Université des Sciences et Techniques du Languedoc

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DE MONTPELLIER

EVALUATION DE LA PERCEPTION DE LA PROBLEMATIQUE TRANSDISCIPLINAIRE

Rapport Technique

LONG Sébastien

SEPTEMBRE 1991

SOMMAIRE

INTRODUCTION ..... page 3

1. Avertissement
2. L'enquête préalable

ENTRETIENS ..... page 7

1. Le questionnaire
2. Les personnes rencontrées
3. Les fiches d'entretiens

RESULTATS ..... page 52

1. Tableaux synoptiques
2. Recensement des attentes et conseils
3. Répartition par groupes
4. Le groupe 2

ANNEXES..... page 62

1. L'Unité d'Intégration Transdisciplinaire
2. La Base de Données Relationnelle ECORDRE
3. Le GRAPPE

GLOSSAIRE ..... page 91

INTRODUCTION

1. Avertissement

Ce rapport technique est à la disposition de toute personne qui désire en savoir plus sur cette évaluation. Il est donc vivement recommandé d'avoir lu le rapport de synthèse de cette étude pour pouvoir apprécier à sa juste valeur ce rapport.

Rappelons tout de même que cette enquête s'inscrit dans le cadre d'Agropolis bien qu'elle se soit principalement déroulée au sein du Centre INRA/ENSA de Montpellier.

2. L'enquête préalable

Au mois de mai dernier, le groupe de travail Bouché (Zooécologie du Sol, INRA/CNRS), Chassany (Economie Rurale, INRA) et Rémy (Science du Sol, ENSA) a improvisé une enquête sur le thème "Génie agro-écologique et développement durable" relative aux relations "Agriculture-Environnement". Le questionnaire qu'elle comprenait était le suivant :

1. a) Comment percevez-vous les problèmes d'environnement?
   b) Pensez-vous que cela ne concerne que les sciences biologiques?

2. Vos recherches ont-elles, ou pourraient-elles avoir une relation directe ou indirecte avec une ou des questions d'environnement? Lesquelles?

3. Est-ce qu'une approche systémique ou intégratrice des connaissances est utile dans vos recherches? Dans l'affirmative, pouvez-vous en précisez la nature?

4. a) Il semble souhaitable de promouvoir des outils de gestion des données et d'intégration des connaissances au niveau du Centre. Pouvez-vous nous indiquer si ces outils vous intéressent, si vous les mettez en oeuvre et
   b) si vous gérez des données agro-écologiques ou/et économiques et sociales?

5. Seriez-vous intéressé par la constitution d'un groupe de réflexion au niveau du Centre sur ces différents points?

Cette enquête a été diffusée dans les laboratoires et stations dépendant du Centre INRA/ENSA de Montpellier. Les réponses reçues concernent 33 personnes (30 réponses dont trois collectives).

Voici un extrait des commentaires de cette enquête :

"La question 1. a) a été souvent éludée, la réponse étant donnée sur 1. b). Jamais, il n'est considéré que les problèmes d'environnement sont étudiables exclusivement par des approches biologiques, ce qui en d'autres lieux ou instances est pourtant une connotation fréquente. Sans exception, les auteurs ayant commenté posent bien les problèmes d'environnement comme ils se posent : au niveau des parcelles, exploitations, de la mise en oeuvre des techniques, de leur effets, ... certains omettant d'autres magnifiant les relations avec l'aspect social et économique.

La question 4 a permis de distinguer les personnes déjà fort impliquées dans la gestion des données."

Les réponses de l'enquête ont constitué le point de départ de cette étude. Elles ont été divisées en trois groupes. Le groupe 0 comprend les personnes non intéressées et/ou dont les réponses s'éloignaient du thème abordé. Le groupe 1 réunit les chercheurs n'utilisant pas d'outils (évolués) pour gérer leurs données (question 4) et/ou étant réticents pour coopérer avec un groupe de réflexion sur les approches systémiques ou intégratrices des connaissances (question 5). Le groupe 2 rassemble les autres scientifiques dont les réponses étaient par conséquent positives (du moins pour les questions 3, 4 et 5).

Dans le tableau page suivante, vous trouverez le détail des groupes 1 et 2. Toutes les personnes de ces deux groupes ont été contactées pour l'évaluation par entretiens qui a fait suite à cette enquête. Elles sont classées dans l'ordre où elles ont été vues. A partir de Mr Manière figurent les chercheurs qui n'ont pu être rencontrés (voir le chapitre "Démarche" du rapport de synthèse pour les explications).

Le groupe 1 comprend 14 personnes, le groupe 2 également. Ces effectifs sont motivants surtout si l'on considère que seulement 6 réponses proviennent de chercheurs impliqués dans la Base de Données Relationnelle ECORDRE.

Résultats de l'enquête : répartition par groupes

Nom	G	Observations	
BOULET D.	2	E	Réponse négative à la question 2
ANDRIEUX P.	1		Pas de réponses à 4 et 5
LAGACHERIE P.	2		
FAVROT J.C.	2		
BORNAND M.	2		
CALLOT G.	1		Réponses négatives à 4 a) et 5
HINSINGER P.	1		Réponse négative à 4
BOUBALS D.	1		Réponse négative à 5
TURC O.	2		
LELIEVRE F.	2		
WERY J.	2		
NAVAS M.L.	1		Réponse négative à la question 4
MANSAT P.	2		
BARBIER J.M.	2	E	
MONTAIGNE E.	1		Pas de réponse à la question 4
DREVON J.J.	1		Pas de réponse à 4
BALDY C.	1		Réponse négative à la question 5
MANIERE G.	2	E	Réponses pratiquement identiques
SINFORT C.	2	E	
DUCREUX A.	2	E	
LUC J.P.	2	E	
VOLTZ M.	2		
KREITER S.	1		Réponse négative à 4
CHARRIER A.	1		Réponse négative à 4
BIZEAU	1		Réponse négative à 4
MOLETTA	1		Réponse négative à 4
LOUIS C.	1		Réponse négative à 4
BERLINET	1		Proposition des services de l'Unité de Biométrie

G : Groupe
E : implication dans ECORDRE

Il est intéressant de compléter ces résultats par un tableau (voir page suivante) permettant d'apprécier les laboratoires (ou station) les plus concernés par cette enquête. Ainsi, à chaque laboratoire est attribué un nombre de points qui est la somme des points de chaque chercheur de ce laboratoire, un chercheur ayant deux points s'il est dans le groupe 2 et 1 s'il appartient au groupe 1. Un exemple : la station d'Economie Rurale compte deux participants. L'un étant classé dans 2 et l'autre dans 1, la station comptabilise trois points.

Résultats de l'enquête : répartition par laboratoires

Science du Sol (11)	
ANDRIEUX P.	1
LAGACHERIE P.	2
FAVROT J.C.	2
BORNAND M.	2
CALLOT G.	1
HINSINGER P.	1
VOLTZ M.	2
Machinisme Agricole (8)	
MANIERE G.	2
SINFORT C.	2
DUCREUX A.	2
LUC J.P.	2
LECSA (7)	
TURC O.	2
LELIEVRE F.	2
BARBIER J.M.	2
BALDY C.	1
Phytotechnie (3)	
WERY J.	2
CHARRIER A.	1
Economie Rurale (3)	
BOULET D.	2
MONTAIGNE E.	1
Génétique (2)	
MANSAT P.	2
Oenologie (2)	
BIZEAU	1
MOLETTA	1
Viticulture (1)	
BOUBALS D.	1
Pathologie végétale (1)	
NAVAS M.L.	1
Symbiote des racines (1)	
DREVON J.J.	1
Zoologie (1)	
KREITER S.	1
Pathologie Comparée (1)	
LOUIS C.	1
Biométrie (1)	
BERLINET	1

Parmi les 14 laboratoires qui ont réagi (en comptant celui de Zooécologie du Sol, organisateur), les laboratoires de Science du Sol, du Machinisme et du LECSA ont une forte identification avec le thème abordé.

ENTRETIENS

1. Le questionnaire

Pour les entretiens, le questionnaire suivant, établi avec M. Bouché et P. Soto, a été utilisé :

1. Quels sont vos objectifs de recherches?
2. Sur quels types de données travaillez-vous?
3. Sont-elles liées au champ écologique (références spatio-temporelles et objectives)?
4. Comment les stockez-vous?
5. Utilisez-vous des outils facilitant la gestion de ces données? Lesquels?
6. Utilisez-vous une démarche logique de normalisation de vos données?
7. Pour l'interprétation, formalisez-vous vos données à partir de modèles conceptuels, à partir de modèles expérimentaux? Procédez-vous à des ajustements mathématiques?
8. Envisagez-vous de développer des Bases de Données, Systèmes Experts ou/et Systèmes d'Aide à la Décision?
9. Avez-vous un besoin d'information sur ces outils?
10. Ressentez-vous un besoin de formation à ces outils?
11. Etes-vous d'accord d'accéder à des outils communs?
12. Vous semble-t-il important de développer les efforts de communication (par voie électronique) vers d'autres Laboratoires ou Centres pour échanger des données?
13. Etes-vous prêt à partager des moyens humains et financiers pour la réalisation d'un projet commun?
14. Etes-vous intéressé par un groupe de travail pour une approche systémique et/ou intégratrice des connaissances?

Il est évident que ce questionnaire n'était qu'un questionnaire général qui a donc du être adapté aux interlocuteurs. En effet, parler de modèles expérimentaux à un économiste n'a pas plus de sens que demander à un chercheur qui ne gère aucun budget de partager des moyens humains et financiers pour la réalisation d'un projet commun.

La question 10 (besoin de formation) ne pouvait être posée que si la réponse à la question 9 était positive (besoin d'information) ou si la personne développait des outils évolués.

Après les premiers entretiens, il a été jugé opportun d'élargir la dernière question sur un débat dans lequel les personnes interviewées exprimaient leurs attentes d'un groupe de travail transdisciplinaire et leurs conseils pour qu'un tel groupe puisse fonctionner.

2. Les personnes rencontrées

34 entretiens impliquant 37 personnes ont été menés. Vous trouverez aux pages qui suivent un tableau et des diagrammes sectoriels illustrant la provenance de ces chercheurs.

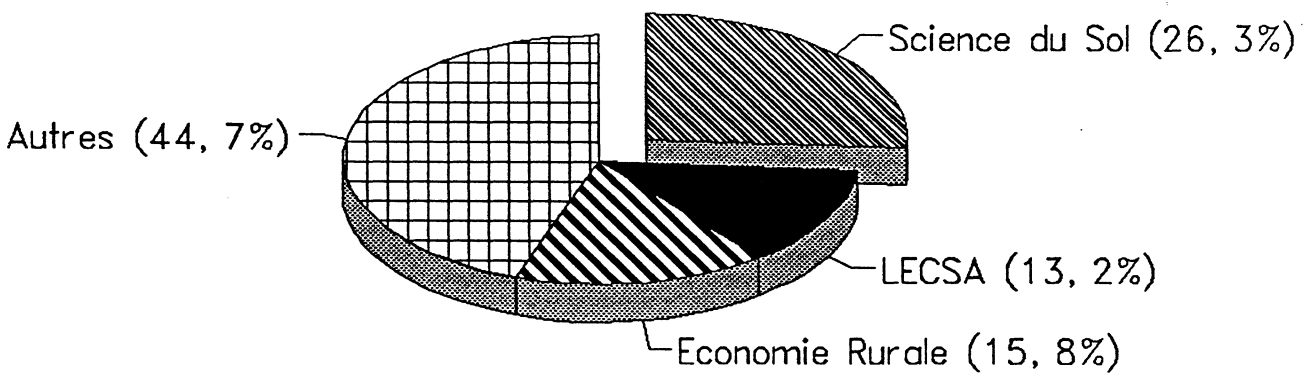
Liste des personnes rencontrées

N°	Date	Noms	Laboratoire	Org.
1	17/07	BOULET D.	Economie Rurale	I
2	18/07	ANDRIEUX P.	Science du Sol	I
2	.	LAGACHERIE P.	Science du Sol	I
3	.	FALIPOU P.	Science du Sol	I
4	.	FAVROT J.C.	Science du Sol	I
5	.	BORNAND M.	Science du Sol	I
6	.	CALLOT G.	Science du Sol	I
7	.	HINSINGER P.	Science du Sol	I
8	.	CHASSANY J.P.	Economie Rurale	I
9	19/07	CIBENEL C.	Economie Rurale	I
10	.	CODRON J.M.	Economie Rurale	I
11	.	TEYSSIER J.	Zootechnie	I
12	23/07	BOUBALS D.	Viticulture	E
13	24/07	MIGNARD E.	Science du Sol	I
14	.	LEDREUX C.	Science du Sol	I
15	.	LAPORTE J.P.	Economie Rurale	I
16	.	FORTIER M.	IRAT / LAGEPHY	CIR
17	25/07	SCHILIZZI S.	LECSA	I
18	.	TURC O.	LECSA	I
19	26/07	NAVAS M.L.	Pathologie Végétale	E
20	.	MEUNIER M.	Formation	I
21	31/07	TERSAC M.	Génétique	I
22	01/08	MANSAT P.	Génétique	I
23	.	BARBIER J.M.	LECSA	I
24	.	MONTAIGNE E.	Economie Rurale	E
25	02/08	COUSSERANS F.	Pathologie Comparée	I/C/U
26	.	BOURSIQUOT J.M.	Viticulture	E
27	06/08	DREVON J.J.	Symbiote des Racines	I
28	.	TOURAINE B.	Biochimie	I
29	07/08	AIZAC B.	G.E.V.E.S.	I
30	13/08	BOUCHIER A.	LECSA	I
31	.	DERVIEUX A.	Dyn. pop. animales	C
32	21/08	SOTO P.	Zooécologie du Sol	I/C
33	.	SILAN P.	Parasitologie Comparée	C/U
34	22/08	BOUCHE M.	Zooécologie du Sol	I/C
Autres personnes impliquées				
2		VOLTZ M.	Science du Sol	I
18		LELIEVRE F.	LECSA	I
18		WERY J.	Phytotechnie	E

I : INRA
E : ENSA
C : CNRS
U : USTL
CIR : CIRAD

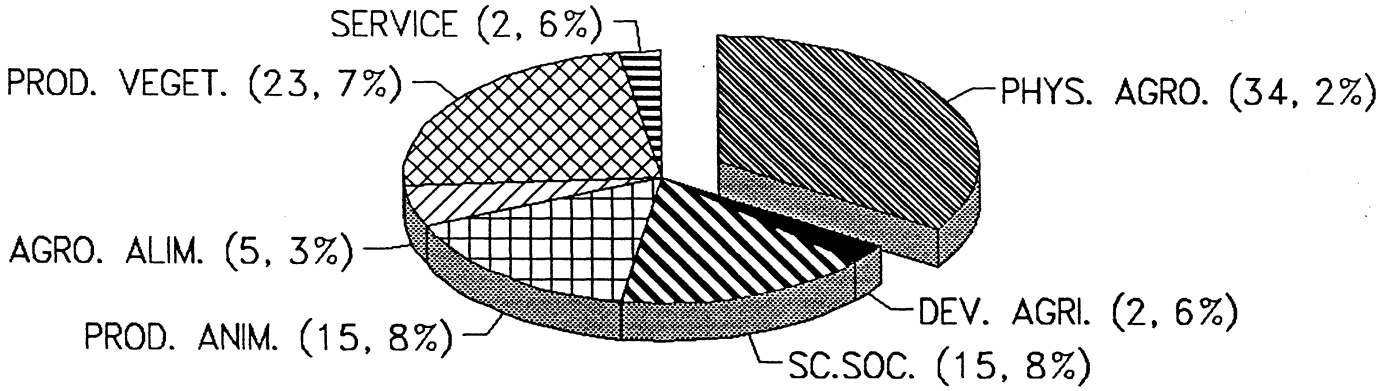
Personnes rencontrées

Répartition par laboratoire



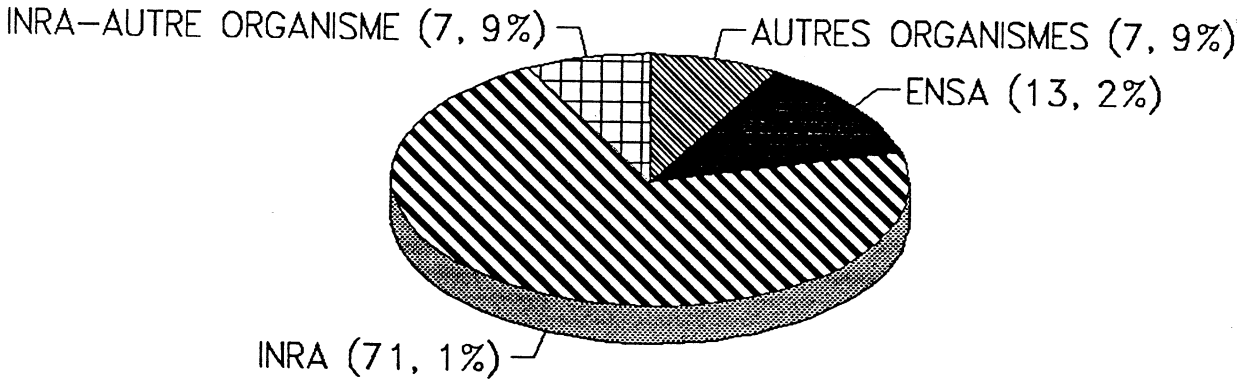
Personnes rencontrées

Répartition par domaine d'activité



Personnes rencontrées

Répartition par organisme



3. Les fiches d'entretiens

FICHE D'ENTRETIEN N°1

Tu

Interlocuteur : BOULET D.

Fonction : Directeur de recherches

Station : Economie Rurale INRA

Les recherches économiques de D. Boulet s'appliquent sur la filière viticole et plus généralement sur les boissons.

Les données économiques avec lesquelles il établit des statistiques au moyen, entre autres, du logiciel SAS proviennent de l'INSEE (données institutionnelles) et d'enquêtes personnelles. Elles ont toutes des références spatio-temporelles mais elles ne sont pas liées à l'environnement. Elles sont stockées sur support papier et informatique (fichiers MULTIPLAN et SAS). Elles sont normalisées pour l'obtention de séries homogènes sur 30-40 ans afin d'établir des rétrospectives (par exemple, bilans emplois-ressources). Ces données sont modélisées pour faciliter leur analyse.

D. Boulet est très intéressé et déjà bien informé sur les outils évolués de l'informatique (Bases de Données Relationnelles , Systèmes Experts et d'Aide à la Décision). Il a tenté une expérience de Base de Données spécifique sur micro-ordinateur qui s'est avérée être un échec. Il s'est alors tourné vers la Base de Données Relationnelle ECORDRE. Il envisage de suivre la formation SQL.

L'accès à des outils communs le séduit d'autant plus qu'il est Président de la Commission Informatique du Campus. Mettre en commun données et modèles via un réseau ne l'intéresse pas car l'application "Données économiques sur la Filière Vin" développée sur ECORDRE est sectorielle et donc hétérogène par rapport aux autres.

Par contre, il est extrêmement désireux de participer à un groupe de travail transdisciplinaire qui permettra une approche systémique des connaissances.

FICHE D'ENTRETIEN N°2

Interlocuteurs : ANDRIEUX P., LAGACHERIE P. Tel

Fonction : Ingénieurs de recherches

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Cartographie des sols, Spatialisation du Fonctionnement hydrique

Marc VOLTZ, chargé de recherche classe 1, peut être associé à cet entretien car ces trois hommes travaillent en équipe.

Les thèmes d'études de cette équipe sont principalement la variabilité spatiale des sols et du bilan hydrique, l'hydrologie de surface et ruissellement, la méthodologie cartographique. A propos de ce dernier thème, P. LAGACHERIE va réaliser une thèse ayant pour objet l'automatisation de la cartographie des sols.

L'équipe opère à partir de données géographiques, géologiques, physiques, données caractérisant le milieu de l'étude et le sol. La plupart des données a bien entendu de fortes connotations avec l'eau. Elles ont toutes des références spatiales, certaines temporelles.

L'unité accumule les cartes depuis 1965. Certaines données sont stockées sur support informatique (voir l'entretien n°3 avec P. FALIPOU). Elles sont normalisées (Modèle Conceptuel des Données suivant la méthode MERISE).

La méthode d'étude utilisée par cette équipe consiste en un découpage du paysage en compartiments ayant chacun un fonctionnement propre. La pertinence des découpages est vérifiée au moyen de mesures ponctuelles. Ainsi, une succession de mesures ponctuelles permet d'extrapoler les résultats obtenus sur des surfaces allant jusqu'au paysage.
Le processus expérimental est également utilisé.

P. Lagacherie utilise le générateur de Système Expert DECIBAC (orienté objet), le Système d'Information Géographique ARC/INFO et le Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) PARADOX.

