

## Unité Mixte de Recherche Agronomie

Unité Expérimentale Grandes Cultures Versailles-Grignon

# Accueil



28 février  
2019  
AgroParisTech  
Paris (5<sup>ème</sup>)

Inscriptions  
ouvertes

## 20 ans d'évaluation de Systèmes de Culture Innovants

Journée de conférences  
et d'échanges

Expérimentation système  
S.I.C. (2008-2018)

Expérimentation système  
La Cage (1998-2018)

Dispositifs conduits sur les terrains de l'Unité Expérimentale Inra Grandes Cultures de Versailles-Grignon



# PROGRAMME DE LA JOURNEE

**10h00–10h15 : Introduction.** Thierry Doré, directeur de la recherche et de la valorisation d'AgroParisTech

**10h15–10h35 : Les expérimentations-systèmes et leurs progrès.** Thierry Doré, AgroParisTech

**10h40-11h40 : Conception pas à pas et évaluation de systèmes innovants en grande culture : quels enseignements de 20 ans d'essais de La Cage?** Jean-Marc Meynard Inra

**11h45–12h45 : Comment et combien produire en réduisant la consommation d'énergie fossile, les émissions de GES ou en s'interdisant l'utilisation de pesticides? Acquis de 10 années d'évaluation de systèmes de culture issus du dispositif de plein champ S.I.C.** Caroline Colnenne-David, Inra

**13h00–14h00 : Déjeuner pris dans la salle du centenaire**

**14h00–14h30 : En quoi les essais systèmes de culture permettent-ils de répondre aux enjeux de la réduction des produits phytosanitaires ?** Muriel Valantin-Morison, Inra

**14h30–15h00 : Quels systèmes de culture pour stocker du carbone dans le sol ?** Bruno Mary, Inra

**15h00–15h30 : Impacts de systèmes de culture innovants sur la biodiversité associée** Mickaël Hedde, Inra

**15h30–16h30 : Table ronde. Quels enseignements et quelles perspectives pour les expérimentations-systèmes?** Animatrice : Violaine Deytieux (Inra) – Participants : Pierre Gégou (agriculteur en Ile-de-France), Julien Halska (Chambre d'agriculture de Saône et Loire), Clotilde Toqué (Arvalis), Lionel Alletto (Chambre d'agriculture d'Occitanie), Jean-Marc Meynard (directeur de recherche, Inra)

**16h30–17h00 : Conclusion** Marie-Hélène Jeuffroy, adjointe au chef du département Environnement et Agronomie, Inra

## Unité Mixte de Recherche Agronomie

Unité Expérimentale Grandes Cultures Versailles-Grignon

# Introduction



28 février  
2019  
AgroParisTech  
Paris (5<sup>ème</sup>)

Inscriptions  
ouvertes

20 ans  
d'évaluation de  
Systèmes de  
Culture  
Innovants

Journée de conférences  
et d'échanges

Expérimentation système  
S.I.C. (2008-2018)

Expérimentation système  
La Cage (1998-2018)

Dispositifs conduits sur les terrains de l'Unité Expérimentale Inra Grandes Cultures de Versailles-Grignon

INRA SCIENCE & IMPACT  
AgroParisTech  
université PARIS-SACLAY

LabEx BASC  
Biodiversité, Agroécosystèmes,  
Société, Climat

ÉCOPHYTO  
DEPHY

Thierry Doré



« 20 ans d'évaluation de Systèmes de Culture Innovants : Paris, 28 février 2019 »

## Unité Mixte de Recherche Agronomie

Unité Expérimentale Grandes Cultures Versailles-Grignon

28 février  
2019  
AgroParisTech  
Paris (6<sup>ème</sup>)

Inscriptions  
ouvertes

20 ans  
d'évaluation de  
Systèmes de  
Culture  
Innovants

Journée de conférences  
et d'échanges

Expérimentation système  
S.I.C. (2008-2018)

Expérimentation système  
La Cage (1998-2018)

Dispositifs conduits sur les terrains de l'Unité Expérimentale Inra Grandes Cultures de Versailles-Grignon

INRA **AgroParisTech** LabEx **BASC** **ÉCOPHYTO**  
SCIENCE & IMPACT université **PARIS-SACLAY** Département Agroécosystèmes, Société, Climat DEPHY

# Les expérimentations-systèmes et leurs progrès – Objectifs de la journée

Thierry Doré



# Introduction

Les expérimentations-systèmes valent d'être connues et commentées :

- Du point de vue méthodologique
- Du point de vue de leur contribution aux transitions agricoles

## Trois points

- ❖ **Les expérimentations-systèmes : une histoire...**
- ❖ **... et une actualité**
- ❖ **Objectifs de la journée**

# Une histoire

# Un premier « grand ancêtre » : les essais « rotation »

*Agronomie*, 1984, 4 (10), 915-925.

