

# *Modélisation interdisciplinaire des systèmes socio-écologiques : le projet MAELIA*

**UMR AGIR**

Agrosystèmes et agricultures,  
Gestion de ressources,  
Innovations & Ruralités

**Equipe MAGE**

*Réseau Modélisation et Agriculture*  
*« Séminaire Analyse des systèmes agronomiques et d'élevage : démarches et retours d'expériences »*  
*18 septembre 2012*



MAELIA « *Multi-Agents for Environmental norms Impact Assessment* » (2009-2013) :

Développement d'une **plateforme de simulation multi-agent des impacts socio-économiques et environnementaux d'options de normes de gestion des ressources naturelles.**

Approche **scénario** (force endogène et exogène) et **évaluation intégrée** (multi-niveau, multi-domaine, pour la décision publique)

Partenaires : UMR GET, UMR IRIT, MSH (Univ. T. II) et UMR AGIR

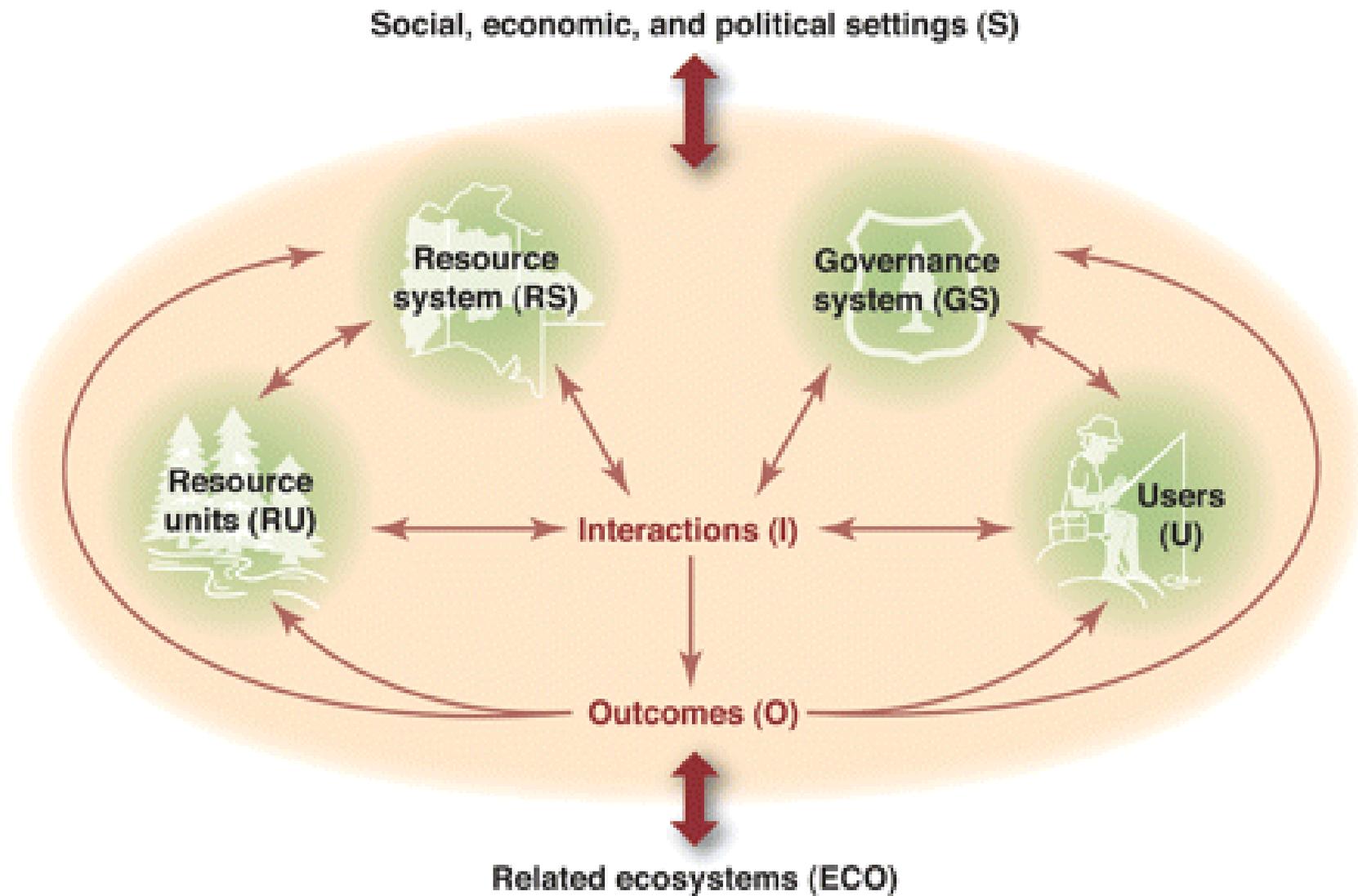
Un premier domaine d'application : la gestion quantitative de l'eau dans le bassin Adour-Garonne

# *Social-Ecological systems*

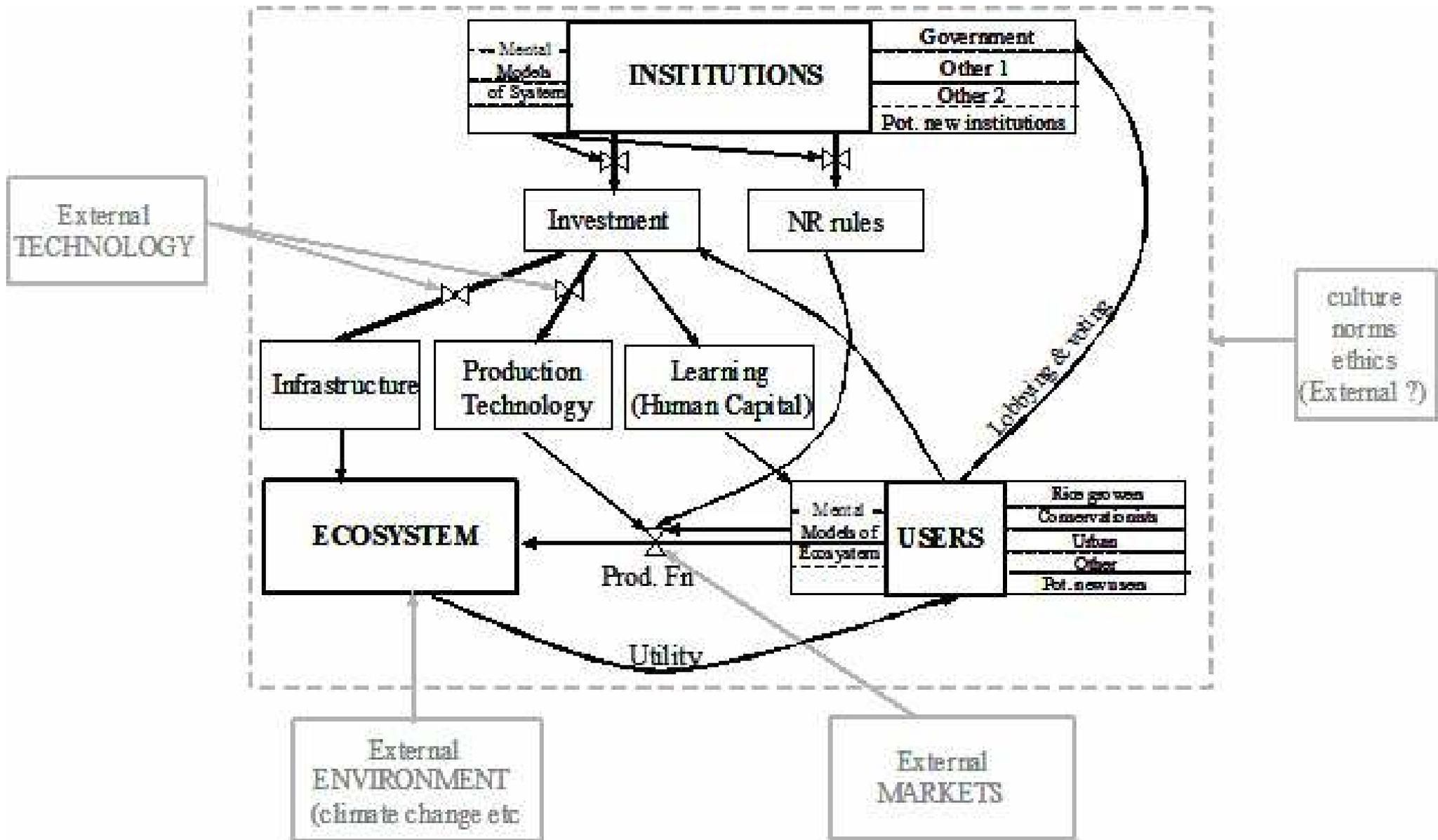
*“Natural resource management problems are embedded into systems linking intricately social and ecological systems” called :*

- **social-ecological system (SES)** (Ostrom, 2009, Young et al., 2006, Walker et al., 2004)
- **socio-ecological system** (Pahl-Wostl, 2007)
- **(coupled) human-environment/nature system**  
(Turner, 2003; Füssel and Klein, 2006)
- **human-technology-environment system** (Pahl-Wostl, 2007)
- **natural-economic system** (Weston and Ruth, 1997)

# *Social-Ecological System (1)*

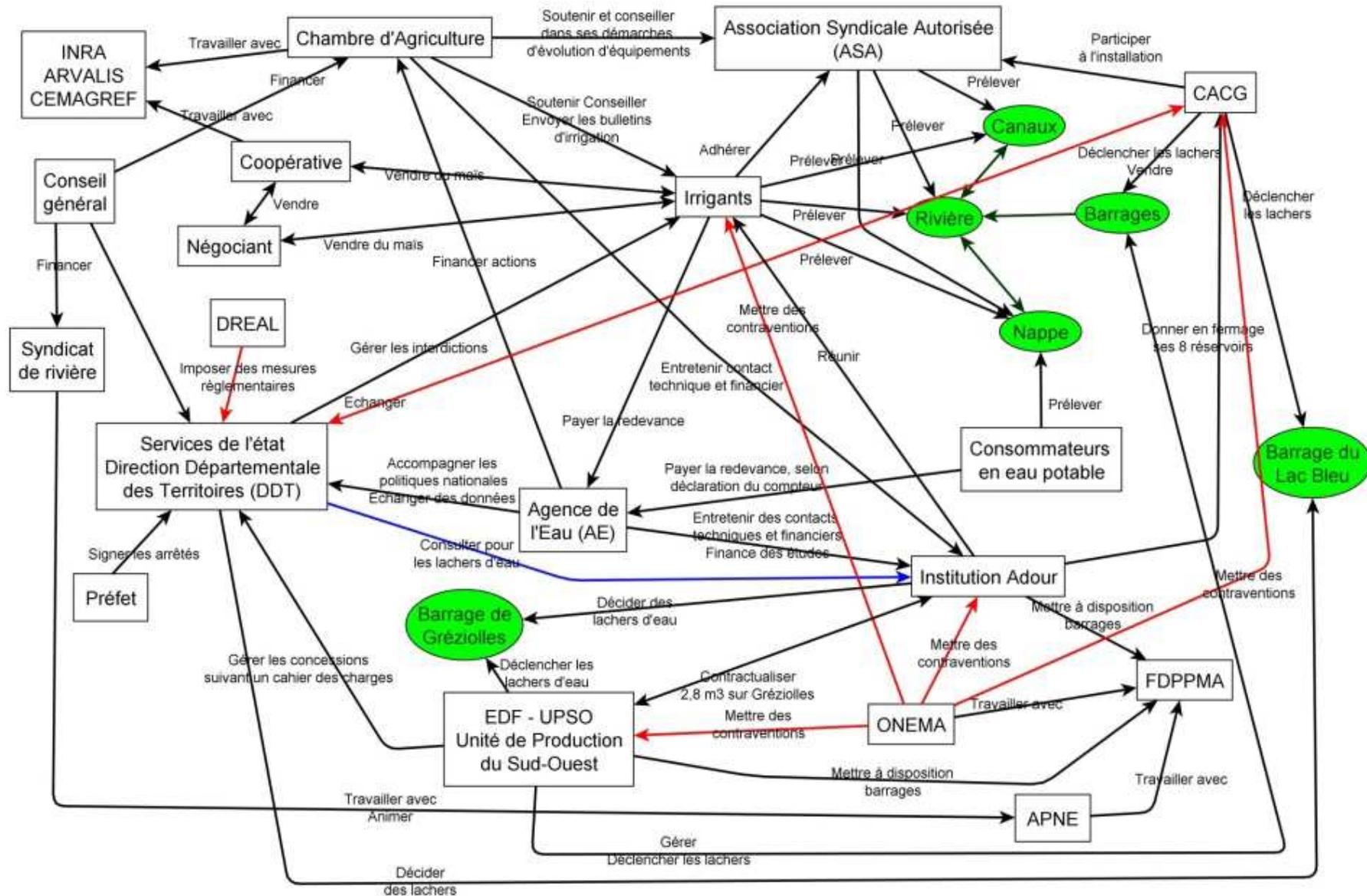


# Social-Ecological System (2)



*This "model" is of course merely abstractions to help organize thinking and analysis.*

