Sylvestre Delmotte
Ingénieur Agronome - Docteur en Agronomie
sylvestre.delmotte@mcgill.ca

Utilisation de l'évaluation participative de scénarios pour l'analyse et le design de systèmes agricoles durables

Jeudi 5 novembre 2015

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement de Québec

Trois messages clés

- L'évaluation *a priori* des systèmes agricoles innovants est une étape importante du processus de design.

- Evaluer les conséquences du développement de ces systèmes nécessite une analyse systémique et l'usage de la modélisation.

- Les scénarios permettent d'organiser l'échange de connaissances et les réflexions sur les systèmes agricoles dans une démarche participative.

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

3. Exemple d'approches de modélisation pour l'évaluation participative de scénarios

CONCEVOIR DES SYSTÈMES AGRICOLES DURABLES

- Défis de la sécurité alimentaire :
  - Une consommation en hausse.
  - Une dégradation rapide des ressources naturelles.
  - Des changements globaux : changement climatique, raréfaction de l'énergie.
- Concevoir des agroécosystèmes multifonctionnels :
  - Alimentation, fibre, énergie
  - Services écosystémiques.
- En prenant en compte des enjeux à de multiples échelles :
  - Local : rentabilité des exploitations agricoles, main d'œuvre limitée
  - Territorial : durabilité des filières, réduire les impacts environnementaux et l'usage des ressources (eau, sol)
  - Global : variabilité des marchés, nouvelles politiques (accord de libre échange) et politiques environnementales (qualité de l'air, gaz à effet de serres).
- Des systèmes agricoles écologiquement intensifs : bas intrants, gestion intégrée des ravageurs, sans-labour, agriculture biologique…

Tittonell (2014), Current Opinion in Environmental Sustainability

GÉNÉRER ET PARTAGER DES CONNAISSANCES AGRONOMIQUES

La façon de produire les connaissances est remise en question :

- Absence de consensus au sein de la communauté (ex. Système de Riziculture Intensive SRI, agriculture de conservation) : « contested agronomy ».
- Analyses d'ONG à propos du rôle de la recherche : manque de réactivité, faible réponse aux besoins des agriculteurs.
- En parallèle, développement de méthodes et démarches participatives.

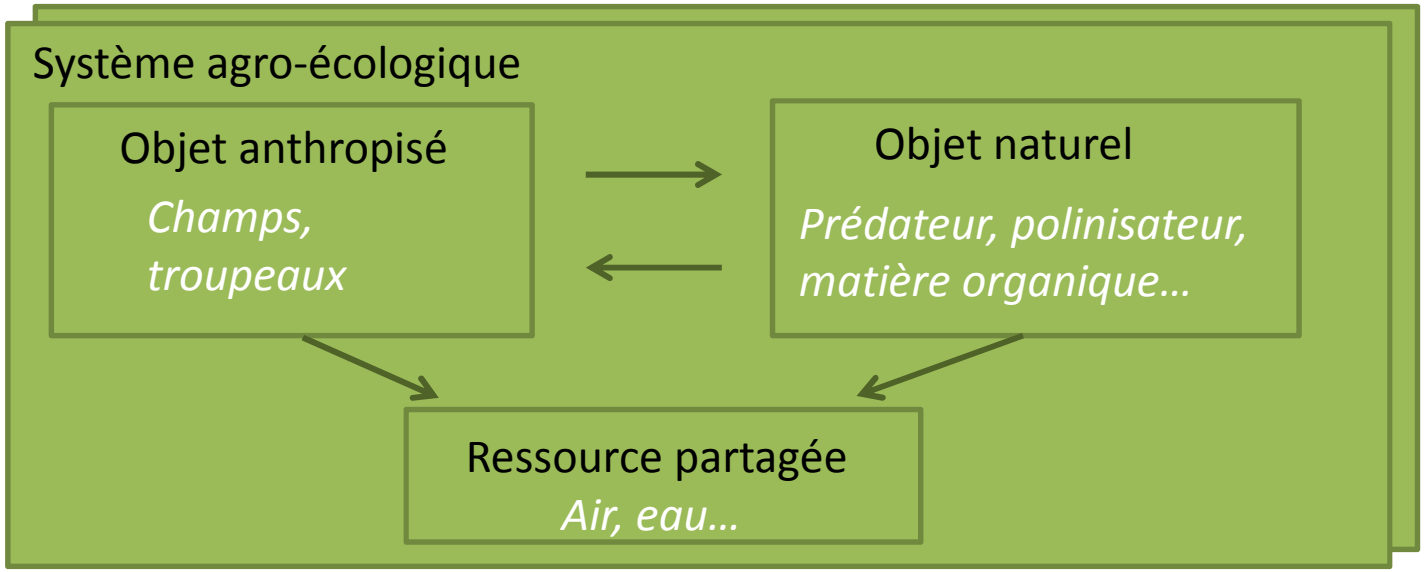
→ Associer les utilisateurs finaux à toutes les étapes du processus, recherche participative, co-constructions des connaissances.

→ Partage des points de vue, support de réflexion et processus de négociation, décisions.

Sumberg et al. (2013). Agriculture and Human Values

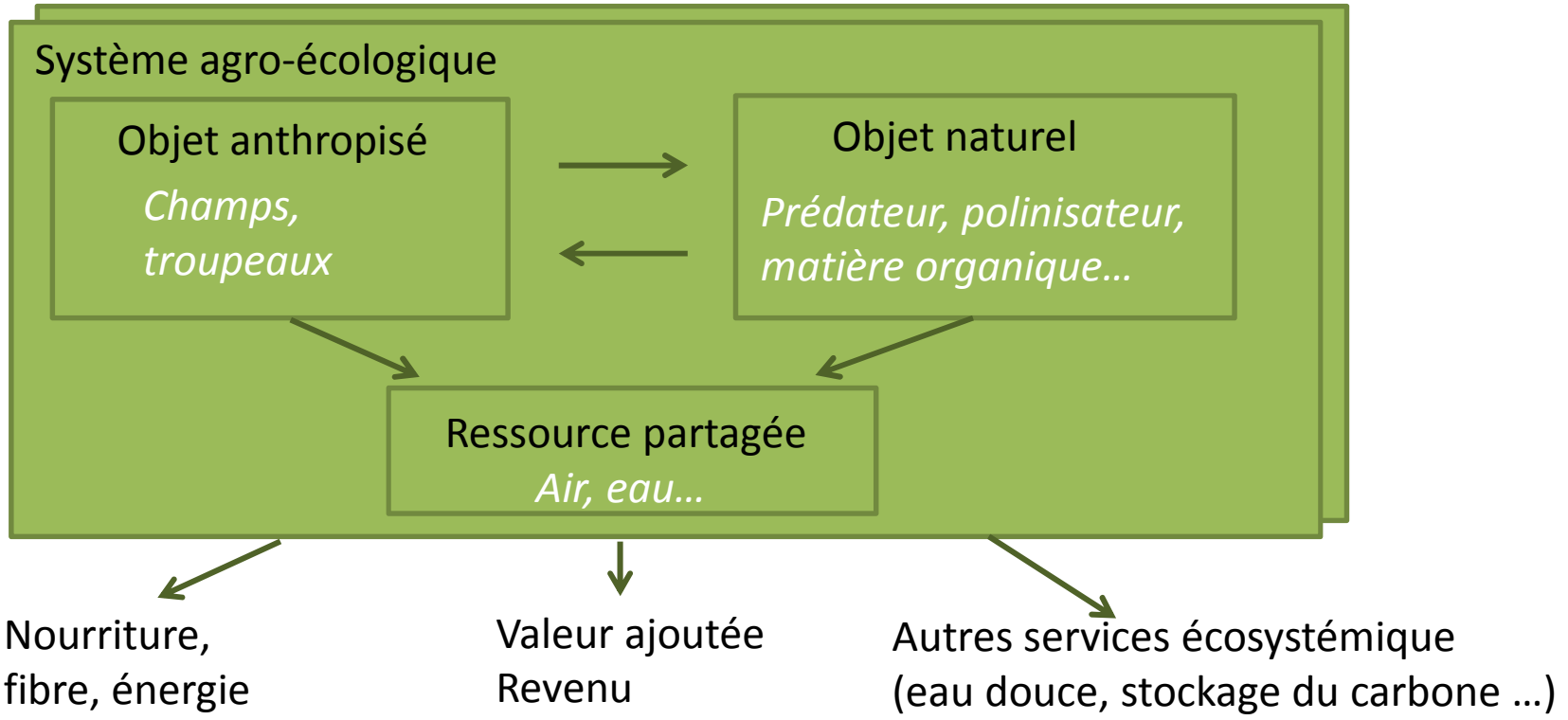
QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?

→ Le système socio-écologique

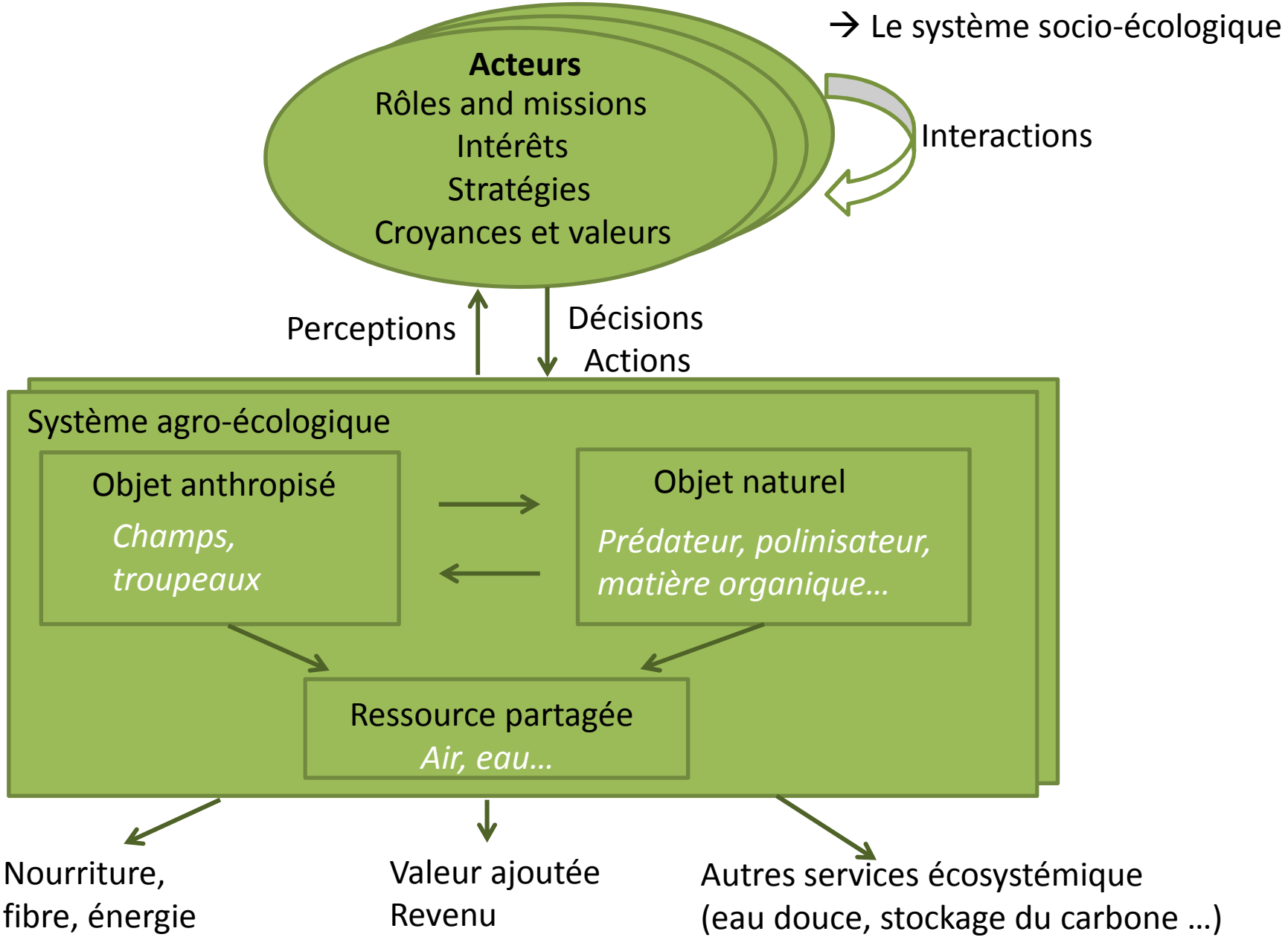


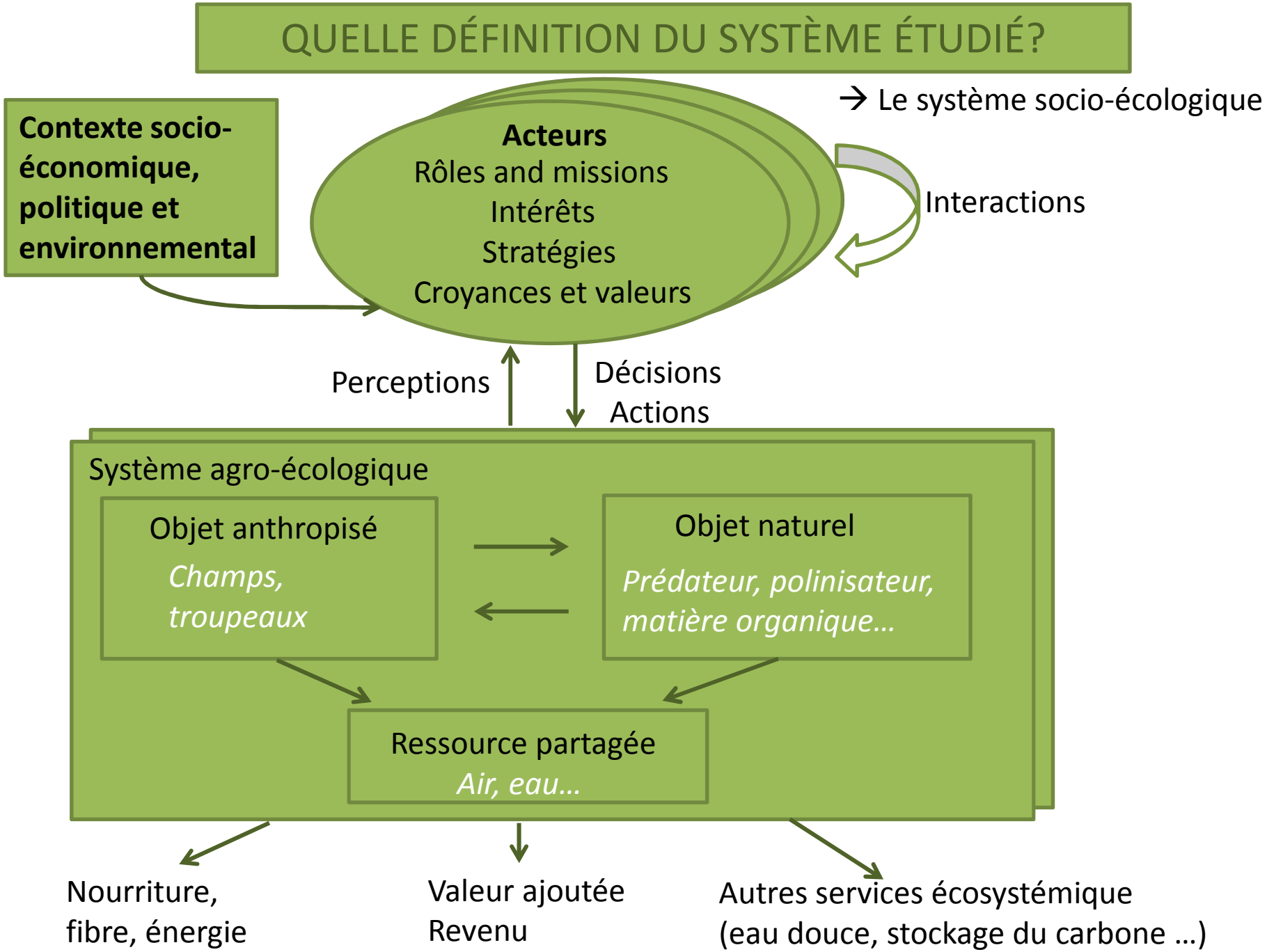
QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?

