Ref 271

Ministère de l'Education Nationale

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
et
UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC

DESS DOUBLE COMPETENCE
INFORMATIQUE APPLIQUEE AUX ORGANISATIONS

RAPPORT DE STAGE

effectué au

LABORATOIRE D'ETUDES COMPAREES DES SYSTEMES AGRAIRES
(Unité SAD-LECSA))
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
2, Place Viala - 34060 MONTPELLIER Cedex 1

du 1 juin 1993 au 1 Septembre 1993

par

Catherine VAQUER

Directeurs de stage
M. Jean-Marc BARBIER Enseignant Chercheur CNEARC INRA
M. Patricio SOTO Ingenieur Informaticien INRA

ANALYSE CONCEPTUELLE ET VALIDATION D'UN MODELE DE DONNEES AGRONOMIQUES DANS LE CADRE DU SYSTEME D'INFORMATION TRANSDISCIPLINAIRE ECORDRE

LE CAS DE LA RIZICULTURE EN CAMARGUE

Centre National d'Informatique Appliquée de Montpellier
860, rue de Saint Priest - 34090 MONTPELLIER - Tel : 67 63 07 87

INTRODUCTION

Le Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires (LECSA), rattaché au département Systèmes Agraires et Développement (SAD) de l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique) et du Centre de MONTPELLIER a pour objet d'étude la modélisation des systèmes de production des grandes cultures des plaines méditerranéennes et ce, à travers deux programmes de recherche.

Les chercheurs (agronomes et économiste), travaillant sur le projet d'étude des systèmes de productions rizicoles dans le delta du Rhône (La Camargue) ont manifesté le souhait d'**une meilleure gestion de leurs données.**

Après avoir présenté ce programme de recherche et son environnement, nous procéderons à l'**énoncé des données recueillies** et de leurs techniques de récolte. Nous verrons par la suite, comment il est possible d'opérer **des mises en relation** entre des données qu'elles soient agronomiques ou socio-économiques à travers la mise en place de **concepts** de modélisation et l'utilisation d'**outils** informatiques puissants que sont **les Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles** (SGBDR).

Il s'agit donc de réaliser l'**analyse conceptuelle du modèle agronomique** en sachant que celui-ci doit s'intégrer dans un schéma conceptuel global, coeur d'un **Système d'information** dit **transdisciplinaire** appelé **ECORDRE.**
Nous ne ferons qu'aborder la conceptualisation du modèle socio-économique.

Nous poursuivrons par l'étape de **la validation des modèles** conçus.

Enfin, nous terminerons par l'exposé des améliorations possibles des modèles et **des perspectives** à envisager comme suite à l'étude réalisée.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DE L'EXISTANT
ET ANALYSE DES BESOINS

1.1. L'Unité SAD-LECSA de L'INRA.

1.1.1. Position de l'unité SAD-LECSA dans le Centre INRA de MONTPELLIER.

L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) est un Etablissement Public national à caractère Scientifique et Technologique (EPST) placé sous la tutelle du Ministère chargé de la recherche et du Ministère chargé de l'Agriculture.

Les activités de recherche sont réparties en six directions scientifiques elles-mêmes structurées en départements de recherche (cf. Annexes 1 et 2).

A ces départements, sont rattachées les unités qui sont des laboratoires de recherche, des services informatiques, de formation... annexés à des domaines et installations expérimentales. L'INRA compte 530 unités.

Le Centre de Montpellier est l'un des 22 centres régionaux de l'INRA regroupant 30 unités sur 8 sites et comptant 250 scientifiques et ingénieurs et 300 techniciens et administratifs (cf. Annexe 3).

L'INRA Montpellier est étroitement associé à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (ENSAM).

Il fait partie des 19 établissements scientifiques adhérents d'AGROPOLIS, Complexe de recherche et d'enseignement supérieur, pôle international d'agronomie méditerranéenne et tropicale de Montpellier Languedoc Roussillon.

Le Centre de Montpellier est animé par un conseil scientifique et un conseil de gestion qui assurent une certaine coordination scientifique locale, une cohérence avec la politique nationale de l'INRA et définissent des priorités en matière de programmes transdisciplinaires de recherche et d'infrastructures.