---

Perspectives de valorisation d'un milieu par des assolements de grandes cultures : essais d'optimisation technico-économique. II. — Exemples d'assolements : résultats techniques et agronomiques

---

Jean-Robert MARTY, Maurice CABELGUENNE & Jackie PUECH

avec la participation d'Alain HILAIRE (\*) et la collaboration des Techniciens de la Station d'Agronomie

*I.N.R.A., Station d'Agronomie, Centre de Recherches de Toulouse, B.P. 12, F 31320 Castanet-Tolosan*

*(\*) Chambre d'Agriculture de la Haute-Garonne, 61, allées de Brienne, F 31000 Toulouse*



# Un premier « grand ancêtre » : les essais « rotation »

TABLEAU 1

*Rotations expérimentées et reconstituées constituant les assolements.  
Rotations tested and reconstituted for the choice of land use.*

Rotations en essais (1969-81)

Binômes étudiés

(cultures d'été irriguées ou non)

maïs continu  
maïs-blé  
maïs-blé-orge  
sorgho continu  
sorgho-blé  
pois-blé-colza-blé  
pois-blé-féverole (pois)-blé  
soja-blé-colza-blé  
luzerne (3)-blé-maïs-blé-orge  
→ ray-grass-sorgho-tournesol-orge

maïs-blé  
sorgho-blé  
colza-blé  
féverole (pois)-blé  
tournesol-blé  
soja-blé  
  
féverole-colza  
colza-sorgho  
sorgho-pois

colza-soja  
sorgho-soja  
maïs-soja  
tournesol-soja  
  
maïs-tournesol  
sorgho-tournesol  
tournesol-orge

## **Objectifs majeurs de ces essais :**

**Comparer des rotations toutes choses égales par ailleurs, du point de vue de leurs performances (par exemple efficacité d'utilisation de l'eau)**

**Permettre l'analyse du fonctionnement de l'agroécosystème sur une succession (environnement instrumenté)**

**Affiner le pilotage des cultures dans une succession (pilotage de l'irrigation par exemple)**

# Un second « grand ancêtre » : les essais « travail du sol »

ESSAI TRAVAIL DU SOL DE BOIGNEVILLE

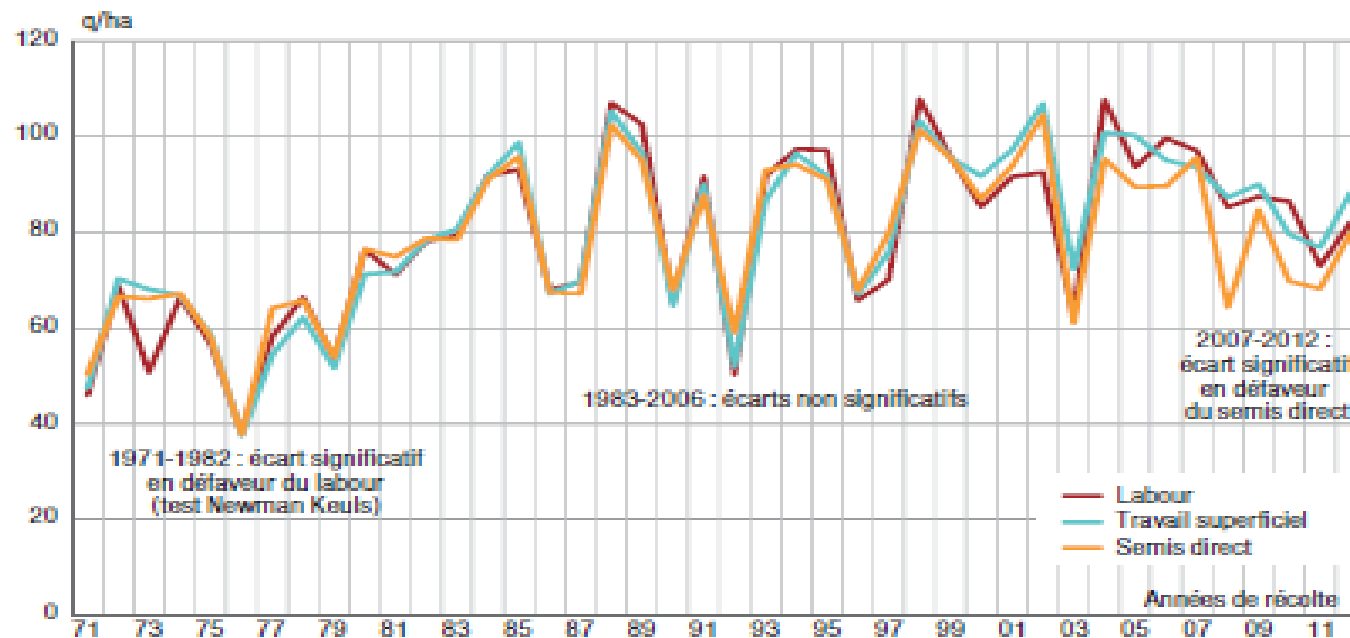
## UNE ROTATION MAÏS-BLÉ propice au travail du sol réduit



Les modalités « semis direct » sont réellement implantées sans travail du sol sur le rang du maïs depuis 2002.

# Un second « grand ancêtre » : les essais « travail du sol »

**BLÉ TENDRE : des rendements équivalents entre techniques jusqu'aux années 2000**



**Figure 1 : Rendement du blé tendre d'hiver derrière maïs grain selon la technique d'implantation.**

## **Objectifs majeurs de ces essais :**

**Evaluer les effets à long terme de pratiques monotones (sur le milieu, et sur les performances agronomiques et économiques des successions pratiquées)**

**Affiner la conduite des cultures sous ces pratiques monotones**

# Le tournant des années 1990 : les essais-systèmes

**DERF**

Direction de  
l'Espace Rural  
et de la Forêt

**ACTA**

ASSOCIATION DE COORDINATION  
TECHNIQUE AGRICOLE

## Comité Potentialités

# Expérimenter sur les conduites de cultures :

Un nouveau savoir-faire  
au service d'une agriculture en mutation

JOURNÉE TECHNIQUE — 10 JANVIER 1996

INA-PG Amphi Tisserand  
16, rue Claude-Bernard  
75005 Paris

**DERF**

Direction de  
l'Espace Rural  
et de la Forêt

**ACTA**

ASSOCIATION DE COORDINATION  
TECHNIQUE AGRICOLE

## Comité Potentialités

# Expérimenter sur les conduites de cultures:

Un nouveau savoir-faire  
au service d'une agriculture en mutation

JOURNÉE TECHNIQUE — 10 JANVIER 1996

INA-PG Amphi Tisserand  
16, rue Claude-Bernard  
75005 Paris



## PROGRAMME

9 <sup>h</sup> - 9 <sup>h</sup> 20	Accueil	
9 <sup>h</sup> 20 - 9 <sup>h</sup> 30	Présentation de la journée, par Ghislaine URBANO, de la DERF, et ouverture, par Claude HENRY, Vice-Président de la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire	
9 <sup>h</sup> 30 - 9 <sup>h</sup> 45	Introduction, par C. SCHVARTZ, I.S.A. de Lille, animateur de la journée	page 7

