Peut on déterminer sur le terrain la sensibilité des écosystèmes forestiers à une récolte accrue de biomasse ? Un projet INSENSÉ.

Laurent Augusto, Noémie Pousse, David L. Achat, Félix Brédoire, Samuel Durante, Bernard Jabiol, Arnaud Legout, Jacques Ranger, Ingrid Seynave

▶ **To cite this version:**

Laurent Augusto, Noémie Pousse, David L. Achat, Félix Brédoire, Samuel Durante, et al.. Peut on déterminer sur le terrain la sensibilité des écosystèmes forestiers à une récolte accrue de biomasse ? Un projet INSENSÉ.. Partage d'expérience DYNAMIC, Dec 2018, Jonzac, France. hal-03193717

HAL Id: hal-03193717
https://hal.inrae.fr/hal-03193717

Submitted on 9 Apr 2021

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.

Peut on déterminer sur le terrain la sensibilité des écosystèmes forestiers à une récolte accrue de biomasse ?
Un projet INSENSÉ
2014-2017

Appel à projets ADEME-REACCTIF 2013

L.Augusto & N.Pousse coord.

David L. Achat, Félix Brédoire, Samuel Durante, Bernard Jabiol, Arnaud Legout, Jacques Ranger, Ingrid Seynave

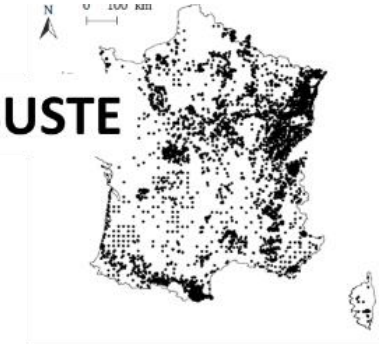
Enjeux : La récolte des rémanents forestiers (bois de petit diamètre et de feuillage particulièrement riches en éléments minéraux) a des effets négatifs avérés mais non systématiques (projet RESOBIO, 2012-2013).

Enjeu scientifique : modéliser la sensibilité des écosystèmes forestiers à la récolte intensive de biomasse.

Enjeu opérationnel : proposer aux gestionnaires des indicateurs de sensibilité, à la fois fiables et simples.

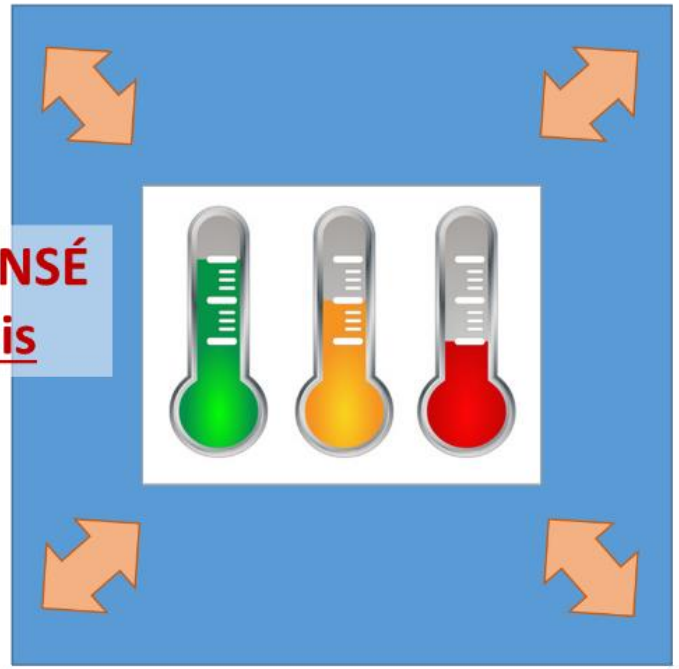
Objectif général du projet : mobiliser des bases de données concernant les écosystèmes forestiers en vue de définir des indicateurs simples et peu coûteux de sensibilité à une récolte accrue de bois

PAS CHER



ROBUSTE

un indicateur INSENSÉ
est un compromis



CONFORTABLE

TOUT-TERRAIN

1. rechercher dans la littérature les variables discriminants les impacts suite à un export de minéraux donné (variables « analytique») et les différentes méthodes de classification des risques (« systèmes experts ») existants dans d'autres pays forestiers (moyen : post-doctorant, 1an)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE DES INDICATEURS DE SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES FORESTIERS A LA RECOLTE DES REMANENTS

2015

David L. Achat

Indicateur	Nature indicateur[#]	Variable réponse étudiée	Cas de sensibilité (informations quantitatives)	
			Seuil indicateur	Gammes indicateur
Indicateur de productivité du site : **indice de qualité du site** (hauteur en mètres à 100 ans)	C	Perte de croissance après 2 éclaircies	< 32 †	28-34
Indicateur de productivité du site : **indice de qualité du site** (hauteur en mètres à 50 ans)	C	Quantité de nutriments exportées lors de récoltes "arbre entier"	≥ 15 (faible densité), ≥ 12 (densité moyenne à élevée)	9-18
			≥ 15	15-24
			≥ 18 (faible densité), ≥ 15 (densité moyenne à élevée)	9-21
Indicateur de productivité du site : **accroissement annuel de la biomasse de troncs** avant récolte	C	Perte de croissance après coupe rase	< 3.9 tonnes/ha/an	2.5-4.3 tonnes/ha/an
Indicateur de productivité du site : **accroissement annuel en volume de troncs**	C	Perte de croissance après 2 éclaircies	< 14.7 m^3/ha/an †	7.8-19.3 m^3/ha/an

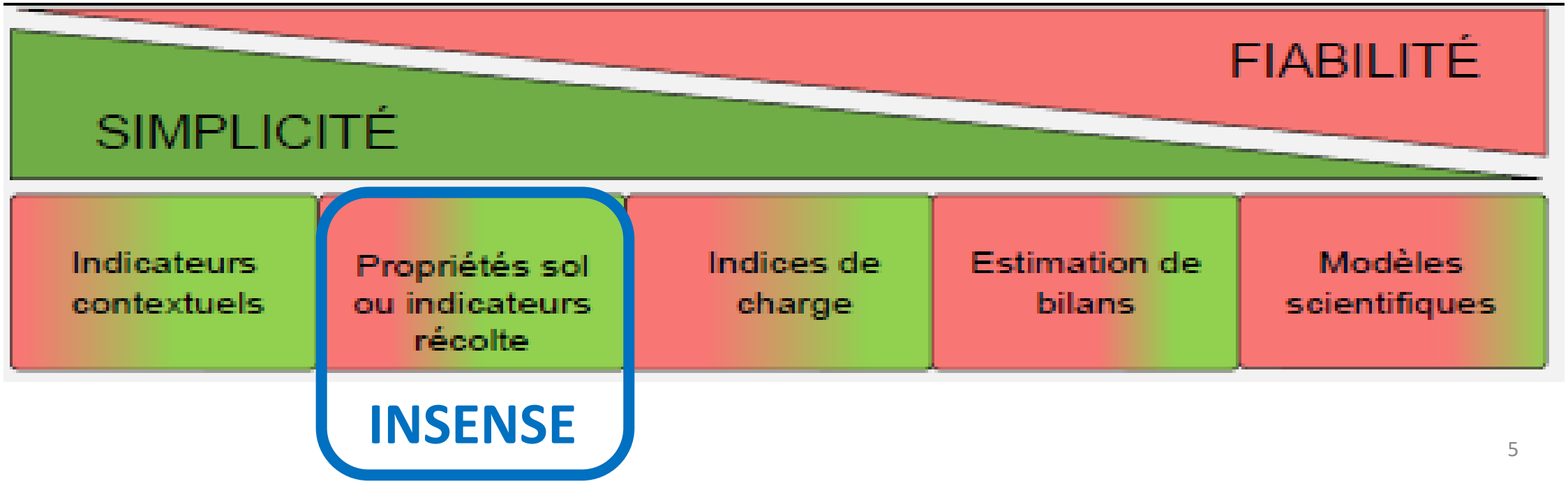
Liste d'indicateurs (extrait) :

aucune propriété du sol ou ensemble de propriétés ne ressort comme expliquant l'intensité des impacts suite à une récolte de rémanents de manière systématique, pour tous les contextes

Liste d'indicateurs (extrait) :

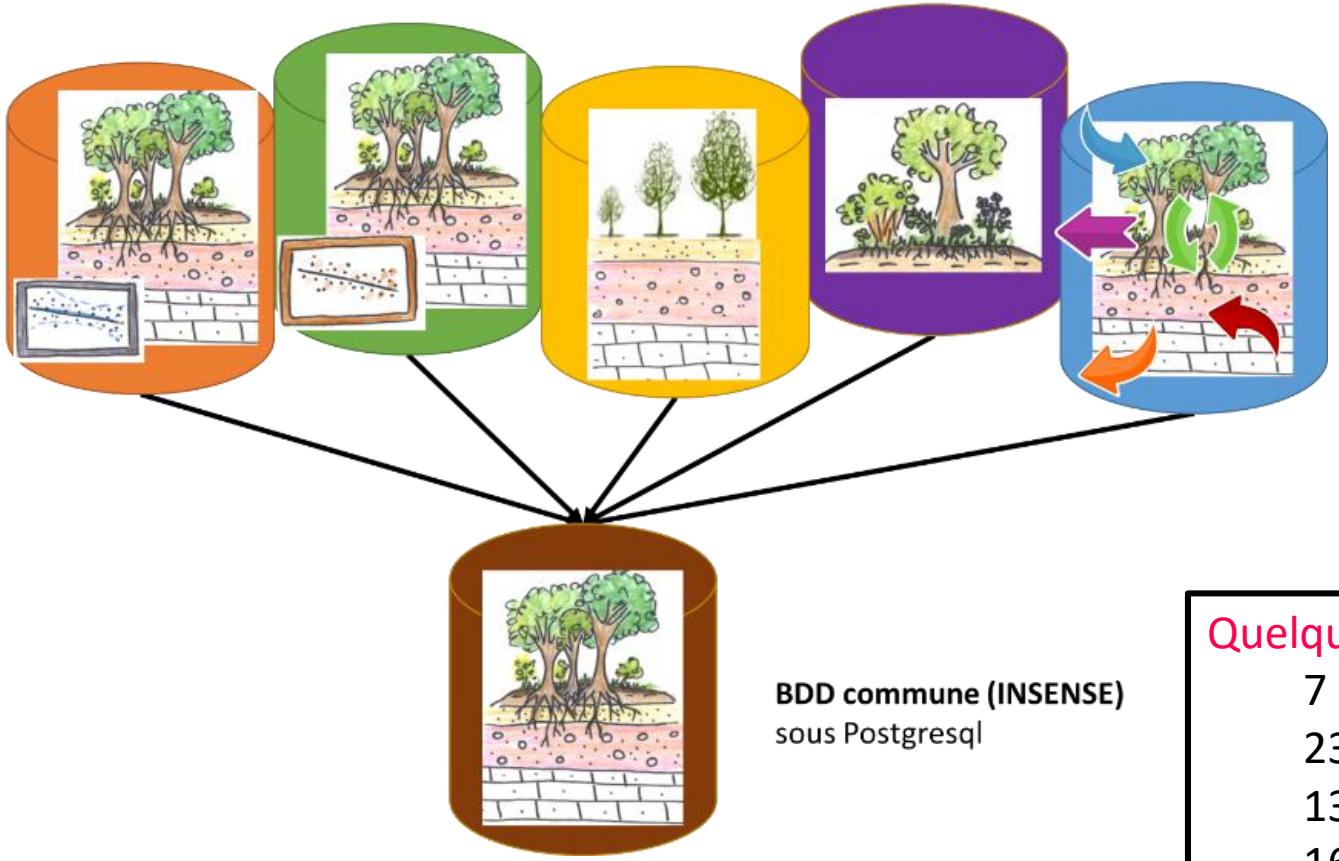
aucune propriété du sol ou ensemble de propriétés ne ressort comme expliquant l'intensité des impacts suite à une récolte de rémanents de manière systématique, pour tous les contextes

