

Incertitudes sur l'évaluation écologique des cours d'eau basée sur le compartiment « invertébrés »

Cédric Mondy, Elise Billoir, Mélissa Reichart, Philippe Usseglio-Polatera
LIEC – CNRS UMR 7360



I₂M₂

- Nouvel indice multimétrique français pour le compartiment macroinvertébrés benthiques
- DCE-compatible
- Conçu pour identifier les sites impactés par 17 catégories de pression (qualité de l'eau, habitat)
- Intégratif de 5 métriques basées sur la taxonomie et les traits
- Moyenne pondérée des 5 métriques exprimées entre 0 et 1 (EQR)

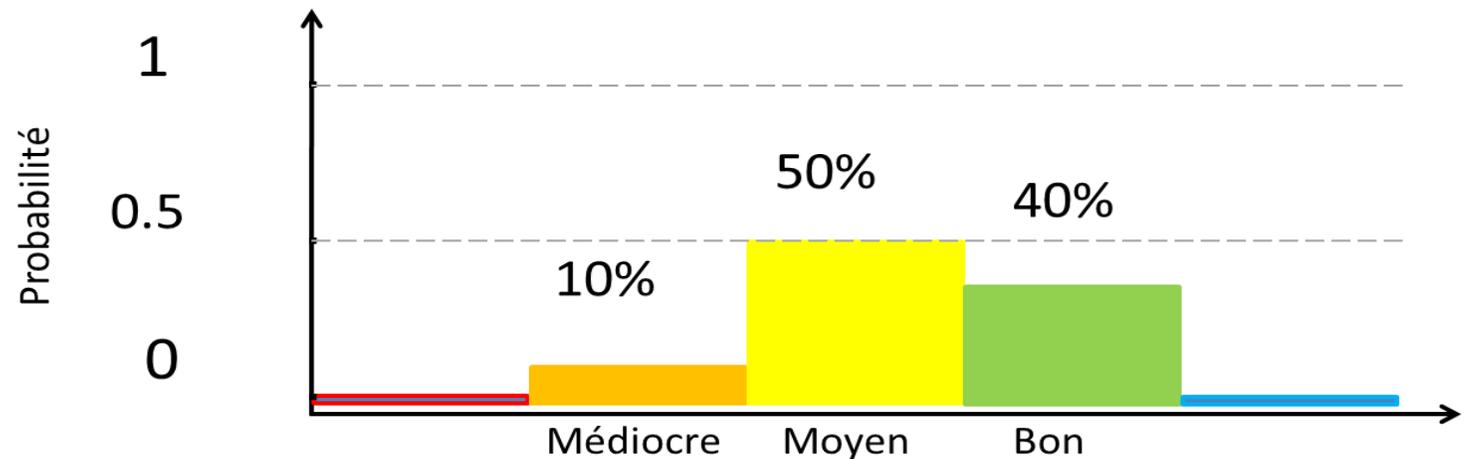


I₂M₂

- Chaque opération de contrôle permet l'attribution d'une classe de qualité écologique



- Prendre en compte l'incertitude permet d'obtenir une vision probabiliste de l'évaluation





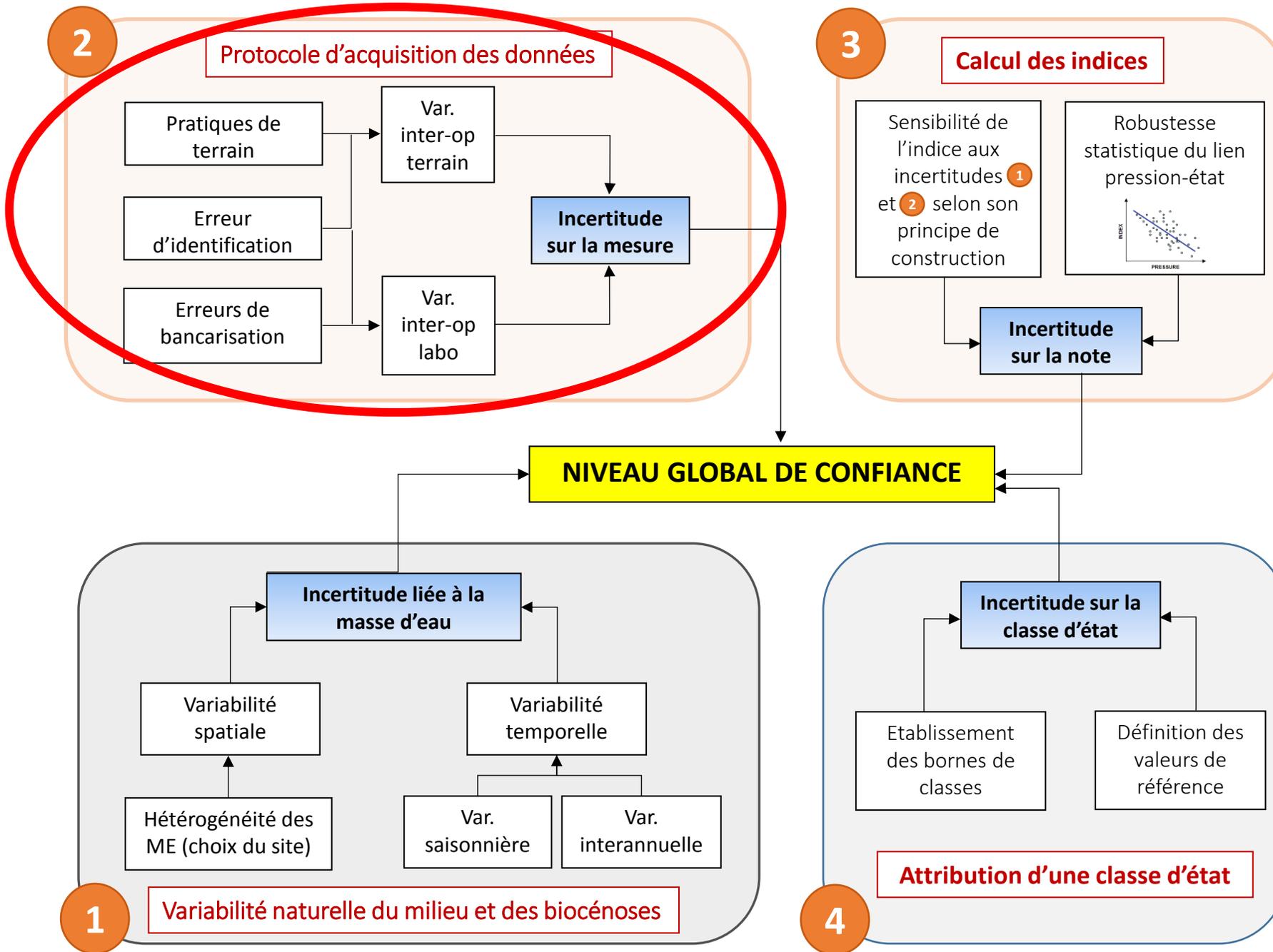
- description de la mosaïque d'habitats
 - conception du plan d'échantillonnage
 - 12 prélèvements élémentaires (3 « bocaux »)
- tri
 - identification taxonomique
 - comptage
 - saisie des listes faunistiques

I₂M₂ Variabilité inter-opérateurs

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea

(Archambault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)



2

Protocole d'acquisition des données

Pratiques de terrain

Erreur d'identification

Erreurs de bancarisation

Var. inter-op terrain

Var. inter-op labo

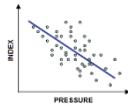
Incertitude sur la mesure

3

Calcul des indices

Sensibilité de l'indice aux incertitudes 1 et 2 selon son principe de construction

Robustesse statistique du lien pression-état



Incertitude sur la note

NIVEAU GLOBAL DE CONFIANCE

1

Variabilité naturelle du milieu et des biocénoses

Variabilité spatiale

Hétérogénéité des ME (choix du site)