### Première partie Des références à l'année et à la parcelle

9 <sup>h</sup> 45 - 10 <sup>h</sup> 10	— Diagnostic régional sur la diversité des itinéraires techniques <i>F. KOCKMANN, A. VILLARD, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire ; B. FABRE, Y. GAUTRONNEAU, CEREF-ISARA ; A. LESEIGNEUR, ENESAD ; M. MANGIN, ITCF</i>	
		page 9

10 <sup>h</sup> 10 - 10 <sup>h</sup> 35	— Construction des itinéraires techniques : estimer les potentialités pour fixer des objectifs de rendement <i>J. LORGEOU, AGPM ; F. LIMAUX, Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine ; R. KOLLER, Association Relance Agronomique Alsace</i>	
		page 27

10 <sup>h</sup> 35 - 11 <sup>h</sup>	Pause	
11 <sup>h</sup> - 11 <sup>h</sup> 25	— Des essais factoriels aux essais conduites de cultures <i>R. REAU, CETIOM ; J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; C. GITTON, Mission Eau Nitrates</i>	page 52

11 <sup>h</sup> 25 - 11 <sup>h</sup> 50	— Évaluation expérimentale des itinéraires techniques <i>J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; R. REAU, CETIOM ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; P. SAULAS, INRA Agronomie Grignon</i>	
		page 63

11 <sup>h</sup> 50 - 12 <sup>h</sup> 20	Débat	
---	-------	--

### Deuxième partie Des références pluriannuelles et au niveau de l'exploitation

14 <sup>h</sup> 20 - 14 <sup>h</sup> 45	— Conduite coordonnée de deux cultures successives <i>T. DORE, INA-PG ; P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse</i>	
		page 73

14 <sup>h</sup> 45 - 15 <sup>h</sup> 10	— Production de références sur les successions de cultures <i>P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse ; P. VIAUX, ITCF ; T. DORE, INA-PG</i>	
		page 87

15 <sup>h</sup> 10 - 15 <sup>h</sup> 35	Pause	
15 <sup>h</sup> 35 - 16 <sup>h</sup>	— Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes ou fermes pilotes <i>J. MASSE, P. VIAUX, N. VERJUX, P. RETAUREAU, C. COTTET, ITCF</i>	page 99

16 <sup>h</sup> - 16 <sup>h</sup> 25	— Évaluation économique des conséquences d'un changement de système de culture <i>B. FABRE, CEREF-ISARA ; F. KOCKMANN, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire</i>	
		page 115

16 <sup>h</sup> 25 - 17 <sup>h</sup>	Débat	
17 <sup>h</sup> - 17 <sup>h</sup> 20	— Conclusion et perspectives <i>A. CAPILLON, INA-PG</i>	page 127

## PROGRAMME

Des essais  
factoriels aux  
essais conduite  
de culture :  
introduction de la  
notion de « tests  
d'itinéraires  
techniques  
conduits par  
des règles de  
décision », sur  
la base d'une  
autre branche  
généalogique

9 <sup>h</sup> - 9 <sup>h</sup> 20	Accueil		
9 <sup>h</sup> 20 - 9 <sup>h</sup> 30	Présentation de la journée, par Ghislaine URBANO, de la DERF, et ouverture, par Claude HENRY, Vice-Président de la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire		
9 <sup>h</sup> 30 - 9 <sup>h</sup> 45	Introduction, par C. SCHVARTZ, I.S.A. de Lille, animateur de la journée		page 7
	Première partie		
	Des références à l'année et à la parcelle		
9 <sup>h</sup> 45 - 10 <sup>h</sup> 10	— Diagnostic régional sur la diversité des itinéraires techniques F. KOCKMANN, A. VILLARD, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire ; B. FABRE, Y. GAUTRONNEAU, CEREF-ISARA ; A. LESEIGNEUR, ENESAD ; M. MANGIN, ITCF		page 9
10 <sup>h</sup> 10 - 10 <sup>h</sup> 35	— Construction des itinéraires techniques : estimer les potentialités pour fixer des objectifs de rendement J. LORGEOU, AGPM ; F. LIMAUX, Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine ; R. KOLLER, Association Relance Agronomique Alsace		page 27
10 <sup>h</sup> 35 - 11 <sup>h</sup>	Pause		
11 <sup>h</sup> - 11 <sup>h</sup> 25	— Des essais factoriels aux essais conduites de cultures R. REAU, CETIOM ; J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; C. GITTON, Mission Eau Nitrates		page 52
11 <sup>h</sup> 25 - 11 <sup>h</sup> 50	— Évaluation expérimentale des itinéraires techniques J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; R. REAU, CETIOM ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; P. SAULAS, INRA Agronomie Grignon		page 63
11 <sup>h</sup> 50 - 12 <sup>h</sup> 20	Débat		
	Deuxième partie		
	Des références pluriannuelles et au niveau de l'exploitation		
14 <sup>h</sup> 20 - 14 <sup>h</sup> 45	— Conduite coordonnée de deux cultures successives T. DORE, INA-PG ; P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse		page 73
14 <sup>h</sup> 45 - 15 <sup>h</sup> 10	— Production de références sur les successions de cultures P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse ; P. VIAUX, ITCF ; T. DORE, INA-PG		page 87
15 <sup>h</sup> 10 - 15 <sup>h</sup> 35	Pause		
15 <sup>h</sup> 35 - 16 <sup>h</sup>	— Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes ou fermes pilotes J. MASSE, P. VIAUX, N. VERJUX, P. RETAUREAU, C. COTTET, ITCF		page 99
16 <sup>h</sup> - 16 <sup>h</sup> 25	— Évaluation économique des conséquences d'un changement de système de culture B. FABRE, CEREF-ISARA ; F. KOCKMANN, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire		page 115
16 <sup>h</sup> 25 - 17 <sup>h</sup>	Débat		
17 <sup>h</sup> - 17 <sup>h</sup> 20	— Conclusion et perspectives A. CAPILLON, INA-PG		page 127