Nécessité de produire nos propres indicateurs, adaptés aux forêts françaises

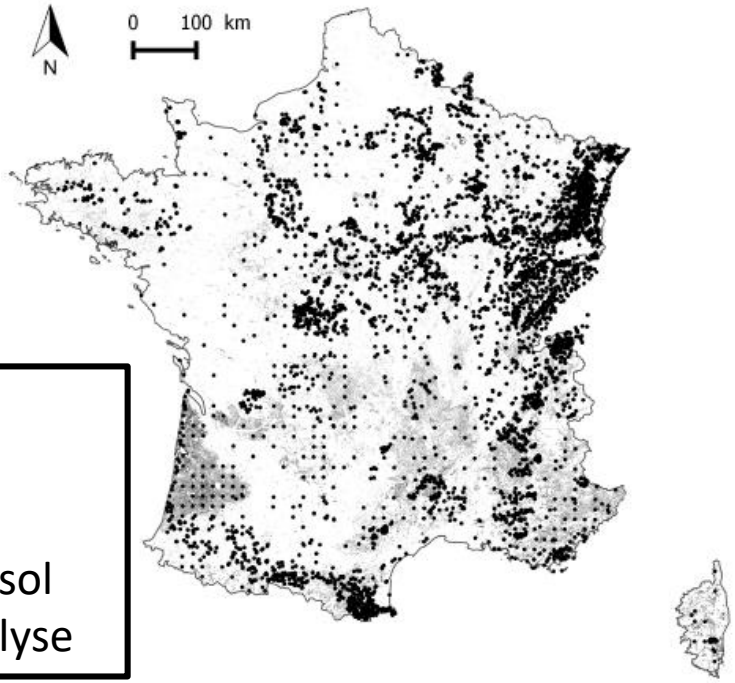


2. mettre en commun des données descriptives et analytiques d'écosystèmes forestiers à l'échelle nationale et locale (moyen : analyste programmeur, 1an)

Sources de données « SOL » : RENECOFOR, BIOSOIL, COOP eco Douglas, COOP eco Chêne, ECOPLANT, sites ateliers, MOS

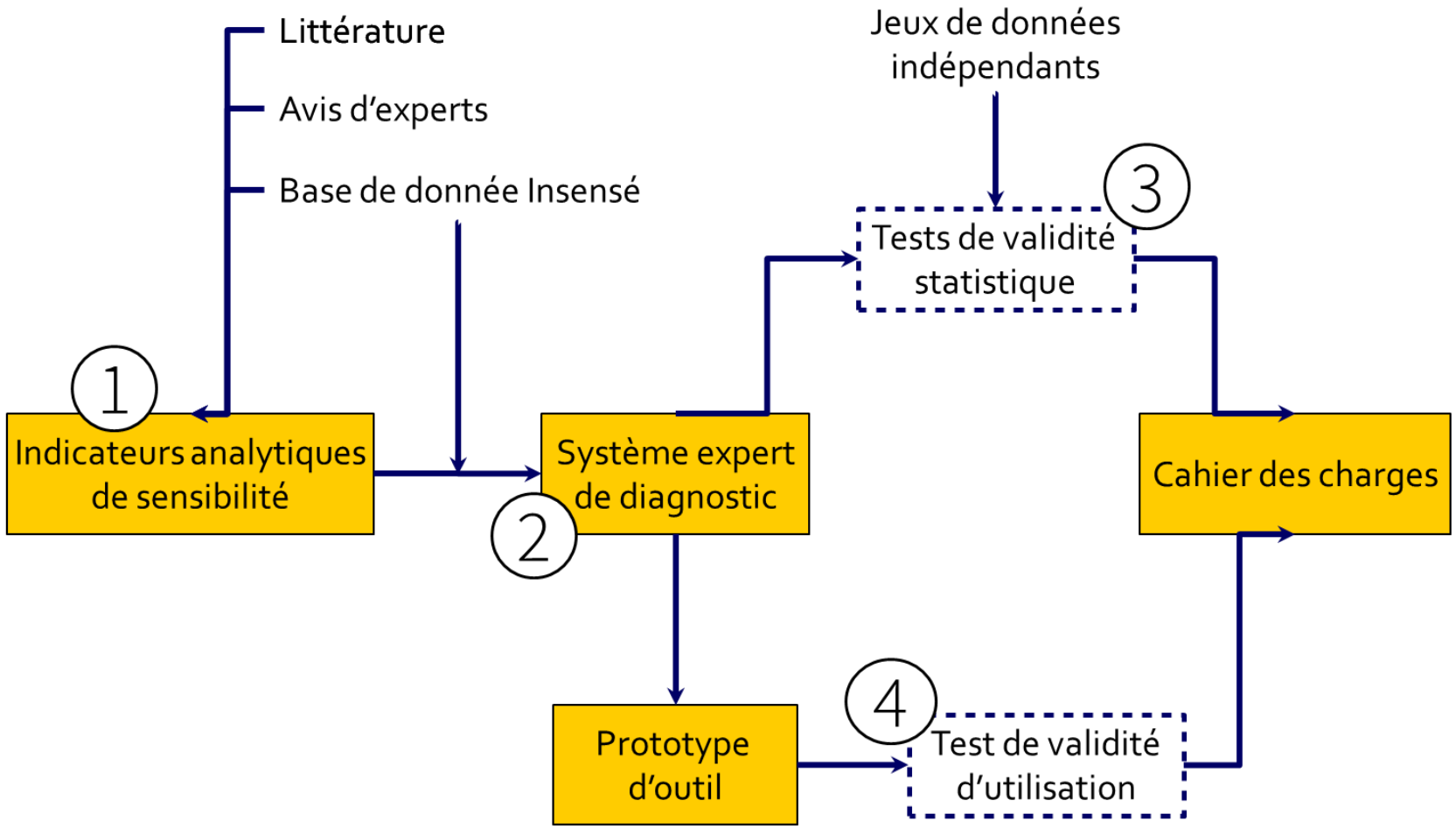


BDD commune (INSENSE)
sous Postgresql

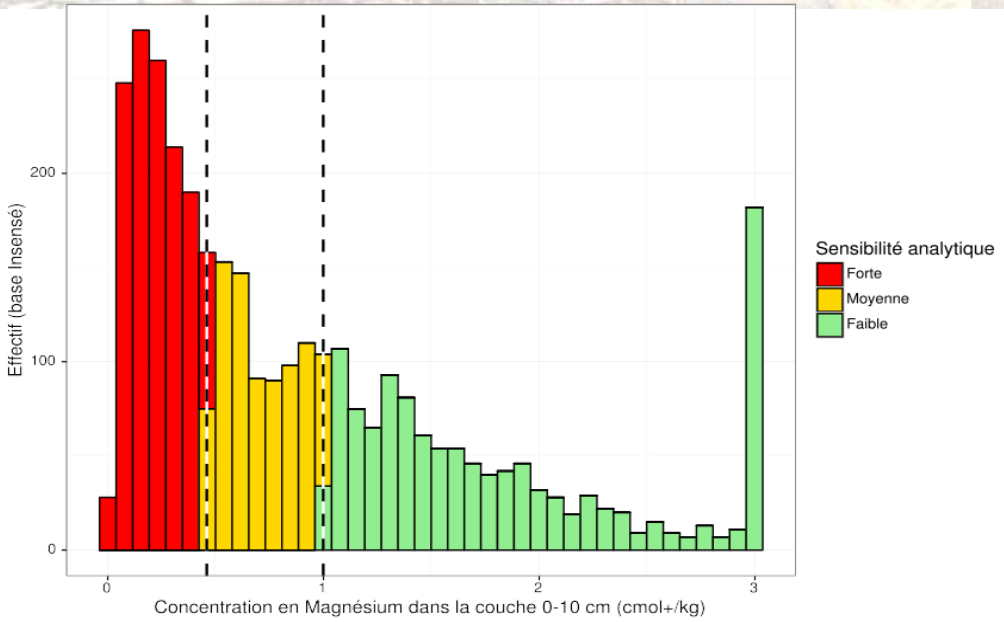


Quelques chiffres
- 7 200 profils
- 23 400 horizons
- 13 000 échantillons de sol
- 165 000 résultats d'analyse

3. Définition et simplification d'un indicateur de la prépondérance des cycles biologiques dans la nutrition des écosystèmes forestiers et test de l'application de ces relations à l'échelle locale (moyen : stage M2)



1 Indicateurs analytiques de sensibilité



Biosoil 2006/2007 - Répartition des analyses de sols en-dessous du seuil de pauvreté :

- Ca éch= 33%
- Mg éch = 33%
- K éch = 45%
- P tot = 35%
- N tot = 15%

2 Système expert de diagnostic (terrain)

1. Sensibilité analytique pour chaque profil et chaque élément

id	Analyses de sol	Descripteurs terrain	Classes de sensibilité
	[éléments]$_{0\text{-}10}$ Ca_{ech}, Mg_{ech}, K_{ech} N_{total}, P_{total}, C_{org}	*Texture (5 classes)* *Prof. Effervescence* *Forme d'humus* *Région écologique* ...	**Faible** **Moyenne** **Forte**

Base de donnée Insensé : + de 7000 profils

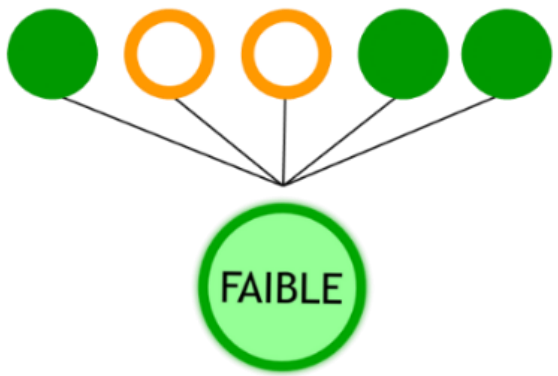
2. Prédiction de la sensibilité grâce aux descripteurs

