



INRA * île de France



AgroParisTech Ecole
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Doctorale
ABIES

AGENCES NATIONALES DE LA RECHERCHE
ANR

Modélisation des décisions d'assolement des agriculteurs et de l'organisation spatiale des cultures dans les territoires de polyculture-élevage

Noémie Schaller

UMR SAD-APT, Inra AgroParisTech

Soutenance de thèse, 2 décembre 2011

Encadrement : Philippe Martin (AgroParisTech) & Christine Aubry (Inra)



Plan

1) Contexte et problématique

2) Démarche

3) Principaux résultats

- Q1 : Liens entre décisions individuelles et régularités d'organisation des cultures
- **Q2** : Modélisation des décisions d'assolement à l'échelle de l'exploitation (DYSPALLOC)
- Q3 : Utilisation du modèle à l'échelle d'un paysage composé d'exploitations

4) Discussion générale

Paysages agricoles et environnement



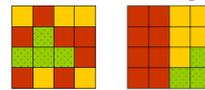
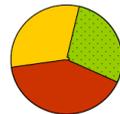
Préservation de l'environnement dans les paysages agricoles

(e.g. Beaujouan et al., 2001; Tscharrntke et al., 2005; Klein et al., 2006; Joannon et al., 2006; Le Bail et al., 2010; Sabatier, 2010)



Organisation spatiale et temporelle des cultures dans les paysages agricoles

Levier d'action pour concilier agriculture et environnement (Fooley et al., 2005; Brusaard et al., 2010)



Autres moteurs

(Benoît, 1990; Rindfuss et al., 2004; Joannon et al., 2008; Thenail et al., 2009)

Décisions d'assolement des agriculteurs au sein de leurs exploitations agricoles (EA)



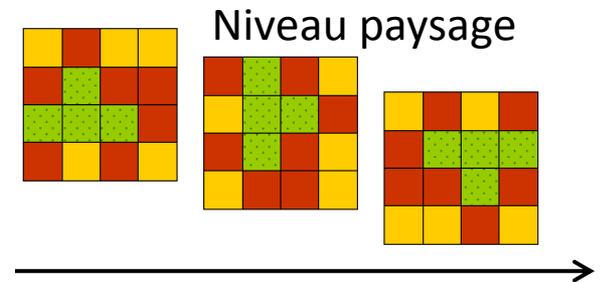
Organisation des paysages agricoles

- **Organisation « constatée »**

Caractérisation des motifs spatiaux et temporels de l'organisation des cultures

(e.g. Le Ber et al., 2006; Castellazzi et al., 2007; Lazrak et al., 2010)

Méthodes statistiques

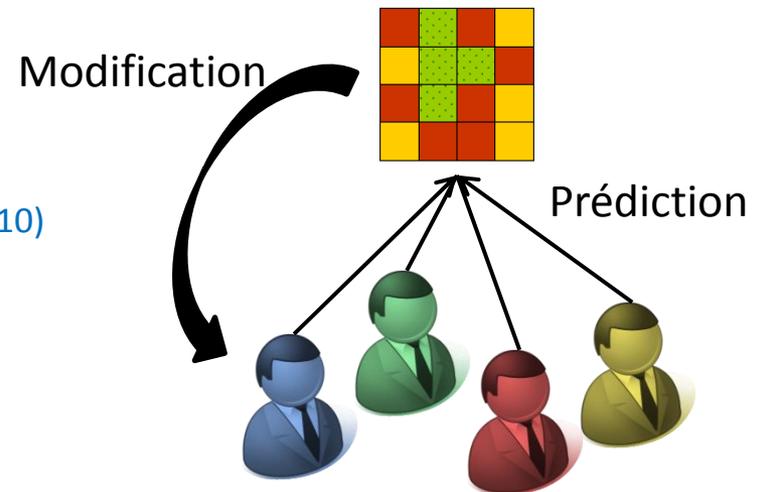


- **Moteurs qui organisent**

Identification des moteurs à l'origine de l'organisation constatée pour la prédire

(e.g. Mottet et al., 2006; Overmars et al., 2007; Valbuena et al., 2010)

Modèles décisionnels

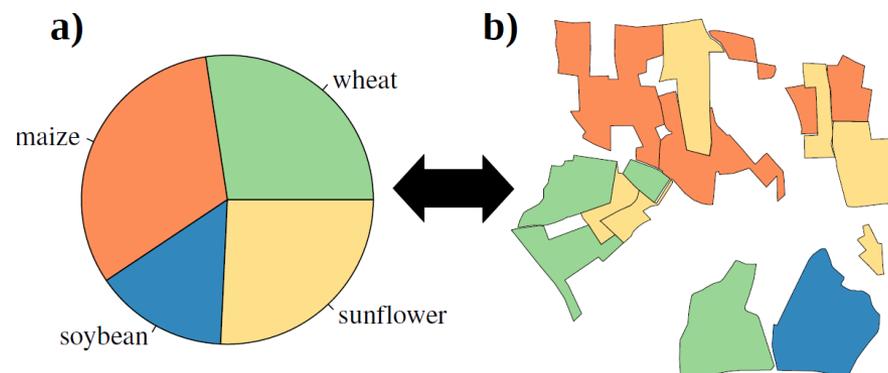


Décisions d'assolement des agriculteurs

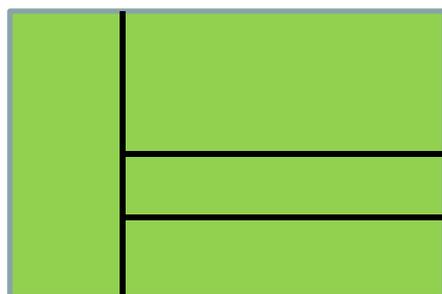
Une vision spatialisée de l'assolement :

a) Proportion de cultures
(*composition*)

b) Répartition spatiale des cultures
+ délimitation des parcelles
(*configuration*)



Dury, Schaller et al., 2011 ASD



Modèles de décisions d'assolement à l'échelle de l'EA

(e.g. Maxime et al., 1995; Aubry et al., 1998; Navarrete et Le Bail, 2007)

- EA de polyculture-élevage ?
- Redéfinitions annuelles des limites de parcelles ?
- Logiques de localisation des cultures ?
- Temporalité du processus de décision ?

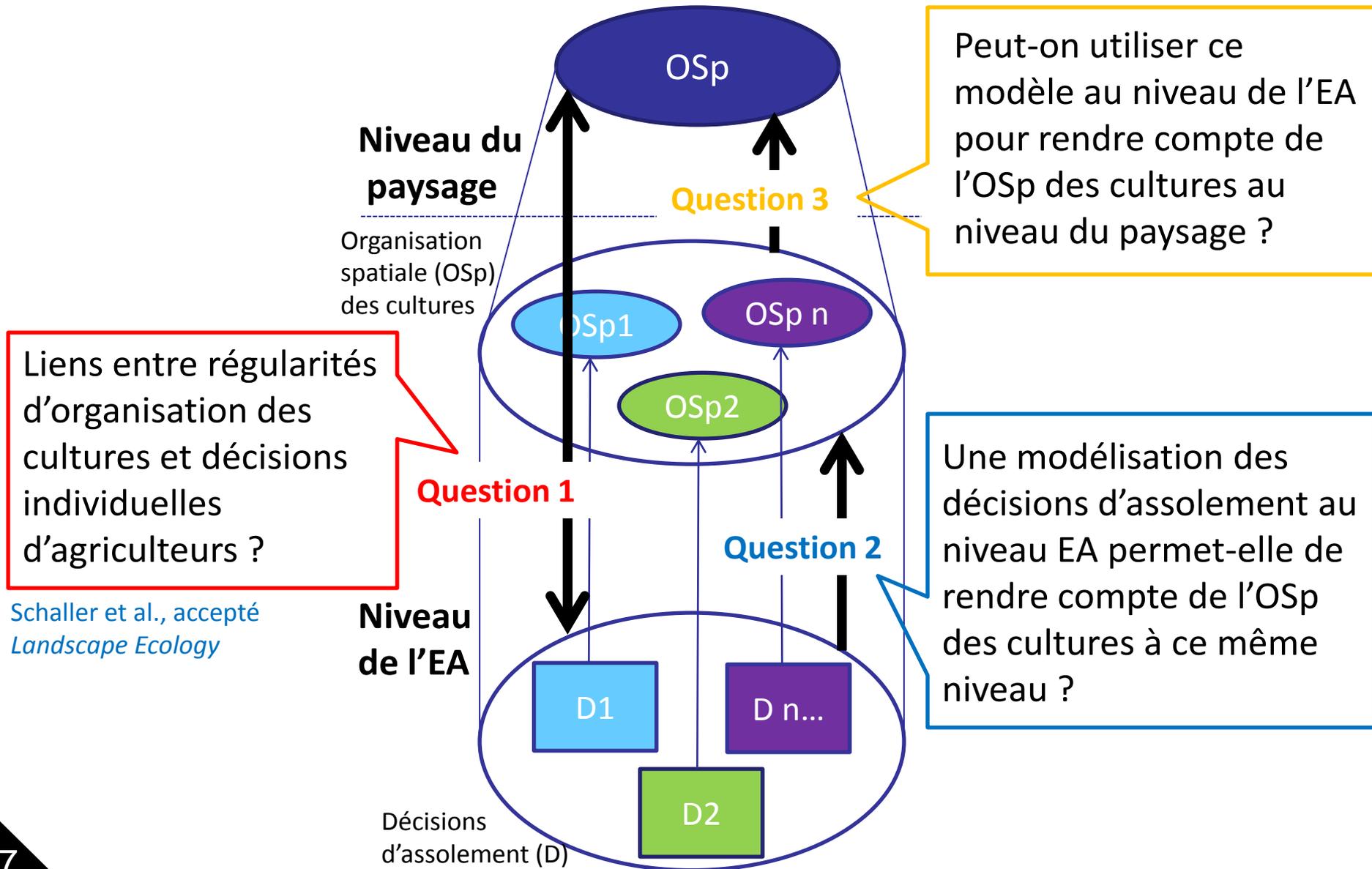
Problématique

En quoi une modélisation des décisions d'assolement **au niveau de l'exploitation agricole** permet-elle de rendre compte :

- (i) de l'organisation spatiale (OSp) des cultures **au niveau du paysage**

- (ii) de la temporalité des décisions conduisant à cette organisation spatiale ?

