

Territorialisation de l'activité agricole et gestion des cycles biochimiques: Contraintes et opportunités

Marc Benoît

INRA_SAD_Aster_Mirecourt

benoit@mirecourt.inra.fr

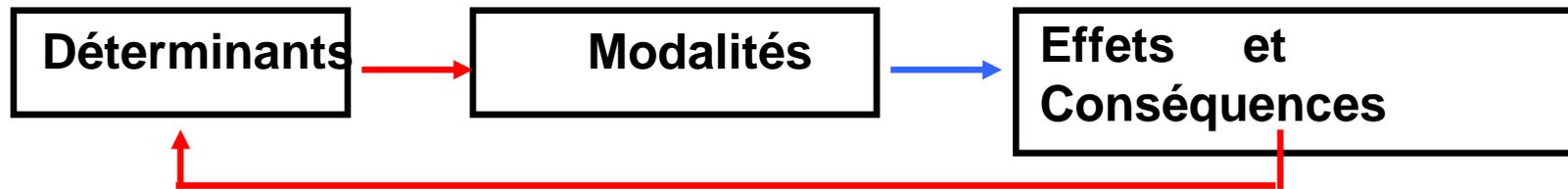
INRA



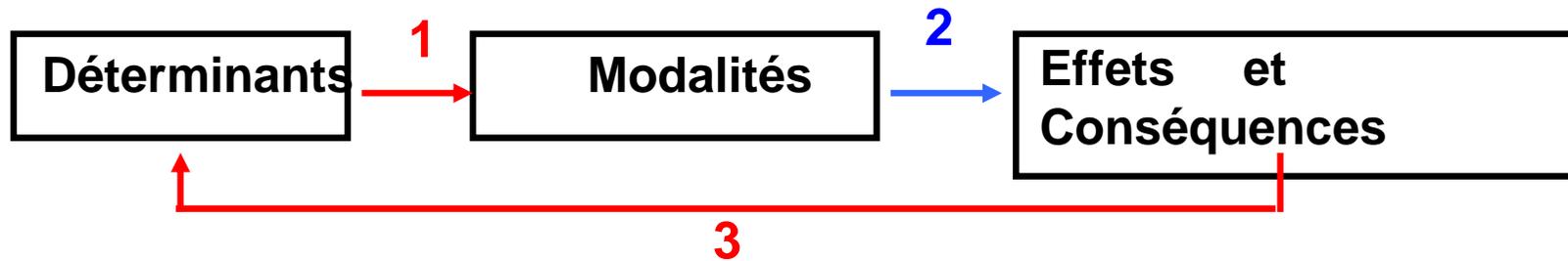


Introduction

Trois points de vue à articuler pour modéliser les pratiques agricoles



Trois points de vue à articuler pour modéliser les pratiques agricoles

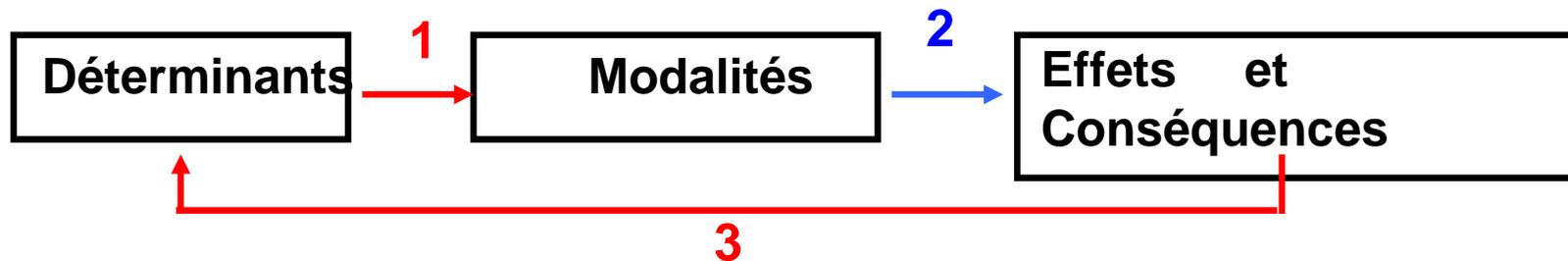


1 - Pourquoi ?

2 - Et après ?

3 - Comment faire changer?

Trois points de vue à articuler pour modéliser les pratiques agricoles



1 - Pourquoi ?

Agronomie des logiques techniques:

- Quelles cohérences dessinent ces systèmes de culture?
- quels modèles pour rendre compte de ces cohérences?

3 - Comment faire changer?

- Quels effets et conséquences privilégier ?
- Quels déterminants actionner pour changer ?

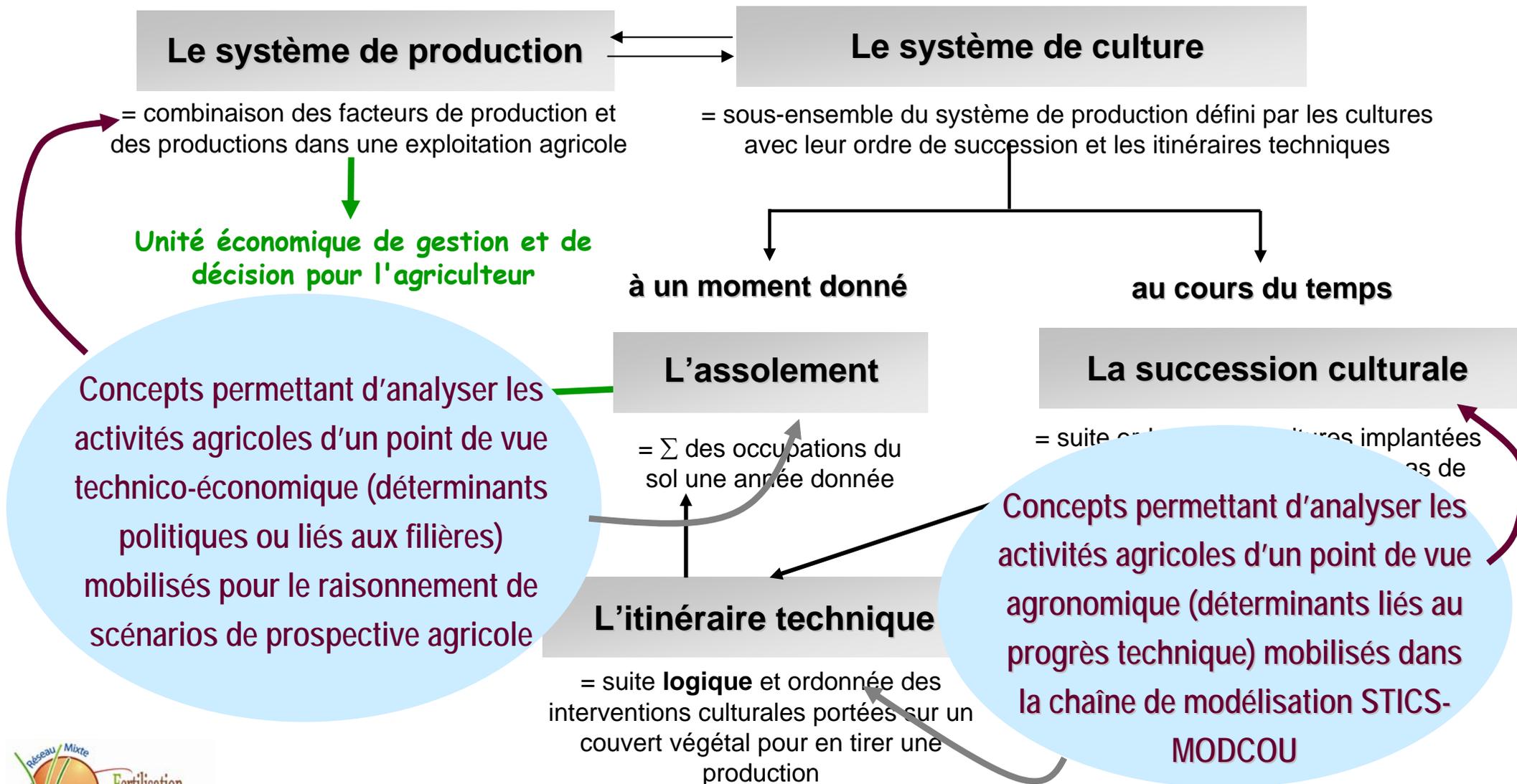
2 - Et après ?

