



HAL
open science

Construction des indicateurs de durabilité, principe généraux, spécificités dans les approches multicritères et ex ante

Christian C. Bockstaller

► To cite this version:

Christian C. Bockstaller. Construction des indicateurs de durabilité, principe généraux, spécificités dans les approches multicritères et ex ante. Évaluation multicritère de la contribution des systèmes de cultures au développement durable, May 2012, Toulouse, France. hal-02802487

HAL Id: hal-02802487

<https://hal.inrae.fr/hal-02802487v1>

Submitted on 5 Jun 2020

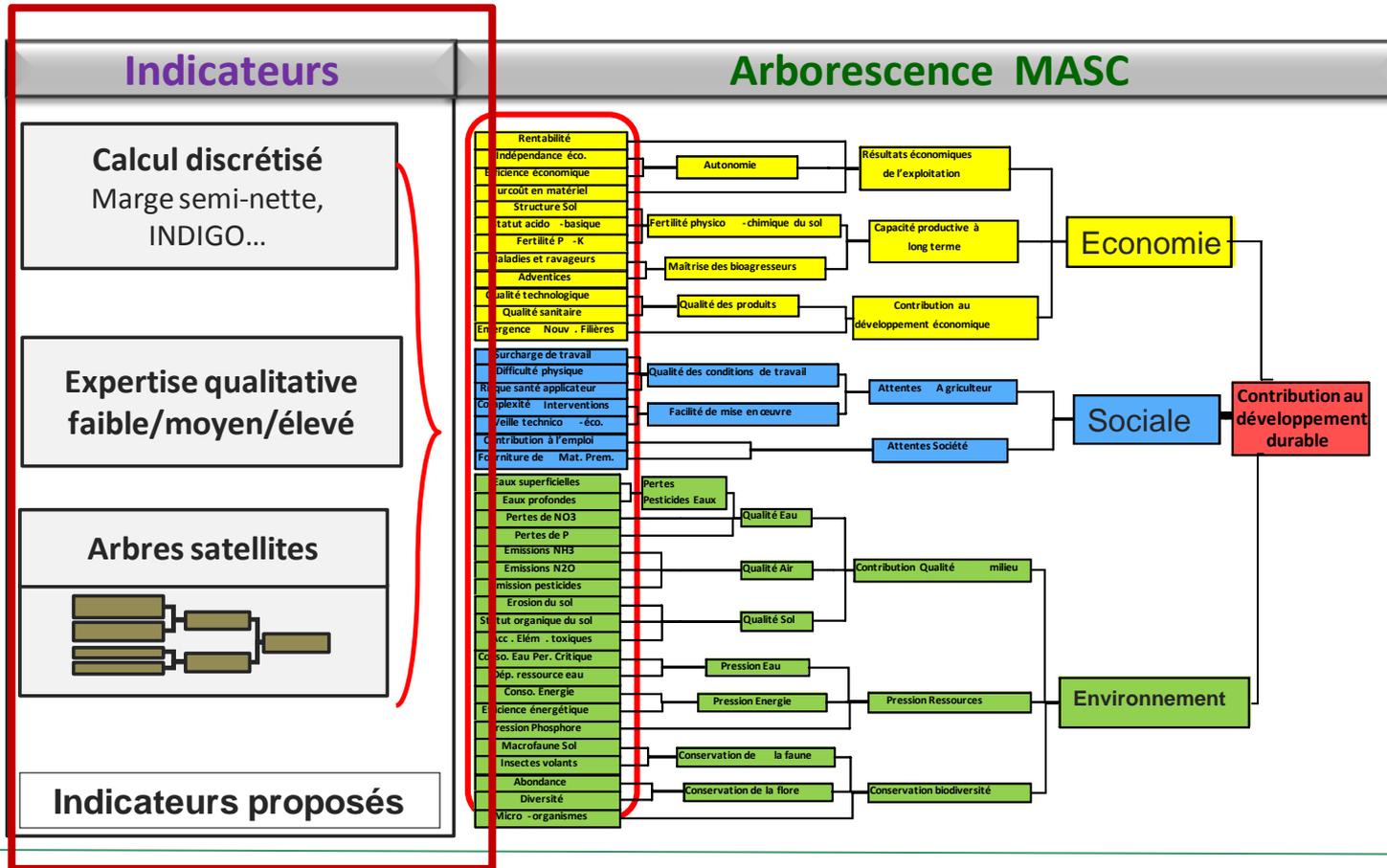
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.

Introduction



- Utilisation de différents indicateurs pour évaluer les critères de MASC et d'une procédure d'agrégation



Du développement durable aux indicateurs

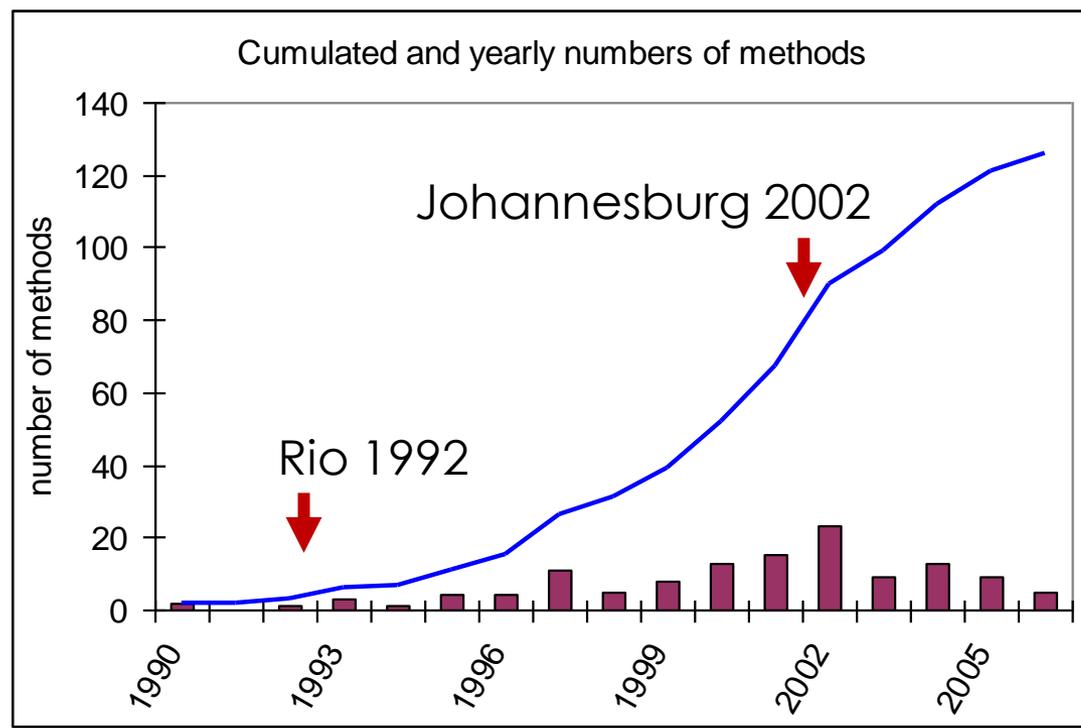


- Le développement durable :
 - Fédérateur mais une multiplicité de définitions
 - Non applicable ni mesurable
 - « Illusion motrice » (Lacousmes 2005) ?
- Un consensus sur la nécessité d'outils d'évaluation de type indicateurs





- Un foisonnement de méthodes basées sur des batteries d'indicateurs
- Une « explosion d'indicateurs » (Riley 2001)

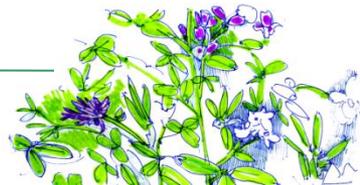


(Rosnoble et al. 2006)





- Objectifs de la présentation:
 - Donner une vue d'ensemble de différents indicateurs
 - Exemple sur quelques thématiques
 - Aspects méthodologiques
 - L'agrégation





Une démarche d'évaluation en 5 étapes (adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des **utilisateurs** et des **objectifs**
2. **Construction** des indicateurs
 - hypothèses de base
 - sélection/construction proprement dite
 - agrégation des indicateurs
3. Détermination des **références**
4. Test de **sensibilité**
5. **Validations**





Une démarche d'évaluation en 5 étapes

(adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des **utilisateurs** et des **objectifs**

→ Les **préalables** à l'évaluation

2. Construction des indicateurs

- hypothèses de base
- sélection/construction proprement dite
- agrégation des indicateurs

3. Détermination des références

4. Test de sensibilité

5. Validations

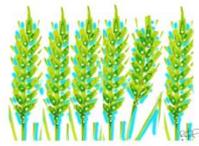




Les préalables à l'évaluation



EVALUER POURQUOI ?



- Quel diagnostic préalable motive l'évaluation ?
 - Quel est le degré de gravité du problème
 - Quels sont les processus (physiques, sociaux, etc.) impliqués
 - Quelle est la part de responsabilité de différents acteurs (Ex : origine agricole/non agricole)





Origine et Objectifs de l'outil MASC



Objectif :

Evaluer et trier des SdC selon le cahier des charges du dvpt durable

Publics et situations décisionnelles visées :

Sélection *a priori* des SdC avant mise en œuvre au champ_____



Diagnostic /communication sur des expérimentations SdC_____



Evaluation prospective à l'échelle territoriale_____



Aide à la réflexion d'agriculteurs sur les améliorations possibles de leurs SdC__



Sensibilisation et formation_____



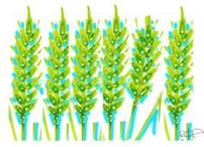
EVALUER POUR QUOI ?



