

Conceptualisation d'un Problème Agronomique en Système : bases méthodologiques et illustration sur la vigne

Jacques WERY en collaboration avec

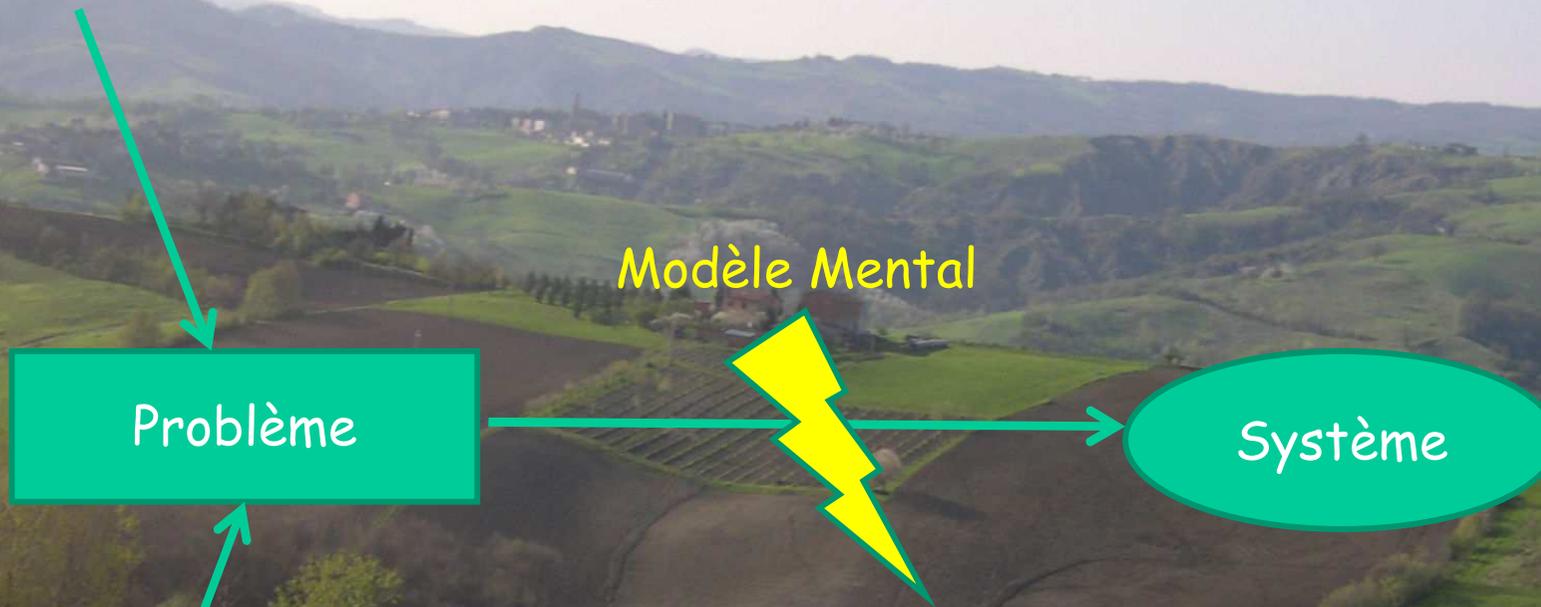
Marion Claverie
David Lafon
Xavier Delpuech

Nicolas Guilpart

Sébastien Roux,
Aurélie Metay,
Anne Mérot,
Raphaël Métral
Nathalie Lamanda...

1. Transcrire un problème en système en Agronomie

Un objet : ex. un territoire agricole



Une Question: ex. comment réduire l'érosion des sols ?

Le système n'existe pas à priori dans une approche d'ingénierie

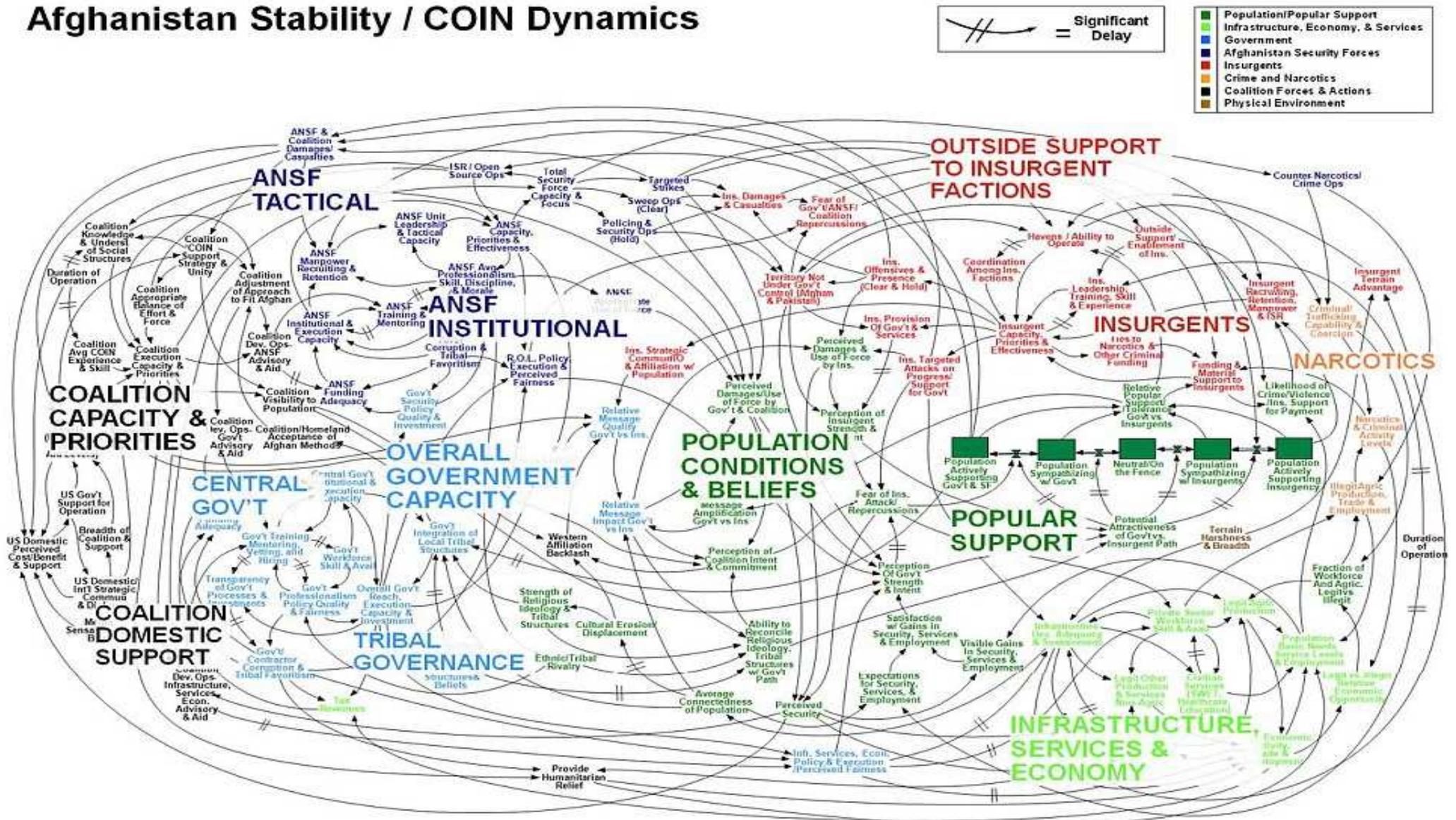
- ❑ Un système est un point de vue sur un « objet »
 - Exemple l'ordinateur sur la table
 - Est-ce un système ? complexe ? Pourquoi ?
- ❑ Dépendance au modèle mental (ex. informaticien vs agronome)
- ❑ Dépendance à la question posée :
 - je n'ai pas besoin de le considérer comme un système pour l'utiliser
 - S'il ne marche plus le diagnostic impose l'analyse de plusieurs composants et de leurs interaction.
- ❑ Dépendance à l'environnement (ex température)
- ☞ Un objet peut être compliqué (beaucoup de composants) mais pas nécessairement complexe (beaucoup d'interactions)
- ☞ Il n'y a pas une mais DES représentations systémiques d'un objet