Agronomie des efficacités techniques:

- Quels sont les effets et conséquences de ces systèmes de culture?
- Quels liens entre ces divers effets et conséquences?

Travailler à deux niveaux d'organisation de l'agriculture

Choix des objets étudiés

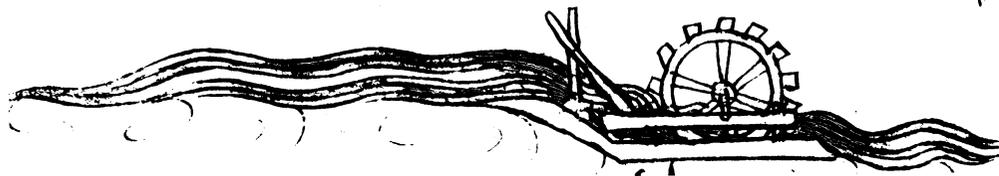
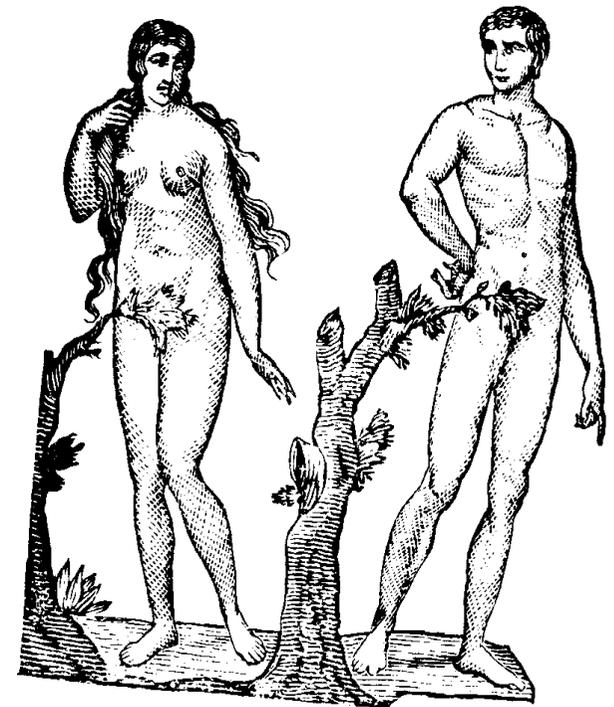


L'enjeu du « bouclage des cycles bio-géochimiques »

L'enjeu (1/2) de la protection des ressources en eau

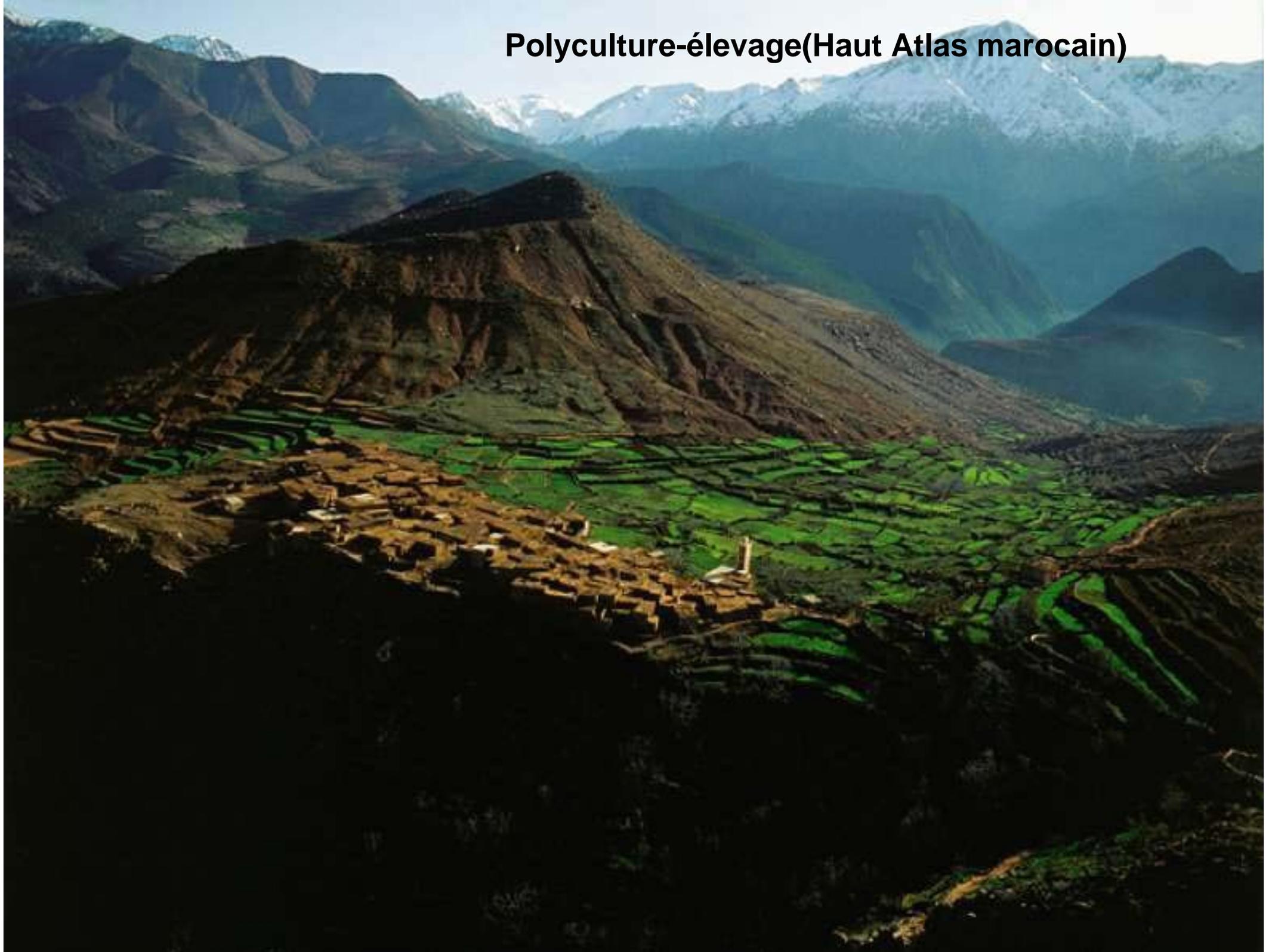
Le fil conducteur:

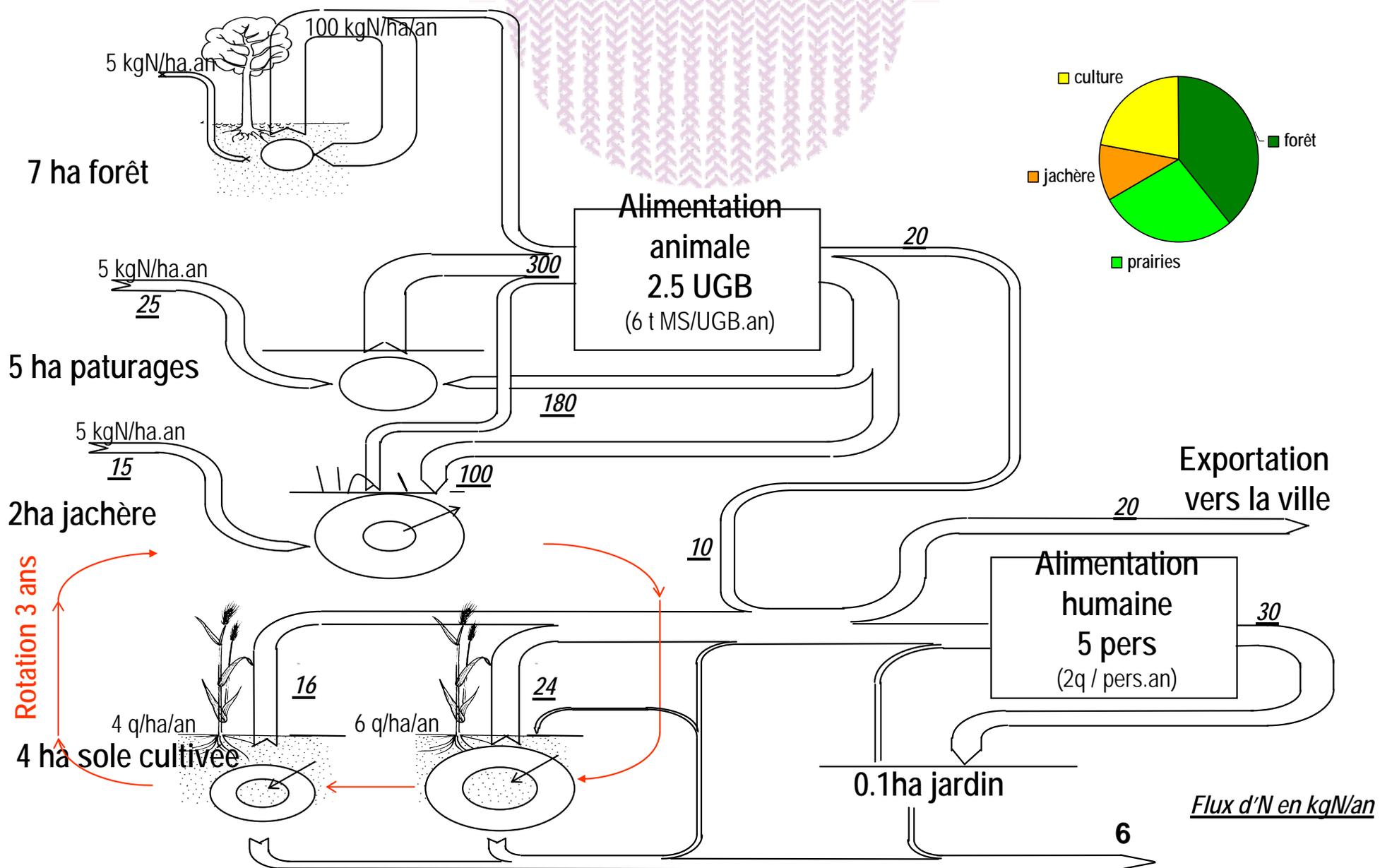
C'est l'Homme qui a construit les paysages dans le passé et qui continue aujourd'hui de les façonner, disposant ainsi d'un **levier** très efficace pour maîtriser les flux d'éléments chimiques



Cheminement à travers 5000 ans d'**histoire**....

Polyculture-élevage(Haut Atlas marocain)





Culture - élevage à forte charge à assolement triennal

surface exploitée par ha cultivé:	4.5 ha
rendement par ha cultivé:	5 q / ha.an
production nette par ha exploité	1.1 q / ha.an
densité de population soutenable:	55 hab / km²

Billen, 2004

surf arable par actif agricole: 6 ha
 rapport actif agric / popul: 1 : 10



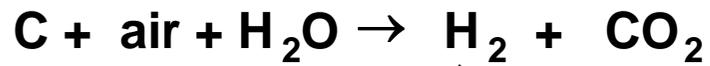
La rupture de la complémentarité culture – élevage lors de l'industrialisation des agricultures mondialisées



... possible après une découverte chimique majeure:

Début du XXe s. : le procédé Haber-Bosch

1914 : procédé Haber – Bosch

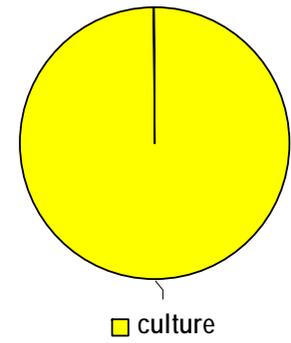
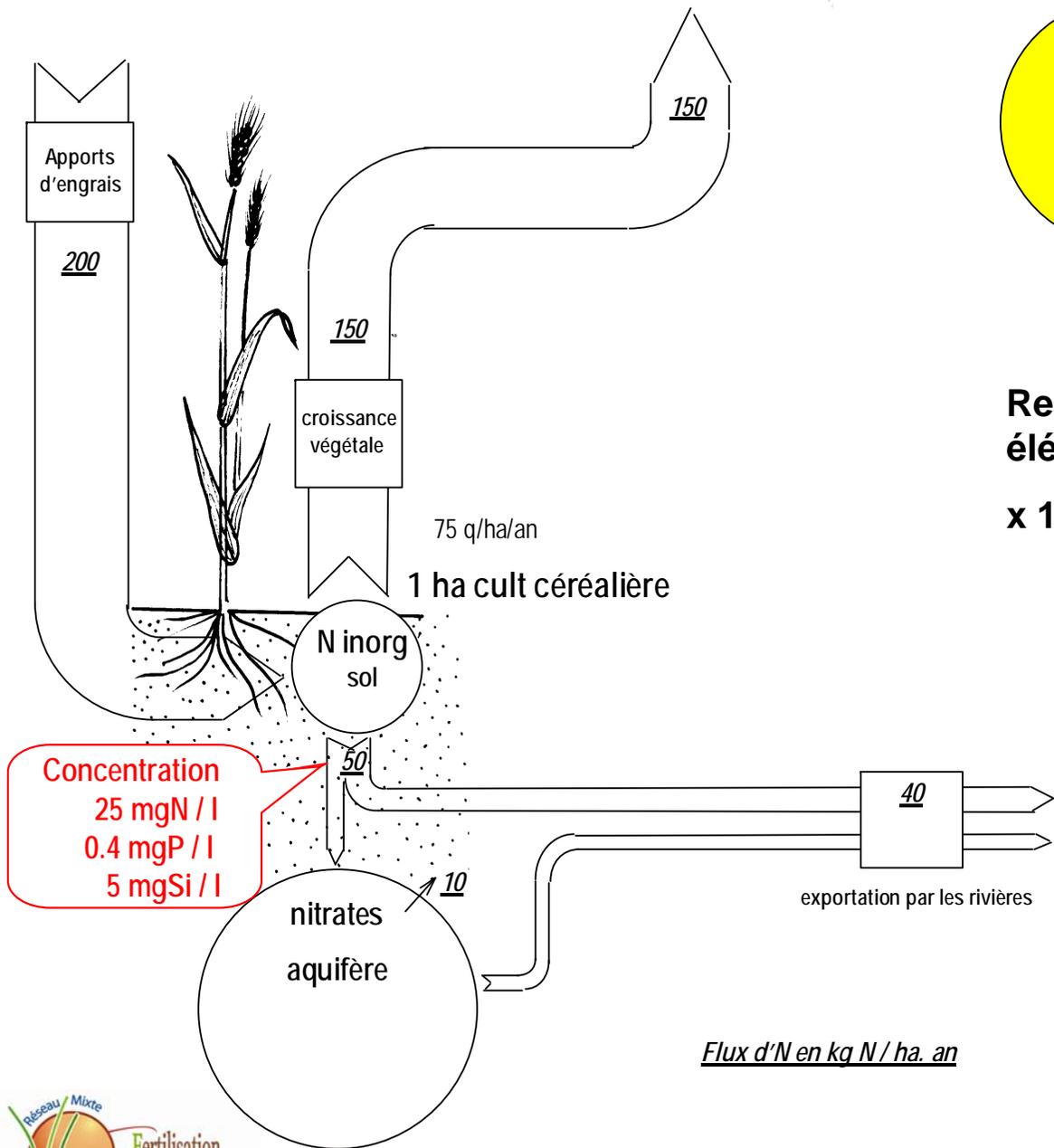