Trois questions



Plan

1) Contexte et problématique

2) Démarche

3) Principaux résultats

- Q1 : Liens entre décisions individuelles et régularités d'organisation des cultures
- Q2 : Modélisation des décisions d'assolement à l'échelle de l'exploitation (DYSPALLOC)
- Q3 : Utilisation du modèle à l'échelle d'un paysage composé d'exploitations

4) Discussion générale

La plaine de Niort : une zone d'étude appropriée

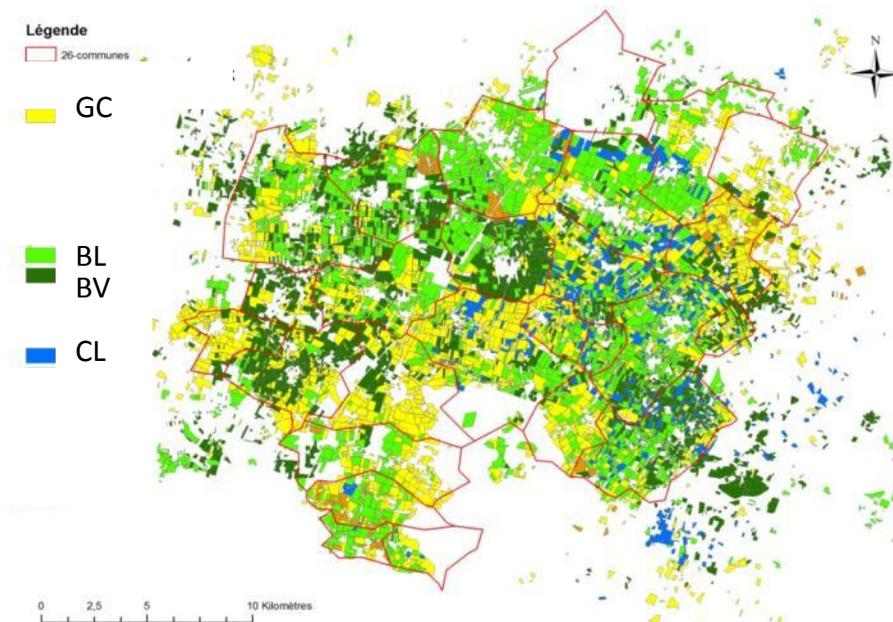


- **Une zone riche en données spatialisées :**
 - données CNRS (historique des limites de parcelles et des occupations du sol)
 - données RPG (déclarations PAC avec parcellaire des EA et occupations du sol des îlots PAC)

• Lieu d'une diversité potentielle de décisions d'assolement :

1) Diversité de types de sols

2) Diversité d'orientations de production (grande culture et polyculture-élevage, bovin et caprin)



La plaine de Niort : une zone d'étude appropriée



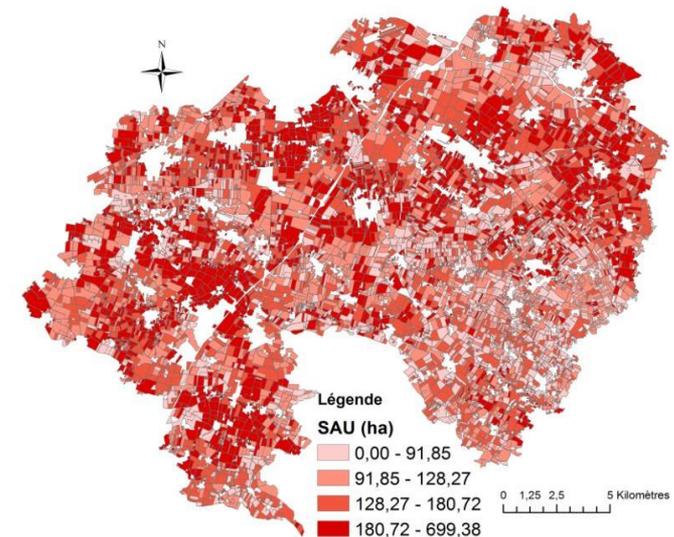
- **Une zone riche en données spatialisées :**
 - données CNRS (historique des limites de parcelles et des occupations du sol)
 - données RPG (déclarations PAC avec parcellaire des EA et occupations du sol des îlots PAC)

• Lieu d'une diversité potentielle de décisions d'assolement :

1) Diversité de types de sols

2) Diversité d'orientations de production (grande culture et polyculture-élevage, bovin et caprin)

3) Diversité de structures parcellaires (SAU et morcellement)



Démarche méthodologique : Q2

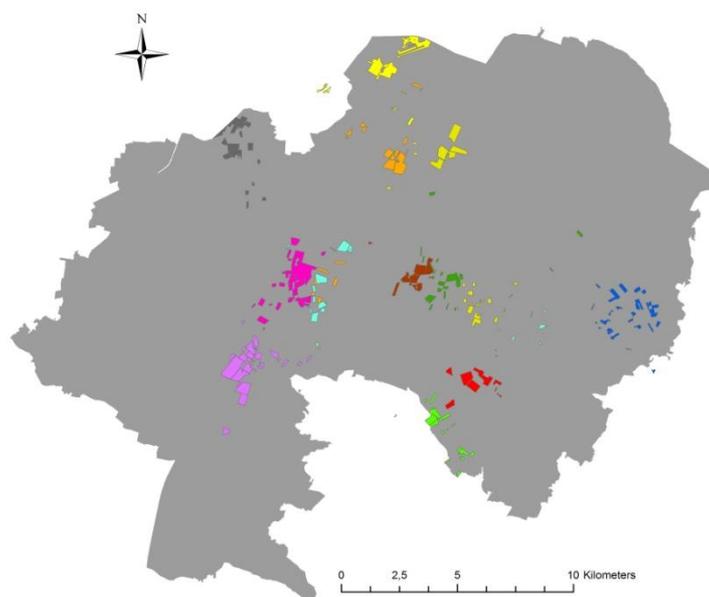
Une modélisation des décisions d'assolement au niveau EA permet-elle de rendre compte de l'OSP des cultures à ce même niveau ?

Enquêtes approfondies en EA

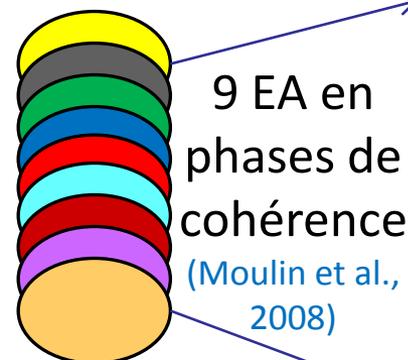
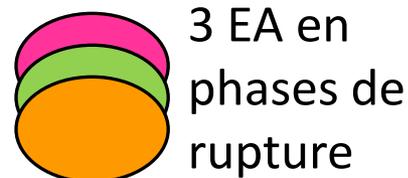
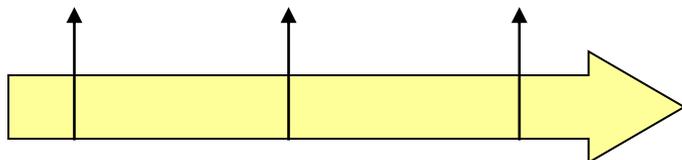
Méthode de l'étude de cas
(Eisenhardt, 1989;
Hlady-Rispal, 2000)

Construction d'un modèle conceptuel

Evaluation du modèle



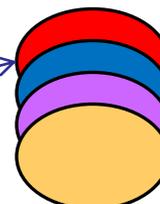
Mai 2009 Nov. 2009 Mai 2010



12 EA

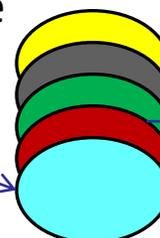
33 enquêtes

4 EA



Allers-retours entre données d'enquêtes et formalisation
(Dubois et Gadde, 2002)