L'équipe adhère à un groupe interdisciplinaire réunissant plusieurs centres (CNRS, CEMAGREF, Maison de la Géographie) pour l'élaboration d'un Système d'Information Géographique régional.

Elle satisfait la plupart de ses besoins d'information au Salon d'Avignon.

Elle est prête à coopérer avec un groupe de travail transdisciplinaire si celui-ci traite un problème concret et si il y a effectivement des échanges de données et de moyens (pas de "coopération dans un seul sens").

FICHE D'ENTRETIEN N°3

Tel

Interlocuteurs : FALIPOU P.

Fonction : Technicien, Responsable Informatique du Laboratoire

Laboratoire : Science du Sol INRA

P. FALIPOU s'occupe du traitement informatique des données. A cet effet, le logiciel de gestion de données STIPA a été conçu puis inclus dans la Base de Données Relationnelle DONESOL.

Un Modèle Conceptuel des Données a été réalisé. La base a été développée sous ORACLE. Elle gère les données liées au sol et elle est ouverte à l'extérieur (au CEMAGREF par exemple).

P. FALIPOU n'a pas le temps de s'intéresser (s'informer et se former) aux Systèmes Experts et d'Aide à la Décision.

FICHE D'ENTRETIEN N°4

Tel

Interlocuteur : FAVROT J.C.

Fonction : Directeur de Laboratoire

Laboratoire : Science du Sol INRA

Le laboratoire étudie l'organisation des sols et du paysage, plus précisément la cartographie, le fonctionnement hydrique des sols et le drainage.

J.C. Favrot s'investit dans ses fonctions de direction. Il participe toutefois au développement de la banque de données "Sol-drainage" qui a pour partenaire le CEMAGREF (le serveur y est installé).

La perspective d'un groupe de travail transdisciplinaire lui plaît à condition que ce groupe ait des ressources propres (moyens humains et financiers). En effet, P. Falipou (voir entretien n°3) n'aura pas le temps de s'y investir.

FICHE D'ENTRETIEN N°5

Tel

Interlocuteur : BORNAND M.

Fonction : Directeur de recherches, Animateur Scientifique

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Cartographie des sols. Spatialisation du Fonctionnement hydrique

Les objectifs de recherche, les données traitées (normalisation et modélisation) sont les mêmes que ceux de l'équipe Andrieux-Lagacherie-Voltz (voir entretien n°2).

Le logiciel STIPA permettait la gestion des données ponctuelles, la Base de Données DONESOL qui l'intègre gère aussi les données spatialisées. En France, un sixième du sol a été étudié (au 100000ème). La région Languedoc-Roussillon est une région phare de l'analyse des sols puisque le laboratoire pousse son étude jusqu'au 250000ème. A cet effet, un Système d'Information Géographique Régional est développé avec le CEMAGREF et la Maison de la Géographie. Il comprend le Système d'Information Géographique ARC/INFO du laboratoire et la Base de Données DONESOL. Ce Système d'Information Géographique permet la collecte d'informations, la vérification de la cohérence et la diffusion de ces informations. C'est un système d'information multicouche qui peut s'apparenter à un Système d'Aide à la Décision. Il intègre des données pédologiques, topographiques, géologiques, botaniques, foncières et socio-économiques.

M. Bornand voit l'intérêt d'un Système Expert pour l'extrapolation de l'information et la combinaison des données. Ce système permettrait d'effectuer un "prézonage" ("prédécoupage").

Le laboratoire s'associe au CEMAGREF pour dispenser des cycles de formation au Système d'Information Géographique.

M. Bornand partage le même point de vue que J.C. Favrot (voir entretien n°4) quant à la participation à un groupe de travail transdisciplinaire (d'accord si des moyens propres au groupe sont mis en oeuvre).

FICHE D'ENTRETIEN N°6

Tel

Interlocuteur : CALLOT G.

Fonction : Directeur de Recherches

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Rhizosphère

Les recherches de G. Callot concernent les biotransformations. Il étudie les interfaces sol-racine, sol-filament de champignon et la formation des cristaux.

Les données qu'il utilise proviennent d'études au microscope menées sur le terrain. Une tentative de normalisation de ces données a échoué. G. Callot a adopté une méthode comparative. Les données sont formalisées suivant des modèles expérimentaux par E. Mignard (voir entretien n°13).

G. Callot ne s'intéresse pas du tout à l'outil informatique et ne souhaite pas s'informer sur cela.

Il ne désire pas participer à un groupe de travail transdisciplinaire car la spécificité et la nouveauté de son domaine de recherche fait que 4 ou 5 personnes dans le monde peuvent avoir un dialogue qui lui apporte.

FICHE D'ENTRETIEN N°7

Interlocuteur : HINSINGER P. Tel

Fonction : Chargé de Recherches

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Rhizosphère

P. Hinsinger travaille sur la biodisponibilité du potassium et bientôt sur le transfert du césium (^{137}Cs) dans les plantes cultivées. Il étudie l'altération des silicates par les racines.

Il traite des données physico-chimiques, minéralogiques et chimiques. Elles sont stockées sur papier. La méthode de travail se résume à une approche expérimentale (4 mesures) suivie d'un traitement statistique avec le logiciel SAS.

P. Hinsinger connaît les outils informatiques évolués mais ne souhaite pas les employer. Un Système d'Aide à la Décision pourrait être utile en amont de ses recherches.

Il considère l'approche transdisciplinaire comme une prise de contact avec les laboratoires de physiologie, de symbiote des racines et du CNRS.

FICHE D'ENTRETIEN N°8

Interlocuteur : CHASSANY J.P. Tel

Fonction : Chercheur

Station : Economie Rurale INRA

J.P. Chassany s'investit dans l'utilisation et la gestion de l'espace rural, plus précisément les zones difficiles. Son action s'étend sur l'économie des ressources renouvelables.

Il traite des données statistiques provenant de l'INSEE, de la DDA ou d'enquêtes personnelles. Elles ont toutes des références spatio-temporelles et sont stockées sur papier.

J.P. Chassany coopère avec l'extérieur du Centre par l'intermédiaire du Système d'Information Géographique ARC/INFO qui lui permet d'observer sans discontinuité l'évolution des systèmes économiques et sociaux liés aux changements écologiques. L'évolution des acteurs sociaux modifie sans cesse les données, c'est pour cela qu'elles ne sont pas formalisées.

J.P. Chassany est prêt à recevoir des informations sur les outils informatiques évolués (Base de Données, Système Expert, Système d'Aide à la Décision) et une formation au Système d'Information Géographique.

Il souhaite coopérer avec un groupe de travail transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°9

Interlocuteur : CIBENEL C. Tel

Fonction : Ingénieur Informaticien

Station : Economie Rurale INRA

Son activité l'amène à traiter les données économiques des chercheurs. Pour cela, il gère des fichiers très volumineux implantés au CNUSC.

Les données étant hautement confidentielles, leur gestion est contraignante.

C. CIBENEL n'est intéressé ni par les Bases de Données, ni par un Système Expert, ni par un Système d'Aide à la Décision et encore moins par un groupe de travail transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°10

Interlocuteur : CODRON J.M.

Fonction : Chargé de Recherches Classe 1

Station : Economie Rurale INRA

Son activité concerne la filière fruits et légumes. Il traite des données se référant aux importations et exportations de ces aliments entre deux pays. Ces données sont rares et donc chères. Elles sont stockées sur papier et fichier SAS.

J.M. Codron ne souhaite pas participer à un groupe de travail transdisciplinaire, mais il aimerait récupérer des données démographiques, cartographiques ...

FICHE D'ENTRETIEN N°11

Interlocuteur : TEYSSIER J.

Fonction : Ingénieur

Laboratoire : Zootechnie INRA

J. Teyssier effectue des statistiques appliquées à un programme d'élevage ovin en vue de procéder à des améliorations génétiques.

Il traite des données expérimentales et d'élevages provenant d'un troupeau de 2000 bêtes. Ces données sont stockées dans des fichiers expérimentaux (traitement statistique avec SAS) et dans une banque de données implantée au Centre INRA de Jouy-en-Josas.

J. Teyssier accède à cette banque grâce à un MODEM via TRANSPAC. Il coopère aussi avec les Centres de Toulouse et Tours. La création d'une Base de Données (sous DB2) est envisagée à Toulouse.

J. Teyssier est donc intéressé par les Bases de Données et souhaite une remise à niveau pour le langage SQL.

Une approche transdisciplinaire se résume, pour lui, à une mise en commun des expériences en Bases de Données (au cours de Forums par exemple).

FICHE D'ENTRETIEN N°12

Interlocuteur : BOUBALS D.

Fonction : Professeur

Chaire : Viticulture ENSA

Les objectifs de recherche de D. Boubals touchent à la pathologie, physiologie et systématique (pellographie) de la vigne.

D. Boubals traite des données écologiques ayant toutes des références spatio-temporelles qui proviennent du terrain ou de mesures expérimentales. Elles sont stockées sur papier et fichier SAS. Elles sont traitées statistiquement et mathématiquement.

En pellographie, les données sont formalisées et gérées avec une Base de Données par J.M. Boursiquot (voir entretien n°26).

Faute de temps, D. Boubals n'est pas intéressé par un groupe de travail transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°13

Interlocuteur : MIGNARD E.

Fonction : Chargé de Recherches

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Rhizosphère

E. Mignard fait des simulations de croissance des racines. Il effectue des mesures de PH autour des racines. Sa démarche est donc expérimentale. Les données récupérées sont traitées avec SAS pour l'édition de statistiques et avec des applications spécifiques que E. Mignard développe en Turbo Pascal pour les ajustements mathématiques (entre autres).

E. Mignard n'est pas intéressé par les Bases de Données, ni par un Système Expert ou un Système d'Aide à la Décision.

Il ne souhaite pas coopérer avec un groupe de travail transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°14

Interlocuteur : LEDREUX C.

Fonction : Ingénieur Informaticien

Laboratoire : Science du Sol INRA

Unité : Cartographie des sols, Spatialisation du Fonctionnement hydrique

C. Ledreux travaille avec P. Lagacherie (voir entretien n°2) sur le système informatique de cette unité du laboratoire Science du Sol. Ce système est, rappelons-le, composé du Système d'Information Géographique ARC/INFO, de la Base de Données DONESOL et du Système Expert DECIBAC. Il permet l'élaboration de cartes très précises. ARC/INFO gère des données spatiales suivant trois couches d'informations qui peuvent être croisées. Ce sont les couches sol, profil et commune. Ces informations sont liées avec DONESOL (par des index) qui elle, gère les données sémantiques (informations beaucoup plus précises que celles du Système d'Information Géographique, celui-ci gérant des données synthétisées). Un des objectifs de l'unité est d'accroître l'homogénéité des données. Les données d'ARC/INFO suivent donc une normalisation nationale et celles de DONESOL la norme AFNOR. L'unité travaille sur des modèles expérimentaux. Quand ceux-ci sont terminés, ils sont rentrés dans le Système Expert.

C. Ledreux est prêt à partager des outils communs, il pense qu'il faudra améliorer la communication entre les laboratoires car il lui est difficile, par exemple, de se procurer des informations sur la Base de Données Relationnelle ECORDRE.

Il est intéressé par un groupe de travail transdisciplinaire si le projet est sérieux et s'il existe déjà un départ de projet. Il pense qu'ECORDRE peut constituer ce départ et être le fédérateur.

FICHE D'ENTRETIEN N°15

Interlocuteur : LAPORTE J.P.

Fonction : Ingénieur d'études

Station : Economie Rurale INRA

J.P. Laporte opère avec D. Boulet (voir entretien n°1). Il traite donc des données économiques liées à la vigne provenant de la Direction Générale des Impôts, d'organismes internationaux (OIV, FAO) et d'enquêtes personnelles. Ces données sont stockées et traitées par le logiciel statistique SAS. La Base de Données Relationnelle ECORDRE n'est pour l'instant utilisée qu'à titre d'exemple. Il insiste sur le fait qu'elle ne peut être utile que si les partenaires sont nombreux et si la base est ouverte à l'extérieur.

J.P. Laporte est prêt à recevoir des informations sur les outils évolués de l'informatique (Système Expert et Système d'Aide à la Décision) et une formation à SQL pour ECORDRE.

Il voit l'intérêt d'un groupe de travail transdisciplinaire pour élargir l'action d'ECORDRE à l'extérieur. Il n'a actuellement pas le temps de participer à un tel groupe et il le fera à la condition que le projet soit bien cadré.

FICHE D'ENTRETIEN N°16

Interlocuteur : FORTIER M.

Fonction : Assistant

Laboratoire : LAGEPHY/Machinisme Agricole INRA/ENSA/CIRAD

M. FORTIER dépend du laboratoire de physique des sols de l'IRAT (département du CIRAD). Il coopère avec d'autres chercheurs du CIRAD, de l'INRA et de l'ENSAM au sein du LAGEPHY, Labotatoire impliqué dans ECORDRE.

Le problème de ce laboratoire est de caractériser un travail du sol afin de le rendre le plus productif possible. Par exemple, il faut déterminer le moment idéal pour labourer et savoir quel outil utiliser. Cette analyse demande une approche globale. Le laboratoire est ainsi en coopération constante avec de nombreux autres (Science du Sol, LECSA ... , CNRS). Il rencontre de grandes difficultés pour normaliser les données liées la plupart au sol et prélevées sur le terrain ou issues d'études expérimentales.

M. Fortier s'occupe du traitement statistique des données (logiciel spécifique) et est demandeur d'outils communs qui faciliteraient la normalisation des données.

Il est prêt à s'impliquer dans un groupe de travail transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°17

Interlocuteur : SCHILIZZI S.

Fonction : Chercheur

Laboratoire : LECSA INRA

S. Schilizzi est un économiste. Ses objectifs de recherche sont la modélisation des systèmes de production pour une gestion plus efficace des projets de développement.

Il gère des données économiques mais aussi agronomiques (techniques). Ces dernières proviennent d'autres chercheurs ou d'enquêtes personnelles. Certaines sont liées à l'écologie et ont des références spatio-temporelles.

Les données sont stockées sur des tableurs (Lotus, Quattro Pro) et sont traitées (normalisation, calculs, statistiques). Elles sont récupérées de manière synthétique dans des matrices de programmation linéaire. S. Schilizzi élabore ainsi des systèmes d'aide à la décision. Il se sert de la simulation dynamique (type STELLA ou EPYC) pour voir l'évolution des variables et ainsi élaborer des scénarios et analyses de sensibilité. Il utilise la théorie des systèmes et la théorie économique. Il n'a pas de modèles expérimentaux.

S. Schilizzi désirerait être informé sur les outils informatiques évolués, notamment ceux du domaine de la recherche opérationnelle.

L'idée d'un groupe de travail transdisciplinaire le séduit si le projet proposé est réellement commun et intéressant car il ne faut pas oublier que la plupart des chercheurs sont déjà débordés.

Pour "amorcer la pompe", S. Schilizzi aimerait que les personnes viennent à la première réunion en ayant préparé chacune un exposé de 10 minutes maximum au cours duquel elles présenteront leur travail actuel, leurs objectifs et la nature de leurs résultats (sur quel support ont-ils été obtenus, à qui servent-ils ...).

FICHE D'ENTRETIEN N°18

Interlocuteur : TURC O.

Fonction : Chargé de Recherches

Laboratoire : LECSA INRA

O. Turc travaille en équipe avec J. Wery, maître assistant dépendant de la Chaire de Phytotechnie et d'Amélioration des Plantes (ENSA), et F. Lelièvre, Ingénieur de Recherches au LECSA (INRA). Ces deux personnes peuvent donc être associées à l'entretien.

L'étude, par une approche agrophysiologique, du fonctionnement d'un peuplement de légumineuses face au niveau d'alimentation hydrique, en interaction avec la nutrition azotée, constitue le thème central de recherche de l'équipe. L'accent est mis sur la période reproductrice et particulièrement sur les modifications dans l'allocation des ressources aux différents compartiments de la plante (végétatifs, reproducteurs) lorsque s'installe une contrainte hydrique.

Les données gérées par l'équipe sont donc des données caractérisant les sols et plus généralement se référant au fonctionnement de la plante entière. Elles proviennent d'études au champ et d'expérimentations, sont normalisées à l'échelle de la plante et stockées sur le tableur MULTIPLAN puis traitées (statistiques) et interprétées.

L'équipe génère des modèles de fonctionnement du peuplement végétal basés sur des mécanismes explicatifs au moyen d'une approche agrophysiologique qui mobilise les connaissances et les outils des disciplines "amont" (physiologie végétale, bioclimatologie, science du sol) et qui les intègre à l'échelle du couvert.

O. Turc, associé à Mr Brisson, développe aussi un outil d'aide à la décision en matière de gestion de l'eau. Ce modèle de culture peut être considéré comme une synthèse des connaissances accumulées sur le fonctionnement d'une culture. Les espèces d'étude sont le pois, le pois-chiche et le soja. L'action se divise en une modélisation de l'action du stress hydrique sur la mise en place des composantes du rendement, la

FICHE D'ENTRETIEN N°21

Interlocuteur : TERSAC M.

Fonction : Ingénieur de recherches

Station : Génétique et Amélioration des Plantes INRA

M. Tersac travaille sur l'amélioration du tournesol mais il est aussi le responsable informatique de la station.

La station gère un index seminum. C'est un catalogue de ressources génétiques de semences multi-espèces. Pour les espèces fourragères, l'information est de type environnementale et géographique. Pour le tournesol, le blé, le soja, les données ne sont pas géographiques. Quand la station prospecte, les données ont des références spatio-temporelles et sont issues du champ écologique. Ce n'est pas toujours le cas lorsqu'elle récupère des données de l'extérieur.

Les données sont stockées sur des fichiers DBASE III et gérées par une base plus ou moins relationnelle puisque deux fichiers sont liés. Les traitements sont d'ordre statistique (analyse de variance, modèle de Fischer) et s'appliquent surtout sur la valeur des descendances dans les croisements génétiques. Il n'existe pas de normalisation stricte des données. Les redondances sont minimisées pour le programme GAP développé par le Département "Amélioration des Plantes" sous ORACLE (UNIX), programme qui vise la gestion des essais multi-locaux. La station devrait recevoir une machine UNIX pour pouvoir utiliser ce programme. En effet, bien qu'elle soit implantée à Mauguio, elle est connectée au réseau de l'INRA (Montpellier) mais la communication entre le Centre de Montpellier et la Station de Mauguio est à un débit trop faible pour permettre l'exploitation du programme GAP.

M. Tersac est prêt à recevoir des informations sur les Systèmes Experts car il est possible que la station soit amenée à en développer un. Il partagerait des outils communs aux règles de confidentialité près.

Au niveau du Centre et de la Région, M. Tersac remarque que les moyens de communication sont très bons (réseau) mais que peu de projets sont développés alors qu'au niveau de son département, les échanges sont nombreux pour des moyens réduits (envoi de disquettes).

M. Tersac va de plus en plus s'investir dans l'informatique et s'il participe à un projet commun, ce sera vraisemblablement en tant qu'informaticien de sa station. Le groupe de travail transdisciplinaire devra bien définir quelques thèmes assez faciles à traiter quitte à les élargir après. Les réalisations doivent se faire jusqu'au bout. Il faudra veiller au problèmes de matériel et de logiciel (outils disponibles, formation).

FICHE D'ENTRETIEN N°22

Interlocuteur : MANSAT P.

Fonction : Directeur

Station : Génétique et Amélioration des Plantes INRA

Les recherches de la station visent à assurer le progrès génétique des espèces suivantes : blé dur, orge (pour la tolérance à la sécheresse), maïs, soja, tournesol, plantes fourragères méditerranéennes (luzernes).

Les thèmes de travail sont axés sur les ressources génétiques (études méthodologiques et concrètes), sur l'optimisation des méthodes et techniques de sélection (interactions génotypes milieux, développement d'outils biotechnologiques), sur le fonctionnement de la plante (tolérance à la sécheresse, fixation azotée chez le soja en présence de nitrates, qualité technologique du blé dur et des maïs) et sur la formation de matériel végétal original.

Les chercheurs de la station travaillent sur un ou deux de ces thèmes (voir l'organigramme simplifié avant les fiches d'entretiens pour leur répartition).

La Station participe à deux actions concertées finalisées du Centre de Montpellier : "Production de semences de qualité" et "Sécheresse".

Les données traitées ont des références spatio-temporelles. Elles proviennent du champ écologique et d'expériences menées en laboratoire et sous serre. Elles sont gérées comme chaque chercheur le veut (pas de normalisation à l'échelle de la Station). Toutefois, le nombre de logiciels différents est restreint (prédominance de DBASE III).

P. Mansat est prêt à recevoir des informations sur d'autres outils informatiques (Système Expert, Système d'Aide à la Décision) et de travailler avec des outils communs. Une banque de données a d'ailleurs été développée à Agropolis.

P. Mansat partagerait des moyens humains (Michel Tersac, voir entretien n°21, et François Kaan) et financiers pour la réalisation d'un projet transdisciplinaire si celui-ci est intéressant.