Dirigés par le président du centre, ces conseils favorisent les synergies entre équipes et les actions multidisciplinaires autour de six axes de recherche spécifiques qui sont :

- La filière vigne et produits de la vigne.
- La biologie du stress hydrique et la gestion des zones sèches méditerranéennes.
- La gestion des ressources génétiques végétales et la qualité des semences.
- Le réseau méditerranéen de recherche en arboriculture fruitière.
- Le génie génétique appliqué aux insectes.
- Le génie agroécologique et les relations agriculture/environnement.

Créé en 1983 par A.P. CONESA, le Laboratoires d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires (LECSA), anciennement rattaché au département d'Agronomie est, suite à une redéfinition de sa mission scientifique, placé sous la responsabilité du département Systèmes Agraires et Développement (SAD) ; il est devenu depuis le 1er Janvier 1993, l'Unité SAD-LECSA.

1.1.2. Orientations scientifiques et organisation de l'unité SAD-LECSA.

1.1.2.1. Orientations scientifiques générales.

Suivant l'orientation générale du département SAD de l'INRA, le LECSA a pour objet d'étude la modélisation des systèmes de production des grandes cultures de plaines méditerranéennes, caractérisées par des conditions climatiques rigoureuses et très irrégulières (température, pluviométrie).

Cette unité prône une démarche systémique répondant aux besoins d'adaptation ou de reconversion des agricultures méditerranéennes. Les méthodes utilisées associent dans une démarche interdisciplinaire l'analyse des pratiques agricoles, des systèmes techniques et des décisions de gestion des exploitations.

L'Unité SAD-LECSA se donne pour objectif d'opérer un rapprochement entre les données techniques et agronomiques d'une part et les contraintes écologiques et socio-économiques d'autre part.

Par rapport aux champs scientifiques du SAD, c'est le niveau de l'exploitation agricole qui est privilégié, que ce soit dans l'analyse de son fonctionnement ou de la construction des modèles d'aide à la décision à plusieurs acteurs ; ce afin d'éclairer les possibilités de transformation des agricultures méditerranéennes, tant en sec qu'en irrigué.

Les acteurs concernés sont les agriculteurs et éleveurs mais aussi les organismes professionnels, de conseil et de développement et les décideurs publics.

1.1.2.2. Les deux programmes de recherche de l'unité SAD-LECSA.

Deux programmes de recherche sont actuellement poursuivis par l'Unité, l'un en milieu sec, l'autre en milieu irrigué.

Projet 1 : *Rôles possibles de l'élevage en agriculture sèche méditerranéenne notamment pour la gestion des risques climatiques.*

Dans les systèmes de production des zones sèches, seul l'élevage associé à des cultures de vente permet d'absorber les irrégularités climatiques tout en participant à la gestion de territoires de plus en plus délaissés.

Cette problématique importante en Languedoc Roussillon, l'est encore plus à l'échelle de l'ensemble de la zone méditerranéenne où une grande part de l'alimentation humaine de base (céréales, viandes, lait) est produite dans ces conditions. Les zones privilégiées de travail se situent sur les deux rives de la Méditerranée, en Crau et en Algérie.

Projet 2 : *Agriculture et environnement en milieu humide méditerranéen : adaptation d'une riziculture intensive aux exigences environnementales de milieux écologiquement fragiles.*

L'Unité étudie les adaptations possibles aux nouvelles contraintes par la mise au point d'itinéraires techniques alternatifs, par la redéfinition des systèmes

de culture et par la définition de politiques régionales d'incitation aux transformations jugées souhaitables.

Actuellement le LECSA entreprend des investigations sur l'évolution des systèmes de productions rizicoles dans le delta du Rhône (Camargue).

Ce deuxième programme de recherche sera développé de manière plus détaillée dans un paragraphe ultérieur étant donné qu'il constitue le centre de travail pour la modélisation conceptuelle des données.

1.1.2.3. Les collaborations.

Dans le cadre du premier programme, l'Unité SAD-LECSA a développé des collaborations suivies avec des équipes du campus INRA-ENSAM : Unité de Zootechnie Méditerranéenne, Economie et Sociologie Rurales, avec le CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et Forêts), le CIHEAM-IAM M (Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes - Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier) et l' Institut de l'Elevage.

L'unité travaille aussi à l'étranger avec l'INA d'El Harrach, l'INRA Algérie, l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures), l'Université de Louvain-la-Neuve (Belgique).

Dans le cadre du deuxième programme, l'Unité a étendu son territoire d'intervention vers d'autres pays rizicoles d'où la création, à Arles d'un réseau coopératif inter régional de recherche sur le riz patronné par la F.A.O (Food and Agriculture Organization of the United Nations[1]). et regroupant tous les pays rizicoles du pourtour méditerranéen.

