	737	711	26	29,9	59,5	59,2
	13091	12823	268			

Débit horaire(6h-22h)

779

% PL

2

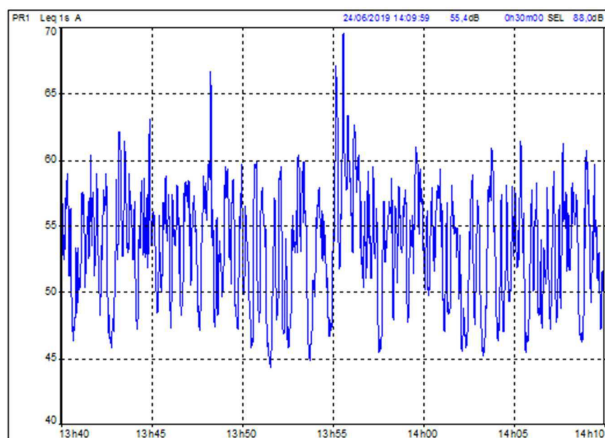
Débit horaire(22h-6h)

77

% PL

0

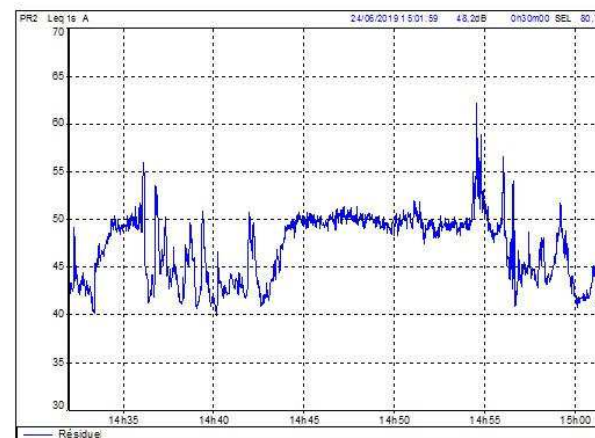
POINT N° 1



Début période	Leq	L90	L50	L10	L5	L1	Périodes	2m
24/06/2019 13:40	54,9	48,7	53,8	57,7	58,8	59,9	Début	24/6/19 13:40
24/06/2019 13:42	55,7	47,1	54,0	58,9	60,9	61,3	Fin	24/6/19 14:10
24/06/2019 13:44	55,4	49,2	54,4	57,5	58,7	62,4		
24/06/2019 13:46	55,0	48,5	54,3	57,9	58,1	58,4		
24/06/2019 13:48	56,5	48,5	53,8	59,2	59,7	66,5		
24/06/2019 13:50	53,5	45,8	50,9	57,0	58,5	59,6		
24/06/2019 13:52	54,2	46,0	52,9	58,4	59,0	60,1		
24/06/2019 13:54	59,2	48,0	55,6	63,2	65,2	69,2		
24/06/2019 13:56	55,9	47,8	54,4	59,3	60,3	62,1		
24/06/2019 13:58	56,0	50,6	55,4	59,1	59,9	60,5		
24/06/2019 14:00	54,3	49,1	53,5	57,2	57,7	58,4		
24/06/2019 14:02	54,1	45,9	51,8	58,3	58,7	60,1		
24/06/2019 14:04	53,8	46,9	51,8	57,6	58,0	61,2		
24/06/2019 14:06	54,2	48,1	52,5	57,4	58,1	59,5		
24/06/2019 14:08	54,6	47,1	53,2	57,7	59,6	59,9		
Période totale	55,4	47,4	53,7	58,3	59,4	62,9		

Point n°	1	1
LAeq mesuré	55,4	58,8
LAeq (6h-22h)	55,5	58,9

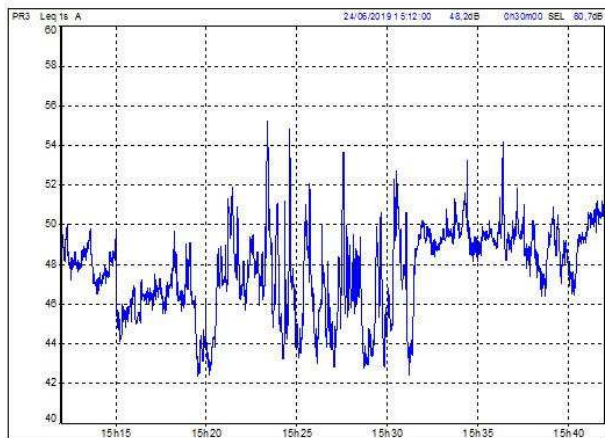
POINT N° 2



Début période	Leq	L90	L50	L10	L5	L1	Périodes	2m
24/06/2019 14:32	44,0	41,6	43,0	46,3	46,6	47,3	Début	24/6/19 14:32
24/06/2019 14:34	49,3	47,8	49,1	50,2	50,7	51,2	Fin	24/6/19 15:02
24/06/2019 14:36	47,9	42,2	44,9	52,0	53,6	55,4		
24/06/2019 14:38	45,0	41,0	43,3	48,4	49,2	50,6		
24/06/2019 14:40	43,2	41,5	42,7	43,8	44,4	49,7		
24/06/2019 14:42	45,4	41,5	44,1	48,0	48,8	49,5		
24/06/2019 14:44	49,7	48,9	49,6	50,3	50,4	50,6		
24/06/2019 14:46	50,0	49,3	49,9	50,6	50,9	51,2		
24/06/2019 14:48	49,7	48,9	49,6	50,3	50,4	50,6		
24/06/2019 14:50	49,8	48,7	49,6	50,7	51,1	51,7		
24/06/2019 14:52	49,2	48,4	49,1	49,7	49,9	50,1		
24/06/2019 14:54	51,9	48,3	49,9	54,4	55,2	58,8		
24/06/2019 14:56	46,8	42,8	44,5	48,3	53,6	54,9		
24/06/2019 14:58	46,4	43,0	45,5	48,7	49,1	51,1		
24/06/2019 15:00	42,5	41,1	41,6	44,5	45,3	46,5		
Période totale	48,2	41,8	48,1	50,2	50,8	54,4		

Point n°	2
LAeq mesuré	48,2

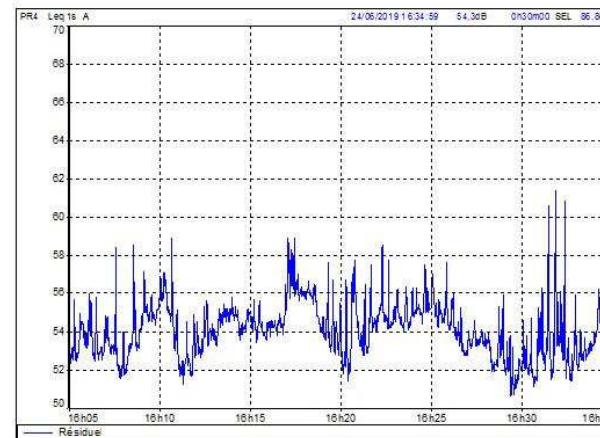
POINT N° 3



Début période	Leq	L90	L50	L10	L5	L1	Périodes	2m
24/06/2019 15:12	48,4	47,2	48,2	49,3	49,5	49,7	Début	24/6/19 15:12
24/06/2019 15:14	46,8	45,0	46,7	48,2	48,5	49,2	Fin	24/6/19 15:42
24/06/2019 15:16	46,3	45,3	46,3	46,8	47,0	47,2		
24/06/2019 15:18	46,4	43,3	46,3	47,9	48,8	49,0		
24/06/2019 15:20	47,6	43,3	47,1	50,2	50,8	51,7		
24/06/2019 15:22	48,7	46,2	47,9	50,1	51,4	54,4		
24/06/2019 15:24	47,4	43,8	45,8	50,0	51,1	54,1		
24/06/2019 15:26	46,8	43,7	45,6	48,9	49,9	53,4		
24/06/2019 15:28	46,3	43,1	45,2	48,7	49,3	50,1		
24/06/2019 15:30	48,2	43,5	47,9	50,5	51,3	52,2		
24/06/2019 15:32	49,5	48,6	49,3	50,1	50,6	51,0		
24/06/2019 15:34	49,6	48,5	49,3	50,6	51,0	51,5		
24/06/2019 15:36	49,7	48,4	49,3	50,7	51,7	53,4		
24/06/2019 15:38	48,7	47,1	48,4	50,0	50,4	50,6		
24/06/2019 15:40	49,6	47,2	49,5	50,6	50,8	51,1		
Période totale	48,2	44,3	47,9	50,0	50,6	52,2		

Point n°	3
LAeq mesuré	48,2

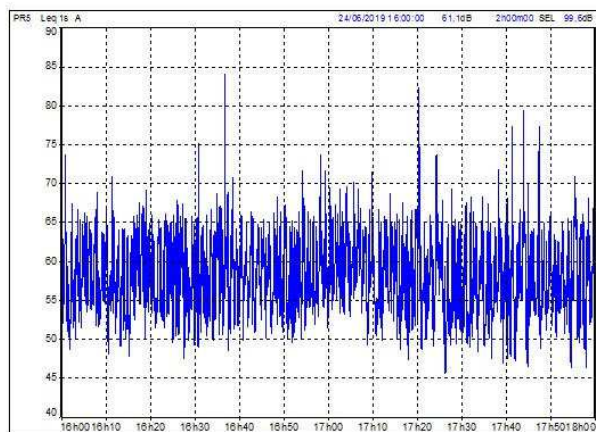
POINT N° 4



Début période	Leq	L90	L50	L10	L5	L1	Périodes	2m
24/06/2019 16:05	53,6	52,4	53,0	54,8	55,3	55,7	Début	24/6/19 16:05
24/06/2019 16:07	53,4	51,8	53,1	54,1	54,7	58,3	Fin	24/6/19 16:35
24/06/2019 16:09	55,3	54,1	54,9	56,4	56,6	57,0		
24/06/2019 16:11	53,2	51,7	52,9	54,4	54,8	55,3		
24/06/2019 16:13	54,6	53,7	54,6	55,1	55,1	55,3		
24/06/2019 16:15	54,4	53,7	54,2	54,9	55,3	55,9		
24/06/2019 16:17	56,1	54,6	55,9	56,9	58,0	58,8		
24/06/2019 16:19	54,2	52,0	53,7	56,4	56,9	57,5		
24/06/2019 16:21	54,6	53,1	54,4	55,3	56,4	57,6		
24/06/2019 16:23	55,1	54,3	54,9	55,9	56,2	57,1		
24/06/2019 16:25	54,7	52,9	54,5	55,7	56,4	56,9		
24/06/2019 16:27	53,3	52,2	53,3	53,9	54,1	55,2		
24/06/2019 16:29	52,2	51,1	52,0	53,2	53,7	54,6		
24/06/2019 16:31	54,0	51,8	53,0	55,5	57,4	60,7		
24/06/2019 16:33	53,9	52,4	53,6	55,0	55,4	55,9		
Période totale	54,3	52,1	54,0	55,7	56,2	57,7		

Point n°	4
LAeq mesuré	54,3

## POINT N° 5



Début période	Leq	L90	L50	L10	L5	L1	Périodes	8m
24/06/2019 16:00	60,3	52,1	57,6	63,5	64,5	67,3	Début	24/6/19 16:00
24/06/2019 16:08	59,4	51,5	56,5	62,9	64,1	68,5	Fin	24/6/19 18:00
24/06/2019 16:16	60,6	53,4	58,9	64,0	65,0	66,1		
24/06/2019 16:24	60,2	51,0	57,1	63,7	64,6	67,1		
24/06/2019 16:32	64,1	51,9	57,7	64,1	66,2	74,7		
24/06/2019 16:40	59,9	53,0	57,9	63,6	64,3	65,9		
24/06/2019 16:48	60,5	52,6	57,8	64,3	65,2	67,1		
24/06/2019 16:56	61,9	54,6	59,6	64,7	66,1	70,4		
24/06/2019 17:04	61,1	53,5	59,3	64,0	65,2	69,1		
24/06/2019 17:12	60,5	52,4	58,3	64,2	65,3	67,1		
24/06/2019 17:20	62,5	50,1	58,1	64,4	65,5	71,6		
24/06/2019 17:28	59,7	51,3	56,6	63,7	65,1	67,0		
24/06/2019 17:36	61,3	51,5	56,9	63,3	64,3	72,7		
24/06/2019 17:44	60,4	51,7	56,4	63,4	64,3	67,7		
24/06/2019 17:52	60,8	51,8	57,5	64,5	65,5	68,9		
Période totale	61,1	52,1	57,8	63,9	65,0	68,2		

Point n°	5	1
LAeq mesuré	61,1	59,3
LAeq (6h-22h)	60,7	58,9



## ANNEXE 3 : DONNEES METEOROLOGIQUES

### • Références géographiques

Numéro	Nom	Coordonnées		Lambert II étendu		Altitude	Producteurs
13054001	MARIGNANE	Latitude	43°26'15"N	Lambert Y (hm)	1830442	9 mètres	2019 METEO-FRANCE
		Longitude	5°12'57"E	Lambert X (hm)	833431		

### • Référence temporelle

<b>Période</b>	Du 24 juin 2019 12:00 au 25 juin 2019 12:00
<b>Heures</b>	0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21

### • Paramètres

Mnémonique	Libellé	Unité	Pas de temps
T	TEMPERATURE SOUS ABRI HORAIRE	DEG C ET 1/10	horaire
FF	VITESSE DU VENT HORAIRE	M/S ET 1/10	horaire
DD	DIRECTION DU VENT A 10 M HORAIRE	ROSE DE 360	horaire

Date	T	FF	DD
24 juin 2019 12:00	31,9	6,3	210
24 juin 2019 15:00	31,8	6,2	170
24 juin 2019 18:00	29,2	3,7	150
24 juin 2019 21:00	25,8	3,3	360
25 juin 2019 00:00	20,7	2,7	140
25 juin 2019 03:00	20,4	0,9	70
25 juin 2019 06:00	24,5	1	250
25 juin 2019 09:00	30,2	2,9	260
25 juin 2019 12:00	34,8	9,6	170

**Annexe 11 :**  
**Dossier Qualité Environnementale Bâtiment (QEB)**



DÉPARTEMENT  
**BOUCHES-  
DU-RHÔNE**



Maitre d'Ouvrage :  
**CONSEIL GENERAL DES BOUCHES DU RHONE**

52, Avenue de St Just  
13256 MARSEILLE Cedex 20

Maître d'Ouvrage délégué :

**TERRA 13**

407, Chemin du Littoral - Bât.110 à 130 - CS80061  
13256 MARSEILLE CEDEX 16

ARCHITECTES  
SCPA LACAILLE LASSUS



4 RUE MARCEAU  
13250 - SAINT CHAMAS

BUREAU D'ETUDES  
INGENIERIE GENERALE DU  
BATIMENT



64 RUE MONTGRAND  
13006 - MARSEILLE

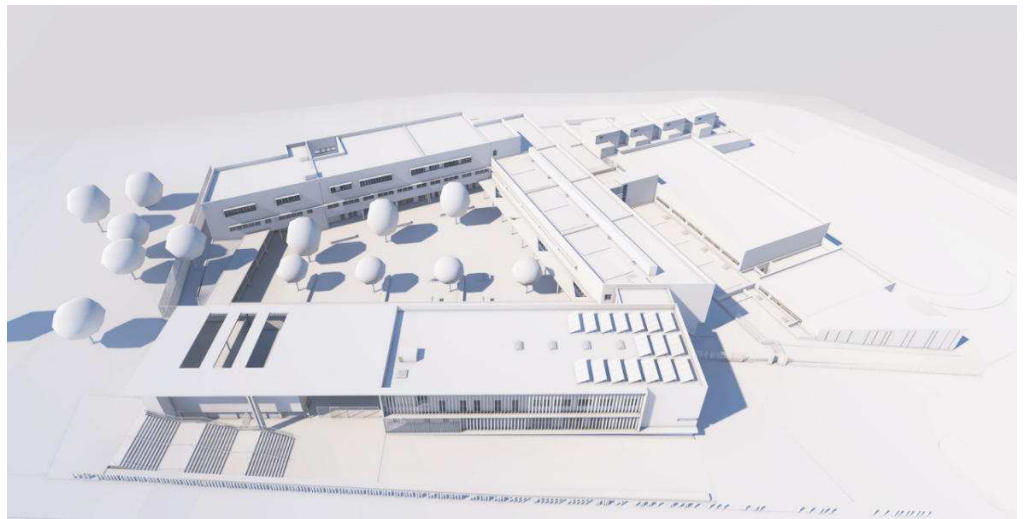


BET ELECTRIQUE  
BET IDEE +



Eclairage Electricité  
13 Rond Point du Cannet  
13360 - ROQUEVAIRE

# CONSTRUCTION RELOCALISATION COLLEGE MARCEL PAGNOL A MARTIGUES



**1.15. DOSSIER Q.E.B.**  
(Qualité Environnementale Bâtiment)

**OCTOBRE 2017**

VERSION DU : 11/01/2018

# A.P.D.

## Tableau d'indice

Ind	Date	Objet
0	Octobre 2017	APD
A	Janvier 2018	APD-modification façade gymnase
B		

## SOMMAIRE

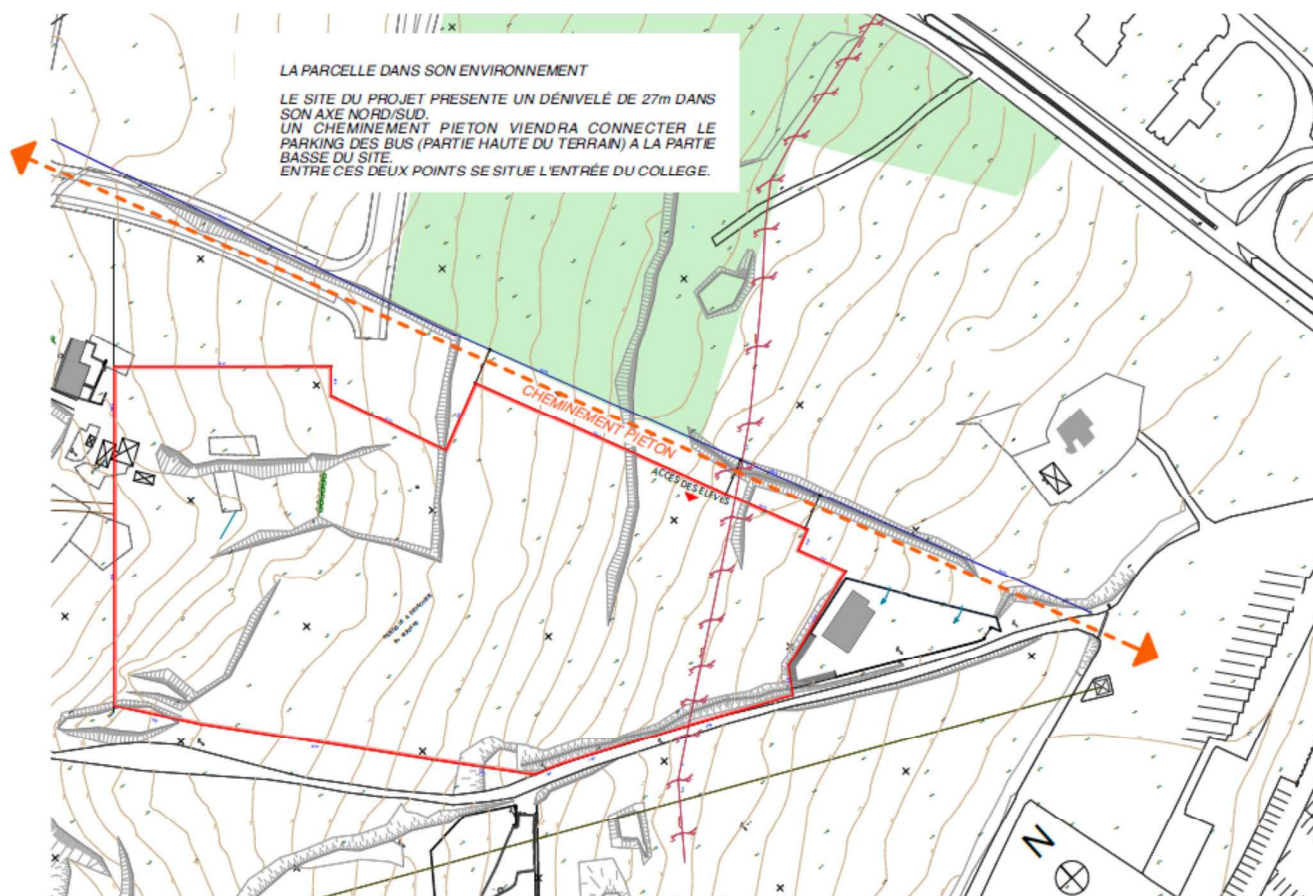
1	L'INTEGRATION DANS LE SITE .....	5
2	LE CONFORT THERMIQUE ET BIOCLIMATIQUE .....	8
2.1	« UNE CONCEPTION BIOCLIMATIQUE ET CITOYENNE » .....	8
2.2	LA « NOUVELLE » STRATEGIE D'INERTIE THERMIQUE DES LOCAUX .....	9
2.3	UNE « NOUVELLE » STRATEGIE D'INERTIE THERMIQUE & UNE ENVELOPPE TRES PERFORMANTE ..	10
2.4	« LA FRAICHEUR SANS CLIM' ! ».....	12
2.5	L'ENSOLEILLEMENT ET LES PROTECTIONS SOLAIRES .....	12
2.6	DES RESULTATS PROBANTS .....	25
3	LE CONFORT ACOUSTIQUE.....	29
3.1	UN PREAMBULE .....	29
3.2	LE CADRE REGLEMENTAIRE.....	30
3.3	LES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES POUR LE PROJET.....	30
3.4	LE DESCRIPTIF DES SOLUTIONS PROPOSEES .....	31
3.5	LES NOTES DE CALCULS ACOUSTIQUES .....	31
4	LE CONFORT VISUEL .....	32
4.1	LA LUMIERE NATURELLE .....	32
4.1.1	L'ARCHITECTURE DE LA LUMIERE ET DE LA VISION .....	32
4.1.2	CALCULS DU FACTEUR DE LUMIERE DU JOUR.....	34
4.1.3	DES LOCAUX AVEUGLES .....	46
4.2	LA LUMIERE ARTIFICIELLE .....	47
5	LA QUALITE DE L'AIR .....	49
5.1	LES DEBITS D'AIR ENVISAGES .....	49
5.2	LA GESTION DES SOURCES DE NUISANCES.....	50
6	LA GESTION DE L'ENERGIE.....	52
6.1	LES SYSTEMES ENVISAGES POUR LE CHAUFFAGE, L'EAU CHAUDE SANITAIRE, ET LE RENOUVELLEMENT D'AIR .....	52
6.2	LA PERMEABILITE A L'AIR.....	58
6.3	UNE EVALUATION DES CONSOMMATIONS (CEP).....	60
7	LA GESTION DE L'EAU .....	62
7.1	LA GESTION DE L'EAU POTABLE.....	62
7.1.1	LES PRINCIPES ET LES EQUIPEMENTS DES INSTALLATIONS .....	62
7.1.2	LA RECUPERATION ET L'UTILISATION DE L'EAU DE PLUIE.....	63
7.1.3	LA SENSIBILISATION DES UTILISATEURS.....	63
7.2	LA GESTION DES EAUX PLUVIALES .....	64
7.2.1	LE REPERAGE DES ECOULEMENT ET DES EXUTOIRES .....	64
7.2.2	L'EVALUATION DES SURFACES ACTIVES ET LE CALCUL DU COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION	65
8	LA GESTION DES DECHETS .....	67
8.1	POUR LES DECHETS D'ACTIVITES SCOLAIRES ET ADMINISTRATIVES .....	67
8.2	POUR LES DECHETS DE MAINTENANCE DES LOCAUX.....	68
8.3	POUR LE RECYCLAGE SUR SITE .....	68
8.4	L'IDENTIFICATION ET LE TRAITEMENT DES DECHETS GENERES PAR LES ACTIVITES DES DIFFERENTES ENTITES DU COLLEGE .....	69
8.5	LA GESTION DES DECHETS INSCRITE DANS UNE DEMARCHE PLUS LARGE DU COLLEGE .....	71
9	LA GESTION DES RISQUES .....	72
9.1	LES RISQUES CLIMATIQUES .....	72
9.1.1	LES ACTIONS NATURELLES .....	72
9.1.2	LE RISQUE SISMIQUE .....	72
9.1.3	LE RISQUE GEOLOGIQUE DE RETRAIT GONFLEMENT.....	73
9.1.4	LES RISQUES LIES AU TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES ET RISQUES TECHNIQUES ET INDUSTRIELS .....	73
9.2	LE RISQUE D'INCENDIE ET DE PANIQUE.....	73
9.3	LE RISQUE D'INTRUSION .....	73
9.4	LE RISQUE ELECTROMAGNETIQUE .....	73
10	LA QUALITE DES CHOIX CONSTRUCTIFS .....	75

---

10.1	DES MATERIAUX Q.E.B.....	75
10.2	L'EXPERIMENTATION E+C- POUR LA REALISATION DES ANALYSES ENVIRONNEMENTALES DES BATIMENTS.....	75
11	LE « PACTE CHANTIER VERT » .....	77
12	QUELQUES ECO-GESTES .....	78

## 1 L'INTEGRATION DANS LE SITE

Le projet de conception du Collège Marcel Pagnol s'inscrit dans la logique d'une réflexion basée pour l'essentiel sur les contraintes directement liées à la topographie du site et à l'environnement proche au travers des directives de l'ex-ZAC.



Un terrain complexe quant à sa forme et sa topographie, un site agréable au premier abord dans un paysage naturel très présent, telles sont les accroches les plus perceptibles pour aborder la conception d'un projet qui symbolise l'embryon de l'aménagement futur de ce secteur de la ville de Martigues.

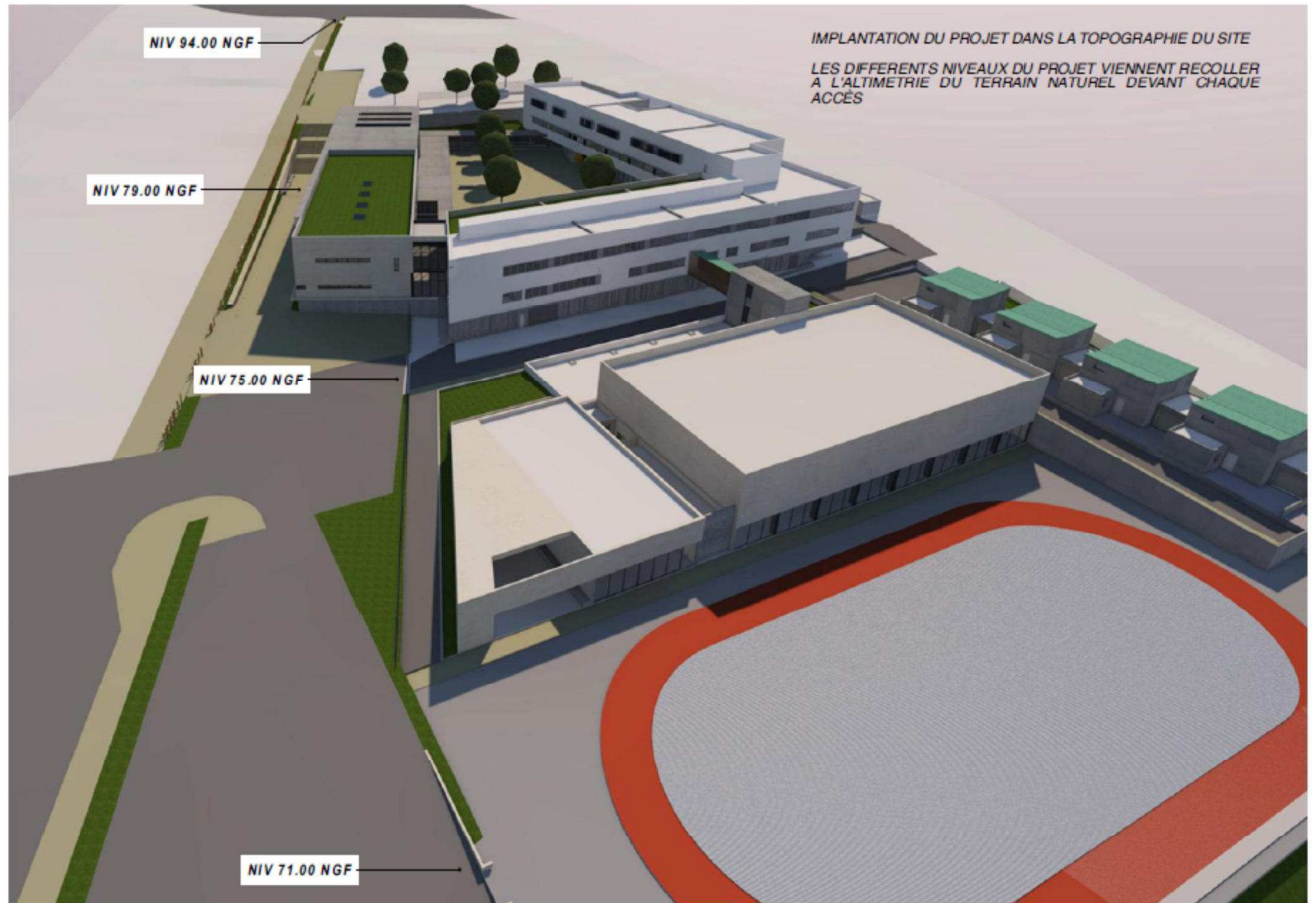
Les réflexions des architectes ont porté sur la position de l'entrée du collège de manière à ce que l'accès des élèves puisse répondre aux impératifs du programme. Dès lors, une attention toute particulière a été accordée au traitement de la façade principale et spécialement au parcours piétonnier qui accompagne les élèves jusqu'au parvis et l'entrée principale.

Pour accompagner la pinède de l'espace boisé classé Cette promenade piétonne qui surplombe l'entrée du collège est soulignée par une ligne végétale de plantes olfactives et des rondins bois, confortant ainsi le caractère naturel du site. Cet espace convivial du parvis est traité de façon généreuse pour réunir piétons, cyclistes et PMR dans une unité fraternelle et égalitaire conforme à l'idéal républicain rappelé sur le fronton du collège.

Une paroi gabion en pierres naturelles fait office de soutènement et constitue un véritable fond de scène pour les élèves à la sortie du collège.

Le pied du gabion est bloqué dans sa partie basse par des bancs béton qui font office d'assise pour les élèves avant le grand rush vers la grille d'entrée du collège.

Le long de cette descente qui mène au parvis, la construction se dévoile par séquence et par palier au travers d'une architecture qui épouse avec délicatesse la déclivité du terrain.

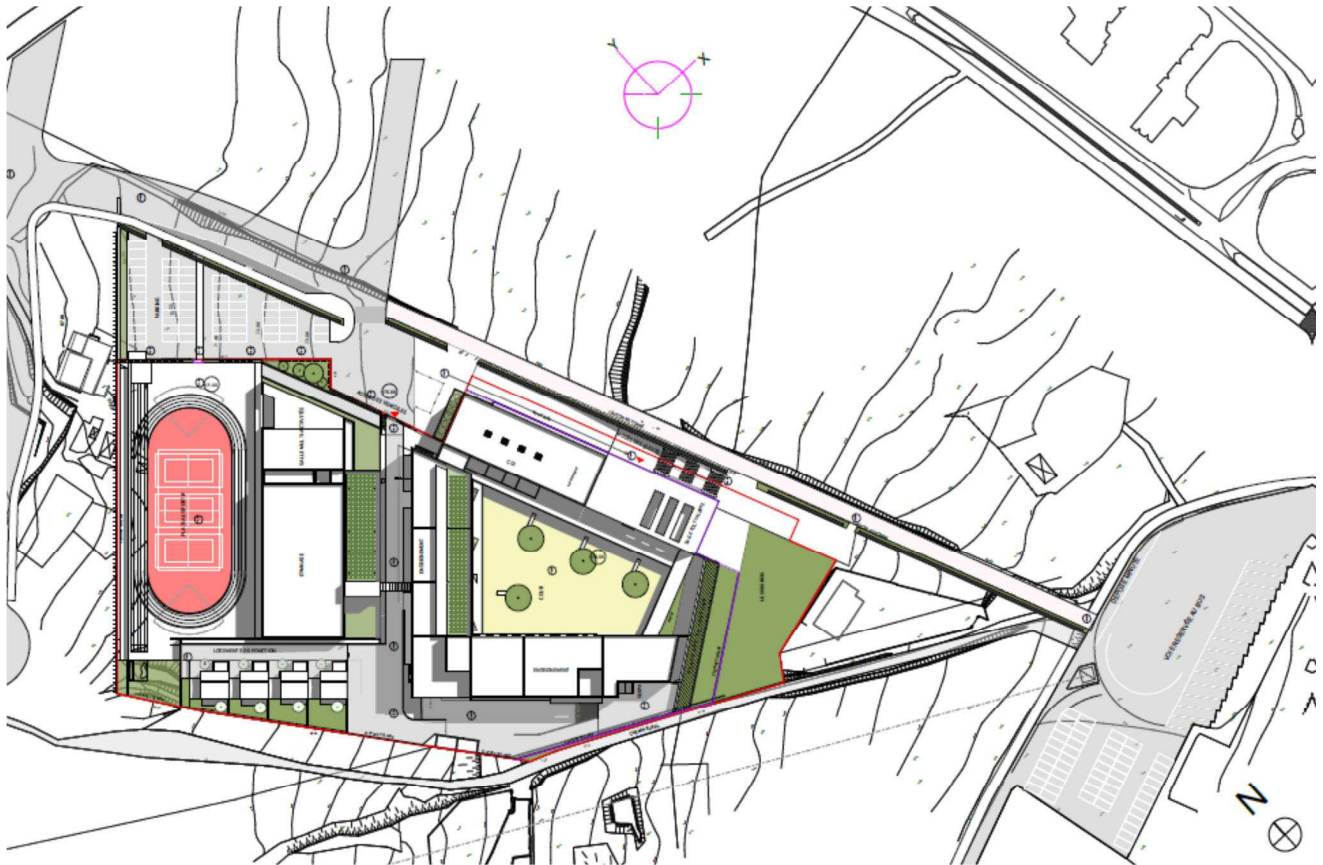


La conception générale du projet découle de façon naturelle : l'architecture prend progressivement tout son sens et les contraintes au fur et à mesure de l'avancement des études se révèlent être un atout. Le dessin du plan de masse du collège suit rigoureusement les contours de la parcelle en décrivant une forme de U pour dégager un espace central de cour de récréation, ouvert au Sud et bien abrité du vent dominant.

Dans toute la pointe Sud de la parcelle, un grand boisement viendra prendre place, offrant un écran végétal à la cour de récréation.

Des gradins en béton viendront constituer le fond de la cour offrant un promontoire aux élèves pour un lieu de discussions, puis un jardin intermédiaire sera occupé par une large plate-bande recouverte de plantes aromatiques locales : immortelles, romarins, thym, origan, etc. pour mettre à distance le mur de soutènement.





Le gymnase, la salle multi activités et le plateau sportif, consommateurs de grands espaces sont situés en contrebas dans la zone moins pentue du terrain. Pour préserver l'intimité des résidents, les logements de fonction sont regroupés à l'écart du collège en limite Nord-Ouest avec une vue lointaine sur la campagne et la pinède. Le regroupement des entités fonctionnelles dévoile une volumétrie générale que les architectes ont souhaité compacte et sans ostentation en harmonie avec l'environnement proche et le caractère séduisant du site.

L'unité architecturale du Collège est complétée par le choix judicieux de matériaux pérennes ayant une bonne tenue au feu pour respecter les exigences réglementaires spécifiques au site.

Le projet paysager du collège vise à insérer au mieux l'équipement dans un environnement encore largement naturel et à contribuer au confort des futurs utilisateurs. Ce point est largement détaillé dans la notice paysagère.

## 2 LE CONFORT THERMIQUE ET BIOCLIMATIQUE

Plusieurs intentions fortes motivent la conception durable de l'équipe de Maîtrise d'œuvre pour répondre au confort thermique du projet :

### 2.1 « UNE CONCEPTION BIOCLIMATIQUE ET CITOYENNE »

#### Plan de masse et bioclimatisme à la provençale :

Le projet est conçu en harmonie avec son environnement naturel et humain afin de profiter de ses bienfaits et de se protéger de ses désagréments.

Son implantation au cœur de la forêt et en limite de site urbanisé faisant « repère » pour le quartier « en devenir » (abandon de la ZAC !) a été intégrée :

- **Implantation** : elle a été faite en optimisant la parcelle triangulaire sur le versant ubac de la crête, pour former trois bâtis compacts.
  - Le bâtiment enseignement (parvis, classes, administration, restauration, salle polyvalente, et cour de récréation) au Nord formant un U sur la partie haute et étroite du terrain au Sud, avec les bâtiments les plus hauts renvoyés à l'Ouest et au Nord, faisant le dos rond en protection du vent dominant fort et froid (Mistral) d'une part, et des contraintes (bruit de la route à l'Est et les poteaux et la ligne électrique HT à l'Ouest) d'autre part, et s'ouvrant au maximum au soleil et aux grands pins au Sud, tout en créant un espace extérieur apaisé pour la cour et pour le parvis d'entrée également à l'abri du vent et du soleil. La salle polyvalente est insérée et encastrée dans le dénivelé de la parcelle.
  - Le bâtiment gymnase faisant une bande avec le terrain de sport sur la largeur de la parcelle au Nord, en transition du bâtiment enseignement.
  - Les villas en bande, repoussée à l'arrière en limite Ouest pour préserver leur intimité.
- **Orientation** : les bâtiments ont été organisés afin d'orienter les locaux à vivre, comme le hall, le préau, les locaux des élèves, ou le réfectoire, proche du plein Sud pour profiter au maximum du soleil et être protégés du Mistral ; tandis que les locaux demandant une bonne lumière diffuse et propice aux activités artistiques ou sportives, comme les salles de musique et d'art, ou bien le gymnase et ses salles d'activités, sont ouverts vers le bas de la parcelle. Les villas en bande, avec terrasse et loggia ouverte sur la limite Ouest, sont moins favorable, mais profitent de la vue la plus agréable avec la plaine agricole traditionnelle au Nord-Ouest, avec la petite ferme, et la forêt de grands pins au Sud-Ouest.
- **Espacement entre les immeubles et « droit au soleil pour tous »** : malgré la pente depuis la crête de la colline au Sud, le recul par rapport à la forêt et l'organisation du projet permettent de garantir l'ensoleillement pour tous, même au niveau RdC, les jours d'hivers les plus courts (autour du 21 décembre), pour les différents ailes du bâtiment enseignement entre elles, et vis-à-vis des logements de fonction ; aucun bâtiment des parcelles mitoyennes Sud, Est, et Ouest ne font de masque et le projet préservera également les futurs bâtiments au Nord avec le recul du terrain sportif. Ainsi chacun peut bénéficier ou bénéficiera de quelques heures de soleil en hiver. A l'exception du gymnase semi-enterré, en contre-bas et délibérément tourné vers le bas de la parcelle.

Ainsi, malgré les inconvénients du terrain, le projet profite au maximum de ses avantages, et propose une organisation spatiale et fonctionnelle issue du compromis du **bioclimatisme à la provençale** pour offrir un environnement propice à l'éveil des sens et des savoirs.

#### La compacité du projet :

La construction est prévue très **compacte** (optimisant au maximum la parcelle et réduisant les surfaces déperditives).

Ce qui donne des coefficients de forme très bas (largement inférieurs à 0.70) et donc très favorables.

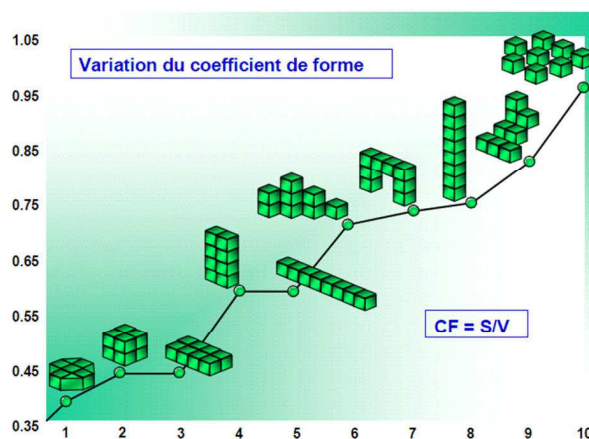
#### **Coefficient de forme :**

**CF** = surfaces déperditives **S** (façades et toitures) / volume chauffé **V**

pour le bâtiment enseignement : **CF = 0.31**

pour le gymnase : **CF = 0.28**

pour les villas groupées : **CF = 0.84**



Source : O. Sidler

Les bâtiments sont très compacts et favorables pour la thermique d'hiver ; ce qui se retrouve dans les coefficients **BBio** du projet proposé.

Les baies ouvertes au Sud sont protégées par des **brise-soleils architecturaux horizontaux** ou bien des volets mobiles **BSO** (brise-soleil orientable) à lames horizontales.

La façade Est, soumise au soleil levant estival chaud et pénétrant en profondeur dans les locaux, est traitée avec des **brise-soleils verticaux architecturaux**.

La façade Ouest, soumise au soleil couchant estival très chaud et pénétrant en profondeur dans les locaux, est traitée avec des **brise-soleils verticaux et horizontaux architecturaux** et des **vitrages à contrôle solaire**.

Ces protections solaires estivales et l'enveloppe fortement isolée et très performante thermiquement complètent cette très bonne compacité.

Les logements disposent d'une double orientation et sont traversants permettant une **ventilation nocturne estivale** et une migration saisonnière en fonction de la chaleur.

Cette conception est complétée, dans la mesure du possible, avec une distribution spatiale des locaux en écartant ou en se protégeant des nuisances (odeurs, etc.), et en favorisant les ouvertures vers les bienfaits du site (vues, proximités, etc.).

## 2.2 LA « NOUVELLE » STRATEGIE D'INERTIE THERMIQUE DES LOCAUX

Suite aux retours d'expériences sur les précédents collèges réalisés en niveau BBC ou RT2012, avec un choix d'équipements techniques « low-tech » pour simplifier les contraintes de maintenance avec du personnel peu qualifié, la stratégie d'inertie thermique des locaux proposée est la suivante :

### Les logements :

L'occupation permanente des logements demande une **forte inertie** de la structure (à exploiter en gestion hivernale avec le solaire passif à capter, comme en gestion estivale pour le rafraîchissement naturel) : une structure lourde en béton à l'intérieur des logements pour 3 faces minimum (plancher bas et plancher intermédiaire en béton, et deux refends en béton), complété par une façade en maçonnerie avec une isolation extérieure à base de fibre de bois et de laine de bois apportant un bon déphasage thermique sans accumulation de chaleur estivale, garantissent la réussite de cette forte inertie et le confort thermique des logements tant en thermique d'hiver en période de chauffe qu'en thermique d'été en période où le rafraîchissement est recherché et possible avec des logements traversants.

### Les salles d'enseignement et le CDI :

La gestion fine des ambiances à l'intérieur des salles de cours, avec une occupation discontinue mais avec beaucoup d'apports internes (30 élèves à 60W/h minimum chacun), demande **peu d'inertie** pour d'une part

pouvoir vite réagir aux mises en température et à la gestion des apports internes, mais surtout, d'autre part, pour assurer le rafraîchissement des locaux l'été par une **sur-ventilation nocturne estivale**.

Pour assurer ce déchargement des calories accumulées la journée, la faible inertie quotidienne le permet avec le minimum de parois en béton apparentes par local. Sans quoi, avec la forte isolation thermique prévue pour le projet, l'emmagasinement de la chaleur extérieur et des apports internes par les occupants rendrait, jour après jour l'été, les locaux invivables.

### Le gymnase :

L'occupation intermittente du gymnase et de ses salles d'activités demande une **faible inertie** de la structure pour pouvoir vite réagir aux mises en température et à la gestion des apports internes : une structure avec isolation intérieure cachant les parois béton, avec une isolation à base de laine de bois apportant un bon déphasage thermique sans accumulation de chaleur estivale, garantissent la réussite de cette inertie réduite et du confort thermique de ces locaux tout au long de l'année.

### Le réfectoire :

La gestion fine des ambiances à l'intérieur du réfectoire, avec une très forte occupation ponctuelle sur 1 à 2 heures avec beaucoup d'apports internes (par les élèves et l'activité) et des besoins de renouvellement d'air très importants, demande **peu d'inertie** pour pouvoir vite réagir aux mises en température et à la gestion des apports internes par l'installation de ventilation double flux, mais aussi pour assurer le rafraîchissement des locaux l'été par free-cooling avec une **surventilation nocturne estivale**.

Pour assurer ce déchargement des calories accumulées la journée, la faible inertie quotidienne le permet avec le minimum de parois en béton apparentes par local. Sans quoi, avec la forte isolation thermique prévue pour le projet, l'emmagasinement de la chaleur extérieur et des apports internes par les occupants rendrait, jour après jour l'été, le réfectoire invivable.

### L'administration :

La gestion fine des ambiances à l'intérieur des bureaux de l'administration, avec une faible occupation mais continue en journée, demanderait **davantage d'inertie** pour le chauffage ou pour assurer le rafraîchissement des locaux l'été.

La mise en place d'une isolation thermique par l'intérieur, dito le reste du bâtiment, est compensée par l'installation de ventilation double flux fonctionnant sur un puits canadien. Cet ensemble permet le rafraîchissement des locaux l'été par free-cooling avec une **sur-ventilation nocturne estivale** assurant le déchargement des calories accumulées la journée et en chargeant tant bien que mal une partie de la structure en frigidités nocturnes. Sans quoi, complété avec des brasseurs d'air plafonniers, avec la forte isolation thermique prévue pour le projet, l'emmagasinement de la chaleur extérieur rendrait, jour après jour l'été, les bureaux invivables.

## 2.3 UNE « NOUVELLE » STRATEGIE D'INERTIE THERMIQUE & UNE ENVELOPPE TRES PERFORMANTE

Avant de choisir des équipements performants, la constitution d'une enveloppe très performante thermiquement est un enjeu traité avec attention pour les parois opaques comme pour les parois vitrées.