Définition d'un système

- ❑ Entité : **Systeme** : ensemble d'éléments en interaction qui peuvent être analysés comme un tout distinct de leur **environnement**
- ❑ Globalité : le comportement du système ne peut se déduire de la connaissance des éléments (le tout est plus que la somme des parties) (**propriétés émergentes**)
- ❑ Partialité : Un système est une **représentation symbolique** « point de vue » sur un objet réel.
- ❑ Finalité : un même « objet » peut être représenté par différents systèmes selon la **question posée** (analyse cognitive, diagnostic, pilotage, évaluation, conception)

Le difficile compromis entre Complétude de la Connaissance et Transparence du Modèle Conceptuel.

Afghanistan Stability / COIN Dynamics



(Courrier International, 2010)

WORKING DRAFT - V3

2. Une conceptualisation dans le domaine de l' **Agronomie Systémique**

- Notion d' **Agrosystème**
- Notion de **Structure** d'un système
- Notion de **Processus** de base d'un Agrosystème
- **Postures** (Analyse, Evaluation, Conception)

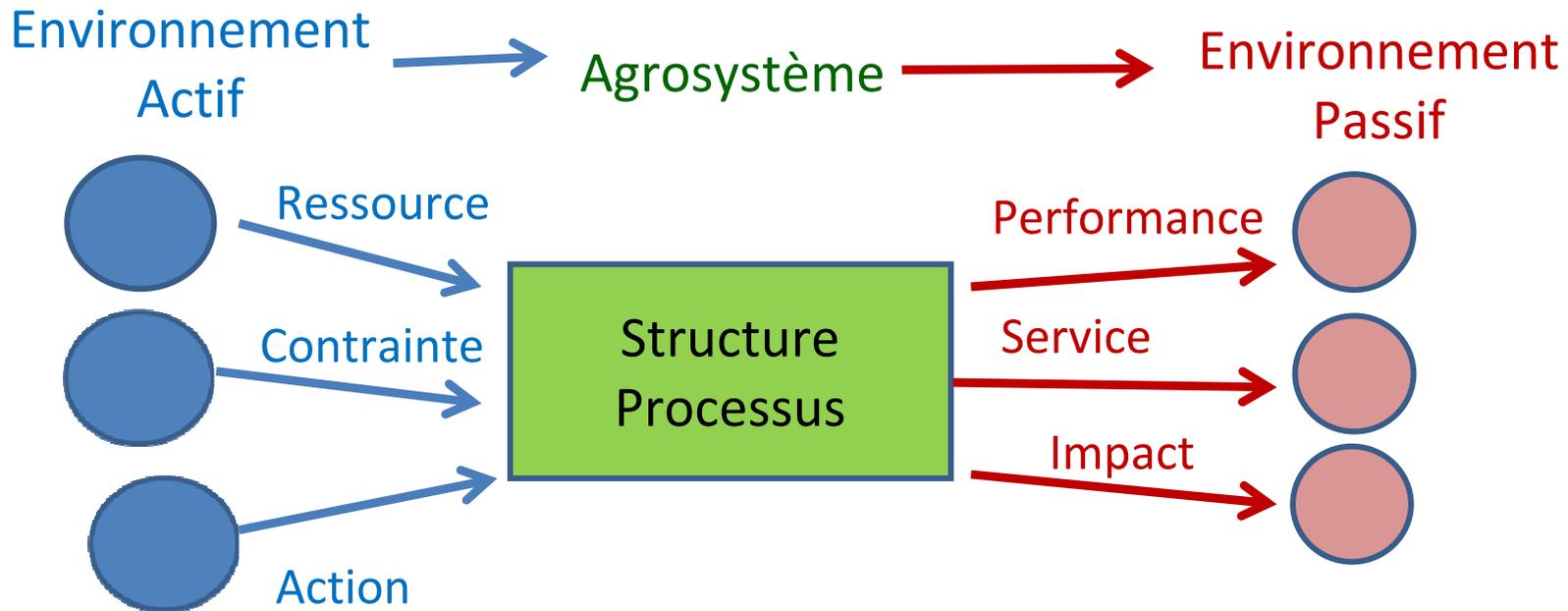
Agrosystème

(Lamanda et al., 2012. EJA).

- Système **biophysique**
- **composé de** plantes, sols, bio-agresseurs, auxiliaires, ingénieurs du sol...
- Composants **Objectifs** (« visibles », « gérés ») et **Subjectifs** (« fonctionnels », « étudiés »)
- **Processus** liés à un **composant** ou à ses relations avec d'autres
- **piloté**, en fonction de sa production et d'autres services
- En co-existence avec d'**autres systèmes**
- c'est la dimension biophysique d'un système de culture (vs. dimension technique)
- Il peut être considéré à différentes échelles depuis la station homogène, la parcelle, la sole, le paysage.



Structure et Environnement du Système



Structure = Composants (nombre, nature, diversité)
et Organisation (spatiale et temporelle)
→ Relations