high temperature
high pressure
catalyst



Fritz Haber

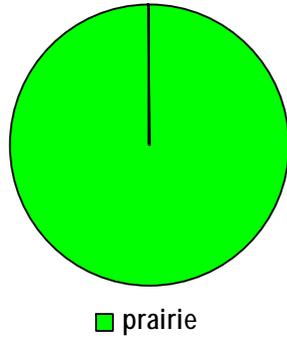
Agriculture à fertilisation minérale



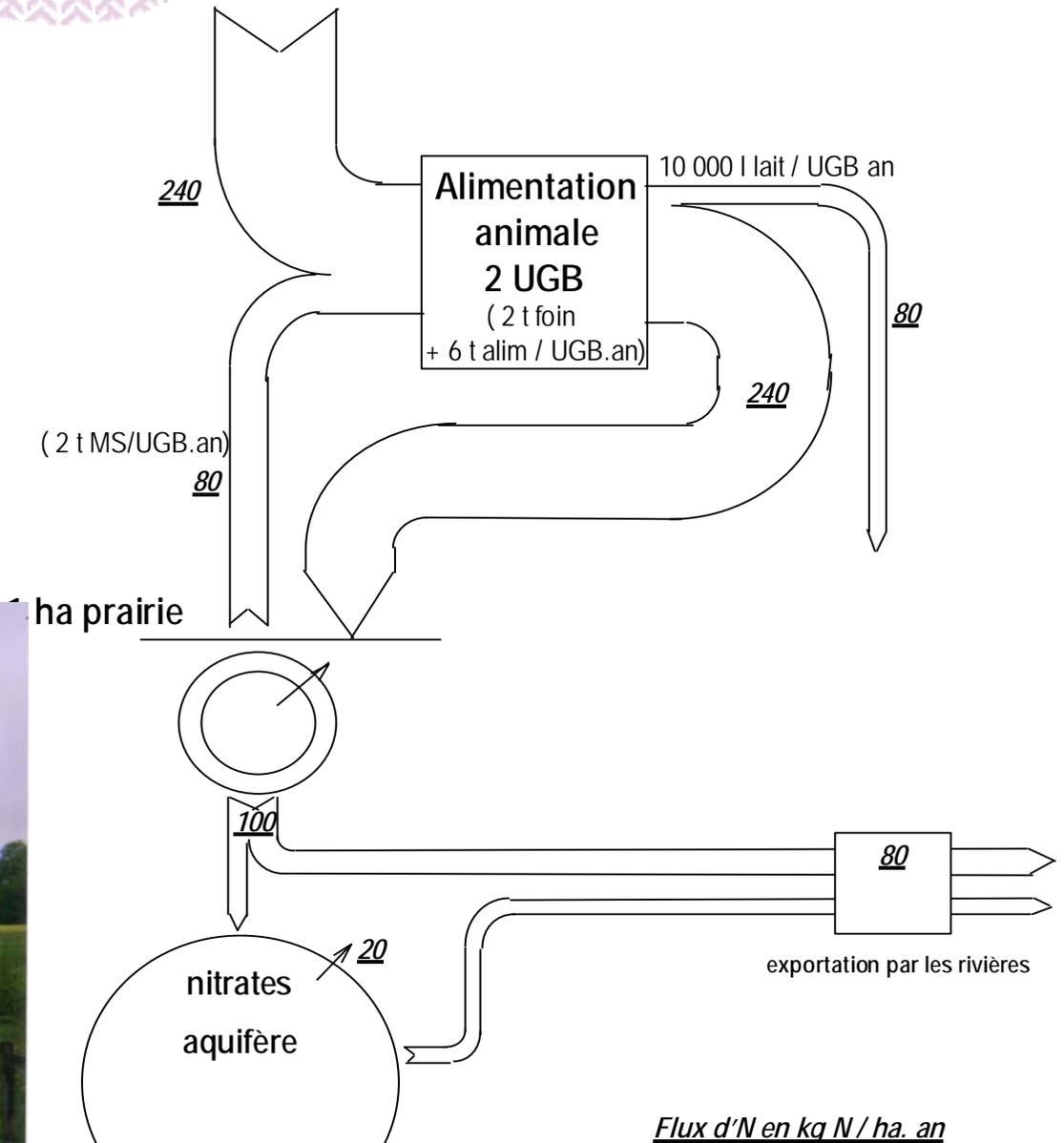
Restitution par les engrais de synthèse des éléments exportés du sol par la récolte
x 100 potentiel d'exportation commercialisable



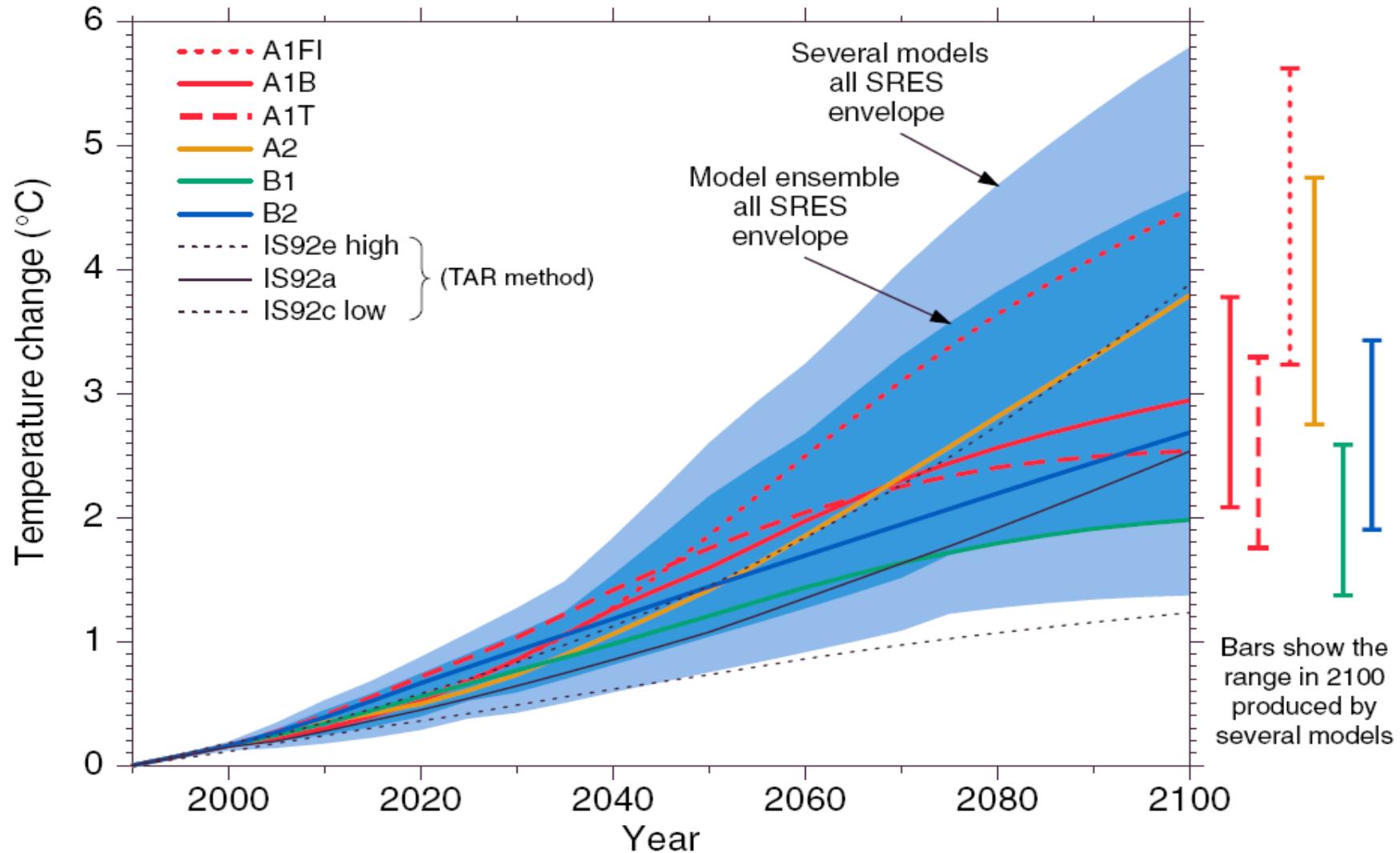
Elevage laitier intensif



Importation d'aliments concentrés
6 t alim / UGB.an)



