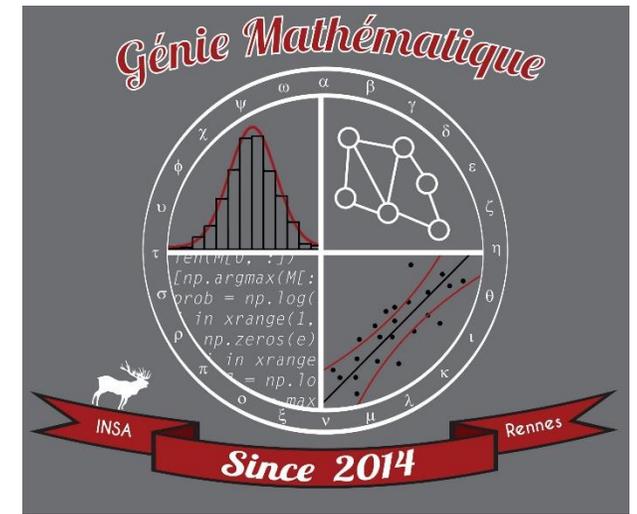


# Modélisation : premières analyses, résultats et perspectives

Rémi Mahmoud, Marie-Odile Bancal, Pierre Bancal  
Meeting annuel Evoltox, 10/10/2023

# Qui suis-je ?

Diplômé INSA Rennes – Génie Mathématique  
2018 – Compétences → Mathématiques  
appliquées (statistiques / optimisation etc.)



Découverte de l'agronomie en stage + CDD + thèse  
à l'UMR AGIR

Sujet de la thèse : **modélisation de la performance  
de cultures associées céréale-légumineuse**



*Nadine Hilgert (MISTEA)*



*Noémie Gaudio (AGIR)*



*Pierre Casadebaig (AGIR)*

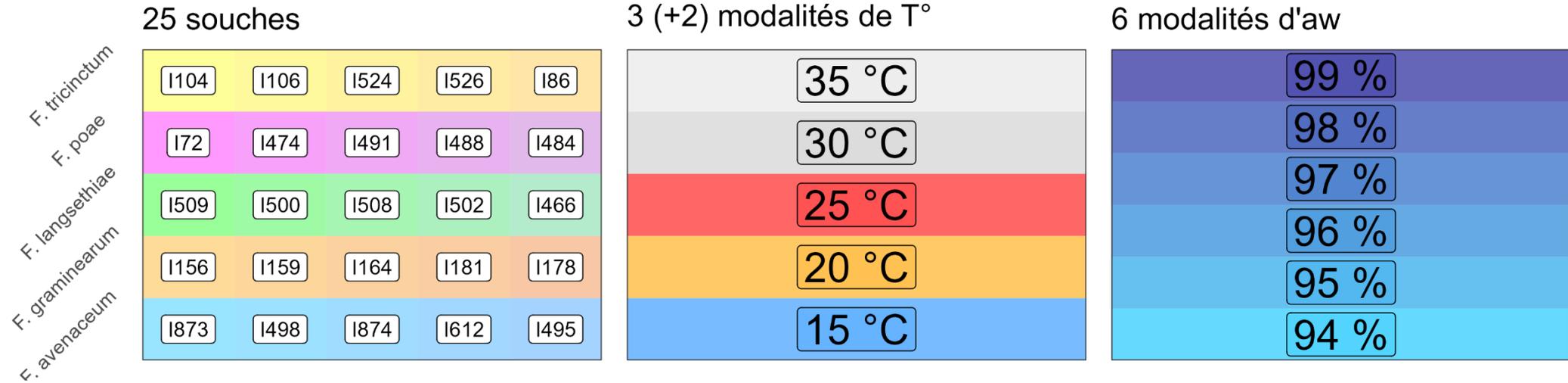
# Mon rôle au sein d'Evoltox

Post-doc 24 mois : **Wheat Fusarium Head Blight (FHB) evolution with climate change: an ecological modelling approach of competing fungal species**

1. Caractériser les cinétiques de croissances de 25 souches de FHB sous  $\neq T \times aw$  (d'ici fin novembre/début décembre)
2. Modéliser la compétition entre  $\neq$  souches (fin 2023- début 2024)
3. Caractérisation du risque d'infection =  $f(\text{Climat, ITK})$  à partir de BDD Arvalis (mi/fin-2024)
4. Evolution du risque d'infection de  $\neq$  souches sous différents RCP (GIEC)