FICHE D'ENTRETIEN N°23

Interlocuteur : BARBIER J.M.

Fonction : Ingénieur de Recherches

Laboratoire : LECSA INRA

Ses travaux portent sur l'amélioration des techniques de production rizicole en Camargue. Il gère des données agronomiques, écologiques (sol, climat) et techniques. Elles ont des références spatio-temporelles et sont objectives. Elles sont stockées sur papier et fichier SAS. J.M. Barbier a aussi recours au logiciel ADDAD (pour l'ACP et l'AFC). Les données écologiques sont également implantées dans la Base de Données Relationnelle ECORDRE. De plus, J.M. Barbier exploite des données expérimentales (essais en bac de végétation).

Il s'intéresse de près aux outils évolués de l'informatique. Il a ainsi suivi il y a trois ans un stage de 15 jours aux Systèmes Experts. Il serait prêt à suivre une formation à des Systèmes d'Aide à la Décision en vue d'en développer un en relation avec S. Schilizzi (voir entretien n°17) puisqu'il aurait un caractère technico-économique.

J.M. Barbier pense que les échanges de données sont trop peu nombreux et difficile avec d'autres organismes comme l'IRAT (CIRAD).

Il est partant pour un groupe de travail transdisciplinaire bien qu'il craigne que ses travaux soient un peu trop spécifiques (travaux sur le milieu inondé alors que le Centre s'investit plutôt sur l'aspect sécheresse). Par ce groupe, il espère qu'il pourra entre autre mieux collaborer avec les départements du CIRAD comme le CEEMAT (machinisme agricole), le DSA (systèmes agraires) et l'IRAT (riz). Toutefois, il est prêt à coopérer avec toute autre personne en terme de comparaison, de partage et de diffusion de méthodes de travail.

Pour assurer la pérennité d'un tel groupe, il semble primordial qu'il soit animé par un chef de projet qui vienne d'une discipline déjà globalisante afin qu'il soit capable de dialoguer avec tous. Il ne doit pas avoir d'à priori.

FICHE D'ENTRETIEN N°24

Interlocuteur : MONTAIGNE E.

Fonction : Maître assistant

Chaire : Socio-économie Rurale ENSA

Ses travaux portent sur l'économie du changement technique et de l'innovation appliqué à la filière vin.

Il traite des données techniques, sociales et économiques. Il va prochainement recevoir des données écologiques. Les données sont stockées sur papier et fichier informatique. Ces dernières sont saisies sur MULTIPLAN, traitées par SAS et l'édition des graphismes se fait par l'intermédiaire de CHART.

E. Montaigne oeuvre sur des projets assez spécifiques et différents, il ne suit pas une méthodologie générale.

Il est renseigné sur les Systèmes Experts mais il lui semble que ceux-ci s'appliquent à des projets lourds.

A propos du partage d'outils communs, il pense que les gens ne donneront pas facilement leurs données et qu'elles n'auront pas la forme qu'il veut.

Développer les efforts de communication n'est, selon E. Montaigne, intéressant que pour les gros utilisateurs.

E. Montaigne participera à un groupe de travail transdisciplinaire si le projet proposé est précis et il voit ce groupe constitué d'une petite équipe de personnes qui se connaissent bien.

FICHE D'ENTRETIEN N°25

Interlocuteur : COUSSERANS F.

Fonction : Ingénieur d'études

Laboratoire : Pathologie Comparée INRA/CNRS

F. Cousserans travaille dans le Laboratoire de Pathologie Comparée de l'USTL (professeur Bergoin) qui dépend de celui de St Christol-les-Alès. Il mène des recherches en virologie fondamentale, plus précisément sur les virus invertébrés (des insectes, Entomopox virus et Parvo virus). Ses recherches peuvent être utilisées dans une problématique environnementale pour les luttes biologiques.

Sa méthode de travail s'appuie sur des dispositifs expérimentaux et des élevages. Les données acquises sont stockées sur un fichier texte et non traitées. F. Cousserans est prêt à recevoir des informations sur les Bases de Données, les Systèmes Experts et Systèmes d'Aide à la Décision mais il ne compte pas en développer.

Il coopère avec des biochimistes. Ses recherches sont trop pointues pour qu'il puisse participer à un projet transdisciplinaire.

FICHE D'ENTRETIEN N°28

Interlocuteur : TOURAINE B.

Laboratoire : Biochimie et Physiologie Végétales INRA

Au cours de cet entretien informel, B. Touraine apporte quelques précisions à propos du Groupe de Recherche Agroécologique sur la Physiologie de la Plante Entière (voir entretien n°18 avec O. Turc) et de sa vision de la problématique interdisciplinaire. Pour une information plus exhaustive concernant ce groupe, se référer à l'annexe de ce rapport.

Le GRAPPE est l'interface entre les chercheurs comme B. Touraine qui ont une approche réductionniste et ceux comme Mr Roy ou Mr Garnier (du CEFE) dont l'approche agroécologique est plus globalisante.

Ce groupe a permis de définir les thèmes de recherche communs. Il a organisé deux séries de séminaires et permis à ses membres de monter des expériences ensemble (groupe de deux à trois personnes).

Mr Touraine pense qu'un groupe interdisciplinaire doit regrouper des personnes ayant les mêmes techniques, les mêmes approches et la même façon de penser. Ce groupe doit travailler sur des projets concrets reposant sur des dispositifs expérimentaux.

B. Aizac est prêt à partager des outils communs mis à part que la plupart des données sont très confidentielles, à tel point que le GEVES doit les traiter sur son propre serveur (elles ne doivent par être stockées sur un serveur à l'extérieur).

Améliorer la communication pour faciliter l'échange de données n'est valable que s'il y a une normalisation de ces données.

B. Aizac est intéressé par un groupe de travail transdisciplinaire dans la mesure où il pourra se libérer (il passe la moitié de son temps à Paris) et si le fait qu'il n'appartienne pas à un département de l'INRA ne pose pas de problèmes.

Il pense qu'un tel groupe ne doit pas comporter trop de personnes et qu'il faudra trouver un projet mobilisateur et global.

FICHE D'ENTRETIEN N°30

Interlocuteur : BOUCHIER A.

Fonction : Assistant Ingénieur

Laboratoire : LECSA INRA

A. Bouchier s'occupe au LECSA des statistiques complexes et plus généralement de l'informatique.

Il travaille sur des données provenant d'enquêtes. Elles sont de type agronomique, zootechnique et économique. Elles sont stockées sur fichier ASCII et sur différents logiciels statistiques (dont SAS). Il n'y a pas de problème de normalisation pour ces données car A. Bouchier travaille sur un seul niveau.

Les données ont des références spatio-temporelles puisqu'elles proviennent de mesures effectuées sur des placettes du champ écologique (gestion d'une centaine de placettes contenant chacune une centaine de renseignements).

Le laboratoire gère également quelques données expérimentales. Leur analyse ne présentant pas de difficulté, chaque chercheur les traite avec des outils statistiques simples.

A. Bouchier est intéressé (information et formation) par les Systèmes Experts et Systèmes d'Aide à la Décision mais aussi par les Ateliers de Génie Logiciel (pour améliorer la convivialité de certains outils).

Il est prêt à partager des outils communs et regrette qu'un FORUM pour la messagerie UNIX n'ait pas eu lieu cette année.

Il est intéressé par un groupe de travail transdisciplinaire dans la mesure où il ne sera pas impliqué à 100% dans les projets propres au LECSA.

Il conseille de définir très clairement les objectifs, les moyens humains (si le projet est volumineux, une secrétaire serait un fédérateur), matériels et financiers à mettre en oeuvre et d'assurer une communication aisée entre les différents protagonistes (au moyen de FORUMS par exemple).

FICHE D'ENTRETIEN N°31

Interlocuteur : DERVIEUX A.

Fonction : Technicien

Groupe : Dynamique des Systèmes Ecologiques CEFE-CNRS
Dynamique des Populations Animales CEFE-CNRS

A. Dervieux est en réalité un assistant de recherches. Il a travaillé dans le groupe Dynamique des Populations Animales où il traitait des problèmes ornithologiques. Les données relatives à ces études (sur les mésanges) sont dans la Base de Données Relationnelle ECORDRE. A. Dervieux passe maintenant les deux tiers de son temps avec le groupe Dynamique des Systèmes Ecologiques qui s'occupe de l'écologie du paysage. Il travaille sur des couples spatio-temporels de photographies.

Toutes ses données sont formatées par DBASE avant d'être traitées par MULTIPLAN ou des logiciels statistiques (il n'utilise pas SAS).

Il aimerait recevoir des informations sur les Systèmes Experts et aussi les Systèmes d'Information Géographique.

Echanger des données par un réseau informatique lui semble difficile car les jeux de données de chaque chercheur sont assez spécifiques et risquent fort de ne pas avoir la forme demandée par un autre pour être exploités. De plus, les chercheurs suspectent souvent les méthodes d'acquisition des autres.

Le principe d'un groupe de travail transdisciplinaire séduit A. Dervieux.
Les projets sur lesquels le groupe va s'investir devront correspondre à une demande (de scientifiques, de décideurs ...).

FICHE D'ENTRETIEN N°32

Interlocuteur : SOTO P.

Fonction : Chef de Projet Informatique

Laboratoire : Zooécologie du Sol

P. Soto est le concepteur et l'administrateur de la Base de Données Relationnelle ECORDRE.

Dans le cadre d'une Unité de Recherches élargie au Centre, ses objectifs sont inhérents à la conception et la réalisation de Bases de Données : développement d'une méthodologie pour la gestion de toute donnée agro-écologique, élaboration d'un schéma conceptuel global, formation aux Bases de Données sur gros systèmes. La gestion de projets en terme de management d'un groupe d'utilisateurs est aussi un objectif pour P. Soto.

P. Soto gère des données de type agro-écologique (agronomiques, économiques ...) et géographique. Elles proviennent toutes du champ écologique et ont des références spatio-temporelles. Elles sont stockées sur gros système (DB2). P. Soto gère 100 Mo de données actuellement. Il doit rentrer encore 40 Mo qui sont stockés dans des fichiers sur micro-ordinateur ou gros système.

P. Soto utilise des outils sur gros système (au CNUSC) et de micro-informatique car il compte se tourner vers l'architecture client-serveur (utilisation des Bases de Données Réparties et du réseau RENATER). Sur gros système, il gère des données descriptives avec le Système de Gestion de Bases de Données DB2, des données cartographiques avec le Système d'Information Géographique ARC/INFO (récupération des données descriptives et traitement) et il utilise le système graphique UNIRAS. S'il avait des moyens suffisants, il serait préférable de développer ARC/INFO sur une station de travail. Le traitement de l'information a donc plutôt lieu sur des micro-ordinateurs (logiciels de statistiques, tableur). Sur micro, la politique actuelle de P. Soto est de développer des outils sous l'environnement WINDOWS comme des produits d'aide à la décision de type HYPERTEXTE.

Il se sert des méthodes de conception MERISE et AXIAL et de techniques de normalisation des données dans le cadre du modèle relationnel.

Pour permettre une couverture aussi complète que possible du cycle de vie des projets, pour alléger la charge de réalisation et le temps de développement des projets, pour valoriser l'utilisation de DB2 et de la technologie SQL et pour améliorer la qualité des applications informatiques et répondre aux besoins de maintenance, P. Soto envisage de suivre une formation à l'Atelier de Génie Logiciel TELON dans l'environnement MVS/TSO propre au CNUSC (IBM 3090).

En tant que demandeur et chef de projet informatique, P. Soto compte s'investir dans un groupe de travail transdisciplinaire. Des moyens matériels et humains seront nécessaires : achat de micros et de logiciels (au moins 50000F par an), utilisation du CNUSC (>100000F par an), 2 ingénieurs, 3 techniciens et des stagiaires en informatique (>200000F par an).

FICHE D'ENTRETIEN N°33

Interlocuteur : SILAN P.

Fonction : Chargé de Recherches

Laboratoire : Parasitologie Comparée CNRS/USTL

Les objectifs de recherches du Laboratoire concernent la biologie des populations. P. Silan travaille sur le système "hôte-parasite", surtout en milieu marin.

Il est impliqué dans la Base de Données Relationnelle ECORDRE qui lui est utile pour gérer ses données écologiques. Il traite également des données provenant d'expérimentations. Toutes ses données sont stockées sur fichier informatique (MacIntosh et gros système). P. Silan utilise des logiciels de statistique, des tableurs, des grapheurs ... Il développe actuellement une Base de Données Relationnelle qui aura les mêmes fonctionnalités qu'ECORDRE avec 4ième Dimension.

Il est intéressé par un Système Expert pour les problèmes taxinomistes. Il recevrait volontiers une formation.

Il partage des outils communs et s'investit de plus en plus dans ECORDRE puisqu'il vient d'obtenir une Ligne Spécialisée avec le CNUSC.

Il est prêt à développer les échanges entre les Laboratoires si ceux-ci sont justifiés (pas d'échanges tout azimuts).

Il est ouvert à un groupe de travail transdisciplinaire. Celui-ci peut fédérer certaines personnes qui travaillent sur une même problématique ou sur les mêmes modèles. Les autres seront liées comme pour ECORDRE par les outils informatiques.

P. Silan pense que le groupe pourrait s'ouvrir à d'autres organismes qui utilisent depuis longtemps des associations Base de Données Relationnelle - Système d'Information Géographique comme le "Service de l'Inventaire Forestier" (Service dépendant du Ministère de l'Agriculture).

FICHE D'ENTRETIEN N°34

Interlocuteur : BOUCHE M.

Fonction : Directeur

Laboratoire : Zooécologie du Sol

Les objectifs du Laboratoire sont l'étude du rôle écologique des lombriciens et le développement de l'écologie intégrée au service de l'agronomie et de l'environnement.

Le Laboratoire gère des données écologiques localisées sur les lombriciens et qui ont des fonctions chimiques, physiques et biologiques. Elles sont implantées sur ECORDRE. D'autres données proviennent de dispositifs de Laboratoire (microcosmes). Elles n'ont pas de ce fait des références spatio-temporelles et ne suivent pas la normalisation d'ECORDRE. Certaines d'entre elles sont stockées uniquement sur papier. Toutes les autres données sont saisies sur fichier informatique (Multiplan) pour être traitées statistiquement (statistiques probabilistes et descriptives). Le Laboratoire a développé trois types de modèles, modèles conceptuels (pour les données écologiques), modèles de laboratoire (microcosme) et modèles mathématiques.

Une amorce de Système Expert a été développée au Laboratoire qui envisage de mettre en oeuvre un Système d'Expertise polyglotte (5 ou 6 langues) qui comportera une fonction autocritique, multicritique et d'aide à la décision. Une formation aux Systèmes Experts intéresse vivement M. Bouché.

Partager des outils communs semble indispensable à M. Bouché de même que la création d'un groupe de travail transdisciplinaire (il en est le demandeur).

RESULTATS

Avertissement : les résultats développés dans cette partie ne concernent que les entretiens. Les résultats globaux (enquête préalable et entretiens) sont commentés dans le rapport de synthèse où le lecteur pourra trouver les conclusions de l'étude.

1. Tableaux synoptiques

Remarques préliminaires importantes : les tableaux synoptiques que vous allez découvrir permettent une vision globale et rapide des résultats. Cette approche est cependant réductionniste. Le lecteur se reportera aux fiches d'entretiens pour vérifier certains jugements.

Ces tableaux, lus intelligemment, constituent toutefois un outils puissant de communication. En un coup d'oeil, on sait qui fait parti d'ECORDRE, qui travaille avec les Systèmes d'Information Géographique, qui a des données écologiques ...

Autres remarques : P. Andrieux et P. Lagacherie ont été vus au cours du même entretien car ils travaillent en équipe (avec aussi M. Voltz et C. Ledreux).

M. Bornand travaille avec les mêmes données que l'équipe de M. Voltz. Ces données sont gérés par la Base de Données DONESOL dont P. Falipou est l'administrateur. J.C. Favrot dirige la Station de Science du Sol, il ne mène donc plus d'opérations de recherches.

O. Turc travaille avec F. Lelièvre et J. Wery.

Les personnes sont classées dans l'ordre où elles ont été interrogées.

L'entretien avec Mr Baldy a été court-circuité par ce dernier car il n'est pas prêt à participer à une quelconque réunion.

Un entretien informel a été conduit avec B. Touraine (voir fiche n°28) devant son refus de répondre au questionnaire.

Bilan des données existantes

Données / Interlocuteur	Réf. Spatio-Tempor.	PROVENANCE			STOCKAGE	
		Champ Ecol.	Donn. Expér.	Donn. Econ.	Papier	Fichier Informat.
BOULET D.	*			*	*	*
ANDRIEUX P.	*	*	*		*	*
LAGACHERIE P.	*	*	*		*	*
FALIPOU P.	*	*	*			*
FAVROT J.C.						
BORNAND M.	*	*	*		*	*
CALLOT G.	*	*			*	
HINSINGER P.	*		*		*	*
CHASSANY J.P.	*			*	*	
CIBENEL C.						
CODRON J.M.				*	*	*
TEYSSIER J.	*	*	*			*
BOUBALS D.	*	*	*		*	*
MIGNARD E.			*			*
LEDREUX C.	*	*	*		*	*
LAPORTE J.P.				*		*
FORTIER M.	*	*	*			*
SCHILIZZI S.	*	*		*		*
TURC O.	*	*	*			*
NAVAS M.L.	*	*	*			*
MEUNIER M.						*
TERSAC M.	*	*	*			*
MANSAT P.						
BARBIER J.M.	*	*	*		*	*
MONTAIGNE E.		(*)		*	*	*
COUSSERANS F.			*		*	*
BOURSIQUOT J.M.	*	*				*
DREVON J.J.	*	*	*			*
TOURAINE B.						
AIZAC B.	*	*	*			*
BOUCHIER A.	*	*	*	*		*
DERVIEUX A.	*	*				*
SOTO P.	*	*		*		*
SILAN P.	*	*	*			*
BOUCHE M.	*	*	*		*	*

Les données qui ont des références spatio-temporelles et qui proviennent du champ écologique (ou certaines données économiques) sont des DICs (Données Initiales Contrôlées), c'est à dire des informations élémentaires gérées par la Base de Données Relationnelle ECORDRE.

J.C. Favrot et P. Mansat dirigent leurs stations et ne gèrent ainsi pas de données. Seuls deux chercheurs n'utilisent pas l'informatique comme support de stockage des données.

Outils informatiques de gestion des données

Outils / Interlocuteur	LOGICIELS				OUTILS EVOLUES		
	Statist.		Tableur	Base de Donn.	BdD Relat.	S.E. ou S.A.D.	S.I.G.
	SAS	Autres					
BOULET D.	*	*	*	*	E		
ANDRIEUX P.					D		*
LAGACHERIE P.				*	D	*	*
FALIPOU P.					D		
FAVROT J.C.							
BORNAND M.					D		*
CALLOT G.							
HINSINGER P.	*						
CHASSANY J.P.							accès
CIBENEL C.	*						
CODRON J.M.	*						
TEYSSIER J.	*						
BOUBALS D.	*						
MIGNARD E.	*						
LEDREUX C.					D	*	*
LAPORTE J.P.	*				E		
FORTIER M.		*			E		
SCHILIZZI S.		*	*			*	
TURC O.	(*)	(*)	*			*	
NAVAS M.L.	*						
MEUNIER M.					*		
TERSAC M.		*		*			
MANSAT P.							
BARBIER J.M.	*	*			E		
MONTAIGNE E.	*		*				
COUSSERANS F.							
BOURSIQUOT J.M.	*	*		*			
DREVON J.J.		*					
TOURAINE B.							
AIZAC B.	*			*			
BOUCHIER A.	*	*					
DERVIEUX A.		*	*	*	E		
SOTO P.	(*)	*	*	*	E	*	*
SILAN P.		*	*	*	E		
BOUCHE M.		*	*		E	*	

S.E. : Système Expert S.A.D. : Système d'Aide à la Décision
S.I.G. : Système d'Information Géographique
E : ECORDRE D : DONESOL

Seize chercheurs travaillent avec des outils évolués de l'informatique. Il faut tout de même différencier les utilisateurs de ces outils et les concepteurs. Seuls les laboratoires de Science du Sol et de Zooécologie du Sol conçoivent de tels outils.

2. Recensement des attentes et conseils

Cette partie est la synthèse des débats qui ont eu lieu en fin d'entretiens. Elle rend compte des souhaits et des conseils des chercheurs concernant un groupe de travail transdisciplinaire. Cette liste de recommandations est exhaustive et n'exclut donc pas certaines contradictions.

Les projets que devra traiter le groupe de travail seront concrets, intéressants, mobilisateurs (car les chercheurs ont peu de temps), sérieux, ils correspondront à une demande et devront être réellement communs, globaux, induisant de réels échanges (élargissement à d'autres organismes).

