

**ATMOS'FAIR – 19 Juin 2018**

# **Qualité de l'air intérieur et performances olfactives à bord de trains à grande vitesse**

**SNCF – Agence d'Essai Ferroviaire**  
GHOZZI.F – CARRILHO.H  
fayes.ghozzi@sncf.fr / heidi.carrilho@sncf.fr



# AEF: Laboratoire et centre d'essais SNCF



## Missions:

- Vérifier la conformité des matériels, organes, composants ;
- Contribuer à l'optimisation de la maintenance ;
- Répondre à des besoins dans le domaine de l'hygiène et de l'environnement.



# Qualité de l'air intérieur et performances olfactives à bord de trains à grande vitesse

## I. OBJECTIFS DU PROJET

## II. ESSAIS RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DES TGV

## III. ESSAIS RELATIFS À L'EXPOSITION OLFACTIVE À BORD DES TGV

## IV. CONCLUSIONS

# I. OBJECTIFS DU PROJET

## Principaux objectifs :

- Amélioration des connaissances des polluants de l'air intérieur des TGV (nature et origine)
- Quantifier les polluants et rendre compte de l'exposition à bord de différentes générations de matériels roulants (TGV à deux niveaux de 1<sup>ère</sup> et dernière génération)

### Essais relatifs à la qualité de l'air

- Mesures des particules PM10 et PM2,5
- Mesures des COV
- Mesures des paramètres de confort (CO<sub>2</sub>, Température, Humidité relative)

### Essais relatifs à l'exposition olfactive

- Mesure de l'intensité des odeurs
- Evaluation du caractère hédonique des odeurs
- Description des odeurs perçues

**Recherche de pistes d'amélioration et/ou de traitement**

# II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV



## Conditions d'essais

- En service commercial
- 2 trajets aller-retour entre Paris-Montparnasse et Toulouse Matabiau sur TGV à deux niveaux de dernière génération
- 2 trajets aller-retour entre Paris Montparnasse et Brest sur TGV à deux niveaux de 1<sup>ère</sup> génération

## Emplacements et modalités

- Un point de mesure/prélèvement au plus proche du centre de la salle voyageurs
- Hauteur de mesure/prélèvement au niveau des voies respiratoires
- Pour chaque trajet, essais réalisés en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> classe (au total : deux points par rame)

## II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV



### Méthodes de mesures/prélèvements

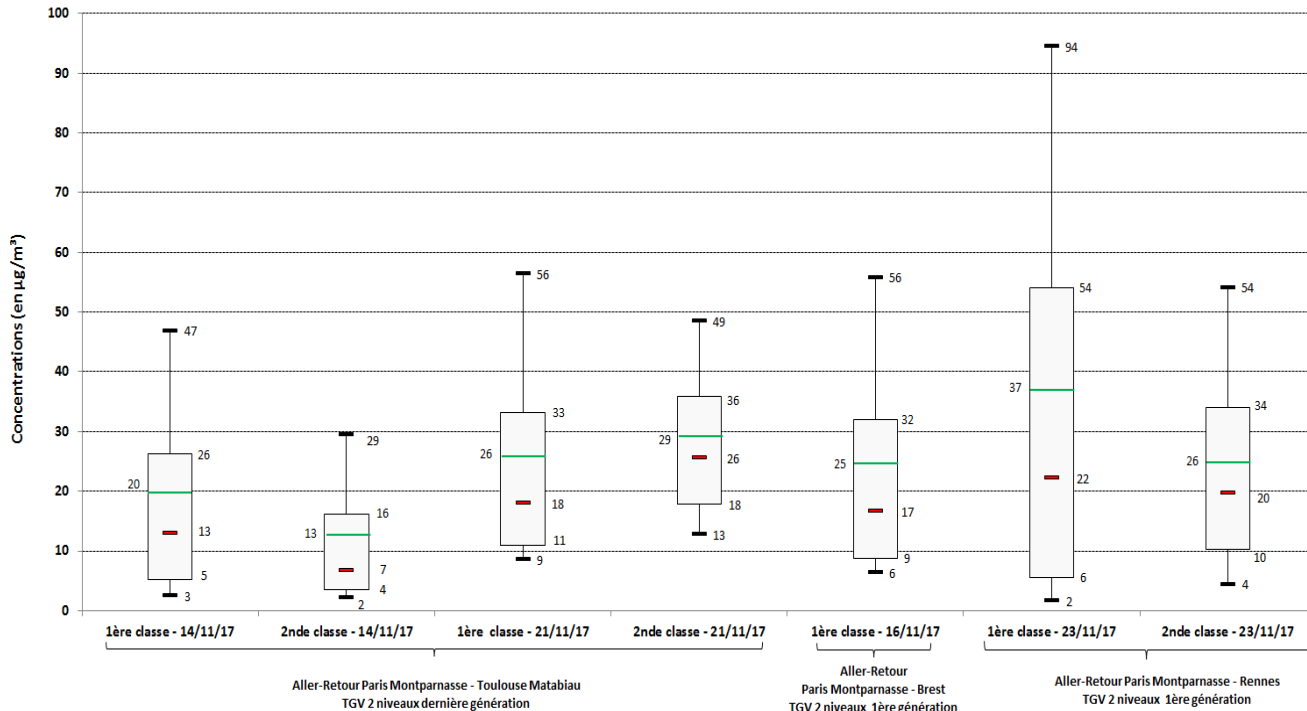
- **PM10 et PM2,5** : mesure automatique en continu par indicateur optique GRIMM
- **COV** :
  - Aldéhydes : prélèvements actifs sur supports imprégnés de DNPH et analyses par désorption chimique et dosage par CLHP
  - Autres COV : prélèvements actifs sur supports Tenax® et analyses par thermodésorption et GC/MS
- **Paramètres de confort** : mesure automatique en continu par analyseur portable Q-Trak™.