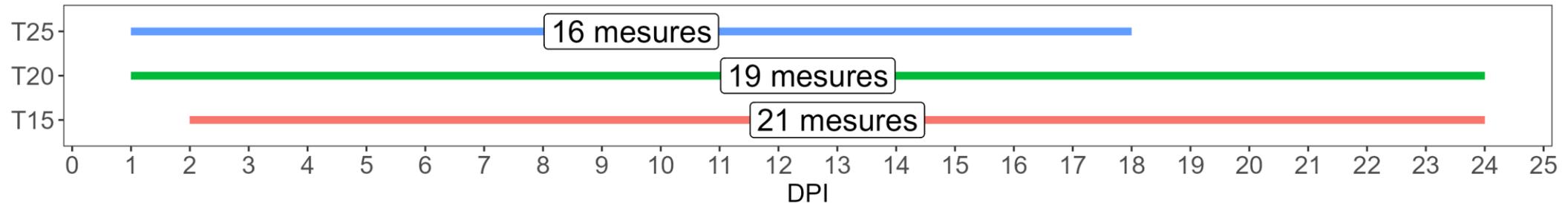


# Présentation du dispositif (que vous connaissez !)

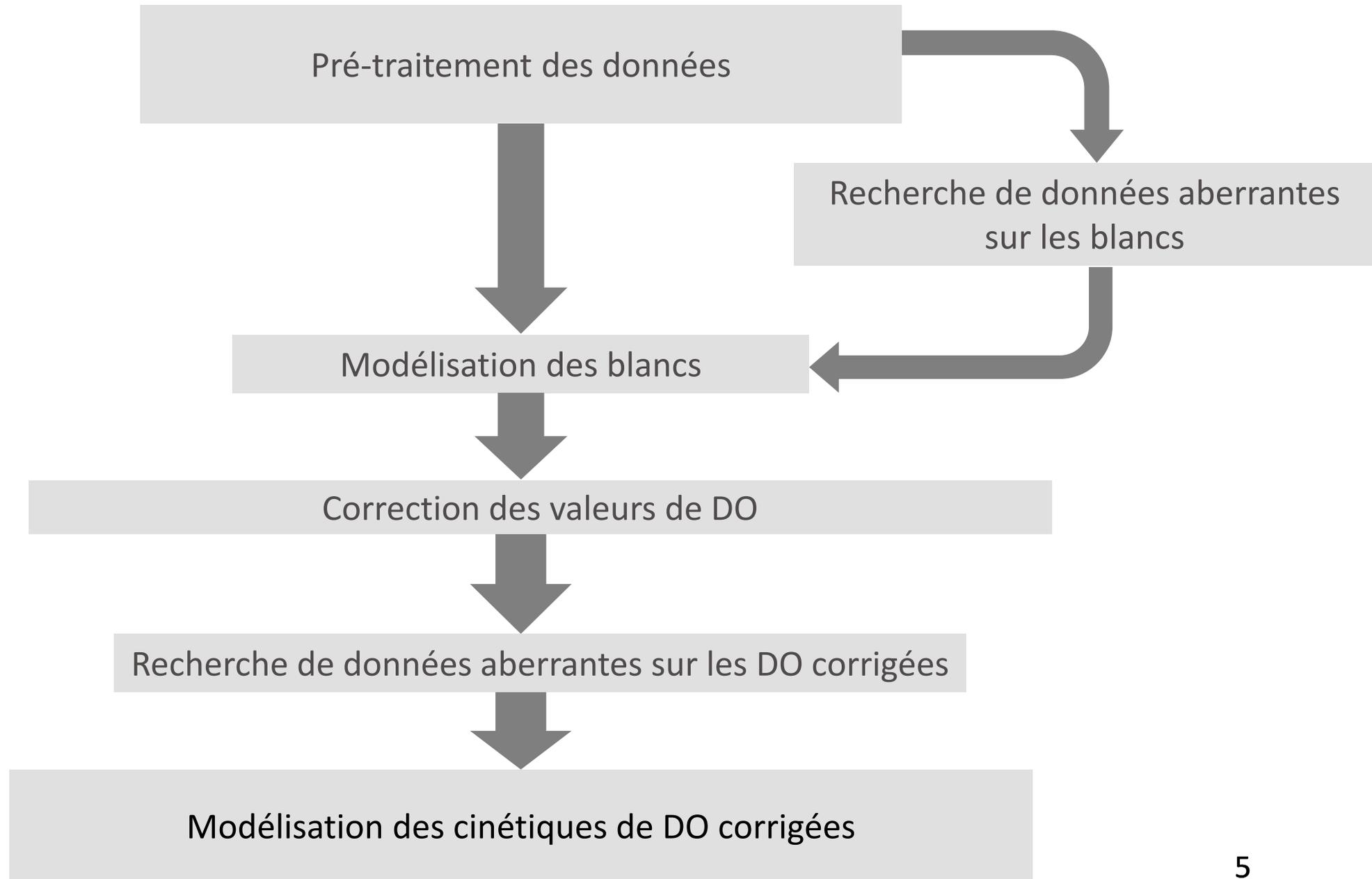


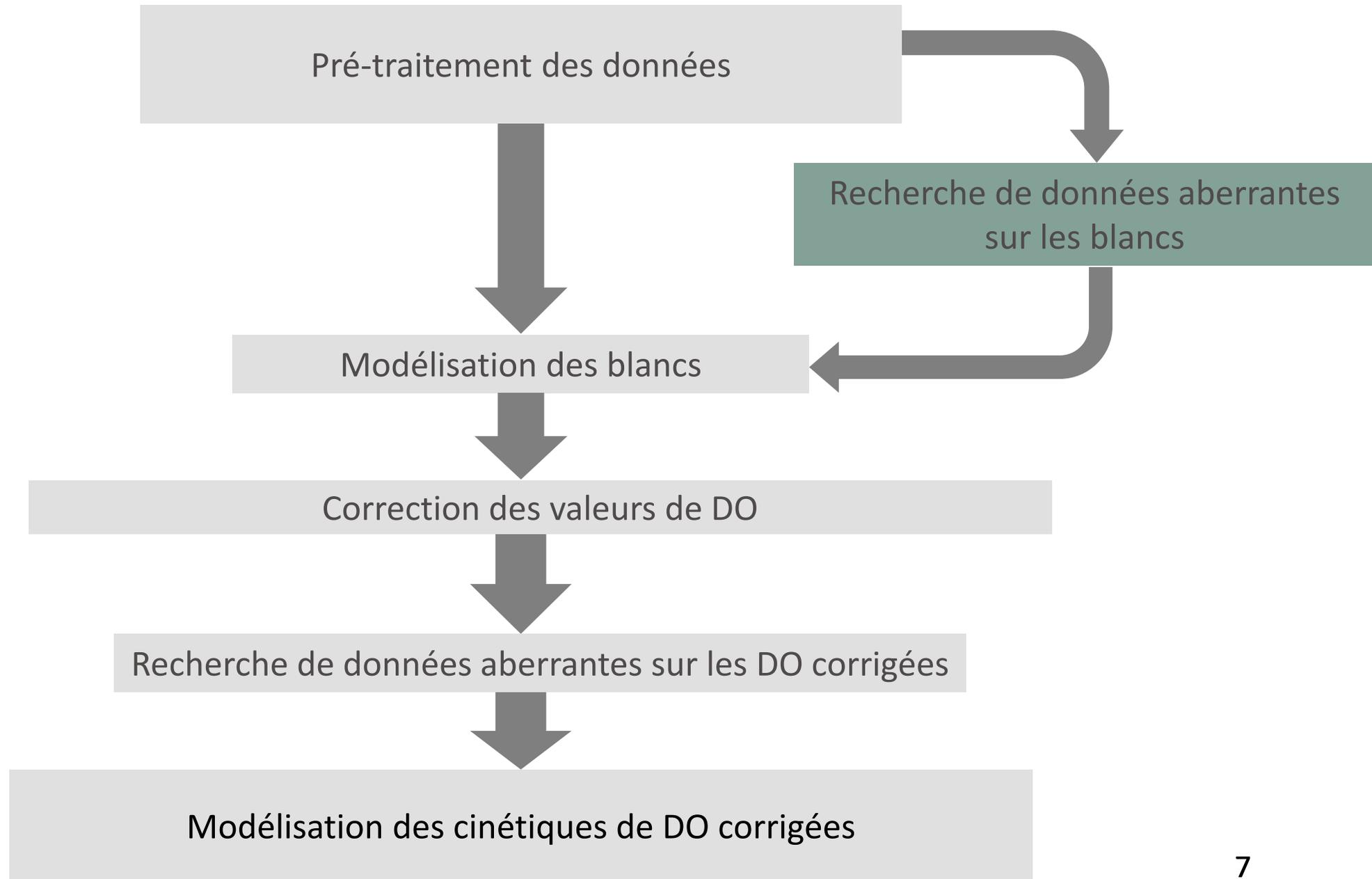
**450** traitements, **6** répétitions/traitement = **2700** échantillons  
 (presque) 1 blanc/échantillon = **5400** puits