### Les caractéristiques thermiques des parois des différentes entités :

Façades de l'enseignement de la restauration et de la salle polyvalente	Composition de façade ITI : façades BA 20cm + isolation intérieure par panneau de laine de bois type STEICO FLEX Th38 ( $\lambda = 0.038 \text{ W/m.K}$ ) de 140mm épais sous plaques de plâtre BA25 + béton apparent avec lasure ou peinture minérale  Isolation thermique globale : <ul style="list-style-type: none"><li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 3.68 \text{ m}^2.\text{K/W}</math></li><li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 4.08 \text{ m}^2.\text{K/W}</math></li><li>- <math>U_{\text{paroi}} = 0.24 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> (objectif : <math>0.3 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.2</math>)</li><li>- déphasage : 11.7h (objectif 12h)</li></ul>
---	--

Façades du gymnase	<p>Composition de façade ITI : façades BA 25cm + isolation intérieure par panneau de laine de roche Th32 (<math>\lambda = 0.032</math> W/m.K) de 120mm épais sous plaques de plâtre BA25 + béton apparent avec lasure ou peinture minérale</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 3.88</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 4.38</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} = 0.23</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.3 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.2</math>)</li> </ul>
Façades des logements de fonction	<p>Composition de façade ITE : façades béton ou brique 20cm + isolant thermique extérieur par panneau de fibre de bois type STEICO PROTECT DRY Th42 (<math>\lambda = 0.039</math> W/m.K) de 160mm épais + enduit minérale épais 15mm épais</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 4.10</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 4.40</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} = 0.24</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.3 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.2</math>)</li> <li>- déphasage : 15.4h (objectif &gt; 12h)</li> </ul>
Plancher du collège et des logements de fonction sur VS ou sur parking	<p>Composition du plancher : plancher BA + isolation thermique renforcée : polyuréthane type TMS d'EFISOL Th23 (<math>\lambda = 0.023</math> W/m.K) de 100mm épais + chape armée avec carrelage collé</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} = 4.17</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} \leq 0.24</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.42 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.25</math>)</li> </ul>
Plancher du gymnase sur terre-plein	<p>Composition du plancher : plancher BA + isolation thermique renforcée périphérique (sur 2.50m) sous dalle PSE Th38 (<math>\lambda = 0.038</math> W/m.K) de 140mm épais + revêtement de sol sportif</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} = 3.68</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} \leq 0.25</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.42 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.25</math>)</li> </ul>
Toitures-terrasses inaccessible ou accessibles (collège, salle polyvalente, gymnase)	<p>Composition de la toiture-terrasse : plancher BA + isolation thermique renforcée en panneau polyuréthane Th22 (<math>\lambda = 0.022</math> W/m.K) de 160mm épais + étanchéité bicouche élastomère avec protection d'étanchéité lourde par gravillons pour les parties inaccessibles ou protection d'étanchéité par divers revêtements circulaire pour terrasses</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 7.27</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 7.59</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} \leq 0.13</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.16 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.10</math>)</li> <li>- déphasage : 12.0h (objectif &gt; 12h)</li> </ul>
Toitures-terrasses inaccessibles végétalisées (vestiaires gymnase)	<p>Composition de la toiture-terrasse : plancher BA + isolation thermique renforcée en panneau polyuréthane Th22 (<math>\lambda = 0.022</math> W/m.K) de 160mm épais + étanchéité bicouche élastomère avec végétalisation sur 40cm de terre végétale</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 7.27</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 7.59</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>U_{\text{paroi}} \leq 0.13</math> W/m<sup>2</sup>.K (objectif : <math>0.16 &gt; U_{\text{RT2012}} &gt; 0.10</math>)</li> <li>- déphasage : 19.8h (objectif &gt; 12h)</li> </ul>
Charpente et couverture des logements de fonction	<p>Composition de charpente Ossature Bois à isolation répartie et couverture zinc : Sous-face en plaque de plâtre + charpente ossature bois en caissons et poutres lamellé-collé avec isolant thermique par panneau de laine de bois type STEICO FLEX Th38 (<math>\lambda = 0.038</math> W/m.K) de 300mm épais + pare-pluie + couverture zinc à joints debout pour toiture sur R+1 (faisant lame d'air et toiture froide) ou couverture par membrane d'étanchéité et protection par gravillons pour toiture sur RdC</p> <p>Isolation thermique globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{\text{isolant}} \geq 7.73</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> <li>- <math>R_{\text{paroi}} \geq 8.24</math> m<sup>2</sup>.K/W</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>U_{\text{paroi}} = 0.12 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> (objectif : <math>0.3 &gt; \text{URT2012} &gt; 0.2</math>)</li> <li>- déphasage : 14.4h (objectif &gt; 12h)</li> </ul>
Menuiseries extérieures	<p>Châssis aluminium à rupture de ponts thermiques.</p> <p>Performances thermiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- double vitrage isolant thermique 4/16Argon+TGI/4, <math>U_g \leq 1.10 \text{ W/m}^2.\text{K}</math></li> <li>- baie <math>U_{\text{fenêtre}} = 1.40 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> (objectif : <math>1.8 &gt; \text{URT2012} &gt; 1.4</math>)</li> </ul>

Pour les différentes façades avec ITI, les ponts thermiques sont gérés par des rupteurs au niveau des dalles dans l'épaisseur des doublages ; ce qui permet de résoudre les ponts thermiques aux jonctions entre planchers et façades.

Pour les différentes façades avec ITE, les ponts thermiques sont gérés par l'extérieur ; ce qui permet de résoudre les ponts thermiques aux jonctions entre planchers et façades, mais aussi entre refends et façades.

Les bâtiments avec une inertie bien gérée dispose d'une enveloppe offrant une très forte isolation et un bon déphasage jour/nuit.

La mise en place de menuiseries extérieures soigneusement mis en place permet de bien gérer l'étanchéité à l'air du projet et d'obtenir de très bons résultats aux tests de perméabilité à l'air devenus primordiaux pour atteindre le niveau de performance RT2012.

## 2.4 « LA FRAICHEUR SANS CLIM' ! »

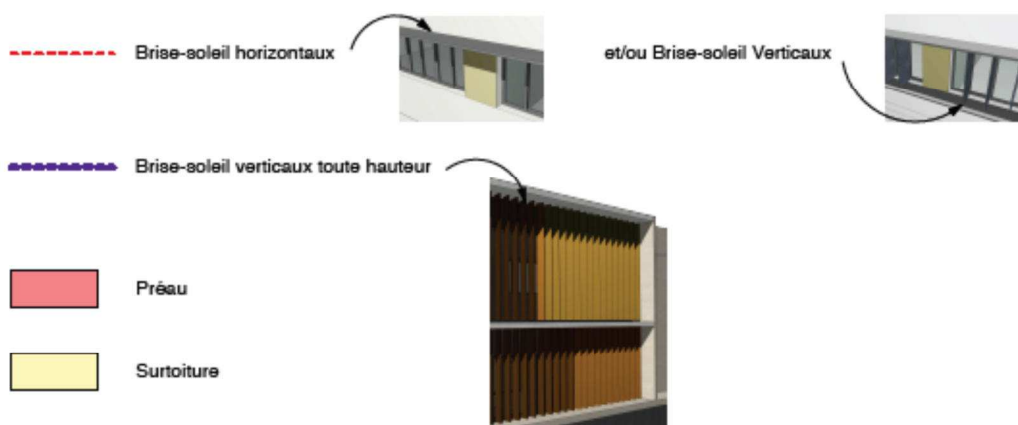
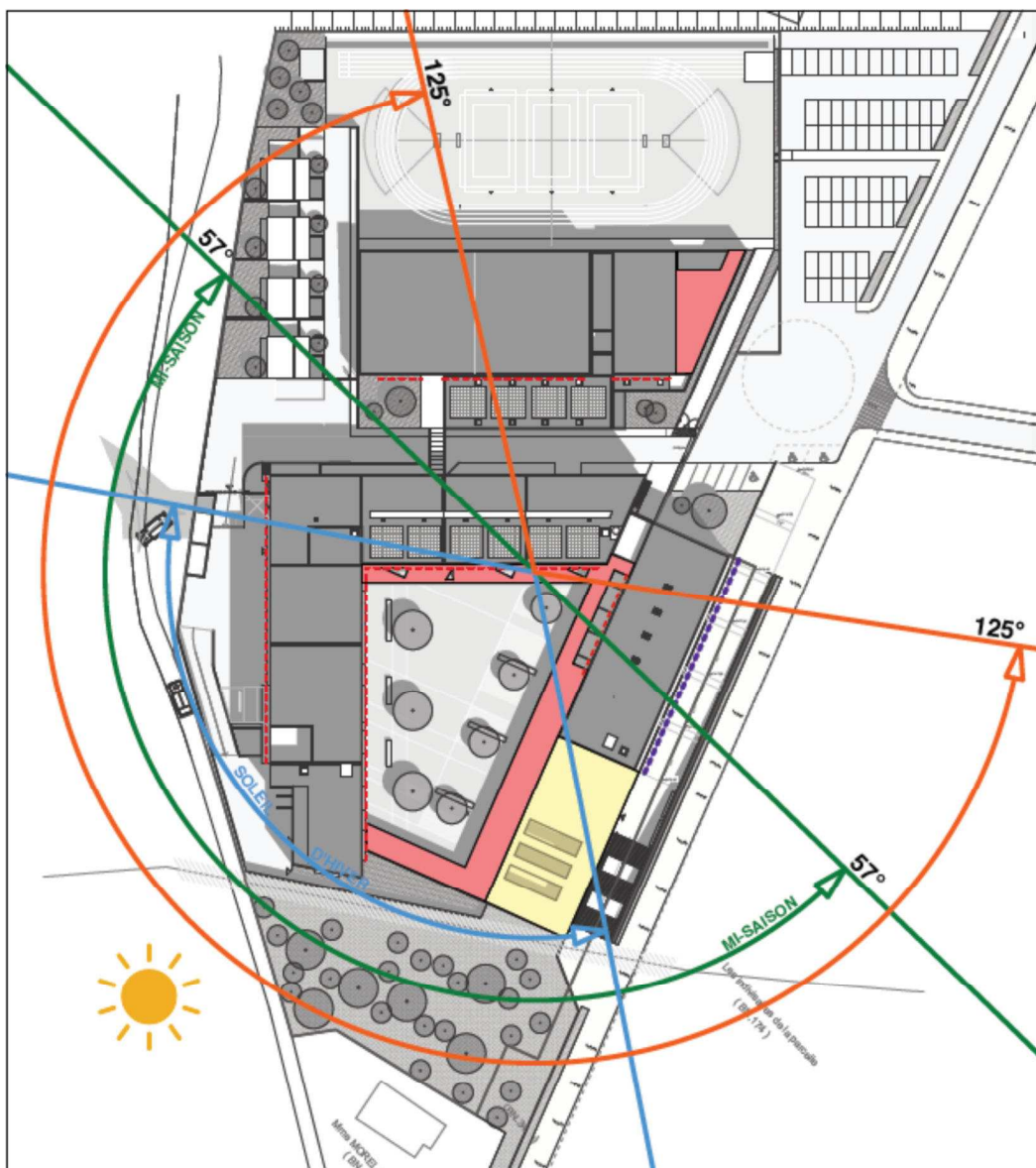
La thermique d'été primordiale dans notre région méditerranéenne est traitée avec attention :

- bâtiment à inertie adaptée,
- parois à déphasage thermique important en cohérence avec le rafraîchissement naturel,
- gestion et protection du soleil passive par les brise-soleils et active par la fermeture des occultations la journée (pour les logements),
- rafraîchissement naturel : ventilation nocturne estivale, etc.

Le déphasage de plus de 9 à 15h des parois limite le flux de chaleur à travers les façades et les toitures vers l'intérieur du logement ; cette chaleur ne se fait sentir que lorsque la soirée est arrivée et qu'il est possible de ventiler les locaux ou les logements pour l'évacuer. De plus la ventilation nocturne en été intervient pour le rafraîchissement des parois associée à l'inertie du bâti pour conserver la fraîcheur pour le lendemain ; d'autant plus que la proximité du littoral permet de profiter de la brise marine en fin de journée.

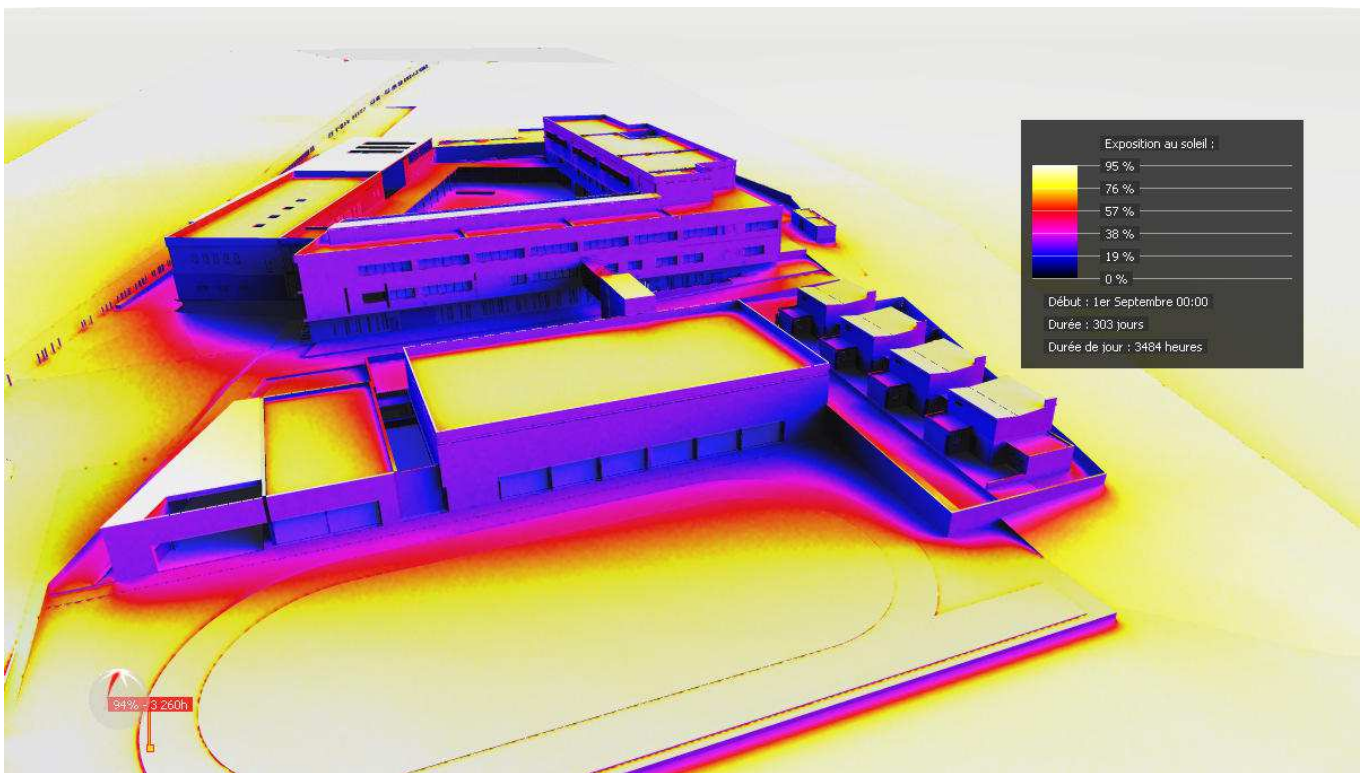
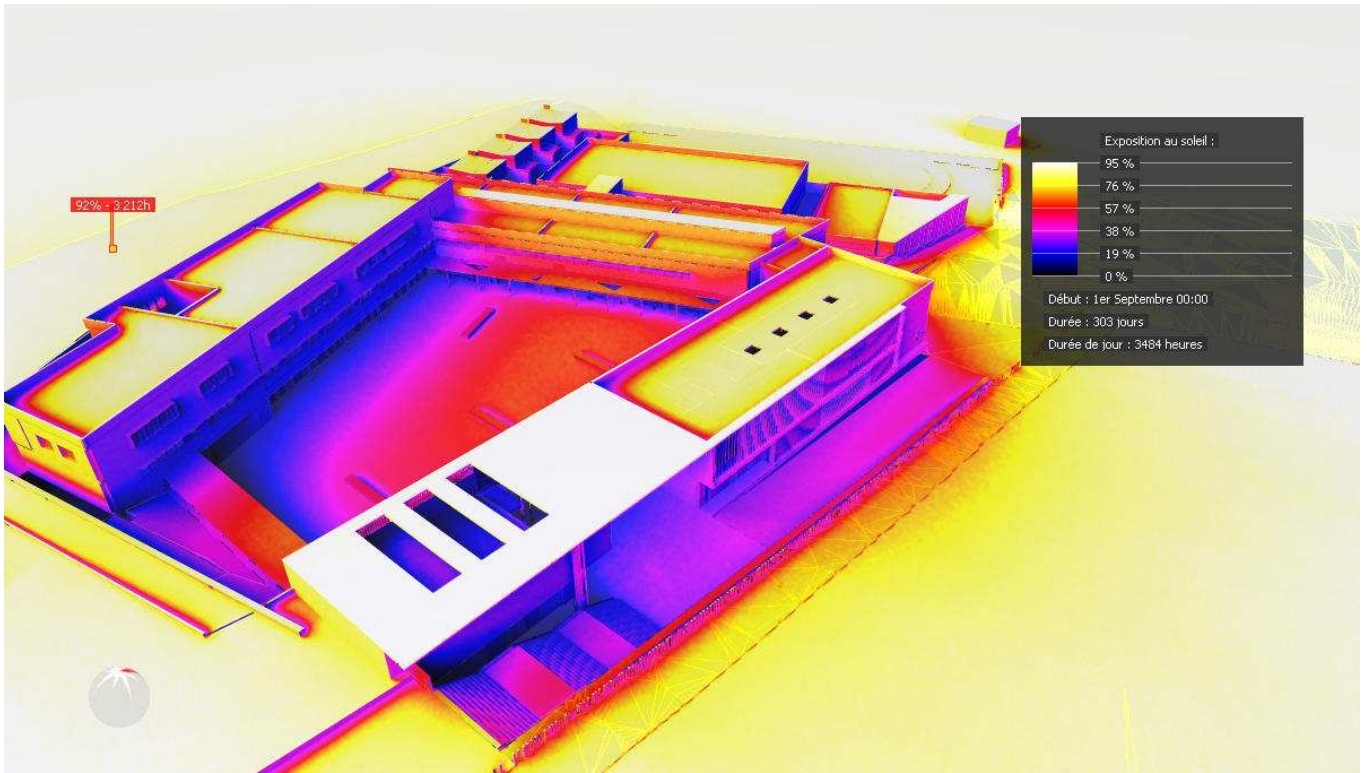
## 2.5 L'ENSOLEILLEMENT ET LES PROTECTIONS SOLAIRES

En complément de l'ombre bienfaitrice l'été des arbres prévus, les brise-soleils horizontaux et verticaux permettent d'atteindre une protection efficace et continue contre le soleil l'été et empêcher la chaleur de pénétrer les locaux et les logements.

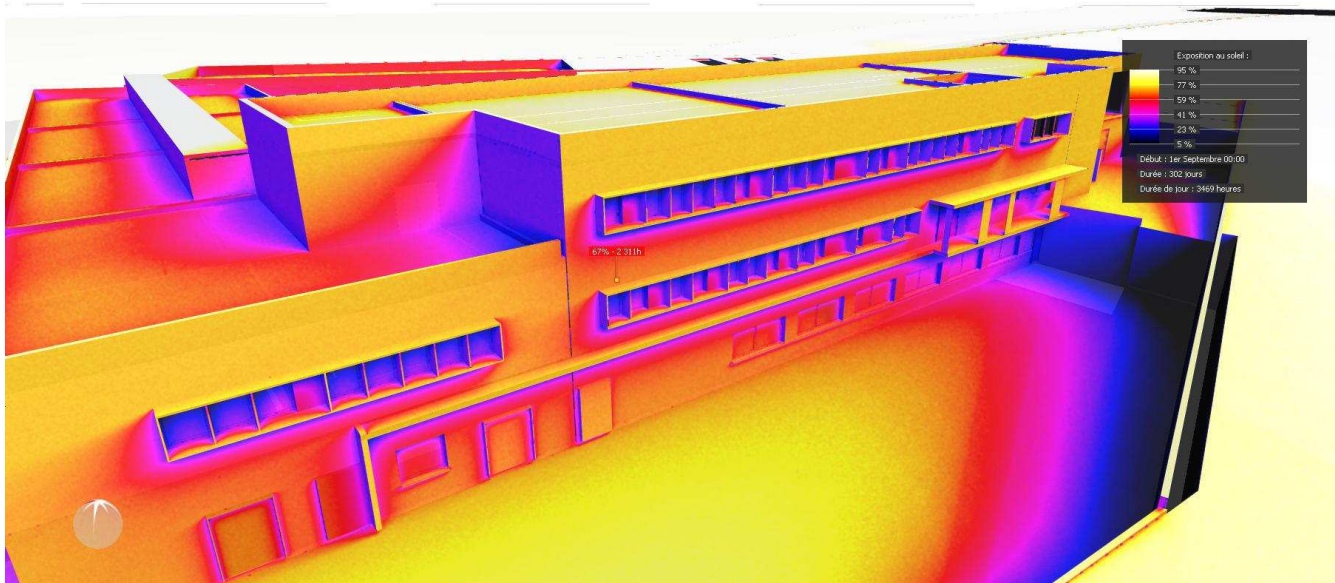


**L'ensoleillement sur les différentes façades du projet :**

Carte d'exposition directe au soleil des différentes parois du projet sur la période d'occupation du collège (entre le 1<sup>er</sup> Septembre et le 1<sup>er</sup> Juillet) à partir d'ARCHIWIZARD :







### Choix et analyse des protections solaires par type de façade avec baies :

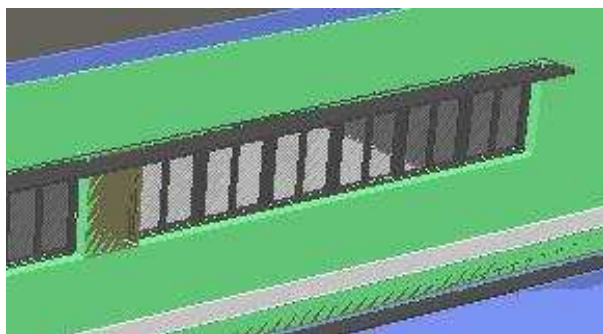
Ce chapitre reprend les résultats des logiciels suivants :

- vue 3D de la maquette BIM
- tableau de calcul annuel de pourcentage d'ombre par heure et par mois : [www.susdesign.com](http://www.susdesign.com) (window overhang annual analysis, louver shading, vertical fin shading), sans intégration des autres masques
- diagramme cartographie de réception solaire directe (en rouge) sur la totalité des horaires d'ensoleillement (bleu+rouge), à partir d'ARCHIWIZARD, intégrant les masques solaires de la maquette BIM

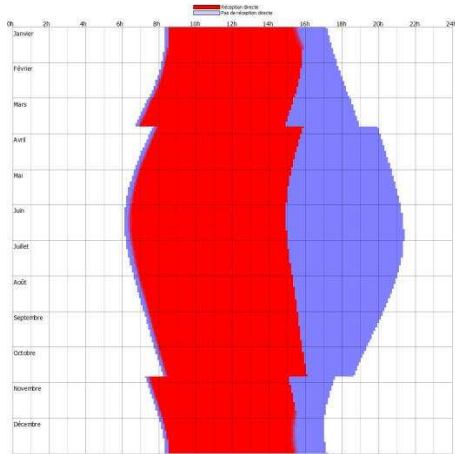
#### Protections solaires pour le bâtiment collège / restauration / salle polyvalente :

Les baies ouvertes au Sud-Est donnant sur la cour sont protégées par des brise-soleils architecturaux horizontaux :

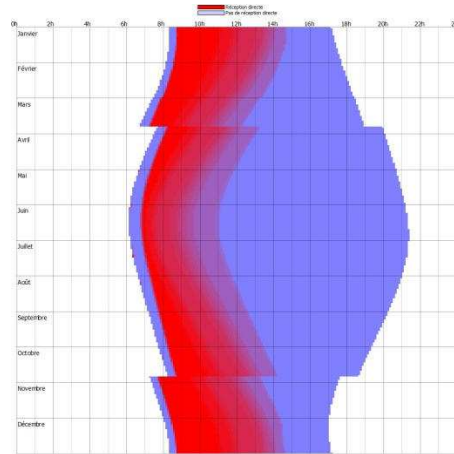
- brise-soleil en casquette métallique de 60cm (+20cm de tableau de baie) au-dessus des baies du R+1 de 140cm ht ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 70% en juin (50% à 10h puis 100% à partir de midi) et à 57% en septembre (50% à partir de midi puis 100% à partir de 14h)



	MORNING												AFTERNOON								
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00				
Jan					6%	15%	23%	31%	41%	55%	85%	100%					Jan				
Feb				3%	13%	22%	32%	43%	57%	83%	100%						Feb				
Mar				11%	23%	33%	45%	60%	83%	100%	100%						Mar				
Apr				11%	24%	37%	49%	64%	86%	100%	100%						Apr				
May		5%	25%	38%	51%	66%	85%	100%	100%	100%							May				
Jun		16%	34%	47%	61%	76%	99%	100%	100%	100%							Jun				
Jul		12%	30%	44%	57%	72%	93%	100%	100%	100%							Jul				
Aug			17%	31%	43%	56%	73%	100%	100%	100%							Aug				
Sep			3%	17%	28%	40%	53%	70%	100%	100%	100%						Sep				
Oct				6%	17%	27%	37%	49%	67%	100%	100%						Oct				
Nov					8%	17%	26%	35%	46%	63%	100%	100%					Nov				
Dec					4%	13%	21%	28%	37%	49%	72%	100%					Dec				



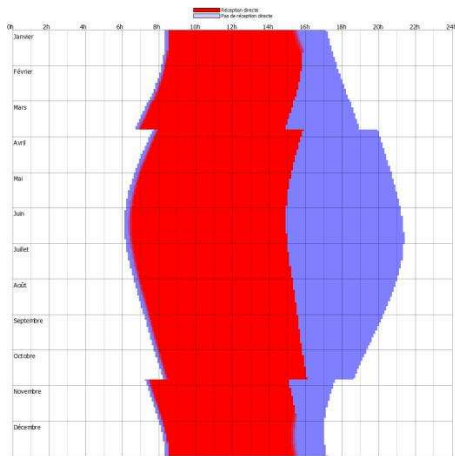
Baie SE à R+1 sans protection



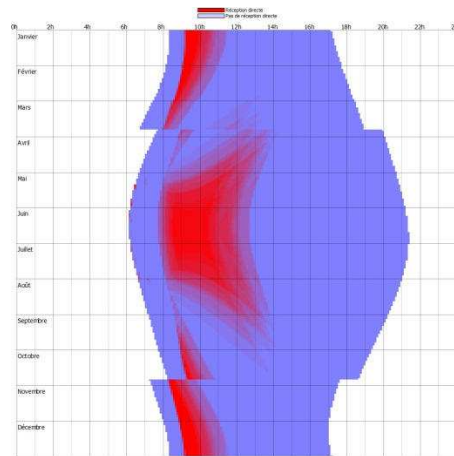
Baie SE à R+1 avec casquette

- préau de 3.50m de profondeur au-dessus des baies de 2.45m ht du RdC (avec imposte pleine de 55cm) ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 88% en juin (50% à 7h puis 100% à partir de 9h) et à 82% en septembre (50% avant 10h puis 100% dès midi)

	MORNING								AFTERNOON							
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Jan					0%	16%	38%	60%	86%	100%	100%	100%				
Feb				0%	12%	37%	62%	90%	100%	100%	100%					
Mar				8%	38%	66%	97%	100%	100%	100%	100%					
Apr			5%	42%	74%	100%	100%	100%	100%	100%						
May		0%	43%	79%	100%	100%	100%	100%	100%	100%						
Jun		21%	68%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%						
Jul		9%	58%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%						
Aug		22%	59%	91%	100%	100%	100%	100%	100%							
Sep		0%	22%	53%	83%	100%	100%	100%	100%	100%						
Oct			0%	22%	48%	75%	100%	100%	100%	100%						
Nov				0%	23%	45%	69%	99%	100%	100%	100%					
Dec					0%	11%	32%	53%	76%	100%	100%	100%				



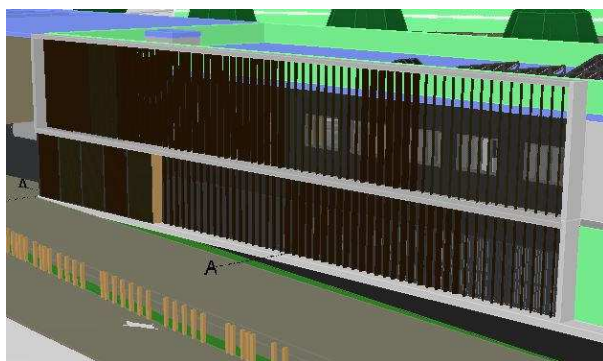
Baie SE sans protection



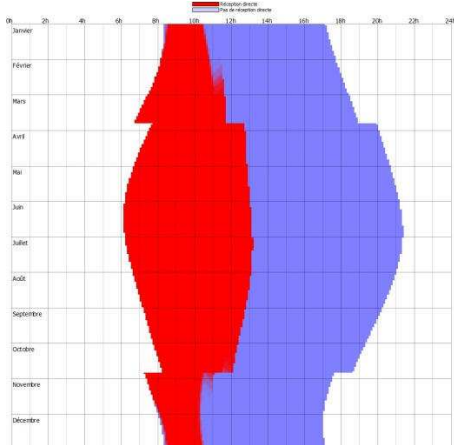
Baie SE à RdC avec préau

La façade Est du CDI et de l'administration, ainsi que le logement du gardien, soumise au soleil levant estival et pénétrant en profondeur dans les locaux, est traité avec des brise-soleils verticaux architecturaux.

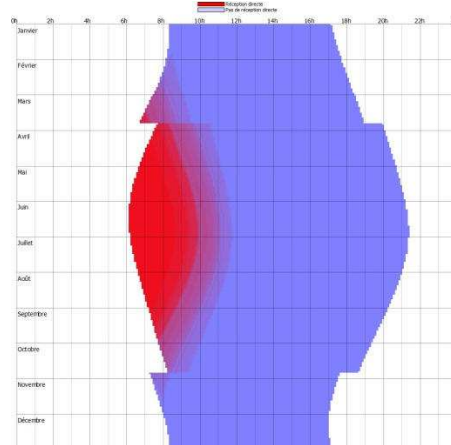
- Lames de 25cm de largeur x 6 cm épaisseur espacées de 44cm perpendiculaires à la façade ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 46% en juin (43% au lever à 7h descendant à 15% à 10h puis remontant à 50% vers midi pour atteindre 100% à partir de 14h) et à 56% en septembre (50% avant midi puis 100% dès 13h)



MORNING												AFTERNOON							
4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan					54%	75%	100%	100%	100%										
Feb				34%	47%	65%	99%	100%	100%										
Mar				26%	37%	54%	83%	100%	100%										
Apr				21%	16%	27%	41%	65%	100%	100%									
May				39%	28%	18%	19%	31%	51%	100%	100%								
Jun				43%	32%	22%	15%	26%	43%	85%	100%								
Jul				41%	30%	21%	16%	28%	46%	91%	100%								
Aug				24%	14%	23%	37%	58%	100%	100%									
Sep				16%	21%	33%	48%	75%	100%	100%									
Oct				30%	43%	61%	92%	100%	100%										
Nov					52%	72%	100%	100%	100%										
Dec					57%	77%	100%	100%	100%										



Baie Est sans protection

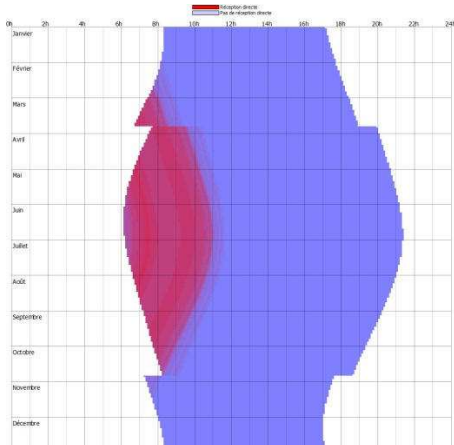


Baie Est avec brise-soleil vertical perpendiculaire

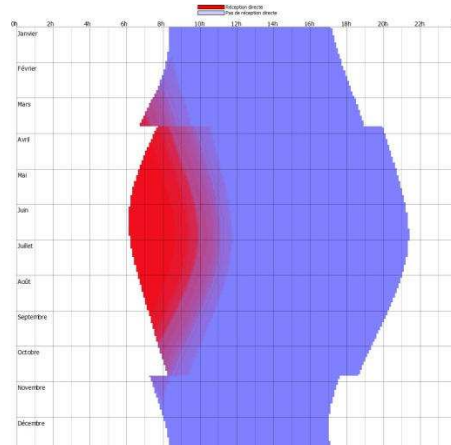
- Lames de 25cm de largeur x 6 cm épaisseur espacées de 44cm à 35° Nord de la perpendiculaire à la façade ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 60% en juin (25% au lever à 7h montant à 50% vers 10h pour atteindre 100% à partir de 13h) et à 78% en septembre (50% avant 9h puis 100% dès midi) ; en inclinant les lames à 35° vers le Sud on obtient 55% en juin (73% au lever à 7h descendant à 25% à midi pour remonter à 100% à 14h) et 51% en septembre (51% au lever, descendant à 21% à 11h et remontant à 100% pour 14h) mais cette disposition donne 35% d'ensoleillement en hiver contre 5% en dirigeant les lames vers le Nord ...

MORNING												AFTERNOON							
4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan					83%	99%	100%	100%	100%										
Feb					66%	76%	91%	100%	100%	100%									
Mar					59%	69%	82%	100%	100%	100%									
Apr				43%	51%	60%	72%	91%	100%	100%									
May				29%	37%	45%	54%	64%	80%	100%	100%								
Jun				25%	34%	42%	50%	59%	73%	100%	100%								
Jul				27%	36%	43%	51%	61%	76%	100%	100%								
Aug				41%	49%	57%	68%	86%	100%	100%									
Sep				47%	56%	65%	78%	99%	100%	100%									
Oct				63%	73%	88%	100%	100%	100%										
Nov				81%	97%	100%	100%	100%											
Dec				84%	100%	100%	100%	100%											

MORNING												AFTERNOON							
4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan					17%	31%	57%	100%	100%										
Feb					33%	22%	25%	47%	100%	100%									
Mar					39%	30%	17%	37%	90%	100%									
Apr					55%	47%	38%	26%	25%	67%	100%								
May					70%	61%	53%	45%	35%	19%	48%	100%							
Jun					73%	64%	56%	48%	39%	25%	38%	100%							
Jul					72%	63%	55%	47%	37%	23%	42%	100%							
Aug					58%	50%	41%	30%	20%	58%	100%								
Sep					51%	43%	33%	21%	31%	80%	100%								
Oct					36%	25%	21%	43%	100%	100%									
Nov					18%	29%	54%	100%	100%										
Dec					19%	33%	59%	100%	100%										



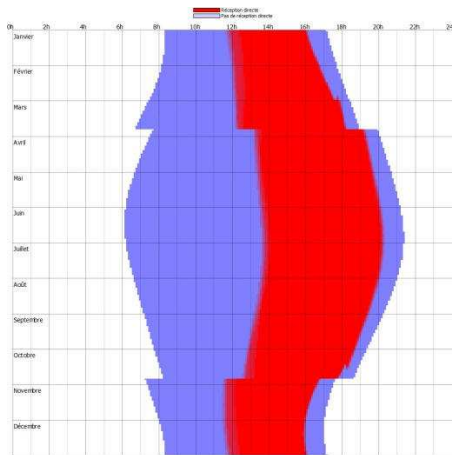
Baie Est avec brise-soleil vertical perpendiculaire



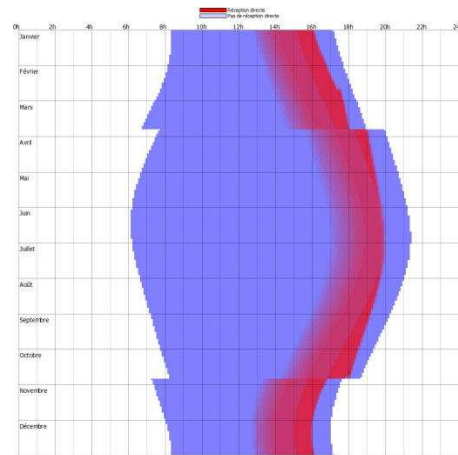
Baie Est avec brise-soleil vertical incliné 35°

La façade Ouest du CDI à R+1, soumise au soleil couchant estival très chaud et pénétrant en profondeur dans les locaux, mais protégé par les autres ailes du bâtiment en L n'est traité qu'avec des BSO (brise-soleils orientables type METALUNIC de GRIESSER) avec vitrage à contrôle solaire, permettant aussi de gérer le soleil du Sud ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 100% en juin jusqu'à 18h et à 100% en septembre jusqu'à 17h.

	MORNING												AFTERNOON							
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan										100%	100%	60%	40%				Jan			
Feb										100%	100%	80%	50%	30%			Feb			
Mar										100%	100%	100%	70%	40%			Mar			
Apr										100%	100%	100%	80%	60%	40%		Apr			
May										100%	100%	100%	90%	70%	50%	30%	May			
Jun										100%	100%	100%	100%	70%	50%	30%	Jun			
Jul										100%	100%	100%	100%	70%	50%	30%	Jul			
Aug										100%	100%	100%	90%	60%	40%		Aug			
Sep										100%	100%	100%	70%	50%	30%		Sep			
Oct										100%	100%	90%	60%	30%			Oct			
Nov										100%	100%	70%	40%				Nov			
Dec										100%	100%	60%	30%				Dec			

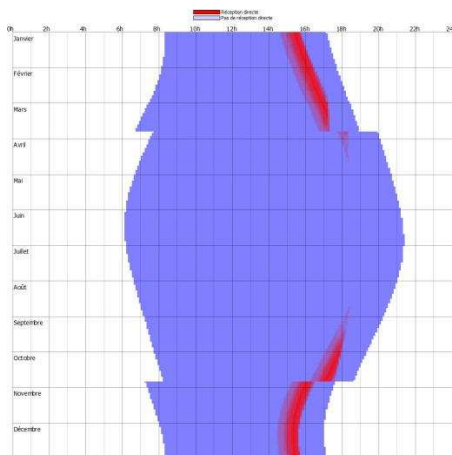


Baie Ouest sans protection



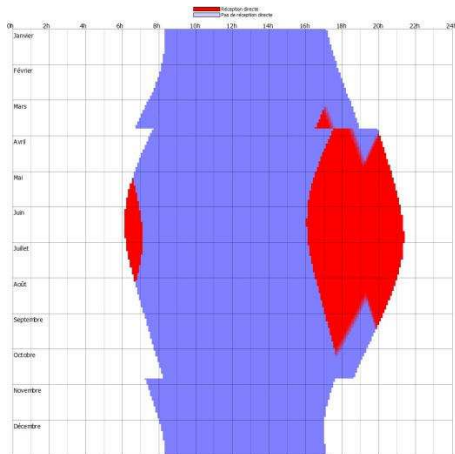
Baie Ouest avec B.S.O

La façade Ouest de l'administration à RdC, n'est pas soumise au soleil couchant estival très chaud et pénétrant en profondeur dans les locaux, car elle est protégée par les autres ailes du bâtiment en L en surplomb ; elle n'est traitée qu'avec le préau faisant brise-soleil horizontal.



Baie Ouest avec préau

La façade Nord de la salle du CA à RdC, est à peine soumise à moins de 3 heures au soleil levant estival et à moins de 3 heures au soleil couchant estival pouvant pénétrer dans les locaux, mais protégée par l'aile Nord du bâtiment, n'est pas traitée.



Baie Nord sans protection

De même la façade Nord de la salle de classe au-dessus à R+1, est à peine soumise à moins de 3 heures au soleil levant estival et à moins de 3 heures au soleil couchant estival pouvant pénétrer dans les locaux, non protégée par l'aile Nord du bâtiment, n'est pas traitée.

La façade Nord-Est, soumise au soleil levant estival et pénétrant en profondeur dans les locaux, est traité avec des brise-soleils verticaux et horizontaux architecturaux :

- brise-soleil en caisson métallique avec casquette horizontale de 60cm de profondeur (devant façade) et des lames débordantes verticales fixes de 60cm écartées de 60cm pour les baies de 1.40m ht de la SEGPA à R+2 ; les lames verticales assurent à elles seules la protection solaire à 100% dès 8h toute l'année ... assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 88% en juin et à 100% en septembre.

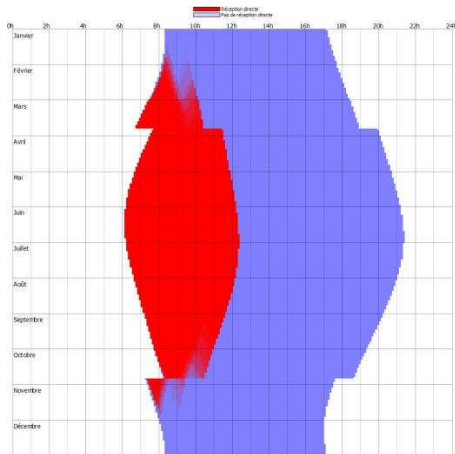
	MORNING								AFTERNOON								
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
Jan																	
Feb					5%	49%	100%										
Mar					18%	56%	100%										
Apr				8%	27%	60%	100%	100%									
May		2%	15%	32%	62%	100%	100%										
Jun		5%	18%	35%	63%	100%	100%										
Jul		4%	17%	34%	62%	100%	100%										
Aug			11%	30%	61%	100%	100%										
Sep			3%	22%	58%	100%											
Oct				11%	52%	100%											
Nov					42%												
Dec					32%												

Brise soleil horizontal

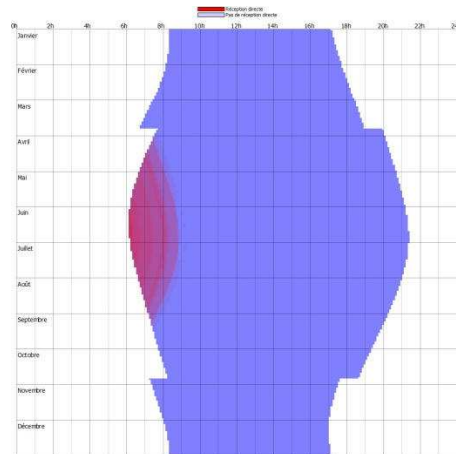
	MORNING								AFTERNOON								
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
Jan																	
Feb								100%									
Mar								100%	100%	100%							
Apr								100%	100%	100%	100%						
May								100%	100%	100%	100%	100%					
Jun								100%	100%	100%	100%	100%	100%				
Jul								100%	100%	100%	100%	100%	100%				
Aug								100%	100%	100%	100%	100%	100%				
Sep								100%	100%	100%	100%	100%	100%				
Oct								100%	100%	100%							
Nov								100%									
Dec								100%									

Brise soleil vertical



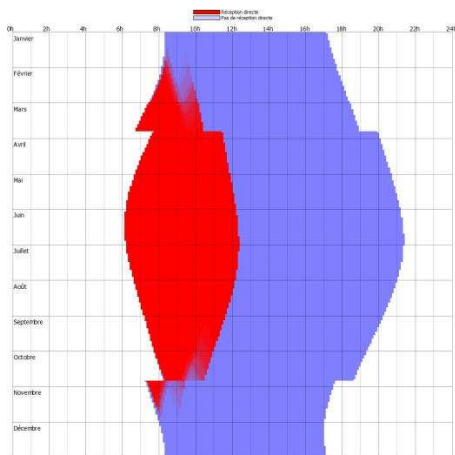


Baie Nord-Est sans protection

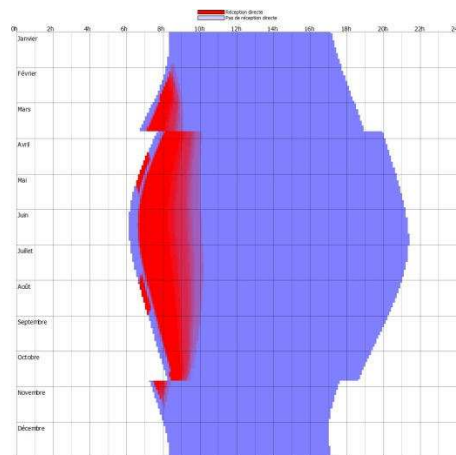


Baie Nord-Est avec caisson vertical et horizontal

- brise-soleil avec casquette horizontale métallique de 60cm de profondeur et meneaux biais débordants verticaux fixes pour les baies des salles de cours du R+1 façade ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 63% en juin dès 10h et 100% à partir de 11h, et à 58% en septembre dès 10h et 100% à partir de 11h



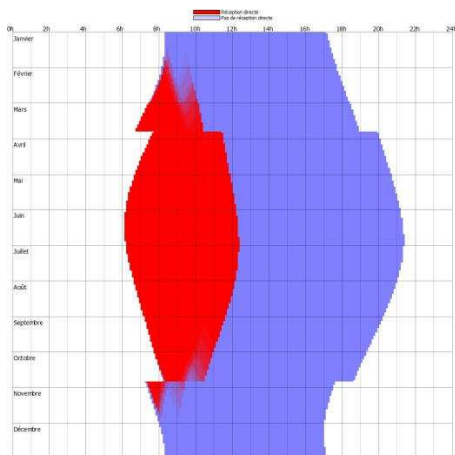
Baie Nord-Est sans protection



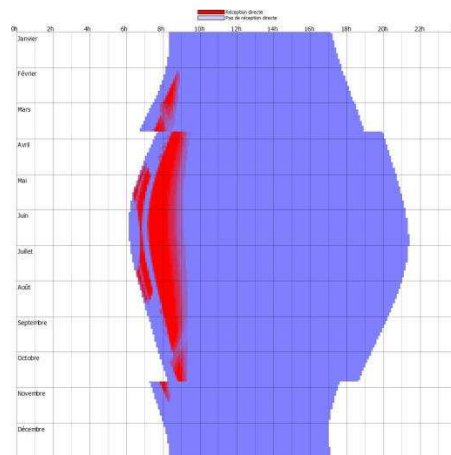
Baie Nord-Est avec casquette

- décroché de façade faisant préau de 2.00m de profondeur au-dessus des baies du réfectoire à RdC faisant brise-soleil horizontal ; assurant (en plus du bâtiment R+1 du CDI fait masque solaire vis-à-vis du soleil estival matinal) de l'ombre sur la hauteur de la baie à 73% en juin dès 10h et 100% à partir de 11h, et à 67% en septembre dès 10h et 100% à partir de 11h

	MORNING								AFTERNOON								
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00
Jan																	
Feb					6%	57%	100%										
Mar					20%	65%	100%										
Apr				10%	31%	70%	100%	100%									
May		2%	17%	38%	72%	100%	100%										
Jun		6%	21%	41%	73%	100%	100%										
Jul		5%	19%	40%	73%	100%	100%										
Aug			13%	35%	71%	100%	100%										
Sep			3%	26%	67%	100%											
Oct				13%	61%	100%											
Nov					49%												
Dec					37%												



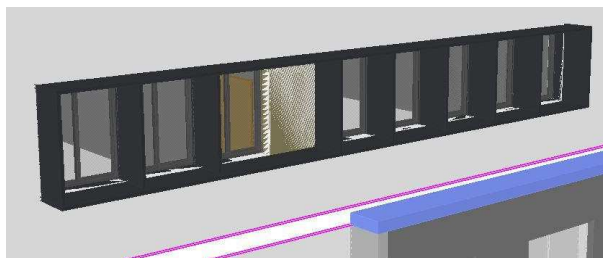
Baie Nord-Est sans protection



Baie Nord-Est avec préau

La façade Sud-Ouest du réfectoire et de la SEGPA est traitée avec des brise-soleils verticaux et horizontaux architecturaux :