# Syst. Socio-écologique de la gestion de l'eau



Exemple de situation de gestion de l'eau : l'Adour Amont

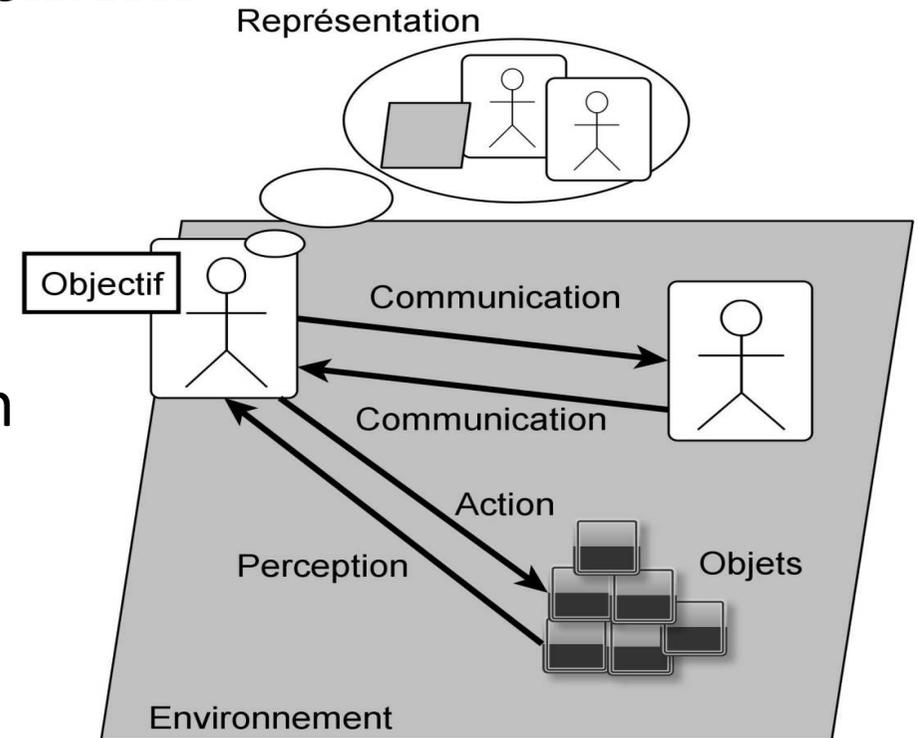
# Objectifs de MAELIA

- Mieux comprendre le fonctionnement du Système Socio-Ecologique (vs. des processus fins) : priorité sur intégration des connaissances (vs. progression disciplinaire), sur vision du fonctionnement de l'ensemble, sur identification des manques de connaissances bloquants
- Simuler/évaluer les impacts des changements environnementaux et sociétaux
- Simuler/évaluer les effets de mesures de gestion ou d'options de politiques publiques (*What if ?*)
- Déterminer les mesures de gestion ou d'options de politiques publiques à mettre en œuvre pour atteindre un objectif donné (*What for ?*)

# Systeme Multi-agent

Les systemes multi agents (SMA) permettent de modeliser des agents autonomes ayant une representation de leur environnement et agissant sur cet environnement en interaction avec les autres agents (Beau. 2006)

Très utilises dans le champ de la gestion des ressources naturelles  
(Bousquet and Le Page, 2004)



(Ferber, 1995)

**Objectif : simuler et comprendre les processus qui résultent des interactions entre les individus et entre ceux-ci et l'environnement**

# MAELIA : un projet interdisciplinaire !

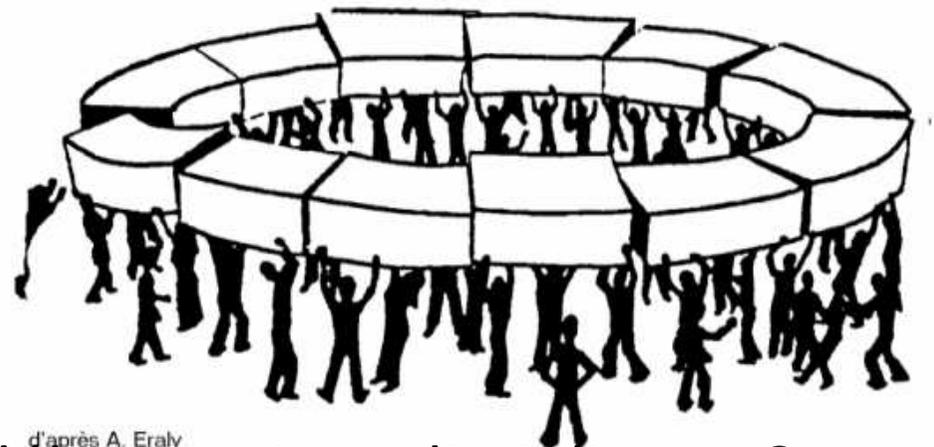
Des partenaires qui ne se connaissent pas, qui ont des méthodes, postures, cadres conceptuels, registres d'expression différents

Disciplines : hydrologie, informatique, géohydrologie, agronomie, linguistique, sociologie, histoire, ingénierie informatique...

Un modèle, un simulateur, un système multi-agent *quèsaco* ?

Une dynamique de projet à construire

→ 18 mois à « tourner en rond »...



d'après A. Eraly

Quelle organisation/démarche de modélisation interdisciplinaire ?

## *Objectifs de la démarche de modélisation conceptuelle*

- Amener les chercheurs des différentes disciplines à participer à l'exercice de modélisation conceptuelle
- Faciliter la communication entre les disciplines et l'intégration des connaissances
- Eviter la rupture entre « thématiciens » et « informaticiens »

# *Adaptation de la démarche ARDI*

La méthode ARDI : un point de départ, une méthode opérationnelle et documentée

Construction de la méthode en avançant et approche réflexive/critique

Application à la « question » MAELIA :  
gestion de l'eau dans le Bassin Adour-  
Garonne



## **Biophysiques :**

Flux d'eau naturels (écoulement surf/sout...)

Climat (T, pluvio, orages, grêle, tendances...)

Dynamique de population (vie aquatique)

Pollution diffuse agricole (nitrates, phytos, eutrophisation)

Croissance des plantes

Pollution industrielle

Érosion, artificialisation des cours d'eau

## **Economiques :**

variation du prix de l'eau

Variation des prix agricoles

Demande d'électricité ?

Nombres d'UTH sur l'exploitation

Consommation eau potable et brute hors irrigation

Evolution du nb de forages agricoles, lacs collinaires, canaux, réservoirs (modification de l'écoulement naturel)

Aides aux agriculteurs (PAC (assurances) + aides locales)

Innovation techniques agricoles, industrielles et eau potable (fuites réseau)

Dynamiques des filières

Evolution de la demande du consommateur (qualité, local, enviro?)

## **Sociales :**

Evolution de la réglementation

Évolution des perceptions/représentations des pratiques d'irrigation

Choix d'assolement

Changements structurels agricoles (démographie, structure et orientation des exploitations, double emploi)

Rapports de force entre acteurs (CA, syndicats...)

Suivi de quantité/qualité de l'eau

Evolution du contrôle de l'application des normes

Eclusées (lâchers d'eau)

Conduite d'irrigation intra-annuelle

Evolution de la gouvernance ?

Occupation des sols (urbanisation, imperméabilisation, drainage, déprise, pb zones humides ...)

Evolution des pratiques de loisir liées à l'eau

Conseil et service agricole (CUMA, CA, coop...)

Evolution des solidarités entre agriculteurs

Technicité des agriculteurs (formation, apprentissage...)

Influence sociale et communication/information au sein du monde agricole

Gestion de crise

Evolution du nombre et de la diversité d'acteurs

# ARDI : résultats

## Constats/Effets/Productions de la démarche :

- Une méthode de modélisation opérationnelle pour un dispositif multi-acteurs
- Une dynamique de groupe
- Un modèle conceptuel très général de la gestion des étiages dans le BAG, partagé
- La possibilité de commencer à poser les bonnes questions : un simulateur multi-agent pour quoi faire?

**→ Phase de spécification collective de la question et des objectifs de la plateforme**

## *Contexte choisi : l'application de la LEMA*

### **Gestion quantitative :**

- **Volume prélevable pour agriculture** = eau disponible dans le bassin, considérant les besoins pour bon fonctionnement écosystème (DOE) et les usages prioritaires : domestique et industriel
- **Organisme unique** (CA, CACG, CG, EPTB,...) sera responsable de la gestion de l'eau agricole dans chacun des sous-bassins versants (unités hydrographiques cohérentes).

# *La question MAELIA*

Dans le cadre de la gestion des étiages :

- Quels sont les impacts environnementaux, sociaux et économiques de **différentes alternatives de définition/gestion du VP** ?
- Quelle faisabilité technique et sociale (acceptabilité) des différentes alternatives ?
- Quelle robustesse des différentes alternatives ?

# *Les facteurs de changement des scénarios 2020-25*

- Politiques agricoles (EU et régionale),
- Le marché agricole,
- Le changement climatique,
- La démographie (augmentation de la consommation AEP et urbanisation vs agriculture),
- Évolution hydroélectrique (turbinage toute l'année vs surtout en hiver, priorité électricité vs agriculture),
- Évolution des rendements,
- Innovation technologique (irrigation, technique culturale, progrès génétique)
- Évolution des systèmes de production (eg AB ),
- Prix de l'eau,
- Prix des intrants agricoles,
- Création de ressources en eau.

# *Les indicateurs envisagés (1)*

## **Echelles de temps et d'espace des indicateurs**

### Biophysiques :

- Débit aux points DOE (DapD): journalier/décade, pt DOE
- Excédent ou déficit d'eau (/DOE) (volume et proportion) : décade/an, sous-bassin (110)
- Rendement tonne/ha/an des cultures irriguées : an, culture/exploitation/zone sol-climat
- Agri-biodiversité (diversité des cultures) : an/période, sous-bassin (110), Petite Région Agricole

# *Les indicateurs envisagés (2)*

## **Echelles de temps et d'espace des indicateurs**

### Economiques :

- Production agricole en €/ha/an : an, exploitation/sous-bassin (110)
- Viabilité des exploitations agricoles : ratio revenu culture irrigué/revenu total (par an)
- Assolement (indicateur ou paramètre de scénarios) : exploitation, sous-bassin (110), région, sol-climat
- Surfaces totale et irriguée des exploitations agricoles (distribution): à horizon temporel, sous-bassin (110)
- Nombre des exploitations agricoles : à horizon temporel, sous-bassin (110), sol/climat
- Coût d'implémentation/fonctionnement de l'alternative de gestion (€, UTH, ?) : investissement, fonctionnement par an, par sous bassin (110)

# *Les indicateurs envisagés (3)*

## **Echelles de temps et d'espace des indicateurs**

### **Social**

- Fréquence et date des situations de crise : année/probabilité décade-mois, sous-bassin,
- Degré de gravité des situations de crise : durée sous DOE, volume d'eau sous DOE
- Niveau de satisfaction des besoins en eau des autres usagers de l'eau (industriel...) : décade, commune et site industriel
- Acceptabilité (respect ou non respect ou contournement de la norme, niveau satisfaction des groupes d'acteurs) : années sans crise, années avec crise(s), par groupe d'acteurs et par sous-bassin (110)

# *Le cahier des charges de la première application MAELIA*

On sait enfin ce que l'on va faire ensemble !