Variabilité temporelle

Var. saisonnière

Var. interannuelle

Incertitude liée à la masse d'eau

4

Attribution d'une classe d'état

Etablissement des bornes de classes

Définition des valeurs de référence

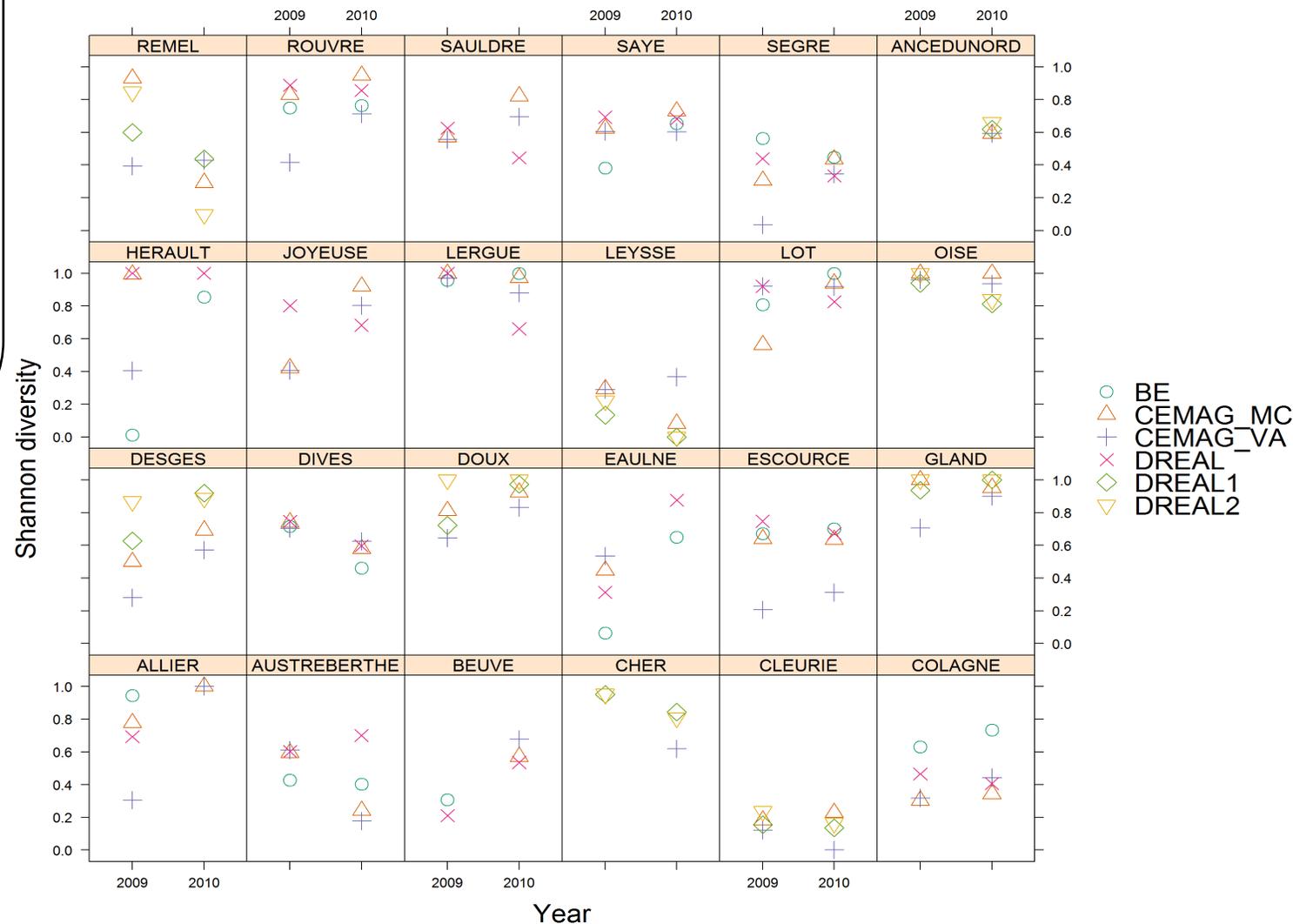
Incertitude sur la classe d'état

I₂M₂ Variabilité inter-opérateurs

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea
(Archambault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)

Exemple : valeurs d'EQRs obtenues pour la métrique « diversité de Shannon »



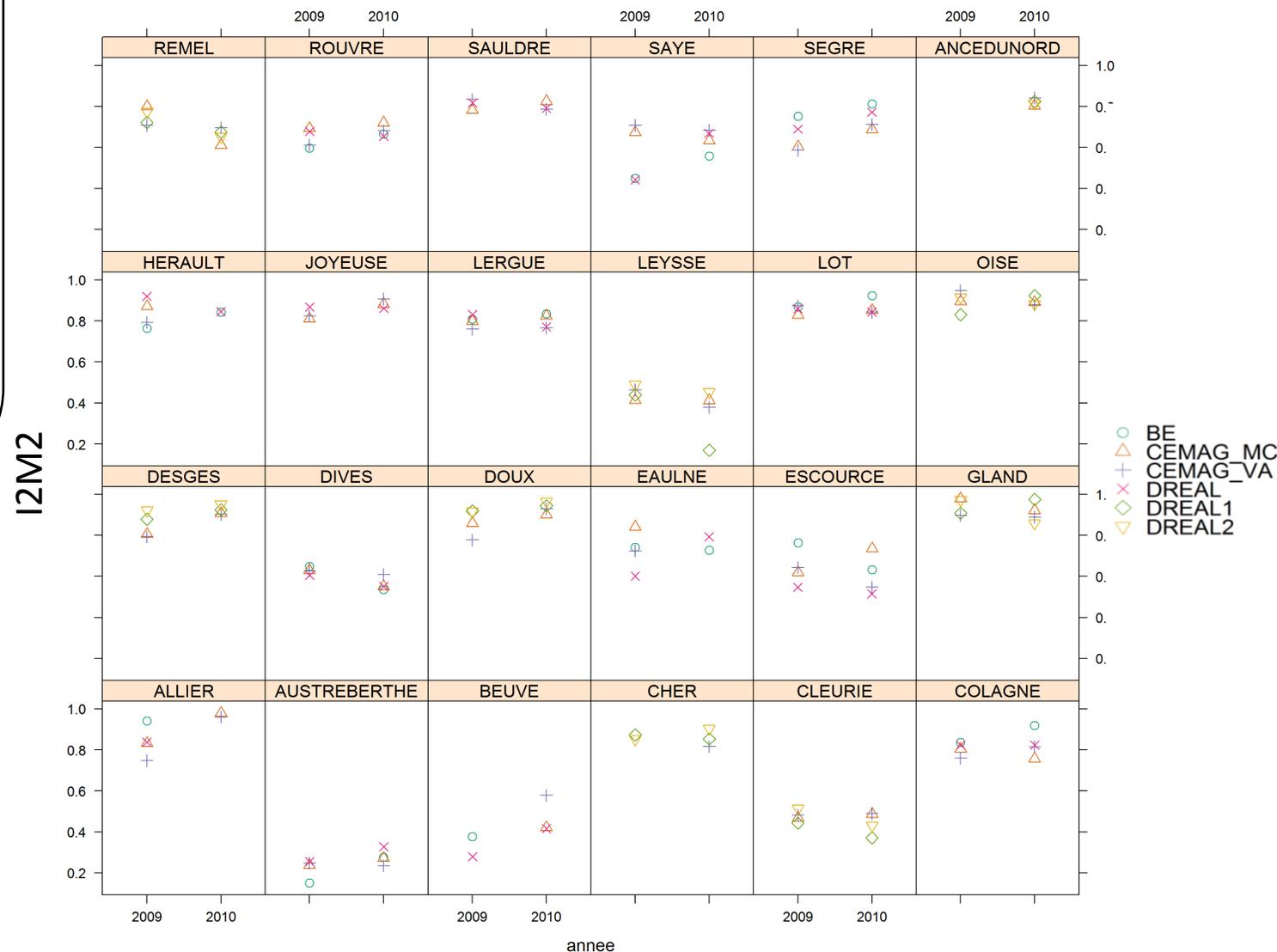
I₂M₂ Variabilité inter-opérateurs

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea

(Archambault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)

Valeurs d'I₂M₂ obtenues



I₂M₂

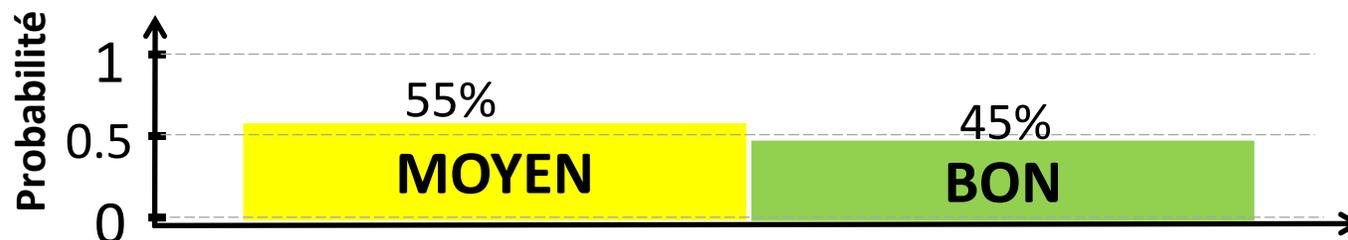
Variabilité inter-opérateurs

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea (Archaimbault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)

Variabilité résultante de l'I₂M₂

Sur les 10 000 opérations du réseau de contrôle de surveillance français, 15% des opérations ont des **probabilités > 30% dans deux classes de qualité écologique consécutives** (dont 4% à la limite MOYEN/BON)