L'enjeu (2/2) des GES



Les territoires où s'évalue ce bouclage des cycles : bassins versants et planète

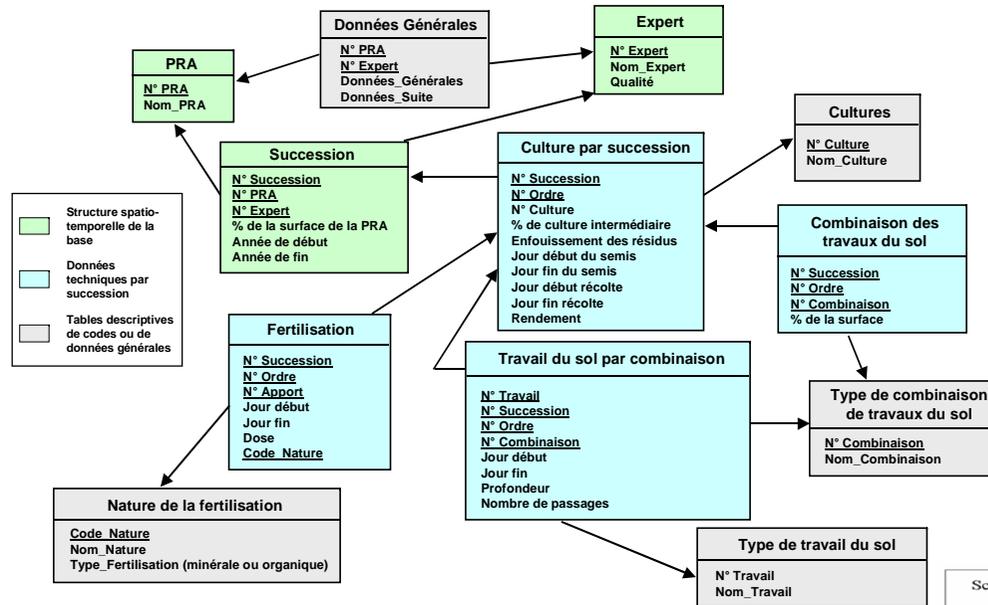
Informier les systèmes de culture pour implémenter des modèles de culture à l'échelle de territoires continus

↳ **Question** : comment créer des connaissances spatialisées sur les systèmes de culture qui permettent la mise en œuvre, à d'autres échelles, de modèles de culture conçus à la parcelle?

- **localisation** = répartition spatiale des systèmes de culture
- **système de culture** = assolement / succession culturale / composantes de l'ITK
- **échelle spatiale** : « grands » territoires (bassins versants de quelques centaines à plusieurs milliers de km²)
- **échelle temporelle** : de quelques années à plusieurs décennies

Spatialiser l'évolution des systèmes de culture sur le bassin de la Seine depuis 1970 pour implémenter un modèle de simulation des transferts de nitrate (Mignolet *et al.*, 2004 ; Ledoux *et al.*, 2007)

Création d'une base de données "Pratiques agricoles" (1970 – 2005)



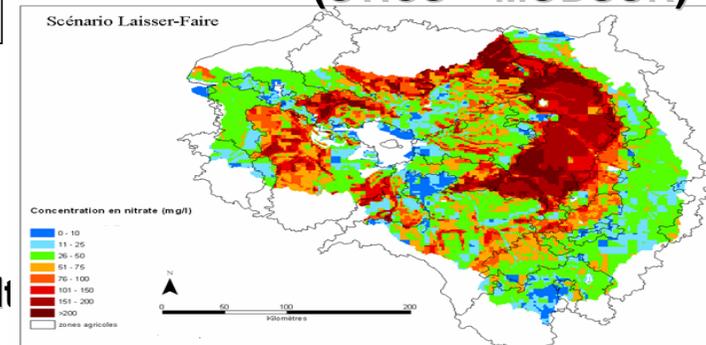
- 91 experts
- 135 PRA
- 706 successions culturales
- 2698 ITK

↳ Distribution aléatoire des systèmes de culture au sein de chaque PRA pour chaque période de temps homogène

Croisement des données d'entrée (météo, sol, PRA) : définition de 11 600 unités de simulation

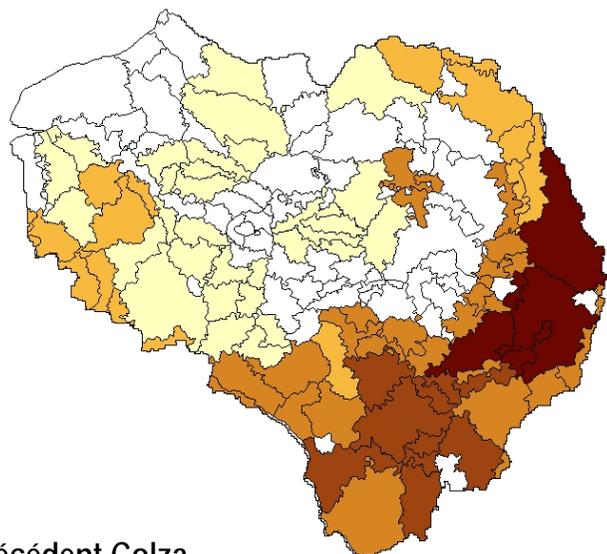


Calcul des concentrations en nitrate sous-racinaires (STICS – MODSUR)



Caractériser et spatialiser la diversité des systèmes de culture : les itinéraires techniques

Deux exemples de types d'itinéraires techniques sur blé en 2001



Précédent Colza

Labour d'été + semis précoce (01/09 au 15/10)

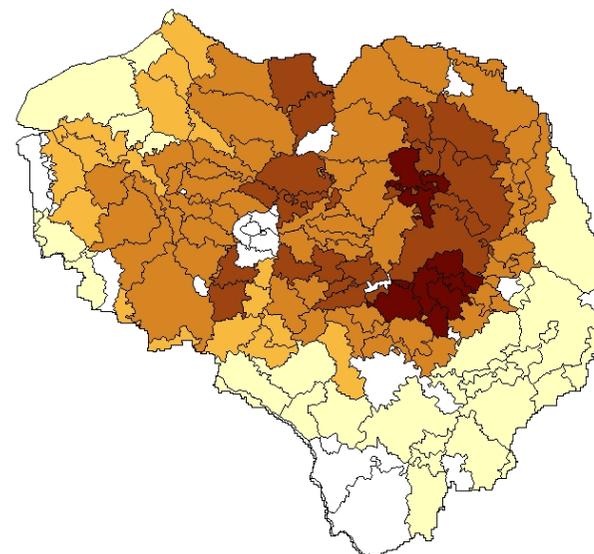
3 à 4 apports d'azote minéral

Doses modérées (170-190 U N)

1 Apport PK

0 insecticide, - de 3 fongicides, >1 antilimace, 2 à 3 désherbants

rendements faibles (< 65qx)



Précédent Pois ou Betterave

Labour et semis d'octobre (01/10 au 31/10)

3 à 4 apports d'azote minéral

Doses élevées (> 210 U N)

0 Apport PK

1 insecticide, 4 à 5 fongicides, 0 antilimace, 3 désherbants

rendements élevés (> 85qx)

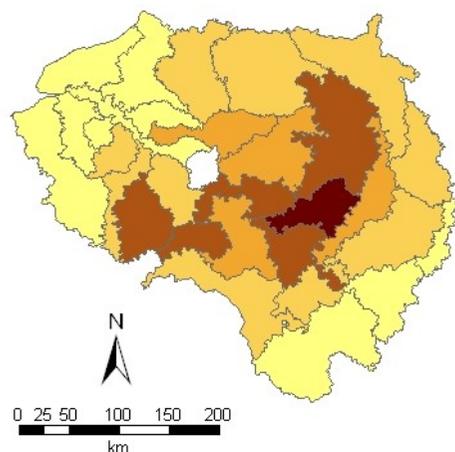
† Source : enquête *Pratiques culturales*

† Méthode : cartographie statistique multivariée

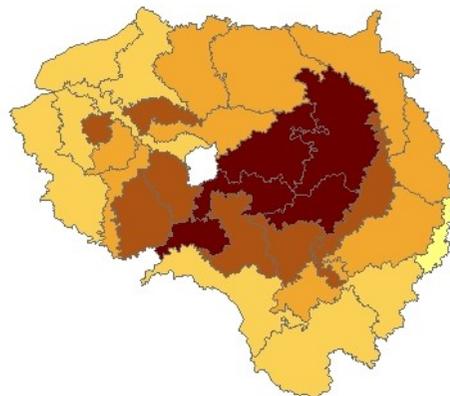
Caractériser et spatialiser la diversité des systèmes de culture : les itinéraires techniques

Comparaison de deux composantes de l'itinéraire technique sur blé entre 1994 et 2001

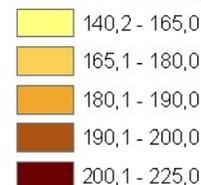
1994



2001

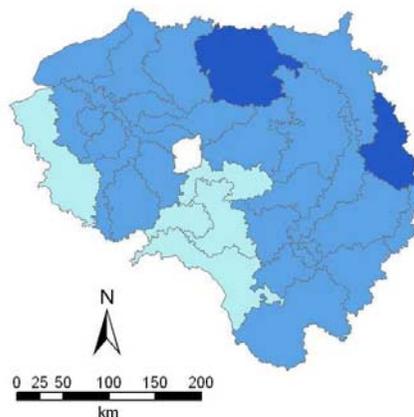


Quantité moyenne d'azote
en unités (kg N/ha)

