



HAL
open science

Prédiction de la sorption du glyphosate et du diuron sur les sols et évaluation de la spécificité des sols de fond de fossés

Jeanne Dollinger, Cécile Dagès, Marc Voltz

► To cite this version:

Jeanne Dollinger, Cécile Dagès, Marc Voltz. Prédiction de la sorption du glyphosate et du diuron sur les sols et évaluation de la spécificité des sols de fond de fossés. 45. Colloque national du Groupe Français d'études des Pesticides (GFP), May 2015, Versailles, France. 22 p. hal-02797049

HAL Id: hal-02797049

<https://hal.inrae.fr/hal-02797049v1>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Prédiction de la sorption du glyphosate et du diuron sur les sols et évaluation de la spécificité des sols de fond de fossés

Jeanne Dollinger, Cécile Dagès & Marc Voltz

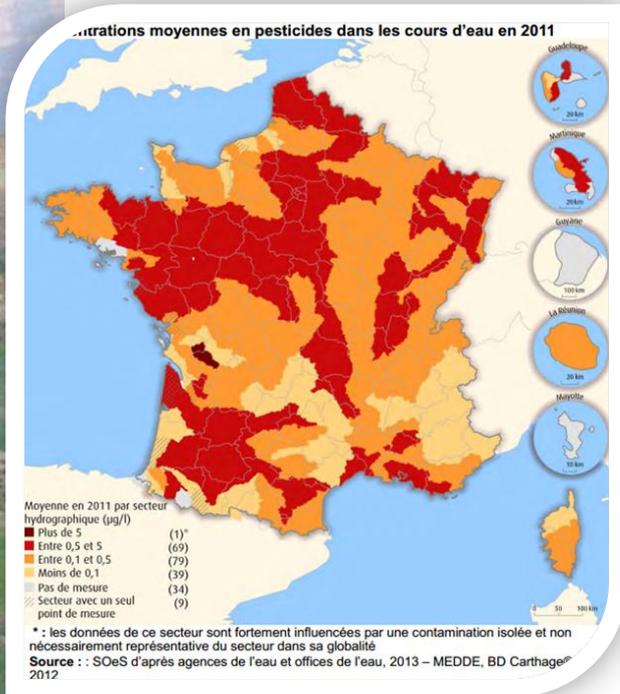


UMR LISAH, Laboratoire d'Etude des Interactions entre Sol-Agrosystème-Hydrosystème
(INRA – IRD – SupAgro)

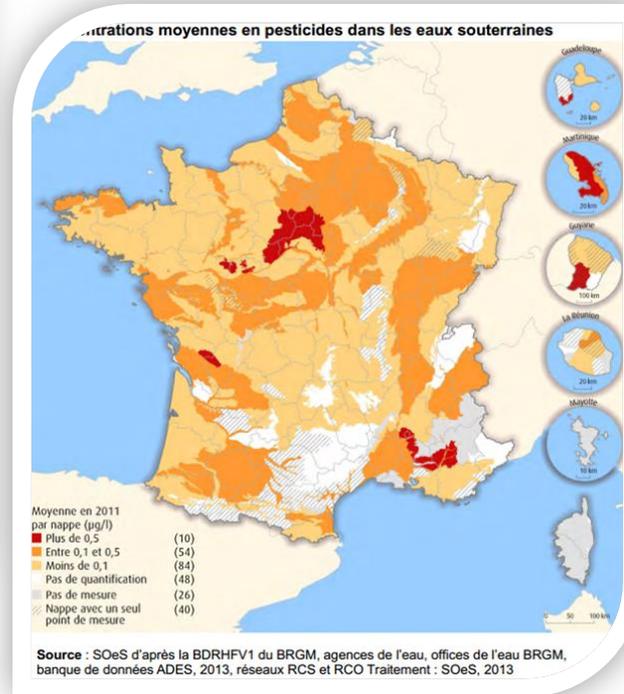
2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier

Introduction

- Contamination généralisée des eaux



Eaux de surface



Eaux souterraines

Eaux de surface :

- 93% des points d'observation
- 30% > 0,5µg/l

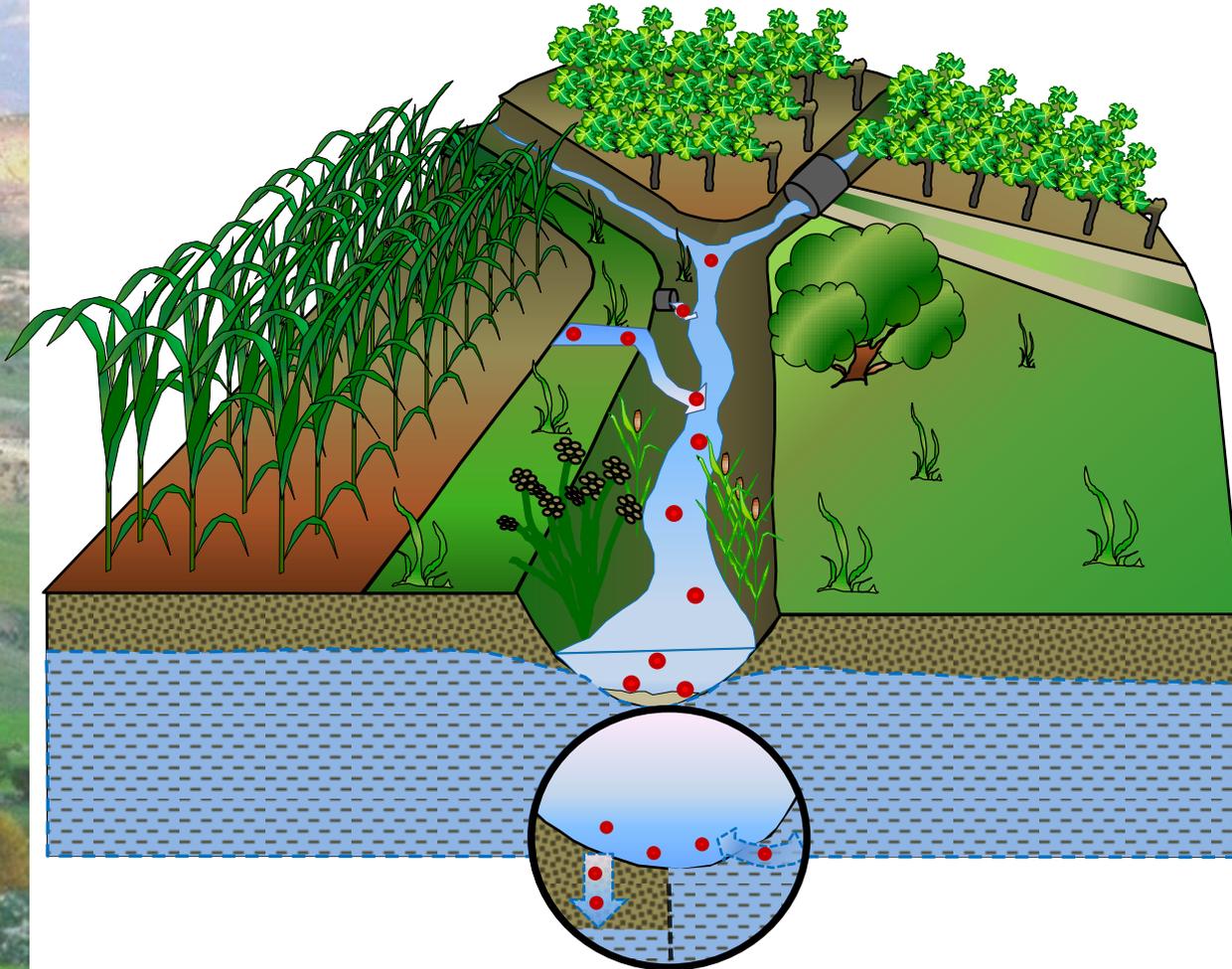
Eaux souterraines :