Autres systèmes en co-existence avec l'Agrosystème

Processus et Echelles dans l'Analyse d'un Agrosystème

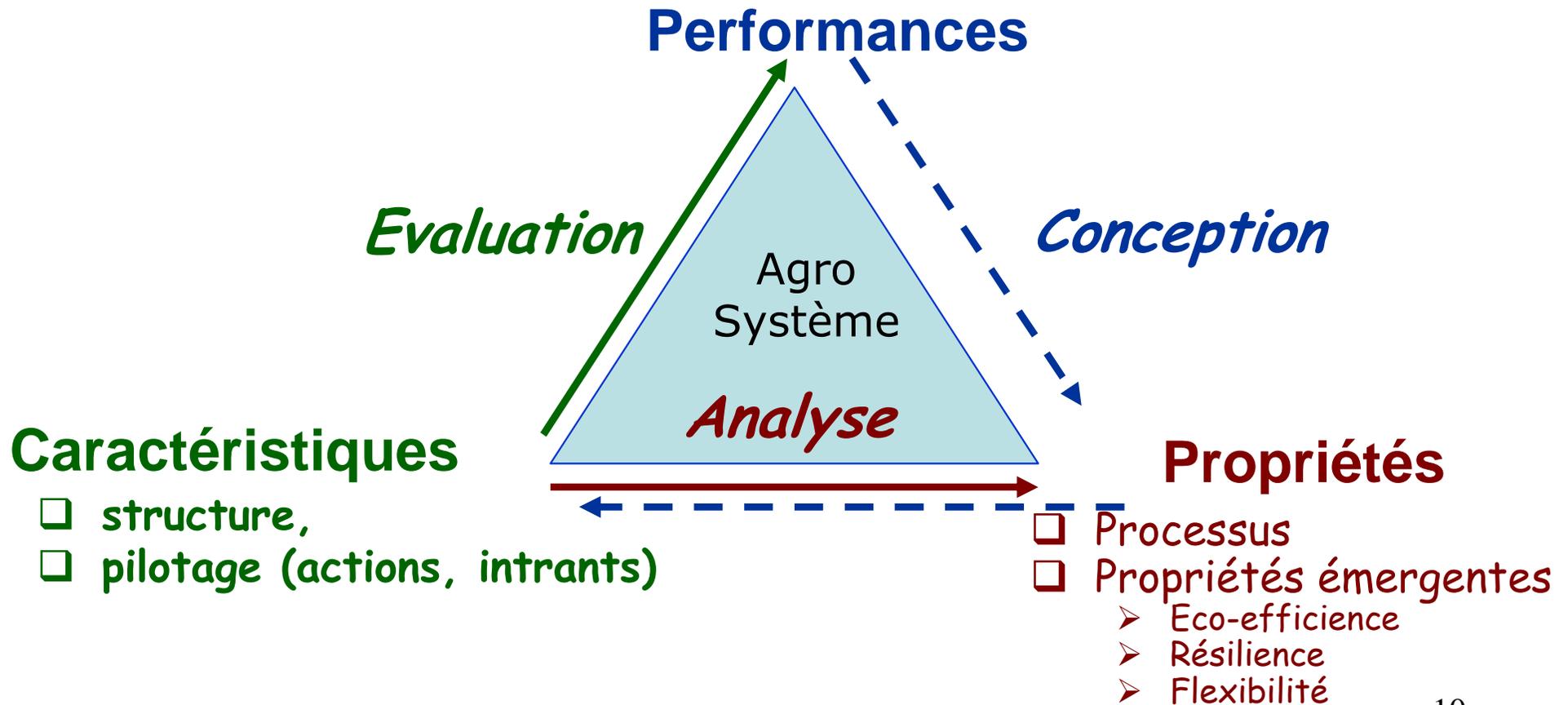
- Niveau N+1 : de pertinence par rapport au problème (performances et leviers d'action) (exemple : production de biomasse sous déficit hydrique → parcelle)
- Niveau N : d'analyse pour les relations structure-fonction (**processus**) (exemple : conversion du rayonnement en biomasse → m²)
- Niveau N-1 : de pertinence fonctionnelle : pour établir des bases fonctionnelles au processus (exemple : photosynthèse et régulation stomatique → cm² feuille voire cellule)

Un **processus de base** dans un Agrosystème (« Basic Crop Process ») est un élément du fonctionnement de l'agrosystème qui est quantifiable à pas de temps journalier à l'échelle du peuplement (niveau n) et qui peut être relié au fonctionnement des tissus/organes/aggrégat sol/bioagresseur... (niveau n-1)

(adapté de Wery, 2005. AJAR)

Une approche de Conceptualisation pour différentes postures

- ❑ Efficacité (sorties du système vs. Objectif)
- ❑ Efficience (rapport sorties/entrées)
- ❑ Services pour autres systèmes



3. La démarche de conceptualisation d'un problème en Agrosystème

Europ. J. Agronomy 38 (2012) 104–116



Contents lists available at ScienceDirect

European Journal of Agronomy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eja



A protocol for the conceptualisation of an agro-ecosystem to guide data acquisition and analysis and expert knowledge integration

Nathalie Lamanda^{a,*}, Sébastien Roux^b, Sylvestre Delmotte^c,
Anne Merot^b, Bruno Rapidel^a, Myriam Adam^d, Jacques Wery^e