- brise-soleil en caisson métallique avec casquette horizontale de 60cm de profondeur (devant façade) et lames débordantes verticales fixes de 40cm en intermédiaire et 60cm en encadrement pour les baies du R+1 et du R+2, protégeant du soleil haut estival et empêchant le soleil couchant estival de pénétrer dans les salles ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 70% en juin (100% jusqu'à 16h descendant à 50% avant 19h) et à 57% en septembre (100% jusqu'à 14h descendant à 50% après 16h)

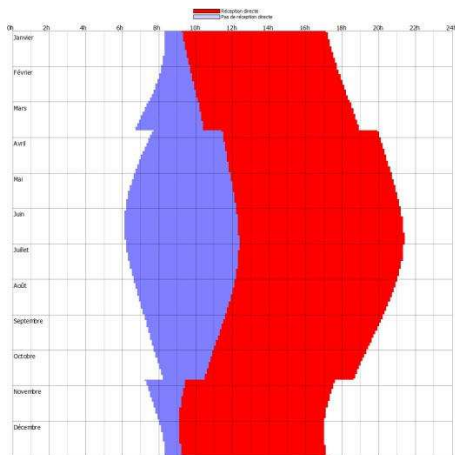


MORNING												AFTERNOON							
4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan					100%	85%	55%	41%	31%	23%	15%	6%							
Feb					100%	82%	57%	43%	32%	22%	13%	3%							
Mar					100%	100%	83%	60%	45%	33%	23%	12%							
Apr					100%	100%	87%	64%	49%	37%	25%	11%							
May					100%	100%	100%	85%	66%	51%	38%	25%	6%						
Jun					100%	100%	100%	99%	76%	61%	47%	34%	16%						
Jul					100%	100%	100%	93%	72%	57%	44%	30%	11%						
Aug					100%	100%	100%	73%	56%	43%	30%	17%							
Sep					100%	100%	100%	70%	53%	40%	28%	17%	3%						
Oct					100%	100%	67%	49%	37%	27%	17%	6%							
Nov					100%	100%	63%	46%	35%	26%	17%	8%							
Dec					100%	72%	49%	37%	28%	21%	13%	4%							

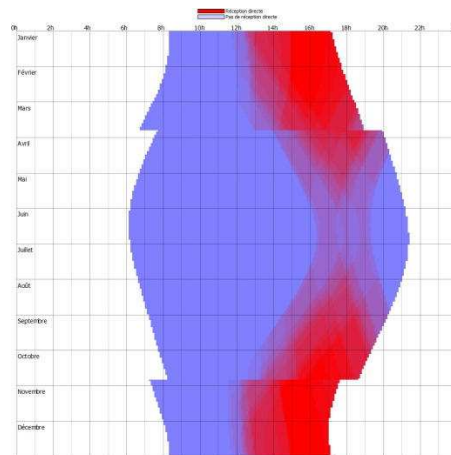
Brise soleil horizontal

MORNING												AFTERNOON							
4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan					100%	100%	93%	54%	32%	18%	6%	12%							
Feb					100%	100%	54%	30%	14%	7%	18%	28%							
Mar					100%	100%	54%	26%	9%	13%	25%	37%							
Apr					100%	100%	54%	21%	7%	21%	35%	50%	69%						
May					100%	100%	54%	14%	15%	31%	46%	63%	88%	100%					
Jun					100%	100%	54%	10%	20%	36%	53%	72%	100%	100%					
Jul					100%	100%	54%	12%	18%	34%	50%	68%	96%	100%					
Aug					100%	100%	54%	18%	10%	25%	39%	55%	77%						
Sep					100%	100%	54%	24%	6%	16%	29%	42%	58%						
Oct					100%	100%	54%	29%	12%	9%	20%	31%							
Nov					100%	100%	95%	54%	32%	17%	5%	14%							
Dec					100%	100%	91%	54%	33%	18%	7%	11%							

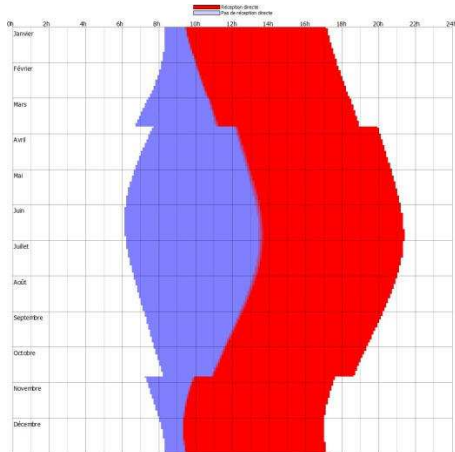
Brise soleil vertical



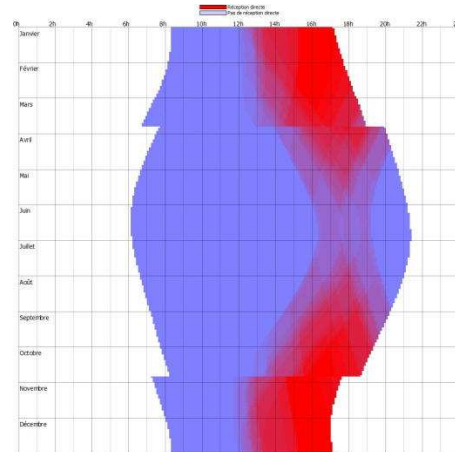
Baie Sud-Ouest sans protection à R+2



Baie Sud-Ouest avec caisson à R+2

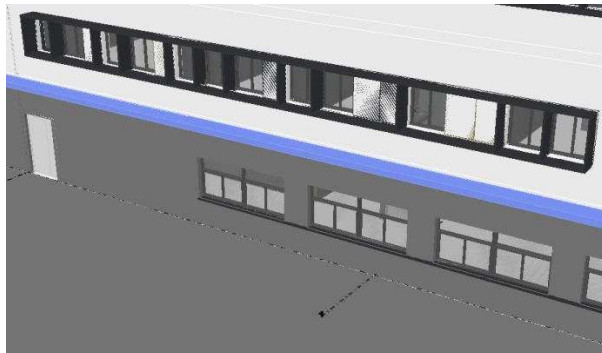


Baie Sud-Ouest sans protection à R+1

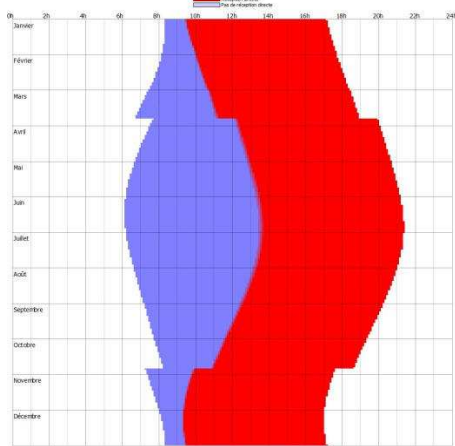


Baie Sud-Ouest avec caisson à R+1

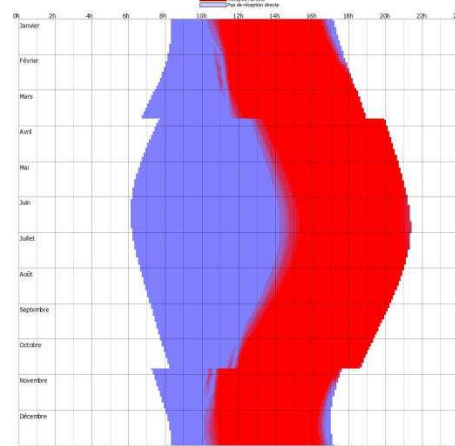
- brise-soleil avec casquette horizontale béton de 60cm pour les baies du RdC (à 1.20m au-dessus des baies !) ne protégeant que très peu du soleil haut estival : à 100% jusqu'à 13h en juin et jusqu'à midi en septembre ...



	MORNING								AFTERNOON								
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	
Jan							100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Feb							33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Mar							100%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Apr								100%	10%	0%	0%	0%	0%	0%			
May								100%	52%	2%	0%	0%	0%	0%			
Jun								100%	87%	17%	0%	0%	0%	0%			
Jul								100%	72%	11%	0%	0%	0%	0%			
Aug								100%	27%	0%	0%	0%	0%	0%			
Sep								100%	43%	0%	0%	0%	0%	0%			
Oct								82%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Nov								100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Dec								78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			



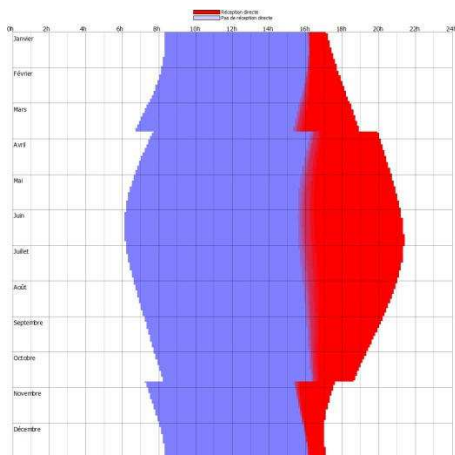
Baie Sud-Ouest sans protection



Baie Sud-Ouest avec mini-casquette à RdC

La façade Nord-Ouest des salles d'enseignement à RdC et R+1 est traitée sans brise-soleil rapporté, seulement avec du vitrage à contrôle solaire pour limiter les apports après 16/17h.

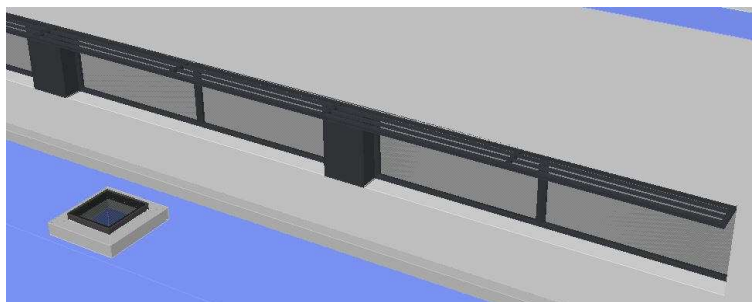




Baie Nord-Ouest sans protection

Protections solaires pour le gymnase :

La façade Sud-Est est traité avec des brise-soleils architecturaux de 45cm de largeur constitué 3 lames horizontales en tubes Ø40mm ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 29% en juin et à 28% en septembre ; une casquette pleine de même largeur assurerait de l'ombre sur la hauteur de la baie à 61% en juin (50% à partir de 10h et 100% après midi) et à 54% en septembre (50% avant 13h et 100% à 15h)

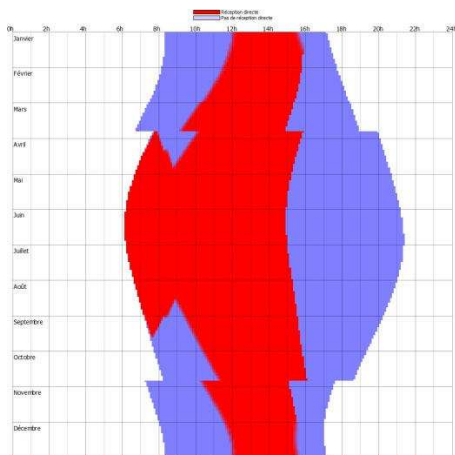


	MORNING												AFTERNOON							
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan						100%	100%	100%	90%	70%	60%	50%	40%							
Feb					100%	100%	100%	90%	70%	60%	50%	40%								
Mar					100%	100%	80%	70%	60%	50%	40%	30%								
Apr					100%	100%	80%	70%	60%	50%	40%	40%								
May					100%	100%	80%	70%	60%	50%	40%	30%								
Jun					100%	80%	70%	60%	50%	40%	40%	30%								
Jul					100%	90%	70%	60%	50%	40%	40%	30%								
Aug					100%	90%	70%	60%	50%	40%	40%	30%								
Sep					100%	100%	90%	70%	60%	50%	40%	30%								
Oct					100%	100%	100%	80%	70%	60%	50%	40%								
Nov					100%	100%	100%	80%	70%	60%	50%	30%								
Dec					100%	100%	100%	90%	80%	70%	60%	40%								

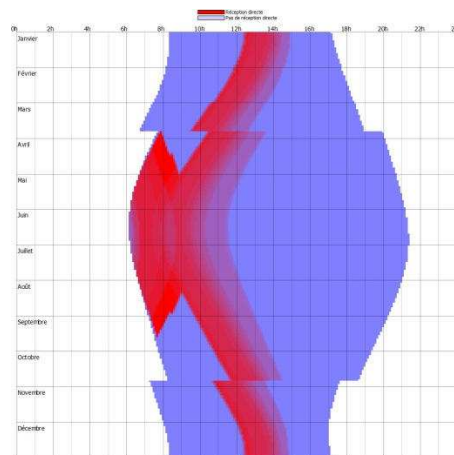
Effet des lames

	MORNING												AFTERNOON							
	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00			
Jan																				
Feb									4%	11%	17%	23%	30%	40%	62%	100%				
Mar									8%	17%	24%	33%	44%	61%	99%	100%				
Apr									8%	18%	27%	36%	47%	63%	94%	100%				
May									4%	18%	28%	37%	48%	62%	86%	100%	100%			
Jun									12%	25%	35%	44%	56%	73%	100%	100%	100%			
Jul									9%	22%	32%	41%	53%	68%	95%	100%	100%			
Aug									12%	22%	32%	41%	54%	73%	100%	100%				
Sep									2%	12%	21%	29%	39%	52%	73%	100%	100%			
Oct									4%	12%	20%	27%	36%	49%	73%	100%				
Nov									6%	13%	19%	25%	34%	46%	76%	100%				
Dec									3%	9%	15%	21%	27%	36%	53%	100%				

Brise soleil horizontal



Baie Sud-Est sans protection



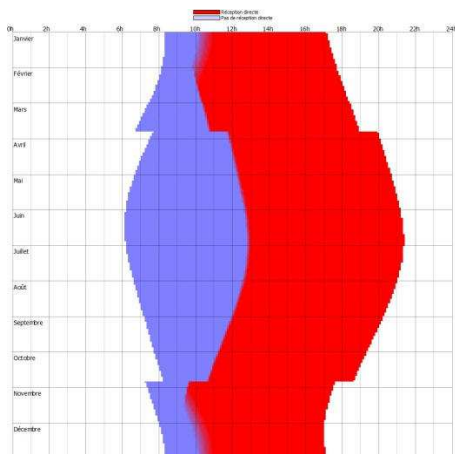
Baie Sud-Est avec casquette pleine (pas lames !)

La grande façade Nord-Ouest largement vitrée des différentes salles est traitée sans brise-soleil rapporté, ni avec du vitrage à contrôle solaire vu le peu d'apport qui rentre dans le volume qu'après les heures d'occupation du collège et largement compensé par la ventilation nocturne ...

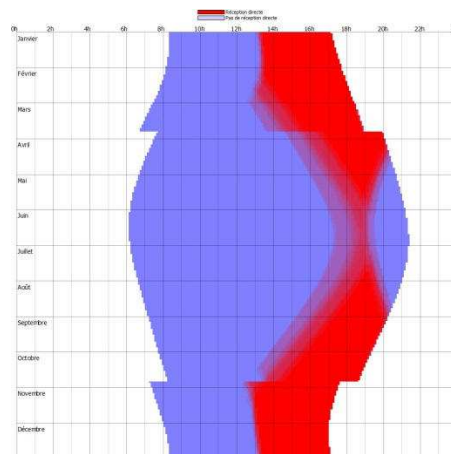
Protections solaires pour les logements de fonction :

La façade Sud-Ouest est traitée avec des brise-soleils verticaux et horizontaux architecturaux :

- brise-soleil réalisé par l'étage débordant créant une terrasse couverte et fermé côté nord, protégeant les baies à RdC du soleil haut estival et empêchant le soleil couchant estival de pénétrer dans le séjour et limitant sa gêne dans la cuisine qui pourra être protégée par le brise-soleil vertical mobile à lames ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 72% en juin (100% jusqu'à 16h et descendant à 50% après 19h) et à 58% en septembre (100% jusqu'à 14h et descendant à 50% après 16h)

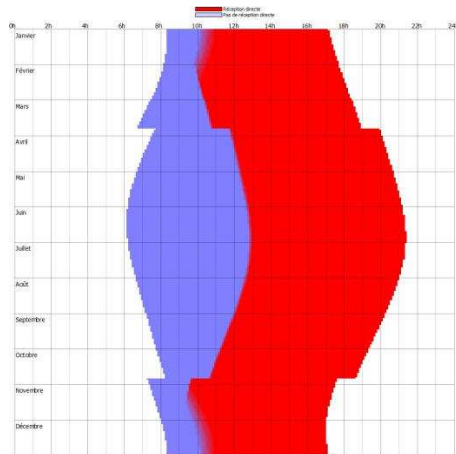


*Façade Sud-Ouest*

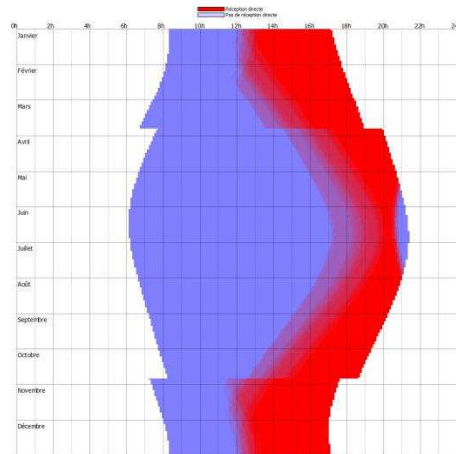


*Baie Sud-Ouest de séjour en fond de terrasse*

- brise-soleil réalisé par l'avancée de la couverture créant une loggia fermée côté nord et Sud, protégeant les baies à R+1 du soleil haut estival et empêchant le soleil couchant estival de pénétrer dans les chambres qui pourront être protégées par les brise-soleils verticaux mobiles à lames ; assurant de l'ombre sur la hauteur de la baie à 72% en juin (100% jusqu'à 16h et descendant à 50% après 19h) et à 58% en septembre (100% jusqu'à 14h et descendant à 50% après 16h)



Façade Sud-Ouest



Baie Sud-Ouest de chambre en fond de loggia

Aucune baie en façade Nord-Est sur voie, à part celle de la Salle d'eau de l'étage.

Baie sur local arrière donnant au Nord-Ouest mais protégée du soleil couchant estival par le corps principal de la ville et disposant d'une protection mobile.

Associé à une stratégie provençale de fermeture des occultations par volets battants pleins en bois des pièces inoccupée la journée, les utilisateurs pourront conserver leurs locaux et logements frais et traverser des périodes caniculaires plus facilement, comme le démontre la Simulation Thermique Dynamique.

## 2.6 DES RESULTATS PROBANTS

Une **simulation thermique dynamique** des bâtiments pour la thermique d'été intégrant les brise-soleils et les occultations, ainsi qu'une sur-ventilation la nuit, a permis de vérifier que les heures d'inconfort (Température supérieure à 28 °C) dans ces locaux sont inférieures à l'objectif :

- 120h par an pour les logements (niveau BdM Argent),
- 100h pour l'enseignement (niveau BdM Argent).
- 180h pour le tertiaire (niveau BdM Argent).

Voici les résultats de la STD :

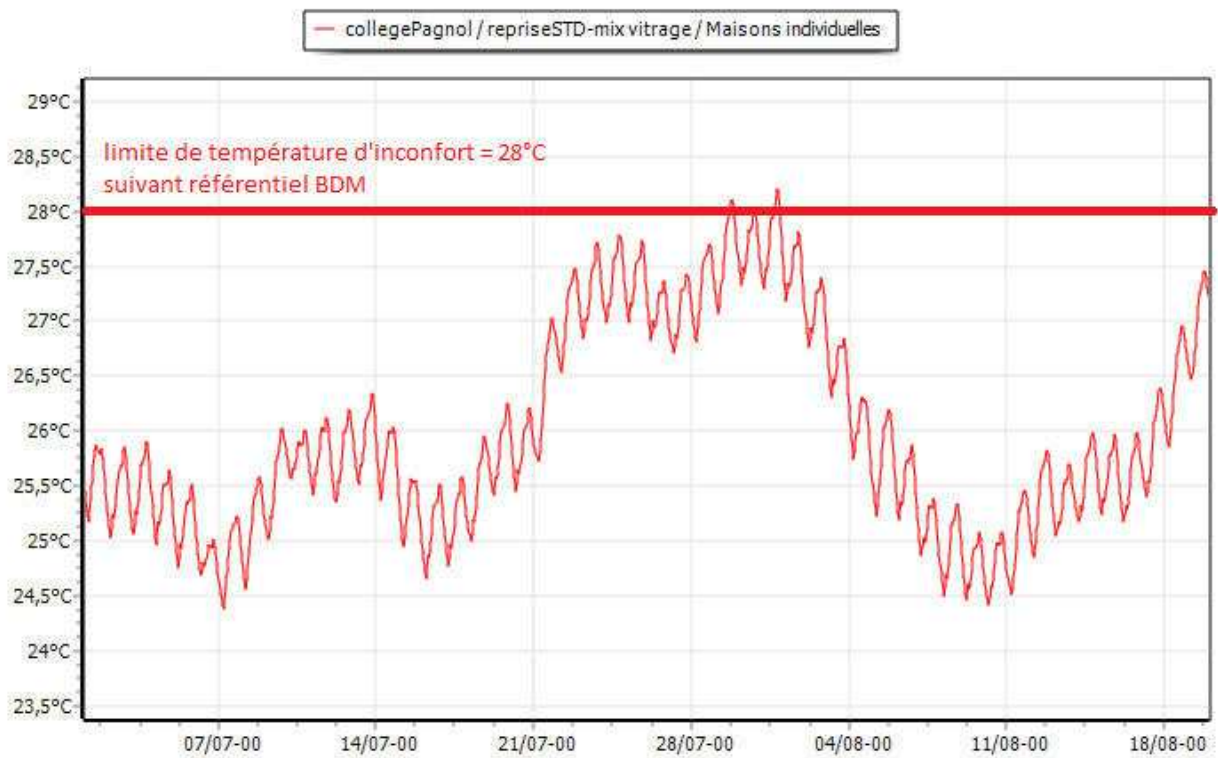
Zone	Heures > T° inconfort de 28 °C
circulations et sanitaires	0 h
or. Nord ; salles activités_ 2 salles arts_ 7 salles cours	0 h
or. Sud ; foyer_ étude_ surveillants_ 5 salles cours_ esp com_ cuisine ple_ bureau du chef_ détente_ sanit-vest	0 h
or. Ouest ; cuisine_ S.A.M. SEGPA_ sanitaires_ vest._ 4 s.cours_ 2 esp.poly_ comm_ esp.partagé	4 h
or. Est ; 6 s.cours_ 4 s.cours_ sanitaires_ s.prépa	5 h
Admin (sans prise en compte du puits provençal spécifiquement affecté à cette zone administration ni les brasseurs d'air amenant un confort dans le ressenti de l'ordre de -3°.	24 h
CDI_ enseignants_ sanitaires et salle de détente	13 h
salle polyvalente_ loges et sanitaires	0 h
salle de restauration	11 h

zone Gymnase - salle principale	19 h
zone Gymnase - salle multi activité	70 h
zone Gymnase - vestiaires	0 h
Maisons individuelles	10 h

⇒

⇒ **Voir STD décembre 2017.**

Le graphe ci-dessous donne l'évolution de la température dans plusieurs locaux en été :



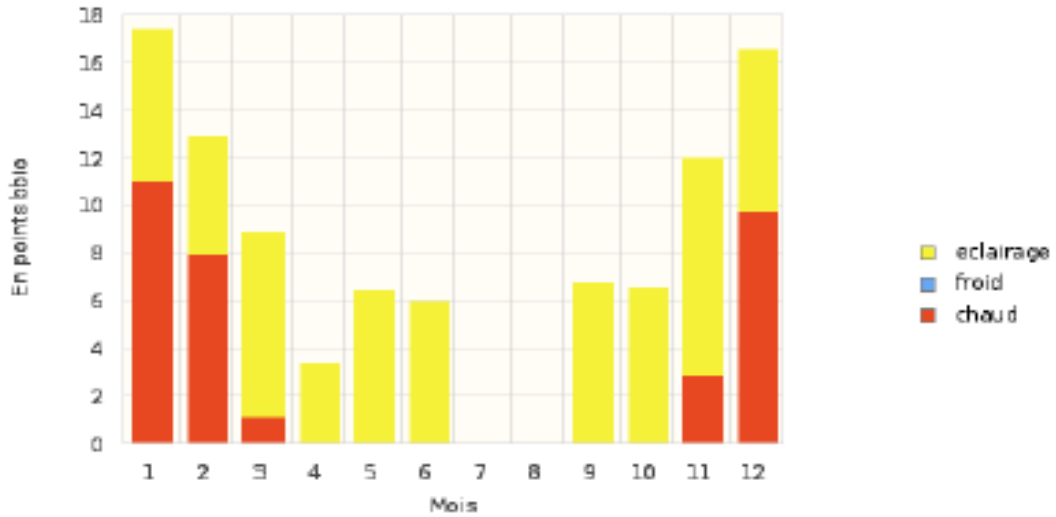
Evolution de température en été

Avec une très forte isolation des parois opaques et vitrées, toutes ces approches répondent à une conception bioclimatique et citoyenne.

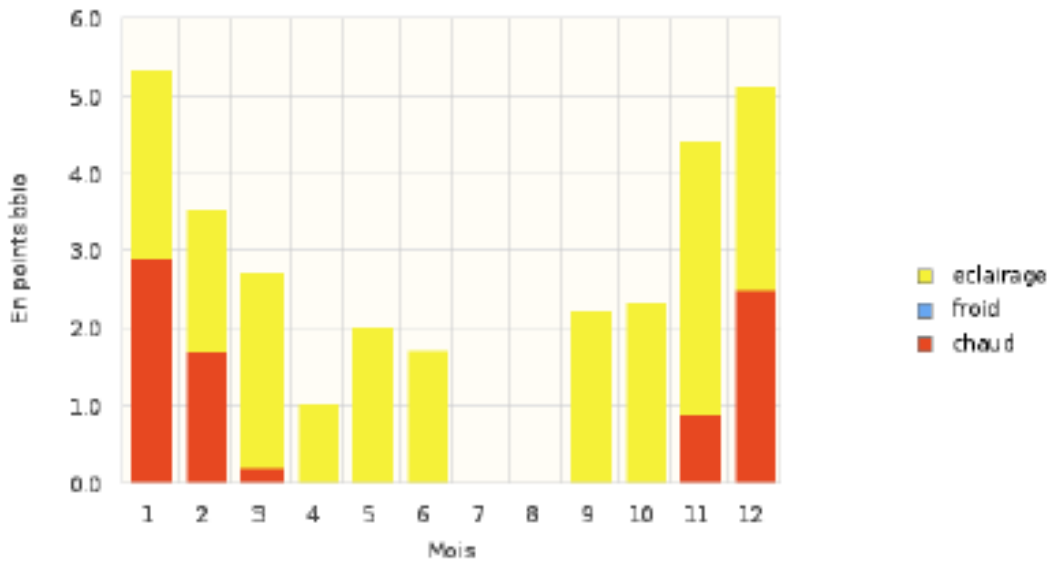
Ces partis pris se retrouvent dans les résultats des études thermiques réglementaires RT2012 avec des coefficients BBio très bons :

- Bâtiment enseignement/restauration/logement gardien : **BBio = 33.3** soit 16.0% de gain par rapport à la référence réglementaire de 39.9
- Salle polyvalente : **BBio = 39.4** soit 1.5% de gain par rapport à la référence réglementaire de 40.0
- Gymnase : **BBio = 31.0** soit 18.8% de gain par rapport à la référence réglementaire de 38.2
- Logement MI1 : **BBio = 39.6** soit 10.6% de gain par rapport à la référence réglementaire de 44.3
- Logement MI2 : **BBio = 39.3** soit 9.0% de gain par rapport à la référence réglementaire de 43.2
- Logement MI3 : **BBio = 40.4** soit 6.5% de gain par rapport à la référence réglementaire de 43.2
- Logement MI4 : **BBio = 44.2** soit 5.3% de gain par rapport à la référence réglementaire de 46.7

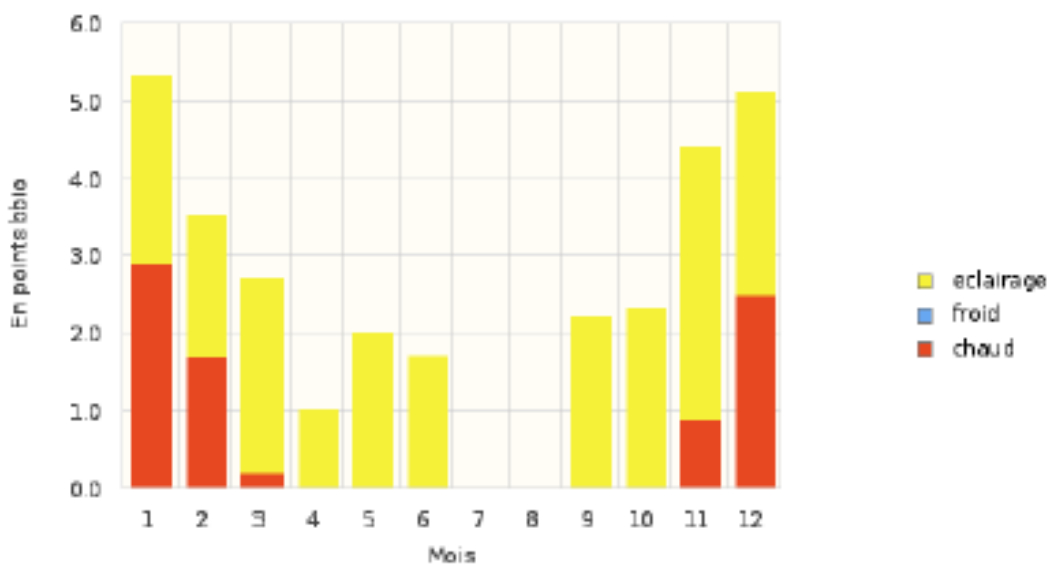
⇒ **Voir étude thermique réglementaire RT2012 d'octobre 2017.**



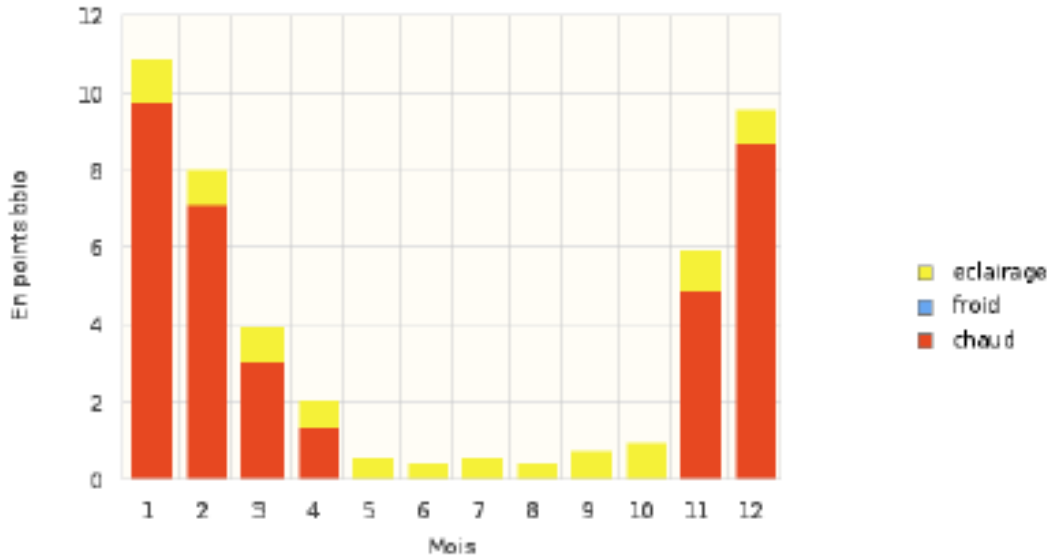
Répartition mensuelle du besoin bioclimatique BBio (bâtiment enseignement / restauration / logement gardien)



Répartition mensuelle du besoin bioclimatique BBio (bâtiment salle polyvalente)



Répartition mensuelle du besoin bioclimatique BBio (bâtiment gymnase)



Répartition mensuelle du besoin bioclimatique BBio (logement de fonction : villa M13)

## 3 LE CONFORT ACOUSTIQUE

### 3.1 UN PREAMBULE

#### L'impact du bruit sur la santé et la performance

L'impact d'une mauvaise acoustique sur la santé et la performance n'est plus à démontrer. De nombreuses études mettent l'accent sur le lien entre acoustique et performance, que cela soit dans le milieu du travail ou de l'enseignement.

Plus particulièrement des études sur le bruit à l'école concluent que le bruit interne à l'école a également un impact sur les enfants en termes d'excitation, de capacité de concentration, de qualité de sommeil et donc de récupération et in fine sur sa performance.

#### Une acoustique adaptée aux usages

##### **Généralités - architecture sonore :**

Face à cette réalité des influences néfastes du bruit sur la santé et la performance, il a été proposé d'apporter une réflexion sur le contrôle de l'environnement sonore approprié à chaque lieu de vie et d'activité du collège. Au même titre que visuelle et esthétique, l'architecture se doit d'être également sonore et appropriée à l'usage du lieu.

Pour se faire le collège est décliné en six types d'espaces - usages :

- Enseignement (classique - SEGPA - espace polyvalents)
- Sport (gymnase)
- Culture (musique, salle polyvalente, arts plastiques)
- Vie scolaire (préau - salle de restaurant - CDI, ...)
- Bureaux
- Habitations

Pour chacun, les objectifs techniques sont basés sur les cadres réglementaires normatifs et d'usages associés.

##### **Enseignement :**

La limitation du bruit dans les établissements d'enseignement porte essentiellement sur les performances d'isolation acoustique intérieurs et de façade ainsi que sur le conditionnement acoustique des salles. Le critère supplémentaire de l'intelligibilité de la parole est intégré, notamment pour les salles de classe de grande superficie.

Une attention est portée sur les salles polyvalentes où cours magistraux et travaux de groupe cohabitent, chacun nécessitant un confort acoustique approprié.

De même, les locaux attribués aux SEGPA nécessitent un traitement d'affaiblissement acoustique adapté à l'activité professionnelle et dans le respect des performances acoustiques conformément au code du travail.

##### **Sport :**

Les salles de sport type gymnase, doivent bénéficier de performances acoustiques permettant de :

- limiter la réverbération dans le volume et d'en maximiser la décroissance spatiale ;
- bénéficier d'une isolation de façade minimale ;
- bénéficier d'une isolation maximale vis à vis de bâtiments tiers ;
- limiter l'impact sonore de l'activité sur le voisinage (bruit de voisinage) ;
- limiter le niveau sonore des équipements dans le gymnase.

Les technologies mises en œuvre répondent aux critères technico-architecturaux.

##### **Culture :**

Le problème des salles polyvalentes ... est qu'elles sont polyvalentes. Le conditionnement acoustique répond donc à un compromis de performance en adéquation avec les usages les plus courants de la salle.

Il existe trois technologies pour conditionner les locaux : les membranes, efficaces en basses fréquences, les fibres, efficaces en hautes fréquences et les résonateurs permettant selon les dimensions des perforations

de bénéficier d'une absorption maximale sur une bande de fréquence moyenne. Le résultat émanera un compromis de l'usage de ces trois technologies.

L'évolution de l'enseignement de la musique amène les professeurs vers des disciplines liées à la musique actuelle, composée de percussion et de basses. La salle de musique est disposée de manière à minimiser son impact sur les salles mitoyennes. Le traitement acoustique intègre cette nouvelle contrainte en intégrant dalle sur plots et doublages phoniques hautes performances.

#### **Vie scolaire :**

Les lieux tels que le CDI, la bibliothèque, etc. sont d'ambiance acoustique calme et feutrée afin de favoriser la concentration et l'attention nécessaires à ces lieux de lectures.

Pour ce qui est des lieux plus turbulents, tels que le réfectoire de demi-pension ou les préaux, ils sont souvent laissés pour compte alors qu'ils sont souvent le maillon faible. En effet une bonne partie des problèmes du bruit à l'école sont inhérents au mauvais conditionnement acoustique de ces espaces.

La demi-pension bruyante implique tout d'abord un temps de repas court, et par voie de conséquence une mauvaise alimentation. Le bruit génère également stress, excitations, fatigues, ... et in fine une perte de la concentration à la reprise des cours.

Ces phénomènes sont amplifiés par la station sous des préaux réverbérant, notamment les jours de pluies, où l'ensemble des élèves est concentré dans un espace restreint.

Le conditionnement acoustique de ces espaces, en limitant la réverbération, permettra de fournir les meilleures conditions de réussite aux élèves.

#### **Bureaux**

Depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2006, le vide juridique et technique concernant les performances acoustiques des bureaux est comblé par l'apparition de la norme NF 31-088 du 1<sup>er</sup> Janvier 2006 relative au « performances acoustique des bureaux et espaces associés ». Les performances des bureaux sont classées en trois niveaux de prestation : « courants », « performants » et « très performants ».

Les bureaux seront conçus selon le critère « performant » dans le bâtiment administratif.

Le bureau du directeur d'établissement ainsi que les salles de réunion bénéficieront de la classification « très performant ».

#### **Habitations**

Bien qu'à proximité du boulevard des RAYETTES classé en catégorie 3 à 4, la position des logements bénéficie de la protection des bâtiments du collège. L'isolement de façade répond au minimum requis par la NRA.

Pour les autres caractéristiques du bâtiment, ce sont les Nouvelles Réglementation Acoustiques (NRA) en vigueur qui sont appliquées.

### **Chantier Vert et acoustique**

Le programme, dans son cahier des charges, ne se focalise pas sur l'impact sonore du chantier.

Il semble important de se prémunir du fait d'une quelconque gêne sonore sur le voisinage.

Cela peut être fait par 2 moyens :

- Une mesure continue du niveau d'énergie sonore générée chaque jour par le chantier. Evaluation des critères d'émergence et de la gêne réelle sur le voisinage
- Une charte bruit à signer par l'entreprise, dans laquelle les sources sonores du chantier seraient caractérisées et listées. La charte indique la durée maximale d'utilisation de tel ou tel engin permettant de respecter le cadre réglementaire.

## **3.2 LE CADRE REGLEMENTAIRE**

Voir document 1.7 NOTICE ACOUSTIQUE

## **3.3 LES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES POUR LE PROJET**

Voir document 1.7 NOTICE ACOUSTIQUE.



### **3.4 LE DESCRIPTIF DES SOLUTIONS PROPOSEES**

Voir document 1.7 NOTICE ACOUSTIQUE pour les caractéristiques par entité et par type d'ouvrage.

### **3.5 LES NOTES DE CALCULS ACOUSTIQUES**

Voir document 1.7 NOTICE ACOUSTIQUE pour les notes de calculs par entité.

Les produits proposés permettent de dépasser les exigences acoustiques réglementaires pour répondre aux attentes acoustiques du programme du projet.

## 4 LE CONFORT VISUEL

### 4.1 LA LUMIERE NATURELLE

#### 4.1.1 L'ARCHITECTURE DE LA LUMIERE ET DE LA VISION

##### L'éclairage naturel :

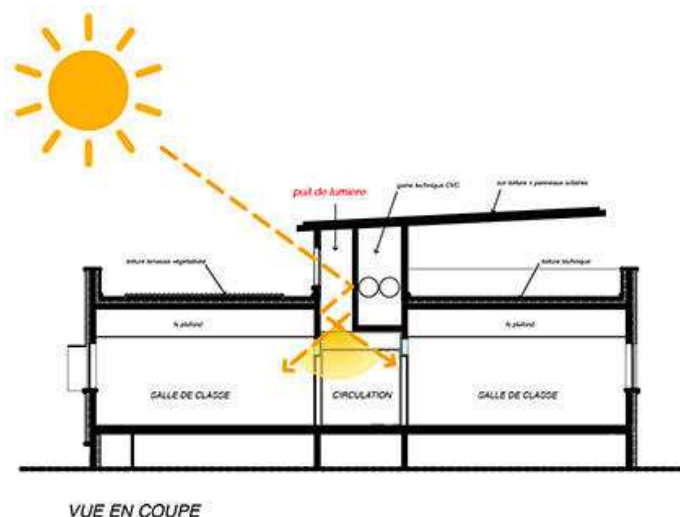
D'une manière générale, il a été porté une attention particulière quant à l'éclairage naturel des locaux et en particulier des espaces les plus contraignants qui sont les dégagements et les circulations verticales.

L'éclairage naturel dans les salles de classe mono orientées est assuré par des bandeaux lumineux. Cette disposition a été préférée à la bi-exposition qui ne peut se faire sans augmentation de la surface de plancher entraînant inévitablement un surcroît non négligeable de la construction des couts d'exploitation. Dans notre région, les exigences peuvent être obtenues avec une mono exposition au regard des simulations apportées.

Les dégagements menant aux salles de classes bénéficient d'un apport d'éclairage naturel zénithal complété par une imposte vitrée des portes d'entrée de classe et d'un châssis toute hauteur située à proximité immédiates des portes d'entrée.

##### L'éclairage zénithal naturel :

Des puits de lumière sont prévus depuis la toiture vers le dernier niveau de circulation diffusant la lumière naturelle entre 2 ouvertures de salles.



Ce dispositif améliore de façon significative le niveau d'éclairage des circulations des classes tout en faisant pénétrer la lumière naturelle à l'intérieur des classes dans la zone des portes d'entrée.

##### Éclairage des classes :

Pour compléter cet apport de lumière naturelle dans les dégagements, les portes de recoupement sont d'équipées d'impostes vitrées jusqu'à la sous face du faux plafond.



#### De l'importance de pouvoir élargir sa vision sur l'extérieur :

La volumétrie du projet s'est adaptée à la topographie du terrain avec sa forte déclivité, les bâtiments s'enroulent autour des cours et leurs périphéries sont ouvertes vers les paysages proches et lointains.

- les façades Est du bâtiment administration et du logement gardien offrent une vue extérieure sur le bois de pins contigu
- toutes les ouvertures des espaces vie des logements de fonction sur l'extérieur font face au sud-ouest avec une vue proche sur zone boisée et lointaine sur la plaine tout en situant sur les façades opposées aux zones d'activité du collège pour une tranquillité maximale et hors de la vie du collège.
- la façade enseignement sud sur cour offre une vue étagée des cours et du traitement paysager qui accompagne la déclivité naturelle du terrain sur cour
- l'étagement des différentes zones du collège avec la zone sport en partie basse dégage pour les salles de classes Nord-ouest du bâtiment enseignement de belles vues lointaines sur les paysages alentours jusqu'à « château rouge ».

Tous les locaux d'activité (classes, bureaux, salles d'activités, locaux du travail, etc.) disposent d'une ouverture sur l'extérieur et disposent d'un horizon dégagée et supérieur à 10m permettant d'apprécier la vision du temps et des paysages.

#### De l'importance de laisser pénétrer la lumière intérieure :

Les différentes ouvertures des espaces de circulation, de travail et de détente ont été conçus pour que passe la lumière.

- Un CDI avec une salle de lecture et de présentation des ouvrages ouverts indirectement sur le ciel avec des puits de lumière.
- Des salles de classes vitrées et protégées du soleil direct
- Des circulations avec des puits de lumières et des transparences au droit des accès principaux aux salles pour la partie enseignement
- Des puits de lumière pour l'éclairage des coursives de distribution des vestiaires de la zone sport.
- Un patio de jonction entre le bureau des professeurs de sports, la salle d'activité et la salle de sports. Ce patio, en plus de l'apport de lumière naturelle permet également de ventiler naturellement les locaux adjacents.

Un premier calcul ci-après des salles les plus significatives confirme le respect de l'éclairage naturel minimum demandé, les études ultérieures modéliseront plus avant chaque type de salle par type d'exposition.

#### 4.1.2 CALCULS DU FACTEUR DE LUMIERE DU JOUR

Une nouvelle modélisation a été faite avec le logiciel ARCHIWIZARD V6.0 qui permet d'intégrer la maquette 3D bâtiment et donc de prendre correctement en compte les formes complexes pour les protections solaires.

<b>Localisation</b>	
Longitude	5.2 °
Latitude	43.5 °
<b>Eclairement naturel</b>	
Type de ciel	CIE type 16

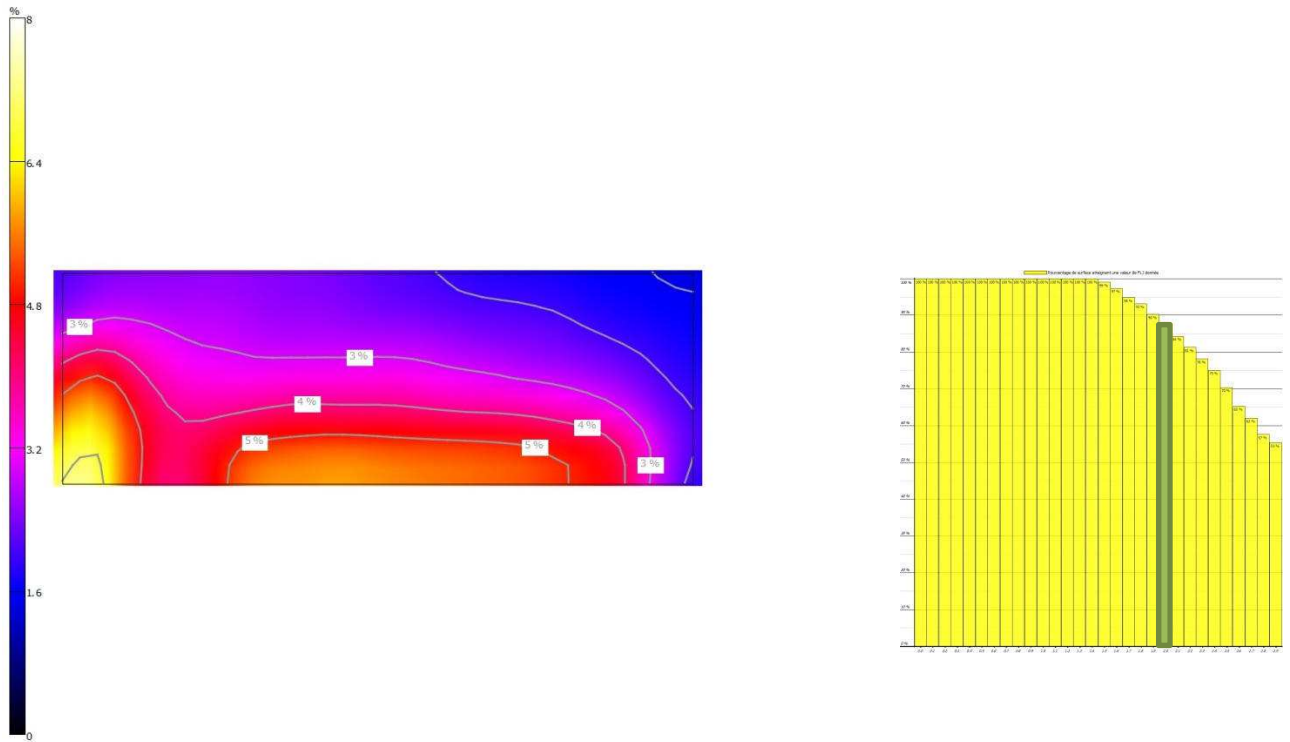
Les locaux identifiés comme posant problème à l'APS ont été traités aux niveaux architectural et des baies pour les rendre conformes. Désormais, aucun local ne respecte pas le niveau exigé.