## PROGRAMME

# Evaluation expérimentale des itinéraires techniques : introduction des notions d'« évaluation par rapport aux objectifs » et d'« évaluation des hypothèses agronomiques » sous-jacentes aux RDD

<p>9<sup>h</sup> - 9<sup>h</sup>20    Accueil</p> <p>9<sup>h</sup>20 - 9<sup>h</sup>30    Présentation de la journée, par Ghislaine URBANO, de la DERF, et ouverture, par Claude HENRY, Vice-Président de la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire</p> <p>9<sup>h</sup>30 - 9<sup>h</sup>45    Introduction, par C. SCHVARTZ, I.S.A. de Lille, animateur de la journée</p>	<p style="text-align: right;">page 7</p>
<p>Première partie Des références à l'année et à la parcelle</p>	<p>Deuxième partie Des références pluriannuelles et au niveau de l'exploitation</p>
<p>9<sup>h</sup>45 - 10<sup>h</sup>10 — Diagnostic régional sur la diversité des itinéraires techniques <i>F. KOCKMANN, A. VILLARD, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire ; B. FABRE, Y. GAUTRONNEAU, CEREF-ISARA ; A. LESEIGNEUR, ENESAD ; M. MANGIN, ITCF</i></p> <p style="text-align: right;">page 9</p> <p>10<sup>h</sup>10 - 10<sup>h</sup>35 — Construction des itinéraires techniques : estimer les potentialités pour fixer des objectifs de rendement <i>J. LORGEOU, AGPM ; F. LIMAUX, Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine ; R. KOLLER, Association Relance Agronomique Alsace</i></p> <p style="text-align: right;">page 27</p> <p>10<sup>h</sup>35 - 11<sup>h</sup>    Pause</p> <p>11<sup>h</sup> - 11<sup>h</sup>25 — Des essais factoriels aux essais conduites de cultures <i>R. REAU, CETIOM ; J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; C. GITTON, Mission Eau Nitrates</i></p> <p style="text-align: right;">page 52</p> <p>11<sup>h</sup>25 - 11<sup>h</sup>50 — Évaluation expérimentale des itinéraires techniques <i>J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; P. REAU, CETIOM ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; P. SAULAS, INRA Agronomie Grignon</i></p> <p style="text-align: right;">page 63</p> <p>11<sup>h</sup>50 - 12<sup>h</sup>20    Débat</p>	<p>14<sup>h</sup>20 - 14<sup>h</sup>45 — Conduite coordonnée de deux cultures successives <i>T. DORE, INA-PG ; P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse</i></p> <p style="text-align: right;">page 73</p> <p>14<sup>h</sup>45 - 15<sup>h</sup>10 — Production de références sur les successions de cultures <i>P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse ; P. VIAUX, ITCF ; T. DORE, INA-PG</i></p> <p style="text-align: right;">page 87</p> <p>15<sup>h</sup>10 - 15<sup>h</sup>35    Pause</p> <p>15<sup>h</sup>35 - 16<sup>h</sup> — Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes ou fermes pilotes <i>J. MASSE, P. VIAUX, N. VERJUX, P. RETAUREAU, C. COTTET, ITCF</i></p> <p style="text-align: right;">page 99</p> <p>16<sup>h</sup> - 16<sup>h</sup>25 — Évaluation économique des conséquences d'un changement de système de culture <i>B. FABRE, CEREF-ISARA ; F. KOCKMANN, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire</i></p> <p style="text-align: right;">page 115</p> <p>16<sup>h</sup>25 - 17<sup>h</sup>    Débat</p> <p>17<sup>h</sup> - 17<sup>h</sup>20 — Conclusion et perspectives <i>A. CAPILLON, INA-PG</i></p> <p style="text-align: right;">page 127</p>

