

Fanny MIETLICKI
Bruitparif

TABLE RONDE 2

Colloque national CidB

**Bruits et vibrations au voisinage
des infrastructures ferroviaires :
quelles perspectives ?**

16 novembre 2023



SITES EXPLOITÉS PAR BRUITPARIF

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Bois le Roi (77)	SNCF Réseau	830000	Périurbain	Non modérée	150 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 160 km/h
Herblay (95)	SNCF Réseau	334000	Périurbain	Modérée	240 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 130 km/h
Villemomble (93)	SNCF Réseau	957000	Urbain dense	Non modérée	50 trains/jour (fret)	Vmax 90 km/h
Mitry-Mory (77)	SNCF Réseau	229000	Périurbain	Modérée	350 trains/jour (TER, Banlieue, fret)	Vmax 150 km/h
Paris (75)	SNCF Réseau	830000	Urbain dense	Non modérée	700 trains/jour (TGV, grandes lignes, TER, banlieue)	Vmax 100 km/h
Malakoff (92) en amont du technicentre de Châtillon (ancien signal C503)	SNCF Réseau	431000	Urbain dense	Non modérée	200 trains/jour (environ 180 passages de TGV ou TER à vitesse moyenne, et de l'ordre de 20 à 25 TGV en transfert lent voire en stationnement sur voie)	Vmax 90 km/h
Rillieux-la-Pape (69)	SNCF Réseau	886000 et 752330 (lignes raccordées)	Périurbain	modérée	130 trains/jour (TGV, grandes lignes, TER)	Vmax 160 km/h
Malay-le-Petit / Noé (89)	SNCF Réseau	LGV Paris-Lyon	Rural	Non modérée	220 trains/jour (TGV)	Vmax 300 km/h
Montmeyran (26)	SNCF Réseau	LGV Méditerranée	Rural	Non modérée	110 trains/jour (TGV)	Vmax 300 km/h
Le Teil (07)	SNCF Réseau	Ligne 800000	Urbain	Non modérée	25 trains/jour (fret uniquement) 50 % de nuit et 20 % en soirée)	Vmax 100 km/h
Paris (75)	RATP	Ligne 6 (métro pneumatique sur viaduc)	Urbain dense		804 passages/jour	Vmoy 46 km/h
Créteil (94)	RATP	Ligne 8	Urbain dense		635 passages/jour	Vmoy 50 km/h
Sarcelles (95)	RATP	T5 (Tramway pneumatique)	Urbain dense		404 passages/jour	Vmoy 37 km/h
Asnières-sur-Seine (92)	RATP	T1	Urbain dense		402 passages/jour	Vmoy 32 km/h
Saint-Mandé (94)	RATP	RER A	Urbain dense		711 passages/jour	Vmoy 87 km/h

6 sites avec station permanente Bruitparif

Station localisée à proximité des voies ferrées

EXPLOITATION DES DONNÉES DES SITES BRUITPARIF

→ Exploitation à ce stade de **4 sites : Bois-le-Roi, Herblay, Villemomble et Mitry-Mory**

Pour le site Paris-Coriolis, il est nécessaire de mettre un œuvre un capteur méduse pour isoler les pics de bruit ferroviaire des autres bruits (passage de véhicules routiers notamment)

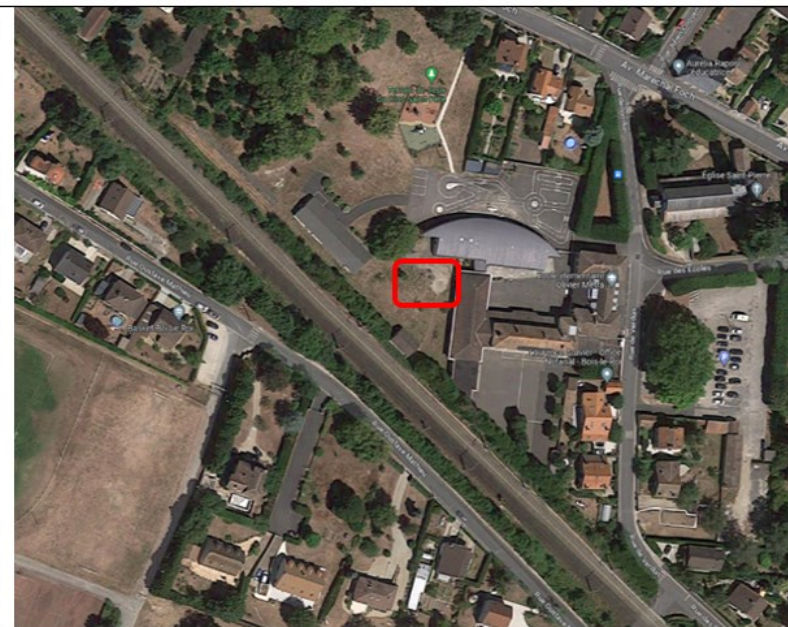
Pour Malakoff, la problématique des passages lents est très spécifique et il a été choisi de se concentrer déjà sur l'exploitation des sites plus « classiques ».

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Bois le Roi (77)	SNCF Réseau	830000	Périurbain	Non modérée	150 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 160 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **34 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre (bâtiment à 8 m)
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	<1	<1	<1	<1	<1%
Transilien/RER Nouvelle Génération	34	15	8	56	42%
TER/Intercités Ancienne Génération	2	1	0	4	3%
TER/Intercités Nouvelle Génération	14	5	1	20	15%
Corail	28	8	3	39	29%
TGV	<1	<1	<1	<1	<1%
Fret, trains de travaux et autres	5	4	6	15	11%
TOTAL	85	32	17	134	100%
Nombre de trains voyageurs	79	29	11	119	89%
Nombre de trains non-voyageurs	5	4	6	15	11%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Herblay (95)	SNCF Réseau	334000	Périurbain	Modérée	240 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 130 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **25 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	14	5	1	19	10%
Transilien/RER Nouvelle Génération	101	41	21	163	85%
TER/Intercités Nouvelle Génération	3	<1	<1	3	1%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	0	0	0	0	0%
Fret, trains de travaux et autres	2	1	3	7	3%
TOTAL	120	47	26	192	100%
Nombre de trains voyageurs	118	45	22	185	97%
Nombre de trains non-voyageurs	2	1	3	7	3%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Villemomble (93)	SNCF Réseau	957000	Urbain dense	Non modérée	50 trains/jour (fret)	Vmax 90 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **9 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **5 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	1	<1	<1	1	3%
Transilien/RER Nouvelle Génération	2	1	<1	3	6%
TER/Intercités Nouvelle Génération	<1	<1	<1	<1	<1%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	<1	<1	<1	<1	<1%
Fret, trains de travaux et autres	13	9	16	38	90%
TOTAL	17	10	16	42	100%
Nombre de trains voyageurs	3	1	0	4	10%
Nombre de trains non-voyageurs	13	9	16	38	90%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Mitry-Mory (77)	SNCF Réseau	229000	Périurbain	Modérée	350 trains/jour (TER, Banlieue, fret)	Vmax 150 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **29 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **4**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	143	54	31	228	81%
Transilien/RER Nouvelle Génération	16	7	1	25	9%
TER/Intercités Nouvelle Génération	13	5	<1	18	6%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	0	0	0	0	0%
Fret, trains de travaux et autres	6.4	2.7	3.1	12.2	4%
TOTAL	178	69	35	283	100%
Nombre de trains voyageurs	172	67	32	271	96%
Nombre de trains non-voyageurs	6	3	3	12	4%

Trafic ferroviaire journalier moyen

EXPLOITATION DES DONNÉES DES SITES BRUITPARIF

→ Exploitation à ce stade de **4 sites : Bois-le-Roi, Herblay, Villemomble et Mitry-Mory**

Pour le site Paris-Coriolis, il est nécessaire de mettre un œuvre un capteur méduse pour isoler les pics de bruit ferroviaire des autres bruits (passage de véhicules routiers notamment)

Pour Malakoff, la problématique des passages lents est très spécifique et il a été choisi de se concentrer déjà sur l'exploitation des sites plus « classiques ».

→ **Exploitation des données sur la totalité des 6 mois de l'expérimentation, du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023**

~ **100 000 pics de bruit ferroviaire (600 en moyenne par jour) avec production des indicateurs :**

- LAmax
- Tevt
- LAeq,evt
- SEL
- **NQT,evt** (proposition Bruitparif d'un nombre de points à affecter à un événement ferroviaire, test exploratoire)

PRINCIPE DE L'INDICATEUR EXPLORATOIRE NQT_{EVT}

→ Calcul d'un estimateur de la contribution basses fréquences par l'introduction d'un niveau dBT (pour *Tuned*) sous la forme d'une combinaison linéaire des niveaux en dBA et en dBC :

$$L_T = \alpha L_A + (1 - \alpha) L_C$$

avec $\alpha = \frac{80 - L_C}{40}$ contraint aux bornes pour rester dans l'intervalle [0, 1]

→ Calcul d'un quantum de bruit pour chaque échantillon élémentaire :

$$\text{avec } L_{Ti} \text{ le r } NQT_i = T \times 10^{\frac{L_{Ti}-94}{20}} \text{ lisé (0.1 s)}$$

→ Sommation de ces quants sur la durée d'apparition de l'événement, pour obtenir un nombre de points relatif à un événement ferroviaire donné :

$$NQT_{evt} = \sum_{i \in evt} NQT_i$$

Intérêt du NQT_{evt} est de pouvoir faire un comptage à points des événements sonores ferroviaires par sommation sur une période donnée

$$NQT_{période} = \sum_{evt \in période} NQT_{evt}$$

EXPLOITATION DES DONNÉES DES SITES BRUITPARIF

→ Exploitation à ce stade de 4 sites : Bois-le-Roi, Herblay, Villemomble et Mitry-Mory

Pour le site Paris-Coriolis, il est nécessaire de mettre un œuvre un capteur méduse pour isoler les pics de bruit ferroviaire des autres bruits (passage de véhicules routiers notamment)

Pour Malakoff, la problématique des passages lents est très spécifique et il a été choisi de se concentrer déjà sur l'exploitation des sites plus « classiques ».

→ **Exploitation des données sur la totalité des 6 mois de l'expérimentation, du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023**

~ 100 000 pics de bruit ferroviaire (600 en moyenne par jour) avec production des indicateurs :

- LAmax
- Tevt
- LAeq,evt
- SEL
- **NQT,evt** (proposition Bruitparif d'un nombre de points à affecter à un événement ferroviaire, test exploratoire)

→ **Exploitation de données de trafic ferroviaire en gare** fournies par SNCF Réseau (système ORE) **pour associer les types de train aux pics de bruit ferroviaire**

- **Transilien/RER Ancienne Génération (AG)**, type VB2N
- **Transilien/RER Nouvelle Génération (NG)**, type Region2N
- **Corail**
- **TER/Intercités Nouvelle Génération (NG)**, type Z5000, B84000...
- **Fret** et travaux (non-voyageurs)

Une association possible pour 61% à 83% des pics de bruit ferroviaire selon les sites (problème lié au fait que les horaires des passages en gare dans le système ORE sont fournis à la minute, il faudrait les données à la seconde pour améliorer la mise en correspondance)

Base de données de l'ordre de 70 000 pics de bruit associés à un type de circulation ferroviaire

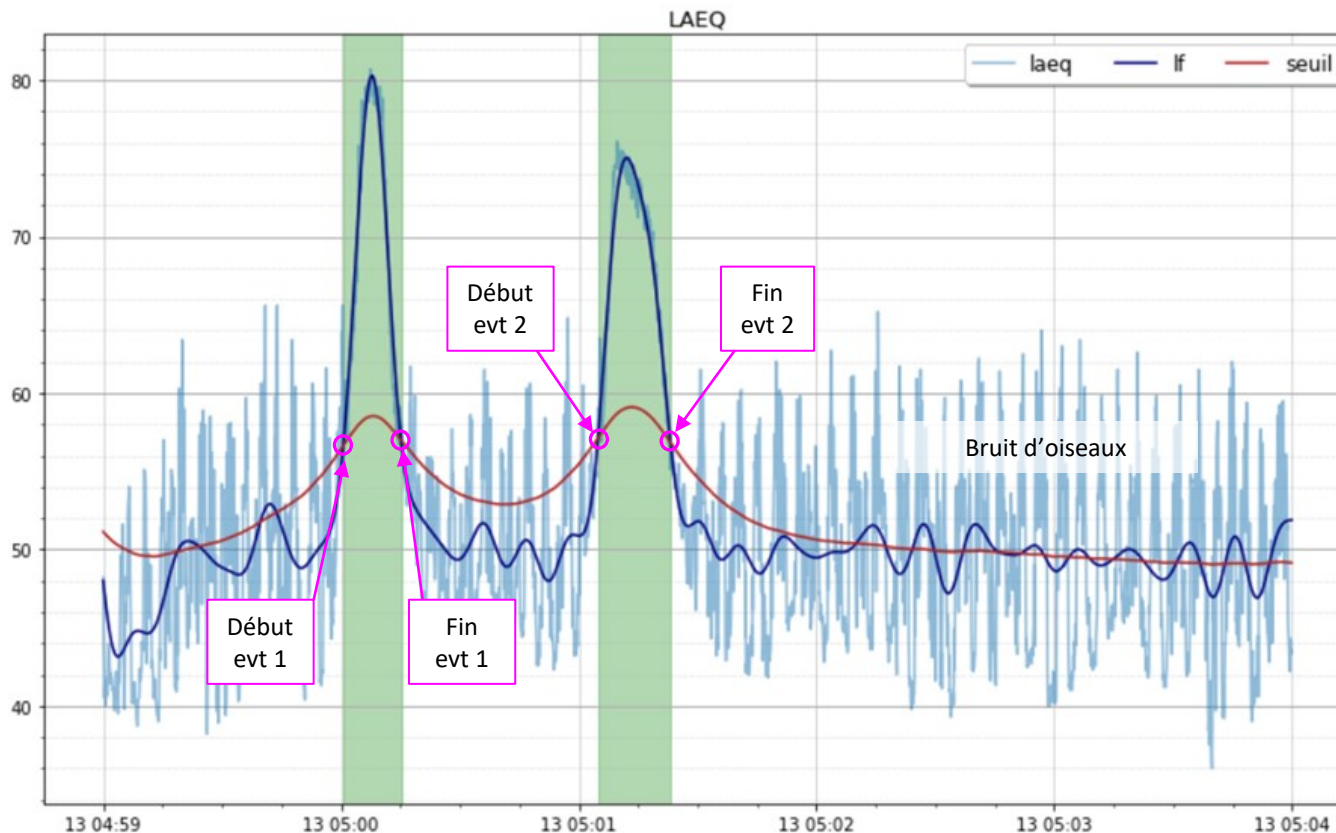
PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Sur les 4 sites traités, il a été possible de mettre en place une détection automatisée des pics de bruit ferroviaire et de calcul des indicateurs acoustiques associés.
 - Méthode de codage des événements par mise en place de deux filtres passe-bas
 - Fonctionne très bien dans le cas de sites de mesure principalement exposés au bruit des circulations ferroviaires.

PRINCIPE DU CODAGE DES ÉVÉNEMENTS

Étapes de calcul :

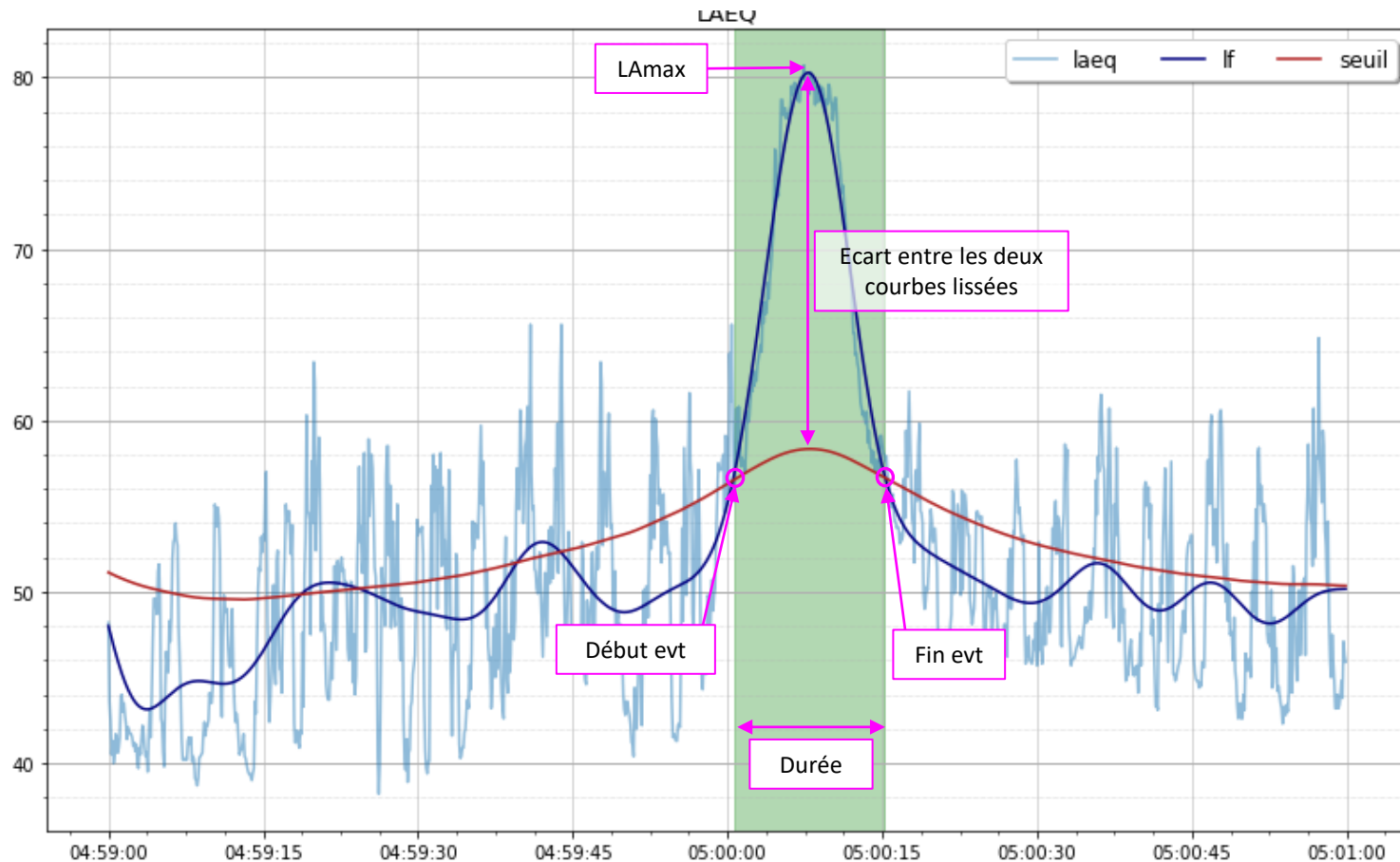
- Extraction des LAeq,100ms de la base de données Bruitparif
- Suppression des périodes invalidées (perturbations sonores significatives)
- Calcul d'une évolution temporelle lissée par l'application de deux filtres passe-bas Butterworth
 - Un de fréquence de coupure de 0.1 Hz et d'ordre 5 (courbe Lf en **bleu**)
 - Un de fréquence de coupure de 0.01 Hz et d'ordre 1, (courbe seuil en **rouge**)



Le filtre en bleu (T=10 s) permet de lisser les fluctuations rapides

Le filtre en rouge (T=100 s) permet de lisser des fluctuations plus lentes

PRINCIPE DU CODAGE DES ÉVÉNEMENTS



Paramètres ajustables pour la détection des événements :

Durée min / Durée max

LAmox min

Ecart min entre les deux courbes lissées (notion d'émergence)

LAeq min plateau / Durée min plateau : paramètre supplémentaire sur une combinaison seuil / durée (= le niveau de bruit doit atteindre ou dépasser X dB(A) pendant au moins X secondes consécutives), vise à exclure certains événements, par exemple passages isolés de voitures

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Sur les 4 sites traités, il a été possible de mettre en place une détection automatisée des pics de bruit ferroviaire et de calcul des indicateurs acoustiques associés.
 - Méthode de codage des événements par mise en place de deux filtres passe-ba
 - Fonctionne très bien dans le cas de sites de mesure principalement exposés au bruit des circulations ferroviaires.
- Le bornage temporel des événements sonores a une influence significative pour le calcul du LAeq,evt mais assez peu sur le calcul du SEL.

DIFFÉRENCES SELON BORNAGE TEMPOREL DES ÉVÉNEMENTS

Comparaison des indicateurs SEL et LAeq,evt selon la méthode de bornage temporel :

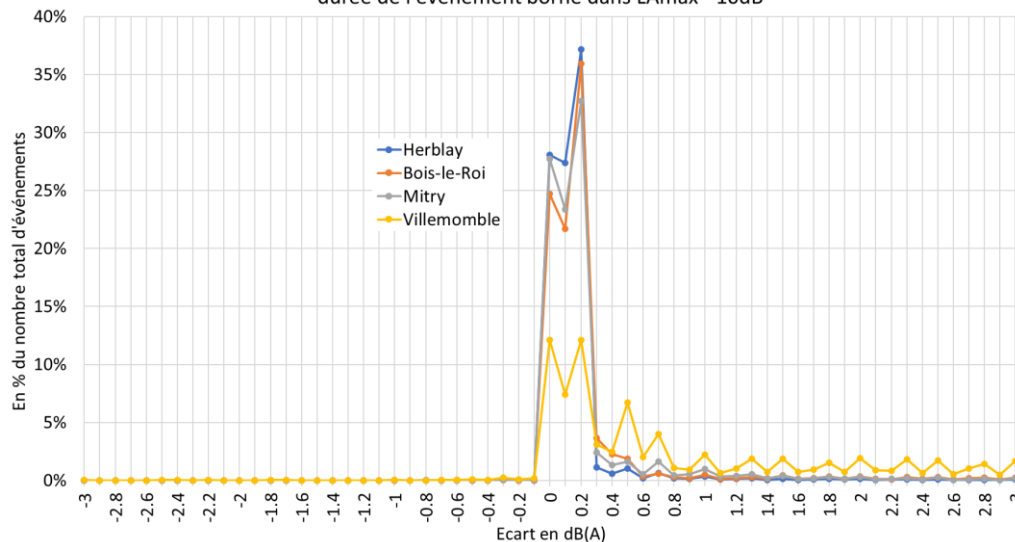
- Bornage sur la totalité de la durée de l'événement tel qu'il a été détecté
- Bornage de l'événement dans L_{Amax} – 10 dB

		Différence entre SEL,evt et SEL_Max-10dB	Différence entre LAeq,evt et LAeq,evt,Max-10dB
Herblay	Moyenne	0.3	-2.5
	Médiane	0.2	-2.4
Bois le Roi	Moyenne	0.2	-2.5
	Médiane	0.2	-2.5
Mitry-Mory	Moyenne	0.2	-1.8
	Médiane	0.2	-1.8
Villemomble	Moyenne	0.7	-2.7
	Médiane	0.7	-2.7

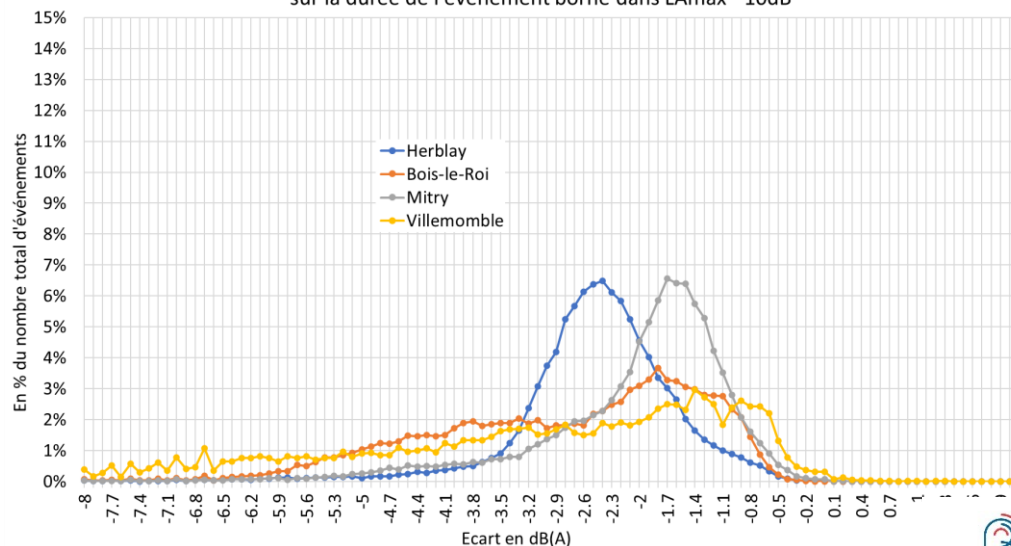
Le SEL calculé sur la durée totale d'événement est très légèrement supérieur au SEL calculé sur la période comprise dans le L_{Amax} – 10 dB.

Au contraire, le LAeq,evt calculé sur la durée totale d'événement est inférieur au LAeq,evt calculé sur la période comprise dans le L_{Amax} – 10 dB.