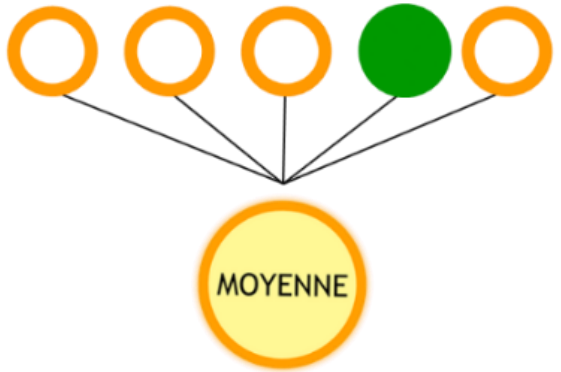
Sélection de variables + statistiques

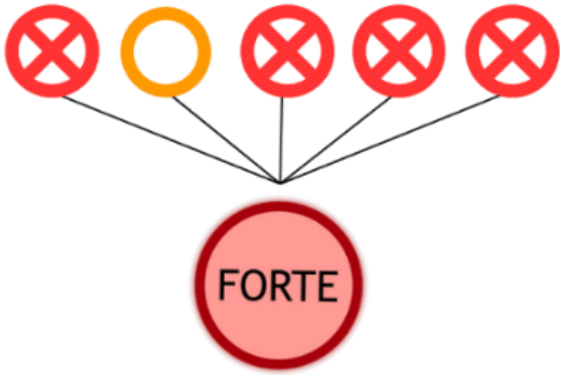
1er niveau d'erreur

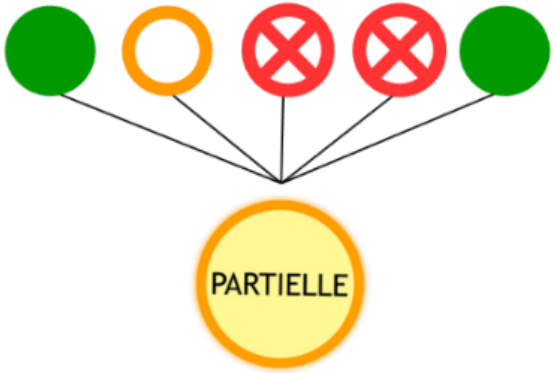
2 Système expert de diagnostic

Besoin de combiner les sensibilités prédites par éléments nutritifs (○ = Ca, Mg, K, P et N) : simplification nécessaire pour être compatible avec les recommandations