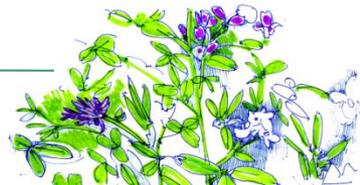
- Pour **estimer** ou **mesurer**
 - Bilan d'une action (*a posteriori*, **ex post**)
 - En identifiant les causes (diagnostic)
 - Suivi de l'évolution d'une situation, action (alerte) en cours (**in itinere**), voire en temps réel
 - Evaluation a priori d'actions (*a priori*, **ex ante**)
- Pour **décider/agir**
 - Pilotage (décision en temps réelle)
 - Proposer des améliorations afin de progresser vers la réalisation des objectifs
 - Proposer/choisir des actions
- Pour de la **communication**



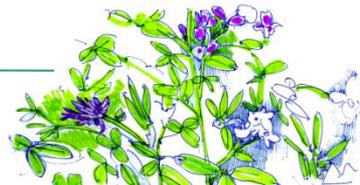
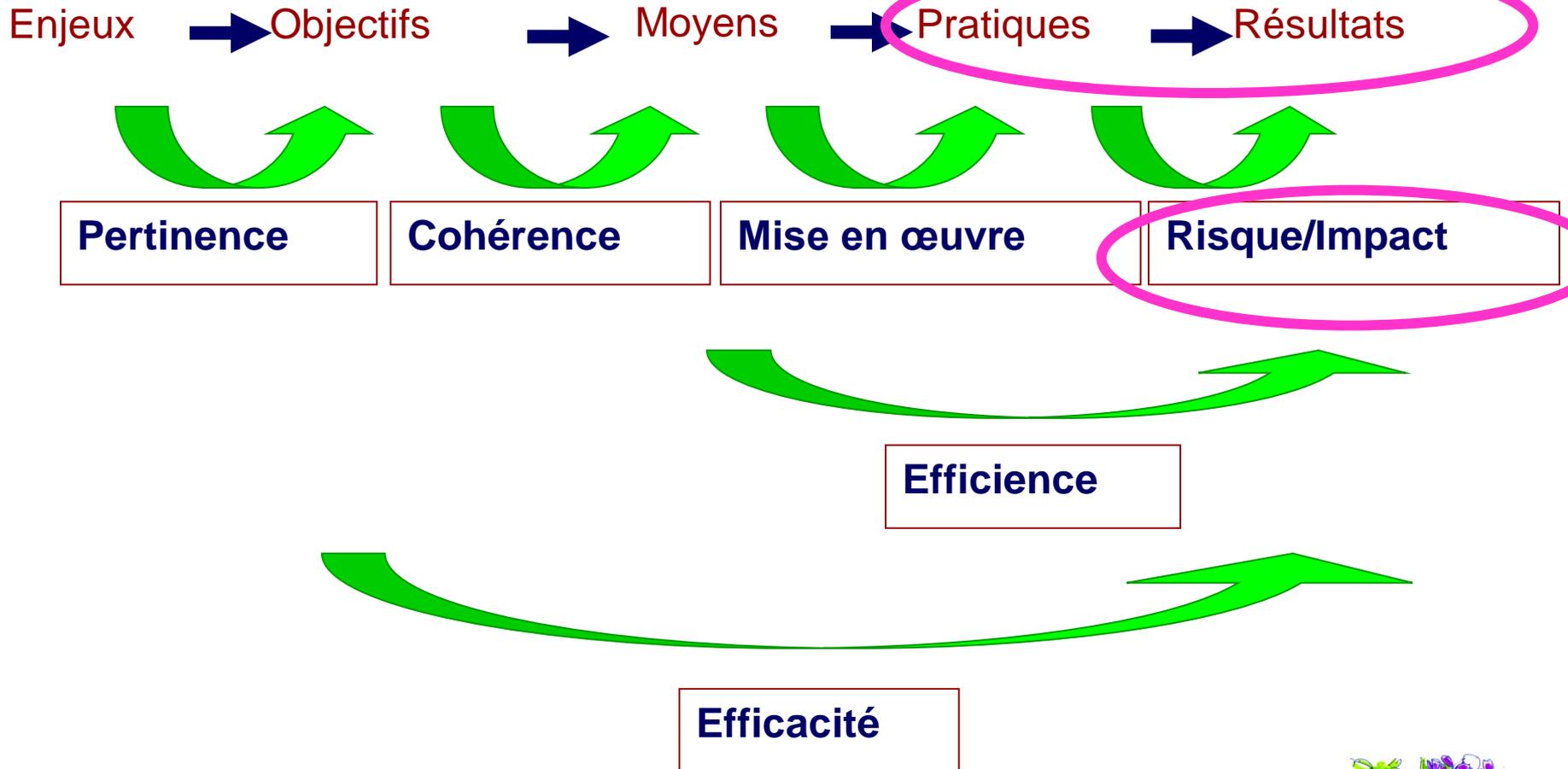
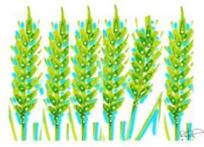
EVALUER POUR QUI ?



- Différents publics peuvent être visés
 - décideurs
 - gestionnaires de l'environnement
 - chercheurs/techniciens
 - agronomes
 - en environnement
 - agriculteurs directement ?
 - protecteurs de la nature/consommateurs



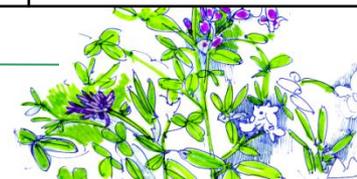
EVALUER QUOI ?



Structuration des indicateurs



Caractéristiques de compartiment environnementaux	Objectifs	Impacts	Services écosystémiques (fonctions)	Propriétés systémiques
Eau sout.	Réduction lixiviation	Eutrophisation	Epuration eau	Existence
Eau superf.	Amélioration qualité eau	Ecotoxicologie aquatique	Contrôle biologique	Efficacité
Air	Réduction émission	Effet de serre	Pollinisation	Autonomie
Sol	Protection sols	Eutrophisation terrestre	Fertilité des sols	Sécurité
Ressources non renouvelables	Conservation des ressources	Epuisement des ressources	Production	Adaptabilité
Biodiversité	Conservation de la biodiversité		Valeur patrimoniale	Coexistence





Une démarche d'évaluation en 5 étapes

(adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des utilisateurs et des objectifs

2. **Construction** des indicateurs

- hypothèses de base

Choix du type d'indicateurs, des échelles, etc.

- sélection/construction proprement dite

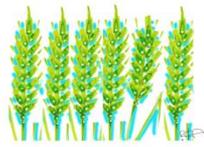
- agrégation des indicateurs

3. Détermination des références

4. Test de sensibilité

5. Validations

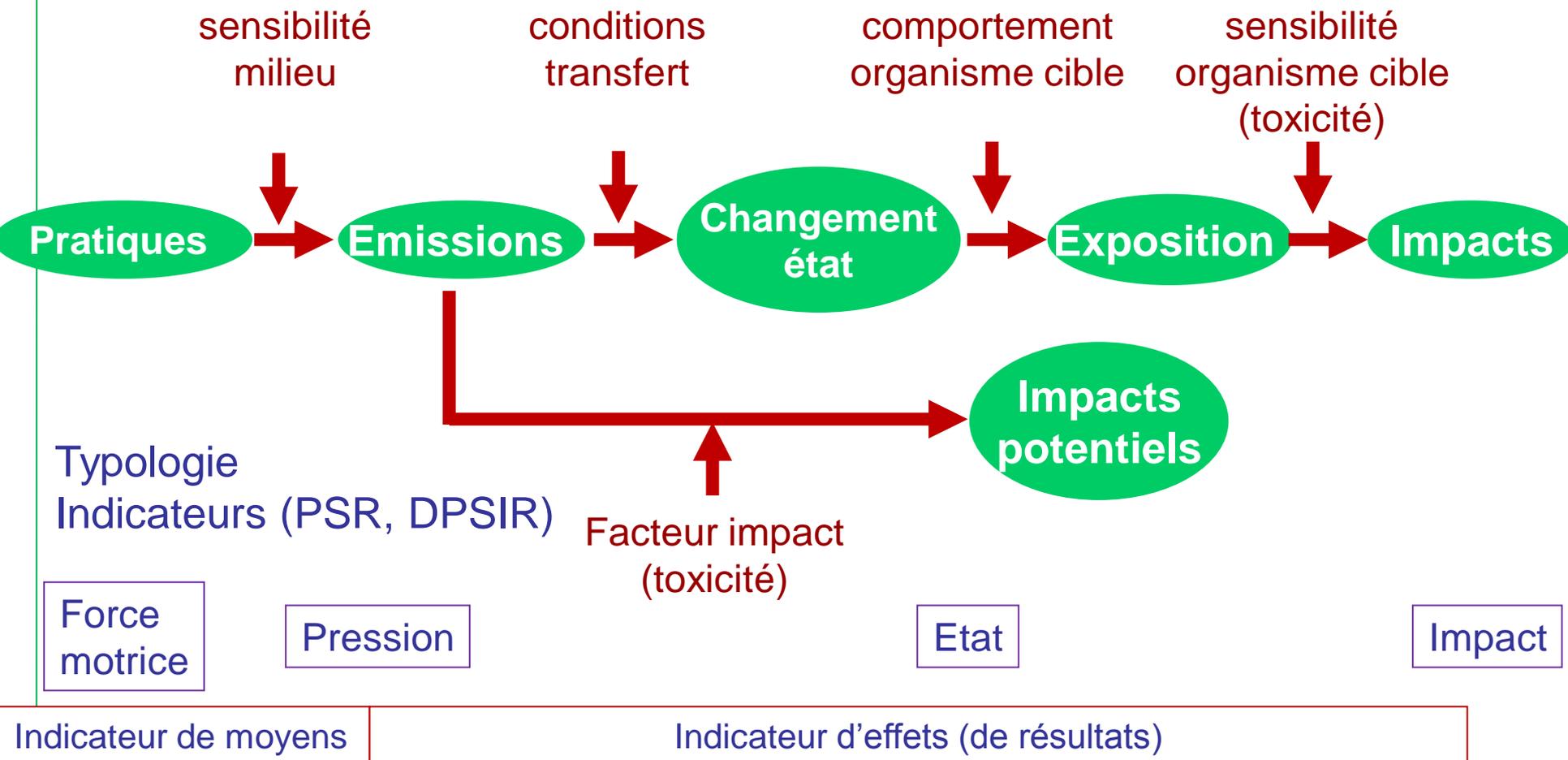




La construction/le choix des indicateurs : hypothèse de base



Des pratiques aux impacts - Des impacts aux indicateurs

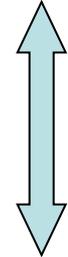
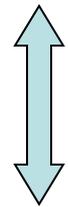
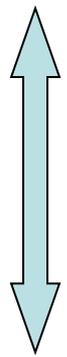