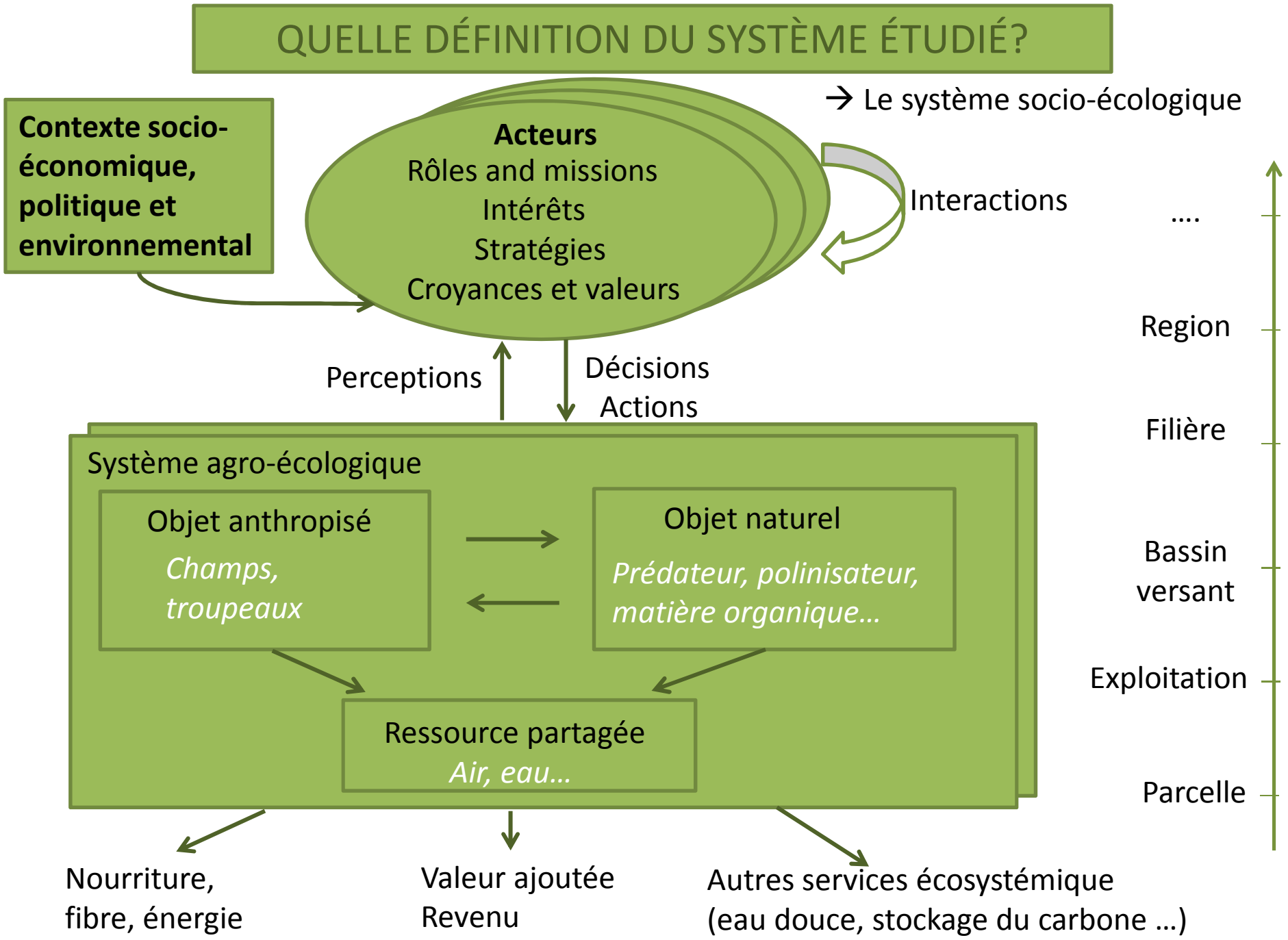
→ Le système socio-écologique

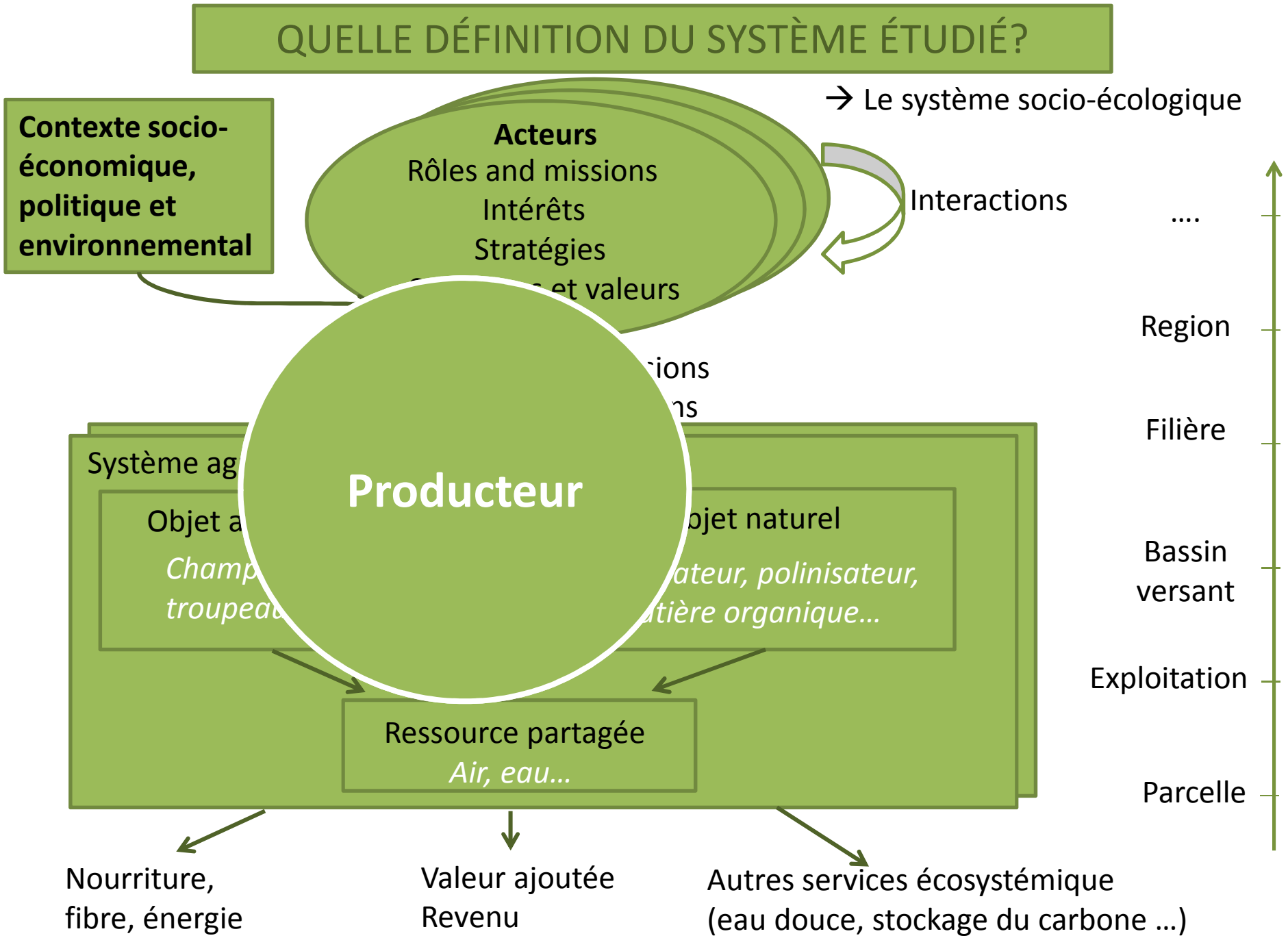


QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?

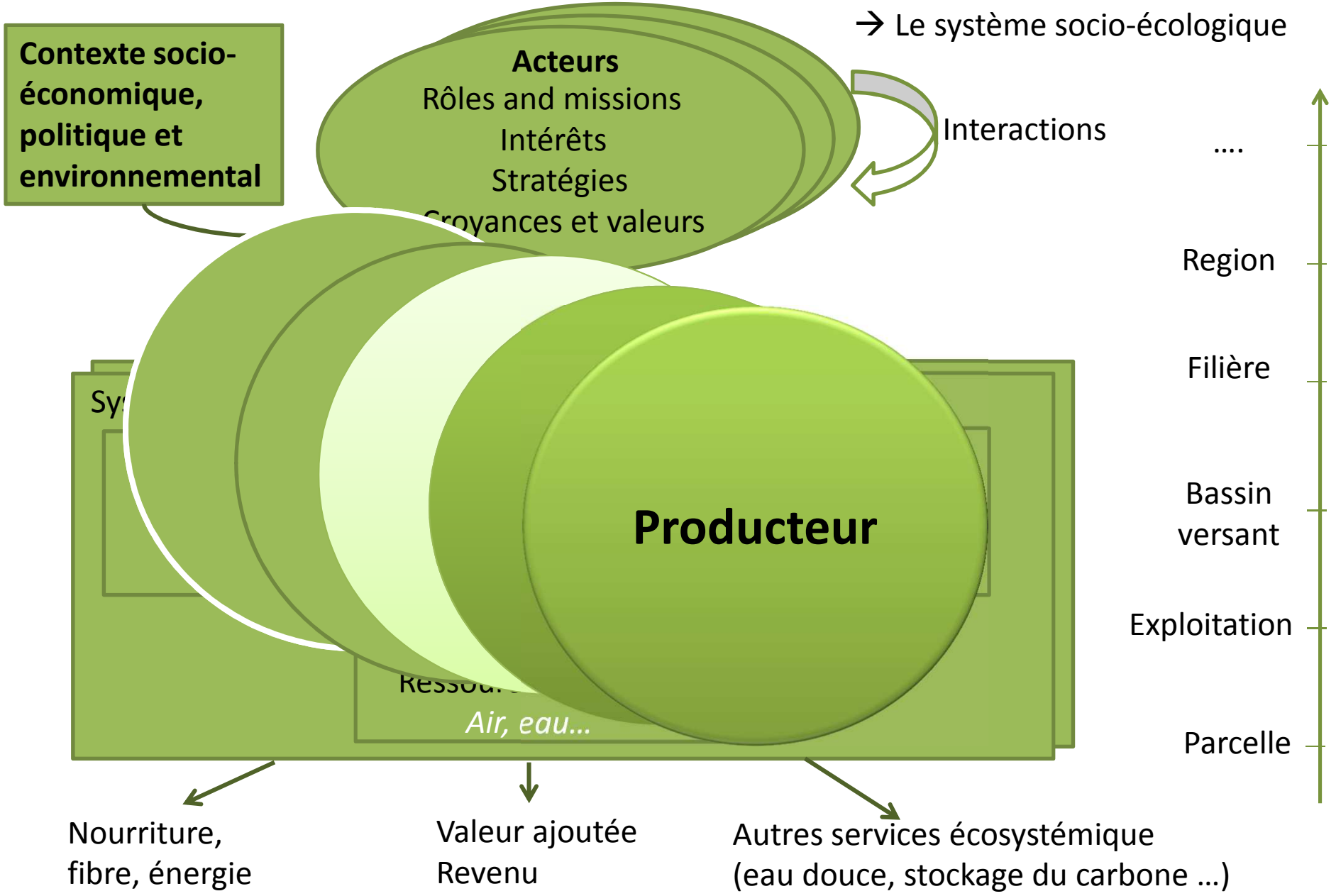



QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?
→ Le système socio-écologique
Contexte socio-économique, politique et environnemental
Acteurs
Rôles and missions
Intérêts
Stratégies
Croyances et valeurs
Interactions
Perceptions
Décisions
Actions
Système agro-écologique
Objet anthropisé
Champs, troupeaux
Objet naturel
Prédateur, polinisateur, matière organique…
Ressource partagée
Air, eau…
Nourriture, fibre, énergie
Valeur ajoutée Revenu
Autres services écosystémique (eau douce, stockage du carbone …)

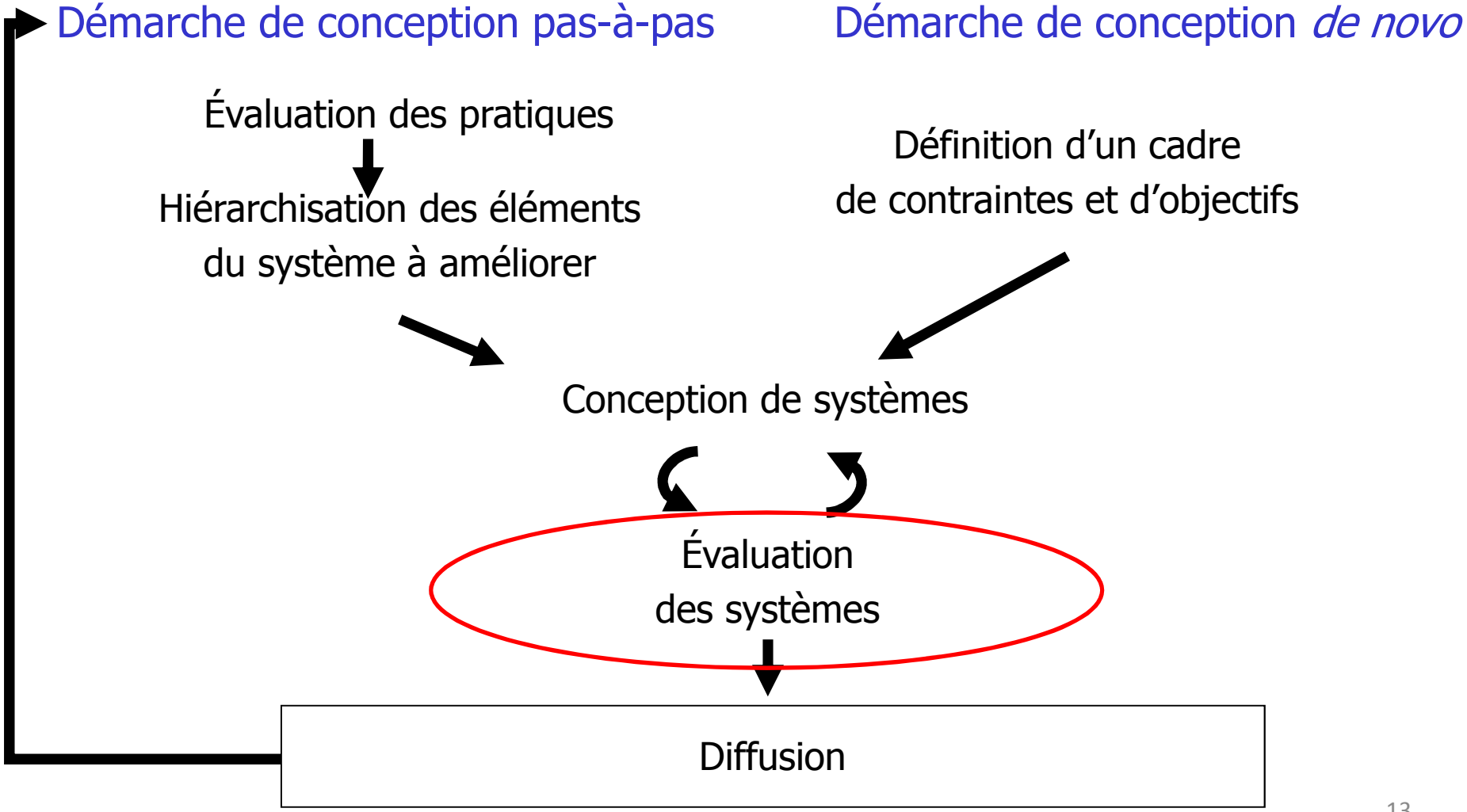

QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?
→ Le système socio-écologique
Contexte socio-économique, politique et environnemental
Acteurs
Rôles and missions
Intérêts
Stratégies
Croyances et valeurs
Interactions
Perceptions
Décisions
Actions
Système agro-écologique
Objet anthropisé
Champs, troupeaux
Objet naturel
Prédateur, polinisateur, matière organique…
Ressource partagée
Air, eau…
Nourriture, fibre, énergie
Valeur ajoutée Revenu
Autres services écosystémique (eau douce, stockage du carbone …)
….
Region
Filière
Bassin versant
Exploitation
Parcelle


QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?
→ Le système socio-écologique
Contexte socio-économique, politique et environnemental
Acteurs
Rôles and missions
Intérêts
Stratégies
et valeurs
Interactions
....
Region
Filière
Bassin versant
Exploitation
Parcelle
Producteur
Système ag
Objet a
Champ
troupeau
bjet naturel
ateur, polinisateur,
tière organique…
Ressource partagée
Air, eau…
Nourriture, fibre, énergie
Valeur ajoutée Revenu
Autres services écosystémique (eau douce, stockage du carbone …)

QUELLE DÉFINITION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ?



DEUX DÉMARCHES POUR CONCEVOIR ET ÉVALUER DES SYSTÈMES DE CULTURE



(d'après Vereijken, 1997 ; Doré *et al.*, 2006 ; Lançon *et al.*, 2007)

QUESTIONS DE RECHERCHE

Comment assister les acteurs locaux et agriculteurs d'une région dans leur réflexion prospective concernant le futur de l'agriculture?

Quelle démarche permettrait de prendre en compte les différentes composantes du système socio-écologique dans lequel sont inclus les systèmes agricoles?

Quelle pourrait être la contribution des démarches de construction et d'évaluation de scénarios d'évolution des systèmes agricoles?

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

SCENARIO?

DÉFINITION

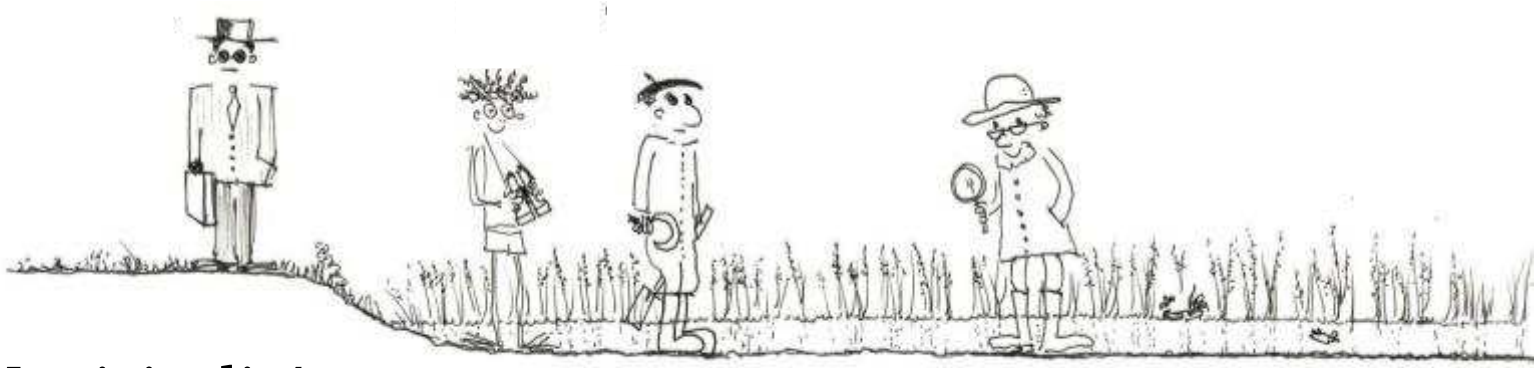
- **Ce sont :** des histoires (scénarios narratifs) : « Il était une fois… »

- **Qui permettent de :** décrire ce qui pourrait potentiellement arriver dans le futur, mais pas de le prédire.

