



Elaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants et durables

Lançon Jacques, Reau Raymond

**Journée « Systèmes de culture innovants et durables :
quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? »**

27 mars 2008



Remerciements

- **A tous les chefs de file du projet ADAR**
 - Michel Cariolle (ITB), Nicolas Munier-Jolain (INRA), Bertrand Omon (CDA Eure), Marie-Sophie Petit (CRA Bourgogne), Philippe Viaux (Arvalis)

- **Aux membres les plus impliqués du réseau CIRAD / UMR System**
 - Jacques Wery (Montpellier SupAgro), Christian Gaborel , Edward Gérarddeaux, Bruno Rapidel (CIRAD)
 - Moussa Angokaye (IRAD au Cameroun), Dramane Ballo (IER au Mali), Blaise Fadegnon (INRAB au Bénin)

- **Et à tous ceux qui ont contribué en apportant leur expertise à ces travaux et qui sont trop nombreux pour être nommés**



Plan de l'exposé

- **Contribuer à la « nouvelle agronomie »**
- **La démarche de prototypage**
- **Les deux expériences de référence**
- **L'élaboration de SCi à dire d'experts**
- **Une démarche triplement efficace**

- **Perspectives**



Une vision renouvelée de l'agronomie

- **Du modèle de la « révolution verte » :**
 - Enjeux liés à la **maîtrise du milieu** par l'intensification
 - Evaluation **monocritère** (productivité économique)
 - Les améliorations sont plutôt **progressives, additives** et **continues**
 - **l'agronome** est le concepteur des SCi

- **Vers une « nouvelle agronomie » (BCAL) :**
 - Enjeux liés à une **diversification** des situations de culture avec un recours aux intrants moins systématique
 - Evaluation **multicritères** (économique, social, environnemental)
 - Les évolutions sont **plus rapides**, marquées par des **ruptures**, et résultent d'**interactions** entre facteurs
 - l'agronome doit savoir fédérer **d'autres compétences** pour concevoir et évaluer des SC innovants et durables



Le prototypage pour la conception de SCI

▪ Une question initiale

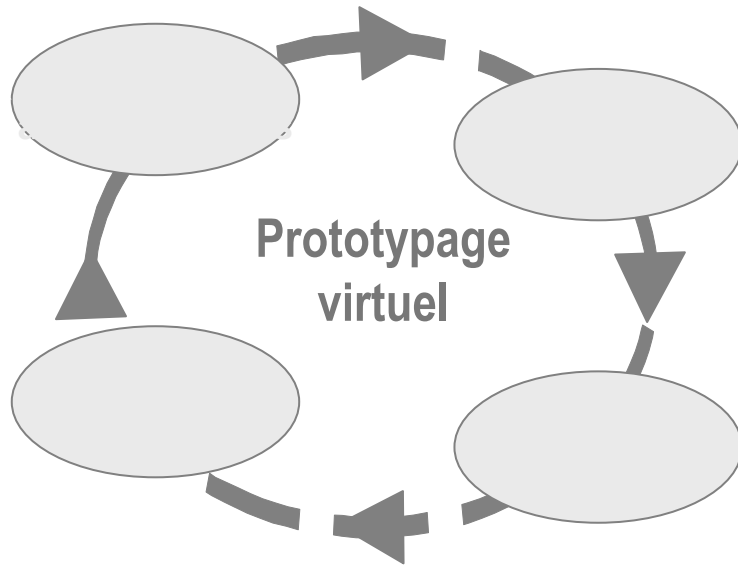
- Comment mobiliser des **savoirs répartis** pour mieux comprendre une situation agricole complexe et inédite, et pour élaborer des solutions pertinentes ?

▪ Deux principes d'organisation

- Travailler en **boucles de recherche**
- Valoriser les savoirs des **experts** (plutôt génériques) et les savoirs des **utilisateurs** (plutôt locaux)

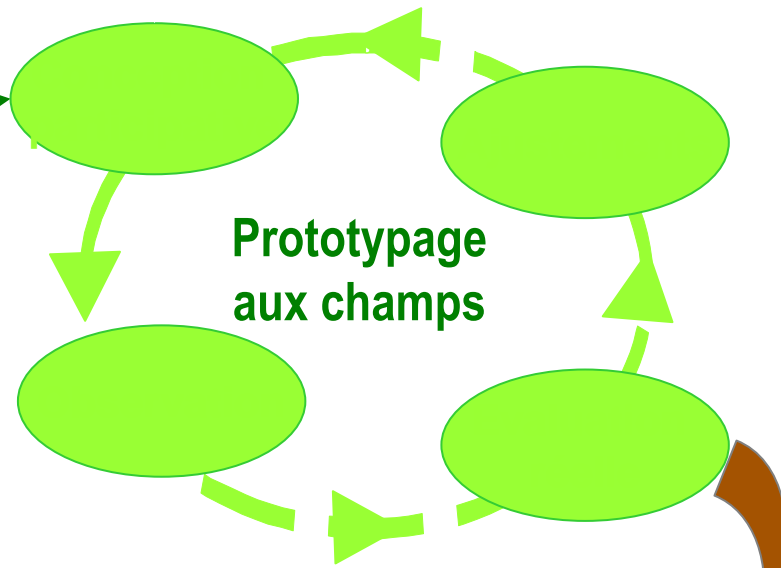
▪ Deux étapes

- Une étape **d'exploration** virtuelle de solutions innovantes à dire d'experts
- Une étape **participative** de mise au point, d'expérimentation et d'évaluation au champ