Construction du modèle DYSPALLOC



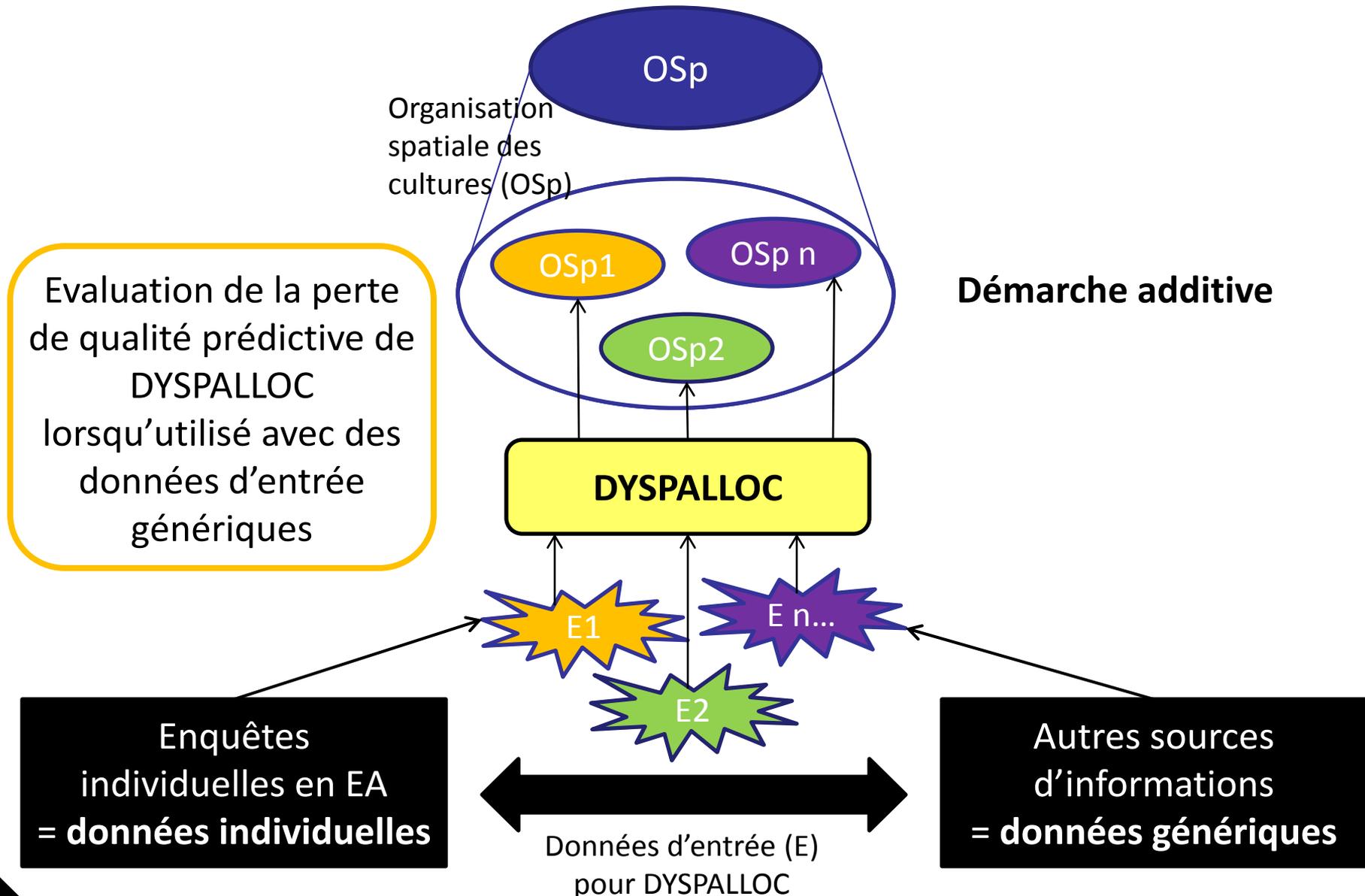
5 EA

Comparaison assolements simulés / réels (Rykiel, 1996; Coquillard et Hill, 1997)

Validation du modèle

Démarche méthodologique : Q3

Peut-on utiliser ce modèle au niveau de l'EA pour rendre compte de l'OSp des cultures au niveau du paysage ?



Plan

1) Contexte et problématique

2) Démarche

3) Principaux résultats

- Q1 : Liens entre décisions individuelles et régularités d'organisation des cultures
- Q2 : Modélisation des décisions d'assolement à l'échelle de l'exploitation (DYSPALLOC)
- Q3 : Utilisation du modèle à l'échelle d'un paysage composé d'exploitations

4) Discussion générale

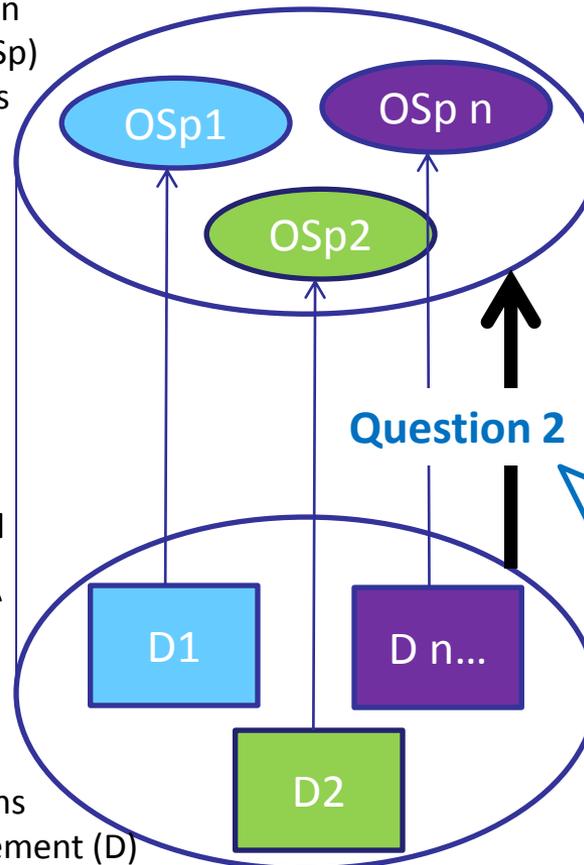
Résultats de la question 2

Niveau du paysage

Organisation spatiale (OSp) des cultures

Niveau de l'EA

Décisions d'assolement (D)



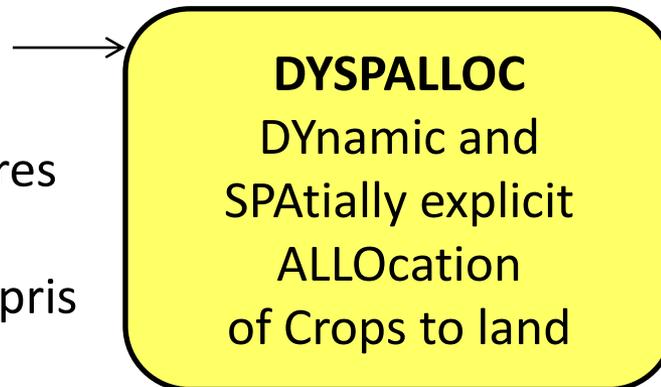
Une modélisation des décisions d'assolement au niveau EA permet-elle de rendre compte de l'OSp des cultures à ce même niveau ?

Présentation générale de DYSPALLOC

Objectif du modèle : simuler l'OSp des cultures d'une année à l'autre, à l'échelle de l'EA, en représentant les décisions d'assolement dans ses dimensions spatiale et temporelle

Entrées :

- Cultures
- Successions de cultures
- Parcellaire
- Assolement n, y compris limites de parcelles



Sorties :

- 1) Planification d'assolement n+1
- 2) Qualification des limites de parcelles

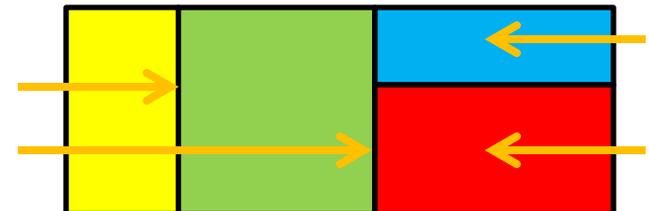
Dimension temporelle

Décisions = planification + ajustements

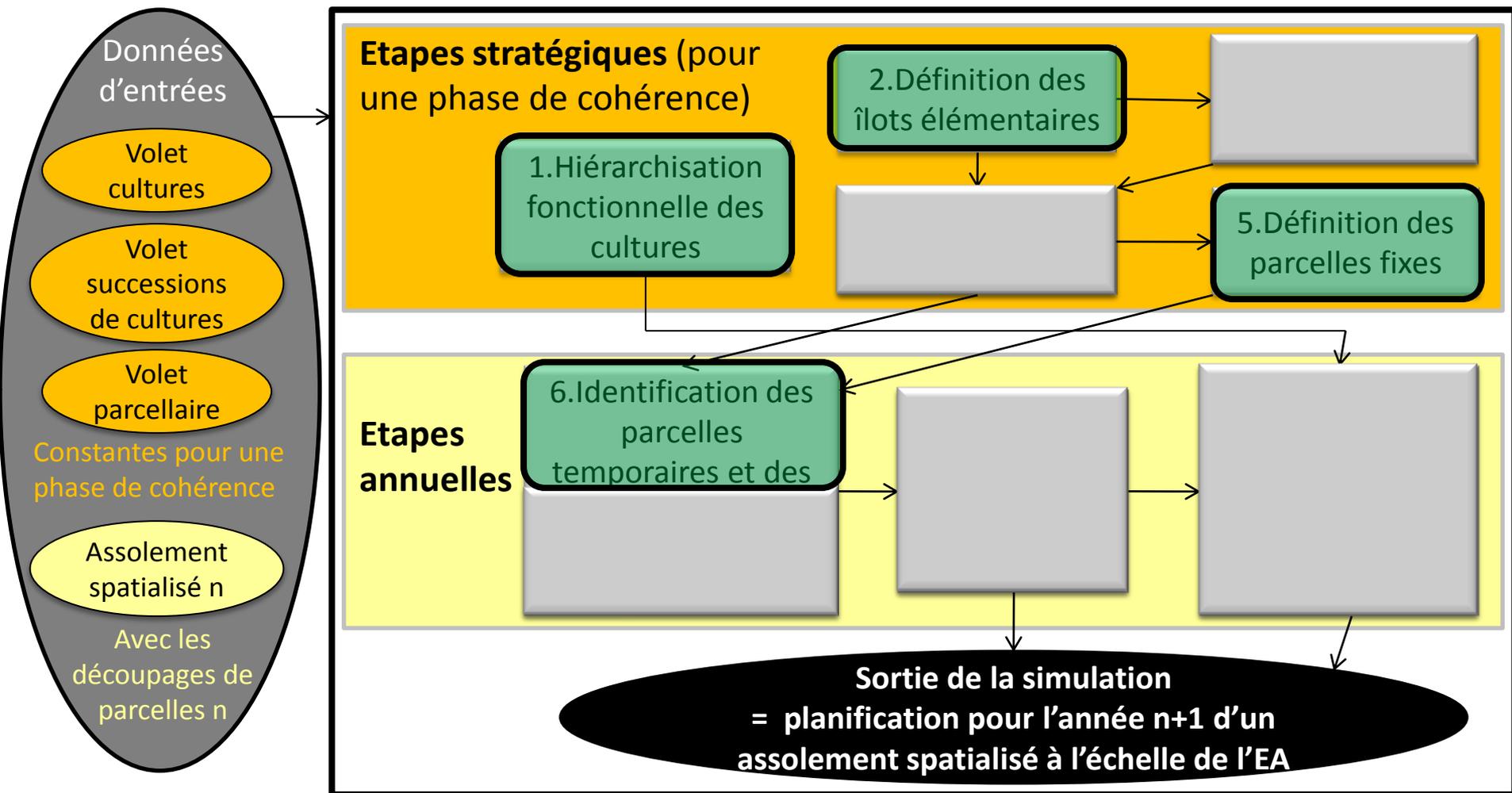
(Sebillotte et Soler, 1990)

Simule décisions de planification (mai n)

