

Bruit de roulement au passage

Modernisation des outils de mesurage et de capitalisation

Opération « ECOSURF »

Loïc TOUSSAINT, Guillaume Dutilleux
ERA32 Acoustique
PCI Acoustique et Vibrations
LRPC de Strasbourg



Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est

PLAN

1 – Rappels (méthode et normes)

2 – Processus

3 – Outil de mesurage

4 – Base de données

5 – Conclusion/Perspectives



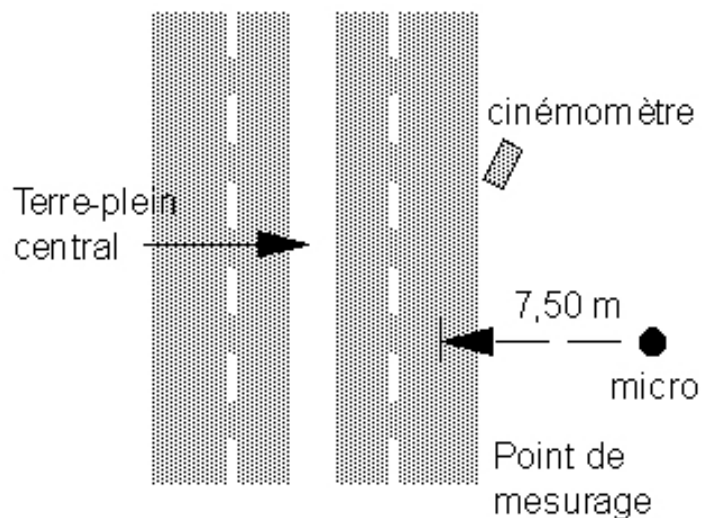
1-Rappels : méthode et normes

Objectifs et domaines d'emploi :

- Caractérisation acoustique des revêtements et pérennité
- Réception des couches de roulement neuves
- Diagnostic acoustique
- Mesures de l'émission sonore des véhicules (Sétra 2009)

Principe général :

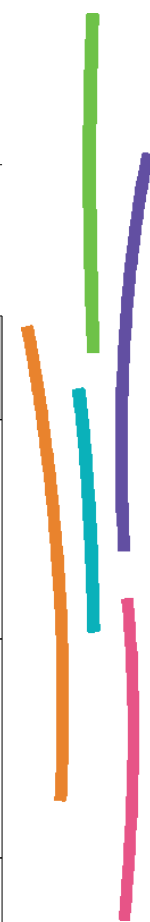
- Méthode statistique au passage = Mesure ponctuelle, relevé de la vitesse et du L_{Amax} au passage de véhicules (isolés dans le trafic ou maîtrisés), analyse par régression pour déterminer le niveau à une vitesse de référence.



1-Rappels : méthode et normes

Normes :

Référence	Caractéristiques
S31-119:1993, <i>norme annulée</i>	Procédure Véhicules Isolés (VI) du trafic de la circulation, utilisé dans le RST et capitalisation via base de données, 4 catégories de véhicules, extraction du LAm _{ax} et LL _{max} <i>Note : encore utilisée dans le RST pour continuité avec l'existant</i>
NF EN ISO 11819-1, mars 2002	Remplace la norme NF S31-119-1. Les principales différences : conditions de site plus strictes, classification des véhicules par essieux, extraction des LL _{max} à l'instant du LAm _{ax} , vitesse de référence, indicateur SPB
NF S31-119-2, décembre 2000.	Procédure Véhicules Maîtrisés (VM), 2 véhicules – 2 configurations de pneumatiques. <i>Note : peu ou plus utilisée dans le RST depuis 2000, éventuellement sur piste d'essai.</i>
ISO 11819-4 (projet)	« Backing board » Avantage : permet de s'affranchir de certaines contraintes de sites (cas du milieu urbain) en plaçant le microphone sur une plaque en bois et en y ajoutant un correctif.



2-Processus

Les étapes : de la mesure à la base de données



3-Outil de mesure

Historique

- Avant 2006 :

- Chaîne d'acquisition analogique (NAGRA IV SJ), numérisation sous logiciel dBLRS et édition du rapport sous MFA (feuille Excel)
- Inconvénients : maintien de la chaîne acquisition/dépouillement, travail fastidieux, limitations de la technologie datant des années 1980.

- Automne 2006 : **dBEuler 1.0** pour les campagnes VI, VM et pseudoVM

- Environnement de développement : logiciels libre ou gratuits avec disponibilité du code source (Scilab3, ImageMagick, Tcl/Tk, XML, LaTeX)
- Acquisition : via un périphérique audio ou importation fichiers Wav issu d'un enregistreur numérique (Sounddevices, 01dB/dBFa, sonomètres...)
- Dépouillement : calibrage, calcul des niveaux de pression *fast* (Lfeq) pondéré A, délimitation des passages et information sur le véhicule (type, vitesse)
- Traitement statistique des données : élimination manuelle des points aberrants, calcul de la droite de régression
- Édition du rapport : saisie des informations, présentation des résultats et graphiques, compilation en pdf.