Phase d'exploration
à dire d'experts

Phase de mise au point
avec les utilisateurs

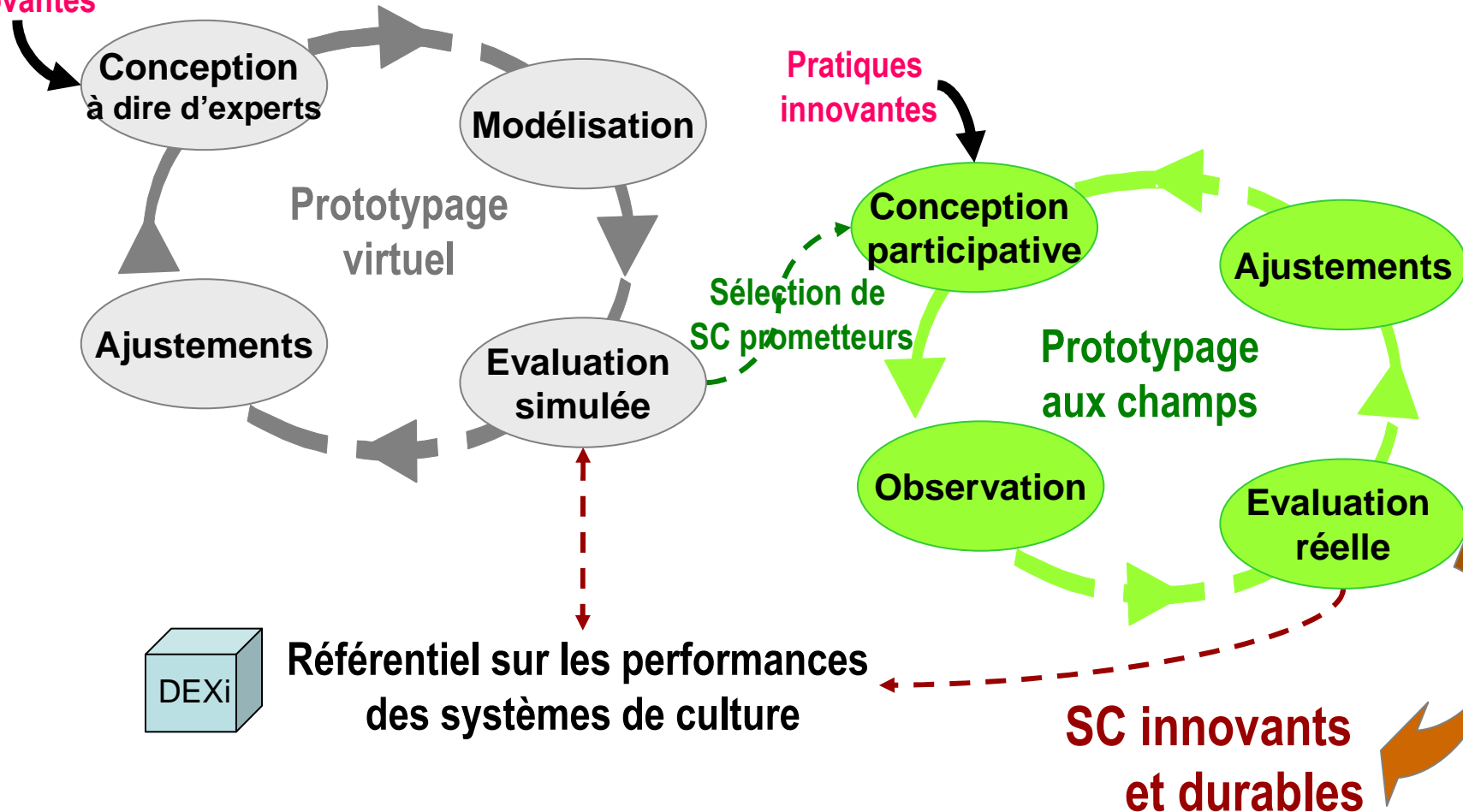


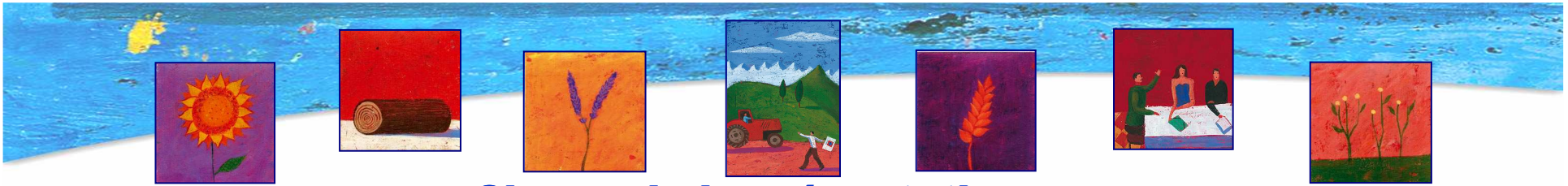
**SC innovants
et durables**



Techniques innovantes

Jeu de contraintes

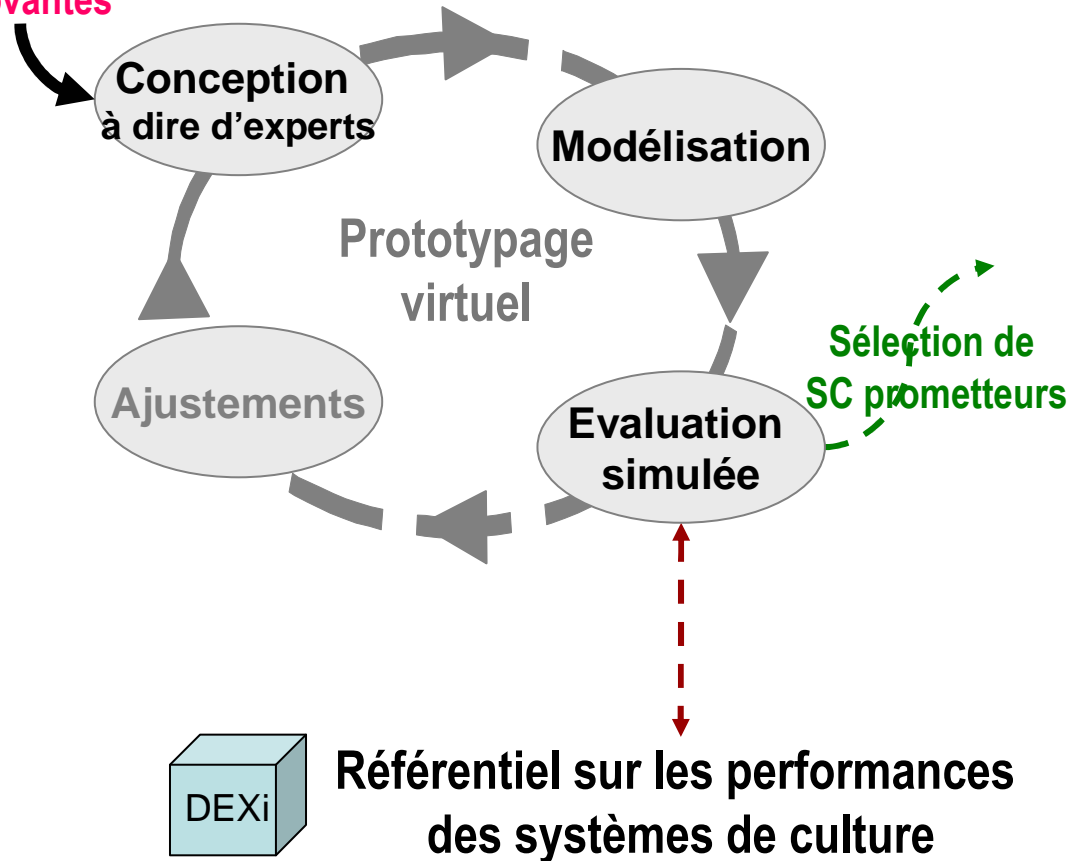




Champ de la présentation

Techniques
innovantes

Jeu de contraintes





Les deux expériences de référence

▪ Le projet coton (CIRAD et UMR System)

- Objectif : **diversification des itinéraires techniques** recommandés en culture cotonnière
 - Experts : env. **40 chercheurs et développeurs** du Bénin, du Cameroun, du Mali (agronomes, sélectionneurs, entomologistes, économistes, etc)
- Réf : **Lançon et al, Agron Sust Dev, 2007**

▪ Le projet SCi (ADAR)

- Objectif : mise au point de **SCi répondant à 3 enjeux émergents** (réduction des produits phytosanitaires, maîtrise de l'eau et de l'énergie)
 - Experts : env. **40 chercheurs et agronomes** (INRA, ICTA, CA et Agro-transferts)
- Réf. : **Reau et Landé, rapport final, 2006**



L'élaboration à dire d'experts

- **Les questions préalables (cahier des charges) :**
 - Quelles contraintes à lever, quels enjeux de durabilité ?
 - Quel résultat attendu ?
 - Quels critères d'évaluation ?
 - Quelle SC de référence ?
- **La conception d'un prototype :**
 - Partager une représentation du SC
 - Inventorier les techniques pertinentes
 - Décrire le prototype
- **L'évaluation du prototype :**
 - Évaluer les performances par rapport à l'enjeu principal
 - Sélectionner les prototypes candidats par rapport à l'ensemble des critères



Exemple de cahier des charges (cas « Coton »)