- Planification stratégique
- Planification annuelle

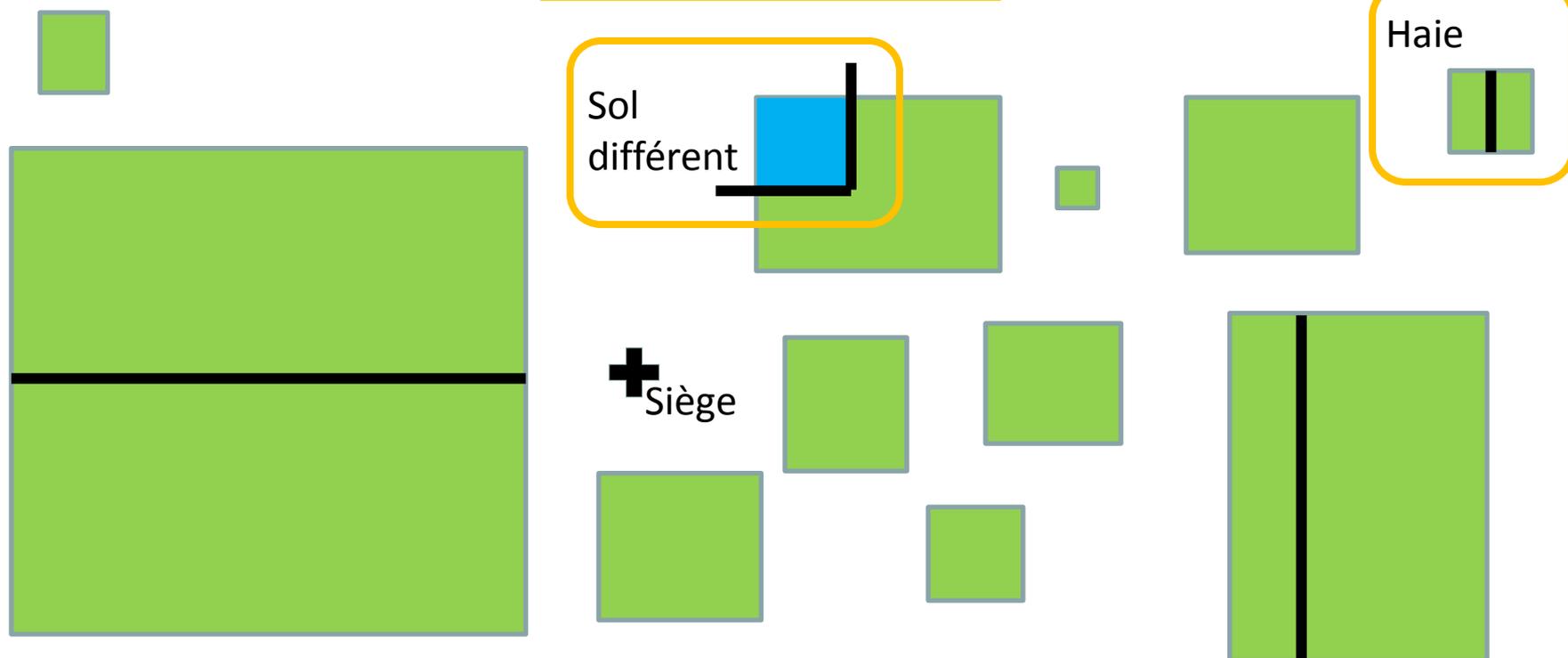


Structure du modèle DYSPALLOC



Trois types de limites de parcelles

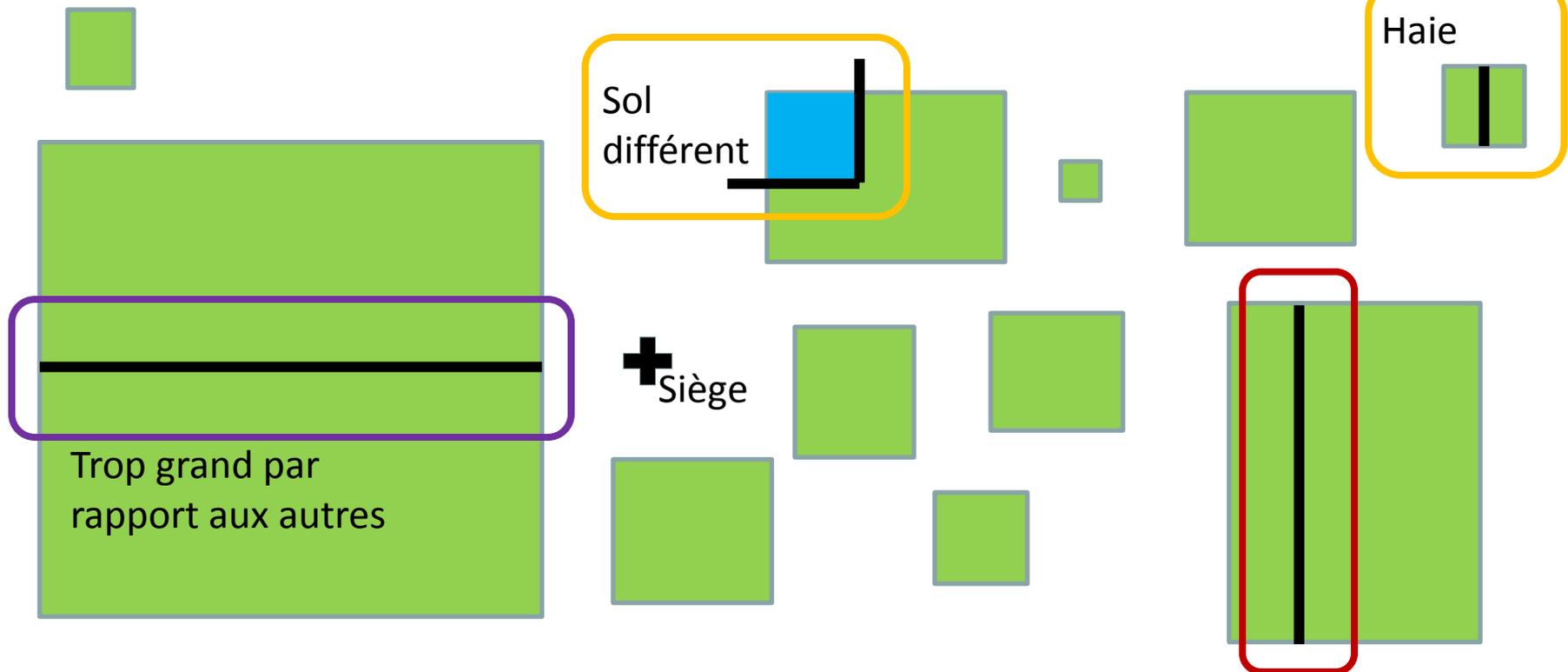
1. Ilots élémentaires



Trois types de limites de parcelles

2. Parcelles fixes

3. Parcelles temporaires

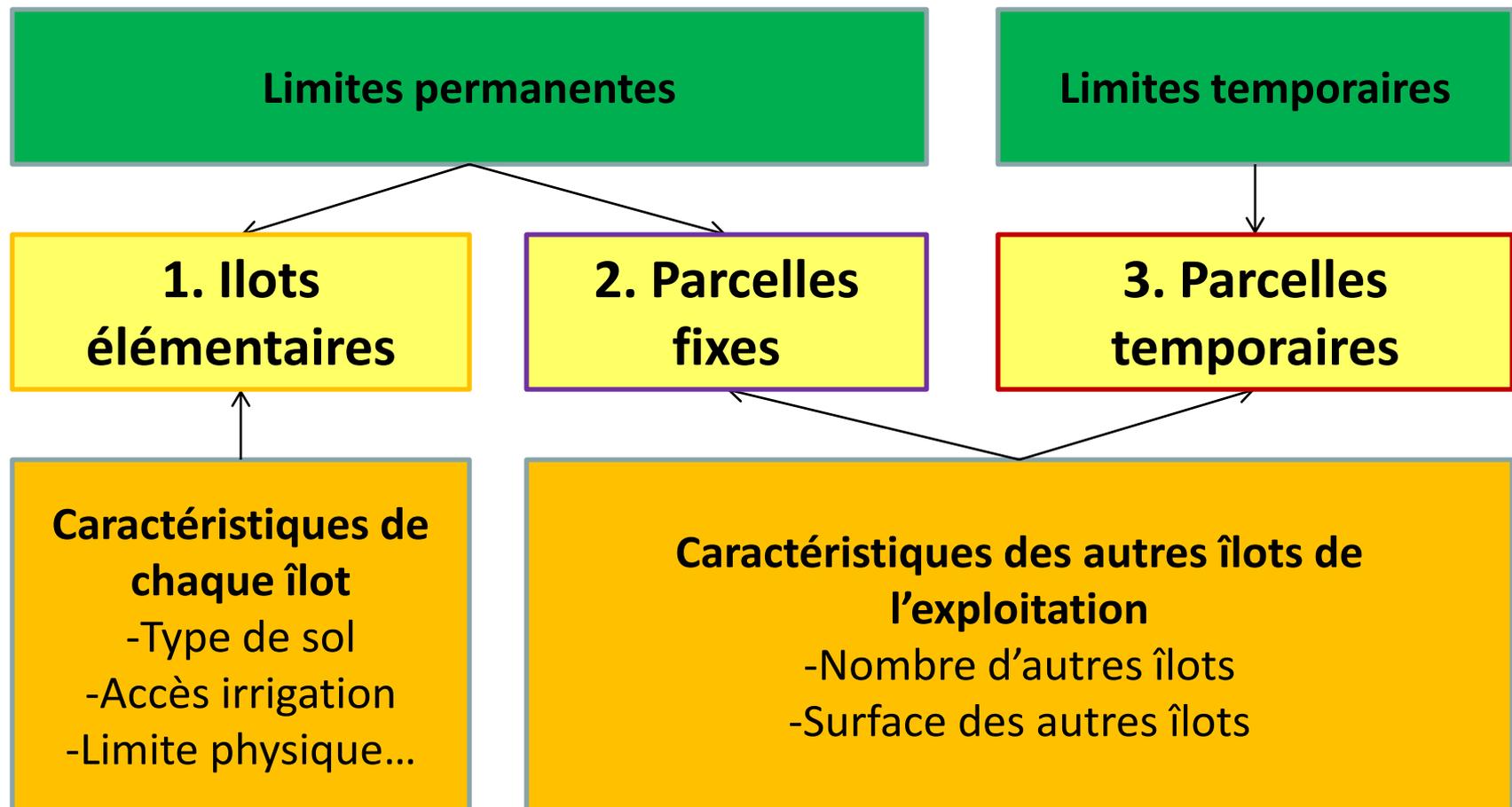


Hypothèses sous-jacentes :

- (1) il existe une surface maximale d'îlot au-delà de laquelle un découpage est indispensable;
- (2) cette surface dépend du nombre et de la surface des autres îlots.