^a Cirad/Umr System, France

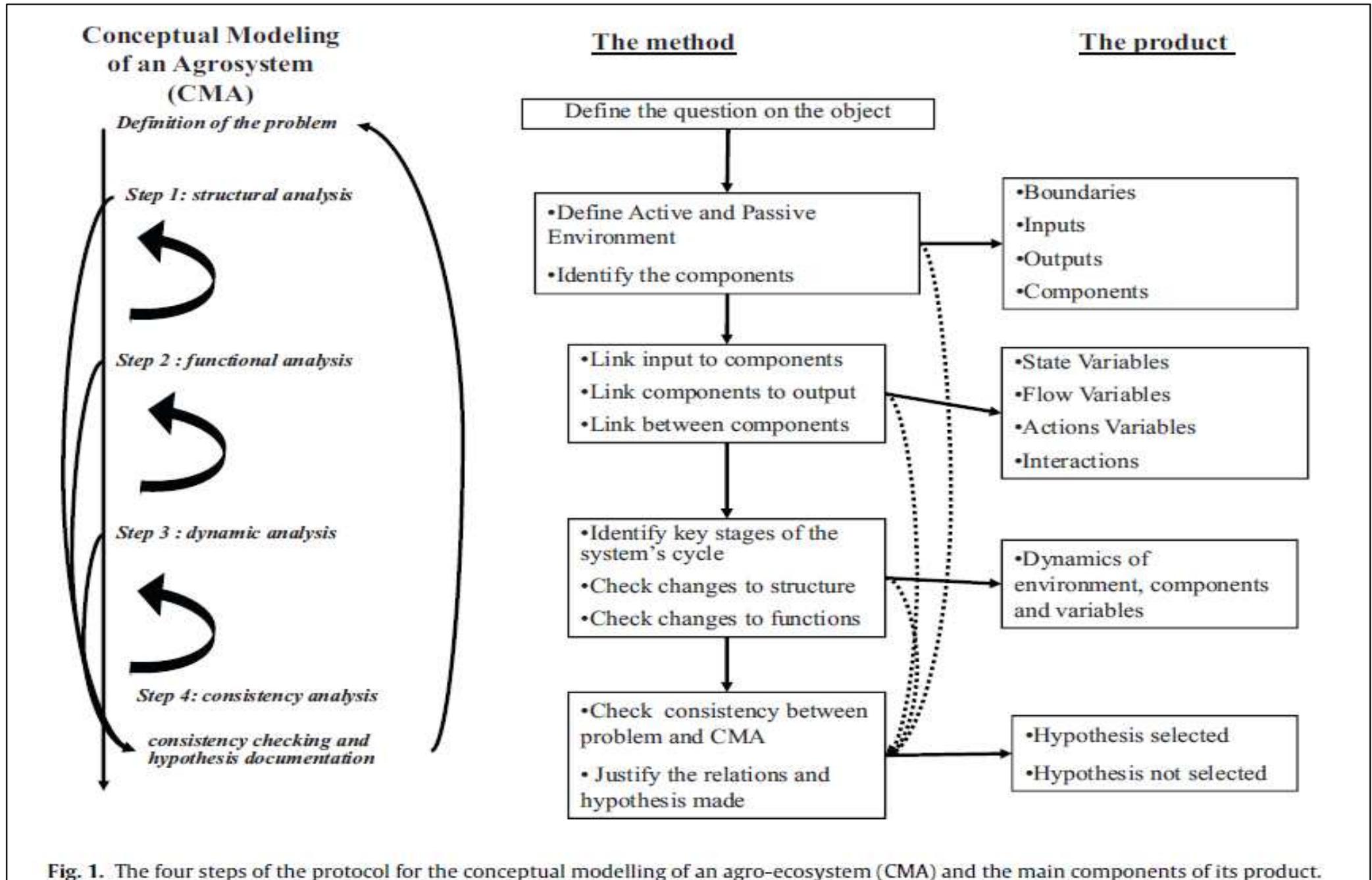
^b INRA/Umr System, France

^c INRA/Umr Innovation, France

^d University of Wageningen/Umr System, France

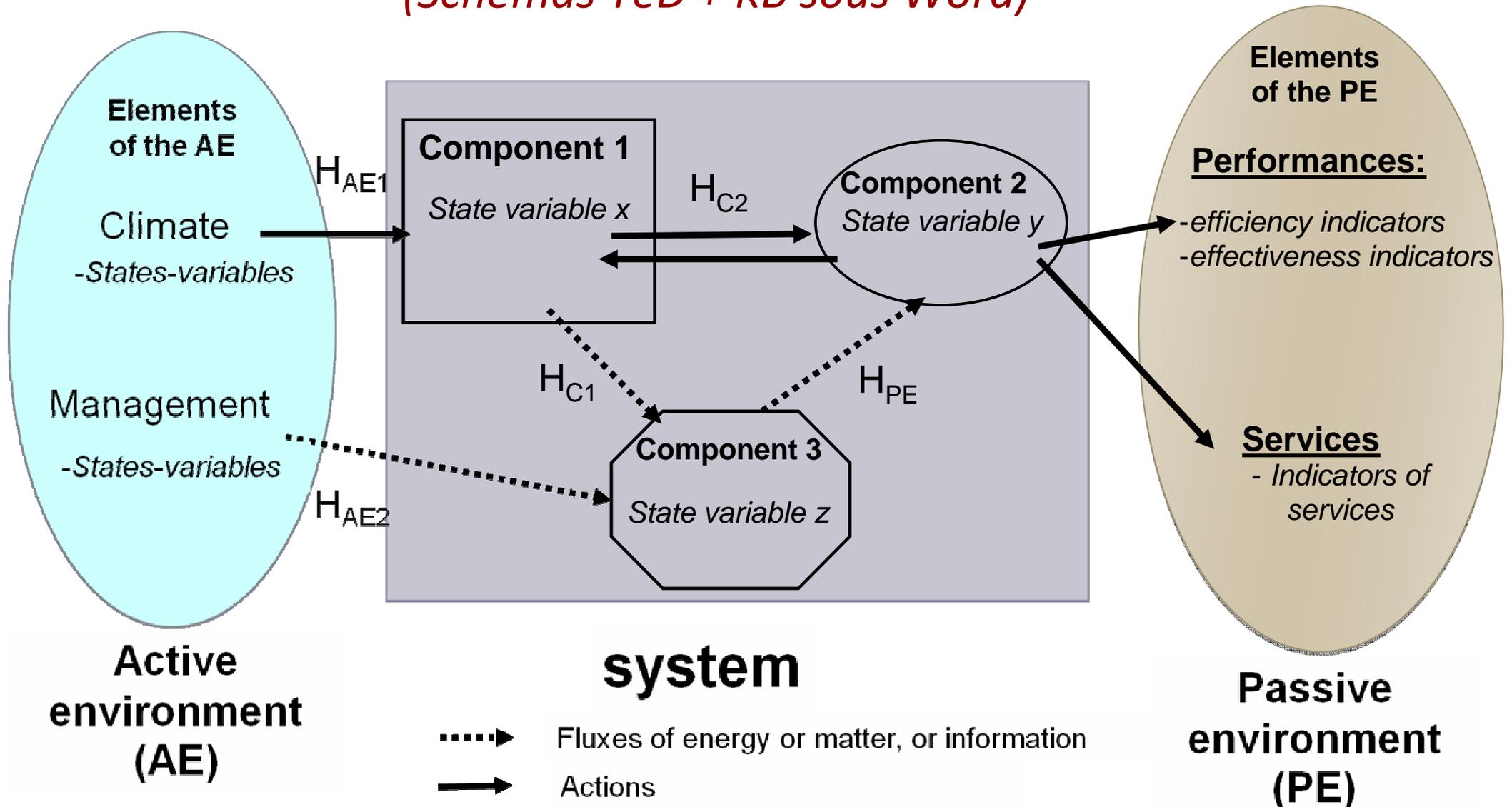
^e SupAgro/Umr System, France

Protocole fondé sur l'analyse dynamique des relations Structure-Processus-Services



Le produit de la démarche : CmA = un Agrosystème et sa Base de Connaissance

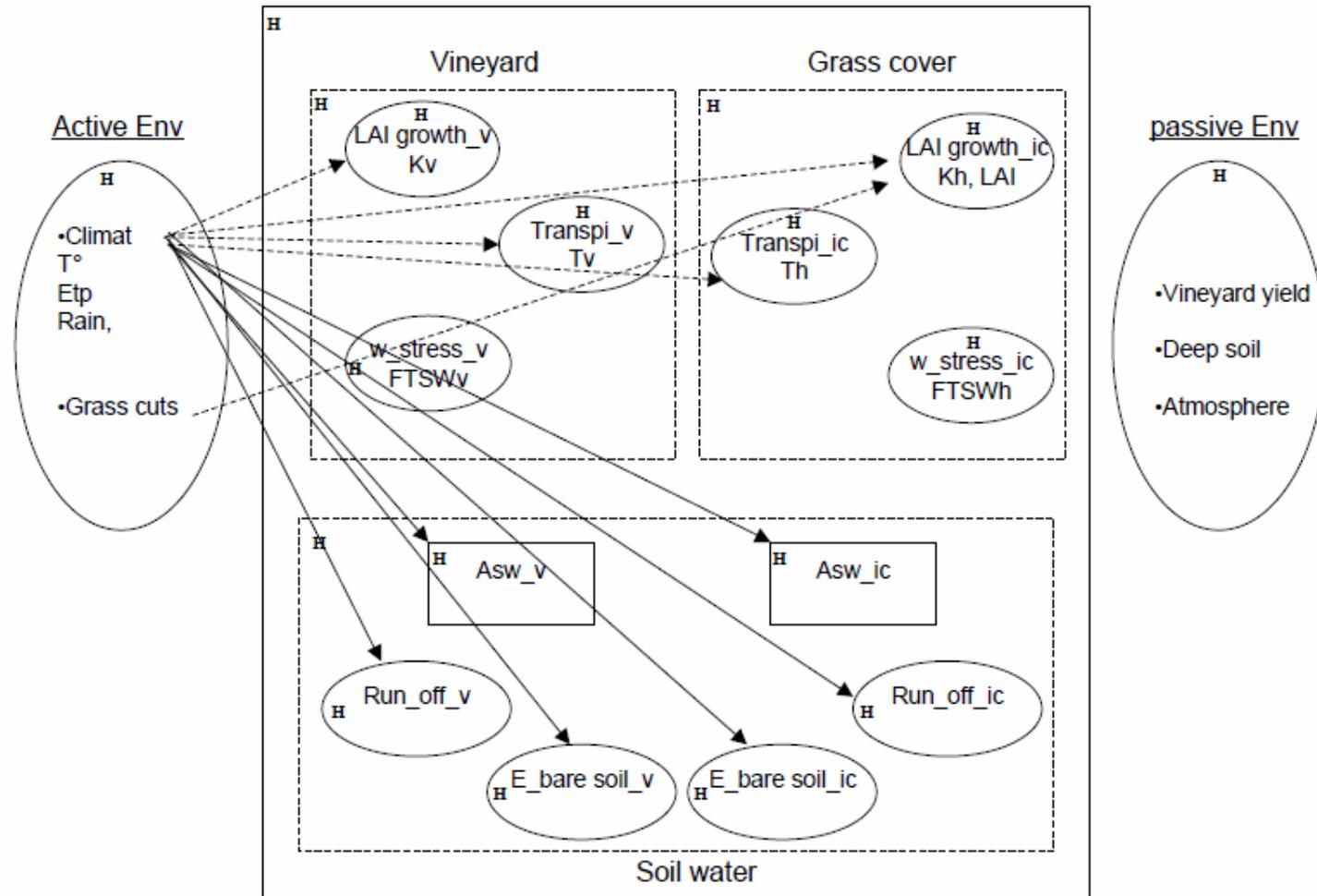
(Schémas YeD + KB sous Word)