<p>Contexte</p>	<p>Un producteur de coton du Mali exploite une ferme située en climat Soudano-sahélien. Les principaux ennemis sont deux insectes piqueurs- suceurs, deux chenilles de la capsule, et une bactériose.</p> <p>Par manque de main-d'œuvre, ce petit producteur doit semer certaines parcelles en retard et s'expose à une pluviosité réduite. Il peut disposer facilement des intrants nécessaires. Il vend sa production brute à un prix fixé à l'avance par les égreneurs locaux. Il doit gérer des pics de main-d'œuvre au semis et à la récolte.</p>
<p>Objectif</p>	<p>Proposer un itinéraire technique performant dans le contexte décrit</p>
<p>Critères</p>	<p>Relèvent des trois piliers du développement durable (performances économique, sociale et environnementale)</p>
<p>Référence</p>	<p>L'itinéraire technique recommandé aux agriculteurs dans la zone de culture</p>



Evaluation multicritères (cas « Coton » et ADAR)

Durabilité	Critères	Coton	ADAR
Économique	Production au champ	++	+
	Qualité produit	+	
	Revenu agriculteur	++	+
	Productivité du travail	+	
Sociale	Charge de travail	+	+
	Technicité	+	+
	Risque économique	+	+
Environnementale	Érosion sol		+
	Coût énergétique		++
	Fertilité chimique	+	
	Fertilité biologique	+	
	Pollution air	+	++
	Pollution eau	+	++



L'élaboration à dire d'experts

- **Les questions préalables (cahier des charges) :**
 - Quelles sont les contraintes à lever ?
 - Quel résultat attendu ?
 - Quels critères d'évaluation ?
 - Quelle SC de référence ?
- **La conception d'un prototype :**
 - Partager une représentation du SC
 - Inventorier les techniques disponibles
 - Décrire le prototype
- **L'évaluation du prototype :**
 - Évaluer les performances par rapport à l'enjeu principal
 - Sélectionner les prototypes candidats par rapport à l'ensemble des critères



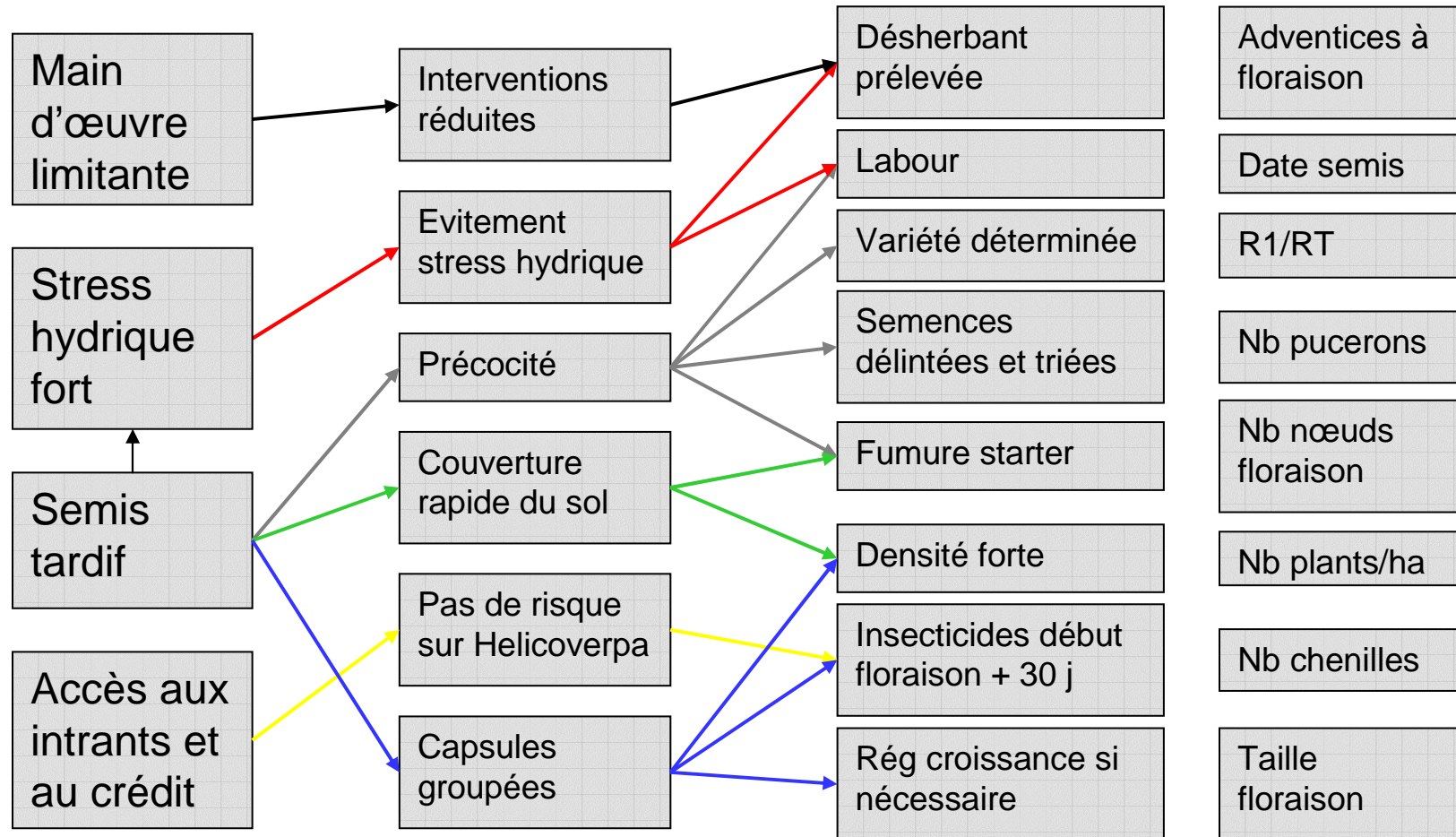
Stratégie et prototype ITK (d'après J. Wery, cas coton)

