



Développer des solutions en Agriculture

Modélisation agro-météorologique

- Phénologie
- Lessivage de l'azote au cours de l'hiver
- Minéralisation de l'azote
- Risques environnementaux

Sommaire

2

➤ Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

- Lessivage de l'azote au cours de l'hiver
- Minéralisation de l'azote
- Risques environnementaux

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

3



Croissance
végétative



Remplissage
des grains



Durée relative des phase de croissance pour des variétés tardives et précoces

variété précoce					somme de degrés jours (seuil 6°C)	variété précoce			
0	80	300	430	800		0	800	1600	1600 et +
semis	levée	stade "B"	initiation de l'épi	floraison		semis	floraison	32% d'humidité du grain	récolte
variété tardive					somme de degrés jours (seuil 6°C)	variété tardive			
0	85	485	605	1125		0	1125	1900	1900 et +

Source : AGPM & P. Girardin

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Phénologie

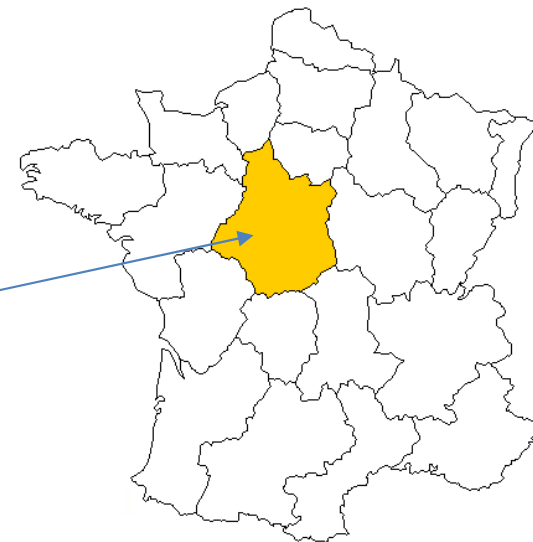
Anticipation des dates de récolte en maïs grain

4

Outil anticipant les stades en fonction des dates de semis, des régions et des prévisions de températures :

Cas de l'année 2014 en région Centre

Région	Semis 50%	Floraison 50%	Récolte 50%
Centre	12-avr-11	04-juil-11	08-oct-11
	09-avr-12	19-juil-12	28-oct-12
	24-avr-13	25-juil-13	28-oct-13
	09-avr-14	19-juil-12	?



Peut on anticiper les dates de début de récolte au niveau régional à partir de la floraison ?

Source : France-AgriMer

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

6

Cas de l'année 2014

Région	Semis 50%	Floraison 50%	Récolte 50%
	12-avr-11	04-juil-11	08-oct-11
Centre	09-avr-12	19-juil-12	28-oct-12
	24-avr-13	25-juil-13	28-oct-13
	09-avr-14	19-juil-14	?

Météo France prévision mensuelle

Mois août 2014

Température < normale

Pluviométrie > normale

Météo France prévision saisonnière

Aout – Septembre – Octobre 2014

Température > normale

Pluviométrie < normale



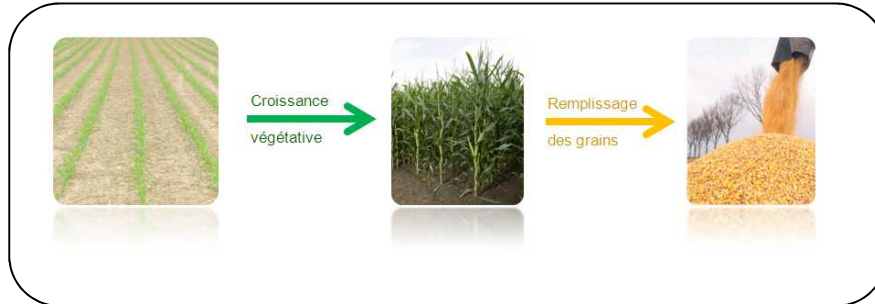
Source : France-AgriMer & Météo France

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

7



Cas de l'année 2014

Région	Semis 50%	Floraison 50%	Récolte 50%
Centre	09-avr-14	19-juil-14	?

Météo France prévision mensuelle

+

Météo France prévision saisonnière

+

Base de données météo

+

Normales de saison

Outil d'anticipation des dates de récolte en maïs grain

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

8

Cas de l'année 2014

Région	Semis 50%	Floraison 50%	Récolte 50%
Centre	09-avr-14	19-juil-14	?

Mois Août 2014

Température < normale

Aout – Septembre – Octobre 2014

Température > normale

Région	Année	Mois	Température moyenne mensuelle °C	Normale mensuelle °C	Température par rapport à la normale
Centre	2004	08	19,3	19,4	Température < normale
Centre	2004	09	16,9	16,1	Température > normale
Centre	2004	10	12,7	12,3	Température > normale
Centre	2005	08	17,8	19,4	Température < normale
Centre	2005	09	16,6	16,1	Température > normale
Centre	2005	10	14,9	12,3	Température > normale
Centre	2006	08	16,90	19,4	Température < normale
Centre	2006	09	18,4	16,1	Température > normale
Centre	2006	10	14,1	12,3	Température > normale
Centre	2011	08	18,3	19,4	Température < normale
Centre	2011	09	16,6	16,1	Température > normale
Centre	2011	10	13,5	12,3	Température > normale
Centre	2013	08	18,8	19,4	Température < normale
Centre	2013	09	17,4	16,1	Température > normale
Centre	2013	10	14,8	12,3	Température > normale

Source : France-AgriMer & Météo France

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

9

Somme de température en base 6°C du 09 avril au 19 juillet 2014 (date de semis et de floraison) :

890°C

Région Centre : variétés précoces à demi-précoces → cumul du semis à 32% d'humidité du grain = **1700 °C**

Donc, cumul nécessaire pour arriver à 32% d'humidité du grain :

1700 - 890°C soit 810°C jours

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

10

Année de référence	Date prévue de 32% d'humidité du grain	Cumul de température base 6°C
2004	17-sept	821
2005	24-sept	822
2006	18-sept	829
2011	28-sept	822
2013	22-sept	825

Au 20 juillet 2014 nous sommes donc en mesure de dire que le début de la récolte de maïs grain est prévu :

entre le 17 septembre et le 28 septembre 2014

Date réelle de début de récolte selon Céré'Obs en région Centre :

Entre le 29 septembre et le 05 octobre 2014

Phénologie

Anticipation des dates de récolte en maïs grain

11

Comparaison des dates estimées de début de récolte en maïs grain et des dates réelles



Sommaire

13

- Phénologie
- Lessivage de l'azote au cours de l'hiver
- Minéralisation de l'azote
- Risques environnementaux

Lessivage et Minéralisation

L'outil d'aide à la décision Epiclès est ...

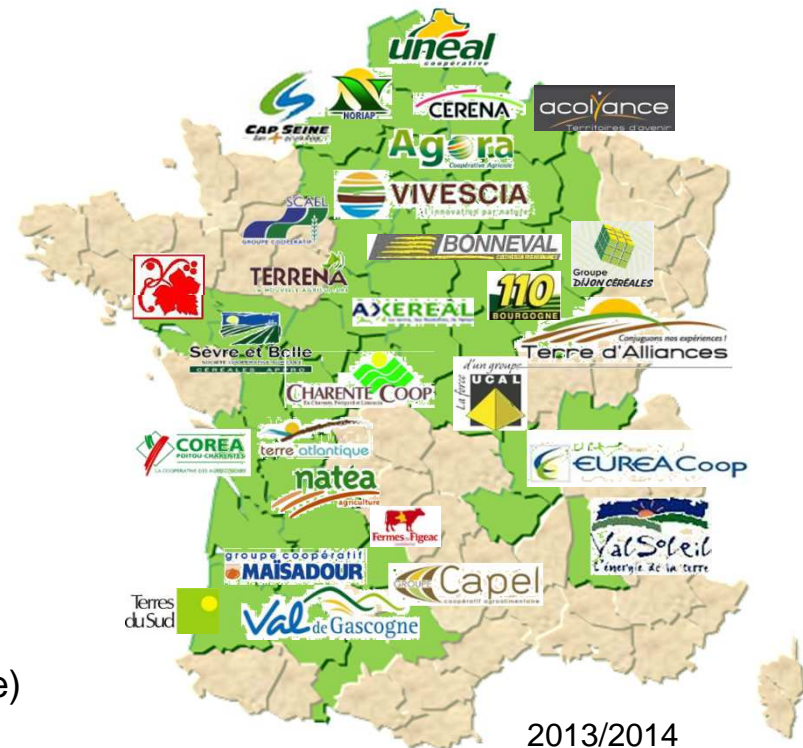
14

... une démarche informatisée d'optimisation du **plan de fertilisation complet** (N, SO₃, P₂O₅, K₂O, MGO, CAO, oligo-éléments), **de toute l'exploitation**, prenant en compte les contraintes **logistiques, budgétaires et réglementaires** de l'agriculteur.

