

# MODÉLISATION D'UNE FONCTION D'OPTIMISATION DU FROTTEMENT

## Objectifs

- Modéliser une fonction multi-paramétrique caractérisant la performance de pneumatiques en terme de frottement
- Ajustement interactif du modèle associant une appréciation qualitative des tendances des courbes dans les zones comportant peu de données (jugement expert) et des critères de qualité du modèle calculés dans les zones abondantes en données expérimentales

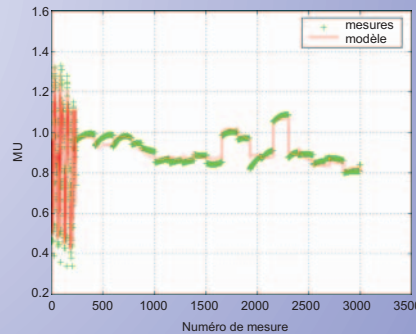
## Contexte

La base de données disponible décrit des "zones expérimentales" plus ou moins fournies et non adjacentes.

Dans les zones dites "blanches" (sans donnée expérimentale), la capacité d'extrapolation du modèle présente un intérêt fort.

## I - Apprentissage neuronal

La première étape de la construction du modèle est basée sur l'entraînement de l'architecture neuronale à partir d'une base de données représentative de l'application. Les données disponibles sont le frottement (MU) en fonction de la température (THETA), de la pression (P) et de la vitesse de rotation (Vg) du pneumatique. La confrontation des résultats du modèle temporaire avec les mesures disponibles permet d'extraire des critères de qualité du modèle proposé.



Ajustement temporaire du modèle sur les données expérimentales

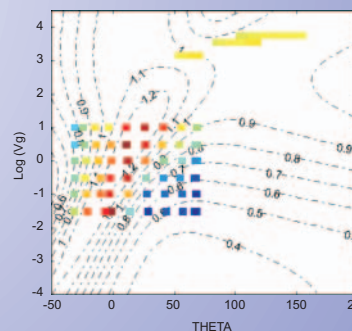
Nombre de points de mesure (N)	3002
Nombre de paramètres du modèle (M)	26
Valeur moyenne des mesures (Ymes_moy)	0,909
Ecart-type des mesures (ETM)	0,098
Ordre de grandeur des mesures (GRAND)	0,915
Ecart-type résiduel (ETR)	0,035
Coefficient de corrélation multiple (R <sup>2</sup> )	0,875
Taux d'erreur (en %) sur la dispersion (TED)	35,5
Taux d'erreur (en %) sur la grandeur (TEG)	3,8
Ecart maximum (EMAX)	0,268

Critères permettant une appréciation qualitative du modèle neuronal

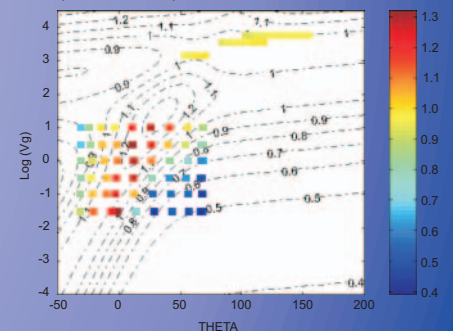
## II - Ajustement du modèle

La structure mathématique du modèle est choisie de telle sorte que la durée d'ajustement permette de pratiquer une approche interactive (modélisation neuronale  $\rightarrow$  jugement expert). Le modèle est ajusté, dans les limites d'exploration des variables (THETA, Vg, P) définies par l'utilisateur, en fonction des critères de qualité du modèle et de critères d'allure des courbes de niveau (jugement expert). En outre, la possibilité est offerte en cours d'ajustement de supprimer une ou plusieurs données jugées "aberrantes".

### Ajustement du modèle en fonction des critères d'allure des courbes de niveaux (P = 2 bars)



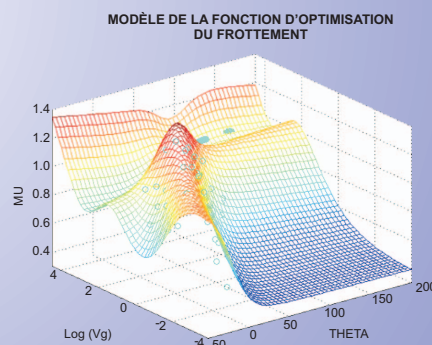
Indice de satisfaction des courbes de niveaux: 34%  
3002 points de mesure, **26 paramètres**, TEG=3,83%



Indice de satisfaction des courbes de niveaux: 98%  
3002 points de mesure, **21 paramètres**, TEG=3,48%

## III - Résultats

Le modèle neuronal retenu prédit la valeur du frottement en interpolation dans les zones accessibles aux essais expérimentaux et en extrapolation dans les zones "blanches".



## Conclusion

Les réseaux de neurones sont ici mis en oeuvre pour modéliser une fonction complexe (optimisation du frottement). L'expert en procédé participe à l'ajustement du modèle neuronal via la définition de critères de qualité issus de son savoir-faire. En plus d'améliorer la pertinence du modèle, cette approche permet de capitaliser les connaissances acquises dans le domaine étudié.