# II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV

## Exposition aux particules PM10

Concentrations en PM10 mesurées sur l'ensemble des trajets effectués en TGV



Concentration moyenne  
PM10 :  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Concentrations  
médianes PM10 :  
entre  $7$  et  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$

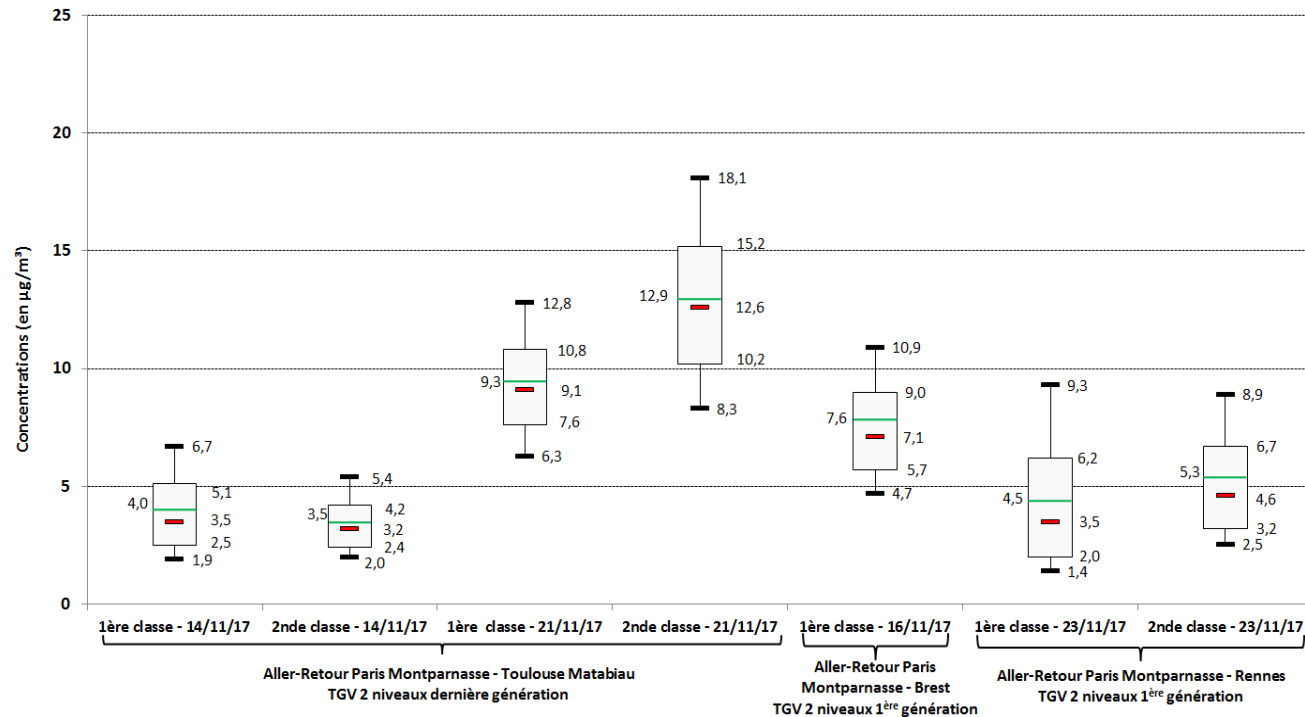
Valeur de référence PM10 :  
valeur guide OMS  
exposition court terme  
(24h) :  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Campagne logement  
OQAI – Médiane PM10 :  
 $31,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV

## Exposition aux particules PM<sub>2,5</sub>

Concentrations en PM<sub>2,5</sub> mesurées sur l'ensemble des trajets effectués en TGV



Concentration moyenne  
PM<sub>2,5</sub> : 6,7 µg/m<sup>3</sup>

Concentrations  
médianes PM<sub>2,5</sub> :  
entre 3,2 et 12,6 µg/m<sup>3</sup>

Valeur de référence PM<sub>2,5</sub>  
: valeur guide OMS  
exposition court terme  
(24h) : 25 µg/m<sup>3</sup>

Campagne logement  
OQAI – Médiane PM<sub>2,5</sub> :  
19,1 µg/m<sup>3</sup>



# II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV

## Exposition aux COV

Famille chimique de COV	Substances associées recherchées en TGV	Détection / Concentration (en µg/m³)
Hydrocarbures halogénés	Trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 1,4-Dichlorobenzène	Résultats < LQ
Ether de glycol	2-butoxyéthanol (EGBE)	Résultats < LQ
Hydrocarbures aromatiques	Benzène, Toluène, éthylbenzène, xylènes (m+p, o), styrène, 1,2,4-triméthylbenzène	Détectés lors d'un trajet <b>Toluène : 12,5 ; Ethylbenzène : 6,7</b> Autres substances : < LQ
Hydrocarbures aliphatiques	Acétate de n-butyle, n-décane, n-undécane	Détecté lors d'un trajet <b>Acétate de n-butyle : 50,1</b> Autres substances : < LQ
Terpènes	Alpha-pinène, limonène	Détecté lors de trois trajets <b>Limonène : entre 7,3 et 25,2</b> Alpha-pinène : < LQ
Aldéhydes	Formaldéhyde, acétaldéhyde	Détecté lors de deux trajets : <b>Acétaldéhyde : entre 4 et 8</b> Systématiquement détecté : <b>Formaldéhyde : entre 3 et 10</b>

# II. ESSAIS RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES TGV

## Mesures des paramètres de confort

- Température :
  - Températures médianes comprises entre **22 et 23,2 °C** ;
  - Température moyenne : **22,9 °C** (min : 21,2°C ; max : 24,7°C) ;
  - Résultats cohérents avec la loi de consigne thermique relative à la température d'air intérieur à bord des matériels roulants à grande vitesse.
  
- Humidité relative :
  - Humidités relatives médianes comprises entre **27,9 et 49,7%**.
  - L'humidité relative moyenne : **38,6%** (min : 25,7% ; max : 57,7%) ;
  - Selon la NF EN 13129 relative au conditionnement de l'air pour matériel roulant grande ligne : Limite de qualité cible pour l'humidité relative comprise entre **35% et 65%** .
  
- Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) :
  - Concentrations médianes comprises entre **394 et 1274 ppm** ;
  - Concentration moyenne : **825 ppm** (min : 286 ppm ; max : 2106 ppm) ;
  - Aucun état de confinement vis-à-vis des niveaux de CO<sub>2</sub> ;
  - Corrélation entre niveaux mesurés et fréquentation voyageurs.

# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV

## ODOMETRIC



### Paramètres mesurés

- Intensité d'odeur
- Evaluation du caractère hédonique
- Description des odeurs perçues

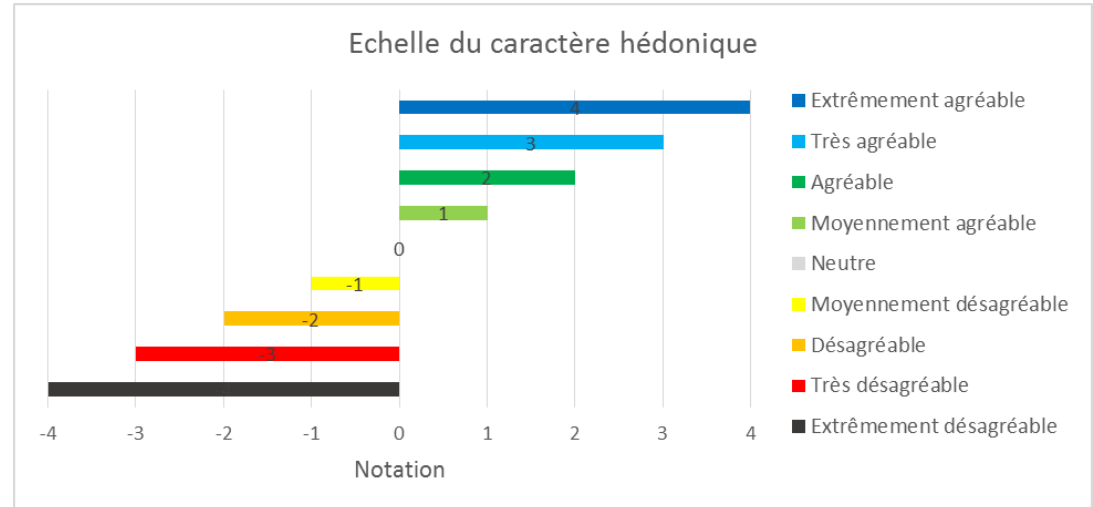
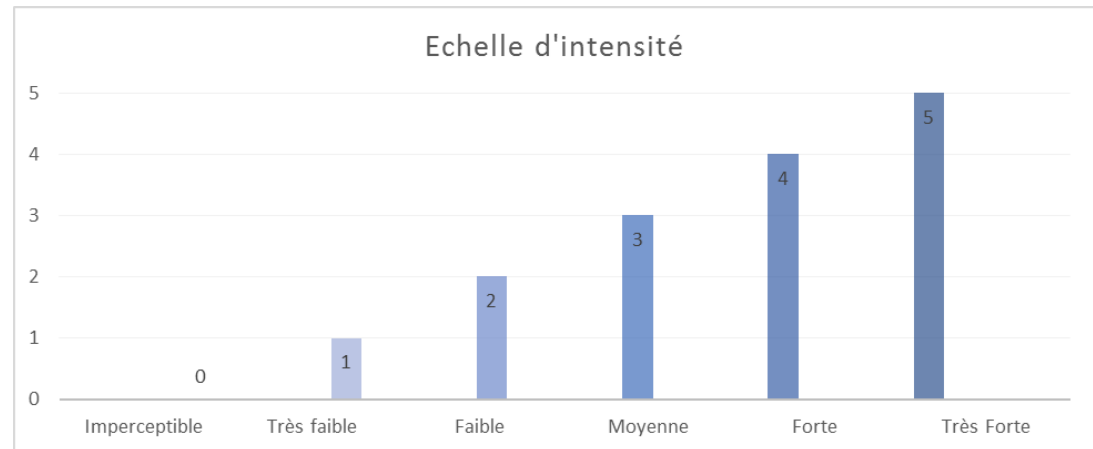
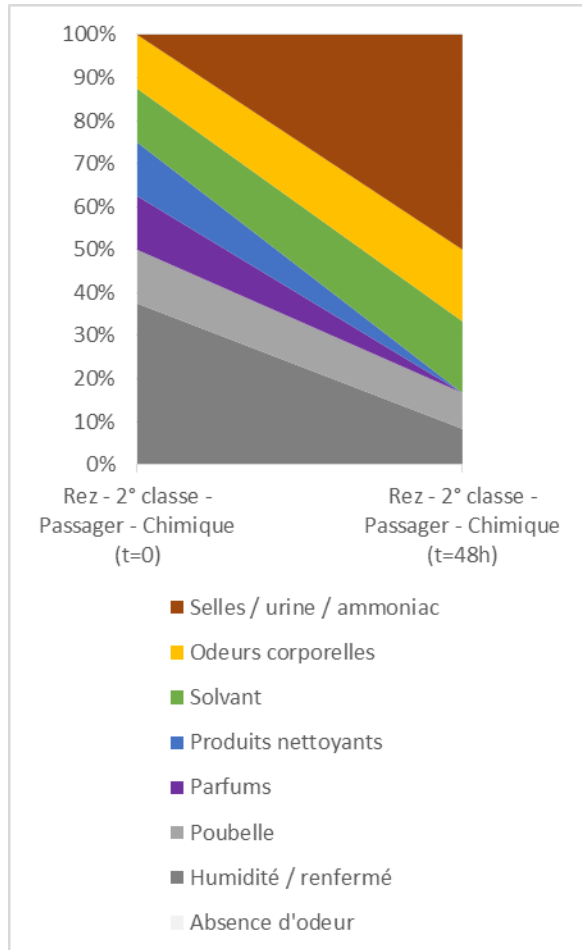
### Conditions d'essais