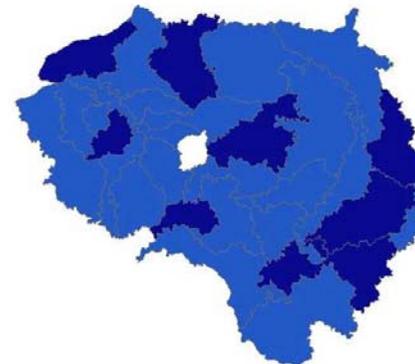


Sources : SCEES

1994

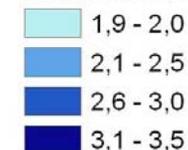


2001



Fertilisation azotée

Nombre moyen d'apports

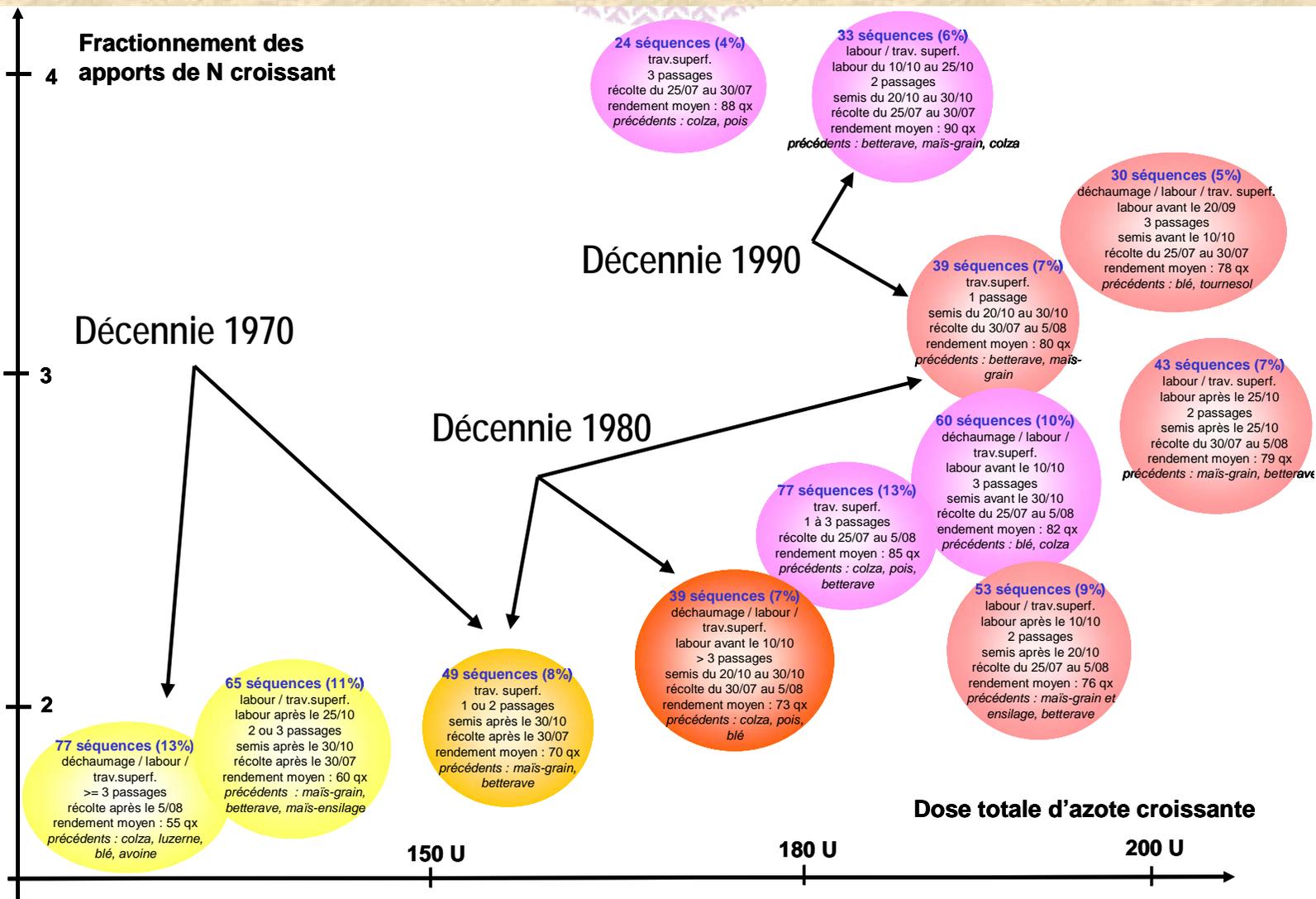


Sources : SCEES

† Source : enquête *Pratiques culturales*

† Méthode : cartographie statistique monovariée

Caractériser et spatialiser la diversité des systèmes de culture : les itinéraires techniques



Source : BdD *Pratiques agricoles*
Méthode : analyses multifactorielles

Typologie de l'évolution des itinéraires techniques sur blé de 1970 à 2000

L'enjeu-clé de la modélisation des choix et de la localisation des systèmes de culture

Objectifs

Modéliser la localisation des systèmes de culture et ses changements au cours du temps à l'échelle de territoires continus, afin de contribuer à analyser leurs interactions avec des enjeux environnementaux

- la notion de **localisation** :
 - décrire comment se répartissent les systèmes de culture au sein d'un territoire
 - comprendre comment cette répartition s'est construite sous l'influence de différents facteurs et ... pourrait se construire à l'avenir (scénarios territoriaux)
- la notion de **système de culture** :
 - assolement
 - successions culturales
 - itinéraires techniques
- 3 postures de recherche :
 - analyser les facteurs explicatifs de la localisation des systèmes de culture (ex1)
 - rechercher les régularités spatiales et temporelles dans l'organisation des systèmes de culture à partir d'une grande quantité de données existantes (ex2)
 - construire des scénarios territoriaux de localisation des systèmes de culture pour implémenter des modèles de culture ...et instruire les effets de scénarios.

Modélisation experte de l'organisation spatiale d'un territoire d'exploitation : le système MOSTAR (Le Ber et Benoît, 1998)

↳ **Question** : comment modéliser les règles d'allocation des systèmes de culture au sein des territoires ?

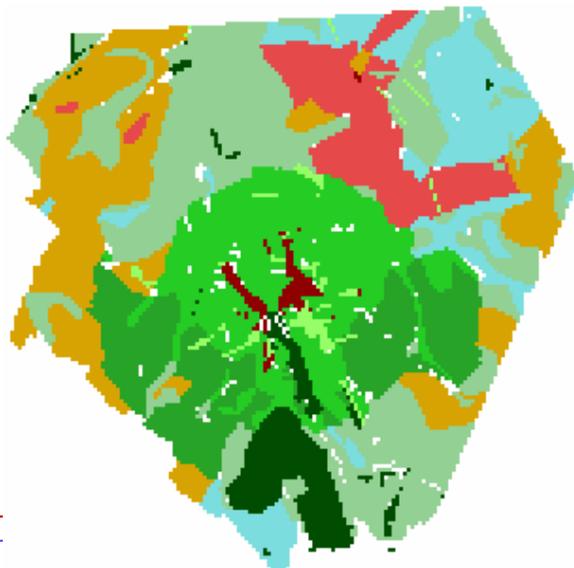
▪ **source d'information** : connaissances d'agronomes experts basées sur l'observation de pratiques d'agriculteurs

▪ **méthode** : élaboration d'un système à base de connaissances

▪ **un système en 3 modules** :

- ✓ détermination de régions homogènes sur les critères sol, pente et distance au bâti
- ✓ choix d'un système de production et calcul des productions nécessaires
- ✓ affectation des occupations du sol dans le territoire dans l'ordre des priorités du système de production (choix aléatoire des parcelles parmi celles qui répondent aux contraintes de l'occupation considérée)

Modèle d'organisation du territoire de la commune de Lignéville (Vosges)



- Maïs
- Parc à génisses
- Parcs à vaches laitières
- Prés de fauche
- Céréales / colza