Entre 16 et 21 jours de mesures de DO par plaque



**5** lectures/jour de mesure soit (presque) **500 000** mesures de DO



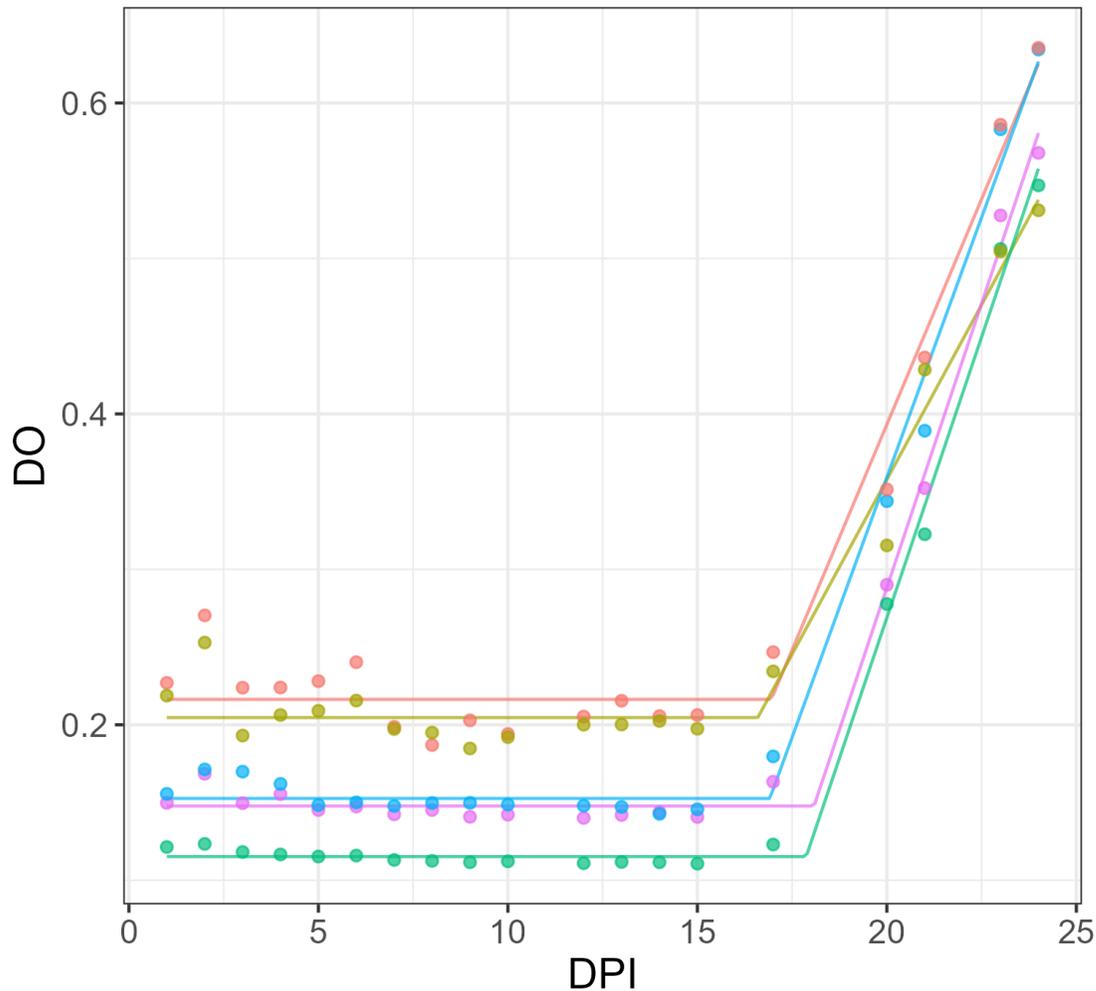


# Recherche de données aberrantes sur les blancs



## Contaminations

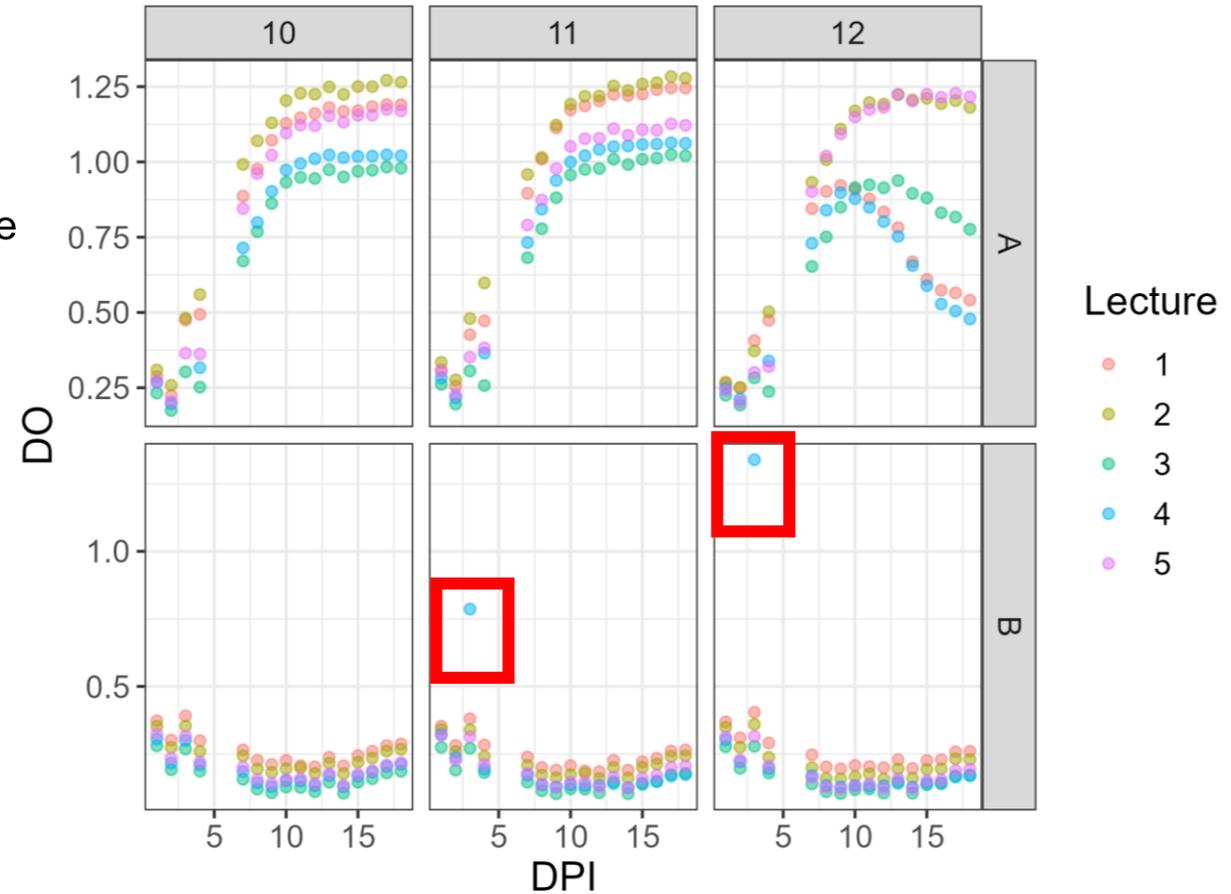
Evolution du puit D12 (T20, aw097, plaque 9)