Distribution des écarts entre le SEL évalué sur la durée totale de l'événement et sur la durée de l'événement borné dans L_{Amax} - 10dB



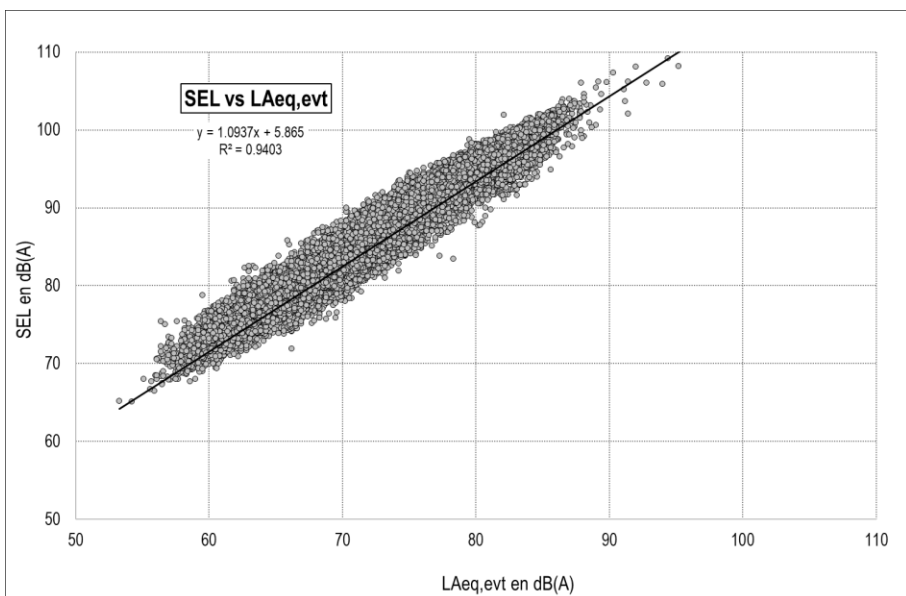
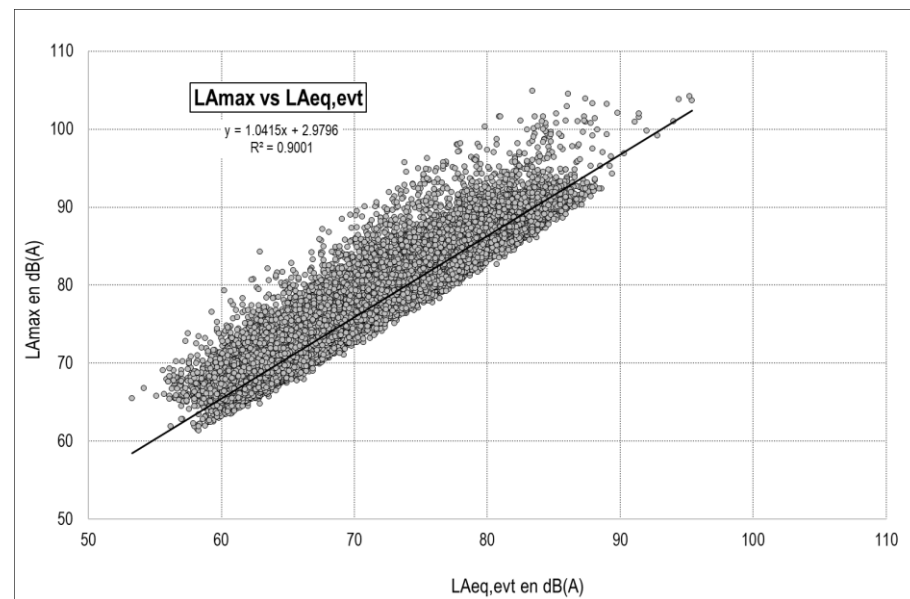
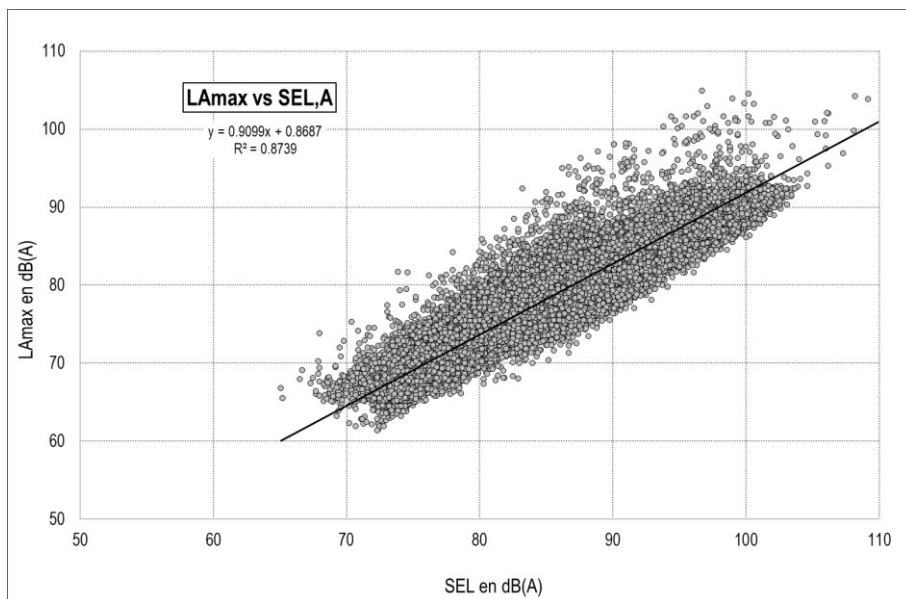
Distribution des écarts entre le LAeq,evt évalué sur la durée totale de l'événement et sur la durée de l'événement borné dans L_{Amax} - 10dB



PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Sur les 4 sites traités, il a été possible de mettre en place une détection automatisée des pics de bruit ferroviaire et de calcul des indicateurs acoustiques associés.
 - Méthode de codage des événements par mise en place de deux filtres passe-ba
 - Fonctionne très bien dans le cas de sites de mesure principalement exposés au bruit des circulations ferroviaires.
- Le bornage temporel des événements sonores a une influence significative pour le calcul du LAeq,evt mais assez peu sur le calcul du SEL.
- Les indicateurs LAmax, LAeq,evt et SEL sont assez fortement corrélés les uns avec les autres (R^2 compris entre 0,87 et 0,94).

RELATIONS ENTRE INDICATEURS POUR LES SITES EXPLOITÉS (HERBLAY, BOIS-LE-ROI, VILLEMOMBLE ET MITRY-MORY)



Relations présentées pour l'ensemble des événements sonores ferroviaires des sites d'Herlay, Bois-le-Roi, Villemomble et Mitry-Mory (environ 100 000 événements)

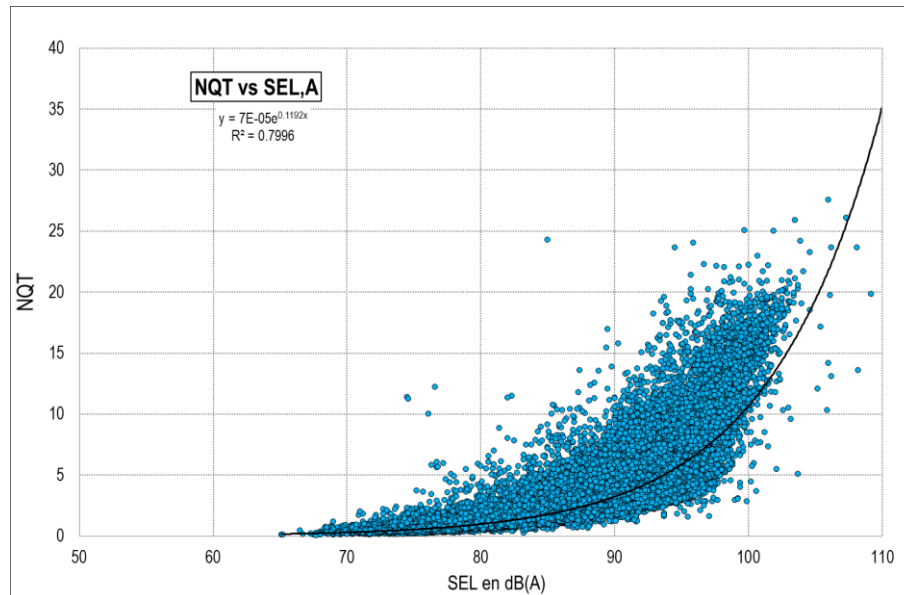
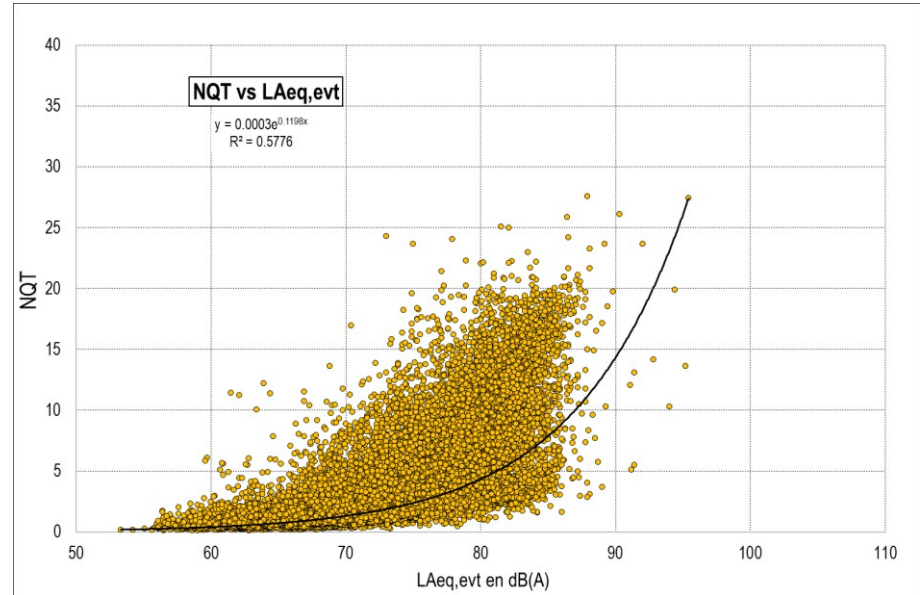
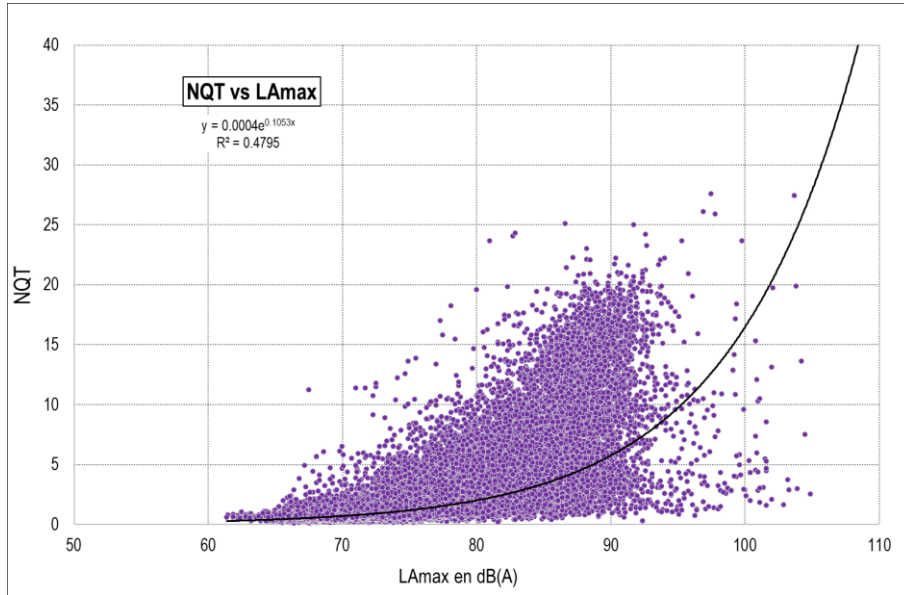
Sur l'ensemble des sites d'Herlay, Bois-le-Roi, Villemomble et Mitry-Mory), les indicateurs LAmax, LAeq,evt et SEL sont assez fortement corrélés entre eux (R^2 compris entre 0,87 et 0,94).

Le R^2 le plus faible (0,87) est obtenu pour la relation entre le LAmax et le SEL.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Sur les 4 sites traités, il a été possible de mettre en place une détection automatisée des pics de bruit ferroviaire et de calcul des indicateurs acoustiques associés.
 - Méthode de codage des événements par mise en place de deux filtres passe-ba
 - Fonctionne très bien dans le cas de sites de mesure principalement exposés au bruit des circulations ferroviaires.
- Le bornage temporel des événements sonores a une influence significative pour le calcul du LAeq,evt mais assez peu sur le calcul du SEL.
- Les indicateurs LAmax, LAeq,evt et SEL sont assez fortement corrélés les uns avec les autres (R^2 compris entre 0,87 et 0,94).
- L'indicateur NQT est beaucoup moins corrélé aux indicateurs LAmax (R^2 de 0,48) et LAeq,evt (R^2 de 0,58). Corrélation assez forte entre NQT,evt et SEL (R^2 de 0,8). L'indicateur NQT donne plus de poids aux trains Fret qu'aux trains de voyageurs (2 à 4 fois plus selon les sites).

RELATIONS ENTRE INDICATEURS POUR LES SITES EXPLOITÉS (HERBLAY, BOIS-LE-ROI, VILLEMOMBLE ET MITRY-MORY)



Sur l'ensemble des sites d'Herblay, Bois-le-Roi, Villemomble et Mitry-Mory), l'indicateur NQT présente un coefficient de détermination avec les indicateurs LAmx, LAeq,evt et SEL (R^2) compris entre 0,47 et 0,8.

Le R^2 le plus faible (0,48) est obtenu pour la relation entre le NQT et le LAmx, le plus important (0,8) est obtenu entre le NQT et le SEL.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- Sur les 4 sites traités, il a été possible de mettre en place une détection automatisée des pics de bruit ferroviaire et de calcul des indicateurs acoustiques associés.
 - Méthode de codage des événements par mise en place de deux filtres passe-ba
 - Fonctionne très bien dans le cas de sites de mesure principalement exposés au bruit des circulations ferroviaires.
- Le bornage temporel des événements sonores a une influence significative pour le calcul du LAeq,evt mais assez peu sur le calcul du SEL.
- Les indicateurs LAmax, LAeq,evt et SEL sont assez fortement corrélés les uns avec les autres (R^2 compris entre 0,87 et 0,94).
- L'indicateur NQT est beaucoup moins corrélé aux indicateurs LAmax (R^2 de 0,48) et LAeq,evt (R^2 de 0,58). Corrélation assez forte entre NQT,evt et SEL (R^2 de 0,8). L'indicateur NQT donne plus de poids aux trains Fret qu'aux trains de voyageurs (2 à 4 fois plus selon les sites).

INDICATEURS DE COMPTAGE PRODUITS

→ Calcul pour les périodes jour/soir/nuit et 24h des nombres **NAX** de circulations ferroviaires conduisant à un dépassement strict de la valeur X du niveau des indicateurs LAmax, LAeq,Tevt, et SEL

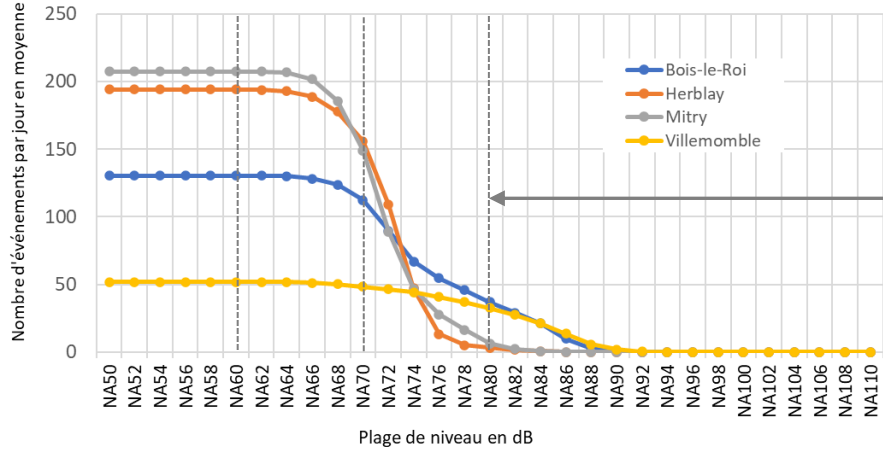
- NAX_ LAMax
- NAX_ LAeq,Tevt
- NAX_ SEL

Les NAX sont évalués à partir de X=50 dB(A) et par pas de 2 dB(A)

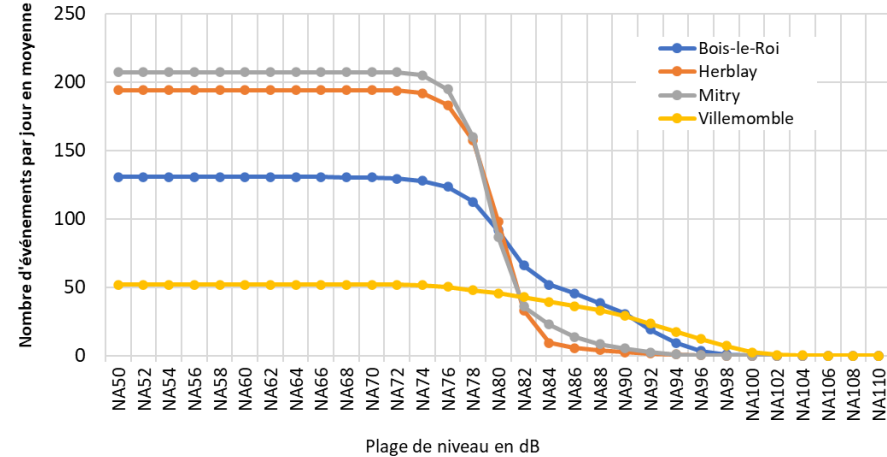
+ Compteur d'événements à points (proposition Bruitparif pour test) : NQT

NAX POUR LES SITES EXPLOITÉS (HERBLAY, BOIS-LE-ROI, VILLEMOMBLE ET MITRY-MORY)

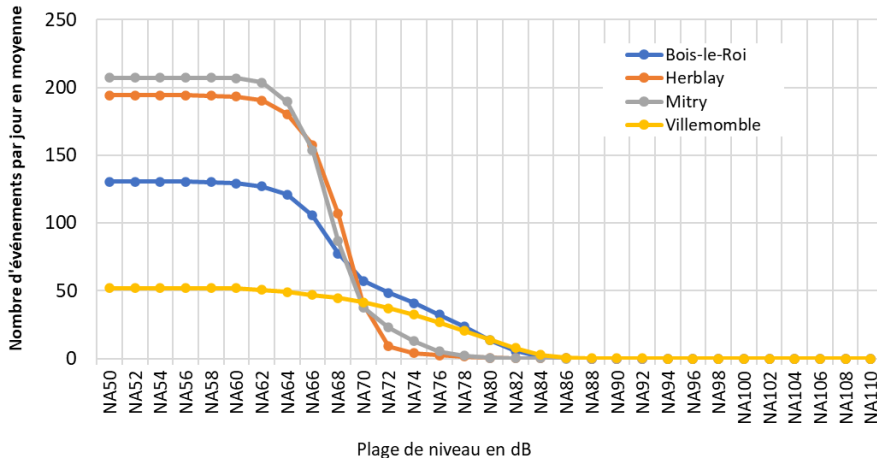
NA - Nombre d'événements sonores ferroviaires
Au-dessus d'un seuil - LAmx



NA - Nombre d'événements sonores ferroviaires
Au-dessus d'un seuil - SEL



NA - Nombre d'événements sonores ferroviaires
Au-dessus d'un seuil - LAeq,evt



Hiérarchie différente des sites selon le seuil NA, exemple en LAmx (du plus fort au plus faible) :

NA60 : Mitry > Herblay > Bois le Roi > Villemomble

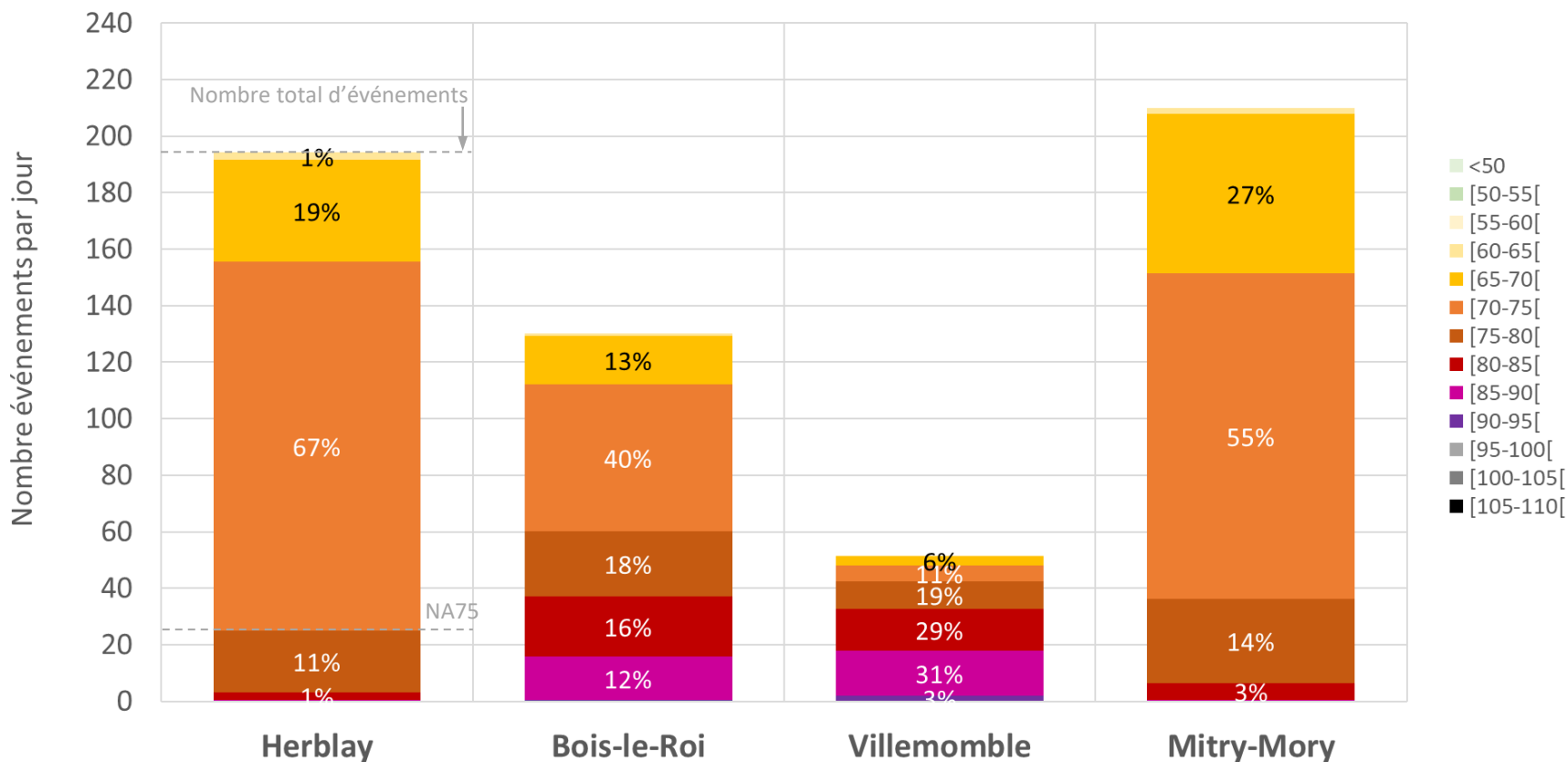
NA70 : Herblay > Mitry > Bois le Roi > Villemomble

NA80 : Bois le Roi > Villemomble > Mitry > Herblay

MODE DE REPRÉSENTATION ALTERNATIF

➔ Distribution des pics de bruit par plages de valeurs de l'indicateur : permet de visualiser le nombre total d'événements, les NA ainsi que la contribution de chaque plage dans le nombre total d'événements.