(Lamanda et al., EJA, 2012. EJA)

Le CmA a tous les attributs d'un Modèle

WaLIS Conceptual Model : relations (1)



+ Dynamique au cours de la « vie » du système

Les hypothèses (sur Structure et Processus) sont essentielles à la transparence

Soil hypotheses [BACK](#)

- Soil = soil water stock available to the plants
ASW/FTSW concepts : pellegrino2004
- 2 distinct soil regions : celette2004
 - Stock1 : vineyard roots only
 - Stock2 : vineyard and grass roots
- Moisture homogenous in each region
- No lateral fluxes
- No capillary rises and deep soil water

(by N.Guilpart, Montpellier SupAgro,2010)

4. Illustration de la démarche pour synthétiser des savoirs et définir un programme d'expérimentation sur un Système Complexe

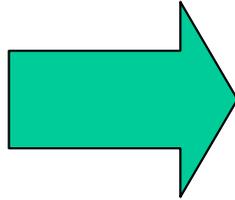
- Exemple : analyse des facteurs aggravants du syndrome de dépérissement de la Syrah

Claverie, M. Delmotte, S, Wery, J. 2011. Dépérissement de la Syrah : compréhension des dysfonctionnements physiologiques amenant le cep crevassé à la mort : (1° Elaboration d'hypothèses à l'aide d'un modèle conceptuel) . Progrès Agricole et Viticole 128 : 88-96.



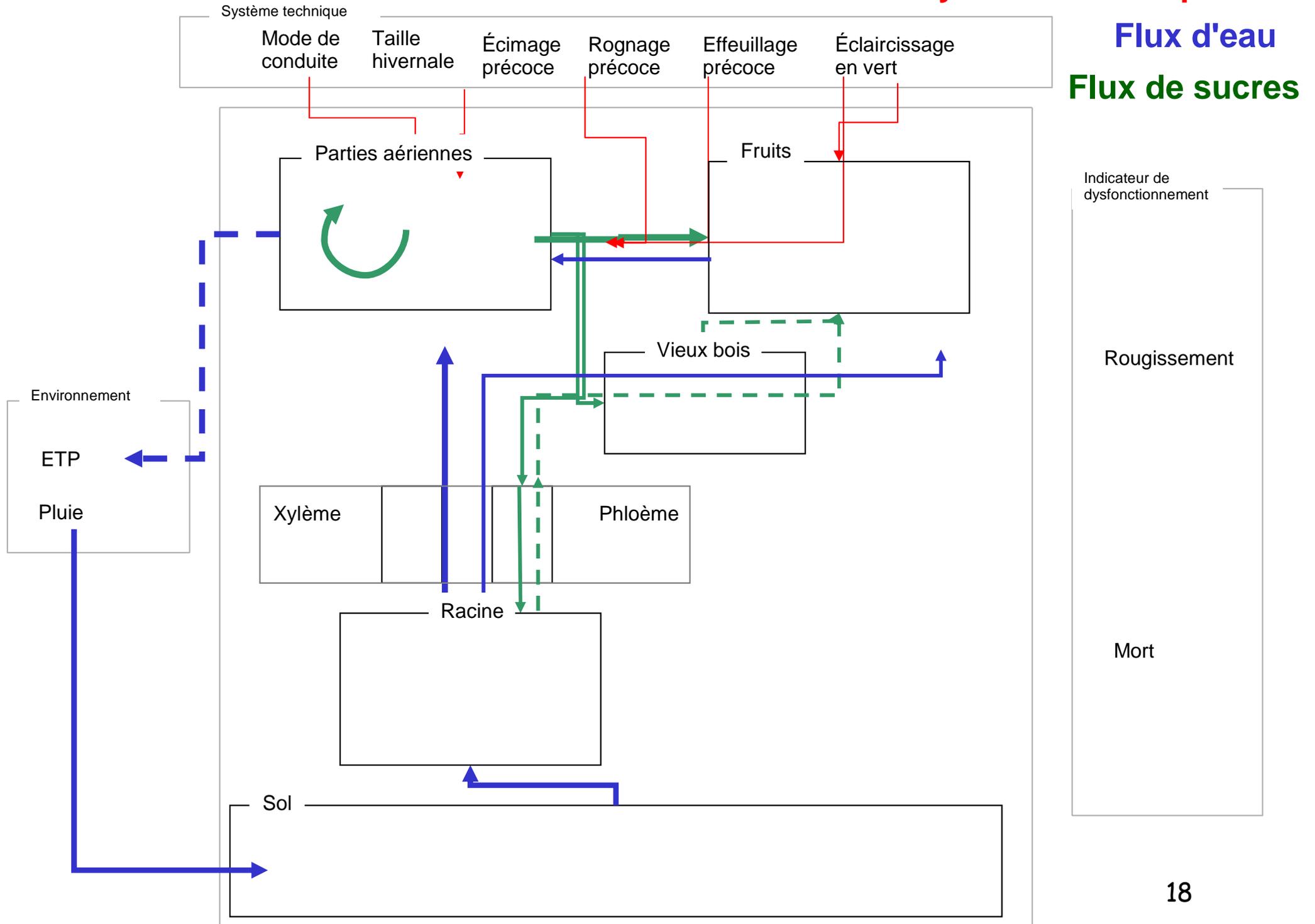
Le problème

Dépérissement de la syrah : élaboration d'hypothèses pour expliquer le passage des crevasses à la mort du cep