Le groupe se doit d'être managé par un chef de projet qui gérera avec rigueur les objectifs et le temps. Ce chef doit venir d'une discipline déjà globalisante et sera capable de dialoguer avec tous sans à priori sur les recherches et méthodes de travail de chacun.

Il faudra bien définir les moyens humains, financiers et matériels à mettre en oeuvre.

Il faudra définir quelques thèmes faciles à traiter pour les réaliser jusqu'au bout. La communication devra être aisée dans le groupe, ce qui sera plus facile si ce groupe est composé d'une petite équipe.

Pour que la première réunion soit menée efficacement, il a été conseillé ceci : chaque personne pourrait exposer en 10 minutes maximum ses travaux du moment, ses objectifs et la nature des résultats qu'elle a obtenus.

Enfin, les chercheurs provenant de disciplines très spécifiques recommandent un projet s'appuyant sur une expérimentation commune.

3. Répartition par groupes

Les chercheurs rencontrés ont été répartis en trois groupes de la manière suivante : le groupe 0 comporte les personnes non intéressées ou qui le sont indirectement (directeur, technicien). Le groupe 1 rassemble celles qui ont une vision réduite de la transdisciplinarité (à cause de leurs travaux très pointus) ou/et qui n'utilisent pas d'outils évolués de gestion de leurs données ou/et pas très motivées et/ou dont la décision de participation ne dépend pas d'elles (assistants-chercheurs). Le groupe 2 réunit les personnes motivées et ayant une bonne perception de la problématique transdisciplinaire.

NOM	G	OBSERVATIONS
BOULET D.	2	
ANDRIEUX P.	2	
LAGACHERIE P.	2	
FALIPOU P.	0	Technicien
FAVROT J.C.	0	Directeur
BORNAND M.	2	
CALLOT G.	0	Pas intéressé
HINSINGER P.	1	Perception différente, pas d'outils
CHASSANY J.P.	1	Pas d'outils
CIBENEL C.	0	Pas intéressé
CODRON J.M.	0	Pas intéressé
TEYSSIER J.	1	Perception différente
BOUBALS D.	0	Pas intéressé
MIGNARD E.	0	Pas intéressé
LEDREUX C.	2	
LAPORTE J.P.	1	Peu motivé
FORTIER M.	1	Assistant
SCHILIZZI S.	2	
TURC O.	2	
NAVAS M.L.	1	Discipline pointue
MEUNIER M.	2	
TERSAC M.	2	
MANSAT P.	0	Directeur
BARBIER J.M.	2	
MONTAIGNE E.	1	Peu motivé
COUSSERANS F.	0	Pas intéressé
BOURSIQUOT J.M.	1	Peu motivé
DREVON J.J.	1	Discipline pointue
TOURAINE B.	1	Perception différente
AIZAC B.	2	
BOUCHIER A.	1	Assistant
DERVIEUX A.	2	
SOTO P.	2	
SILAN P.	2	
BOUCHE M.	2	
Personnes associées	G	
VOLTZ M.	2	
WERY J.	2	
LELIEVRE F.	2	

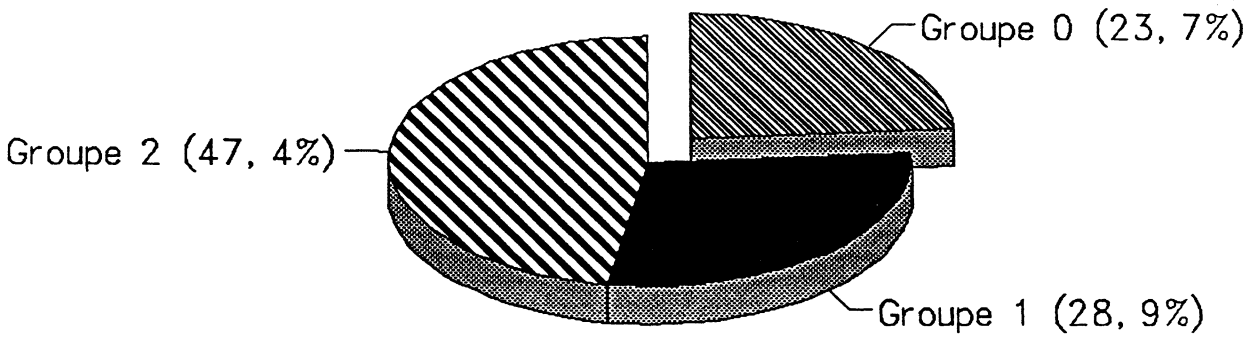
MAWIERE

DUCREUX

CONESA

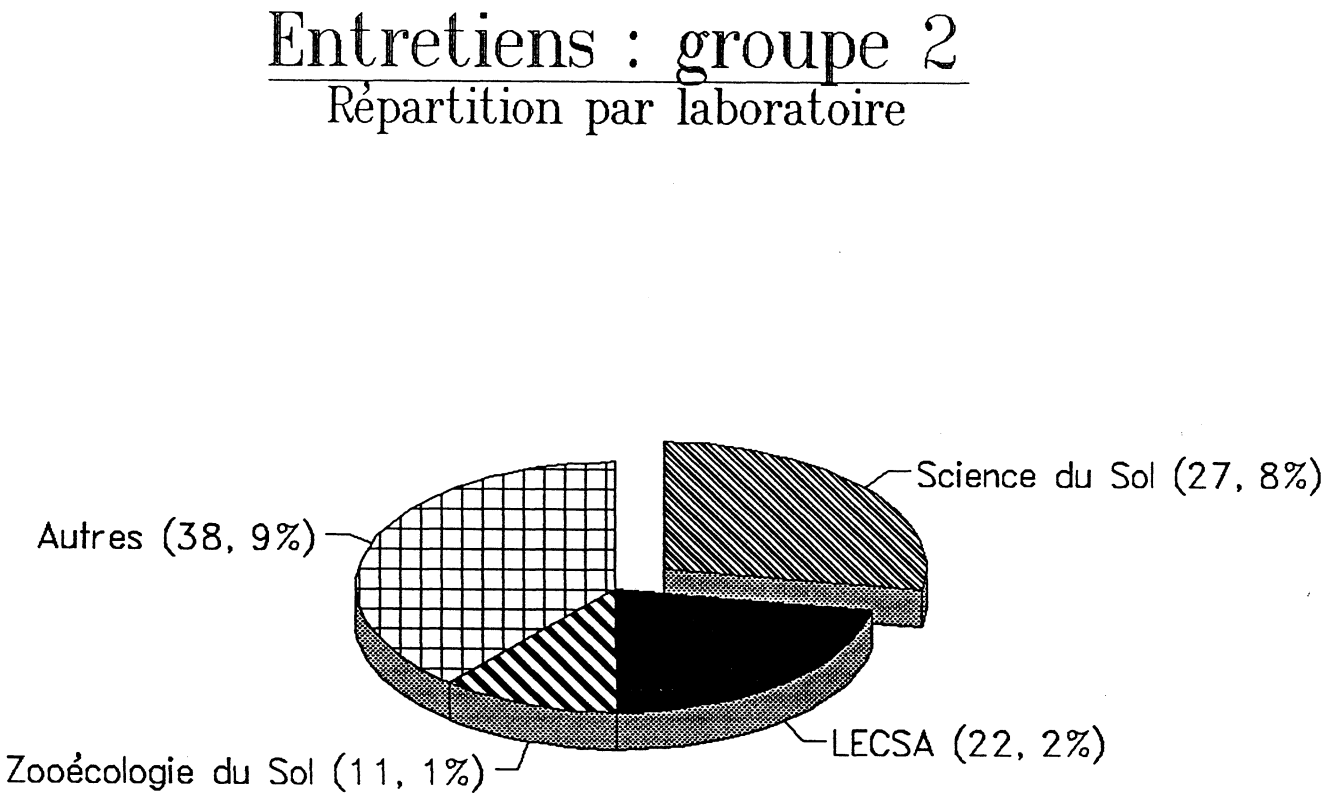
Personnes rencontrées

Répartition par groupe



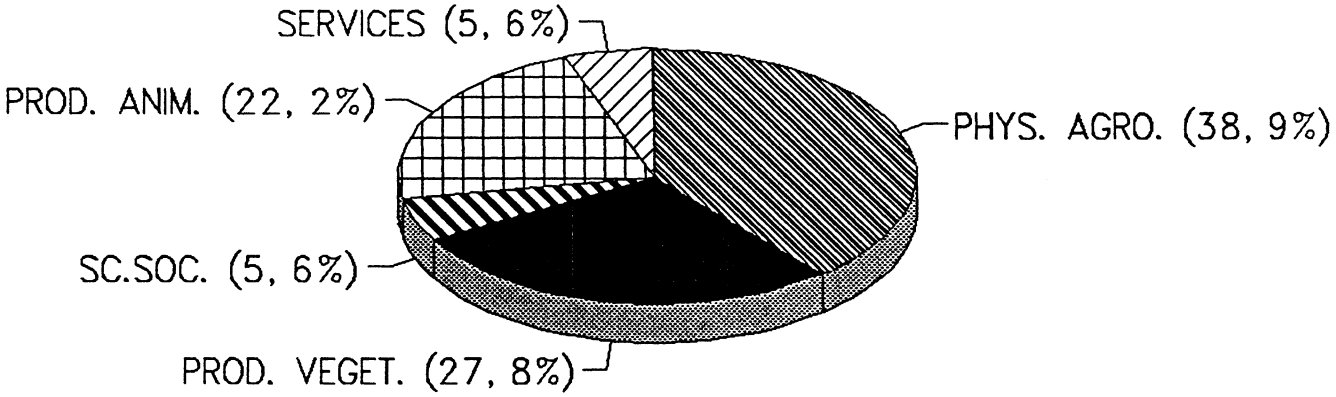
4. Le groupe 2

Ce groupe est conforme à celui obtenu suite à l'enquête initiale si l'on considère que les enseignants du Machinisme Agricole n'ont pas pu être rencontrés.



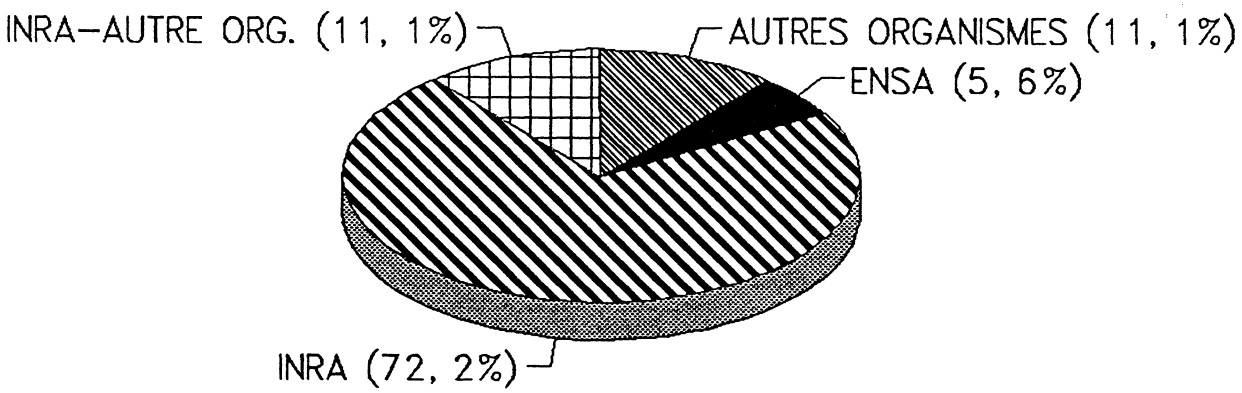
Entretiens : groupe 2

Répartition par domaine d'activité



Entretiens : groupe 2

Répartition par organisme



PROJET DE CREATION D'UNE UNITE D'INTEGRATION TRANSDISCIPLINAIRE

I. PROBLEMATIQUE : HEURS ET MALHEURS DU PLURIDISCIPLINAIRE

1.1. Du gestuel à l'opérationnel

Depuis longtemps - disons au moins trois décennies - les agronomes ont conscience du caractère trop ponctuel des décisions techniques répondant à des problèmes (= demandes sociales) traduits en termes trop focalisés. Si l'on choisit une espèce végétale et dans celle-ci un cultivar, c'est pour en tirer un haut rendement à l'hectare... donc, en fait, un haut revenu... donc aussi un minimum de coût par exemple pour la préparation du semis, ou sa protection phytosanitaire. Comment intégrer réellement tous les paramètres écologiques (au sens de science globale, donc pédologique, climatique, écophysiologique, biocénotique, ...), économiques et techniques (procédés culturaux d'accompagnement, de choix de cultures et de variétés, etc.) avec une pertinence maximale ? Quel est le scientifique ou le technicien qui peut sérieusement répondre ?

De même en écologie, depuis au moins le Programme Biologique International (1963-1967), a-t-on prôné l'approche écosystémique, ... puis une prise en compte plus directe des paramètres socio-économiques dans le MaB (Programme l'Homme et la Biosphère). Mais force est de constater que ici aussi le scientifique n'est efficient et compétent que dans le domaine étroit de sa spécialité.

Alors que les problèmes concrets se présentent et doivent se résoudre dans des systèmes par nature pluridisciplinaires, c'est-à-dire des portions d'espace où les sciences physiques, chimiques et biologiques font leurs analyses et leurs apports techniques et où l'homme agit en fonction de motivations analysées par les disciplines socio-économiques - nous dirons ici dans des agro-écosystèmes - nos réponses et études restent focalisées à ce que chaque chercheur peut aborder : une connaissance d'une part infime d'un système par ailleurs non décrit.

Comme dit plus haut, cette inadéquation est reconnue depuis longtemps. Dès le début des années '70, la systémique, la modélisation, ont été prônées, voire amorcées ; dès cette époque une riche terminologie - "système, écologie, environnement, intégration, modèle, coopération pluridisciplinaire, modélisation, ..." - a fleuri. Dès cette époque, des structures nationales, informelles,

internationales, ont coordonné et cherché à favoriser cette nécessaire démarche synthétique devant compléter les démarches analytiques des spécialistes. Ainsi, vu de l'extérieur, toute un gestuel, un affichage, un énoncé de ces préoccupations, a bien eu lieu.

Mais comment se fait-il que nous n'ayons pas su prévenir et organiser la nécessaire reconversion des spéculations agronomiques dans l'espace rural ? Comment se fait-il que les mécanismes de dégradation des sols (érosion), des milieux (désertisation), des usages de l'eau (en zones arides), des pollutions chimiques (nitrates, mercure, ..)... n'aient pas été prévenus ? Comment se fait-il que la recherche, si performante dans le cadre de disciplines spécialisées, semble impuissante à mettre en oeuvre les acquis de celles-ci en toute connaissance de cause mais en soit toujours réduite à des essais *in situ* empiriques à portée limitée quant aux variables observées, à l'espace et au temps ?

De toute évidence, le nécessaire pluridisciplinaire est reconnu de tous mais, en dehors de petits groupes de travail rapprochant des spécialistes thématiquement proches et peu nombreux - c'est-à-dire de la fraction du complexe abordable par les individus coopérant -, rien de concret n'est possible. Or, ce concret du pluridisciplinaire réduit à quelques spécialités, c'est-à-dire ce paucidisciplinaire, est très insuffisant. C'est mieux que l'approche exclusivement réductionniste mais c'est sans rapport avec les besoins relatifs à un abord global des agro-écosystèmes où, à toutes échelles de l'espace-temps, les variables pertinentes (physiques, économiques, biologiques et chimiques) seraient prises en compte et utilement interprétées. Ce transdisciplinaire, cette circulation des connaissances à travers les disciplines depuis les approches les plus pointues vers les systèmes les plus généraux (et réciproquement) n'est évoqué que dans les discours. Si la demande sociale est énorme, tant sous les étiquettes "Environnement" que sous les diverses évocations de la nécessité d'une reconversion agricole, appuyée par une "Agronomie intégrée", les réponses concrètes restent inadéquates. Il y a bien nécessité - une nécessité amplifiée par les conséquences des applications des disciplines spécialisées d'autant plus perçues comme perturbantes de l'ordre social ou/et écologique qu'elles sont performantes - il n'y a pas de réponse opérationnelle si ce n'est ce geste ou cet insuffisant paucidisciplinaire.

Plutôt, il n'y avait pas de réponse.

Il est facile de montrer dans la démarche analytique l'importance des développements techniques : ceux-ci en permettant soit une approche soit une exploration plus approfondie du microcosme à l'échelle de la microscopie électronique, de l'atome, des molécules organiques ou du macrocosme à l'échelle du cosmos ont totalement renouvelé les thématiques scientifiques.

Notre problème est ici la "complexité" du proximal (ni microcosme, ni macrocosme, mais juste notre échelle, notre propre agro-écosystème où nous sommes en situation d'avoir les données analytiques sans prouesses spéciales) et la réponse technique est l'informatique.

La performance récente de l'informatique permet aujourd'hui potentiellement une gestion illimitée des faits, et l'Intelligence Artificielle, une accumulation des modalités de la connaissance.

Mais pas plus qu'une centrifugeuse analytique ou un microscope ne permettent seuls une science, la technique informatique ne nous permet pas la systémique nécessaire pour une approche transdisciplinaire de nos agro-écosystèmes : il nous faut un renouvellement des thématiques scientifiques, jusqu'ici cloisonnées et performantes seulement dans le disciplinaire, et une mise en oeuvre de l'informatique moderne en fonction d'une nécessaire agro-éco-systémique enfin opérationnelle.

Définir ce champ de recherches n'est pas facile pour deux raisons :

1) Il est admis que c'est une science molle ... c'est-à-dire un domaine obscur, confus et finalement purement spéculatif. De fait, sans avoir mis en oeuvre jusqu'à présent les moyens conceptuels et techniques de synthèse, les thèmes "fédérateurs", globalisants, le verbiage "systémique", modélisateur, écologique, ... ont été généralement détournés, ou appliqués à des domaines si étroits ou abstraits que la connotation de science molle n'est pas accidentelle. Ce programme prend radicalement la position inverse : la systémique intégratrice doit se fonder sur des faits observés sur les systèmes réels, doit les organiser en interprétations cohérentes (modèles), réfutables sur les systèmes réels, bref doit fonctionner comme une science dure du concret, comme par exemple la physique.

2) La systémique est vite confondue avec un outil, ou réduite à une de ses applications, ou encore perçue à travers... notre travers de réduire celle-ci à un aspect spécifique où elle s'est illustrée.

Ainsi, la systémique est souvent réduite à la modélisation... pire à certaines formes de modélisation... alors que le modèle n'est, à travers des choix réductionnistes qu'une représentation partielle du système. Ainsi au niveau du Centre et d'Agropolis, le système de gestion transdisciplinaire des faits (= Données Initiales Contrôlées), qui commence à être mis en commun et permet(tra) les échanges et la mise en commun interdisciplinaire de ces faits, à vitesse électronique, (ECORDRE), est-il la partie perçue de l'iceberg par certains, alors que cet outil n'est qu'un moyen de servir à l'intégration transdisciplinaire. Ainsi confond-on souvent l'outil (l'informatique) ou certaines approches logiques (la biométrie) avec la systémique qui interfère tout autant avec les disciplines physiques, biologiques ou chimiques et économiques.

La création d'une **Unité d'Intégration Transdisciplinaire** devra dépendre de ces deux situations, compréhensibles car résultantes d'une histoire, pour s'affirmer comme une discipline optimisant les autres disciplines, comme une approche synthétique en relation directe avec les données du concret acquises par les diverses approches finalisées et focalisées.

1.2. Du grandiose au concret

Pendant longtemps la nécessité d'une approche intégrée a consisté à faire cohabiter, à rassembler par compilation ou à réunir en tables rondes, des acteurs qui potentiellement devraient échanger. Cela se traduit par des ouvrages collectifs aux titres "intégrateurs" et au contenu atomisé. La démarche que nous adopterons, et celle qui a déjà fait ses preuves, est rigoureusement l'inverse. Plutôt qu'afficher un thème fédérateur, il faut mettre en oeuvre concrètement une démarche pragmatique où les outils (matériels et logiciels informatiques) sont testés à un moment donné pour leur efficacité en tant que moyens de synthèse, et où chaque étape est élaborée en fonction des performances de ces outils et des apports des divers utilisateurs concernés.

Si le domaine a déjà été largement exploré, notamment au niveau des données écologiques (c'est-à-dire, bio-physico-chimiques des agro-écosystèmes) (BOUCHE, 1990) et s'est avéré pertinent pour quelques aspects micro-économiques dans ses applications d'ECORDRE, presque tout reste à faire pour rendre accessible aux tiers les démarches interprétatives (système d'expertise) et pour fédérer les recherches du CRAM et *a fortiori* d'Agropolis pour exploiter les synergies considérables qui résulteraient de ces domaines "fédérables". Pour cela, il faut partir du concret réellement maîtrisé par les spécialistes pour cerner pragmatiquement avec les nouveaux moyens conceptuels et matériels disponibles et non pas discourir sur des théories holistes non opérationnelles.