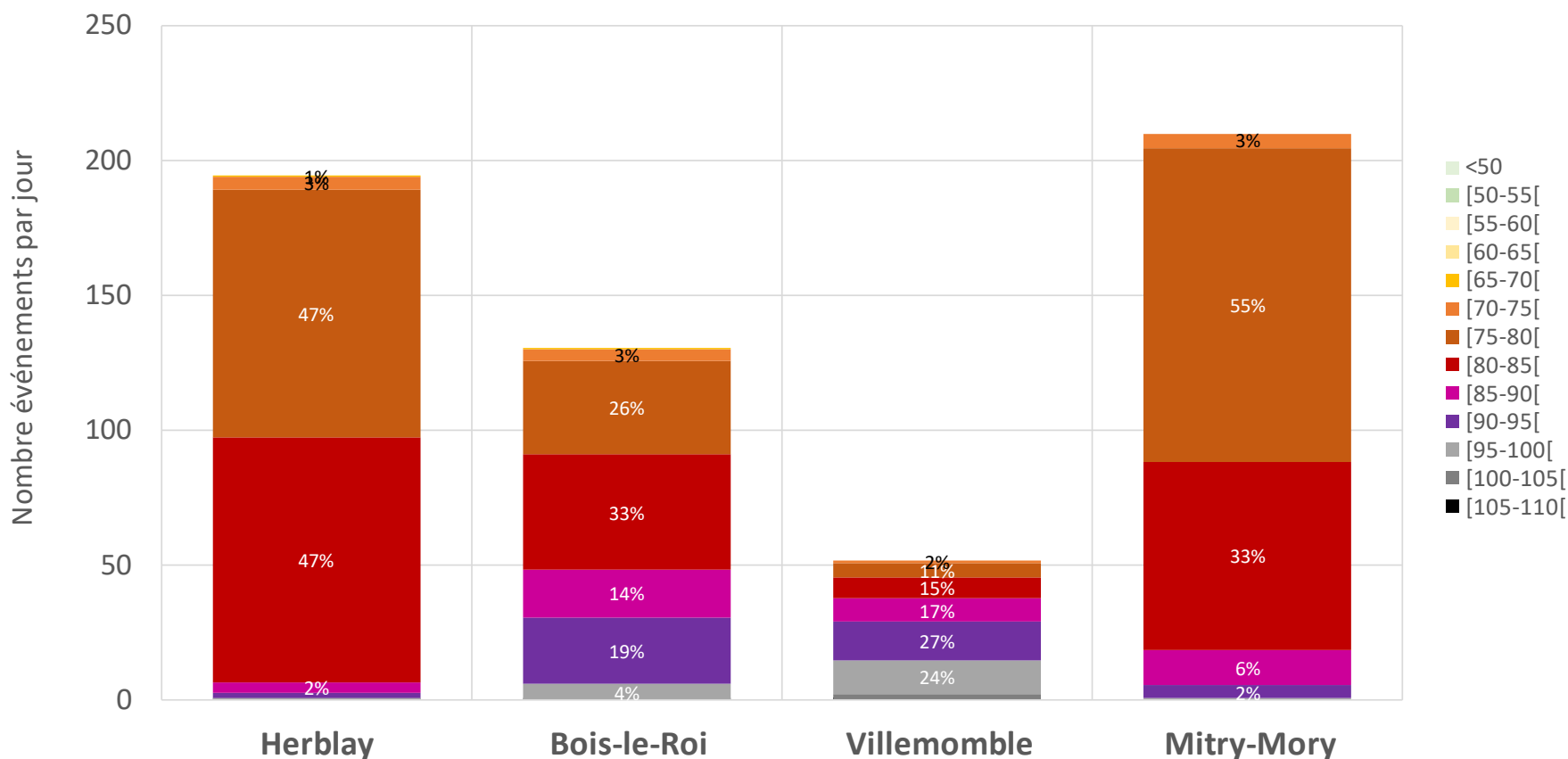
Distribution du nombre d'événements ferroviaires par plages de 5 dB(A) en LAmx



MODE DE REPRÉSENTATION ALTERNATIF

➔ Distribution des pics de bruit par plages de valeurs de l'indicateur : permet de visualiser le nombre total d'événements, les NA ainsi que la contribution de chaque plage dans le nombre total d'événements.

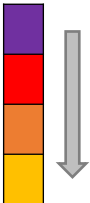
Distribution du nombre d'événements ferroviaires
par plages de 5 dB(A) en SEL



INDICATEURS MOYENS AGRÉGÉS SUR L'ENSEMBLE DE LA PÉRIODE D'EXPÉRIMENTATION

➔ Indicateurs moyens journaliers calculés sur les 6 mois d'expérimentation, avec code couleur pour classer les sites selon chaque indicateur considéré

Site	Lden,fer	LAeq,fer,24h	Nombre total d'événements ferroviaires	NA65 En LAmax	NA70 En LAmax	NA75 En LAmax	NA80 En LAmax	NQT,24h	NQT,24h,pondéré (soir*3.16 / nuit*10)
VILLEMOMBLE	69.6	62.2	52	51	48	43	33	365	1987
BOIS LE ROI	65.5	60.3	130	129	113	61	38	247	817
HERBLAY	60.9	55.2	194	192	157	27	3	215	691
MITRY-MORY	60.6	56.1	210	208	154	37	7	234	647





MERCI
POUR VOTRE ATTENTION

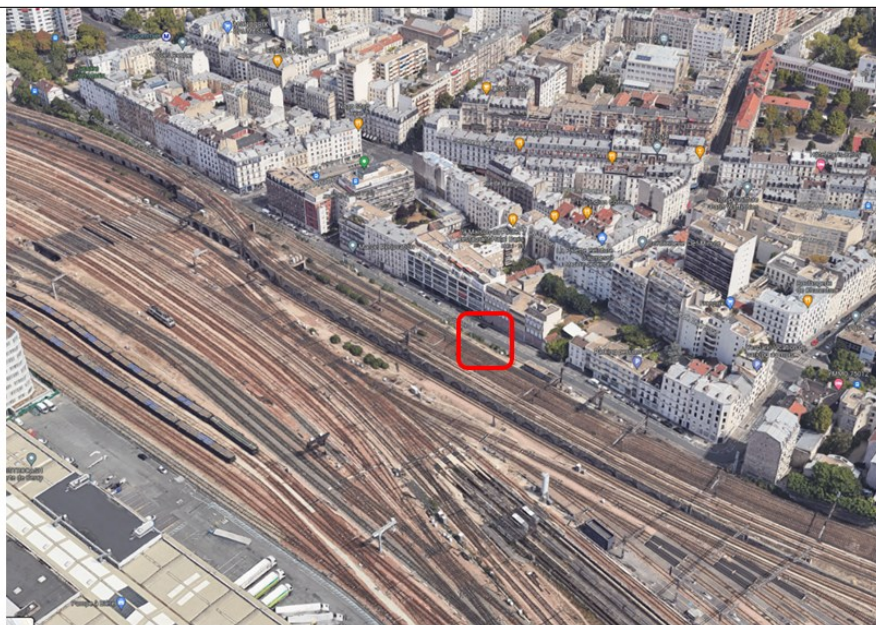
www.bruitparif.fr

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Paris (75) Rue Coriolis (Gare de Lyon)	SNCF Réseau	830000	Urbain dense	Non modérée	700 trains/jour (TGV, grandes lignes, TER, banlieue)	Vmax 100 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

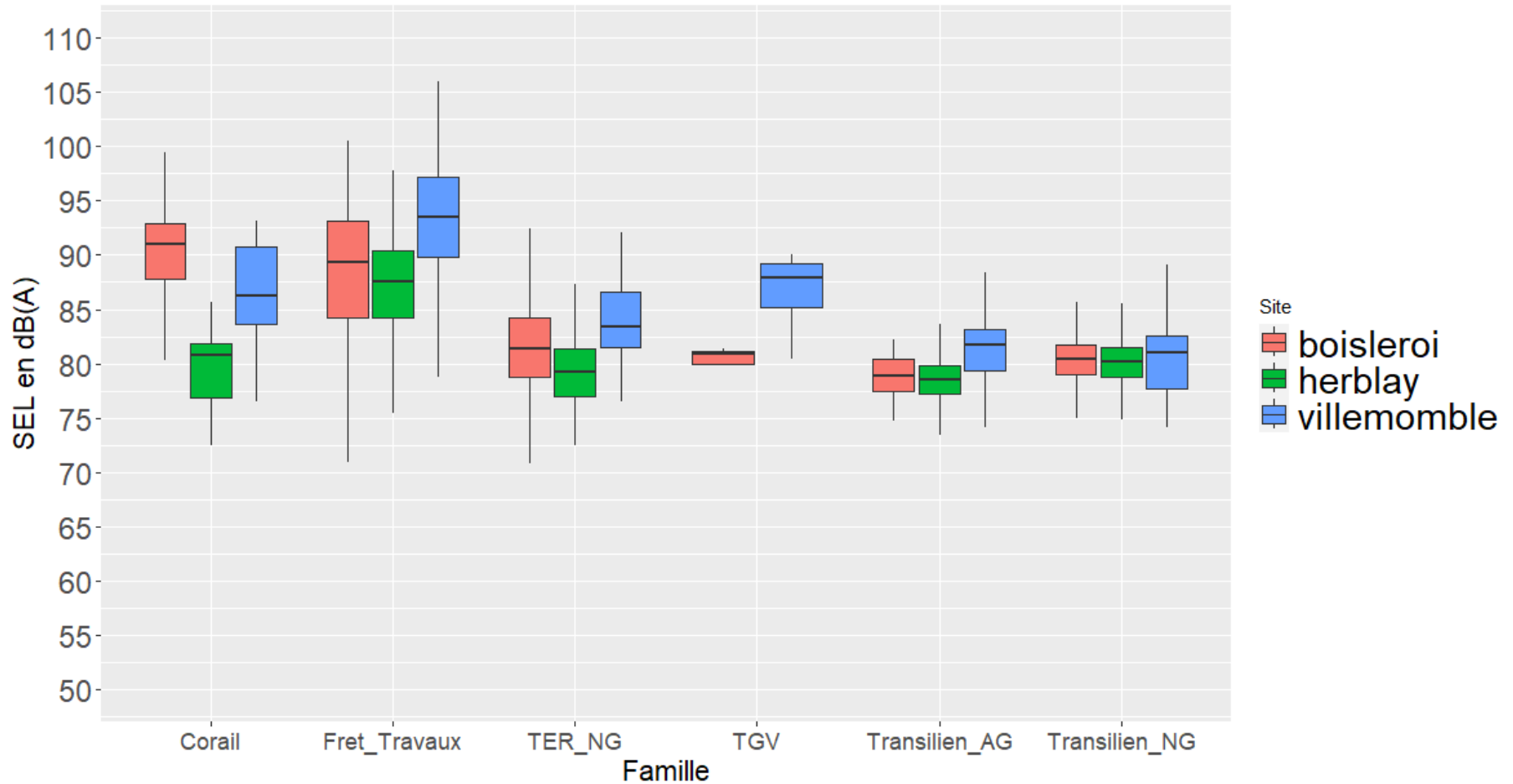
Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **8 m**
Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
Mesure en champ libre
Nombre de voies : **> 10**

De l'ordre de 620 trains par jour en moyenne, cette station était à l'origine destinée à la surveillance long terme du bruit ambiant en bordure immédiate des voies ferrées à l'approche de Paris-Gare de Lyon.

➔ Difficultés à détecter les événements ferroviaires de manière exhaustive.

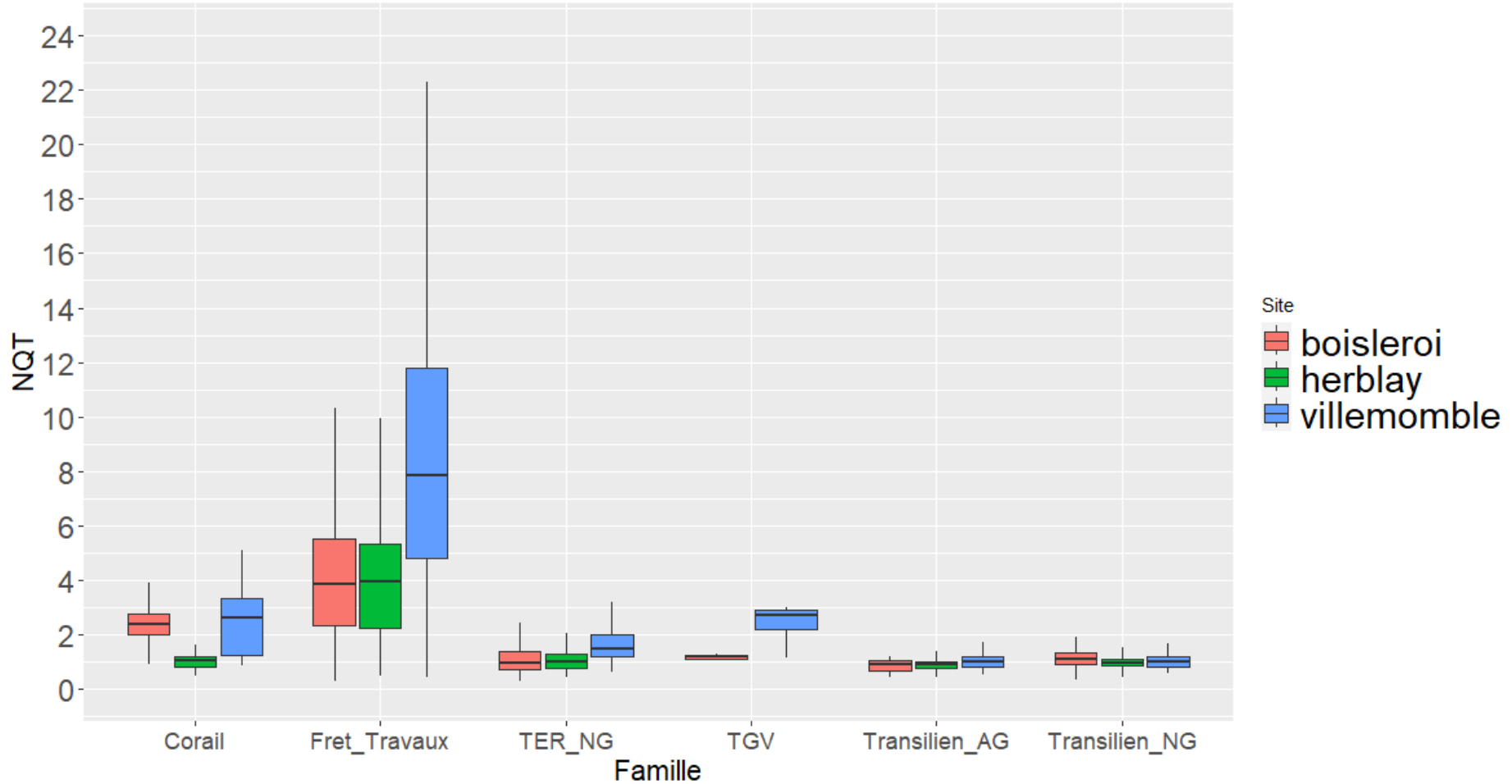
INDICATEURS POUR LES SITES EXPLOITÉS (HERBLAY, BOIS-LE-ROI, VILLEMOMBLE ET MITRY-MORY)

Boxplot SEL par familles de trains et par site de mesure



INDICATEURS POUR LES SITES EXPLOITÉS (HERBLAY, BOIS-LE-ROI, VILLEMOMBLE ET MITRY-MORY)

Boxplot NQT par familles de trains et par site de mesure



L'indicateur NQT médian est de l'ordre de 1 à 2 points d'indice pour les trains de type Transilien, TER, de l'ordre de 1 à 3 points pour les trains Corail et de l'ordre de 4 à 8 points d'indice pour les trains Fret et Autres.

RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Herblay (95)	SNCF Réseau	334000	Périurbain	Modérée	240 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 130 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

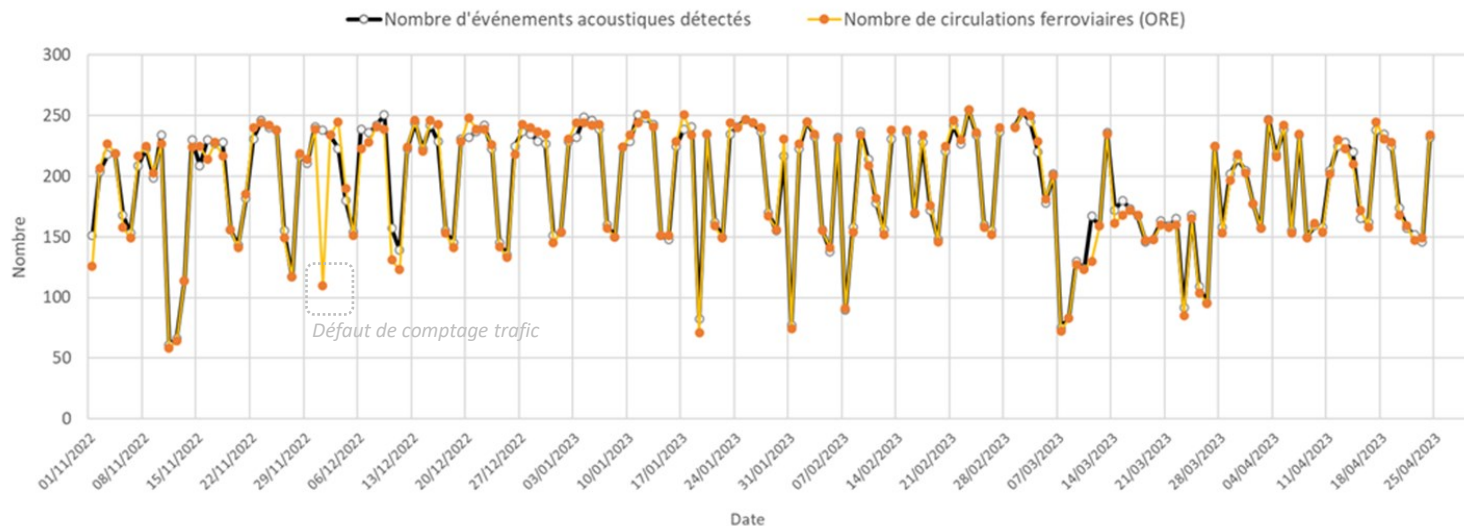
Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **25 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	14	5	1	19	10%
Transilien/RER Nouvelle Génération	101	41	21	163	85%
TER/Intercités Nouvelle Génération	3	<1	<1	3	1%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	0	0	0	0	0%
Fret, trains de travaux et autres	2	1	3	7	3%
TOTAL	120	47	26	192	100%
Nombre de trains voyageurs	118	45	22	185	97%
Nombre de trains non-voyageurs	2	1	3	7	3%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Nombre d'événements ferroviaires quotidiens détectés par la station de mesure et trafic en gare



	LAeq 6h-18h	LAeq 18h-22h	LAeq 22h-6h	Lden
Contribution du bruit ferroviaire en dB(A)	55.3	56.7	54.0	60.9
Bruit ambiant (toutes sources sonores confondues) en dB(A)	56.1	56.9	54.2	61.2
Contribution sonore énergétique du bruit ferroviaire	83%	94%	95%	93%

	6h-18h	18h-22h	22h-6h	Total 24h
Nombre total de trains détectés au niveau de la station de mesure	121	47	27	194
Nombre total de trains détectés au niveau de la gare la plus proche (SNCF-ORE)	120	47	26	192

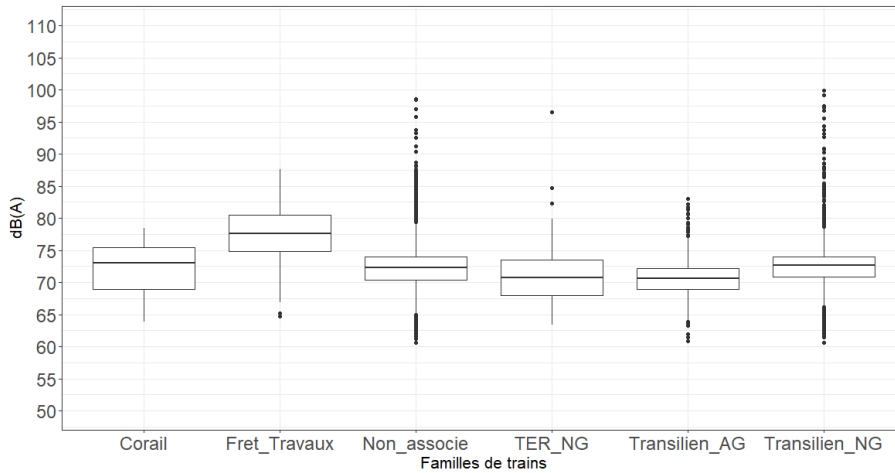
Niveaux de bruit et nombre d'événements ferroviaires
 Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

	NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SONORES ASSOCIÉS AU TRAFIC ORE			
	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h
NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS ASSOCIÉS EN MOYENNE PAR JOUR	74	26	17	117
EN PROPORTION DU NOMBRE TOTAL D'ÉVÉNEMENTS FERROVIAIRES DÉTECTÉS	62%	56%	65%	61%

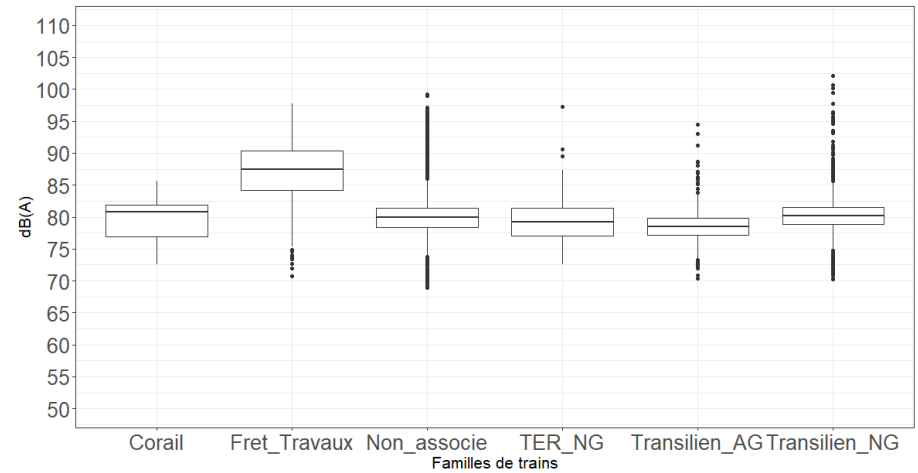
*Événements ferroviaires avec famille de train associée
 Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023*

RÉSULTATS PAR SITE

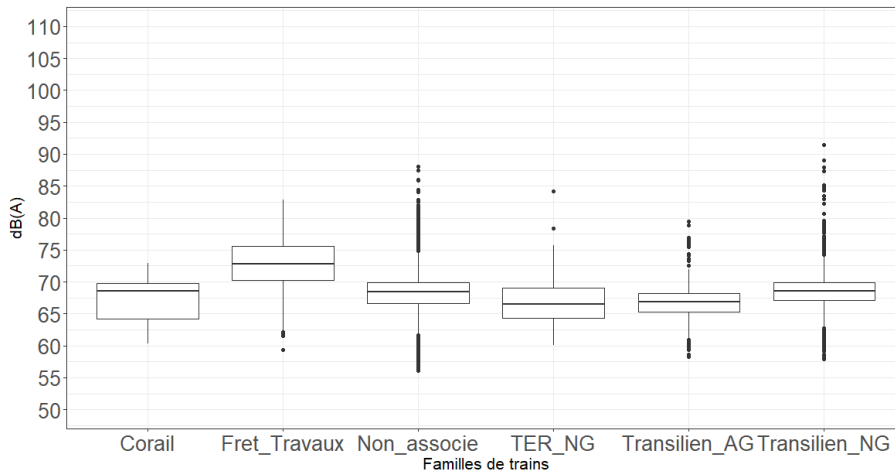
Boxplot L_{Amax} par familles de trains



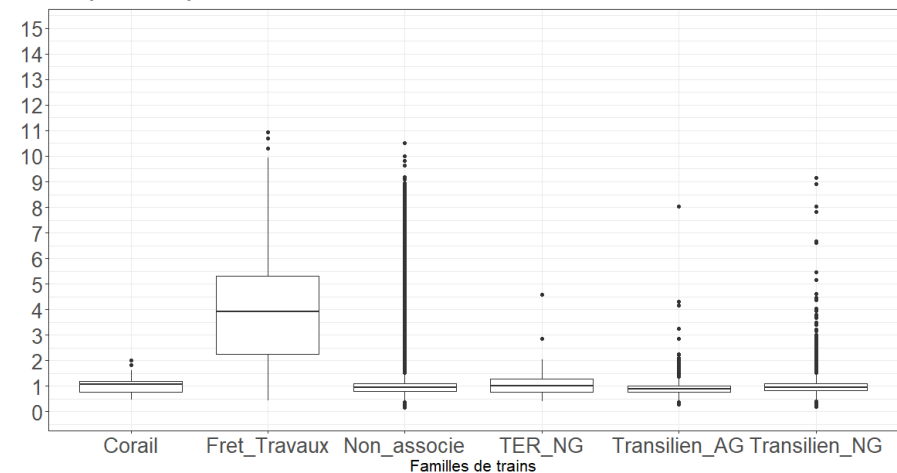
Boxplot SEL par familles de trains



Boxplot L_{Aeq} par familles de trains

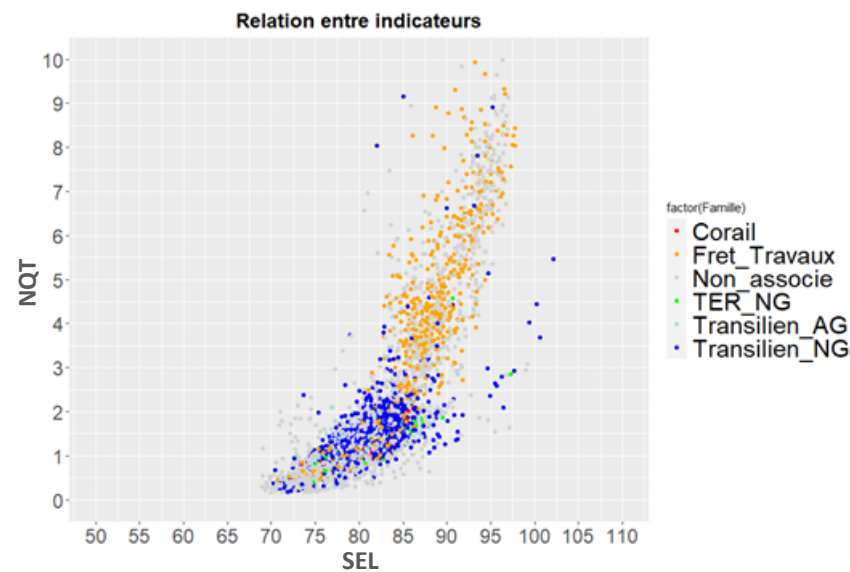
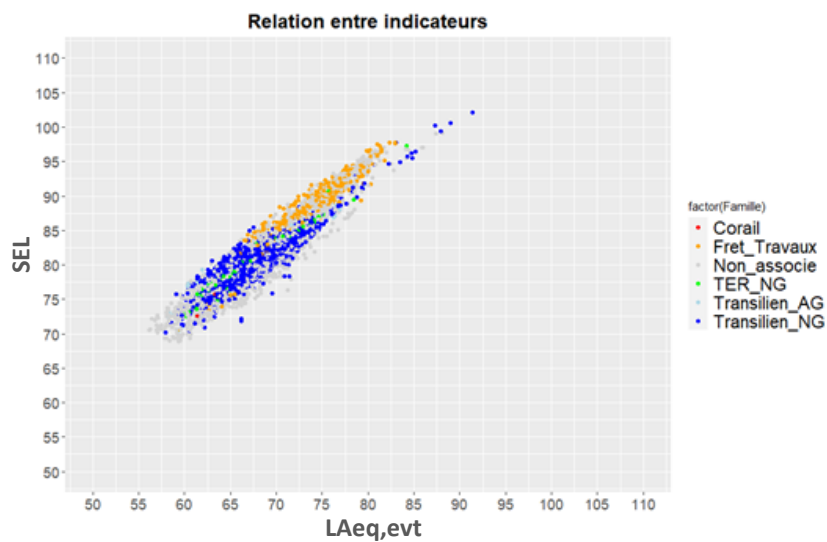
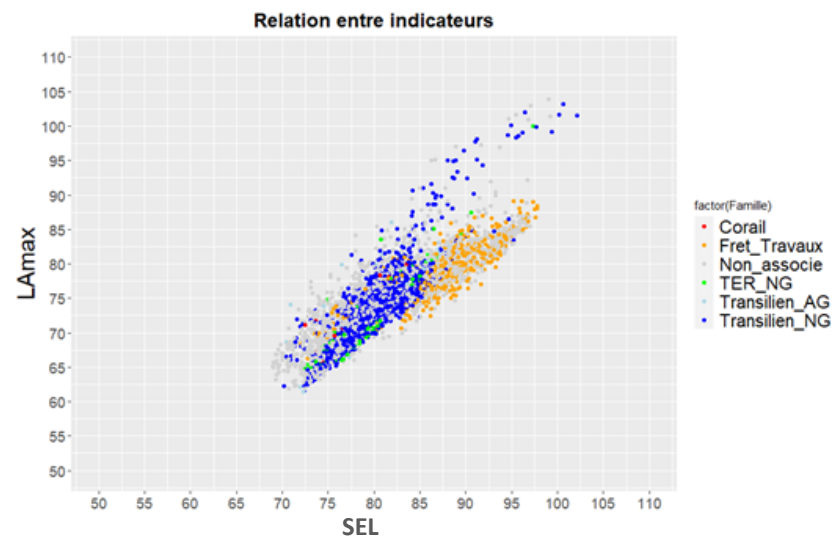
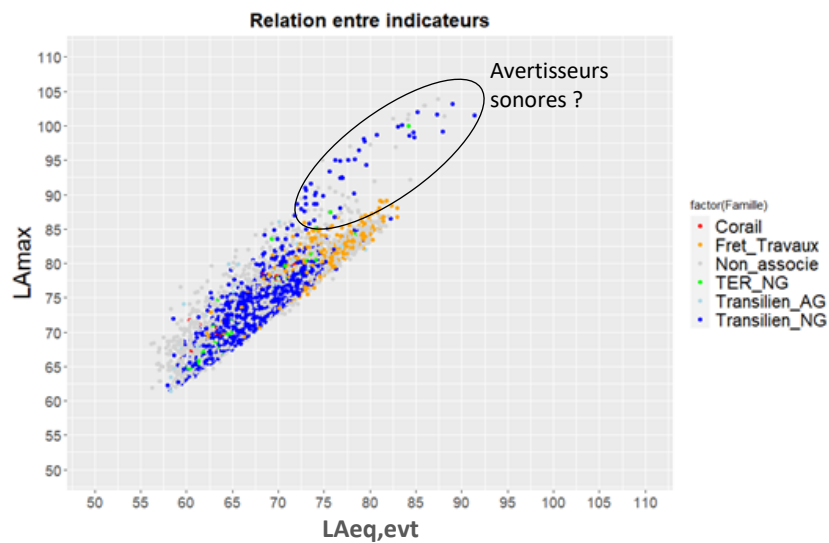