- Plus de 2 millions d'ha
- 32 coopératives/groupes et 43 départements
- 14 ans d'utilisation
- Toutes cultures
- Utilisateurs : techniciens de coopératives

Estimation du **reliquat azote sortie hiver (RSH)** :

1. On calcule un stock d'azote = Reliquat entrée drainage
2. On calcule une pluie drainante = f(pluviométrie, pédologie)
3. On affecte la pluie drainante au reliquat entrée drainage



Lessivage et Minéralisation

Minéralisation de l'azote du sol

15

La minéralisation nette de l'humus du sol (Mhb) est estimée à la parcelle selon le concept développé par l'INRA (RECOUS 1994) :

$$Mhb = Vmin \times Nbjm$$

- **Vmin** : vitesse de minéralisation du sol pour des conditions d'humidité et de température non limitantes. Ce paramètre est une caractéristique de la parcelle et modulé en fonction du pH.

- **Nbjm** : nombre de jours normalisés de minéralisation. Il représente le nombre de jour « équivalents » à une température de 25 °C et à une humidité à la capacité au champ. C'est un paramètre climatique qui dépend de la région et du cycle de culture.



Source : INRA

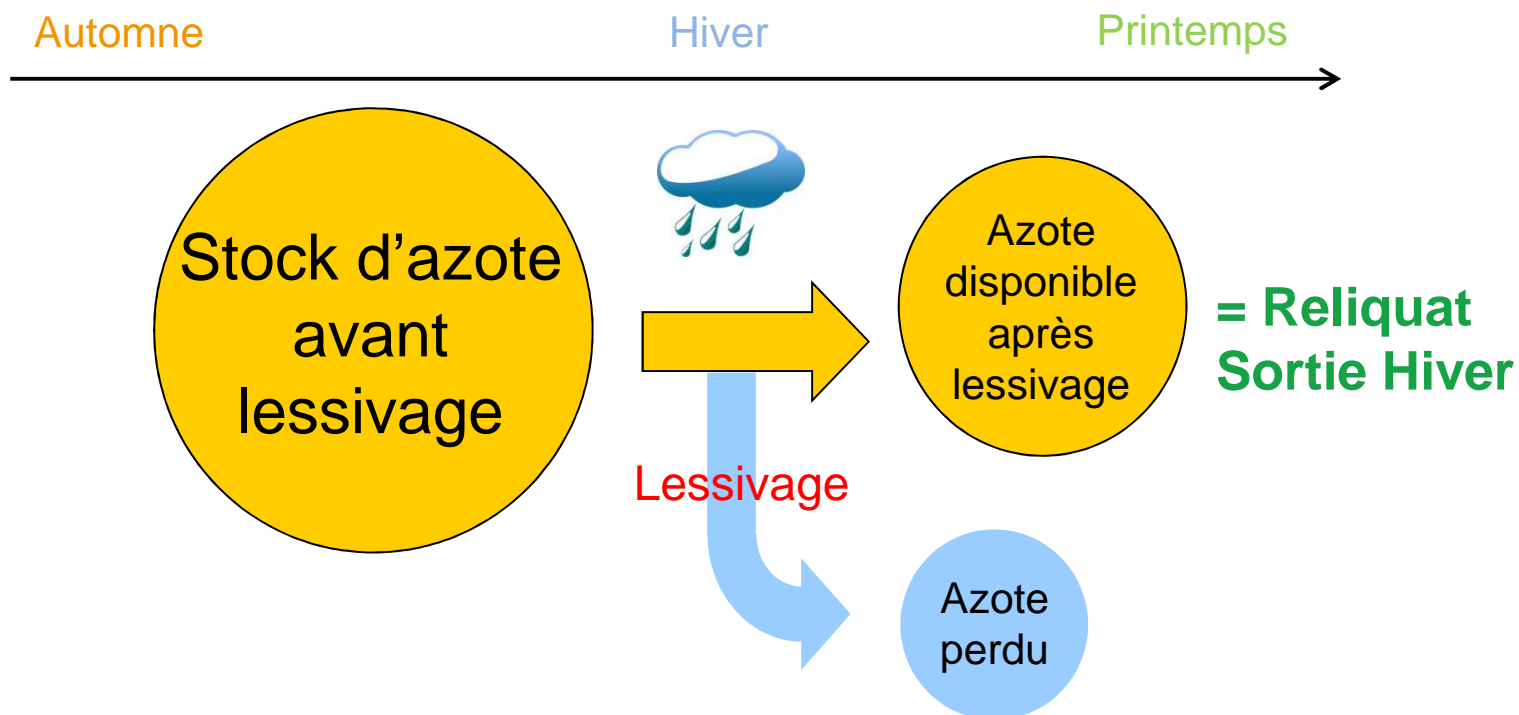
Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Lessivage et Minéralisation

Reliquat sortie hiver

16

Reliquat = « ce qui reste »



Source : COMIFER - formule
de Burns (1976)

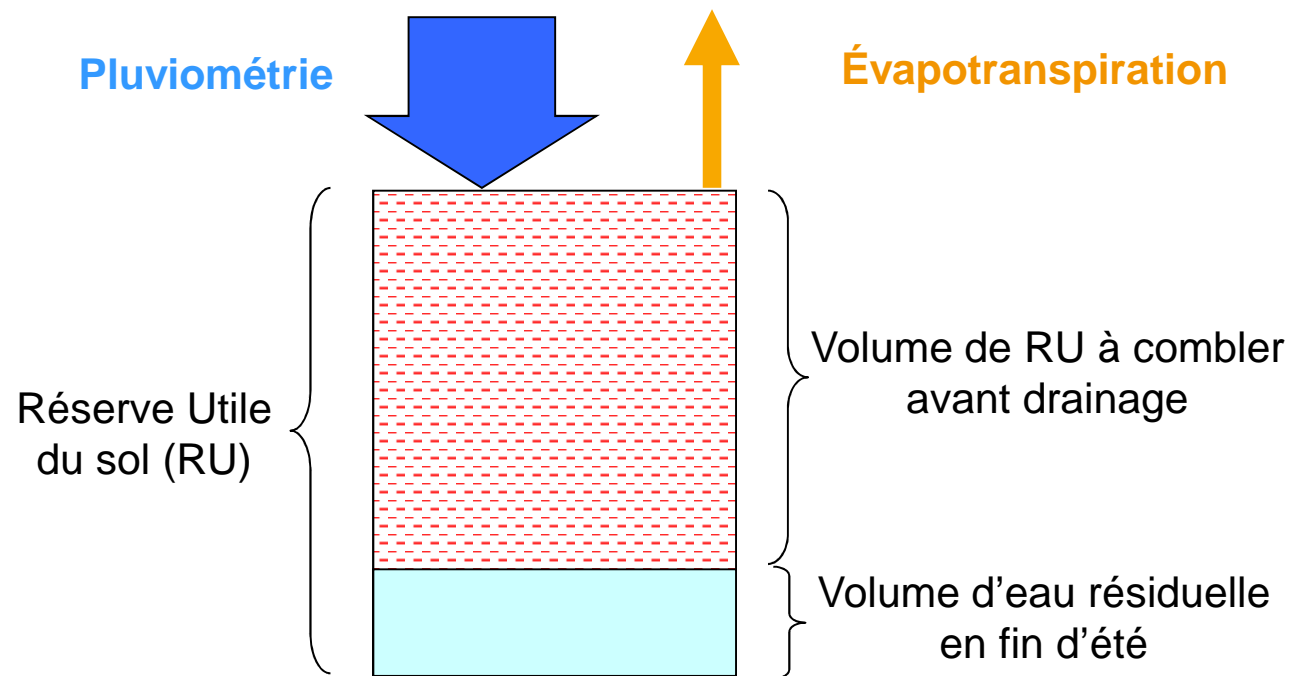
Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Lessivage et Minéralisation