18/12/2023

## Valeurs ponctuellement aberrantes

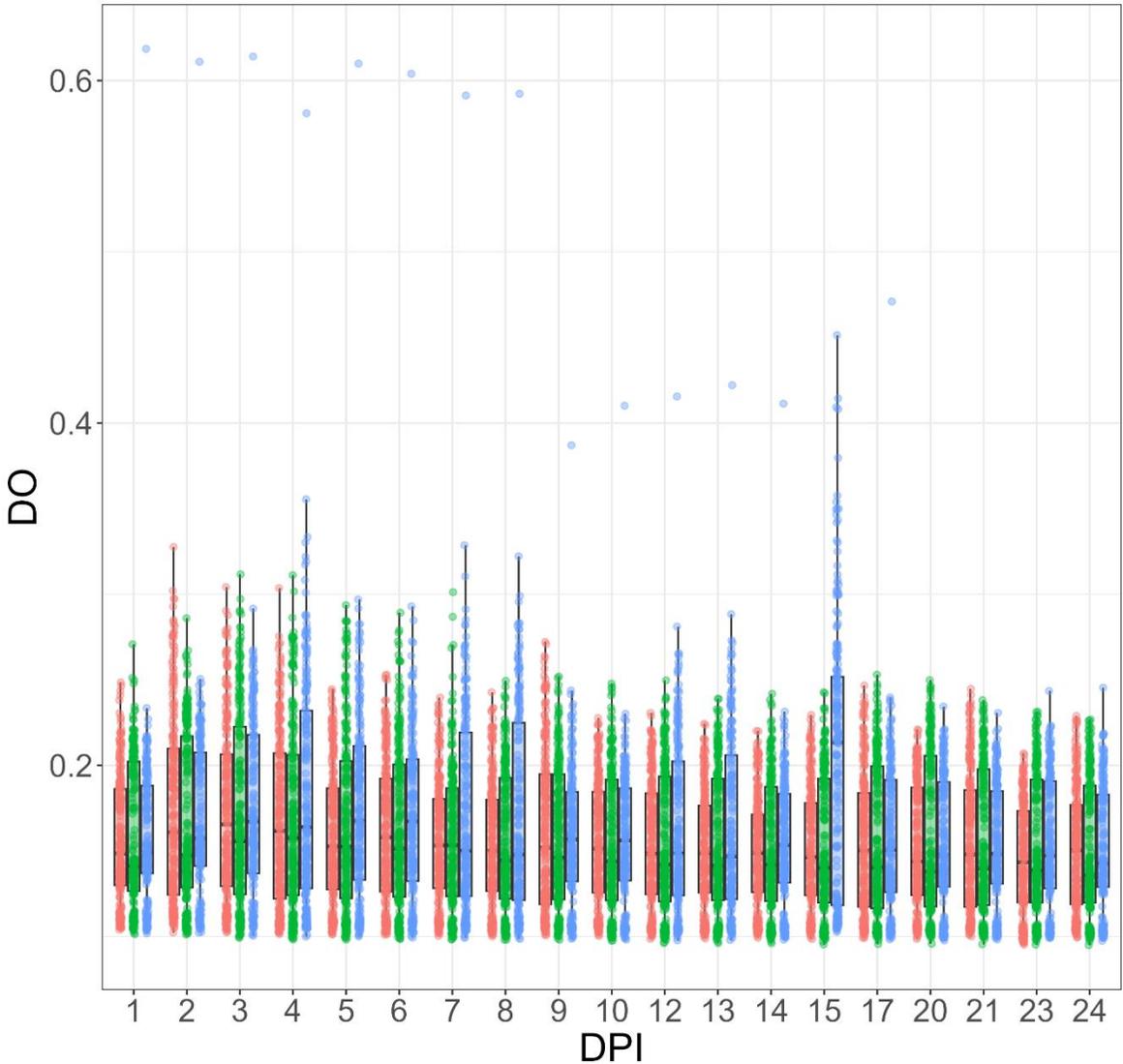
DO des puits A/B 10-12  
( T25 - aw099 - plaque a)



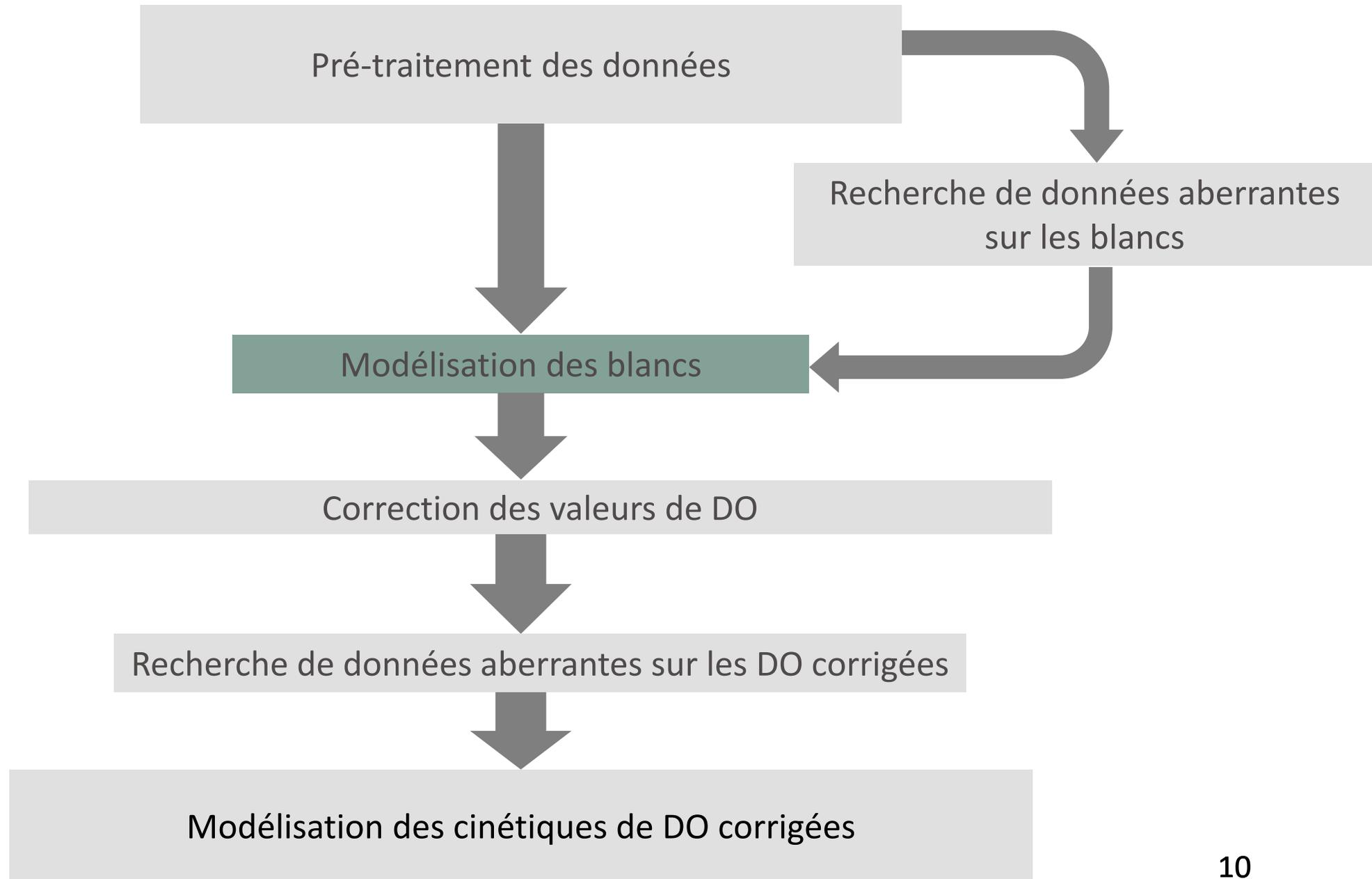
# Ex : DO des blancs avant / après suppression des outliers