- Contexte (acteurs)
- Question à traiter
- Facteurs de changement des scénarios
- Indicateurs

**→ Une idée beaucoup plus précise du « problème »**

**→ Une relecture des sorties ARDI :**

## Biophysiques :

1. \*Flux d'eau naturels (écoulement surf/sout...)
2. \*Climat (T, pluvio, orages, grêle, tendances...)
3. Dynamique de population (vie aquatique)
4. \*Diffusion pollution diffuse agricole (nitrates, phytos, eutrophisation)
5. \*Croissance des plantes
6. \*Diffusion pollution industrielle
7. Érosion, artificialisation des cours d'eau

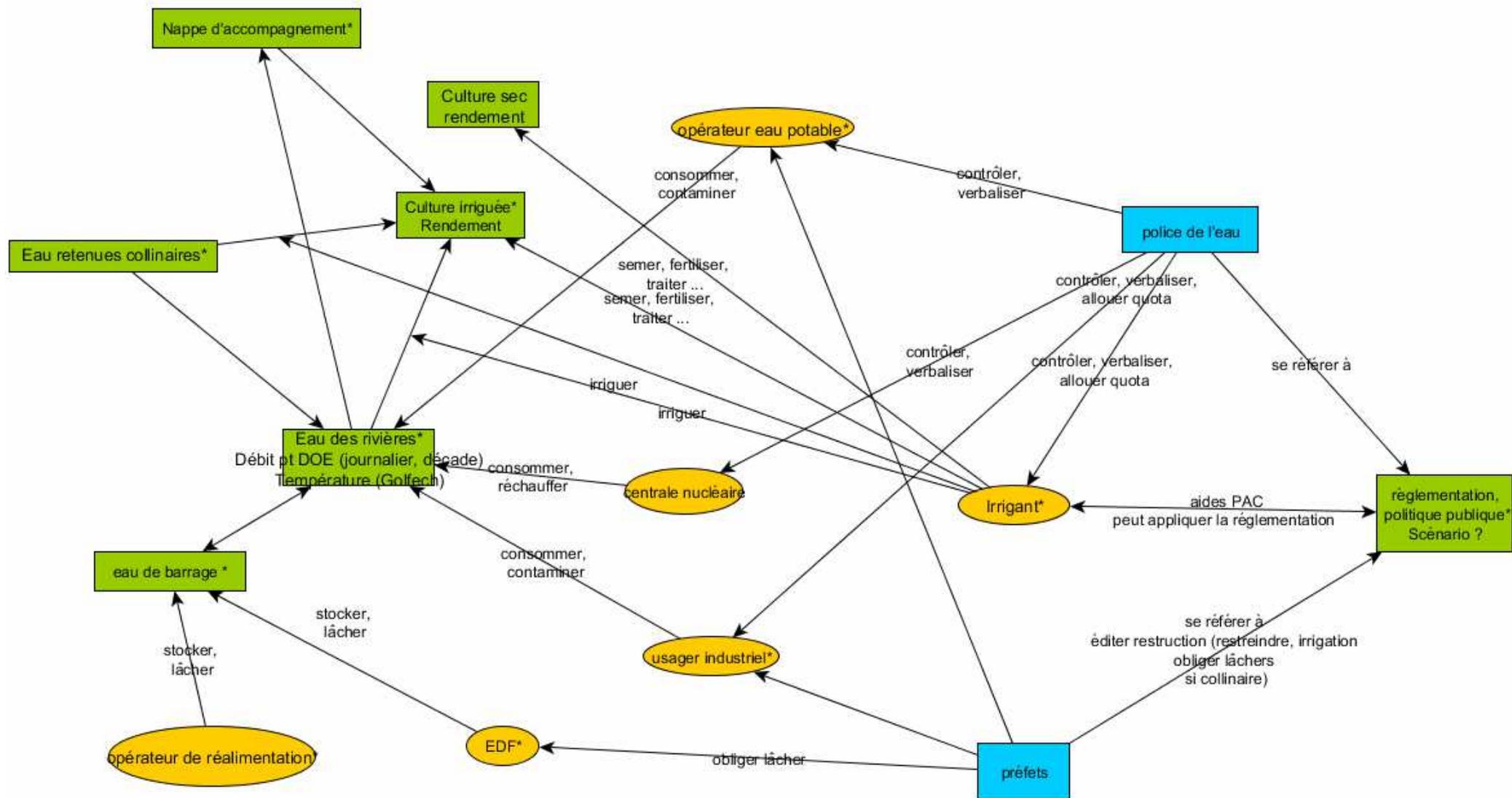
## Economiques :

8. \*Variation du prix de l'eau
9. \*Variation des prix agricoles
10. \*Demande d'électricité ?
11. \*Nombres d'UTH sur l'exploitation
12. Demande et Consommation eau potable et brute hors irrigation (conso industrielle)
13. Evolution du nb de forages agricoles, lacs collinaires, canaux, réservoirs (modification de l'écoulement naturel)
14. Aides aux agriculteurs (PAC (assurances) + aides locales)
15. Innovation techniques agricoles, industrielles et eau potable (fuites réseau)
16. \*Dynamiques des filières
17. Evolution de la demande du consommateur (qualité, local, enviro?)

## Sociales :

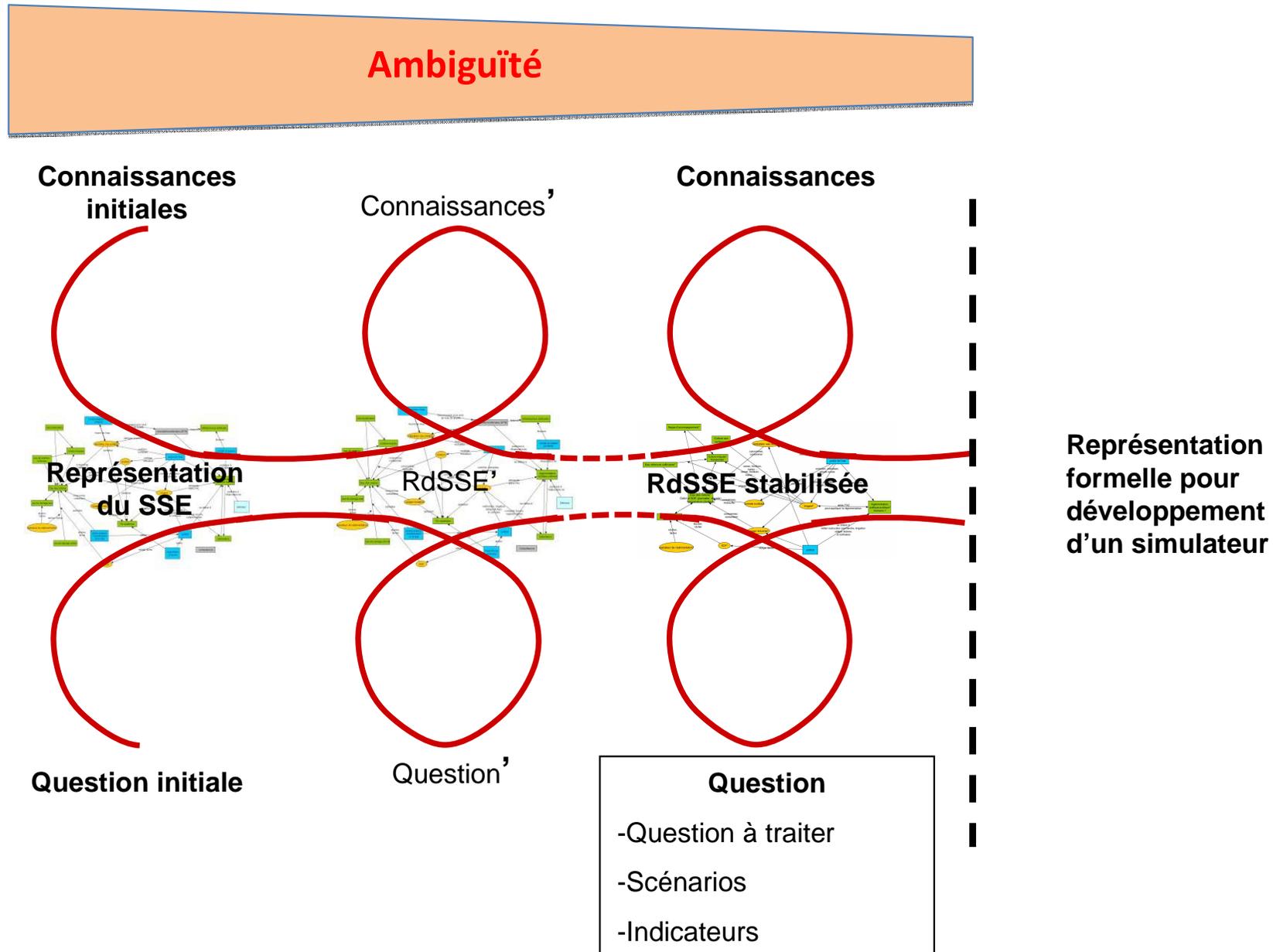
### 18. Évolution de la réglementation

19. \*Évolution des perceptions/représentations des pratiques d'irrigation par agris et autres acteurs
20. \*Choix d'assolement
21. \*Changements structurels agricoles (démographie, structure et orientation des exploitations, double emploi)
22. \*Rapports de force entre acteurs (CA, syndicats...)
23. \*Suivi de quantité/qualité de l'eau (e.g. police de l'eau)
24. \*Evolution du contrôle de l'application des normes
25. \*Eclusées (lâchers d'eau)
26. \*Conduite d'irrigation , conduite des cultures (ferti, phyto,...)
27. Évolution de la gouvernance de la gestion de l'eau
28. \*Occupation des sols (urbanisation, imperméabilisation, drainage, déprise/évolution prix du foncier, pb zones humides ...)
29. Evolution des pratiques de loisir liées à l'eau
30. \*Conseil et service agricole (CUMA, CA, coop...)
31. \*Evolution des solidarités entre agriculteurs
32. \*Technicité des agriculteurs (formation, apprentissage...)
33. \*Influence sociale et communication/information au sein du monde agricole
34. \*Gestion de crise quantitative
35. Evolution du nombre et de la diversité des acteurs



# MAELIA – La phase de formulation du « problème »

« The problem is the problem »



# *De ARDI à la méthode MAELIA*

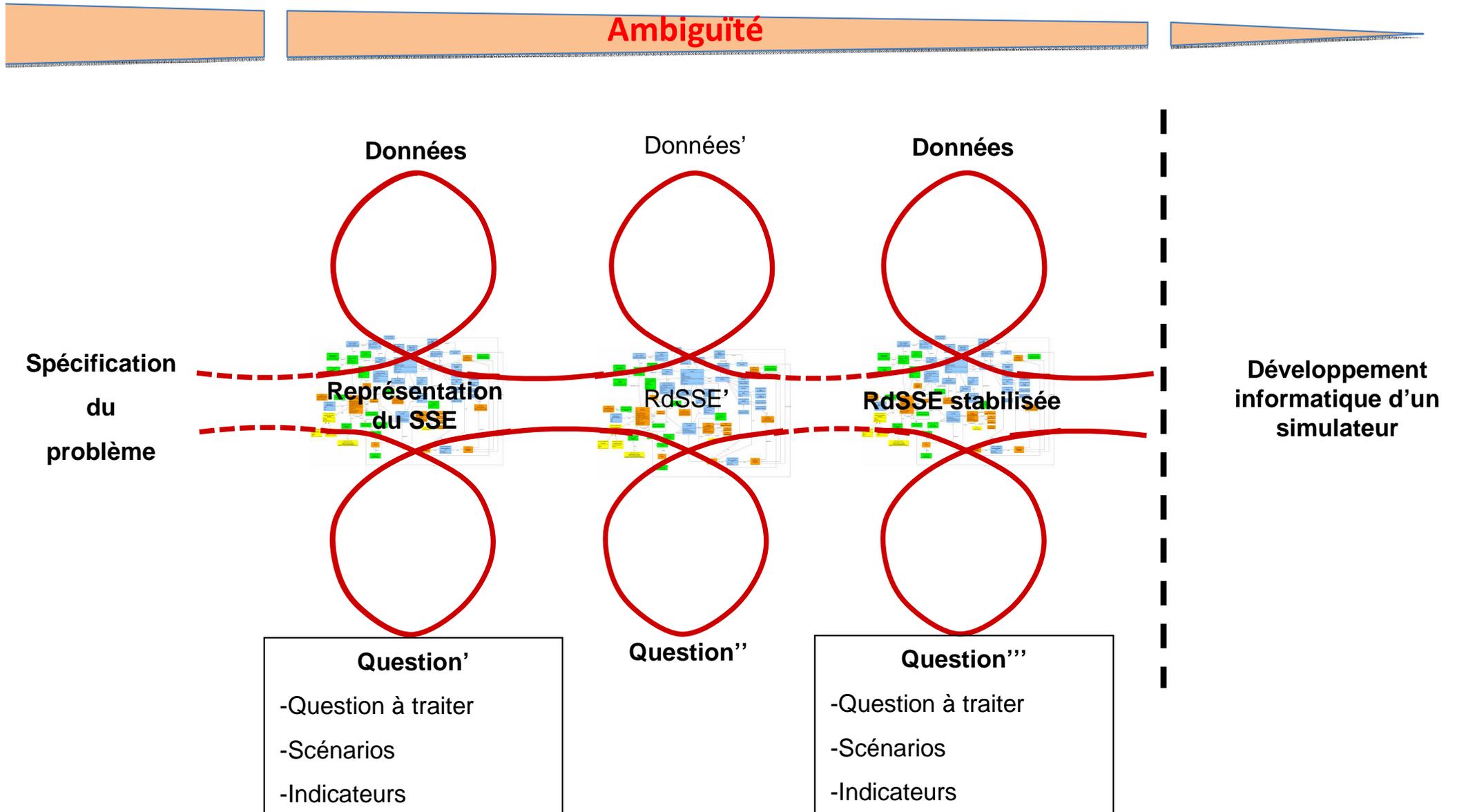
## **De nouvelles attentes ou mieux spécifiées :**