- **Qui doivent être :**
  - réalistes (ni scénarios *du pire* ni scénarios *du meilleur*),
  - cohérentes (logiques),
  - créatives (aller au-delà de la pensée commune)
  - contrastées

SCENARIOS POUR LA CAMARGUE AVEC DES ACTEURS LOCAUX

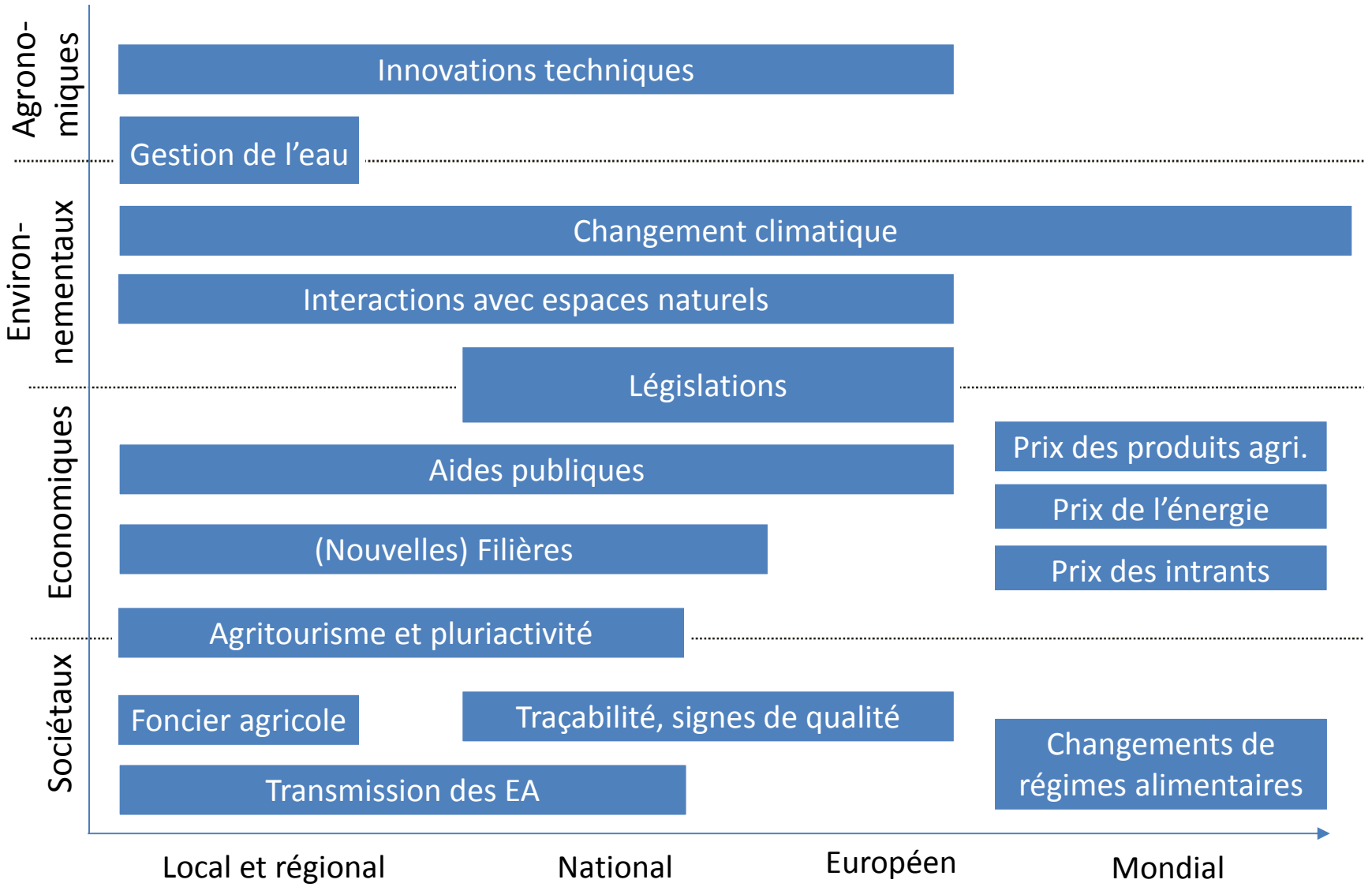
Parc naturel



Municipalités Syndicats Chercheurs

MÉTHODE DE CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS : EXEMPLE EN CAMARGUE, FRANCE

SÉLECTION DES FACTEURS DE CHANGEMENT LES PLUS IMPACTANT ET INCERTAINS



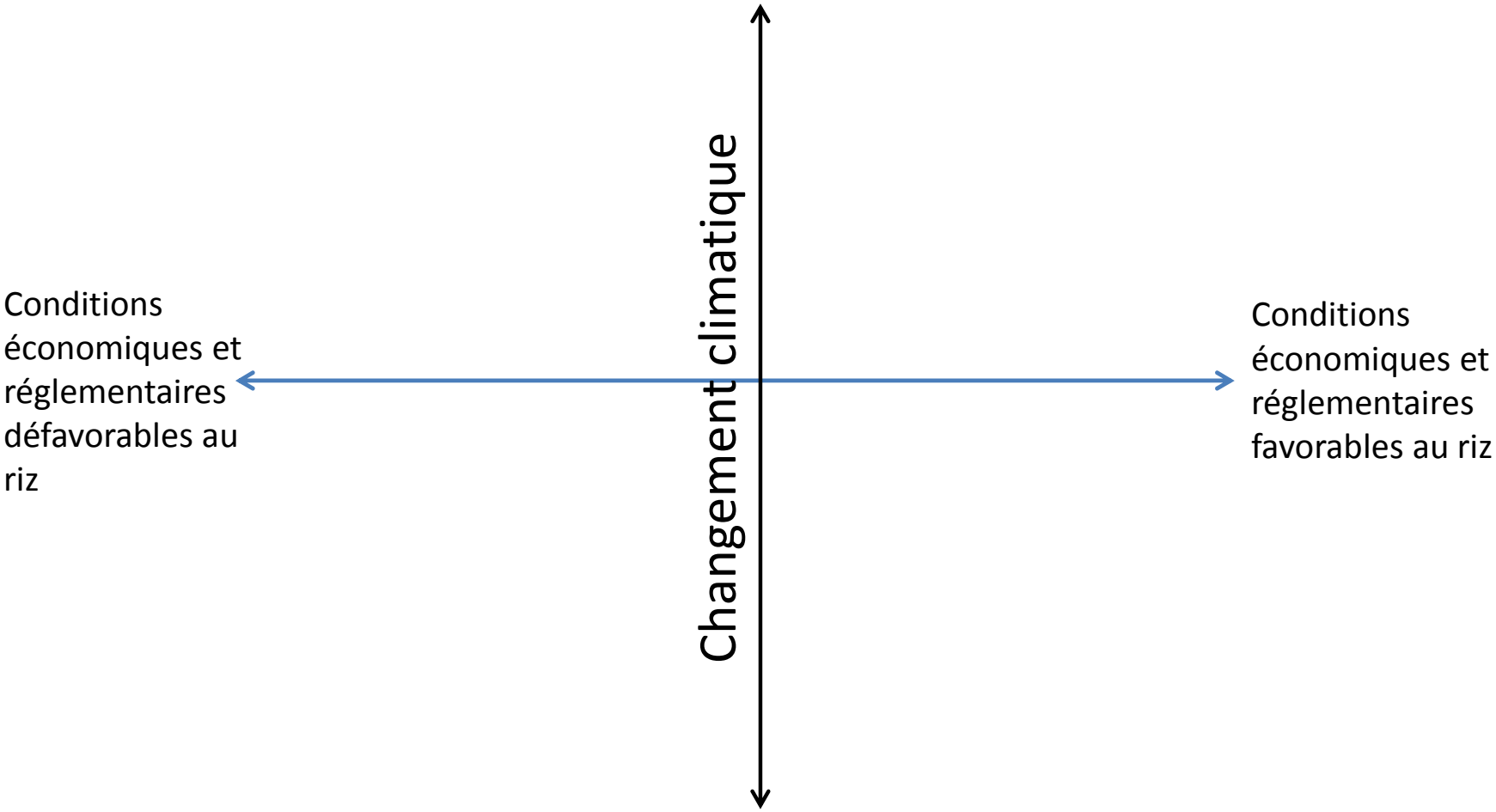
LES 4 SCÉNARIOS DÉVELOPPÉS

= Prix produits agricoles × Aides publiques

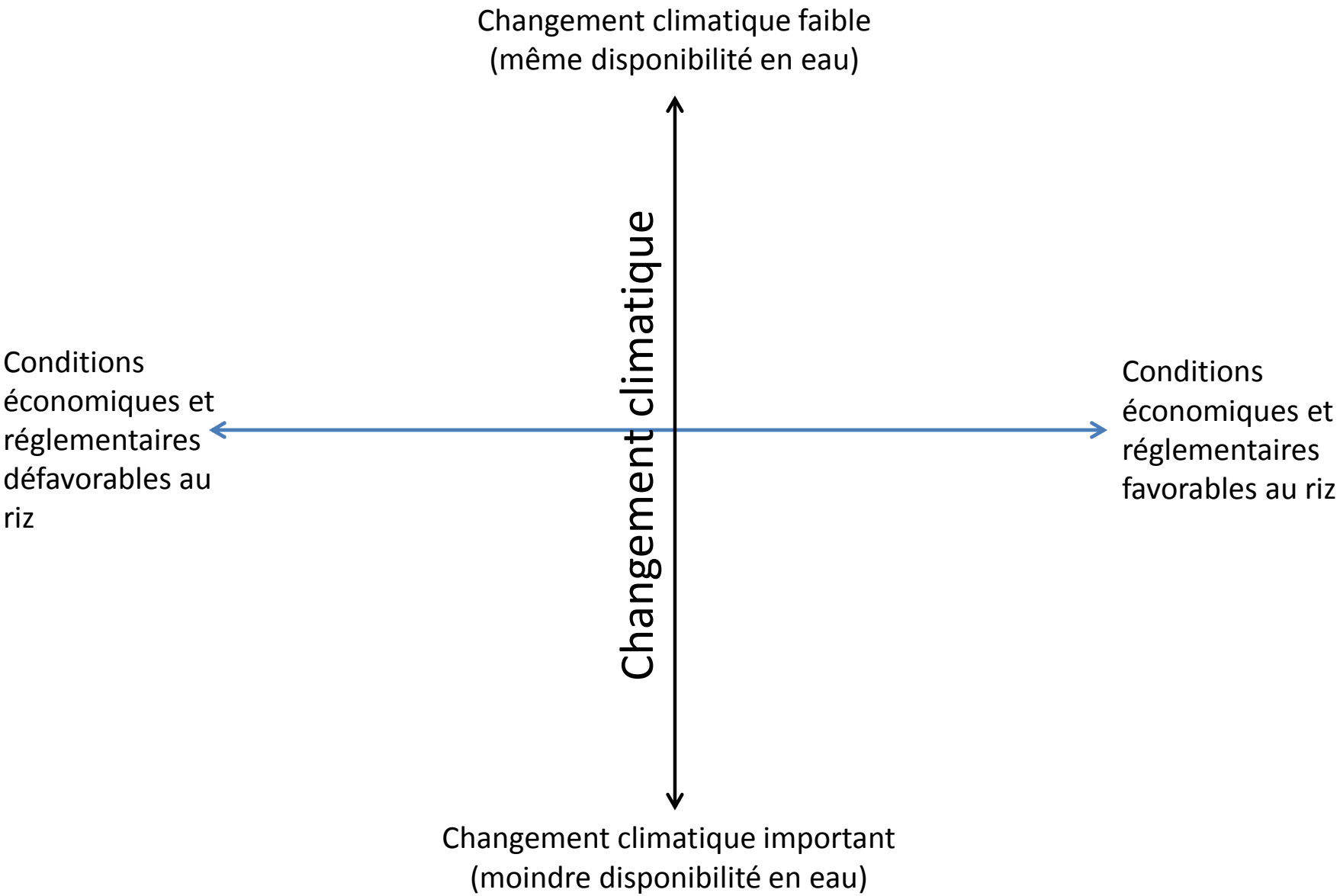
LES 4 SCÉNARIOS DÉVELOPPÉS

= Prix produits agricoles × Aides publiques

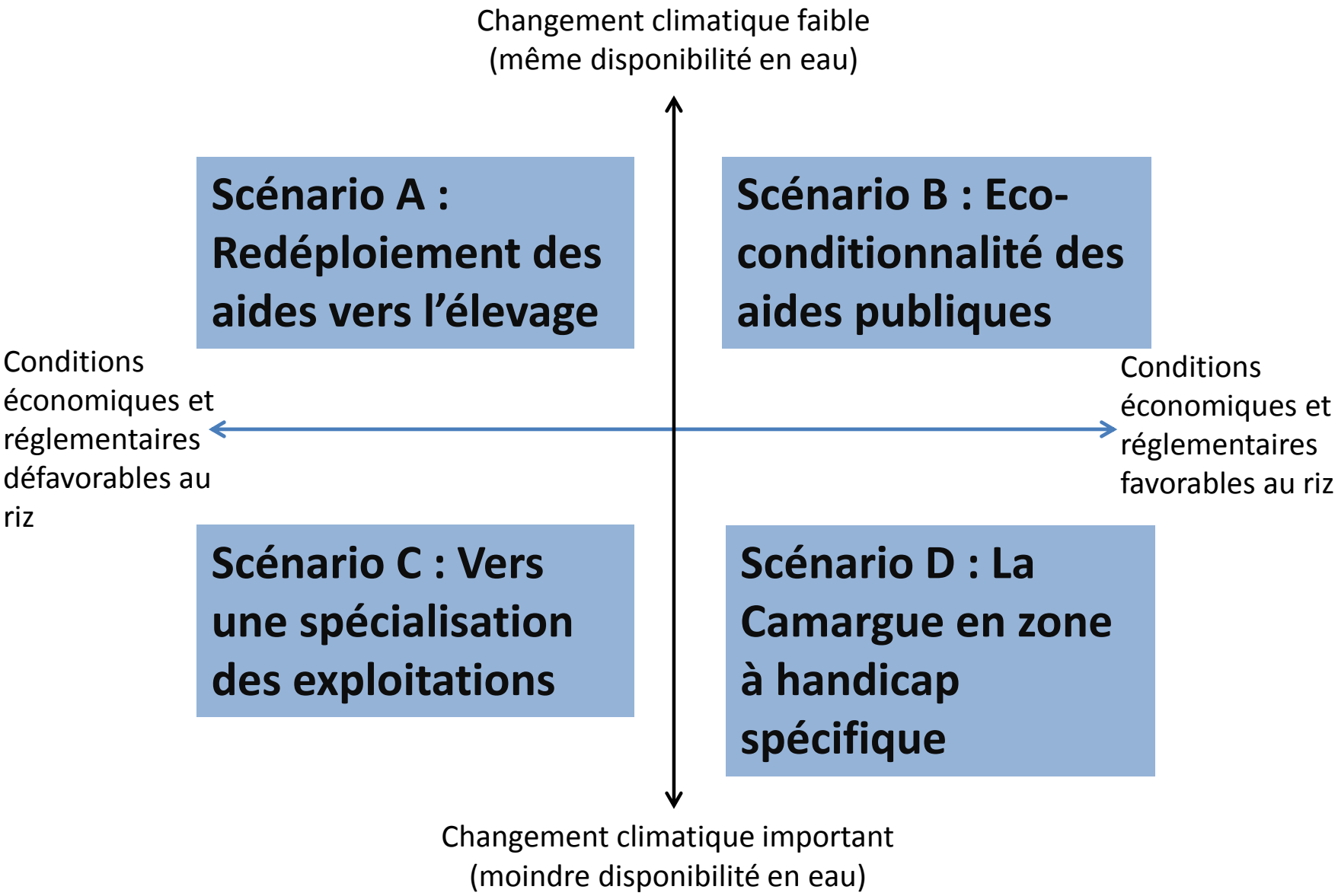
LES 4 SCÉNARIOS DÉVELOPPÉS

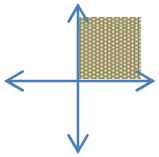


LES 4 SCÉNARIOS DÉVELOPPÉS



LES 4 SCÉNARIOS DÉVELOPPÉS





SCÉNARIO B : ECO-CONDITIONNALITÉ DES AIDES PUBLIQUES

- Stabilisation et éco-conditionnalité des aides publiques:
  - ↘ de la consommation de produits phytosanitaires (50%)
  - Réduction de l'usage des engrais de synthèse: aides à la culture de légumineuses et protéagineux.
  - Arrêt brulage des pailles
  - Aide pour la mise en place de mesure de conservation de la biodiversité (haie…)
- Eau payée au forfait à un prix bas
- Changement climatique faible : scénario optimiste de l'IPCC
- Vente du riz à un prix élevé (350€/t)
  - ↘ risques économiques pour les EA
  - ↗ durées des rotations (recours aux légumineuses)
  - Mise en culture de certaines friches et sansouires

} Stratégies d'adaptation

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

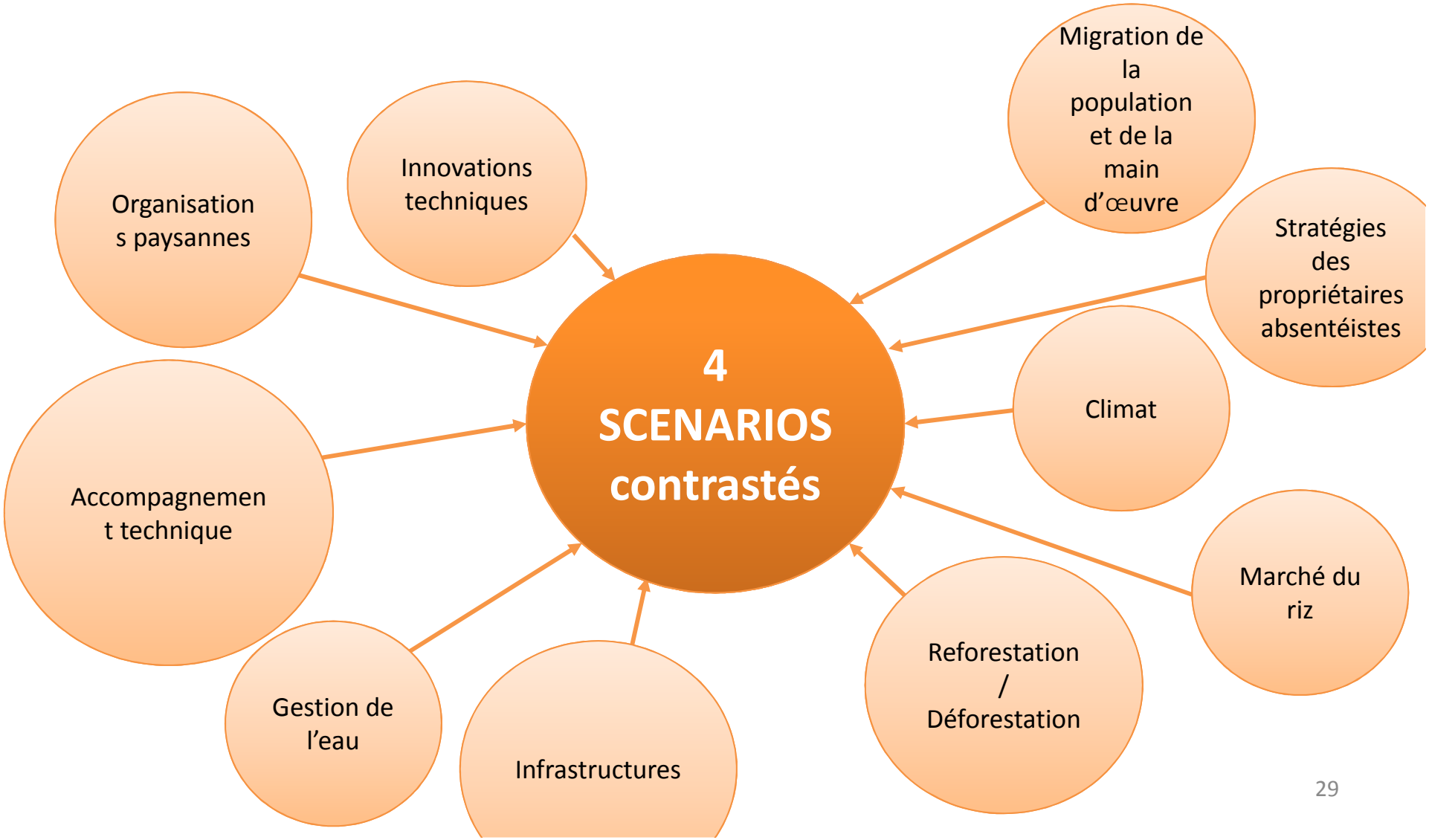
3. Exemple d'approches de modélisation pour l'évaluation participative de scénarios

   – Pour l'accompagnement d'agriculteurs

   – Pour l'accompagnement d'acteurs locaux

EXEMPLE À MADAGASCAR

FACTEURS DE CHANGEMENT



FACTEURS DE CHANGEMENT

Migration de la

égies
es
étaires
téistes

Marché du riz

Reforestation / Déforestation

Infrastructures

Gestion de l'eau

PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2

Activités off-farm / autres revenus
Chef *Fokontany*

- Chef *Fokontany*

PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2

Système de production

Travail
2 actifs familiaux + 1 salarié permanent
Embauche journaliers aux pics de travail

Foncier
En propriété :
2.5 ha de *tanimbary*
2 ha de *tanety*

Activités off-farm / autres revenus
Chef *Fokontany*

- 4 enfants, 2 actifs familiaux et 1 salarié permanent
- 4,5 ha de terres en propriété

Indicateur d'intensification de la main d'œuvre	Am2
Nombre d'homme-jour travail/an/ha	125

PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2

Système de production

Système de culture
Riz irrigué = 1.15 ha
Riz irrigué/pomme de terre ou avoine-raygrass ou repos en rotation = 70 ares
Riz irrigué/pomme de terre = 65 ares
Maïs-haricot-soja = 2 ha