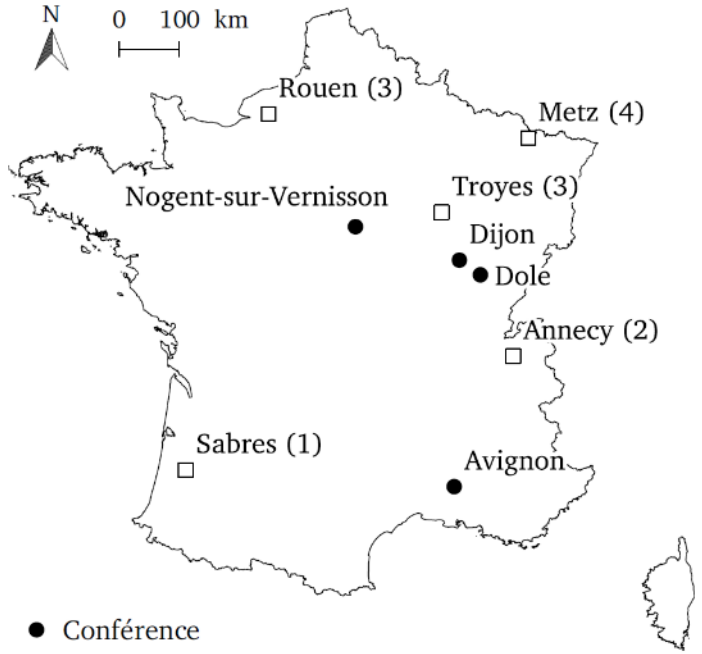


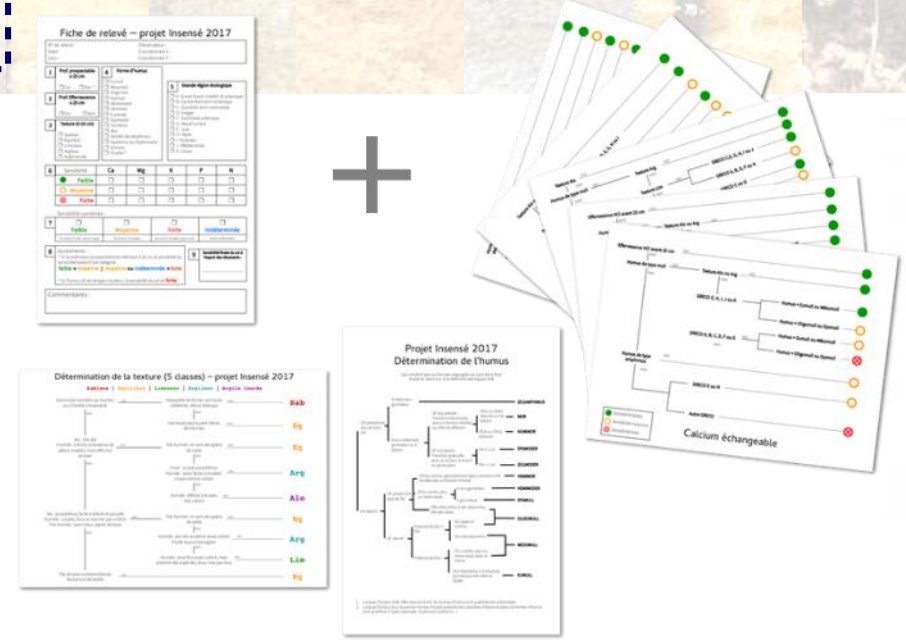




2eme niveau d'erreur

Prototype d'outil → 4 Test de validité d'utilisation

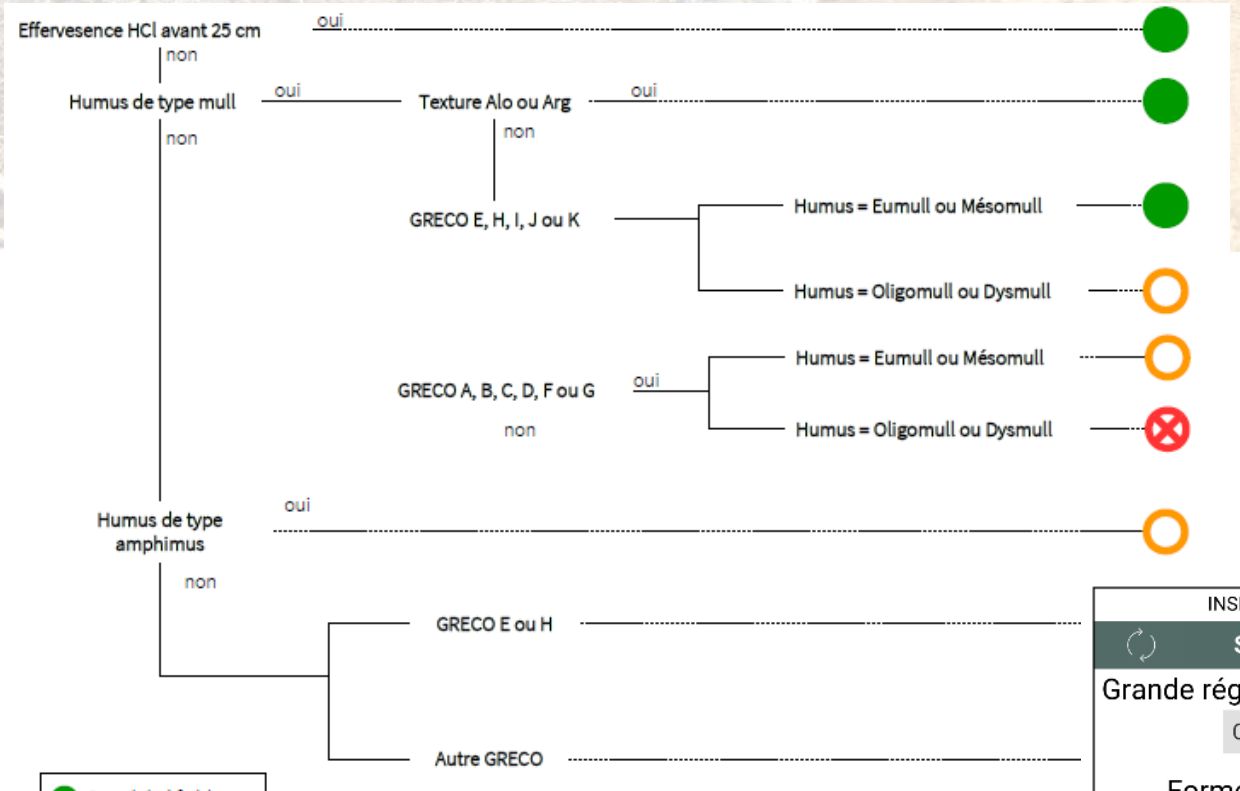




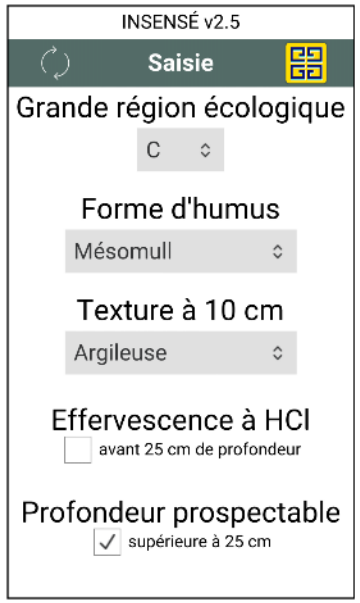
Outil papier

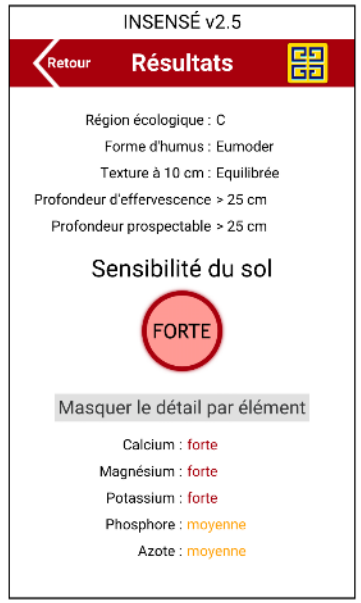
Saisie sur le terrain

Package R + interface web

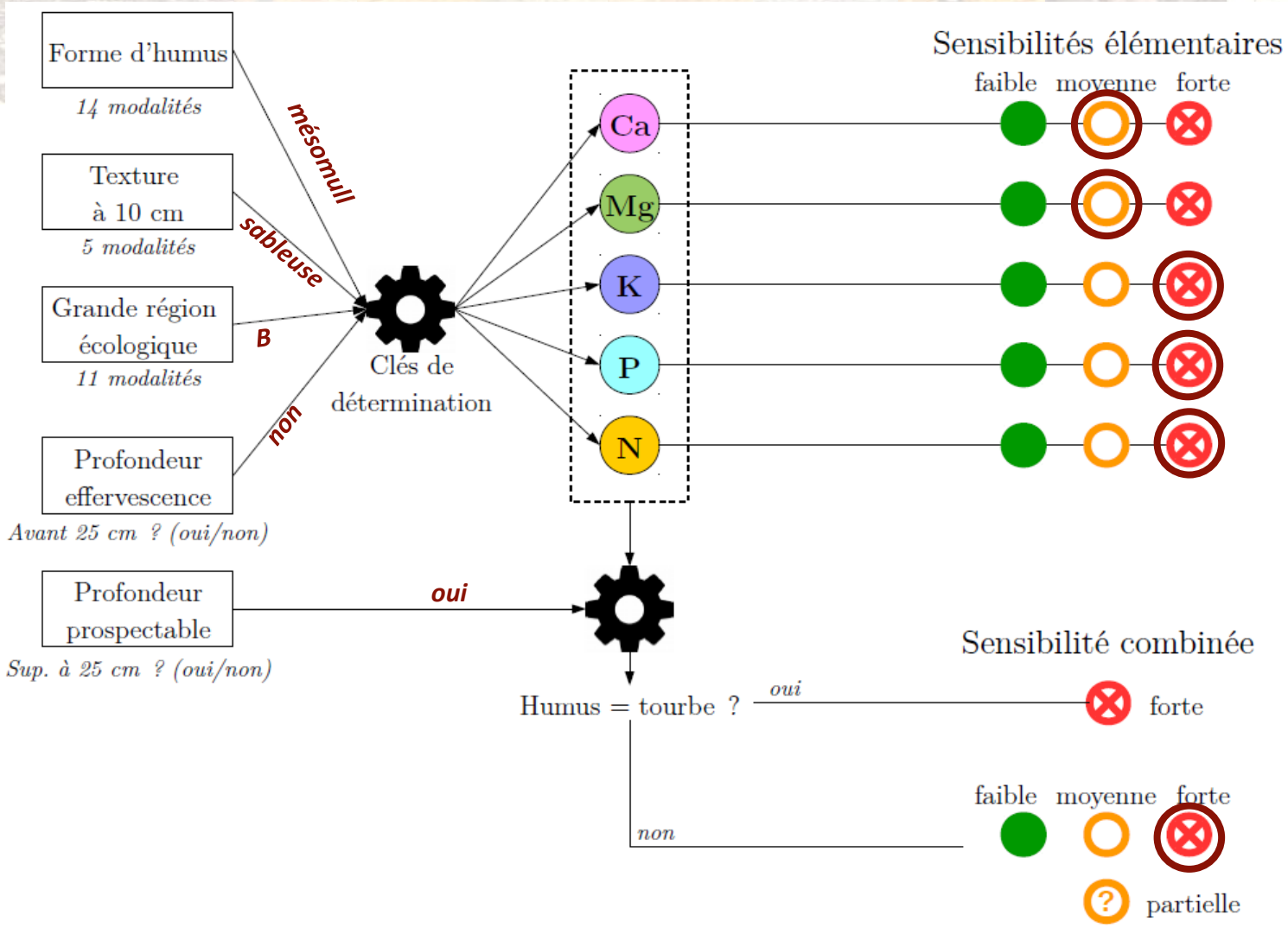


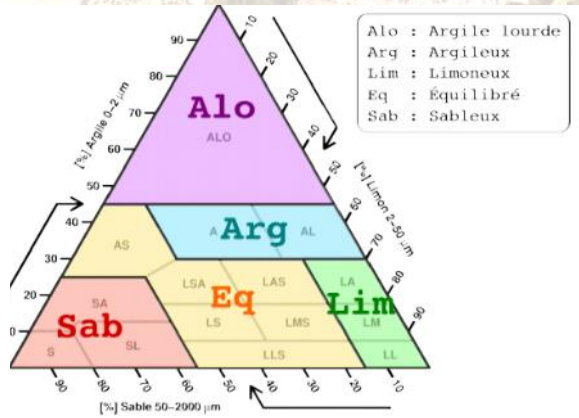
Calcium échangeable

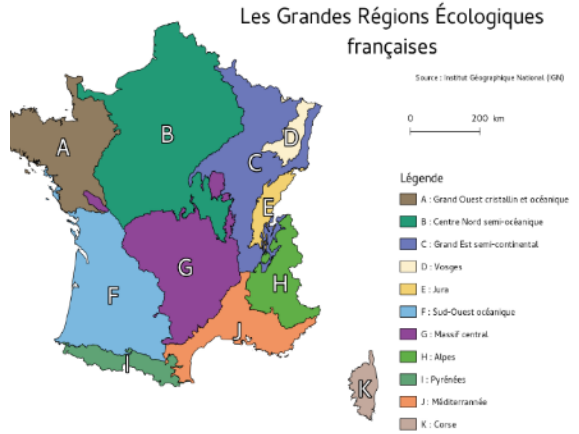




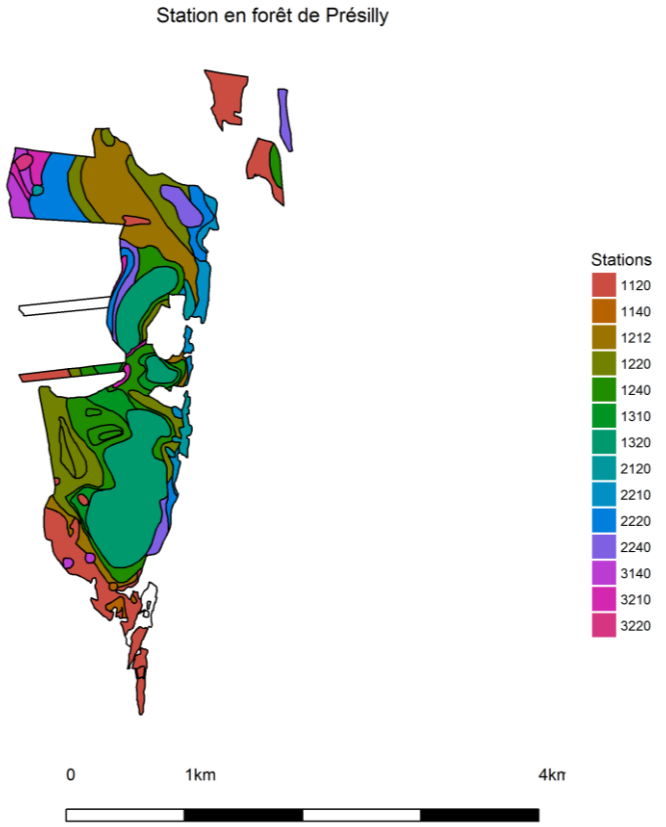
Exemple de relevé local :

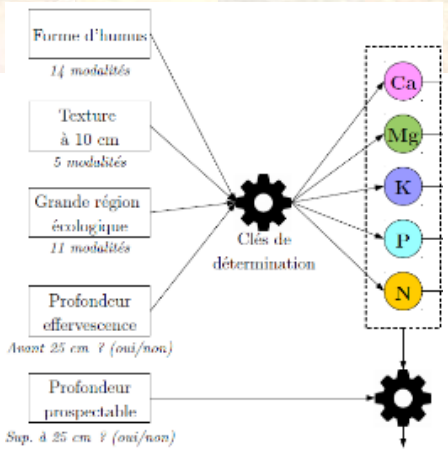


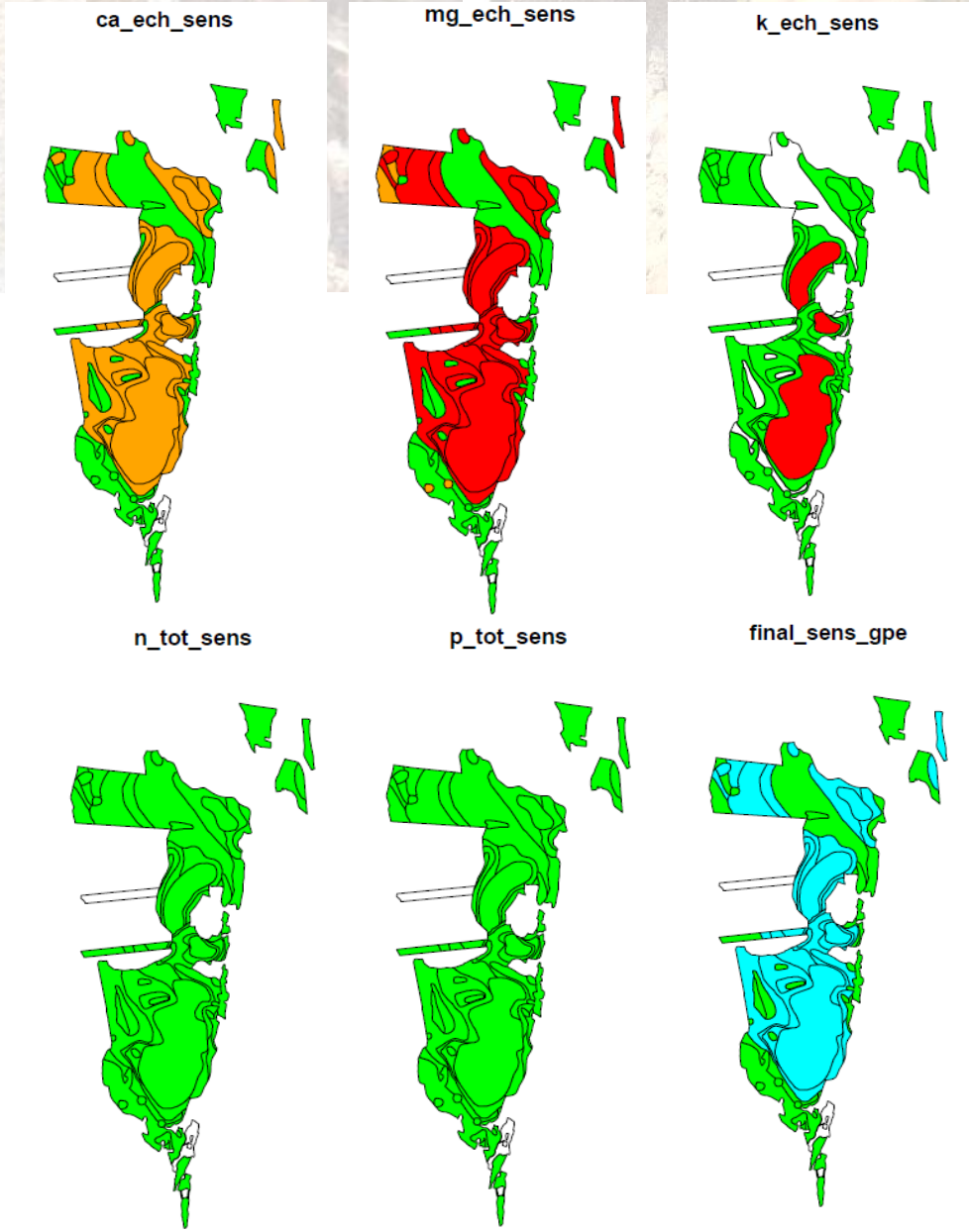




Exemple d'utilisation avec une carte des stations:



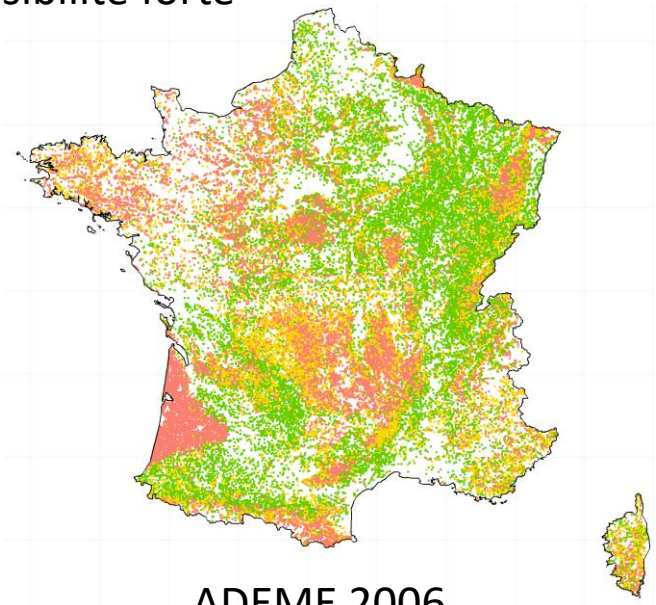




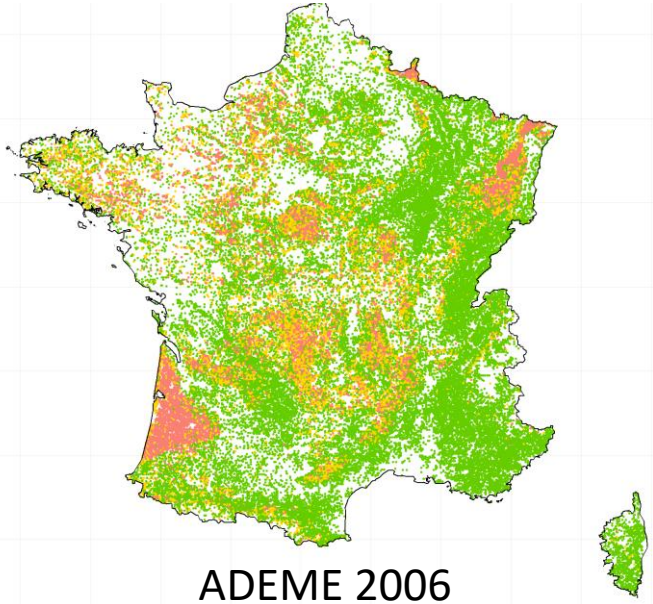
Sensibilité des sols à un export supplémentaire de biomasse

	faible	moyenne		forte
		partielle	moyenne	
Insensé 2017	30	24	23	23
Ademe 2006 avec les formes d'humus	39	30		31
Ademe 2006 avec le pH bio-indiqué	65	20		15
BioSoil (analyses physico-chimiques)	27	24	22	27

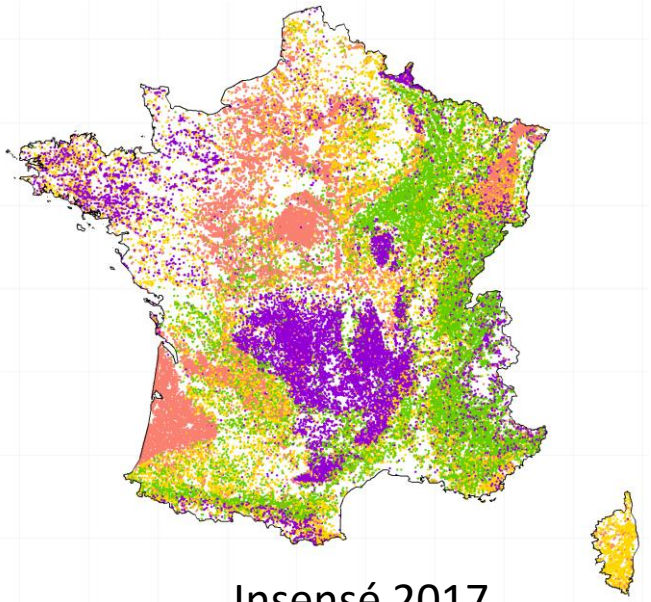
- sensibilité faible
- sensibilité moyenne
- sensibilité partielle
- sensibilité forte



ADEME 2006
forme d'humus



ADEME 2006
pH bioindiqué



Insensé 2017

Gains par rapport au guide ADEME 2006

- Pas de révolution, mais approche complémentaire
  - Diagnostic par région, effet texture mieux pris en compte et prise en compte de la profondeur de sol
- La forme d'humus est une variable très importante
  - Confirmation des conclusions des experts en 2006
  - Nécessité de former
- Amélioration de la fiabilité
  - Peu de faux positifs et faux négatifs (1% contre 7%, sur un jeu de données comportant une majorité de sols peu sensibles)

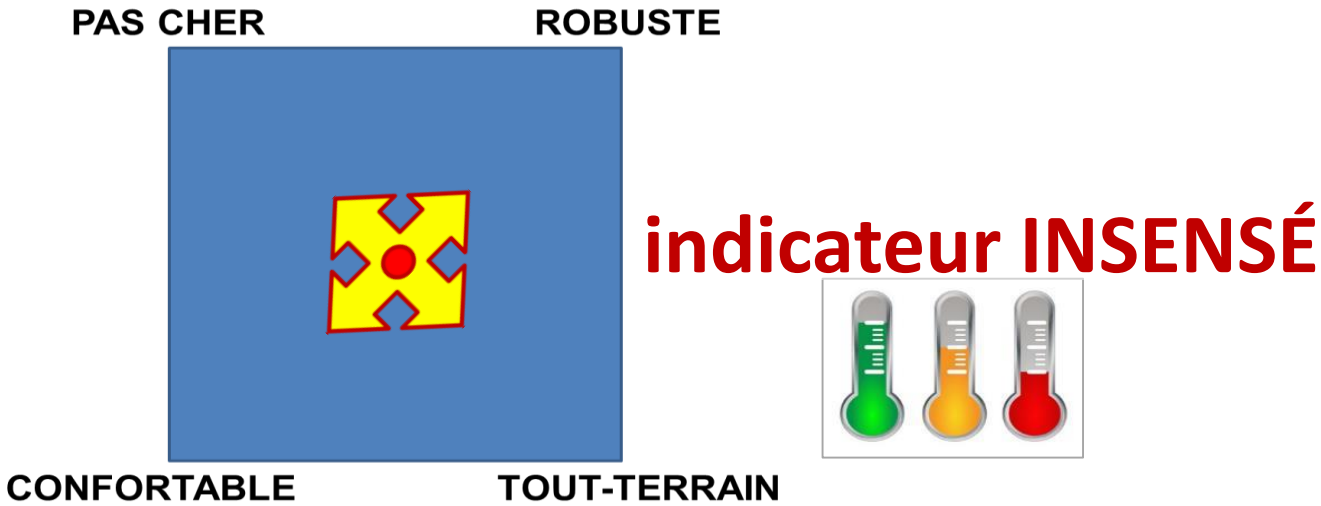
- Cahier des charges :

Robuste : oui, raisonnablement, sous réserve d'une validation correcte ; parfois manque de données

Confortable : oui (application, package R)

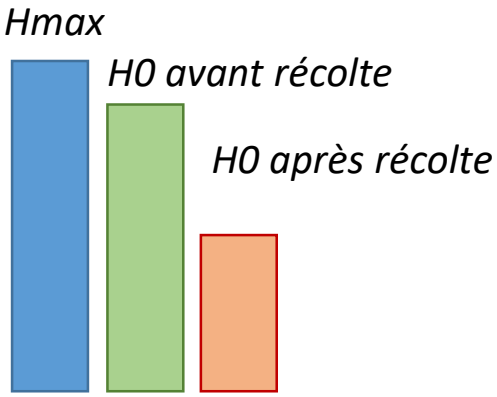
Tout-terrain : oui (clés ; application)

Pas cher : oui (creuser à moins de 25 cm, rapide)

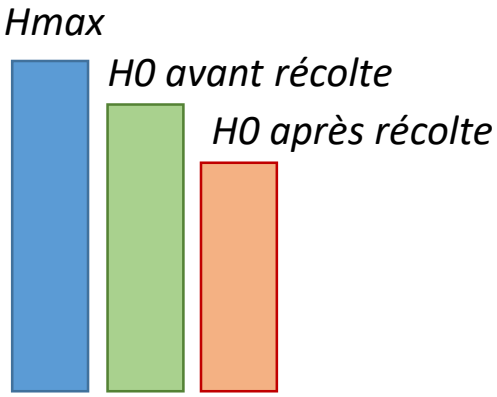


Projet INSENSÉ:
« Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse »
2014-2017