Mesurer les impacts directement: grande difficulté méthodologique (définition, complexité du système) et de moyens (faisabilité)
⇒ Recours à des INDICATEURS





Puissance explicative



Indicateur simple
 $x_1, x_2, x_1/x_2, x_1-x_2$
 (Quantité SA, IFT, solde N,)

Indicateur prédictif
 basé sur un modèle opérationnel
 $f(x_1, \dots, x_p)$
 (I-Phy, IN, Salca nitrates)

Indicateur prédictif
 basé sur un modèle complexe
 $M(x_1, \dots, x_n, p_1, p_k)$
 (STICS, PRZM)

Mesure terrain
 y_1, y_2
 (pesticides dans bougies poreuses)

faisabilité



PRATIQUES

Groupes techniques
 Evaluation ex-post
 (sensibilisation, état des lieux)

EMISSIONS-ETAT

Recherche (agronomes)
 ex-post, **ex ante**
 (simulation, analyse système)

(EMISSIONS)-ETAT-IMPACTS

Recherche, (écologues, etc.) décideurs
 ex-post, pilotage
 (état des lieux, suivi progrès)



Evaluation ex-post expérimentations systèmes



Des indicateurs mesurés

Evaluation de la réduction des transferts de phytos vers les eaux ?
Diminution impact sur sol ?

évalue le degré d'atteintes des objectifs en termes de réduction d'impacts

En l'absence de mesures et d'indicateurs prédictifs ?

En l'absence de mesures ?

Des indicateurs simples

pour décrire les changements de pratiques dans les systèmes testés



Des indicateurs prédictifs

Analyser le rôle des pratiques dans les résultats obtenus



Indicateur IFT : diminution phyto, par défaut en l'absence d'autres (e.g. santé)

Nancy - Colmar
Agriculture Durab

Indicateur I-Phy : quel(s) traitement(s) à risque (rôle des SA, conditions traitements, milieu).
Modèle dynamique (PRZM ?)



QU 'EST-CE-QU 'UN INDICATEUR ?



- Un indicateur est une grandeur qui fournit une **information** au sujet d'une variable plus **difficile d'accès** ou d'un système plus **complexe**, afin d'**aider** un **utilisateur** dans son **action** (prise de décision, construction d'un programme d'action, modélisation, etc.).
- Il est basé sur une **référence relative** (Ex : valeur initiale) ou **absolue** (seuil, norme, etc.) qui lui donne un sens et **le différencie d'une valeur brute d'une variable**.
- Il peut résulter d'une mesure, d'une observation, d'une donnée statistique, d'un calcul, d'une sortie de modèle dans le cas **d'indicateur simples** ou d'une agrégation de variables pour des indicateurs **composites**.

(D 'après Gras et al., 1989, Mitchell et al., 1995, Girardin et al. 1999, Riley 2001)





Choix des échelles, définition du système



Définition du système évalué/ des échelles



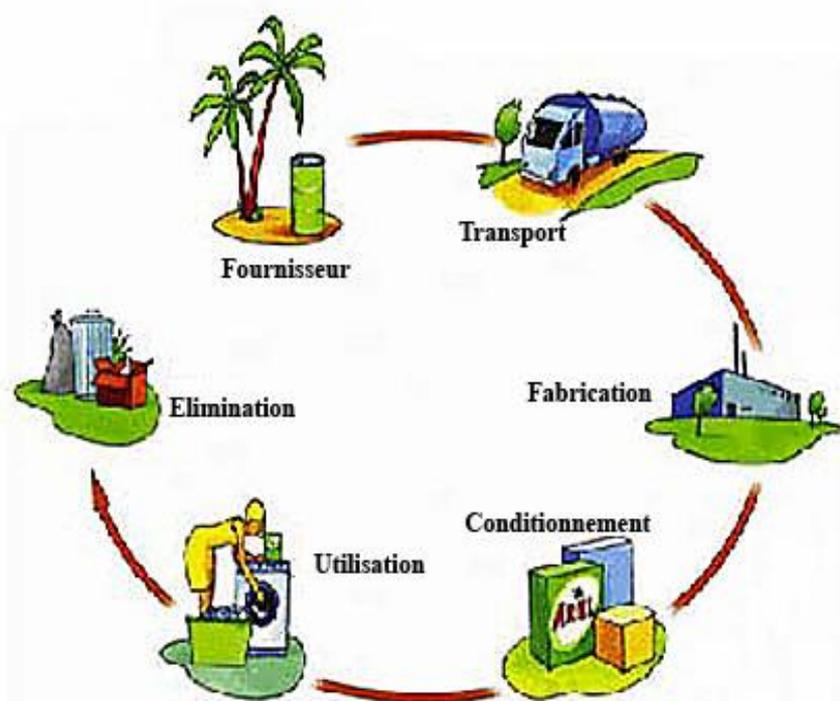
- Quel système ?
 - la parcelle/l'exploitation
 - Pratiques de l'année, sur le système de culture (succession)
 - Effets (temps réel): à court/moyen/long terme
 - durant le cycle de production, en amont (production d'intrants), en aval (élimination des déchets)
 - Quels processus, impacts, etc. étudiés ...
- L'Analyse de Cycle de vie oblige à une définition rigoureuse du système, d'autres méthodes ont une définition moins rigoureuse



L'Analyse de Cycle de Vie: Principes



- L'ACV quantifie les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service tout au long de son cycle de vie
- Pour éviter le transfert d'impacts le long de la chaîne de production



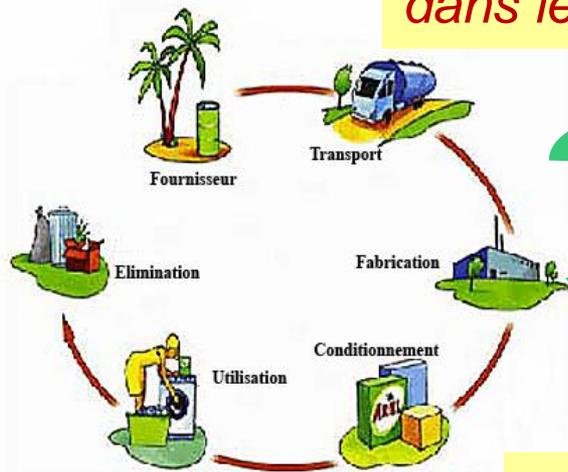


ACV vs. « indicateurs »

Analyse cycle de vie

Méthodes « indicateurs »

Prise en compte de l'amont dans les indicateurs « énergie »



Indicateurs évaluant les effets directs aux champs

IDEA



Indigo®



DIALECTE



La notion d'échelle



La **résolution** = le **grain** :
plus petite échelle de calcul (et collecte de données)

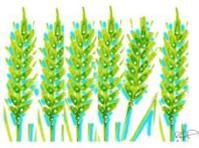


L'**étendue** = limite spatiale (ou temporelle)
du système étudié

Ex:
IDEA : exploitation/exploitation
INDIGO : parcelle/exploitation

Score de l'indicateur (sans connectivité)

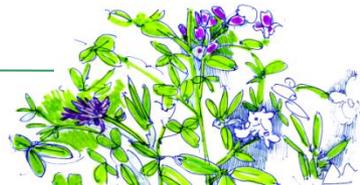




Une démarche d'évaluation en 5 étapes

(adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des utilisateurs et des objectifs
2. Construction des indicateurs
 - hypothèses de base
 - sélection/construction proprement dite
 - agrégation des indicateurs
3. Détermination des références
4. Test de sensibilité
5. Validations



Les différents types d'indicateurs azote



(CORPEN 2006, Cannavo et al. 2008, Buczko et al. 2010, ESCO N élevage 2012)

Pratiques *milieu

Emissions/
états/impacts

Indicateurs prédictifs

Indicateur simple

$X_1, X_2, X_1/X_2, X_1-X_2$

Modèle
opérationnel
 $f(x_1, \dots, x_p)$

Modèle
complexe
 $M(x_1, \dots, x_n, p_1, p_k)$

Mesure
terrain
 y_1, y_2

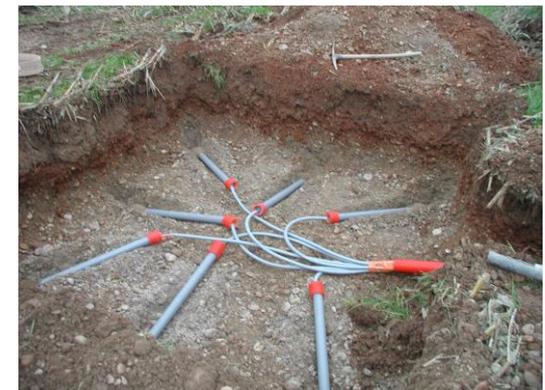
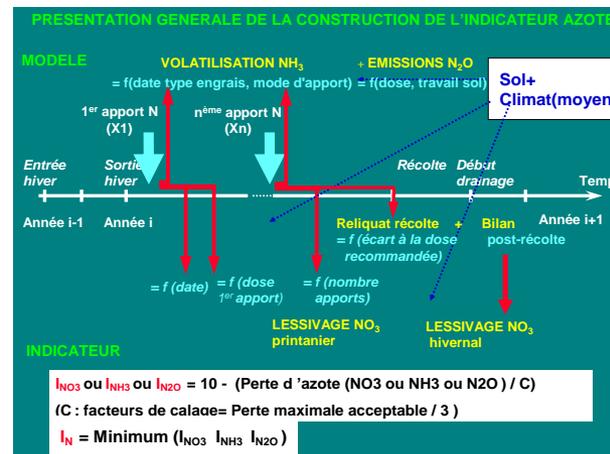
Quantités azote (dose N)