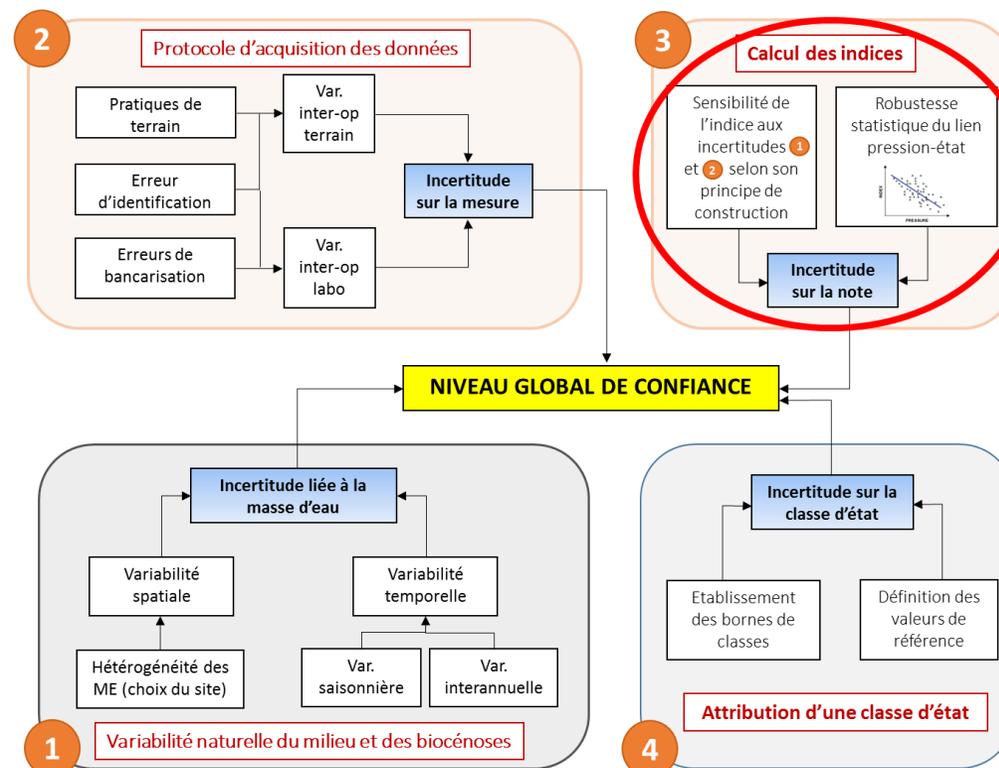
I₂M₂

Incertitude liée à la construction de l'indice

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea (Archaimbault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)

L'incertitude liée à la méthode de construction de l'I₂M₂ est négligeable par rapport à la variabilité inter-opérateurs lors des phases « terrain » et « labo »



I₂M₂

Niveau d'expérience de l'opérateur

Données recueillies lors d'une étude coordonnée par Irstea (Archambault et al., 2012)

- 2 campagnes (2009 et 2010)
- 24 sites à l'échelle nationale (niveaux de qualité écologique variés)
- 4 opérateurs (2 Irstea, 2 DREAL ou BE)

Données recueillies lors d'une étude sur l'importance du niveau d'expérience de l'opérateur

- 2 campagnes (2015 et 2016)
- 2 sites sur la Plaine (Vosges)
- 4 groupes d'opérateurs selon un gradient d'expérience, du débutant à l'expert

I₂M₂

Niveau d'expérience de l'opérateur

Données recueillies lors d'une étude sur l'importance du niveau d'expérience de l'opérateur

- 2 campagnes (2015 et 2016)
- 2 sites sur la Plaine (Vosges)
- 4 groupes d'opérateurs selon un gradient d'expérience, du débutant à l'expert

Variabilité inter-opérateurs
de la note I₂M₂ et de la
classe d'état écologique

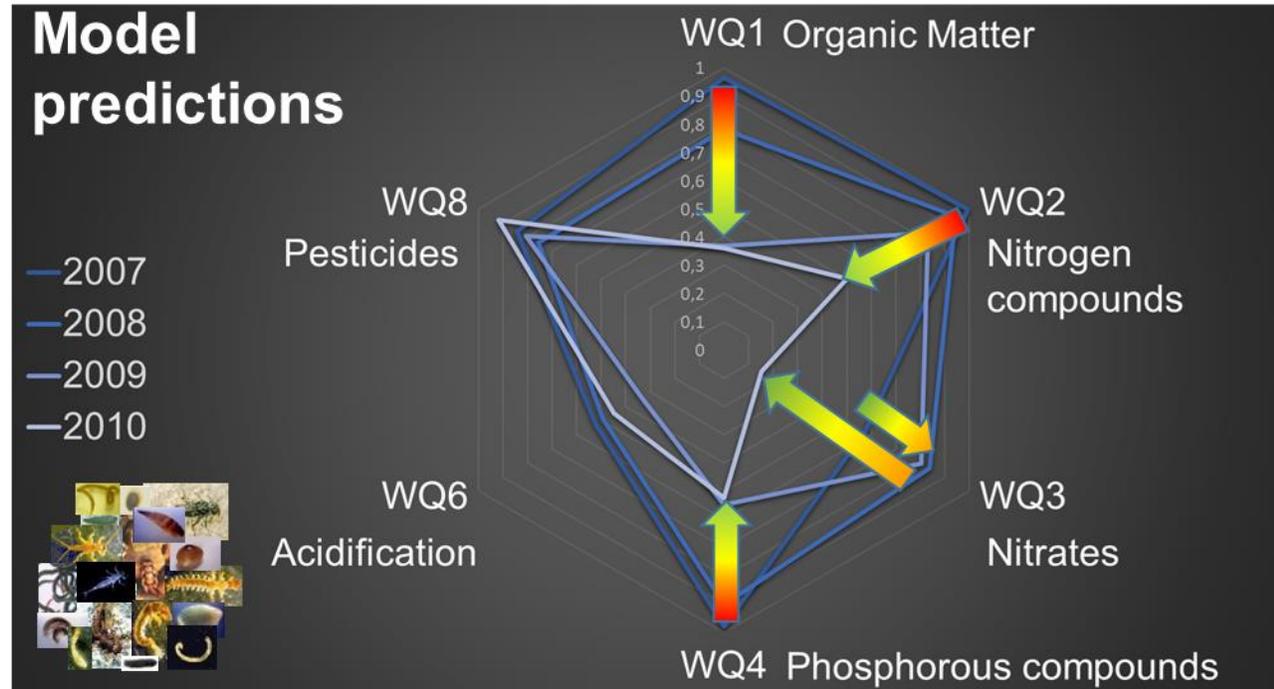
	HALBACH		RAON	
	I ₂ M ₂	classe	I ₂ M ₂	classe
Groupe 1	0,952	1	0,953	1
Groupe 2	0,936	1	0,949	1
Groupe 3	0,912	1	0,884	1
Groupe 4	NA	NA	0,960	1
Ecart-type	0,02	0	0,035	0

Variabilité similaire à celle estimée précédemment

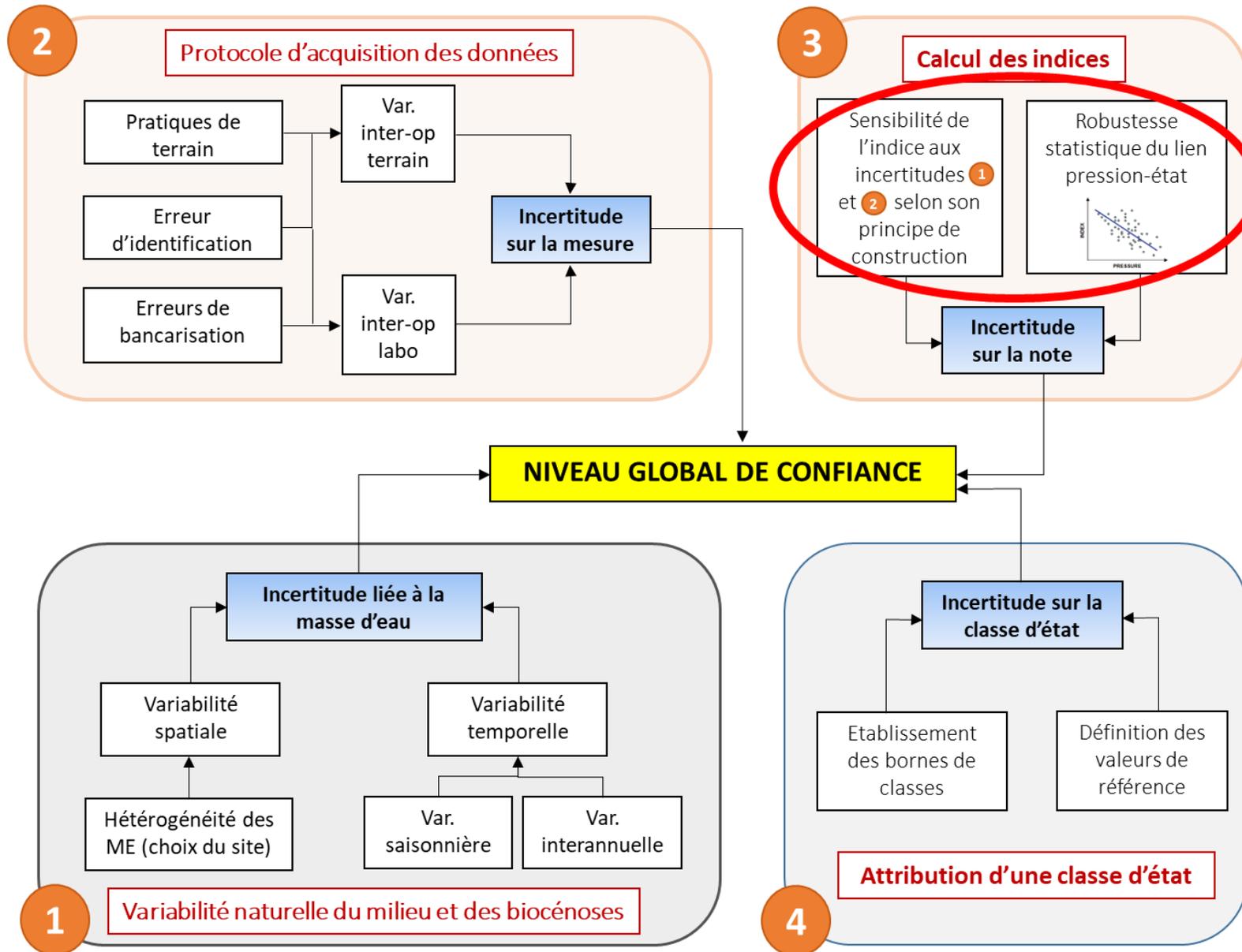
Outil de Diagnostic associé à l'I₂M₂



Utiliser des combinaisons de traits pour prédire les probabilités d'impact de différents types de pression



Quelle incertitude?