3-Outil de mesure

Les évolutions apportées par dB Euler 2.0

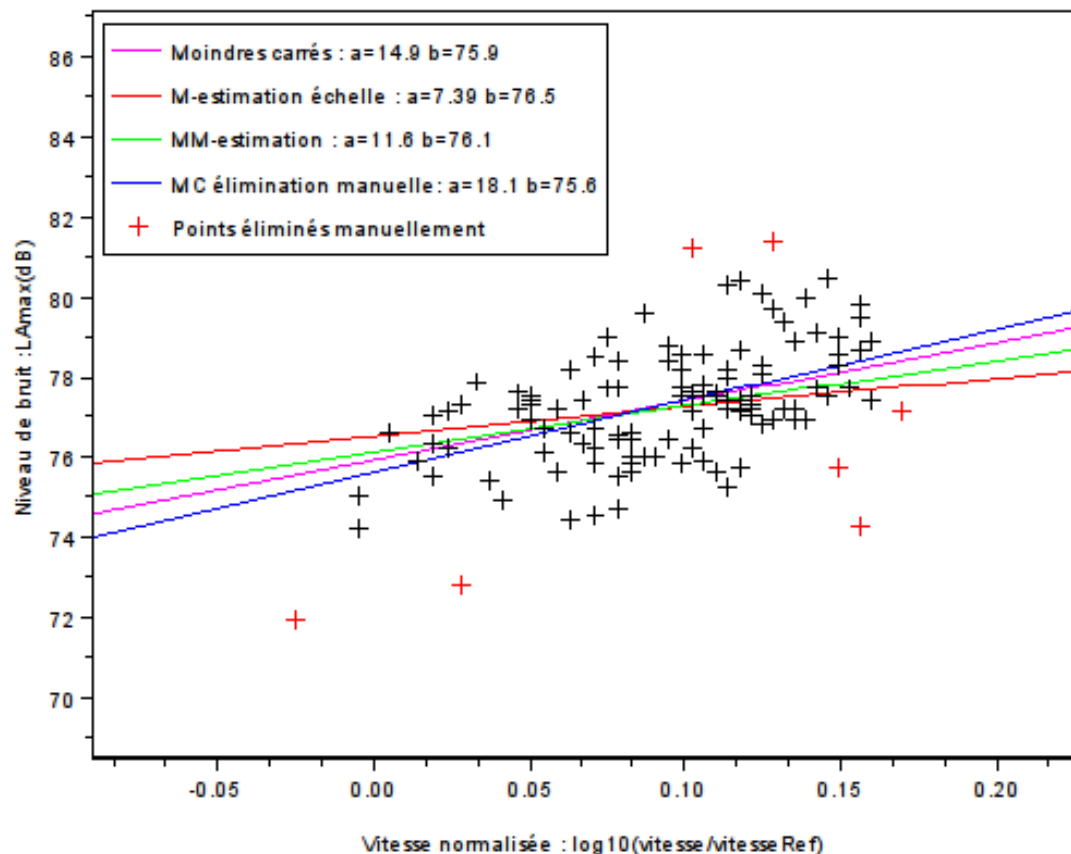
- Compatibilité **W7** : migration vers Scilab 5.3.3 et ScicosLab 4.4.1
- Réduction des packages → installation plus aisée
- Enregistrement possible avec **Harmonie** (Classe I)
- Enregistrement et dépouillement **multi-canaux** (3 voies de mesures, exemple plusieurs hauteurs) via des fichiers à un seul canal
- **Personnalisation** des campagnes pour une utilisation autre que le bruit de roulement (nombre de voies, catégorie de véhicules)
- **Intégration de TikZ/PGF** = amélioration des graphiques
- **Mode ISO11819-1** : calcul du maximum du spectre et des catégories de véhicules grâce à la personnalisation des campagnes
- **Insertion** du rapport dans la base de données de façon automatique

3-Outil de mesure

Les évolutions apportées par dB Euler 2.0

- Régression robuste

→ Choix des M estimateurs : sélection objective de l'estimateur



Sélectionner un estimateur 1/3

- Normes : régression linéaire
- Pratique : régression linéaire « experte »
- Candidats robustes