- La volonté au sein de MAELIA de spécifier une méthode interdisciplinaire de modélisation des SSE de A à Z : des connaissances disciplinaires à un modèle UML puis à **un simulateur multi-agent partagé** par un maximum de disciplines/partenaires
- Assurer la transparence/documentation du processus de modélisation y compris du développement du simulateur
- Minimiser les biais entre la représentation des thématiciens et du modèle informatique

## **Un constat :**

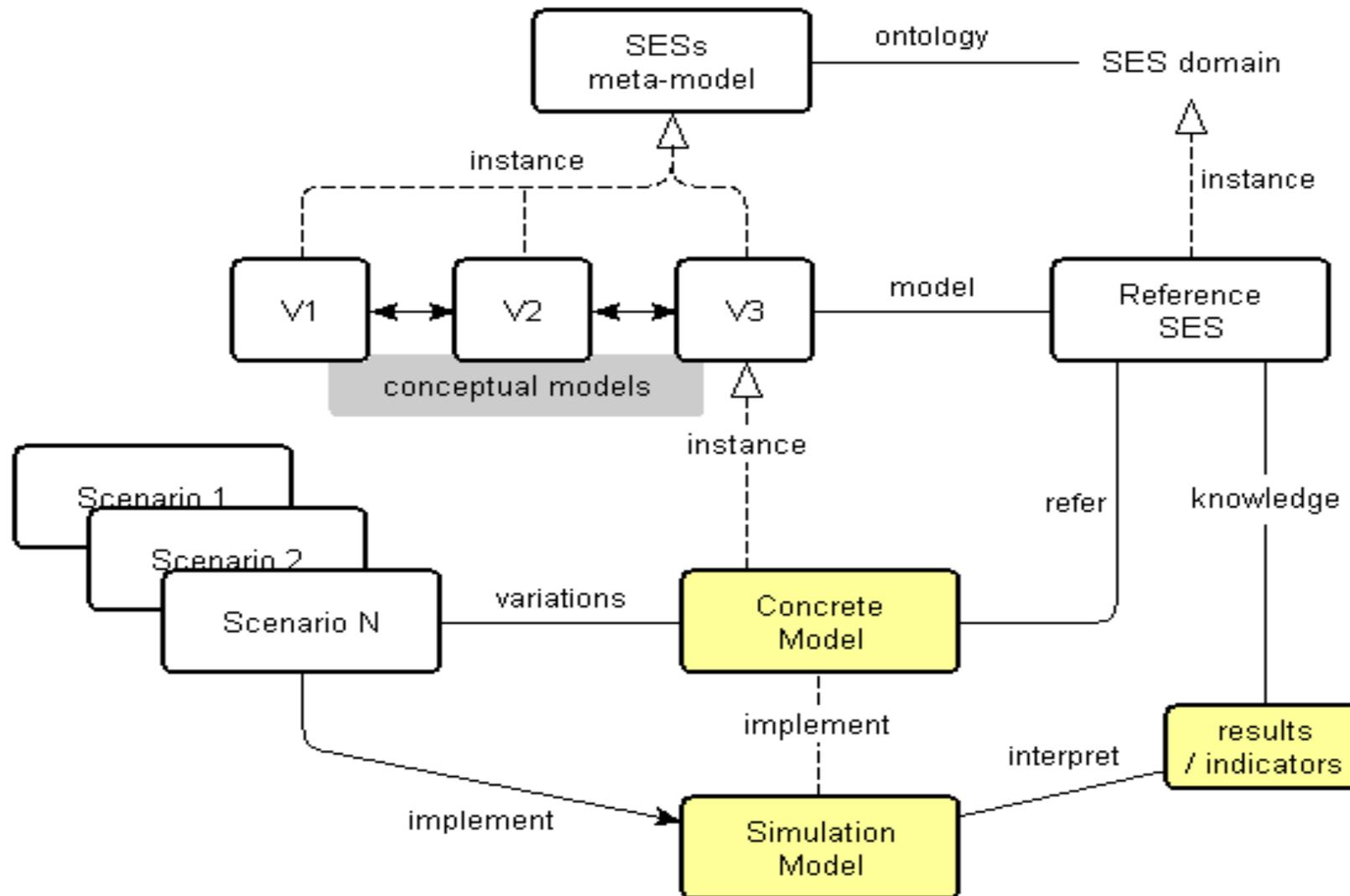
- Des questions/ambiguïtés sur les concepts ARDI relatifs au fonctionnement des SSE

# Quelle démarche de modélisation interdisciplinaire des systèmes socio-écologiques ?



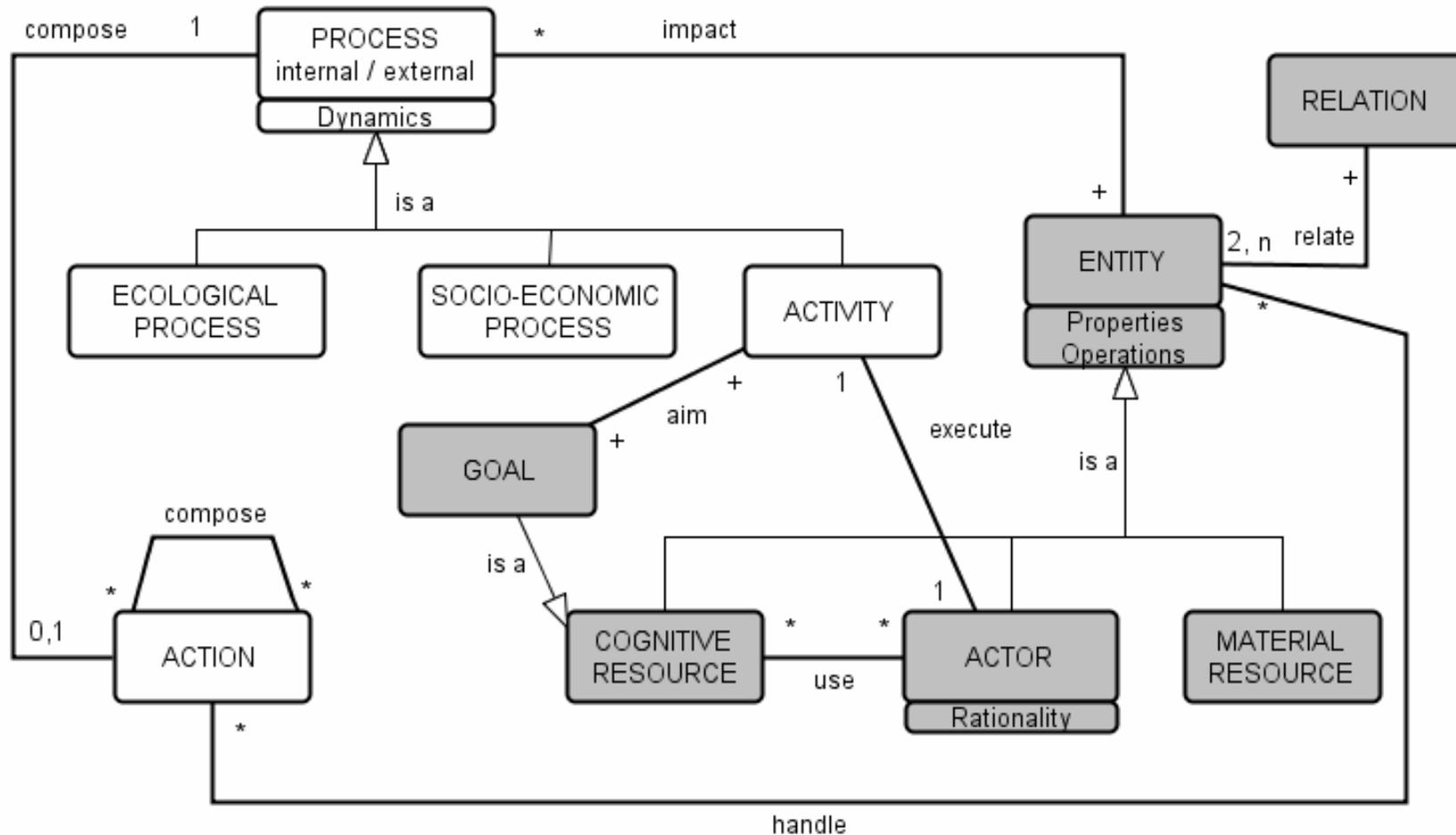
# Modélisation des Systèmes Socio-Ecologiques : du méta-modèle au modèle concret puis au simulateur

(Sibertin et al., 2011)



# Méta modèle des systèmes socio-écologiques MAELIA

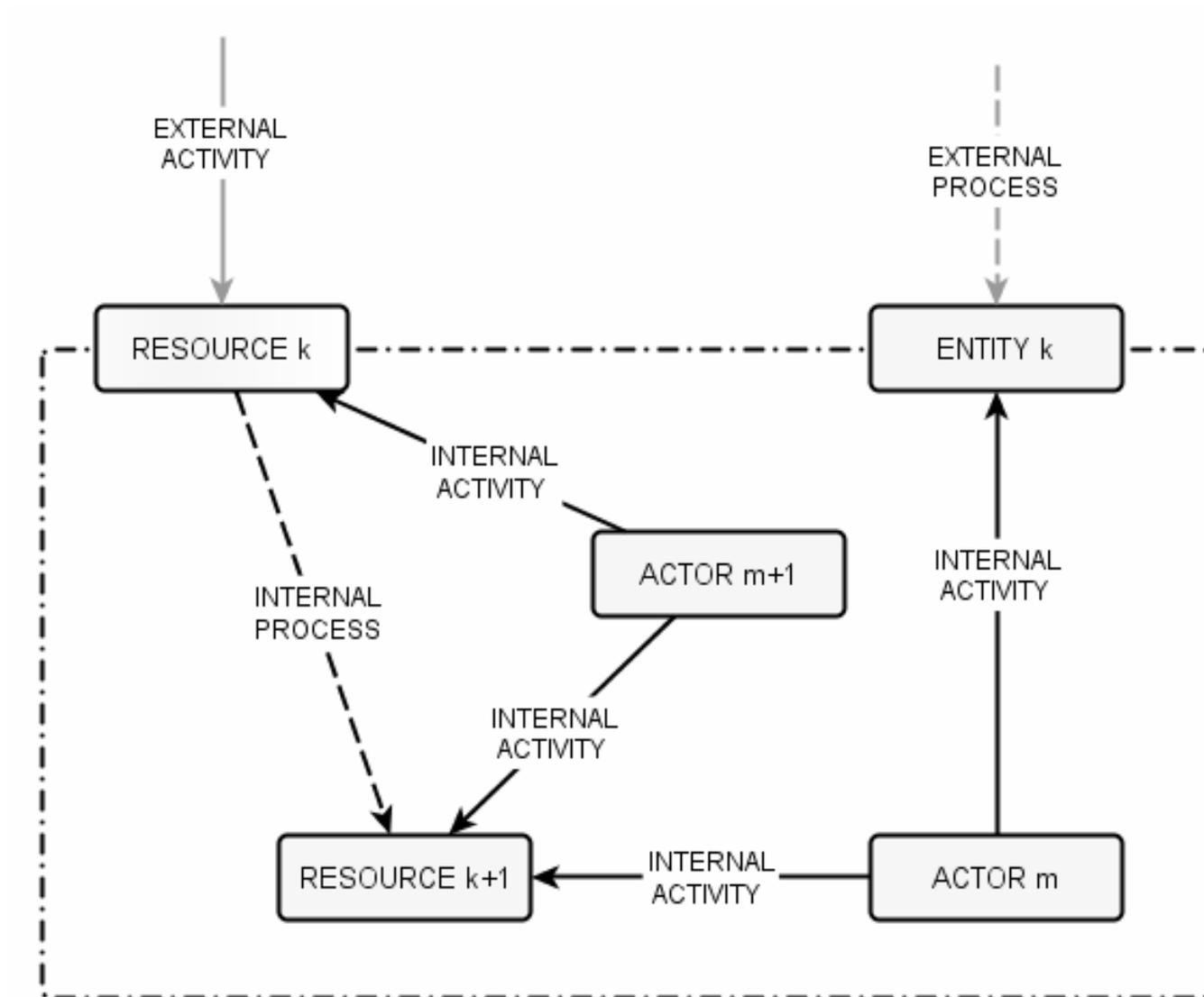
(Sibertin et al., 2011)