Merci pour votre attention

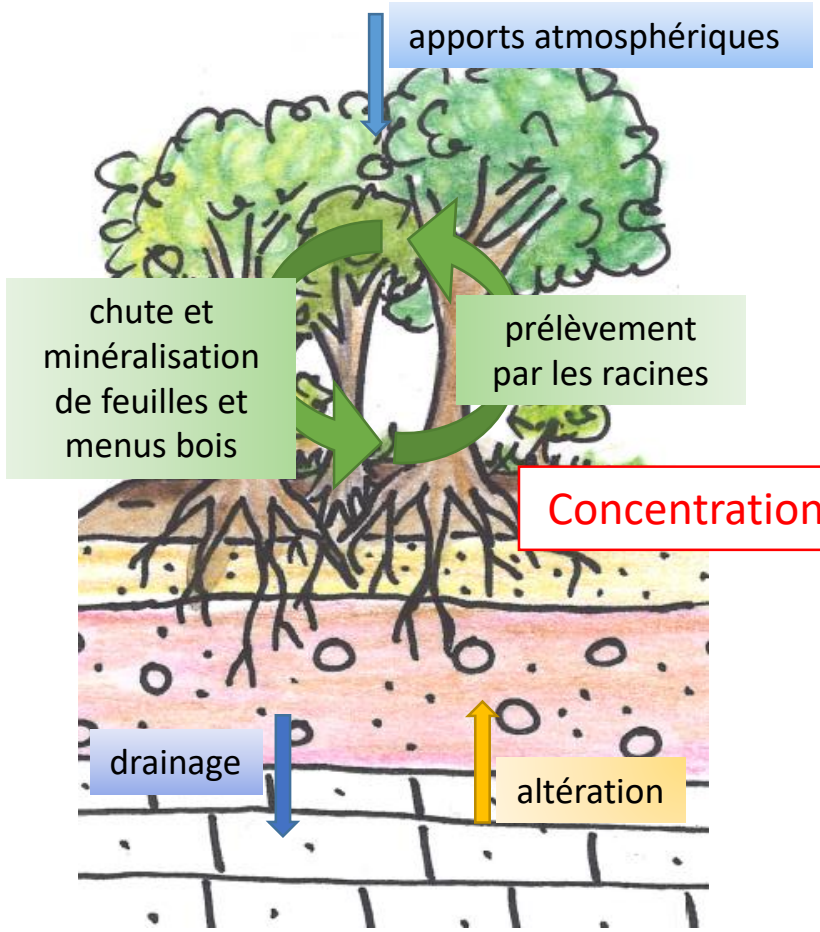


Site 1 :
H0/Hmax élevé
(pools petits mais recyclage actif
=> H0/Hmax fort mais impact fort)



Site 2 :
H0/Hmax élevé
(pools importants => impact faible)

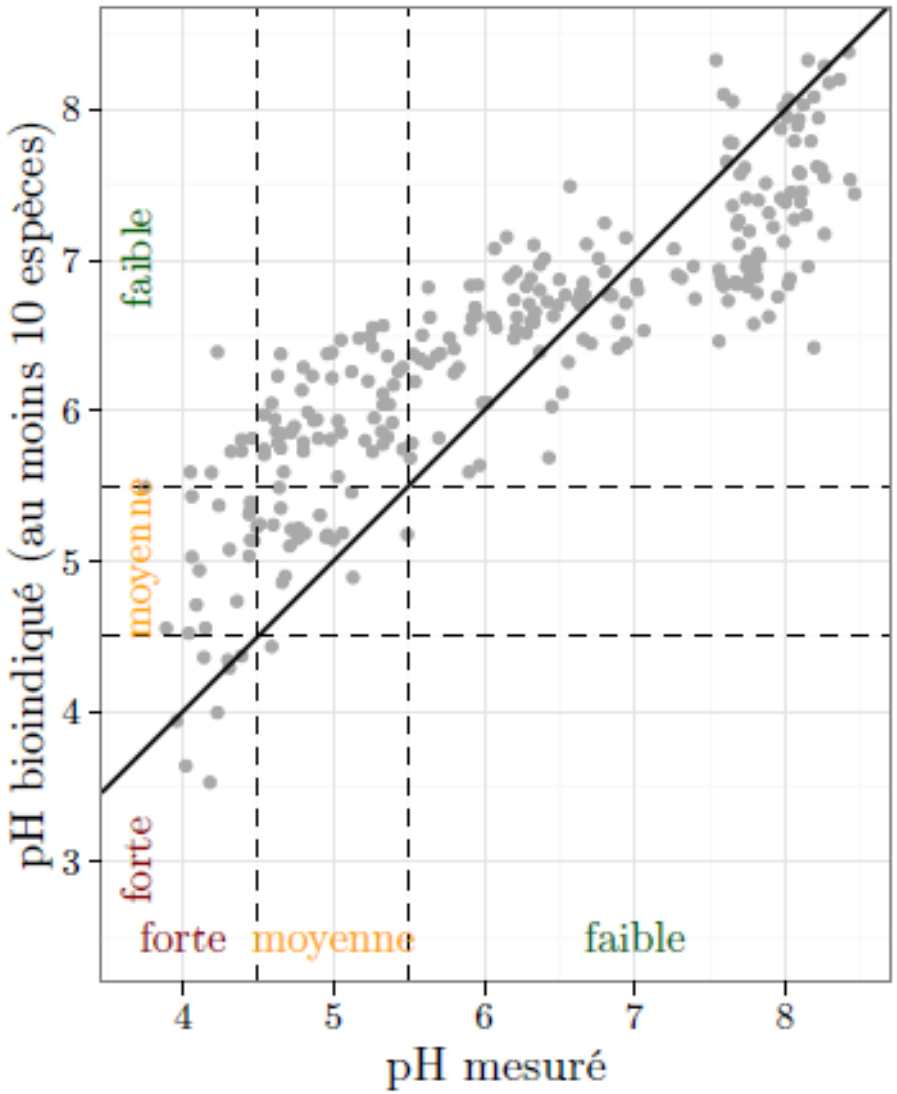
export de biomasse

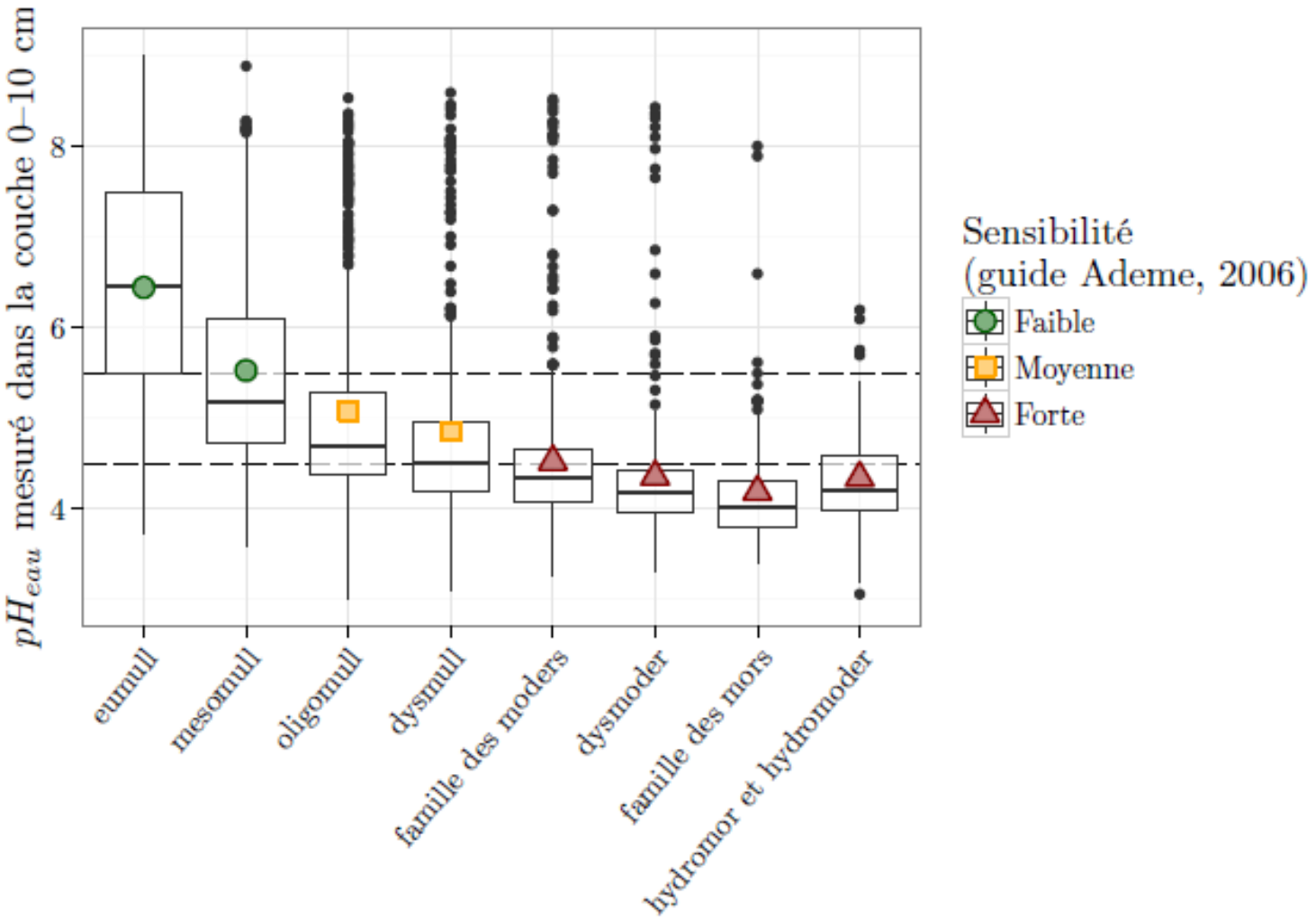


Guide Ademe 2006 – indicateur de la sensibilité des sols à un export de rémanents