II. ENJEUX ET MOYENS

2.1. Situation actuelle

Pour des raisons qui sont propres à l'objet d'étude du laboratoire de zooécologie du sol (les lombriciens) il y avait nécessité, si l'on ne voulait pas réduire cet objet à l'une de ses composantes (par exemple l'étude de la démographie de telle espèce), de traiter des relations de ces animaux avec la physique du sol, avec le climat, avec la végétation dont ils se nourrissent et qui en dépend, avec les microorganismes qui co-agissent avec eux sur la matière organique du sol, avec les déchets organiques qu'ils recyclent, le tout dans le

cadre des systèmes réels, cultivés, pastoraux, forestiers, pollués... Une compréhension systémique et une gestion transdisciplinaire de l'information s'imposaient d'autant plus que la première masse animale prouvée de France et de la Communauté Européenne ne fait l'objet que de recherches parcimonieuses - du fait de l'absence d'un lobby scientifique pour défendre la science relative à ces animaux crépusculaires et inesthétiques - et qu'il n'y a pas d'urgence immédiate à leur prise en compte économique, car ils ne sont pas directement un produit exploitable ou une source de dégâts. Ne "rien perdre" et optimiser l'usage des informations c'est donc naturellement organisé depuis la fin des années '60 autour de deux axes : la gestion des faits (DICs) et celle des interprétations (modélisation validée). C'est avec pragmatisme (ce qui est possible tenu compte du contexte) et opportunisme (ce qui est disponible) que les recherches ont été conduites et peu à peu intégrées.

Cet opportunisme a permis de saisir, et devrait permettre de saisir, sans idées préconçues, les outils informatiques, de les tester, de les mettre en oeuvre si nécessaire pour gérer l'information et optimiser la modélisation, enfin valider cette dernière sur le réel. La méthode que nous comptons suivre sera la même.

Elle a permis d'aboutir à une analyse conceptuelle des approches de la recherche transdisciplinaire à la fois simple et rigoureuse. Dans le domaine flou et confus des approches transdisciplinaires un élagage a permis de montrer qu'une centaine de mots-concepts et un nombre réduit de démarches permettaient de surmonter ce qui est habituellement considéré comme "complexe". Le complexe ne résulte que de l'accumulation désordonnée des approches sectorielles jargonnant chacune un idiome étanche aux autres et gérant séparément une information objective (= liée aux objets réels) souvent perdue ou occultée. Le dégagement de concepts fédérateurs est alors essentiel. Conjointement la mise en oeuvre d'outils de gestion transdisciplinaire de la connaissance a été testée d'abord dans le cadre du laboratoire (ECORDRE et le modèle REAL comme moyen fédérateur de multiples thèses) puis a été mise à disposition (ECORDRE) d'autres unités d'Agropolis, les diverses équipes y contribuant permettant de valider et d'améliorer l'approche conceptuelle et technique.

L'enjeu scientifique est aujourd'hui de mettre à disposition ces outils scientifiques et techniques d'une part, mais aussi de les optimiser par leur usage conjoint à partir des besoins concrets des diverses disciplines confrontées au besoin d'intégration.

L'enjeu social et économique est de créer les synergies transdisciplinaires réconciliant l'approche focalisée de l'individu spécialiste avec la démarche sociale globale tant en matière d'Agriculture que d'Environnement. Il s'agit non plus de faire des programmes qui répondront aux demandes mais de mettre en place un moyen de répondre voire de prévenir, ces demandes.

2.2. Insertion et objectifs

Tout chercheur lié au concret des agro-écosystèmes observe et acquiert des données qualitatives ou/et quantitatives ou/et floues qui viennent depuis l'espace rural ou ont trait aux échanges avec cet espace (récolte, produits, rejets). De plus, dans le cadre de sa perception (spécialité plus ou moins complétée par des échanges et coopérations paucidisciplinaires), il porte une interprétation sur ces données objectives (DICs issues de l'objet réel), sélectionne de nouvelles acquisitions de données, met en oeuvre des outils de traitements mathématiques descriptifs ou probabilistes. Cette interprétation, comme cette sélection des données relève d'opinions d'expert alors que la Donnée Initiale non interprétée, prise isolément (il ne s'agit pas d'ensembles) reflète un fait, limité, minuscule, mais objectif...

Au plan opérationnel, chaque chercheur effectue des options pour acquérir de l'information sur les systèmes réels. Choix des objets étudiés, des variables décrivant ces objets, de l'échantillon (nombre de données) de chaque variable sur cet objet. Une fois l'acquisition effectuée, la donnée est un grain d'information <u>liée</u> à sa variable, à la technique d'acquisition, à l'objet, au programme de recherche, etc.

La gestion de l'ensemble des données de façon totalement transdisciplinaire est aujourd'hui facile et permet leur manipulation, leur ré-exploitation (selon un point de vue différent de ce qui a motivé l'acquisition initiale...) et cette gestion est indépendante des hypothèses d'acquisition (options sur le choix des données) et des hypothèses d'interprétation (propositions sélectionnant les modalités de traitements mathématiques, de modélisation, d'acceptation d'un résultat, ...).

En fait, on peut distinguer clairement la gestion 1°) des Données Initiales Contrôlées (DICs non interprétées) = faits objectifs (liés aux objets concrets étudiés), 2°) des interprétations qui est la partie d'un jugement de valeur effectué par la (ou les) spécialité(s) concernée(s). Nous distinguerons donc clairement les deux types d'échange interdisciplinaire et les outils conceptuels et matériels permettant d'optimiser ces deux types d'échanges, l'un sur les "faits bruts" (DICs), l'autre sur les modalités d'interprétation de la connaissance.

2.2.1. La gestion des données

Depuis le carnet de note, le fichier informatique, les accumulations en banques de données de masse d'informations sont devenus d'un usage fréquent. Toutefois, ces compilations, si elles permettent une sauvegarde, ne règlent pas le problème fondamental de l'optimisation des échanges transdisciplinaires : il faut savoir où se trouve la donnée et dans quelle forme,

par quels moyens d'accès... En pratique, il est souvent très difficile de restituer rapidement ces informations et l'on a pu parler de cimetières de données pour nombre de ces compilations. En outre, une grande confusion conceptuelle règne souvent sur la nature des données - en enregistrant des données résultats d'une interprétation, on gère non plus l'information objective reflet des observations brutes (DICs) mais des Données Secondaires Elaborées (DSEs) qui reflèteront les modalités d'interprétations lesquelles sont souvent remises en cause par le progrès des connaissances et rendent obsolètes ces compilations de données.

Aujourd'hui nous disposons à la fois des outils de l'analyse conceptuelle évitant ce type de confusion, et ordonnant de façon optimale l'information non pré-interprétée, de moyens économiques d'enregistrement et de puissants logiciels de restitutions de données. Ces données, reliées à leurs autres données par leurs relations, sont extractibles sur simple requête, le logiciel recherchant automatiquement les seules données souhaitées dans la masse des données enregistrées et ceci quels que soient la discipline, le programme et l'objectif initial d'acquisition.

A tout instant toute l'information est disponible. L'évolution très rapide des logiciels permettant aujourd'hui une véritable mondialisation des échanges est en cours et constitue inéluctablement le seul moyen de disposer pour chaque étude de toute l'information préalablement acquise. L'important est à la fois de profiter de cette évolution "extérieure", mettant à disposition ces puissants moyens, et simultanément "à l'intérieur" de réviser nos pratiques notamment en considérant que tout progrès de la connaissance doit s'appuyer sur des faits et que les faits objectifs doivent être, après une exploitation initiale qui en a motivé l'acquisition, réellement publiés, c'est-à-dire rendus accessibles à tout public.

2.2.2. Modalités d'interprétation des données : connaissances

Il y a ici regroupement de deux séquences de deux démarches classiquement très séparées : l'acquisition des données (et leurs options) et le traitement des données (et leurs propositions d'interprétation).

En fait dans la démarche moderne traitant des agro-écosystèmes, toute acquisition de données résulte des interprétations antérieures et toute interprétation, devant être validée, entraîne des acquisitions : il s'agit d'un tout. Il s'agit du domaine où l'expert opine plus ou moins heureusement, fait des choix plus ou moins explicite, exerce un art fondé souvent sur une certaine pratique. C'est aussi un domaine où l'échange interdisciplinaire est très limité (articles, réunions, ateliers ou congrès... où, de toute façon, les intervenants sont limités à l'écoute ou à la production d'un flux linéaire d'informations dont la pertinence n'est pas optimale pour tous les multi-interlocuteurs).

Des outils modernes (tels les hypertextes) permettent à tout expert de s'expliquer du plus particulier, du plus délicat au plus complexe. Ces systèmes d'explicitations jouent un triple rôle :

- Un rôle d'auto-explicitation - conduisant le chercheur à une explicitation de ce qui est souvent intuitif, empirique, ... c'est un puissant moyen de "faire le point".

- Un rôle de système-expert - c'est-à-dire de donner une réponse souhaitée à une question relativement standard et répétitive provenant d'un public utilisateur des connaissances de l'expert (c'est un "produit" pouvant notamment constituer un outil d'aide à la décision).

- Un rôle d'inter-explicitation "matchouka". Tout chercheur, coopérant avec d'autres chercheurs, dans des réunions où, par exemple, un modèle conceptuel commun est discuté, connaît la difficulté de "profiter" de la connaissance des autres... et de l'intégrer à sa propre réflexion. On ne peut être spécialiste en tout ; l'opinion d'un collègue sur son domaine est donc à priori plus pertinente que celle du spécialiste d'un autre domaine. Toutefois, pour tirer les synergies résultant de cette union entre deux domaines, il faudrait que l'on puisse comprendre pourquoi, et souvent pourquoi pas, telle proposition a été faite... Pourquoi (et pourquoi pas) elle s'appuie elle-même sur d'autres propositions et faits, qui à leur tour s'appuient... Ceci n'est pas nécessaire pour tout mais seulement lorsque l'on est étonné d'une incohérence apparente, ou lors d'un échange nouveau que l'on ne peut accepter sans une compréhension critique, ou par simple curiosité intellectuelle (laquelle a d'ailleurs ses motivations). Ce type d'explicitation est à la rigueur possible entre deux chercheurs très disponibles, elle devient rapidement impossible lorsqu'il s'agit de la multitude des chercheurs qui contribue à une connaissance des agro-écosystèmes depuis le mètre carré jusqu'à la région, depuis la prairie, les cultures, les forêts, depuis un point de vue spécialisé d'économiste, de physicien, de biologiste, de praticien...

Le développement de système d'expertise à partir de la partie appréhendée par les divers "experts" (terme pompeux devant être entendu avec une grande ouverture d'esprit) met à disposition pour tout autre chercheur, et pour le chercheur lui-même, un moyen d'explorer les "raisons" (sens large) des choix de compartiments, variables, modalités d'interprétation, les doutes et certitudes relatives exprimés empiriquement ou en utilisant les outils formalisés par le mathématicien dans les logiques déterministes, probabilistes ou floues. L'organisation de ces systèmes d'expertise permet à chaque chercheur coopérant d'explorer seulement la partie utile des faits et raisonnements mis en oeuvre par ses collègues. Un système de "poupées russes" permet à chaque niveau de compréhension/interprétation une approche ou bien superficielle à laquelle on peut s'arrêter, ou si nécessaire, un approfondissement vers la poupée sous-jacente.

De tels moyens offrent par ailleurs deux avantages essentiels :

- Tout nouvel acquis, toute nouvelle démarche, toute remise en cause y est intégrée au jour le jour : il s'agit d'un "article" scientifique qui ne vieillit pas.
- Tout collègue coopérant peut enrichir de ses remarques ou critiques la démarche de tout autre collègue. Des échanges inorthodoxes, car externes aux pratiques consensuelles des disciplines institutionnalisées, renouvellent ainsi les thématiques.

2.3. Pourquoi une unité dévolue à l'intégration transdisciplinaire

Tout spécialiste connaît en principe relativement bien son domaine et se doit de valoriser cette connaissance, en perpétuel accroissement, par toutes les synergies possibles avec les autres disciplines. Nous nous efforçons donc tous, à des degrés divers, d'effectuer cet "interfaçage" de notre pratique avec celle de la connaissance en général. Comme développé au paragraphe 1.1., nous ne pouvons toutefois y parvenir efficacement avec les moyens usuels et, d'une façon générale les problèmes d'Agronomie intégrée et d'environnement sont nés de cette inaptitude relative illustrée par la mise en oeuvre d'agrotechnique dont on n'avait pu apprécier toutes les conséquences.

Comme développé ci-dessus (paragraphe 2.2.), des outils informatiques performants permettent de modifier profondément cette pratique. Mais il ne s'agit pas que d'utiliser ces outils informatiques, il s'agit bien de modifier aussi notre pratique et réciproquement de sélectionner ces multiples moyens en fonction de cette modification. Il faut réunir dans une structure intellectuellement très ouverte (c'est-à-dire sans *a priori*, ni conceptuel, ni matériel) un ensemble de chercheurs et techniciens qui, tout en ne se coupant pas de leur spécialité, par exemple en physique du sol, informatique, zoologie, machinisme, micro-économie, mathématique, agronomie, ... élaborent conjointement une optimisation des échanges transdisciplinaires ; qui sélectionnent un minimum de concepts communs fondés sur une sémantique précise et efficace ; qui explorent et testent les outils informatiques (logiciels et matériels) qui deviennent disponibles.

La multitude de ces moyens n'est plus en soi un problème, c'est l'échange d'une expérience mutuellement acquise qui fait défaut.

Au lieu de modéliser chacun dans son petit coin des modèles dont seuls quelques (un) initié(s) connai(ssen)t la portée, l'usage et le degré de validation au réel, pourquoi ne pas tendre à une fusion de ses modèles, à leur explicitation, à reconnaître leur performance et leurs limites, à synthétiser de

façon transdisciplinaire ceux-ci mutuellement entre-eux par les diverses modalités d'agrégation possibles ?

Pourquoi ne pas mettre, après une exploitation ayant motivé l'acquisition des données, les données en commun ?

Pourquoi en exposant les options de chaque démarche scientifique, les outils mathématiques mis en oeuvre, ne pas se soumettre à une critique scientifique transdisciplinaire permettant une prise en compte meilleure des "autres" aspects inaccessibles au spécialiste ? Pourquoi ne pas permettre les nécessaires et indispensables synergies ?

Il est évident que dans un premier temps les approches, initialement morcelées, n'atteindront pas à une cohérence par le simple effet de la cohabitation. Il est évident que seulement avec le temps la pratique de l'intégration transdisciplinaire se forgera.

Mais des pans entiers de la recherche ne sont pas actuellement opérationnels malgré la demande sociale... C'est le propre de toutes les réponses aux questions non ponctuelles en Agronomie et des problèmes d'environnement. Problèmes interactifs, foisonnants, complexes... qu'aucun spécialiste ne peut honnêtement aborder isolément ou en petit groupe de travail.

On peut aussi penser à une approche agronomique profondément renouvelée par une intégration effective des multiples niveaux d'actions, des techniques mises en oeuvre, par leurs conséquences écologiques, par leur motivation et résultats économiques, par leur intégration en itinéraires techniques, en interférences écosystémiques... Il y a de quoi faire !

2.4. Moyens

Si la nécessité impérieuse d'une mise en oeuvre d'une intégration des connaissances, acquises au niveau nécessairement restreint de chaque spécialiste, est reconnue de longue date et si les essais d'intégration ont été jusqu'à présent limités au pauci-disciplinaire, malgré les conséquences négatives de ces limites engendrant à la fois inadéquation socio-économique et problèmes environnementaux, c'est que nous n'avions pas d'outils qui concrètement permettaient d'effectuer l'intégration transdisciplinaire.

Il est vrai que les progrès foudroyants et foisonnants de l'"informatique" *sensu lato* changent radicalement cette situation. Cela a été montré et illustré récemment par l'un d'entre nous sur de très nombreux cas concrets (BOUCHE, 1990) et cela commence à se pratiquer au niveau Agropolis entre équipes de spécialités très diverses par l'application d'ECORDRE au niveau de la gestion des données (SOTO, 1990).

Mais, faisons deux constats essentiels :

1) L'explosion actuelle de l'informatique n'est pas motivée, ni économiquement supportée, par la thématique Agriculture et Environnement. Bien d'autres motivations physiques, mathématiques, logiques, économiques... sous-tendent une grande diversité d'applications et de réflexions sur trois niveaux interactifs - l'évolution des matériels, des logiciels et des modalités d'applications.

2) Par ailleurs, les diverses spécialités contribuant à la problématique Agriculture et Environnement, sevrées de ces moyens d'intégration transdisciplinaire pendant longtemps, ont perçu ces nouveaux outils soit dans le meilleur des cas, comme des moyens d'optimiser leur travail (usage intensif de l'ordinateur en mathématique, infographie pour la présentation des résultats, groupe de travail informatique pour gérer les moyens communs, ...) soit comme des intrus bouleversant les pratiques anté-informatiques ou d'informatique classique (= informatique à applications finalisées réduites et ponctuelles, tel un traitement statistique). Ces disciplines ont élaboré des jargons indépendants et des connotations lourdes de contre-sens dès que le transdisciplinaire est mis en oeuvre car l'objet des disciplines est d'être disciplinaire et non transdisciplinaire. Ce truisme est lourd de conséquences.

Du constat 1) il ressort que l'unité d'intégration transdisciplinaire devra impérativement percevoir et suivre dès leurs élaborations prototypes les progrès des machines, logiciels et renouvellement des modalités d'applications intervenant dans le monde informatique : un ingénieur chef de projet devra, en osmose avec le monde informatique *sensu lato* (recherche, conception, applications, développement, politiques, ...) suivre ces progrès pour servir les autres disciplines. Pour en apprécier la portée, il ne faudra pas que cette veille technologique soit passive mais active, c'est-à-dire que la connaissance concrète de la portée réelle de ces progrès devra pouvoir être testée. Ce chef de projet aura pour fonction d'infléchir les thématiques scientifiques, de proposer et de suivre des applications ayant par ailleurs valeur de tests.

Du constat 2) il faut également tirer les conséquences. Exactement comme l'accélérateur de particules a permis un progrès spectaculaire en physique nucléaire fondamentale... en permettant de tester les hypothèses jusque là non réfutables sans cet outil explorateur ; exactement comme certains outils techniques (ultracentrifugeuses et chromatographie par exemple) ont permis d'amorcer la compréhension de la biologie moléculaire depuis une biochimie initialement globale et confuse ; de la même façon les moyens de

l'informatique permettent à la systémique de sortir des balbutiements où, concrètement, elle a été confinée.

Mais comme pour la physique nucléaire, ou la biologie moléculaire, ces progrès techniques sont interactifs avec un renouvellement de la thématique scientifique et bouleversent notre façon de travailler (par exemple les grosses équipes intervenant séquentiellement sur l'accélérateur du CERN).

La théorie des systèmes - hormis quelques truismes - et des applications paucidisciplinaires est ainsi restée en panne faute de mordre sur le concret. La modélisation, sous toutes ses formes, a envahi depuis vingt ans au moins de nombreuses disciplines prises séparément mais la validation des modèles sur le réel et leur utilisation effective comme outils prédictifs, avec succès, restent limitées au paucidisciplinaire.

La réflexion systémique a été abondante, souvent confuse et floue, que ce soit sur les systèmes agraires, les systèmes d'information, les écosystèmes, les agrosystèmes... mais la cohérence de ces réflexions, leur optimisation et la validation des modèles de systèmes restent limitées et exceptionnelles.

Un effort, déjà entrepris, sémantico-conceptuel sera indispensable. Mettre un minimum de langage systémique en commun est indispensable pour l'éclosion des synergies transdisciplinaires. Chaque discipline a élaboré un langage pertinent dans son domaine - par exemple la nomenclature zoologique ou la désignation des molécules chimiques - mais le jargon transdisciplinaire doit être uniformisé en ne retenant qu'une terminologie univoque - chaque terme n'étant lié qu'à un concept. Si en chimie il est clair pour tous que le calcium n'est pas du plomb, il est évident que très souvent un biologiste considère un écosystème comme étant une biocénose (au point que certains parlent de biologie des écosystèmes !) alors qu'une biocénose n'est même pas un système. On peut, hélas, dans ce domaine multiplier indéfiniment les exemples : l'unité aura pour tâche de favoriser, par la sélection mutuelle et la diffusion culturelle, les outils intellectuels de la systémique.

Mais si le défrichage sémantico-conceptuel est indispensable pour permettre un langage transdisciplinaire commun, comme base de tout progrès, cela ne saurait suffire. Des thèmes proprement scientifiques sur la modélisation, sur les démarches de validation aux systèmes concrets, sur les agrégations entre modèles de systèmes, sur la circulation des connaissances (données et modalités d'interprétation), sur la mise en oeuvre d'une Intelligence Artificielle des agroécosystèmes, seul outil intégrateur général, etc., seront nécessaires.