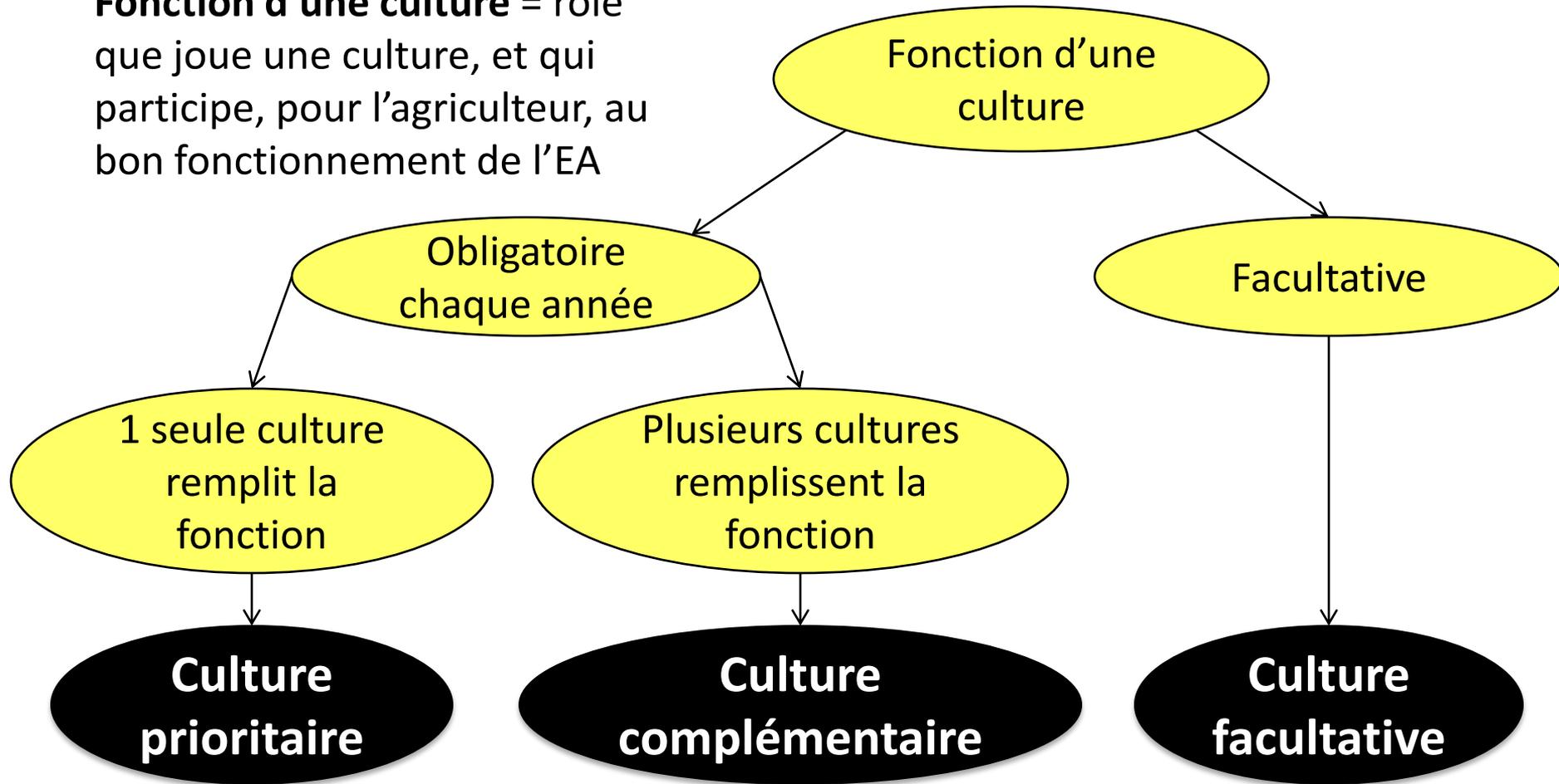
Trois types de limites de parcelles

Définis en fonction de leur **temporalité** et de leurs **déterminants** :



La hiérarchie fonctionnelle des cultures

Fonction d'une culture = rôle que joue une culture, et qui participe, pour l'agriculteur, au bon fonctionnement de l'EA



Hiérarchisation fonctionnelle des cultures = façon générique de classer les cultures, pour les EA de grandes cultures et de polyculture-élevage

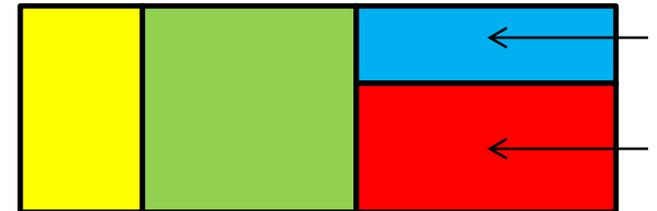
Validation de DYSPALLOC à l'échelle EA

Comparaison des assolements planifiés en mai 2009 pour l'année 2010 :

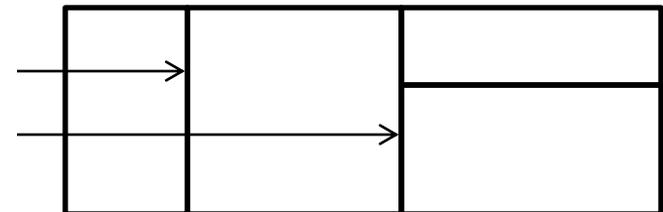
- Simulés par DYSPALLOC
- Identifiés par enquêtes

Evaluation de la qualité prédictive pour les 2 sorties du modèle :

1) Allocation des cultures aux parcelles

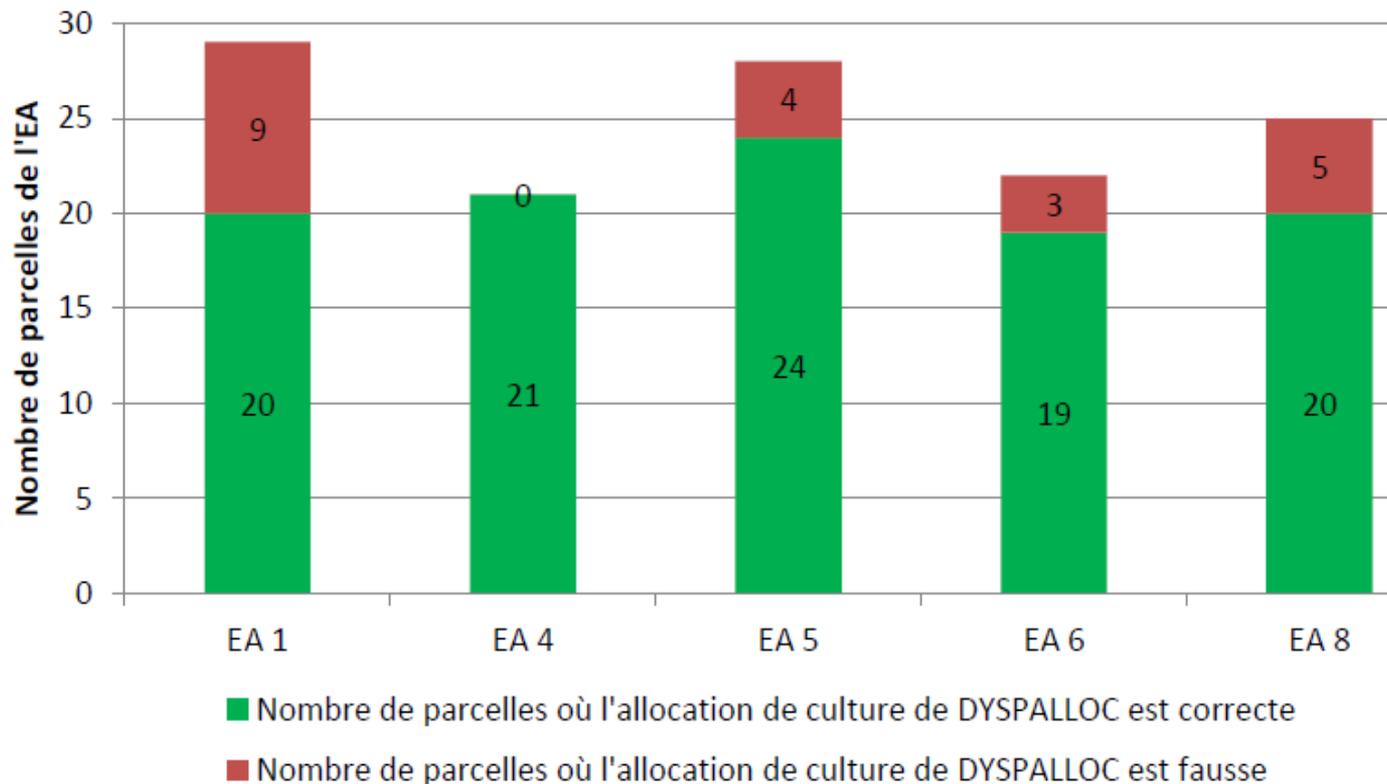
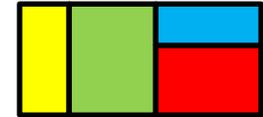


2) Qualification des limites de parcelles



Une allocation des cultures satisfaisante

- **Sortie 1 : allocation des cultures aux parcelles**



83 % des parcelles en moyenne ont une allocation de cultures correcte (soit **86%** de la surface de l'EA) → **bonne qualité prédictive**