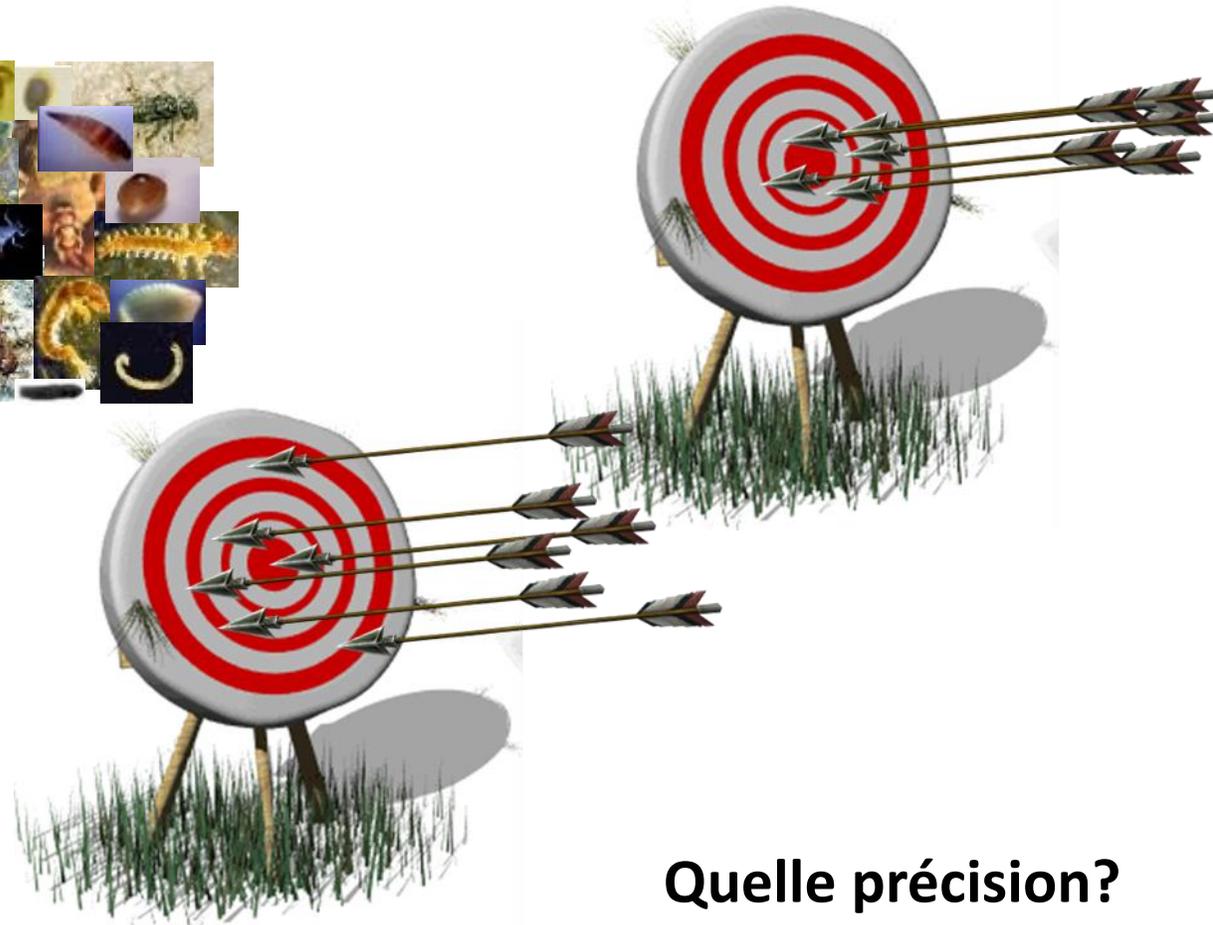


Erreur: Robustesse du lien pression-indice

	AUC
Matières organiques	0,83
Matières azotées	0,87
Nitrates	0,89
Matières phosphorées	0,87
MES	0,76
Acidification	0,73
Micropolluants organiques (autres)	0,70
Micropolluants minéraux	0,69
Pesticides	0,66
HAP	0,62
Voies de communication	0,75
Ripisylve	0,75
Urbanisation 100m	0,74
Risque de colmatage	0,82
Instabilité hydrologique	0,70
Anthropisation BV	0,87
Rectification	0,61



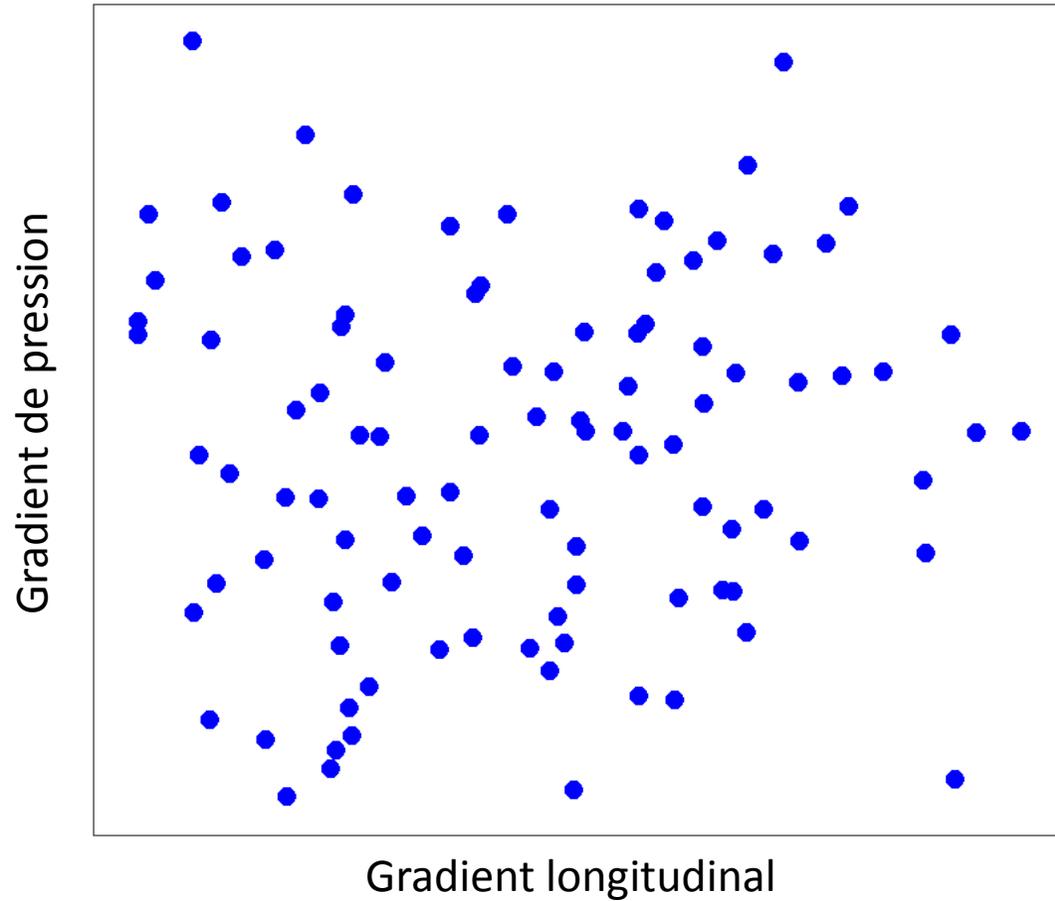
Modèles de type Random Forest avec des **erreurs globalement faibles** :
AUC > 0,7 >> 0,5



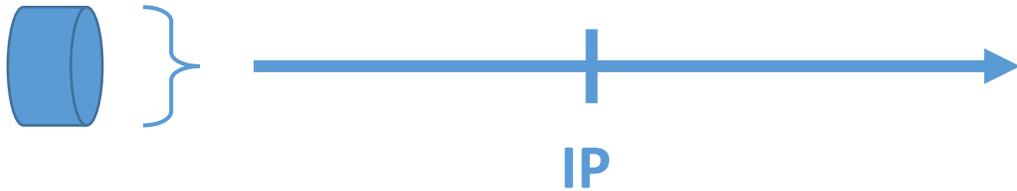
Quelle précision?