## **Objectifs majeurs de ces essais (à l'échelle annuelle) :**

**Evaluer des conduites innovantes prises comme un tout**

**Les évaluer notamment en rapport avec leurs objectifs propres**

## PROGRAMME

9 <sup>h</sup> - 9 <sup>h</sup> 20	Accueil		
9 <sup>h</sup> 20 - 9 <sup>h</sup> 30	Présentation de la journée, par Ghislaine URBANO, de la DERF, et ouverture, par Claude HENRY, Vice-Président de la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire		
9 <sup>h</sup> 30 - 9 <sup>h</sup> 45	Introduction, par C. SCHVARTZ, I.S.A. de Lille, animateur de la journée		page 7
	Première partie		
	Des références à l'année et à la parcelle		
9 <sup>h</sup> 45 - 10 <sup>h</sup> 10	— Diagnostic régional sur la diversité des itinéraires techniques F. KOCKMANN, A. VILLARD, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire ; B. FABRE, Y. GAUTRONNEAU, CEREF-ISARA ; A. LESEIGNEUR, ENESAD ; M. MANGIN, ITCF		page 9
10 <sup>h</sup> 10 - 10 <sup>h</sup> 35	— Construction des itinéraires techniques : estimer les potentialités pour fixer des objectifs de rendement J. LORGEOU, AGPM ; F. LIMAUX, Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine ; R. KOLLER, Association Relance Agronomique Alsace		page 27
10 <sup>h</sup> 35 - 11 <sup>h</sup>	Pause		
11 <sup>h</sup> - 11 <sup>h</sup> 25	— Des essais factoriels aux essais conduites de cultures R. REAU, CETIOM ; J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; C. GITTON, Mission Eau Nitrates		page 52
11 <sup>h</sup> 25 - 11 <sup>h</sup> 50	— Évaluation expérimentale des itinéraires techniques J.-M. MEYNARD, INRA Agronomie Grignon ; R. REAU, CETIOM ; D. ROBERT, Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine ; P. SAULAS, INRA Agronomie Grignon		page 63
11 <sup>h</sup> 50 - 12 <sup>h</sup> 20	Débat		
	Deuxième partie		
	Des références pluriannuelles et au niveau de l'exploitation		
14 <sup>h</sup> 20 - 14 <sup>h</sup> 45	— Conduite coordonnée de deux cultures successives T. DORE, INA-PG ; P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse		page 73
14 <sup>h</sup> 45 - 15 <sup>h</sup> 10	— Production de références sur les successions de cultures P. DEBAEKE, INRA Agronomie Toulouse, F. VIAUX, ITCF ; T. DORE, INA-PG		page 87
15 <sup>h</sup> 10 - 15 <sup>h</sup> 35	Pause		
15 <sup>h</sup> 35 - 16 <sup>h</sup>	— Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes ou fermes pilotes J. MASSE, P. VIAUX, N. VERJUX, P. RETAUREAU, C. COTTET, ITCF		page 99
16 <sup>h</sup> - 16 <sup>h</sup> 25	— Évaluation économique des conséquences d'un changement de système de culture B. FABRE, CEREF-ISARA ; F. KOCKMANN, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire		page 115
16 <sup>h</sup> 25 - 17 <sup>h</sup>	Débat		
17 <sup>h</sup> - 17 <sup>h</sup> 20	— Conclusion et perspectives A. CAPILLON, INA-PG		page 127

*Production de références sur les systèmes de culture :*  
comparaison des références produites sur des réseaux d'enquête, par simulation, ou par expérimentation

Tableau 1 — Intérêts (+) et limites (—) des méthodes d'étude des successions de culture

Objectifs	Méthodes d'étude		
	Enquête agronomique	Modélisation	Expérimentation
Étudier les effets de la succession des cultures sur la production et le milieu	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Systèmes pratiqués par les agriculteurs</li> <li>— Systèmes alternatifs sous-représentés</li> <li>— Systèmes flexibles : problèmes d'interprétation et de comparaison</li> <li>— Accès à l'histoire culturelle difficile</li> <li>— Confusion d'effets (sol x succession)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Exploration de situations non expérimentées</li> <li>+ Décomposition des interactions</li> <li>+ Prévion long terme</li> <li><del>+ Suivi plus fin</del></li> <li>— Limitation par les connaissances (ex. composantes biologiques)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Test de systèmes «prototypes»</li> <li>+ Comparaison facile (unicité sol/climat)</li> <li>+ Support de modélisation</li> <li>+ <i>Suivi plus fin</i></li> <li>— Coût et durée importants</li> <li>— Représentativité faible (milieu, systèmes)</li> </ul>
Aider à la construction raisonnée des successions de cultures	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Décortiquer le processus de décision des agriculteurs</li> <li>. Connaissances mobilisées</li> <li>. Objectifs et contraintes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Aide à la décision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Test des modèles d'aide à la décision (règles ...)</li> <li>— Étude de flexibilité des choix de successions</li> </ul>

## A l'échelle pluriannuelle :

**L'approche système se développe, mais la conception des systèmes reste un domaine assez flou**

**L'évaluation par rapport à des objectifs n'est pas aussi mûre qu'à l'échelle annuelle**

*... mais on sent que ça va venir*

# SYSTÈMES DE CULTURE INNOVANTS ET DURABLES

2008



**Quelles méthodes**

**pour les mettre au point**

**et les évaluer ?**



## SYSTÈMES DE CULTURE INNOVANTS ET DURABLES

*Accent mis sur*

- *La conception des systèmes*
- *Les méthodes d'évaluation quantitatives et qualitatives : choix des indicateurs, des métriques, des modes d'agrégation...*