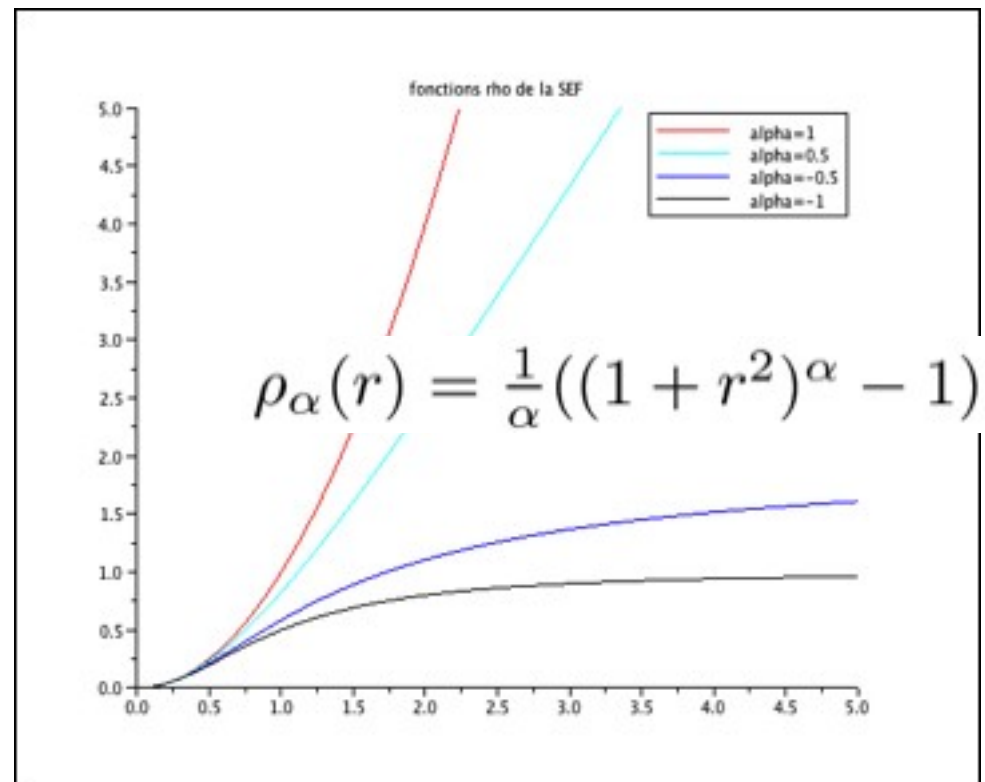
- M-estimateurs

- MM-estimateur

- S-estimateur

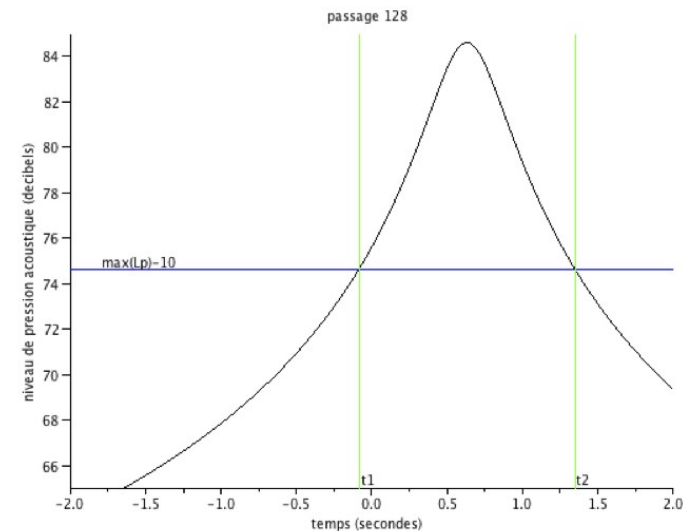
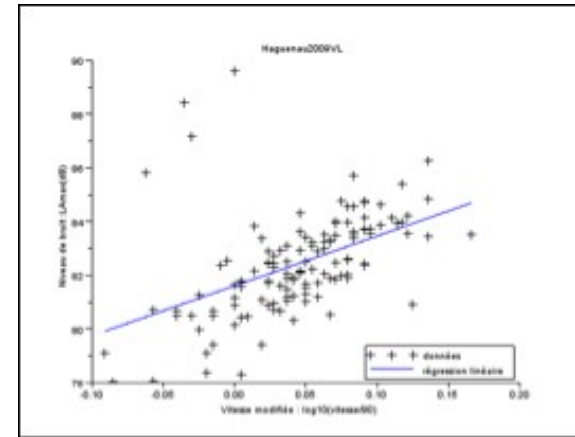
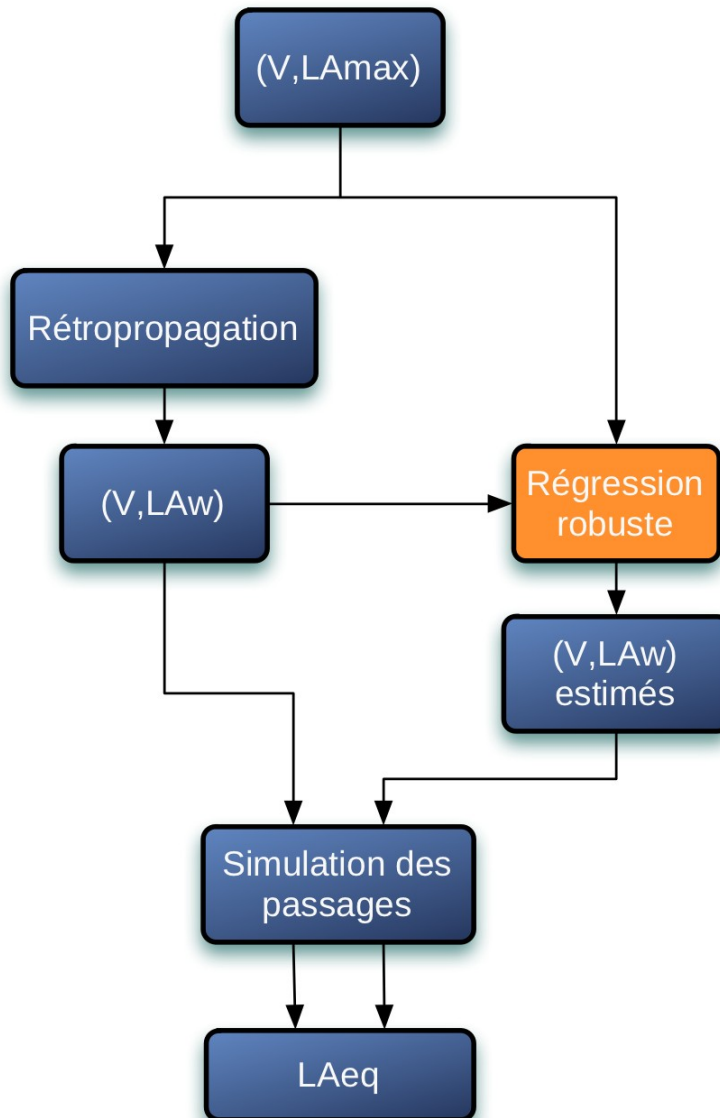
- ACP Robuste