- 63% des points d'observation
- 26% > 0,1µg/l

Glyphosate et AMPA sont les molécules les plus détectées, Diuron 10^{ème} position

Introduction

- Devenir des pesticides : rôle des fossés



Collecteurs :

ruissellement, drainage,
dérive, épandage direct

Voies de transferts :

cours d'eau, nappes

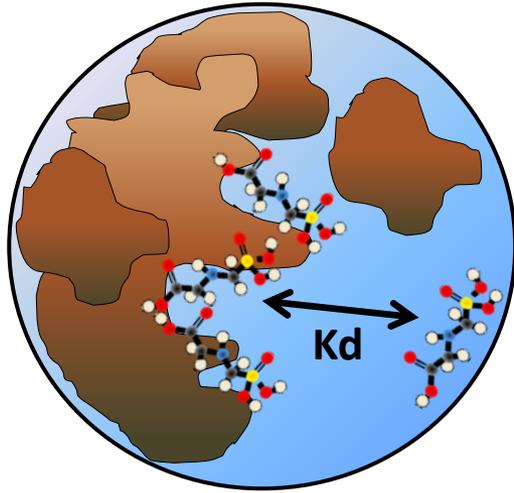
Zones tampons :

sorption, dégradation
biotique/abiotique,
sédimentation, dilution

3 à 99%

Introduction

- Devenir des pesticides : processus de sorption

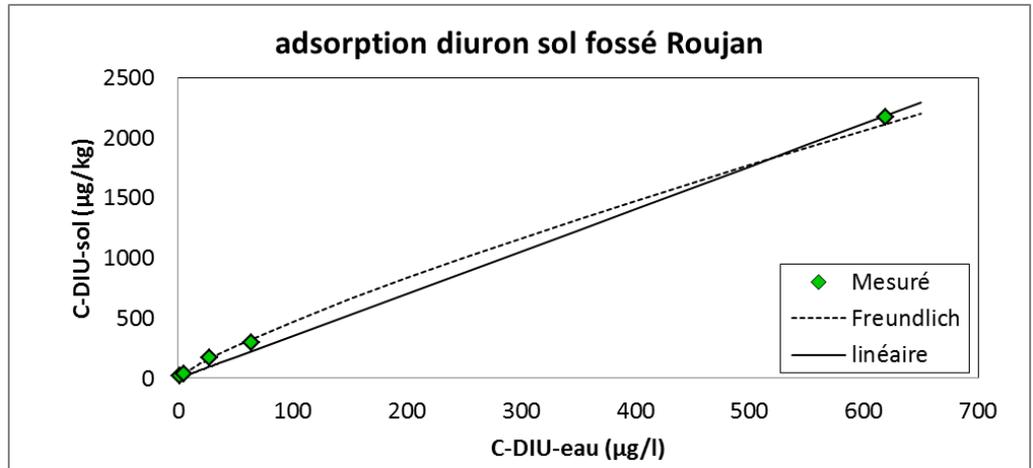


Modèle linéaire : $C_s = K_d C_e$

Modèle de Freundlich : $C_s = K_f C_e^n$

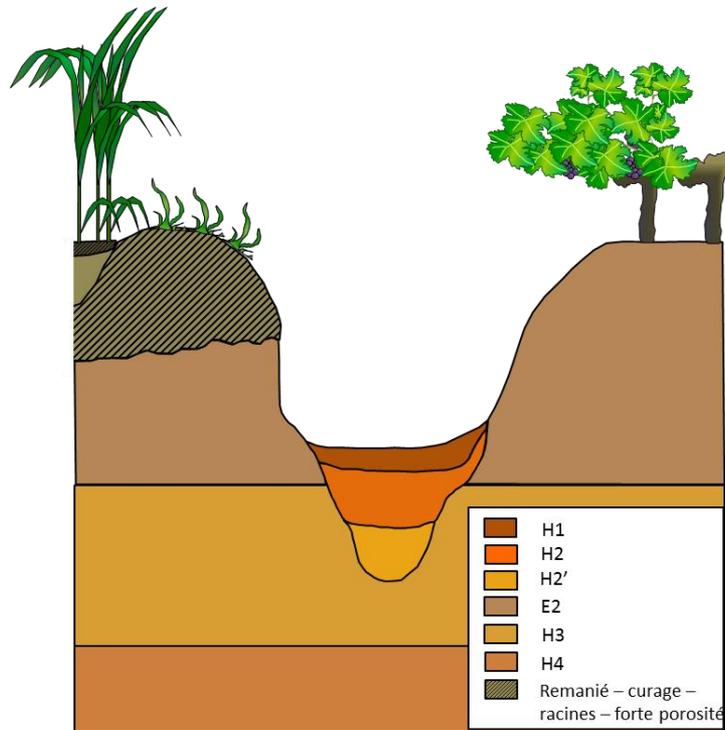
si $n = 1 \rightarrow K_f = K_d$

C_s la quantité adsorbée à l'équilibre (**mg/kg**), C_e la concentration en phase aqueuse à l'équilibre (**mg/l**), K_d le coefficient de sorption linéaire (**l/kg**) et K_f (**mg¹⁻ⁿkg⁻¹ⁿ**) et n les paramètres de l'isotherme.