Travail
2 actifs familiaux + 1 salarié permanent
Embauche journaliers aux pics de travail

Foncier
En propriété :
2.5 ha de *tanimbary*
2 ha de *tanety*

Activités off-farm / autres revenus
Chef *Fokontany*

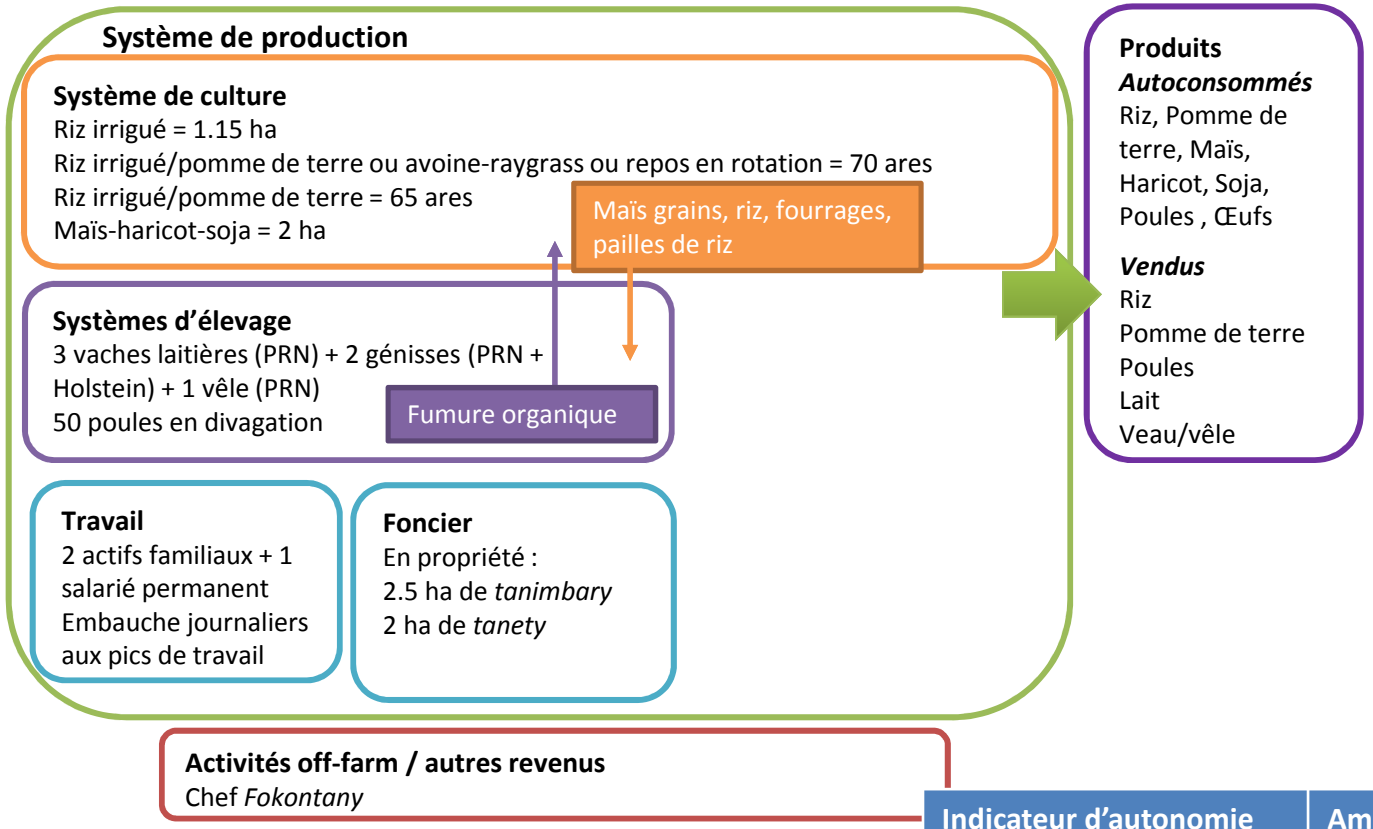
Produits
Autoconsommés
Riz, Pomme de terre, Maïs, Haricot, Soja, Poules , Œufs

Vendus
Riz
Pomme de terre
Poules
Lait
Veau/vêle

- Production de riz, pomme de terre, soja, maïs, fourrages
- 90% de riz vendu

Indicateur d'autonomie en riz	Am2
Nombre de mois de soudure	0
Surplus en riz (kg/an)	7 074

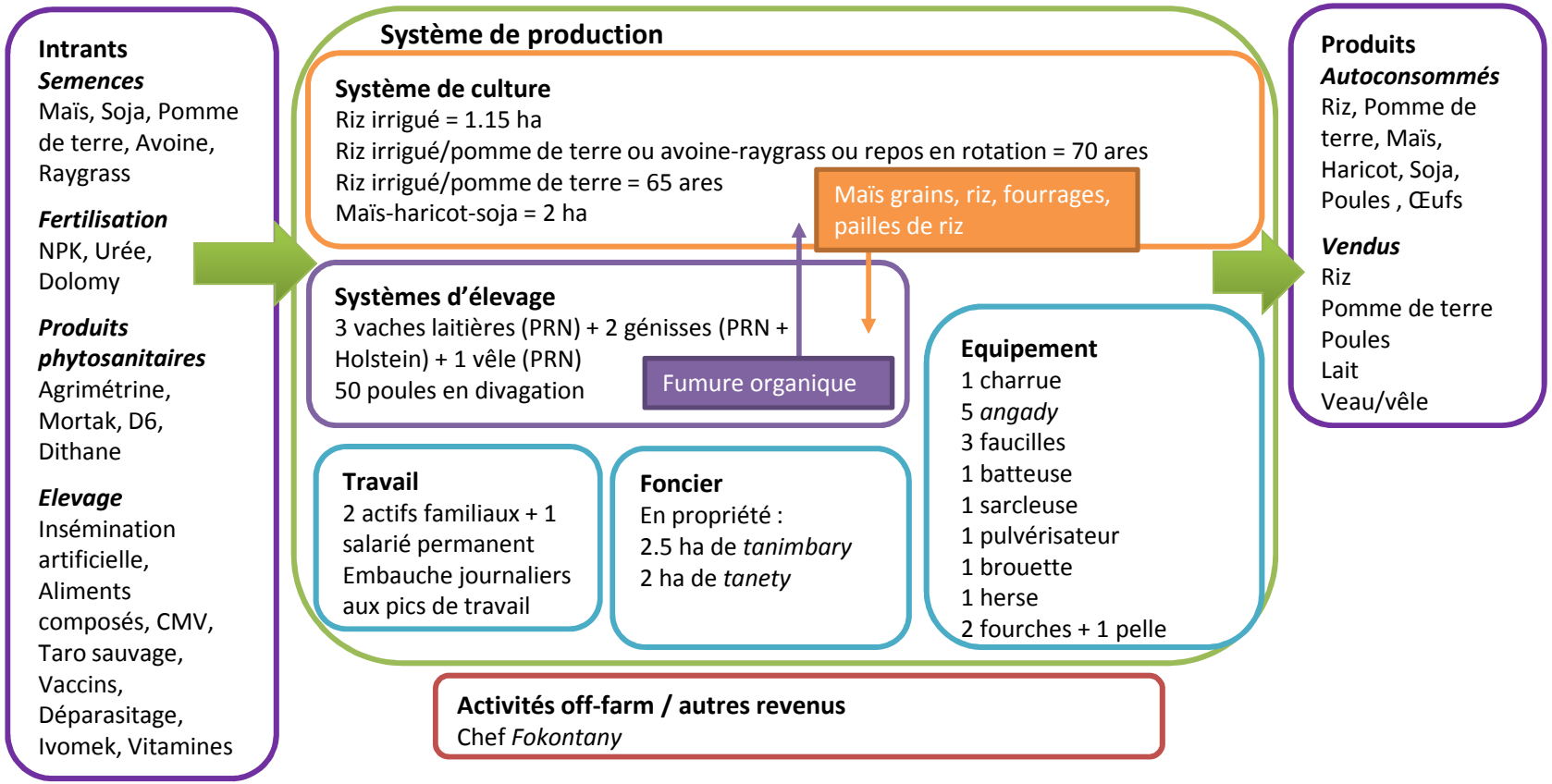
PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2



- Production et vente de lait
- Autoproduction d'une partie de l'alimentation des vaches
- Autonomie en fumure organique

Indicateur d'autonomie en fumure organique	Am2
Quantité de fumure autoproduite sur la totale utilisée (%)	102 34

PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2



➢ Utilisation d'intrants et de nombreux équipements

PRÉSENTATION DE L'EXPLOITATION AM2

Modélisation avec le logiciel Olympe ®

Intrants

Semences
Maïs, Soja, Pomme de terre, Avoine, Raygrass

Fertilisation
NPK, Urée, Dolomy

Produits phytosanitaires
Agrimétrine, Mortak, D6, Dithane

Elevage
Insémination artificielle, Aliments composés, CMV, Taro sauvage, Vaccins, Déparasitage, Ivomek, Vitamines

Système de production

Système de culture
Riz irrigué = 1.15 ha
Riz irrigué/pomme de terre ou avoine-raygrass ou repos en rotation = 70 ares
Riz irrigué/pomme de terre = 65 ares
Maïs-haricot-soja = 2 ha

Maïs grains, riz, fourrages, pailles de riz

Systèmes d'élevage
3 vaches laitières (PRN) + 2 génisses (PRN + Holstein) + 1 vêle (PRN)
50 poules en divagation

Fumure organique

Travail
2 actifs familiaux + 1 salarié permanent
Embauche journaliers aux pics de travail

Foncier
En propriété :
2.5 ha de *tanimbary*
2 ha de *tanety*

Equipement
1 charrue
5 *angady*
3 faucilles
1 batteuse
1 sarcleuse
1 pulvérisateur
1 brouette
1 herse
2 fourches + 1 pelle

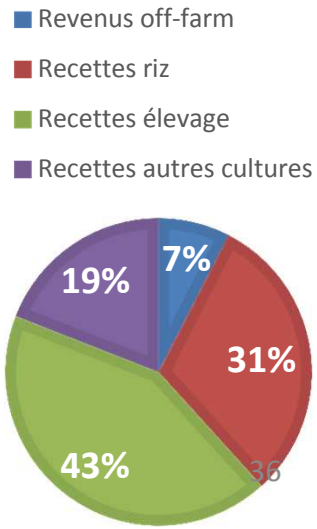
Activités off-farm / autres revenus
Chef *Fokontany*

Produits

Autoconsommés
Riz, Pomme de terre, Maïs, Haricot, Soja, Poules , Œufs

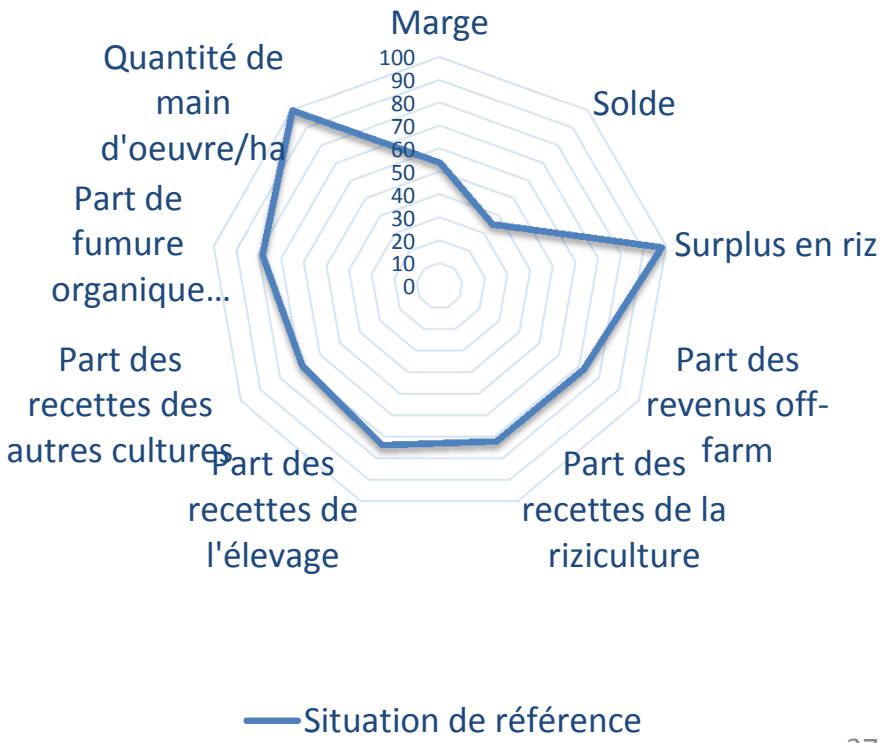
Vendus
Riz
Pomme de terre
Poules
Lait
Veau/vêle

Indicateurs économiques	Am2
Marge brute (Ar)	7 693 000
Solde (Ar)	3 661 000



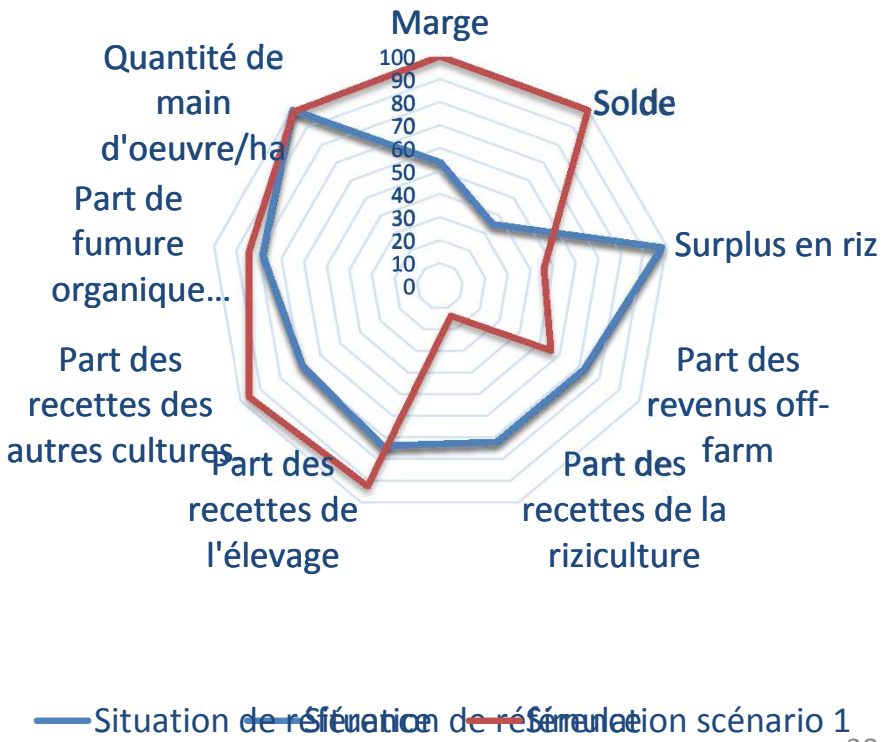
→Type 4 : « Exploitation diversifiée »

BILAN DES INDICATEURS EN SITUATION DE RÉFÉRENCE



CONSÉQUENCES ET ADAPTATIONS D'AM2 AU SCÉNARIO 1

- Rendements diminués
- Prix d'achat du riz augmenté
- Développement des cultures de contre saison sur *tanimbary* : choux en contre saison



→ **Exploitation adaptable**

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

3. Exemple d'approches de modélisation pour l'évaluation participative de scénarios

   – Pour l'accompagnement d'agriculteurs

UTILISATION D'UN MODÈLE MULTI-AGENT AVEC DES AGRICULTEURS

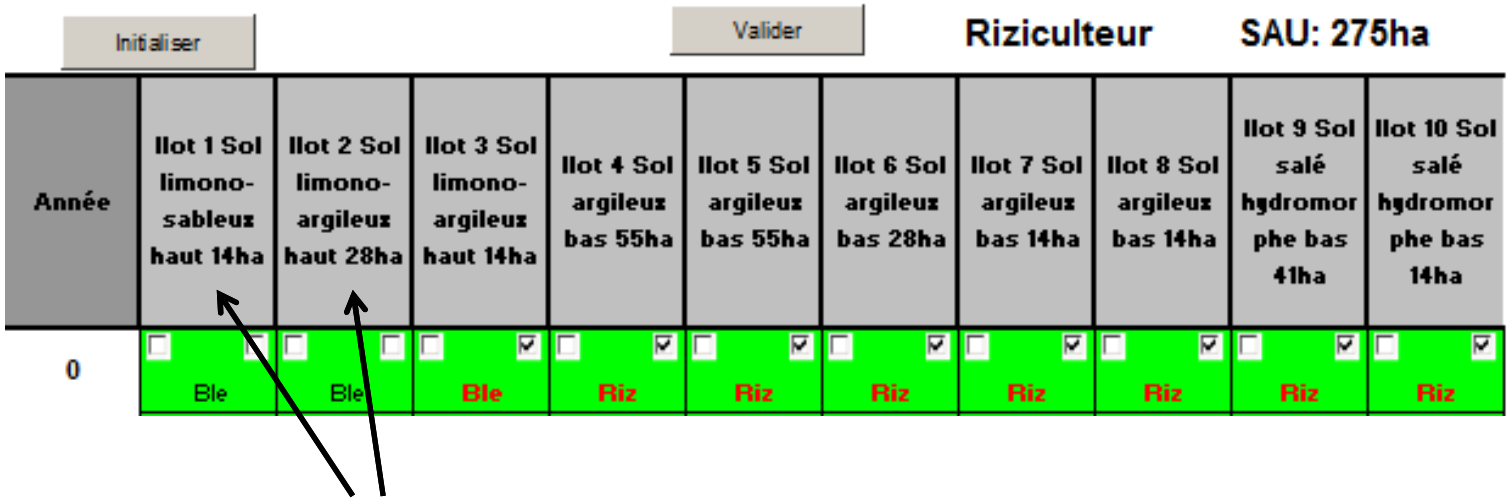
- Focus group au syndicat des riziculteurs

  →Définition d'un scénario en lien avec la réforme des aides européennes.