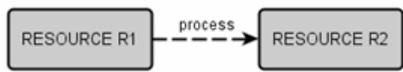
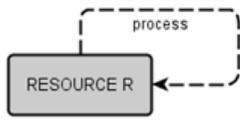
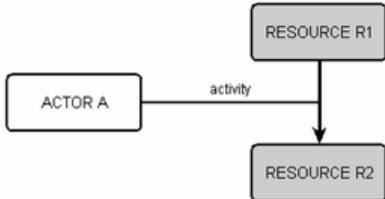
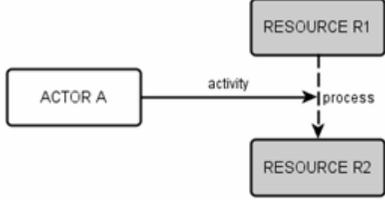
**Ressources cognitives** : valeurs, croyances, informations, connaissances procédurales utilisées par les acteurs pour définir leurs objectifs, stratégies et réaliser leurs activités

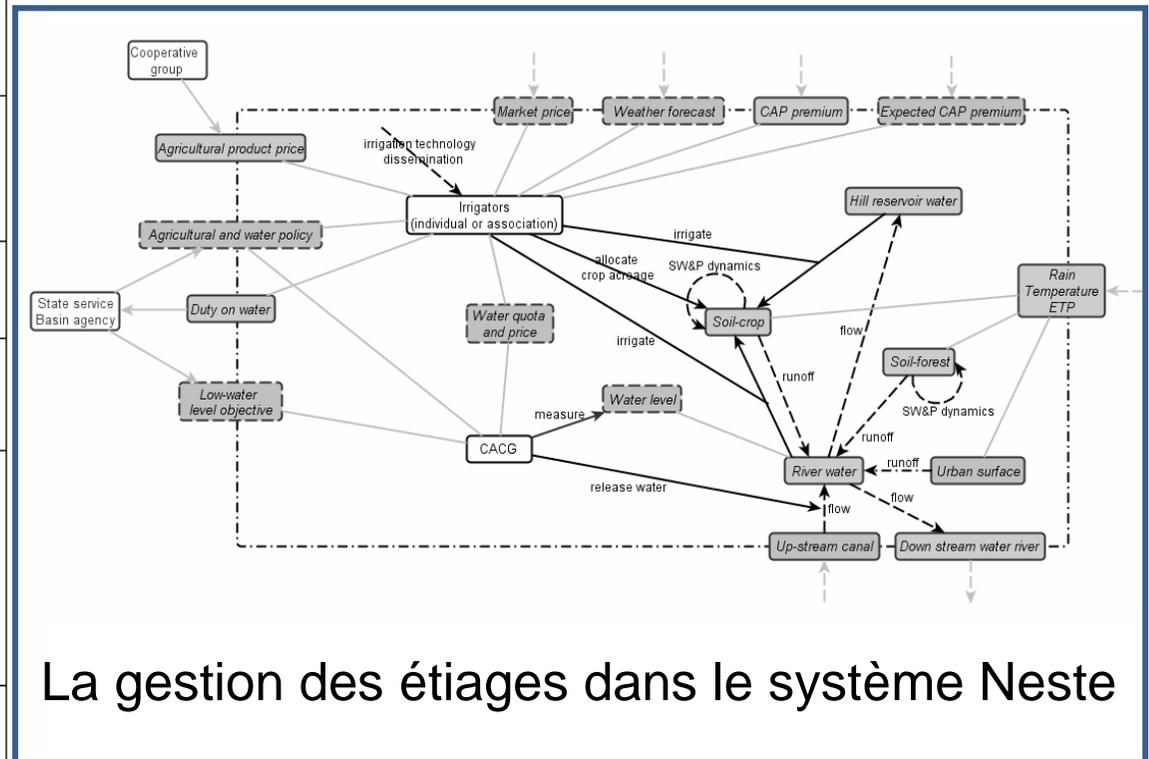
**Technologies ont une dimension cognitive, organisationnelle et matérielle**

# *Le Système Socio-Ecologique et son environnement*



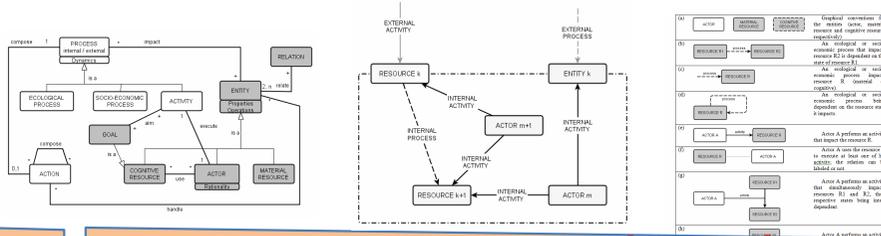
# Un langage graphique formel pour modéliser les SSE

(a)		Graphical conventions for the entities (actor, material resource and cognitive resource respectively)
(b)		An ecological or socio-economic process that impacts resource R2 is dependent on the state of resource R1.
(c)		An ecological or socio-economic process impacts resource R (material or cognitive).
(d)		An ecological or socio-economic process being dependent on the resource state it impacts.
(e)		Actor A performs an activity that impact the resource R.
(f)		Actor A uses the resource R to execute at least one of his activity; the relation can be labeled or not.
(g)		Actor A performs an activity that simultaneously impacts resources R1 and R2, their respective states being interdependent.
(h)		Actor A performs an activity that changes the realization of a process being dependent on the state of resource R1 and impacting resource R2.



La gestion des étiages dans le système NESTE

# Une démarche de modélisation conceptuelle interdisciplinaire équipée



**Ambiguïté**

**Données**

**Modèle de données'**

**Modèle de données**

**Schéma d'interaction**

**Structure SSE'**

**Structure et Processus du SSE**

**Question'**

- Question à traiter
- Scénarios
- Indicateurs

**Question''**

**Question'''**

- Question à traiter
- Scénarios
- Indicateurs

Spécification du problème

Développement informatique d'un simulateur

# *Modèle de la structure du SSE*

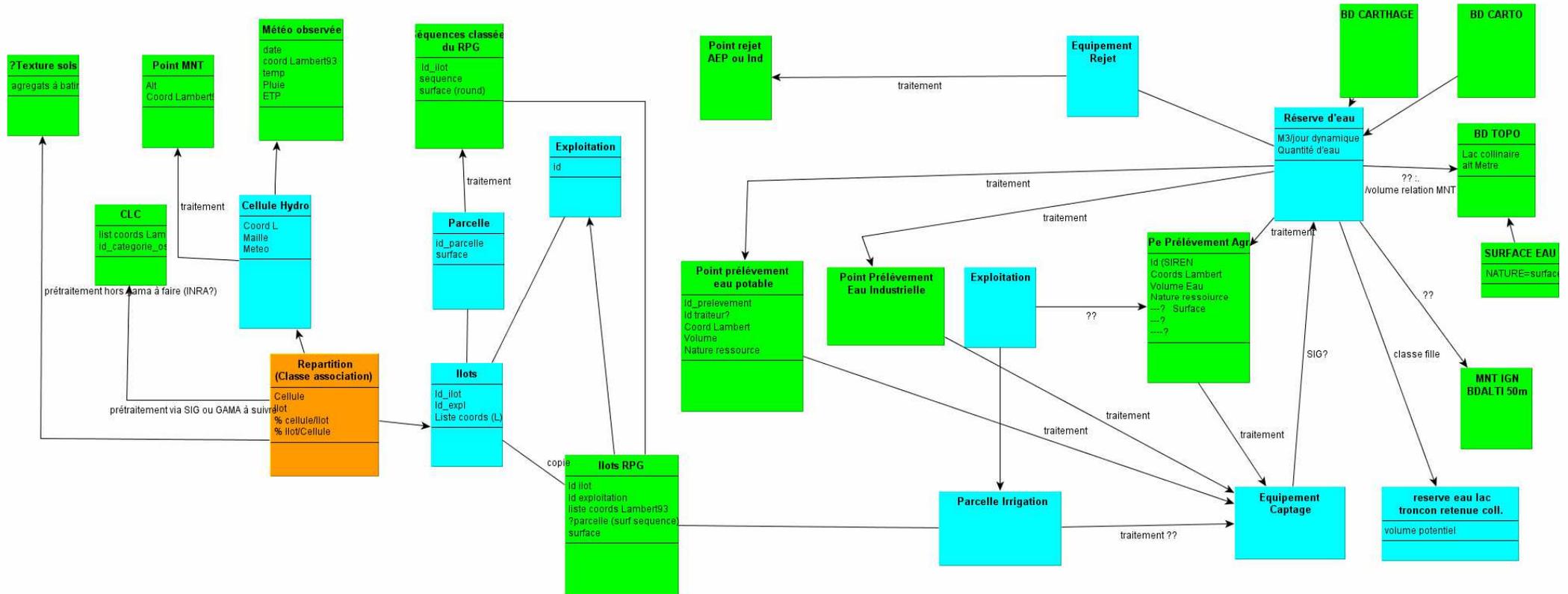
## *gestion des volumes prélevables dans le*

### *BAG*

Développement d'un diagramme entités  
(acteurs-ressources) en s'appuyant sur le méta-  
modèle



# Modèles des données pour le développement du modèle concret



# *Description générale des processus*

Analyse et mise en cohérence générale des processus :

- Quelles échelles spatiales et temporelles
- Quelles relations avec scénarios/indicateurs
- Quelles entités utilisées et impactées par les processus

Mise en cohérence pour concevoir un monde numérique cohérent en lui-même et pour traiter le problème étudié

# Description processus

Renseignement de fiches descriptives des processus par chaque chercheur/discipline porteur des connaissances

Nom du processus:  correspondant:

Auteurs:  Version:

Type de processus:    
 si anthropique, quel est l'acteur qui réalise l'action:

Description des buts (action anthropique) ou de l'effet (phénomène) du processus :

Indicateurs impactés par le processus :

<input type="checkbox"/> Production agricole <input checked="" type="checkbox"/> Viabilité des exploitations agricoles <input type="checkbox"/> Assèchement <input checked="" type="checkbox"/> Surfaces totale et irriguée des exploitations agricoles <input type="checkbox"/> Nombre des exploitations agricoles <input type="checkbox"/> Coût d'implémentation/fonctionnement de l'alternative de gestion	<b>Indicateurs économiques</b> <input checked="" type="checkbox"/> Débit aux points DOE <input checked="" type="checkbox"/> Degré de pollution <input type="checkbox"/> Rendement des cultures irriguées <input type="checkbox"/> Agri-biodiversité <b>Indicateurs biophysiques</b>
--	--