Introduction

- Devenir des pesticides : processus de sorption



Profil de sol sous fossé (Roujan)

Propriétés des sols influençant la sorption :

diuron : carbone organique, CEC, argile, pH
glyphosate : argile, CEC, pH, oxydes fer et aluminium, carbone organique, phosphore

Spécificité des horizons de sols sous fossés :

- sédimentation (érosion parcelles) + résidus végétaux
- pédogénèse (végétation, hydrologie)

Objectifs:

- 1) Établir des fonctions de pédotransfert pour prédire les paramètres de sorption
- 2) Évaluer leur utilisation pour prédire la sorption sur les sols de fond de fossés

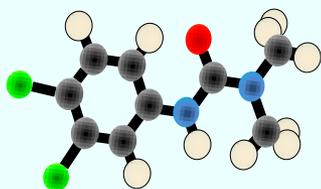
Matériel & Méthodes



Matériel et Méthodes

- Propriétés physico-chimiques du diuron et glyphosate

Diuron

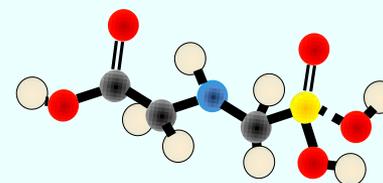


Herbicide

Moyennement hydrophobe
 $\log K_{ow} : 2,68 ; S_{aq} : 42,00 \text{ mg/l}$

Neutre
 $pK_a 13,2$

Glyphosate



Herbicide

Hydrophile
 $\log K_{ow} : -4,00 ; S_{aq} : 10,50 \text{ g/l}$

Zwitterion
 $pK_a 2,2 - 5,5 - 10,0$

Matériel et Méthodes

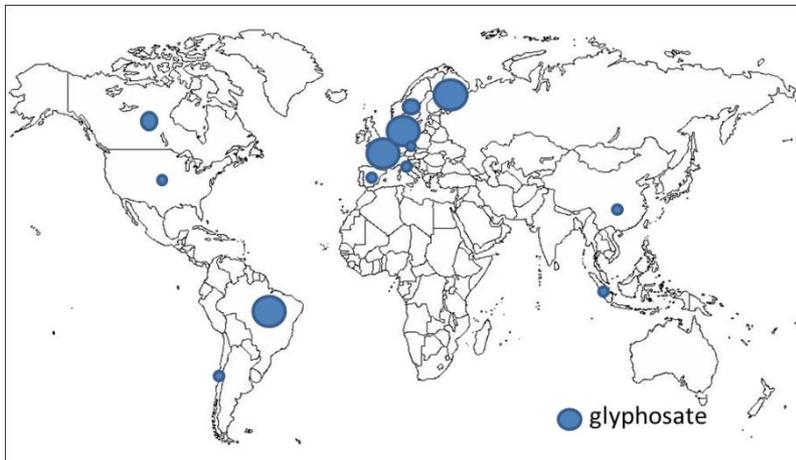
- Bases de données

Diuron



- Données : K_d , K_f , n , pH, CEC, OC, argile, Cini, R
- 20 études
- 150 coefficients de sorption, sols & sédiments
- Grande variabilité texture, propriétés, conditions expérimentales

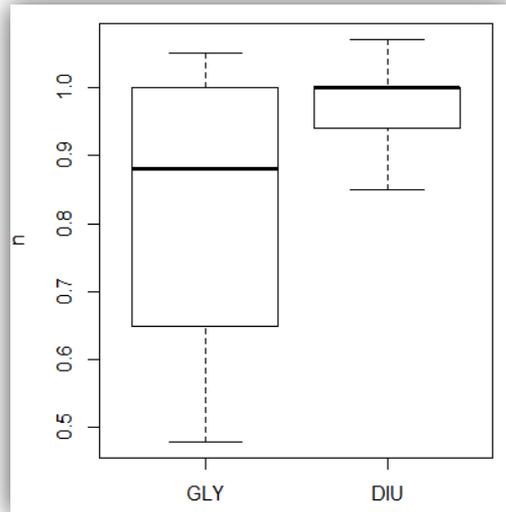
Glyphosate



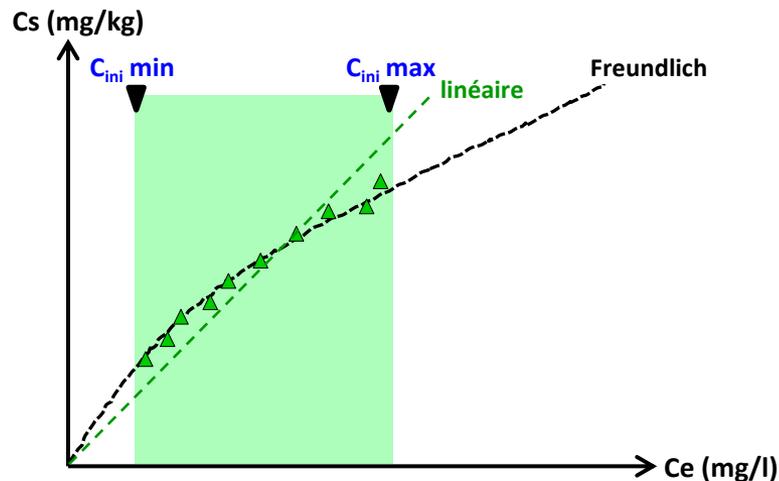
- Données : K_d , K_f , n , pH, CEC, OC, argile, P, Fe- et Al-oxydes, Cini, R
- 23 études
- 101 coefficients de sorption (électrolyte classique), sols & sédiments
- 69 observations CaCl_2
- Grande variabilité texture, propriétés, conditions expérimentales

Matériel et Méthodes

- Isothermes d'adsorption



- $0,98 < n < 1,02$: linéaire ($K_f = K_d$)
- $n < 0,98$: saturation des sites de sorption pour forte concentrations
- Solubilité élevée \rightarrow large gamme C_{ini} (pas représentatives concentrations environnementales)



Linéarisation : calcul des C_e/C_s

Diuron : 4 ordres de grandeur C_{ini} (20 concentrations de 0,01 à 40 mg/l)

Glyphosate : 5 ordres de grandeur C_{ini} (25 concentrations de 0,01 à 1000,00 mg/l)