L'unité a également développé des relations suivies avec le Centre Français du Riz (CFR), le CIRAD (Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement), l'Université de Wageningen (Pays-Bas), l'Institut National des Sciences Agronomiques (INSA) de Hanoi (Vietnam) et s'est intégré dans un programme COMETT de la CEE.

En Chine, une équipe chinoise a été formée aux techniques de diagnostic*[2] cultural au champ.

De nouvelles collaborations se développent en accord avec les nouveaux objectifs, notamment avec le CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) pour les dimensions écologiques de gestion du milieu.

1.1.2.4. L'organisation de l'unité SAD-LECSA. (Cf. Annexe 4).

Le laboratoire est dirigé par Jean PLUVINAGE, Directeur de l'Unité, lui-même coordinateur du premier projet dit "projet Crau". Ce projet rassemble également un Ingénieur de Recherche (IR) et un Adjoint Technique (AJT).

---

[1] F.A.O : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

[2] Dans tout le rapport, tous les termes portant un astérisque (*) seront définis dans un lexique placé en fin du mémoire.

Le deuxième projet dit "projet Camargue" est coordonné par Jean-Marc BARBIER, Ingénieur de Recherche à l'INRA et Professeur d'Agronomie au CNEARC (Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes) et par Steven SCHILIZZI, économiste Chargé de Recherche (CR). Ce projet associe donc un économiste et deux agronomes, le deuxième étant Ingénieur d'Etudes (IE) auxquels se rajoute une Technicienne de Recherche (TR).

En plus de ces cinq chercheurs, l'unité comprend :

- Un Assistant Ingénieur (AI) assurant l'appui informatique et responsable de la partie statistique des programmes de recherche.
- La secrétaire de l'Unité.
- La secrétaire du projet INRA-ITGC, également chargée de la bibliothèque de l'unité.

Le laboratoire accueille également thésards et stagiaires. Actuellement, un thésard suit le premier projet "Crau".

Trois stagiaires, deux main d'oeuvre occasionnelles et un C.E.S. (Contrat Emploi Solidarité) sont associés au projet "Camargue".

1.1.2.5. L'état informatique de l'unité SAD-LECSA.

En annexe 5 est présenté le parc informatique du laboratoire sachant que les utilisateurs sont tous connectés au réseau Novell IPX / SPX de l'INRA.

Pendant toute la durée du stage, il a été mis à ma disposition le matériel suivant :

- un portable Zénith data systems 486 L25 XT
- une imprimante Epson Stylus 800 à jet d'encre
- une imprimante Laser Epson EPL8 100 + PS.

Les caractéristiques de ce matériel sont données en annexe 4.

1.2. Eléments de méthodologie.

Un questionnaire (Cf. Annexe 6) a été établi et adressé à tous les membres de l'unité SAD-LECSA.

Les réponses recueillies m'ont permis non seulement de cerner les objectifs de recherche du laboratoire mais aussi de connaître la nature des données récoltées, les techniques de saisie et de stockage de celles-ci, les traitements statistiques utilisés.

Les résultats de ces entretiens nous ont permis de dégager les besoins réels du laboratoire en gestion de données.

Dans ce questionnaire, nous avons volontairement introduit la notion de Base de Données Relationnelles[3] (BDR) pour estimer le degré de connaissances des futurs utilisateurs dans ce domaine. Après une explication rapide de ce que pouvait être un Système de Gestion de Bases de Données relationnelles[4] (SGBDR), nous avons relevé quelques impressions.

Un réel besoin en gestion de données a été exprimé. Cependant, quelques réticences de la part de certains membres de l'unité ont été mises en évidence devant l'utilisation d'un outil mal connu et vis à vis d'une éventuelle mise en commun des données de plusieurs équipes.

Toutefois, un intérêt certain pour des informations générales (les variétés existantes, les différents produits phytosanitaires et leur prix sur le marché actuel, etc.) s'est fait ressentir.

Il serait intéressant, à la fin de l'étude, de réinterroger les membres de l'unité pour noter leurs nouvelles impressions, après présentation du travail.

1.3. Délimitation du champ d'étude : la riziculture en Camargue.

1.3.1. Bref aperçu de la riziculture en Camargue.

Comme nous l'avons décrit précédemment, deux programmes de recherche sont actuellement en cours au sein du laboratoire. Le cadre de notre étude se situe autour du projet dit "Camargue".