- Bootstrap non paramétrique



Sélectionner un estimateur 2/3

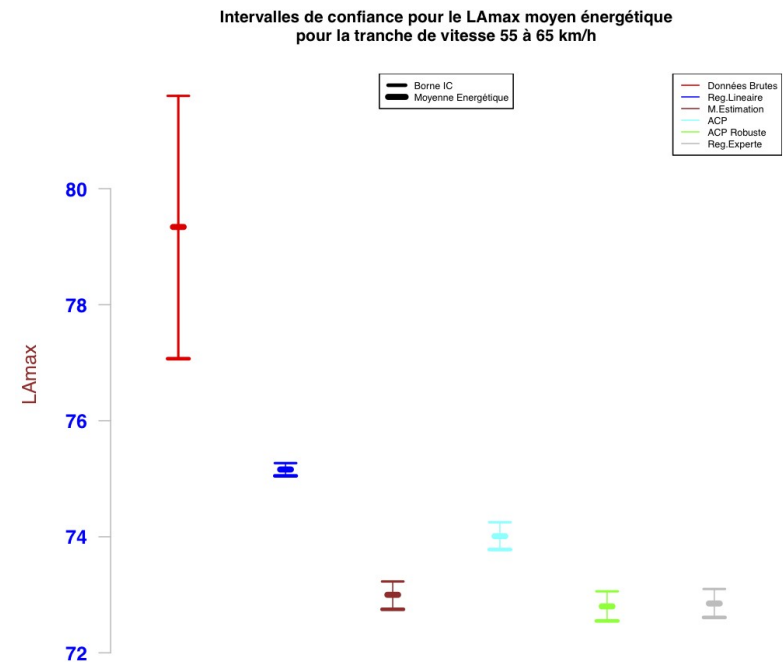
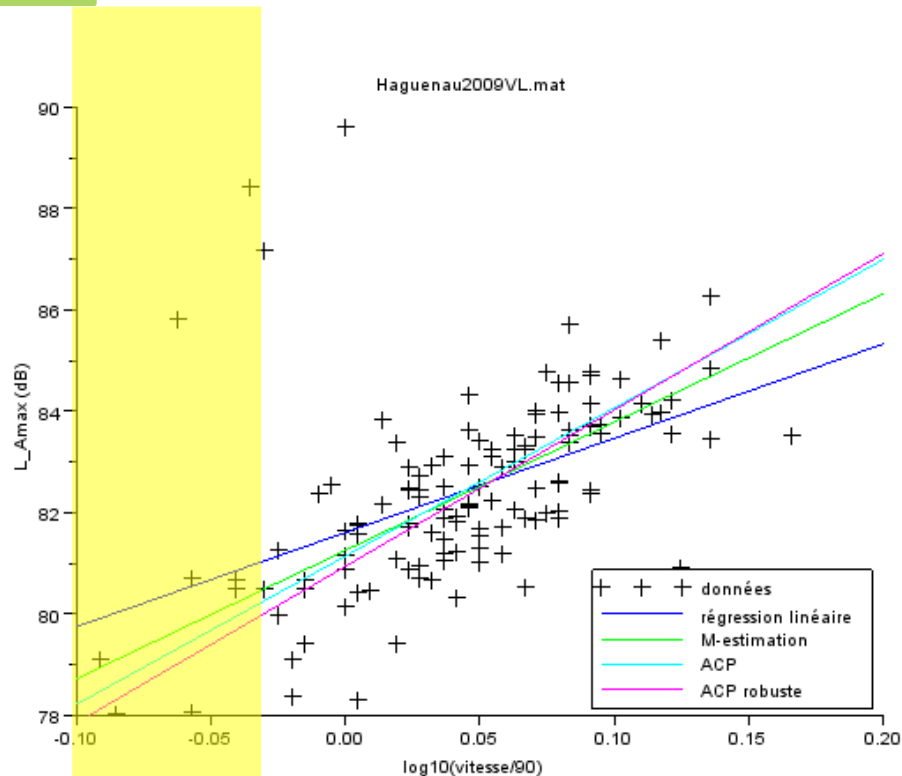
- Approche par reconstitution du Laeq



- Non discriminant !

Sélectionner un estimateur 3/3

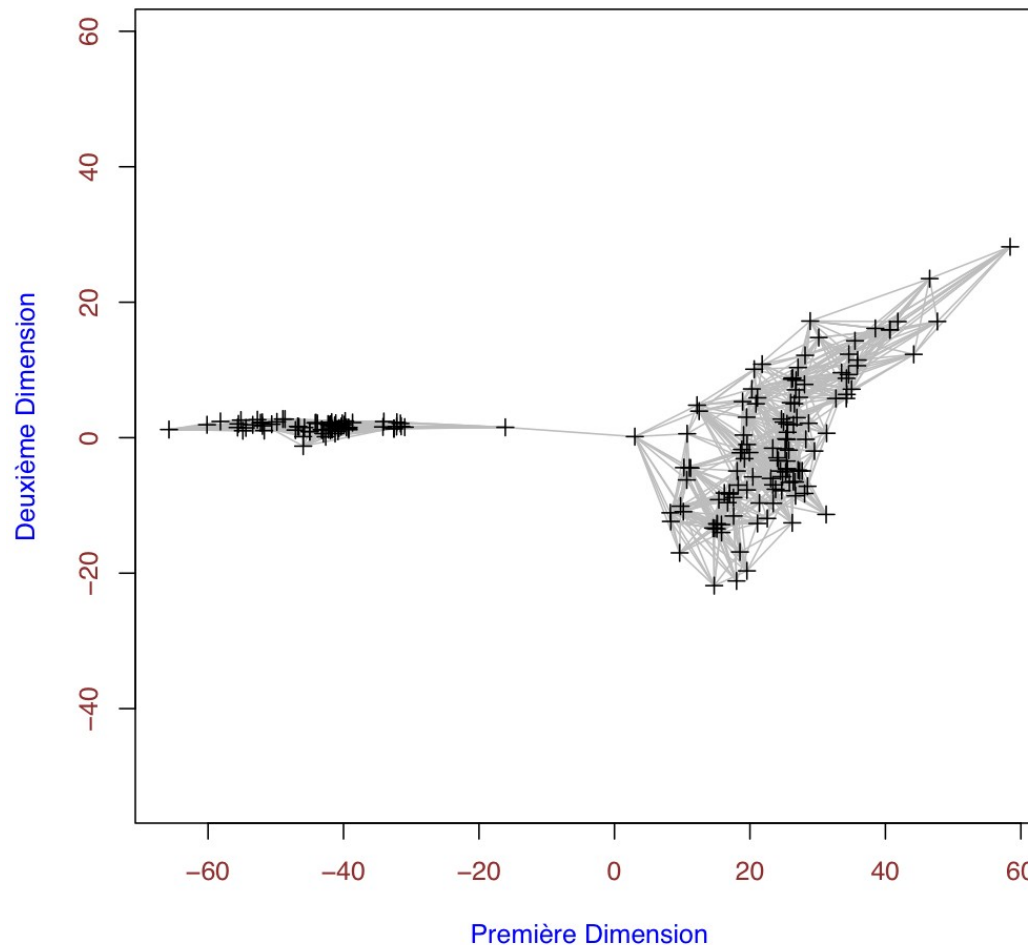
- Approche par intervalle de confiance



- Conclusion (faible) : équivalence des estimateurs robustes

Vers la classification automatique

ISOMAP sur les données de RN59 2012 avec k=10



4-Outil de capitalisation

Historique/Alimentation

Objectifs

- statistiques des performances acoustiques des revêtements des routes françaises ;
- classification des revêtements ;
- étude de la pérennité des revêtements ;
- utilisation dans le cadre de la MAJ des valeurs d'émission sonore des véhicules routiers.