Solver Excel

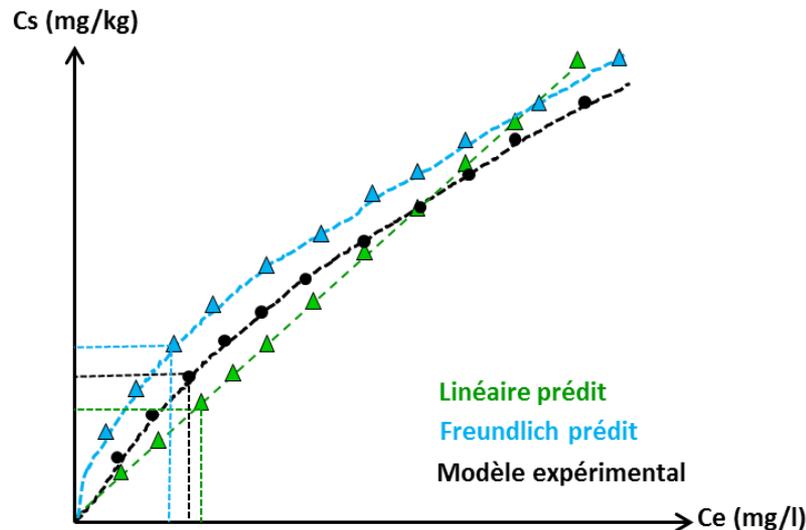
$$C_e \rightarrow \min(C_{ini-cible} - C_{ini-ajustée})$$

- (1) $C_s = K_d C_e$
- (2) $C_s = K_f C_e^n$
- (3) $C_{ini} = C_e + C_s R$

Matériel et Méthodes

Analyses statistiques

- Facteurs explicatifs, liens entre propriétés des sols
 - Corrélations simples (fonction lm)
- Établissement des fonctions de pédotransfert (FPT)
 - Régressions multiples pas à pas (fonction step)
- Estimation des incertitudes
 - Validation croisée (LOOCV) (package cvTool, fonction cvFit)
- Estimation des erreurs de prédiction sur la gamme des C_{ini} (Δ)



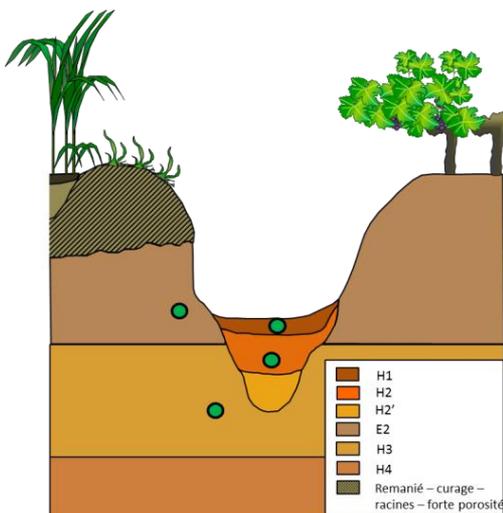
Echantillonnage

- Manque de données propriétés de sols (CEC, oxydes...)
- $n \rightarrow > 1$ concentration

Échantillon	Glyphosate	Diuron
BDD	69	150
Kd, Kf	36	142
n	51	103

Matériel et Méthodes

• Isothermes d'adsorption sols de fond de fossés

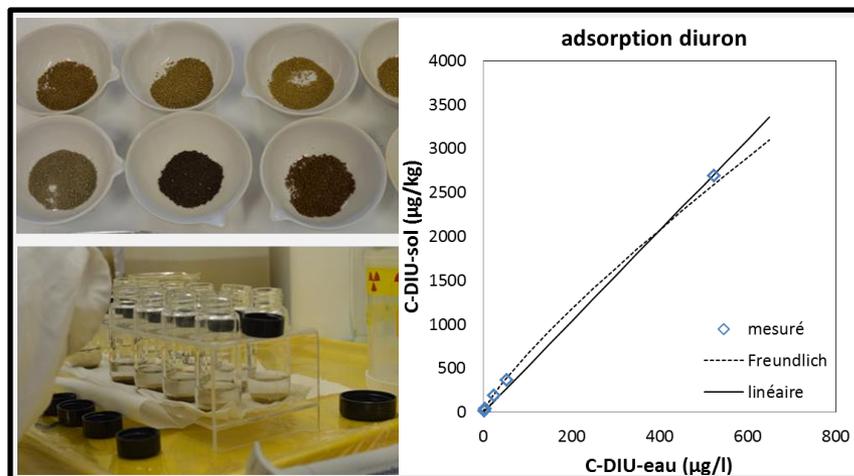


Sols de fond de fossés

- 8 sols
- 3 bassins versants (Roujan 34, Ruiné 16, Morcille 69)
- prélèvement :
 - 0 - 10 cm (Ruiné, Morcille)
 - horizons spécifiques (Roujan)
- grande variabilité des textures et propriétés

isothermes

- Batch (OCDE, 2000)
- Molécules marquées C14
- Ratio solide:liquide
 - Glyphosate 1:10
 - Diuron 1:5
- 5 concentrations (0,005 à 1,00 mg/l)