Cadre de contraintes

Idéotype de couvert

Prototype

Evaluation règle de décision





SC en protection intégrée, gestion des adventices (cas ADAR)

Échelle	Composante du SCi
Territoire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sans objet pour la gestion intégrée des adventices
Parcelle et rotation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rotation 8 ans : Betterave sucrière –Triticale – Luzerne – Luzerne – Blé d’hiver – Chanvre – Pomme de terre – Blé d’hiver ▪ Introduction de cultures compétitives des adventices et de cultures pluriannuelles ▪ Succession de culture pour varier les dates de semis et éviter la spécialisation de flore
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Labour 3 ans / 8 ▪ Nombre impair de labours entre deux pailles successives
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En inter campagne, passage d’outils à dents pour contrôler certaines adventices vivaces ▪ Complément herbicide localisé
Parcelle et itinéraire technique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 à 5 déchaumages selon la durée de l’inter-culture
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réalisation de faux semis ▪ Densités de semis des céréales moyennes à forte ▪ Ecartement étroit des semis des céréales (<15cm) ▪ Retard de dates de semis en céréales d’hiver ▪ Variétés compétitives
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Désherbage mécanique préférentiel ▪ Herbicides uniquement si le salissement augmente par rapport aux années précédentes, et s’il existe des produits efficaces à profil écotoxicologique satisfaisant ▪ Désherbage localisé sur le rang en plantes sarclées ▪ Fauche en luzerne