Précision: comment la mesurer?

Données de construction du modèle

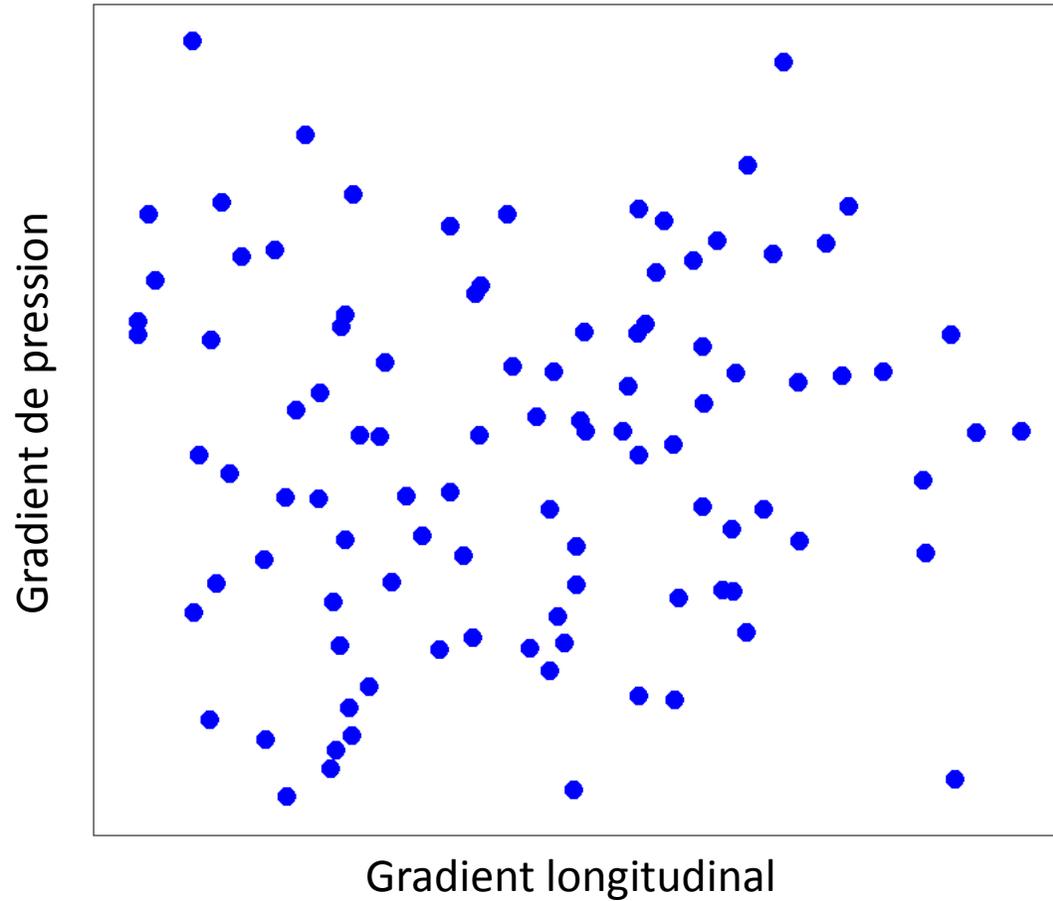


Quelle influence de la composition du jeu de données sur les modèles?

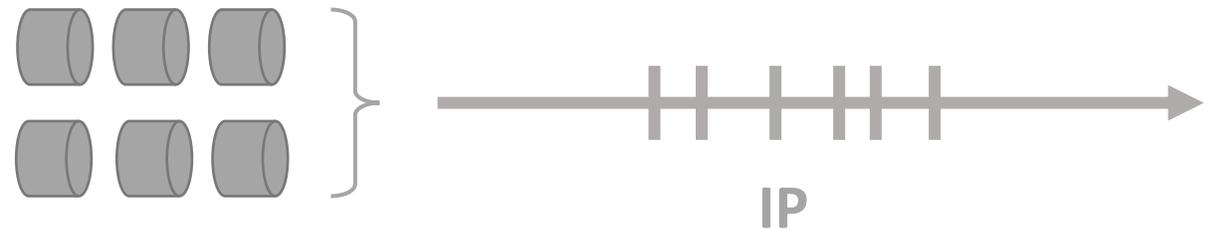
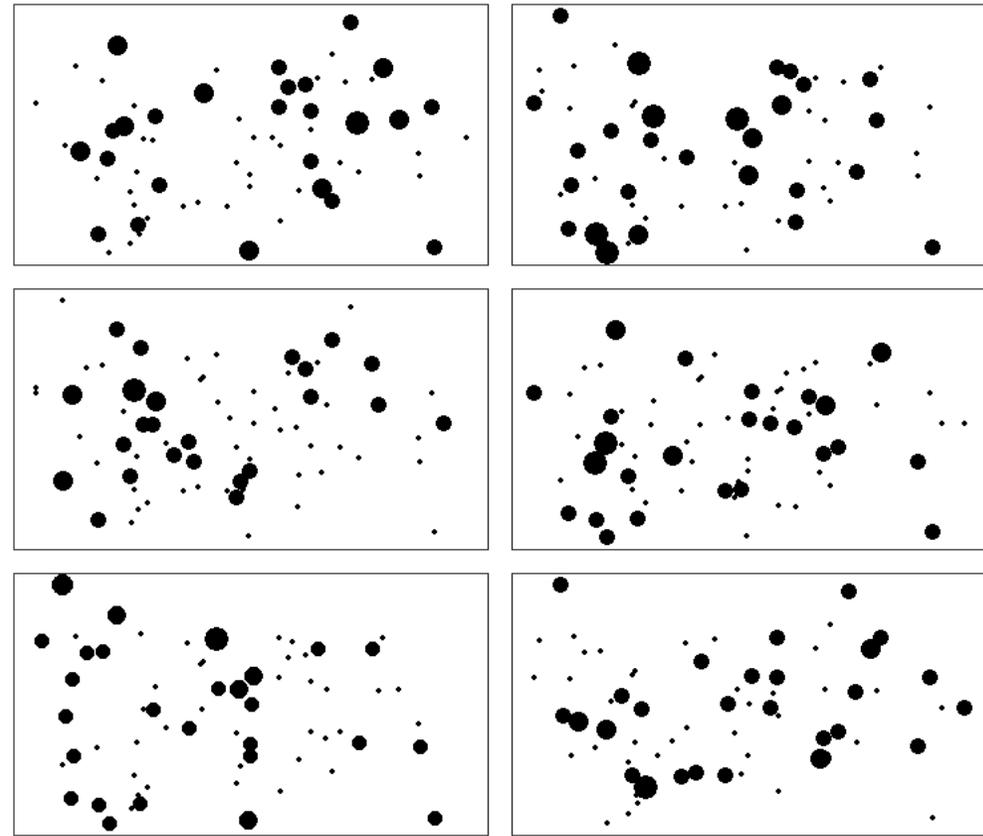


Précision: comment la mesurer?