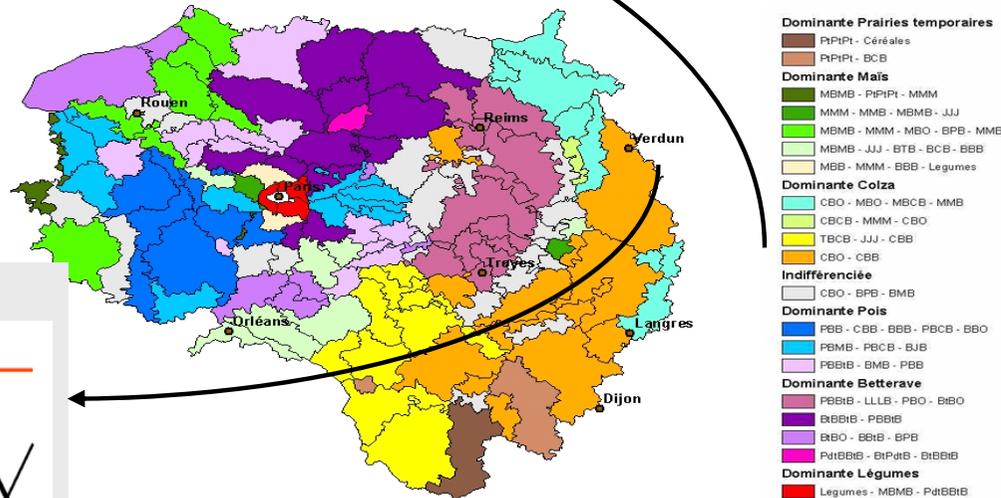
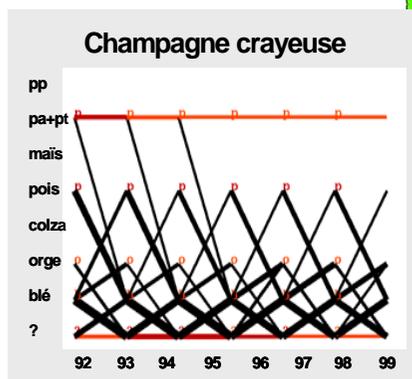
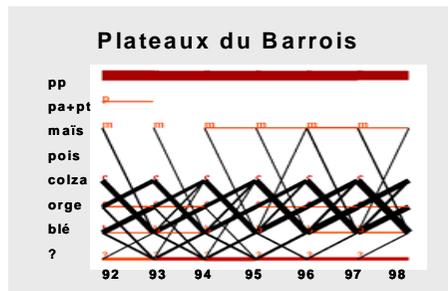
Perspectives = étendre ce système à la simulation de l'organisation spatiale de plusieurs exploitations agricoles géographiquement voisines

Différenciation de régions selon la diversité des successions culturales sur le bassin de la Seine dans les années 1990

(Le Ber *et al.*, 2006; Mignolet *et al.*, 2007)

↳ **Question** : comment extraire des régularités dans l'organisation spatiale et temporelle des systèmes de culture à partir de l'analyse d'un grand nombre de données existantes ?

- **source d'information** : enquête *Teruti* du SCEES (72 500 points)
- **méthode** : fouille de données temporelles par modèles de Markov cachés (CarrotAge) et cartographie statistique
- **maille spatiale unitaire** : la Petite Région Agricole



Conclusions

Les attendus des modèles pour construire les futurs cycles biogéochimiques

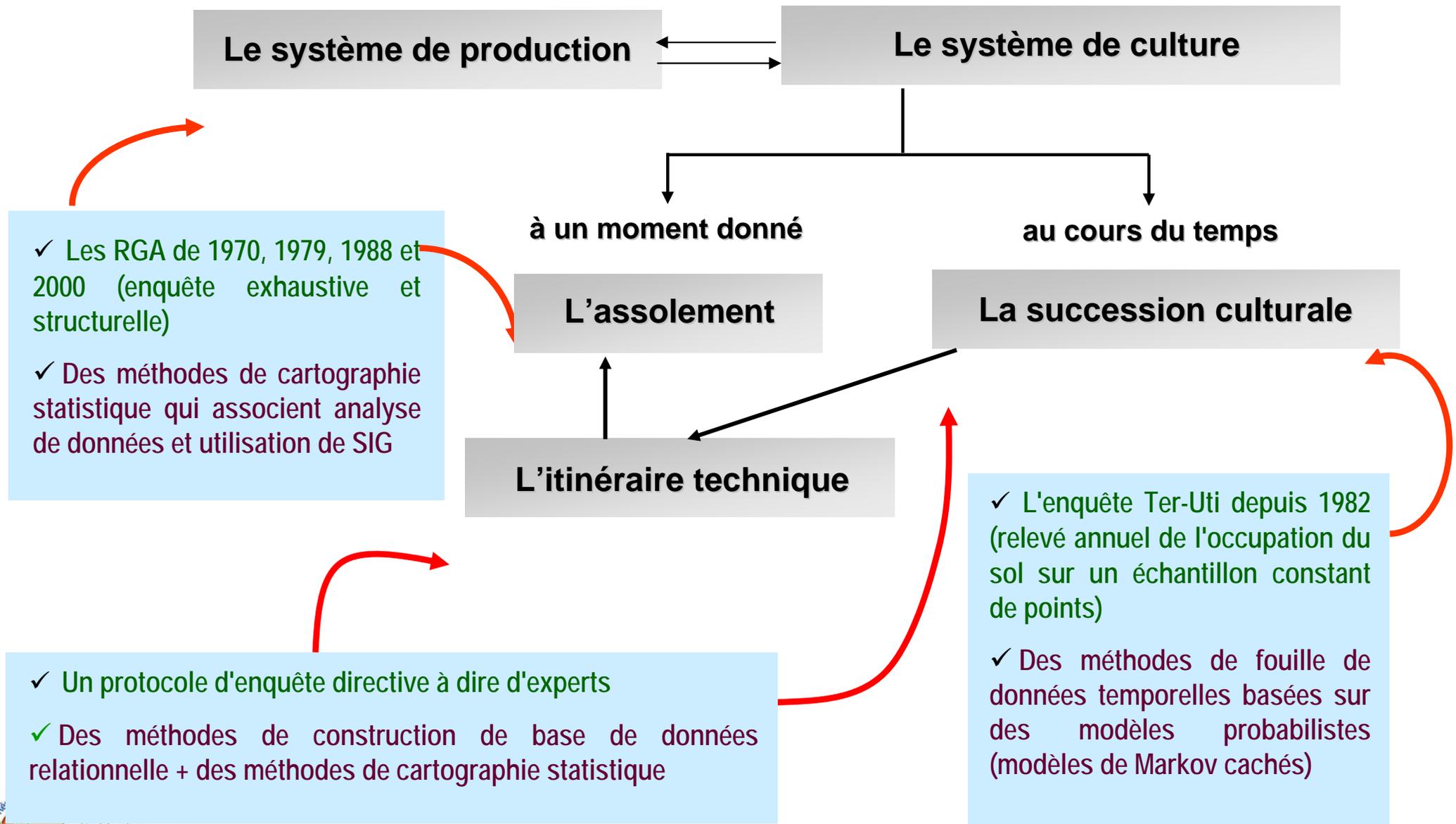
- « Tenir » les 3 échelles: globales (planètes, grands bassins, ...), locales (paysages exhaustifs: atténuation/accentuation d'effets parcellaires), parcellaire (le champ, le pré, ...).
- Garder les liens logiques entre territoires d'exploitations et les cycles biogéochimiques induits par les systèmes de culture: traçabilité des cycles et opposabilité lors des dossiers d'aides publiques
- Lier localisation des systèmes de culture et caractéristiques des territoires (pentes, bassins, ...): les effets d'un même système de culture varie selon le territoire d'application.
- Tenter l'exhaustivité des cycles: stockages dans le sol, pertes vers les hydrosystèmes (bouclage côtier puis océanique), pertes vers l'atmosphère (GES).