Calcul de la pluie drainante

17

Le lessivage :



Source : COMIFER - formule
de Burns (1976)

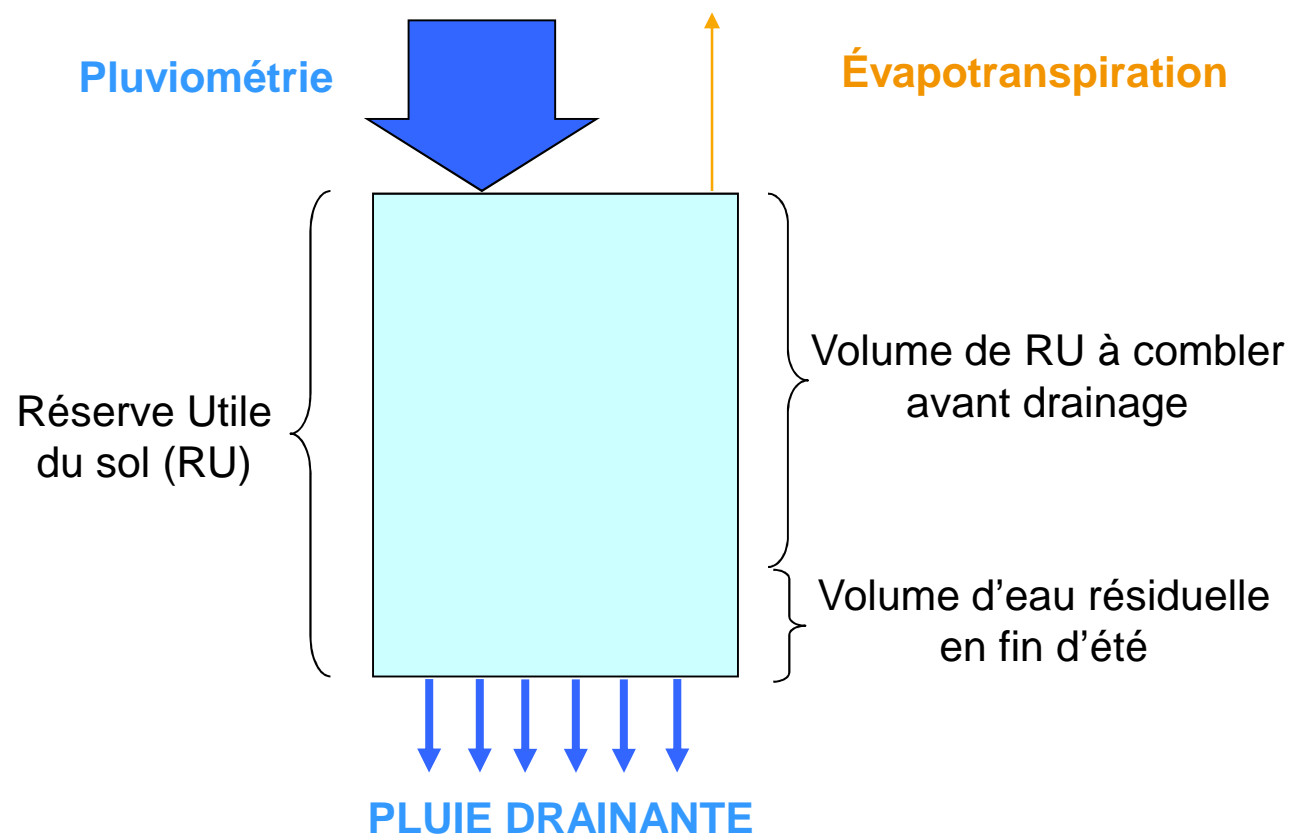
Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Lessivage et Minéralisation

Calcul de la pluie drainante

18

Le lessivage :



Le lessivage est ainsi fonction de la **pluviométrie**, de l'**évapotranspiration**, de la **RU** et du **stock d'azote** dans le sol

Source : COMIFER - formule
de Burns (1976)

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

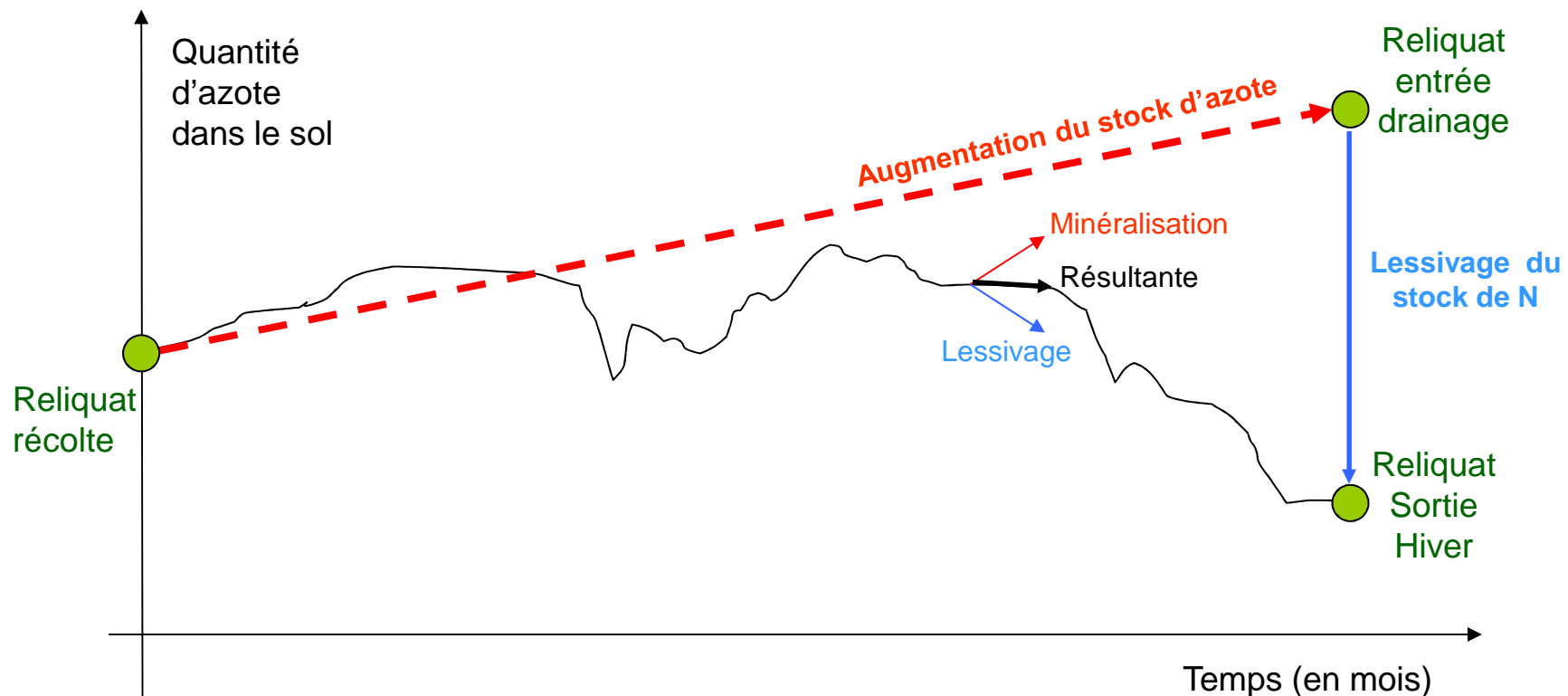
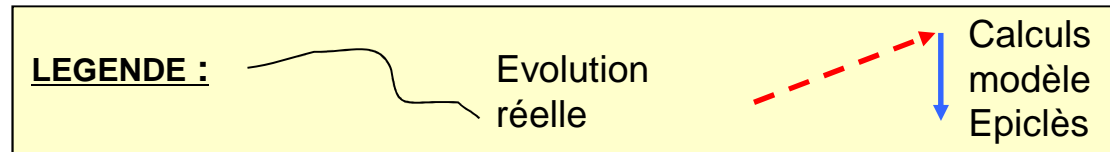
Lessivage et Minéralisation