Données de construction du modèle

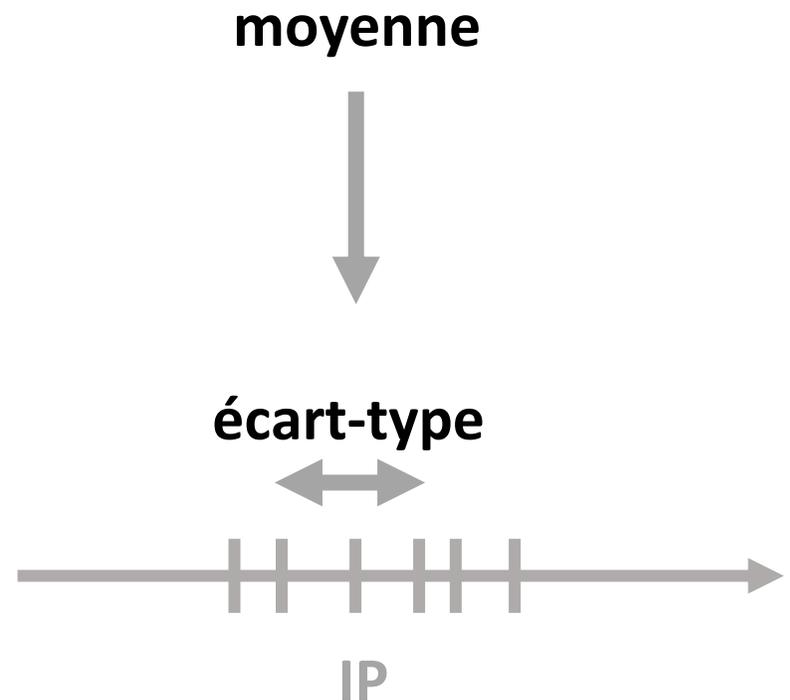
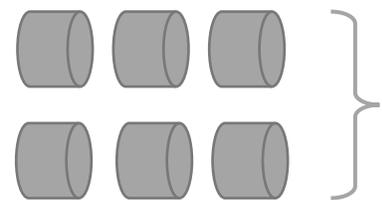
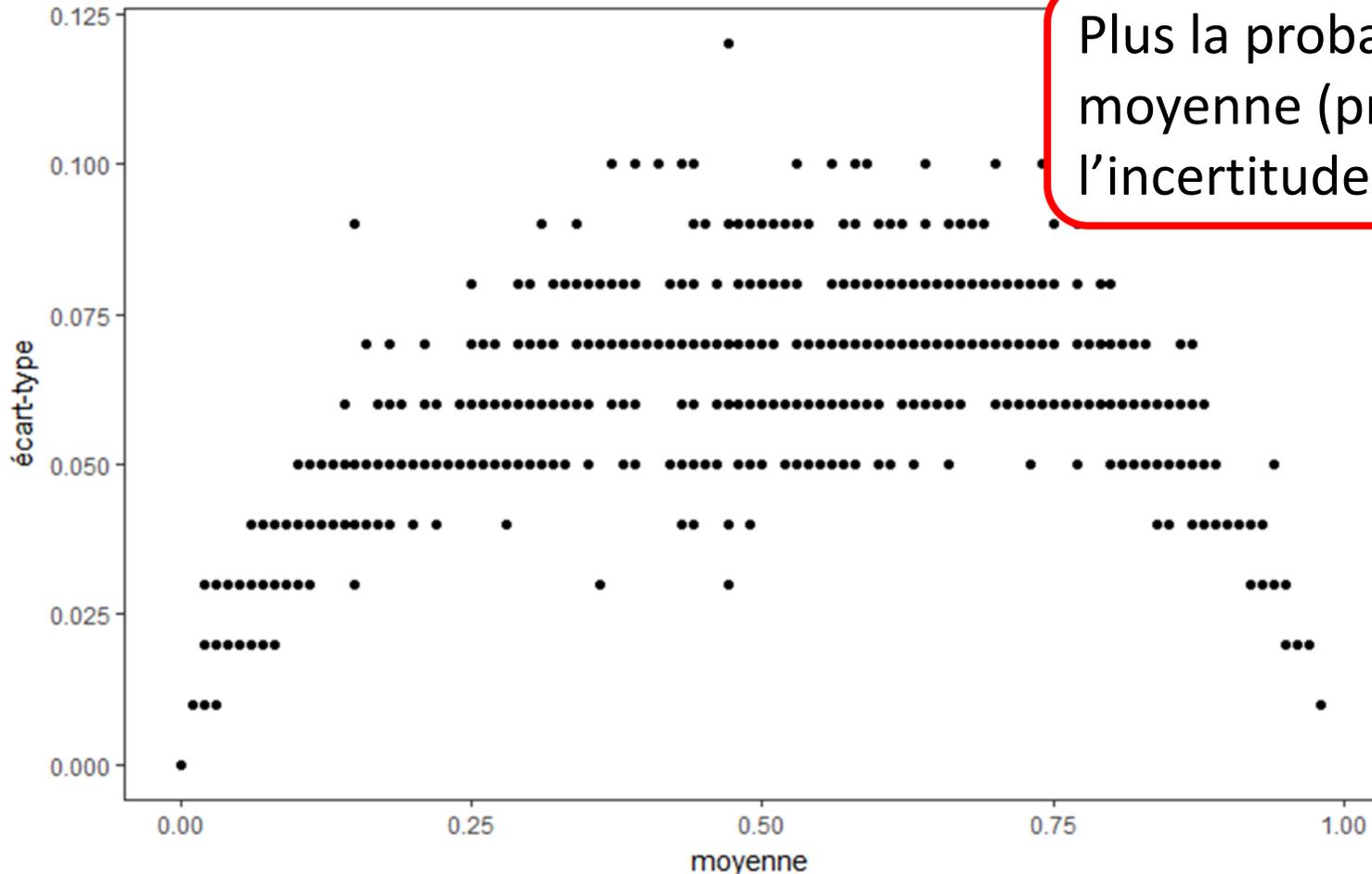


Simulations par bootstrap (tirage aléatoire des données de construction du modèle)



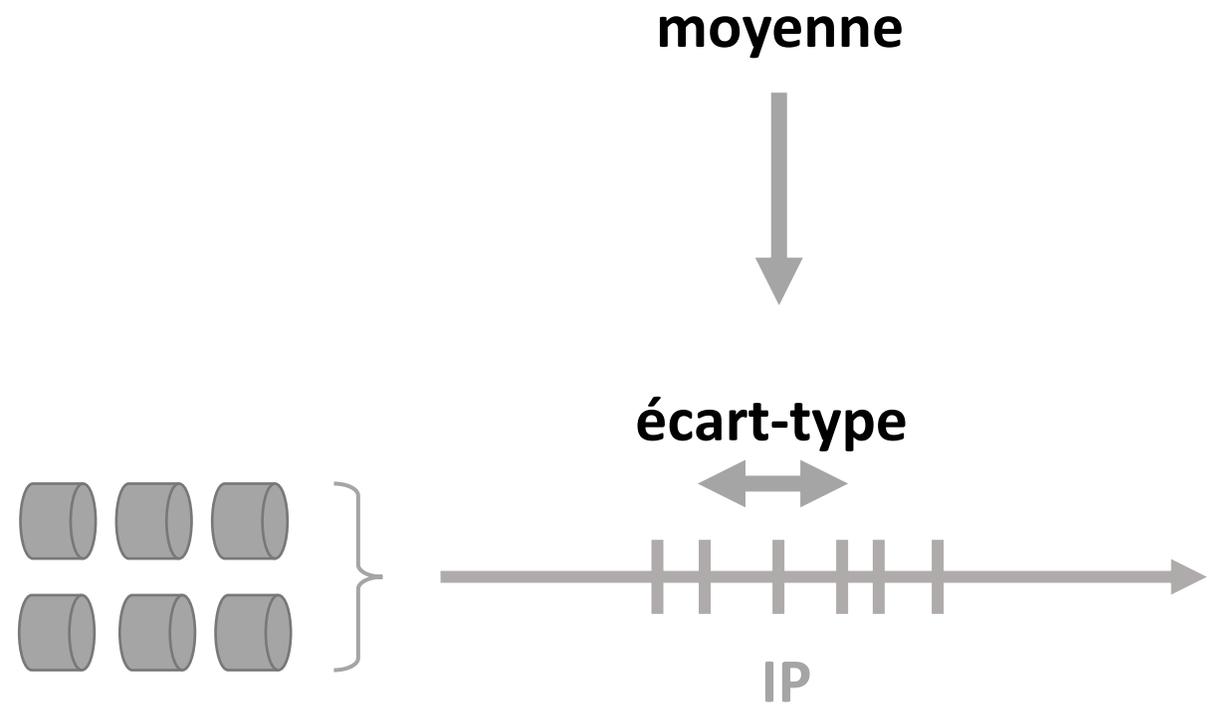
Précision: comment la mesurer?

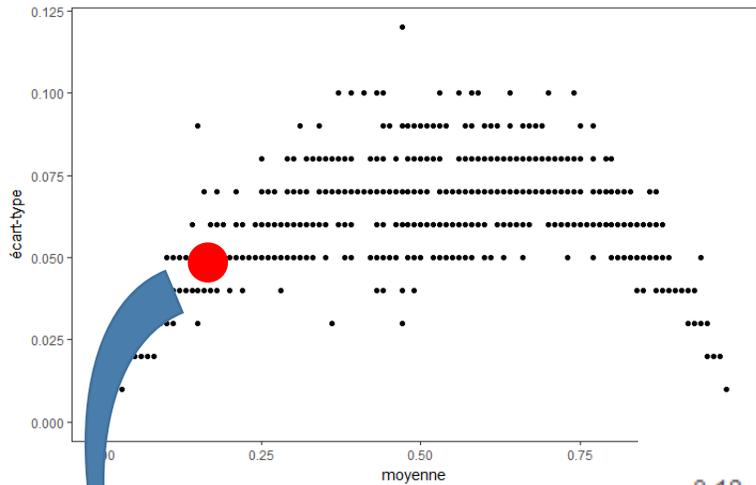
Plus la probabilité d'impact est moyenne (proche de 0,5) plus l'incertitude associée est grande