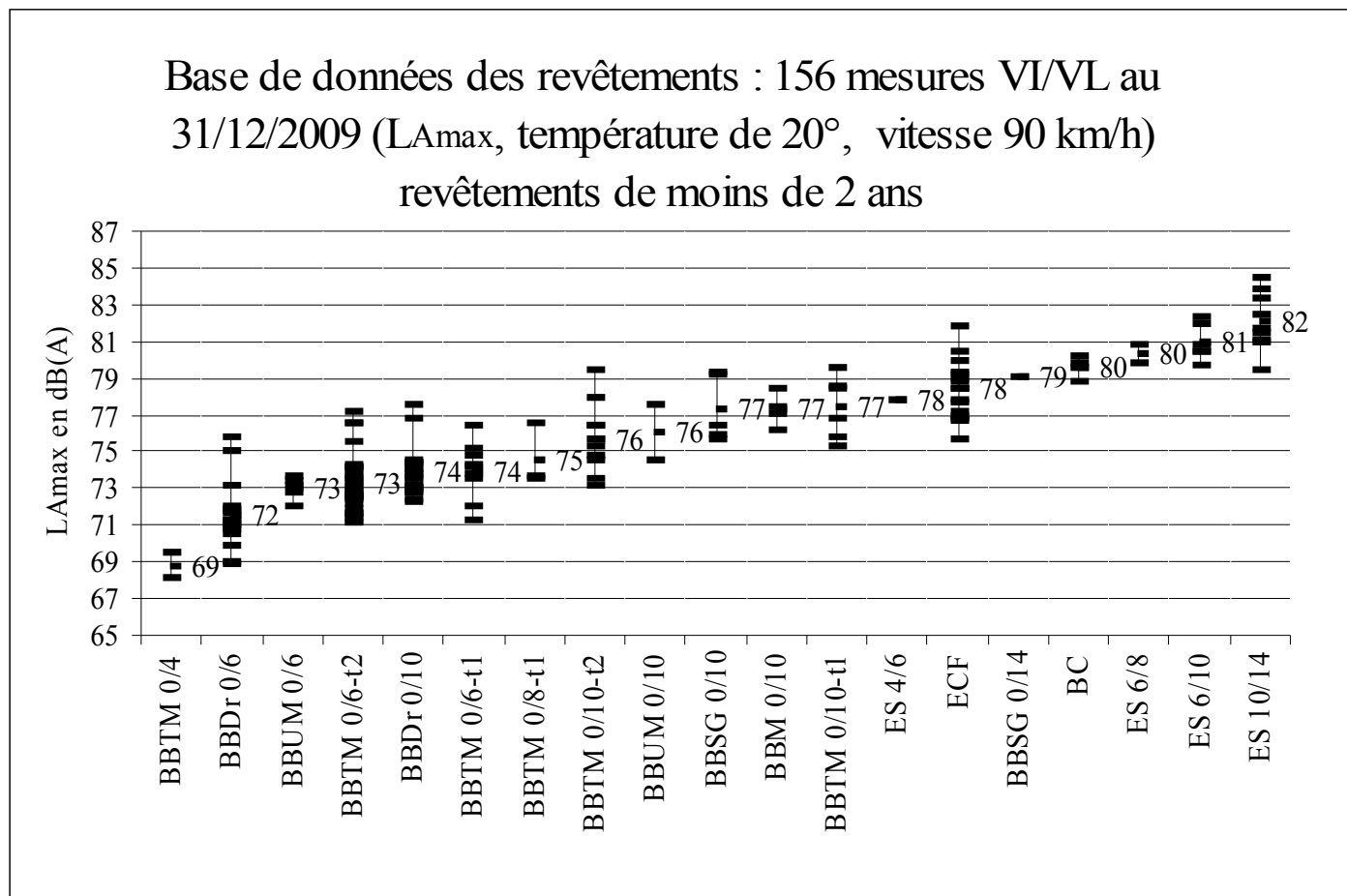
Architecture actuelle

Diffusion

- note d'information = cf. note GNCDS n°5
<http://www.idrrim.com/publications/>

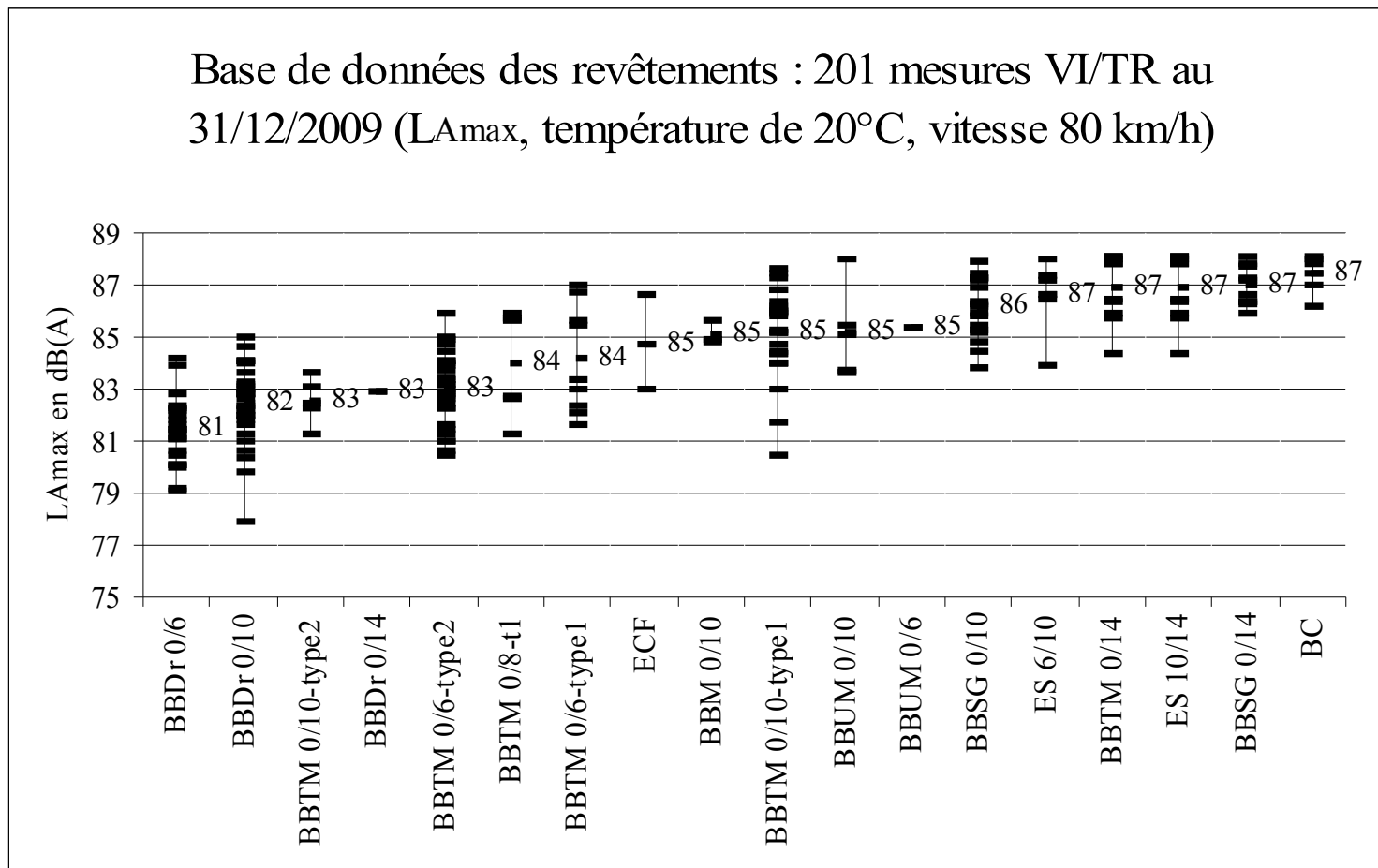
4-Outil de capitalisation

Exemples de résultats



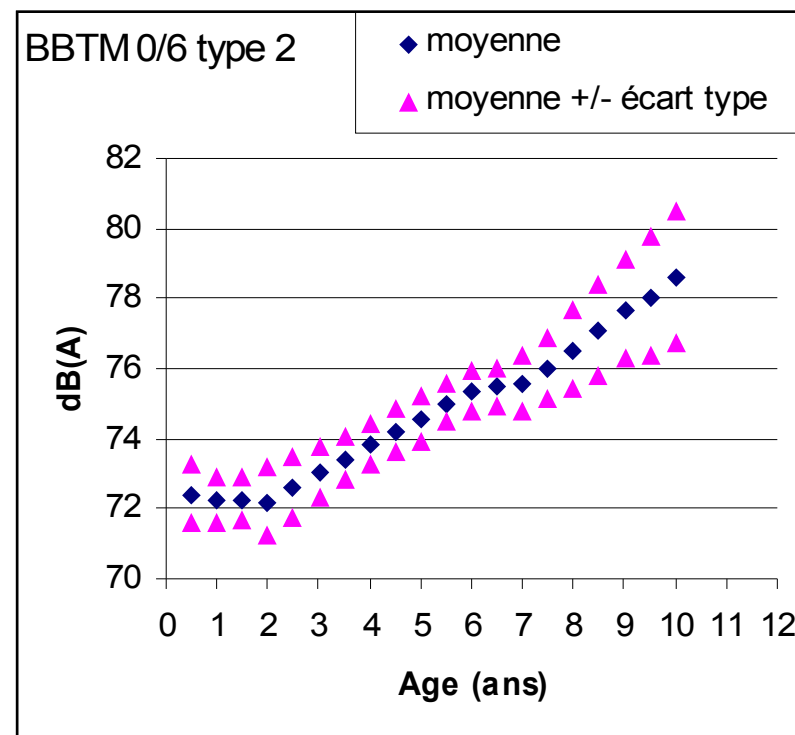
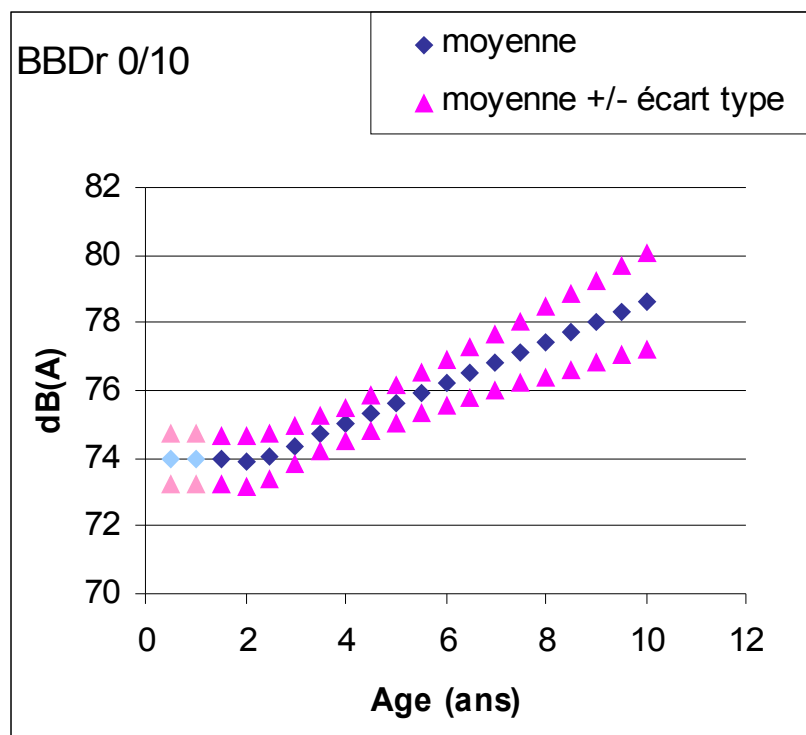
4-Outil de capitalisation

Exemples de résultats



4-Outil de capitalisation

Exemples de résultats



4-Outil de capitalisation

Phase 1 : Migration (réalisée)

- Architecture revue ; 
- migration SGBD vers MySQL sous plateforme WAMP serveur ;
- Interface de MySQL pour interroger via des requêtes courantes ;
- test de l'alimentation automatique de la base.