Cette modélisation est faite pour les 18 locaux suivants :

- A1.9 Salle de réunion du CA
- A3.3 Bureau du proviseur
- A3.5 Bureau du directeur SEGPA
- A4.1 Salle des enseignants
- A5.3 Bureau des surveillants
- A5.4 Salle d'étude
- A8.4 Salle de restauration élèves
- B1.3 Espace de lecture CDI
- B2.06 Salle de classe NO
- B2.09 Salle de classe SO
- B2.13 Salle de classe sur cour SE
- B2.19 Salle de classe SEGPA sur cour NE
- B3.1 Salle de sciences sur cour NE
- B3.8 Espace polyvalent
- B4.1 Salle d'Arts Plastiques
- B5.18 Grande salle du Gymnase
- B5.20 Salle Multi-activité
- Villa séjour

#### **A1.9 Salle de réunion du CA**

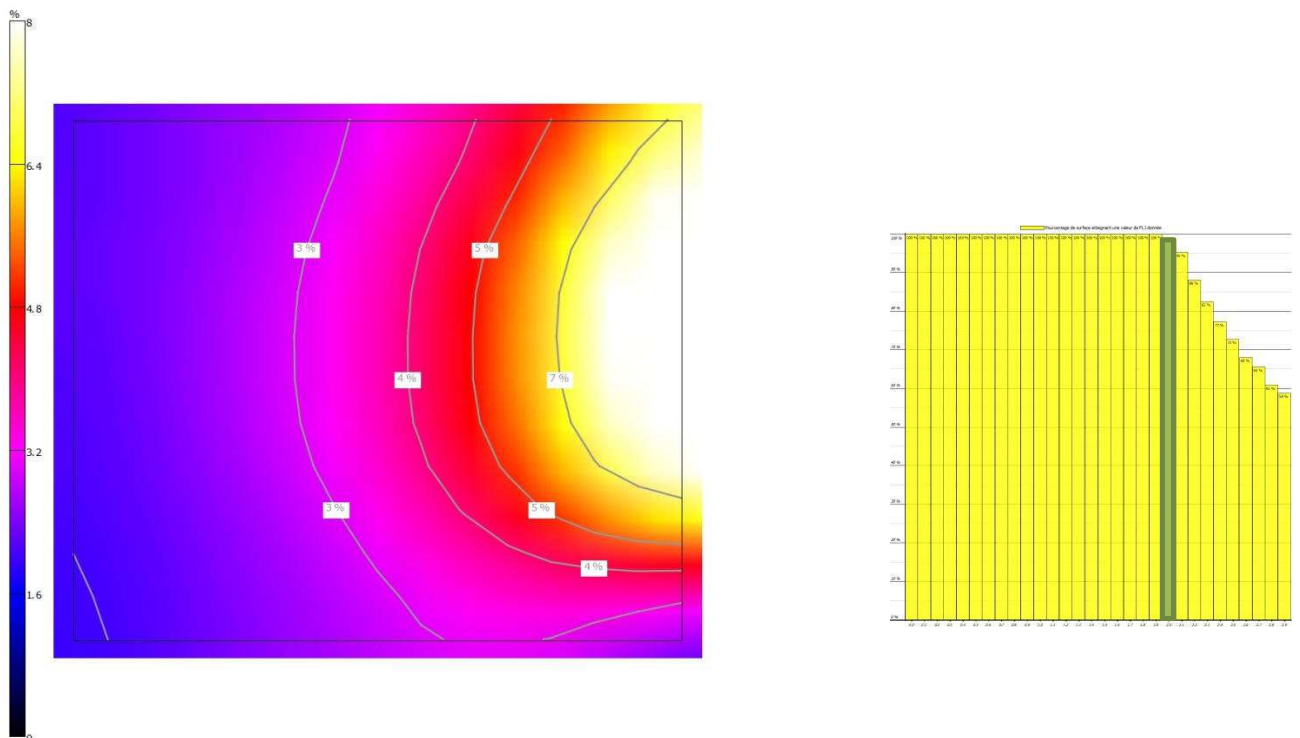
<b>Eclairement naturel</b>	
FLJ minimum	1.5 %
FLJ moyen	3.5 %
FLJ maximum	7.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	88 %



Les ouvertures sont réparties sur les deux façades et apportent une lumière correctement répartie.

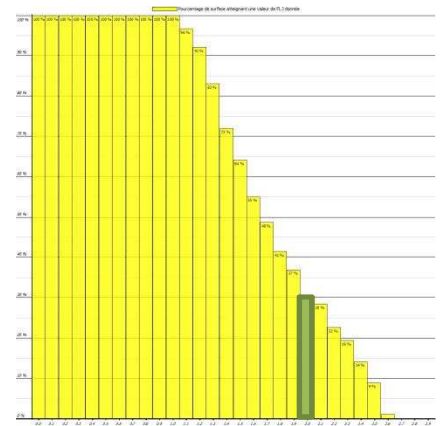
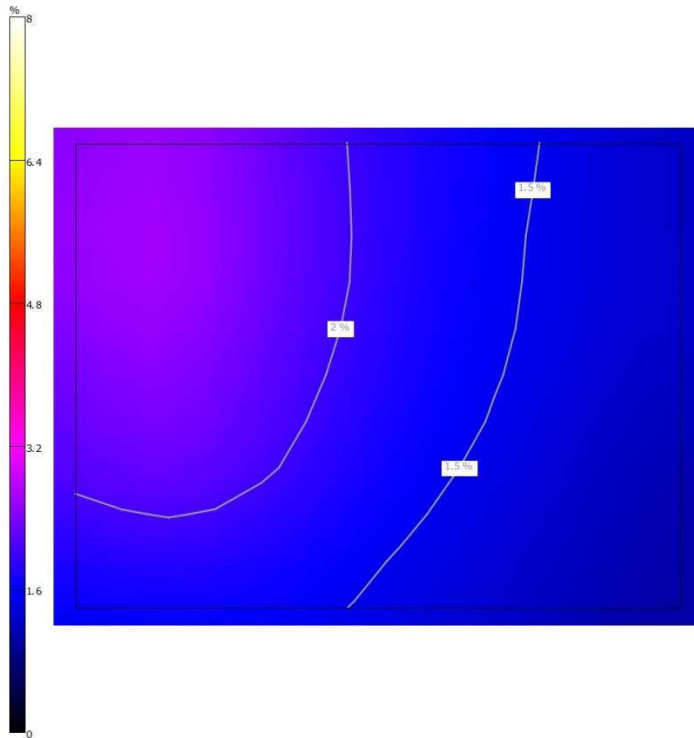
### A3.3 Bureau du proviseur

Eclairage naturel	
FLJ minimum	2.0 %
FLJ moyen	4.0 %
FLJ maximum	9.9 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	99 %



### **A3.5 Bureau du directeur SEGPA**

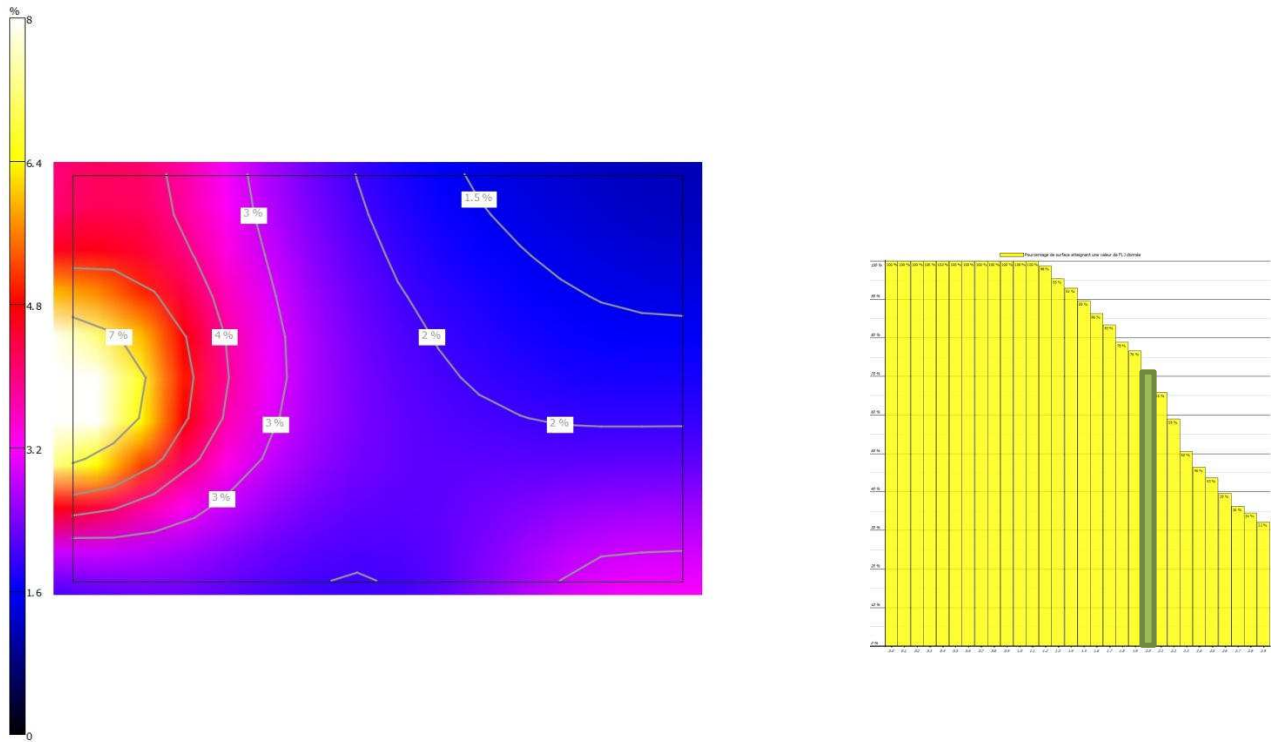
Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.0 %
FLJ moyen	1.8 %
FLJ maximum	2.6 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	31 %



La création d'ouvertures dans le préau permet d'améliorer fortement les apports en lumière naturelle. La mise en place de cloisons vitrées permet d'homogénéiser la lumière et de réduire l'effet « fond de salle ».

### **A4.1 Salle des enseignants**

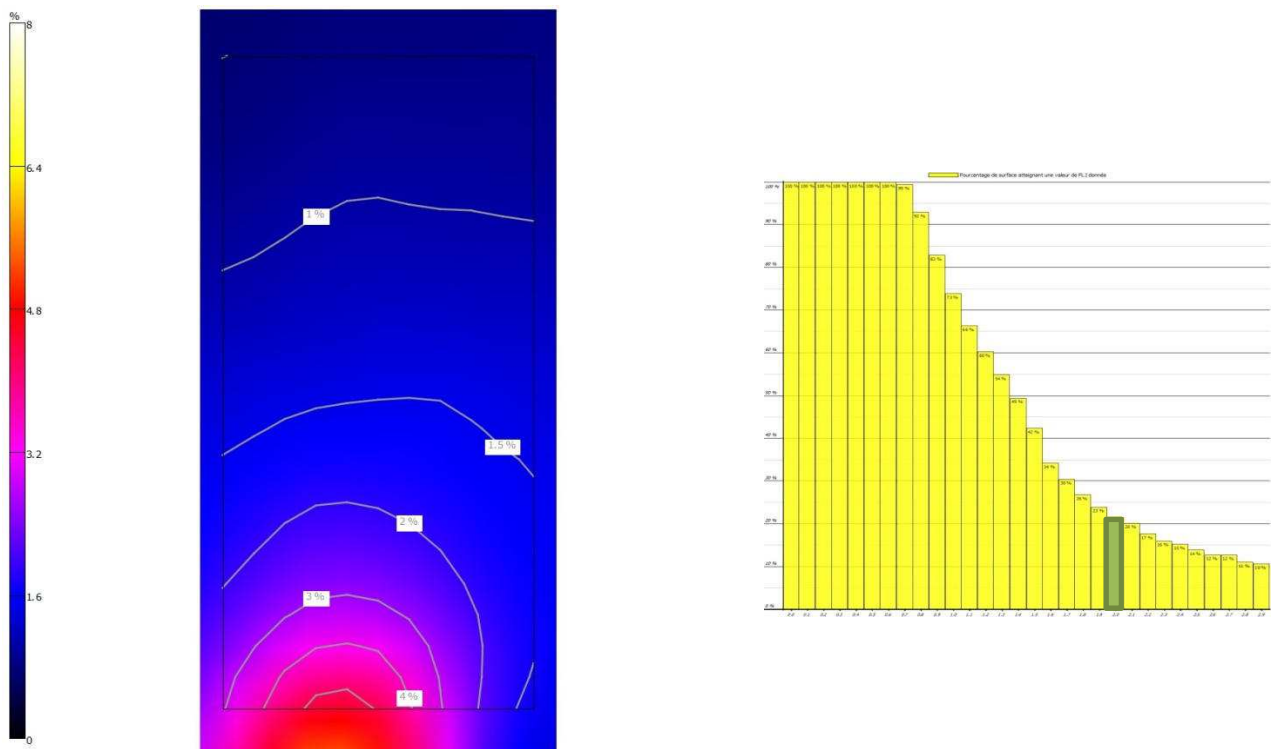
Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	2.9 %
FLJ maximum	9.5 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	72 %



La création de l'ouverture en façade sud améliore le confort sans apport solaire direct.

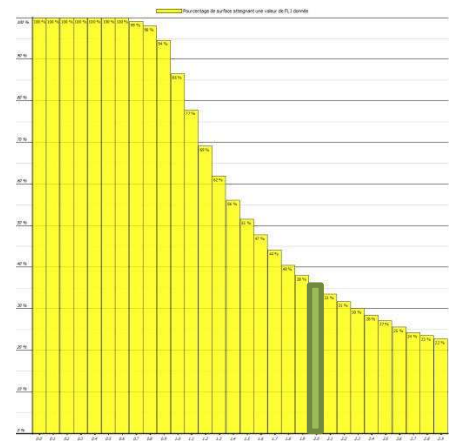
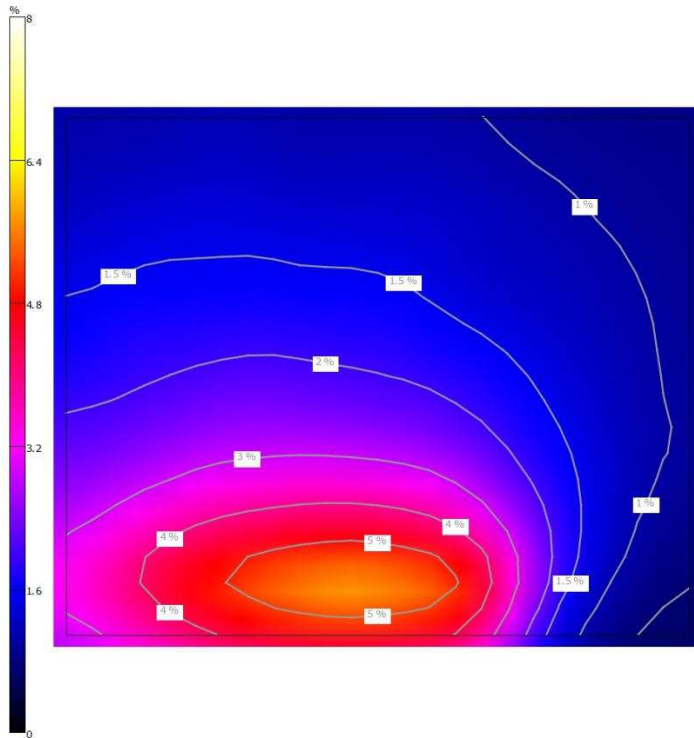
### A5.3 Bureau des surveillants

Eclairage naturel	
FLJ minimum	0.7 %
FLJ moyen	1.6 %
FLJ maximum	5.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	21 %



### A5.4 Salle d'étude

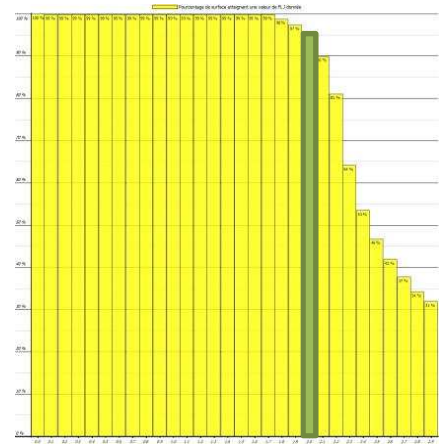
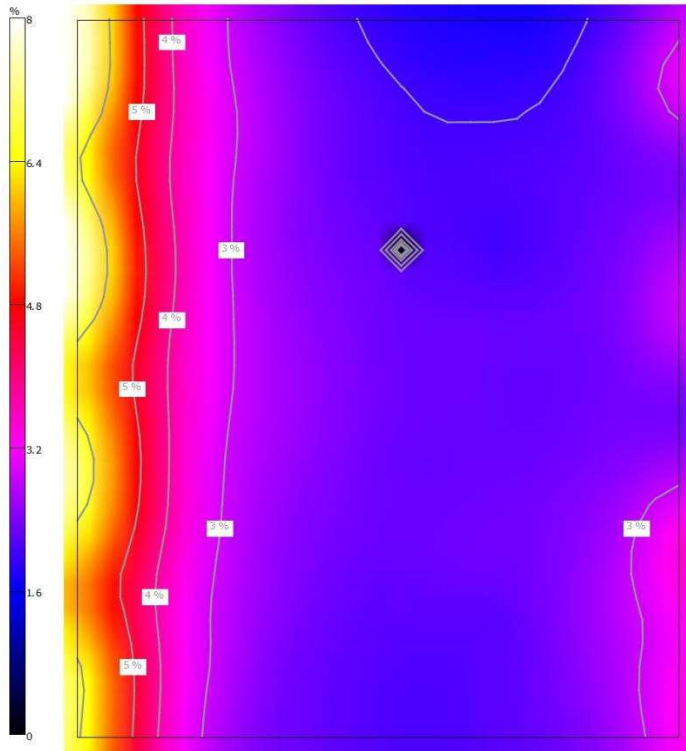
Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	3.0 %
FLJ maximum	6.7 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	67 %



### A8.4 Salle de restauration élève

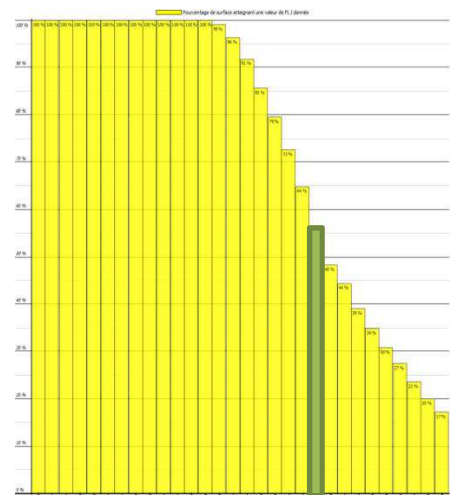
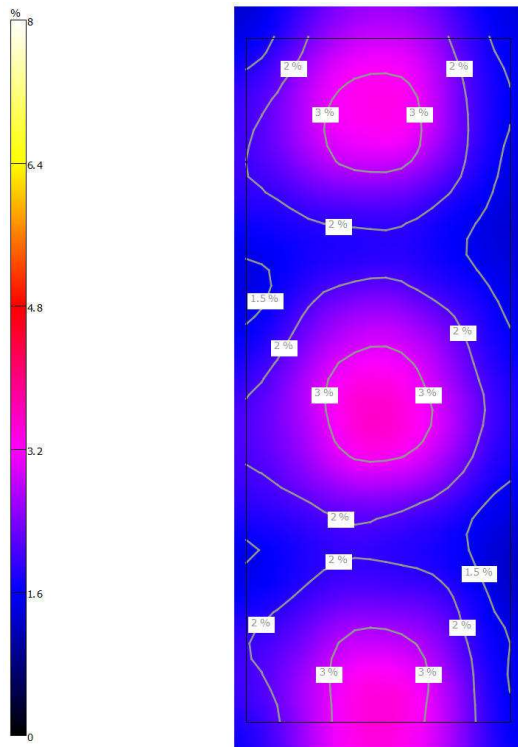
Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	3.0 %
FLJ maximum	6.7 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	67 %





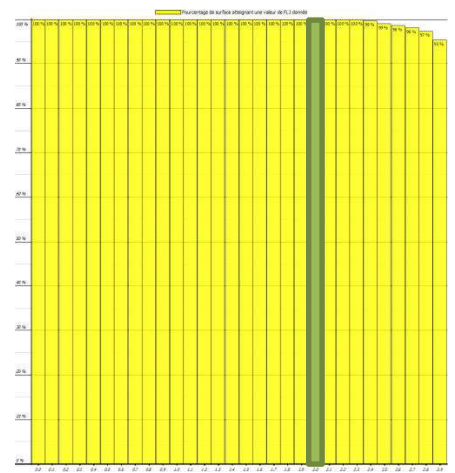
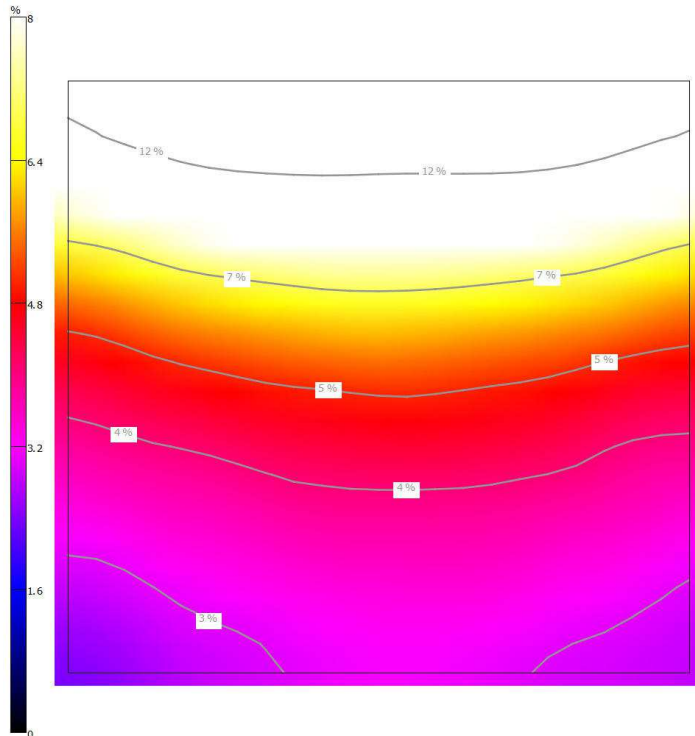
### B1.3 Espace de lecture CDI

Eclaircissement naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	2.2 %
FLJ maximum	3.5 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	56 %



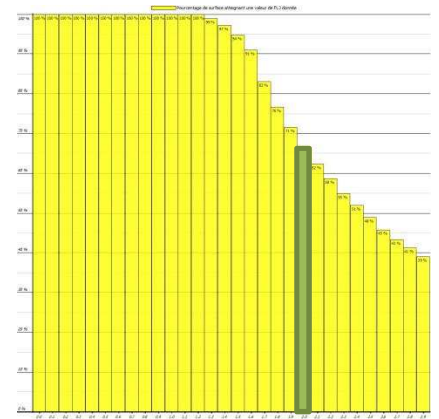
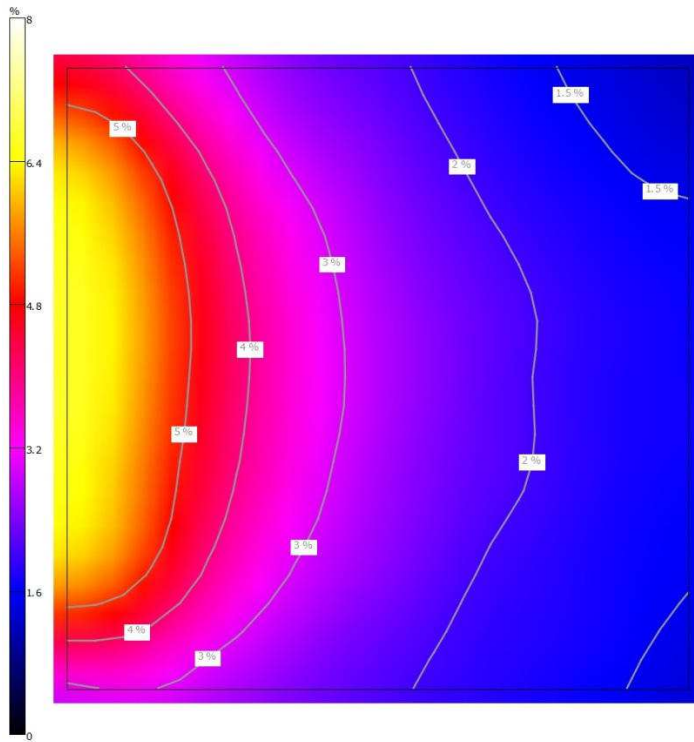
### **B2.06 Salle de classe NO**

Eclairage naturel	
FLJ minimum	2.4 %
FLJ moyen	6.6 %
FLJ maximum	15.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	100 %



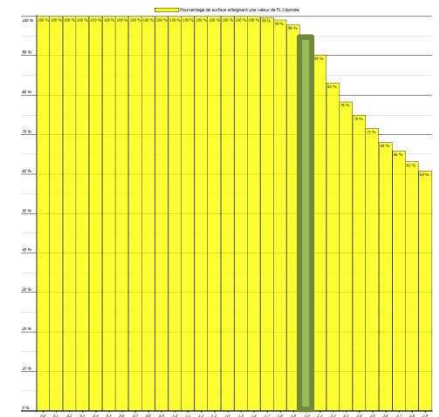
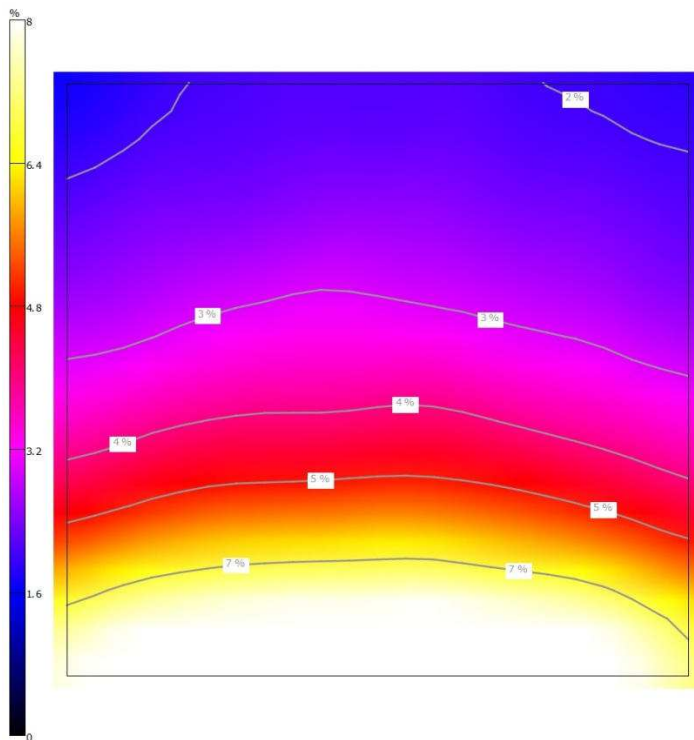
### **B2.09 Salle de classe SO**

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	3.0 %
FLJ maximum	6.7 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	67 %



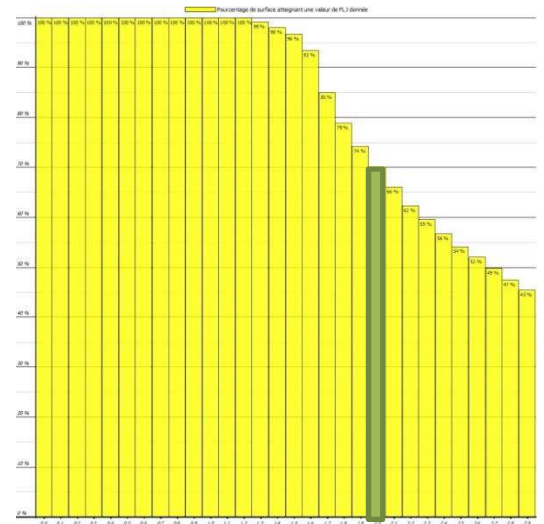
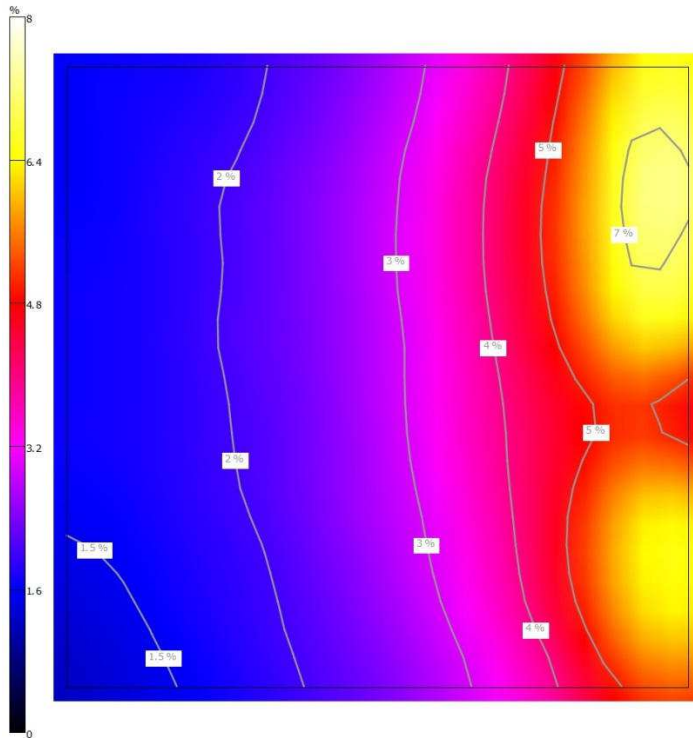
**B2.13 Salle de classe sur cour SE**

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.7 %
FLJ moyen	4.3 %
FLJ maximum	9.0 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	95 %



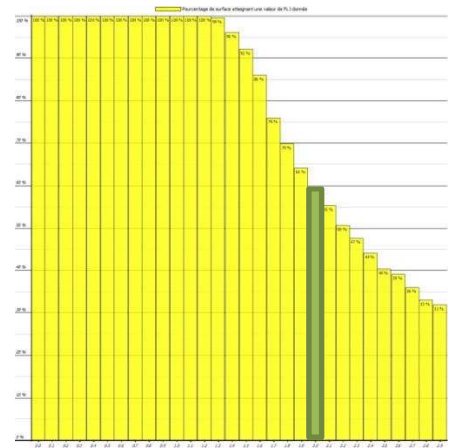
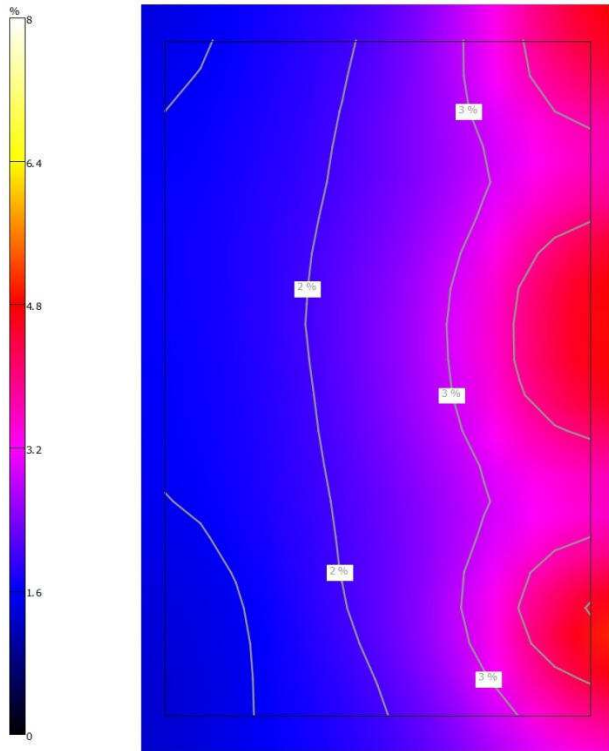
### **B2.19 Salle de classe SEGPA sur cour NE**

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.2 %
FLJ moyen	3.3 %
FLJ maximum	7.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	70 %



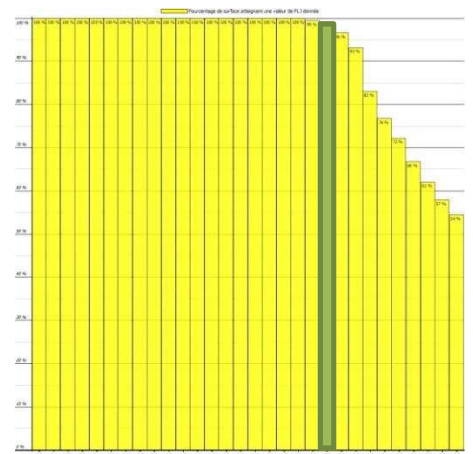
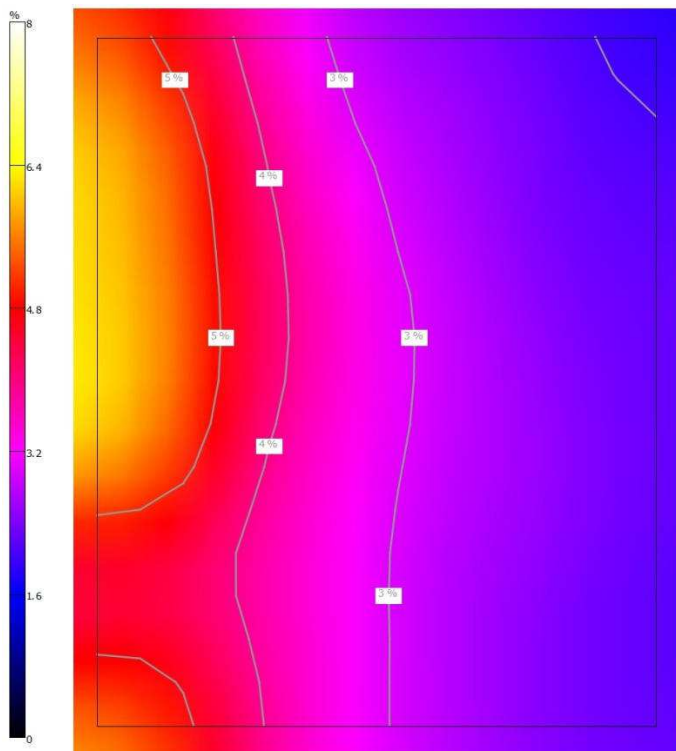
### **B3.1 Salle de sciences sur cour NE**

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.3 %
FLJ moyen	2.5 %
FLJ maximum	5.1 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	59 %



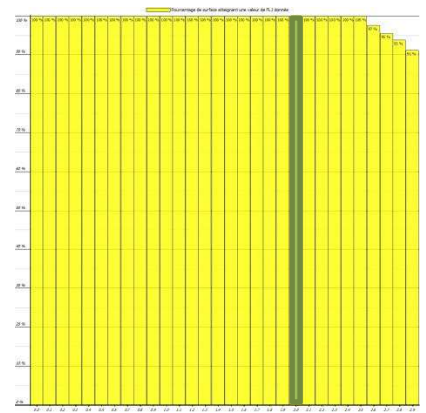
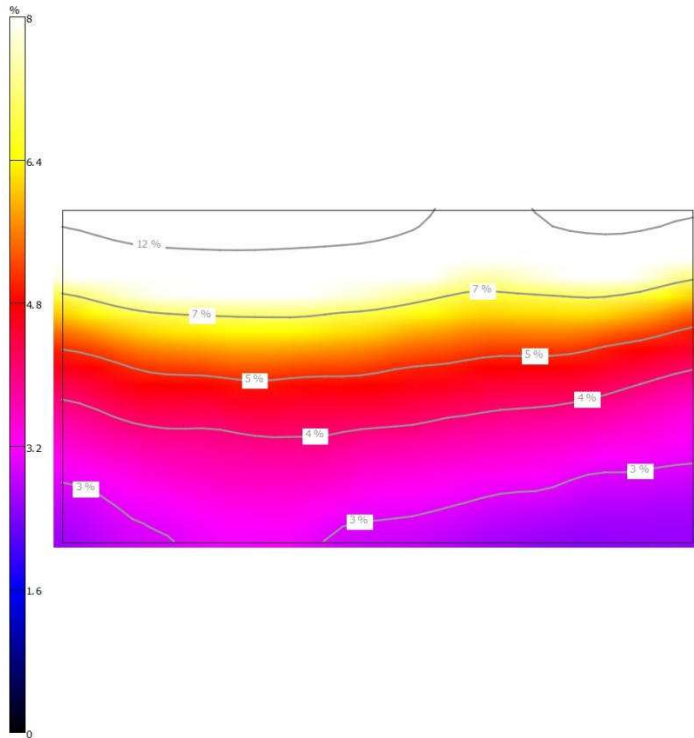
### **B3.8 Espace polyvalent**

Eclaircissement naturel	
FLJ minimum	1.9 %
FLJ moyen	3.5 %
FLJ maximum	6.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	99 %



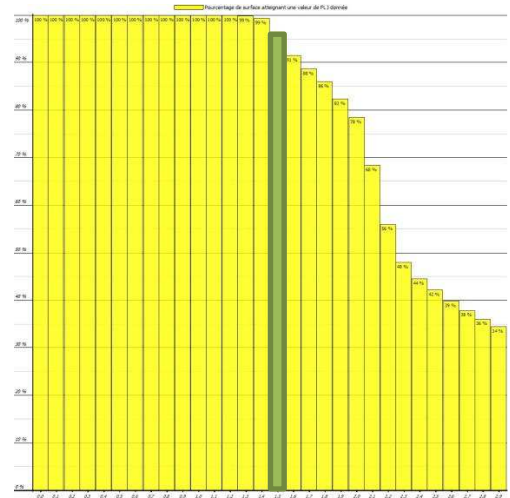
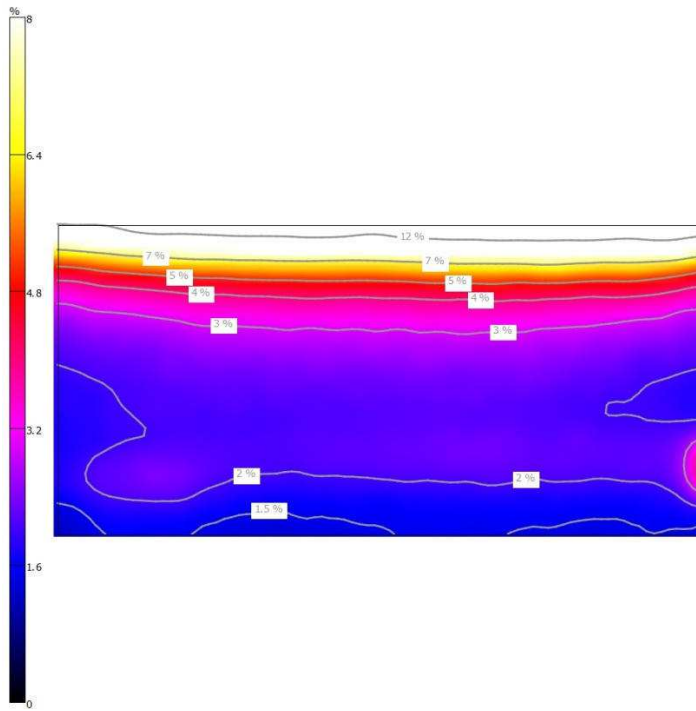
### B4.1 Salle d'Arts Plastiques

Eclairage naturel	
FLJ minimum	2.5 %
FLJ moyen	6.0 %
FLJ maximum	15.3 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	100 %



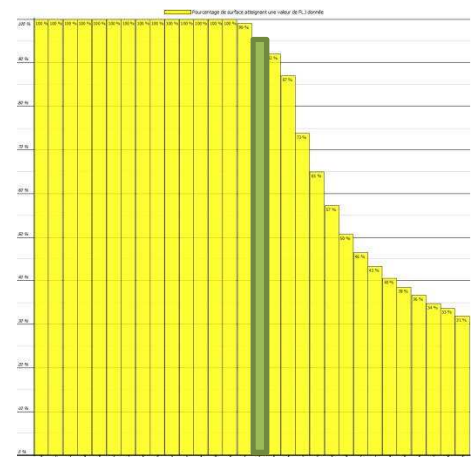
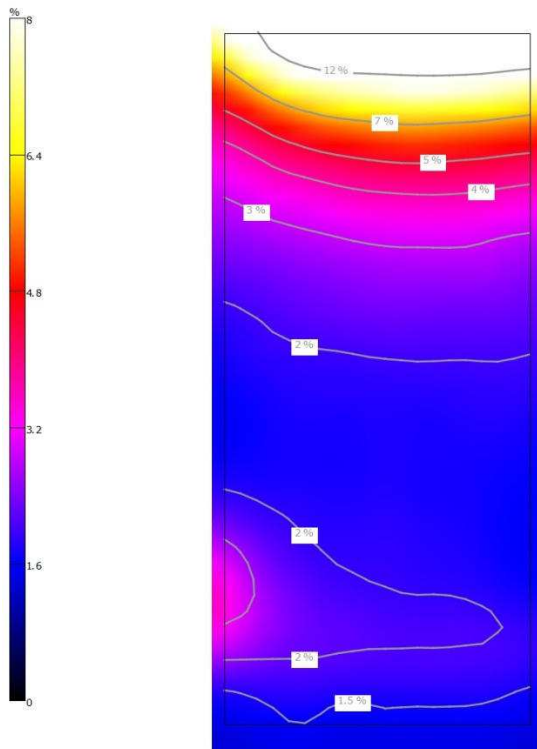
### B5.18 Grande salle du Gymnase

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.3 %
FLJ moyen	3.7 %
FLJ maximum	16.2 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 1.5 \%$	96 %



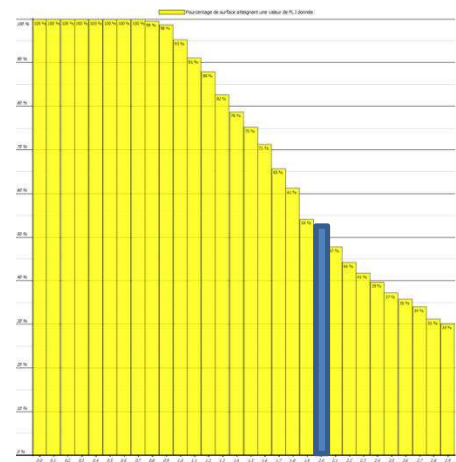
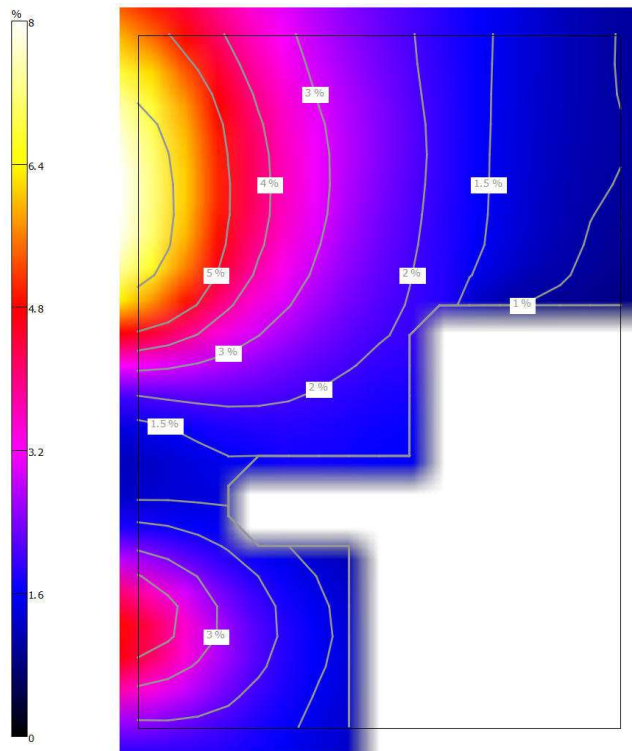
### B5.20 Salle Multi-activité

Eclairage naturel	
FLJ minimum	1.3 %
FLJ moyen	3.7 %
FLJ maximum	18.0 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 1.5 \%$	96 %



## Villa Séjour

Eclairage naturel	
FLJ minimum	0.8 %
FLJ moyen	2.6 %
FLJ maximum	8.0 %
Ratio de surface respectant l'exigence $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2.0 \%$	52 %



### 4.1.3 DES LOCAUX AVEUGLES

Quelques locaux sont aveugles.

Les surfaces de locaux sans accès lumière naturelle sont les suivantes :

Niveau / bâtiment	Local	Surface
Niveau 87.00 ngf	Dépôt classes mobile	8,00 m <sup>2</sup>
Niveau 83.00 ngf	Sanitaires femmes	16,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires hommes	12,00 m <sup>2</sup>
	Local repro	5,00 m <sup>2</sup>
	WC logt gardien	2,00 m <sup>2</sup>
	Dépôt classe mobile	8,00 m <sup>2</sup>
	Répartiteur général	22,00 m <sup>2</sup>
	Local entretien SEGPA	8,00 m <sup>2</sup>
	Vestiaires visiteurs SEGPA	6,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires femmes SEGPA	11,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires hommes SEGPA	11,00 m <sup>2</sup>
	Local rangement outillage SEGPA	5,00 m <sup>2</sup>
	Local stockage produits SEGPA	10,00 m <sup>2</sup>
	Local tri ménage	15,00 m <sup>2</sup>



Niveau 79.00 ngf	Sous répartiteur	8,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires du personnel	9,00 m <sup>2</sup>
	Local ménage principal	10,00 m <sup>2</sup>
	Archives communes	25,00 m <sup>2</sup>
	Local rangement salle de musique	10,00 m <sup>2</sup>
	Réserve mobilier et matériel	32,00 m <sup>2</sup>
	Vestiaire homme	13,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires H/F	6,00 m <sup>2</sup>
	Local stockage produits	5,00 m <sup>2</sup>
	Cuisines yc chambres froides	101,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires salle polyvalente F	9,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires salle polyvalente H	9,00 m <sup>2</sup>
	Loges	15,00 m <sup>2</sup>
	Dépôt salle polyvalente	22,00 m <sup>2</sup>
	Niveau 75.00 ngf	Local tgbt
Local comptage AEP		9,00 m <sup>2</sup>
Chaufferie		9,00 m <sup>2</sup>
Niveau 71 ngf	Local rangement gymnase	12,00 m <sup>2</sup>
	Vestiaires des élèves	90,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires gymnase	34,00 m <sup>2</sup>
	Vestiaires/douches/ prof EPS	16,00 m <sup>2</sup>
	Sanitaires prof EPS	6,00 m <sup>2</sup>
	Local ménage	8,00 m <sup>2</sup>
Logements de fonction 4 unités	Sanitaires	20,00 m <sup>2</sup>
	Celliers	12,00 m <sup>2</sup>
	TOTAL	638,00 m <sup>2</sup>

## 4.2 LA LUMIERE ARTIFICIELLE

Des calculs d'éclairage ont été faits dans les locaux suivants avec les luminaires proposés :

- Salle de classe courante
- Tableau d'une classe
- Salle de sciences
- Salle informatique multimédia
- Salle Arts Plastiques
- Salle multi-activités du gymnase
- Grande salle de sport et mur d'escalade du gymnase
- CDI
- Salle de restauration
- Salles des enseignants
- Bureau du Principal
- Bureau des Surveillants
- Salle de réunion du CA.