Il s'agira, avec souplesse :

1) de ne pas se déconnecter du concret par des modèles fumeux non réfutables et des "théories" grandioses non validables : les chercheurs resteront face à un domaine d'application appréhendé concrètement mais à l'inverse ne

se refuseront pas l'élaboration d'une "théorie" commune optimisant leur pratique ;

2) de faciliter, ne serait-ce que par l'intérêt bien compris de chaque participant, les synergies, les synthèses, les agrégations, les échanges de points de vue, la définition d'une stratégie de mise en oeuvre des nouveaux outils, de l'Intelligence Artificielle notamment. Cette facilitation devra ne pas se faire à partir d'un quelconque impérialisme modéliso-systémique central mais, en respectant l'inventivité individuelle. Il s'agira, par consentement mutuel acquis par l'intérêt commun, de sortir des isolements disciplinaires et d'optimiser les moyens conceptuels, matériels et logiciels transdisciplinaires.

A cet égard, la mise en commun de moyens permise par l'**Unité d'Intégration Transdisciplinaire** devra être perçue avec une extrême souplesse : essentiellement pragmatiquement.

Un groupe de travail - subdivisé en autant de sous-groupes que les participants le souhaiteront - à la fois regroupera les chercheurs concernés par l'approche transdisciplinaire et favorisera la diffusion des moyens que cette approche facilitera. Quant à la part que chaque chercheur consacrera à cette approche, ce sera matière de convenance et d'efficacité. Dans le dualisme discipline <---> interdiscipline toutes les nuances seront possibles depuis le chercheur disciplinaire à 100 % (non concerné par le groupe de travail) et celui qui aura pour objet de résoudre une étude spécifiquement transdisciplinaire (sur les bases de données réparties, sur l'agrégation des modèles de systèmes, sur les modalités d'optimiser les systèmes d'expertise, sur la mise en oeuvre d'un système d'aide à la décision ...). Ce ratio évoluera lui-même en fonction du développement des travaux, et avec souplesse.

Ce qui est vrai des hommes devra l'être des autres moyens : un budget 100 % "transdisciplinaire" devra être créé mais par ailleurs des mises en commun de moyens (hommes, argent, matériels, réseaux logiciels variés, locaux) peuvent être réglées par des conventions associant les partenaires intéressés à des degrés divers, mais suffisants.

Ce qui est vrai des moyens devra l'être du couple approche disciplinaire - informatique. Il faudra pragmatiquement utiliser les moyens là où ils existent et susciter leur évolution si elle est justifiée sans se créer ni une indépendance (moyens informatiques en propre à 100 %) ni une totale dépendance (par exemple des moyens du CNUSC, ou de décisions centralistes, par exemple européennes). C'est la connaissance concrète des moyens mis à disposition par les progrès de l'informatique, d'où qu'ils viennent, qui permettra, dans la mesure du possible, de les tester en fonction des besoins et si nécessaire de les adapter. L'expérience montre que toute décision *a priori* est, dans ce domaine en évolution rapide, gravement sclérosante : les choses vont trop vite pour ne pas rester à l'écoute des nouveautés à tester.

III. LE PROGRAMME DANS SON CONTEXTE

3.1. L'unité et le laboratoire d'origine

Le programme de l'**Unité d'Intégration Transdisciplinaire** s'appuie comme "noyau initial" sur les travaux scientifiques et techniques entrepris depuis de nombreuses années avec des fins spécialisées (= les lombriciens) et simultanément transdisciplinaires (= dans les agro-écosystèmes) par le laboratoire de zooécologie du sol du CRA Montpellier (implanté au CNRS). Ce travail a volontairement essaimé les quelques applications que cette petite équipe pouvait mettre en commun soit au niveau conceptuel (écologie opérationnelle), soit au niveau des échanges de données (base de données ECORDRE).

Le succès même de l'entreprise au niveau CRAM et Agropolis oblige à un changement qualitatif et quantitatif

1) qualitatif en faisant reconnaître la nécessité d'une démarche transdisciplinaire aujourd'hui mise en oeuvre par des chercheurs extérieurs à ce laboratoire,

2) quantitatif en permettant le développement de moyens autour de ce thème.

Cela ne peut se faire au détriment de la recherche spécialisée du laboratoire de zooécologie qui, par ailleurs, joue un rôle irremplaçable, par son apport sur la connaissance de la première biomasse de France, dans différents domaines (physique, chimie et biologie du sol, écosystémique, écotoxicologie, diversité biologique, environique) et, de toute façon, constitue l'un des ancrage au concret indispensable, tant à la base de données ECORDRE qu'à la modélisation écosystémique (modèle REAL) qu'aux modalités de validation aux systèmes réels.

Le programme de recherche, propre au laboratoire de zooécologie du sol, est donné en annexe.

3.2. L'unité et le contexte scientifique local

De nombreuses disciplines de l'INRA, ENSAM et plus généralement d'Agropolis contribuent à la problématique Agronomie-Environnement et sont de ce fait concernées par l'intégration transdisciplinaire de leurs contributions. Cela est témoigné par l'abondance et la qualité des réponses dans les résultats d'une enquête récente conduite, au seul niveau du CRA-M. Cela s'est matérialisé depuis quelques mois par la mise en oeuvre au niveau des diverses équipes de la seule partie émergée de l'iceberg alors "exportable" hors du laboratoire de

zooécologie : ECORDRE ou les moyens de gérer de façon transdisciplinaire les Données Initiales Contrôlées (cf. paragraphes 2.1. et 2.2.1.). Cette première étape est aujourd'hui franchie grâce aux moyens centraux du CNUSC par :

- le Laboratoire de Zooécologie du sol (INRA)
- le Laboratoire d'Etudes comparées des systèmes agraires (INRA)
- la Station d'Economie et sociologie rurales (INRA)
- l'UER de Génie rural et machinisme agricole (ENSAM)
- la Division Machinisme et production agricole (CEEMAT-CIRAD)
- le Groupe Dynamique des populations animales (ornithologie) (CEFE-CNRS)
- le Laboratoire de Parasitologie comparée de l'Université de Montpellier (URA-CNRS 698).

L'action de formation déjà influente dans le cadre des bases de données devra être prolongée au fur et à mesure d'une mise en place de l'**Unité d'Intégration Transdisciplinaire** autour des outils conceptuels et opérationnels de la systématique appliquée à l'agronomie et à l'environnement.

A cet égard, le développement actuel des outils de communication devrait pouvoir être mis en oeuvre pour optimiser les échanges transdisciplinaires et les différentes facettes de la "culture" qui l'accompagne.

Le pôle régional en matière de Recherche Environnement est déjà fort étoffé, de nombreux chercheurs modélisent pour leur "propre compte", mais il lui manque effectivement une unité fédératrice optimisant les échanges transdisciplinaires et les efforts, actuellement atomisés, entrepris çà et là pour de telles approches. Citons à titre indicatif, les recherches sur les zones sèches, le machinisme agricole, l'interface agronomie/économie, etc. qui n'ont pas attendu cette proposition pour fédérer des ensembles sur le concret mais bénéficieront d'une approche systémique réellement générale.

3.3. L'unité et le contexte général

Il est évident que la démarche entreprise répond à un besoin général et que bien d'autres organismes nationaux ou internationaux tendent à le satisfaire et ont souvent entrepris des démarches parallèles ou complémentaires.

Que ce soit au plan de la modélisation, par exemple, celle entreprise en agronomie par les Australiens ou les chercheurs du SAD (Toulouse notamment), au plan de l'intégration pluridisciplinaire sur le fonctionnement des sols (un très gros programme à Wageningen, Pays-Bas), au niveau de la gestion de l'information environnementale (par exemple avec la création en cours de l'Institut français de l'environnement qui s'intéresse à ECORDRE) ou au niveau informatique, qui permet des interconnexions en réseau que nous avons testées

en tant que besoins (USA, Finlande, ...), les échanges s'imposent à la fois pour bénéficier des avances des "autres" et pour faire connaître notre contribution. Celle-ci est, dès à présent, prise en compte par exemple pour la réglementation européenne en écotoxicologie des pesticides, en gestion informatique française et européenne des données, dans la démarche intégratrice (sol), ...

Si les connexions informatiques en réseaux constituent et surtout constitueront un moyen considérable d'échanges interrégionaux, cela ne saurait suffire, la participation à des réunions (ateliers, colloques, ...) et l'organisation de telles réunions (dès à présent sollicitées) devront disposer de moyens propres à valoriser les moyens de l'unité. Ici encore les organisations pré-existantes constituent un cadre précieux tant au niveau local (Agropolis notamment) que communautaire (commission scientifique et technique de la CEE) qu'au niveau mondial. (Dès à présent responsabilité dans l'Association Internationale des Sciences du Sol et à l'Union des Sciences Biologiques, toutes deux branches majeures de ICSU : Conseil International des Unions Scientifiques). L'Unité d'Intégration Transdisciplinaire devra jouer pleinement son rôle dans l'intégration croissante des échanges scientifiques et des sciences notamment, pour contribuer aux normalisations officielles et efficieuses en Agronomie et Environnement, aux politiques locales, nationales et internationales, visant à un développement durable respectueux de l'environnement.

ECORDRE : une base de données relationnelle pour toutes données agro-écologiques

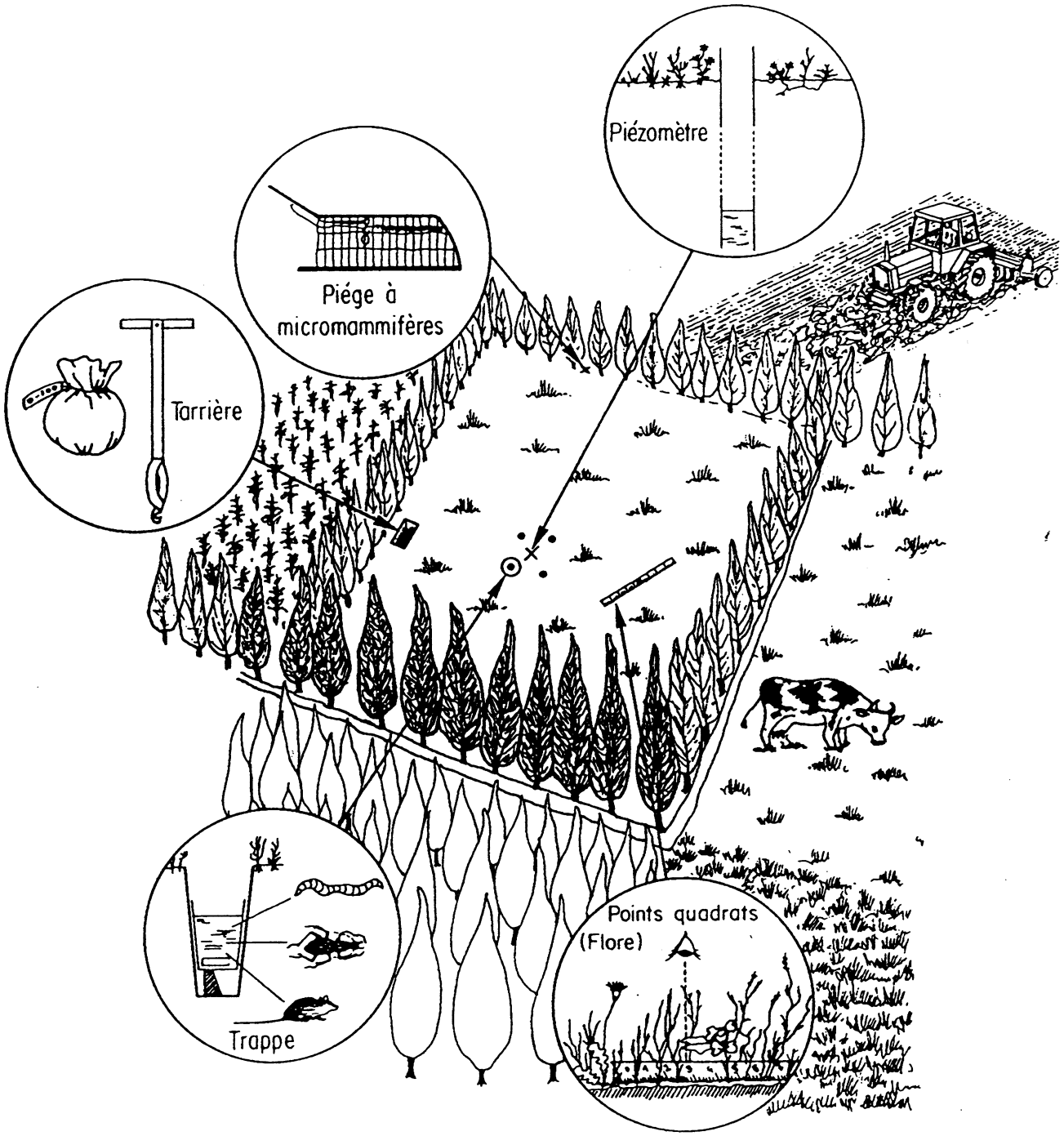


Figure 1. : L'interdisciplinarité, lors de l'acquisition des données dans une portion de l'espace-temps, permet l'échange et la gestion conjointe d'information objective entre les différents spécialistes (agronomes, écologues, environiciens, ...)

Les systèmes d'information en environnement sont des moyens techniques permettant la gestion de l'information dont l'homme dispose sur son environnement. Il s'agit essentiellement de moyens informatiques de saisie de données, de gestion-conservation, de traitement et d'édition de l'information.

Selon les objectifs et les moyens disponibles ces systèmes peuvent être très divers quant à leur objet (nature des données prises en compte), à leurs objectifs (répondre à une demande finalisée précise ou générale), à leurs moyens financiers et à la puissance et convivialité des machines et logiciels mis en oeuvre.

La Base de Données Relationnelle ECORDRE vise, comme son acronyme l'indique, après saisie des données écologiques à assurer *la gestion* ordonnée de celles-ci. Il s'agit de leur prise en charge *exhaustive*, leur conservation et leur restitution, cette dernière étant *optimisée* pour chaque demande spécifique quelle que soit la nature de la demande et l'origine des données.

Cette base a été développée initialement pour répondre aux besoins spécifiques du laboratoire de zooécologie du sol (INRA-Montpellier) qui a accumulé depuis 20 ans une masse de données sur support informatique à partir de préoccupations zoologiques, mésologiques, environnementales, agronomiques, cynégétiques, ... Cet ensemble, acquis "autour" de l'étude des lombriciens, nous a obligé à une rationalisation explicite transdisciplinaire (par exemple : zoologie, pédologie, botanique, chimie des sols, contaminants et pesticides, physique des machines agricoles et des propriétés du milieu, itinéraires agricoles, gestion de l'espace, ...). Cette rationalisation a abouti à un SCHEMA CONCEPTUEL UNIQUE qui s'est avéré non seulement utile pour nous-même mais applicable à toute donnée venant du champ écologique ayant une origine dans l'espace-temps et géocodée, autrement dit de l'espace régi par les systèmes écologiques. Il s'agit donc aussi d'un SIG (Système d'Information Géographique).

Pour ces objectifs ECORDRE a nécessité :

1. d'être développé sur des gros systèmes (présentement SQL/DS, prochainement DB2) car actuellement seuls ceux-ci offrent toutes les fonctionnalités nécessaires à une gestion transdisciplinaire et ouverte (notamment télématique) des données,

2. un schéma conceptuel transdisciplinaire permettant de décrire, conserver et restituer les données sans connotations spécifiques des diverses disciplines concourant à l'étude objective de notre espace. Ce schéma exclut le flou sémantique mais n'exige qu'un vocabulaire spécifique très réduit.

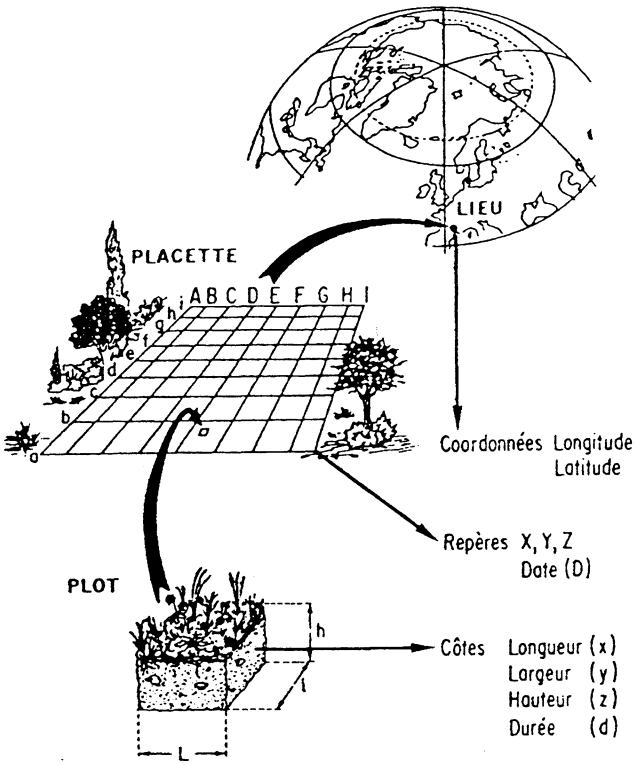


Figure 2. : Intégration et repères spatio-temporels des données agro-écologiques dans l'écosphère.

Quelques limites et concepts

Les études environnementales peuvent porter sur des aspects très divers : législation réglementaire de divers pays, pollution d'une rivière, efficacité de pots d'échappement catalytiques, effets de pratiques agricoles sur l'érosion, optimisation d'un tracé d'autoroute ou de piste de ski dans un paysage, perception psychosociologique d'une modification faite ou projetée de notre espace, impact de retombées radioactives, influence culturelle de démonstrations dans l'enseignement, augmentation du CO_2 atmosphérique, modifications observées par images satellitaires, etc.

Traditionnellement, ces aspects sont abordés après l'énoncé d'une problématique (souvent une préoccupation) et par la définition d'objectifs impliquant une ou quelques disciplines des sciences exactes et humaines. Cette approche traditionnelle a l'avantage d'être facilement compréhensible, car habituelle et concrète ; elle a l'inconvénient d'être limitée à des objectifs finis et de ne pas être organisée pour mettre à disposition l'information acquise pour des ré-utilisations. Les informations sont "marquées" par ce qui a motivé leur acquisition, dont l'organisation et la disponibilité résultent du but particulier poursuivi et non de la transdisciplinarité.

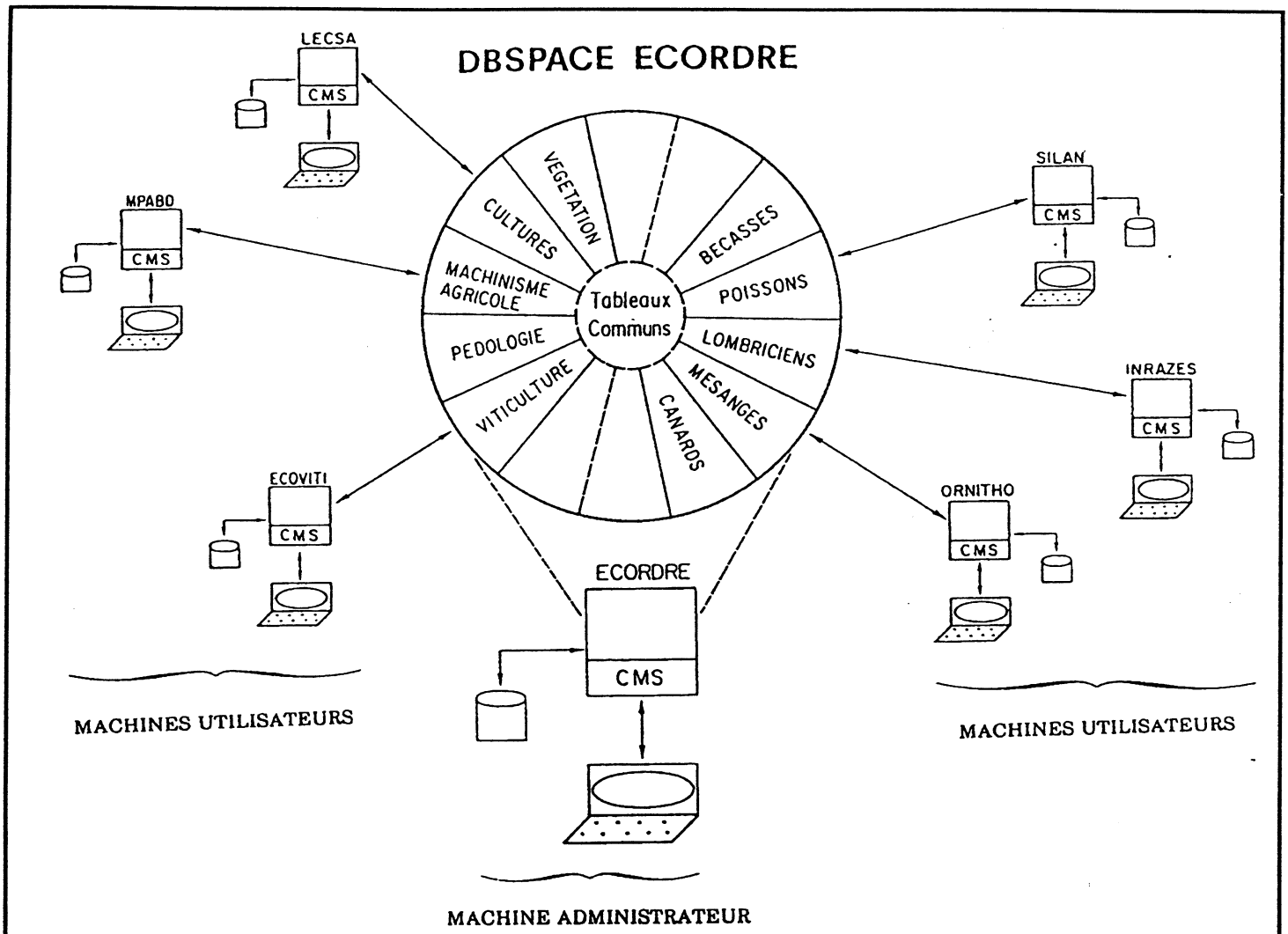


Figure 3. : Chaque secteur permet à un usager donné de ne voir qu'une portion de la base de données, portion sous laquelle il ne peut faire que des opérarions bien précises. On peut ainsi garantir une certaine confidentialité et traduire, au moyen de plusieurs documents différents, la sémantique d'une application.