Une qualification des limites moins satisfaisante

- **Sortie 2 : qualification des limites de parcelles**



**1. Ilots
élémentaires**

90 %
correctement
qualifiées

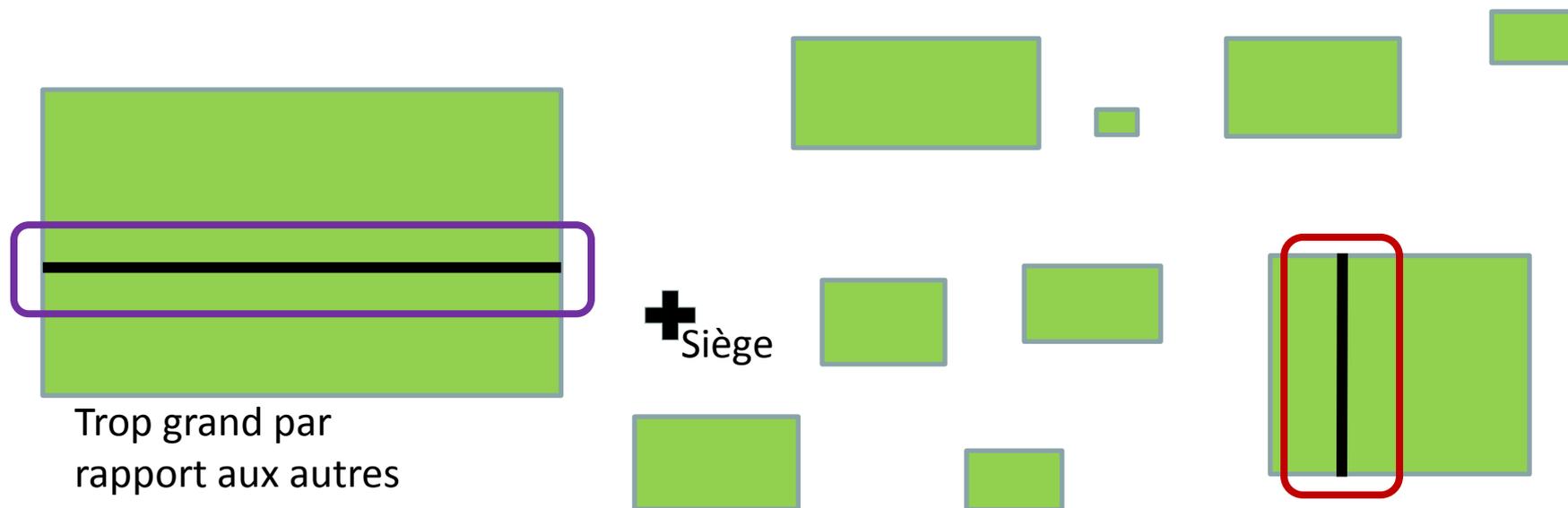
**2. Parcelles
fixes**

40 %
correctement
qualifiées

**3. Parcelles
temporaires**



Une évaluation des concepts



Hypothèses sous-jacentes au concept de limite de parcelle fixe :

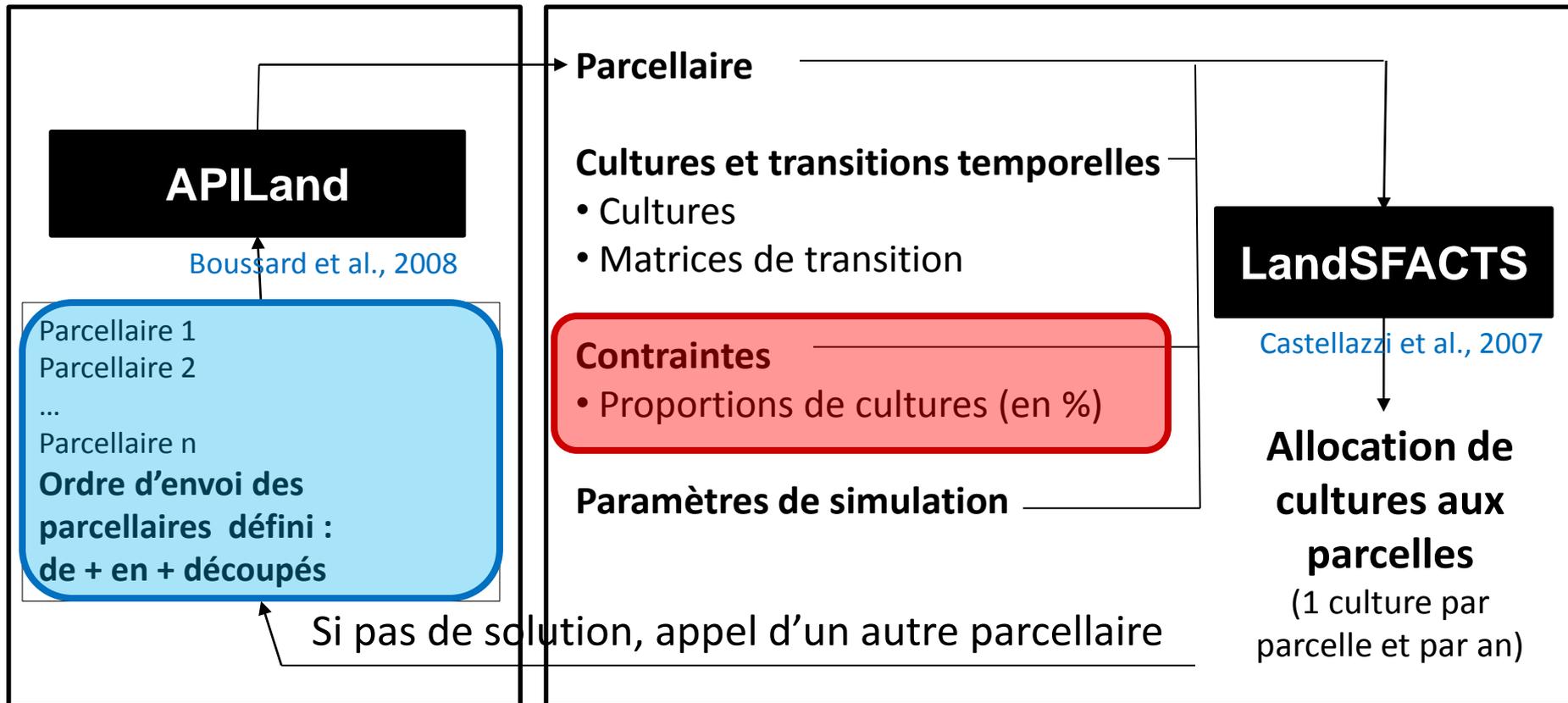
- (1) il existe une surface maximale d'îlot au-delà de laquelle un découpage est indispensable pour pouvoir respecter les contraintes de proportions de cultures;
- (2) cette surface dépend du nombre et de la surface des autres îlots.

Expérimentation virtuelle = simuler des assolements en faisant varier :

- (1) les contraintes de proportions de cultures**
- (2) le nombre et la surface des autres îlots**

Principe de l'expérimentation virtuelle

Une expérimentation virtuelle grâce à l'outil informatique APILandSFACTS



Adapté de Castellazzi et al., 2010

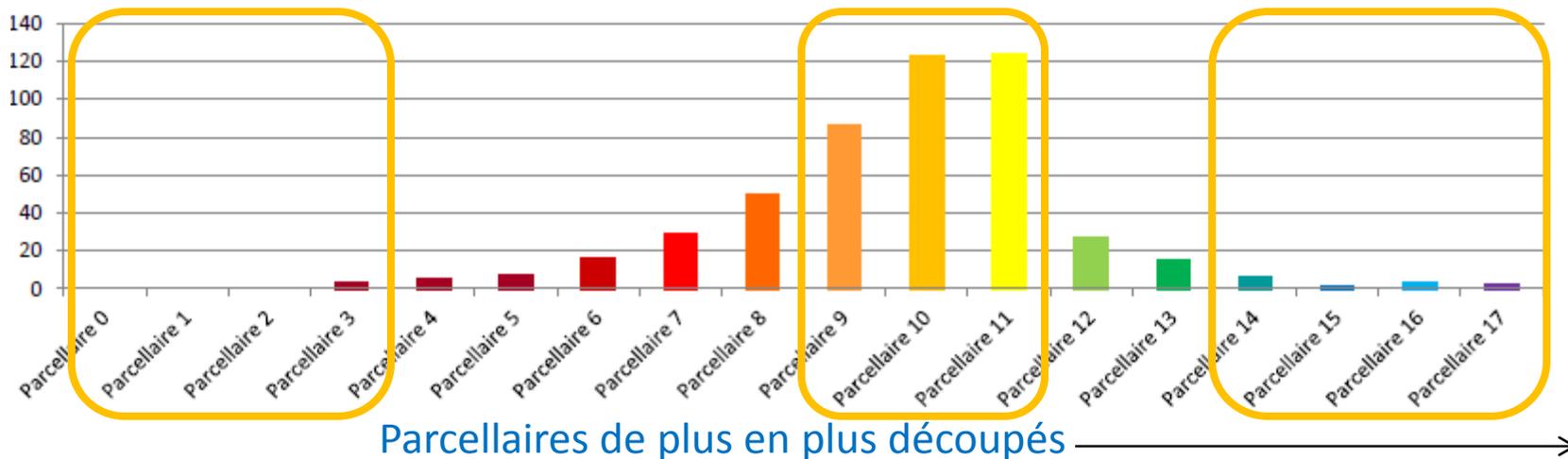
- Test de différents parcellaires : de plus en plus découpés
- Test de différents niveaux de contraintes sur les proportions de cultures

Evaluation des concepts : résultats (1)

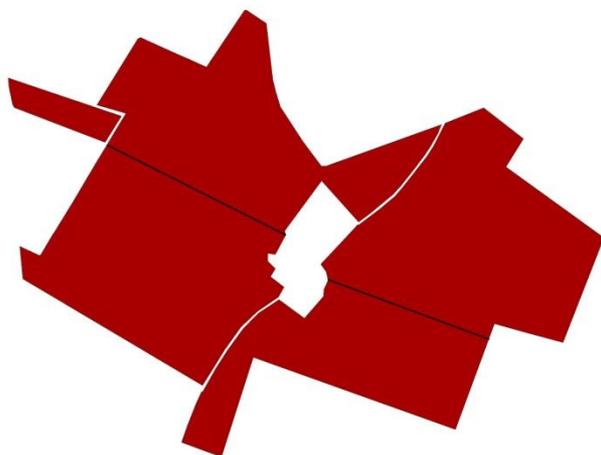
Pour une exploitation de polyculture-élevage