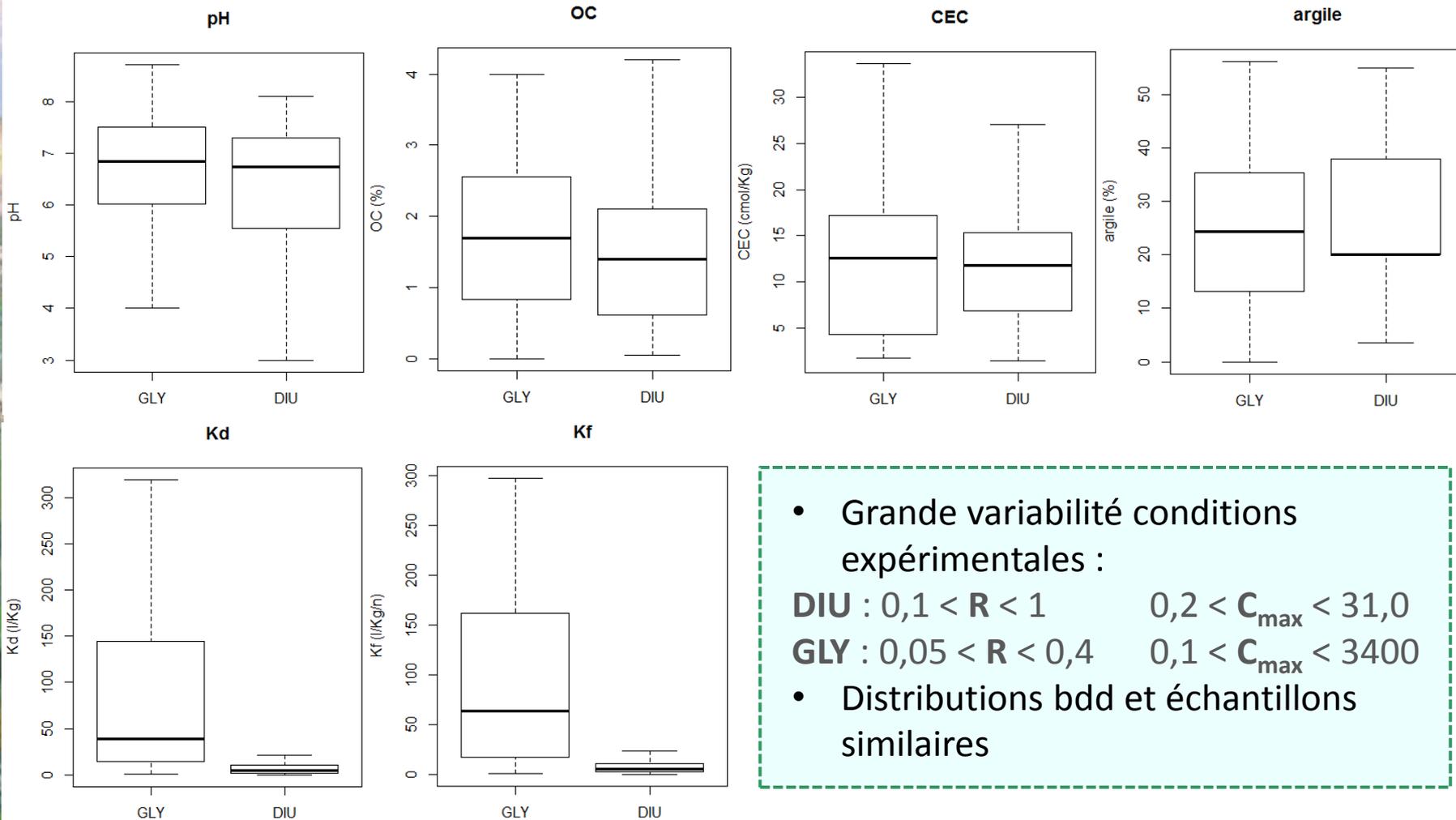


Résultats & Discussion



Résultats et discussion

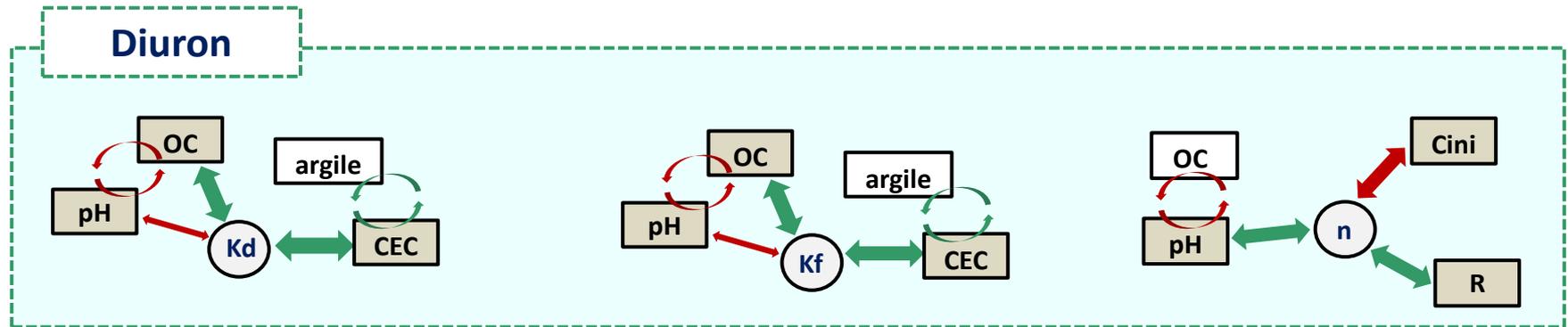
- Bases de données & échantillons



- Grande variabilité conditions expérimentales :
 - DIU** : $0,1 < R < 1$ $0,2 < C_{\max} < 31,0$
 - GLY** : $0,05 < R < 0,4$ $0,1 < C_{\max} < 3400$
- Distributions bdd et échantillons similaires

Résultats et discussion

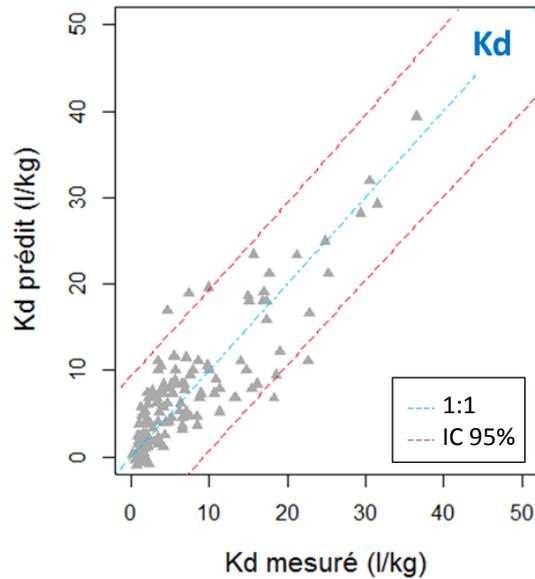
- Corrélations paramètres de sorption du diuron & propriétés des sols



- ↔ Corrélacion positive entre paramètre de sorption et propriétés des sols
- ↔ Corrélacion négative entre paramètre de sorption et propriétés des sols
- ↔ Corrélacion négative (rouge) ou positive (vert) entre propriétés des sols