**Quelles méthodes**

**pour les mettre au point**

**et les évaluer ?**



# Sommaire

Avant-propos.....	9
Introduction générale - Produire autrement: réinventer les systèmes de culture..... (Jean-Marc Meynard)	11
Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale? ..... (Christian Bockstaller, Marie-Béatrice Galan, Mathieu Capitaine, Bruno Colomb, Jérôme Mousset, Philippe Viaux)	29
Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture..... (Frédéric Goulet, Frank Pervanchon, Cédric Conteau, Marianne Cerf)	53
Conception de systèmes de culture et de production avec des agriculteurs : partager les connaissances et les compétences pour innover ..... (Pierre Mischler, Henri Hocdé, Bernard Triomphe, Bertrand Omon)	71
Élaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants ..... (Jacques Lançon, Raymond Reau, Michel Cariolle, Nicolas Munier-Jolain, Bertrand Omon, Marie-Sophie Petit, Philippe Viaux, Jacques Wery)	91
Utilisation des modèles pour l'aide à la conception et à l'évaluation d'innovations techniques en production végétale: bilan et perspectives ..... (Marie-Hélène Jeuffroy, Jacques-Eric Bergez, Christophe David, Francis Flénet, Philippe Gate, Chantal Loyce, Fabienne Maupas, Jean-Marc Meynard, Raymond Reau, Caroline Surleau- Chambenoit)	109
Méthodes d'évaluation en réseau d'itinéraires techniques potentiellement innovants : nouveaux acquis opérationnels ..... (Chantal Loyce, Irène Félix, Christine Bouchard, Pierre Mischler, Bertrand Omon, Bernard Rolland, Muriel Valantin-Morison)	129
Évaluation des systèmes de culture en stations et en exploitations agricoles : où en sont les méthodes? ..... (Philippe Debaeke, Marie-Sophie Petit, Michel Bertrand, Pierre Mischler, Nicolas Munier-Jolain, Jean-Marie Nolot, Raymond Reau, Nathalie Verjux)	149
Conclusion générale (Jack Massé, Thierry Doré).....	169



Contents lists available at ScienceDirect

## European Journal of Agronomy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eja](http://www.elsevier.com/locate/eja)

## Diversity of methodologies to experiment Integrated Pest Management in arable cropping systems: Analysis and reflections based on a European network

Martin Lechenet<sup>a,\*</sup>, Violaine Deytieux<sup>b</sup>, Daniele Antichi<sup>c</sup>, Jean-Noël Aubertot<sup>d</sup>, Paolo Bàrberi<sup>e</sup>, Michel Bertrand<sup>f</sup>, Vincent Cellier<sup>b</sup>, Raphaël Charles<sup>g</sup>, Caroline Colnenne-David<sup>f</sup>, Silke Dachbrodt-Saaydeh<sup>h</sup>, Philippe Debaeke<sup>d</sup>, Thierry Doré<sup>f</sup>, Pascal Farcy<sup>b</sup>, César Fernandez-Quintanilla<sup>i</sup>, Gilles Grandeau<sup>f</sup>, Cathy Hawes<sup>j</sup>, Lionel Jouy<sup>k</sup>, Eric Justes<sup>d</sup>, Roman Kierzek<sup>l</sup>, Per Kudsk<sup>m</sup>, Jay Ram Lamichhane<sup>n</sup>, Françoise Lescourret<sup>o</sup>, Marco Mazzoncini<sup>c</sup>, Bo Melander<sup>m</sup>, Antoine Messéan<sup>n</sup>, Anna-Camilla Moonen<sup>e</sup>, Adrian C. Newton<sup>j</sup>, Jean-Marie Nolot<sup>d</sup>, Silvia Panozzo<sup>p</sup>, Patrick Retaureau<sup>k</sup>, Maurizio Sattin<sup>p</sup>, Juergen Schwarz<sup>h</sup>, Clotilde Toqué<sup>k</sup>, Vasileios P. Vasileiadis<sup>p</sup>, Nicolas Munier-Jolain<sup>a</sup>

<b>Factorial design</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantifying the effect of each tested factor</li> <li>- Assessing how tested factors affect cropping system performances to identify trade-offs</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Some tested CS might lack internal consistency</li> <li>- Very labour intensive (high number of treatment combinations)</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Easier valorization of the results in scientific journals (due to quantification of the effects coming from each tested factor)</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Testing treatments combinations with all other attributes being held constant may lead to questionable results</li> <li>- Difficulty to make the experiment be a demonstration platform for farmers</li> </ul>
<b>Systemic design</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Designing a technical combination according to a set of performance objectives</li> <li>- Assessing the consistency of a complex combination of farming techniques</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impossible to distinguish the effect of a technique from the others</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploiting the complementarity between factorial and systemic approaches</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risk to lose the system relevance when analytic questions get higher priority than making a CS consistent with a set of objectives</li> </ul>

Fig. 3. SWOT analysis carried out for the two types of experimental design observed in the IPM-EASE network.

<b>Factorial design</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantifying the effect of each tested factor</li> <li>- Assessing how tested factors affect cropping system performances to identify trade-offs</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Some tested CS might lack internal consistency</li> <li>- Very labour intensive (high number of treatment combinations)</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Easier valorization of the results in scientific journals (due to quantification of the effects coming from each tested factor)</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Testing treatments combinations with all other attributes being held constant may lead to questionable results</li> <li>- Difficulty to make the experiment be a demonstration platform for farmers</li> </ul>
<b>Systemic design</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Designing a technical combination according to a set of performance objectives</li> <li>- Assessing the consistency of a complex combination of farming techniques</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impossible to distinguish the effect of a technique from the others</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploiting the complementarity between factorial and systemic approaches</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risk to lose the system relevance when analytic questions get higher priority than making a CS consistent with a set of objectives</li> </ul>

Fig. 3. SWOT analysis carried out for the two types of experimental design observed in the IPM-EASE network.

<b>Spatial replicate</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Increase statistical power of the results by quantifying the background effects coming from spatial heterogeneity</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Increase experimental workload</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- May provide interesting elements on the way a set of decision-making rules leads to a variety of cropping operation sequences (Definitions II and III of a CS)</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- May be the cause of plot size reduction</li> </ul>
<b>Temporal replicate</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantifying effect coming from inter-annual variability, notably climate and pest pressure variations</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Likely to increase drastically the number of experimental plots</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integration of a "reference crop", common to all cropping systems to provide one more comparison base among cropping systems</li> <li>- Getting an idea of problematic crops since the first year of the experiment</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trade-offs between (i) number of cropping system tested, (ii) number of spatial replicates, (iii) number of temporal replicates and (iv) plot size may lead to reduced length of the crop rotation and consequently often prevent use of crop diversification as a lever to increase cropping system performances</li> </ul>

Fig. 5. SWOT analysis carried out for the two types of experimental layouts observed in the IPM-EASE network.