L'apparition de Systèmes de Gestion de Bases de Données *Relationnels* (SGBDR) a changé radicalement cette situation en permettant "théoriquement" une circulation conviviale des données et une ré-utilisation de celles-ci indépendamment de toute considération "disciplinaire", ou mono-objectif.

Ceci est vrai théoriquement mais ne devient *pratiquement* possible qu'à condition d'élaborer un *Schéma Conceptuel Unique* permettant la description des données et leur restitution. Autres conditions : bien percevoir la puissance et les limites d'un tel outil.

Pour que cet outil devienne transdisciplinaire et conserve AD LIBITUM les données environnementales, il faut en corollaire ne pas le lier à une étude spécifique particulière c'est-à-dire ne pas entraver son fonctionnement par les pratiques, très variables, *d'acquisition des données* et celles, non moins diverses, *d'interprétation des données.*

La réciproque n'est pas vraie : il ne s'agit pas d'acquérir n'importe quoi n'importe où, mais de poursuivre des objectifs précis pour une acquisition + une interprétation optimales des données vers cet ctif fini. Mais une fois les données acquises, il suffit de les décrire *objectivement* en suivant la rigueur d'un *référentiel des données* pour rendre disponible l'information objective.

Cette description implique la connaissance de quelques concepts généraux, si transdisciplinaires qu'ils en paraissent abstraits.

Nous distinguons les Données Initiales Contrôlées (DICs) qui sont directement issues d'un objet de l'espace écologique étudié et situé dans l'espace et dans le temps.

Les DICs sont aussi *liées* à la*motivation* d'acquisition qui se traduit par une administration des diverses Réalisations et Essais de recherche mais aussi à une identification de l'auteur responsable de la donnée et aux éventuelles limitations d'accès dans ECORDRE.

- La DIC, étant liée à son contexte spatiotemporel et systémique, peut être réinterprétée indépendamment des objectifs initiaux : exemple une donnée relative à un animal observé pour un recensement quantitatif dans une forêt... peut contribuer à la cartographie européenne de l'espèce observée.

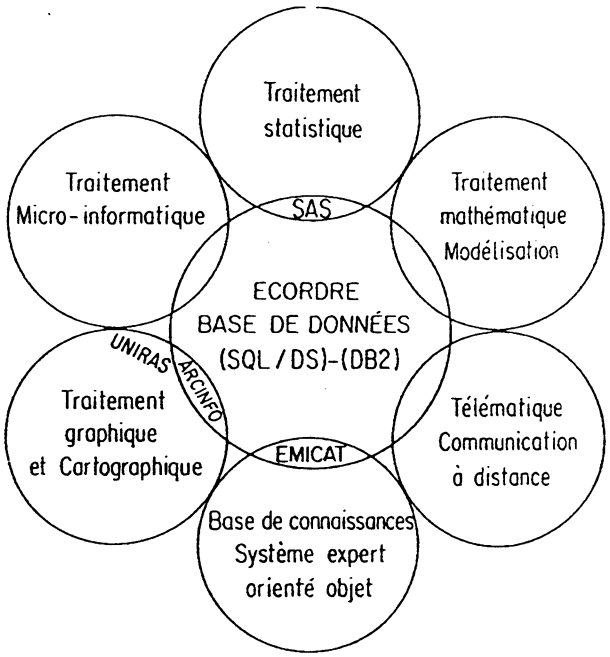


Figure 4. : Interface de la Base de Données "ECORDRE" avec des logiciels de traitement de données et de communication.

- La DIC est l'atome de connaissance objective le plus fin que nous ayons vis-à-vis de l'espace-temps considéré : elle est nécessairement l'élément sur lequel les interprétations se fondent.

Pour cette raison ECORDRE privilégie la gestion des DICs, intrinsèquement objectives, et laisse au stade interprétation (= traitement des données = synthèse) le soin du choix des hypothèses sous-jacentes à l'élaboration de données secondaires à partir des DICs.

En liant pas la base ECORDRE ni aux options d'acquisition, ni aux propositions d'interprétation, le gestion des données devient effectivement transdisciplinaire, multi-objectifs, en laissant à chaque problématique le choix de ses objectifs, de ses acquisitions et de ses modalités d'interprétation. Elle permet la conservation et la restitution des DICs avec, si les chercheurs coopèrent, l'interconnexion pour échange de l'information objective acquise entre équipes. Toutes les DICs acquises, par les agronomes, les écologues, les environiciens, ... sur une portion d'espace-temps quelconque, deviennent regroupables, échangeables et administrées conjointement.

Ecordre et pratiques environnementales

Dans toutes les démarches écologiques, les données issues du champ de l'écosphère jouent un rôle pivot car elles sont la seule perception objective que nous en ayons, d'où la nécessaire acquisition de données en relation avec les problèmes que l'on se propose de traiter.

Ces acquisitions participent au progrès des connaissances ; elles doivent être enregistrées de la façon la plus objective possible (= objet d'étude) ; elles doivent rester accessibles, même longtemps après le travail d'acquisition initiale des données, car elles sont une indication temporelle (= historique, évolutive, ...). L'une des propriétés essentielles des Bases de Données Relationnelles est de permettre cet accès efficace et durable aux sources de l'information écologique.

ECORDRE est d'abord un moyen d'accumulation et de restitution de données objectives, liées aux objets ayant trait à des variables physiques, chimiques ou biologiques voire économiques (un prix à un moment/lieu donné par exemple). Si l'analyse des mécanismes conduisant à un *acte* sur le milieu (traitement pesticide, récolte de foin, vidange d'un réservoir dans une rivière, ...) n'est pas toujours évidente pour l'écologue, ces *actes humains* sont enregistrés comme tels dans ECORDRE, selon leur nomenclature spécifique, leur date d'action et leur localisation spatiale. Ainsi les variables socio-économiques agissant sur, ou depuis, le système écologique et environnemental sont-elles enregistrées.

En l'état actuel, en général, la donnée est souvent directement perdue... soit qu'elle ne convienne pas pour l'interprétation initiale, soit qu'elle ne soit pas interprétée, ou encore qu'elle soit "diluée" dans un ensemble, laquelle sera fossilisée dans une bibliothèque dans la majorité des cas. Seules quelques données restent conservées dans des fichiers informatisés dont l'existence est inconnue pour des utilisations totalement étrangères aux objectifs sectoriels initiaux. La conservation des données objectives et leur mise à disposition pour d'autres objectifs et d'autres partenaires, en vue de résoudre d'autres problèmes, sont donc loin d'être assurés.

On peut depuis peu, grâce aux Bases de Données Relationnelles, qui constituent une contribution technique importante à la connaissance de notre environnement, lever cette difficulté. Ceci suppose deux conditions : l'une intellectuelle, dépendant de l'élaboration d'un schéma conceptuel unique et cohérent, mettant en oeuvre un langage univoque, et l'autre matérielle, relative à l'accès aux logiciels des Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnels (SGBDR).

Elaboration des Connaissances et rôle des données

Par souci de clarté et de cohérence plusieurs étapes ont été définies dans le travail sur l'information écologique au niveau de notre laboratoire.

1ère PHASE : L'acquisition des données

La première étape, est une étape de réflexion pour savoir quelles sont les données qu'on va prendre dans le champ écologique. Elle dépend de la problématique, des connaissances antérieures, de la sélection d'objectifs précis et des moyens disponibles.

La deuxième étape est la collecte des données dans le champ écologique en mettant en oeuvre les techniques retenues. On établit des descriptifs techniques qui indiquent à chacun la manière de procéder pour acquérir certaines données et chaque spécialiste (et là on redevient spécialiste) explicite ses choix techniques dans le domaine correspondant (exemple : relevé de plantes, analyse de métaux lourds, prélèvement de lombriciens, etc...).

La troisième étape est l'analyse des prélevats collectés sous forme brute (enregistrement, prédonnées, prise, etc.) pour obtenir à terme des DICs.

La quatrième étape est la saisie des données. Un ensemble de données peut être saisi directement à partir des appareils électroniques (exemple : balance, centrale d'acquisition, etc.) ou à l'aide du clavier d'un ordinateur.

La cinquième étape est le contrôle des données. Dans cette étape on fait des tests de corrections et on crée des fichiers qui correspondent aux images des relations qui vont être chargées dans la base. On entre dans ECORDRE ces *Données Initiales Contrôlées* (DICs).

Une fois que ces DICs sont entrées dans la Base, elles sont "neutres" et bien sûr valent ce qu'elles valent, au plan de leur futur usage en interprétation (ce qui ne peut être discuté ici, car ceci varie en fonction de chaque objectif de recherche).

2ème PHASE : La gestion des données

Une sixième étape est la création ou la mise à jour des relations (tableaux) existant dans la base et un dernier test de correction des données, test propre aux contraintes d'intégrité définies pour chaque relation. Cette étape fait partie de l'analyse conceptuelle de la base ; chaque nouvelle donnée doit être intégrée conceptuellement et à ce niveau, il doit y avoir dialogue avec les spécialistes pour établir les nouvelles relations ou les nouvelles contraintes d'intégrité qui doivent être introduites.

3ème PHASE : L'interprétation

Une septième étape est la synthèse ou l'interprétation des données. L'interprétation (comme le choix des techniques d'acquisition, d'ailleurs) est une étape riche en hypothèses. On choisit les hypothèses (exemple : assemblages, prédicats, suppositions, modèles, etc.) et les méthodes (exemple : analyses statistiques, modèles mathématiques, représentations graphiques ou cartographiques, etc.) et, si les résultats ne nous satisfont pas, ou si on s'aperçoit qu'il nous manque des données, on peut revenir en arrière, les ajouter, et refaire l'interprétation avec des données adéquates.

Le rôle de la base permet de réorganiser à tout moment les données. A ce niveau on peut avoir plusieurs possibilités :

L'interprétation nécessite de nouvelles données. Soit on obtient les données fournies par d'autres équipes de recherche (par télématique par exemple), soit encore on les réorganise à partir de données pré-existantes, soit enfin on fait de nouvelles acquisitions au terrain.

On peut faire subir aux données initiales (DIC) qui se trouvent déjà dans la base, différents types de traitements qui permettent de créer à partir de ces données, de nouvelles données. On peut avoir des données élaborées standards issues de tableaux de DICs, de façon à accéder plus rapidement à l'information.

4ème PHASE : Formalisation des connaissances

Les connaissances acquises dans ce processus général de développement de l'information écologique sortent du champ de la Base de Données Relationnelle pour entrer dans celui d'une Base de Connaissances, impliquant la création d'une Base de Faits et d'une Base de Règles (qui composent la Base de Connaissances d'un Système-Expert).

La Base de Règles représente les connaissances spécifiques d'un domaine d'expertise indiquant quelles *conséquences tirer*, ou quelles *actions accomplir* lorsque telle situation est établie ou est à établir : il s'agit des règles que l'on se donne.

La Base de Faits accumule ce que l'on considère comme établi ou à établir ; les données gérées dans ECORDRE contribuent à celles-ci.

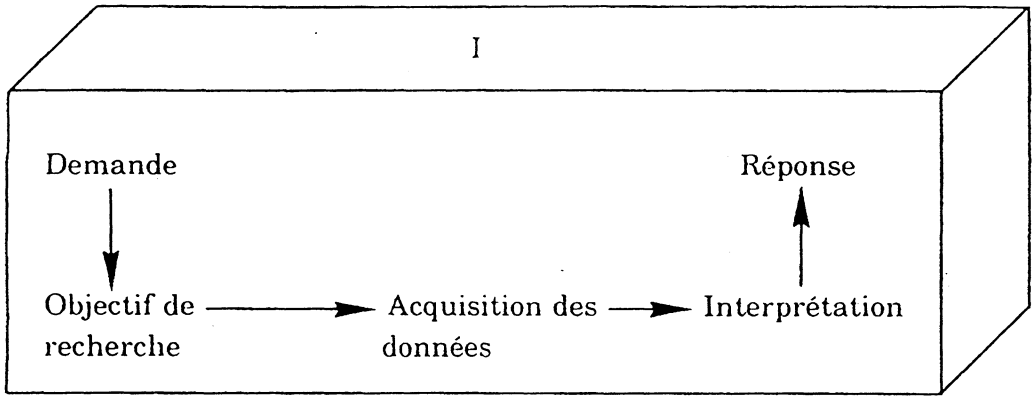


Figure 5. : Stratégie classique de traitement de l'information pour un objectif de recherche.

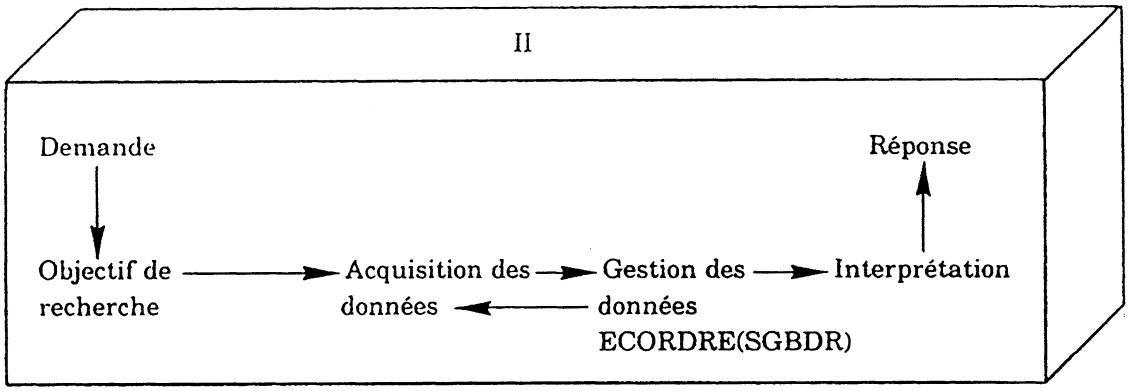


Figure 6. : Optimisation du traitement de l'information par une gestion des données sous SGBDR, pour un objectif de recherche.

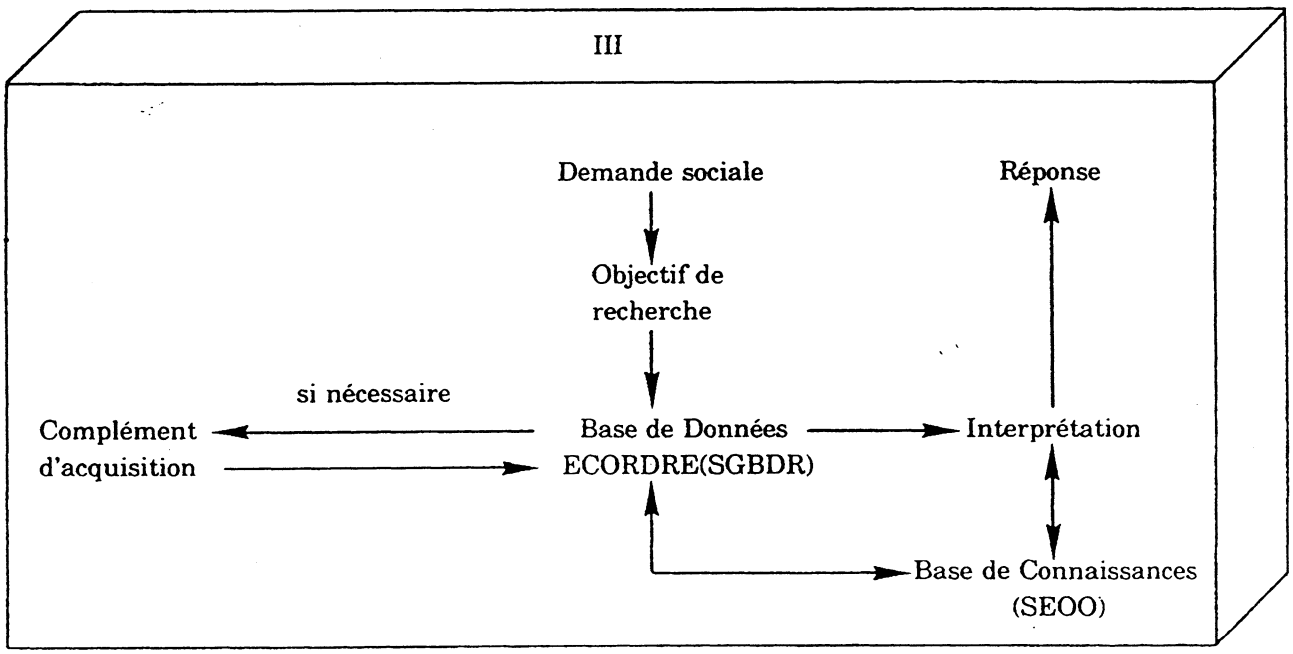


Figure 7. : Optimisation du traitement de l'information par une gestion des données sous SGBDR interfacé avec une base de connaissance sous "Système Expert Orienté Objet".

On peut en effet distinguer différentes catégories de connaissances. Les connaissances heuristiques (le plus souvent représentées en base de règles) produisent des hypothèses à partir de faits établis précédemment dans le but d'en produire de nouveaux par généralisation. Les connaissances de type procédural opèrent aussi des hypothèses à partir de faits, mais ces connaissances ont pour conséquences le choix d'un groupe de règles par rapport à un autre dans le but d'optimiser l'inférence, c'est-à-dire l'exécution des règles selon une logique bien précise. On appelle ces dernières connaissances, des métaconnaissances mises en oeuvre par des métarègles. Celles-ci traduisent de façon explicite les modèles d'interprétation des données.

Cette quatrième phase, en cours de développement dans notre laboratoire complète le contexte informatique permettant l'utilisation en Intelligence Artificielle des données écologiques.

Développements et rationalité

Les Bases de Données Relationnelles ouvrent de nouvelles voies à l'écologie : le traitement et l'accès aux données peuvent maintenant être maîtrisés par l'utilisateur qui peut interroger toutes les données antérieurement acquises. De plus, les données étant disponibles, il peut définir leur présentation, les organiser pour des applications avec des logiciels statistiques, mathématiques, graphiques, etc. Enfin, et c'est essentiel, la mise en commun de la partie objective, les DICs, est effectivement possible et aisée.

On peut constater que pour l'instant seuls de "gros" logiciels implantés sur des "grosses machines" présentent toutes les propriétés souhaitables et nécessaires aux bases de données pour leur plein usage : contrôle d'intégrité, confidentialité, interconnexion télématique à des réseaux (tel présentement EARN, raccordé à BITNET) mais aussi à des micro- ordinateurs où une part importante du travail peut être faite. Par interfaçage avec une base de faits, incluse elle-même dans une base de connaissances, ces données peuvent enfin contribuer à un dialogue formalisé en Systèmes-Experts. Les SGBD(R) jouent alors un rôle stratégique entre la gestion des données et la gestion des connaissances.

Tant les logiciels que les matériels sont dans ce domaine en évolution rapide et l'intérêt de telles bases ne peut pas être jugé à partir des contraintes actuelles en matériels, connexions, logiciels... ces éléments techniques, rapidement obsolètes, se remplaçant par des matériels et logiciels moins exigeants. Il serait notamment à ce niveau incompréhensible d'opposer "grosse informatique" à "petite", le "gros" actuel étant destiné à devenir petit et de toute façon l'un étant complémentaire de l'autre.