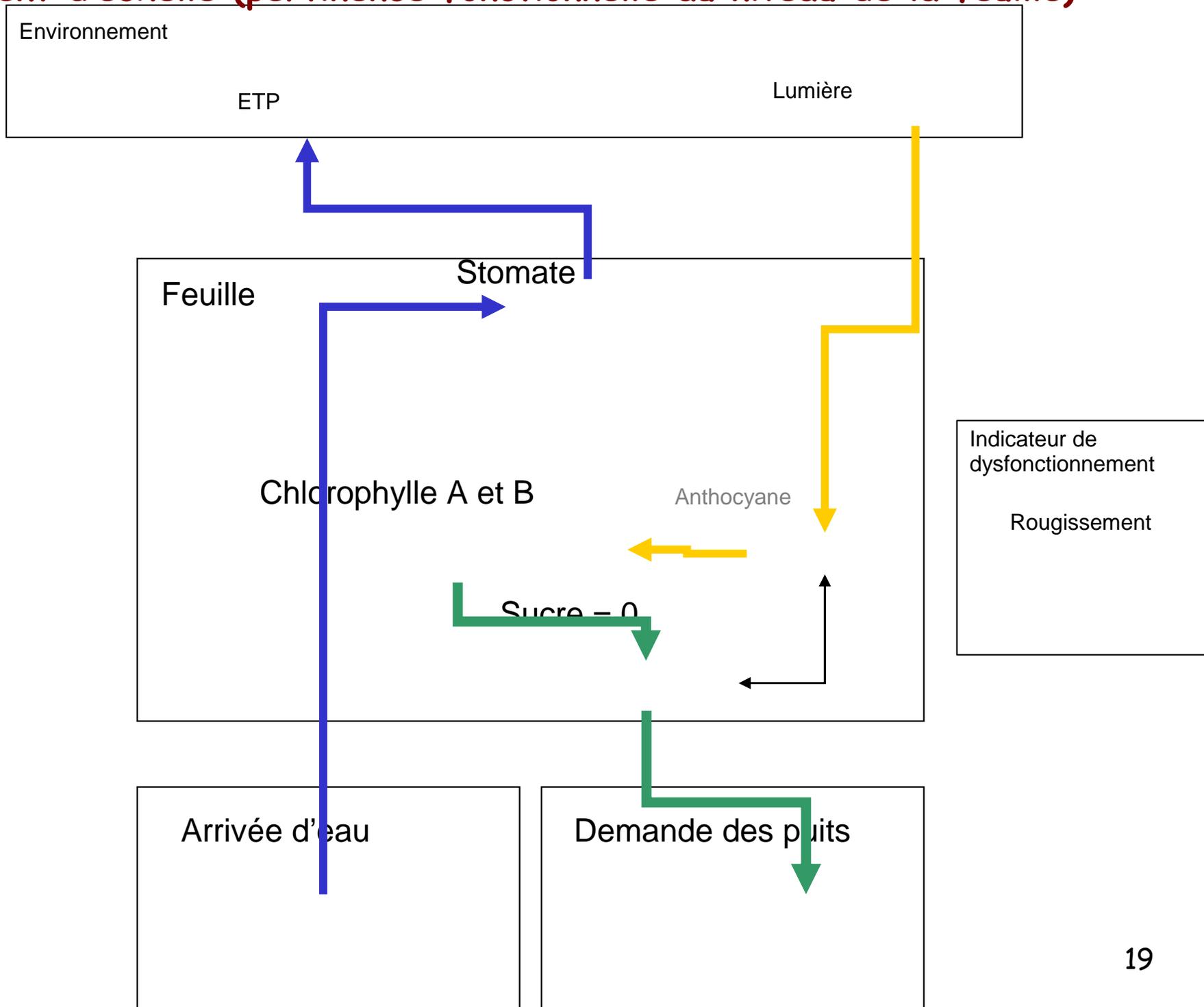


Nouaison à véraison (30 juin au 10 août)

Actions liées au Système Technique



Changement d'échelle (pertinence fonctionnelle au niveau de la feuille)



La Démarche (phase élaboration du CmA)

Hypothèse : les connaissances existent mais elles sont dispersées (format, disciplines, métiers, filières). Un modèle conceptuel à base structure-processus-flux peut les intégrer.

Méthode :

1. Élaboration d'un modèle conceptuel de base (CmA1) « vigne en dépérissement » avec 5 experts, basés sur des hypothèses de départ liées aux connaissances acquises sur les autres ligneux et à l'analyse des connaissances de terrain
2. Proposition à un panel large d'experts (en individuel) puis formulation d'hypothèses, retour à la bibliographie pour renforcer les hypothèses → versions améliorées (CmA 2 à n)
3. Présentation collective pour validation CmA n
4. Définition d'un plan d'expérimentation permettant d'étudier et de hiérarchiser les facteurs aggravants du dépérissement : hypothèses CmA → Traitements, Variables à mesurer et Relations à tester.

Typologie des experts mobilisés pour construire le MC

approches.

Approche	Vigne		Non vigne		Total
	Plante entière	Organe	Plante entière	Organe	
Physiologie végétale	14	2	5	3	24
Pathologie végétale	3	-			3
Conduite des cultures	8	-			8
Dépérissement syrah	3	-	-	-	3
Total	28	2	5	3	38

(Claverie et al., 2011)

Les Hypothèses fondatrices du Modèle Conceptuel

Hypothèses initiales:

- ✓ Lien entre rougissement et fonctionnement des relations sources-puits en terme de transport de sucre
- ✓ Impact du stress hydrique

Hypothèse non retenue car pas assez d'arguments

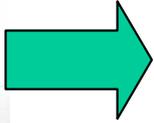
- ✓ Non prise en compte des phénomènes hormonaux car pas d'hypothèse argumentée et vérifiable

Hypothèses rejetées du fait des connaissances

- ✓ Carences minérales car symptômes différents
- ✓ Pas de cavitation car dans ce cas pas de rougissement mais flétrissement, apoplexie

Ex. 1. Synthétiser des savoirs et définir un programme d'expérimentation sur un Système Complexe

Le Problème

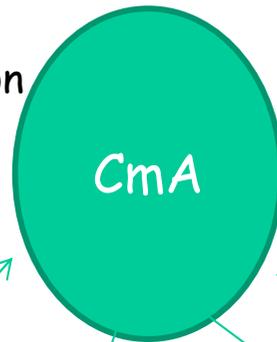


Dépérissement Syrah

La connaissance de départ

- Des savoirs experts (←15 ans d'expérimentation)
- Des savoirs scientifiques disciplinaires (sur vigne ou autres plantes)
- De la bibliographie