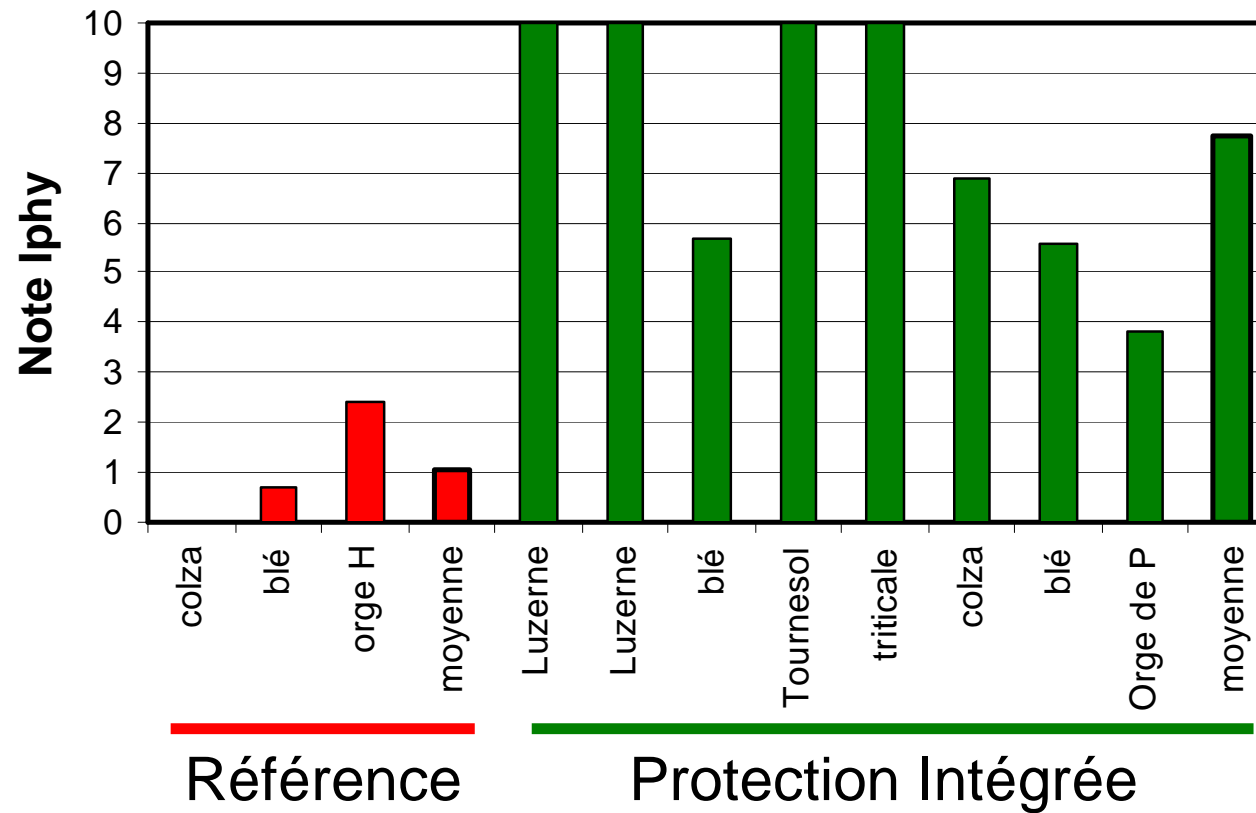


L'élaboration à dire d'experts

- **Les questions préalables (cahier des charges) :**
 - Quelles sont les contraintes à lever ?
 - Quel résultat attendu ?
 - Quels critères d'évaluation ?
 - Quelle SC de référence ?
- **La conception d'un prototype :**
 - Partager une représentation du SC
 - Inventorier les techniques pertinentes
 - Décrire le prototype
- **L'évaluation du prototype :**
 - Évaluer les performances par rapport à l'enjeu principal
 - Sélectionner les prototypes candidats par rapport à l'ensemble des critères

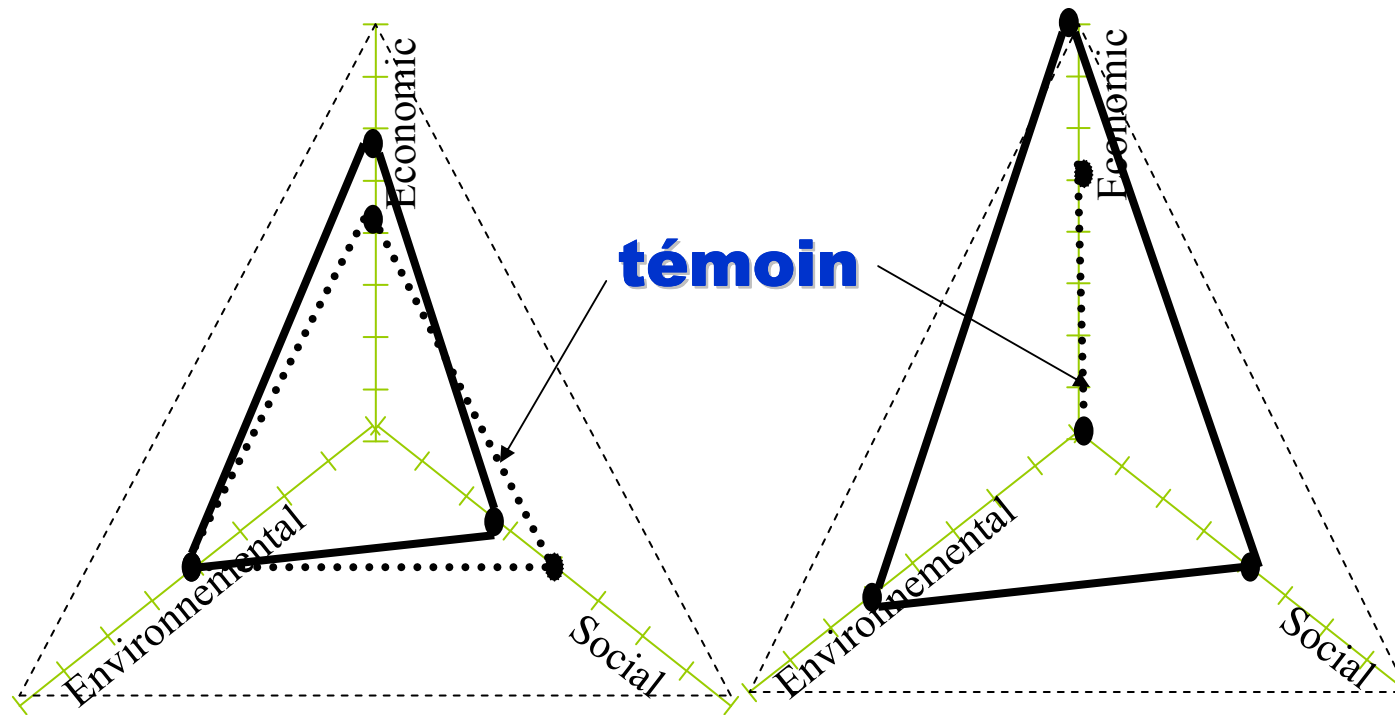


Valeurs prises par l'indicateur environnemental Iphy pour des Sci en protection intégrée (Bourgogne, cas ADAR)





Représentation schématique des trois composantes de la durabilité pour les prototypes de SC



**ITK tardif
cas Coton**

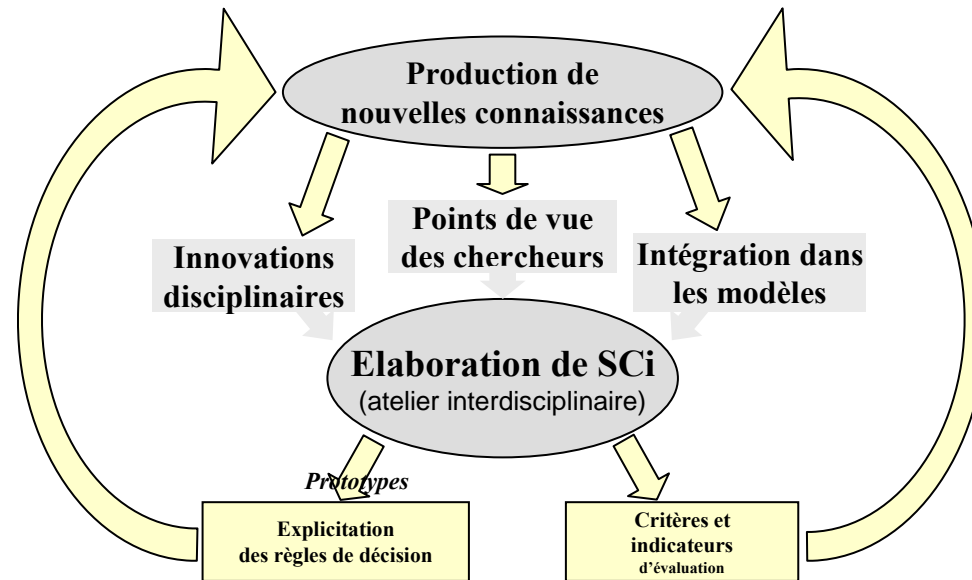
**SC Energie R1
cas ADAR**



Une démarche triplement efficace

▪ Pour organiser la recherche

- Mobiliser des chercheurs pour produire des SCi est une activité structurante car le prototype est un objet interdisciplinaire qui confère un **caractère finalisé aux travaux disciplinaires**