T20, aw098 (avec outliers)



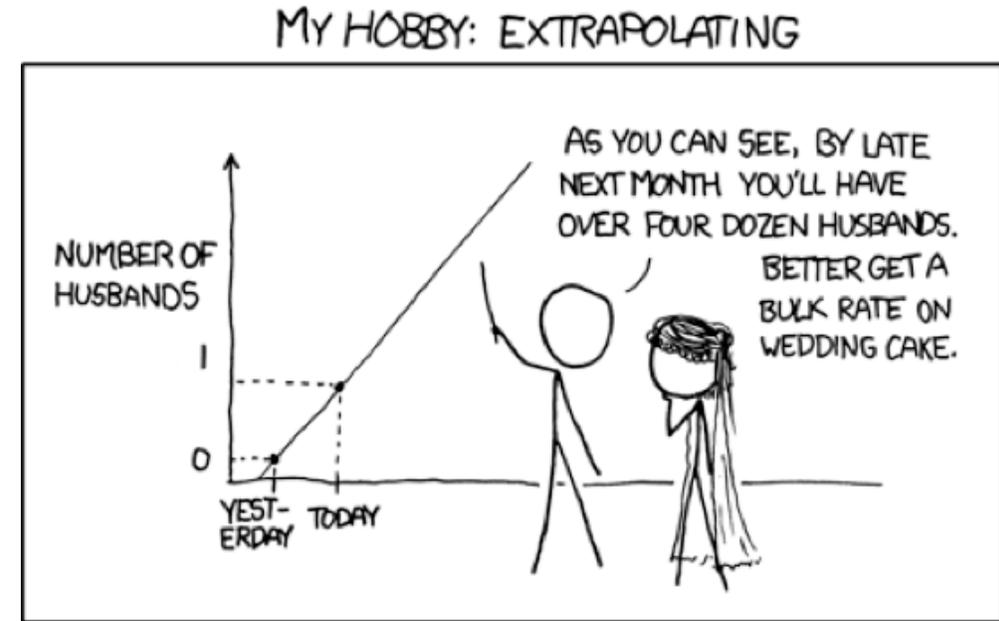
18/12/2023



# Modéliser les blancs pour inter(extra)poler les valeurs et corriger les DO: Modèles additifs généralisés (GAM)

## Contexte : Mesure de DO des échantillons biaisés par la DO des micro-plaques

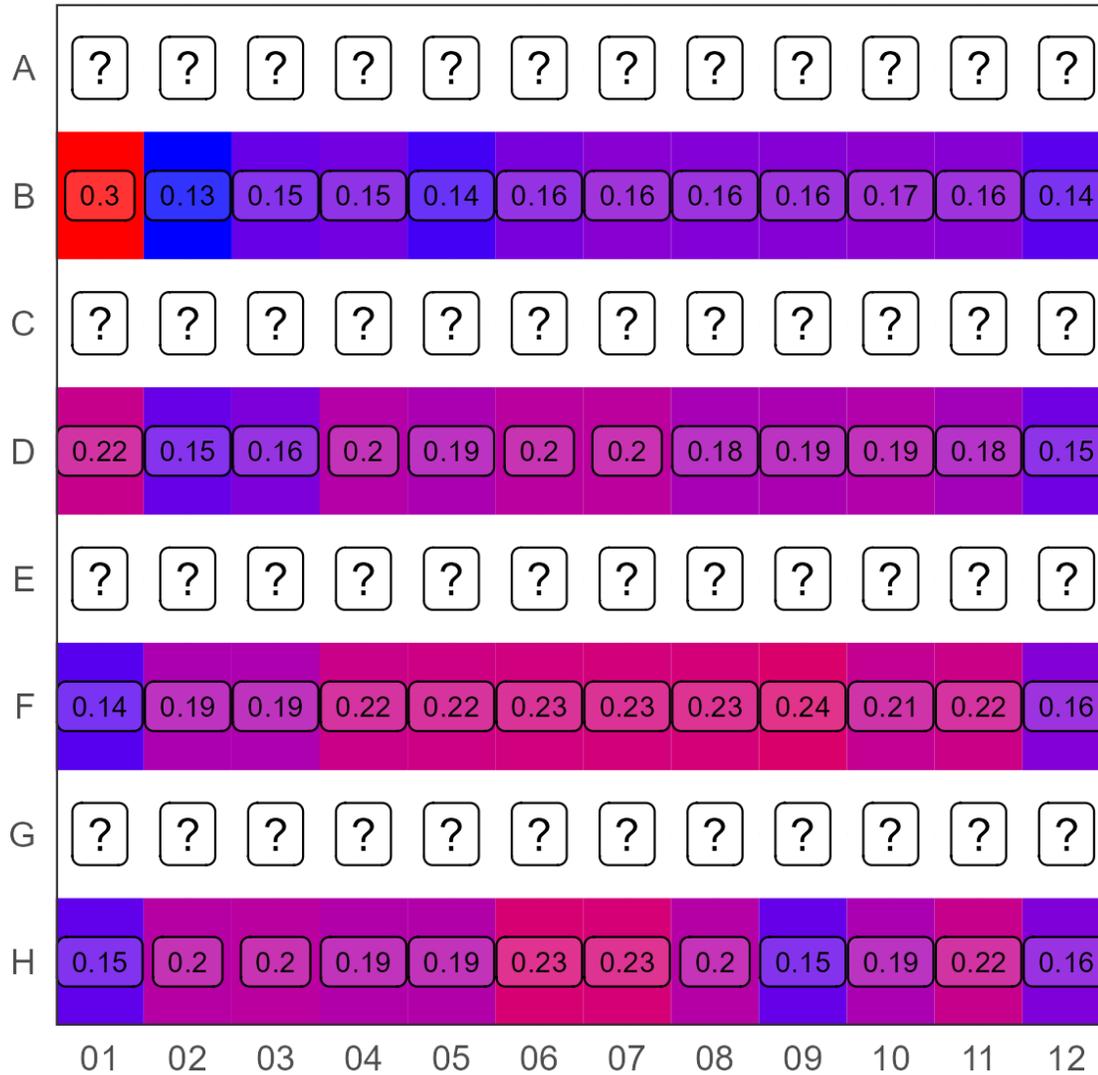
1. Modéliser spatialement la DO des microplaques grâce aux mesures sur les blancs
2. GAM:  $DO = f(X,Y)$  avec  $f$  fonction lisse (splines), prenant en compte l'aspect spatial
3. **Avantages:** Anisotrope, lisse, plus flexible que modèles linéaires traditionnels
4. 1 modèle pour chaque T x aw x Plaque x DPI x Lecture = 5040 modèles ajustés