I_N (INDIGO), Merlin, Syst'N,

Mesure de teneur en nitrates
dans l'eau avec des bougies
poreuses

Surfaces fertilisées

Solde ou bilan
azoté



Les différents types d'indicateurs pesticides

(Devilleers et al. 2005, projet GUIDE 2012)



Pratiques *milieu

Emissions/
états/impacts

Indicateurs prédictifs

Indicateur simple

$x_1, x_2, x_1/x_2, x_1-x_2$

Modèle opérationnel

$f(x_1, \dots, x_p)$

Modèle complexe

$M(x_1, \dots, x_n, p_1, p_k)$

Mesure terrain

y_1, y_2

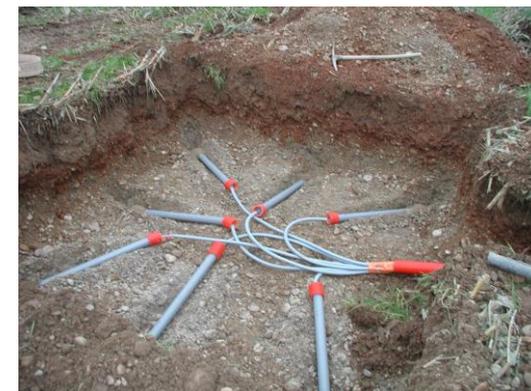
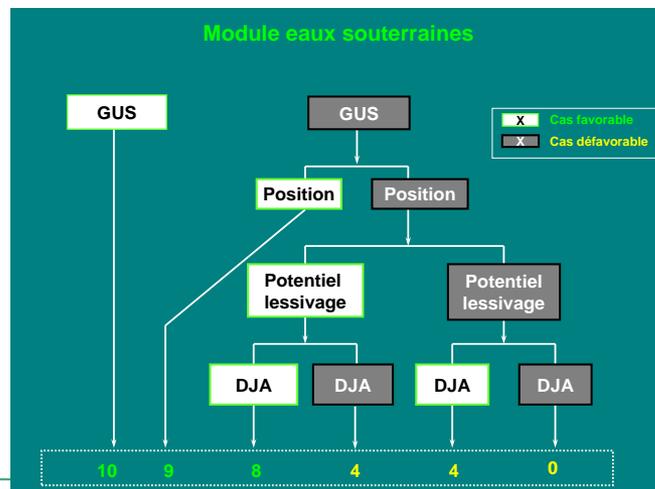
Quantités
substance active

I-Phy (INDIGO) et autres indicateurs

Mesure de teneur en
pesticides dans l'eau avec
des bougies poreuses

Indice de fréquence
de traitement

% Surface traitée



Les différents types d'indicateurs biodiversité

(ESCO biodiv. 2008, Bockstaller et al. 2011)



Pratiques * milieu

Emissions/
états/impacts

Indicateurs prédictifs

Indicateur simple
 $X_1, X_2, X_1/X_2, X_1-X_2$

Modèle opérationnel
 $f(x_1, \dots, x_p)$

Modèle complexe
 $M(x_1, \dots, x_n, p_1, p_k)$

Mesure terrain
 y_1, y_2

Longueur de haie

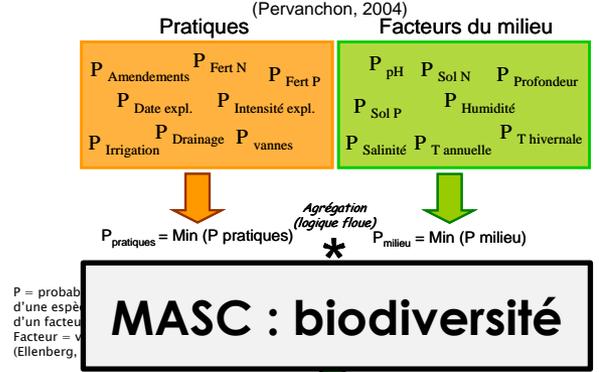
Flora-predict, SALCA

Comptage d'espèces

% surface semi naturelle

Diversité des cultures

Un indicateur de biodiversité prairiale à l'échelle parcellaire





Une démarche d'évaluation en 5 étapes

(adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des utilisateurs et des objectifs
2. Construction des indicateurs
 - hypothèses de base
 - sélection/construction proprement dite
 - **agrégations des indicateurs**
3. Détermination des références
4. Test de sensibilité
5. Validations





La question de l'agrégation



Différents niveaux d'agrégation



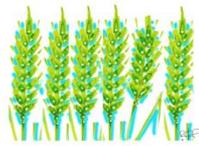
Connaissance des processus

- Agrégation des **variables** pour former un indicateur thématique (N, phyto, etc.)
Arbres satellites MASC
 - équation, règles de décision (log. floue), modélisation
- Agrégation **spatiale ou temporelle**
 - Aspect statistique, changement d'échelle
- Agrégation de **indicateurs traitant d'une thématique d'évaluation pour une thématique générale**
1^{er} niveau agrégation dans MASC
 - (qualité eau, air, gaz à effet de serre)
- Agrégation de **différentes thématiques**, dimensions de la durabilité
Niveaux supérieurs dans MASC
 - Indicateur composite

Préférence des acteurs



Agrégation spatiale/temporelle



Processus linéaire:

Calcul de moyennes sur l'ensemble des parcelles/système de culture

Ex: lixiviation des nitrates

Processus « catastrophique »

Calcul de mini/maxi

Ex: érosion (ruissellement)

En cas de processus non linéaire

Approche simplifiée :

Echelle inférieure:

Valeur de l'indicateur par
unité

Ex: I-phy par parcelle = 5, 6,
4, 3, 3, 10, 7, 5



Echelle supérieure:

**% de surface avec un indicateur > ou <
seuil**

Ex: % surface avec I-phy > 7

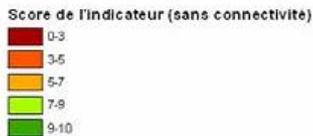
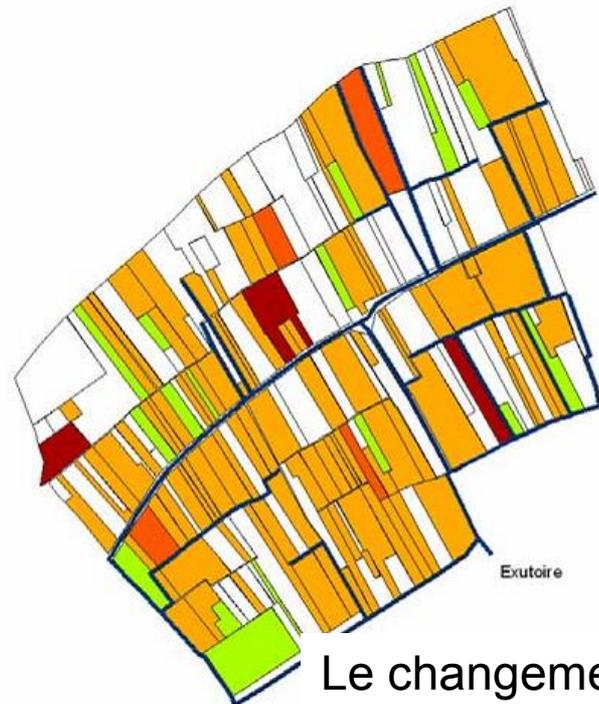


Le changement d'échelle : Adaptation d'I-Phy au bassin versant



Calcul d'I-Phy (esu)
par parcelle

Développement d'un indice de connectivité:
(thèse J. Wohlfahrt, 2008)



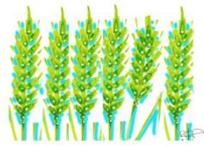
Pondération par un
indice de connectivité



Le changement d'échelle
Problème de données
Processus supplémentaire
Nouveaux acteurs



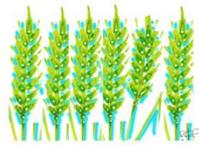
To aggregate or not ?



- L'agrégation de l'information est nécessaire à l'une ou l'autre étape de l'évaluation pour:
 - Comparer les actions (système de culture, programme de traitements, etc.)
 - Trier, sélectionner ou classer les actions
 - Communiquer les résultats de l'évaluation



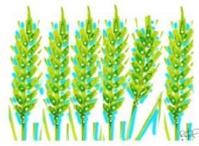
Les pièges de l'agrégation



- L'additions des « choux et des carottes »
- La subjectivité de la pondération
 - minimisation par des règles de décision sur données objectives
 - Inévitables : car processus décisionnelle hors science
- La perte d'information
 - Problème statistique, etc.
 - Utilisation en parallèle avec indicateurs non agrégé



Choix des pondérations



- Exemple: quelle pondération entre la qualité de l'eau et la qualité de l'air ?
- Le concepteur choisit (« à dire d'expert »)
- Enquêtes auprès des décideurs, experts (approche DELPHI, etc.)
- Méthodes participatives (réunion, etc.)
- Attention aux pondérations cachées (dans les sommes de scores)