- En technicentre – sur 2 journées d'essais
- TGV à deux niveaux de première génération (sanitaires chimiques) et dernière génération (sanitaires à eau claire) ;
- Deux temps de prélèvement ;
  - $T_0$  : Après vidange des cuves de récupération des effluents et nettoyage des sanitaires et des voitures
  - $T_{0+48h}$  : Avant vidange des cuves de récupération des effluents et nettoyage des sanitaires et des voitures

### Emplacements et modalités

- Un point au niveau inférieur + un point au niveau supérieur :
  - Dans les sanitaires ;
  - En salle voyageurs au niveau des premiers sièges passagers

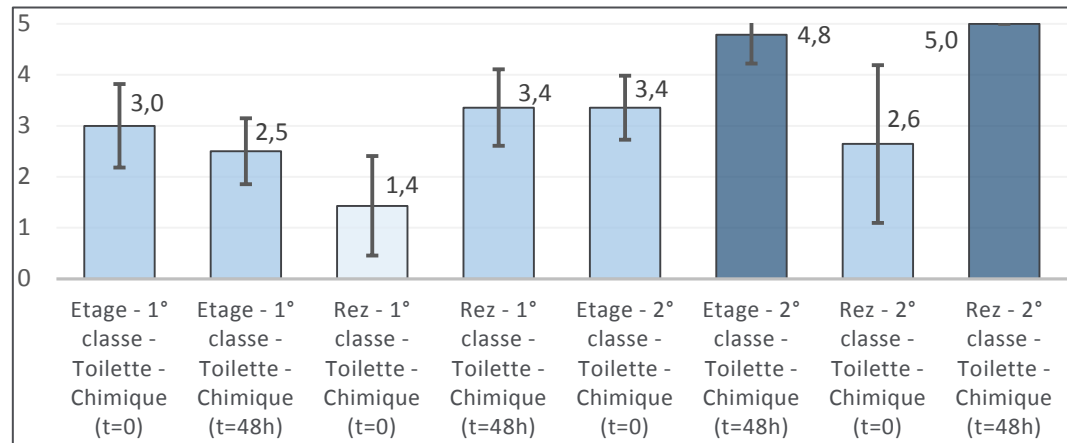
# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV



# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV

## Evolution du confort olfactif des sanitaires

- **Objectif** : Pour les 3 paramètres décrits (intensité, hédonisme, description), évaluer le confort olfactif en comparant l'évolution entre les temps  $T_0$  et  $T_{0+48h}$ .