Boxplot NQT par familles de trains



- Faible dispersion des indicateurs L_{Amax}, SEL et L_{Aeq,evt}, de l'ordre de 3 à 5 dB(A) pour la moitié des événements ferroviaires détectés.
- Pour l'indicateur NQT, une plus forte dispersion est observée sur les trains Fret/Travaux.

RÉSULTATS PAR SITE

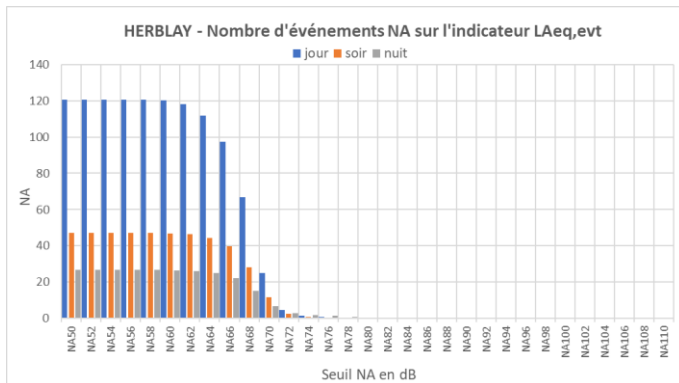
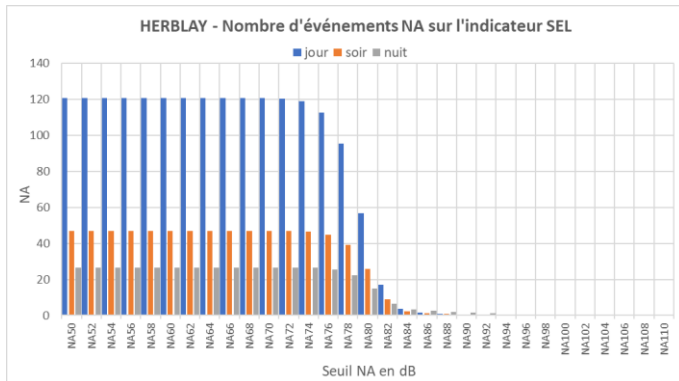
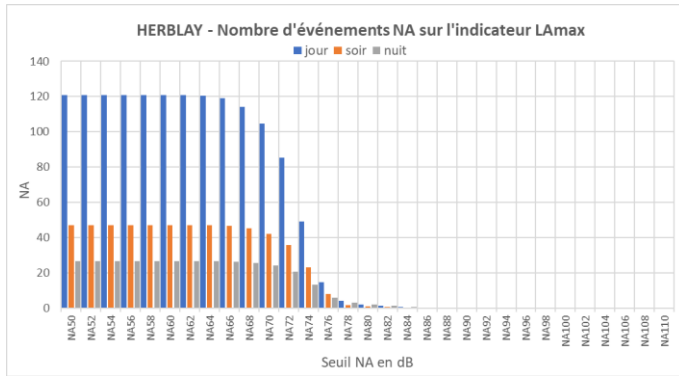


➔ Les indicateurs LAmix, SEL et LAeq,evt sont corrélés entre eux (R^2 de l'ordre de 0,8 à 0,9)

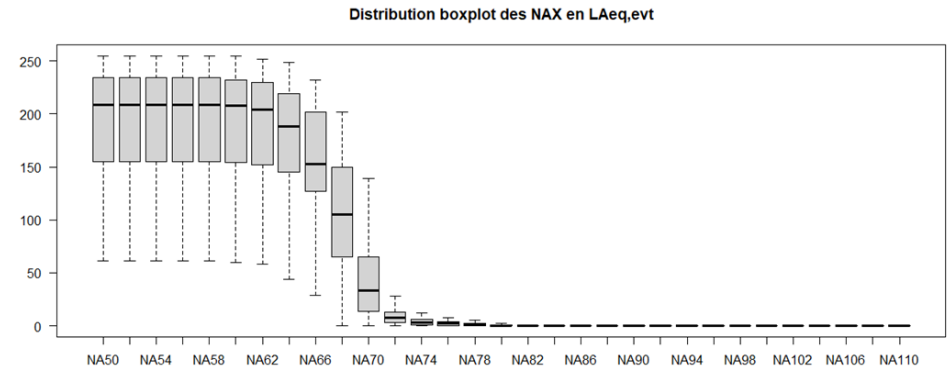
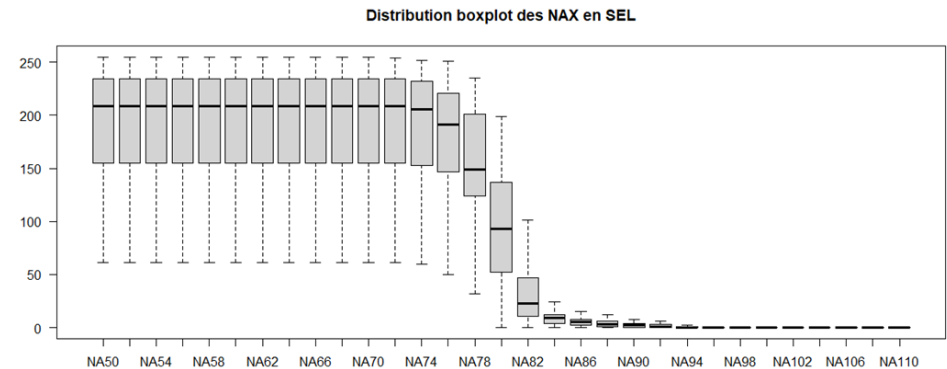
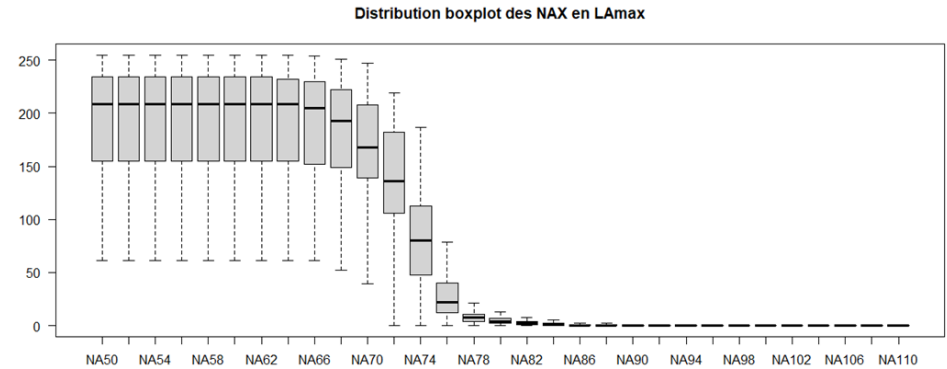
➔ L'indicateur NQT donne plus de poids aux trains de type Fret/Travaux

RÉSULTATS PAR SITE

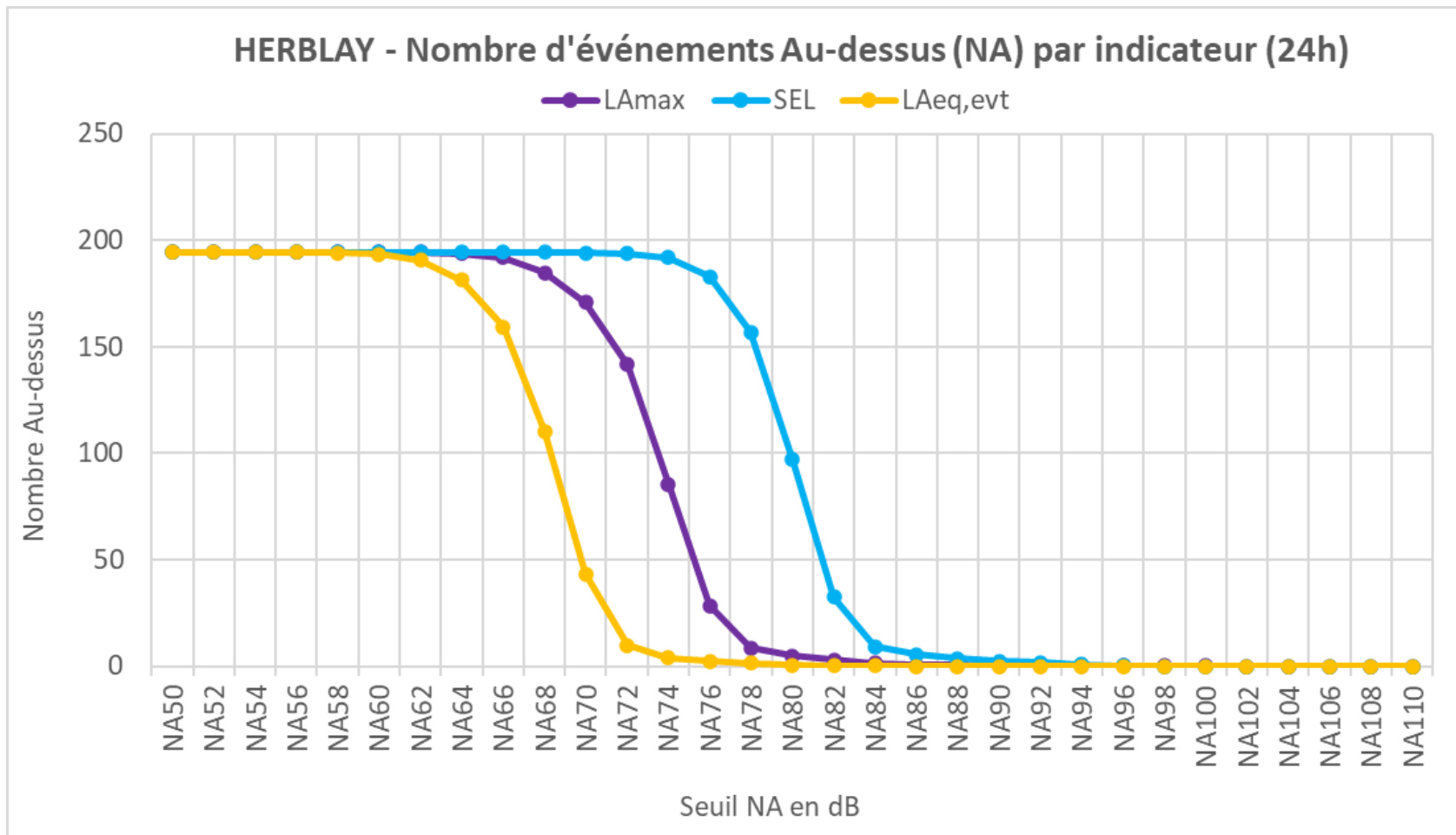
N_{ax} par périodes jour-soir/nuit
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023



Distribution de la variation quotidienne des N_{ax} (total 24 heures)
Période du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023



RÉSULTATS PAR SITE

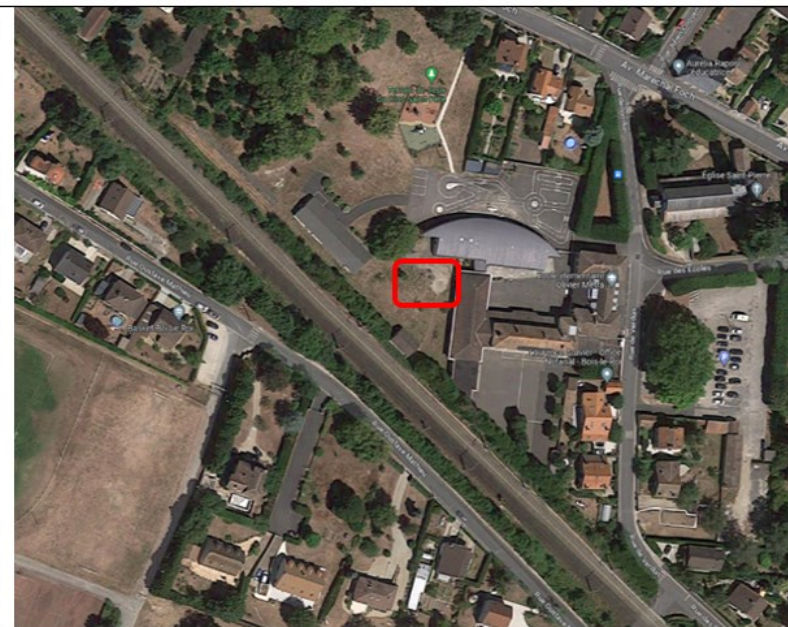


RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Bois le Roi (77)	SNCF Réseau	830000	Périurbain	Non modérée	150 trains/jour (GL, Banlieue et fret)	Vmax 160 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

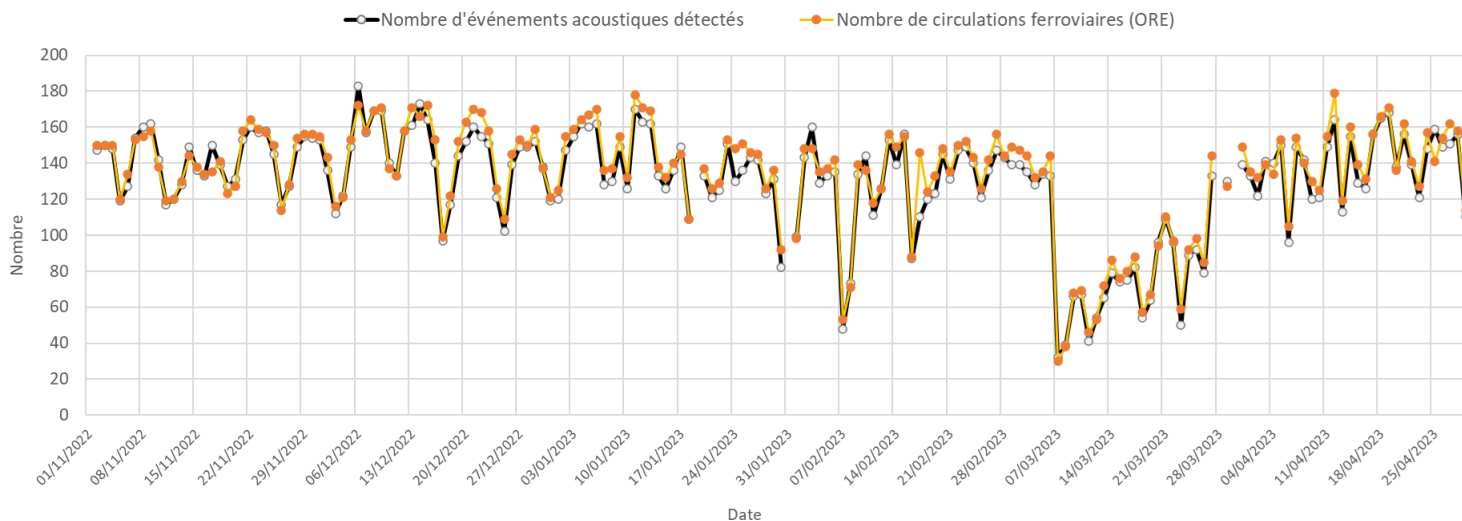
Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **34 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre (bâtiment à 8 m)
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	<1	<1	<1	<1	<1%
Transilien/RER Nouvelle Génération	34	15	8	56	42%
TER/Intercités Ancienne Génération	2	1	0	4	3%
TER/Intercités Nouvelle Génération	14	5	1	20	15%
Corail	28	8	3	39	29%
TGV	<1	<1	<1	<1	<1%
Fret, trains de travaux et autres	5	4	6	15	11%
TOTAL	85	32	17	134	100%
Nombre de trains voyageurs	79	29	11	119	89%
Nombre de trains non-voyageurs	5	4	6	15	11%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Nombre d'événements ferroviaires quotidiens détectés par la station de mesure et trafic en gare



	LAeq 6h-18h	LAeq 18h-22h	LAeq 22h-6h	Lden
Contribution du bruit ferroviaire en dB(A)	60.6	62.3	57.9	65.5
Bruit ambiant (toutes sources sonores confondues) en dB(A)	60.9	62.4	57.9	65.6
Contribution sonore énergétique du bruit ferroviaire	95%	99%	99%	98%

	6h-18h	18h-22h	22h-6h	Total 24h
Nombre total de trains détectés au niveau de la station de mesure	80	32	18	130
Nombre total de trains détectés au niveau de la gare la plus proche (SNCF-ORE)	85	32	17	134

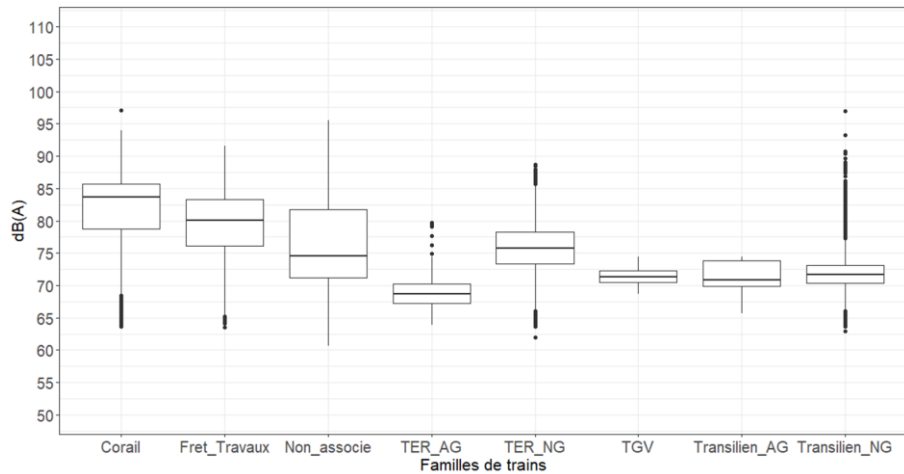
Niveaux de bruit et nombre d'événements ferroviaires
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

	NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SONORES ASSOCIÉS AU TRAFIC ORE			
	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h
NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS ASSOCIÉS EN MOYENNE PAR JOUR	58	22	13	93
EN PROPORTION DU NOMBRE TOTAL D'ÉVÉNEMENTS FERROVIAIRES DÉTECTÉS	68%	68%	81%	70%

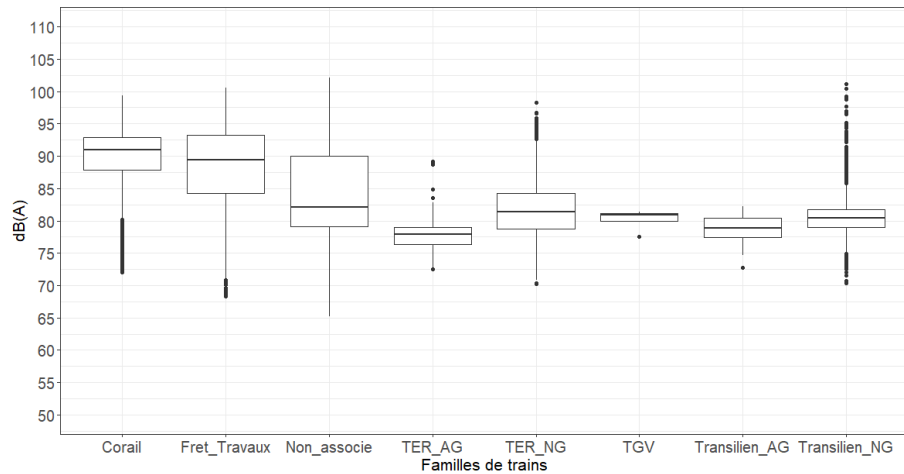
Événements ferroviaires avec famille de train associée
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