La Camargue était originellement un milieu hostile à l'homme. Sa mise en valeur a nécessité de gros moyens techniques et financiers. L'important déficit hydrique annuel et la présence d'une nappe d'eau salée affleurante par endroits rend nécessaire l'apport d'eau douce, ce depuis l'endiguement du Rhône au milieu du siècle dernier.

De ce fait, le riz inondé joue un rôle important dans la régulation globale du système. La riziculture inondée permet de valoriser la quantité d'eau nécessaire au désallement du sol et d'introduire dans la rotation* d'autres espèces. Le riz joue ainsi un rôle de culture pivot du système.

La culture de riz est pratiquée dans ce contexte particulier depuis son introduction à grande échelle au lendemain de la seconde guerre mondiale. Elle connaît maintenant un succès considérable grâce à l'application d'un plan de relance rizicole en 1982.

Les rendements sont ainsi passés de 3.9 t/ha en moyenne sur les trente années 1950 - 80 à 5.5 t/ha au cours de la décennie 80 (plus de 6 t/ha en 1988 et

---

[3] Une Base de Données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en un temps optimisé. Elle enregistre les données et les restitue à la demande (=requête), soit sous forme initiale, soit en rapprochant plusieurs faits élémentaires les uns des autres.
Les Bases de Données Relationnelles (BDR) sont constituées par des relations entre données c'est à dire des liens qui organisent ces données. [BOUC 90].

[4] Une Base de données est gérée par un Système de Gestion de Bases de données (SGBD). Le SGBD est constitué par un ensemble de programmes utilitaires permettant de décrire et de ranger des données qui pourront être utilisées simultanément par de nombreux utilisateurs.

1990). Les surfaces cultivées sont passées dans le même temps de 4000 ha en 1981 à 24000 ha en 1993.

Le succès du plan de relance rizicole eut son revers de médaille : surproduction de grains de qualité médiocre, pression sur l'espace et craintes de nuisances causées à l'environnement par cette agriculture intensive. En effet, la Camargue est considérée comme une zone de grand intérêt écologique ; la création d'un parc naturel régional sur ce territoire en 1973 est là pour en témoigner.

En conséquence, les travaux entrepris aujourd'hui doivent tenir compte de cette évolution :
- Elaboration de références techniques pour les variétés nouvelles de "qualité" à grains longs et fins.
- Recherche accrue d'une réduction des coûts de production.
- Mise au point de nouveaux systèmes de culture moins consommateurs d'engrais chimiques et de pesticides.
- Prise en compte de l'agriculture biologique...

1.3.2. Le programme de recherche.

Au début de sa création (1983), le laboratoire a mis en place en Camargue un programme de recherche interdisciplinaire grâce à une équipe composée d'agronomes, socio-économistes et zootechniciens.

Un dispositif d'enquêtes diagnostic visait à mettre en évidence et à hiérarchiser les facteurs* et conditions* limitants les rendements du riz irrigué en Camargue. Cette phase d'enquêtes agronomiques a été conduite pendant quatre années consécutives (84-87). Parallèlement à ces enquêtes, des expérimentations en milieu paysan ont été réalisées en vue d'améliorer les systèmes de culture existants ; deux thèmes ont été privilégiés :
- La recherche de voies d'amélioration de la phase de germination-levée.
- L'amélioration de l'efficience des engrais azotés.

Les travaux d'enquêtes diagnostic à l'échelle de la parcelle cultivée ont été entrepris simultanément à des études menées à l'échelle de l'exploitation agricole et de la région :
- Typologie des exploitations.
- Etude de leur structure et de leur fonctionnement.
- Analyse de la filière rizicole.
- Diagnostic des systèmes d'élevage.
- Analyse de l'histoire agraire de la Camargue.

La présence d'une équipe pluridisciplinaire permettait cette diversité de niveaux d'approche .

A partir de 1987, l'équipe agronomique demeurée seule a repris à son compte une partie de ces aspects socio-économiques.

En 1992, huit ans après le premier travail de diagnostic, de nouvelles enquêtes agronomiques ont été menées, ce du fait de l'évolution des techniques culturales*, de l'existence de nouvelles variétés et d'une possible évolution des contraintes et facteurs limitants du milieu. Ces enquêtes menées sur des

exploitations dont le choix a été fait de manière à couvrir leur diversité socio-économique ainsi que la variabilité écologique du milieu donnent des éléments de comparaison pour analyser l'évolution des techniques culturales.