### Sanitaires chimiques

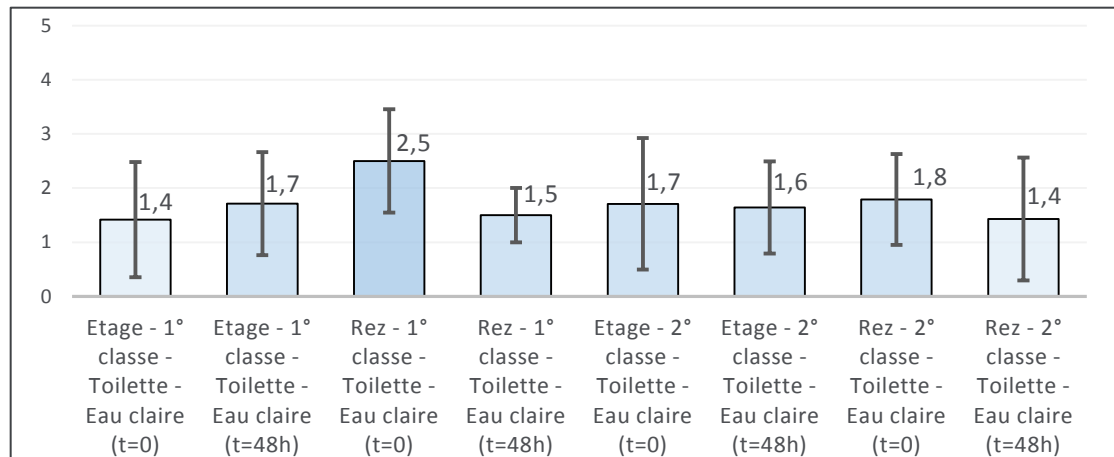
A  $T_0$ , intensité jugée de « très faible » à « moyenne » dans les sanitaires de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> classe ;

A  $T_{0+48h}$ , intensité jugée de « moyenne » en 1<sup>ère</sup> classe et « très forte » en 2<sup>nde</sup> classe.

### Sanitaires à eau claire

A  $T_0$ , intensité jugée de « très faible » à « moyenne » dans les sanitaires de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> classe ;

A  $T_{0+48h}$ , intensité reste « faible » ou « très faible »



# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV

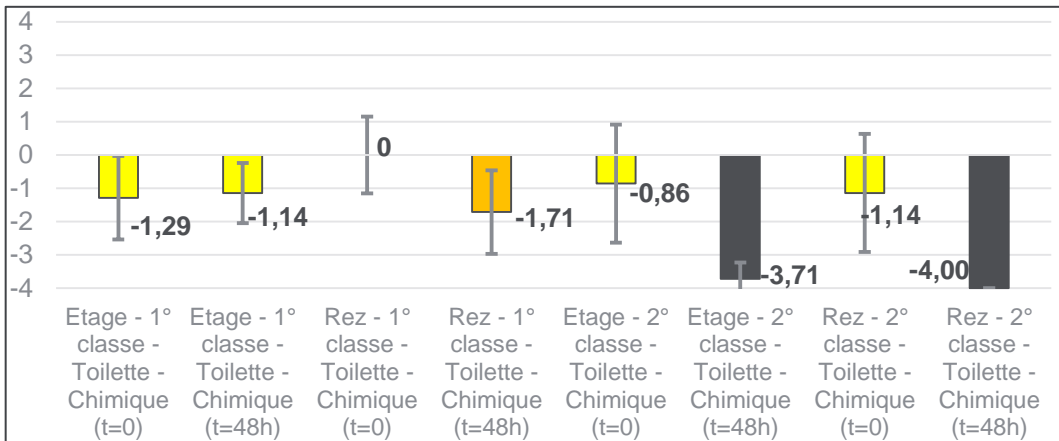
## Evolution du confort olfactif des sanitaires

- **Objectif** : Pour les 3 paramètres décrits (intensité, hédonisme, description), évaluer le confort olfactif en comparant l'évolution entre les temps  $T_0$  et  $T_{0+48h}$ .