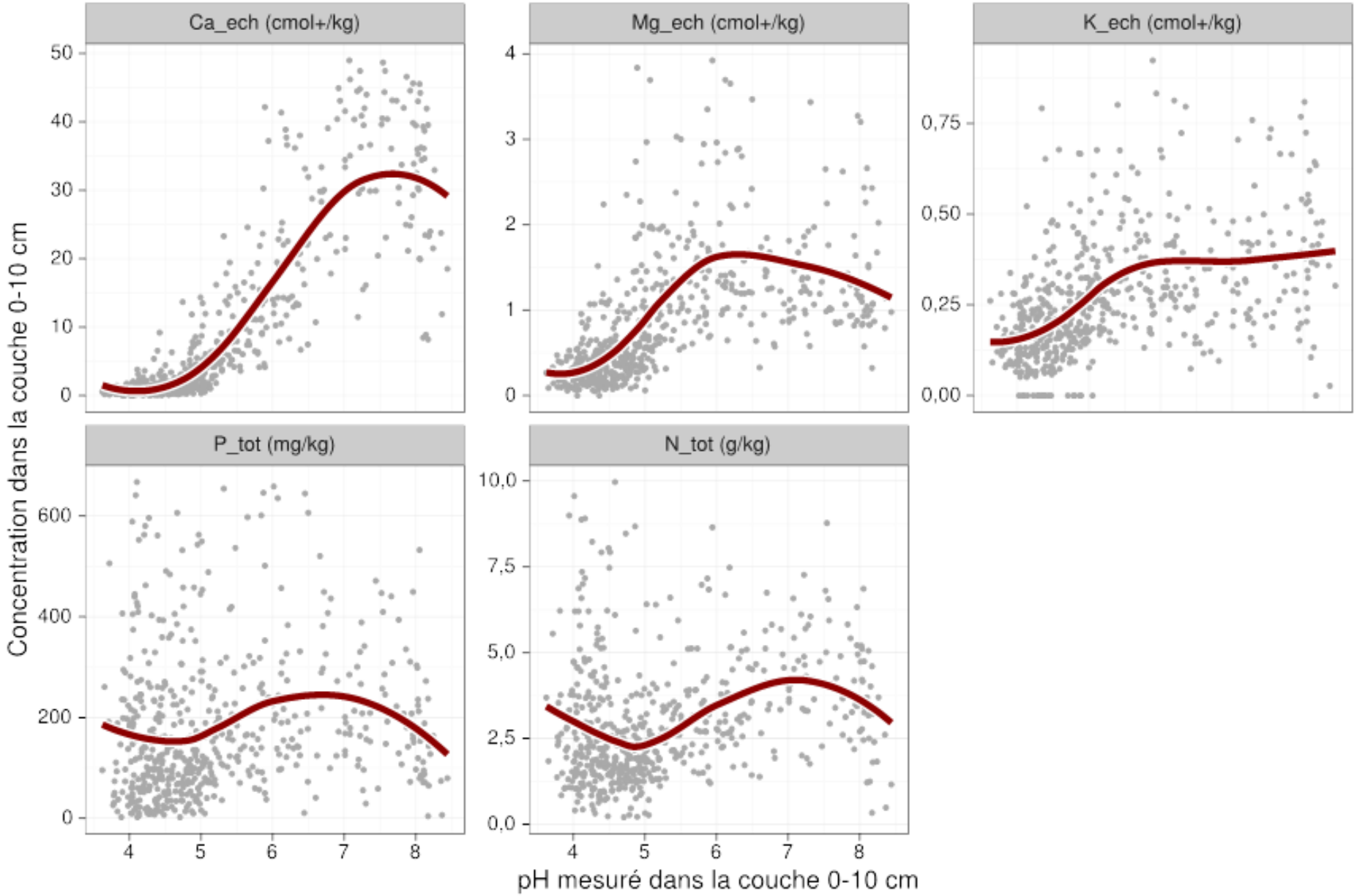
Sensibilité	FORTE pH < 4,5		MOYENNE		FAIBLE pH > 5,5			
Calcaire actif	Pas d'effervescence de la terre fine à HCl dilué							Effervescence
pH horizon A	< 4	]4-4,5]	]4,5-5[	[5-5,5[	[5,5-6[	[6-6,5[	[6,5-7[	> 7
Humus	Mor Dysmoder	Moder	Mullmoder Dysmull	Mull oligo.	Mull méso.	Mull eutro.	Mull calcique	Mull carbonaté

Guide Ademe 2006 – indicateur de la sensibilité des sols à un export de rémanents

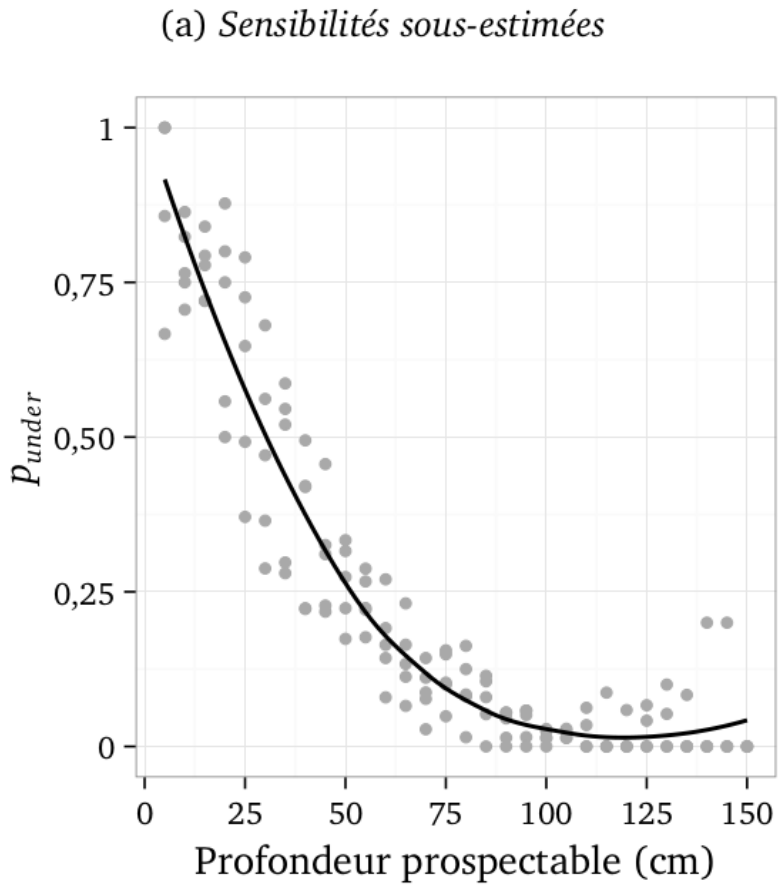


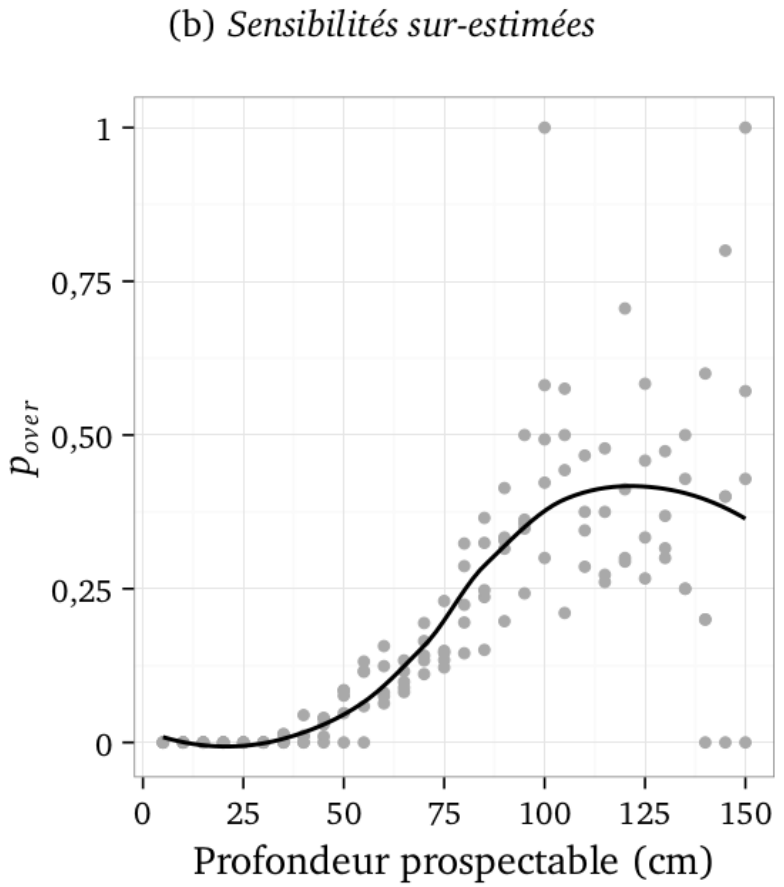


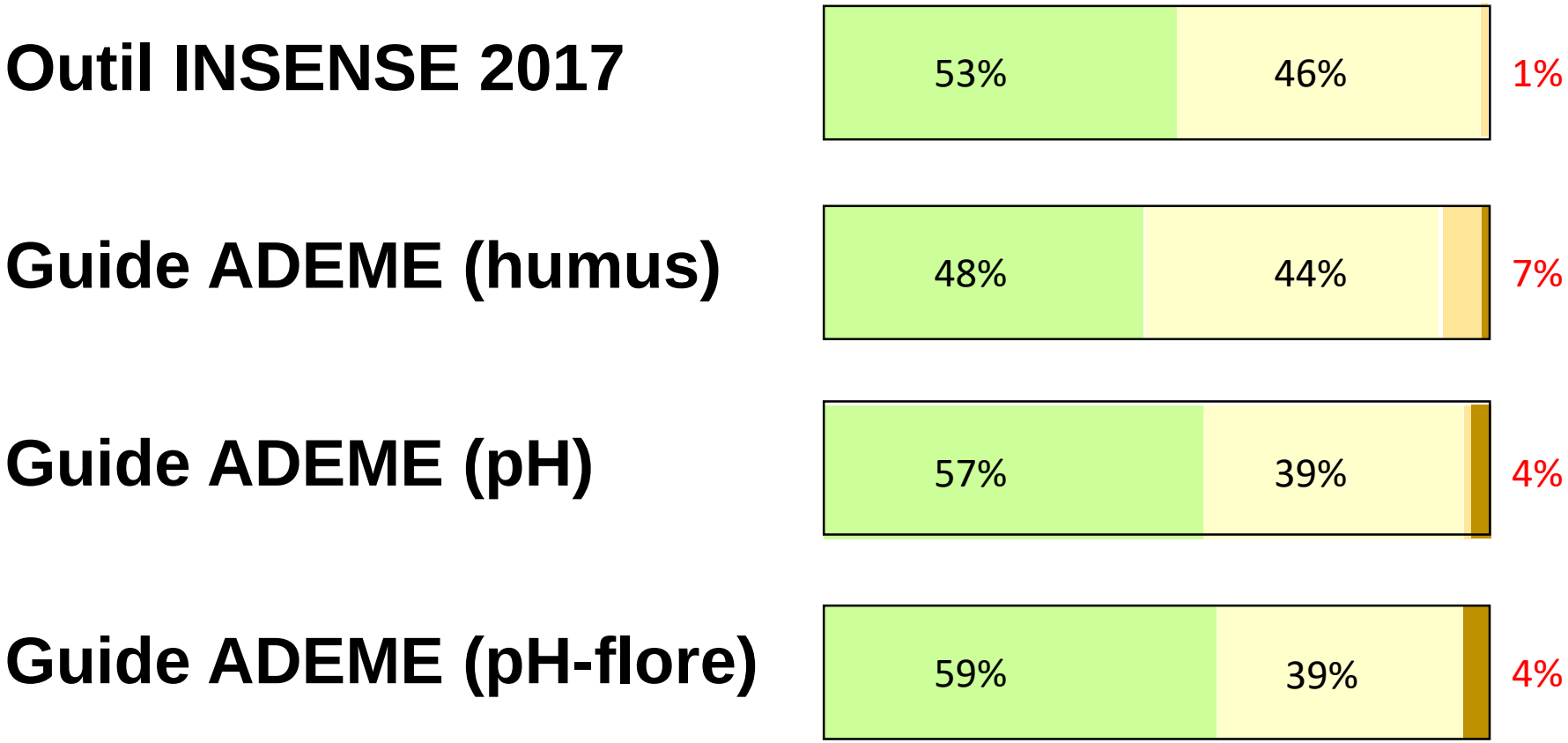
Guide Ademe 2006 – indicateur de la sensibilité des sols à un export de rémanents



Insensé 2017 – effet profondeur du sol sur la représentativité de la couche de surface par rapport au stock total