Formalisation en Système Complexe



Hypothèses

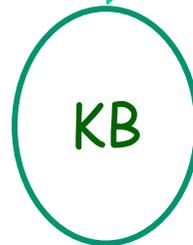
Formulation

Test

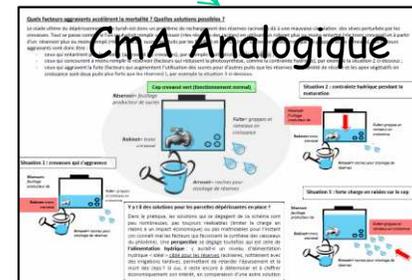
Interprétation
Modification

Expérimentations

Connaissance systémique



Communication



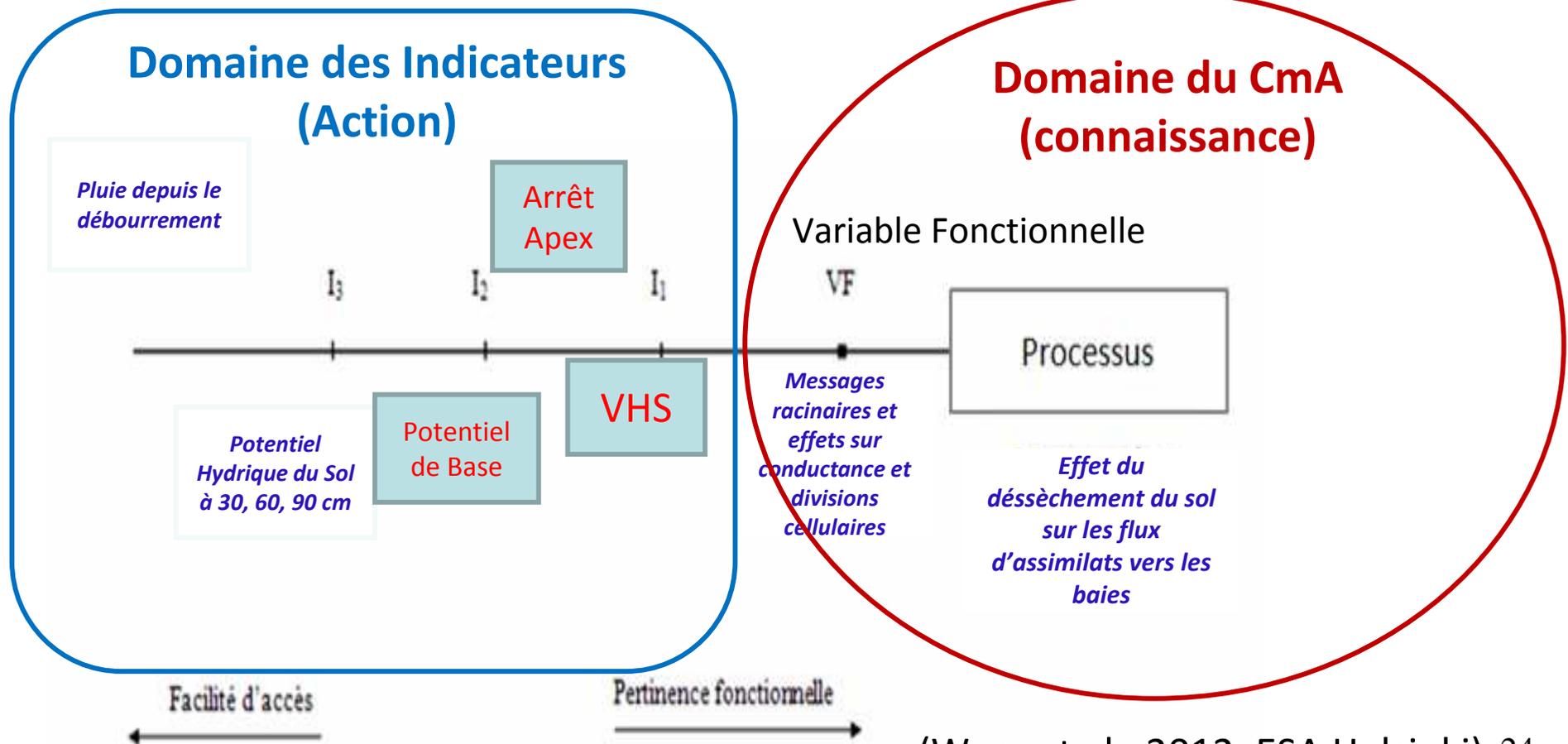
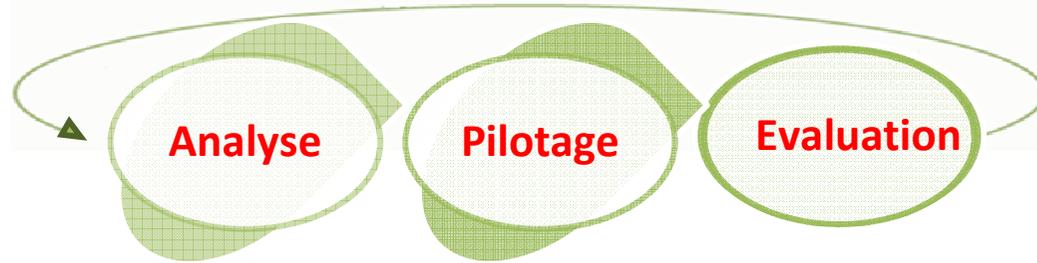
Ex. 2 : Formalisation/Evaluation d'indicateurs pour l'accompagnement de la transition d'un agrosystème

(Anne Merot - www.inra.fr/viticulture-bio)