- 3 sessions de simulations avec des agriculteurs camarguais

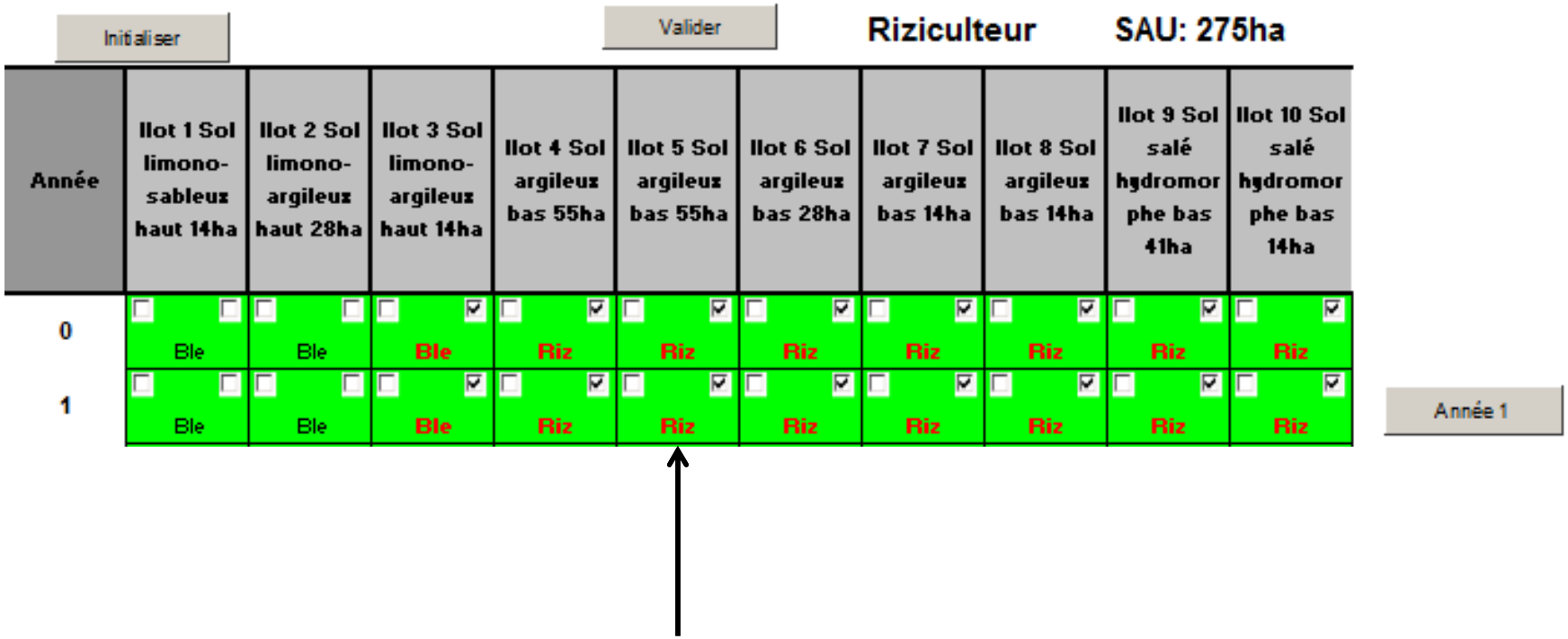
- Présentation des résultats aux acteurs locaux

SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION



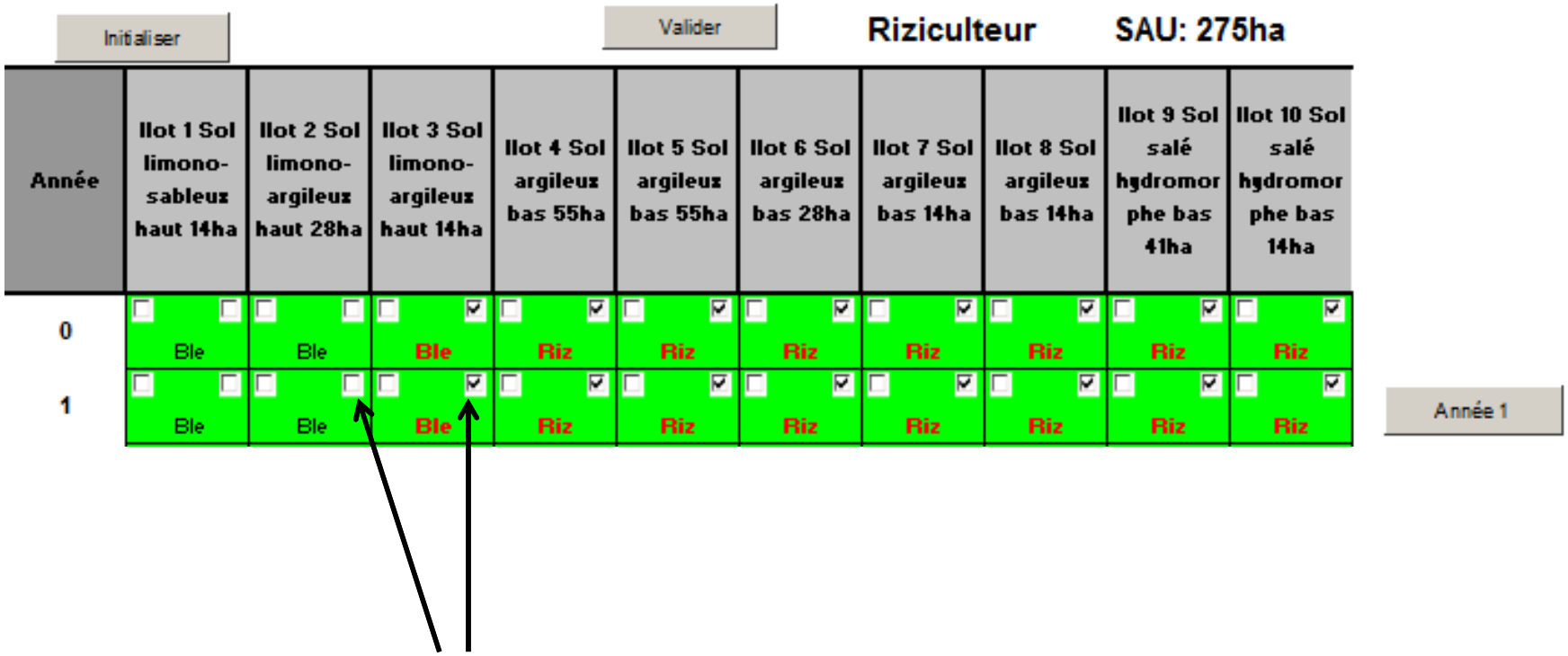
Champ/groupe de champ décrit par une surface et un type de sol

SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION



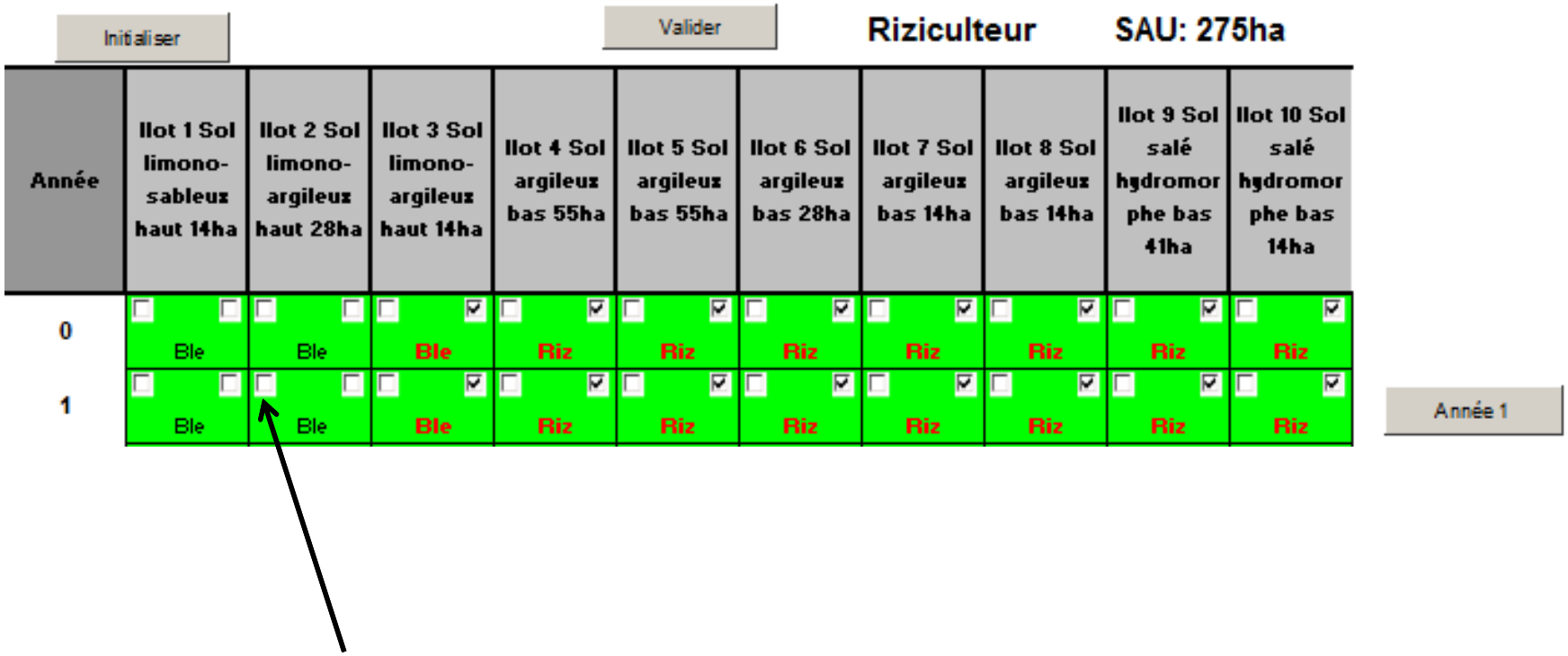
Choix de la culture (en considérant la culture précédente et l'assolement choisi à l'échelle de l'exploitation)

SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION



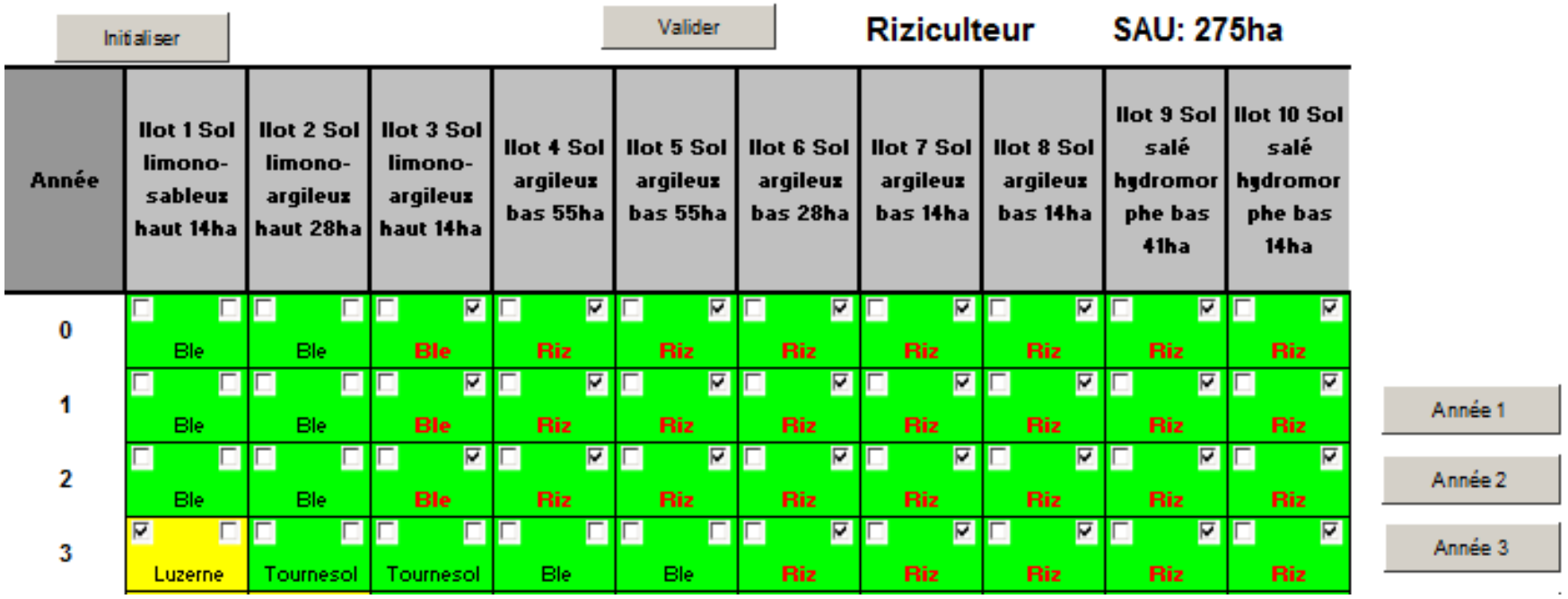
Sélection du niveau d'usage d'intrants

SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION



Sélection du mode de production (conventionnel ou biologique)

SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION



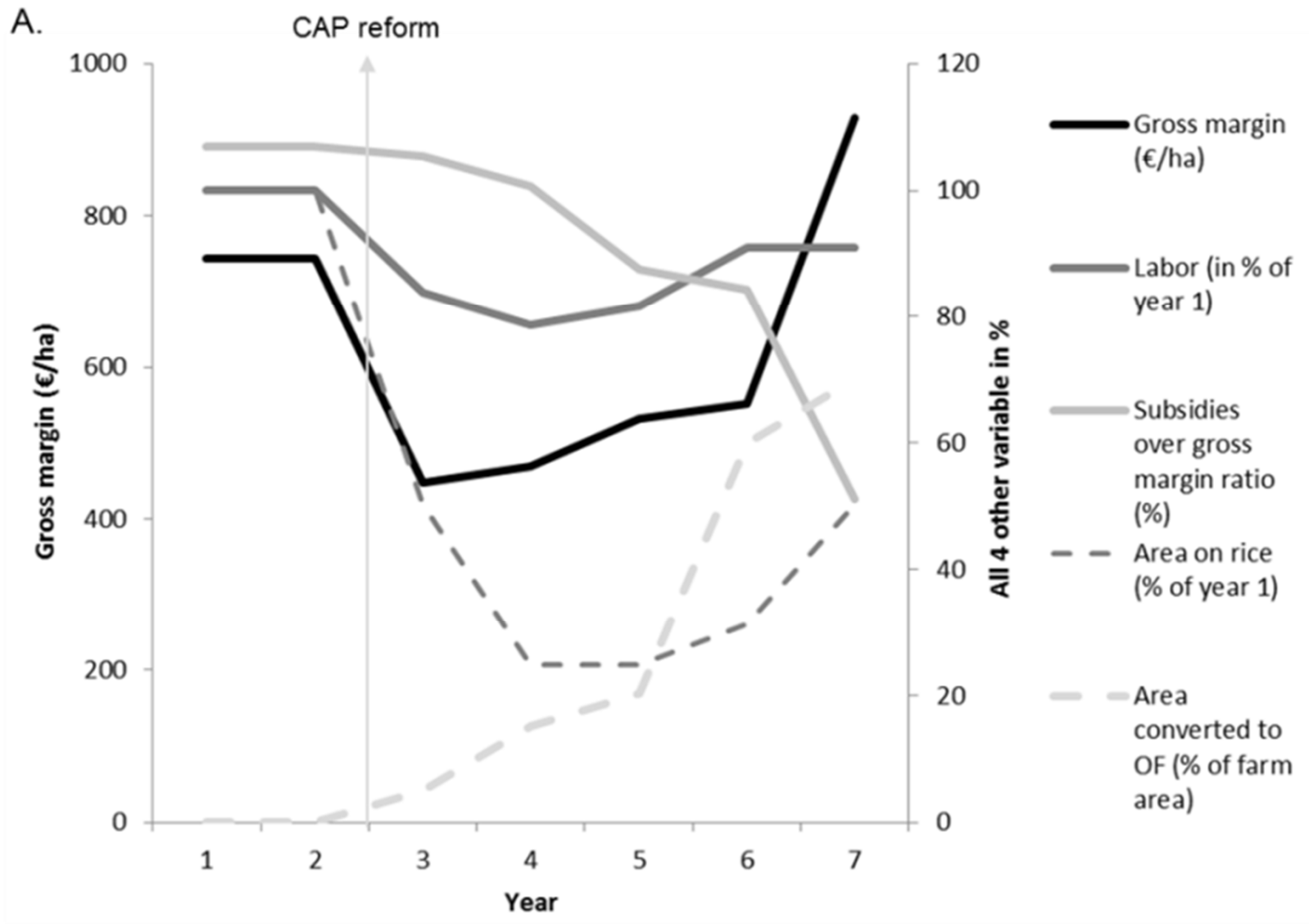
SAISIE DES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LEUR EXPLOITATION

Initialiser | Valider | **Riziculteur** | **SAU: 275ha**

Année	Ilot 1 Sol limono-sableux haut 14ha	Ilot 2 Sol limono-argileux haut 28ha	Ilot 3 Sol limono-argileux haut 14ha	Ilot 4 Sol argileux bas 55ha	Ilot 5 Sol argileux bas 55ha	Ilot 6 Sol argileux bas 28ha	Ilot 7 Sol argileux bas 14ha	Ilot 8 Sol argileux bas 14ha	Ilot 9 Sol salé hydromorphe bas 41ha	Ilot 10 Sol salé hydromorphe bas 14ha
0	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz
1	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz
2	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz
3	Luzerne	Tournesol	Tournesol	Ble	Ble	Riz	Riz	Riz	Riz	Riz
4	Luzerne	Luzerne	Tournesol	Tournesol	Ble	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz
5	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Tournesol	Tournesol	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz
6	Riz	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Ble	Ble	Ble	Riz	Riz
7	Riz	Riz	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Prairie	Tournesol	Riz	Riz	Riz

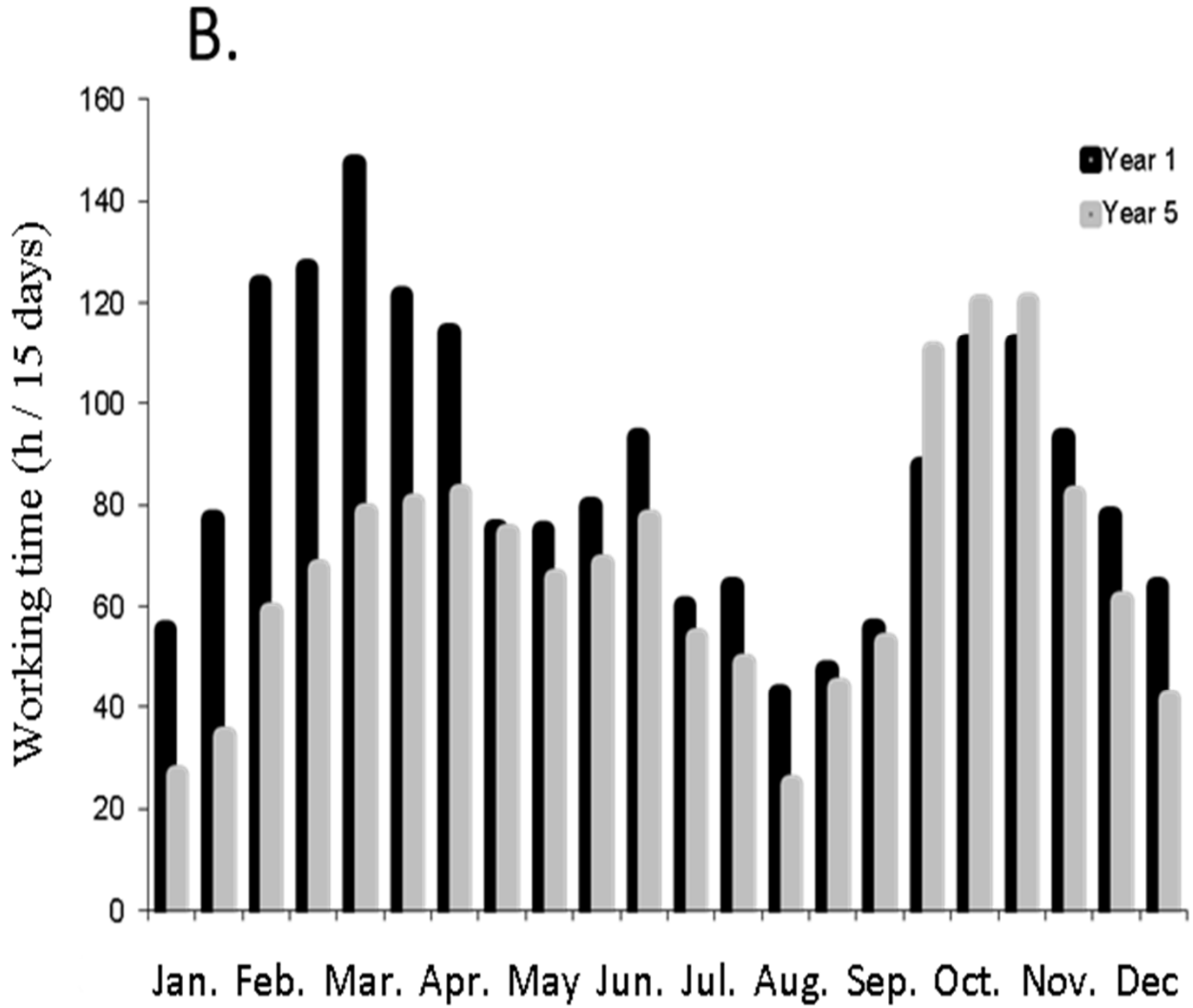
Année 1
Année 2
Année 3
Année 4
Année 5
Année 6
Année 7