**Indicateurs sociaux**  
 Fréquence et date des situations de crise  
 Degré de gravité des situations de crise  
 Niveau de satisfaction des besoins en eau des autres usagers de l'eau  
 Acceptabilité  
 Rapport de force entre les groupes d'acteurs  
 Difficulté organisationnelle de mise en œuvre de l'alternative

Composantes des scénarios ayant une influence sur le processus :

<input type="checkbox"/> Politiques agricoles (EU et régionale) <input checked="" type="checkbox"/> Le Changement climatique <input type="checkbox"/> Évolution hydroélectrique <input type="checkbox"/> Innovation technologique <input type="checkbox"/> Prix de l'eau <input type="checkbox"/> Création de ressources en eau	<input type="checkbox"/> Le marché agricole <input type="checkbox"/> La démographie <input type="checkbox"/> Évolution des rendements <input type="checkbox"/> Évolution des systèmes de production <input type="checkbox"/> Prix des intrants agricoles
--	--

Echelles de temps du processus :

Echelles d'espace du processus :

Pour chacune des entités, préciser les propriétés concernées ainsi que la nature et le rythme des interactions (rythme de consultation, mise à jour, modifications des entités en interaction, création d'une nouvelle instance...):

Pour rappel, voici les listes prédéfinies pour les acteurs et les ressources (matérielles et cognitives). Ces listes ne sont pas exhaustives; si besoin, n'hésitez pas à faire appel à de nouveaux acteurs ou ressources (à décrire dans l'annexe page 3):

- ◆ liste des acteurs :
- ◆ liste des ressources matérielles :
- ◆ listes des ressources cognitives :

Acteurs :

Ressources matérielles :

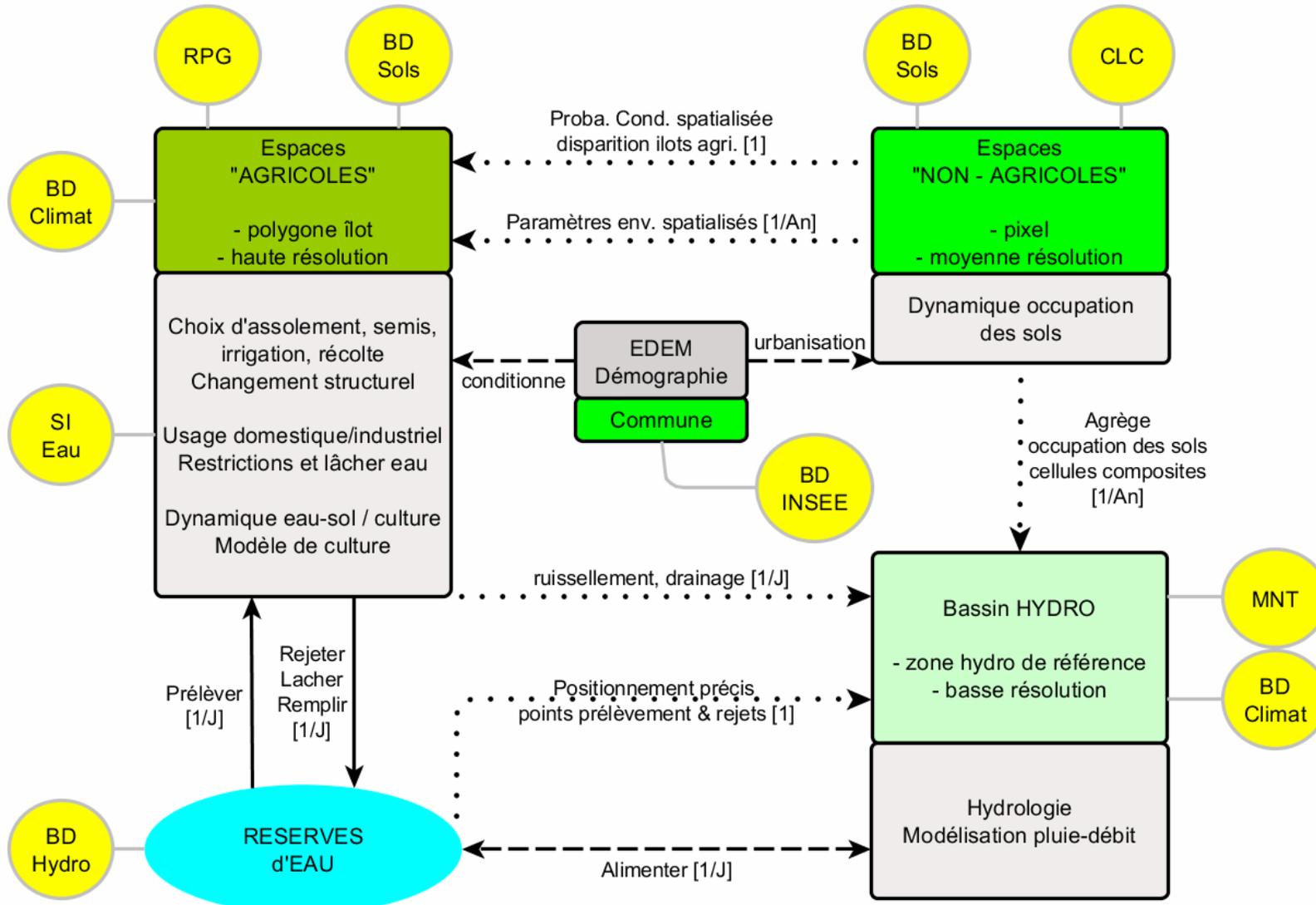
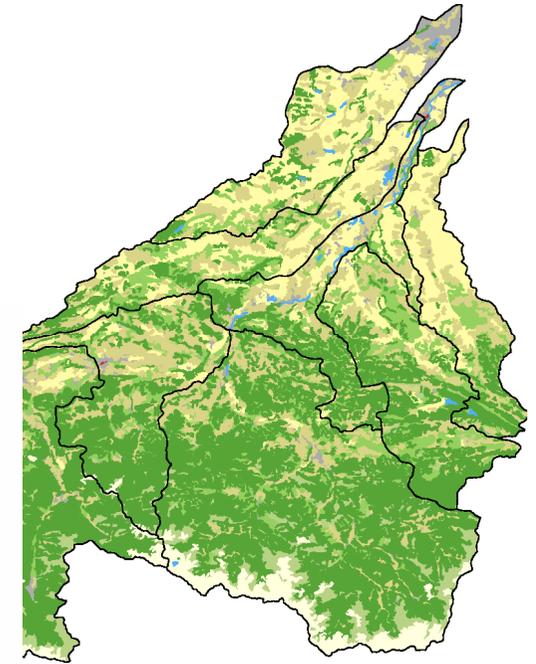
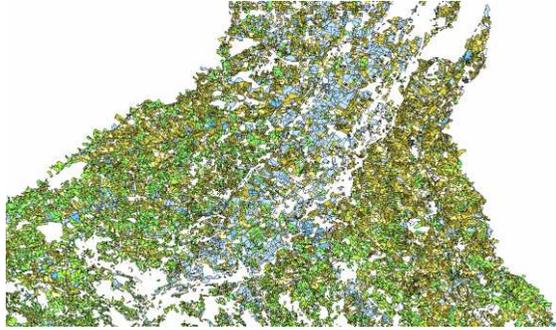
Ressources cognitives :

Description du déroulement du processus:

Pour EDF, lâchers d'eau en période d'étiage seulement si il y a volumes contractualisés dédiés au soutien d'étiage. Ces volumes sont lâchers sur demande de la DDT (préfecture).

Commentaire :

# MAELIA : processus spatialisés



# *Représentation détaillée des processus*

Par chaque chercheur/discipline porteur des connaissances :

- Algorithme
- Equation
- Diagramme
- ...

Toutes formes qui permet au chercheur de formaliser ses connaissances sur les processus biophysiques ou sociaux

# *Processus écologiques*

Modèles biophysiques : documentés et applicables à grande échelle

Dans MAELIA :

- Modèle expert sol/plante (UMR AGIR) : documenté, adaptable, applicable à grande échelle
- Modules d'hydrologie quantitative de SWAT : documentation, robustesse, large communauté, appliqué à grande échelle, résolution spatiale adaptable

# *Processus socio-économiques*

Evolution de l'occupation du sol :

-CLC 2000 – 2006

-RPG 2006-2010

➔ Modèle statistique

Evolution technologique : processus de diffusion des connaissances (simulation sociale)

## *Activités (humaines)*

Les acteurs de la gestion quantitative de l'eau :

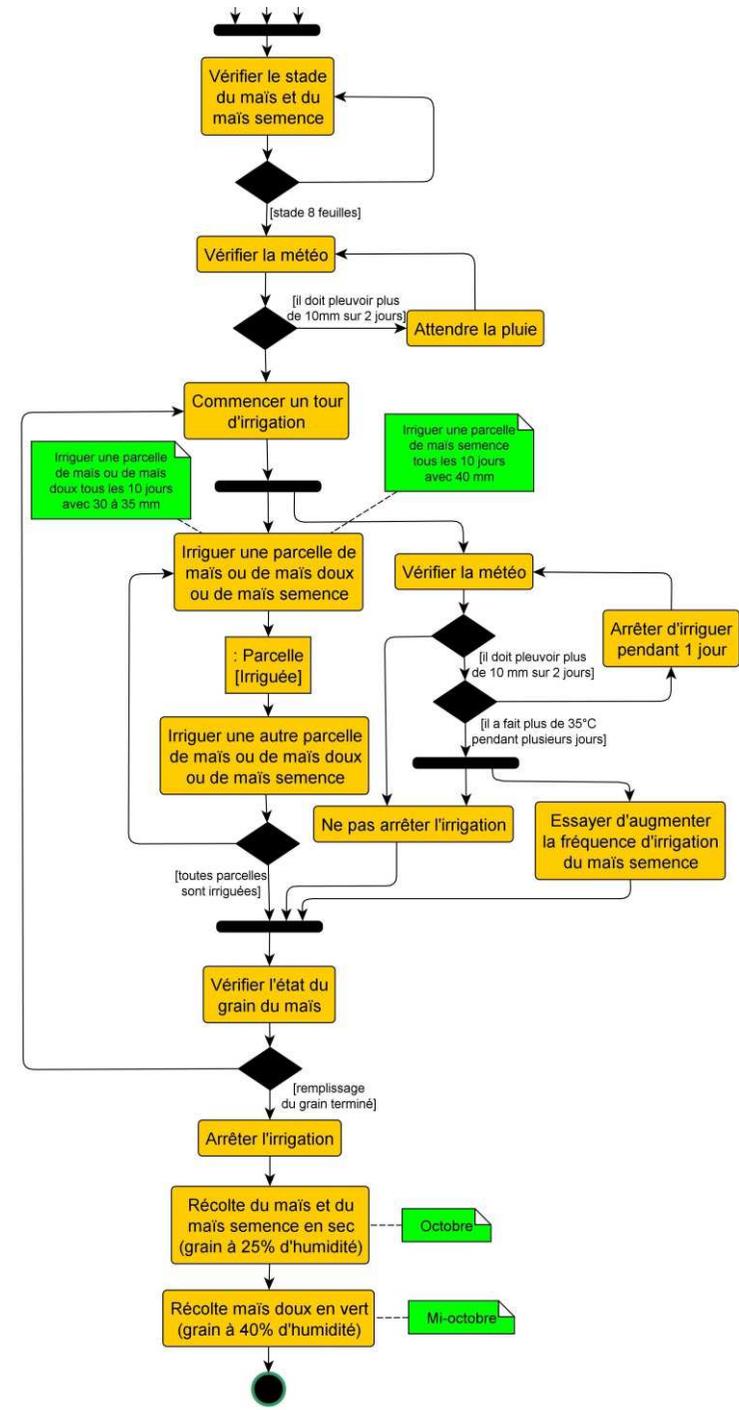
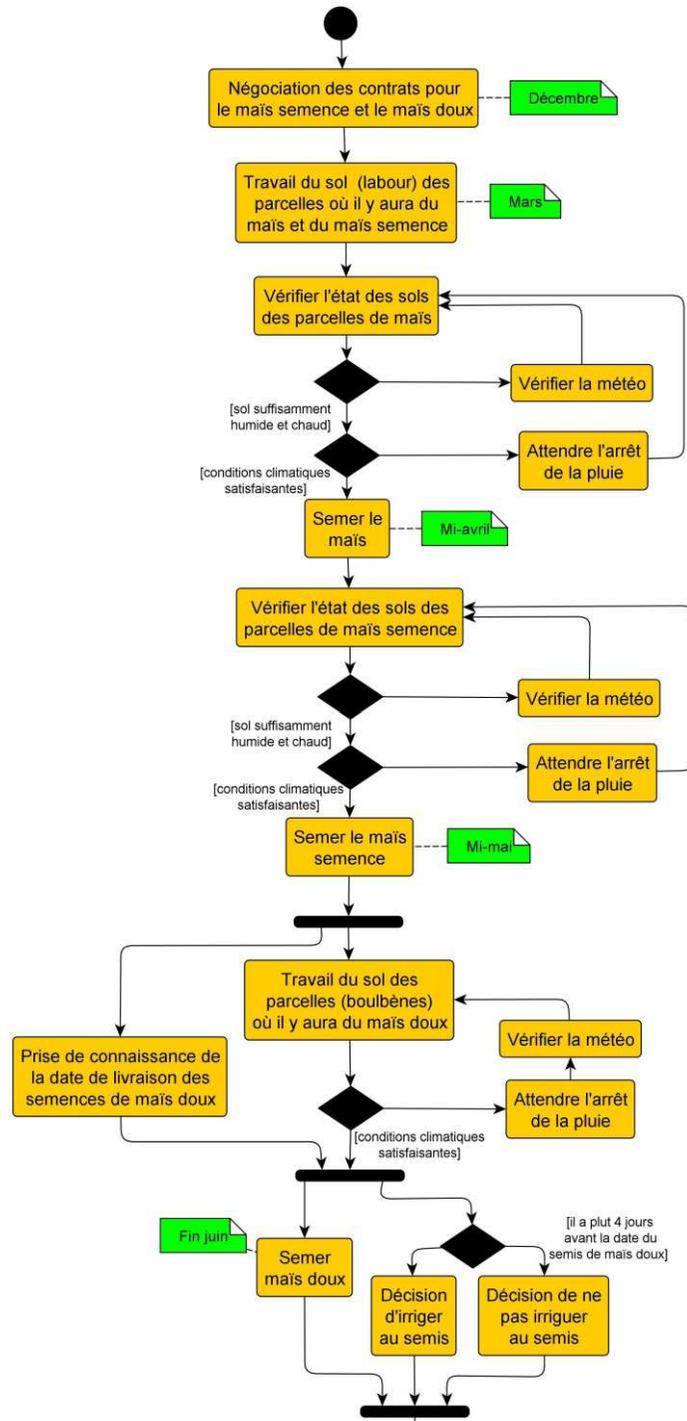
-Agriculteurs