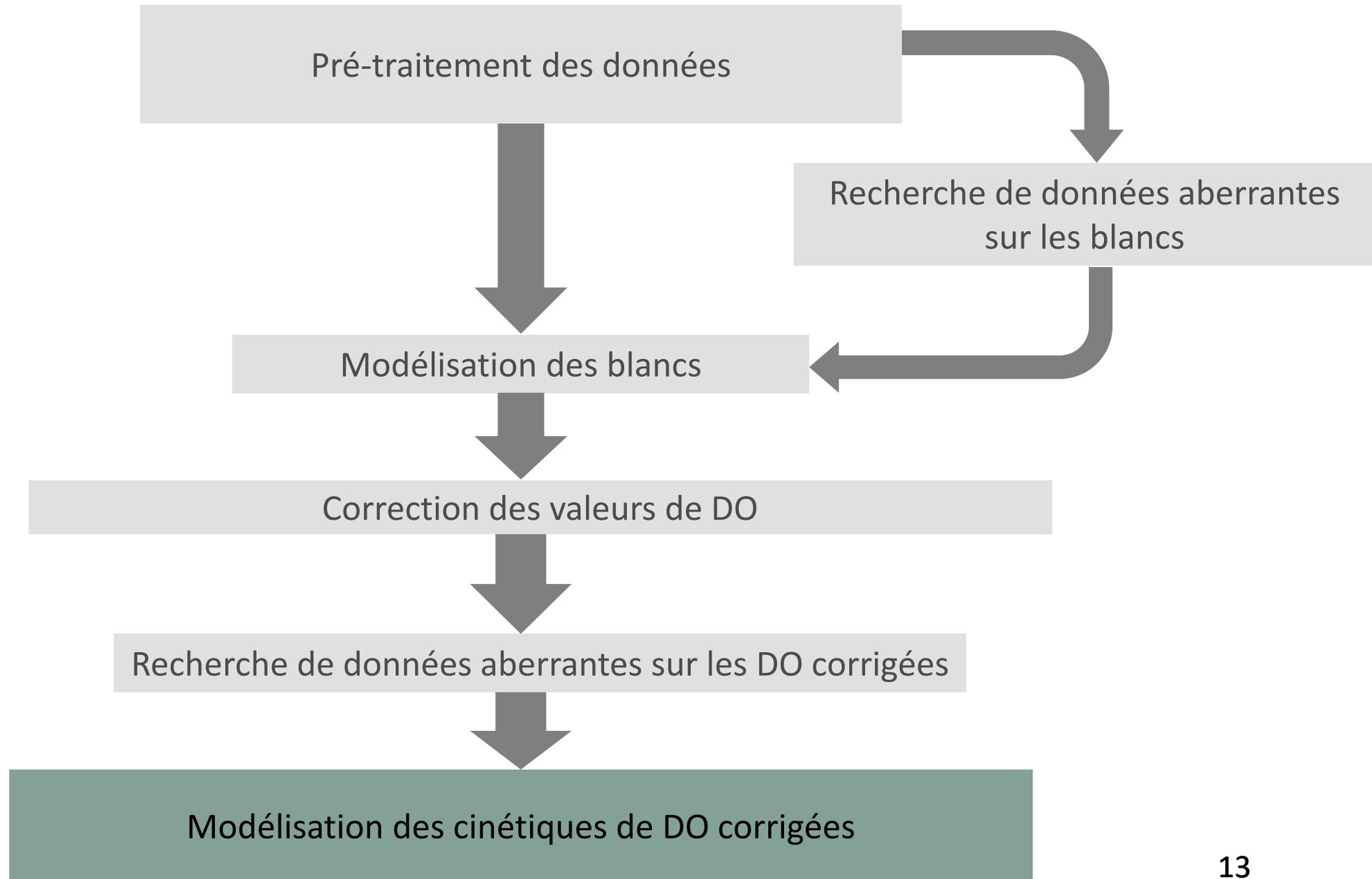


<https://xkcd.com/>



Exemple:  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $a_w = 97\%$ ,  $\text{DPI} = 3$ , Lecture 5



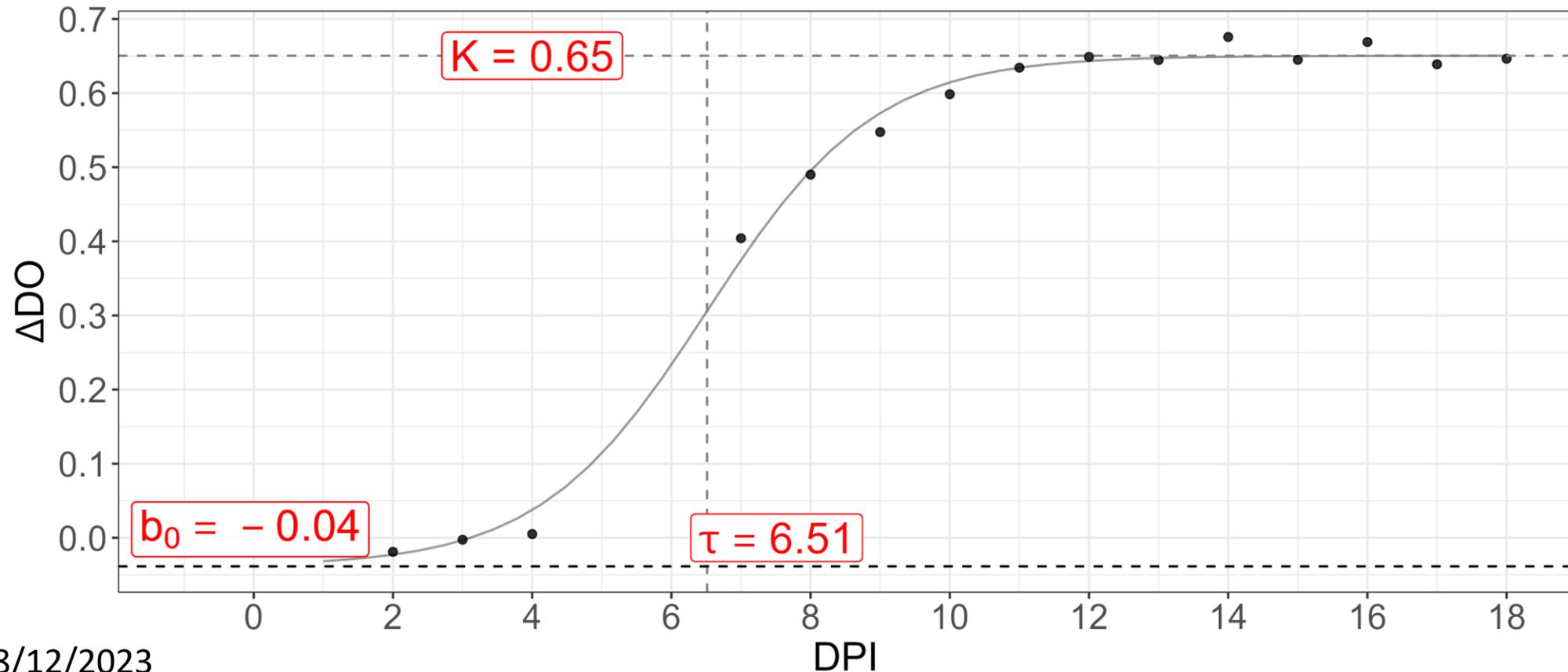


# Modéliser les cinétiques de DO corrigées

$$\Delta DO(t) = f_{\gamma}(t) = b_0 + \frac{K - b_0}{1 + r e^{\tau - t}}, \text{ où } \gamma = (b_0, r, \tau, K)$$