Voici le résumé des calculs soumis :

Local	Niveau programme	Niveau calcul	W/m <sup>2</sup>	Type luminaire
Arts plastiques	500 lux	428	4,7	Modèle L1
Bureau principal	300 lux	249	3,3	Modèle L1
Bureau surveillants	300 lux	326	4	Modèle L1
Info Multimédia	500 lux	478	5,4	Modèle L1
Salle courante	300 lux	324	3,6	Modèle L1
Salle de sciences	500 lux	473	5,2	Modèle L1
Salle multi activités	300/500	500	4,6	Modèle L2 + variateur
Salle de réunion du CA	300 lux	407	6,3	Modèle L7
Salle des enseignants	300 lux	403	6,4	Modèle L7
CDI	300 lux	293	3,9	Modèle L7
Grande salle de sports	300/500	511	5,9	Modèle L6 + variateur
Salle de restauration	300 lux	456	5,9	Modèle L8 + L7

Se rapporter à la note § 3 de la notice 7. Electricité du rendu de l'APS pour les 4 notes de calculs DIALUX, SFEL, ANDOMIA, et SIDE présentées en annexe, avec les présentations des luminaires choisis.

## 5 LA QUALITE DE L'AIR

La qualité sanitaire de l'air et le confort olfactif des usagers nécessite la maîtrise de 2 paramètres essentiels :

- Les débits d'air dans les locaux, en s'intéressant à la fois au débit d'air neuf hygiénique et au taux de brassage,
- Les sources de nuisances potentielles afin de mettre en place les traitements adéquats.

### 5.1 LES DEBITS D'AIR ENVISAGES

Ce paramètre requiert de trouver le bon compromis entre :

- la nécessité d'un renouvellement d'air par apport d'air neuf dans les locaux (fonction du nombre de personnes présentes) afin de ne pas concentrer les polluants dans l'air,
- une limitation des déperditions thermiques en hiver tendant à minimiser ce renouvellement d'air,
- une limitation des apports thermiques en été tendant à minimiser ce renouvellement d'air,
- un brassage efficace et important la nuit en été, sous forme de sur ventilation nocturne, afin d'évacuer la chaleur emmagasinée la journée dans les parois lourde.

Cet équilibre est souvent difficile à trouver, et peut s'envisager par une régulation précise des équipements avec un pilotage simple de l'installation par une GTC correctement programmée. De plus, ce compromis est bien évidemment différent en fonction de la nature et de l'utilisation des locaux.

Concernant l'apport d'air neuf, sachant que les locaux disposent d'ouvrants pour une ventilation naturelle complétant le renouvellement d'air mécanique, les débits de renouvellement envisagés sont réduits par rapport à ceux prescrits au programme et à l'APS, à savoir :

- **Salles d'enseignement et les locaux fréquentés par les collégiens** : 20m<sup>3</sup>/h par élève ramené à 15m<sup>3</sup>/h par élève, conforme à la réglementation (règlement sanitaire départemental)
- **Salles de sport du gymnase** : 30 m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 25m<sup>3</sup>/h par personne (15m<sup>3</sup>/h par élève dans les vestiaires élèves et 25m<sup>3</sup>/h par adulte dans leurs vestiaires), conforme à la réglementation (règlement sanitaire départemental)
- **Salle polyvalente** : 20m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 15m<sup>3</sup>/h par personne, conforme à la réglementation (règlement sanitaire départemental)
- **Salles de restauration** : 30 m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 22m<sup>3</sup>/h par personne, conforme à la réglementation (règlement sanitaire départemental)
- **Administration (bureaux)** : 25m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 18m<sup>3</sup>/h par personne, conforme au règlement sanitaire départemental mais plus bas que niveau du code du travail
- **Locaux espace santé** : 25m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 18m<sup>3</sup>/h par personne, conforme au règlement sanitaire départemental mais plus bas que niveau du code du travail
- **Locaux du personnel et enseignants (détente)** : 25m<sup>3</sup>/h par personne, soit le niveau de la réglementation (code du travail)
- **Locaux du personnel et enseignants (salles de réunion)** : 25m<sup>3</sup>/h par personne ramené à 18m<sup>3</sup>/h par personne, conforme au règlement sanitaire départemental mais plus bas que niveau du code du travail
- **Locaux du personnel (cuisine et atelier)** : 45m<sup>3</sup>/h par personne, soit le niveau de la réglementation (code du travail pour des travaux physiques légers)

Ces débits engendrent des taux de brassage dans les locaux qui peuvent varier fortement en fonction de la densité d'occupant, à savoir :

- des taux de 1 à 2 volumes / heure pour les locaux à faible densité (zone administration, locaux du personnel, logements) ou à hauteur libre importante (gymnase). Pour ces locaux, le renouvellement d'air sera réalisé sur la base d'une programmation horaire paramétrable via la GTB.
- des taux de 3 à 5 volumes / heure pour les locaux à forte densité, comme les salles de classe, la restauration, la salle polyvalente.

Pour ce qui est de l'asservissement de la ventilation, le système sera adapté à la nature du local :

- Pour les salles de classe, dont la densité d'occupant est connue, ne varie presque pas, et dont les horaires d'occupation sont eux aussi quasi constants, le fonctionnement sera asservi à une programmation horaire simple, avec arrêt la nuit et durant les congés, sans modulation du débit.
- Pour la restauration, dont la plage horaire d'utilisation est fixe, le fonctionnement sera sur programmation horaire également. Ce local étant traité intégralement sur le vecteur air, une recirculation (recyclage d'air) nocturne permettra le maintien d'un ralenti de nuit
- Pour la salle polyvalente, la mise en fonctionnement pourra être sur programmation horaire, ou bien manuelle s'il s'avérait que cette salle ne serve que très ponctuellement.

- Pour les bureaux, traités par une CTA dédiée, une programmation horaire sera mise en place pour l'apport d'air neuf à température de consigne (22°C). Les déperditions thermiques seront traitées par des ventilo convecteur acceptant une programmation de ralenti de nuit.

Le « free-cooling » permettra de bénéficier des conditions extérieures favorables pour maintenir l'ambiance thermique des locaux (administration et restauration). Lorsqu'en journée, en période chaude (mi-saison ou été) la température extérieure est plus basse que la température intérieure, et que celle-ci est trop importante (supérieure à 26-28°C), les centrales de traitement d'air à double flux permettront un by-pass des échangeurs thermiques afin d'utiliser la fraîcheur de l'air extérieur pour rafraîchir l'ambiance gratuitement.

Par ailleurs l'arrivée d'air neuf de la CTA double flux de l'administration sera couplée à un puit provençal : cet équipement permet de faire passer l'air neuf insufflé sous terre de manière à bénéficier de la régularité de la température du sol toute l'année. Le résultat est un gain de consommation de chauffage en hiver (le sol étant à une température supérieure à l'air ambiant extérieur) et un rafraîchissement passif en été (l'air extérieur étant sensiblement plus élevé en température que le sol).

En période chaude, la nuit, une sur-ventilation nocturne sera prévue afin d'évacuer la chaleur emmagasinée de la journée ; pour ce faire, afin d'obtenir une bonne performance, le taux de renouvellement devra se situer aux alentours de 3 à 5 volumes / heure pour les locaux à forte densité et 1 à 2 volumes / heure pour les locaux à faible densité (soit les débits maximums diurnes).

## 5.2 LA GESTION DES SOURCES DE NUISANCES

4 sources de nuisances possibles ont été identifiées :

- le bruit, aussi bien celui venant de l'extérieur que celui engendré par les équipements,
- les odeurs, notamment en provenance des hottes d'extraction des zones préparation des repas,
- la qualité de l'air extérieur, avec notamment la présence sous vent de sud-ouest porteur d'odeur désagréables par temps chaud et potentiellement des végétaux (pollens),
- le risque lié au transport de matières dangereuses sur certains axes à proximité (et notamment l'autoroute),
- Le risque lié aux activités du site industriel de Lavéra.

Une réponse a été apportée à chacune de ces nuisances, avec notamment une généralisation des centrales de traitement d'air double flux (à récupération de calorie). Cette solution permet de :

- s'affranchir des contraintes sonores par la mise en œuvre de pièges à son en amont des extracteurs de VMC simple flux, sur les voies de reprise,
- s'affranchir des contraintes sonores par la mise en œuvre de pièges à son en amont et en aval des CTA double flux, sur les voies de soufflage et de reprise,
- gérer la qualité de l'air par la mise en œuvre de systèmes de filtration au niveau de la prise d'air neuf (pollution extérieure et pollens) et du soufflage (pollution intérieure des locaux, poussières, etc.).

La filtration sur les voies d'air neuf des deux CTA double-flux sera constituée d'un filtre G7 suivi d'une filtre F8, permettant d'obtenir une qualité de l'air très satisfaisante.

Au besoin, ces filtrations pourront être complétées de filtres à charbon permettant de traiter les odeurs ; toutefois, le positionnement de la ½ pension par rapport aux bâtiments (enseignement, gymnase) et aux locaux techniques de ventilation permet de s'affranchir de tout risque d'odeur pour les deux directions principales de vent (vent du Nord-Ouest avec le mistral et vent d'Est).

Concernant les pollens, les végétaux seront sélectionnés parmi des essences non allergènes et aux qualités olfactives.

Sur le plan thermique, le choix des centrales double flux permet :

- pour la restauration de pouvoir traiter les déperditions thermiques entièrement sur le vecteur air, ce qui autorise de s'affranchir de tout terminal de chauffage (radiants, ventilo-convecteurs etc.), tout en réalisant des économies d'énergie grâce à l'échangeur thermique intégré à cet équipement ;
- pour l'administration de prétraiter l'air neuf au moyen du puit provençal, qui nécessite ce type d'équipement pour fonctionner. Cette deuxième CTA sera également équipée d'un récupérateur d'énergie haute performance.

Pour ce qui est du traitement du risque lié au transport de produits dangereux, et au risque industriel de Lavéra, il sera prévu une mise en sécurité des élèves et du personnel par un confinement de l'établissement

en cas d'alerte (suivant procédures mises en place par la mairie de Martigues et son plan de prévention attendu pour l'été 2016). Un arrêt de type « coup de poing » situé dans la loge commandera toutes les actions de confinement du collège (pour toutes les entités : collège, administration, restauration, gymnase, salle polyvalente) par :

- arrêt des extracteurs simple flux
- arrêt des CTA double flux
- arrêt des caissons d'extraction et d'insufflation sanitaires et cuisines
- fermeture des volets dédiés au confinement sur les réseaux de ventilation donnant sur l'extérieur.

## 6 LA GESTION DE L'ENERGIE

« L'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas ! »

Au-delà des objectifs chiffrés fixés par les différents labels que souhaite atteindre la Maîtrise d'Ouvrage le souci de proposer des solutions favorisant les économies d'énergie, la limitation des déperditions avec une isolation performante très importante, et la chasse aux gaspillages est une idée directrice pour ce projet.

Ainsi la mise en place d'installations performantes et éprouvées de ventilation, de chauffage, et de production d'ECS peut répondre à toutes ces attentes pour chaque type d'entité.

### 6.1 LES SYSTEMES ENVISAGES POUR LE CHAUFFAGE, L'EAU CHAUDE SANITAIRE, ET LE RENOUELEMENT D'AIR

#### Les points forts des concepts proposés :

Les installations techniques répondent aux exigences du programme, et notamment :

- aux performances énergétiques visées : RT 2012 avec évolution possible vers le bâtiment à énergie positive (BEPOS) ;
- à l'intégration du projet dans le site ;
- à l'intégration d'une part prépondérante d'énergie renouvelable dans le mode de production global d'énergie.

Concernant les installations de chauffage/ventilation, les points forts des concepts proposés pour le futur nouveau collège sont :

- Production calorifique pour le chauffage et l'ECS par deux chaudières bois fonctionnant avec des plaquettes de bois déchiqueté, avec appoint par chaudière gaz à condensation. Cette solution présente divers avantages :
  - o Le bois-énergie issu de forêts gérées durablement est une énergie renouvelable très faiblement carbonée et présente en abondance dans la région ;
  - o Les plaquettes forestières (bois déchiqueté) permettent, à la différence des granulés, de favoriser les filières de production locales en valorisant les déchets de l'exploitation forestière. De plus cette énergie est très peu coûteuse comparée au gaz ou même aux granulés de bois, et n'est pas sujette à de fortes variations de prix, ce qui permet une visibilité accrue sur la gestion financière du collège sur le long terme ;
  - o L'installation de trois chaudières au lieu d'une permet d'une part une meilleure maintenance et une meilleure sécurité de fonctionnement (prévention et traitement des pannes), et d'autre part d'optimiser le rendement de l'installation bois grâce à l'appoint gaz tout en maximisant le taux de couverture de l'énergie bois par rapport au gaz ;
- ventilation double flux avec récupération d'énergie à haute performance pour les locaux de restauration et d'administration, disposition permettant d'allier qualité sanitaire de l'air ambiant (grâce à des débits de renouvellement d'air importants), aux économies d'énergie calorifique.
- Approvisionnement intelligent des terminaux de chauffage en eau chaude piloté directement par l'utilisateur, pour une production au plus près des besoins réels des occupants ;
- Cette fonctionnalité qui sera rendue possible par un choix judicieux de zones thermiques homogènes (déperditions, apports internes, occupation similaires), une mesure de température en temps réel au sein de ces zones, et une production flexible permettant d'adapter instantanément la température de l'eau de chauffage zone par zone ;
- recours à l'énergie solaire thermique pour couvrir les besoins en ECS des logements de fonction. Un taux de couverture important sera recherché (> 60% des besoins couverts sur l'année) ;
- un puits provençal, dont le principe est de faire passer l'air neuf insufflé sous terre de manière à bénéficier de la régularité de la température du sol toute l'année, permettra au niveau de l'accueil et de la direction d'économiser l'énergie de chauffage en hiver et d'assurer un confort estival satisfaisant durant les périodes chaudes, et ce sans utiliser de climatisation active.
- Utilisation d'équipements de cuisson économes en énergie, notamment au niveau des hottes d'extraction : la hotte de cuisson de la cuisine principale sera équipée d'un caisson indépendant de soufflage d'air permettant une extraction par induction. Le gain énergétique sur les déperditions par renouvellement d'air associées seront ainsi réduites de 60%.
- mise en œuvre d'un système performant de Gestion Technique Centralisée (GTC) pour l'ensemble des installations techniques, permettant notamment :
  - o une adaptation fine des programmes de fonctionnement des systèmes aux constantes de temps du bâtiment (fonction de l'inertie et des scénarios d'occupation) ;

- une gestion efficace des cascades de chaudières en chaufferie, en fonction de la demande énergétique du bâtiment, permettant un fonctionnement de l'installation au meilleur rendement ;
- le suivi des consommations énergétiques du bâtiment et la sensibilisation des occupants au moyen de système didactique d'affichage de ces données.

### Les solutions techniques retenues :

Les installations CVC et de production ECS du nouveau collège comprendront :

- la production / distribution calorifique dédiée au chauffage des locaux et à l'appoint d'ECS, au moyen de deux chaudières au bois déchiqueté et d'une chaudière d'appoint gaz haute performance ;
- les équipements terminaux de chauffage (panneaux rayonnants plafonniers, radiateurs, ventilo-convecteurs, centrales de traitement d'air restauration) ;
- les installations de rafraîchissement ponctuel et passif (climatisation local serveur, brasseurs d'air, sur-ventilation nocturne, puits provençal) ;
- les équipements de renouvellement d'air du bâtiment (centrales de traitement d'air à double flux, extraction d'air vicié, insufflation d'air neuf pour l'induction de la hotte cuisson de la cuisine) ;
- la production d'eau chaude sanitaire (ECS) au moyen de la chaufferie bois.

Une production calorifique centralisée sera dédiée :

- au chauffage de l'ensemble des locaux (radiateurs, rayonnants et batteries chaudes des ventilo convecteurs) ;
- au traitement d'air neuf des locaux (batteries des CTA) ;
- à l'appoint de chauffage de l'ECS en cas d'insuffisance de la production solaire.

Les conditions extérieures de base sont celles de la zone climatique H3 :

- Hiver :  $T_{ext} = -3^{\circ}C$ , HR = 95% (2,6g/kg) ;
- Été :  $T_{ext} = 32^{\circ}C$ , HR = 40%.

Les conditions intérieures de base sont les suivantes :

- Hiver :
  - salles de classes, CDI, dortoirs, salles d'activité et foyer, salle polyvalente, salle informatique, salles à manger, sanitaires (à l'exception des sanitaires du préau non chauffés) :  $19^{\circ}C$ , humidité non contrôlée ;
  - Bureaux et salles de réunion administration, espace santé :  $22^{\circ}C$ , humidité non contrôlée ;
  - Logements :  $21^{\circ}C$ , humidité non contrôlée ;
  - Gymnase :  $19^{\circ}C$  dans les vestiaires,  $16^{\circ}C$  dans le reste du bâtiment, humidité non contrôlée ;
  - Locaux de rangement et d'entretien, sanitaires du préau, halls, circulations : température non contrôlée.
- Été :
  - Local technique VDI : entre et  $25^{\circ}C$  et  $28^{\circ}C$  ;
  - Autres locaux : température non contrôlée.

Les besoins calorifiques maxi instantanés du bâtiment sont évalués à 355 kW (valeur issue du dimensionnement simulation thermique dynamique réalisée avec le logiciel Pléiades-Comfie).

Les ouvrages incluent (c.f. schéma production / distribution calorifique) :

- 2 chaudières bois à plaquettes forestière (bois déchiqueté) implantées dans la chaufferie au RdC du collège, dont la puissance totale est dimensionnée à 62% de la puissance maximale instantanée (2 chaudière de 110 kW chacune), ce qui permet de couvrir environ 80% des consommations de chauffage et ECS de l'ensemble de l'opération ;
- une chaudière gaz à condensation, dont la puissance unitaire sera prévue pour couvrir le reste des besoins (soit 135 kW), implantée dans la chaufferie.
- un puits provençal, qui permettra de couvrir environ 20% des besoins de chauffage de la zone accueil (hors hall) + direction + santé + bureau du conseiller d'orientation, tout en permettant de lutter efficacement contre les surchauffes estivales. Il sera composé de 7 tuyaux PVC de diamètre 200mm et de longueur 45m, enterrés à 1,5m, et permettra de réduire la température de l'air neuf extérieur d'environ  $6^{\circ}C$  en été par  $32^{\circ}C$  extérieur ;
- distribution eau chaude (EC) pour le chauffage des locaux :
  - Réseau EC 1 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers des salles de classe Nord et quelques radiateurs (locaux du personnel, sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température intérieure d'une salle représentative de cette zone thermique ;  $T^{\circ}$  départ maxi =  $65^{\circ}C$  ;  $\Delta T^{\circ}$  jusqu'à  $20^{\circ}C$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
  - Réseau EC 2 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers des salles de classe Sud, des permanences, des surveillants et du foyer élèves ; température de départ modulée en fonction de la

- température intérieure d'une salle représentative de cette zone thermique ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
- Réseau EC 3 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers des salles de classe Est et quelques radiateurs (sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température intérieure d'une salle représentative de cette zone thermique ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
  - Réseau EC 4 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers des salles de classe Ouest et quelques radiateurs (SEGPA, sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température intérieure d'une salle représentative de cette zone thermique ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
  - Réseau EC 5 : Alimente la batterie chaude de la CTA 02 Administration et les ventilo-convecteurs de l'administration, ceux des quelques bureaux de la zone CDI et ceux des espaces enseignants ; régime de température constant  $60^\circ/40^\circ\text{C}$  ; débit variable ;
  - Réseau EC 6 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers de la zone CDI / enseignants et quelques radiateurs (sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température intérieure du CDI ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
  - Réseau EC 7 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers de la salle polyvalente et quelques radiateurs (sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température intérieure de la grande salle ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit constant ;
  - Réseau EC 8 : Alimente les panneaux rayonnants plafonniers du gymnase et quelques radiateurs (sanitaires) ; température de départ modulée en fonction de la température extérieure pour ce réseau cheminant de la chaufferie au local technique du gymnase ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; les trois sous-réseaux (un pour la grande salle, un pour la salle multi-activités et un pour les vestiaires) sont eux régulés en modulation de débit et non de température ; débit variable ;
  - Réseau EC 9 : Alimente la batterie chaude de la CTA 01 Restauration et les ventilo-convecteurs de la cuisine NGF 79.00 ; régime de température constant  $60^\circ/40^\circ\text{C}$  ; débit variable ;
  - Réseau EC 10 : Alimente les radiateurs des logements de fonction ; température de départ modulée en fonction de la température extérieure pour ce réseau cheminant de la chaufferie jusqu'au plus éloigné des logements ;  $T^\circ$  départ maxi =  $65^\circ\text{C}$  ;  $\Delta T^\circ$  jusqu'à  $20^\circ\text{C}$  entre le départ et le retour ; débit variable ;
  - Réseau ECS : régime constant  $80/60^\circ\text{C}$  alimentant l'échangeur du ballon ECS (Eau chaude Sanitaire)

### Le rafraîchissement des locaux :

La conception du bâtiment permettra de limiter les apports solaires en été et de maintenir un bon confort thermique dans le bâtiment.

Certains locaux tels que les bureaux de la direction, les espaces enseignants, le pôle santé et les locaux d'accueil (hors hall) seront équipés de brasseurs d'air. Ces équipements permettent d'augmenter le confort de l'utilisateur grâce à une élévation des vitesses d'air au sein des locaux, perçue par le corps humain comme un abaissement de température (grâce au mécanisme d'évapotranspiration de la peau). Très utilisés dans les régions chaudes (outre-mer par exemple), ils sont peu énergivores.

Ces mêmes espaces (à l'exception des espaces enseignants, inutilisés l'été) seront également raccordés à un puits provençal (ou puits climatique). Ce dernier rafraîchira l'air neuf avant soufflage dans les bureaux, pour un gain de température pouvant aller jusqu'à  $6-7^\circ\text{C}$ .

Cette mesure apportera un confort optimal aux usagers de ces locaux, en fonctionnement durant la moitié de l'été.

L'inertie thermique du bâtiment, en particulier celle apportées par les planchers lourds intermédiaires, permettra de décaler le pic de chaleur ressentie au sein des locaux de plusieurs heures. Cependant au vu de retours d'expérience récents mettant en évidence des inconforts estivaux importants dans les locaux à forte inertie et disposant d'apports internes élevés (c'est le cas des salles de classe) il a été décidé de réduire cette inertie en passant certaines façades, initialement prévues en isolation par l'extérieure, en isolation par l'intérieur.

Certaines façades, lourdement exposées au rayonnement solaire durant de longues périodes, ont cependant été conservées en ITE, ce qui permettra de retarder les effets de cette exposition défavorable.

Les salles de sport du gymnase seront équipées en parties hautes et basses d'ouvrants avec commandes d'ouverture automatique pour ventilation naturelle nocturne.

Le local informatique VDI sera rafraîchi par une unité à détente directe à haut rendement frigorifique, avec unité extérieure implantée en toiture terrasse.



**Le traitement terminal des locaux :**

Les salles de classe, de science, d'arts, les locaux du CDI, les salles de sport et la salle polyvalente seront chauffés par des panneaux rayonnants alimentés en eau chaude (loi d'eau régulée en fonction de la température intérieure d'une classe ou d'un local particulièrement représentatif par zone).

Les avantages de ce type de chauffage sont les suivants :

- système peu inerte, mise en chauffe rapide adaptée à l'usage intermittent des locaux ;
- répartition de chaleur homogène, pas de gradient de température, absence de stratification de l'air (économies d'énergie) ;
- chaleur douce « basse température » directement au niveau de l'utilisateur ;
- chauffage statique, sans bruit et sans mouvement d'air dans le local (pas de ventilateurs de soufflage) ;
- absence d'entretien ;
- esthétique moderne ;
- gain de place par l'implantation au plafond.

Le restaurant (élèves et personnels) sera traité sur le vecteur air neuf uniquement : l'air neuf, chauffé au maximum à 10°C au-dessus de la température d'ambiance, permettra la compensation des déperditions thermiques de ce local largement vitré. Ce principe permet un gain de place considérable en faux plafond et donc une hauteur libre plus importante.

La direction, la vie scolaire, les espaces enseignants, santé et accueils seront traités par des ventilo-convecteurs, alimentés en eau chaude 60/40°C.

Ce type de diffusion nous paraît être également en adéquation avec le bâti et les modes d'utilisation des locaux, tels que nous les avons appréhendés. Ce système également peu inerte, permet ainsi une grande souplesse de conduite et de régulation individuelle bureau par bureau en fonction des déperditions et apports de chaque local, et de la présence des occupants dans ces locaux à faible densité.

Les logements de fonction, sanitaires, les vestiaires ou autres petits locaux seront chauffés par radiateurs en acier verticaux ou horizontaux, alimentés en eau chaude (loi d'eau des logements de fonction régulée en fonction de la température extérieure, puis régulation en débit pour chaque logement).

- Les logements seront équipés de ventilation simple flux hygroréglable de type B (entrées et sorties d'air hygroréglables), et auront au minimum 2m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques dédiés à la production d'eau chaude sanitaire solaire (avec ballon à appoint électrique).
- Les sanitaires, certains vestiaires et les locaux déchets et plonge des deux cuisines seront équipés d'extracteur simple flux indépendants, de manière à éviter les éventuels risques de pollution de l'air ;
- Les locaux autres que l'administration et la restauration seront traités par ventilation mécanique simple flux : une étude énergétique fine a montré que la double-flux n'est pas rentable pour ces locaux. En effet le temps de retour est rallongé par les consommations électriques importantes au vu d'économies réalisées assez faibles (le climat de Martigues étant plutôt doux l'hiver).

**Equipements de traitement d'air :**

Le tableau en annexe précise les besoins en air neuf par local. Les besoins de renouvellement d'air seront assurés par ventilation mécanique de type :

- double flux avec récupération d'énergie dans l'administration et les salles de restauration ;
- simple flux dans les autres locaux.

La conception des systèmes sera basée sur un maintien à l'équilibre aérodynamique général de chaque niveau et de chaque aile du bâtiment.

Les salles à manger seront maintenues en légère surpression ; la décompression s'effectuera par transfert des salles à manger vers la zone de préparation cuisine (+ 300 m<sup>3</sup>/h).

Les équipements retenus sont répartis comme suit :

Nom	Zones desservies	Q soufflé	Q repris
CE 01	Gymnase		4 522 m <sup>3</sup> /h
CE 02	Enseignements, études, arts, surveillants		6 812 m <sup>3</sup> /h
CE 03	Enseignements, espace sciences		7 003 m <sup>3</sup> /h

CE 04	SEGPA : habitat, cuisine, lingerie, classes, TD, vestiaires		3 125 m3/h
CE 05	CDI, espaces enseignants, salle info		4 102 m3/h
CE 06	Cuisine principale, détente personnel, foyer, activités		3 369 m3/h
CE 07	Salle polyvalente et dépendances		2 829 m3/h
CTA 01	Restaurant	10 950 m3/h	6 050 m3/h
CTA 02	Administration, accueil, santé	2 064 m3/h	1 884 m3/h
CS a	Induction hotte cuisine principale	2 400 m3/h	-
CS b	Compensation An cuisine SEGPA	2 000 m3/h	-
CE a	Hotte cuisson cuisine principale		4 000 m3/h
CE b	Hotte laverie cuisine principale		3 000 m3/h
CE c	Hotte cuisson cuisine SEGPA		2 000 m3/h
CE d	Sanitaires cuisine et G/F + personnel + SEGPA		1 980 m3/h
CE e	Sanitaires administration + enseignants		480 m3/h
CE f	Sanitaires salle polyvalente		150 m3/h
CE g	Sanitaires gymnase		450 m3/h

Pour les locaux traités en ventilation simple flux la prise d'air neuf s'effectuera via des bouches de ventilations intégrées aux menuiseries. L'air neuf des vestiaires du gymnase, ne donnant pas sur l'extérieur, sera pris dans les circulations. A cet effet les portes des vestiaires seront détalonnées (5cm).

#### Le traitement d'air du restaurant et de la cuisine :

Les salles à manger (collégiens et personnels NGF 79.00) seront maintenues en légère surpression ; la décompression s'effectuera par transfert des salles à manger vers la zone de préparation cuisine (+ 300 m3/h) conformément au schéma Traitement d'air Cuisine/Laverie/Salles à manger.

Les locaux de travail de la cuisine et la laverie ainsi que la cuisine et la salle de restauration de la SEGPA seront ventilés par extraction simple flux avec entrées d'air en menuiserie.

Le traitement des charges thermiques des locaux du NGF 79.00 sera effectué au moyen de ventilo-convecteurs conformément au fonctionnement décrit plus haut.

Le traitement de ces charges pour les locaux du NGF 83.00 SEGPA sera quant à lui assuré par des rayonnants plafonniers sur le modèle des salles de cours. Ce traitement sera plus adapté à une occupation pédagogique des lieux.

#### HOTTE LAVERIE CUISINE PRINCIPALE

La hotte laverie de la cuisine sera réalisée selon le principe suivant :

- ventilateur d'extraction dédié associé à la télécommande de la hotte, implanté en toiture ;
- amenée d'air neuf de compensation de la hotte de la laverie par la CTA 01 restauration, via une antenne dédiée et équipée d'un registre à lame motorisée s'ouvrant par action de la télécommande de la hotte ; l'air de compensation pourra être insufflé dans les locaux via la hotte elle-même si le modèle choisi le permet.

#### HOTTE CUISSON CUISINE PRINCIPALE

La hotte cuisson de la cuisine disposant d'un débit important elle sera équipée d'un caisson d'insufflation d'air par induction. Ce procédé permet d'économiser jusqu'à 60% d'air neuf à traiter : l'air d'induction ne se mélange pas à l'ambiance, il est aussitôt extrait par la hotte avant de pouvoir se mélanger à l'air ambiant, en aspirant au passage au moyen de l'effet venturi les fumées de cuisson.

L'installation de cette hotte sera réalisée selon le principe suivant :

- ventilateur d'extraction dédié associé à la télécommande de la hotte, implanté en toiture ;
- caisson d'insufflation d'air par induction, associé à la télécommande de la hotte, implanté en toiture ;
- amenée d'air neuf de compensation de la hotte de la laverie par la CTA 01 restauration, via une antenne dédiée et équipée d'un registre à lame motorisée s'ouvrant par action de la télécommande de la hotte ; l'air de compensation pourra être insufflé dans les locaux via la hotte elle-même si le modèle choisi le permet.

#### HOTTE CUISINE SEGPA

La hotte cuisson de la cuisine sera réalisée selon le principe suivant :

- ventilateur d'extraction dédié associé à la télécommande de la hotte, implanté en toiture ;
- amenée d'air neuf de compensation de la hotte de la cuisine par un caisson de soufflage d'air pré-traité à température neutre (19°C en hiver) au moyen d'une batterie chaude, asservi à l'action de la télécommande de la hotte ; l'air de compensation pourra être insufflé dans les locaux via la hotte elle-même si le modèle choisi le permet.

Ce caisson d'insufflation comportera dans le sens de l'air :

- Pré filtre G4 ;
- Filtre F7 ;
- Batterie à Eau chaude avec vanne de régulation 2 voies à action proportionnelle intégrale ;
- Ventilateur à 2 ou 3 vitesses (selon équipement de hotte retenu).

#### RESTAURANT

Le restaurant (élève et personnels) sera chauffé par un système comportant :

- 1 centrale de traitement d'air avec :
  - o un ventilateur de soufflage et un ventilateur d'extraction avec variateurs de vitesse et moteur à haut rendement, afin de réduire les consommations énergétiques ;
  - o un échangeur de chaleur pour la récupération de l'énergie sur l'air extrait et pré chauffage de l'air neuf ;
  - o une batterie à eau chaude pour le chauffage de l'air, en complément de l'énergie récupérée par l'air extrait
  - o un caisson de recyclage d'air permettant un maintien en température nocturne
- 1 réseau de soufflage d'air traité, incluant gaines acier galvanisé, calorifugées, et diffuseurs d'air en ambiance.
- 1 réseau de reprise, incluant gaines acier galvanisé, calorifugées et grilles de reprise en ambiance.

#### La production et la distribution Eau Chaude Sanitaire :

Les besoins en eau chaude sanitaire de la cuisine, du gymnase et des logements étant répartis en différentes localisations sur le collège et utilisés pour différentes entités, la production d'ECS sera assurée au plus proche des lieux de consommations. Ceci permettra de limiter les déperditions via les réseaux, qu'aurait engendré une installation centralisée.

#### **Pour la cuisine :**

Une production instantanée avec accumulation et production nocturne par la chaufferie bois déchiqueté / gaz est proposée pour l'eau chaude sanitaire de la cuisine. L'installation solaire sera dimensionnée pour chauffer l'eau chaude à 60°C sur 12 heures la nuit, de manière à lisser la charge des chaudières.

L'installation inclura :

- un ballon de stockage primaire de 3000L alimenté par la chaufferie ;
- échangeur à plaques raccordé au réseau de distribution ECS pour production d'eau chaude sanitaire instantanée (prévention du risque légionnelle ;

La chaudière, les ballons et les échangeurs à plaques seront implantés dans la chaufferie. Une pompe de bouclage ECS sera à prévoir pour assurer une circulation d'ECS permanente, ce qui permet de maintenir la température de l'eau au-dessus de 55°C et de supprimer les bras morts (prévention du risque de légionellose).

Au stade actuel, les besoins en ECS de la cuisine sont évalués comme suit :

- cuisine pouvant servir 600 repas par jour ;
- besoin d'environ 5 litres à 60°C par repas (y compris production d'ECS pour les machines à laver).

Les besoins journaliers de la cuisine sont donc évalués à 3000 L.

#### **Pour le gymnase :**

Les besoins d'ECS des vestiaires du gymnase seront assurés par une installation indépendante, afin d'éviter un bouclage ECS depuis la chaufferie :

- De petits ballons de production instantanée électriques seront prévus dans les vestiaires des professeurs ;
- Production instantanée par chaudière gaz pour les douches élèves permettant de répondre à la forte intermittence (voire la non utilisation caractérisant les besoins d'ECS d'un gymnase de collège).

#### **Pour les logements de fonction :**

Chacun des quatre logements de fonction sera équipé de son propre chauffe-eau solaire alimenté par au minimum 2m<sup>2</sup> de panneaux en toiture, toujours dans un souci d'utilisation des énergies renouvelables.

Le chauffage sera effectué par un réseau d'eau chaude provenant de la chaufferie et sur lequel viendront se piquer les 4 logements.

#### **La régulation, les automatismes, et la GTB :**

L'ensemble des fonctions de régulation/automatismes/sécurités seront assurées par des automates numériques programmables permettant une communication en réseau dans des protocoles standardisés, avec une GTC et supervision centralisée située dans un local technique dédié, au RDC du collège.

Les objectifs de la GTB seront :

- d'assurer un pilotage de l'installation en totale adéquation avec la demande énergétique du bâti (gestion de programmes horaires, fonctions de régulation de type Proportionnel-Intégral pour distribution/émission de l'énergie, ...) ;
- d'alerter le plus rapidement possible les utilisateurs du collège de tout défaut ou anomalie technique, susceptible d'engendrer une dégradation des conditions de confort (thermique, visuel, ...) ou des performances visées ;
- suivi des consommations énergétiques et d'eau du bâtiment par comptages en nombre suffisant et judicieusement repartis.

#### **L'affichage ludique des consommations d'énergie, d'eau et de la production solaire thermique (et possibilité photovoltaïques) :**

Afin de sensibiliser les élèves aux économies d'énergie, nous proposons d'installer au sein du collège un écran d'affichage des consommations énergétiques et d'eau, de la consommation de bois, de gaz, de la production photovoltaïque et des rejets en CO<sub>2</sub> du bâtiment. Cette interface d'affichage sera reliée à la GTB. Il pourra être installé dans la partie regroupant les locaux communs afin d'être visible par tous les élèves.

Ce tableau d'affichage pourra servir d'outils pédagogiques en permettant aux élèves de prendre conscience de leur empreinte écologique.

## **6.2 LA PERMEABILITE A L'AIR**

Les modes constructifs proposés sont garants d'une bonne gestion des ponts thermiques, de l'étanchéité à l'air, et d'une bonne inertie pour le confort d'été notamment.

En application de la norme NF EN 13829 traitant de la performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments. La présente opération sera suivie et encadrée, de la prescription à la livraison à travers les pièces écrites générales et spécifiques à chaque lot.

L'opération est traitée thermiquement en 4 zones :

- Enseignement RT2012 avec une perméabilité en objectif  $\leq$  à 1,7 réglementaire (il est largement envisageable de faire mieux avec les parois béton prévues)
- Administration RT2012 avec une perméabilité  $\leq$  à 1,7 réglementaire
- Salle polyvalente RT2012 avec une perméabilité  $\leq$  à 0,6 pour 1,7 réglementaire
- Restauration demi-pension RT2012 avec une perméabilité  $\leq$  à 1,7 réglementaire
- Gymnase RT2012 avec une perméabilité en objectif  $\leq$  à 1 pour 3 réglementaire
- Logements RT2012 ; y compris logement gardien dans le bâtiment collège, avec une perméabilité  $\leq$  à 0,6

Pour l'étanchéité des réseaux, l'objectif recherché sera d'avoir moins de 5% de perte ; soit des réseaux de classe A meilleur que le réglementaire avec 12.5% de perte.

La maîtrise d'œuvre s'appuiera sur des carnets de détails prévoyant les dispositions constructives pour traiter la perméabilité à l'air.

Des mémentos de conception et de mise en œuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises ont été rédigés en ce sens. Le projet a été initié et coordonné par le CETE de Lyon et soutenu par l'ADEME et le MEDDTL. Ces carnets de détails décrivent le traitement de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe (liaisons périphériques, menuiseries extérieures, traversées d'ouvrages, trappes d'accès, équipements électriques, etc.) et des réseaux pour différents principes constructifs (ITI, ITE, ITR, MOB).

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments sera abordée dans chaque phase du projet :

**en phase conception :**

- en limitant le nombre de pénétrations de l'enveloppe
- en limitant la longueur des conduits : les CTA installées par zone de traitement
- par la production de détails du traitement à chaque phase du projet (PRO / DCE) du traitement de toutes les liaisons sensibles

**en phase PRO et DCE :**

- en détaillant le traitement des liaisons sensibles pour chaque lot
- en établissant un carnet de détails (échelle 1:5 à 1:20) détails type comme ceux des memento du CETE mais aussi des détails spécifiques au projet
- en précisant dans le cahier des prescriptions communes et dans chaque lot l'exigence d'étanchéité et les conditions de mise en œuvre
- en précisant les modalités de contrôle en cours de chantier et à la réception pour chaque lot

**en phase réalisation :**

pour l'enveloppe,

- en sélectionnant des entreprises qualifiées
- en établissant un planning d'exécution et de contrôle
- en sensibilisant les entreprises (carnet de sensibilisation, réunions spécifiques avec équipes de mise en œuvre, ...)
- en effectuant des contrôles en cours de chantier.

au hors d'eau et hors d'air, aux endroits où l'on est susceptible de trouver des fuites :

- les liaisons : liaison mur / dalle sur terre-plein, liaison mur / dalle ou plancher en partie courante,
- les seuils de portes extérieures, de portes-fenêtres, les liaisons mur / fenêtre au niveau du linteau, ...
- les menuiseries extérieures
- les équipements électriques : interrupteurs sur paroi extérieure, prises de courant sur paroi extérieure, ...
- les trappes, les éléments et les conduits traversant les parois

avec, suivant les zones contrôlées, les outils les plus adéquates :

- la main
- l'anémomètre
- le fumigène
- la poire à fumée
- la caméra infra-rouge

en proposant des corrections si nécessaires.

pour l'étanchéité des réseaux aérauliques :

- en soignant particulièrement l'étanchéité au niveau du raccordement des bouches. Cette liaison est une source récurrente de fuite tant au niveau du conduit que du bâti.
- en vérifiant que les jonctions (tés, collecteurs d'étages, etc.) prescrites étanches préfabriquées en usine sont bien mis en œuvre. (utilisation de « piquages express » interdite)
- en vérifiant le traitement des jonctions et liaisons entre conduits. L'installation d'accessoires à joints étant prescrite. Ces produits avec joints intégrés permettent d'obtenir une excellente étanchéité des conduits entre eux, et de diminuer le temps d'installation et les risques de coupures. A défaut, l'étanchéité entre conduits sera assurée par une pose soignée de mastic et/ou de bandes adhésives appropriées.
- en vérifiant au droit des liaisons entre conduits verticaux et horizontaux notamment la bonne mise en œuvre de conduits de liaison rigides entre les colonnes verticales et les bouches.
- en surveillant les traversées de plancher. Le joint de traversée de dalle permettant à la fois de réaliser l'étanchéité à l'air entre étage (et à l'eau en terrasse) et de limiter le bruit généré et transmis.
- en s'assurant de la bonne tenue mécanique du réseau. Les conduits devront être assemblés entre eux de préférence avec rivets et à défaut par vis auto foreuses jamais placées à moins de 1 m des bouches

et trappes de visite afin de limiter les risques de blessures lors des opérations de maintenance. Les conduits sont fixés à la structure par des supports insonorisés placés tous les 2 mètres en terrasse

- en surveillant au raccordement des ventilateurs la bonne fixation assurant l'étanchéité des manchettes souples de raccordement entre le ventilateur et le réseau horizontal.
- en veillant à la qualité du transport et du stockage des éléments du réseau.
- en contrôlant l'étanchéité en tête et en pied de colonne

en phase pré réception :

pour l'étanchéité de l'enveloppe

- en s'assurant de l'atteinte des objectifs prescrits
- par un contrôle selon le guide d'application de la norme NF EN 13829:2001 édité spécialement par AFNOR : avec un zonage à définir et un matériel adapté au volume à traiter du type Blower Door®, utilisé pour des bâtiments dont le volume n'excède pas 4.000 m<sup>3</sup> pour n50 < 2 vol/h jusqu'au type Banc Grand Volume (BGV) utilisé pour des bâtiments de volume allant jusqu'à 30.000 m<sup>3</sup> pour n50 < 2 vol/h. Quel que soit le matériel utilisé pour effectuer les essais (Perméascope®, Blower Door® ou Banc Grand Volume), le principe général de mesure restera le même. Le protocole de mesure de la perméabilité à l'air des bâtiments ou des zones de bâtiment par porte soufflante se composera de cinq étapes principales :
  - o 1. obturation des orifices ;
  - o 2. mise en place de la fausse porte ;
  - o 3. mise en place du dispositif de mesure ;
  - o 4. visualisation des points de fuite ; et enfin
  - o 5. mesure du débit de fuite pour 5 à 10 paliers de pression.

Mesure de l'étanchéité à l'air prévue par la norme NF EN 13829 (février 2001) et le GA P50-784 (février 2010)

et propositions des corrections si nécessaires.

en s'assurant de la fourniture des documents DOE et DIUO

pour l'étanchéité des réseaux :

pour valider la bonne mise en œuvre des réseaux aérauliques, des essais et mesures aérauliques seront faites. Le principe du test d'étanchéité sur un système de ventilation sera identique à celui du test sur l'enveloppe : pressurisation artificielle du réseau testé avec obturation préalable de tous les orifices volontaires. Les débits de fuite mesurés pour une série de différences de pressions permettront de caractériser l'étanchéité du réseau et de la classer selon la norme EN 12 237.

## 6.3 UNE EVALUATION DES CONSOMMATIONS (CEP)

Pour le collège (enseignement + administration + salle polyvalente + restauration + logement gardien) :

Les consommations RT du bâtiment collège sont répertoriées ci-dessous :

POSTE DE CONSOMMATION	CONSOMMATIONS EN ENERGIE PRIMAIRE PAR m <sup>2</sup> /an
Chauffage	15.0 kWhep/m <sup>2</sup> /an
ECS	1.1 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Ventilation	6.6 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Eclairage	13.1 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Auxiliaires	0.2 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>TOTAL</b>	<b>36.0 kWhep/m<sup>2</sup>/an</b>
CEP REF	44 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>Gain par rapport à l'objectif</b>	<b>18.2 %</b>

Pour le Gymnase (grande salle + salles d'activités + vestiaires) :

Les consommations RT du bâtiment Gymnase sont répertoriées ci-dessous :

POSTE DE CONSOMMATION	CONSOMMATIONS EN ENERGIE PRIMAIRE PAR m <sup>2</sup> /an
-----------------------	--

Chauffage	10.2 kWhep/m <sup>2</sup> /an
ECS	1.0 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Ventilation	8.3 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Eclairage	12.1 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Auxiliaires	0.3 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>TOTAL</b>	<b>31.9 kWhep/m<sup>2</sup>/an</b>
CEP REF	39.1 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>Gain par rapport à l'objectif</b>	<b>18.4 %</b>

**Pour les Logements de fonction :**

Les consommations RT des logements de fonctions sont répertoriées ci-dessous :

POSTE DE CONSOMMATION	CONSOMMATIONS EN ENERGIE PRIMAIRE PAR m <sup>2</sup> /an
Chauffage	35.8 kWhep/m <sup>2</sup> /an
ECS	14 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Ventilation	1.8 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Eclairage	0.8 kWhep/m <sup>2</sup> /an
Auxiliaires	0.0 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>TOTAL</b>	<b>56.8 kWhep/m<sup>2</sup>/an</b>
CEP REF	57.5 kWhep/m <sup>2</sup> /an
<b>Gain par rapport à l'objectif</b>	<b>1.2 %</b>

⇒ *Voir étude thermique réglementaire RT2012 d'octobre 2017.*

## 7 LA GESTION DE L'EAU

### 7.1 LA GESTION DE L'EAU POTABLE

La maîtrise des consommations d'eau potable s'articule autour de 3 axes principaux :

- les principes et équipements mis en œuvre pour réduire la consommation d'eau potable venant du réseau,
- l'utilisation de l'eau gratuite issue de la récupération des eaux météorites au niveau des toitures terrasses inaccessibles,
- la sensibilisation des utilisateurs.