Une démarche triplement efficace

- **Pour organiser la recherche**
 - Mobiliser des chercheurs pour produire des SCi est une activité structurante car le prototype est un objet interdisciplinaire qui confère un caractère finalisé aux travaux disciplinaires

- **Pour impliquer le praticien**
 - A condition d'être couplée avec l'**expérimentation au champ**, elle permet de confirmer le **potentiel** et les **risques** présentés par un SCi particulièrement innovant et de faciliter, « **médier** », les relations entre les acteurs

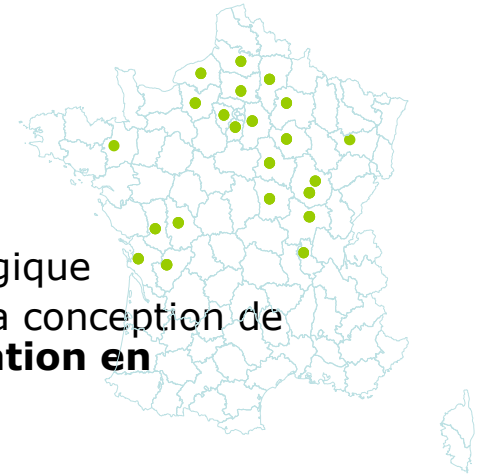
- **Pour contribuer aux défis de l'agriculture durable**
 - La démarche vise à **créer** des SCi, à favoriser l'émergence et la généralisation d'une **culture de l'évaluation multicritères**, à développer des réflexes et des outils d'**intelligence collective**, à stimuler l'**inventivité des disciplines**



Perspectives

▪ Le projet RMT SCi (France) :

- Un **réseau de compétences** avec un projet pédagogique
- Basé sur l'amélioration des **outils/méthodes** pour la conception de SCi, l'implication des **agriculteurs** et **l'expérimentation en réseau**

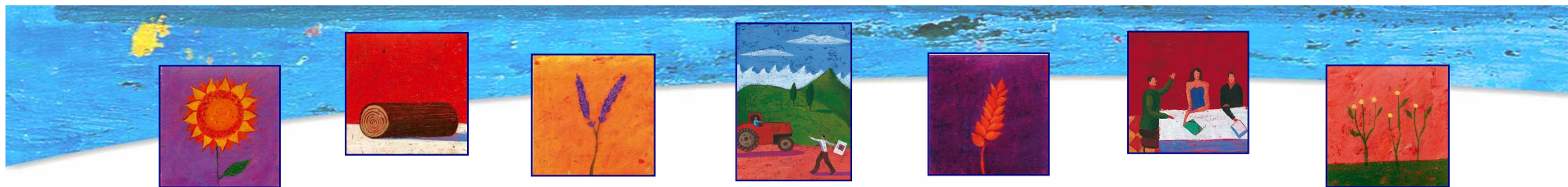


▪ Les travaux de l'UMR System :

- Poursuite de l'expérience de prototypage sur coton jusqu'à **l'expérimentation au champ et l'ajustement** (publié)
- Développement d'une **expérimentation virtuelle** des ITK Coton dans le cadre d'un projet européen (Seamless)
- Extension de la démarche sur **vigne** et en **agroforesterie**

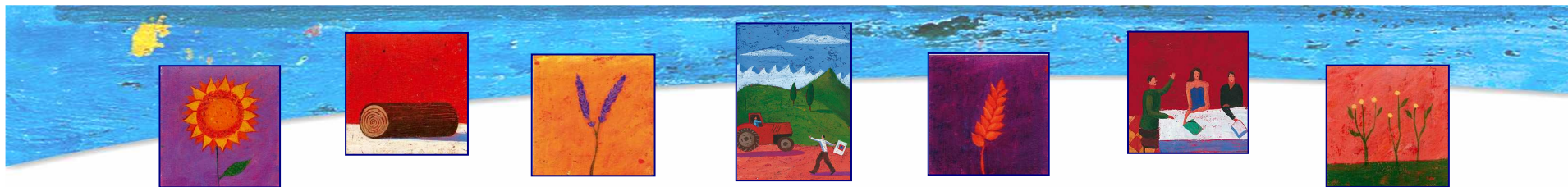
▪ Autres perspectives :

- Un **fort potentiel** d'utilisation en recherche pour le développement, mais qui n'est pas encore répandu sur les terrains du Sud

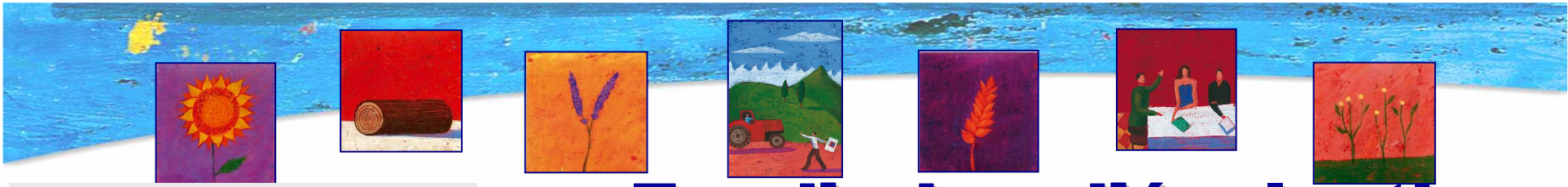


Stratégie SC en production intégrée (Picardie, cas ADAR)

Domaine à maîtriser	Cible	Niveau d'exigence	Stratégie
Alimentation minérale	Azote	Moyenne	Raisonner la fertilisation azotée sur la base d'un objectif de rendement modéré (atteignable un an sur deux)
Contrôle des adventices	Annuelles	Forte	Réduire la pression en adventices : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rotation diversifiée (huit ans), espèces et variétés compétitives ▪ Travail du sol en inter-culture, fréquence de labour raisonnée ▪ Dates de semis permettant l'esquive des infestations ▪ Désherbage mécanique ; sur cultures sarclées, traitements herbicides sur le rang seulement.
	Vivaces		Application d'herbicides localisée sur les tâches.
Contrôle des insectes et ravageurs	Auxiliaires Limaces /Carabes	Forte	Favoriser les auxiliaires en aménageant des espaces enherbés avec des espèces favorables <ul style="list-style-type: none"> ▪ Installer des 'plantes pièges' ▪ Utiliser le travail du sol en inter-culture (déchaumages et faux semis, labours peu profonds)
Contrôle des maladies	Maladies aériennes	Forte	Conduite « blé rustique » pour blé d'hiver Fongicides rares pour betterave