Démarche au niveau du moteur de calcul d'Epiclès

20

évolution du stock d'azote dans le sol

Modélisation Epiclès



- Phénologie
- Lessivage de l'azote au cours de l'hiver
- Minéralisation de l'azote
- **Risques environnementaux**
étapes d'une étude d'Aire d'Alimentation de Captage (AAC)

Risques environnementaux

Aires d'Alimentation de Captages (AAC) d'eau potable

22

- Un dossier majeur : la reconquête de la qualité de l'eau
- Plus de 35 études BAC à travers la France pour un total de plus de 400 000 ha



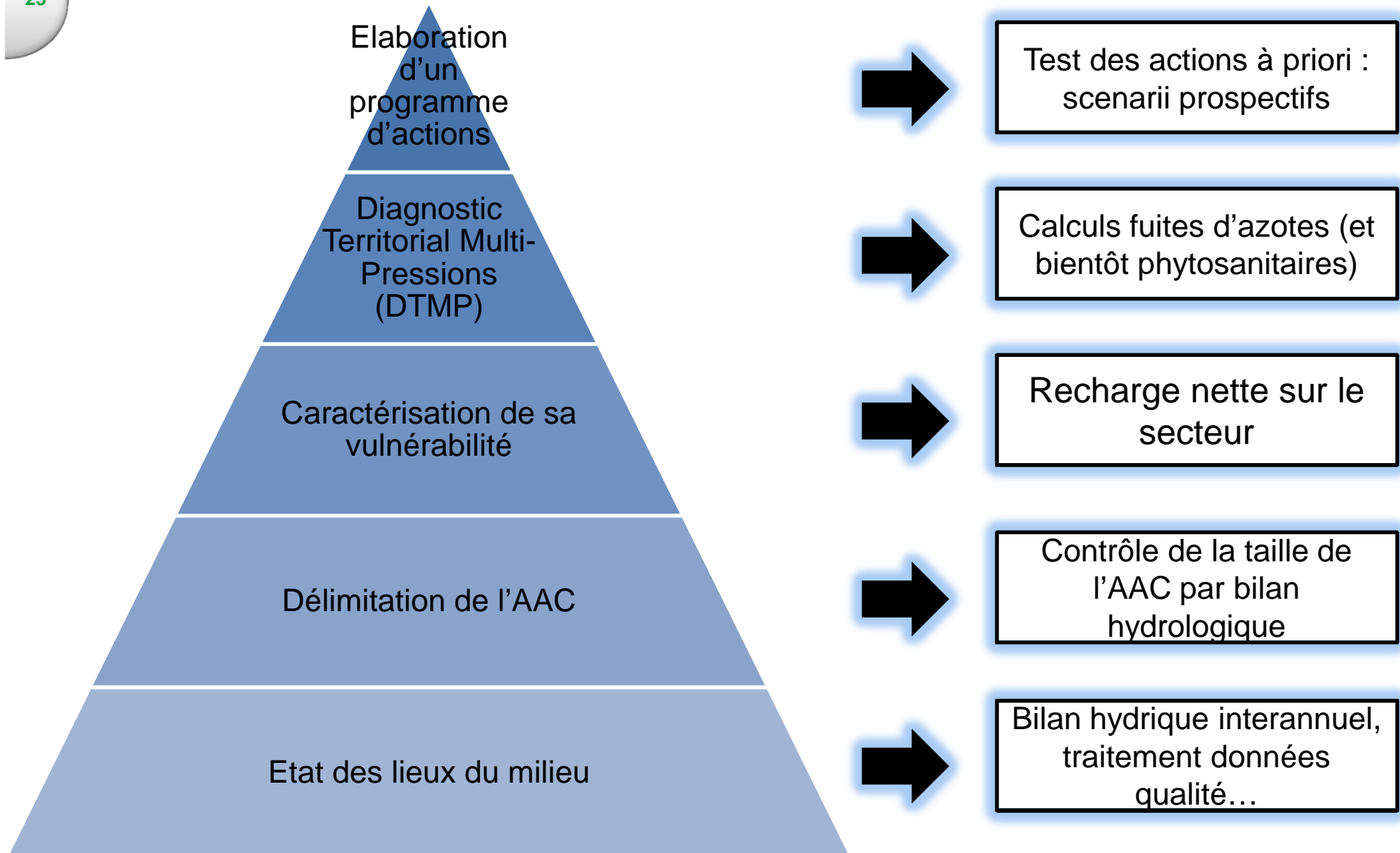
Fonctions principales

- Mettre en place des outils nécessaires au pilotage environnemental des pratiques agricoles,
- Développer des produits et services favorisant ou valorisant les démarches d'agriculture durable
- Travailler sur les problématiques non agricoles

Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

23



Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

24

Etat des lieux du milieu

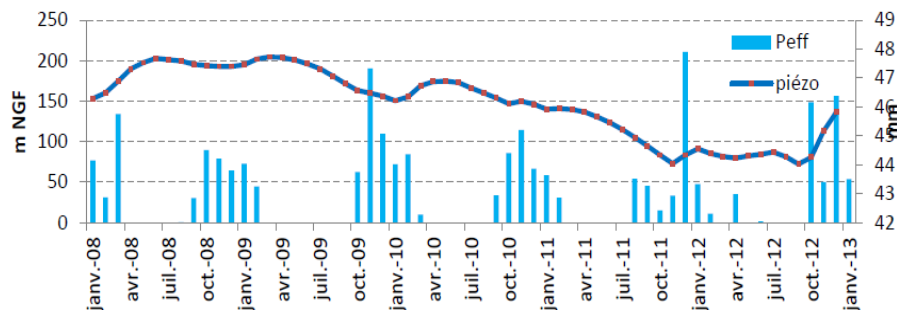
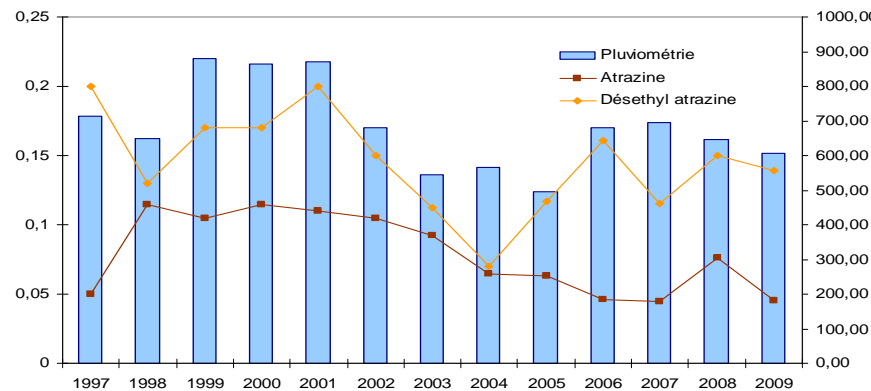
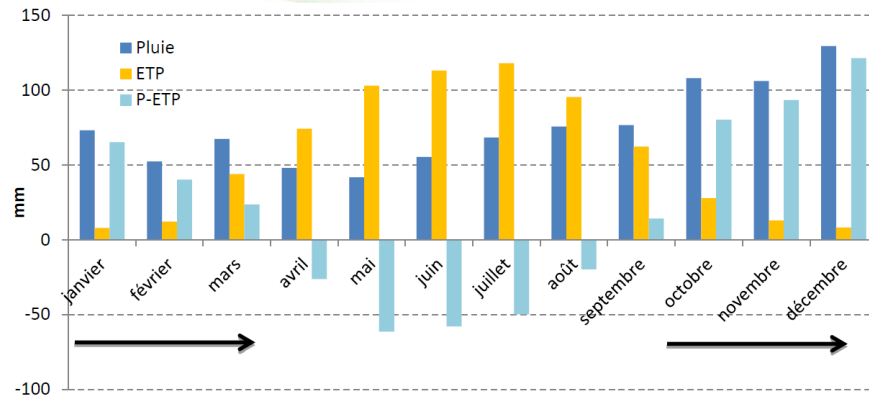


Bilan hydrique interannuel,
traitement données
qualité...