#### 7.1.1 LES PRINCIPES ET LES EQUIPEMENTS DES INSTALLATIONS

Sur ce premier axe de réflexion sur les solutions permettant la réduction des consommations d'eau potable, nous veillerons à préconiser et à mettre en œuvre :

- des systèmes d'économiseur d'eau sur les points de puisage, tels que limiteurs de débit et mousseurs hydro-économiques,
- des systèmes de chasse d'eau économique à 2 débits, de type 2/4 litres, pour l'ensemble des WC,
- des systèmes de robinets temporisés pour les lavabos des sanitaires élèves,
- des équipements, notamment en cuisine, les plus économiques dans la gamme de matériel.

Au-delà de ces équipements terminaux, la conception de la distribution d'eau potable dans les bâtiments permettra :

- d'une part de maîtriser les pressions aux différents points de puisage, au besoin à l'aide de réducteurs de pression,
- d'autre part de permettre le sous-comptage par zone (notamment sanitaires, cuisine, gymnase, logements, arrosage) afin de pouvoir détecter toute fuite sur le réseau par différentiel de comptage.

Enfin, une attention particulière sera portée à la limitation des consommations d'arrosage des espaces verts par la mise en œuvre de plantations adaptées à la région et nécessitant peu d'eau, ainsi que par des systèmes d'arrosage à faible consommation (goutte à goutte, tuyères à faible débit, arrosage racinaire).

A ce titre également, les toitures végétalisées du projet seront réalisées à partir d'un procédé de bacs pré-cultivés avec réserves d'eau intégrée, limitant ainsi les besoins en arrosage.

#### L'alimentation en eau froide

Les bâtiments du collège seront alimentés en eau par le réseau public (point de raccordement à définir).

Le raccordement s'effectuera dans un local réservé à cet usage et comportera également les principaux équipements de protection et fonctionnement (disconnecteurs, filtres).

La distribution d'eau froide sera réalisée en distinguant les usages suivants :

- usage sanitaire (alimentation en eau potable des blocs sanitaires et en ECS) ;
- usage technique (traitement d'eau avant remplissage des réseaux CVC) ;
- usage pour l'arrosage du collège ;
- usage pour l'alimentation des WC et urinoir des sanitaires du gymnase et des sanitaires généraux (en appoint du système de récupération des Eaux Pluviales) ;
- cuisine.

#### Le traitement de l'eau :

Un traitement d'eau est à prévoir pour :

- adoucisseur pour ECS et eau de remplissage réseau chauffage ;
- adoucisseur pour alimentation équipements de cuisine ;
- traitement filmogène (anticorrosion) pour réseau chauffage.
- un traitement UV au départ du réseau de distribution ECS pour palier tout problème de légionnelle.

Les panoplies de traitement d'eau seront implantées dans le local technique Eau.

#### L'évacuation et le traitement des effluents :

Les réseaux d'évacuation concernent :

- eaux pluviales ;



- eaux usées / eaux vannes des appareils sanitaires y compris séparateurs à graisse pour les évacuations cuisines

Les points de raccordement au réseau d'assainissement seront coordonnés avec les services concédés et l'éventuel aménageur.

### 7.1.2 LA RECUPERATION ET L'UTILISATION DE L'EAU DE PLUIE

Le deuxième axe de réflexion porte sur la limitation de la consommation d'eau potable en provenance du réseau, donc sur l'utilisation de l'eau gratuite issue de la récupération des eaux météorites. Cette récupération se fera au niveau des toitures terrasses inaccessibles :

- du bâtiment enseignement, par une cuve étanchée de grande contenance implantée en parking, pour alimentation des chasses d'eau des WC collectifs,
- du bâtiment gymnase, par une cuve enterrée, pour alimentation des chasses d'eau des WC des vestiaires, et pour arrosage des espaces verts situés sur zone vestiaire,
- des bâtiments logements par une cuve hors sol implantée en séparatif des jardins privatifs (intégrée au muret), pour un usage privatif à des fins d'arrosage.

Les systèmes de récupération des eaux pluviales seront conformes à l'arrêté du 21 août 2008, équipés d'une filtration en amont de la cuve, les parois des cuves étant inertes vis-à-vis des eaux pluviales (cuve maçonnée avec cuvelage, cuves en PEHD ou autre).

Les cuves du bâtiment enseignement et du bâtiment gymnase seront équipées d'un système de pompes de surpression permettant l'alimentation du réseau, ainsi qu'un système de réalimentation depuis le réseau d'eau de ville, assurant une déconnection complète avec l'eau de pluie de la cuve, en cas de manque d'eau dans la cuve. Les cuves des jardins des logements seront quant à elles équipées d'un point de puisage gravitaire.

Les réseaux de distribution issus de ces dispositifs de récupération, ainsi que les points de puisage, seront clairement identifiés.

L'installation de récupération d'EP sera composée des éléments suivants :

- système de filtration en amont de la cuve de stockage ;
- Bassin de décantation ;
- Cuve de stockage en béton étanché (zone parking) avec dispositif « anti remous », surpresseur, compteurs, vannes de vidange...

Au stade actuel, le volume du bassin est évalué comme suit :

- nombre d'élèves (600 élèves + 64 élèves SEGPA) : 664
- fréquence moyenne estimée par jour des sanitaires généraux et/ou du gymnase : 1,5 fois / élève
- volume par chasse : 2,5 litres
- nombre de jours d'occupation maximum par mois : 21 jours
- besoin par mois maximum : 52 m<sup>3</sup>
- surface de récupération des EP retenue : 900 m<sup>2</sup>
- précipitation par mois en mm maximum (octobre) : 99 mm
- volume d'eau récupéré par mois maximum : 89 m<sup>3</sup>
- précipitation par mois en mm minimum (juin) : 37 mm
- volume d'eau récupéré par mois minimum : 33 m<sup>3</sup>, soit un écart maximum par rapport au besoin mensuel de - 19 m<sup>3</sup>

Le volume tampon utile est calculé sur le mois le plus important en précipitation avec une capacité supplémentaire de stockage absorbant l'écart maximum constaté par rapport aux besoins : soit 89 + 19 = 108 m<sup>3</sup>.

Pour une surface de cuve de 60 m<sup>2</sup> et en intégrant 1 m de garde de fond pour les boues et 0,5 m de garde de niveau haut pour le trop plein, la hauteur totale de la cuve sera de 3,3 m.

### 7.1.3 LA SENSIBILISATION DES UTILISATEURS

Il est bien évident que tout système mis en œuvre ne peut avoir de réelle efficacité sans un engagement volontaire de l'utilisateur dans une démarche citoyenne. En conséquence, et en complément de ces dispositifs, une information et une sensibilisation des utilisateurs sera également faite, pour une utilisation correcte et rationnelle des équipements.

A cet effet, des panneaux informatifs seront positionnés dans les lieux de forte consommation d'eau, à savoir les sanitaires et la cuisine. Ces panneaux sensibiliseront sur le coût des surconsommations d'eau et

sur les moyens volontaires pour limiter ces consommations ainsi que sur les moyens mis en œuvre dans le projet dans cet objectif.

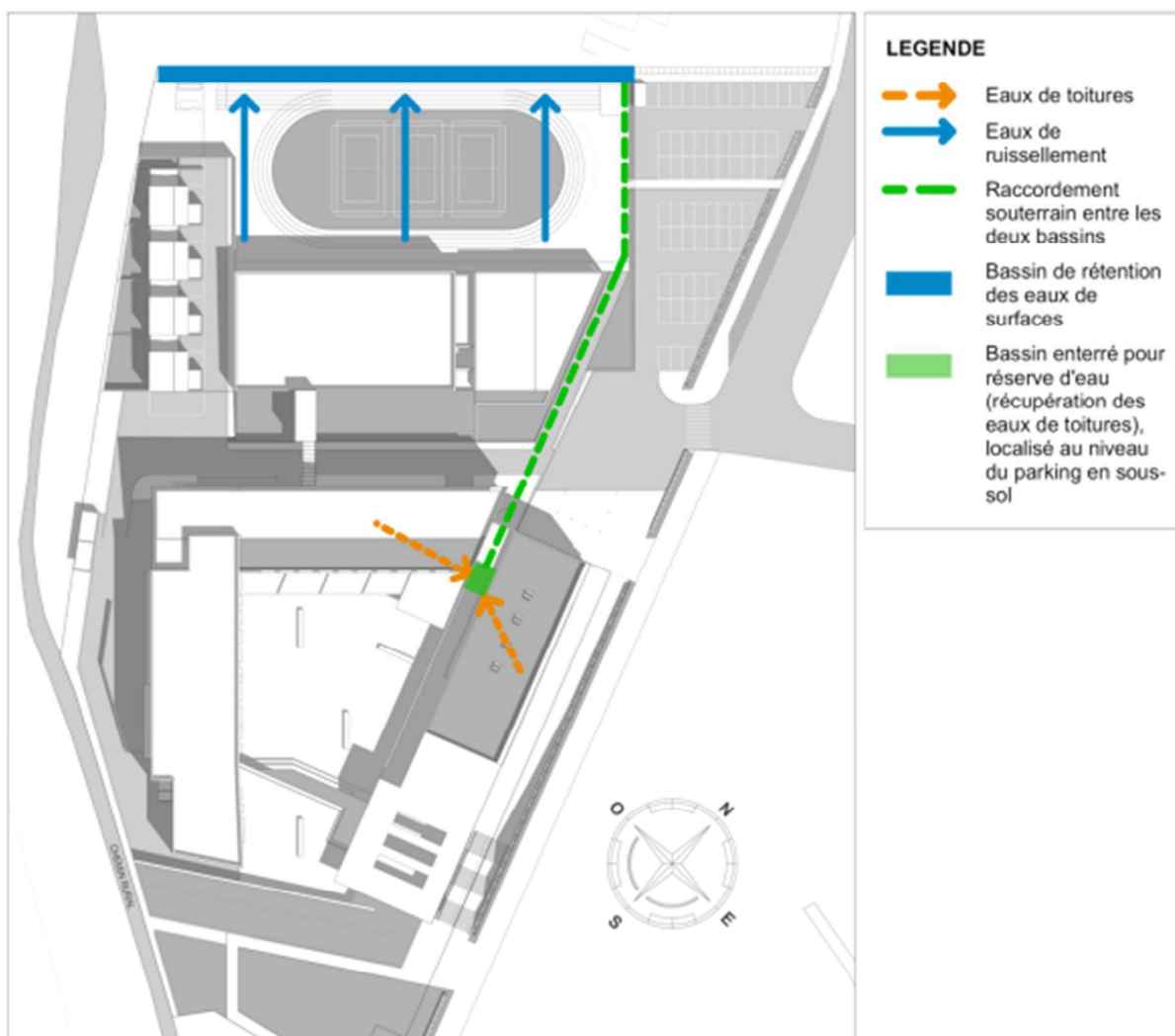
## 7.2 LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

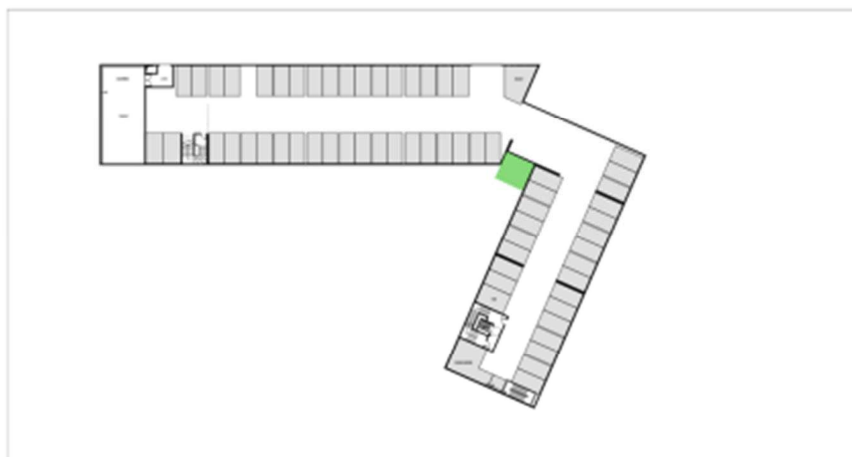
La gestion des eaux pluviales s'articule autour de la rétention pour limiter les rejets dans le réseau communal.

### 7.2.1 LE REPERAGE DES ECOULEMENT ET DES EXUTOIRES

La topographie générale du site et les réseaux existants engendrent un écoulement naturel des eaux de ruissellement vers le Nord.

L'exutoire des réseaux existants et projetés par l'aménageur se situe, quant à lui, au Nord-Est du terrain, au droit de l'accès à la parcelle.





PARKING (niv 75.00)

## 7.2.2 L'EVALUATION DES SURFACES ACTIVES ET LE CALCUL DU COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION

### Etat existant :

Le terrain d'assiette du projet est situé à MARTIGUES sur la zone recevant le projet du collège Marcel Pagnol délocalisé.

Le terrain a une surface de 18.904 m<sup>2</sup> (1,890 ha) présentant une pente générale de 7.75 % orientée Nord-Sud.

Dans son état existant avant les travaux envisagés, le sol est végétalisé hors une ruine située en partie haute de la parcelle

La parcelle est desservie aujourd'hui par le Sud de la zone et le sera à mi-hauteur par l'Est par l'aménagement des abords.

Le raccordement des réseaux et voiries se fera depuis les aménagements primaires ou secondaires, en limites de parcelles, prévus et réalisés dans le cadre des travaux de la commune.

PROJET	Surface	Coefficient d'apport	Surface active
Constructions / toitures	6 406	0,9	5 765
Voiries / stationnement	2 330	0,9	2 097
Piétonniers / cheminements /plateau sportif	6810	0,6	4086
Espaces verts	835	0,15	125
		-	
<b>TOTAL</b>	<b>16 381</b>		<b>12 074</b>

$$Cm = Sa / S = 12\ 074\ m^2 / 16\ 381\ m^2 = 0.74$$

Ce coefficient d'imperméabilisation sera précisé en coordination avec les études complémentaires de sol permettant de gérer au plus près le degrés d'imperméabilisation de ces derniers et des possibilités d'utilisation de revêtements drainant suivant le type de surface.

Dans le respect du PLU, exigeant 1 000 m<sup>3</sup> de rétention par hectare imperméabilisé, le volume de rétention sera donc de 1 200 m<sup>3</sup>.

Nota : Au vu de la sensibilité des terrains à l'eau, tous les pieds de bâtiments reçoivent un revêtement étanche écartant les EP des fondations, tous les murs enterrés reçoivent un traitement de drainage avec une collecte en pieds évacuée en gravitaire, toutes les EP des toitures et surfaces étanchées sont collectées, les bâtiments sont sur VS ventilés et galerie technique, le plateau sportif, les cours et les voiries sont conçues conformément aux rapport de sol avec un traitement spécifique d'assise pour pallier cette particularité des sols sensibles à l'hygrométrie. Un soin particulier essentiellement sous forme de noues

---

paysagères sera pris en coordination avec l'aménageur pour écarter les eaux de ruissellement en provenance des terrains amont au projet.

## 8 LA GESTION DES DECHETS

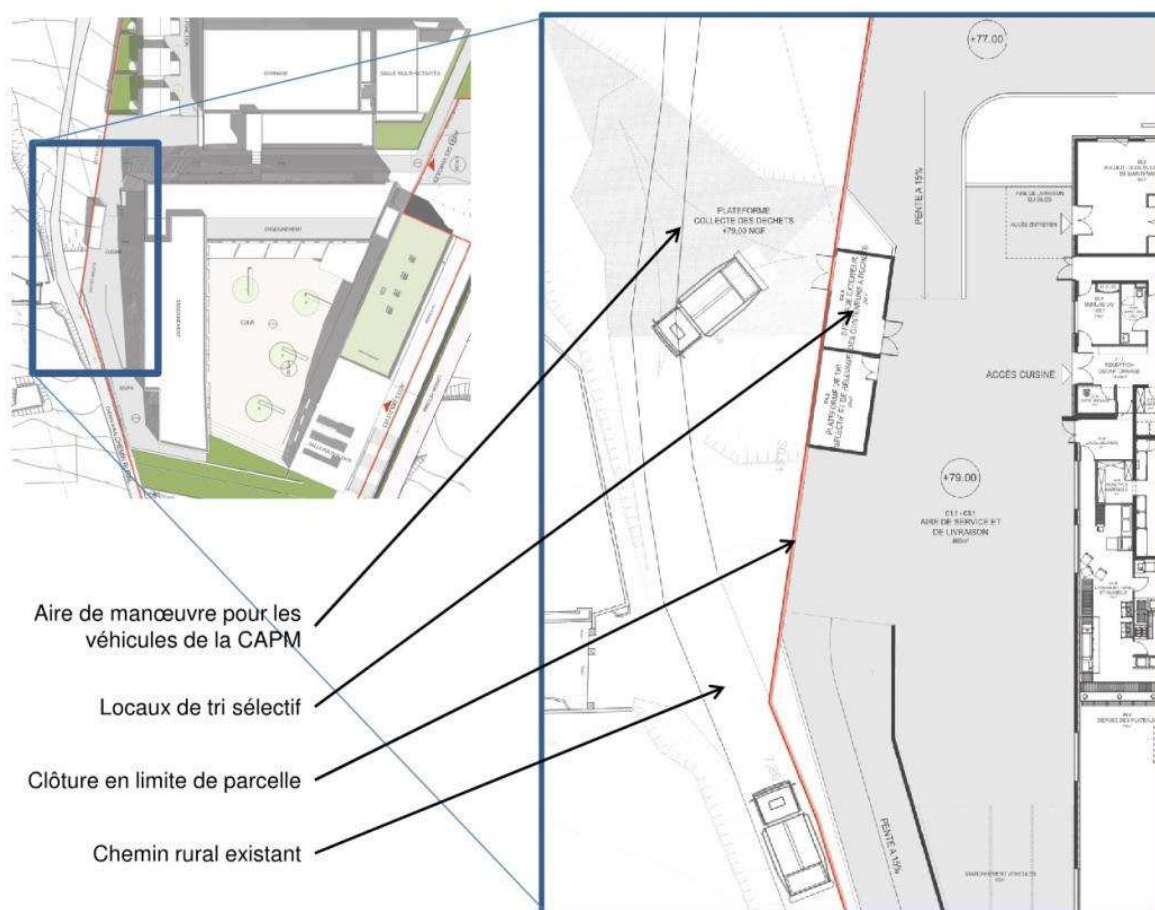
Plusieurs types de déchets sont à gérer au sein de la future enceinte du collège :

- les déchets d'activités scolaires et administratives
- les déchets de maintenance des locaux
- les déchets d'activités de la cuisine
- les déchets directement recyclables sur site pour créer du compost naturel
- les déchets des habitants des logements de fonction et du gardien

### 8.1 POUR LES DECHETS D'ACTIVITES SCOLAIRES ET ADMINISTRATIVES

Des aires spécifiques dans les classes, les circulations intérieures, et la cour seront réservées à la mise en place d'équipements pour la collecte et le tri des déchets produits par les élèves et les utilisateurs et leur permettre d'être sensibilisés aux enjeux environnementaux de cette gestion.

Cette action de collecte et de tri doit être volontaire pour être pédagogique ; une organisation par classe, avec notamment un bac spécifique pour le papier, sera à mener pour responsabiliser les élèves, mais aussi les utilisateurs adultes, et les rendre pleinement acteurs dans cette démarche collective.



#### *Détail d'accès pour les locaux déchets par les véhicules de la CAPM*

Le local containers de tri sélectif est situé dans la cour de service Ouest, accessible depuis l'extérieur par les différents camions de collecte de la CAPM à partir du chemin rural avec une aire de manœuvre aménagée en façade Ouest de ce local, sans rentrer dans l'emprise de la parcelle et restant à l'extérieur de la clôture. Cette porte extérieure sera contrôlée et seuls le personnel de la CAPM pourra l'ouvrir (serrure à digicode).

Il est dimensionné pour accueillir les différents containers de 660 litres de tri tri-flux adaptés à l'activité du collège en concertation avec la Communauté d'Agglomération du Pays de Martigues (CAPM) pour le quartier ; 3 types de containers sont collectés en plus des containers marrons pour déchets ménagers : bac jaune pour les emballages, bac bleu spécifique pour le collège pour le papier, et bac vert pour le verre.

De plus des points d'apports volontaires (verre, emballages, etc.) seront mis à disposition par la Communauté d'Agglomération du Pays de Martigues sur le parvis pour sensibiliser les élèves et leurs accompagnateurs et les rendre acteurs chaque jour.

En complément, dans un local désigné et surveillé (le CDI éventuellement), des points de collecte spécifiques pourront être organisés en lien avec des organismes de collecte ou des associations : récupération des piles usagées, collecte des bouchons plastiques, collecte des vieilles lunettes, etc.

Un relevé sur un affichage dans le hall d'entrée est donné aux utilisateurs du bâtiment pour informer et prendre conscience de la production de déchets engendrés par l'activité du collège et avec ses sources de recyclage.

Le choix des consommables et des matériels, et le choix des méthodologies dans l'activité du collège seront fait pour limiter à la source les éléments producteurs de déchets et d'emballages inutiles. Des produits ménagers par exemple avec des emballages réduits ou à re-remplir (refill) seront préférés aux produits avec emballages marketing avec verseur.

## 8.2 POUR LES DECHETS DE MAINTENANCE DES LOCAUX

Dans le cadre technique, l'ensemble des matériels qui seront mis en œuvre seront systématiquement recensés par fiches de matériaux qui les composent.

Ceci afin de donner les méthodologies à chaque matériau pour leur classement et leur rejet.

De cette façon, que ce soit les huiles de groupe froid ou que ce soit les courroies de ventilateurs qui seront changées, chaque produit aura la méthode de retraitement. Ces produits ne devant pas quitter le Collège en étant embarqués par les Sociétés d'interventions extérieures mais seront directement déposés dans une zone de tri spécifique déchets scolaires afin d'être ramassés régulièrement par une Société extérieure ou ramené par le factotum dans une des 3 déchèteries de la Communauté d'Agglomération du Pays de Martigues (CAPM) : La Couronne, Croix Sainte, ou Lavéra.

Il en sera de même pour le reste des installations telles que les tubes d'éclairage fluorescents et autres produits susceptibles d'être manipulés par les factotum qui auront donc à leur disposition ces livrets explicatifs leur permettant de gérer au mieux ces déchets.

Des livrets plus spécifiques seront dressés suivant les zones d'activités, telles que les salles de technologie et de sciences, produits chimiques et autres potentiels polluants qui seraient utilisés dans ces locaux ainsi que, par exemple, tout ce qui est cartouche d'encre et papier pour exemple, dans les zones administration.

## 8.3 POUR LE RECYCLAGE SUR SITE

De la création de compost pourra se faire à partir du tri par les élèves des déchets organiques de la cuisine au droit du retour des plateaux (ainsi que ceux de la cuisine de la SEGPA) et d'une partie des papiers et cartons issues du tri des classes et de l'administration.

Ce compost pourra être réutilisable directement par les jardiniers des espaces verts ou les habitants des logements de fonction et les sensibilisera à l'utilisation d'engrais naturels.

Pour une efficacité plus rapide, l'utilisation de lombri-compost permettra la récupération de compost 2 mois après le démarrage.

Une aire spécifique à l'abri du soleil et proche des cuisines du réfectoire et de la SEGPA « restauration », ainsi que des aires de tri seront aménagées à cet effet en limite Ouest de la parcelle.

La mise en place d'un poulailler avec quelques poules crée une activité pédagogique au sein du collège et entraîne une filière de valorisation des déchets organiques de la cuisine principale ou de la cuisine de la SEGPA, et notamment les restes de pains non utilisés. Une relation avec un organisme extérieur type ferme pédagogique à proximité permet la pérennité de cette installation, notamment pour gérer les animaux pendant les périodes de congés scolaires si les résidents des logements de fonction ne souhaitent pas s'en occuper.

## 8.4 L'IDENTIFICATION ET LE TRAITEMENT DES DECHETS GENERES PAR LES ACTIVITES DES DIFFERENTES ENTITES DU COLLEGE

Nature des déchets	Origines	Traitements
Déchets alimentaires	Restauration scolaire (retour plateaux) ⇒ organisation du tri au niveau des élèves (retour plateaux) SEGPA « restauration » Logements de fonction	Tri des éléments dégradables vers aire de compostage (sauf éléments carnés) ou poulailler  Tri sélectif pour le reste : ménager ou recyclable vers containers appropriés du service de collecte de la communauté de communes CAPM
Déchets verts	Entretiens espaces verts du collège  Jardins des logements de fonction	Aire de compostage ou Déchetterie
Papiers	Administration Salles d'enseignement Enseignants & élèves : ⇒ organisation de la collecte au niveau des utilisateurs avec une poubelle spécifique dans chaque local Logements de fonction	Aire de compostage,  Surplus vers bac spécifique de tri sélectif papier du service de collecte de la communauté de communes CAPM
Emballages courants : carton, métal (acier, aluminium, ...), plastiques	Administration Salles d'enseignement Enseignants & élèves : ⇒ organisation de la collecte au niveau des utilisateurs avec une 2 <sup>e</sup> poubelle spécifique dans chaque local ⇒ interdire le rejet de déchets ménagers (papiers gras, reste de produits alimentaires, etc.) mais prévoir des poubelles spécifiques dans les circulations par niveau Logements de fonction	Tri sélectif vers containers appropriés du service de collecte de la communauté de communes : emballages, métal, etc.  Cartons inertes vers aire de compostage  Point de collecte des canettes aluminium dans cour ou hall
Emballages alimentaires : carton, métal (boîte de conserve, aluminium, ...), plastique, verre	Cuisine de la restauration  Cuisine de la SEGPA « restauration »  Logements de fonction	Tri sélectif vers containers appropriés du service de collecte de la communauté de communes : emballages, métal, verre, etc.  Cartons inertes vers aire de compostage
Déchets dangereux et particuliers	Infirmierie  Salles de technologie, laboratoires SVT et physiques (produits dangereux, dissection, ...)  Sanitaires (hygiène féminine, ...)	Collecte spécifique dans chaque local et évacuation appropriée par entreprises de services

Encombrants	Mobilier cassé (bureau, chaises, ...)	Collecte par factotum et remise en déchetterie appropriée ou Collecte tous les 2 mois des déchets volumineux par CAPM
Equipements électroniques soumis à l'éco-taxe	Matériel informatique (ordinateurs, imprimantes, etc.) Matériel électronique Consommables (piles, cartouches, etc.)	Collecte par factotum et remise en déchetterie appropriée ou points de collectes
Luminaire	Ampoules, néons, etc.	Collecte par factotum et remise en déchetterie appropriée ou points de collectes ECOLUM
Grosse maintenance	Réparation ou remplacement d'équipement technique, de revêtement, d'appareils sanitaires, de conduites, de réseaux, de baies, etc.	Récupération par entreprise intervenante et remise en déchetterie appropriée avec suivi
Gravats et déblais	Déblais et gravats issus de travaux dans le collège	Collecte par factotum et remise en déchetterie appropriée ou Récupération par entreprise intervenante et remise en déchetterie appropriée avec suivi
Déchets ménagers	Logements de fonction ⇒ organisation du tri au niveau de chaque logement avec poubelles spécifiques	Tri sélectif dans le logement puis vers les containers appropriés : emballages, métal, verre, déchets ménager suivant rythme de collecte mis en place par le service de collecte de la Communauté d'Agglomération du Pays de Martigues (CAPM) Produits dégradables vers aire de compostage individuelle.



## 8.5 LA GESTION DES DECHETS INSCRITE DANS UNE DEMARCHE PLUS LARGE DU COLLEGE

Une bonne implication tant des élèves que des personnels encadrant permettent de valoriser les initiatives du collège qui peut s'inscrire dans le cadre de la LABELISATION E.3.D. (Établissement en Démarche de Développement Durable).

Cette labélisation est mise en place depuis 2015 par l'Académie d'Aix-Marseille pour le développement d'une démarche volontariste, en 3 niveaux, au sein d'un établissement scolaire mettant en œuvre les 3 piliers et le principe d'action du développement durable. L'éducation au développement durable (EDD) promue par le Ministère permet aux collégiens d'appréhender le monde contemporain dans sa complexité, en prenant en compte les interactions existant entre l'environnement, la société, l'économie et la culture. Cette démarche peut s'inscrire dans le cadre des EPI instaurés au collège depuis la dernière réforme.



Le lycée Paul LANGEVIN à Martigues est labélisé E.3.D. depuis 2016, niveau 2.

Certaines propositions allant au-delà des exigences réglementaires de gestion des déchets soumises à tout établissement scolaire, une concertation avec les futurs usagers au niveau de leurs pratiques actuelles dans le collège existant sera menée pour être sûr que ces équipements complémentaires seront exploités à bon escient.

## 9 LA GESTION DES RISQUES

### 9.1 LES RISQUES CLIMATIQUES

#### 9.1.1 LES ACTIONS NATURELLES

Les hypothèses à prendre en compte pour les calculs sont les suivantes :

Commune : Martigues,

Canton : Martigues.

#### Implantation :

Projet situé à proximité du Bd des Rayettes (RD50C), Quartier Rayette / St Macaire, à Martigues (13).

Distance à la mer : 1950m de l'Etang de Berre (étang de Bagès Sigean), 1850m du Canal de Martigues et 5km de la Mer Méditerranée (Golfe de Fos).

Altitude :  $h = 79.00$  NGF au niveau RdC du parvis ( $h < 200m$ )

Hauteur du plancher le plus élevé :  $8.00m$  (R+2) =  $87.00$  NGF

Hauteur du bâtiment au faîtage :  $91.00$  NGF sur acrotère,  $H = 12.00m \leq 18m$

#### Actions climatiques et sismique :

Action du Climat (selon RT 2012) :

- zone climatique : **Zone H3** (BdR),

Action de la Neige S (selon Eurocode 1 partie 1.3) :

- zone de neige : **Région A2** (BdR),
- charge de neige sur le sol  $S_k = 0.45kN/m^2$ , et charge exceptionnelle  $S_{ad} = 1.00kN/m^2$
- charge normale  $p_{n0} = 35daN/m^2$ , charge extrême  $p'_{n0} = 60daN/m^2$ , et charge accidentelle  $p_A = 80daN/m^2$

Action du vent W (selon Eurocode 1 partie 1.4) :

- zone de vent : **Zone 3** (BdR),
- vitesse de référence  $v_{b,0} = 26m/s$  et pression dynamique de référence  $q_b = 41.31daN/m^2$
- rugosité : **catégorie de terrain III** (zone forêt péri-urbaine)
- site exposé

Zone climatique et situation (concomitance vent pluie selon DTU 40.21) :

- Zone climatique : **1** (côte méditerranéenne)
- situation exposé

Actions sismiques :

- Zone de sismicité : **3** (Martigues) - risque aléas modéré
- Bâtiment est de catégorie d'importance III (ERP).

Aléas argiles (selon BRGM) :

- Aléa « faible » vis-à-vis du risque de retrait - gonflement des argiles.

#### Expositions atmosphériques :

Atmosphère extérieure du site : urbaine et industrielle normale

Ambiance intérieure des locaux : à hygrométrie moyenne,  $2,5g/m^3 \leq W/n \leq 5,0g/m^3$

Risques de condensation : zone courante

#### 9.1.2 LE RISQUE SISMIQUE

La structure de notre projet est en béton et les contreventements se font essentiellement par les voiles, les joints de dilatation de 4cm mini sont repartis de façon à détacher des volumes de 25m maximum et les porte-à-faux sont limités.

### 9.1.3 LE RISQUE GEOLOGIQUE DE RETRAIT GONFLEMENT

La zone du projet étant répertoriée comme une zone faiblement à moyennement exposée aux gonflement-retraits liés au changement des taux d'humidité des argiles, les fondations seront ancrées en coordination avec le BET sol, aux profondeurs nécessaires pour s'affranchir de ce risque

### 9.1.4 LES RISQUES LIES AU TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES ET RISQUES TECHNIQUES ET INDUSTRIELS

Suivant note d'analyse su site SOL.A.I.R. refl/1333, la zone du projet étant possiblement touchée par ces deux risques :

#### Transport de matières dangereuses :

La ville de Martigues est particulièrement concernée par le risque de transport de matières dangereuses. Le collège est notamment concerné par le transport qui s'effectue via :

- Le chenal de Caronte qui se situe à moins d'un km du collège
- La RN568 qui se situe à proximité du collège
- La gare marchande de Caronte-la Gafette

En cas d'accident, des plans de secours (TMD, Plan Rouge, Plan ORSEC) déclenchés par le Préfet organisent l'articulation des secours et notamment la Cellule Mobile d'Intervention Chimique (CMIC) des sapeurs-pompiers basés à Martigues.

#### Risques technologiques / industriels :

La commune de Martigues comporte quatre zones d'activités regroupant la majorité des entreprises industrielles. Les activités industrielles sont principalement liées au secteur pétrochimique.

La commune de Martigues est concernée par 13 établissements classés ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Les principales manifestations du risque industriel sont :

- La dispersion dans l'air, l'eau ou le sol de produits dangereux avec toxicité par inhalation, ingestion ou contact
- L'explosion par mélange entre certains produits, libération brutale de gaz avec risque de traumatismes directs ou par l'onde de choc
- L'incendie par inflammation d'un produit au contact d'un autre, d'une flamme ou d'un point chaud, avec risques de brûlures et d'asphyxie

Notre projet, avec des systèmes de ventilation simple ou double flux, en cas d'alerte déclenchée par les autorités civiles, les systèmes équipés du système d'arrêt et de clapets confineront ainsi les volumes du collège hors des émanations nocives.

Une procédure sera élaborée en concertation avec les intervenants et exploitants du collège, cette procédure de regroupement et de confinement prendra en compte les procédures déjà en place pour les établissements scolaires de la commune et en conformité avec les textes et réglementations applicables,

## 9.2 LE RISQUE D'INCENDIE ET DE PANIQUE

Voir document 1.3 NOTICE DE SECURITE INCENDIE.

## 9.3 LE RISQUE D'INTRUSION

Voir document 1.5 NOTICE E.S.S.P.

## 9.4 LE RISQUE ELECTROMAGNETIQUE

L'inquiétude que génèrent les champs électromagnétiques, principalement dus aux progrès de la vie moderne et à tous les appareils qui ont peu à peu envahi nos environnements quotidiens. Outre les micro-ondes, les tubes cathodiques des téléviseurs et les ordinateurs, le WI-FI, les téléphones portables et les plaques à induction produisent ce type de pollution.

### 9.4.1.1 LES CHAMPS ELECTRIQUES ET LES CHAMPS DE FORCE

A l'extérieur, l'ensemble du projet est conçu à distance des lignes électriques proches émettrices de champs électriques et de champs de force.

A l'intérieur, l'ensemble tableau général basse tension et produits à champs magnétiques basse fréquence 50 Hertz tels que définis généralement par les transformateurs et les armoires générales basse tension de collège, sont décalés dans des locaux où les proximités d'occupation sont rares.

Pour les cheminements de distribution des lignes d'alimentation force de courant, l'ensemble passera hors zone de présence des élèves et seules des lignes secondaires de faible puissance remonteront pour alimenter directement les classes.

L'ensemble des éclairage sera privilégié par du LED, s'il devait persister des systèmes d'éclairage à décharge, ces derniers, de manière à limiter les champs magnétiques, ne seraient pas de type Ferromagnétiques mais de type à enclenchement électronique.

Le réseau informatique, de collège sera équipé d'un réseau cuivre de catégorie 6 (câbles blindés).

Pour les écrans et les systèmes informatiques, l'ensemble des matériels installés dans le cadre du programme respectera les conformités de la réglementation sur les limites d'émission de champ magnétique suivant les notes concernant la santé publique.

#### 9.4.1.2 LE WIFI

Les champs électromagnétiques peuvent tout d'abord avoir une source naturelle. Ils peuvent être générés par l'atmosphère, par l'activité solaire ou par les courants magmatiques. Cependant le rayonnement solaire produit des ondes électromagnétiques très faibles par rapport aux différences sources artificielles.

Outre les micro-ondes, les tubes cathodiques des téléviseurs, les plaques à induction, les ordinateurs, les téléphones portables et le Wi-Fi produisent également ce type de pollution.

Au-delà de quelques mètres la contribution d'un équipement Wi-Fi devient négligeable et il est difficile de la distinguer dans le "bruit" ambiant. Elèves et enseignants se trouvent dans une situation d'exposition résiduelle au rayonnement Wi-Fi dans des conditions normales d'utilisation, à condition de respecter un certain nombre de précautions que nous mettrons en œuvre sur ce projet :

#### PRECAUTIONS ENVISAGEES :

- limitation des durées d'exposition au temps nécessaire pour les usages par désactivation de la borne à partir d'une commande manuelle dans chaque salle (à proximité du bureau professeur),
- puissance des bornes par salle adaptée à la seule salle concernée,
- positionnement des bornes à bonne distance de la tête des élèves et professeurs (de l'ordre de 3,00m), elles seront positionnées côtés opposés aux coursives de distribution pour limiter les recouvrements entre deux salles.
- points d'accès en hauteur (plus haut que la tête) de façon à ne pas faire obstacle à la liaison. Dans les cas les plus courants, le positionnement de chaque borne WIFI se fera dans l'angle haut de chaque salle d'enseignement, côté façade.
- il sera proposé une « charte de bon usage » à destination des élèves :
- ne pas placer l'ordinateur portable sur les genoux de l'utilisateur
- ne pas placer l'ordinateur ni au contact de la peau (au plus près de la source des émissions Wi-Fi de l'ordinateur la dose de rayonnement subi serait équivalente à celle résultant de l'exposition au rayonnement d'un téléphone mobile, dont l'usage est déconseillé pour les enfants de moins de 15 ans,
- écarter au mieux les postes de travail les uns des autres (il faut noter qu'il n'y a pas d'effet cumulatif des rayonnements provenant des divers équipements portables pour peu que leurs distances respectives soient de l'ordre de 1 mètre ou plus),
- éviter d'approcher des objets métalliques d'une antenne Wi-Fi ce qui peut perturber la liaison et induire localement une concentration du champ électromagnétique,

## 10 LA QUALITE DES CHOIX CONSTRUCTIFS

Voir document 1.9 RAPPORTS TECHNIQUES PAR CORPS D'ETAT présentant les ouvrages prescrits.

### 10.1 DES MATERIAUX Q.E.B.

Dans le cadre de la démarche QEB, plusieurs matériaux valorisent le projet en étant plus écologiques que les matériaux courants, notamment :

- l'utilisation de ciment écologique type ECOCEM pour tous les ouvrages en béton permet de produire du béton environnemental à niveau bas carbone par rapport à un béton traditionnel avec un liant traditionnel. Ce ciment est un matériau secondaire issu du laitier granulé de hauts fourneaux sidérurgiques qui est produit localement (Fos-sur-Mer)
- l'utilisation de panneaux de fibre de bois pour les ouvrages d'isolation de façade en intérieur type STEICO FLEX Th38 dans les doublages permet de proposer (en plus d'une très bonne isolation apportant un très bon déphasage) de piéger du carbone par rapport à des isolants plus traditionnel à base de pétrole
- l'utilisation de panneaux de fibre de bois pour les ouvrages d'isolation de façade par l'extérieur type STEICO PROTECT DRY Th42 permet de proposer (en plus d'une très bonne isolation apportant un très bon déphasage) de piéger du carbone par rapport à des isolants plus traditionnel à base de pétrole
- la végétalisation extensives de certaines terrasses
- la végétation en jardins de certaines terrasses
- la mise en place de menuiseries extérieures mixtes bois-alu
- la mise en place de menuiseries intérieures en bois : portes, volets PF des logements de fonction, etc.
- le choix de peinture éco-labélisées sans COV.

Cependant les contraintes incendie du site empêchent l'utilisation de bois en revêtement de façade.

Ainsi le projet est bien plus vertueux qu'un projet « classique » avec notamment l'utilisation de plusieurs matériaux à impact environnemental réduit, s'inscrivant dans la démarche BDM.

Des exigences pourront être insérées lors de la consultation pour limiter l'approvisionnement de matériaux venant de pays lointains alors qu'il existe des fournisseurs français voire locaux.

### 10.2 L'EXPERIMENTATION E+C- POUR LA REALISATION DES ANALYSES ENVIRONNEMENTALES DES BATIMENTS

Le projet de reconstruction délocalisée du Collège Marcel Pagnol est candidat à l'Expérimentation E+C- pour la réalisation des analyses environnementales des bâtiments montée par l'Etat, la Région, et l'ADEME : candidature déposée le 15 septembre 2017 par CD13.

Pour cela, le projet postule aux niveaux suivants :

#### BEPOS NIVEAU 3 :

Avec un calcul de Cep de 35 kWhep/m<sup>2</sup>.an étudié avec des résultats 20% meilleurs que la RT 2012, le projet se situe au niveau « Energie 2 » pour la partie Collège. Mais les villas ne se situent au niveau « Energie 1 » pour la partie des 4 logements de fonction. Une amélioration sur l'enveloppe (qui est au standard d'un projet RT2012 mais sans épaisseur d'isolant exagérée) pour se rapprocher d'un projet « passif » s'impose pour ces logements s'il est demandé de les passer au niveau « Energie 2 ».

La mise en place de panneaux photovoltaïque permettrait d'atteindre le niveau « Energie 3 » seulement si la surface de panneaux permet une production locale ENR supérieure ou égale à 20kWhep/m<sup>2</sup>.an. Ce qui donne une production annuelle de 178 000 kWh impliquant à une puissance installée minimum de 137kWc correspondant à 790m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques (seule une surface de panneau pouvant produire 5.4 kWhep/m<sup>2</sup>.an est prévu actuellement suite aux demandes APS du CD13).

Pour les valeurs conventionnelles de consommations d'électricités « tous usages », les valeurs de 70 kWhep/m<sup>2</sup>.an en logement et de 30 kWhep/m<sup>2</sup>.an en scolaire sont cohérentes (notamment avec BDM) et seront à croiser avec les derniers relevés du MO fait pour des projets récents BBC tels que le Collège de Berre-l'Etang ou celui de Luynes.

#### CARBONE 1 :

Pour la performance environnementale du projet, un calcul d'émission de gaz à effet de serre Eges sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, et un calcul d'émissions de gaz à effet de serre Eges<sub>PCEs</sub> relatif aux

produits de construction et équipements, seront menés pour déterminer si le projet est au niveau « Carbone 1 » ou « Carbone 2 ».

Avec les intentions prévues en phases CONCOURS et ESQUISSE, avec notamment l'utilisation de plusieurs matériaux à impact environnemental réduit, en répondant aux pré-requis du référentiel BDM.

Ainsi le projet est bien plus vertueux qu'un projet « classique » qui pourrait être classé « Carbone 1 » et se rapproche d'un niveau « Carbone 2 » ; notamment parce qu'il s'inscrit dans la démarche BDM avec un niveau ARGENT.

Le projet sera présenté à l'automne 2017 à la commission d'évaluation BDM (Bâtiment Durables Méditerranéens) pour une reconnaissance BDM en niveau Argent selon le référentiel BDM suivant les 7 thématiques développées (1. territoire et site, 2. matériaux, 3. énergie, 4. eau, 5. confort et santé, 6. social et économie, et 7. gestion de projet). Ce niveau implique notamment : l'utilisation d'éco-matériaux en quantité notable visant à réduire l'impact carbone du projet, une STD (simulation thermique dynamique), et un calcul coûts/bénéfices économiques d'une construction durable.

Dans le cas de l'acceptation de la candidature à l'expérimentation E+C-, un BET spécialisé sera missionné pour le calcul d'émission de gaz à effet de serre Eges sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, et un calcul d'émissions de gaz à effet de serre Eges<sub>PCEs</sub> relatif aux produits de construction et équipements, pour déterminer si le projet est au niveau « Carbone 1 » ou « Carbone 2 »

## 11 LE « PACTE CHANTIER VERT »

Le projet de « PACTE CHANTIER VERT » que la Maîtrise d'Œuvre propose d'intégrer à la Consultation des Entreprises, puis à leurs marchés, est soumis avec les CCTP en annexe du lot CCTC.

⇒ Voir le document spécifique de 28 pages.

## 12 QUELQUES ECO-GESTES

Le projet se fait pour les utilisateurs finaux, les élèves, le corps enseignant, l'administration, et tous les personnels participant au fonctionnement du bâtiment.

Mais ce sera à eux de bien le faire vivre et de s'insérer dans la démarche QEB du projet en s'appropriant toutes ses spécificités et tous ses organes.

Dans le cadre des C3E (communes Efficaces en Economies d'Energies), l'association ASDER, avec l'association NEGAWATT, et le Conseil Général de SAVOIE, ont élaboré un **guide de 100 actions pour économiser l'énergie** à l'attention des exploitants et des utilisateurs des bâtiments publics.

Ces gestes s'inscrivent dans la démarche négaWatt :

- des actions de **sobriété** énergétique
- des actions d'**efficacité** énergétique
- le développement massif des énergies **renouvelables**.

Ces gestes améliorent les dépenses de fonctionnement du bâtiment public et diminuent les incidences environnementales.

Plusieurs gestes seront facilement réalisables dans le Collège Marcel Pagnol avec les équipements mis en place : systèmes de chauffage, systèmes de ventilation, GTB, ventilateurs plafonniers, brise-soleils, éclairages LED, puits de lumière, locaux vélos, collecte et tri des déchets, composteurs, compteurs, robinetterie économe en eau, etc.

Certains gestes relèvent du bon sens mais méritent d'être rappelés.

D'autres appellent les usagers à devenir des éco-acteurs ... comme cela se fait de plus en plus même dans les collèges.

⇒ Voir la copie du document en annexe, de 48 pages.