<b>Fixed cropping system</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Robustness of the results</li> <li>- Easy comparison between cropping systems</li> <li>- Studying the trajectory of (i) the environment and (ii) cropping system performances</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No ongoing improvement of cropping system management</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Approach leading to differentiated environments</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risk of irreversible deterioration of the experimental support</li> </ul>
<b>Iterative-design</b>	<p><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Providing optimized cropping system</li> <li>- Linking the evolution of the CS to the trajectory of performances</li> </ul>	<p><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As cropping system evolves over time, creates additional difficulties to identify the drivers of cropping system performances</li> <li>- Difficulties in comparing the performances of the different treatments over time due to the changes in the combination of techniques</li> </ul>
	<p><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamism around the way to improve cropping system prototype</li> <li>- Production of knowledge about (i) CS design methods and (ii) technical resources needed for the implementation of innovative CS</li> </ul>	<p><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possible difficulties in interpreting the results</li> </ul>

**Fig. 4.** SWOT analysis carried out for the two approaches of temporal management of the cropping systems observed in the IPM-EASE network.

2017



# Guide de l'expérimentateur "système"

Concevoir, conduire et valoriser une expérimentation  
système pour les cultures assolées et pérennes



Quelles étapes ?  
Comment procéder ?  
Quels conseils pour réussir ?



<b>PARTIE INTRODUCTIVE</b>	<b>15</b>
1. Enjeux de la production agricole	15
2. Pourquoi travailler de manière systémique ?	17
a. L'approche systémique en agronomie	17
b. Focus sur le concept de système de culture	19
c. Le système de culture dans une expérimentation "système"	21
d. Expérimentation système versus essais factoriels : intérêts et complémentarités	23
3. L'expérimentation système, les rôles et les étapes	25
a. Objectifs	25
b. Six étapes d'une expérimentation système	27
c. Rôles associés	27
<b>PARTIE 1 Diagnostic et cadrage général de l'expérimentation système</b>	<b>31</b>
1. Cadrage initial, avec identification des enjeux et des problématiques	33
a. À partir d'un état des lieux	33
b. À partir d'éléments imposés au préalable par des commanditaires	35
2. Identification des objectifs des systèmes de culture	35
3. Identification des opportunités et contraintes vers un cadrage ajusté	37
4. Gouvernance de l'expérimentation	39
<b>PARTIE 2 Conception de prototypes de système de culture</b>	<b>41</b>
1. Identification des attentes	43
2. Conception du ou des prototypes de systèmes de culture candidats	45
a. Deux types de conception : "de novo" ou "pas à pas"	45
b. Conception initiale ou en continu	45
c. Cinq principaux rôles des acteurs d'un groupe de conception	47
d. Conception en pratique	49
3. Evaluation <i>ex ante</i> et sélection du ou des prototypes prometteurs	51
4. Description du ou des prototypes prometteurs à tester en expérimentation système	53
<b>PARTIE 3 Construction de l'expérimentation</b>	<b>57</b>
1. Dispositif expérimental	59
a. Nombre de sites	59
b. Site de l'expérimentation	61
c. Choix de la parcelle expérimentale	61
d. Choix d'un système de culture de référence	65
e. Répétitions du système de culture testé	69
f. Echelle temporelle de travail	71
2. Système décisionnel	73
a. Réalisation du corpus de règles de décision	73
b. Formalisation des règles de décision	75
3. Elaboration des protocoles d'observations, de mesures et d'enregistrements	77
a. Rôles des données à collecter pour mener à bien l'expérimentation	77
b. Nature des données à collecter pour mener à bien l'expérimentation	79
c. Protocoles d'observations et de mesures	81

<b>PARTIE 4 Mise en œuvre pratique des systèmes de culture et de l'expérimentation</b>	<b>15</b>
1. Expérimentation du système	17
2. Ajustement du système décisionnel	19
a. Ajustement des règles de décision existantes	21
b. Ajustements en cours de pilotage pour s'adapter aux imprévus	23
3. Gestion des données	25
<b>PARTIE 5 Evaluation et analyse</b>	<b>27</b>
1. Données pour réaliser les évaluations et les analyses	27
a. Le système réalisé	27
b. Le système « pratiqué »	27
c. Les mesures, observations et enregistrements	27
2. Types d'évaluations et d'analyses	33
a. Evaluation de la faisabilité technique	33
b. Evaluation des résultats techniques et agronomiques	35
c. Diagnostic agronomique	35
d. Evaluation de la durabilité du système de culture	37
3. Evolution du système de culture testé	39
<b>PARTIE 6 Valorisation des expérimentations système</b>	<b>43</b>
1. Expérimentation système, un outil et un espace de dialogue et d'apprentissage	43
a. L'expérimentation système, lieu de production de connaissances	45
b. L'expérimentation système, lieu d'apprentissage	45
c. L'expérimentation système, espace de dialogue et d'échange	47
d. L'expérimentation système, lieu de formulation de nouvelles questions de recherche	49
2. Différentes communications, à partir de l'expérimentation système	51
a. Différents supports de communication, en fonction des publics et cibles	51
b. Fiche d'identité du SdC	53
3. Expérimentation système pour accompagner les changements de pratiques	57

Intérêt pour les successions de culture  
et les modifications monotones de pratiques

1980

Développement des approches système à l'échelle annuelle :  
Définition par objectifs, approche cohérente, RDD