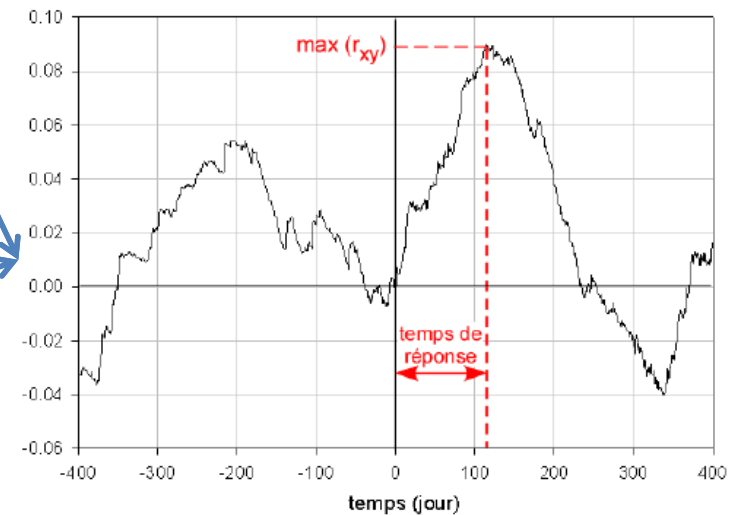
Risques environnementaux

État des lieux et historique

25



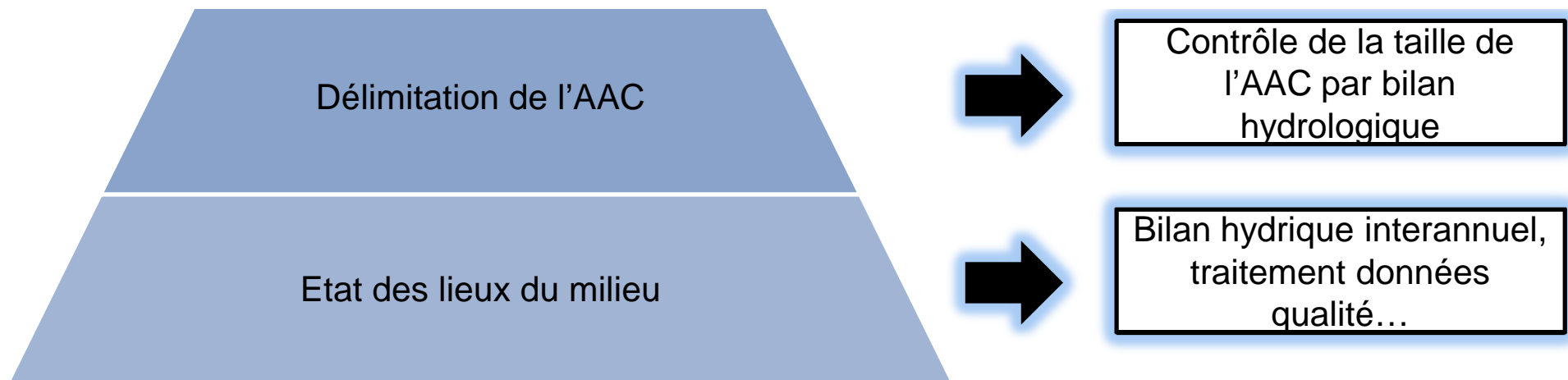
- Bilan hydrique : estimation de la période de drainage interannuelle = période à risque de lessivage
- Si modélisation hydrogéologique, 10 ans de données au pas de temps journalier
- Comparaison entre les signaux P ou Peff et piézométrie et qualité
- Corrélations simple et croisées pour estimer le temps de réponse du système



Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

26



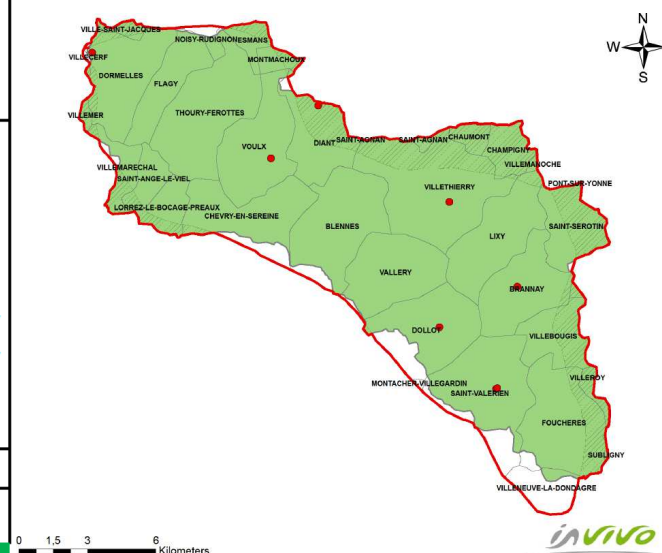
Risques environnementaux

Contrôle taille AAC

27

Bilan entrées sorties pour estimer si la taille de l'aire a bien été estimée :

ENTREES (m3)		SORTIE (m3)	
Pluie efficace moyenne à l'échelle du bassin	5279400	Pompages principaux : <i>AEP totale</i>	430000
Autres entrées	<i>Inconnu</i>	Pompages secondaires Drainage par le Dun	<i>Inconnu</i> <i>Inconnu</i>
Somme	5279400	Somme	430000
BILAN ENTREES - SORTIES (m3)			
4849400			