RÉSULTATS PAR SITE

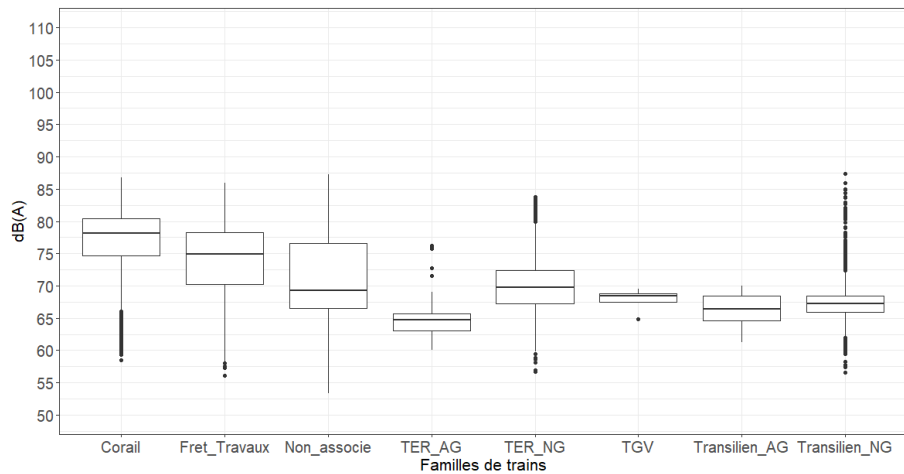
Boxplot LMax par familles de trains



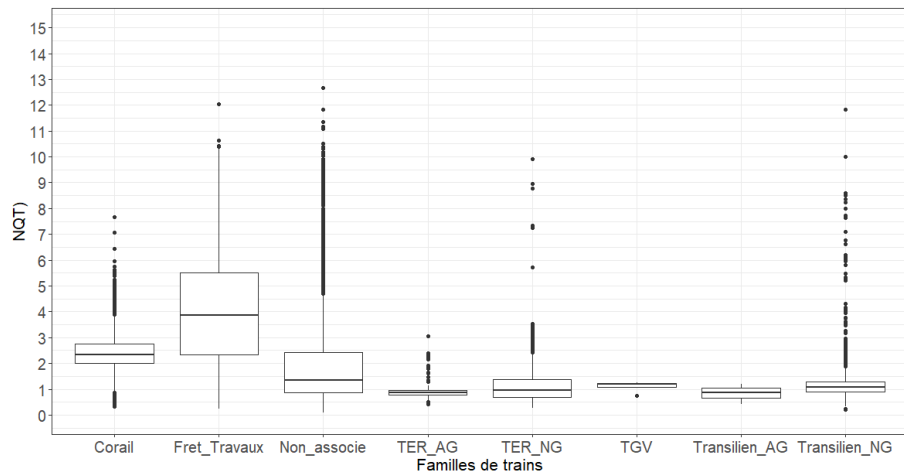
Boxplot SEL par familles de trains



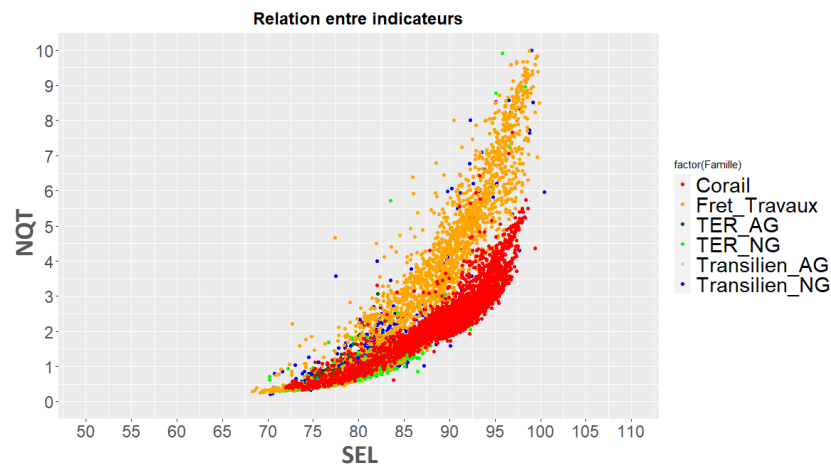
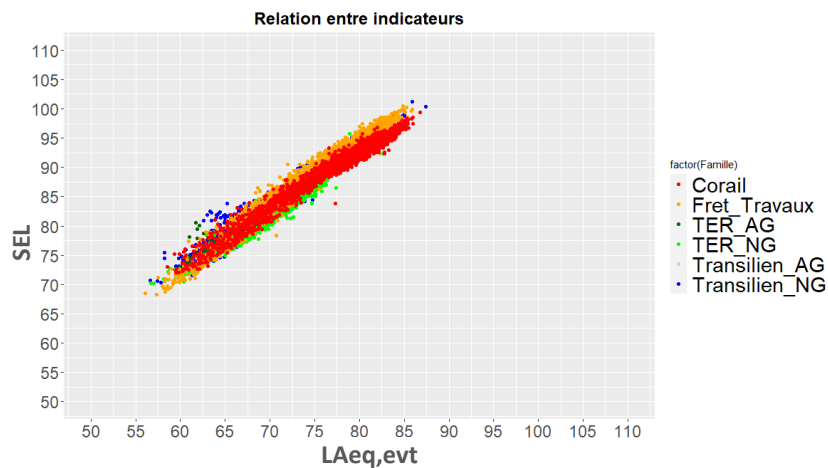
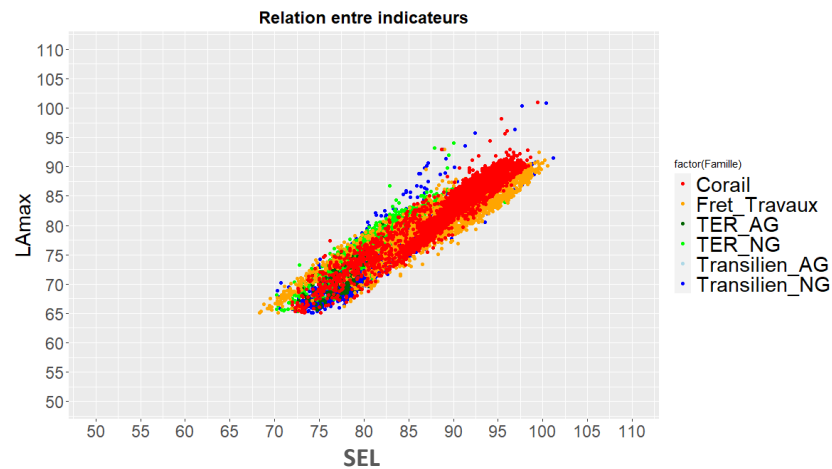
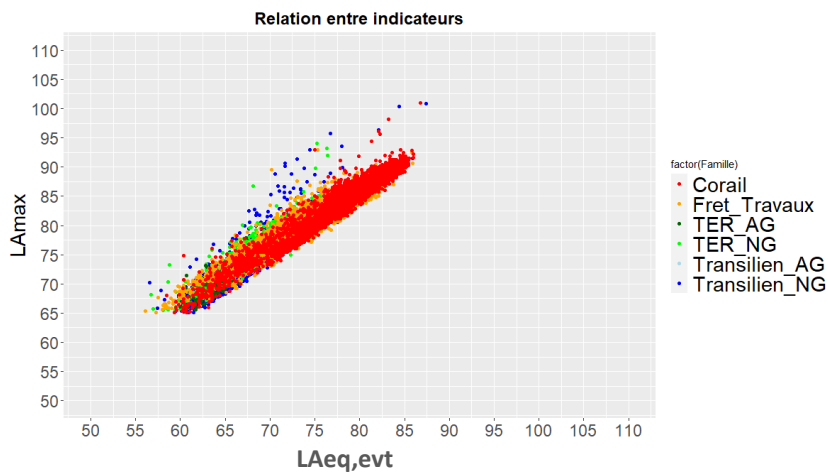
Boxplot LAeq par familles de trains



Boxplot NQT par familles de trains



RÉSULTATS PAR SITE

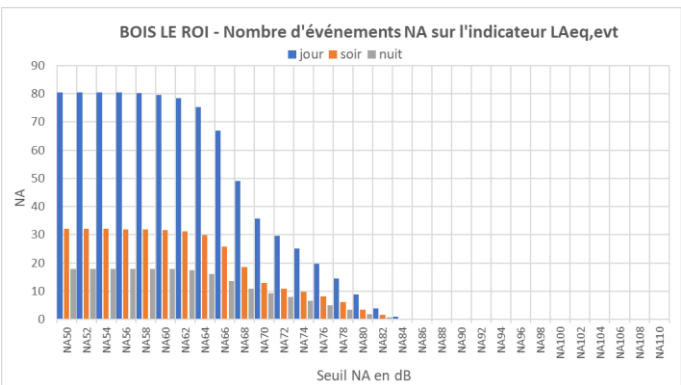
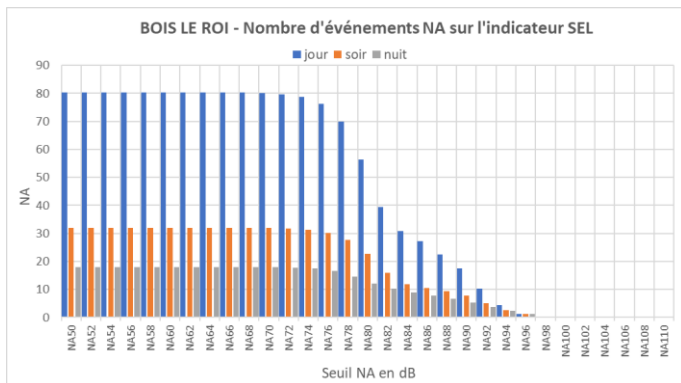
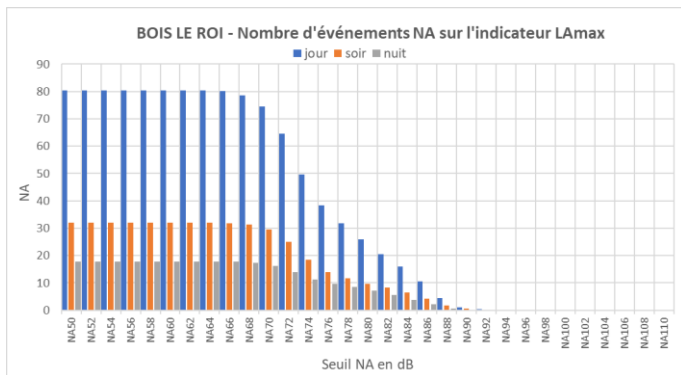


→ En moyenne les indicateurs LAmax, SEL et LAeq,evt sont corrélés entre eux (R^2 de l'ordre de 0,8 à 0,9)

→ L'indicateur NQT donne plus de poids aux trains de type Fret/Travaux

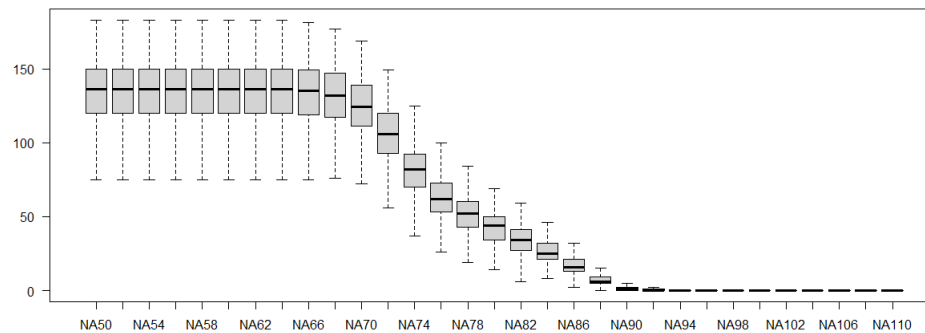
RÉSULTATS PAR SITE

NAx par périodes jour-soir/nuit
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

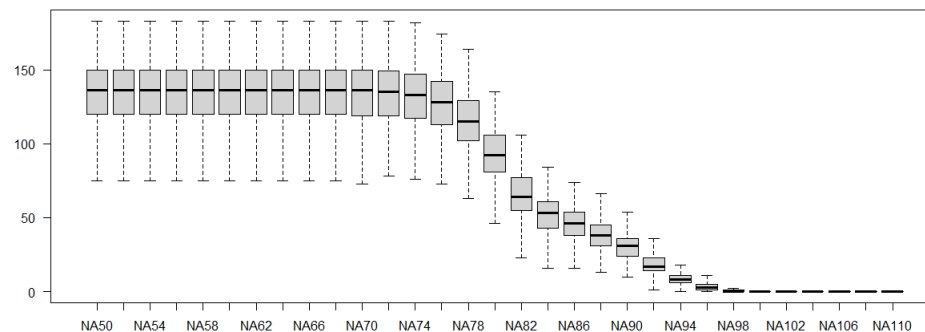


Distribution de la variation quotidienne des NAx (total 24 heures)
Période du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

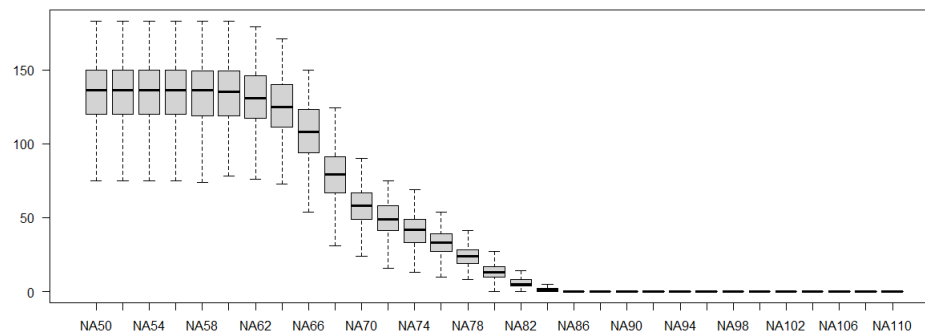
Distribution boxplot des NAX en LAmx



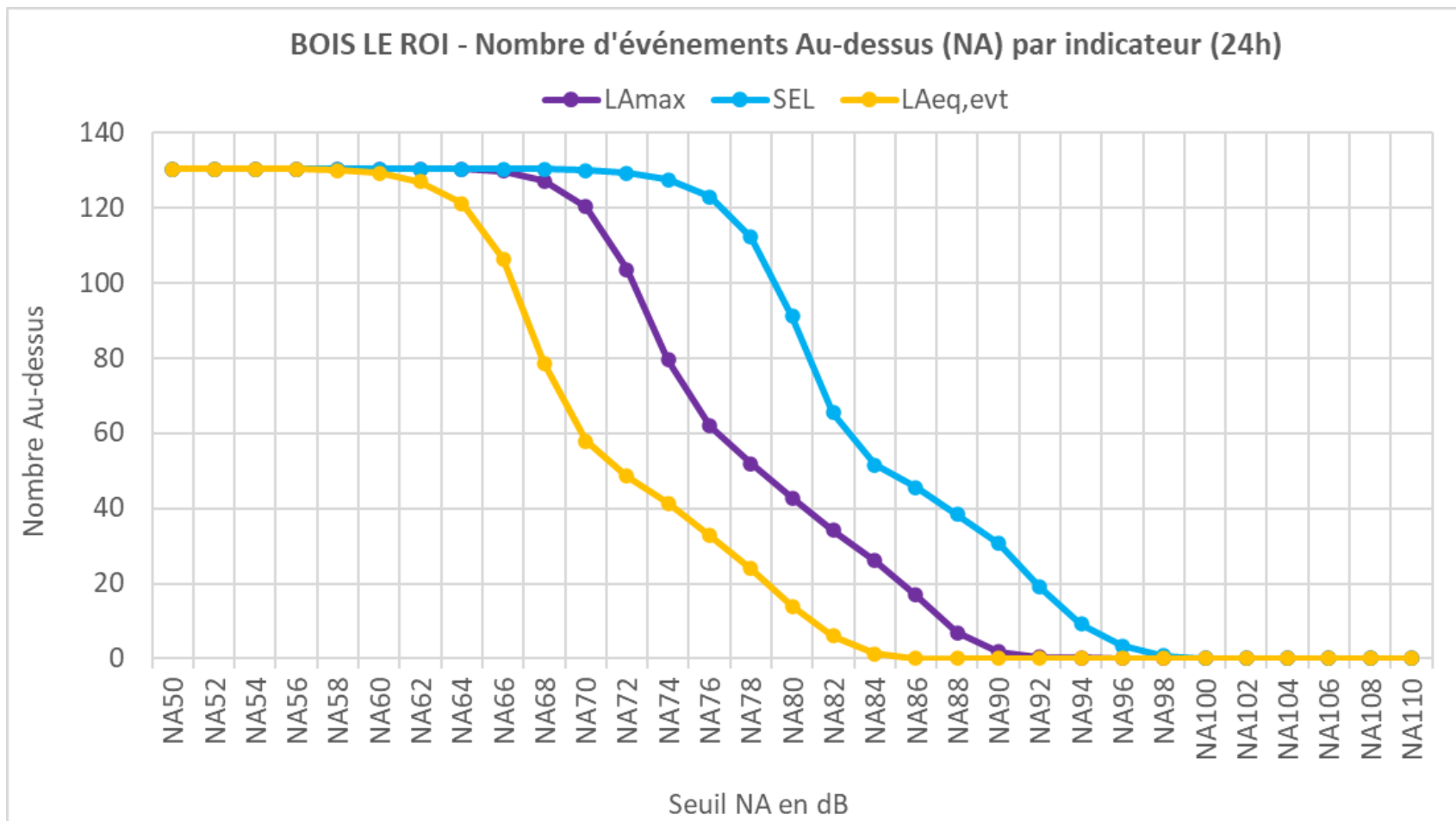
Distribution boxplot des NAX en SEL



Distribution boxplot des NAX en LAeq,evt



RÉSULTATS PAR SITE



RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Villemomble (93)	SNCF Réseau	957000	Urbain dense	Non modérée	50 trains/jour (fret)	Vmax 90 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

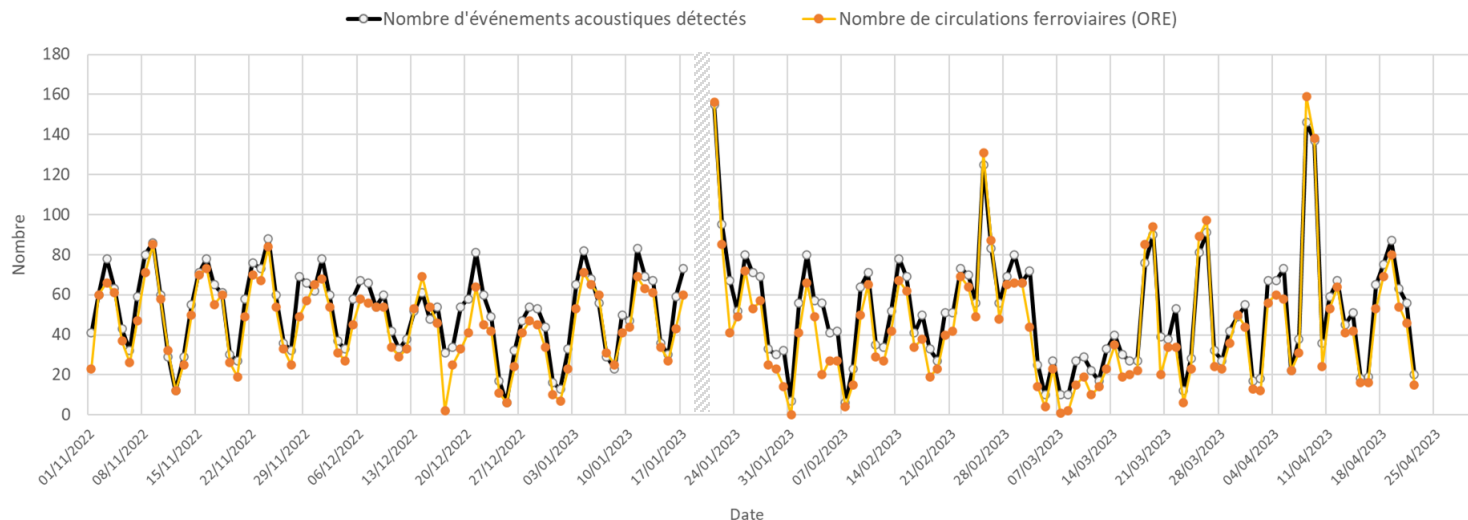
Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **9 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **5 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **2**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	1	<1	<1	1	3%
Transilien/RER Nouvelle Génération	2	1	<1	3	6%
TER/Intercités Nouvelle Génération	<1	<1	<1	<1	<1%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	<1	<1	<1	<1	<1%
Fret, trains de travaux et autres	13	9	16	38	90%
TOTAL	17	10	16	42	100%
Nombre de trains voyageurs	3	1	0	4	10%
Nombre de trains non-voyageurs	13	9	16	38	90%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Nombre d'événements ferroviaires quotidiens détectés par la station de mesure et trafic en gare



	LAeq 6h-18h	LAeq 18h-22h	LAeq 22h-6h	Lden
Contribution du bruit ferroviaire en dB(A)	59.9	64.0	63.4	69.6
Bruit ambiant (toutes sources sonores confondues) en dB(A)	60.6	64.2	63.5	69.8
Contribution sonore énergétique du bruit ferroviaire	86%	96%	97%	96%

	6h-18h	18h-22h	22h-6h	Total 24h
Nombre total de trains détectés au niveau de la station de mesure	22	12	18	52
Nombre total de trains détectés au niveau de la gare la plus proche (SNCF-ORE)	17	10	16	43

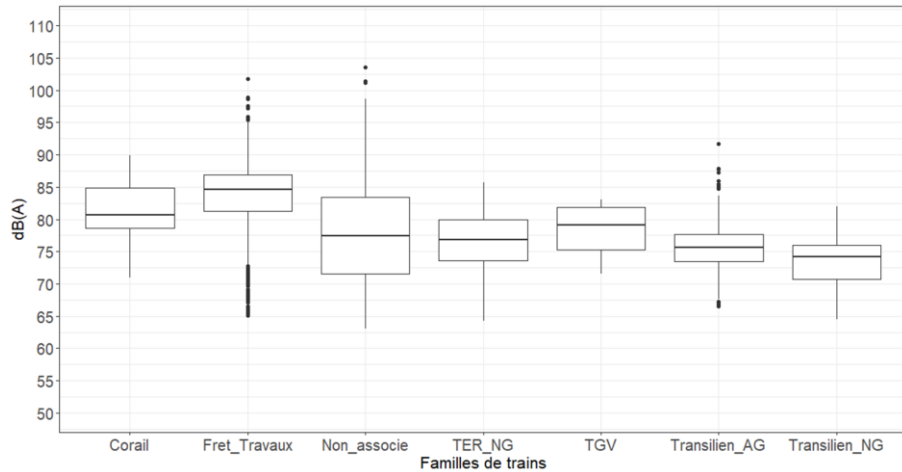
Niveaux de bruit et nombre d'événements ferroviaires
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

	NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SONORES ASSOCIÉS AU TRAFIC ORE			
	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h
NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS ASSOCIÉS EN MOYENNE PAR JOUR	14	9	14	36
EN PROPORTION DU NOMBRE TOTAL D'ÉVÉNEMENTS FERROVIAIRES DÉTECTÉS	83%	84%	83%	83%

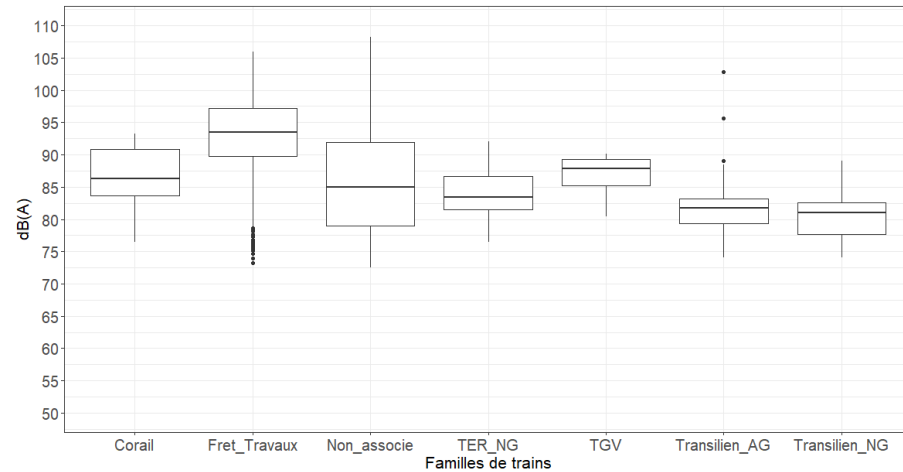
Événements ferroviaires avec famille de train associée
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