IMPACTS DES CHOIX DE L'AGRICULTEUR À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION

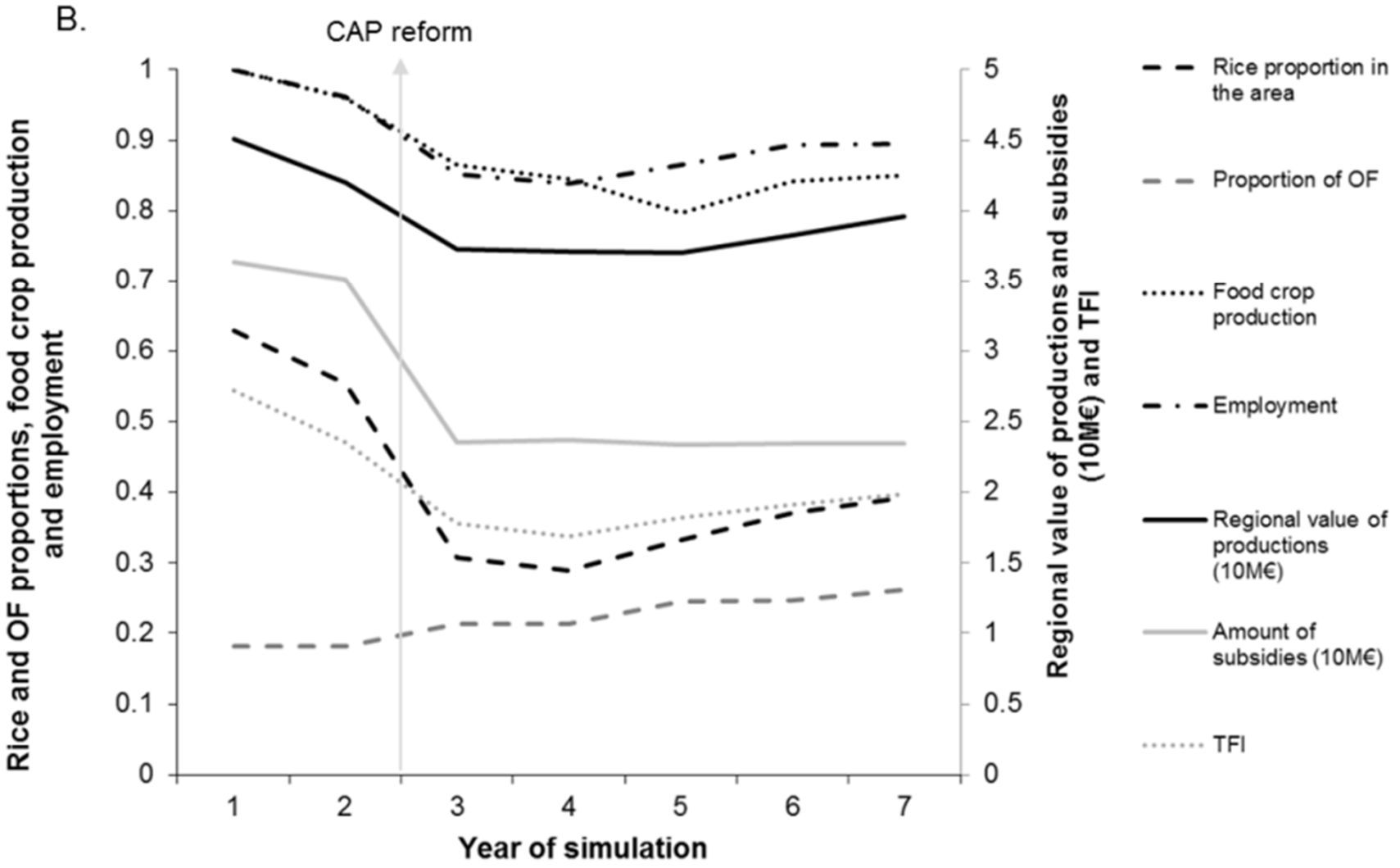


(Soumis à Agricultural Systems)

IMPACTS DES CHOIX DE L'AGRICULTEUR À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION



IMPACTS DES CHOIX DES AGRICULTEURS À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION



PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

3. Exemple d'approches de modélisation pour l'évaluation participative de scénarios

   – Pour l'accompagnement d'agriculteurs

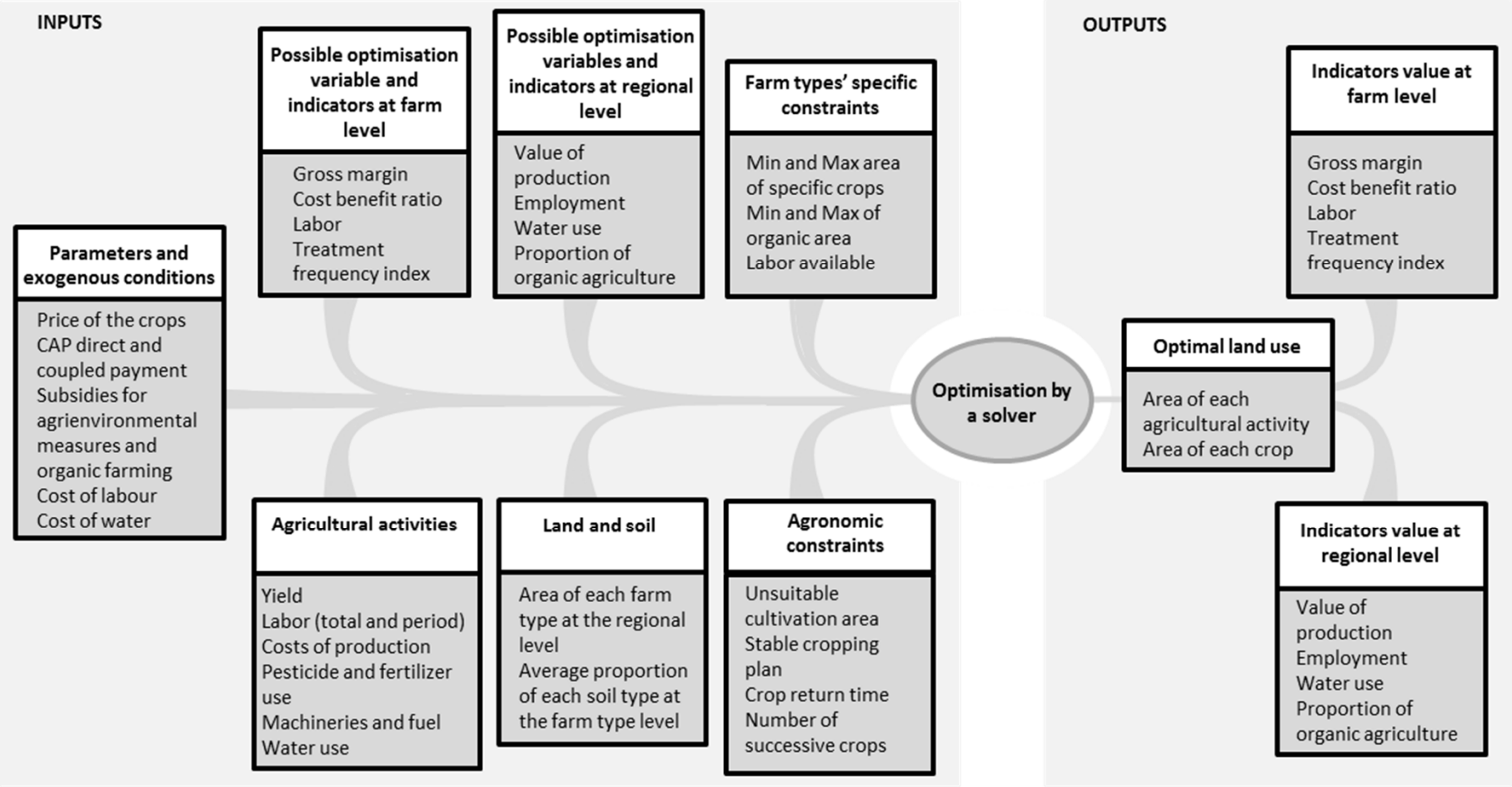
   – Pour l'accompagnement d'acteurs locaux

SCÉNARIO B : ECO-CONDITIONNALITÉ DES AIDES PUBLIQUES

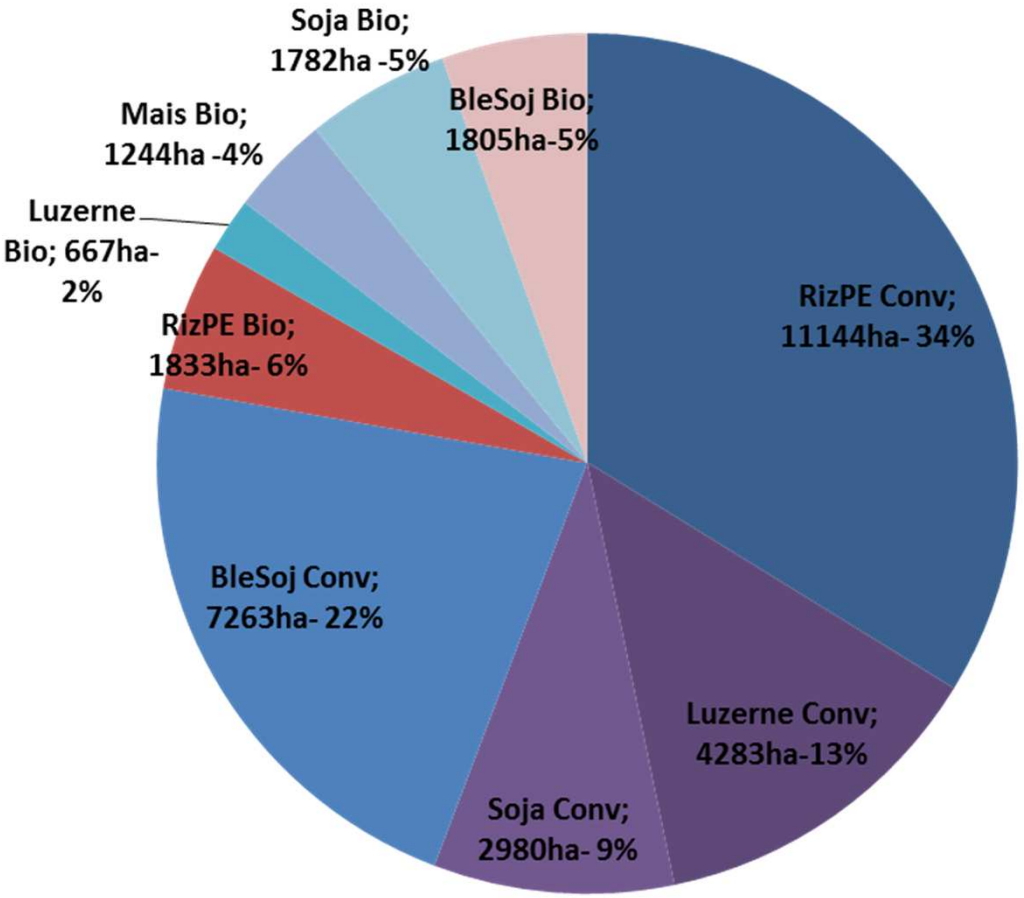
- Stabilisation et éco-conditionnalité des aides publiques:
  - ↘ de la consommation de produits phytosanitaires (50%)
  - Réduction de l'usage des engrais de synthèse: aides à la culture de légumineuses et protéagineux.
  - Arrêt brulage des pailles
  - Aide pour la mise en place de mesure de conservation de la biodiversité (haie…)
- Eau payée au forfait à un prix bas
- Changement climatique faible : scénario optimiste de l'IPCC
- Vente du riz à un prix élevé (350€/t)
  - ↘ risques économiques pour les EA
  - ↗ durées des rotations (recours aux légumineuses)
  - Mise en culture de certaines friches et sansouires

Stratégies d'adaptation

USAGE D'UN MODÈLE BIO-ÉCONOMIQUE



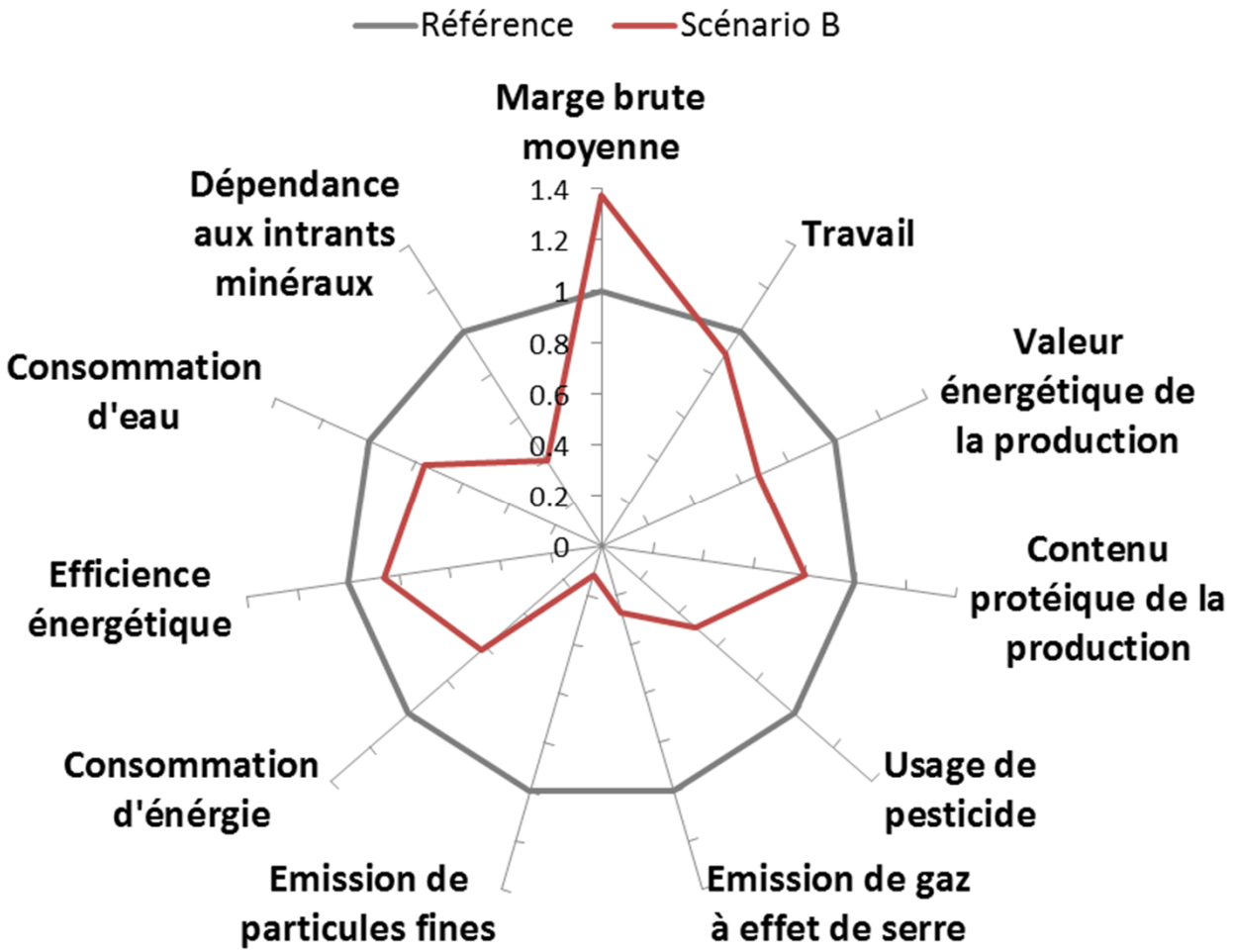
SCÉNARIO B : ECO-CONDITIONNALITÉ DES AIDES PUBLIQUES



SAU régionale : 33000ha
22% de la SAU en bio

Cultures	Surfaces	Totaux
Riz conv	11144ha	
Riz bio	1833ha	12977ha
Légumineuses	16975ha	

SCÉNARIO B : ECO-CONDITIONNALITÉ DES AIDES PUBLIQUES



(En préparation pour European Journal of Agronomy)

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Introduction: besoins de méthodes pour accompagner le développement de systèmes agricoles innovants

2. L'usage des scénarios pour développer une vision prospective avec les acteurs locaux

3. Exemple d'approches de modélisation pour l'évaluation participative de scénarios

   – Pour l'accompagnement d'agriculteurs

   – Pour l'accompagnement d'acteurs locaux

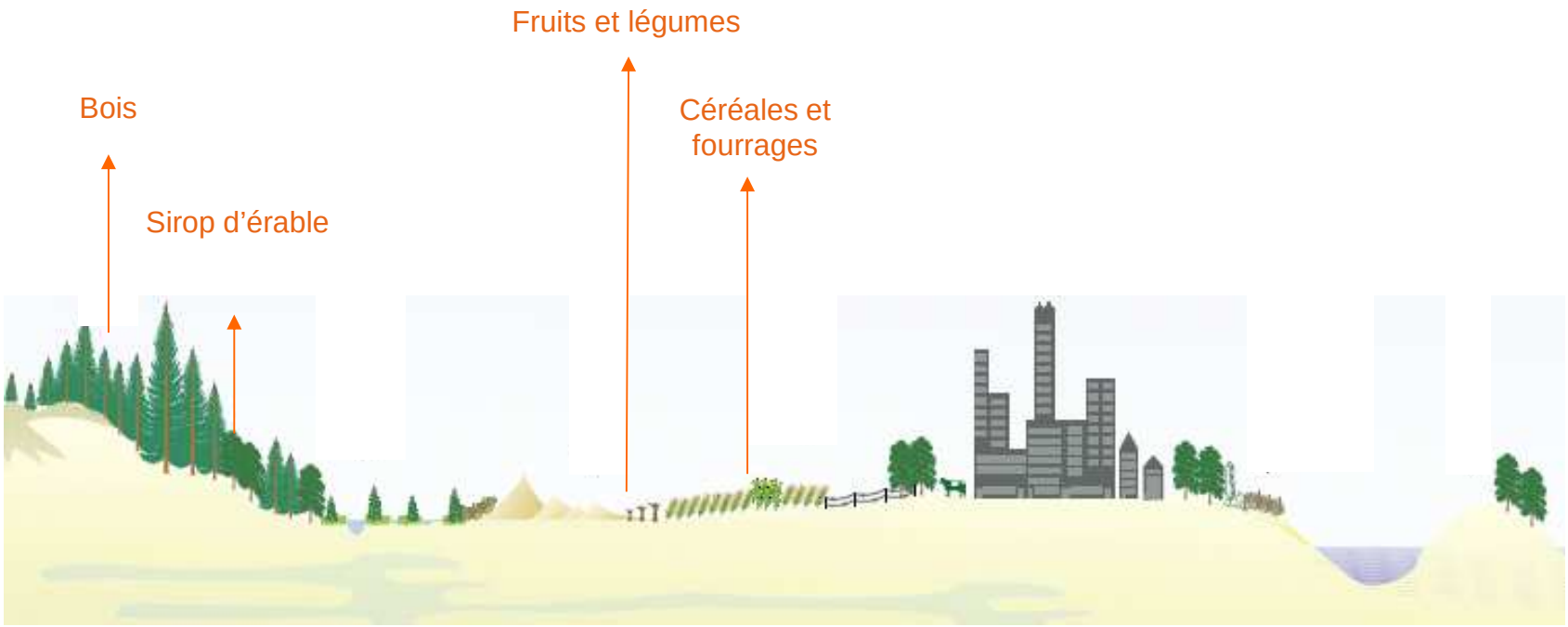
Le projet Connexion Montérégie

Mise en œuvre:

→ Développer, avec les acteurs locaux, une vision d'avenir (d'ici à 2040) de la Vallée-du-Richelieu, prenant en compte l'évolution des services écologiques

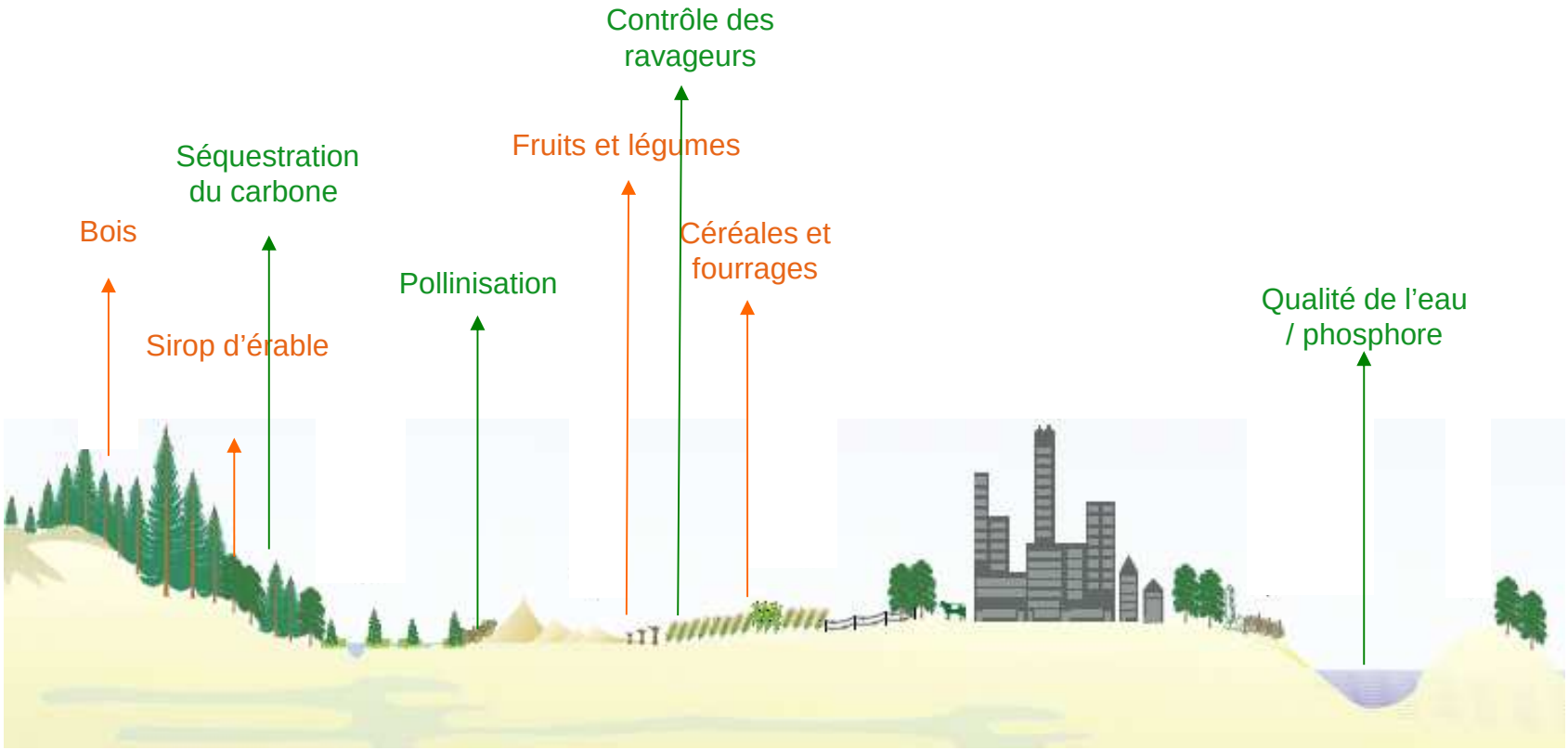
- Recueillir et analyser des données sur différents services écologiques de la région
- Construire quatre scénarios de changement des paysages (2 ateliers en 2013 et 2014 et 2 réunions du comité de pilotage en 2014)
- Cartographier les scénarios
- Évaluer les conséquences des scénarios sur les services écologiques à l'aide d'un modèle (2 réunions du comité de pilotage)