Plateaux de BOURGOGNE	ACTUEL	BIOAG R1	BIOAG R2	EAU R1	EAU R2	ENERGIE R1	ENERGIE R2
Durée de la rotation (années)	3	8	8	3	9	4	6
Nombre de passages	16,7	12,1	12,1	12,8	12,5	13,5	13,8
Temps de travail (h/ha/an)	4,3	5,6	5,8	3,7	4,5	3,9	4,8
Produit brut (€/ha/an)	651	439	412	598	550	611	505
Charges opérationnelles (€/ha/an)	441	185	175	289	215	345	235
Charges mécanisat.+MO (€/ha/an)	285	341	326	250	281	267	287
Marge brute (€/ha/an)	410	454	436	509	536	466	469
Marge nette (€/ha/an)	125	113	110	260	255	200	183
Cout énergétique (GJ/ha)	11,0	7,2	7,5	10,0	8,0	8,9	8,7
Produit énergétique (GJ/ha/an)	90,6	87,6	86,8	83,4	92,3	83,8	106,4
Efficiencce énergétique (ratio)	8,2	12,2	11,6	8,4	11,6	9,4	12,3
Bilan énergétique (GJ/ha/an)	79,6	80,5	79,3	73,5	84,3	74,8	97,7
EROSION (0 à 3)	2	2	2	1	1	2	2
Nombre doses homolog. (/ha/an)	8,3	0,8	0,2	3,3	1,3	5,2	2,5
Iphy eaux superficielles (0 à 10)	9,2	9,9	10	9,4	9,4	9,1	9,4
Iphy eaux profondes (0 à 10)	7,9	9,4	10	7,4	8,2	7,3	8,2
Lessivage nitrates (kg NO3-N/ha/an)	63	53	38	42	20	60	50
Pertes ammoniac (kg NH3-N/ha/an)	11	1	1	10	6	3	2
Pertes protoxyde N (kg N2O N/ha/an)	2,4	2,3	2,4	2,0	2,7	2,4	3,1
Iphy air (0 à 10)	7,5	9,8	10	8,3	9,2	8	8,2



Ex. d'arbre d'évaluation

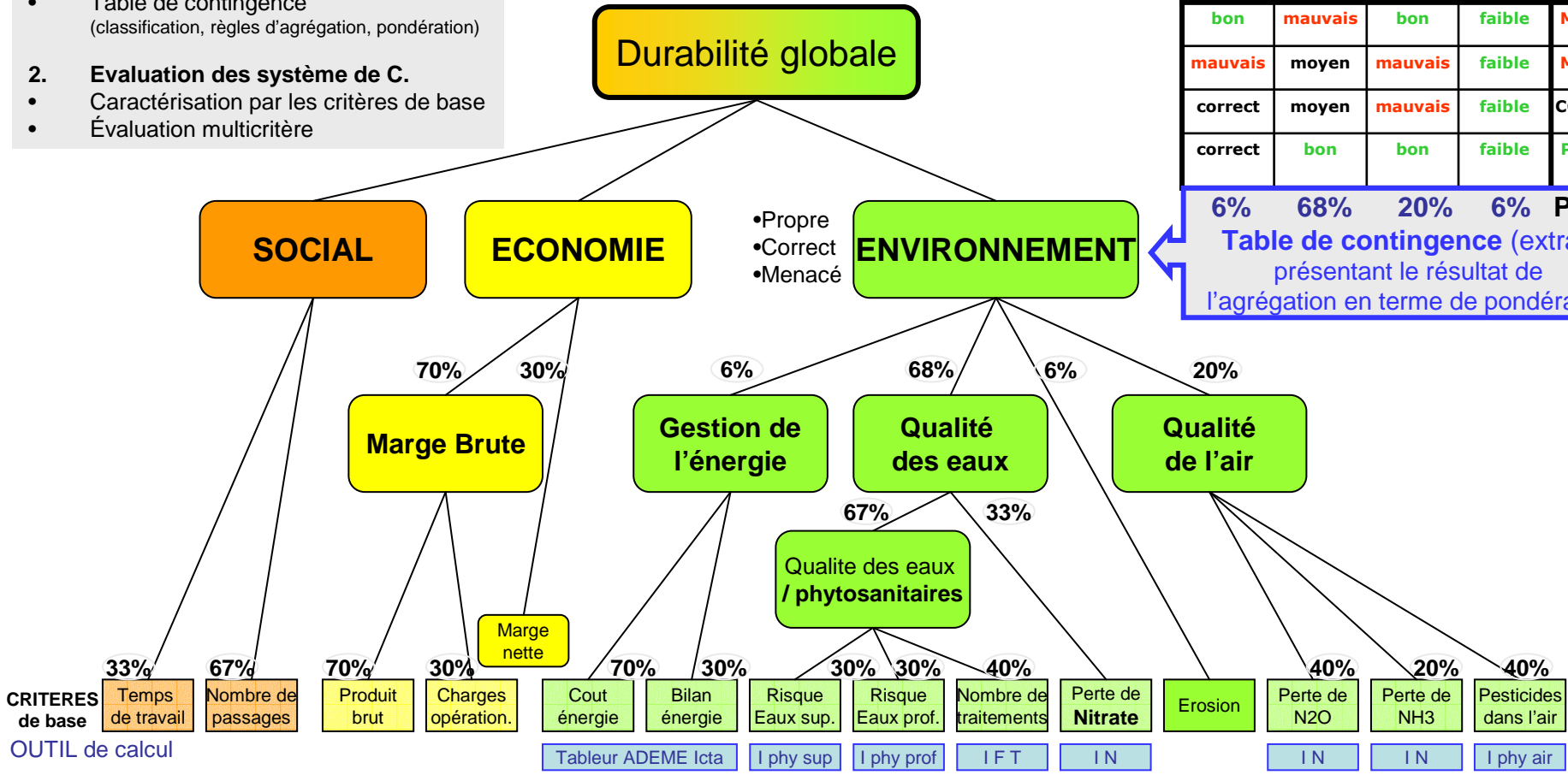
Plateaux de Bourgogne - ADAR SCI 2005-2006