INFORMATION DE BASE



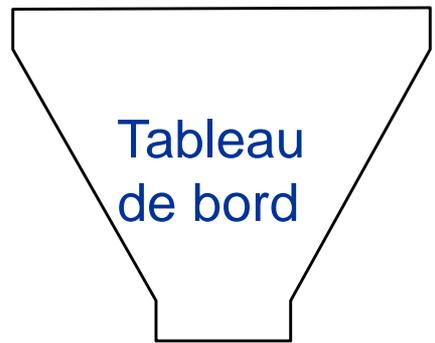
1^{ère} agrégation

INDICATEURS DE BASE

Indicateurs simples

2^{ème} agrégation

ANALYSE MULTI-CRITERE



INDICATEURS AGRI - ENVIRONNEMENTAUX

n^{ème} agrégation

INDICATEURS DE DURABILITÉ

CRITÈRE UNIQUE DE SYNTHÈSE

ANALYSE MULTI-CRITERE TRI, SÉLECTION, CLASSEMENT

DEMARCHE QUALITATIVE TABLEAU DE BORD





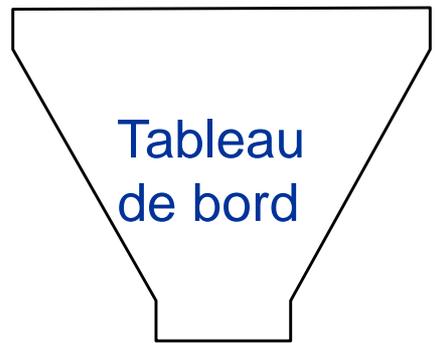
INFORMATION DE BASE

MASC

Indicateurs simples

1^{ère} agrégation

INDICATEURS DE BASE



2^{ème} agrégation

INDICATEURS AGRI - ENVIRONNEMENTAUX



n^{ème} agrégation

INDICATEURS DE DURABILITÉ

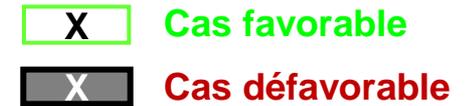
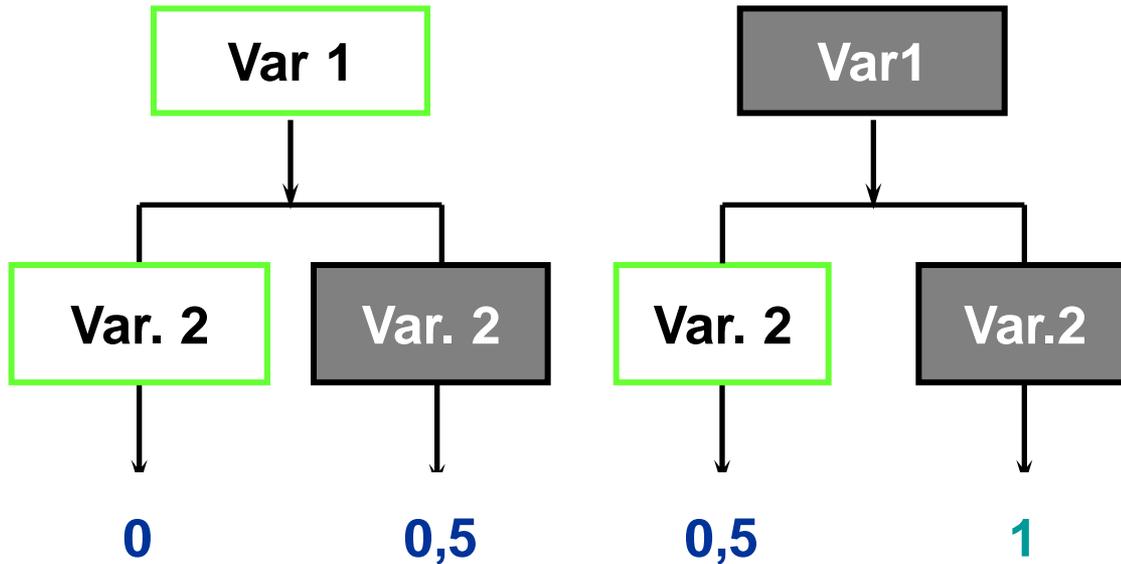
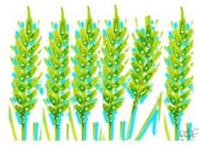
ANALYSE MULTI-CRITERE
TRI, SÉLECTION,
CLASSEMENT

DEMARCHE
QUALITATIVE
TABLEAU DE BORD

CRITÈRE UNIQUE DE
SYNTHÈSE



Arbre de décision



- **Avantages :** - Utilisation langage courant, var. quantitative, qualitatives
- **Limites :** - Nbre de variables (≤ 5) (utilisation d'arbres emboîté)
- Mise en classe, hiérarchisation des variables, interaction pour fixer les valeurs de conclusions (utilisation de la modélisation ?)



Des arbres de décision aux fonctions d'utilité (DEXi)/ aux tableaux de contingence



Decision rules Durabilite Totale

tres faible Use scale orders Use weights

	Durabilite Economique	Acceptabilite Sociale	Durabilite Environnementale	Durabilite Totale
1	tres faible	tres faible	tres faible	tres faible
2	tres faible	tres faible	faible a moyenne	tres faible
3	tres faible	tres faible	moyenne a elevee	tres faible
4	tres faible	tres faible	tres elevee	tres faible
5	tres faible	faible a moyenne	tres faible	tres faible
6	tres faible	faible a moyenne	faible a moyenne	faible
7	tres faible	faible a moyenne	moyenne a elevee	faible
8	tres faible	faible a moyenne	tres elevee	faible
9	tres faible	moyenne a elevee	tres faible	tres faible
10	tres faible	moyenne a elevee	faible a moyenne	faible
11	tres faible	moyenne a elevee	moyenne a elevee	faible
12	tres faible	moyenne a elevee	tres elevee	faible
13	tres faible	tres elevee	tres elevee	faible
14	tres faible	tres elevee	faible a moyenne	faible
15	tres faible	tres elevee	moyenne a elevee	faible
16	tres faible	tres elevee	tres elevee	faible
17	faible a moyenne	tres faible	tres elevee	faible

		Critère 2			
		TF	FM	ME	TE
Critère 1	TF	1	1	2	2
	FM	1	2	3	3
	ME	2	3	3	4
	TE	2	3	4	4



Limite des classes floues (Exemple I-Phy)



	Favorable	Classe floue	Défavorable
DT50 (jour)	1		30
GUS	1,8		2,8
Constante Henry KH	2,65 E-6		2,65E-4
DJA (mg.kg ⁻¹ .day ⁻¹)	1		0,0001
Aquatox (mg.l ⁻¹)	100		0,01
Dose (g)	10		10000





La Méthode SIRIS

- Popularisée par les listes de substance active à rechercher dans les eaux (Vaillant et al., 1995)
- Méthode générique par pénalisation de type hiérarchique
- Classement des actions

Var 1	Var 2	Interacti on	Rang SIRIS	Avantage
	$o = 0$		0	quantitative Pas de cas douteux Interaction transparente
$o = 0$	$d = 1$		1	Limite Côté automatique de l'additivité (mais aussi derrière DEXi en pondération automatique)
	$o = 0$		3	
$d = 2$	$d = 1$	$i = 1$	4	





Une démarche d'évaluation en 5 étapes

(adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des utilisateurs et des objectifs
2. Construction des indicateurs
 - hypothèses de base
 - sélection/construction proprement dite
 - agrégation des indicateurs
3. Détermination des **références** (fixation des seuils)
4. Test de sensibilité
5. Validations





Détermination des références (fixation des seuils)



Une question inhérente à la définition des indicateurs



- Il est basé sur une **référence relative** (Ex : valeur initiale) ou **absolue** (seuil, norme, etc.) qui lui donne un sens et **le différencie d'une valeur brute d'une variable.**
- Variable vs. Indicateur (caractérisation vs évaluation)
- Le piège des référence implicite (Ex: solde $N = 0$)
- Référence relative (valeur moyenne, initiale, max. des systèmes etc.) vs absolue





Choix de l'échelle d'expression des résultats

Echelle de score

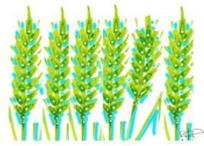
- Positive:
 - Performance environnementale
 - Ex : 0 à 10 (INDIGO), 0 à 100 (IDEA)
- Négative
 - risque, impact
 - 0 à ? (ACV), 1 à 12 (KUL) 0 à 1 (EIOVI)
- Double
 - de - 100 à + 100

Classe qualitative

- Faible/Moyen/Fort, etc.