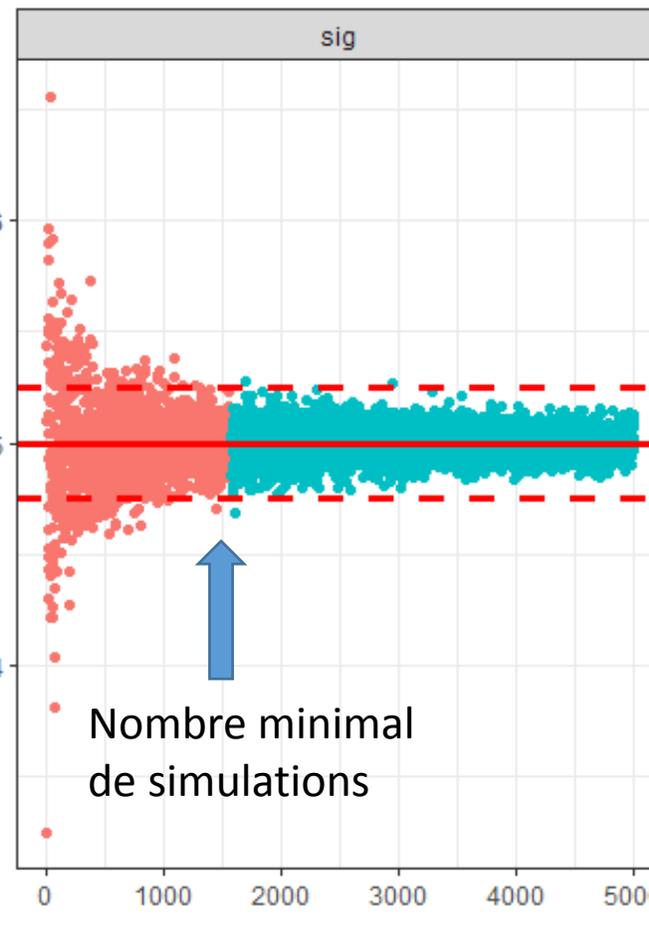
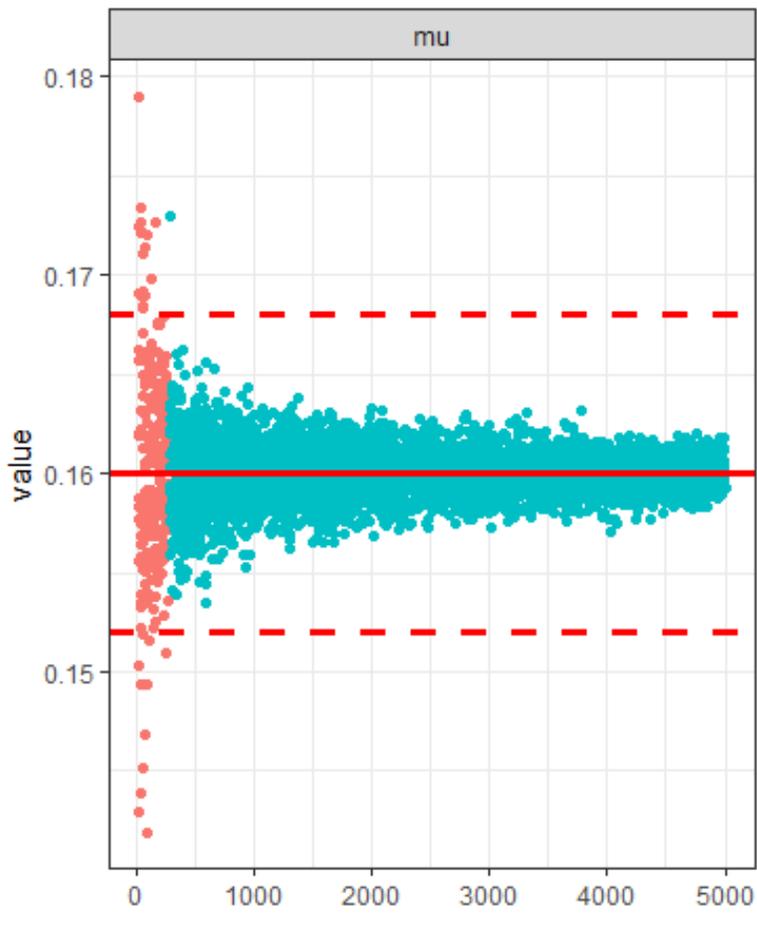
Précision: comment la mesurer?

Problème: quel est le nombre de simulations nécessaire pour avoir une estimation fiable de ces moyennes/écart-type?



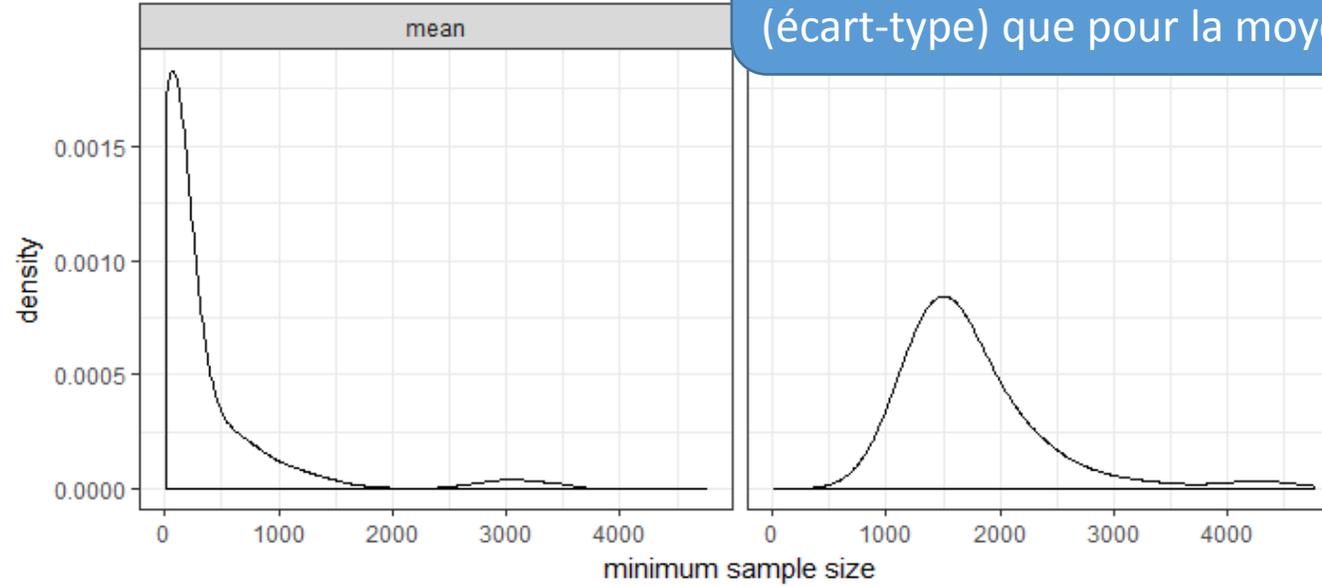
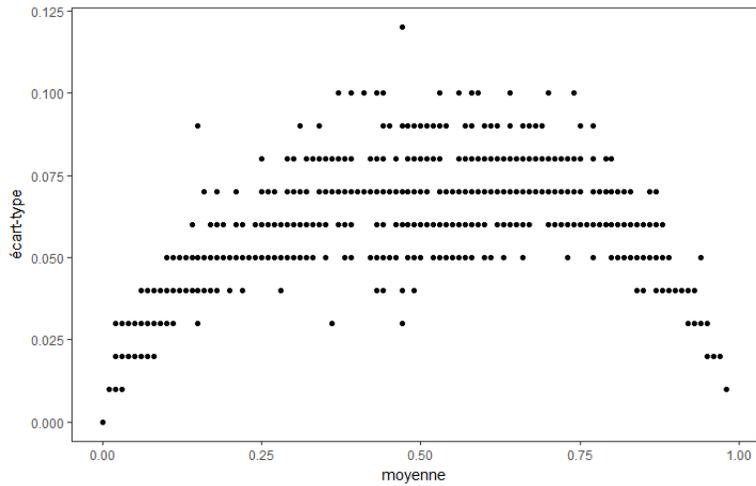


Nombre croissant de simulations (n)

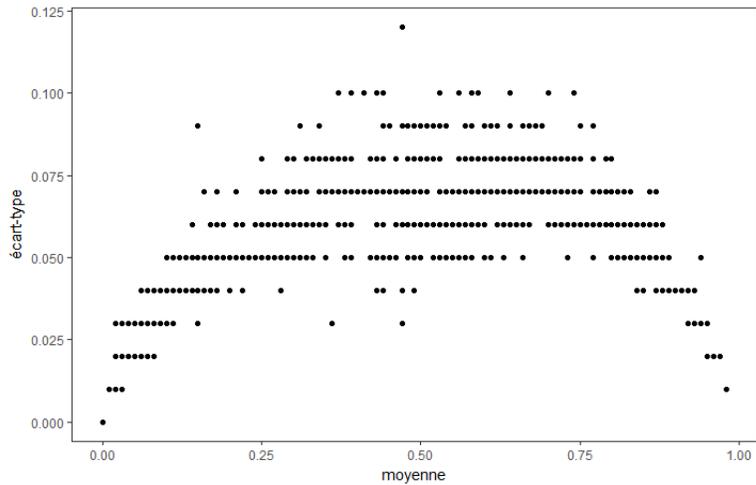


Besoin de plus de simulations pour obtenir une idée précise de la variabilité des prédictions (écart-type) que pour la moyenne