Ce n'est véritablement qu'en 1993, suite à la redéfinition de la mission scientifique de l'Unité SAD-LECSA qu'une nouvelle approche agro-socio-économique a été relancée.

En effet, l'exploitation rizicole est un système complexe. Du point de vue de l'agronome qui travaille à l'échelle de la parcelle, la compréhension du système d'exploitation est nécessaire pour déterminer les points sensibles dans les processus de production.

Les itinéraires techniques qui y sont pratiqués forment un ensemble cohérent avec les objectifs du producteur et avec un faisceau de contraintes / ressources d'ordre structurel. Les propositions d'amélioration de l'itinéraire technique doivent pour être efficace s'adapter au contexte particulier de groupes d'exploitations plus ou moins homogènes.

En 1993, l'équipe a décidé de travailler sur un échantillon réduit de cinq exploitations bien différenciées du point de vue structurel. Il s'agit, à travers l'étude des techniques et des pratiques culturales*, et l'analyse des choix stratégiques* et des adaptations tactiques* des exploitants, de mieux connaître le fonctionnement de l'exploitation, autrement dit les règles de décision adoptées. Cette connaissance permettra de mieux identifier la cohérence du système. Par ailleurs, un suivi de l'élaboration du rendement sur un réseau de parcelles représentatives de la variabilité du couple (pratiques culturales / milieu) permet de connaître les performances agronomiques des systèmes de cultures mis en place.

Le schéma d'élaboration du rendement constitue un modèle synthétique et qualitatif des relations entre techniques, rendement et composantes du rendement. Les principes qui sont à la base de la construction d'un tel schéma sont les suivants :

- Le rendement final d'une culture est le produit d'une série de composantes qui s'élaborent tout le long du cycle cultural.
- L'élaboration de chacune de ces composantes est sous la dépendance du niveau de la composante précédemment formée et d'un certain nombre de facteurs et conditions du milieu.
- Les facteurs et conditions du milieu qui déterminent le niveau des composantes sont modifiées par les techniques culturales. [JOUV 92].

Nous pouvons constater que le laboratoire a toujours eu un souci de travail pluridisciplinaire et le souhait de rapprocher agronomes et économistes.

Nous verrons dans la suite de notre étude comment il est possible, à travers une gestion raisonnée des données, de mettre en relation des données techniques et agronomiques avec des contraintes écologiques et socio-économiques.

1.3.3. Les données recueillies et les techniques de récolte.

Au cours de ces dix années d'étude, de nombreuses données ont été amassées.

Nous avons sélectionné comme données et techniques de récolte de références celles recueillies en 1992 et 1993 sachant que les enquêtes diagnostic ont été menées selon un schéma commun quels que soient les dispositifs expérimentaux adoptés.

Nous ne donnerons pas une description détaillée de ces données, d'une part pour ne pas rendre la lecture de celles-ci fastidieuse, d'autre part au moment de l'analyse conceptuelle, les données seront nécessairement explicitées. Elles le seront d'autant plus clairement que des relations entre groupes de données en seront dégagées.

Nous nous contenterons dans ce chapitre de mentionner les grands types de données rencontrées et ce, en se plaçant à des échelles différentes. Nous commencerons par la vue de l'agronome qui étudie le système à travers la parcelle culturale. Ensuite, nous donnerons une idée sommaire de la vision de l'économiste dont l'entrée dans le système se fait par l'exploitation agricole. Nous en profiterons pour définir certains concepts agronomiques tout du moins ceux qui représentent des éléments clés de l'analyse.

Tout le long de cette étude, nous avons décidé d'accorder une priorité aux données agronomiques, ce choix étant imposé par le temps imparti à la réalisation de ce travail et bien sûr par un souci de qualité du travail à remettre.

Nous définirons les niveaux d'approche suivants :

- ***La parcelle culturale*** : *"Surface de terre occupée par un peuplement végétal cultivé mono ou pluri spécifique, conduite de façon homogène"* c'est à dire faisant l'objet du même ***itinéraire technique*** défini comme *"la suite logique et ordonnée des opérations culturales effectuées pour conduire une culture de la préparation du sol à la récolte".* [SEBI 78,JOUV 89].

Il est à signaler que plusieurs parcelles culturales peuvent faire partie d'une même ***parcelle foncière*** *"Unité de surface appropriée par un individu ou un groupe d'individus"* [JOUV 89].