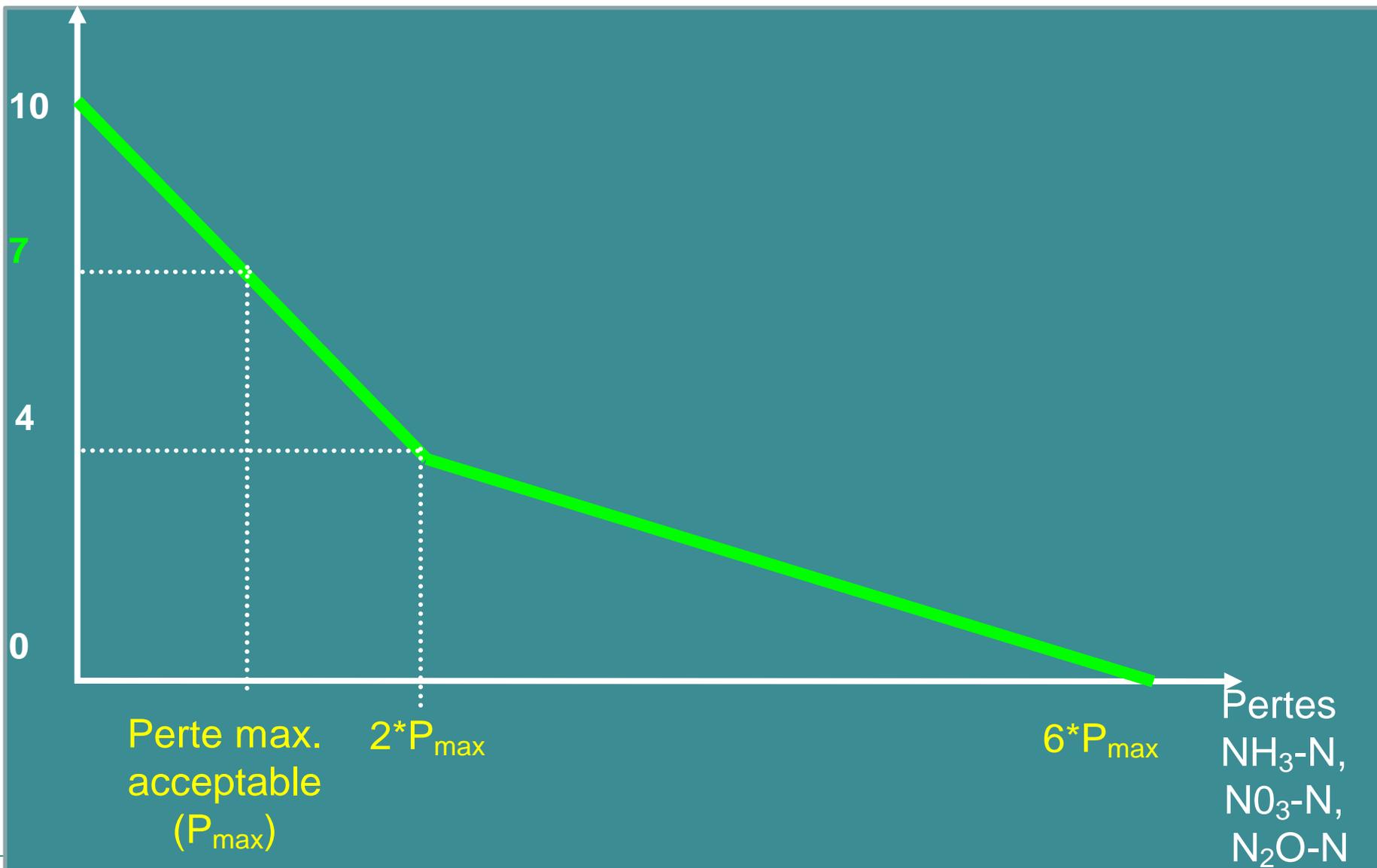
Valeur de référence



- Définition de la référence
 - **Seuil quantifié**
 - norme 50 mg NO₃/L (I_{NO_3})
 - valeurs seuils (I_{NH_3} , taille parcelle))
 - **Domaine de tolérance fixé par experts (I_P)**
 - L 'intervalle 7-10 = **précision** de la mesure de l 'impact (apport d 'irrigation pour I_{irrig})
 - **Seuil** ↔ **Systemes de Cultures de référence**
(Nombre de traitements pour I_{Phy} ,
Consommation énergétique pour I_{En})



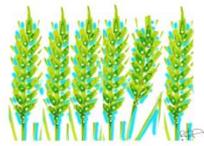
L'indicateur azote IN: passage du modèle à l'indicateur



Pertes
 NH_3-N ,
 NO_3-N ,
 N_2O-N



Discussion



- Différentes possibilités
- Des choix subjectifs mais transparents
- Qui fixe les références ?
 - scientifiques ?
 - Acteurs ?
 - Les deux en interactions ?
- A adapter localement pour certaines





La sensibilité des indicateurs

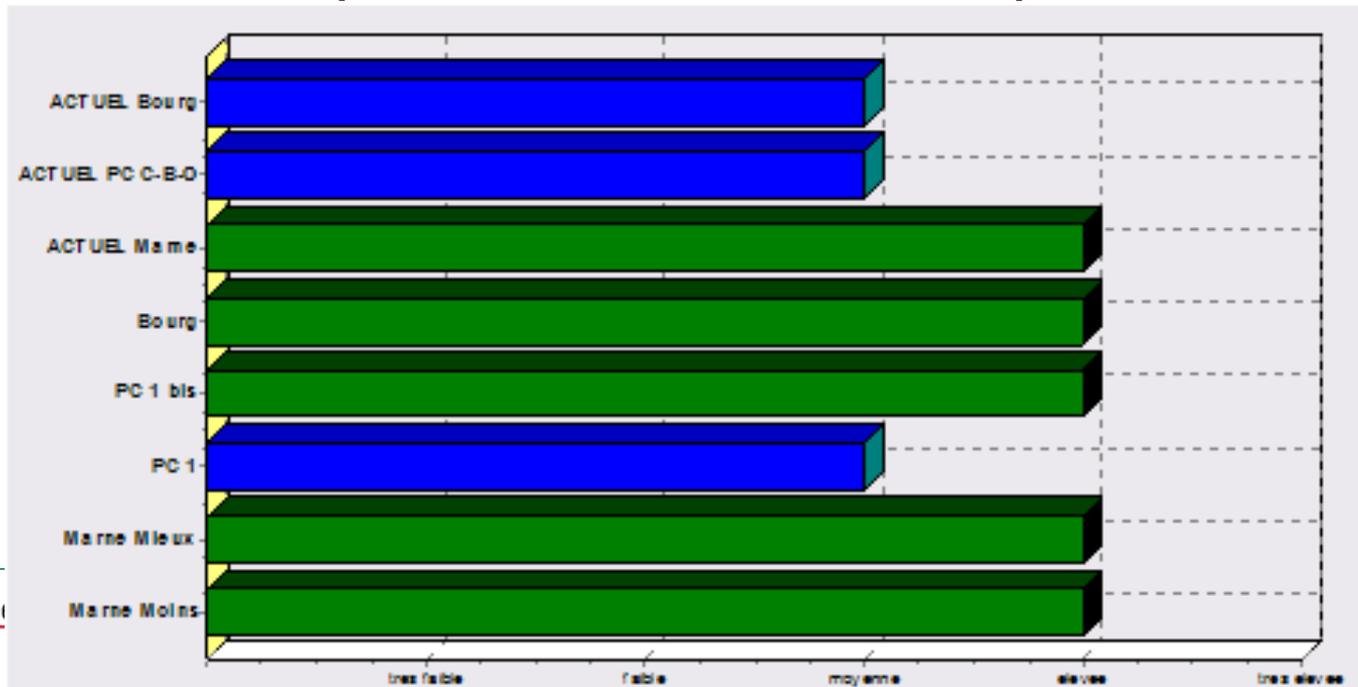




Une question à se poser



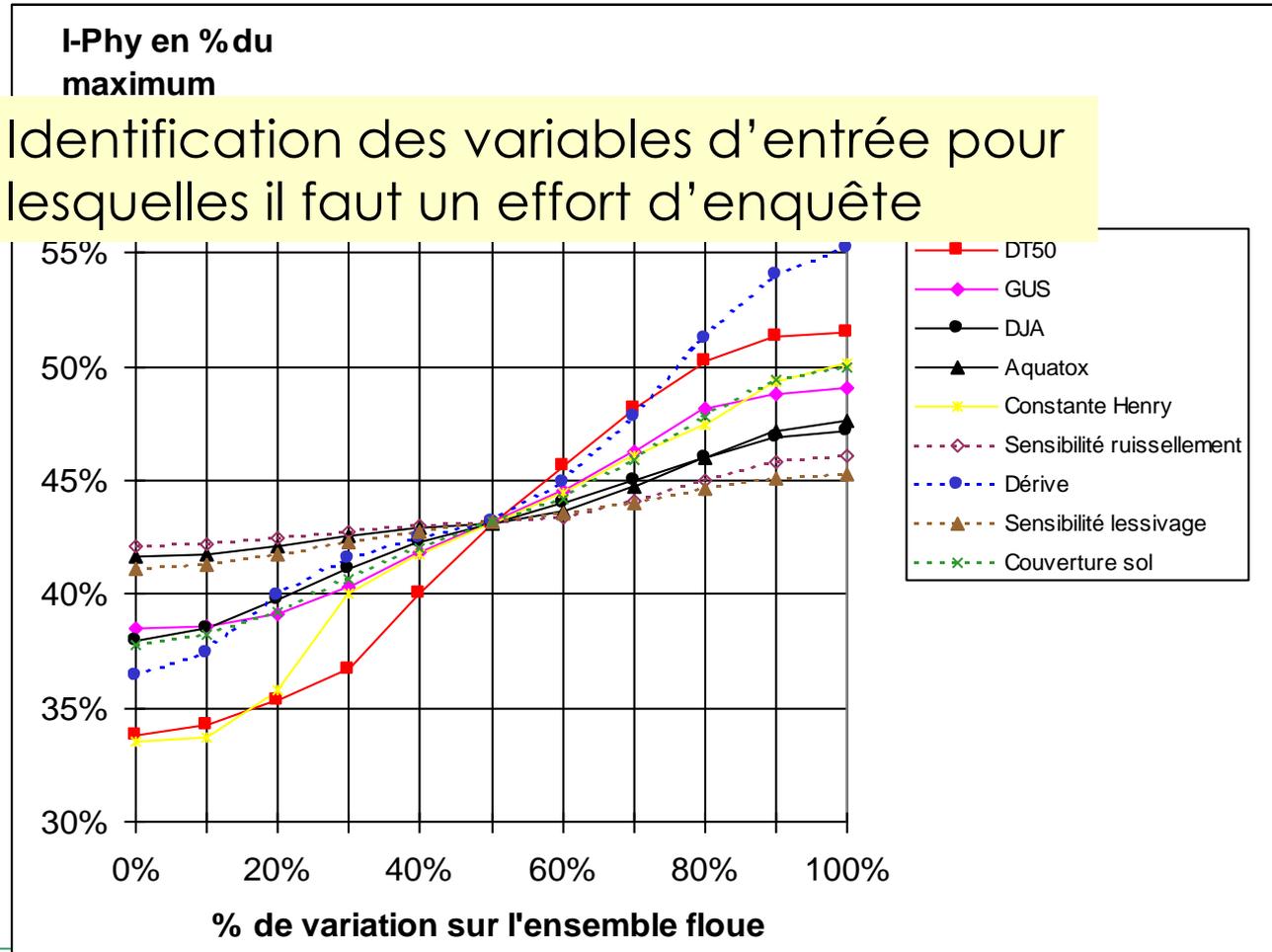
- Capacité de discrimination de l'indicateur
 - Indic. assolement d'INDIGO, limite de grandes parcelles à 15 ha
- Indicateur simple de type « % surface irriguée » ???
- Modèle MASC (cf. atelier JEB 24/5)



Test de la sensibilité de l'indicateur aux variables d'entrée



Exemple de test de sensibilité pour I-Phy
(Test en conditions moyennes (autres variables à valeur moyenne))





Une démarche d'évaluation en 5 étapes (adapté de Girardin et al., 1999)

1. Définition des utilisateurs et des objectifs

→ Les préalables à l'évaluation

2. Construction des indicateurs

3. Détermination des références

4. Test de sensibilité

5. **Validations**



Analyse de sensibilité et évaluation de l'incertitude

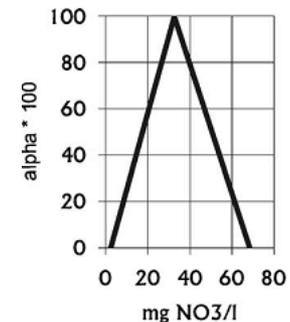


- Peu de travaux dans la bibliographie sur indicateurs

➤ Ex: I-Phy (Assaghir, 2010)