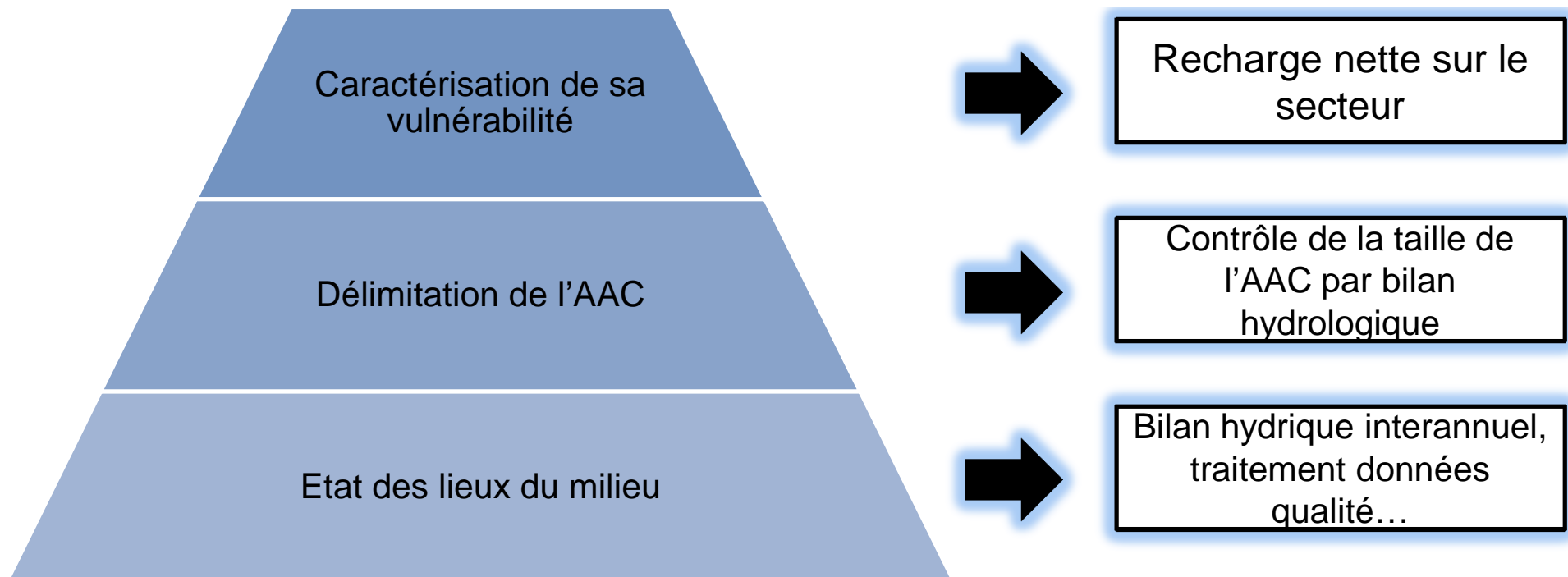
Source : résultats d'études InVivo

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

28

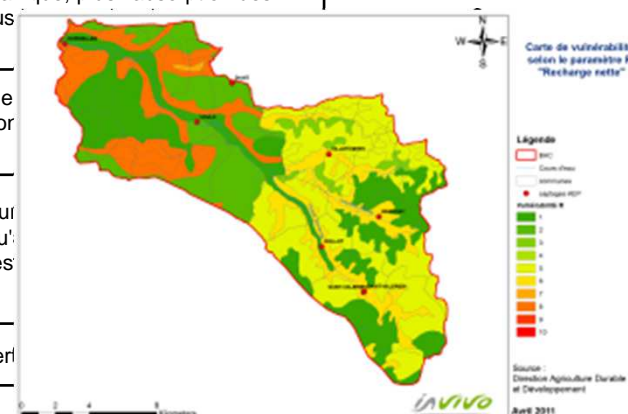


Risques environnementaux

Vulnérabilité intrinsèque du milieu

29

Symbole	Paramètre	Propriétés	Pondération
D	Profondeur de la nappe	Plus cette profondeur est élevée, plus le contaminant met beaucoup de temps pour atteindre la surface piézométrique.	5
R	Recharge nette	Véhicule principal pour le transport du contaminant. Plus cette recharge est grande, plus le risque de contamination est élevé.	4
A	Lithologie de l'Aquifère	Caractérisée par la granulométrie des terrains saturés ou leur degré de fissuration. Elle intervient dans le piégeage du polluant qui peut s'échapper au pouvoir d'absorption du sol.	3
S	Sol	Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus l'absorption des métaux et des cations est importante, et plus souterraines est grande.	
T	Topographie	Plus la pente des terrains est grande, plus le important et par conséquent la contamination faible,	
I	Zone non saturée	Son impact est déterminé à partir de la texture constituant. La percolation du polluant jusqu' est d'autant plus grande que cette texture es grossiers ...).	
C	Perméabilité	Plus ce paramètre est grand, plus le transfert	



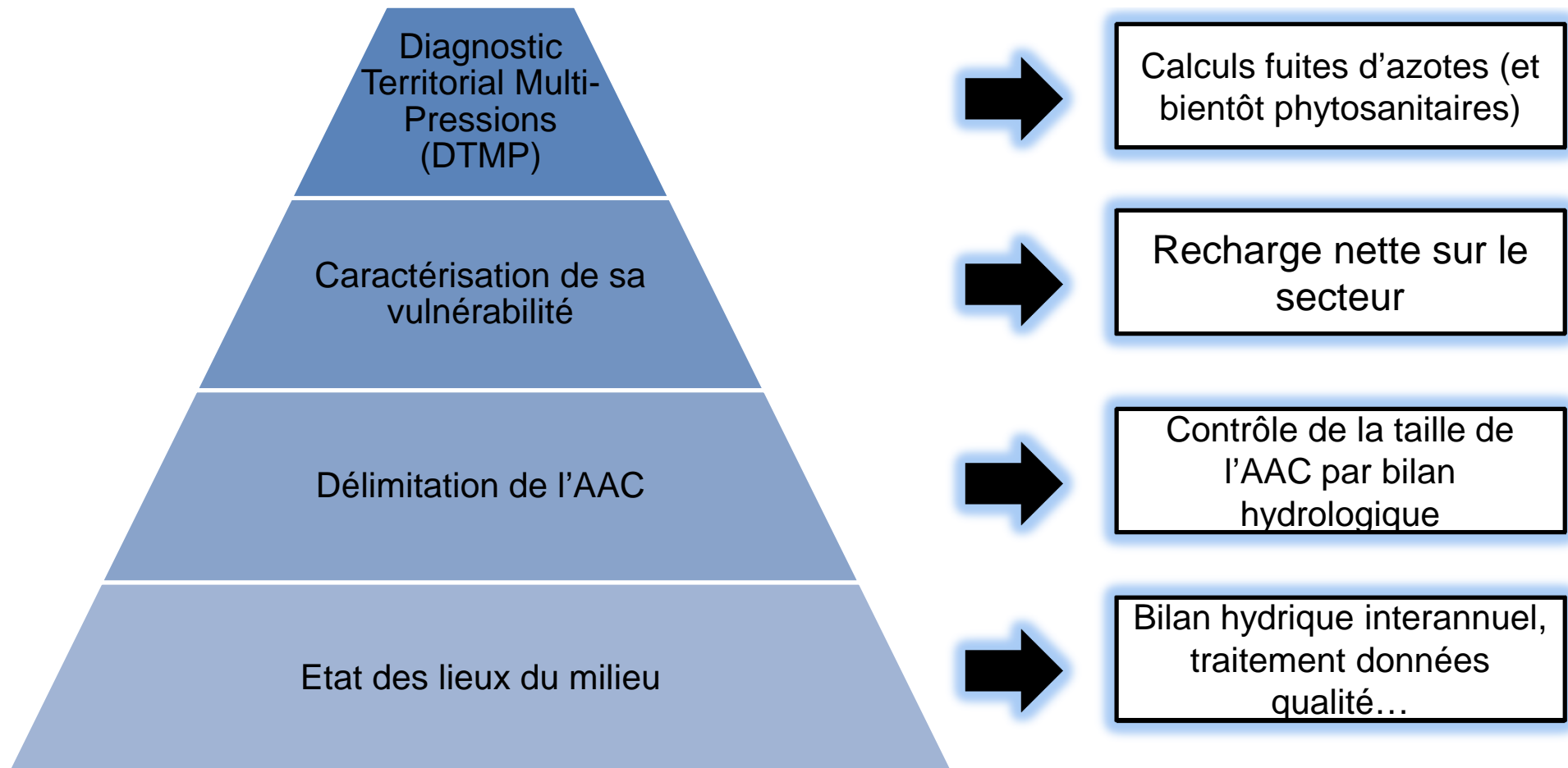
Source : Environmental Protection Agency, USA