Les enjeux à maîtriser pour espérer faire fonctionner de tels modèles

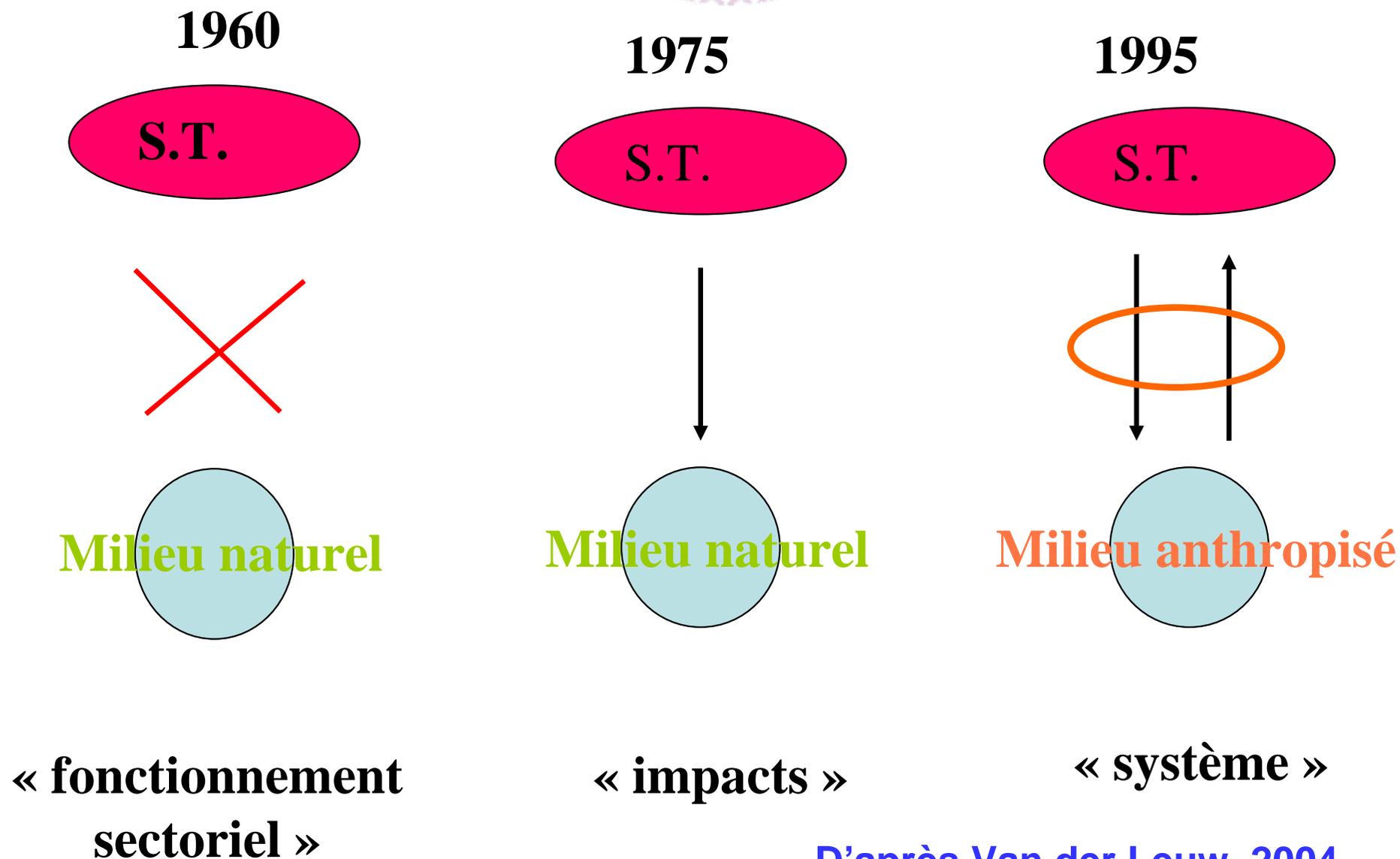
- **Avoir une connaissance “en tout lieu et toute date” des systèmes de culture: ils sont le “moteur” des cycles, ...
Donc:**
- **Ré-organiser notre activité dispersée de mise en observation des systèmes de culture: statistiques du SPS (ex. SCEES), enregistrements des fournisseurs (coopératives ou privés), télédétection satellitaire, ORE, Zones Ateliers, ...vers une nécessaire harmonisation des procédures**
- **Initier des réflexions prospectives: si les ports de l'ouest français accroissent leur capacité vraquière ... quels systèmes de production et de culture sont envisageables?**

Travailler à deux niveaux d'organisation de l'agriculture

Articuler sources d'informations et méthodes



Un changement progressif de paradigme: La dimension humaine de la transformation de la planète Terre est le “moteur” des problèmes ... et des solutions



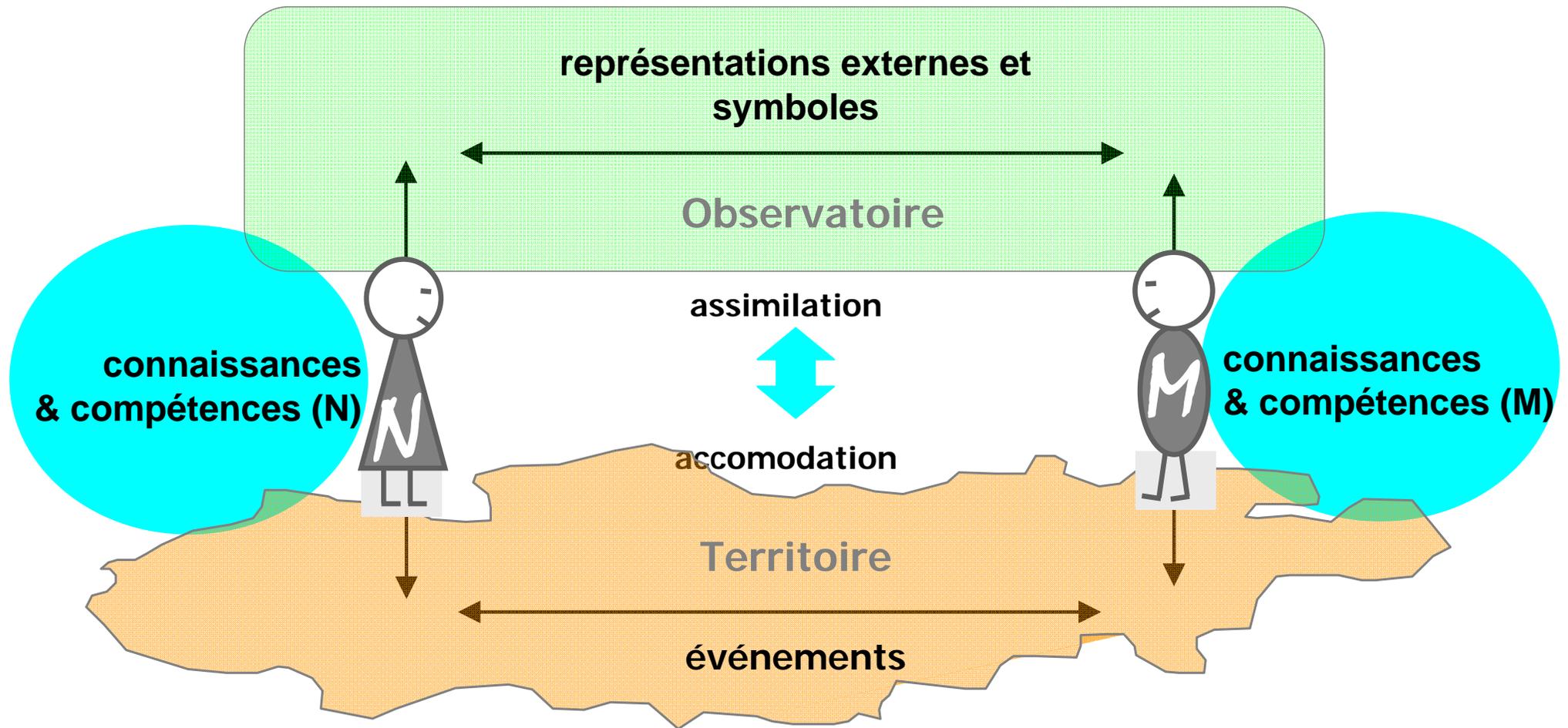
D'après Van der Leuw, 2004



Enjeu: créer une communauté sur la connaissance de la territorialisation des activités agricoles, en incluant les apports de l'ANR- ADD- COPT pour faire progresser le RMT OAAT

**COPT poursuit son activité dans deux ANR:
APPEAU (2007-2009) (2 équipes)
BIODIVAGRIM (2008-2011) (4 équipes)**

Pour ... poursuivre : vers un apprentissage collectif de la relation au territoire



(Lemoisson, 2008)

Merci pour votre attention



Jean-Pierre Deffontaines