Phase 2 : Accès / Interface

- Interrogation de la base avec des formulaires paramétrables ;
- Accès à la base via Intranet ou Internet ;
- Édition automatique de graphiques, tableaux-statistiques.

4-Conclusion/Perspectives

dBEuler 2.0

- les nouveautés : personnalisation des campagnes, multi-voies, Harmonie, mode ISO11819-1, graphiques, estimation robuste, compatibilité W7, export vers la base de données.
- déploiement-livraison :
 - En production au LRS
 - qq tests à faire + bugs gestion souris sous Scilab 5.3.

Base de données

- migration réalisée ;
- phase 2 pour finalisation en 2013 → accès internet.

Merci de votre attention

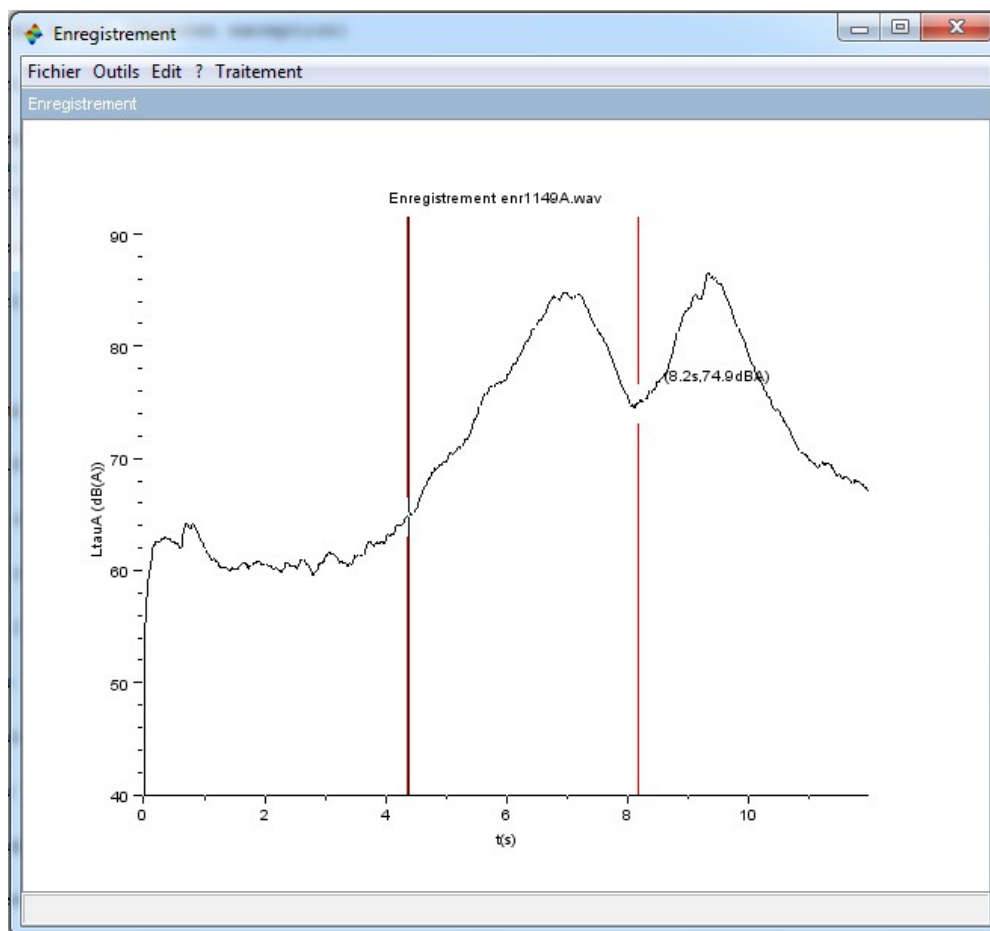


Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

2-Processus

DEPOUILLEMENT



74 Saisie informations véhicule

Annuler

vitesse

0 20 40 60 80 100 120 140 km/h

88

Catégorie NF

VL

PL

UT

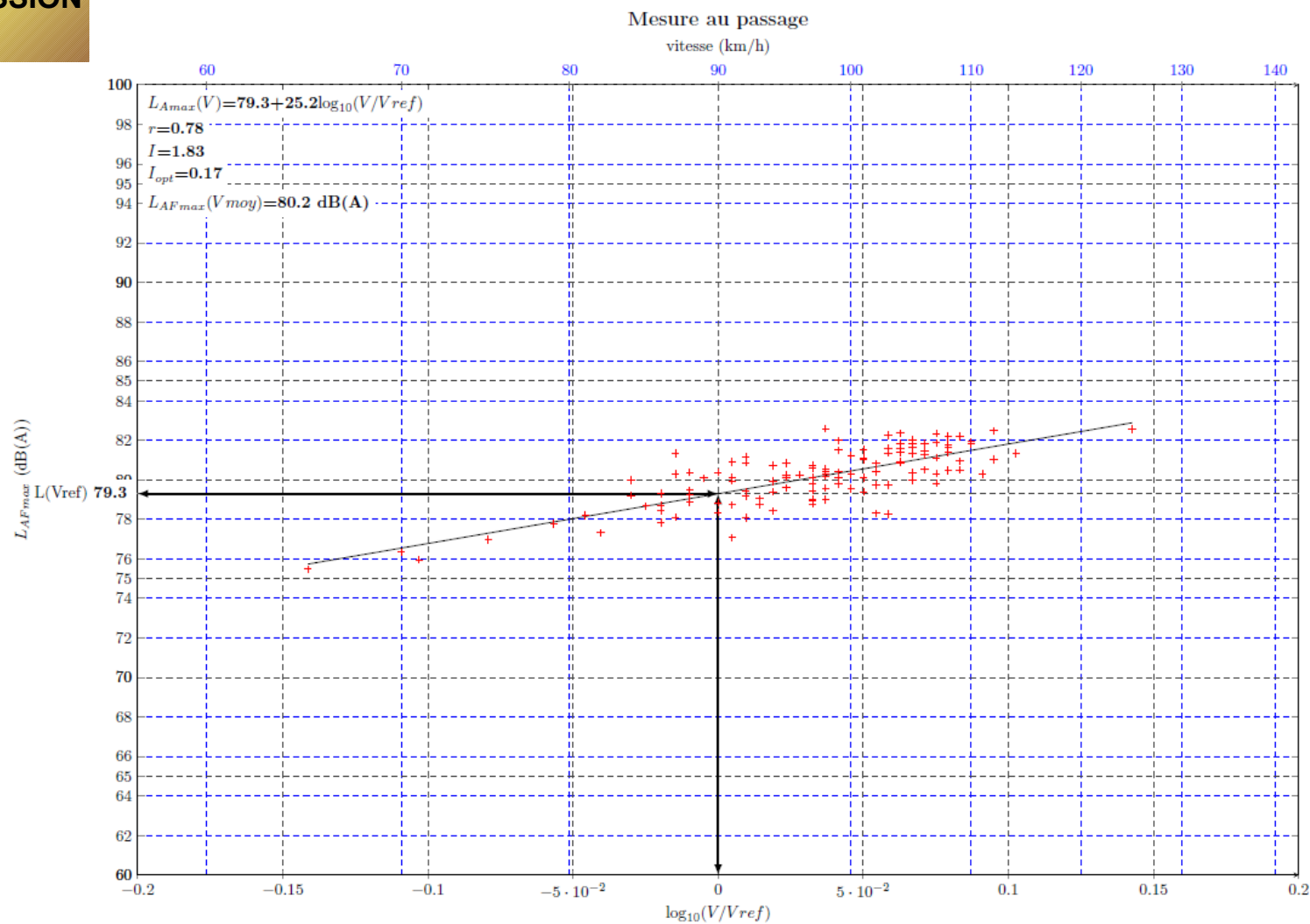
TR

Valider

Commentaires

2-Processus

TRACE DE LA DROITE DE REGRESSION



2-Processus

EDITION DU RAPPORT

Description du revêtement

Couche de roulement

Type : ES 10/14	Procédé :
Epaisseur: cm	
Nature du liant : bitulastic RA	
Teneur en liant : %	
Granulométrie :	
Entreprise :	Date de mise en oeuvre: 20/07/2012
Nature et provenance des granulats : ;	
Mode d'application : Double gravillonnage 10/14+4/6	
Porosité constructeur :	

Description des mesures

But du mesurage : Comparaison avant/après	Date : 22/08/2012
TMJA : 24250	Heure de début des mesures : 9:10
%PL : 15%	Heure de fin des mesures : 10:30
Vitesse réglementaire : 110 km/h	
Observations (sur le site, le revêtement...) :	