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

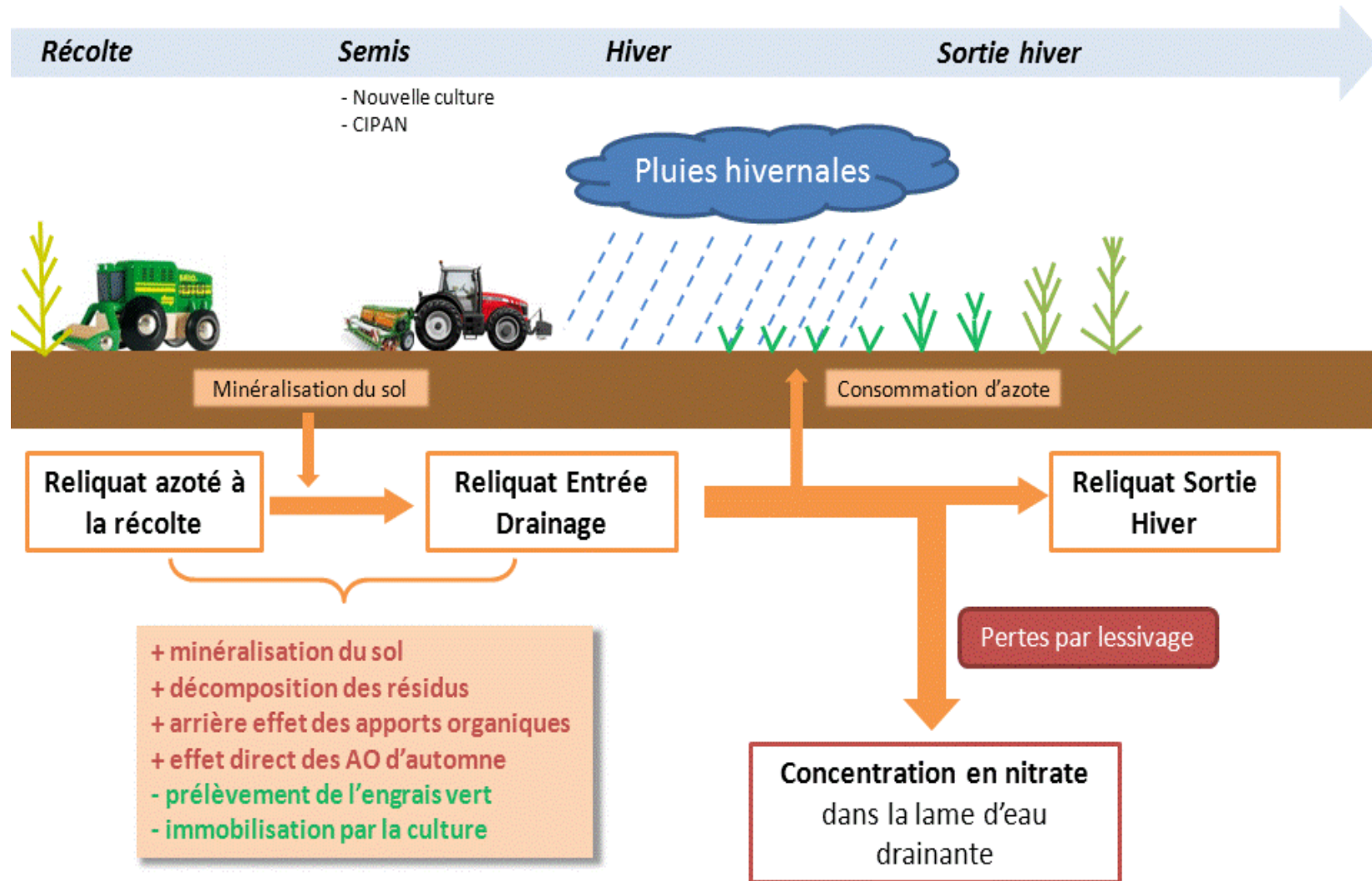
30



Risques environnementaux

Fuites sous-racinaires

31



Source : résultats d'études InVivo

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

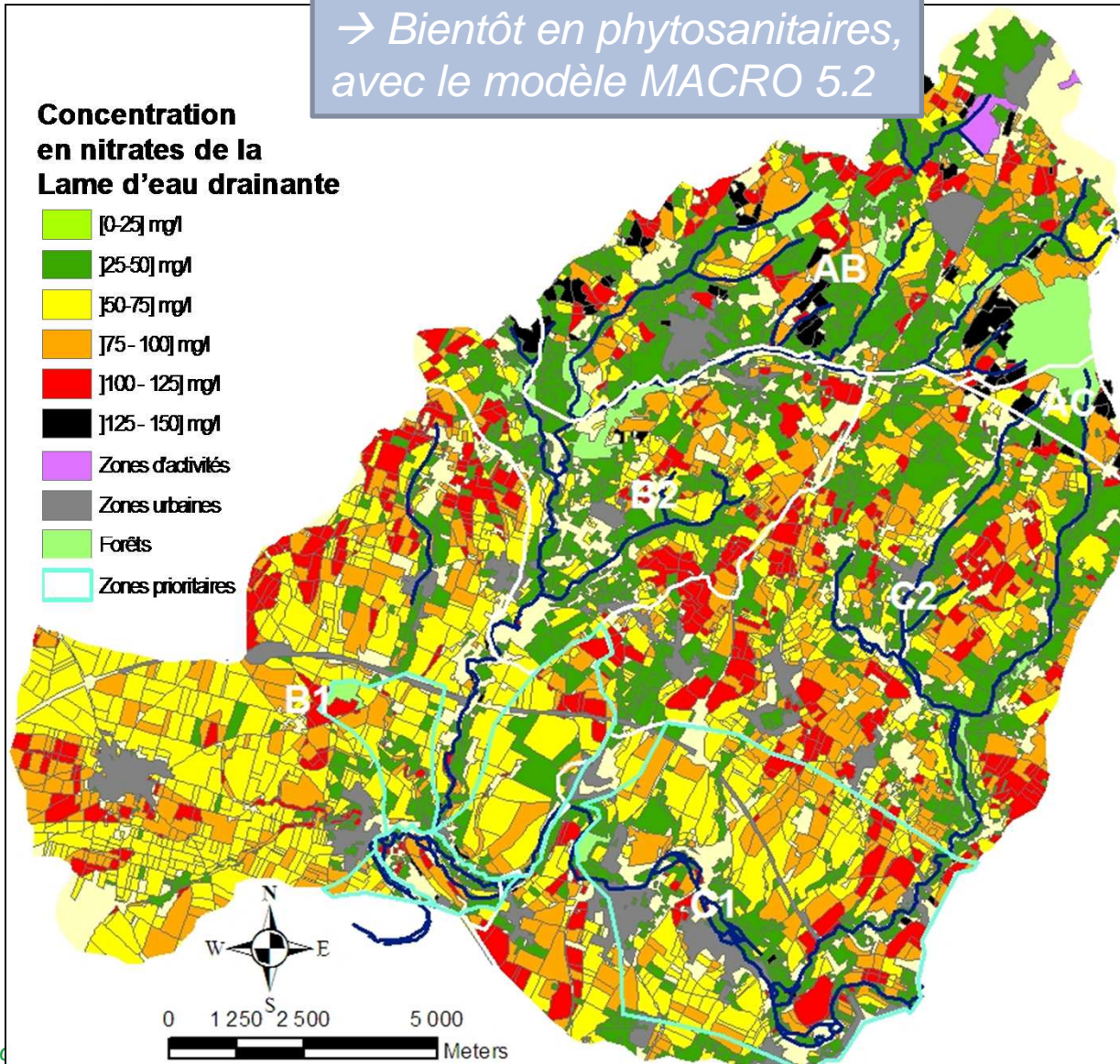
Risques environnementaux

Fuites sous-racinares

→ Bientôt en phytosanitaires, avec le modèle MACRO 5.2

Concentration en nitrates de la lame d'eau drainante

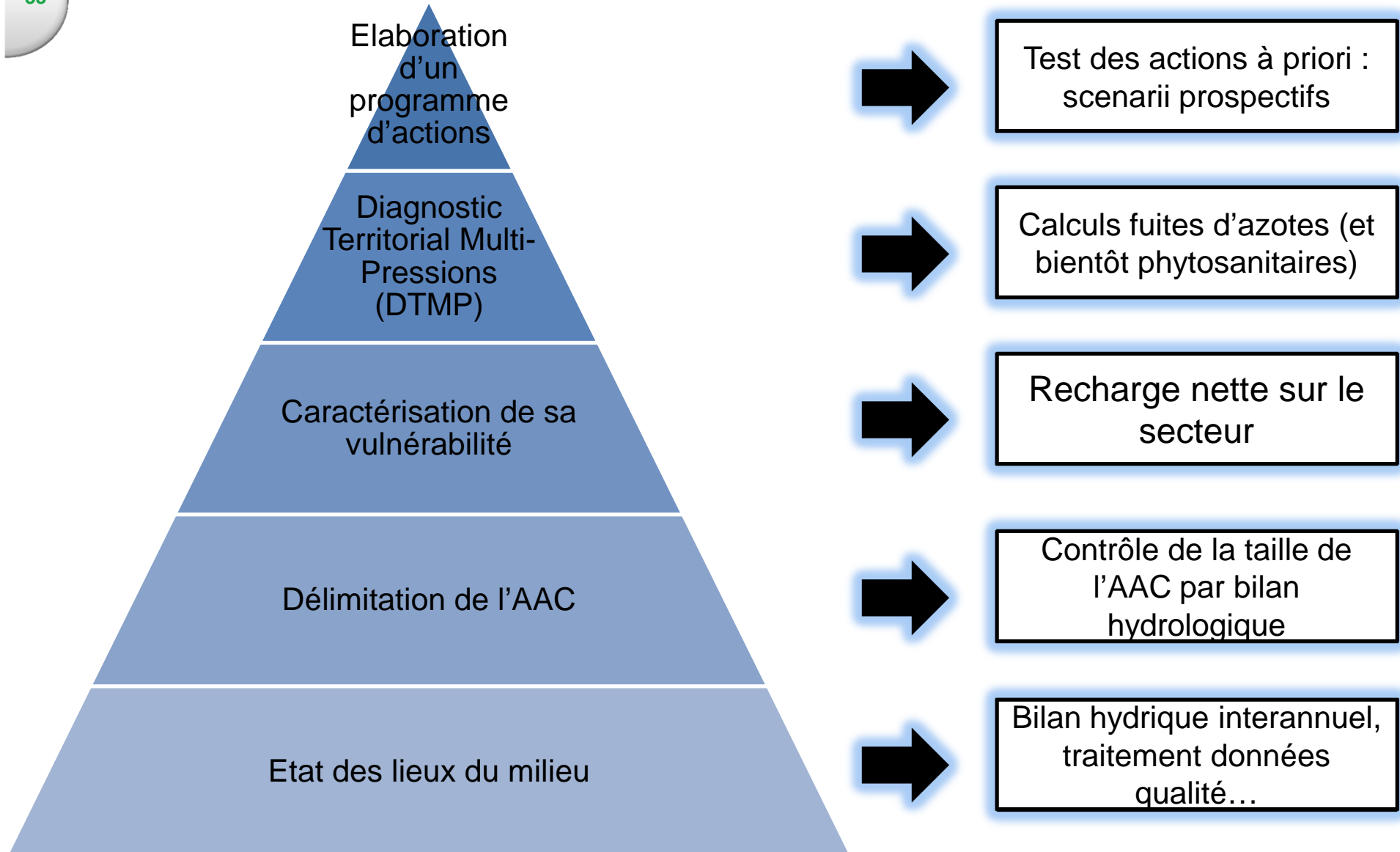
- [0-25] mg/l
- [25-50] mg/l
- [50-75] mg/l
- [75-100] mg/l
- [100-125] mg/l
- [125-150] mg/l
- Zones d'activités
- Zones urbaines
- Forêts
- Zones prioritaires