	<i>DT50</i>	<i>koc</i>	<i>DJA</i>	<i>aqu</i>	<i>KH</i>	<i>I_{phy}</i>
Glyphosate	[18, 47]	24000	0.3	[0.64, 15]	[$2.7 * 10^{-10}$, $2.1 * 10^{-7}$]	[4.9, 6.1]
Isoproturon	[12, 28]	[80, 105]	$6 * 10^{-4}$	[0.03, 9]	$4.7 * 10^{-9}$	[4.8, 6.5]
Krésoxyme	[25, 34]	[219, 372]	0.4	[0.02, 0.06]	$1.45 * 10^{-7}$	[5.7, 6.7]
Metsulfuron Méthyle	[27, 34]	[35, 51]	0.0125	100	$1.1 * 10^{-6}$	[8.11, 8.15]
Epoxyconazole	[62, 187]	1200	0.04	0.01	$4.7 * 10^{-4}$	[5.7, 6.3]

➤ Lixiviation NO₃ basé sur solde N (Mertens et Huwe 2002)



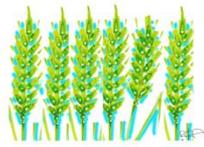


La validation des indicateurs



Les différentes étapes de la validation

(Bockstaller et Girardin 2003, Bockstaller et al. 2008)



1) Validation de la **construction**

- justification bibliographique, article scientifique à comité de lecture

2) Validation des **sorties**

- Confrontation à données observées (ou de modèles, d'autres indicateurs)
- Test de vraisemblance
- méthode ROC (Makowski et al. 2005): pouvoir discriminant en fonction d'un seuil

3) Validation de l'**usage**

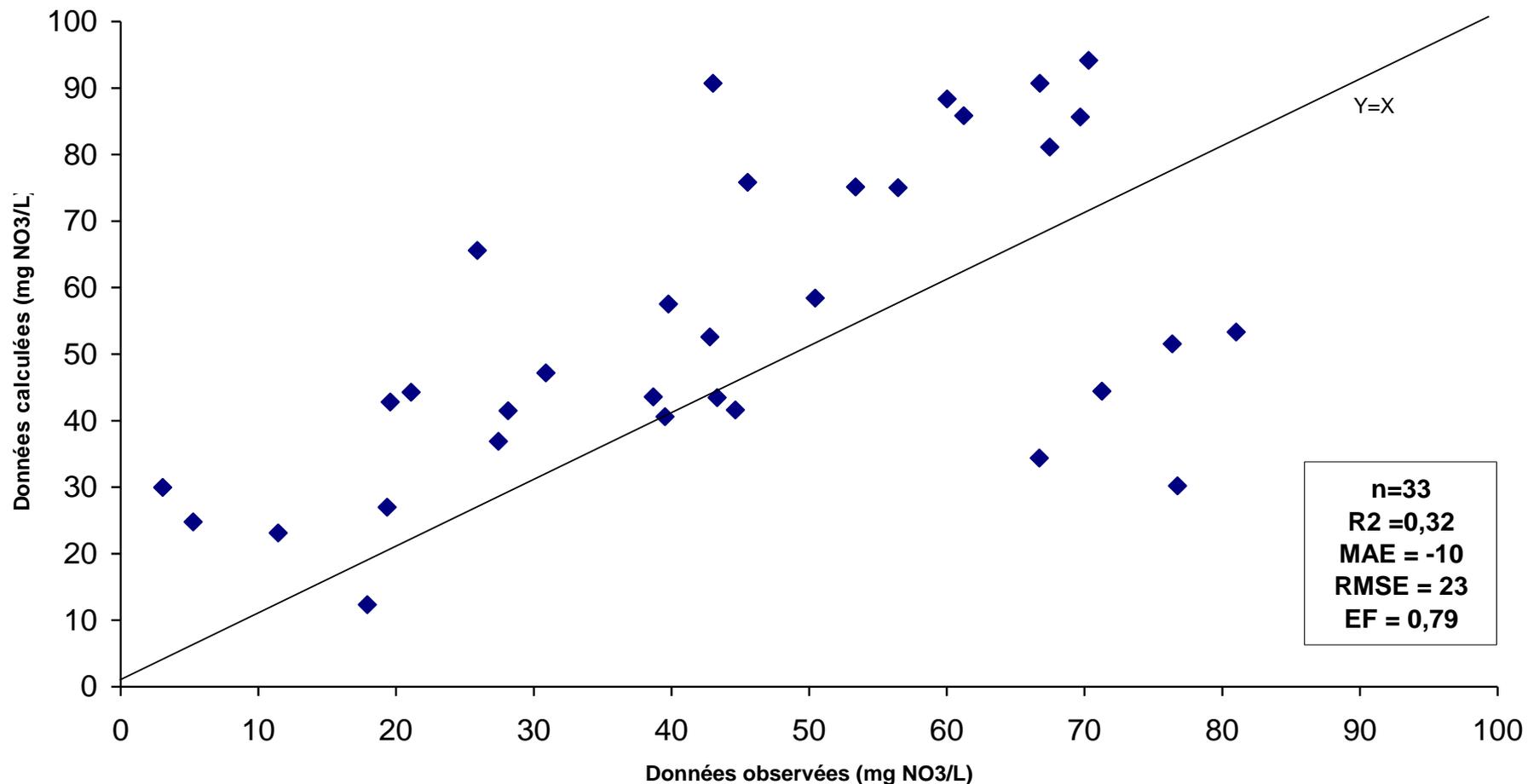
- Enquêtes utilisateurs (nombre, comment est utilisé l'indicateur/outil, degré de satisfaction, propositions d'amélioration, etc.)



Un exemple de test de validation



Validation de I_{NO_3} avec données bougies de Mirecourt (sans prairies)





Evaluation de l'indicateur (2)

Utilisation de **test de vraisemblance** (Bockstaller et Girardin, 2003) **module ESO**

Exemple 1 : comparaison avec données de **lysimètres** (INRA, JY Chapot, 2006)

Sol limon-argileux 1m profondeur

carbétamide, atrazine, diméthénamid, napropamide, sulcotrione, propyzamide, bromox. oct., ioxynil (tous à 1000 g/ha en septembre 2006)

Mesure dans 27/32 points (84 %) en zone d'acceptation 1 champ

Classe I-Phy (ESO)	Classe de concentration (µg/L)				
	<0,1	[0,1-1[	[1-10[	[10-100[	>=100
[9;10]	12				
[7; 9[	2	3	1	4	
[5;7[		4	2		
[3; 5[
[0; 3[		1	1	2	



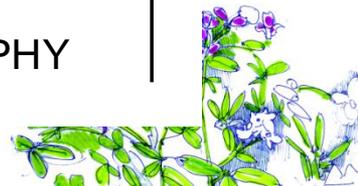
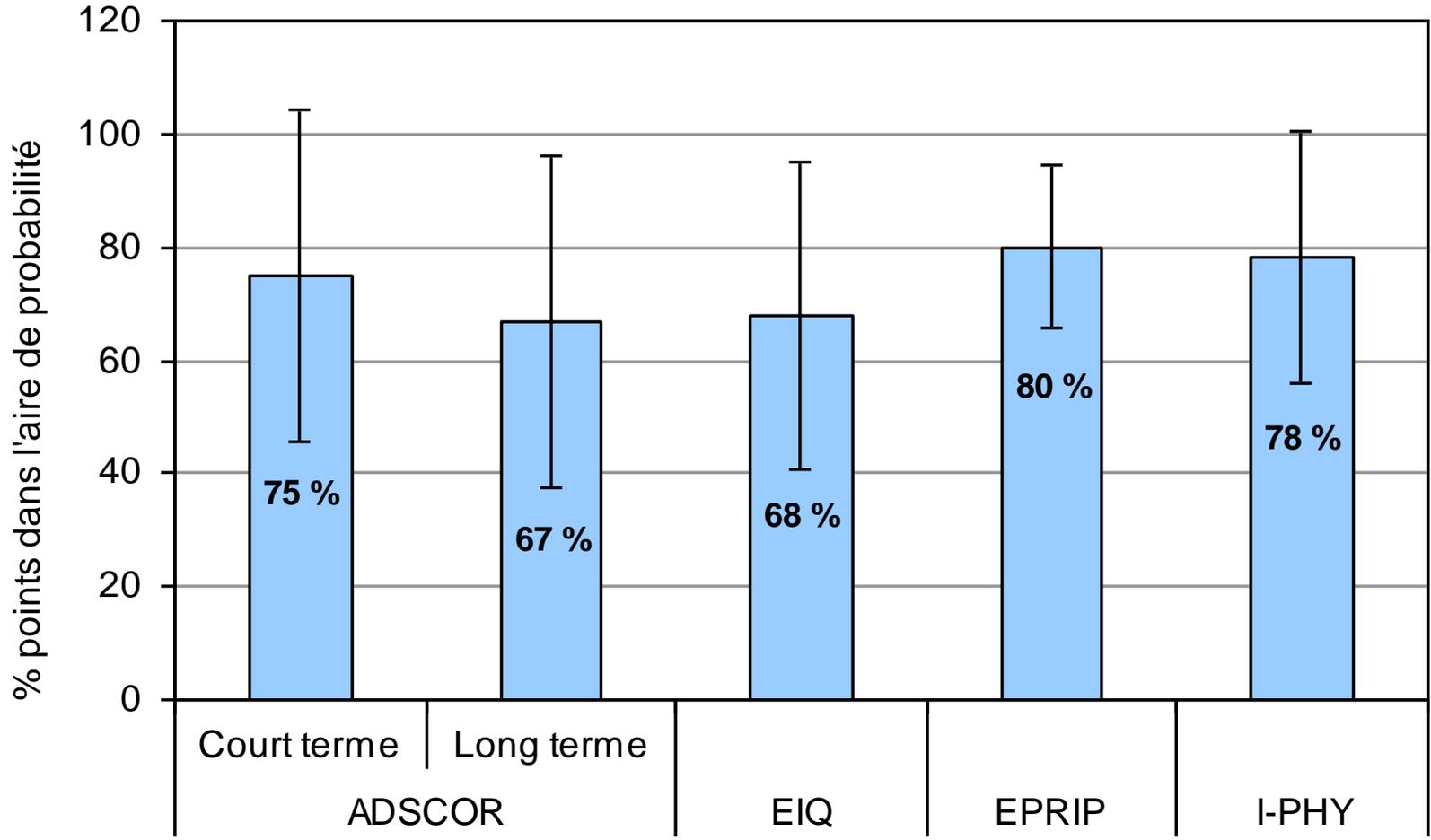
Zone d'acceptation