Les services écologiques étudiés

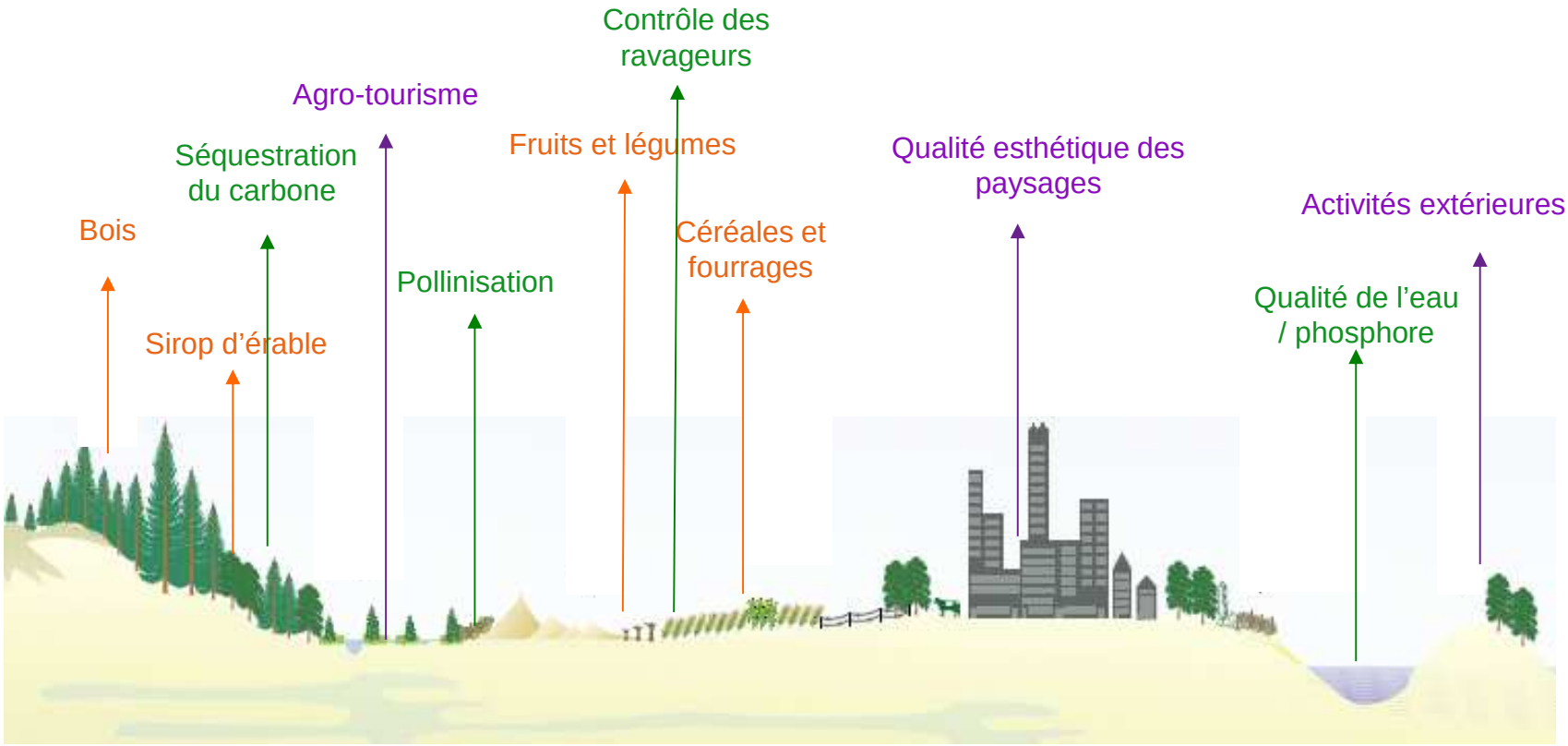


Approvisionnement

Les services écologiques étudiés



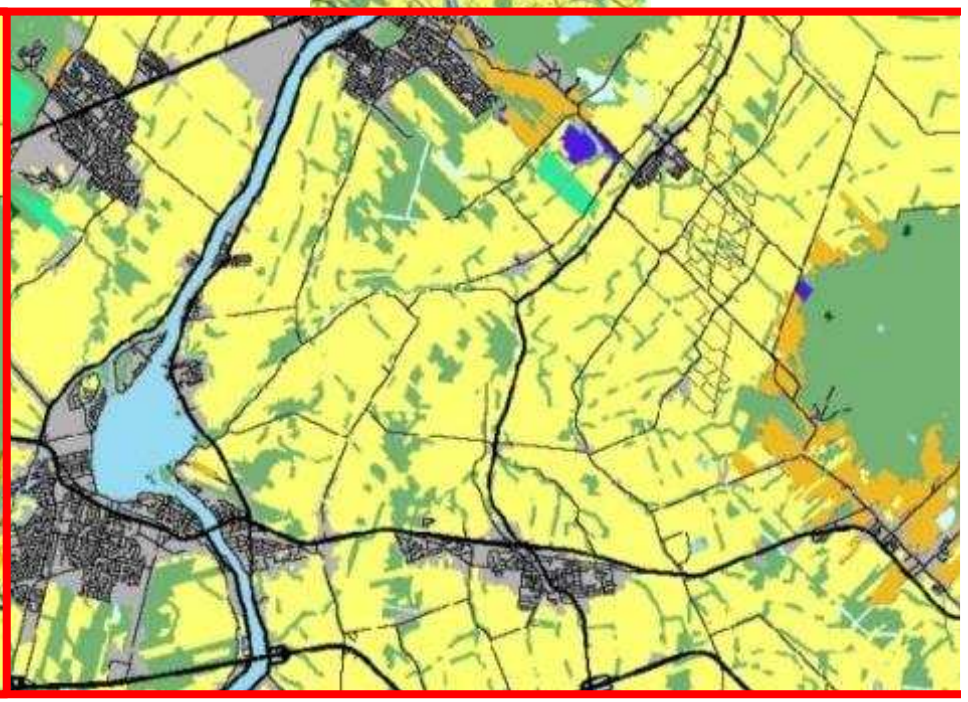
Les services écologiques étudiés



Quatre scénarios pour la Vallée-du-Richelieu

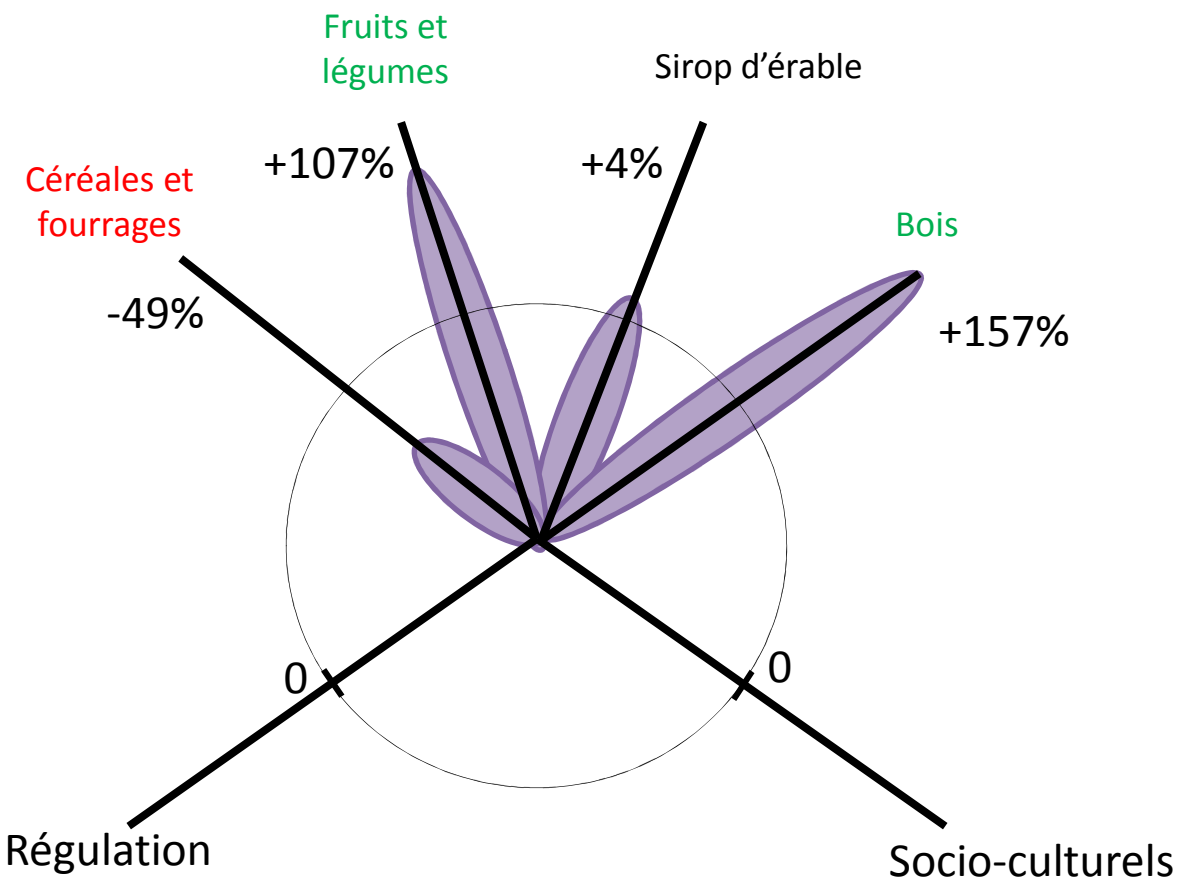
Scénario 4 : Virer au vert

Scénario 4 : Virer au vert

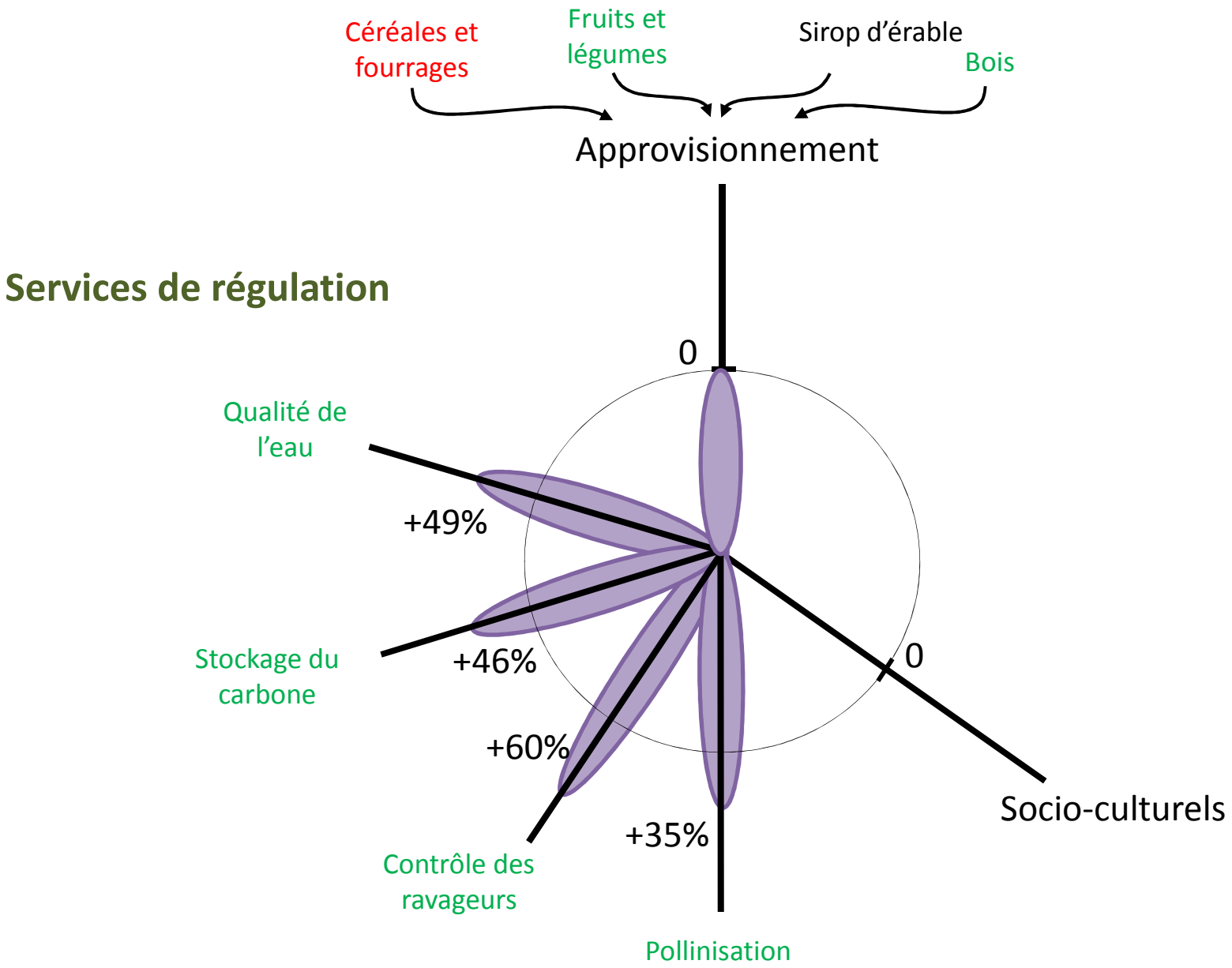


Scénario 4 : Virer au vert

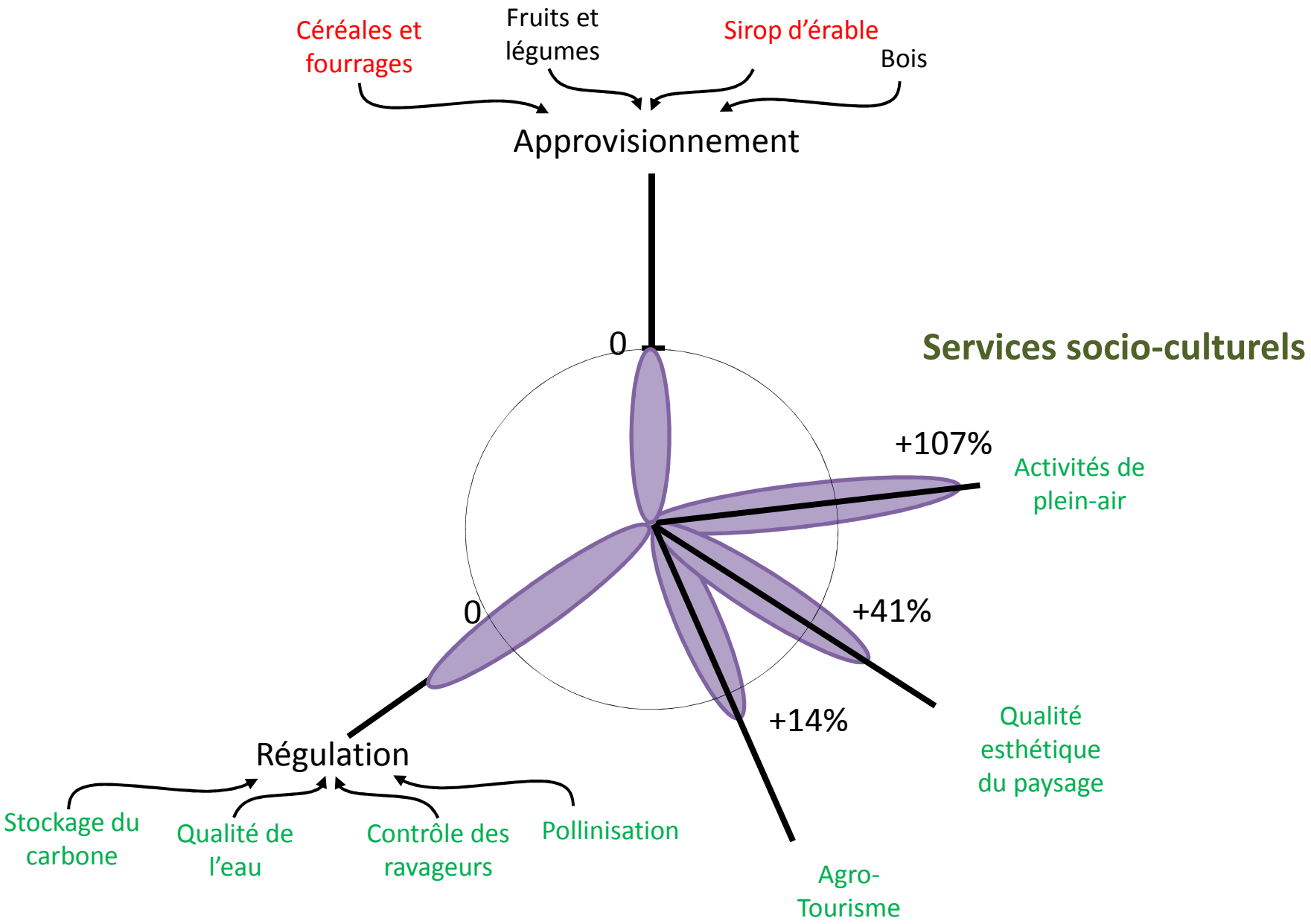
Services d'approvisionnement



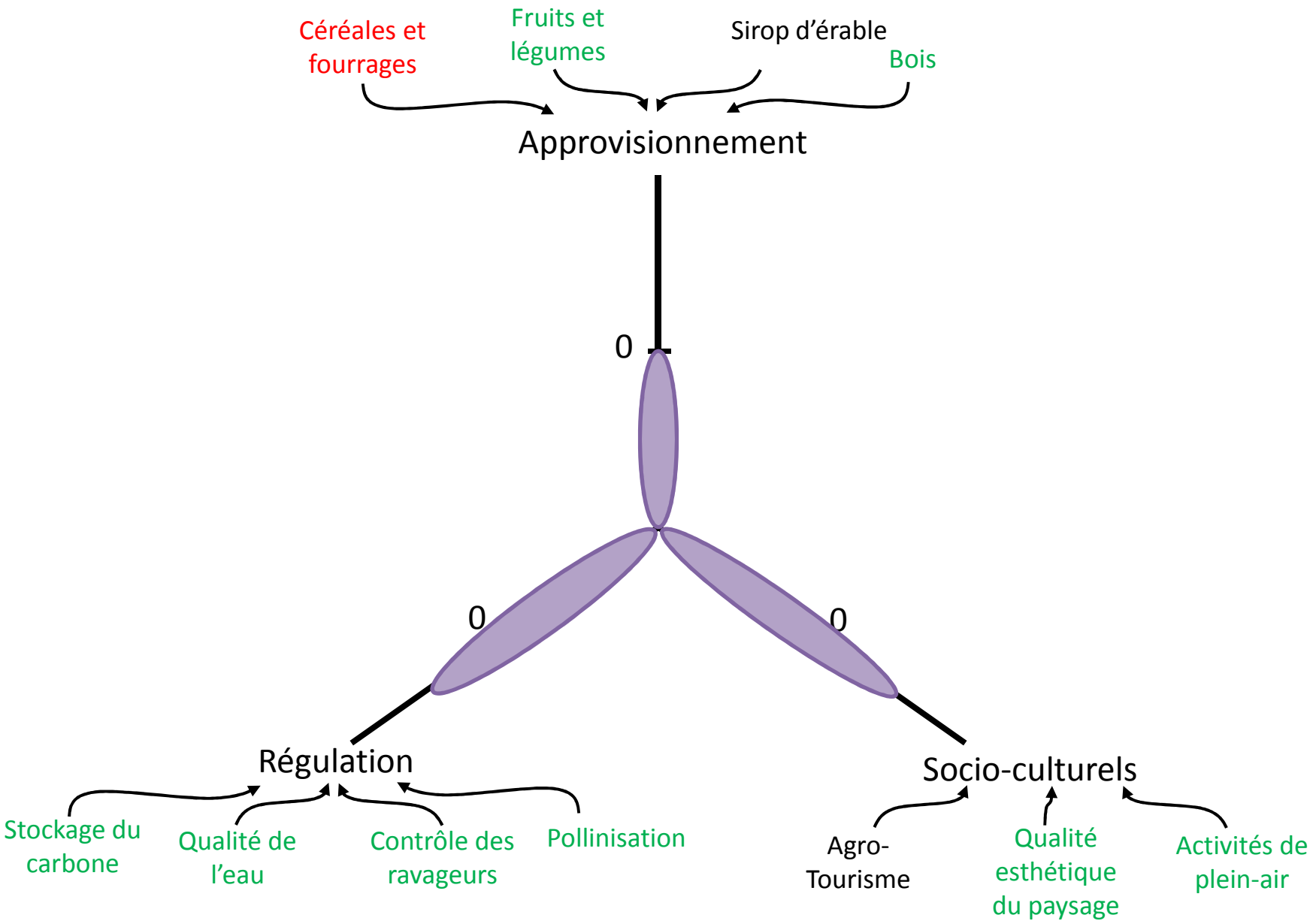
Scénario 4 : Virer au vert



Scénario 4 : Virer au vert



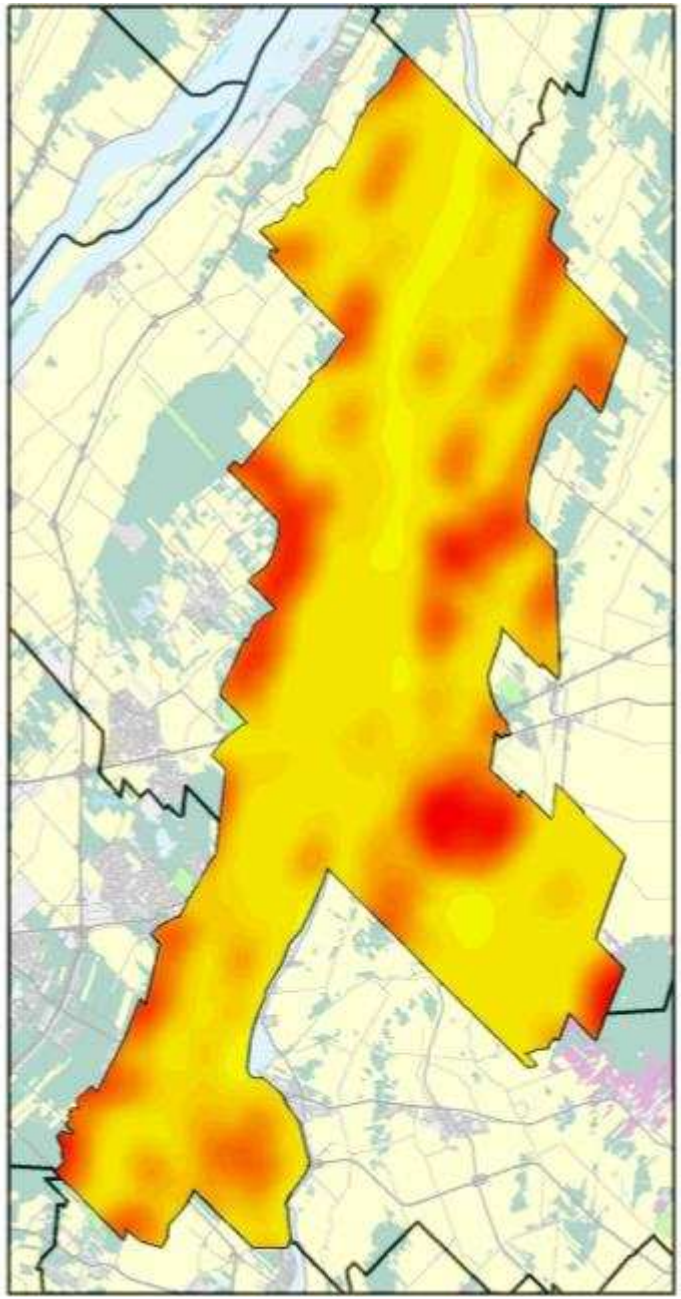
Scénario 4 : Virer au vert



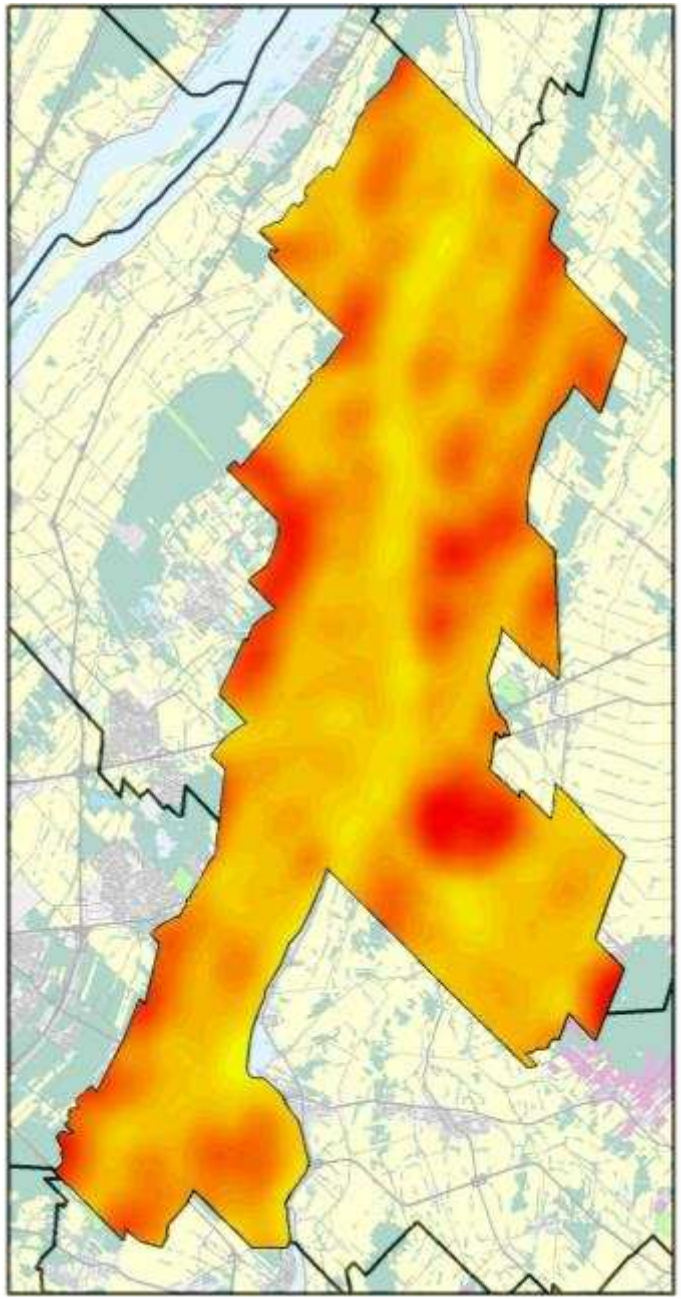
Scénario 4 : Virer au vert

Pollinisation

Aujourd'hui



Scénario 4



Compromis entre services écologiques

Scénario	Approvisionnement	Régulation	Socio-culturels
1: Trop c'est comme pas assez	Sirop d'érable	Stockage du carbone Contrôle des ravageurs	Agrotourisme
2: Le plein d'énergie	Sirop d'érable Fruits et légumes Bois	Stockage du carbone Contrôle des ravageurs Pollinisation	Agrotourisme Esthétique du paysage
3: Vie de friche	Céréales et fourrages Sirop d'érable Bois	Stockage du carbone Qualité de l'eau	Agrotourisme Esthétique du paysage
4: Virer au vert	Céréales et fourrages Fruits et légumes Bois	Stockage du carbone Qualité de l'eau Contrôle des ravageurs Pollinisation	Agrotourisme Esthétique du paysage Activités extérieures

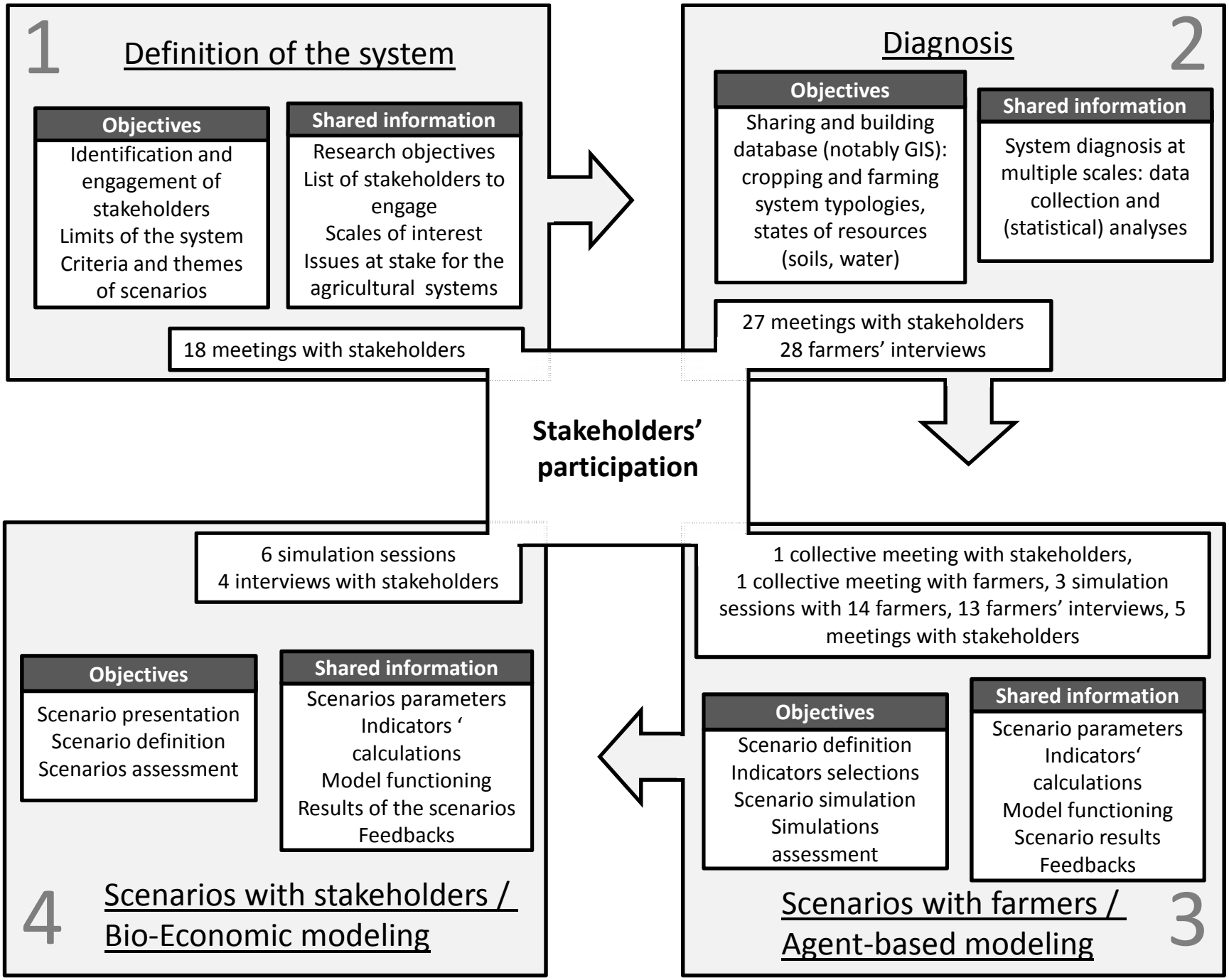
→ Des **compromis** entre les services d'approvisionnement et ceux de régulation/socio-culturels

DISCUSSIONS

- Derrière ces modèles et scénarios, beaucoup de connaissances et données… à partager!
- Issues de:
  - Mesures sur le terrain
  - Résultats expérimentaux
  - Entretiens, enquêtes
  - Statistiques
  - Modèles de simulation
  - Dires d'experts

- Ces démarches sont donc très demandeuses/dépendantes des connaissances existantes.

APPLICATION OF A FRAMEWORK IN CAMARGUE



PERSPECTIVES

- Elargir les enjeux pris en compte dans les démarches centrées sur les systèmes agricoles, mieux prendre en compte la complexité des systèmes agricoles dans les démarches territoriales.

- Ma future question de recherche : comment intégrer dans des démarches participatives les approches agronomique et d'écologie du paysage pour aborder les évolutions des systèmes agricoles?

Trois messages clés

- L'évaluation *a priori* des systèmes agricoles innovants est une étape importante du processus de design.

- Evaluer les conséquences du développement de ces systèmes nécessite une analyse systémique et l'usage de la modélisation.

- Les scénarios permettent d'organiser l'échange de connaissances et les réflexions sur les systèmes agricoles dans une démarche participative.

MERCI DE VOTRE ATTENTION!!