RÉSULTATS PAR SITE

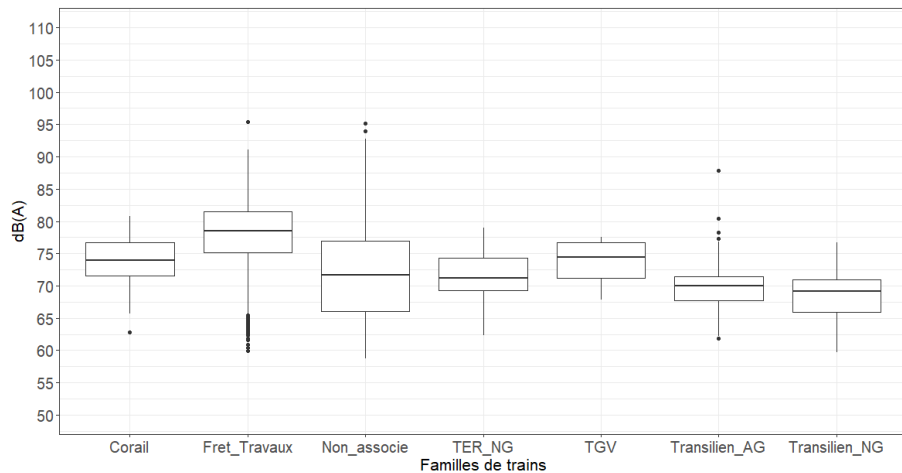
Boxplot LMax par familles de trains



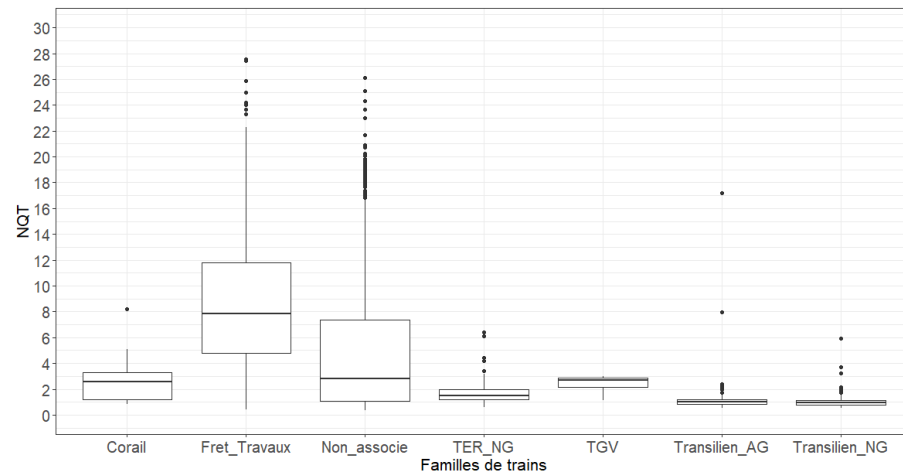
Boxplot SEL par familles de trains



Boxplot LAeq par familles de trains

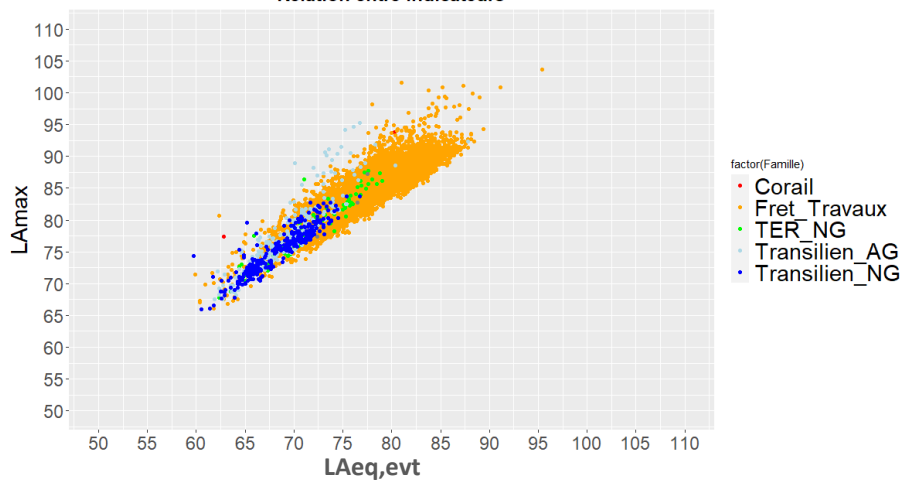


Boxplot NQT par familles de trains

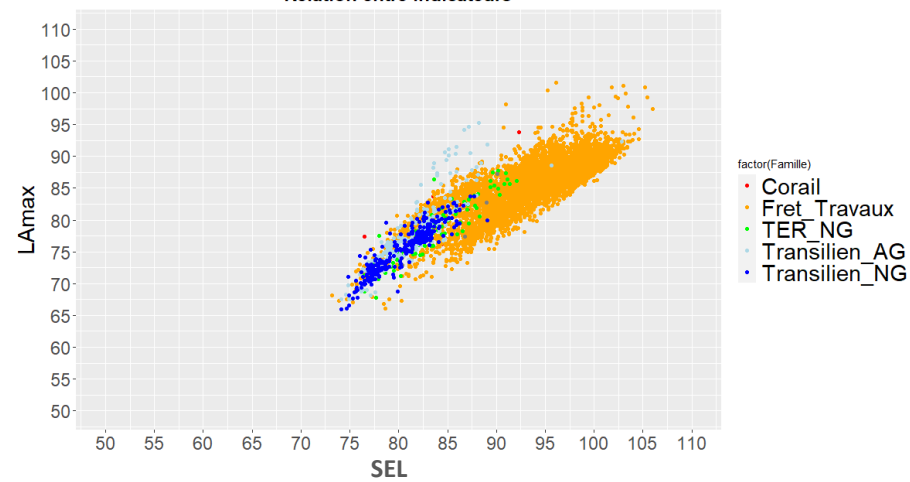


RÉSULTATS PAR SITE

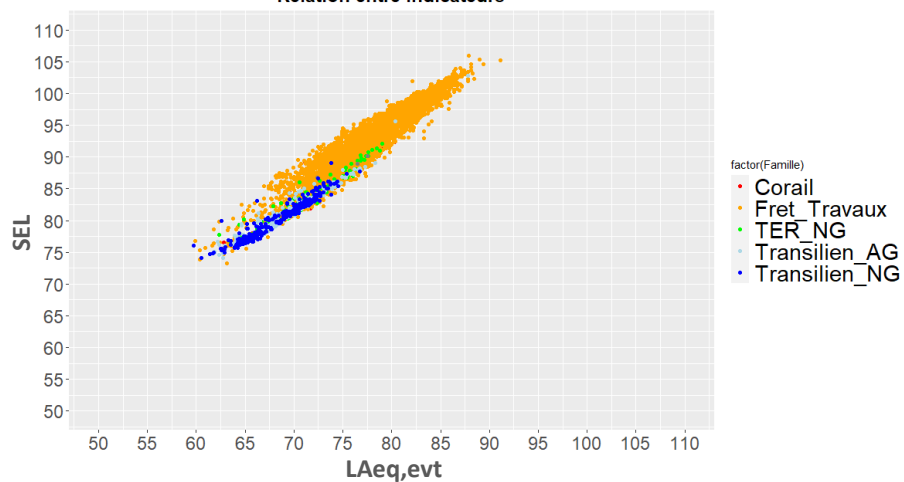
Relation entre indicateurs



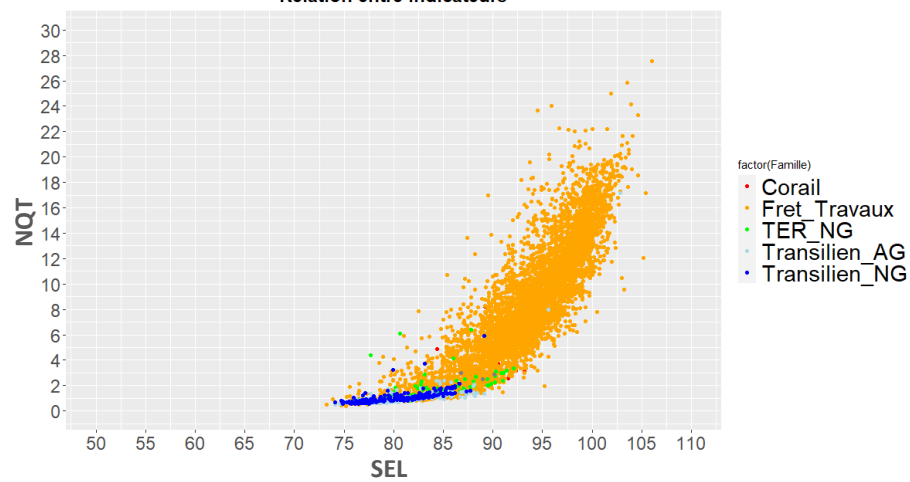
Relation entre indicateurs



Relation entre indicateurs



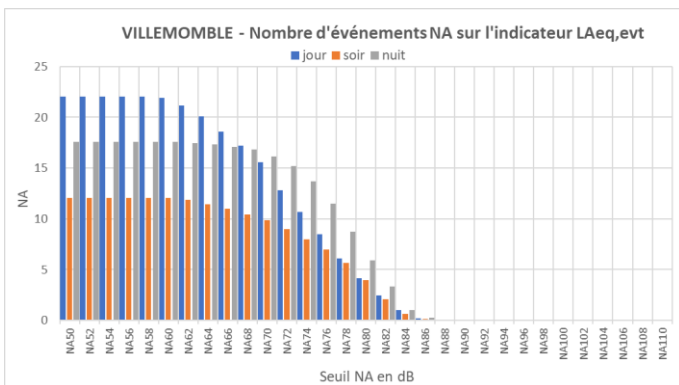
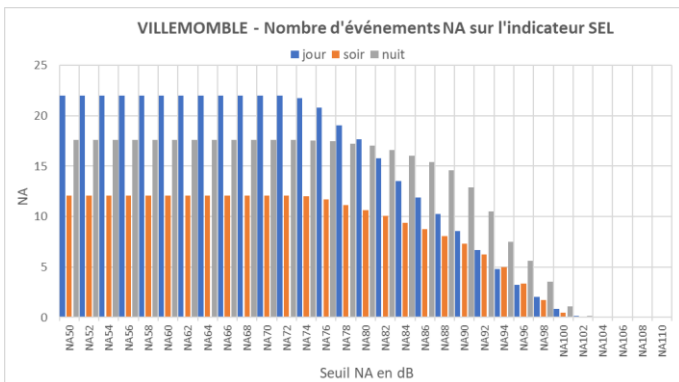
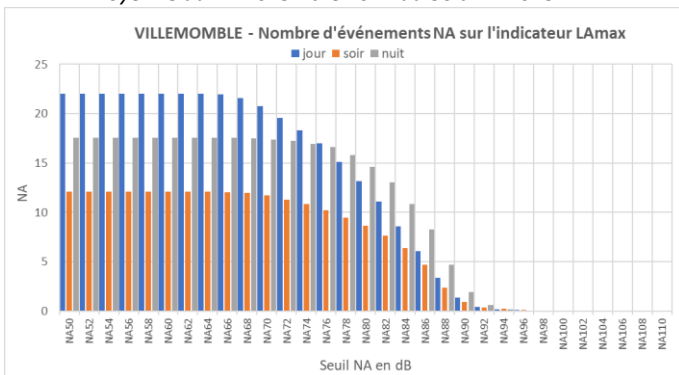
Relation entre indicateurs



- ➔ En moyenne les indicateurs LAmix, SEL et LAeq,evt sont corrélés entre eux (R^2 de l'ordre de 0,8 à 0,9)
- ➔ L'indicateur NQT donne plus de poids aux trains de type Fret/Travaux

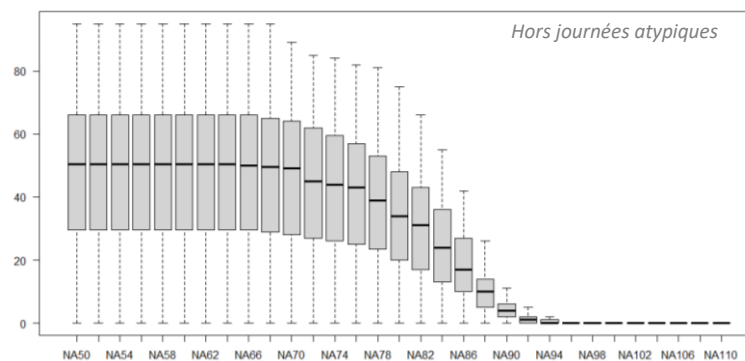
RÉSULTATS PAR SITE

NAx par périodes jour-soir/nuit
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

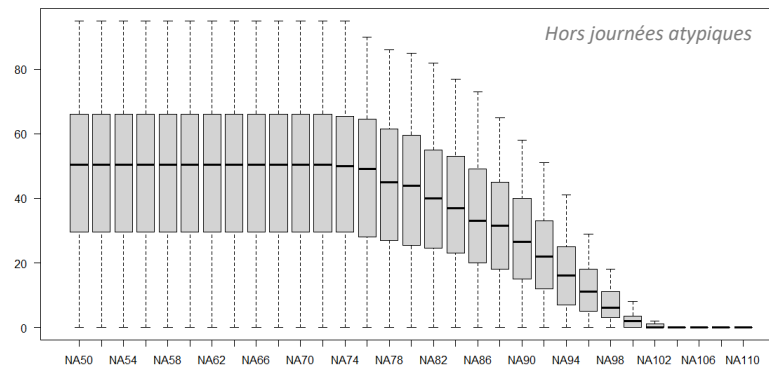


Distribution de la variation quotidienne des NAX (total 24 heures)
Période du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

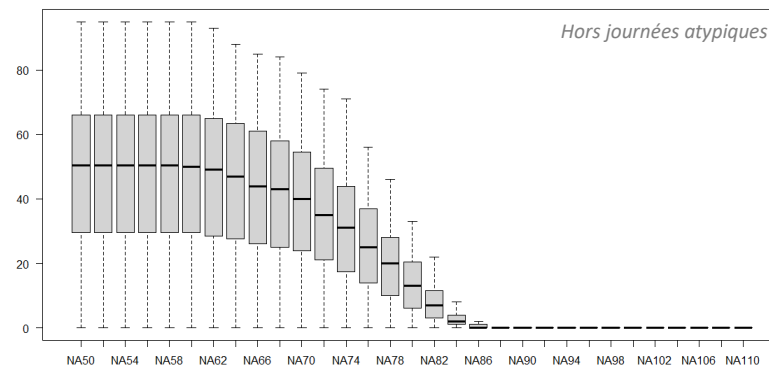
Distribution boxplot des NAX en LAmox



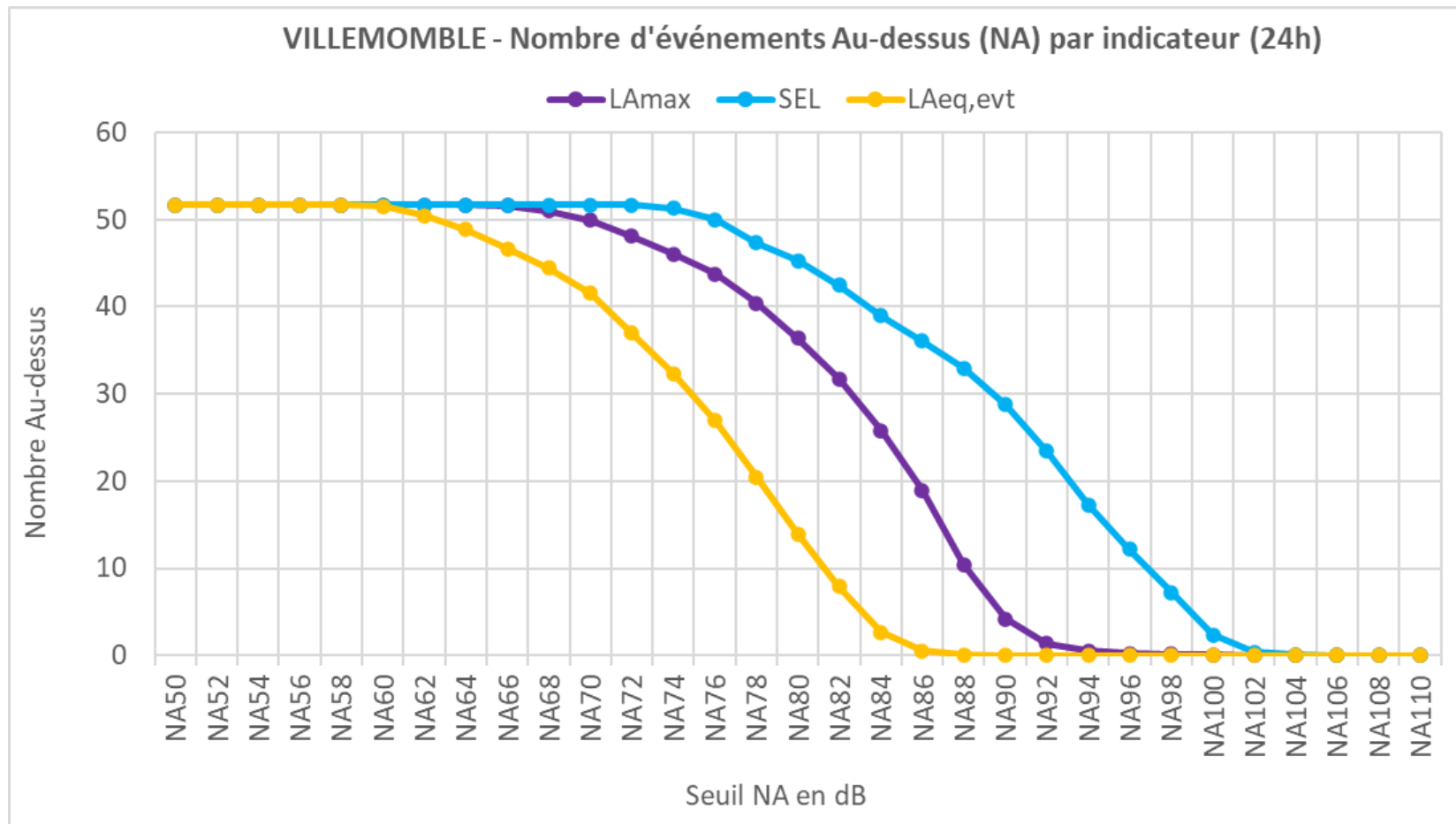
Distribution boxplot des NAX en SEL



Distribution boxplot des NAX en LAeq,evt



RÉSULTATS PAR SITE



RÉSULTATS PAR SITE

Commune concernée	Gestionnaire concerné	Numéro de ligne	Type de site	Zone d'ambiance	Fréquentation estimée (donnée indicative)	Vitesse moyenne ou maximale de circulation
Mitry-Mory (77)	SNCF Réseau	229000	Périurbain	Modérée	350 trains/jour (TER, Banlieue, fret)	Vmax 150 km/h



Vue de la station de mesure



Vue du site

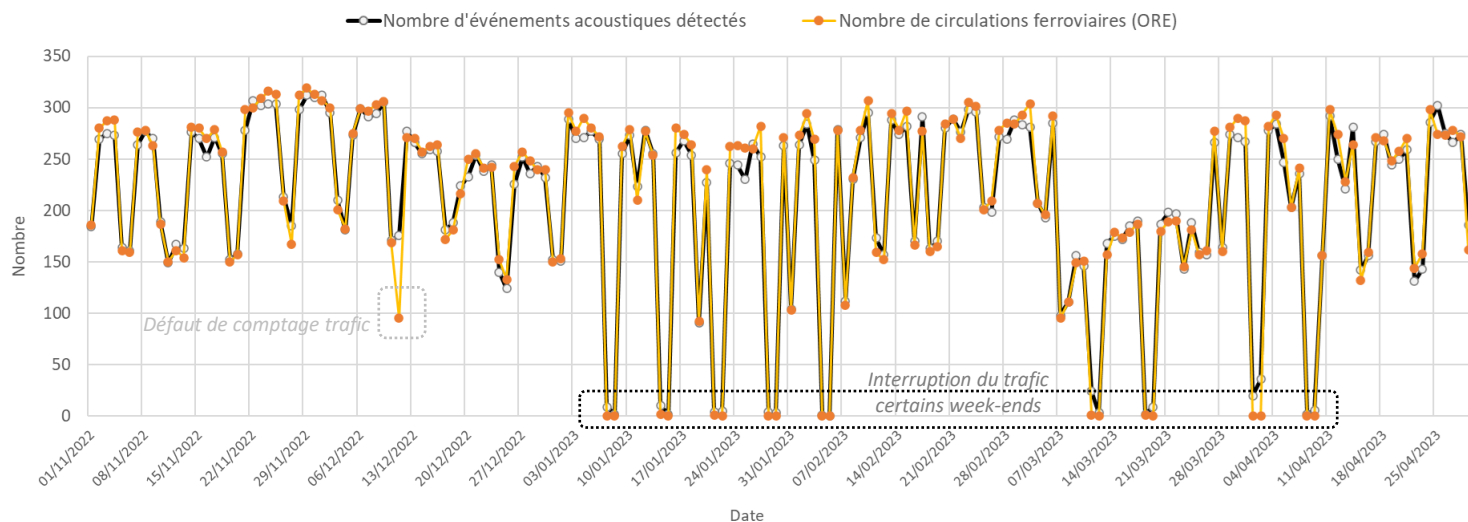
Distance entre la station de mesure et la voie la plus proche : **29 m**
 Hauteur du micro par rapport au sol : **4 m**
 Mesure en champ libre
 Nombre de voies : **4**

	JOUR	SOIR	NUIT	TOTAL 24h	Proportion dans le trafic global
Transilien/RER Ancienne Génération	143	54	31	228	81%
Transilien/RER Nouvelle Génération	16	7	1	25	9%
TER/Intercités Nouvelle Génération	13	5	<1	18	6%
Corail	<1	<1	<1	<1	<1%
TGV	0	0	0	0	0%
Fret, trains de travaux et autres	6.4	2.7	3.1	12.2	4%
TOTAL	178	69	35	283	100%
Nombre de trains voyageurs	172	67	32	271	96%
Nombre de trains non-voyageurs	6	3	3	12	4%

Trafic ferroviaire journalier moyen

RÉSULTATS PAR SITE

Nombre d'événements ferroviaires quotidiens détectés par la station de mesure et trafic en gare



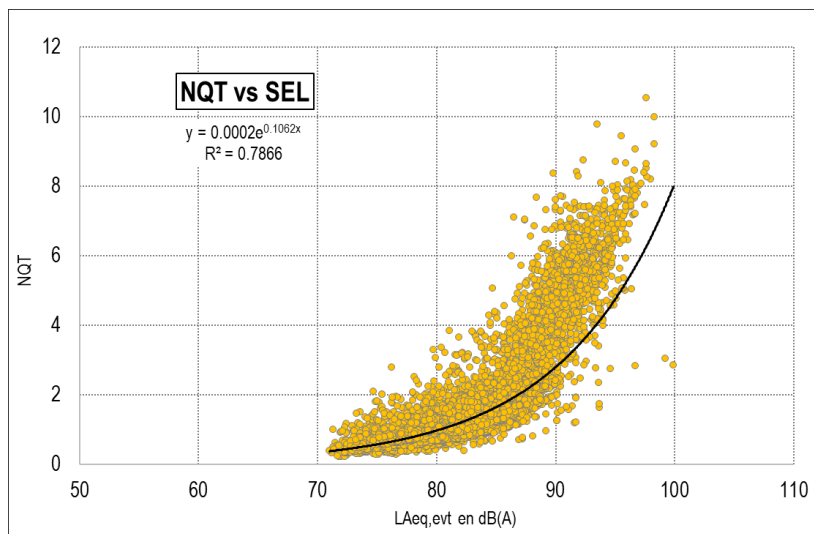
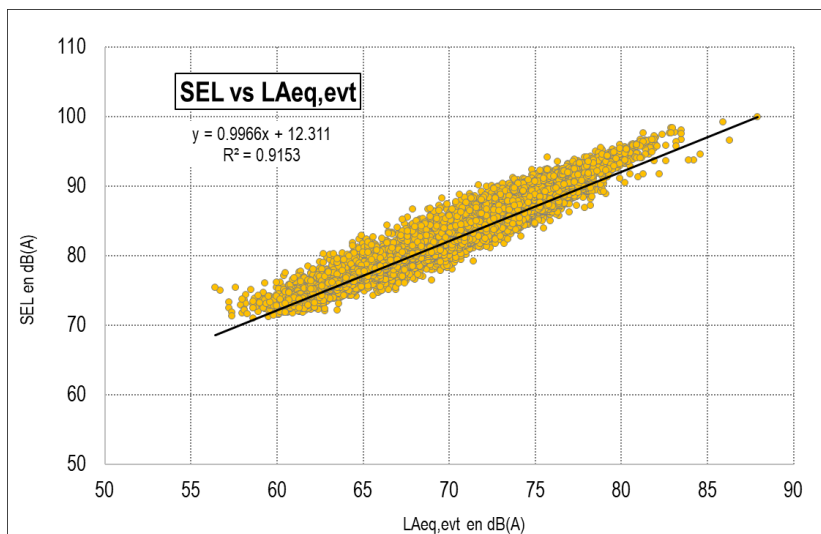
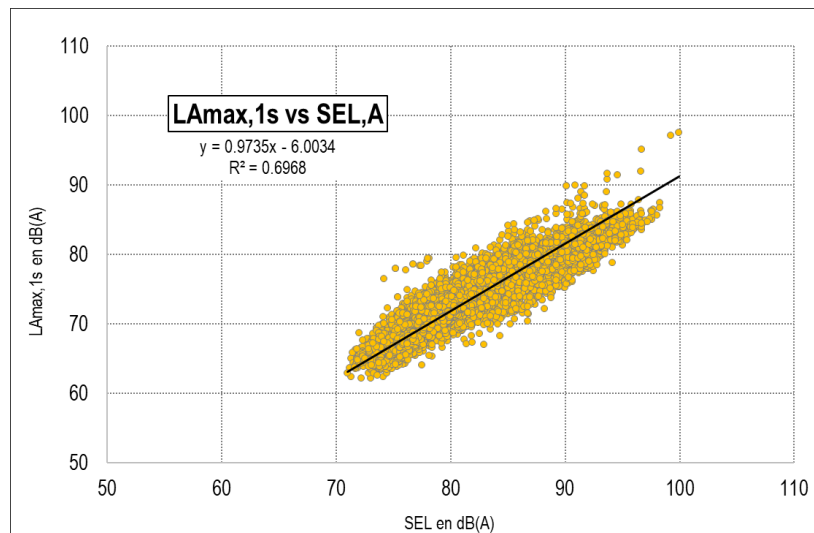
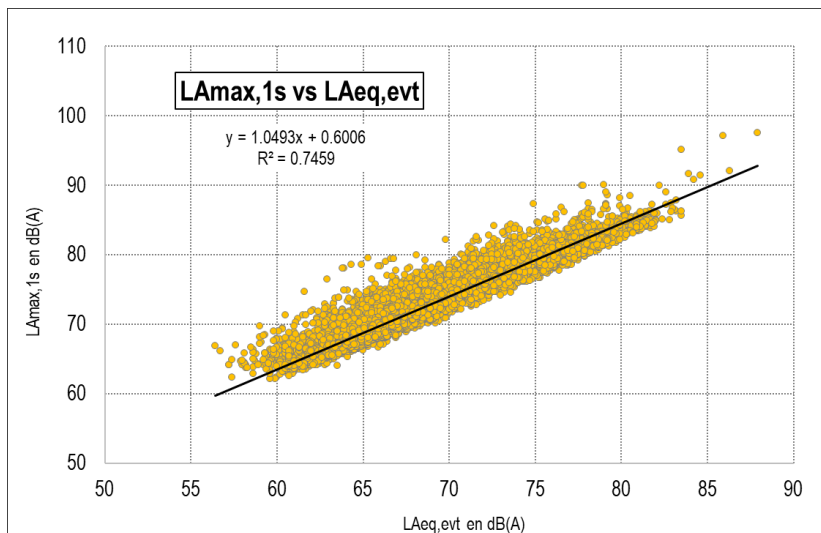
	LAeq 6h-18h	LAeq 18h-22h	LAeq 22h-6h	Lden
Contribution du bruit ferroviaire en dB(A)	56.9	58.2	52.3	60.6
Bruit ambiant (toutes sources sonores confondues) en dB(A)	57.6	58.5	53.0	61.2
Contribution sonore énergétique du bruit ferroviaire	84%	93%	85%	87%

Pas d'association des événements acoustiques détectés avec les circulations ORE (nomenclature différente des circulations sur ce site)