Nombre de comparaison (I-Phy-mesures)





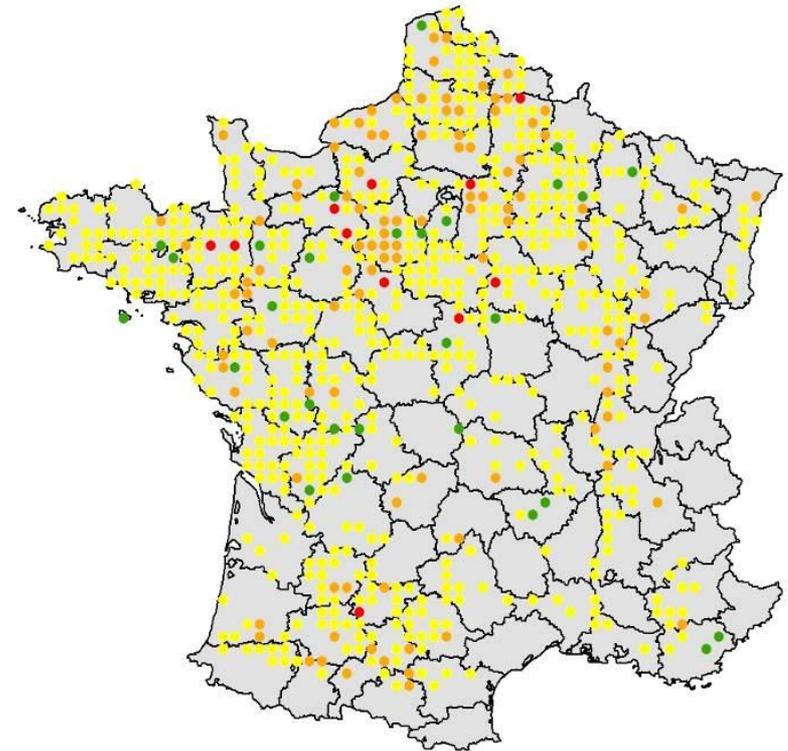
Validation module ESU à l'échelle BV (n=4) et placette (n=1): test de vraisemblance (Girardin et al. 2007, projet MEDD)



Tentative pour l'indicateur « maîtrise de l'érosion » (Mero) de MASC



- Calcul de l'indicateur avec données du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS), (travail de M. Gourrat (InfoSol, 2012))
- Jugements d'experts
- Révision des règles de décision



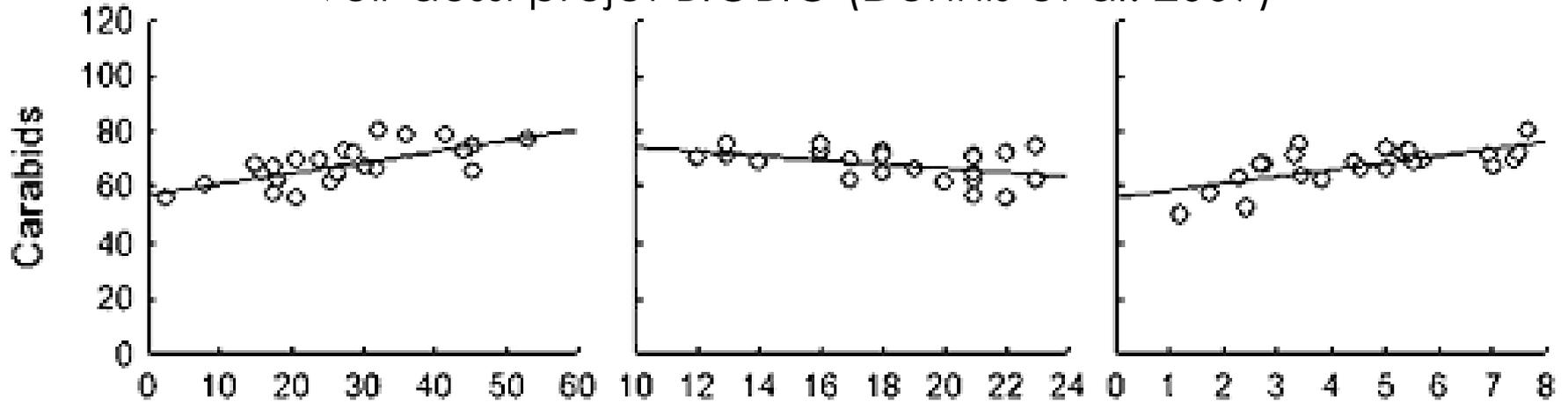
Indicateurs de biodiversité simples

- projet Greenveins (Billeter et al. 2008)

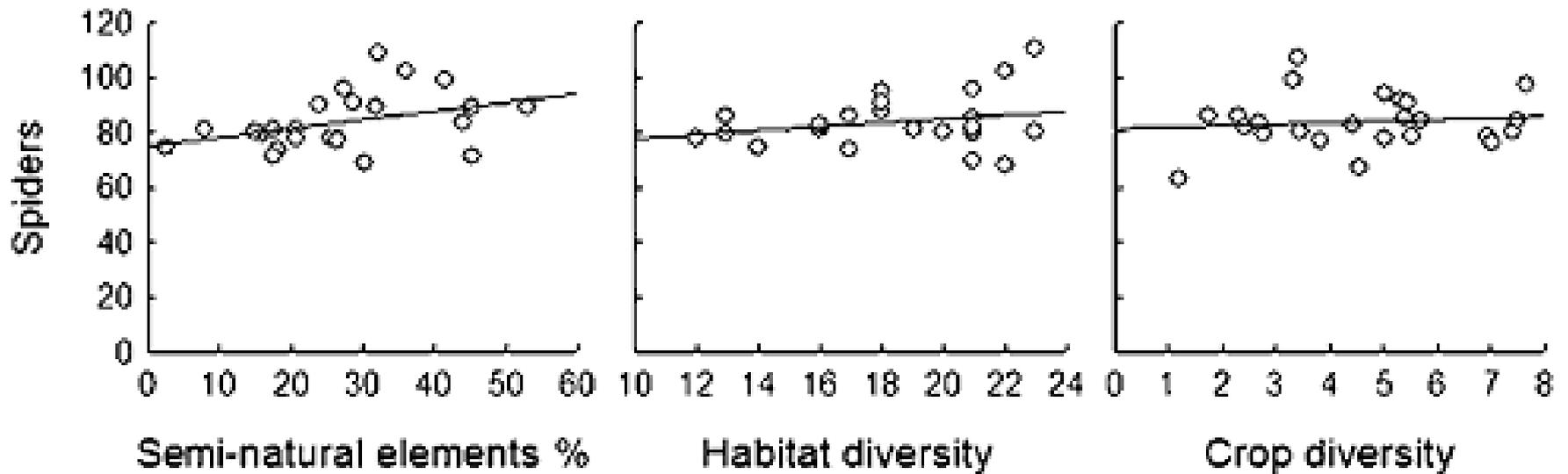
voir aussi projet BIOBIO (Dennis et al. 2009)



Carabes



Araignées



Environmental gradient

Utilisation d'INDIGO en France



- Plus de 200 utilisations
- Majorité I-Phy, IN (énergie depuis 2005), SdC, parcelles de territoires plutôt que parcelles exploitations

Point utilisation août 2011 (source C. Rabolin)

Utilisateurs	Nombre	%
Chambres Agriculture	38	20
Etudiants	30	16
INRA	27	14
Instituts techniques et équivalents (ARAA, Agro-Transferts)	21	11
Enseignement supérieur	19	10
Organisations professionnelles agricoles	14	7
Privés (Bureau étude, Coop, etc.)	11	6
Lycées Agricoles	10	5
Europe	6	3
Organismes recherche	6	3
Administrations	4	2
Agriculteurs et groupements	2	1
Institutions gestion de l'eau	2	1
Hors Europe	1	1
Total	191	100

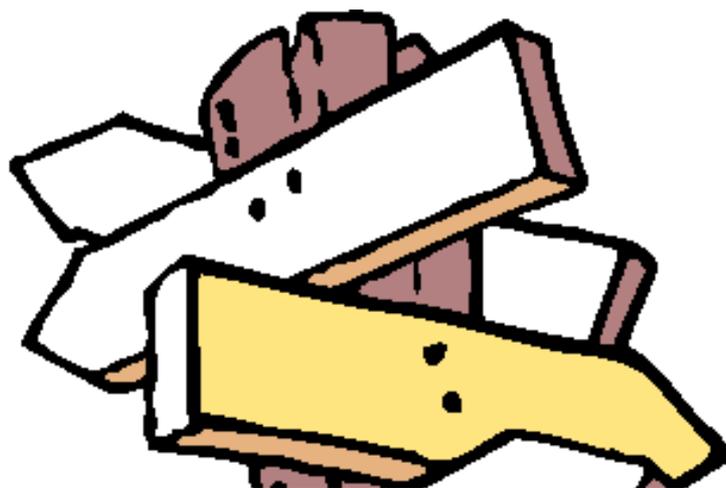


Conclusions générales



- Attention aux choix « intuitifs » d'indicateurs
- Importance des choix préalables
- Pas d'indicateur/méthode « universel »
- Conception d'indicateurs basée sur une démarche scientifique aujourd'hui reconnue
- Des thématiques à approfondir (Ex: biodiversité, paysage, compaction des sols, etc.)
- L'agrégation une étape délicate mais possible
- Des projets pour fédérer les concepteurs de méthode : la plateforme PLAGÉ





Merci pour votre attention