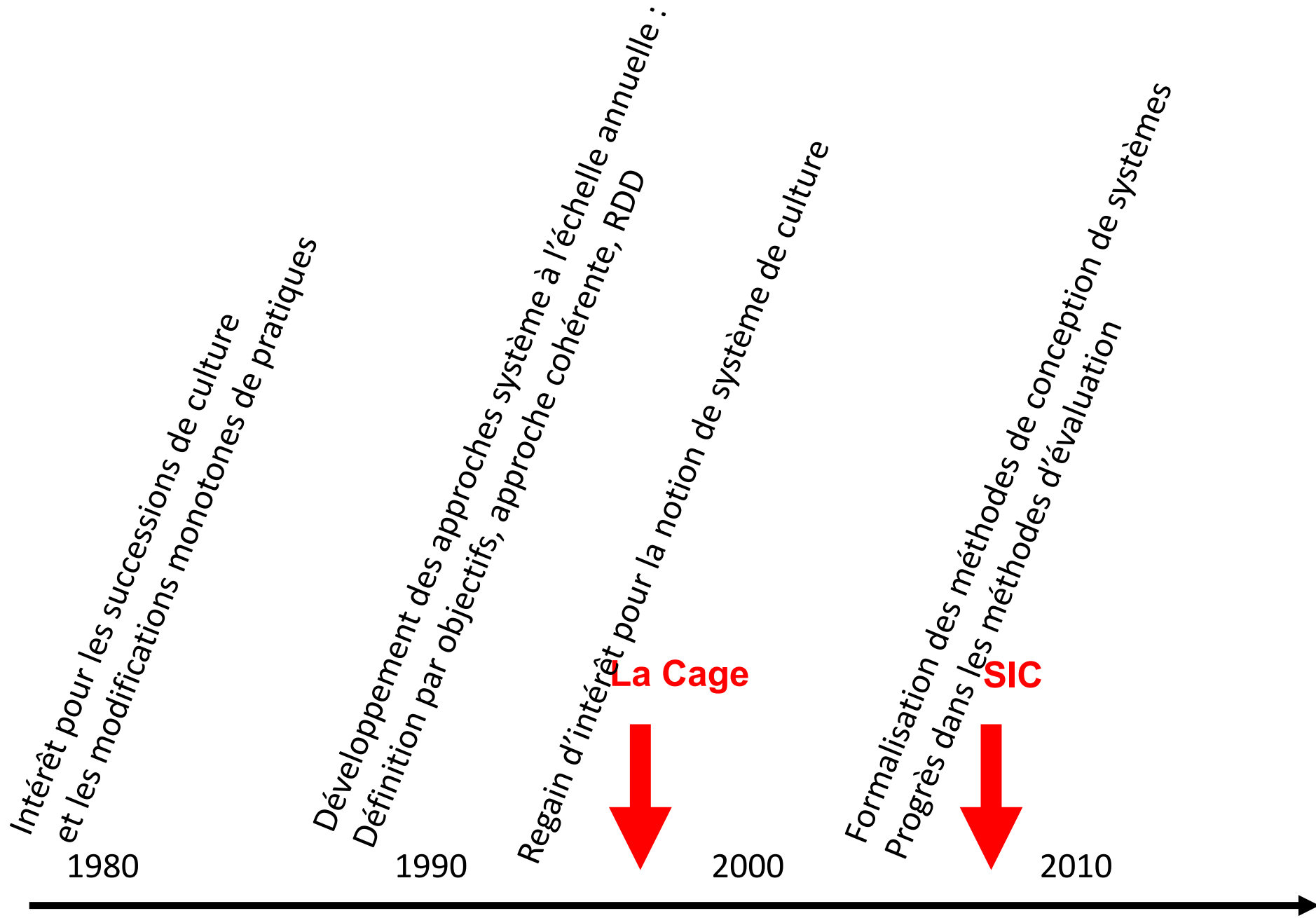
1990

Regain d'intérêt pour la notion de système de culture

2000

Formalisation des méthodes de conception de systèmes  
Progrès dans les méthodes d'évaluation

2010



# Une actualité

➤ **Sur le plan méthodologique**

➤ **Sur le plan des transitions :**

**1995 :**

- **réduction de l'usage des intrants,**
- **agriculture de conservation**
- **agriculture respectant le cahier des charges de l'AB**

**2005 :**

- **réduction consommation d'énergie fossile**
- **réduction des GES**
- **zéro pesticides**

## ➤ **Sur le plan des transitions :**

**1995 :**

- **réduction de l'usage des intrants,**
- **agriculture de conservation**
- **agriculture respectant le cahier des charges de l'AB**

**2005 :**

- **réduction consommation d'énergie fossile**
- **réduction des GES**
- **zéro pesticides**

**Nous sommes bien contents aujourd'hui de disposer de références, par exemple sur un système « zéro pesticide » mené sur deux rotations longues (sans compter l'effet génératif de l'expérimentation)**

➤ **Sur le plan des transitions :**

**1995 :**

**2005 :**

**Nous sommes bien contents aujourd'hui de disposer de références, par exemple sur un système « zéro pesticide » mené sur deux rotations longues (sans compter l'effet génératif de l'expérimentation)**

**2020 :**

***Quels systèmes concevoir et évaluer, répondant aux impératifs de transition ?***

# Objectifs de la journée



**Présenter et discuter les enseignements agronomiques** issus de deux expérimentations-systèmes, sous la double dimension scientifique (quelles connaissances nouvelles ?) et ingénierique (quelle activité de conception ? Quels usages pour ces connaissances?).

En se nourrissant du passé, pour se tourner vers l'avenir.