	6h-18h	18h-22h	22h-6h	Total 24h
Nombre total de trains détectés au niveau de la station de mesure	132	52	26	210
Nombre total de trains détectés au niveau de la gare la plus proche (SNCF-ORE)	126	50	22	198

*Niveaux de bruit et nombre d'événements ferroviaires
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023*

RÉSULTATS PAR SITE

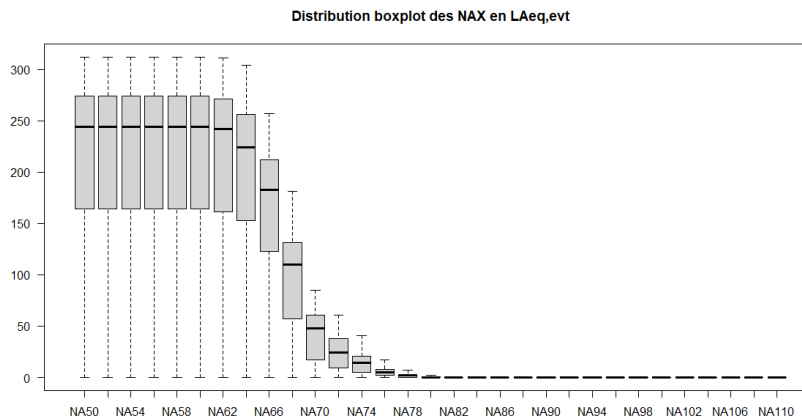
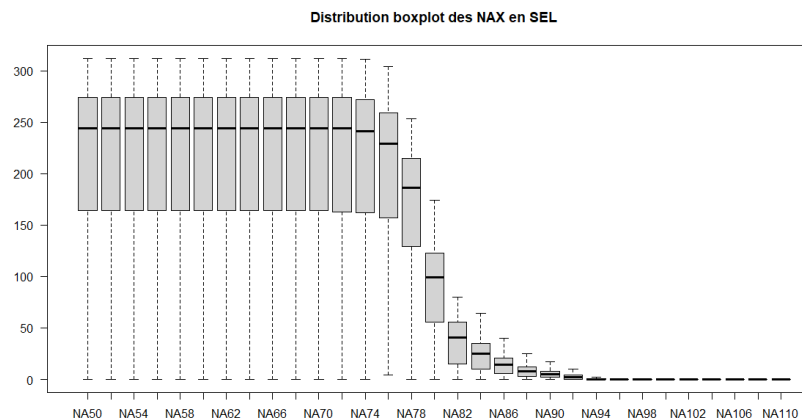
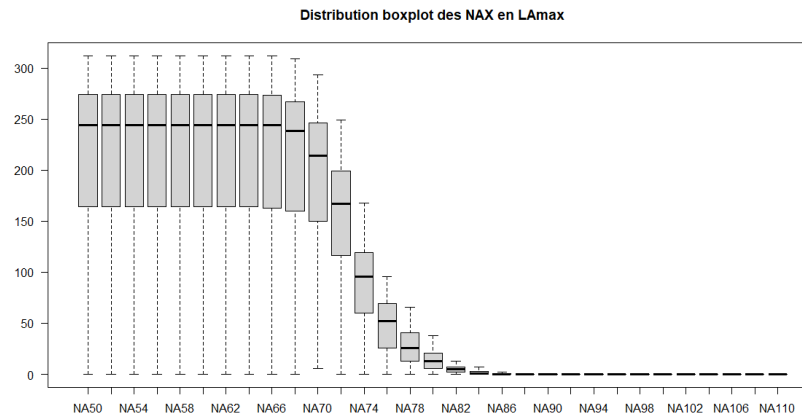
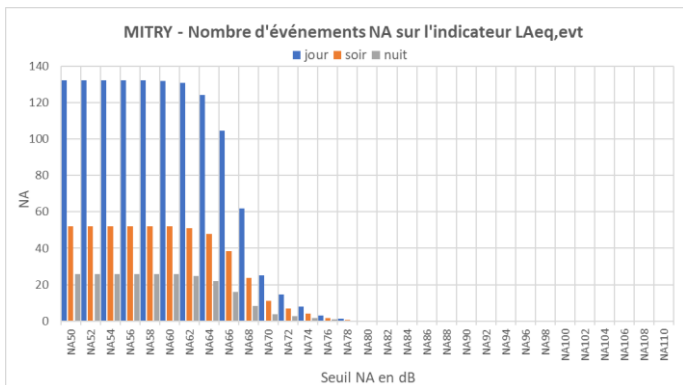
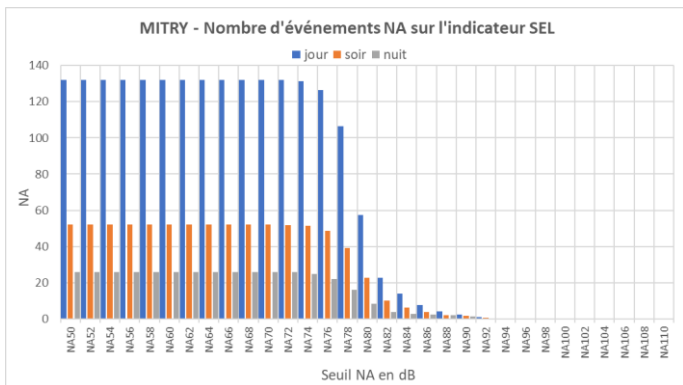
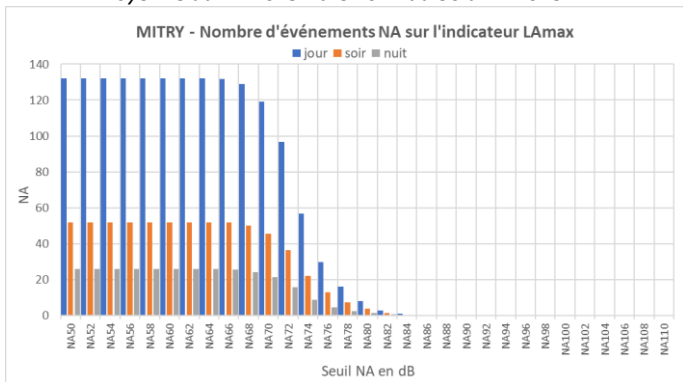


→ En moyenne les indicateurs LAmax, SEL et LAeq,evt sont corrélés entre eux (R^2 de l'ordre de 0,7 à 0,9)

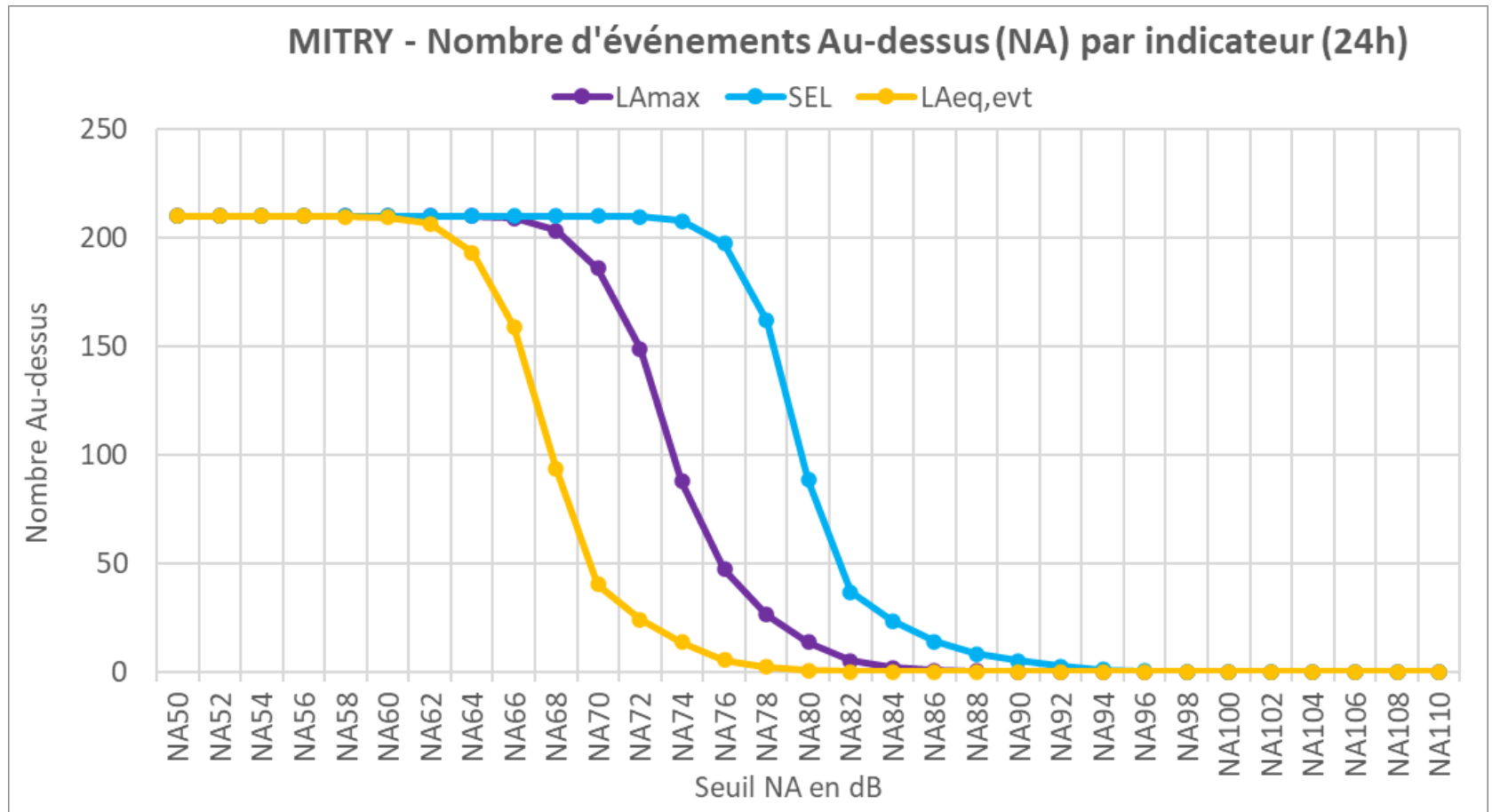
RÉSULTATS PAR SITE

NAx par périodes jour-soir/nuit
Moyenne du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

Distribution de la variation quotidienne des NAX (total 24 heures)
Période du 1^{er} novembre 2022 au 30 avril 2023

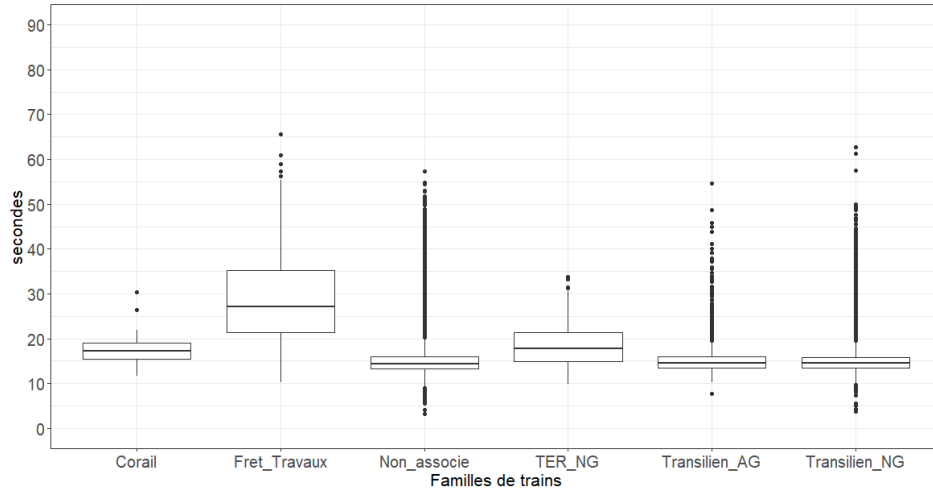


RÉSULTATS PAR SITE

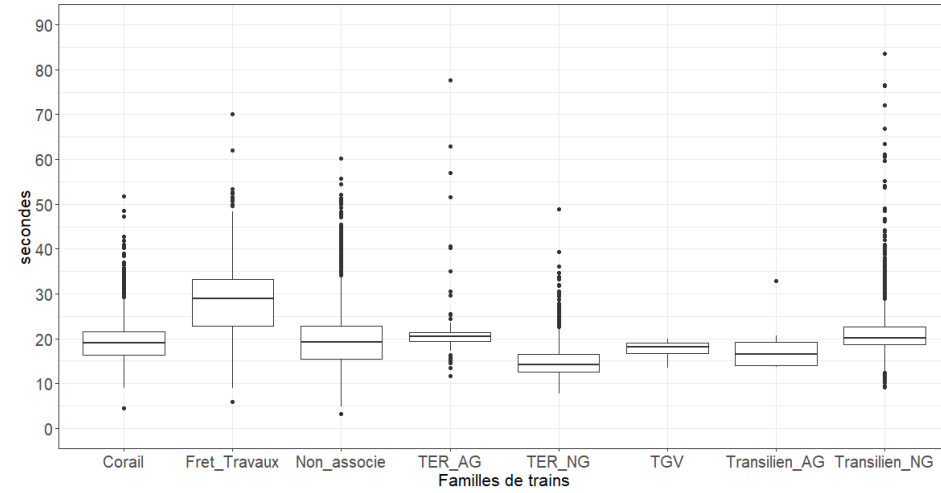


DURÉE DES ÉVÉNEMENTS SONORES FERROVIAIRES

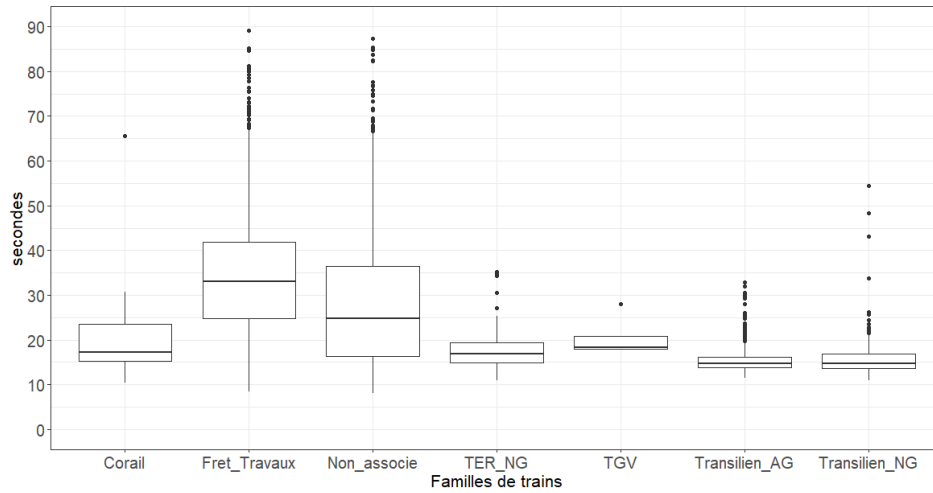
HERBLAY - Boxplot durée des événements par familles de trains



BOIS LE ROI - Boxplot durée des événements par familles de trains

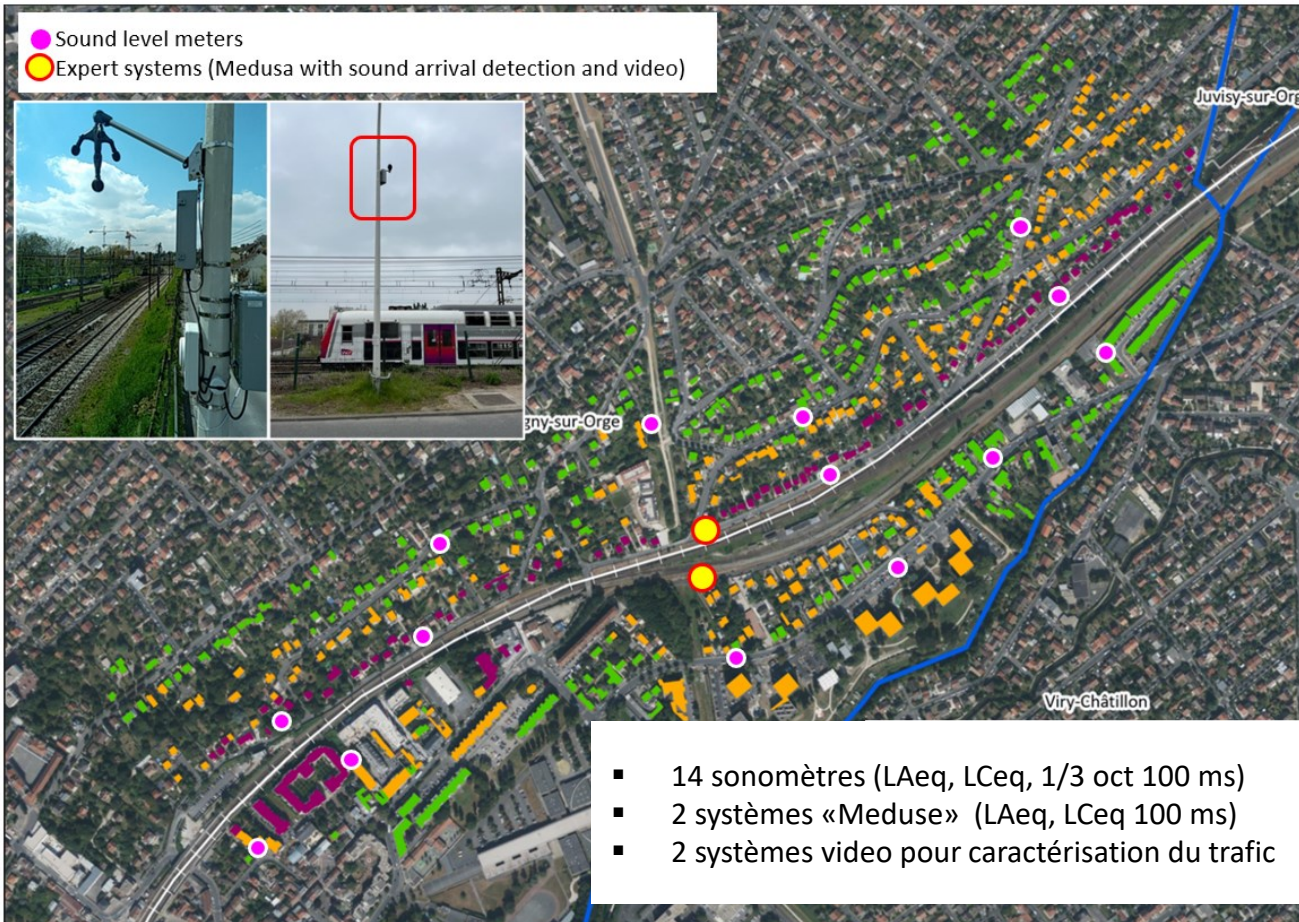


VILLEMOMBLE - Boxplot durée des événements par familles de trains



ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

➔ Dans le cadre de l'étude GENIFER, un dispositif instrumental important a été mis en place d'avril à juillet 2023 à Savigny-sur-Orge. Ce dispositif inclut 2 stations expertes Méduses, 14 sonomètres et 2 systèmes vidéo permettant de disposer d'informations précises sur les circulations ferroviaires



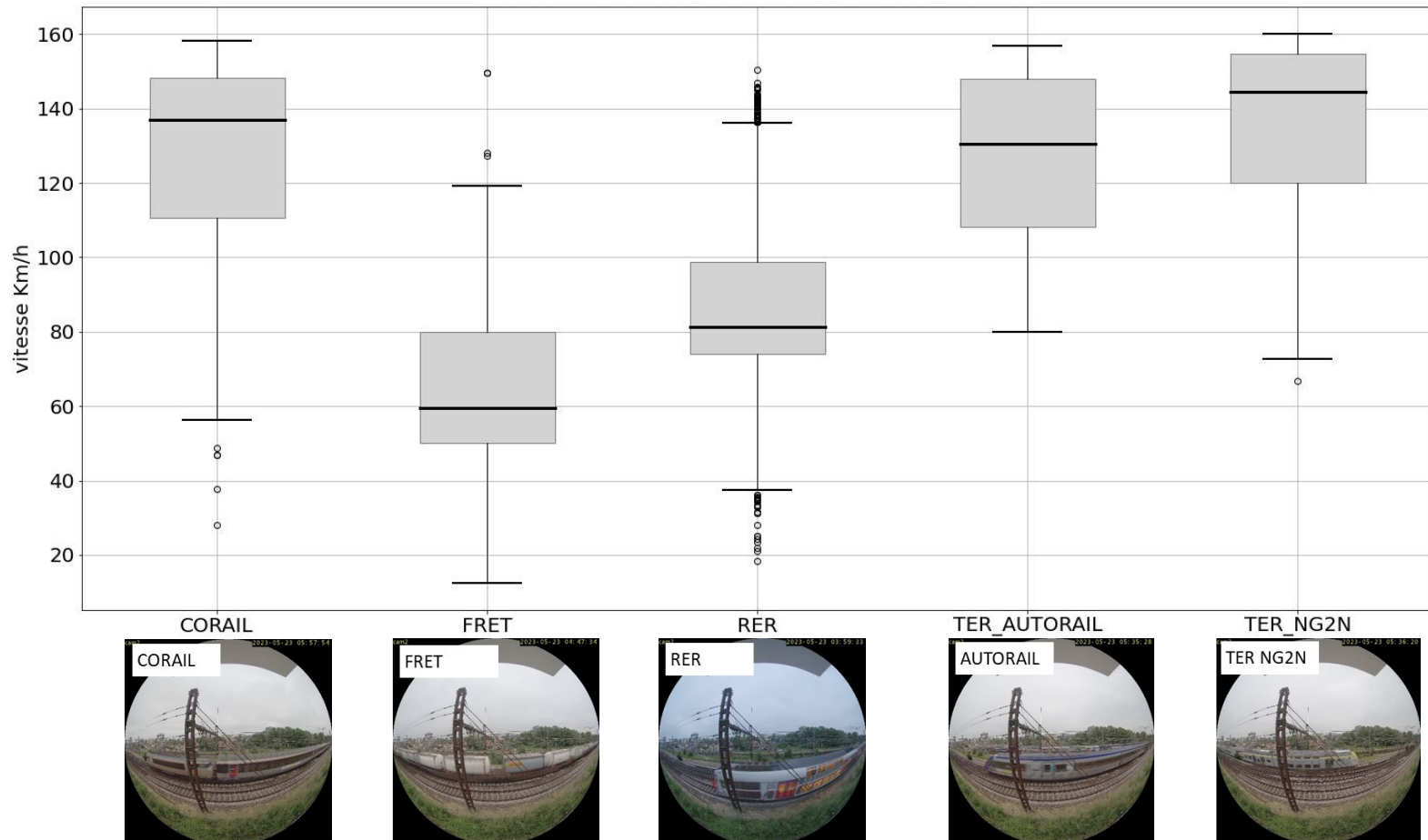
Informations réacquies au moyen des systèmes vidéo

- Date et heure de passage** (précision à la seconde)
- Sens du train** « vers Paris » ou « vers Province »
- Catégorie de train** (RER, TER, Corail, Fret, Autre)
- Voie de circulation**
- Vitesse**

ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

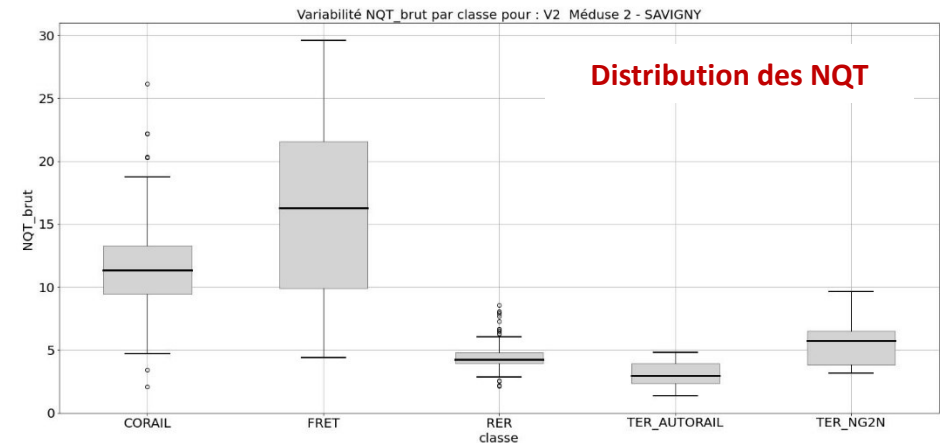
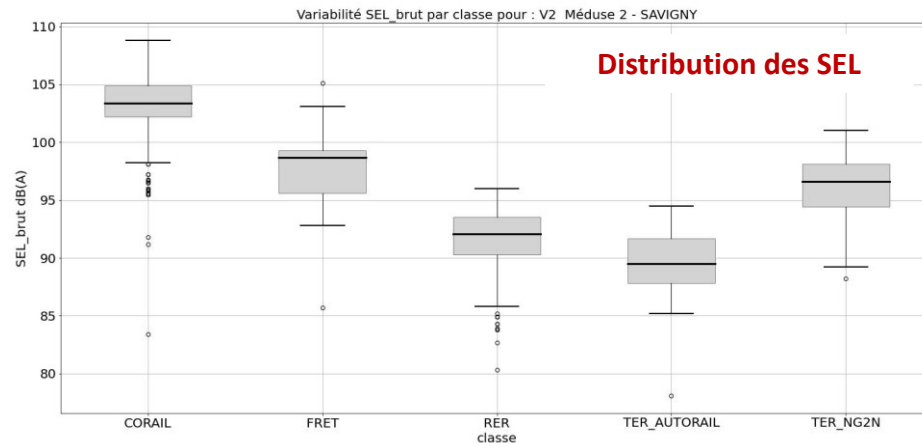
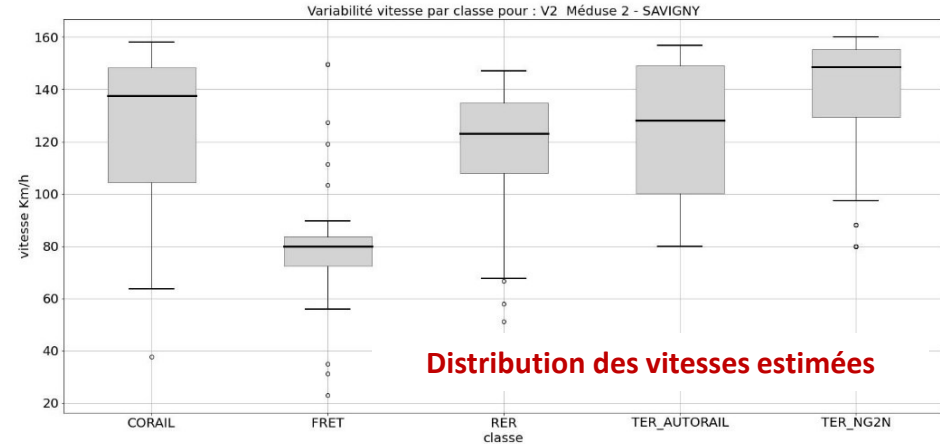
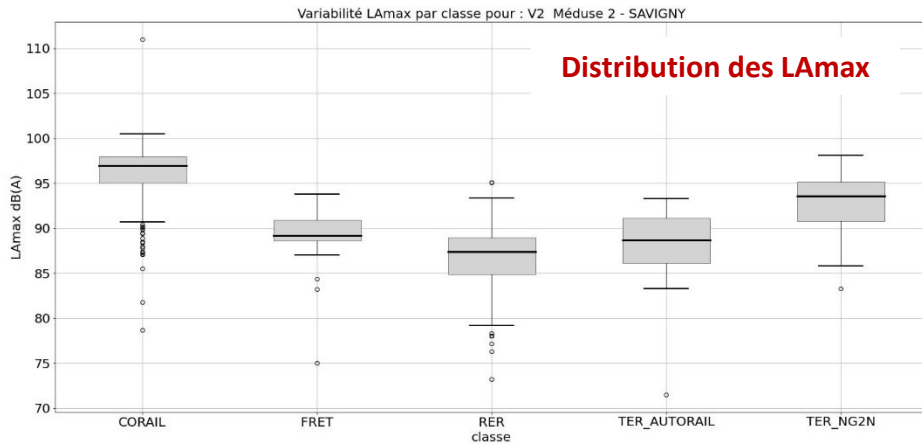
- La combinaison capteur Méduse + caméras vidéo permet une détection de plus de 93% des événements sonores ferroviaires (base : relevés SNCF ORE en gare de Savigny). Les circulations non associées correspondent à des passages de trains simultanés et à des événements acoustiques significativement perturbés.
- Les systèmes vidéo permettent d'établir des statistiques de trafic ferroviaire par famille et par voie de circulation.