Risques environnementaux

Étapes d'une étude AAC et lien avec l'utilisation des données météo

33

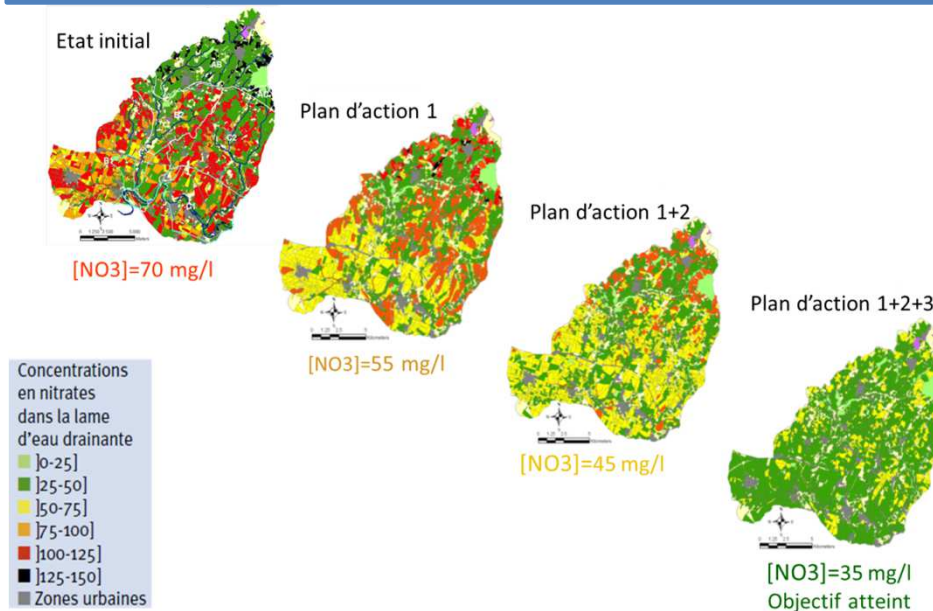


Risques environnementaux

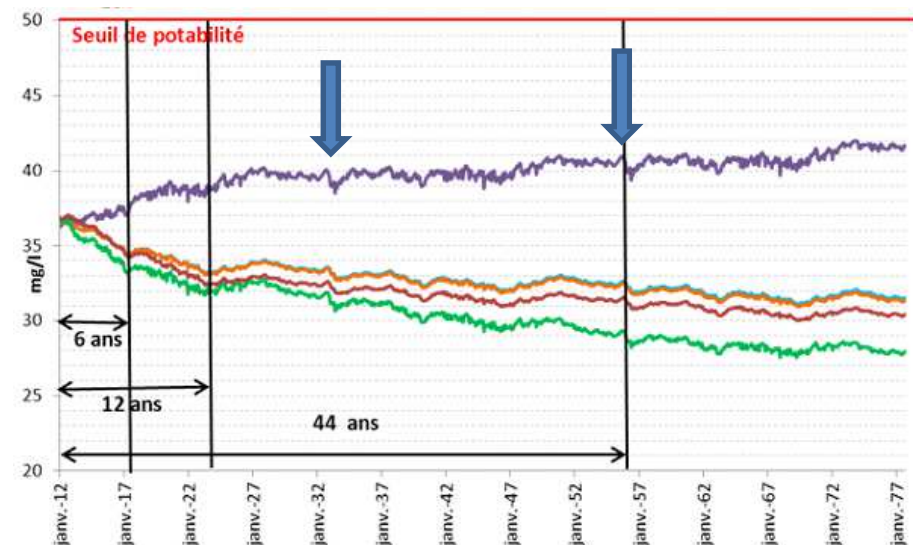
Test *a priori* des actions

34

Dans l'espace



Dans de temps (avec modélisation hydrogéologique)



Perspectives :

→ Tester l'évolution des concentrations selon plusieurs scénarii GIEC

→ Faire intervenir le volet quantitatif (différents types d'irrigation dans les prévisions)

Source : résultats d'études InVivo

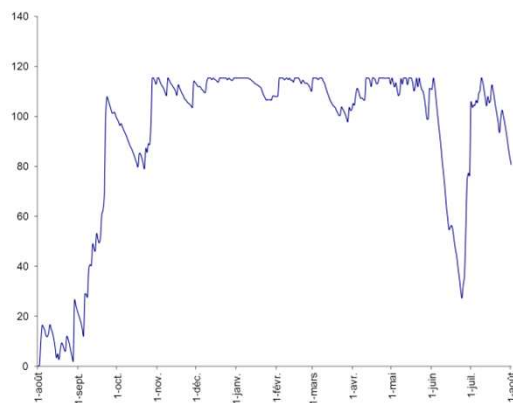
Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

Autres possibilités de modélisation ...

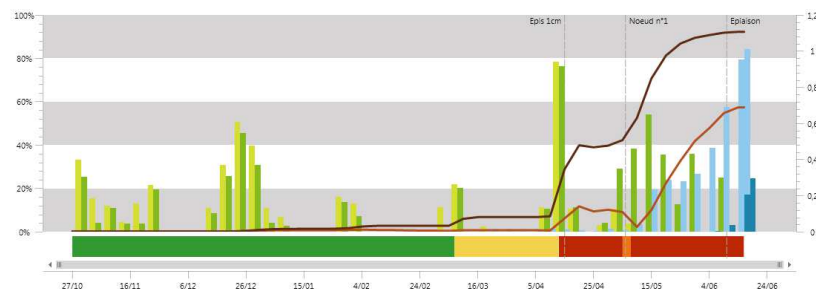
35



Efficacité
produits



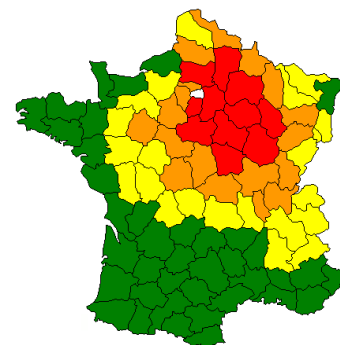
Bilan hydrique



Risque septoriose



Limaces



Temps de chute de Hagberg



Gel

Merci de votre attention

Photos : wikipédia & InVivo

Rencontres Agro-météo – 14 & 15 janvier 2015

in vivo
AgroSolutions