## **Annexe 12 : Pacte Chantier Vert**



DÉPARTEMENT  
**BOUCHES  
DU RHÔNE**

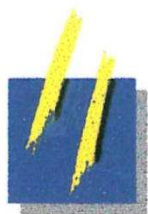


Notre territoire,  
notre avenir

Maitre d'Ouvrage :  
**CONSEIL DEPARTEMENTAL  
DES BOUCHES DU RHONE**  
52, Avenue de St Just - 13256 MARSEILLE Cedex 20

Maître d'Ouvrage délégué :  
**TERRA 13**  
407, Chemin du Littoral - Bât.110 à 130 - CS80061  
13256 MARSEILLE CEDEX 16

SARL LACAILLE LASSUS  
ARCHITECTES ASSOCIES



4 RUE MARCEAU  
13250 - SAINT CHAMAS

BUREAU D'ETUDES  
INGENIERIE GENERALE DU  
BATIMENT



**B E C T**  
64 RUE MONTGRAND  
13006 - MARSEILLE



BET ELECTRIQUE  
BET IDEE +



Eclairage Electricité

13 ROND POINT DU CANNET  
13360 - ROQUEVAIRE

# CONSTRUCTION RELOCALISATION COLLEGE MARCEL PAGNOL A MARTIGUES



## 1.9.10 - PACTE CHANTIER VERT

OCTOBRE 2017

VERSION DU : 04/10/2017

# APD

# PROPOSITION DE PACTE CHANTIER VERT

## entre la Maîtrise d’Ouvrage, la Maîtrise d’Œuvre, et les Entreprises

### SOMMAIRE

1-	PREAMBULE : LES OBJECTIFS ET LES ENJEUX DU PACTE.....	3
2-	LA DEMARCHE ET LA PROCEDURE CHANTIER VERT .....	4
2.1 -	LE RESPONSABLE CHANTIER VERT (Maître d’Ouvrage).....	4
2.2 -	MONSIEUR VERT (Maîtrise d’Œuvre).....	4
2.3 -	LE REFERENTS CHANTIER VERT (Entreprises) .....	4
2.4 -	LES RIVERAINS.....	5
2.5 -	LE COMITE DE SUIVI DU CHANTIER VERT.....	6
3-	LES INSTALLATIONS DE CHANTIER VERT ET LEUR FONCTIONNEMENT.....	7
3.1 -	LES INSTALLATIONS DE CHANTIER VERT .....	7
3.2 -	LA BASE DE VIE « VERTE » ET LA GESTION DES CONSOMMATIONS .....	8
3.3 -	L’AFFICHAGE ET LA GESTION DE LA COMMUNICATION.....	8
3.4 -	UNE FRESQUE « JEUNE » SUR LA CLOTURE DE CHANTIER .....	9
4-	LA GESTION DES MATERIAUX.....	11
5-	LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR L’HOMME .....	14
5.1 -	LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR LES RIVERAINS ET LES ABORDS.....	14
5.2 -	LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR LES ACTEURS DU SITE .....	15
6-	LIMITER LES IMPACTS SUR L’ENVIRONNEMENT.....	18
6.1 -	LA PROTECTION DU MILIEU NATUREL (LES SOLS ET L’EAU).....	18
6.2 -	LA PROTECTION DU MILIEU NATUREL ET LE RISQUE D’INCENDIE (FEUX DE FORET).....	19
6.3 -	LES REDUCTIONS DES EMISSIONS DE CO2 ET LA QUALITE DE L’AIR.....	20
7-	LA GESTION DES DECHETS DE CHANTIER .....	21
7.1 -	LA REDUCTION DE LA QUANTITE DE DECHETS .....	21
7.2 -	LE TRI DES DECHETS A LA SOURCE ET SUR LE CHANTIER.....	21
8-	LA GESTION DES PENALITES OU DES MESURES COMPENSATOIRES.....	25
9-	LES PIECES ANNEXES .....	26

## 1- PREAMBULE : LES OBJECTIFS ET LES ENJEUX DU PACTE

Soucieux de respecter l'environnement et l'homme, le Maître d'Ouvrage, le CONSEIL GENERAL des BOUCHES DU RHONE, et son Maître d'Ouvrage délégué, TERRA 13, ainsi que son Assistant Maître d'Ouvrage Qualité Environnementale, DOMENE, ont engagé l'opération de RECONSTRUCTION DU COLLEGE MARCEL PAGNOL DE MARTIGUES dans une démarche QEB (Qualité Environnementale Bâtiment).

L'objectif de cette démarche QEB est non seulement la construction d'un nouveau bâtiment très performant en qualité environnementale, mais aussi la mise en place au quotidien de cette qualité environnementale tant en phase chantier qu'en phase d'exploitation ultérieure.

Les aspects environnementaux ont ainsi été pris en compte depuis la conception du projet entre le Maître d'Ouvrage et la Maîtrise d'Œuvre.

Afin d'être cohérent dans la démarche, ces aspects environnementaux constituent donc une priorité pour la mise en œuvre du chantier, et implique dorénavant les Entreprises.

La Maîtrise d'Ouvrage veut un chantier exemplaire, un CHANTIER A FAIBLES NUISANCES, un CHANTIER VERT, lors de la réalisation des travaux.

Le CHANTIER VERT dans le cadre de la démarche QEB de ce projet, a pour objectifs :

- limiter les impacts et les nuisances pour les êtres humains (personnels du chantier et riverains)
- limiter les impacts sur l'environnement
- gérer les déchets de chantier

Validé par toutes les parties décideuses (MO, MOD, et AMO) et les parties conceptrices (MOE, BET, Architecte), ce document est contractuel lors de la consultation des Entreprises puis à la signature des MARCHES.

### **Contexte particulier du projet et prise en compte de la qualité de l'environnement proche :**

Les éléments de l'environnement proche à prendre en compte sont :

- le lycée, au Sud de la parcelle de l'autre côté du grand parking de desserte sur le plateau, ayant une activité diurne d'enseignement de 8h00 à 19h00 ; avec le parking ayant des rotations de véhicules importantes aux heures de pointes d'entrée et de sortie des élèves du lycée (matin, midi, 2h, et après-midi) ;
- le boulevard des Rayettes, situé à l'Est de la parcelle, avec un trafic élevé toute la journée, et notamment aux heures de pointes du matin 7h30-9h00 et du soir 16h30-19h00 ;
- la forêt de pins ;
- la ligne haute tension passant à proximité de la parcelle ;
- la canalisation d'eau traversant la parcelle ;
- la ferme et la maison isolée à proximité à l'Ouest ;
- dans une moindre mesure, les bâtiments institutionnels ou d'activités de l'autre côté du boulevard des Rayettes, ayant une activité diurne de 7h00 à 19h00 ;
- dans une moindre mesure, également, les lotissements d'habitation de l'autre côté du boulevard des Rayettes.

## 2- LA DEMARCHE ET LA PROCEDURE CHANTIER VERT

### 2.1 - LE RESPONSABLE CHANTIER VERT (Maître d'Ouvrage)

Pour la direction du Chantier Vert, le Maître d'Ouvrage est représenté son Assistant Maître d'Ouvrage Qualité Environnementale, DOMENE.

Il a pour mission de rappeler les objectifs environnementaux de la Maîtrise d'Ouvrage à tous les interlocuteurs du projet (MOE, Entreprises, etc.).

Pour les aspects de sécurité et de protection de la santé, en lien avec la démarche du Chantier Vert, le Maître d'Ouvrage a missionné un Bureau CSPS.

### 2.2 - MONSIEUR VERT (Maîtrise d'Œuvre)

Pour la mise en œuvre du Chantier Vert, le Maître d'Ouvrage a missionné la Maîtrise d'Œuvre.

Pour renforcer le suivi de la bonne mise en œuvre du Chantier Vert, un « **MONSIEUR VERT** » issu de la Maîtrise d'Œuvre assurera la préparation, le contrôle et le suivi de la démarche QEB durant la phase Chantier.

Avant le démarrage des travaux, MONSIEUR VERT assistera le Maître d'Ouvrage pour l'organisation et le déroulement d'une réunion de Lancement de Chantier Vert destinée à une concertation large et une coordination avec l'environnement humain du projet (riverains, services municipaux, etc.) pour préparer le chantier et mettre en place la méthode de réalisation du Chantier Vert.

Pendant les travaux, MONSIEUR VERT est chargé de :

- réaliser des visites aléatoires permettant de vérifier la bonne application des dispositions et d'établir un compte-rendu avec élaboration d'un plan d'actions le cas échéant.
- analyser le point fait par le Référent Environnement sur chantier lors des réunions techniques de chantier.

Lors de ses visites de chantier MONSIEUR VERT établira un rapport sur les différents aspects environnementaux relevés concernant :

- l'aménagement des installations de chantier,
- la maîtrise des ressources en eau et en énergie,
- la réduction des nuisances et des pollutions,
- la gestion des déchets de chantier,
- l'enregistrement et le suivi des incidents environnementaux survenus sur le site - avec fiche d'enregistrement d'incident environnementale,
- l'enregistrement et le suivi des plaintes et réclamations des riverains - avec fiche d'enregistrement de plaintes suite aux nuisances de chantier,
- l'avancée des travaux et le suivi des choix de matériaux à mettre en œuvre,
- la mise au point des actions de sensibilisation, de communication, etc.

A la fin du chantier MONSIEUR VERT assistera le Maître d'Ouvrage pour l'organisation et le déroulement d'une réunion de Bilan de Fin de Chantier destinée à tirer les enseignements de cette démarche environnementale pour l'opération et de la politique environnementale plus large du Maître d'Ouvrage.

### 2.3 - LE REFERENTS CHANTIER VERT (Entreprises)

Le présent PACTE CHANTIER VERT deviendra une pièce contractuelle ; elle sera incluse dans le MARCHE de chaque Entreprise.

Chaque entreprise, ainsi que chacun de ses sous-traitants, doit s'assurer de la bonne mise en œuvre des dispositions nécessaires à la réalisation de l'ouvrage y compris celles liées au CHANTIER VERT.

Dès désignation des Entreprises adjudicataires, pour la réalisation du CHANTIER VERT, chaque Entreprise, ainsi que chacun de ses sous-traitants, nommera une personne « **REFERENT CHANTIER VERT** ». Cette personne sera issue du corps exécutant de l'Entreprise et devra être sur site quotidiennement durant l'intervention ; elle sera habilitée et pourra être un coordinateur QSE, un conducteur de travaux, un chef de chantier, ou un chef d'équipe.

Chaque Entreprise qui interviendra sur le chantier devra avoir désigné son REFERENT CHANTIER VERT, non seulement les Entreprises en lots séparés adjudicataires de chaque lot, mais également chacun de leurs sous-traitants qui comme elles auront un impact sur le chantier et sa vie.

Le REFERENT CHANTIER VERT du lot STRUCTURE & ENVELOPPE ayant la réalisation et l'entretien des installations de chantier sera le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL ; il sera le principal interlocuteur de la Maîtrise d'Œuvre pour la gestion du CHANTIER VERT sur le site.

Le référent dans chaque entreprise servira de relais entre MONSIEUR VERT de la Maîtrise d'Œuvre et l'ensemble du personnel de son entreprise. Les différentes entreprises font remonter leurs remarques et leurs avis à leur REFERENT CHANTIER VERT, et au REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL du chantier, qui lui-même rapporte ces informations en réunion de chantier et au Comité de SUIVI CHANTIER VERT.

Au sein de chaque Entreprise, et de chaque sous-traitant, le REFERENT CHANTIER VERT est chargé de :

- veiller à la bonne application par l'Entreprise des exigences du PACTE CHANTIER VERT,
- effectuer le contrôle du tri sélectif des déchets, et assurer la traçabilité de l'élimination des déchets,
- organiser l'accueil (information et sensibilisation) des personnels de son Entreprise ou de ses sous-traitants, et faire signer le PACTE et/ou le LIVRET D'ACCUEIL par tous les acteurs entrant et travaillant sur site, ouvriers comme décideurs, et fournisseurs comme extérieurs,
- organiser la communication sur le chantier,
- organiser la gestion et le tri sélectif de ses déchets,
- assister aux réunions, mensuelles à minima, d'évaluation périodique du suivi vert du chantier

Le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL est chargé de :

- veiller à la bonne application par l'ensemble des Entreprises des exigences du PACTE CHANTIER VERT, et assurer les contrôles et les rappels auprès des acteurs sur site,
- gérer les installations de CHANTIER VERT avec suivi des consommations,
- mettre en place un Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED), puis vérifier le contrôle du tri sélectif des déchets, et classer et collecter les documents de suivi des déchets,
- organiser l'accueil (réunion de préparation, information, et sensibilisation) de toutes les nouvelles Entreprises arrivantes sur le site, et leur distribuer le livret d'accueil,
- organiser les réunions de coordination avec l'ensemble des Entreprises intervenantes avant chaque nouvelle phase de travaux,
- organiser la communication générale sur le chantier et aux abords (affichage, organisation),
- organiser une réunion mensuelle avec les référents des autres corps d'état et en rédiger le compte-rendu (CR de réunion de chantier comprenant le suivi des points liés au CHANTIER VERT),
- assurer l'information et le recueil des doléances des riverains.

## **2.4 - LES RIVERAINS**

Pour le suivi du Chantier Vert, la Mairie se charge d'organiser des groupes d'échanges auprès des riverains pour le suivi des plaintes éventuelles, le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL contactera régulièrement la Mairie (tous les mois pour faire un bilan des informations à ce sujet).

Les riverains à prendre en compte sont notamment :

- le lycée, au Sud de la parcelle ;
- le boulevard des Rayettes et ses usagers et exploitants ;
- la forêt de pins et ses exploitants ;
- la ligne haute tension passant à proximité de la parcelle et ses exploitants ;
- la canalisation d'eau traversant la parcelle et ses exploitants ;
- la ferme et la maison isolée à proximité à l'Ouest ;
- les bâtiments institutionnels ou d'activités de l'autre côté du boulevard des Rayettes ;
- les lotissements d'habitation de l'autre côté du boulevard des Rayettes.

## **2.5 - LE COMITE DE SUIVI DU CHANTIER VERT**

Dans le cadre du management environnemental de l'opération, le Maître d'Ouvrage mettra en place un **COMITE DE SUIVI CHANTIER VERT** comprenant :

- le Maître d'Ouvrage délégué et/ou le représentant du Maître d'Ouvrage,
- l'équipe de Maîtrise d'Œuvre avec MONSIEUR VERT,
- le CSPPS,
- le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL,
- éventuellement les REFERENTS CHANTIER VERT de certaines Entreprises, suivant le cas,
- le représentant des riverains ou de la mairie pourra être invité, suivant le cas.

Ce COMITE est formé dès le démarrage des travaux.

Il assurera au moins une réunion périodique (semestrielle à confirmer !) pour évaluer le respect du PACTE CHANTIER VERT et pour adapter l'organisation du CHANTIER VERT.

Ce COMITE pourra se réunir à l'initiative du Maître d'Œuvre dès lors qu'une modification de programme a un impact sur l'engagement politique du Maître d'Ouvrage. La Maîtrise d'Œuvre répercute sur les opérations les décisions prises au sein de ce COMITE.

Pour le SUIVI CHANTIER VERT, auront lieu de façon périodique, tous les mois à minima, une réunion des éléments exécutifs de ce comité comprenant, à minima :

- l'équipe de Maîtrise d'Œuvre avec MONSIEUR VERT,
- le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL,
- les REFERENTS CHANTIER VERT de toutes les Entreprises présentes sur le site (Entreprises adjudicataires des lots mais également tous leurs sous-traitants).

## 3- LES INSTALLATIONS DE CHANTIER VERT ET LEUR FONCTIONNEMENT

### 3.1 - LES INSTALLATIONS DE CHANTIER VERT

Le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL de l'Entreprise de STRUCTURE & ENVELOPPE établira un Plan d'Installation de Chantier indiquant l'organisation des zones de chantier :

- zones livraison et stockage des matériaux,
- zones de fabrication ou livraison de béton,
- zones de préfabrication,
- aire de manœuvre de grues,
- points de puisage et de rejet,
- accès du chantier,
- clôture du chantier,
- aires de stationnement,
- base vie,

et les zones d'aménagements spécifiques VERTS :

- aires de nettoyages et de lavage des engins de chantier,
- aires principale et secondaires de collecte des déchets.

Ce Plan d'Installation de Chantier présentera l'organisation rationalisée des flux de chantier :

- accès du chantier,
- flux des véhicules personnels, avec parking dédié optimisé pour éviter le stationnement le long de la voie publique,
- flux des véhicules chantier, avec accès à proximité des zones de travail,
- flux de véhicules de livraisons, avec un cheminement sans demi-tour, et une gestion des mouvements de matériaux ; un plan d'accès, de circulation dans le chantier, et de repérage des zones de stockage ou de livraison sera transmis au livreur avant son arrivée sur le site,
- flux de camions de transports de terre, réduits au maximum, etc.

Les aires de circulations internes au chantier seront composées d'une couche d'au moins 30cm de graves ou de ballast (éventuellement arrosé en période sèche).

Une organisation du transport des personnels ne venant pas avec des véhicules de chantier sera montée afin d'inciter le co-voiturage, les transports en communs (en coordination avec la Ville), les transports doux (vélo, marche, ...). Ceci permettra de réduire le nombre de véhicules personnels sur site et réduira l'impact environnemental des travaux.

Pour éviter la poussière et la boue sur les avoisinants et les voiries de desserte, avant la sortie du chantier et sur son emprise, les véhicules devront passer par un décrotteur de roues et devront être régulièrement lavés. Une aire de lavage avec dispositif des effluents sera aménagée :

- point d'eau et tuyau pour nettoyage des véhicules,
- bassin étanche de 30cm d'épaisseur, avec polyane, rempli de caillasse, pour le décrottage et le nettoyage des roues des véhicules,
- fosse de récupération avec séparateur débourbeur des eaux résiduelles du nettoyage, avant rejet au réseau d'assainissement.

Les entreprises prévoiront un dispositif de récupération des bétons excédentaires des camions-toupies, des bétonnières, etc. sans rejet sur le terrain, de type big-bag, ou similaire.





### **3.2 - LA BASE DE VIE « VERTE » ET LA GESTION DES CONSOMMATIONS**

L'Entreprise de STRUCTURE & ENVELOPPE titulaire des installations de chantier collectives mettra en œuvre une base de vie BIOCLIMATIQUE, VERTE, et PEU ENERGIVORE, dans des conditions préservant l'environnement.

Le choix des baraques de chantier se portera vers des éléments constitués de matériaux sains et respectueux de l'environnement.

Les baraques de chantier seront avec un dispositif permettant d'assurer une protection solaire estivale mettant à l'ombre les baraques et la coursive de circulation devant. Ce dispositif pourra être une sur-toiture, un filet brise soleil anti-chaueur type filet militaire, etc. Il sera retiré pour l'hiver afin de profiter des apports solaires.

Afin de ne pas recourir à des unités de climatisation : l'Entreprise pourra proposer différentes solutions ; elle assurera la ventilation naturelle des locaux de chantier, éventuellement complétée par des brasseurs d'air plafonniers.

Les sanitaires seront à économie d'énergie et d'eau. L'Entreprise proposera des dispositifs visant à réduire les consommations d'électricité (détecteurs de présence, ECS sur CE instantané ou sur panneaux solaires, éclairage à ampoules à économie d'énergie, etc.) et d'eau (WC à chasse 2/4l, lavabos à robinetterie à économie d'eau, etc.). Elle pourra soumettre la mise en place de dispositif de production d'électricité à partir des énergies renouvelables solaire ou éolienne.

Des sous-compteurs seront mis en place afin de pouvoir relever et suivre les consommations de :

- électricité du chantier (zone de production)
- électricité de la base de vie
- eau du chantier (zone de production)
- eau du chantier (zones de lavage)
- eau de la base de vie.

Un tableau de suivi des consommations est tenu par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL.

Une analyse de ces résultats est faite périodiquement afin d'étudier des dispositifs permettant de supprimer les consommations parasites (fuites, fonctionnements permanents, etc.) et de rationaliser ou réduire les consommations courantes.

### **3.3 - L'AFFICHAGE ET LA GESTION DE LA COMMUNICATION**

Dans le cadre de la démarche, l'ensemble des interlocuteurs communique pour le Maître d'Ouvrage à destination :

- des compagnons et des différents intervenants des différents corps d'état,
- des riverains.

Cette communication à destination des intervenants sur le site passe :

- visuellement par le LIVRET D'ACCUEIL établi par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL sur la base du présent PACTE CHANTIER VERT, et remis à chacun et signé,
- oralement par les réunions d'accueil, de préparation, ou de suivi de chantier, montées par MONSIEUR VERT ou les REFERENTS CHANTIER VERT,
- oralement par la présence sur le chantier des REFERENTS CHANTIER VERT,
- visuellement par l'affichage dans l'emprise du chantier établi par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL dans un panneau d'affichage dédié au CHANTIER VERT avec les notes et les relevés des indicateurs de suivi du projet,
- par les compte-rendus diffusés à tous.

La communication à destination des riverains passe par :

- l'affichage, dans un panneau d'affichage sur la clôture de chantier, de la présentation générale du projet, de la démarche QEB du projet, du présent pacte, et des coordonnées des interlocuteurs CHANTIER VERT du projet,
- l'affichage, dans un panneau d'affichage sur la clôture de chantier, d'une lettre d'information avec l'avancement du projet et de la démarche,
- la diffusion de flyers dans les boîtes aux lettres des riverains pour les avertir des évolutions du projet et de la gestion des nuisances à venir,
- la tenue d'un registre des réclamations et doléances, sur la base d'un document proposé par MONSIEUR VERT ci-dessous (joint en annexe) :

ENREGISTREMENT DE PLAINTES SUITE AUX NUISANCES DE CHANTIER		
RELEVÉ DE PLAINTES ENVIRONNEMENTALE		
Chantier/ Zone		
Date / Heure		
Travaux mis en œuvre au moment des faits		
Plaignant :	Plainte enregistrée par :	
Description de la plainte :		
TRAITEMENT DE LA PLAINTES ENVIRONNEMENTALE		
Actions	Responsable de l'action	Délai de traitement
Avertissement : <i>Toute mise en œuvre d'action permettant le traitement d'une plainte environnementale doit avoir obtenu au préalable l'accord du Chantier Vert, et le cas échéant du Maître d'œuvre.</i>		
CLOTURE DE LA PLAINTES ENVIRONNEMENTALE		
Référent Chantier Vert	Le	Signature
DIFFUSION DE LA FICHE		
<input type="checkbox"/> Maître d'ouvrage	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert Principal	
<input type="checkbox"/> Maître d'œuvre	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert	
<input type="checkbox"/> Monsieur Vert (MOE)	<input type="checkbox"/> .....	

- la présence de groupes d'échanges avec la Mairie.

### 3.4 - UNE FRESQUE « JEUNE » SUR LA CLOTURE DE CHANTIER

Le chantier est en contact avec le quartier et notamment le parking de desserte du lycée mitoyen : la mise en place d'une clôture plane et la réalisation d'un concours de graphes avec les jeunes du lycée,

voire du collège Marcel Pagnol existant plus loin, voire ceux du quartier, afin d'habiller et de s'approprier le chantier.

*En lien social avec l'environnement humain, cette proposition est soumise à la Maîtrise d'Ouvrage pour monter et organiser cette opération en lien avec le département, le lycée, ou autre organisme culturel et artistique.*

*Avec pour thème « la jeunesse, le développement durable, le chantier, l'enseignement, le savoir, ... ».*

## 4- LA GESTION DES MATERIAUX

L'Entrepreneur sera en mesure de fournir au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre les informations concernant les performances environnementales se rapportant à la structure, à l'enveloppe, au cloisonnement, et aux revêtements intérieurs, relatifs à son lot, en référence à l'application de la NF P 01.010.

A défaut, quand elles n'existent pas pour un ou plusieurs produits, les informations concernant les performances environnementales, limitées aux seuls impacts sanitaires, seront au moins connues de l'Entrepreneur, et disponibles dans une forme les situant par rapport aux exigences de la norme NF P 01.010.

A savoir, la maîtrise des risques sanitaires concerne actuellement :

- la contribution à la qualité des espaces intérieurs,
- la contribution à la qualité sanitaire de l'eau.

Ces informations pourront être le cas échéant, comparées au niveau de performance (quantitatif et qualitatif) fixé par le Maître d'Ouvrage ou le Maître d'Œuvre, en la matière.

L'Entrepreneur devra privilégier, dans le choix de ses matériaux et produits, des matériaux :

- sains ne portant pas atteinte à la santé et au bien-être,
- écologiques car recyclés et/ou recyclables,
- naturels car renouvelables et/ou biodégradables,
- économiques car de production locale et produisant peu de déchets.

Il évitera tous les produits toxiques, nocifs, perturbateurs, producteurs de déchets ou d'éléments nocifs, enlaidisseurs, etc.

En complément des documents techniques à fournir, l'Entrepreneur fournira les données des produits et matériaux mettant en avant leurs qualités environnementales.

L'Entrepreneur complètera pour chacun de ses ouvrages, et ce avant démarrage des travaux, la fiche de validation des échantillons / produits (document proposé par MONSIEUR VERT ci-dessous et joint en annexe) comprenant des données sur :

- le lot et le nom de l'Entreprise,
- le nom et le fournisseur et/ou fabricant du produit,
- la conformité au marché avec VISA,
- la justification de son choix en respect de l'environnement,
- ses caractéristiques environnementales avec les fiches environnementales (FDES ou NF P 01-010) et techniques,
- ses caractéristiques de recyclage,
- ses déchets induits et leur gestion.

FICHE DE VALIDATION ECHANTILLON / PRODUIT (demande d'agrément de produit ou de matériel)					
LOT :		ENTREPRISE :		FICHE :	
Identification produit / matériel / matériau :					
Domaine d'emploi :					
Référence descriptif MARCHE (§ du CCTP) :					
Produit conforme au MARCHE : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>			Produit en variante : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		
Localisation de mise en œuvre :					
Fabricant / fournisseur :					
Référence produit :					
Couleur / finition :					
Echantillon joint :					
Délai d'approvisionnement :			Date limite de commande :		
Caractéristiques techniques :					
- Fiche technique	<input type="checkbox"/>	- Certificat	<input type="checkbox"/>		
- Avis Technique	<input type="checkbox"/>	- Agrément	<input type="checkbox"/>		
- PV	<input type="checkbox"/>	- ...	<input type="checkbox"/>		
- Résistance au feu	<input type="checkbox"/>	- ...	<input type="checkbox"/>		
Conformité au dossier MARCHE (mission VISA) :					
			OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Justification de l'Entreprise du produit par rapport à son respect de l'environnement :					
Caractéristiques environnementales :					
- Fiche environn. et sanitaires (FDES)	<input type="checkbox"/>	- Labels	<input type="checkbox"/>		
- Fiches environnementales NF- P1-10	<input type="checkbox"/>	- Classement Emissions air intérieur	<input type="checkbox"/>		
- Fiches de données de sécurité	<input type="checkbox"/>	- ...	<input type="checkbox"/>		
- Bilan carbone	<input type="checkbox"/>	- ...	<input type="checkbox"/>		
Caractéristiques de recyclage :					
Produit issu du recyclage : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>			Elément recyclable en fin de vie : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		
Gestion des déchets :					
Types de déchets produits : DI <input type="checkbox"/> DIB <input type="checkbox"/> emballage <input type="checkbox"/> DMA <input type="checkbox"/> DIS <input type="checkbox"/> DID <input type="checkbox"/>					
Gestion par Compte-prorata <input type="checkbox"/> ou individuelle par Entreprise <input type="checkbox"/>					
Observations Chantier Vert :					
<b>EMETTEUR</b>					
Entreprise :			Date :		
Nom :			Signature :		
<b>APPROBATEURS</b>					
	Nom	Date	Favorable	Avec réserve	Refus
Architecte					
B.E.T.					
Bureau de Contrôle					
Signature Architecte :		Signature B.E.T. :		Signature Bureau de Contrôle :	
Commentaires :					

Ce document est validé par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre et est collecté et classé par le REFERENT de chaque lot et par le REFERENT PRINCIPAL.

L'Entrepreneur fournira en sus les documents suivants :

- fiches FDES disponibles sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr),
- certificat de provenance des matériaux,
- certificat et/ou label de gestion durable des forêts productrice des bois mis en œuvre : Label FSC, Label PEFC, etc.,

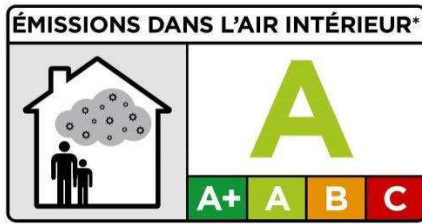


- certification apportant une garantie de qualité des produits bois construction et un service exemplaire en terme de développement durable : certification BOIS DES ALPES offrant, via un contrôle indépendant, une réelle garantie sur les critères suivants : origine des bois, massif alpin, garantie à 100% par la traçabilité, caractéristiques techniques, respect des normes en vigueur, et intervention d'entreprises locales



L'Entrepreneur de CHARPENTE & OSSATURE BOIS du lot STRUCTURE & ENVELOPPE devra justifier un certain cubage de bois avec cette certification.

- classement E1 minimal pour panneaux de bois et dérivés,
- classement A+ minimal pour les choix de tous les produits pour la qualité de l'air intérieur des revêtements et ouvrages intérieurs,



- écolabels français et européen (NF ENVIRONNEMENT, Ange Bleu, Cygne Blanc, ...) des produits et matériaux (peinture, plaquisterie, maçonnerie, colles, etc.),
- caractéristiques environnementales et sanitaires examinées par le Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique (CESAT) : briques, ...
- caractéristiques QE des produits et matériaux,
- pourcentage de matériaux recyclés dans le produit fini : menuiseries aluminium, canalisations PVC (type PERIPLAST 100% recyclé), équipements PVC, plaques et carreaux de plâtre, etc.,
- composition de ses bétons (rendus biocompatibles).

L'acceptation de ces documents et par conséquent des produits et matériaux à poser conditionnera l'approbation des documents et études d'exécution. L'Entrepreneur note que, sans validation de ces éléments :

- ses plans d'exécution et notes de calculs ne pourront pas être validés,
- il ne pourra pas démarrer ses ouvrages et le début de ses travaux sera soumis à l'approbation de nouveaux produits et matériaux plus acceptables au regard de la démarche QEB.

**NOTA :**

L'usage du polystyrène, à l'exception des ouvrages mis en place prévus dans les CCTP, est proscrit du chantier (réservations, JD, etc.). Les éléments de protection d'emballage et de calage seront évacués par l'Entrepreneur le jour de l'ouverture de son carton.

Aucun stockage sur le chantier ne sera toléré, ni même dans une benne dédiée ; et ce afin d'éviter la répartition sur tout le chantier de petites billes blanches indésirables ...

Sauf si des bacs de collecte spécifiques et refermables sont mis en place au plus près des intervenants !!!

## 5- LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR L'HOMME

### 5.1 - LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR LES RIVERAINS ET LES ABORDS

#### **Le traitement des nuisances sonores : limite et gestion du bruit en limite de chantier**

Les Entreprises seront tenues d'utiliser des procédés et des machines réduisant le bruit, compte tenu de la démarche.

La réglementation du 18 avril 1995 - décret 95-408 est applicable et le suivi en est assuré par la police municipale : cette réglementation prévoit que durant les heures de chantier (le jour de 7h à 19h légalement, le travail de nuit sera interdit) le niveau sonore résultant de l'activité du chantier ne devra pas dépasser de 5dB le niveau résiduel ambiant (3dB entre 19h et 22h).

Pour parvenir à cet objectif, pour ce projet, les entreprises utiliseront les moyens suivants :

- équipements électriques plutôt que thermiques,
- engins insonorisés,
- grue non bruyante,
- banches de coffrages vissées ne nécessitant pas de marteau pour leur fermeture et leur ouverture,
- étais sans frappe,
- aiguilles de vibrage non bruyantes,
- recépage des têtes de pieux à la pince hydraulique plutôt qu'au marteau-piqueur,
- matériel de chantier agréé CE, capotage à prévoir dans certains cas,
- choix judicieux de la position de la centrale à béton éventuelle,
- réservations bien positionnées et prévues en synthèse évitant de percer le béton,
- utilisation du marteau-piqueur sur béton frais plutôt que sec,
- palissade antibruit éventuelle,
- matériaux prédécoupés et montés en atelier préférés aux matériaux découpés sur chantier,
- choix des périodes bruyantes (trafic routier et activités de chantier) en coordination avec la vie de la cité.

Une réunion préalable d'information sera réalisée pour déterminer les procédés, les horaires et les lieux permettant de réduire le bruit.

Des mesures de bruit seront réalisées in situ par MONSIEUR VERT pour relever les niveaux sonores aux abords du chantier. Ces relevés seront à disposition des entreprises et des riverains.

Des mesures de bruit seront réalisées in situ par MONSIEUR VERT pour relever les niveaux sonores des engins (sur rendez-vous). Ces relevés seront à disposition des entreprises et des riverains.

#### **Le traitement des émissions de poussières et de boues : gestion de la propreté des abords**

Pour éviter la poussière et la boue sur les avoisinants et les voiries de desserte, avant la sortie du chantier et sur son emprise, les véhicules devront passer par un décrotteur de roues et devront être régulièrement lavés. Une aire de lavage avec dispositif des effluents sera aménagée comme décrit ci-avant.



Pour éviter les nuages de poussières par périodes sèches et ventées les aires seront arrosées.

L'Entrepreneur de STRUCTURE & ENVELOPPE réalisera le nettoyage des palissades de chantier visibles.

### **La gestion du trafic routier des camions**

Pour limiter les rotations de camions dans le quartier, les terrassements sont prévus avec le minimum, voire sans, évacuation.

L'Entrepreneur de terrassement organisera ses rotations afin de ne pas aggraver le trafic, ni de créer d'encombrements aux abords du site.

## ***5.2 - LIMITER LES IMPACTS ET LES NUISANCES POUR LES ACTEURS DU SITE***

### **Le traitement des nuisances sonores : limite et gestion du bruit des engins de chantier**

Les entreprises seront tenues d'utiliser des procédés et des machines réduisant le bruit, compte tenu de la démarche.

La réglementation du 18 avril 1995 - décret 95-408 est applicable et le suivi en est assuré par la police municipale :

- niveau sonore du matériel de chantier inférieur à 80dB à 10m de l'engin,
- bruits aériens limités à 75dB entre 7h00 et 19h00 avec des pics à 85dB tolérés au niveau de la rue.

Pour parvenir à cet objectif, pour ce projet, les entreprises utiliseront les moyens suivants :

- équipements électriques plutôt que thermiques,
- engins insonorisés,
- grue non bruyante,
- banches de coffrages vissées ne nécessitant pas de marteau pour leur fermeture et leur ouverture,
- étais sans frappe,
- aiguilles de vibrage non bruyantes,
- recépage des têtes de pieux à la pince hydraulique plutôt qu'au marteau-piqueur,
- matériel de chantier agréé CE (mars 1986) et FRANCE (avril 1972), capotage à prévoir dans certains cas,
- réservations bien positionnées et prévues en synthèse évitant de percer le béton,
- utilisation du marteau-piqueur sur béton frais plutôt que sec,
- matériaux prédécoupés et montés en atelier préférés aux matériaux découpés sur chantier.

Une réunion préalable d'information sera réalisée pour déterminer les procédés permettant de réduire le bruit.



Des mesures de bruit seront réalisées in situ par MONSIEUR VERT pour relever les niveaux sonores des engins (sur rendez-vous). Ces relevés seront à disposition des entreprises.

Après contrôle de la conformité des matériels et engins, les Entreprises prendront les mesures complémentaires pour augmenter le degré d'insonorisation de ces équipements.

### **Le traitement des émissions de poussières et de boues : gestion de la propreté du chantier**

Pour éviter les nuages de poussières par périodes sèches et ventées les aires seront arrosées.

Pour limiter des émissions de poussières, sont préconisés :

- la filière sèche (façades, structure bois, cloisonnement, etc.),
- la préfabrication (ouvrages béton, etc.),
- la fabrication en usine et la pose sur site,
- le calepinage des éléments de construction avec les dimensions du projet.

Un effort est demandé aux Entreprises pour la propreté du chantier.

L'Entrepreneur doit assurer une bonne tenue des installations de chantier et un nettoyage périodique.

L'Entrepreneur doit nettoyer régulièrement sa zone de travail et collecter les déchets au fur-et-à-mesure.

Les bennes de gravats seront couvertes pour éviter l'envol de déchets légers et de poussières.

Empêcher les zones de stockages et de déchets sauvages.

Empêcher les déjeuners en dehors du réfectoire et des aires prévues, disposant d'une poubelle pour les déchets ménagers, pour éviter les résidus et reliefs de repas éparpillés sur le chantier et finissant par s'étaler avec le vent.

NOTA : le nettoyage de chantier est à la charge de chacune des Entreprises du site ; le lot PEINTURE ne doit à son Marché que le nettoyage de fin de chantier et de mise en service.

### **Le choix de matériaux sains pour la santé des travailleurs**

L'Entrepreneur choisira des matériaux sains pour la santé lors de la mise en œuvre (fiches de données de sécurité), suivant le paragraphe ci-avant.

Interdiction d'utiliser des produits toxiques comportant une étiquette T, T+, Xn, N, R20 à R29, R31 à R33, R39, R40, R41, R45 à R49, R60, et R61.

Des produits moins nocifs (irritants, Xi, etc.) seront tolérés sous réserve que toutes les précautions soient prises lors de leur mise en œuvre et qu'ils ne soient pas à l'origine d'émissions ultérieures de produits toxiques pendant l'exploitation du bâtiment.

Pour les peintures et vernis mis en œuvre sur l'opération, l'Entrepreneur devra respecter les teneurs maximales en COV correspondant à la Phase II (Norme 2010) de la Directive Européenne n°2004-42/CE du 21.04.2004.

### **L'hygiène du chantier**

En coordination avec le CSPS mandaté par le Maître d'Ouvrage, les acteurs du chantier vert veilleront à l'hygiène des locaux de la base vie :

- baraques dimensionnées en conséquence pour l'accueil de tous les ouvriers de tous les corps d'état : vestiaires, sanitaires, réfectoires, etc. => création éventuelle de lieux conviviaux permettant la rencontre et les échanges entre entreprises,
- implication des ouvriers dans le nettoyage et le ramassage des déchets et salissures de leurs locaux de vie,
- nettoyage fréquent (2 fois par semaine minimum) des locaux pour éviter la détérioration des conditions de vie,
- mise en place de poubelles à déchets ménagers réparties sur le chantier pour éviter la présence sur le chantier de canettes, bouteilles plastiques, et autres reliefs de repas,

- veille à la mise en place et à l'utilisation de sanitaires à proximité des lieux d'intervention pour éviter les « coins à pisse ».

Des actions de sensibilisations et de rappels seront menées régulièrement par les REFERENTS CHANTIER VERT auprès des ouvriers.

### **La sécurité collective et la sécurité incendie lors des travaux**

En coordination avec le CSPS mandaté par le Maître d'Ouvrage, des actions de prévention seront menées régulièrement par les chefs d'équipe auprès des ouvriers.

⇒ L'objectif du chantier sera de « **zéro accident du travail** ».

Les consignes de sécurité incendie seront mis en place en concertation avec le CSPS.

## 6- LIMITER LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

### 6.1 - LA PROTECTION DU MILIEU NATUREL (LES SOLS ET L'EAU)

Tout rejet dans le milieu naturel (infiltration dans le sol ou écoulement vers les eaux de surface et souterraines) de produits polluants ou pollués et formellement interdit.

Les principaux fluides polluants utilisés ou générés sur un chantier, ainsi que leur parade pour le CHANTIER VERT, sont :

- les huiles de décoffrages utilisées sur les banches à béton => réduction des consommations d'huiles et choix d'huiles de décoffrage de type végétal + mise en place d'aire avec bac de récupération,



- les laitances de béton issues du lavage des bennes ou des centrales à béton => récupération et décantation par big-bag et gestion en déchet inerte de béton séché,
- les peintures, solvants, vernis, et autres colles utilisés dans les phases de second œuvre => choix préférentiel de produits verts, utilisation de containers étanches, stockage dans un lieu pouvant faire rétention et abrité, transvasements sur bac de rétention abrité, collecte dans container spécifique bien identifié,
- les carburants et lubrifiants utilisés pour les engins de chantier => vérification et maintenance des engins dans garage adapté (pas de vidange sur site), stockages des huiles avec bacs de rétention pour les huiles, collecte des huiles usagées dans container spécifique bien identifié,
- produits de combustions => brûlage interdit même avec du bois ou des cartons,
- propagation des sulfates et autres sels minéraux issus des mortiers => ajout aux mortiers de pose et de rejointoiement d'un produit « antisels » de manière à réduire cette propagation.

Une sensibilisation des ouvriers permettra de réduire les risques de pollution du sol et des eaux ; une formation aux moyens de lutte contre ces pollutions permettra de limiter les accidents.

L'Entrepreneur réalisant les installations de chantier prévoira un kit de dépollution des sols pour une intervention rapide en cas d'accident avec une procédure d'urgence. Ce kit sera automatiquement renouvelé dès lors qu'il aura été utilisé.

Tout incident « environnemental » fera l'objet d'une déclaration (selon document proposé en annexe) et d'un suivi du traitement.

ENREGISTREMENT D'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL		
DESCRIPTION DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL		
Chantier/ Zone		
Date / Heure		
Travaux mis en œuvre au moment des faits		
Evènement		
TRAITEMENT DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL		
Actions	Responsable de l'action	Délai de traitement
<i>Avertissement : Toute mise en œuvre d'action permettant le traitement d'un incident environnemental doit avoir obtenu au préalable l'accord du Référent Chantier Vert, et le cas échéant du Maître d'œuvre.</i>		
CLOTURE DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL		
Référent Chantier Vert	Le	Signature
DIFFUSION DE LA FICHE		
<input type="checkbox"/> Maître d'ouvrage	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert Principal	
<input type="checkbox"/> Maître d'œuvre	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert	
<input type="checkbox"/> Monsieur Vert (MOE)	<input type="checkbox"/> .....	

Il sera complété par une prévention afin d'éviter son renouvellement.

## 6.2 - LA PROTECTION DU MILIEU NATUREL ET LE RISQUE D'INCENDIE (FEUX DE FORET)

La forêt autour de la parcelle étant classée vis-à-vis des risques de feu de forêt, le chantier doit être adapté en cas d'incendie pouvant avoir des répercussions sur les abords et notamment le chantier.

En coordination avec les Services de Secours Incendie du secteur,

Les arbres conservés sur le site ou à proximité directe seront élagués et protégés sur leur tronc sur une hauteur de 2.00m ht.

Un périmètre alentours autour du site sera débroussaillé et dégagé pour une intervention rapide sur la forêt.

L'ensemble du personnel sera averti du risque.

Une procédure d'alerte, de protection, et d'évacuation rapide et ordonnée sera mise en place pour l'alerte des personnes travaillant sur le chantier en cas de début d'incendie signaler aux alentours de chantier.

Une procédure d'alerte des pompiers en cas de début d'incendie signaler sur le chantier.

Afin de ne pas provoquer d'incendie vers la forêt, le chantier ne doit pas générer de nuisances pouvant se retrouver dans les bois, telles que brûlage de matériaux ou déchets, utilisation de matériel « feu » sans protection ou en local protégé, projections diverses et variées lors de travaux sur les abords de la parcelle, etc.

Chaque Entreprise adaptera son activité à cette contrainte et veillera à ne pas créer ces nuisances aux conséquences pouvant être dramatiques.

### **6.3 - LES RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS DE CO2 ET LA QUALITÉ DE L'AIR**

Afin de réduire les émissions de CO2, il sera prévu de :

- limiter les transports de personnels suivant le paragraphe ci-avant,
- limiter les rotations de camions de chantier en limitant les mouvements de terre et les évacuations aux décharges,
- choisir des matériaux à faible impact suivant le paragraphe ci-avant,
- choisir des fournisseurs et des fabricants locaux ou à proximité pour limiter les longs trajets.

## 7- LA GESTION DES DECHETS DE CHANTIER

Le tri des déchets sera mis en place sur ce chantier. La loi sur les déchets de 1992 oblige depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2002 le recyclage de tous les déchets. Pour y arriver, les Entrepreneurs procéderont comme suit :

- réduction de la quantité de déchets,
- tri des déchets à la source et sur chantier.

### 7.1 - LA RÉDUCTION DE LA QUANTITÉ DE DÉCHETS

Les entreprises s'organiseront pour limiter la production de déchets à la source, par exemple, par les actions suivantes :

- choix des procédés et précisions des réservations inter-entreprises,
- calepinage et quantification des matériaux pour limiter les découpes,
- approvisionnements régulés des matériaux et entreposage à l'écart pour limiter la casse au stockage,
- livraison sur palettes et conteneurs consignés,
- recyclage sur place de certains déchets comme par exemple des déchets inertes pour des sous-couches de voirie (avec accord de la Maîtrise d'Œuvre).

### 7.2 - LE TRI DES DÉCHETS A LA SOURCE ET SUR LE CHANTIER

#### La collecte sélective et collective des déchets :

Le tri des déchets se fera obligatoirement à la source, sur le chantier, et par toutes les Entreprises ensembles. Le tri à posteriori en centre de tri est refusé afin d'inciter et de valoriser l'action des compagnons sur le site.

Le tri des déchets nécessite pour chaque entreprise 2 types d'interventions :

- une intervention qui consiste à trier ses propres déchets sur son lieu de travail et de les transporter dans les bennes de tri sélectif, qu'il aura été disposé sur le chantier,
- une intervention d'évacuation, et éventuellement de revente des déchets.

Lors de la préparation de chantier, le volume des déchets produits par chaque Entreprise sera évalué par chacune ; et l'organisation de la collecte des déchets sera programmée pour être pris en charge soit dans le cadre du compte-prorata géré par le lot STRUCTURE & ENVELOPPE pour l'ensemble des Entreprises, soit individuellement dans une organisation interne à l'Entreprise si celle-ci présente sa propre organisation et apporte les mêmes garanties de suivi et de recyclage.

**L'objectif de l'opération est d'atteindre, hors terrassements, un taux global sur l'ensemble des volumes collectés, une valorisation effective de 80% (valorisation, concassage, recyclage, etc.) en volume ET en prix.**

Le taux de valorisation sera défini par lot durant la phase de préparation suivant le type et le volume de déchets émis, de façon à ce que globalement l'objectif soit atteint.

L'implantation des bennes et conteneurs figurera sur les plans remis par l'Entrepreneur du lot STRUCTURE & ENVELOPPE réalisant les Installations de Chantier au moment de la mise en place de chaque phase de chantier.

Les contenants disposés sur une aire de regroupement assureront un **TRI DE NIVEAU 3** et pourront être les suivants :

- **déchets inertes (DI)** : destination plate-forme de recyclage ou Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe III ; par exemple gravois, céramique, carrelage, brique, béton propre, pierre, parpaing, tuile, terre

- ⇒ 1 benne pour béton, ciment, maçonnerie : valorisé en concassage après passage en CET de classe III ou enfouissement
- **déchets industriels banals (DIB)** : destination centre de tri de DIB pour valorisation ou Centre d'Enfouissement Technique de classe II ou usine d'incinération ; par exemple bois non traité, métaux, etc.
  - ⇒ 1 benne pour le bois non traité (palettes cassées, bastaings, etc.) : valorisé (énergétique pour incinérateur ou chaufferie, ou réemploi par usine de confection) après passage par une plateforme de broyage
  - ⇒ 1 benne pour le métal (ferraille, aluminium, acier, cuivre, gaines VMC, etc.) : valorisé en fonderie après passage par un récupérateur de métaux
  - ⇒ 1 benne générale pour autres DIB (CSDU : polystyrène, gaine électrique, laine de verre, etc.) : non valorisé et détruit par enfouissement
- **déchets d'emballage** : destination centre de tri de DIB pour valorisation ou Centre d'Enfouissement Technique de classe II ou usine d'incinération ; par exemple verre, papeterie, plastiques sauf PVC
  - ⇒ 1 benne pour cartons et papier : valorisé en recyclage après passage par un centre de tri agréé
  - ⇒ 1 contenant adapté pour la collecte du verre à proximité du réfectoire : valorisé en recyclage après dépôt en un point d'apport volontaire de la commune
  - ⇒ 1 benne générale pour autres emballages : valorisé en recyclage après passage par un centre de tri agréé ou détruit par enfouissement
- **déchets ménagers et assimilés (DMA)** : destination recyclage externe, incinération ou stockage en CET de classe II ; par exemple PVC, shingle, isolant, câbles électriques non séparés, plâtre, gravats non séparables, minéraux, pots ou fûts fermés (emballage d'origine) contenant des résidus d'hydrocarbure (sans goudron) et de peinture (à l'eau), bois traité
  - ⇒ 1 benne pour le plâtre : valorisation après passage en CET de classe II ou enfouissement
  - ⇒ 1 benne pour autres DMA : non valorisé et détruit par enfouissement
- **déchets industriels spéciaux (DIS) et dangereux (DID)** : destination stockage en CET de classe I avec bordereau de suivi ; par exemple bombes aérosols, cartouche silicone, pot de résine, pot de peinture, matériaux souillés, certains produits chimiques (théoriquement ces produits sont interdits), etc.
  - ⇒ 1 benne pour DIS solides : valorisables dans des Installations Agréées ou enfouissement ou incinération
  - ⇒ 1 benne fermable (contre propagation d'odeurs et de gaz) pour DIS liquides : valorisables dans des Installations Agréées ou enfouissement ou incinération
  - ⇒ des bacs collecteurs huiles : valorisables dans des Installations Agréées ou enfouissement ou incinération
- **déchets ménagers** : poubelles pour déchets ménagers des repas du personnel avec tri possible entre les déchets ménagers des repas d'un côté et déchets recyclables de l'autre.