De la même façon, la Base de Données, tout comme le dénombrement d'oiseaux ou la pesée d'une récolte, n'est pas une fin en soi, mais un moyen d'élaboration dans un contexte intégré en rapide évolution, notamment en écologie par le développement de l'aide à la modélisation actuellement en cours.

Il ne s'agit pas au niveau de la Base de Données d'un problème de traitement biométrique de données, qui dépend des objectifs spécifiques d'interprétation, mais de conceptualisation de la logique d'acquisition des données par l'écologue, l'agronome et l'environicien et de mise en forme des ensembles de données et de formalisation des relations par l'informaticien.

Gérant des données, la base de données ECORDRE n'a aucun rôle vis-à-vis de la qualité intrinsèque de chaque donnée, ni des interprétations que l'on fera sur ces données. On peut y gérer de mauvaises mesures, ou également après avoir sélectionné des séries de données correctes, tirer des conclusions erronées sur ces ensembles. Ceci n'est pas du ressort d'une SGBD, mais bien de l'intelligence naturelle.

Par contre, l'utilisation d'ECORDRE rend possible le partage des connaissances entre spécialistes en langage naturel, ce qui pose aux utilisateurs un problème de partager les mêmes concepts avec la même sémantique.

Si le choix actuel des logiciels et matériels peut effectivement limiter ou faciliter le travail du spécialiste, dès à présent il est possible par celui-ci de "dé- sectorialiser" ses pratiques, et, tout en restant un bon spécialiste d'un domaine restreint appliqué ou fondamental, de contribuer à la croissance de nos connaissances objectives sur l'écosphère.

En tout cas, la stratégie générale de recherche s'en trouve profondément modifiée. Devant une nouvelle problématique environnementale ou agronomique, les objectifs de recherche débuteront non plus comme au stade I (Figure 5), primitif, par l'acquisition de données mais par l'exploitation des données pré-existantes. Ce stade II (Figure 6) de gestion des données, permet ainsi d'optimiser l'éventuel échantillonnage qu'il faudra conduire. La base de données ECORDRE, ne marque qu'une étape vers un stade III (Figure 7) où l'Intelligence Artificielle prendra en compte la connaissance des experts qui deviendra électroniquement accessible devant tout nouvel objectif de recherche ou demande sociale dans une base de connaissances (à Système Expert Orienté Objet).

Conclusion

L'organisation et la gestion des données agro-écologiques est possible dans un SGBDR, si l'organisation rationnelle des données est assurée par l'adoption d'un Schéma Conceptuel Unique qui dans le cas d'ECORDRE doit être cohérent avec l'écosphère et par le processus de normalisation des

relations, dont les règles doivent absolument être respectées.

L'évolution d'ECORDRE doit se faire à la fois vers une simplification permettant une bonne vulgarisation scientifique et vers une sophistication accrue du système répondant aux désirs des spécialisations pour lesquelles elle doit être conçue. L'avenir d'ECORDRE passe donc en premier lieu par la structuration et la formalisation (dynamique) de nos connaissances en travail d'équipe pour parvenir à un système apte à se développer au service de tous. Au stade actuel ce sont les apports sectoriels de chacun qui sont pris en charge, "traduits" dans le Schéma Conceptuel Unique, puis chaque équipe retrouve son autonomie de chargement et d'accès pour le domaine qu'elle maîtrise et met en commun dans ECORDRE.

Le fait de travailler sur gros systèmes offre l'avantage :

1. de disposer de matériels et de logiciels très performants,
2. de permettre une grande rapidité d'accès et des moyens de stockage presque "illimités", avec une grande sécurité de sauvegarde des données (copie sur bande journalière et hebdomadaire),
3. de mettre aisément à disposition les divers moyens statistiques de traitement des ensembles de données obtenues sur requête,
4. également les moyens d'édition graphique les plus sophistiqués,
5. de permettre les éditions graphiques les plus sophistiquées,
6. d'autoriser les échanges télématiques via les réseaux nationaux (tels TRANSPAC), le simple MINITEL ou les liaisons internationales par satellites et câbles (EARN, BITNET, NORTHNET, ...),
7. de mettre à disposition l'assistance d'un personnel hautement qualifié dans les domaines du matériel et des logiciels, ce qui est le cas du C.N.U.S.C.,
8. de faciliter les synergies de la coopération transdisciplinaire,
9. d'offrir un coût réduit par rapport aux moyens disponibles et aux facilités offertes, notamment par des frais partagés.

Coordonner les efforts, accumuler des données non redondantes, faire circuler l'information agro-écologique : voilà l'un des buts principaux de la constitution de la Base de Données Relationnelle "ECORDRE".

Patricio SOTO[2]

Liste actuelle des laboratoires coopérant avec ECORDRE à Montpellier

- *Laboratoire de Zooécologie du Sol (INRA)*
- *Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraire (INRA)*
- *Station d'Economie et de Sociologie Rurales (INRA)*
- *UER de Génie Rural et Machinisme Agricole (ENSAM)*
- *Division Machimisme et Production Agricole (CEEMAT-CIRAD)*
- *Dynamique des Populations Animales (groupe ornithologie) (CEFE-CNRS)*
- *Laboratoire de Parasitologie Comparée de l'Université MONTPELLIER 2 (URA-CNRS 698)*

[2] Administrateur et responsable technique d'ECORDRE Laboratoire de Zooécologie du Sol INRA Montpellier

GROUPE DE RECHERCHE AGROECOLOGIQUE SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE ENTIERE (GRAPPE)

CNRS, ENSA-M, INRA
Montpellier

Le Groupe de Recherche Agroécologique sur la Physiologie de la Plante Entière (GRAPPE) est un groupe informel qui rassemble des équipes de recherche montpelliéraines dans les domaines de la physiologie végétale, de l'agronomie et de l'écologie. Son but est de mettre en commun les approches et niveaux d'investigation de ces équipes afin de développer l'étude intégrée des différentes fonctions de la plante, c'est à dire la physiologie de la plante entière, dans la perspective de mieux résoudre certains problèmes agronomiques, écologiques et évolutifs actuels.

CONTEXTE

L'ampleur des modifications anthropogéniques de l'environnement (changements climatiques et atmosphériques, baisse de la fertilité des sols, pollutions des sols et des nappes) a accentué le besoin de connaître la contribution et la réponse des écosystèmes à ces modifications. Parallèlement, la production agricole s'oriente de plus en plus vers l'obtention de produits de qualité avec des pratiques respectant l'environnement. Les aspects physiologiques des problèmes écologiques, agronomiques et évolutifs posés, relèvent d'une approche globalisante qui doit nécessairement compléter l'approche plus réductionniste ayant souvent caractérisé la physiologie. La physiologie de la plante entière est à la jonction de ces deux approches et est, de ce fait, largement sollicitée. C'est pour faire face à cette sollicitation et pour stimuler le développement de cette discipline qui implique la confrontation d'études entreprises à des niveaux différents que le GRAPPE a été constitué. Se rencontrent ainsi des laboratoires pour lesquels la plante entière est le niveau d'étude le plus élevé pour certains, et le plus bas pour d'autres.

BASES SCIENTIFIQUES DE LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE ENTIERE

Chaque organe a une fonction physiologique particulière et présente des réponses spécifiques, à court et à long termes, aux conditions de milieu. Cependant le fonctionnement d'un organe donné dépend aussi du fonctionnement des autres organes. La relation entre la vitesse de photosynthèse et la teneur en azote des feuilles (et donc l'activité racinaire) de même que la relation entre la vitesse d'absorption des minéraux par les racines et l'activité des parties aériennes en sont deux exemples. L'intégration des fonctions de la plante traite aussi de l'allocation relative des ressources à ces fonctions et notamment de la taille relative des différents organes et des structures de transport à longue distance. Les exemples ci-dessus concernent le fonctionnement de la plante à un instant donné, mais il existe aussi une dimension temporelle à l'intégration des fonctions de la plante, au travers notamment du processus de stockage et des relations entre croissance végétative et reproduction. A cet aspect "flux de matière et d'énergie" de la physiologie de la plante entière, s'ajoute un aspect "modulaire ou architectural" qui résulte de l'activité méristématique.

Ces interdépendances entre organes, évidentes d'un point de vue fonctionnel, le sont aussi d'un point de vue évolutif: la sélection naturelle n'agit pas directement sur chaque organe ou fonction, mais sur le résultat de leur fonctionnement intégré, c'est à dire sur la valeur sélective de l'individu. Cependant, malgré leurs fortes significations fonctionnelle et évolutive, ces interdépendances ne sont principalement connues que d'une manière empirique, voire intuitive. Beaucoup des mécanismes qui les régissent sont inconnus et peu de modèles mécanistes les quantifient.

DOMAINES D'APPLICATION DE LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE ENTIERE

L'intégration au niveau de la plante entière est l'étape nécessaire, mais actuellement souvent manquante, pour aborder des problèmes agronomiques et écologiques plus larges, notamment:

1) prédire l'impact des changements planétaires sur la composition et la production des écosystèmes naturels et des agrosystèmes; l'activité humaine affecte le fonctionnement de ces systèmes, directement par des perturbations ou indirectement en modifiant l'atmosphère (augmentation de la teneur en CO_2, pollutions diverses) ou le climat (température et précipitations);

2) définir une gestion des systèmes de productions végétales permettant d'obtenir des produits de qualité tout en limitant les intrants (notamment engrais) soit parce qu'ils sont une source de pollution (nitrates, pesticides) soit parce qu'ils sont d'un prix de revient élévé dans les agrosystèmes classiques tout comme dans les futurs systèmes de production dans l'espace;

3) améliorer les bases de la sélection des plantes cultivées; l'augmentation des rendements potentiels des plantes réalisée ces dernières décennies provient principalement d'une modification de l'allocation des ressources aux différents organes (augmentation de l'indice de récolte); la sélection basée sur des mécanismes spécifiques (notamment vitesse de photosynthèse et activité fixatrice des nodosités) a donné peu de résultats car l'intégration de ces mécanismes dans le fonctionnement de la plante entière n'a pas été pris en compte;

4) guider le choix de manipulations génétiques et prédire le comportement des organismes issus de ces modifications; celles-ci concernant généralement une fonction particulière, la connaissance de l'intégration de cette fonction dans un modèle de fonctionnement de la plante entière devrait permettre de simuler le devenir de ce nouvel organisme dans différentes situations environnementales.

OBJECTIFS ET REALISATIONS DU GRAPPE

Il existe à Montpellier, au sein de différents instituts (CNRS, INRA, ENSA-M), plusieurs équipes de recherche dont la thématique scientifique s'inscrit dans la démarche plante entière et qui abordent des sujets communs. Chacune de ces équipes aborde cette thématique à différents niveaux, correspondants aux thématiques des laboratoires dont elles font partie. De ce fait, elles ont à la fois des préoccupations communes et des compétences complémentaires. Les chercheurs de ces équipes considèrent que le développement de la physiologie de la plante entière passe évidemment par une augmentation des moyens, mais aussi par la coexistence d'approches à différents niveaux. Notamment les outils et les concepts des approches réductionnistes de la physiologie végétale pourront contribuer à l'étude des mécanismes dont l'expression à l'échelle de l'organisme a un impact écologique et agronomique. En bref, l'objectif du GRAPPE est de former à Montpellier un groupe de recherche qui atteigne une masse critique suffisante et qui se nourrisse de la complémentarité des équipes de recherche existantes. Les objectifs concrets du GRAPPE sont:

1) développer une structure de réflexion permettant l'enrichissement mutuel des différents niveaux d'approche et monter des expérimentations communes où plusieurs de ces niveaux sont pris en compte;

2) intervenir dans l'enseignement doctoral (USTL et ENSA-M) et encadrer des étudiants sur des sujets relevant de la physiologie de la plante entière, particulièrement sur des sujets suivis simultanément par plusieurs chercheurs du GRAPPE;

3) développer les relations extérieures grâce à la dynamique créée par le GRAPPE.

Depuis sa formation en 1990, les réalisations du GRAPPE ont été les suivantes:

- Organisation d'un cycle de 7 séminaires sur les relations entre croissance et morphogénèse
- Organisation d'un cycle de 8 séminaires sur la relation entre nutrition azotée et croissance
- Participation à l'enseignement de l'Unité d'Approfondissement "Nutrition de la Plante" (2e année ENSA-M)
- Définition de thèmes de recherche communs (la nutrition azotée du pois au stade reproducteur; économie de l'azote chez des espèces herbacées à vitesses de croissance potentielle contrastées; interactions parties aériennes - parties racinaires chez le pin maritime)
- Participation à la mise en place d'un réseau européen sur la physiologie de la plante entière; dans ce cadre, organisation d'un atelier "Carbon nitrogen interactions: a whole plant perspective" les 18, 19 et 20 Septembre 1991 à Montpellier.

EQUIPES ET THEMES DE RECHERCHE

Equipes de recherche

1 - Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Route de Mende, BP 5051, 34033 Montpellier cedex 01. Eric Garnier, Maurice Méthy, Jacques Roy, Fernand Warembourg (tél: 67 61 32 39; fax: 67 41 21 38).

2 - Laboratoire de Biochimie et Physiologie Végétales, ENSA-M/INRA/CNRS URA 573, 1 Place Viala, 34060 Montpellier cedex 01. Alain Gojon, Nicole Grignon, Lucien Passama (USTL), Bruno Touraine (tél: 67 61 25 06; fax: 67 54 54 59)

3 - Laboratoire de Recherches sur les Symbiotes des Racines, INRA, 1 Place Viala, 34060 Montpellier cedex 01. Claude Plassard (tél: 67 61 24 73; fax: 67 54 57 08).

4 - Laboratoire d'Agronomie (LECSA), INRA, 2 Place Viala 34060 Montpellier cedex 01. Olivier Turc (tél: 67 61 25 52; fax: 67 54 58 43).

5 - Chaire de Phytotechnie et d'Amélioration des Plantes, ENSA-M, 2 Place Viala, 34060 Montpellier cedex 01. Jacques Wery (tél: 67 61 25 52; fax: 67 04 54 15).

Domaines d'application

A - réponses aux changements planétaires (CO_2 et température)

B - composantes physiologiques de la biodiversité

C - gestion de la nutrition azotée (pollution par les nitrates et optimisation de la nutrition azotée)

D - production de semences en relation avec l'alimentation hydrique et azotée

Thèmes de recherche en cours (équipes; domaines d'application)

<u>Relations entre fonctionnement racinaire et aérien</u>

- prélèvements d'azote et de carbone en relation avec la demande de la plante; variabilité interspécifique; aspects symbiotiques (1,2,3,5; A,B,C)
- synthèse du signal de statut azoté et régulation de l'absorption du nitrate (2; C)
- relation structure - fonction: visualisation des transports courte et longue distance (2; C)
- morphogénèse relative des organes aériens et racinaires (1; A)

Composantes de la croissance

- intégration des composantes de la croissance; variabilité interspécifique (1,2; A,B,C)
- relation entre morphogénèse et croissance (1,4; A,D)
- modélisation des flux de matière et de la structure morphogénétique (1,4; A,D)
- intégration physiologique entre modules (1; A)

Croissance et reproduction

- allocation du carbone et de l'azote en phases végétative et reproductrice (1,2,4,5; A,C,D)
- mise en place des organes reproducteurs et allocation des ressources (1,4,5; D)
- élaboration quantitative et qualitative du rendement d'un couvert (4,5; D)

PUBLICATIONS CHOISIES

Relations entre fonctionnement racinaire et aérien

SCHEROMM P., PLASSARD C. 1988. Nitrogen nutrition of non-mycorrhized maritime pine (*Pinus pinaster*) grown on nitrate or ammonium. **Plant Physiol. Biochem.**, 26: 261-269.

TOURAINE B., GRIGNON N., GRIGNON C. 1988. Charge balance in NO_3^--fed soybean. Estimation of K^+ and carboxylate recirculation. **Plant Physiol.**, 88: 605-612.

GARNIER E., KOCH G. W., ROY J., MOONEY H. A. 1989. Responses of wild plants to nitrate availability. Relationships between growth rate and nitrate uptake parameters, a case study with two *Bromus* species and a survey. **Oecologia**, 79 : 542-550.

GRIGNON N., TOURAINE B., DURAND M. 1989. 6(5)carboxyfluorescein as a tracer of phloem sap translocation. **Amer. J. Bot.**, 76: 871-877.

SOUSSANA J. F., GOJON A., PASSAMA L., WAKRIM R., ROBIN P. 1989. Critical evaluation of the *in situ* nitrate reductase assay. **Plant and Soil**, 120: 243-251.

WAREMBOURG F.R., ROUMET C. 1989. Why and how to estimate the cost of symbiotic N_2 fixation ? : A progressive approach based on the use of ^{14}C and ^{15}N isotopes. **Plant and Soil**, 115 : 167-177.

TOURAINE B., GRIGNON N., GRIGNON C. 1990. Interaction between nitrate assimilation in shoots and nitrate uptake by roots of soybean (*Glycine max*) plants: role of carboxylate. **Plant and Soil**, 124: 169-174.

SCHEROMM P., PLASSARD C., SALSAC L. 1990. Nitrate nutrition of maritime pine (*Pinus pinaster* Soland in Ait.) mycorrhized by the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum* Romagn. cultured on nitrate or ammonium. **New Phytol.**, 114: 93-98.

GOJON A., WAKRIM R., PASSAMA L., ROBIN P. 1991. Regulation of NO_3^- assimilation by the anion availability in excised soybean leaves. **Plant Physiol.** (accepté)

GOJON A., BUSSI C., GRIGNON C., SALSAC L. 1991. Distribution of NO_3^- reduction between roots and shoots of peach-tree seedlings as affected by NO_3^- uptake rate. **Physiol. Plant.** (accepté)

GRIGNON N., TOURAINE B., GRIGNON C. 1991. Occurence of internal phloem in the pulvinus of soybean plants. **Amer. J. Bot.** (accepté)

Composantes de la croissance

MAGDA D., WAREMBOURG F.R., LABEYRIE V. 1988. Physiological integration among ramets of *Lathyrus sylvestris* (L.) translocation of assimilates. **Oecologia**, 77 : 255-260.

MULLER B., GARNIER E. 1990. Components of relative growth rate and sensitivity to nitrogen availability in annual and perennial species of *Bromus*. **Oecologia**, 84 : 513-518.

METHY M., ALPERT P., ROY J. 1990. Effects of light quality and quantity on growth of the clonal plant *Eichhornia crassipes*. **Oecologia**, 84 : 265-271.

GARNIER E. 1991. Resource capture, biomass allocation and growth in herbaceous plants. **Trends Ecol. Evol.**, 6, 4 : 126-131.

ALPERT P., WAREMBOURG F. R., ROY J. 1991. Transport of carbon among connected ramets of *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) at normal and high levels of CO_2. **Amer. J. Bot.** (accepté).

FABREGUETTES J., SALAGER J. L., ROY J. 1991. An automated CO_2 control system for plant growth chambers and its use to estimate net plant CO_2 exchanges. **J. of Agricul. Engineering Res.** (accepté).

Croissance et reproduction

DANYACH-DESCHAMPS M., WERY J. 1988. Effect of drought stress and mineral nitrogen supply on growth and seed yield of white clover in mediterranean conditions. **J. Appl. Seed Prod.**, 6: 14-19.

TURC O., NEY B., WERY J. 1990. Effect of drought stress on reproductive development and seed production of pea and chickpea. **Agron. Abst.**, 1990: 161.

BECK D.P., WERY J., SAXENA M.C., AYADI A. 1991. Dinitrogen fixation and nitrogen balance in cool season food legumes. **Agron. J.**, 83: 334-341.

GLOSSAIRE

AGROPOLIS	:	Complexe d'Enseignement Supérieur et de Recherche, Pôle International d'Agronomie méditerranéenne et tropicale de Montpellier Languedoc-Rousillon.
CEEMAT	:	Centre d'Etude et d'Expérimentation du Machinisme Agricole et Technologie Alimentaire.
CEFE	:	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive.
CEMAGREF	:	Centre National du Machinisme Agricole.
CIRAD	:	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.
CNRS	:	Centre National de la Recherche Scientifique.
CNUSC	:	Centre National Universitaire Sud de Calcul.
DSA	:	Département des Systèmes Agraires.
ECORDRE	:	Base de Données Relationnelle pour toute donnée agro-écologique.
ENSA	:	Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.
GEVES	:	Groupe d'Etudes et Contrôle des Variétés et Semences.
GRAPPE	:	Groupe de Recherche Agro-écologique sur la Physiologie de la Plante Entière.
INRA	:	Institut National de la Recherche Agronomique.
IRAT	:	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières.
ISIM	:	Institut des Sciences pour l'Ingénieur de Montpellier.
LECSA	:	Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires.
ORSTOM	:	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.
USTL	:	Université des Sciences et Techniques du Languedoc.