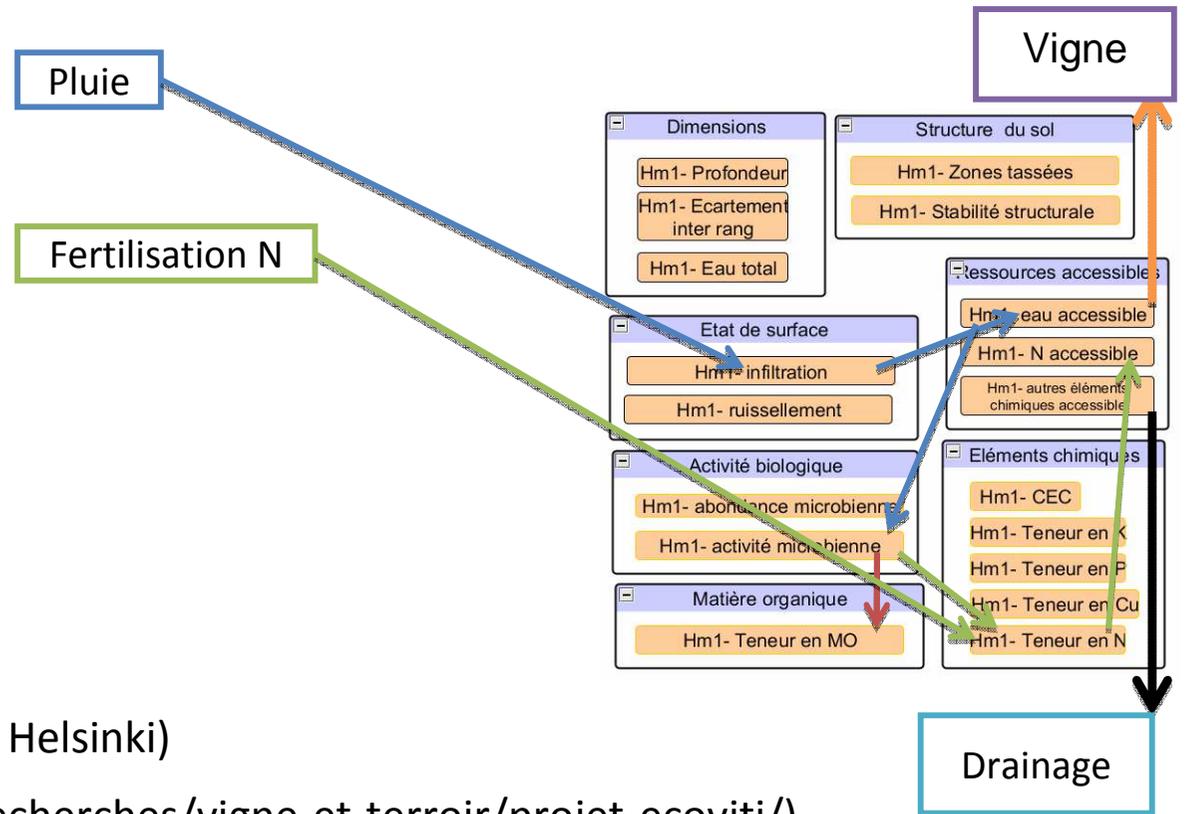
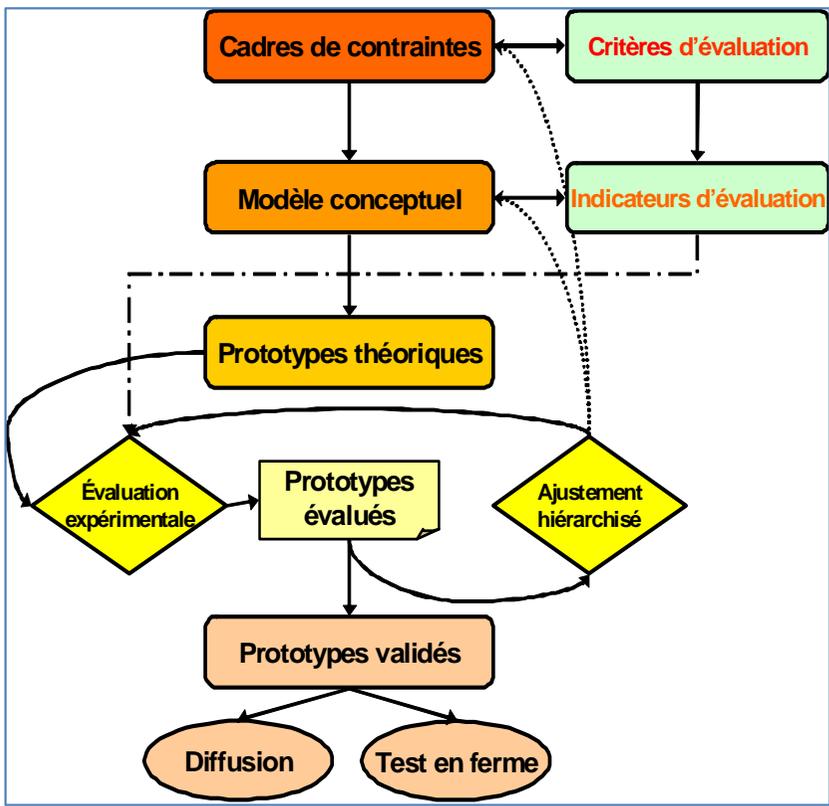
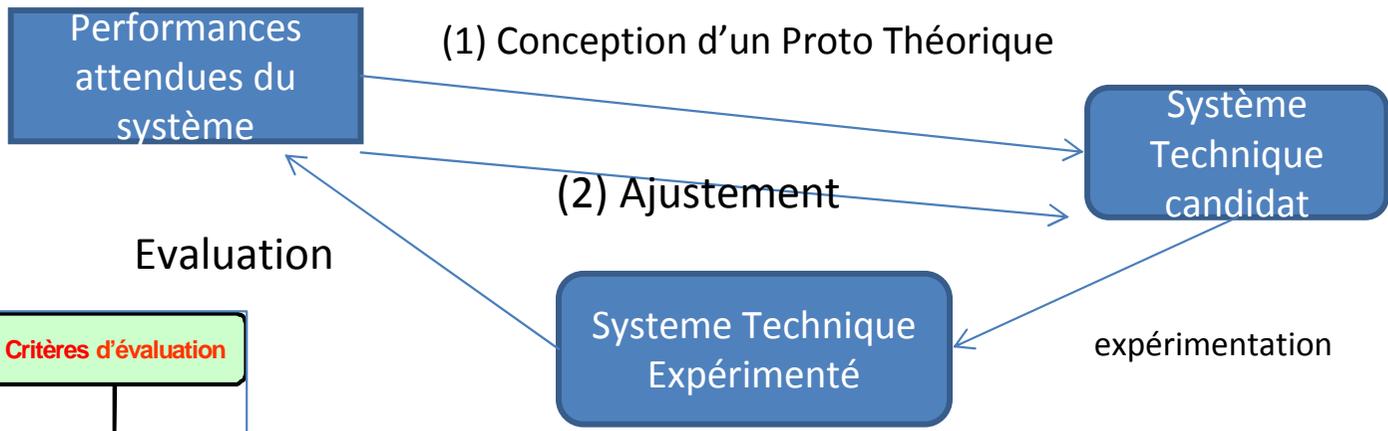
3 types d'indicateurs positionnés par rapport aux composants, variables et processus du CMA

Aidy

Analyse Intégrée de la DYnamique de conversion à la viticulture Bio



Ex. 3 : Pour assister la Conception/Ajustement/Evaluation d'un Système Technique Innovant



(Lafon et al., 2012 - Metral et al., 2012. ESA Helsinki)

(David Lafon - <http://www.vignevin.com/recherches/vigne-et-terroir/projet-ecoviti/>)

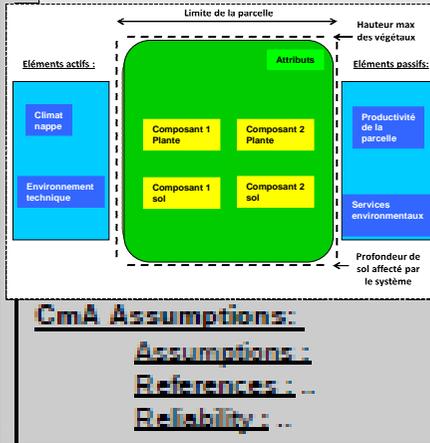
Autres utilisations en cours

- Pour évaluer l'incertitude dans un modèle numérique (Ex. Modélia)
 - Transparence des Paramètres (Roux et al., in prep).
- Pour initier (L3) ou former (M2) à l'analyse des systèmes (Metay et Wery, SupAgro)
- Pour organiser/animer un programme de recherche (IFV en discussion) (Dufourc, Coulon et Wery)
- Pour concevoir des solutions de modélisation adaptées à un problème (SIMPATIC en collaboration avec RECORD)
 - the « right model » (Adam et al., 2013. Ag. Sys.)
 - (Roux et al.)

Pour concevoir un générateur de MS de systèmes associés (ANR Intensifx)

CmA –
V2

CmA – N1



Inter-domains interactions
Link crop process/equations

Agronomic model

- Set of Components
- Set of Relations
- Set of Assumptions

Mathematical Model

- Mathematical Model
- Numerical Algorithms

Agronomic Domain

Mathematical Domain

CROP MODEL

Inter-domains interactions
CmA components /Software components

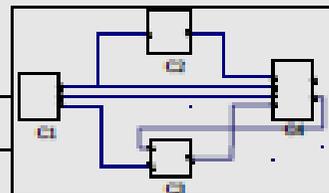
Inter-domains interactions
Algorithms implementation

Software Domain

Platform: RECORD

Software Model

- System structure
- Components definition



5. Conclusion

- ☺ Un protocole de conceptualisation d'un Agrosystème fonctionnel et éprouvé
- ☺ Conceptualisation dans le domaine de l'agro-écologie (indépendante de - mais compatible avec - le numérique)
- ☺ Structurant pour l'Agronomie Systémique (domaine biophysique et liens avec domaine technique)
 - + travail en cours au niveau exploitation (Anne Mérot - Aidy)
- ☺ Partage/Intégration de savoirs de nature variée (disciplines, plantes, métiers)
- ☹ Normatif pour assurer Transparence et Complétude
- ☹ Utilisation alourdie par le caractère « visuel » de l'esprit humain
 - Vers une base de connaissance avec générateur de graphes dynamiques ad hoc.