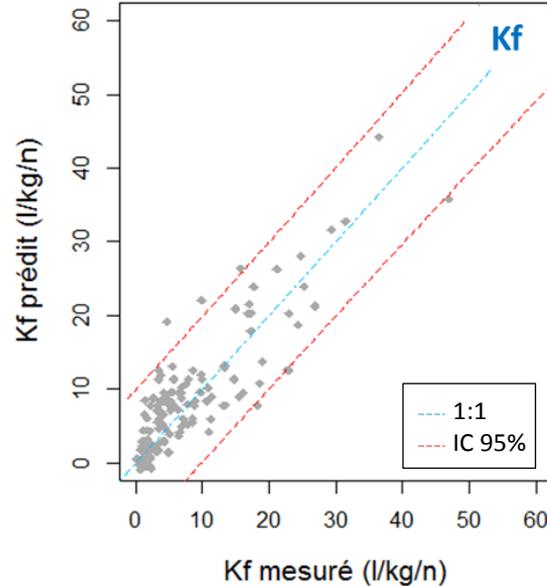
Résultats et discussion

- Fonctions de pédotransfert pour le diuron



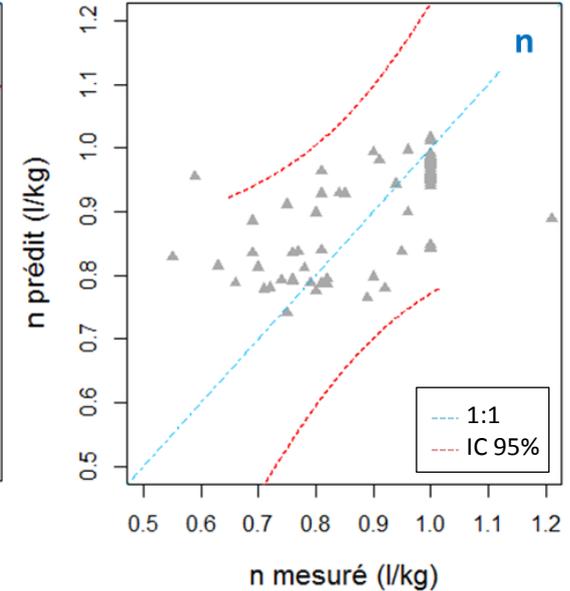
$$Kd = 5,44 * OC - 1,38$$

$R^2: 0,73^{***}$, RMSEP : 0,5l/kg
(5,4%), $n_{obs}=142$



$$Kf = 5,88 * OC - 1,29$$

$R^2: 0,75^{***}$, RMSEP : 0,4l/kg
(4,7%), $n_{obs}=142$



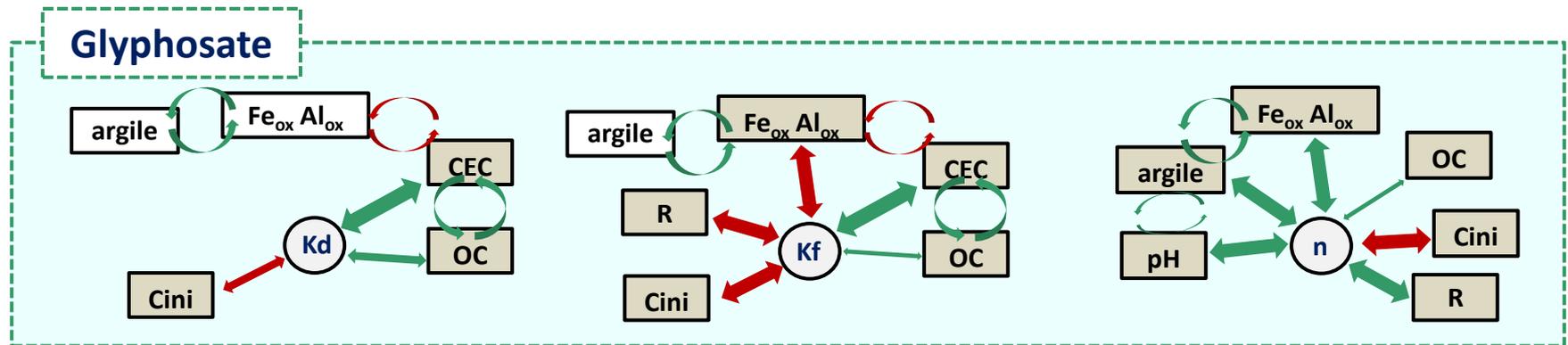
$$n = 1,013 - 0,014 * pH - 0,005 * Cmax + 0,104 * R$$

$R^2: 0,42^{***}$, RMSEP : 0,007 (0,7%),
 $n_{obs}=103$

- Bonne performance de prédiction
- FPT Freundlich incomplète (n)
- OC facteur le plus influent, en accord avec littérature
- CEC est un facteur explicatif important mais manque de données

Résultats et discussion

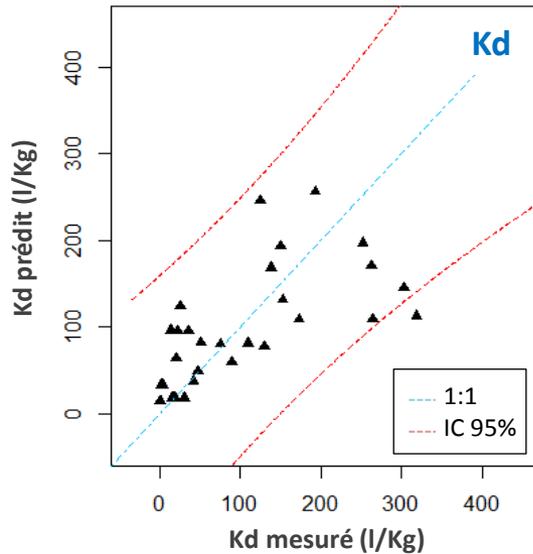
- Corrélations paramètres de sorption du glyphosate & propriétés des sols



- Corrélation positive entre paramètre de sorption et propriétés des sols
- Corrélation négative entre paramètre de sorption et propriétés des sols
- Corrélation négative (rouge) ou positive (vert) entre propriétés des sols

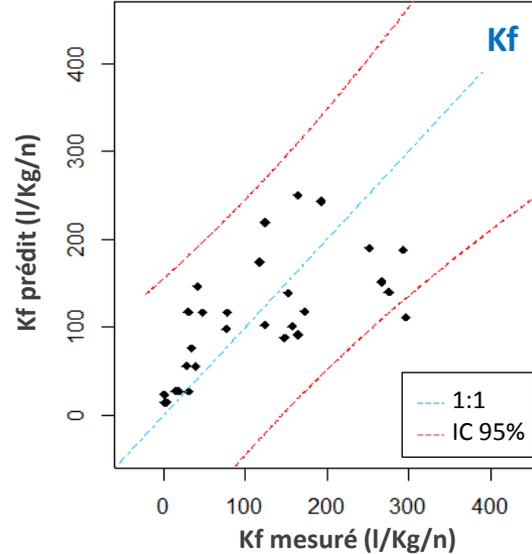
Résultats et discussion

- Fonctions de pédotransfert pour le glyphosate



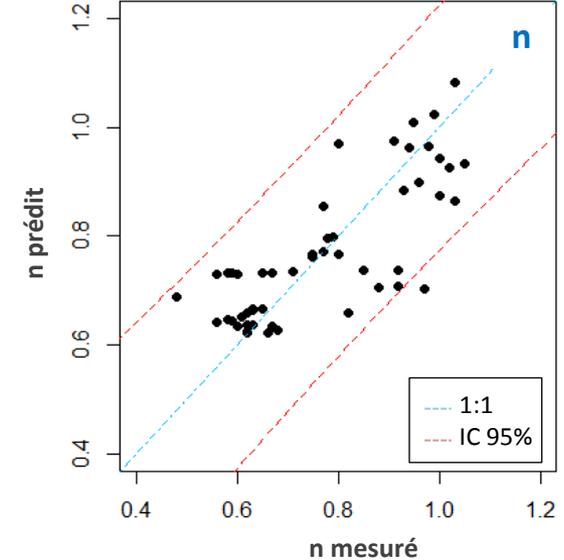
$$Kd = 24,821 + 7,199 * CEC - 1,307 * argile$$