Distribution des vitesses circulées par familles de trains



ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

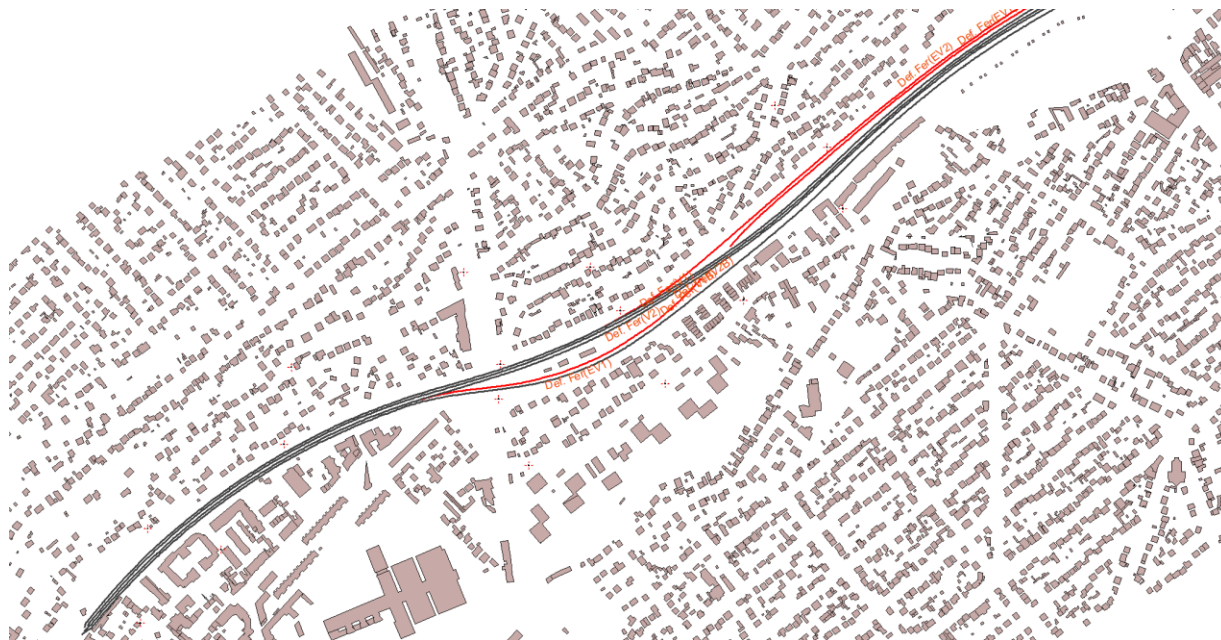
➔ A titre d'exemple, statistiques sur les indicateurs acoustiques et vitesses estimées en proximité immédiate des voies ferrées, **regroupées pour la voie rapide vers Paris**



- ➔ Pour des trains circulant sur la même voie (même distance du capteur de mesure), les indicateurs L_{Amax} et SEL présentent une dispersion de moins de 5 dB(A) pour la moitié des événements sonores et une dispersion de 10 à 15 dB(A) entre les valeurs min et max.
- ➔ L'indicateur NQT présente une dispersion de valeurs significativement plus importante pour les trains de type Corail et Fret.

ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

- Une modélisation fine du site a été réalisée pour les besoins de l'étude
- Ce modèle a été alimenté au moyen des données précises de trafic et de vitesses par familles de trains et par voies déterminées au centre de la zone d'étude par les systèmes vidéo et comparé aux mesures de bruit réalisées dans l'environnement
- Une modélisation des signatures acoustiques a également été réalisée au moyen de Mithra-SIG pour les méthodes Cnossos, NMPB et méthode nordique



Calcul

Général Paramètres

Paramètres

Découpage Jour/Soir/Nuit

Mat. par défaut A (neige, mousse)

Tir géométrique

Rayon rapide

Rayon

Faisceau

Diff latérales sur écrans

Distance max 500 m

Nb réflexions 2 Réflexion mode Fresnel

Méthode

Emission routière NMPB 08

Emission ferroviaire NMPB 08

Propagation NMPB 08 (oct)

Sources

Stockage Signature (fer)

Météo

Météo du calcul FAVORABLE 100%

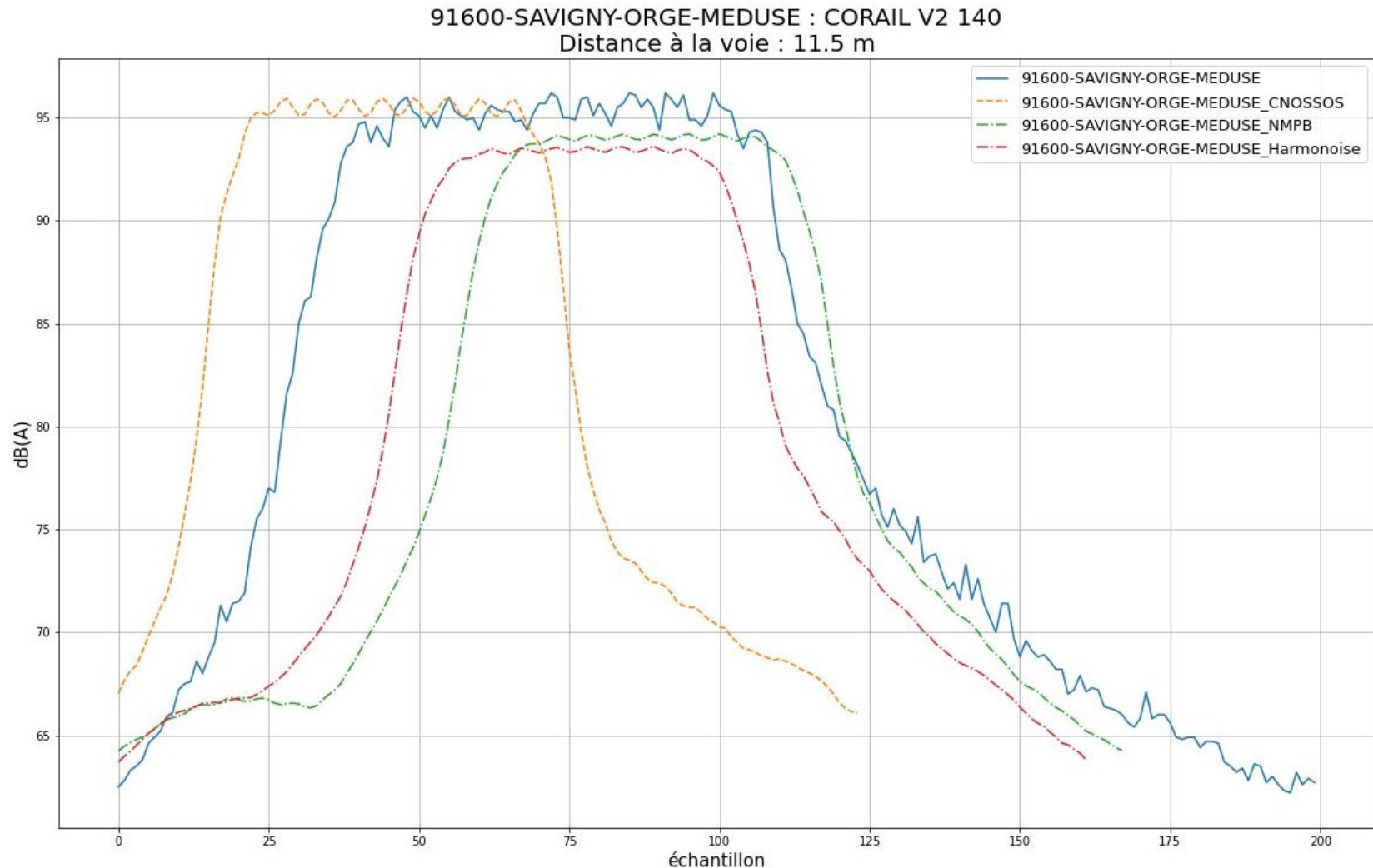
Période	Période météo	T	H
Jour (6h-18h)	Journée Journée (0h-24h)	15	70
Soir (18h-22h)	Journée Journée (0h-24h)	15	70
Nuit (22h-6h)	Journée Journée (0h-24h)	15	70

Relancer OK Fermer

▼ V1			
Z5600(-Z5700)_quadricaisse_(Z2N)	1	1	
Z56500-Z56700-V200_intervilles_(REGIO_2N)	1	1	
CORAIL	1	1	
X72500(-X72600-X72700)_bicaisse_(X_TER)	1	1	
▼ V1B			
Z5600(-Z5700)_pentacaisse_(Z2N)	1	1	
FRET	1	1	
▼ V2			
Z5600(-Z5700)_quadricaisse_(Z2N)	1	1	
Z56500-Z56700-V200_intervilles_(REGIO_2N)	1	1	
CORAIL	1	1	
X72500(-X72600-X72700)_bicaisse_(X_TER)	1	1	
▼ V2B			
Z5600(-Z5700)_pentacaisse_(Z2N)	1	1	
FRET	1	1	

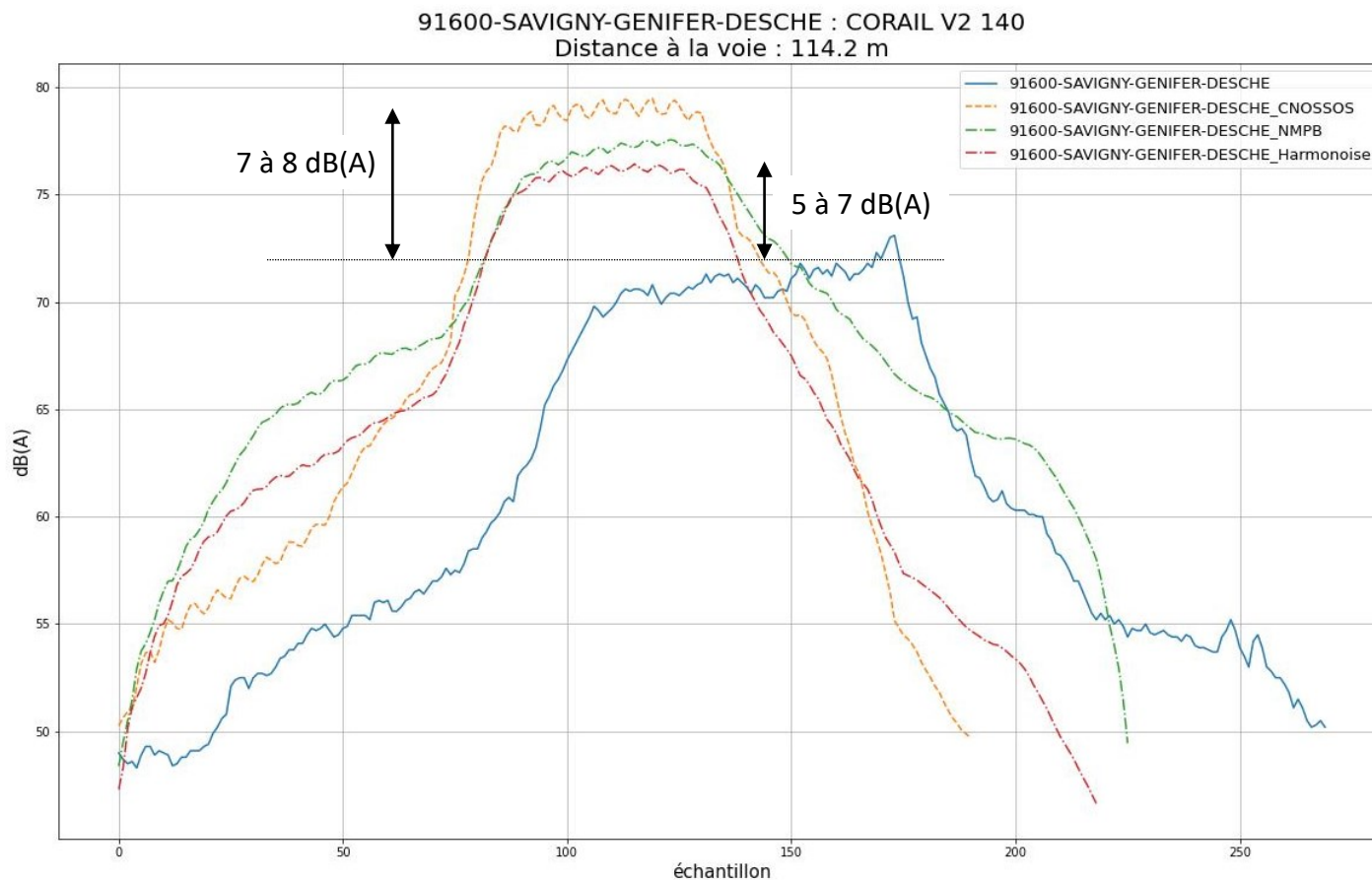
ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

➔ Exemple de comparaison entre la modélisation de la signature temporelle d'un **Corail** circulant en voie rapide (V2) vers Paris à 140 km/h et comparaison avec les signatures mesurées (zone nord par rapport aux voies ferrées, en conditions favorables)



ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

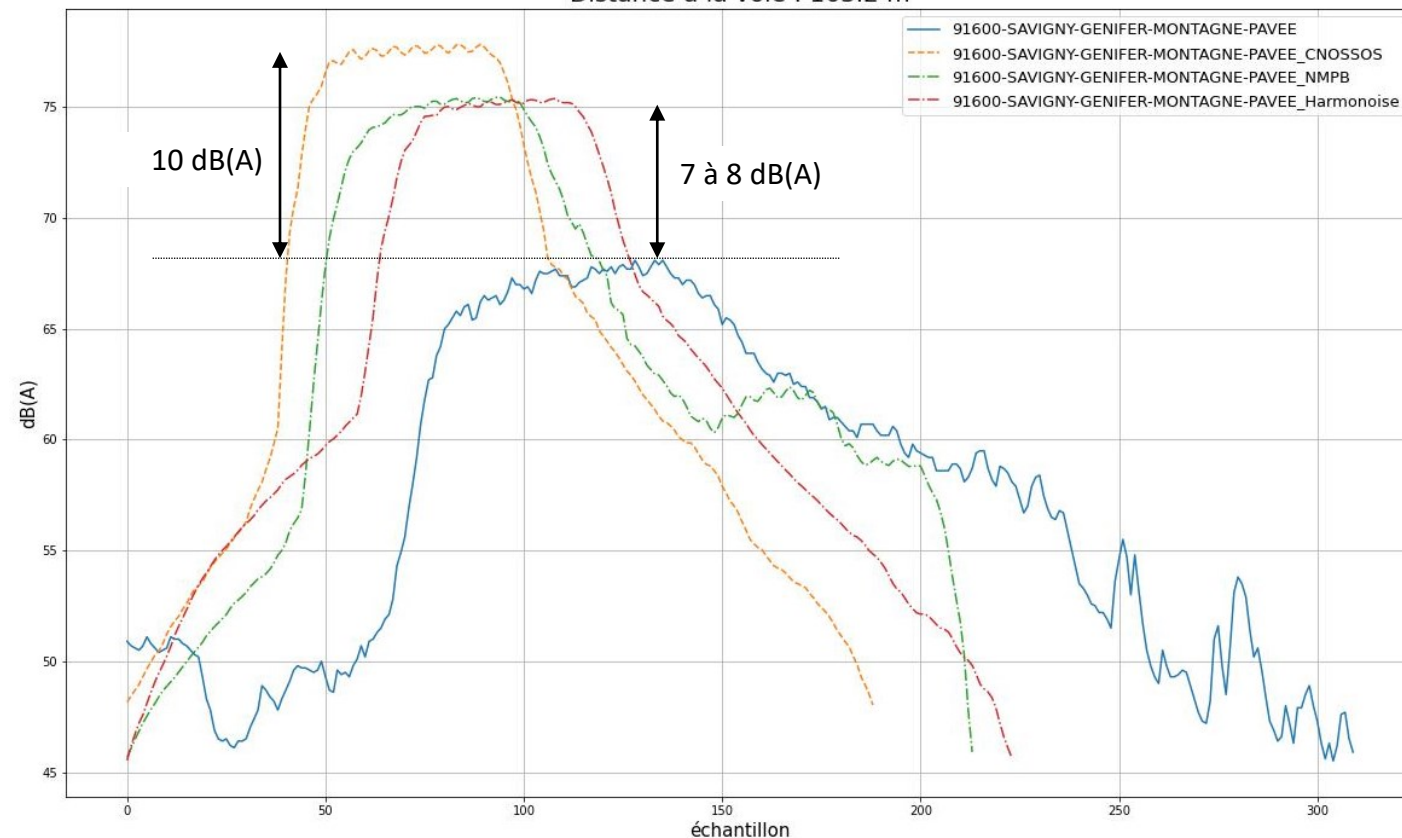
➔ A 114 mètres des voies



ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

➔ A 163 mètres des voies

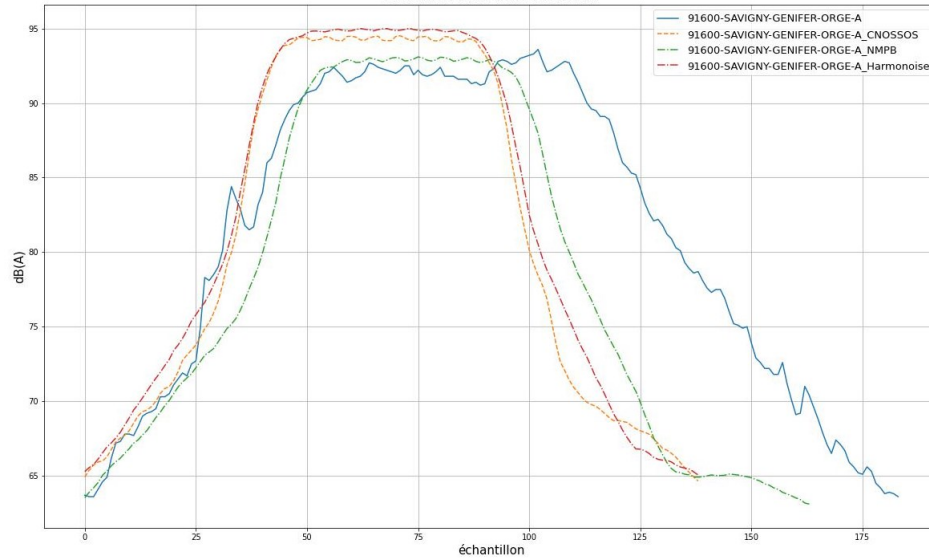
91600-SAVIGNY-GENIFER-MONTAGNE-PAVEE : CORAIL V2 140
Distance à la voie : 163.2 m



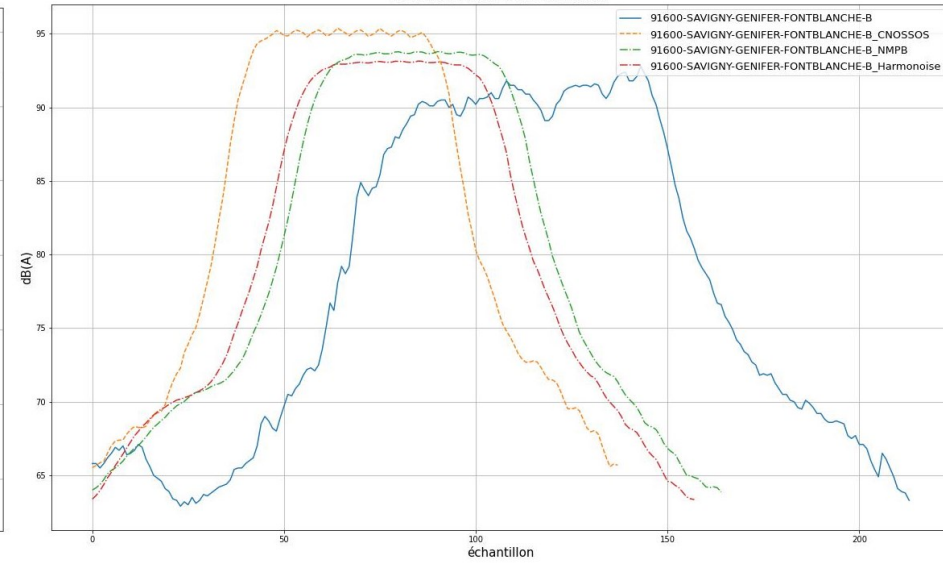
ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES – SITE GENIFER

➔ A 163 mètres des voies

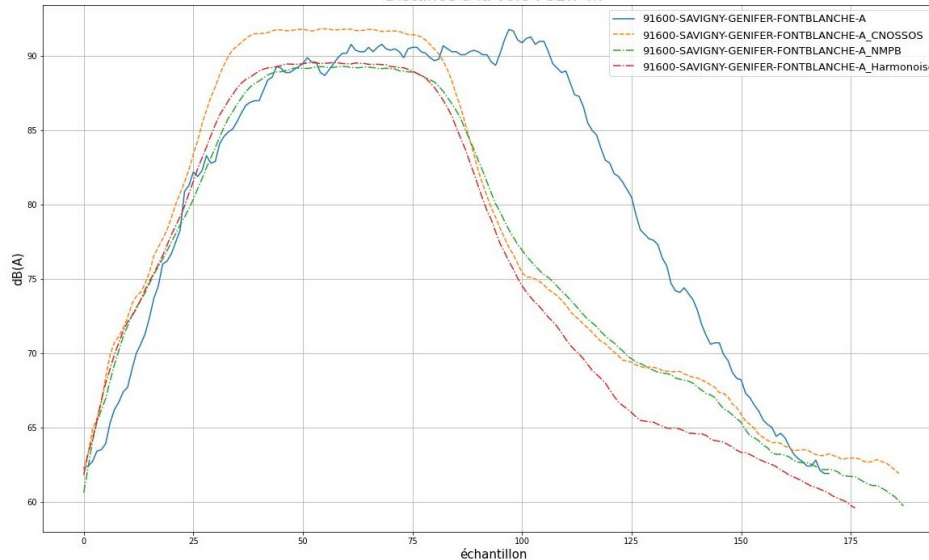
91600-SAVIGNY-GENIFER-ORGE-A : CORAIL V2 140
Distance à la voie : 14.5 m



91600-SAVIGNY-GENIFER-FONTBLANCHE-B : CORAIL V2 140
Distance à la voie : 15.1 m



91600-SAVIGNY-GENIFER-FONTBLANCHE-A : CORAIL V2 140
Distance à la voie : 32.7 m



➔ En champ proche (moins de 35 m), le niveau de bruit au passage en méthode Cnossos est supérieur d'environ 2 à 3 dB(A) au niveau obtenu via méthode NMPB