Ajustement non linéaire

25°C, AW = 99%, I498 (F. avenaceum), Lecture 1, rep 5



# Modéliser les cinétiques de DO corrigées

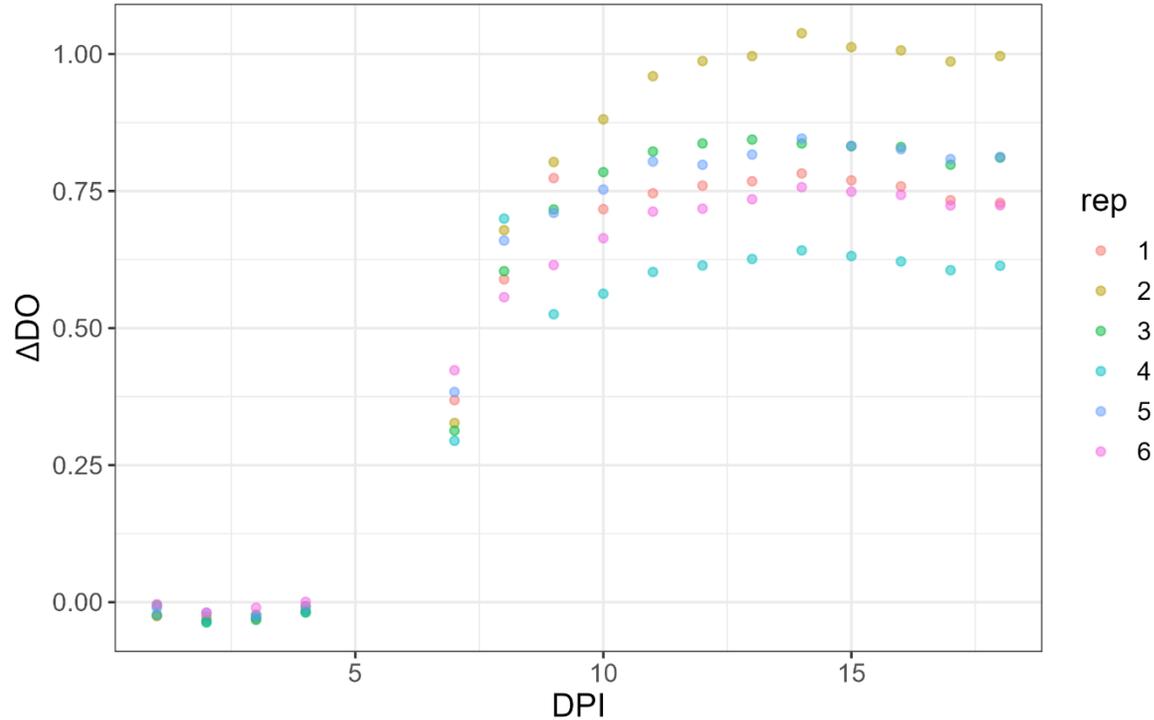


## Choix méthodologiques

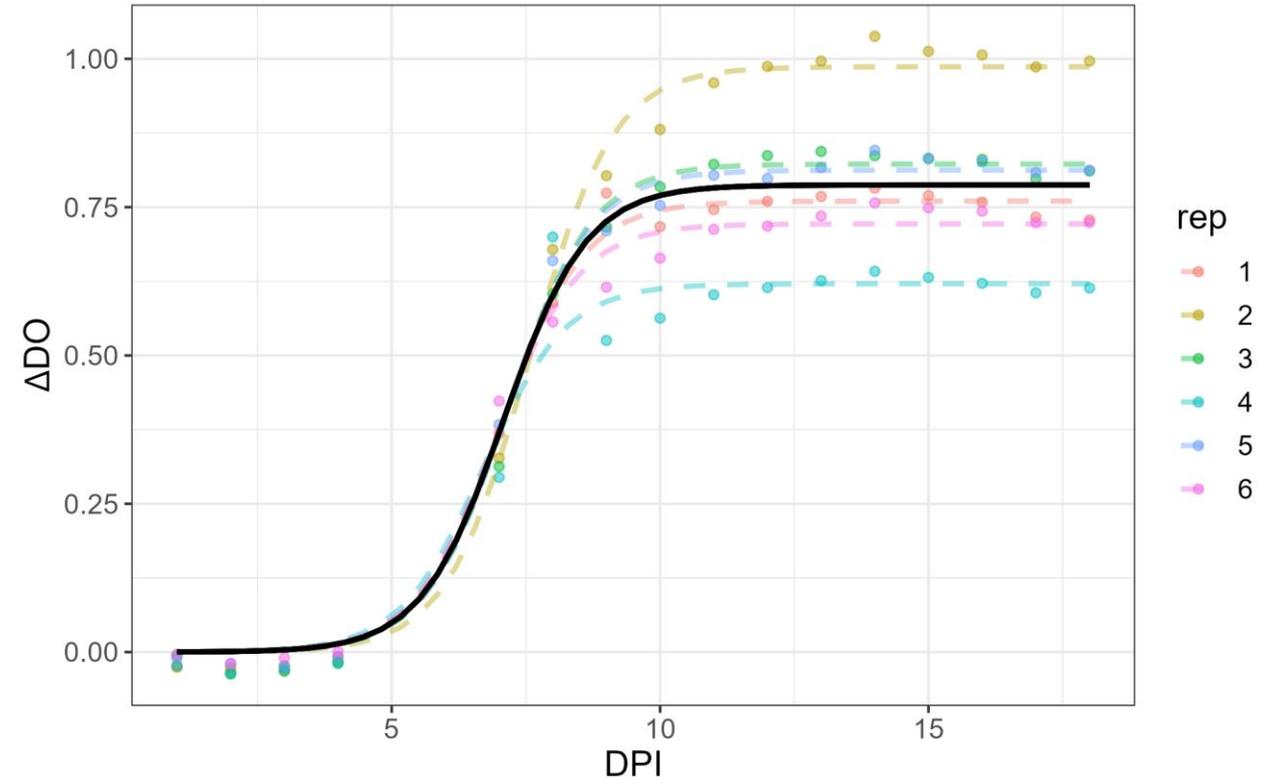
1. Moyenner les différentes lectures (caractériser croissance dans **tout** le puit)
2. Prise en compte des répétitions via un **facteur aléatoire**