### Sanitaires chimiques

A  $T_0$ , appréciation de neutre (en 1<sup>ère</sup> classe duplex bas) à « moyennement désagréable » dans les autres sanitaires;

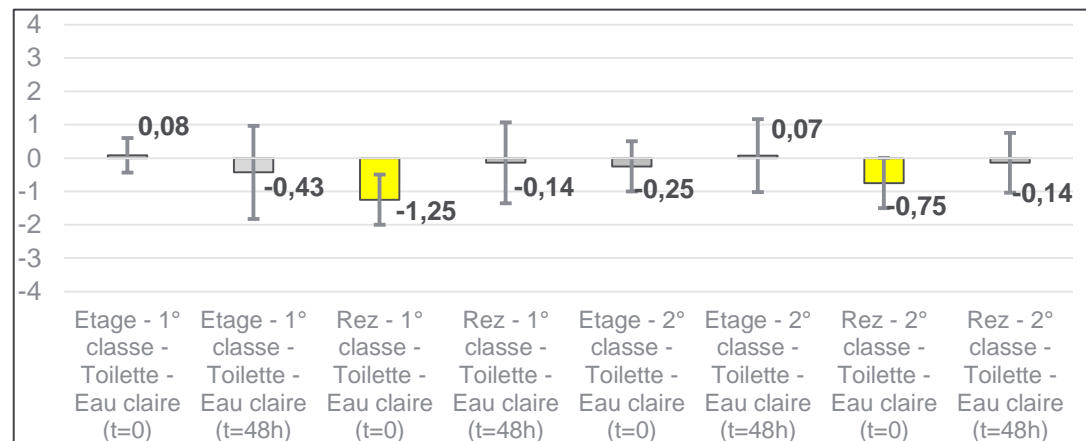
A  $T_{0+48h}$ , appréciation « moyennement désagréable » à « désagréable » en 1<sup>ère</sup> classe et « extrêmement désagréable » en 2<sup>nde</sup> classe.



### Sanitaires à eau claire

A  $T_0$ , appréciation de « neutre » à « moyennement désagréable » ;

A  $T_{0+48h}$ , appréciations des odeurs perçues sont « neutres »

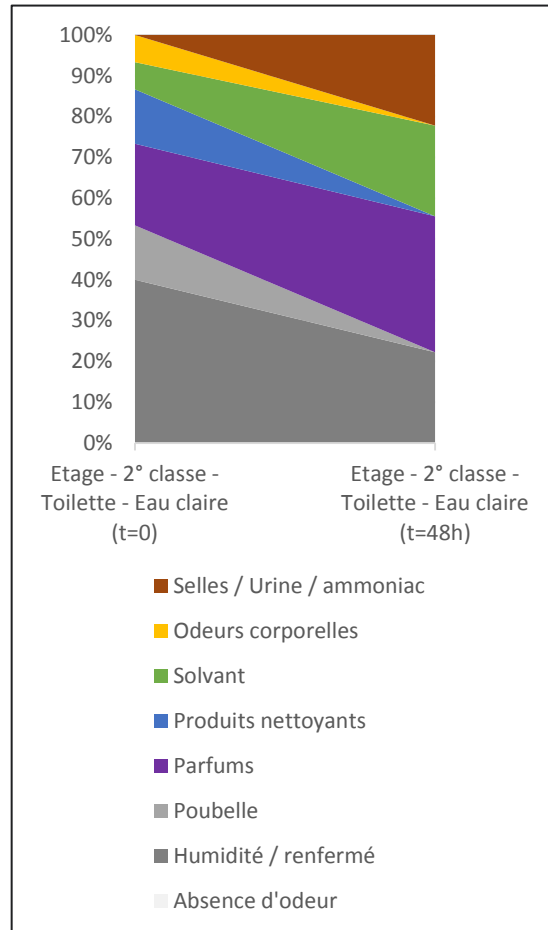
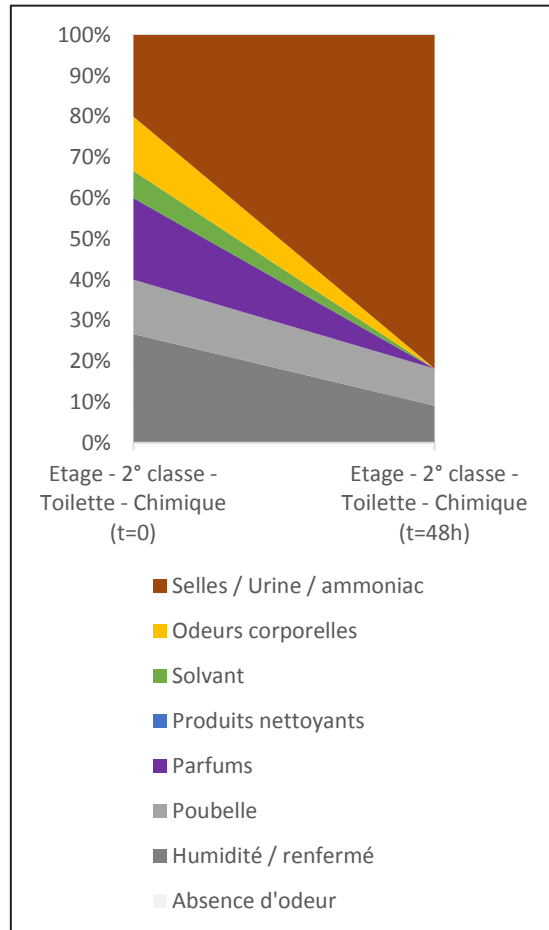




# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV

## Evolution du confort olfactif des sanitaires

- **Objectif** : Pour les 3 paramètres décrits (intensité, hédonisme, description), évaluer le confort olfactif en comparant l'évolution entre les temps  $T_0$  et  $T_{0+48h}$ .



### Sanitaires chimiques / Sanitaires à eau claire

A  $T_0$ , les descripteurs les plus souvent employés pour les deux types de rames sont « humidité / renfermé », « parfums » et « selles / urine / ammoniac ».

A  $T_{0+48h}$ , le vocabulaire employé montre une hausse de l'occurrence du descripteur « selles / urine / ammoniac » notamment dans la rame chimique (1<sup>ère</sup> génération).

# III. ESSAIS RELATIFS A L'EXPOSITION OLFACTIVE A BORD DES TGV

## Evolution du confort olfactif des sanitaires

- **Objectif** : Pour les 3 paramètres décrits (intensité, hédonisme, description), évaluer le confort olfactif dans l'espace passagers à proximité directe des sanitaires (identification ou non d'un phénomène de transfert d'odeurs).

Paramètres Matériel roulant	Intensité et caractère hédonique	Descripteurs d'odeurs
TGV à deux niveaux de 1 <sup>ère</sup> génération ( <i>sanitaires chimiques</i> )	Plus l'intensité est élevée, plus le caractère hédonique est désagréable → Expérience olfactive au niveau de l'espace passagers est plus dégradée	Confirmation de la relation de transfert des molécules odorantes → forte hausse de l'occurrence du descripteur « selles / urines / ammoniac »
TGV à deux niveaux de dernière génération ( <i>sanitaires à eau claire</i> )	Intensité et caractère hédonique n'ont pas évolué → Faible dégradation du confort olfactif	Faible transfert d'odeurs après exploitation → légère hausse du descripteur « selles / urines / ammoniac »

# IV. CONCLUSIONS

## Qualité de l'air

- Concentrations en PM10 et PM2,5 mesurées relativement homogènes, basses et inférieures aux valeurs de références existantes ;
- Concentrations en COV synonymes d'une bonne qualité de l'air intérieur : la plupart des échantillons montrent des concentrations inférieures aux LQ et aux valeurs de référence disponibles
- Aucun état de confinement (CO<sub>2</sub>), ni même d'inconfort hygrothermique.
- Influence de la fréquentation voyageurs sur les paramètres PM et paramètres de confort.

## Confort olfactif

- Dans les conditions d'essais décrites, la rame de 1<sup>ère</sup> génération montre un confort olfactif qui n'est pas satisfaisant ;
- La rame dernière génération montre une dégradation du confort olfactif faible et un phénomène de transfert d'odeurs limité.
- Différences d'exploitation des rames (temps d'utilisation en service commercial, fréquentation voyageurs, délais de vidange, etc.)

**Perspectives** : Recherche de pistes d'amélioration du confort olfactif et étudier la possibilité d'une surveillance QAI au moyens de capteurs embarqués en TGV