Evaluation de la durabilité

1. **Construction de l'arbre d'évaluation**
 - Choix et organisation des critères (de base et intermédiaires)
 - Table de contingence (classification, règles d'agrégation, pondération)
2. **Evaluation des système de C.**
 - Caractérisation par les critères de base
 - Évaluation multicritère

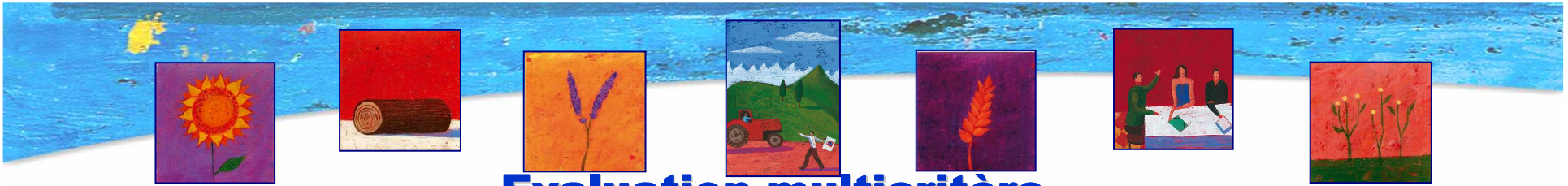
Gestion Energie	Qualité Eaux	Qualité Air	Risque Erosion	ENVIRONNEMENT
bon	mauvais	bon	faible	MENACE
mauvais	moyen	mauvais	faible	MENACE
correct	moyen	mauvais	faible	CORRECT
correct	bon	bon	faible	PROPRE

6% 68% 20% 6% Poids
Table de contingence (extrait)
 présentant le résultat de l'agrégation en terme de pondération

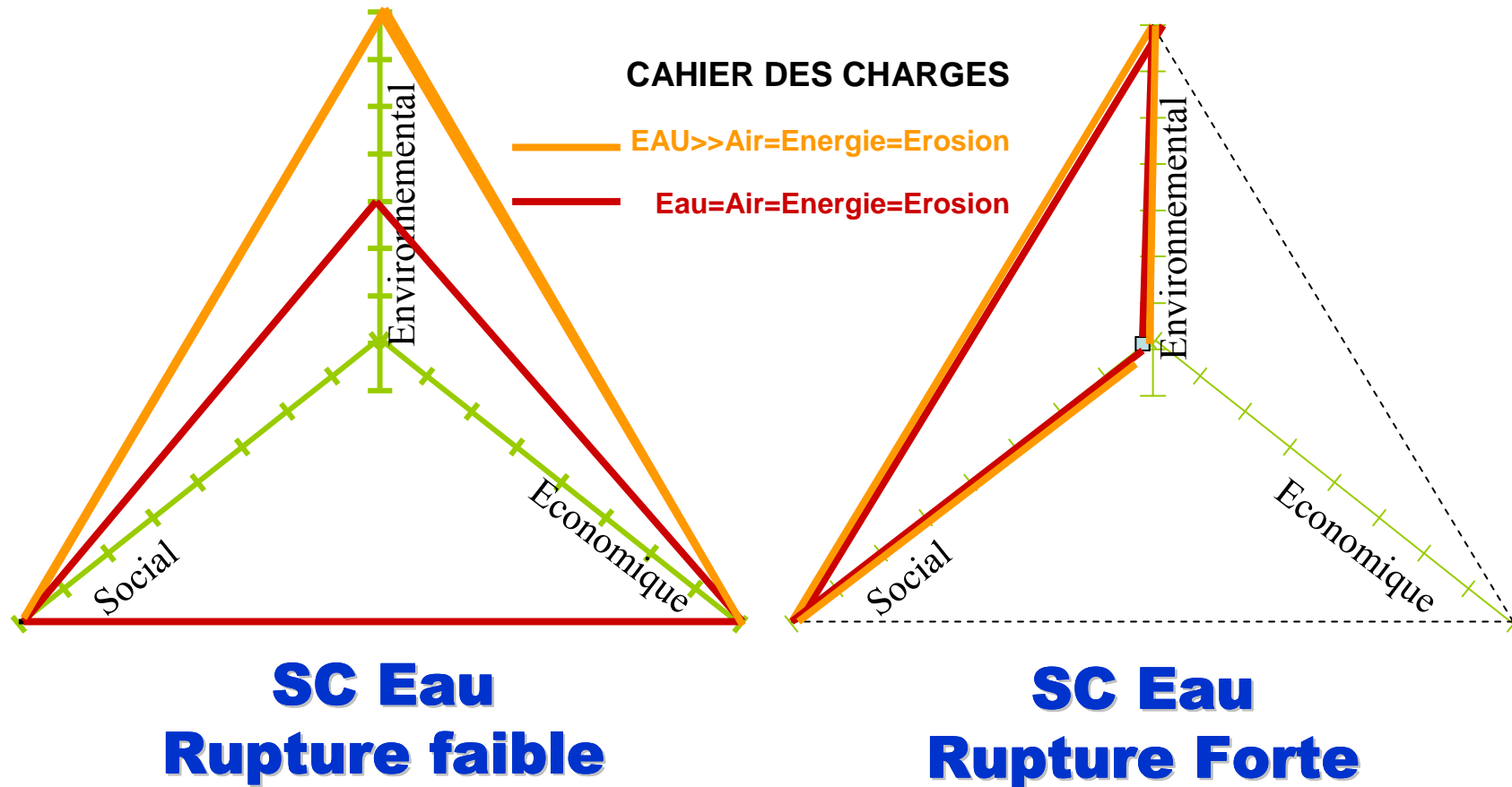


Paris 27 mars 2008

Journée « systèmes de culture innovants et durables » 24



Evaluation multicritère de 2 prototypes de systèmes de culture suivant 2 cahiers des charges régionaux





Le Réseau Mixte de Technologie Systèmes de culture innovants

1.09.2007 – 31.08.2011

Un réseau de compétences

**Pour développer des
démarches opérationnelles
de conception et d'évaluation**

**Et fédérer dans un réseau
multilocal d'expérimentations
pluriannuelles**