Contraintes % de cultures faibles

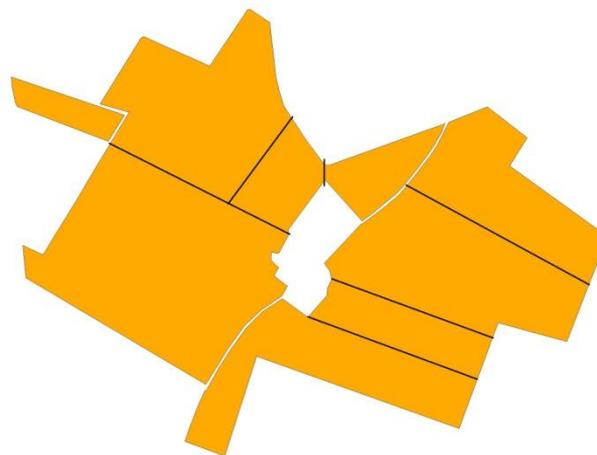
Nb de fois où parcellaire est appelé et donne une solution



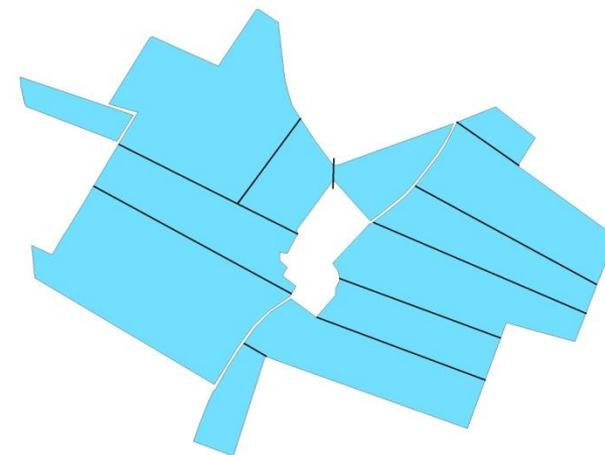
Parcelles de plus en plus découpés →



Parcellaire 3



Parcellaire 9

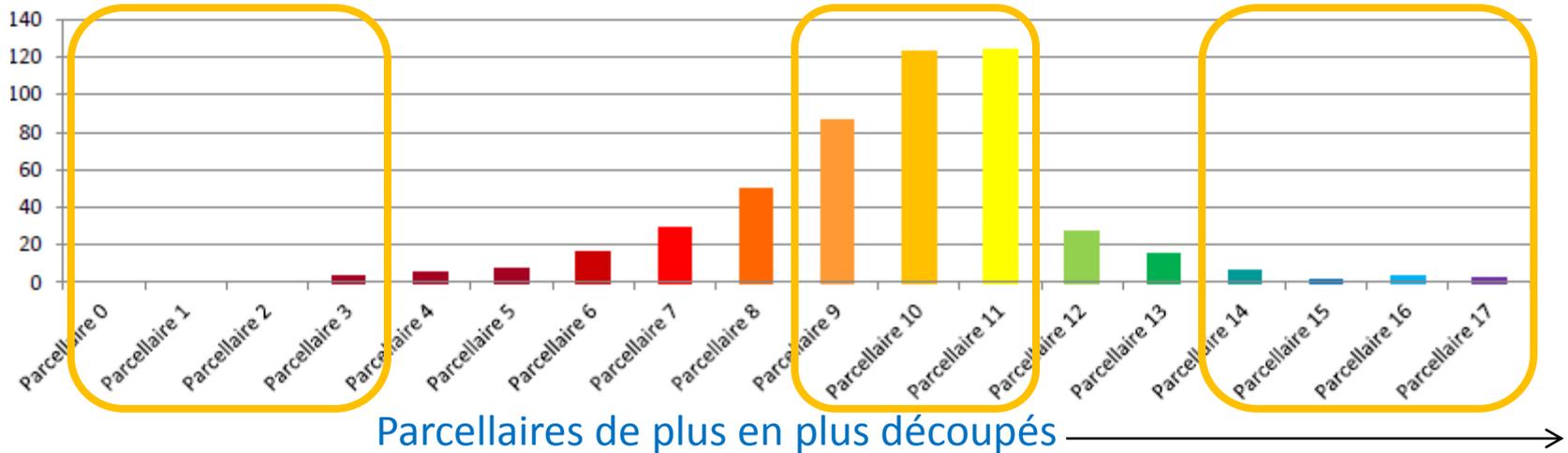


Parcellaire 16

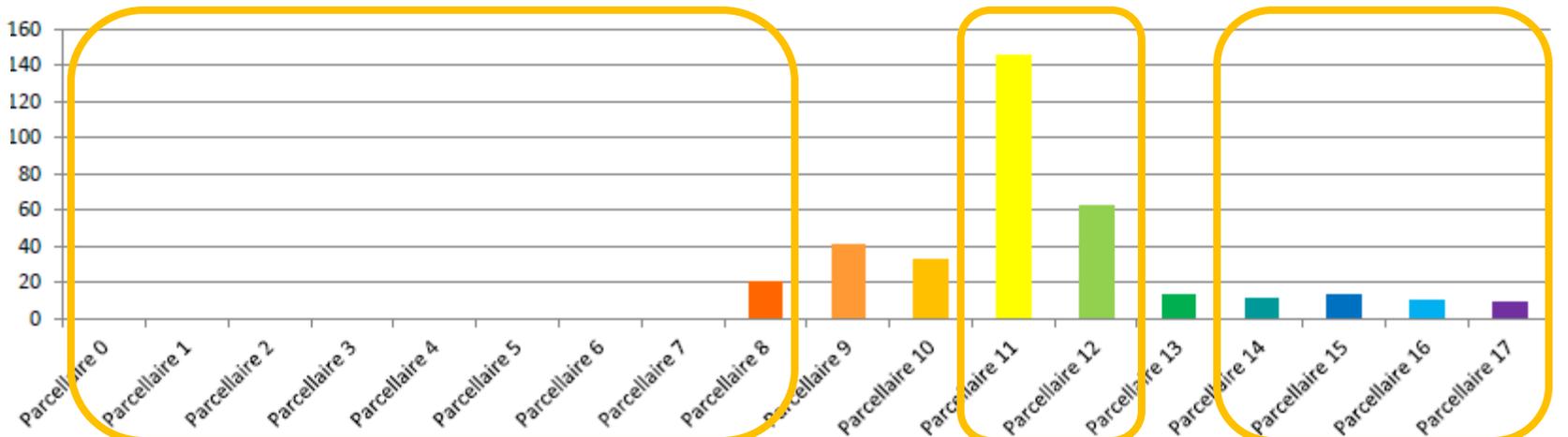
Evaluation des concepts : résultats (2)