-Gestionnaires de barrage

-Gestionnaires du soutien d'étiage

-Préfets (arrêtés de restriction d'utilisation de l'eau)

# Diagramme d'activité d'un agriculteur



# Stratégie de gestion des étiages et prise d'arrêtés de restriction d'usage (DDT)

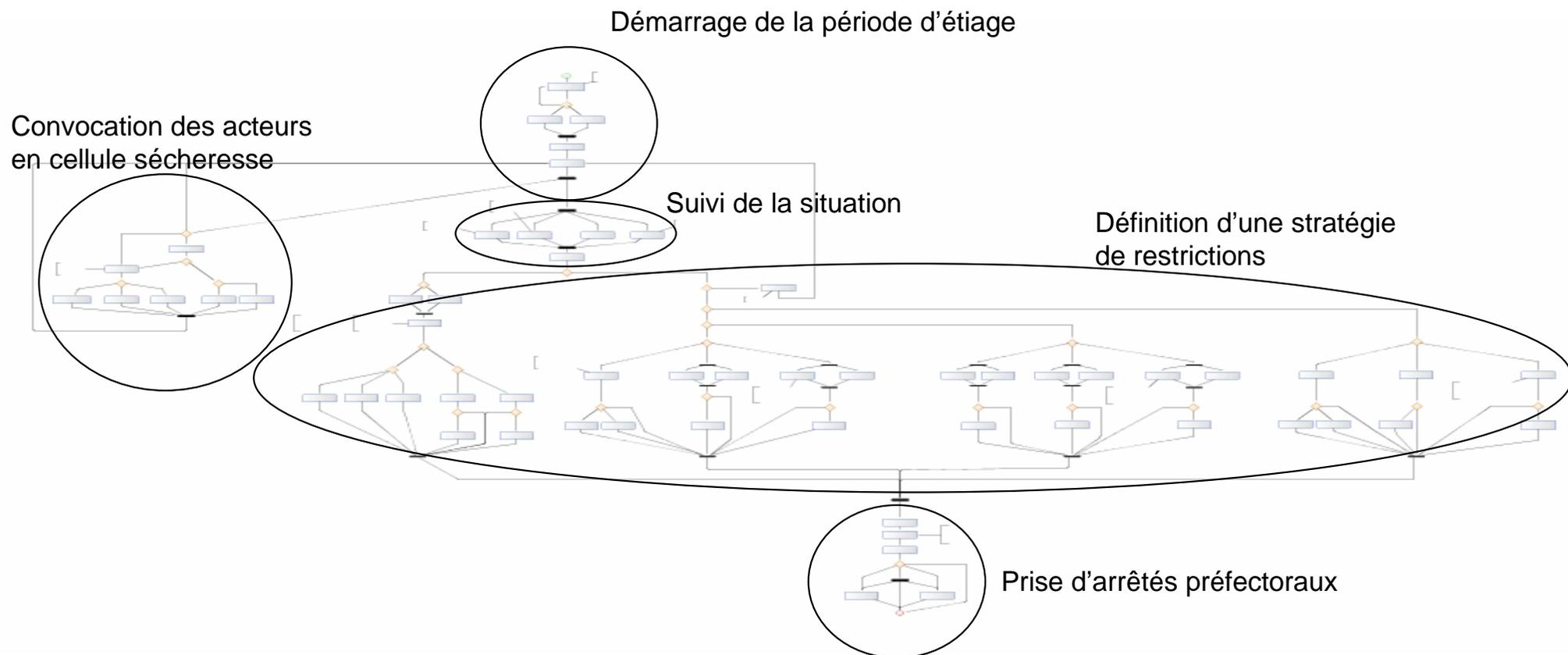


Diagramme d'activité de la DDT du Tarn-et-Garonne

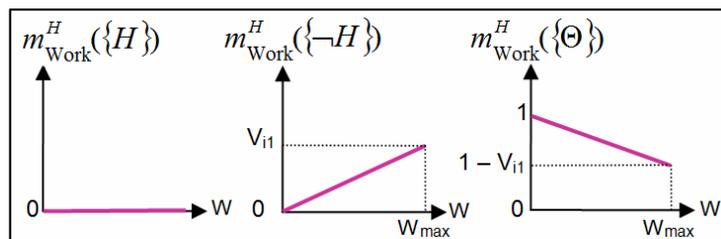
# Représentation de la rationalité des agents

Méthode de décision multicritère basée sur la théorie des fonctions de croyance (*the belief theory*, Shafer 1976) est basée sur la théorie de l'évidence introduite par Dempster

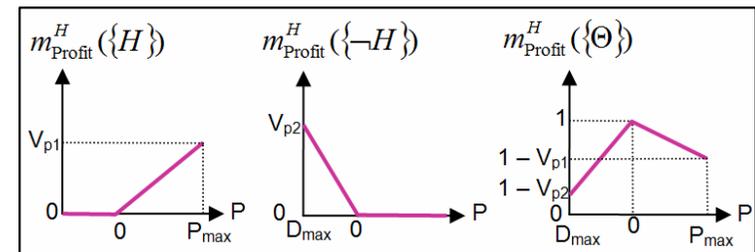
Elle permet de gérer

- l'incomplétude et l'imprécision des connaissances sur les critères et les conséquences des choix sur ces critères
- les conflits entre critères de décision

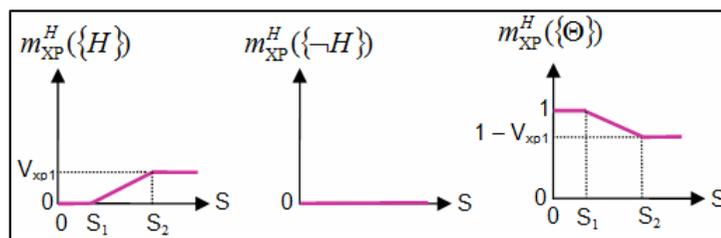
Application au choix d'assolement :



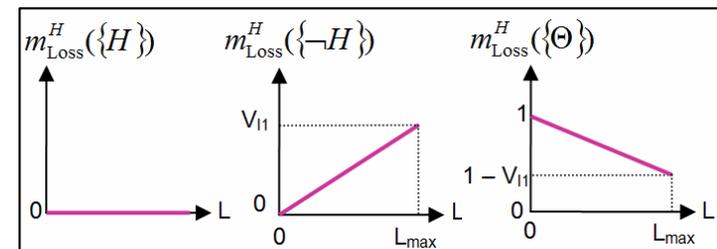
Workload criterion



Profit criterion



Similarity to last cropping plan criterion

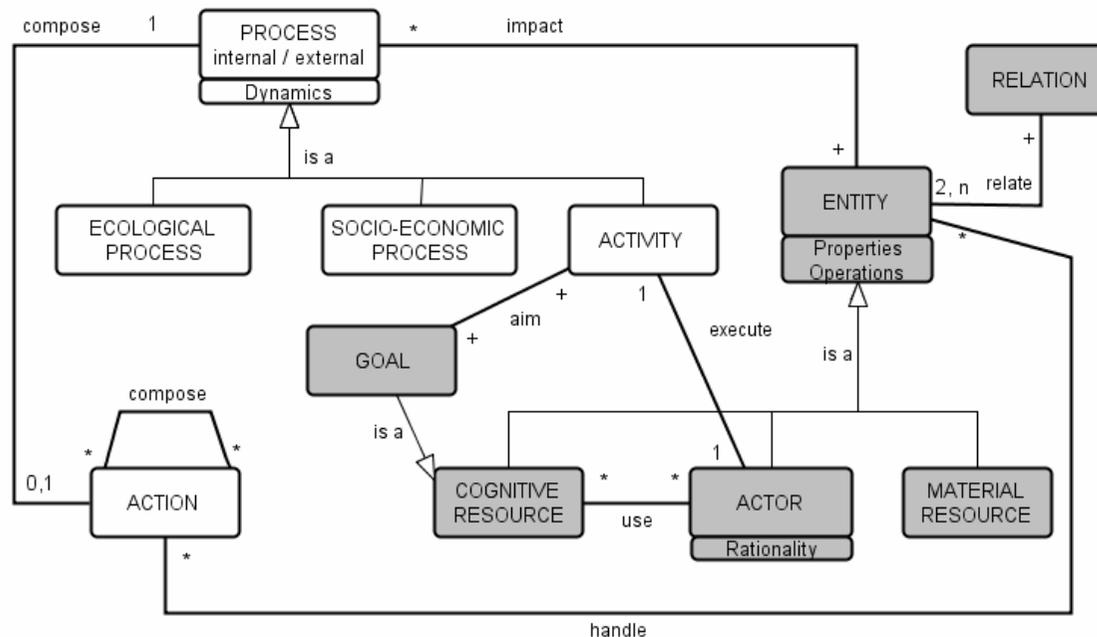


Loss criterion

# Développement informatique

Le méta-modèle comme architecture de développement informatique

→ Un modèle informatique à l'image du modèle conceptuel



# Plateforme multi-agent : GAMA

Un environnement de conception et de simulation pour l'implémentation de simulations multi-agents spatialisées.

The screenshot displays the GAMA multi-agent simulation platform interface. The central window shows a map of a watershed with a grid overlay. The left panel contains a 'Parameters' window with a list of files and simulation settings. The right panel shows a 'Species' list and an 'Agent inspector' for a specific agent.