$$\Delta DO_{ij} = f_{\gamma_i}(t_j, T_i, aw_i, Souche_i) + \varepsilon_{ij}$$

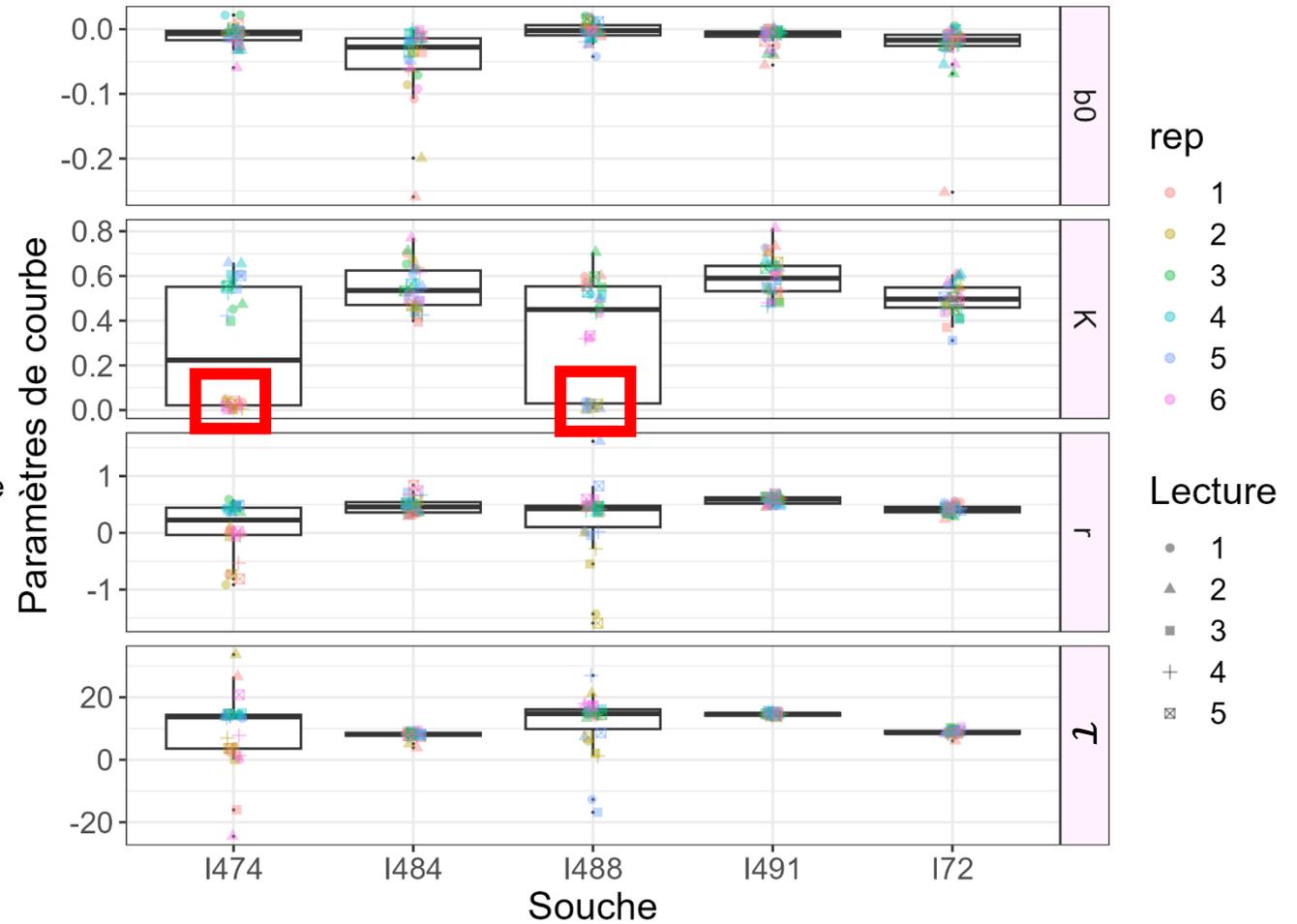
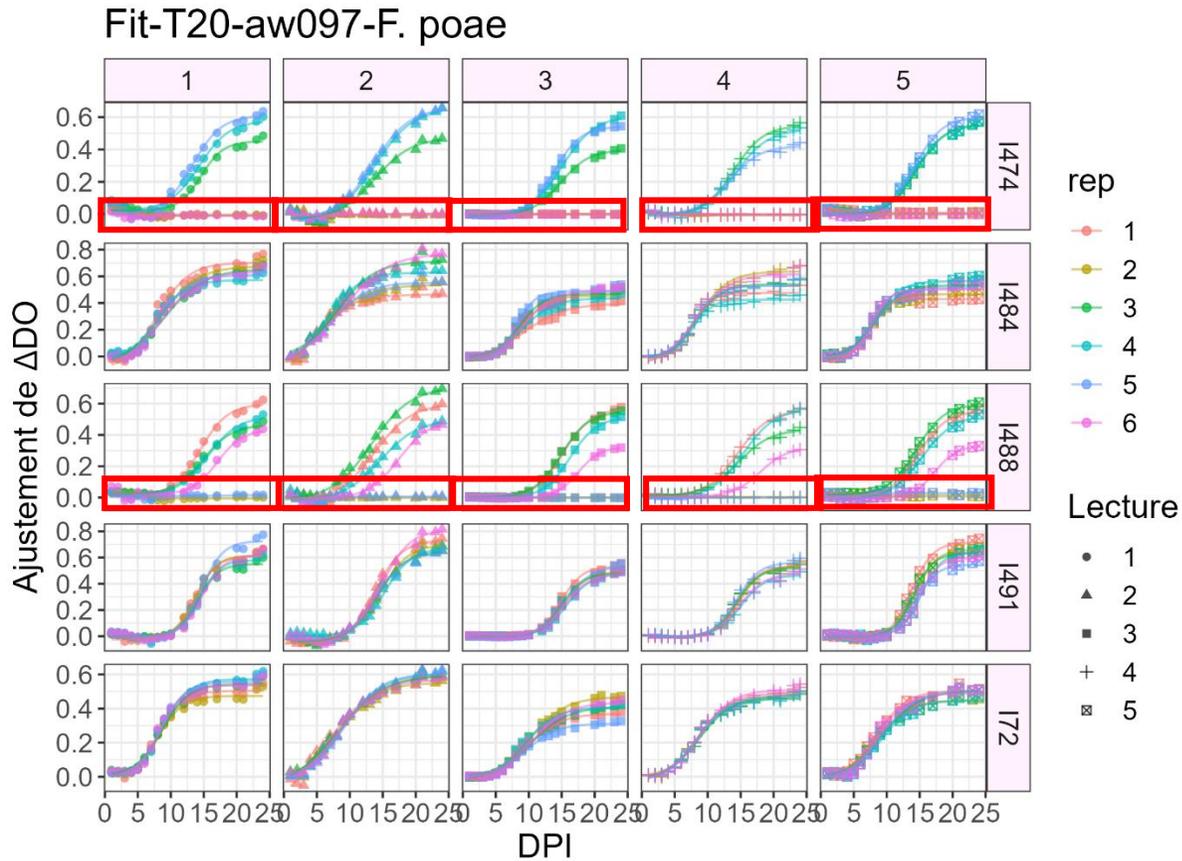
Observations avec plusieurs répétitions  
25°C, aw = 99%, I873 (F. avenaceum)



Modèle non-linéaire avec facteur aléatoire  
25°C, aw = 99%, I873 (F. avenaceum)



# Utiliser les ajustements pour rechercher les puits sans croissance



# Perspectives (Modélisation des courbes)

1. Recherche des ajustements de mauvaise qualité
2. **Cartographie climatique** des paramètres (Ramirez et al., 2006)
3. **Extensions** : Modèles bayésiens ? → Discussion/Collab avec Marie-Pierre Etienne / David Causeur (Dép Stat & Info - Institut Agro Rennes)
4. Distribution de valeurs crédibles pour  $\gamma$  et de générer plusieurs scénarii (compétitions etc.)