2 types d'aires de collecte seront mises en place :

- des aires de tri des déchets décentralisées à proximité des zones de travail de chaque bâtiment, ne disposant que d'une partie des types de containers suivant les activités (benne pour DIB et benne pour DI)
- une aire centrale de stockage des déchets avant évacuation à côté de la sortie du site, regroupant tous les types de containers
- des benne mobiles levables par la grue et auto-basculantes suivant l'activité pour une collecte très rapprochée à l'avancement



Une signalétique sous forme de pictogramme ou affichette explicite mise en place par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL sur chaque benne facilite leur utilisation et rend le tri plus simple et efficace.



Le bon remplissage des bennes ou conteneurs et le tri des matériaux permet d'optimiser les coûts d'évacuation ; il est contrôlé quotidiennement par chaque REFERENT CHANTIER VERT d'Entreprise et vérifié par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL régulièrement et avant chaque évacuation.

Les bennes une fois évacuées, les entreprises remettront une copie des bordereaux de suivi au REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL.

La propreté des zones d'entreposage des déchets favorise le tri et la sécurité ; il est contrôlé par chaque REFERENT CHANTIER VERT d'Entreprise et vérifié par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL.

Le produit de la vente des déchets, mais aussi les taxes (TGAP et autres taxes), le transport, la location des bennes, la main d'œuvre et les coûts divers sont à charge de chaque entreprise ; cependant une organisation collective gérée par le compte prorata sera mise en place et tenue par le lot STRUCTURE & ENVELOPPE.

Chaque entreprise intégrera dans ses frais généraux le coût de la collecte et du traitement des déchets ; elles partiront des données à leur disposition auprès des chambres syndicales (CAPEB, FFB, FRB, ...). La fourchette tout corps d'état se situe entre 0,5 et 1% par rapport à un chantier classique ; ces valeurs ne sont pas représentatives de chaque lot.

Des filières spécifiques à certains métiers, matériaux, et/ou industriels seront mises en places ponctuellement :

- pour les lots assurant l'isolation (STRUCTURE & ENVELOPPE, et ETANCHEITE)) pour les chutes d'isolants rigides en panneaux PUR et/ou PIR récupérables par leurs fabricants,



- nettoyage des outils de peinture (lavage et essorage des rouleaux et des pinceaux) par une station de nettoyage autonome et automatique à zéro rejet,



- récupération des déchets électroniques ou électriques, et des lampes, ...

### **Le suivi des déchets :**

Mise en place, par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL du lot STRUCTURE & ENVELOPPE, d'un Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED) pour la bonne organisation du suivi des déchets entre tous les intervenants du site (Maître d'Ouvrage, Maîtrise d'Œuvre, Entreprises, ...).

L'Entreprise de STRUCTURE & ENVELOPPE assurant la gestion des déchets présente :

- les modalités de tri sur site,
- l'estimation des déchets du chantier, en coordination avec les autres lots,
- les centres de stockages, de regroupement, ou de recyclage recueillant les déchets en accord avec les gestionnaires de ces centres,
- l'information du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre, le long de la phase chantier, de la nature des déchets et de leurs conditions de stockage sur site,
- les modalités de contrôle, de suivi, et de traçabilité,
- les moyens matériels et humains mis en œuvre pour assurer cette gestion des déchets.

Les modalités de suivi des déchets seront précisées lors de la préparation du chantier. Elles comporteront notamment au niveau des contrôles :

- la fourniture des tickets de pesée des destinataires de tous les déchets - collecte, contrôle, et classement par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL,
- la tenue par le REFERENT CHANTIER VERT PRINCIPAL d'un registre de suivi des déchets précisant la nature, le volume et tonnage, date de transport, destruction, valorisation et coût ; et la présentation des justificatifs de valorisation,
- l'établissement de bilans intermédiaires faisant apparaître les écarts éventuels par rapport aux quantitatifs prévisionnels,
- le taux de valorisation final de l'ensemble des déchets produits et collectés.

## 8- LA GESTION DES PENALITES OU DES MESURES COMPENSATOIRES

MONSIEUR VERT pourra proposer au Maître d’Ouvrage l’application de pénalités ou de mesures compensatoires « chantier vert » suite aux manquements ou infractions constatés, dans le respect de sa mission, concernant la mise en place et le respect du PACTE CHANTIER VERT, les installations de chantier spécifiques au CHANTIER VERT, la gestion des matériaux, les nuisances, l’impact sur l’environnement, la gestion des déchets, etc.

Le Maître d’Œuvre effectuera le suivi des pénalités pour non-respect du PACTE dans chaque compte rendu de visite de chantier.

Le Maître d’Ouvrage choisira ou non en fin de chantier de faire appliquer ces pénalités.

Le type de pénalité prévu sera soit des pénalités financières selon le CCAP, soit des mesures compensatoires en cohérence avec la politique environnementale du Maître d’Ouvrage, le CONSEIL GENERAL des BOUCHES DU RHONE :

- plantation d’arbres (~ 150 €/unité),
- nettoyage de zones sensibles (~ 800 €/intervention),
- organisation d’un repas bio pour l’ensemble du personnel du chantier (~ 1 500 €),
- etc.

## 9- LES PIECES ANNEXES

Les pièces annexes sont :

- Modèle de fiche « ENREGISTREMENT DE PLAINTES SUITE AUX NUISANCES DE CHANTIER »
- Modèle de fiche « VALIDATION D'ECHANTILLON OU DE PRODUIT »
- Modèle de fiche « ENREGISTREMENT D'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL »

## ENREGISTREMENT DE PLAINTES SUITE AUX NUISANCES DE CHANTIER

### RELEVÉ DE PLAINTE ENVIRONNEMENTALE

<b>Chantier/ Zone</b>	
<b>Date / Heure</b>	
<b>Travaux mis en œuvre au moment des faits</b>	

<b>Plaignant :</b>	<b>Plainte enregistrée par :</b>
--------------------	----------------------------------

**Description de la plainte :**

### TRAITEMENT DE LA PLAINTE ENVIRONNEMENTALE

Actions	Responsable de l'action	Délai de traitement

*Avertissement : Toute mise en œuvre d'action permettant le traitement d'une plainte environnementale doit avoir obtenu au préalable l'accord du Chantier Vert, et le cas échéant du Maître d'œuvre.*

### CLOTURE DE LA PLAINTE ENVIRONNEMENTALE

<b>Référent Chantier Vert</b>	<b>Le</b>	<b>Signature</b>

### DIFFUSION DE LA FICHE

<input type="checkbox"/> Maître d'ouvrage	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert Principal
<input type="checkbox"/> Maître d'œuvre	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert
<input type="checkbox"/> Monsieur Vert (MOE)	<input type="checkbox"/> .....

## FICHE DE VALIDATION ECHANTILLON / PRODUIT (Demande d'agrément de produit ou de matériel)

**LOT :** \_\_\_\_\_ **ENTREPRISE :** \_\_\_\_\_ **FICHE :** \_\_\_\_\_

**Identification produit / matériel / matériau :**

**Domaine d'emploi :**

**Référence descriptif MARCHE (§ du CCTP) :**

Produit conforme au MARCHE : OUI  NON

Produit en variante : OUI  NON

**Localisation de mise en œuvre :**

**Fabricant / fournisseur :**

**Référence produit :**

Couleur / finition :

Echantillon joint :

Délai d'approvisionnement : \_\_\_\_\_ Date limite de commande : \_\_\_\_\_

**Caractéristiques techniques :**

- Fiche technique <input type="checkbox"/>	- Certificat <input type="checkbox"/>
- Avis Technique <input type="checkbox"/>	- Agrément <input type="checkbox"/>
- PV <input type="checkbox"/>	- ... <input type="checkbox"/>
- Résistance au feu <input type="checkbox"/>	- ... <input type="checkbox"/>

**Conformité au dossier MARCHE (mission VISA) :** OUI  NON

**Justification de l'Entreprise du produit par rapport à son respect de l'environnement :**

**Caractéristiques environnementales :**

- Fiche environn. et sanitaires (FDES) <input type="checkbox"/>	- Labels <input type="checkbox"/>
- Fiches environnementales NF- P1-10 <input type="checkbox"/>	- Classement Emissions air intérieur <input type="checkbox"/>
- Fiches de données de sécurité <input type="checkbox"/>	- ... <input type="checkbox"/>
- Bilan carbone <input type="checkbox"/>	- ... <input type="checkbox"/>

**Caractéristiques de recyclage :**

Produit issu du recyclage : OUI  NON

Élément recyclable en fin de vie : OUI  NON

**Gestion des déchets :**

Types de déchets produits : DI  DIB  emballage  DMA  DIS  DID

Gestion par Compte-prorata  ou individuelle par Entreprise

**Observations Chantier Vert :**

### EMETTEUR

**Entreprise :** \_\_\_\_\_ **Date :** \_\_\_\_\_

**Nom :** \_\_\_\_\_ **Signature :** \_\_\_\_\_

### APPROBATEURS

	Nom	Date	Favorable	Avec réserve	Refus
Architecte					
B.E.T.					
Bureau de Contrôle					

Signature Architecte : \_\_\_\_\_ Signature B.E.T. : \_\_\_\_\_ Signature Bureau de Contrôle : \_\_\_\_\_

Commentaires :

## ENREGISTREMENT D'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL

### DESCRIPTION DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL

<b>Chantier/ Zone</b>	
<b>Date / Heure</b>	
<b>Travaux mis en œuvre au moment des faits</b>	
<b>Evènement</b>	

### TRAITEMENT DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL

Actions	Responsable de l'action	Délai de traitement

*Avertissement : Toute mise en œuvre d'action permettant le traitement d'un incident environnemental doit avoir obtenu au préalable l'accord du Référent Chantier Vert, et le cas échéant du Maître d'œuvre.*

### CLOTURE DE L'INCIDENT ENVIRONNEMENTAL

<b>Référent Chantier Vert</b>	<b>Le</b>	<b>Signature</b>

### DIFFUSION DE LA FICHE

<input type="checkbox"/> Maître d'ouvrage	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert Principal
<input type="checkbox"/> Maître d'œuvre	<input type="checkbox"/> Référent Chantier Vert
<input type="checkbox"/> Monsieur Vert (MOE)	<input type="checkbox"/> .....

## **Annexe 13 :**

### **Notice hydraulique produite dans le cadre du permis de construire du futur collège**

BOUCHES DU RHONE  
COMMUNE DE MARTIGUES

# RECONSTRUCTION DELOCALISEE DU COLLEGE MARCEL PAGNOL A MARTIGUES



## NOTICE HYDRAULIQUE

REF. AGENCE :	PHASE:	DATE :	ECHELLE :	N° PLAN :
<b>16 1334</b>	<b>PC</b>	<b>MARS 2018</b>		<b>PC4b</b>

<b>MAÎTRE D'OUVRAGE :</b> <b>CONSEIL DEPARTEMENTAL des Bouches-du-Rhône</b> 52 Avenue de Saint-Just 13 004 MARSEILLE Tel : 04 13 31 13 13		<b>AMO</b> <b>TERRA 13</b> 467 chemin du Littoral Bât 110 à 130 CS 80061 13 321 MARSEILLE Cedex 16 Tel : 04 96 16 79 09		<b>AMO ENVIRONNEMENT</b> <b>DOMENE</b> 99 rue des Tailleurs de Pierre Zac des Roquassiers 13300 SALON PROVENCE Tel : 04 90 55 92 89	
<b>ARCHITECTE</b> <b>LACAILLE LASSUS ARCHITECTES ASSOCIES</b> 4 Rue Marceau 13250 Saint-Chamas Tél : 04.90.50.96.97 E-mail : b.ros@archi-lacaillelassus.com		<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>BECT PROVENCE</b> 64 rue Montgrand BP 30 308 13 177 MARSEILLE Cedex 20 Tél : 04 91 04 95 75		<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>IDEE +</b> CD 45 Quartier de la Chaume 13 360 ROQUEVAIRE Tél : 04 42 04 57 30	
		<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>GLI</b> 20 La Canebière 13 001 MARSEILLE Tél : 04 91 33 44 04		<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>Acousticien A2MS</b> <b>Paysagiste RICHIER</b> <b>Contrôleur technique DEKRA</b>	

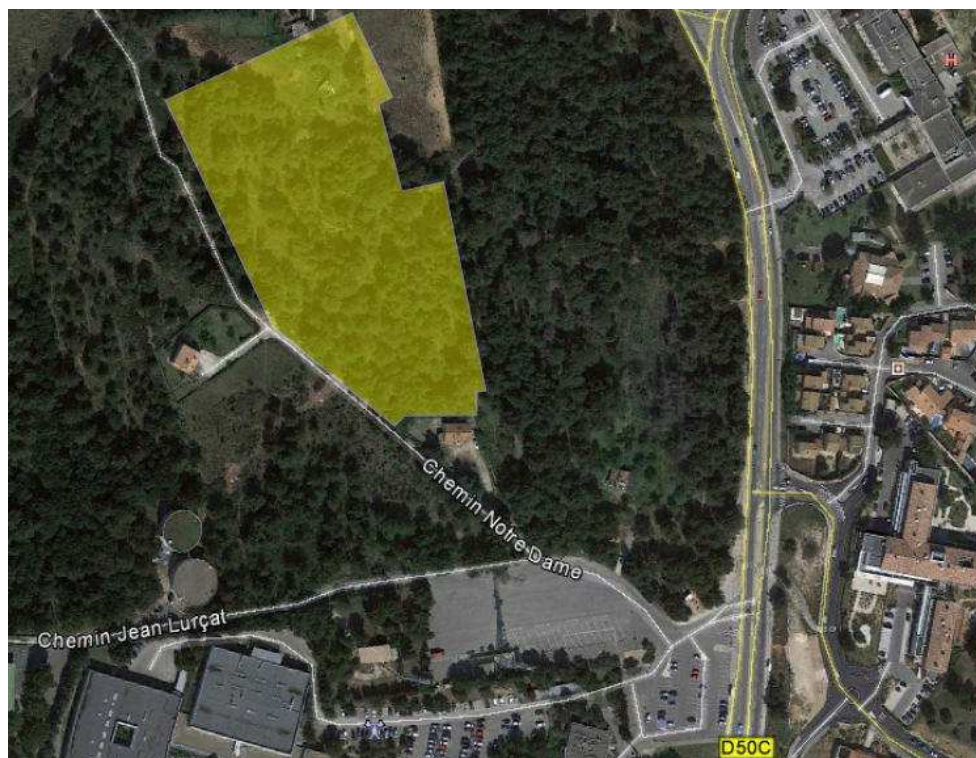


# SOMMAIRE

1.	Etat existant .....	3
2.	Projet .....	4
3.	pre-dimensionnement des ouvrages de retention .....	5
3.1	Localisation et exutoire .....	5
3.2	Predimensionnement du bassin de rétention.....	6

## 1. ETAT EXISTANT

Le terrain d'assiette du projet est situé à MARTIGUES .Le site de relocalisation du collège est sur les hauteurs de Martigues. Il est entouré d'un important réseau d'équipements structurants et rayonnants tels que le lycée Jean Lurçat qui borde le site par le Sud, l'hôpital du Vallon au Nord et le centre hospitalier général des Rayettes au Sud.



Le terrain à disposition pour le projet a une surface de 18 904 m<sup>2</sup> (1.890 ha), dont 16.381m<sup>2</sup> (1.638 ha) seront utilisés,



Dans son état existant avant les travaux envisagés, le sol est boisé et présente une pente générale de 6 à 9 % orientée Sud-Nord

La parcelle est aujourd'hui desservie au sud de la zone par le chemin Notre Dame. Dans le cadre de l'aménagement de la ZAC le projet sera desservi par un chemin piétonnier Sud-Nord et un accès véhicules yc dépose minute avec ses parkings par le Nord Est

Le raccordement des réseaux et voiries se fera depuis les aménagements primaires ou secondaires, en limite de parcelle, prévus et réalisés dans le cadre de cet aménagement de la ZAC entre la

parcelle de l'opération et la D50C y compris les ouvrages de rétention des eaux pluviales à mutualiser.

La parcelle est donc majoritairement à l'état naturel.

Evaluation des surfaces actives et calcul du Cm pour l'état existant :

EXISTANT	Surface	Coefficient d'apport	Surface active
Espaces naturels (boisés)	16 381	0,2	3 276
<b>TOTAL</b>	<b>16 381</b>		<b>3 276</b>

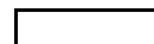
$$Cm = Sa / S = \frac{3\,276}{16\,381} = 0,20$$

Coef. 0.20 suivant annexe PLU  
Surface active de 3.276

### Calcul des débits de l'état existant et projet:

CALCUL DES DEBITS MARTIGUES SELON PLU			
	Pour projet occurrence centennale		Pour état Initial occurrence décennale
a	3,809		3,76
b	0,211		0,379
tc (min)	6		6
i (mm/min)	2,61		1,91
i (mm/h)	156,59		114,40
Cr	0,91		0,2
S (m2)	16380		16380
Q (l/s)	<b>648,37</b>		<b>104,10</b>

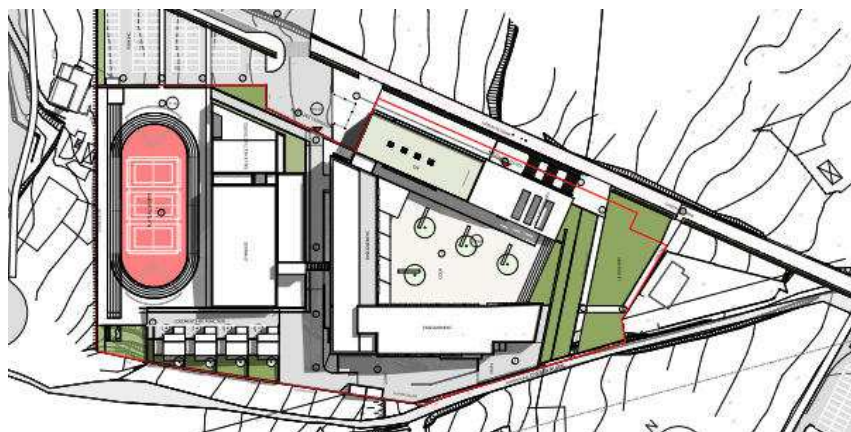
Pluie de 6mn à 1h selon annexe PLU



Ce débit correspondrait à une canalisation Ø 800 avec une pente à 1%

## 2. PROJET

L'enceinte de l'opération va donc occuper 16 381 m2 présentant une pente générale de 7 % en trois plateaux :



Evaluation des surfaces actives et calcul du Cm pour le projet suivant :

PROJET	Surface	Coefficient d'apport	Surface active
Constructions / toitures	5 906	1	5 906
Voiries / stationnement	2 330	1	2 330
Piétonniers / cheminements /plateau sportif	6434	1	6434
Terrasses étanchées jardin	500	0,6	
Espaces verts	1211	0,2	242
		-	
<b>TOTAL</b>	<b>16 381</b>		<b>14 912</b>

$$C_m = S_a / S = \frac{14\,912}{16\,381} = 0,91$$

Nota : la nature du terrain (argileux / rocheux) ne permet pas ou peu les revêtements drainants  
Coef.d'apport suivant règlement PLU

### 3. PRE-DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE RETENTION

#### 3.1 LOCALISATION ET EXUTOIRE

La topographie générale du site et les réseaux existants engendrent un écoulement naturel des eaux de ruissellement vers le Nord.

L'exutoire EP avec son ouvrage de rétention visitable sous implanté sous le plateau sportif se situe conformément au plan VRD PC2c en partie basse de la parcelle à l'angle Nord-Est du plateau sportif. L'exutoire en sortie du bassin est laissé en attente pour un raccordement par la commune dans le cadre de sa convention avec le département.



## 3.2 PREDIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE RETENTION

**Calcul bassin selon la méthode des pluies****Données**

Paramètres de Montana :	Période de retour <b>100 ans</b> (pluie de 1h à 6h selon annexe PLU)	
a =	<b>30,821</b>	
- b =	<b>-0,72</b>	
Surface active en ha		
Sa =	<b>1,491</b>	
Débit de fuite en l/s		
Qf =	<b>40</b>	→ q (mm/h) = 9,66

**Calcul du volume maximum stocké**

Durée =	<b>252 minutes</b>
Hauteur de pluie =	145,0 mm
Hauteur de fuite =	40,6 mm
Delta H max =	<b>104,4 mm</b>
Volume ruisselé =	2161,82 m <sup>3</sup>
Volume écoulé =	605,31 m <sup>3</sup>
<b>Volume de stockage =</b>	<b>1556,51 m<sup>3</sup></b>

**Soit un volume de bassin de : 1560 m<sup>3</sup>**

**PLU = 1000 m3 par hectare de surface active = 1,491 x 1000 = 1500 m3**

Le volume de compensation à l'imperméabilisation à prévoir dans l'objectif de bilan hydraulique neutre jusqu'à l'occurrence centennale est donné par le règlement d'urbanisme (et la convention) qui demande 1m3 par hectare imperméabilisé correspondant au volume de rétention d'au minimum 100 l/m<sup>2</sup> imperméabilisé soit 1491 m3. Ce volume sera donc légèrement augmenté pour atteindre 1560 m3 conformément aux présents calculs.

**Graphe rétention**

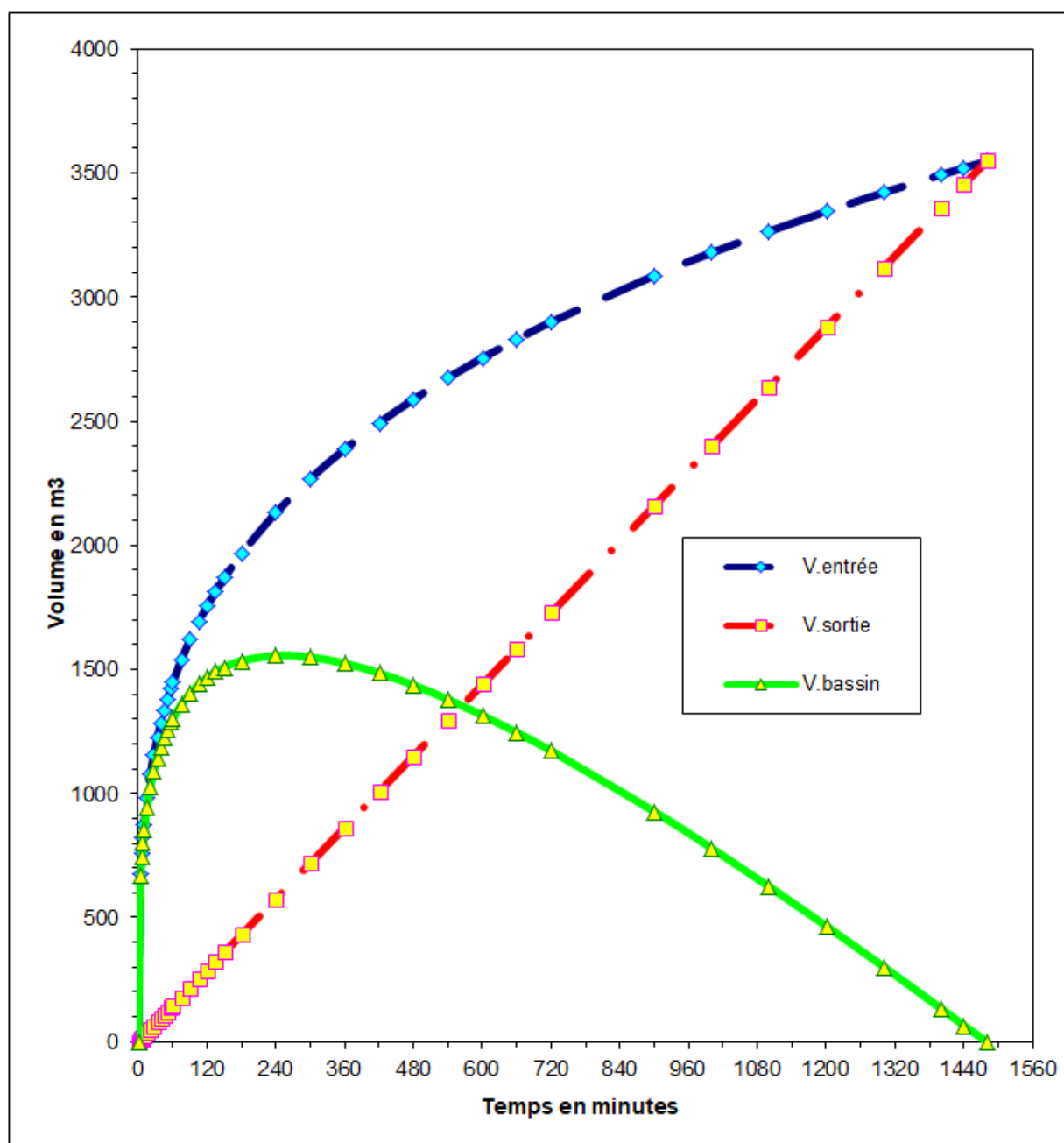
<b>a z 60 =</b>	1849,26
<b>b =</b>	0,72
<b>Mazi Jour=</b>	192 mm
<b>Sa =</b>	14 912 m <sup>2</sup>
<b>Q.fuite =</b>	144 m <sup>3</sup> /h

pluie fréquence 100 ans  
(pluie de 1h à 6h selon annexe PLU)

soit 40 l/s

t	Y.entrée	Y.sortie	Y.bassin	Y.max 1556 m <sup>3</sup>
0	0	0	0,0	
4	678	10	668,0	
6	759	14	744,6	
8	823	19	803,5	
10	876	24	851,8	
15	981	36	945,0	
21	1078	50	1027,6	
27	1157	65	1091,8	
33	1223	79	1144,2	
39	1282	94	1188,4	
45	1334	108	1226,4	
51	1382	122	1259,6	
57	1426	137	1288,9	
60	1446	144	1302,3	
75	1540	180	1359,6	
90	1620	216	1404,2	
105	1692	252	1439,7	
120	1756	288	1468,1	
135	1815	324	1491,0	
150	1869	360	1509,3	
180	1967	432	1535,2	
240	2132	576	1556,3	} Volume maxi.
300	2270	720	1549,7	
360	2389	864	1524,6	
420	2494	1008	1486,0	
480	2589	1152	1437,0	
540	2676	1296	1379,8	
600	2756	1440	1315,9	
660	2830	1584	1246,4	
720	2900	1728	1172,3	
900	3087	2160	927,2	
1000	3180	2400	779,7	
1100	3266	2640	625,7	
1200	3346	2880	466,2	
1300	3422	3120	302,1	
1400	3494	3360	133,8	
1440	3521	3456	65,5	
1480	3549	3549	0,0	← soit 1 jour équilibre

## Graphe du remplissage et d'évacuation du bassin



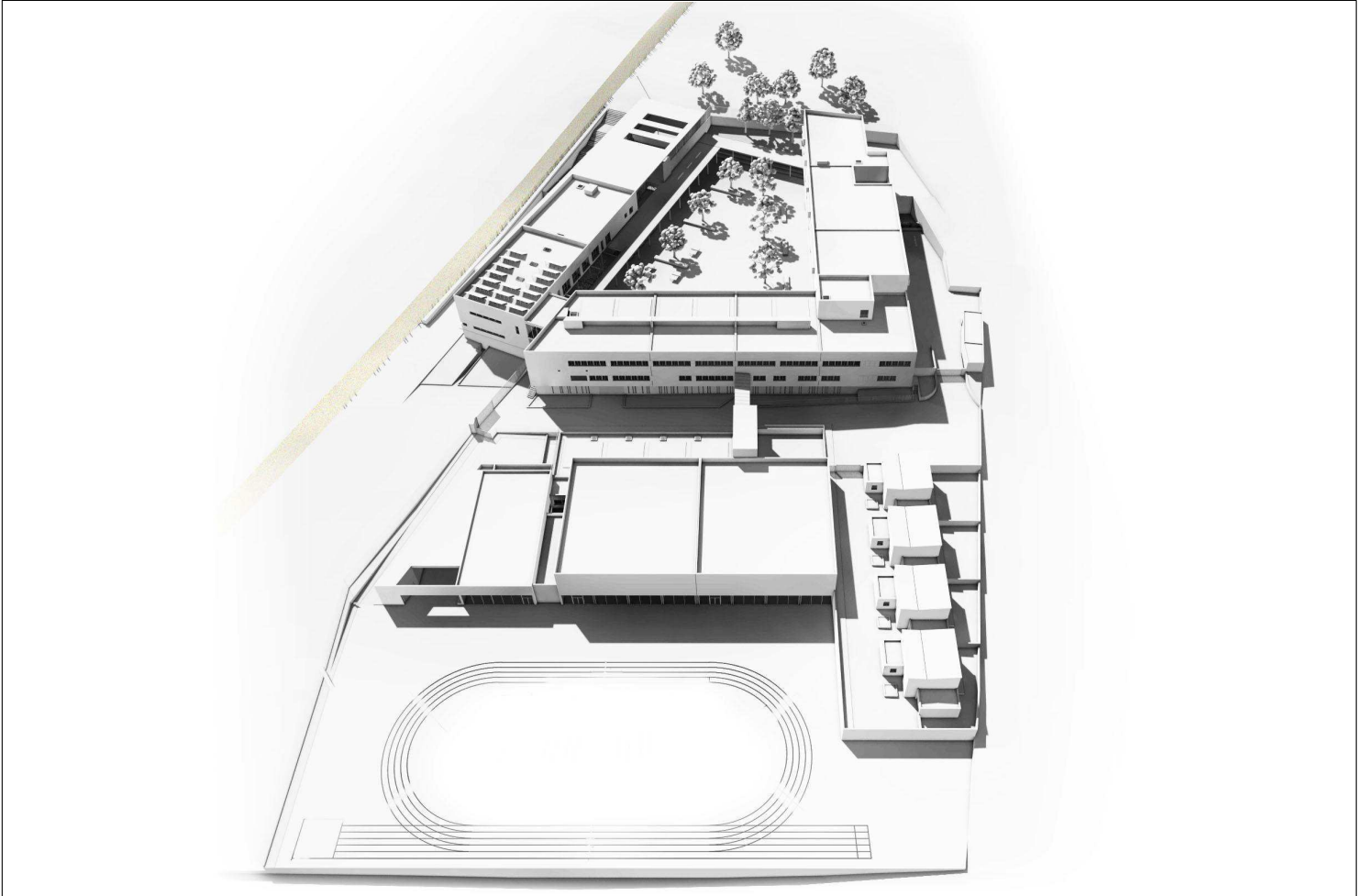
Nous retiendrons donc un volume de bassin de 1.560 m<sup>3</sup> avec un débit de fuite ajusté à 40,95 l/s avec un diamètre de 110 mm (conformément au règlement d'assainissement qui demande 25l/s par hectare de parcelle).  
Raccordé sur un regard de branchement diamètre 800 laissé en attente en limite de propriété avec  $Fe = 68.60$

**Annexe 14 :**  
**Notice VRD produite dans le cadre du permis de construire du futur collège**



BOUCHES DU RHONE  
COMMUNE DE MARTIGUES

# RECONSTRUCTION DELOCALISEE DU COLLEGE MARCEL PAGNOL A MARTIGUES



## NOTICE VRD

REF. AGENCE :	PHASE:	DATE :	ECHELLE :	N° PLAN :
<b>16 1334</b>	<b>PC</b>	<b>MARS 2018</b>		<b>PCb</b>

<b>MAÎTRE D'OUVRAGE :</b> <b>CONSEIL DEPARTEMENTAL des Bouches-du-Rhône</b> 52 Avenue de Saint-Just 13 004 MARSEILLE Tel : 04 13 31 13 13		<b>AMO</b> <b>TERRA 13</b> 467 chemin du Littoral Bât 110 à 130 CS 80061 13 321 MARSEILLE Cedex 16 Tel : 04 96 16 79 09		<b>AMO ENVIRONNEMENT</b> <b>DOMENE</b> 99 rue des Tailleurs de Pierre Zac des Roquassiers 13300 SALON PROVENCE Tel : 04 90 55 92 89		
<b>ARCHITECTE</b> <b>LACAILLE LASSUS ARCHITECTES ASSOCIES</b> 4 Rue Marceau 13250 Saint-Chamas Tél : 04.90.50.96.97 E-mail : b.ros@archi-lacaillelassus.com	<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>BECT PROVENCE</b> 64 rue Montgrand BP 30 308 13 177 MARSEILLE Cedex 20 Tél : 04 91 04 95 75	<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>IDEE +</b> CD 45 Quartier de la Chaume 13 360 ROQUEVAIRE Tél : 04 42 04 57 30	<b>BUREAU D'ETUDES</b> <b>GLI</b> 20 La Canebière 13 001 MARSEILLE Tél : 04 91 33 44 04	<b>Acousticien</b> <b>A2MS</b>	<b>Paysagiste</b> <b>RICHIER</b>	<b>Contrôleur technique</b> <b>DEKRA</b>

## Nota :

### Ne sont pas prévus au projet parce que dus par la Ville de Martigues :

- les aménagements d'accès au parvis et aux dessertes du collège et dépose-minute, y compris génie civil des murs de soutènement bordant ces cheminements, des rampes et des réseaux liés (notamment l'éclairage extérieur et la collecte des EP de ces aires. **(Seul le génie civil des escaliers monumentaux est prévu par le département dans le cadre de son projet)**
- L'aménage en limite de parcelle de tous les réseaux de collecte et de desserte des différents fluides (EU, GAZ, AEP, EP, électricité et téléphone)
- La création et l'alimentation des PI nécessaires à la défense incendie (une servitude de passage du réseau d'alimentation d'un des PI si nécessaire (celui qui se situe à côté du local de ramassage des ordures ménagères))
- L'aménagement des voies externes au projet d'accès aux véhicules de défense incendie

## 1 - VOIRIES

### VOIRIE LOURDE EN ENROBE

Ces aires servant d'aire de manœuvre des PL ou de voie pompiers offrent une bonne résistance au poinçonnement et aux efforts horizontaux des engins.

La chaussée en enrobé est constituée comme suit :

- Fond de forme préalablement compacté (+ essais à la plaque)
- Feutre géotextile anti-contaminant à 200g/m<sup>2</sup>
- Couche de fondation en tout venant de concassage silico-calcaire 0/40 d'une épaisseur minimum de 25cm après compactage (+ essais à la plaque)
- Couche de base en graves silico-calcaire 0/20 traitées au ciment (100kg de ciment par m<sup>3</sup> d'agrégats) d'une épaisseur minimum de 15cm après compactage (+ essais à la plaque)
- Couche d'accrochage à l'émulsion de bitume, compris sablage à raison de 1,800kg de bitume et de 7l de gravillons 2/6.
- Couche de roulement en béton bitumineux 0/10 sur 5cm d'épaisseur

## 2 RESEAUX

### A.E.P.

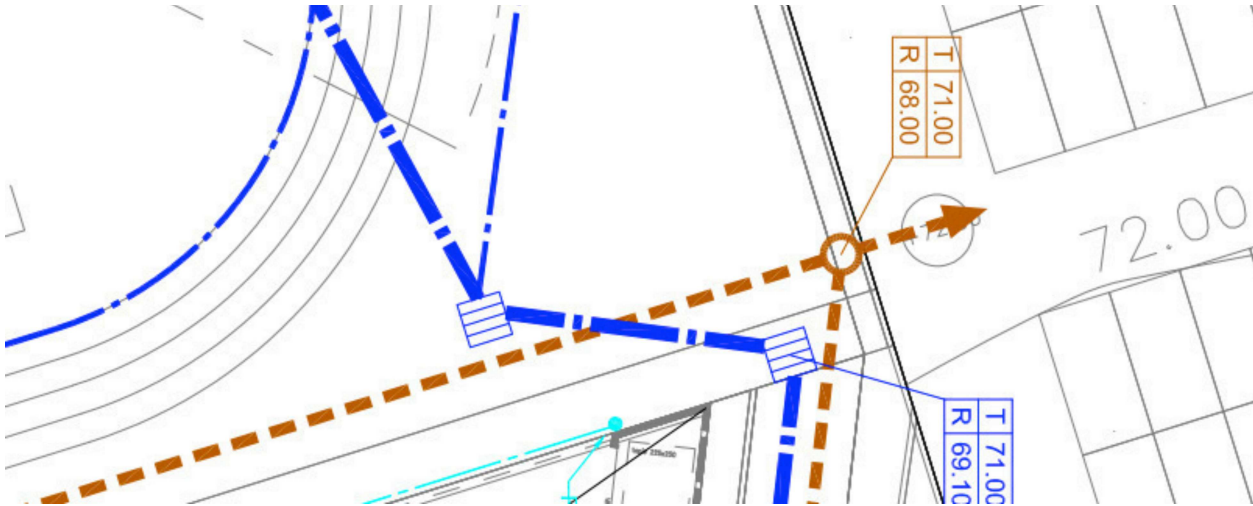
Le réseau d'alimentation en eau potable est prévu avec :

un piquage sur la fonte amenée dans un regard en limite de parcelle, depuis ce piquage :

- une pénétration dans le local d'eau du projet
- une alimentation du bâtiment au niveau de la cuisine avec un PEHD Ø63 sous la voie puis une circulation en galerie technique ou dans la hauteur du sous-sol
- une alimentation générale des logements de fonction en enterré, en PEHD Ø40, puis des antennes individuelles en PEHD Ø32 dans un coffret en façade de chaque logement
- une alimentation spécifique pour les espaces verts avec un réseau indépendant depuis un comptage spécial Ø40 ; puis une conduite en PEHD Ø40 est ramenée à proximité des cuves de récupération des EP, en fond de parking, pour fonctionner avec un by-pass entre l'eau de ville et les eaux récupérées des EP.

Ainsi on a 1 comptage général domestique Ø60 pour le collège, 5 + 1 (pour le gardien) sous-comptages individuels Ø32 pour les logements, et 1 comptage Espaces Verts Ø40.

### ASSAINISSEMENT E.U.-E.V.



Le réseau d'assainissement eaux usées et eaux vannes est prévu avec :

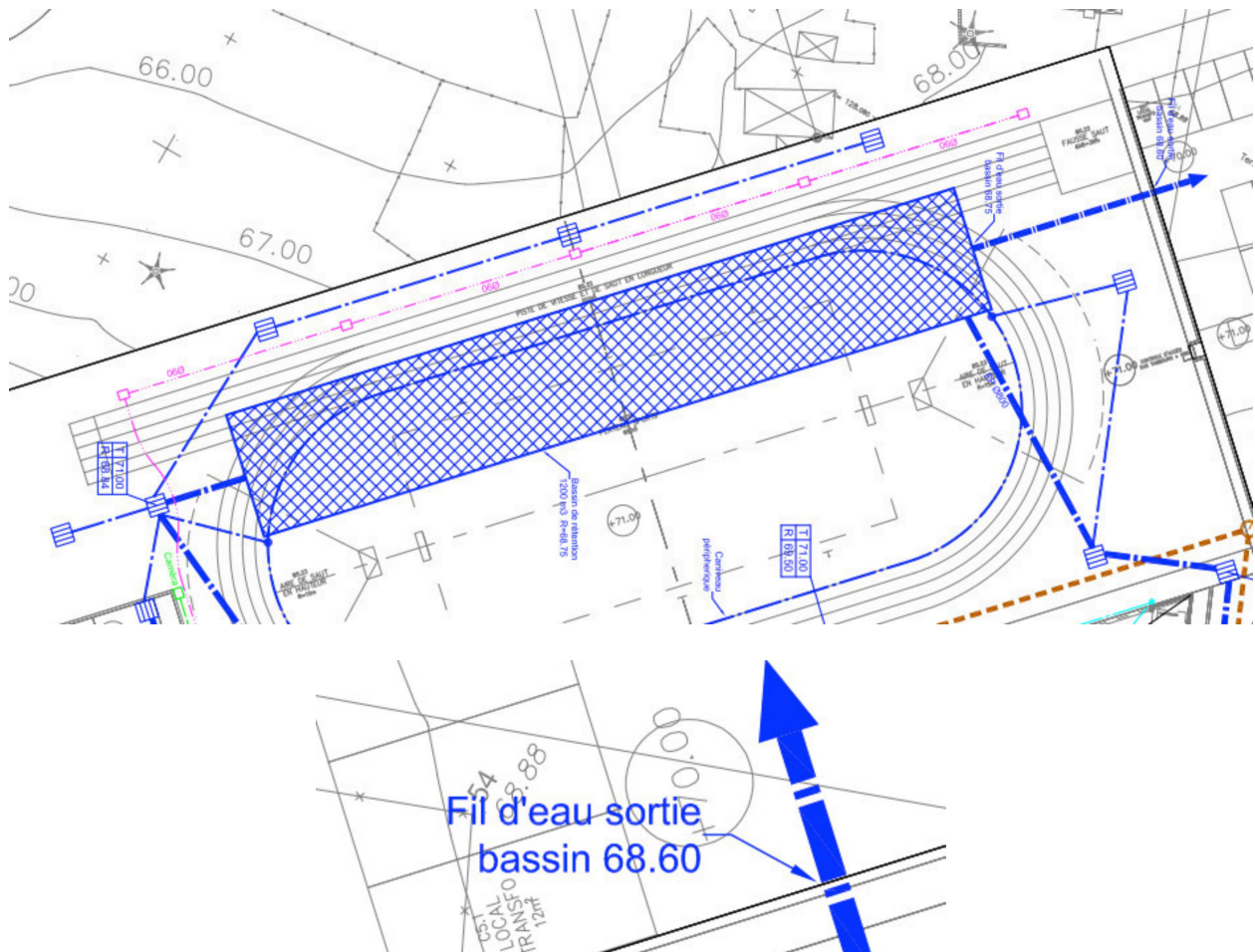
- 1 regard de raccordements laissé en attente en limite de parcelle Ø800 fe 68.00.
- une collecte de toutes les évacuations ramenées en réseau enterré sous voiries du collège, des différents bâtiments jusqu'au regard de sortie en limite de terrain.
- des sorties depuis les réseaux du plombier en apparents dans VS et sous-sol de toutes les zones :
  - cuisines
  - Segpa
  - administration
  - enseignement
  - logement gardien
  - zone salles de sports
  - logements de fonction

Un séparateur à graisse est prévu en enterré de type bac à graisse type SGDF 3/03 Taille 3 de chez SIMOP.

### ASSAINISSEMENT E.P.

Le réseau d'assainissement eaux pluviales issues des toitures des bâtiment est prévu avec :

- des descentes EP en façades
- la récupération des EP de toiture de certains secteurs du collège dans un collecteur en sous-sol et collectée dans un bassin de stockage en sous-sol contigu à la chaufferie (avec surverse de retour dans collecteur général) pour récupération en usage d'eau grise pour les toilettes collectives
- Collecte de toutes les EP ramenées dans un bassin de rétention dimensionné suivant la notice hydraulique PC4b avec raccordement sur regard en attente en limite de propriété (Diamètre 800 fe 68.60).
- Une partie de la récupération des EP de toiture des logements de fonction se fera par des descentes EP dont une par maison sera raccordée sur un réservoir aérien posé sur petit radier, fonctionnement du puisage gravitaire et gestion individuelle par l'utilisateur.



Les EP non infiltrées en surface par les aires drainantes ou les espaces verts sont collectées en des points bas et directement rejetées dans le bassin de rétention.

- collecte des eaux résiduelles de la cour dans regards à grille en point bas.
- collecte des eaux du plateau sportif dans caniveau CC1 et regards à grille.
- réseau de collecteurs enterrés entre points en conduite Ø300 à Ø400.

## ELECTRICITE

Le réseau d'électricité basse tension est prévu avec :

- un raccordement à partir d'un poste de transformation dont la construction du génie civil sera prise en charge par le Maître d'Ouvrage dans l'enceinte du projet
- Réseau de distribution de l'ensemble des bâtiments du collège à partir du local TGBT contigu au poste transfo
- une alimentation depuis le TGBT des logements de fonction par 5 fourreaux Ø90 + 5 fourreaux Ø63 pour télé report.
- une alimentation depuis le TGBT du logement du gardien par fourreaux Ø90 + Ø63 pour télé report.
- tous les comptages collège et 6 logements sont dans le local TGBT
- le câblage est réalisé par l'électricien depuis le TGBT vers ces différents tableaux

Le réseau est en enterré sous voirie ou dans caniveau technique entre le TGBT et le collège, ou en apparent dans le VS ou le sous-sol.

## GAZ

Le réseau de gaz est prévu à partir d'un poste de détente sous armoire fournis et mis en place par GRDF en coordination avec la ville de Martigues à l'entrée du projet.

- A partir de ce poste, desserte en réseau enterré sous voirie, de la cuisine et des logements de fonctions.

## TELEPHONE & COURANTS FAIBLES

Le réseau de téléphone et d'électricité courants faibles est prévu avec :

- raccordement à partir d'une chambre en attente en limite de propriété à l'entrée du projet (réseaux amenés par la ville de Martigues)
- à partir de ce regard, pénétration dans le local répartiteur, par 2 tubes Ø60.
- distribution du téléphone du collège en intérieur.
- distribution du téléphone des logements par 2 tubes 42/45.
- distribution de la vidéophonie des logements par 1 tube 42/45 depuis le portillon Nord jusqu'à chaque logement, la loge, et les locaux concernés.
- distribution du contrôle d'accès des portails et portillon vers les locaux de contrôle.
- Distribution des circuits caméras de surveillance
- chambres de tirage LOT ou L2T sur cheminement enterré.

## ECLAIRAGE EXTERIEUR

L'éclairage extérieur prévu dans l'enceinte du collège assure l'éclairage réglementaire minimum le long des voiries et circulations piétonne de distribution des différentes zones du collège et des logements de fonction. L'éclairage des aires extérieures au collège sont assurées par la ville de Martigues.