± 5%

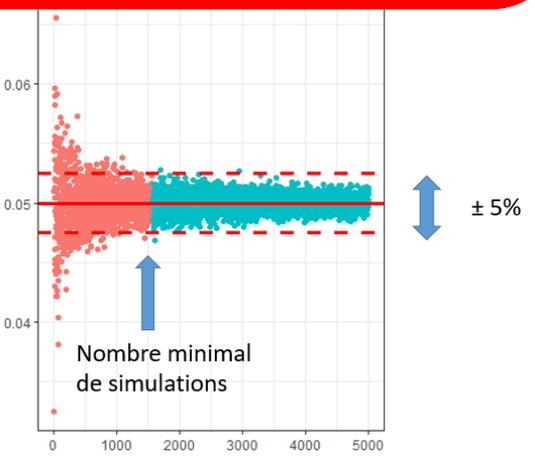
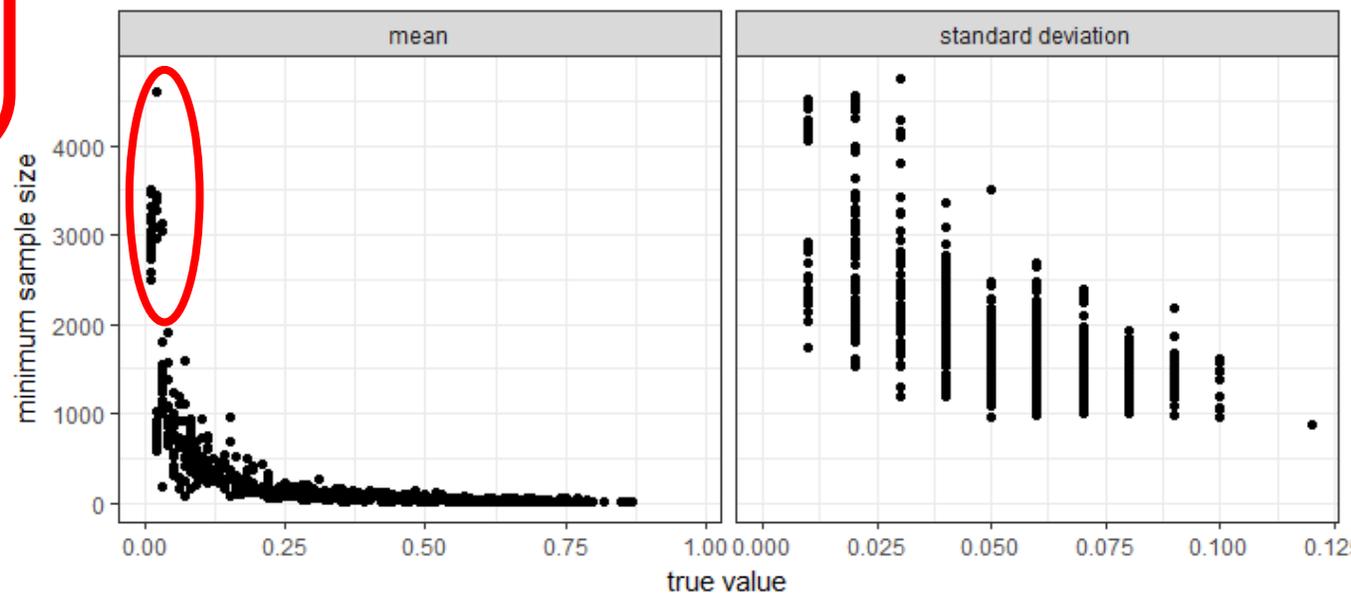
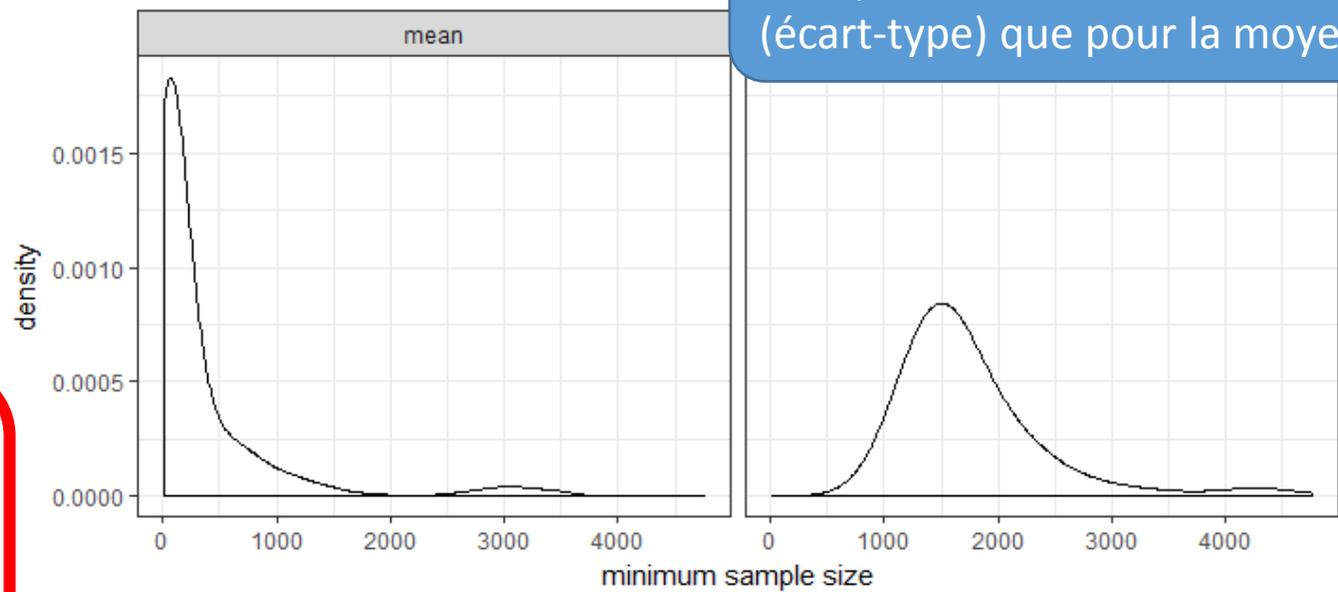


Besoin de plus de simulations pour obtenir une idée précise de la variabilité des prédictions (écart-type) que pour la moyenne

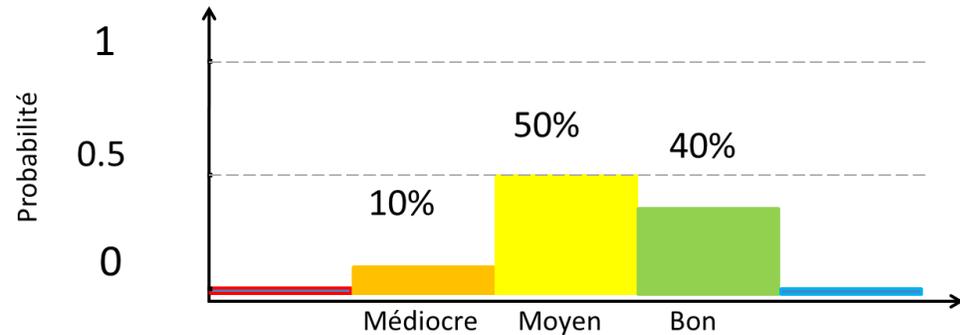


Besoin de plus de simulations pour obtenir une idée précise de la variabilité des prédictions (écart-type) que pour la moyenne

Plus moyenne/écart-type est faible, plus il est difficile d'avoir une estimation précise => règle des $\pm 5\%$ à revoir ?



Conclusions

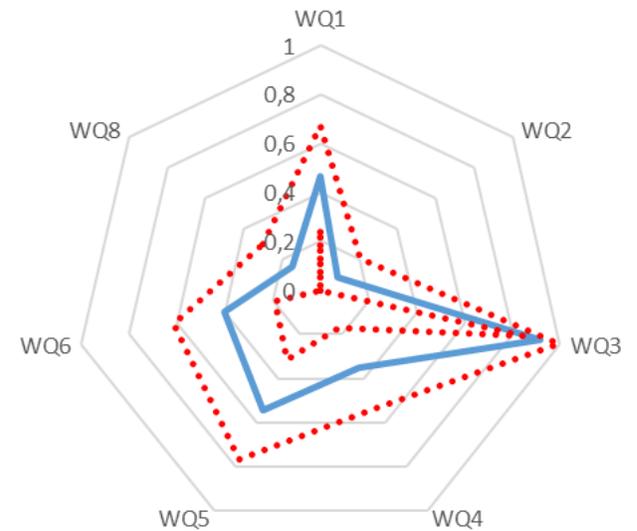


I_2M_2 :

- indice robuste pour l'évaluation de l'état écologique;
- variabilité inter-opérateurs limitée, y compris vis-à-vis de leur niveau d'expérience;
- I_2M_2 probabiliste :
 - Diagnostic efficace du statut écologique
 - Utile aux gestionnaires pour les programmes de restauration et de conservation

Outil de Diagnostic:

- erreur faible;
- bonne précision mais pour probabilités d'impact proches de 0,5 incertitude plus importante;
- besoin de définir le nombre de simulations nécessaires;
- but: intervalle de confiance autour de la valeur moyenne de probabilité d'impact.



À terme: intégration dans le SEEE