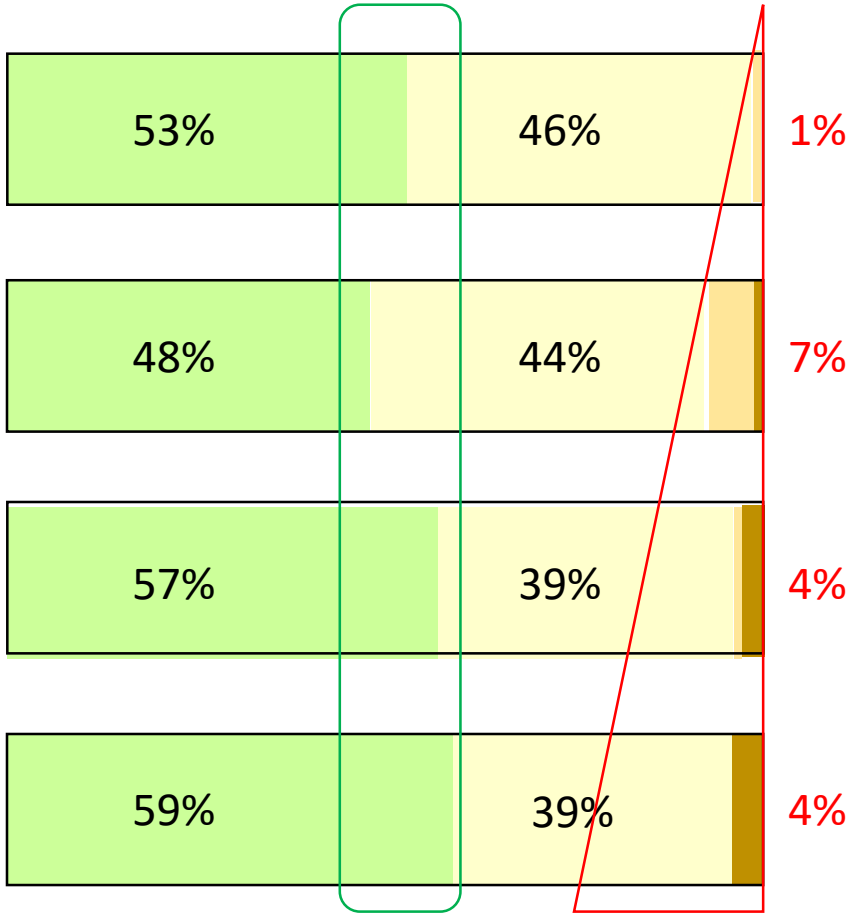

Outil INSENSE 2017
53%
46%
1%
Guide ADEME (humus)
48%
44%
7%
Guide ADEME (pH)
57%
39%
4%
Guide ADEME (pH-flore)
59%
39%
4%
Bien classé
Erreur de *voisinage* (1 classe d'erreur)
Faux positifs (sur-estimation ; 2 classes d'erreur)
Faux négatifs (sous-estimation ; 2 classes d'erreur)

Outil INSENSE 2017

Guide ADEME (humus)

Guide ADEME (pH)

Guide ADEME (pH-flore)



- Outil INSENSE 2017 :

→ niveau similaire de « bonnes réponses »

→ très peu de « très mauvaises réponses »

Répartition des sensibilités (avec les analyses de sol) :

Faible	Moyenne	Forte
45 %	48 %	7 %

Méthode	Faible	Moyenne Partielle	Forte
Outil INSENSÉ	39,5 %	47 %	13,5 %
Ademe 2006 (humus)	46,5 %	31,5 %	22 %
Ademe 2006 (pH mesuré)	61 %	27 %	12 %
Ademe 2006 (pH flore)	83 %	14 %	3 %

Insensé 2017 – % de points IFN par classe de sensibilité et SER

code SER	Nom SER	Faible	Moyenne	Partielle	Forte
A11	Ouest-Bretagne et Nord-Cotentin	0	39	50	10
A12	Pays de Saint-Malo	0	36	52	11
A13	Bocage normand et Pays de Fougères	1	22	68	9
A21	Bretagne méridionale	1	23	61	16
A22	Bocage armoricain	2	37	49	11
A30	Bocage vendéen	2	59	25	14
B10	Côtes et plateaux de la Manche	5	35	5	56
B21	Flandres	16	31	7	46
B22	Plaine picarde	9	57	6	29
B23	Mosan, Thiérache et Hainaut	13	66	1	20
B31	Campagne de Caen et Pays d'Auge	8	18	6	69
B32	Plateaux de l'Eure	1	14	2	83
B33	Perche	2	16	0	82
B41	Bassin parisien tertiaire	6	20	10	64
B42	Brie et Tardenois	16	54	2	28
B43	Champagne crayeuse	23	56	11	9
B44	Beauce	18	27	11	44
C20	Plateaux calcaires du Nord-Est	78	15	7	1
C30	Plaines et dépressions argileuses du Nord-Est	53	30	16	2
C41	Plaine d'Alsace	32	26	20	23
C42	Sundgau alsacien et belfortain	38	32	30	0
C51	Saône, Bresse et Dombes	29	44	25	2
C52	Plaines et piémonts alpins	54	29	15	2
D11	Massif vosgien central	3	26	12	59
D12	Collines périvosgiennes et Warndt	17	38	20	26
E10	Premier plateau du Jura	78	12	9	1
E20	Deuxième plateau et Haut-Jura	70	7	19	4

DELAI DE LIVRAISON

PRIX

QUALITE

Un indicateur « insensé » doit :

Pas d'analyse chimique en laboratoire → **PAS CHER**

Fiable pour toutes les forêts françaises → **ROBUSTE**

Simple d'emploi et ergonomique → **CONFORTABLE**

Utilisable directement dans la parcelle → **TOUT-TERRAIN**

PAS CHER ⟷ ROBUSTE

CONFORTABLE ⟷ TOUT-TERRAIN

PAS CHER

ROBUSTE

CONFORTABLE

TOUT-TERRAIN

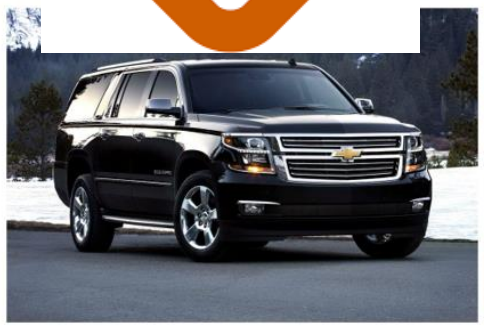
PAS CHER

ROBUSTE

CONFORTABLE

TOUT-TERRAIN

Un indicateur « insensé » doit :



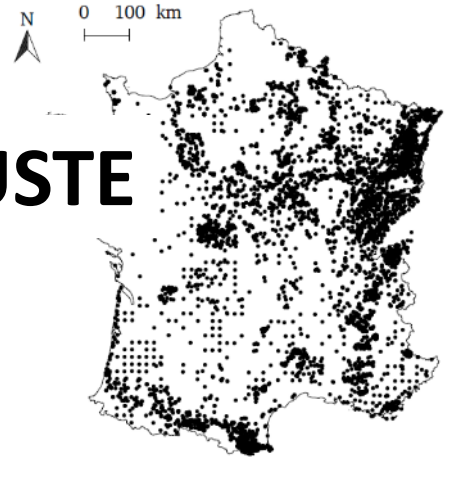
- **PAS CHER**
- **ROBUSTE**
- **CONFORTABLE**
- **TOUT-TERRAIN**

Un indicateur « insensé » doit :

un chercheur INSENSÉ
après quatre année de travail
pour un projet INSENSÉ

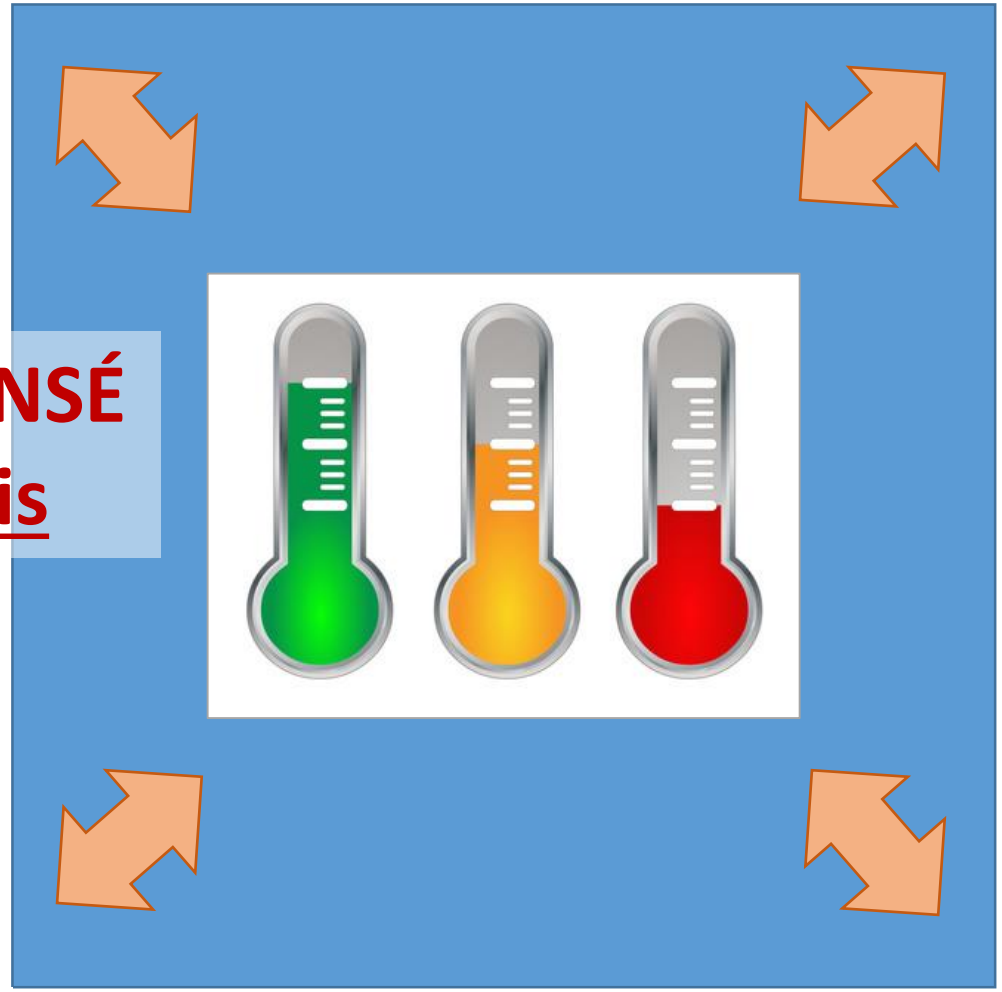
- **PAS CHER**
- **ROBUSTE**
- **CONFORTABLE**
- **TOUT-TERRAIN**

PAS CHER



ROBUSTE

un indicateur INSENSÉ
est un compromis



CONFORTABLE

TOUT-TERRAIN