Pour une exploitation de polyculture-élevage

Nb de fois où parcelle est
appelé et donne une solution

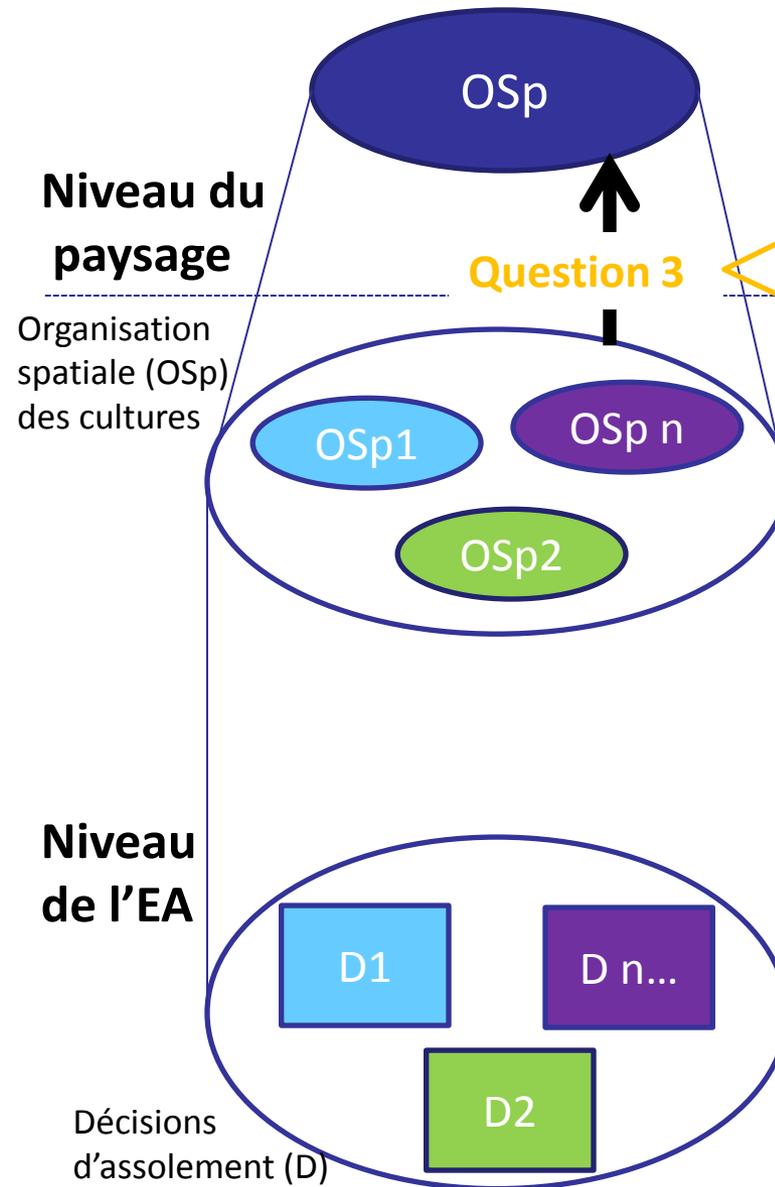


Nb de fois où parcelle est
appelé et donne une solution



Contraintes % de cultures fortes ↔ Contraintes % de cultures faibles

Résultats de la question 3

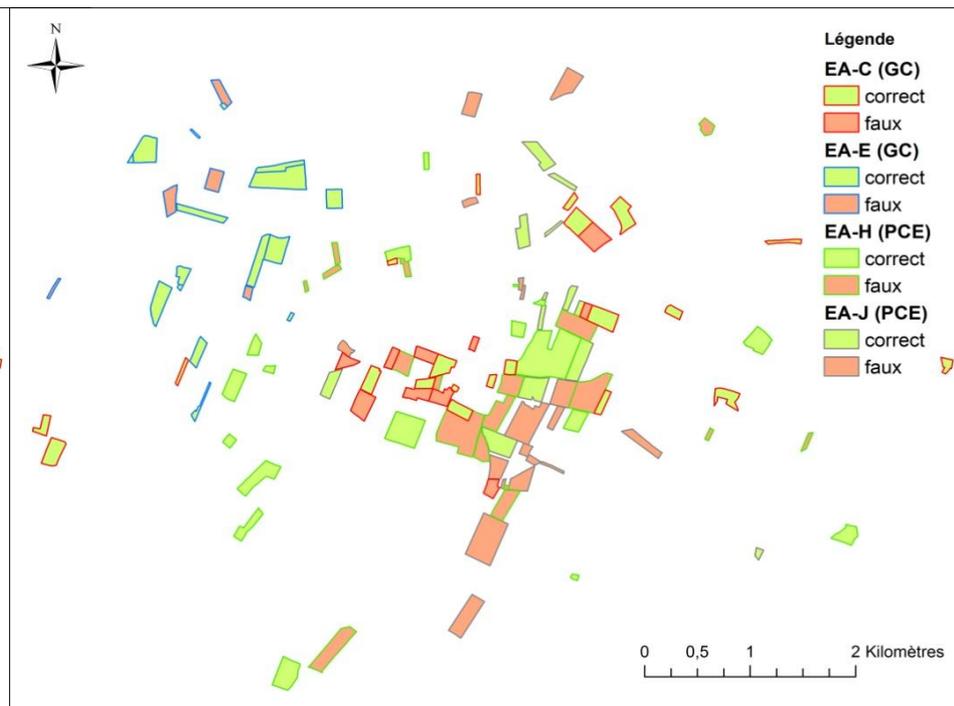
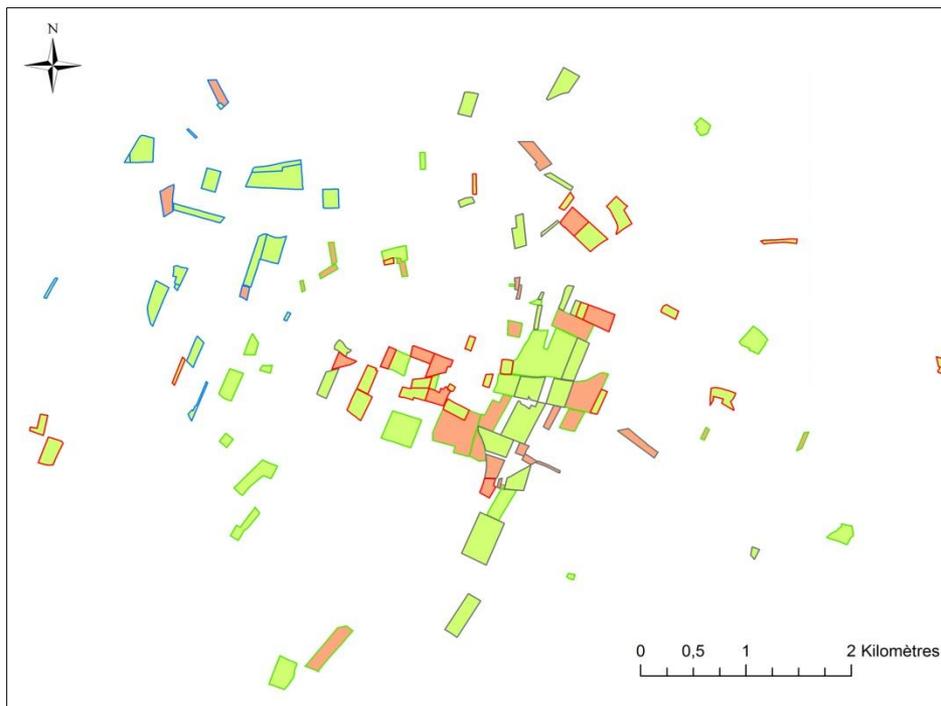


Peut-on utiliser ce modèle au niveau de l'EA pour rendre compte de l'OSp des cultures au niveau du paysage ?

Comparaison données enquêtes/génériques

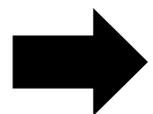
Données d'entrée **individuelles**

Données d'entrée **génériques**



69 % des parcelles par EA en moyenne

vs. 56 % avec allocation de cultures correcte



Différence de qualité prédictive de l'ordre de 15%

Erreurs supplémentaires surtout dues aux données d'entrée sur les règles de successions de cultures et sur les types de sol

Plan

1) Contexte et problématique

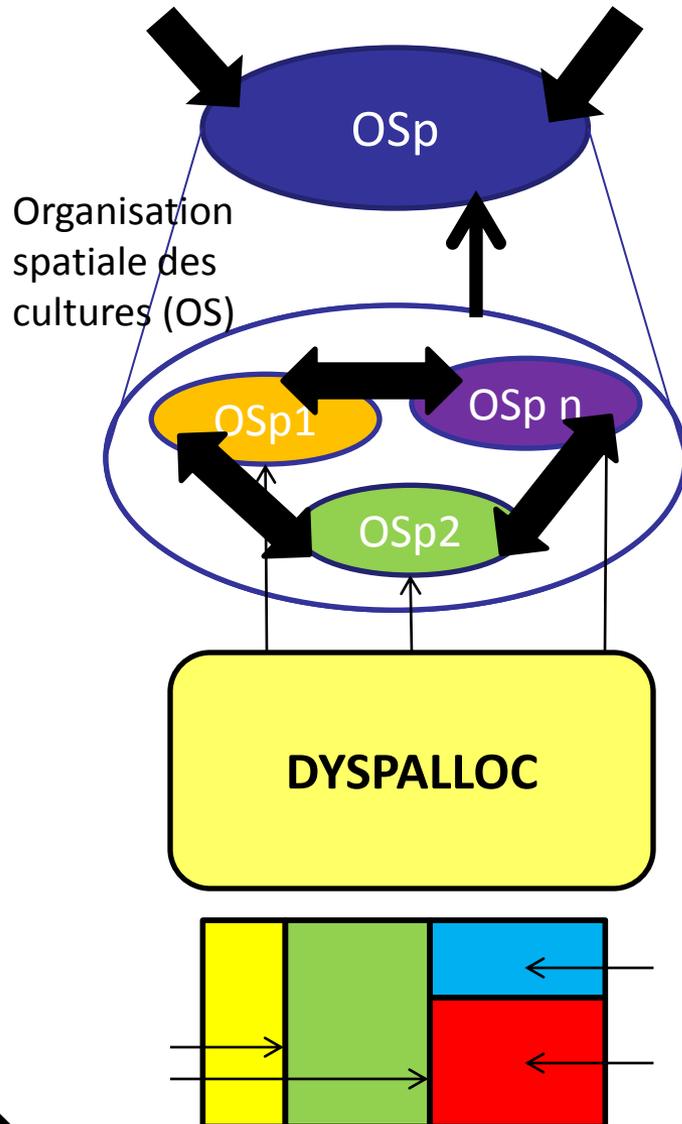
2) Démarche

3) Principaux résultats

- Q1 : Liens entre décisions individuelles et régularités d'organisation des cultures
- Q2 : Modélisation des décisions d'assolement à l'échelle de l'exploitation (DYSPALLOC)
- Q3 : Utilisation du modèle à l'échelle d'un paysage composé d'exploitations

4) Discussion générale

Principaux apports de la thèse (Q2 et Q3)



Approche additive :

Explique > 50% de l'organisation des cultures au niveau d'un paysage composé d'EA

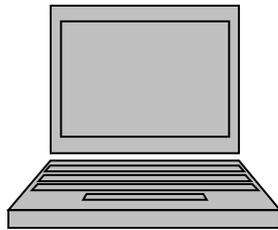
Des apports significatifs à la modélisation des décisions d'assolement

- Un seul modèle pour EA de grandes cultures et de polyculture-élevage
- Planification de l'allocation des cultures aux parcelles
- Qualification des limites de parcelles

Limites et perspectives

- **Généricité du modèle et de la démarche**

→ Tests dans d'autres régions ?



- **Informatisation du modèle**

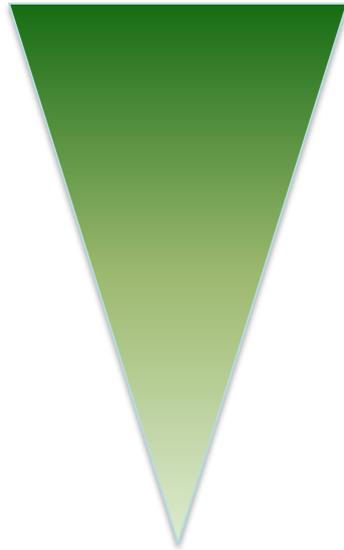
→ Poursuivre l'évaluation

→ Faciliter son utilisation

- **Evolutions du modèle**



Perspectives opérationnelles



Décisions
d'assolement
connues :

quelle OSp des
cultures dans le
futur ?

- Evaluations environnementales des OSp de cultures simulées
- Recommandations pour l'aménagement des bordures de parcelles (limites fixes/temporaires)



OSp des cultures
à atteindre
connue :

quelles décisions
d'assolement
prendre ?

- Recherche de marges de manœuvre à l'échelle d'une ou plusieurs EA (assolements concertés)

Conclusion



Préservation de
l'environnement
dans les paysages agricoles

Organisation spatiale et
temporelle des cultures
dans les paysages agricoles

Décisions d'assolement des
agriculteurs au sein de leurs
exploitations agricoles (EA)



Merci !



Projet soutenu par l'attribution d'une allocation doctorale
de la région Ile-de-France (via le DIM ASTREA),
et par l'ANR (projet BioDivAgriM)