$R^2: 0,48^{***}$, RMSEP : 7,6l/kg
(8,7%), $n_{obs}=36$



$$Kf = 50,904 + 9,246 * CEC - 1,985 * argile - 11,811 * OC$$

$R^2: 0,52^{***}$, RMSEP :
16,3l/kg (16,9%), $n_{obs}=36$



$$n = 0,505 + 0,007 * argile + 0,024 * pH$$

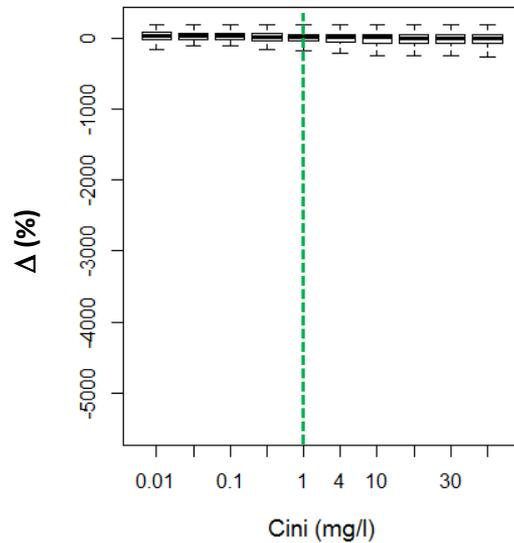
$R^2: 0,62^{***}$, RMSEP : 0,006
(0,8%), $n_{obs}=51$

- Bonne performance de prédiction
- 2 prédicteurs** pour le modèle linéaire vs **4 prédicteurs** pour le modèle de Freundlich (+ influence des conditions expérimentales)
- Influence CEC, argile, pH, OC, en accord avec littérature (oxydes peu d'influence)

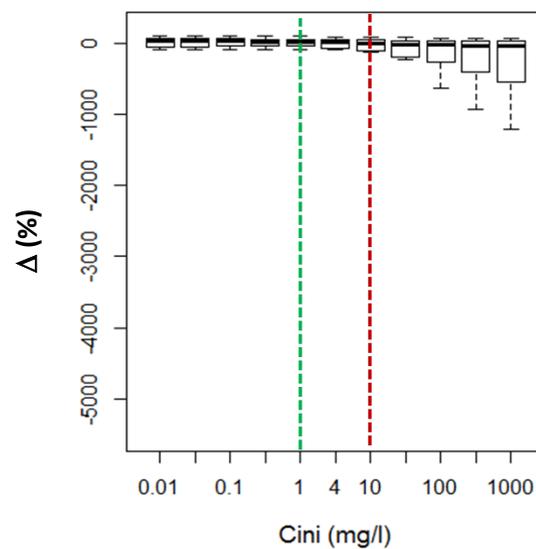
Résultats et discussion

- Fonctions de pédotransfert : évaluation de la précision

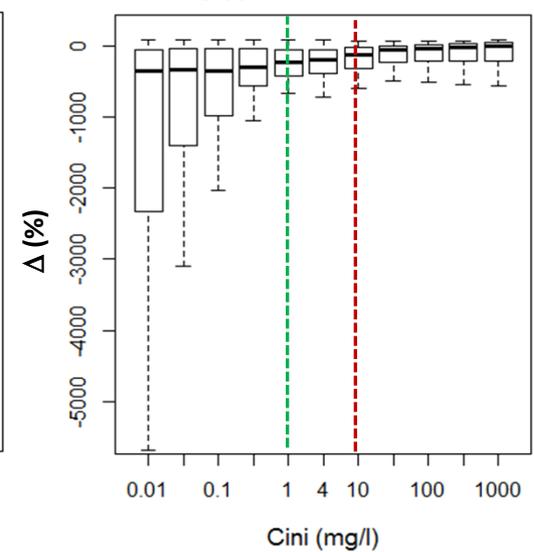
FPT Diuron linéaire



FPT glyphosate linéaire



FPT glyphosate Freundlich



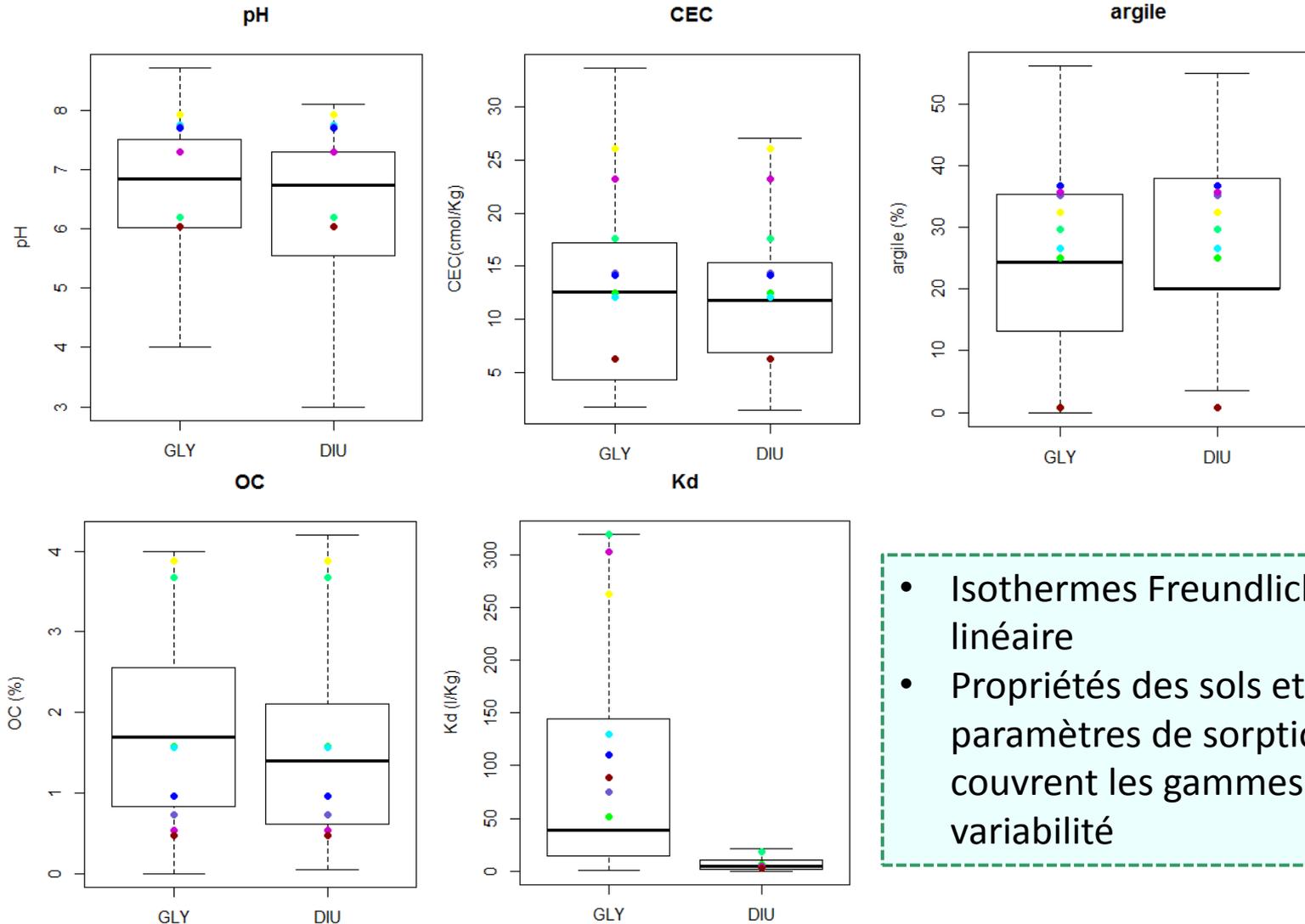
Diuron : Bonne précision du modèle linéaire sur toute la gamme des concentrations initiales