**Parameters**

- Fichiers SIG
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/bati/CLC-1-(11
  - Ouvrages AEP: './includes/equipements/pointsDeRejet/pointsRejetsAEP
  - Ouvrages AEP: './includes/equipements/pointsDePrelevement/pointsPr
  - Ouvrages IND: './includes/equipements/barrages/barrages\_ZH.shp'
  - Ilots 32: './includes/modeleAgricole/ilots/ilots32/ilot\_2009\_032
  - temperature: './images/paletteCouleurTemperature-altern.png'
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/agricole/CLC-24
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/agricole/CLC-21
  - Communes: './includes/communes/communes\_ZH2.shp'
  - Ouvrages IND: './includes/equipements/pointsDePrelevement/pointsPr
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/agricole/CLC-22
  - Ouvrages IRR: './includes/equipements/pointsDePrelevement/pointsPr
  - Ilots 31: './includes/modeleAgricole/ilots/ilots31/ilot\_2009\_031
  - Ilots 65: './includes/modeleAgricole/ilots/ilots65/ilot\_2009\_065
  - Meteo: './includes/meteo/polygonesMeteoFrance.shp'
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/agricole/CLC-23
  - CLC: './includes/modeleHydrographique/clc/bati/CLC-111\_2
  - Ouvrages IND: './includes/equipements/pointsDeRejet/pointsRejetsINC
  - Ilots 09: './includes/modeleAgricole/ilots/ilots09/ilot\_2009\_009
  - culture: './images/paletteCouleurCulture.png'
- Date
  - Date debut simulation: 1012000
- Model ModeleAssociationIlotsCellule System parameters for experime
  - Use quality rendering:  true
  - Random number generator: 'mersenne'
  - Random seed:  Not defined nil

**Species**

- Species clc - 0 agent
- Species clcAgricole - 0 agent
- Species clcBati - 0 agent
- Species commune - 579 agents
- Species coursDeauParZoneHydro - 104 agents
  - Parent: tronconHydrographiqueParZoneHydro
  - Population: 104 living agents
  - Behaviors: [ ]
  - Attributes: [ ]
  - Aspects: [ ]
- Species coursDeauUnitaire - 0 agent
- Species culture - 0 agent
- Species dateCourante - 1 agent
- Species distributeurDeauBrute - 0 agent
- Species distributeurDeauPotable - 0 agent
- Species equipement - 0 agent

**Agent inspector4**

Agent coursDeauParZoneHydro80

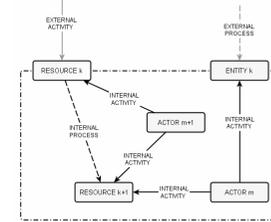
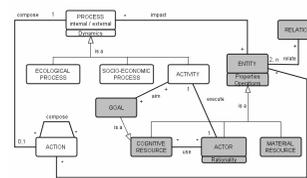
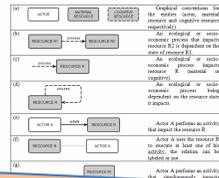
- noeudEntreeZoneHydro: 1883 as noeudHydrographique
- host: 0 as world\_species
- listeEquipementDeCaptage: [ ]
- location: x 75768.906677 y 47595.483737
- agents: [ ]
- idTronconHydrographiqueParZone: '0060'
- listeTronconsUnitaires: [nil,nil,nil,nil,nil,nil]
- couleur: rgb [0,0,255]
- shape: polygon ([[71885.60000000003,
- noeudSortieZoneHydro: 2382 as noeudHydrographique
- name: 'coursDeauParZoneHydro80'
- peers: [0 as coursDeauParZoneHydro80]
- topology: topology(0 as world\_species)
- listeEquipmentDeRejet: [ ]
- members: [ ]

1665M of 2022M

Développée depuis 2007 par l'IFI (Hanoi) dans le cadre d'UMMISCO (IRD/UPMC)

# Démarche de modélisation interdisciplinaire MAELIA

ARDI



Ambiguïté

Connaissances

Données

Modèle de données'

Modèle de Données

RdSSE

Structure SSE'

Structure et Processus du SSE

Question'

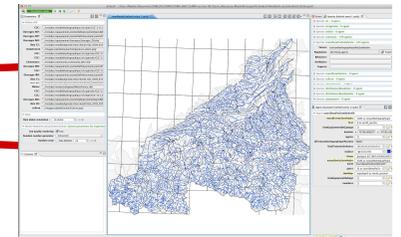
Question''

Question'''

Question''''

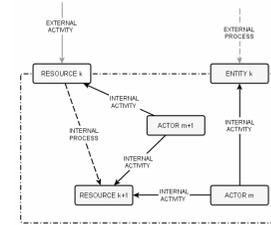
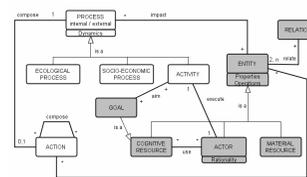
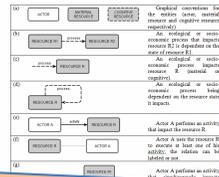
- Question à traiter
- Scénarios
- Indicateurs

- Question à traiter
- Scénarios
- Indicateurs



# Démarche de modélisation interdisciplinaire MAELIA

ARDI



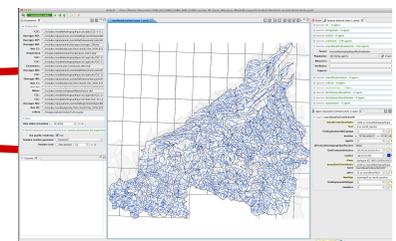
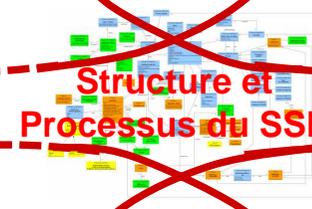
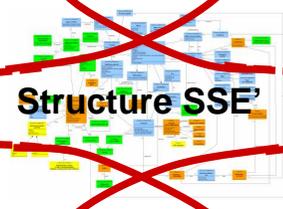
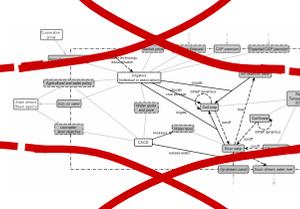
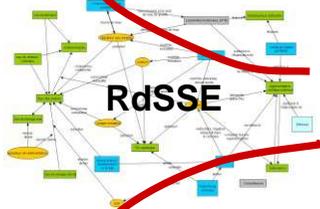
Ambiguïté

Connaissances

Données

Modèle de données'

Modèle de Données



Question'

Question''

Question'''

Question''''

Apprentissage collectif (méthodo./témathique/Communauté de pratique)

# *Une méthode en cours de formalisation*

Une relecture du processus de modélisation interdisciplinaire pour formaliser la méthode MAELIA.

\*Au fil du processus de modélisation conceptuelle :

- Gérer une réduction graduelle de l'ambiguïté au travers de formalisations adaptées
- Etre souple sur la nature et l'ordre des étapes, beaucoup d'itérations, de phases en parallèle
- Insister sur l'importance de la documentation des choix de modélisation de A à Z (i.e. dès le départ -la question initiale- et jusqu'au modèle informatique)

\*Au fil du processus de développement informatique :

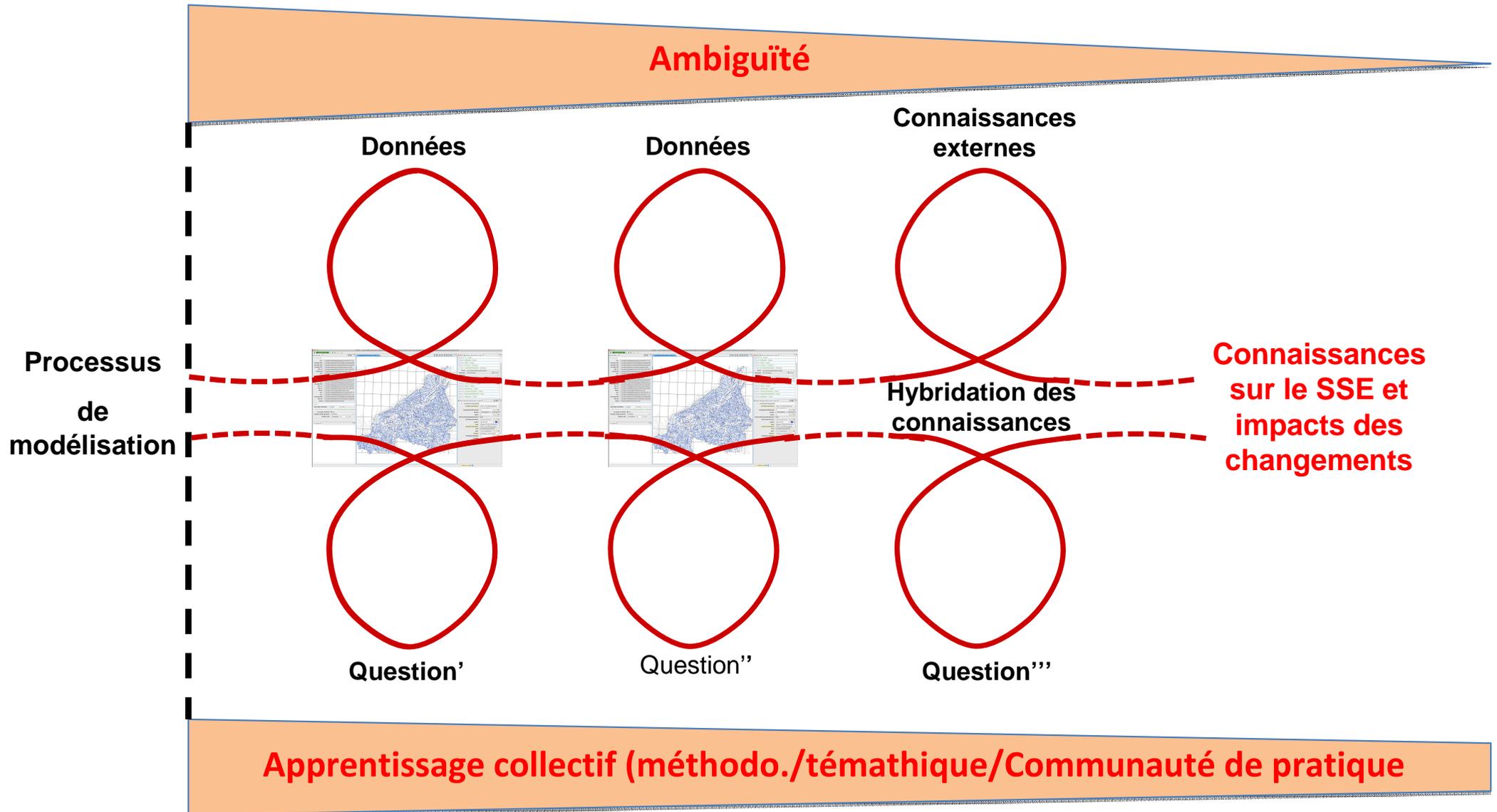
- utiliser une architecture et des formalismes informatiques, les plus proches possible des formalisations de connaissances
- Organiser les interactions entre thématiciens et informaticiens pendant le développement informatique

**→ Un modèle (réellement partagé)**

**→ Une utilisation éclairée et raisonnée du simulateur** : domaine d'application, limites, articulations sorties du modèle et autres connaissances, adaptations possibles

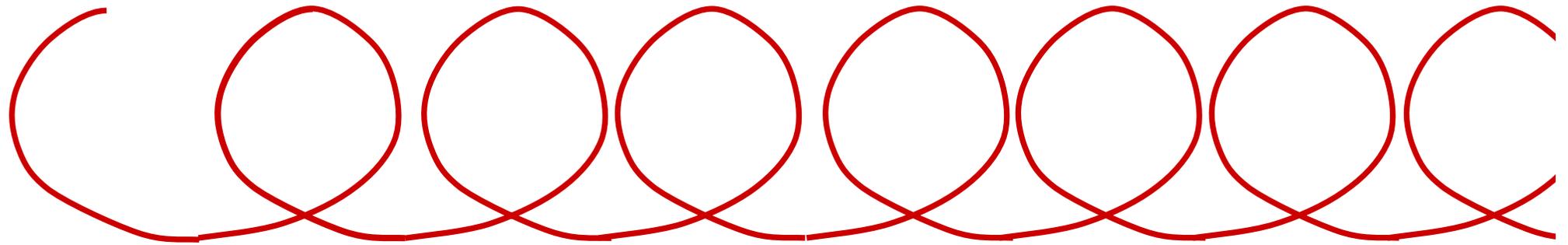
# Démarche d'utilisation du modèle et du simulateur

Un collectif d'utilisateurs : experts modèles, experts données, porteurs de questions et destinataires des connaissances...



*Une tentative de mise à plat d'une démarche de  
modélisation interdisciplinaire*

*La longue histoire des ambiguïtés !*



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