Observations Météo :	

	Conditions météorologiques		
	Vitesse vent	T _{chaussée} (°C)	T _{ambiente} (°C)
Début des mesures	1 m/s	19	18
Fin des mesures	1 m/s	23	21
Date des dernières précipitations		21/08/2012	

Appareillages utilisés

Chaîne de mesure : Enregistreur 7441, conditionneur BK, micro ICP
Chaîne de dépouillement : dB Euler V2.0
Thermomètre : Testotherm 451
Cinémètre : Mesta 208 (SFIM)
Girouette : Testotherm 451

Mesures sur la voie 7m50-1m20

Résultats L_{Amax}

	VL	TR
n(j)	102	52
a(j) en dB(A)/décade de vitesse	45.8	27
V(j) en km/h	102	85
V _{min} (j) en km/h	80	77
V _{max} (j) en km/h	117	92
V _{réf} (j) en km/h	90	80
σ _{vitesse}	0.98	0.93
L(V(j)) en dB(A)	85.8	87.5
L _{réf} (j) en dB(A)	83.3	86.8
I _{opt} (j) en dB(A)	0.19	0.26
I(j) en dB(A)	1.98	1.91
r	0.83	0.49
L _{rev} (corrigé à 20 °C)	83.3	86.8

Résultats par bande de 1/3 d'octave

Fréquence médiane en Hz	L _{réf} (j) en dB			
	VL		TR	
	Niveau	Pente	Niveau	Pente
100	73.2	13.2	80.3	35.5
125	74	16.4	82.2	22.8
160	73.9	23.8	82.8	25.1
200	74.1	22.2	84.4	7.7
250	76.5	20.1	83.1	-3.2
315	76	24.9	81.4	20.6
400	74.6	36.2	81.8	18.5
500	76.2	35.7	82.5	32.9
630	77.6	38.2	83.1	37.7
800	79.1	50.8	79.9	25.6
1000	77.4	51.7	76.2	11.9
1250	71.1	48.9	72.9	30.5
1600	66.5	44.9	70.3	25.3
2000	63.2	40.3	68.2	20.2
2500	61	35.1	66.3	24.5
3150	57.2	32.3	63.6	26.6
4000	53.3	35.1	61.3	18.8
5000	50.5	32.7	59	13.2

Equations des droites de régression

Les données jugées aberrantes ont été manuellement supprimées par l'opérateur.

Droite de régression	Equation
VL	L _{Amax} (V) = 83.3 + 45.8.log(V/90)
TR	L _{Amax} (V) = 86.8 + 27.log(V/80)