Glyphosate : Bonne précision du modèle linéaire jusqu'à 10 mg/l, modèle de Freundlich est peu précis

Pour les deux molécules, les modèles linéaires permettent la meilleure prédiction (parcimonie)

Résultats et discussion

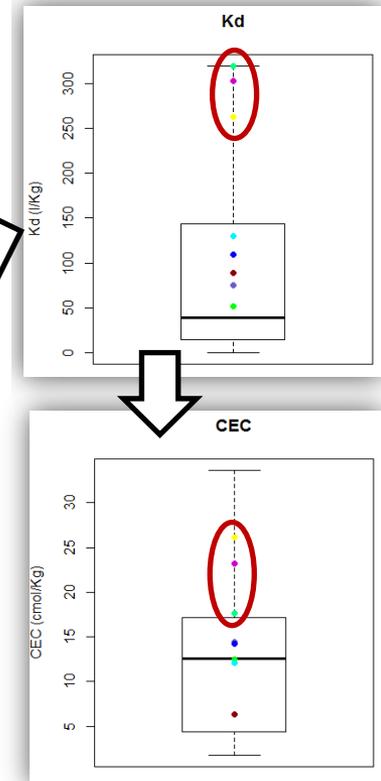
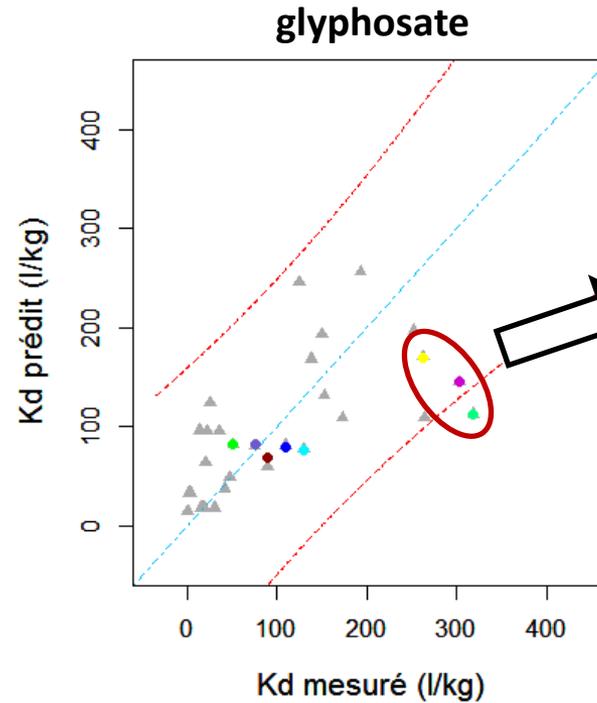
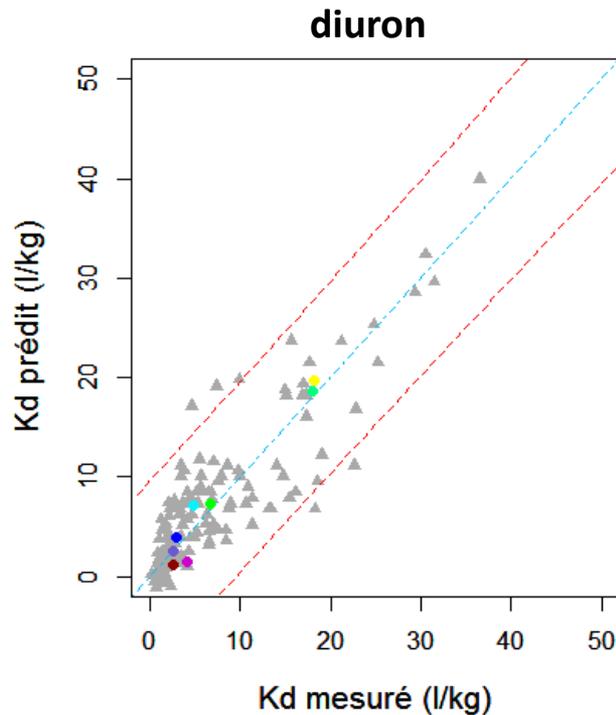
- Prédiction coefficients de sorption sols de fond de fossés



- Isothermes Freundlich & linéaire
- Propriétés des sols et paramètres de sorption couvrent les gammes de variabilité

Résultats et discussion

- Prédiction coefficients de sorption sols de fond de fossés



- Bonne précision de prédictions des Kd diuron
- Manque de données glyphosate forts Kd → moins bonne précision de prédiction

Conclusions



Fonctions de pédotransfert :

- Modèles linéaires → prédiction sorption sur large gamme de sols & sédiments
- Bonne prédiction diuron
- Relativement bonne précision glyphosate ($K_d < 200$ l/kg)
- Améliorations → méthodes standardisées (pH_{H_2O} , CEC Metson...)

Sols de fonds de fossés :

- Grande variabilité des propriétés
- Bonnes prédictions

Perspectives :

- Évaluation du pouvoir tampon des fossés et de son évolution → Calage modélisations qualitatives et quantitatives



Merci de votre attention

Remerciements

Nous tenons à remercier Sandrine Negro et François Garnier pour leur contribution aux prélèvements et expérimentations au laboratoire. Nous tenons également à remercier l'ONEMA qui a financé une partie des travaux dans le cadre de l'action INRA-ONEMA « FIP » ainsi que l'INRA pour le financement de la thèse.