- ***La situation culturale*** : Au sein d'une parcelle culturale conduite de façon homogène, il peut y avoir une hétérogénéité de milieu due à la structure du sol, à l'exposition ou au changement de texture qui va entraîner une différenciation de la végétation cultivée. Il a donc fallu définir la notion de situation culturale : *"Unité de surface homogène, à l'échelle de l'observation agronomique, quant au milieu physique et au mode de conduite de la culture pratiquée."* C'est donc à l'échelle de la situation culturale que peut et doit s'effectuer l'analyse agronomique. [JOUV 89].

Une situation culturale peut correspondre à une parcelle culturale si celle-ci présente des conditions de milieu et de conduite homogènes, sinon elle constitue un sous-ensemble de la parcelle culturale.

Il est possible que l'agronome décide volontairement à travers une expérimentation d'apporter une hétérogénéité dans la parcelle. Il va donc créer dans ce cas des situations culturales.

Ces parcelles et situations culturales possèdent leurs propres ***caractéristiques*** et leur propre histoire (cultures successives).

Sur ces parcelles, sont réalisées différentes ***interventions*** depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte en passant par le semis et les traitements successifs (apports de produits phytosanitaires, de fertilisants chimiques ou organiques). Ces opérations culturales sont effectuées avec l'aide ou pas de ***matériel agricole.***

Chacune de ces opérations culturales peut posséder ces propres caractéristiques.

Certaines observations et contrôles nécessités par l'analyse agronomique ne peuvent pas se faire sur l'ensemble de la parcelle. Aussi, est-on amené à définir des unités élémentaires plus réduites telles que des ***stations d'observation*** : *"Unité de surface élémentaire permettant de contrôler de façon précise soit l'état du milieu, soit l'état de la végétation cultivée."* [JOUV 89].

En 1992, ces stations présentaient une superficie de 100 m² (10 X 10 m). Dans la réalité, les contours de ces stations ne sont pas toujours bien précis. Une station est en fait une unité de surface théoriquement représentative de la situation culturale.

Au niveau de la station, les données sont nombreuses.

Elles concernent ***les analyses de sol*** (mesures des bases échangeables, des sels solubles, de l'azote et carbone organique, de la texture du sol, de la stabilité texturale, du calcaire, du phosphore, de la conductivité, de pH...). Ces analyses se font à partir d'échantillons de sol prélevés à la tarière.

A ce niveau, sont réalisés ***un profil cultural*** et une description de l'état du lit de semences (***état de surface***). De façon plus explicite, le profil cultural [HENI *et al.* 69] est une description des différents horizons de la couche travaillée. L'état de surface du sol prend en compte les débris végétaux (nature et répartition), la taille et la cohérence des mottes de terres.

Nous rentrerons dans le détail de ces mesures et autres observations dans le chapitre "Analyse conceptuelle".

Au niveau de la station et tout le long du cycle cultural qui va du semis à la récolte en passant par les phases de levée*, tallage*, montaison* et maturation*, plusieurs observations et mesures sont effectuées. Ces mesures concernent le peuplement végétal.

A certains moments clefs du cycle encore appelés stades de développement (début tallage, début montaison, floraison*, récolte), les mesures et observations sont réalisées sur ***des plots*** qui sont des unités de surface bien précises (ici, 0.25 m² soit 0.50 X 0.50 m) et délimitées dans l'espace. Ils ont été en 1992 et 93 au nombre de quatre dans chacune des stations. Sur ces plots, au cours du cycle cultural aucunes mesures destructives ne seront entreprises.

Certaines mesures et observations sont faites sur ***des prélevats***. On entend par prélevat, *un objet concret quelconque, donc une portion de l'espace-temps du champ écologique sur laquelle on effectue une acquisition d'informations.* [BOUC 90].

C'est le cas par exemple, de la mesure des concentrations en azote, phosphore et potassium qui est réalisée à partir d'échantillons soit de plantes entières, soit de parties de plantes (feuilles paniculaires, pailles*, graines).

D'autres mesures et observations se font sur ***la plante individuelle***. Sont alors calculées par exemple la longueur de la partie aérienne, la longueur des racines, le nombre de talles* etc.

Si on se place du côté de l'économiste, ce dernier entre dans le système par ***l'exploitation agricole*** dont le concept recouvre une réalité variée et complexe.

L'exploitation agricole se définit d'abord comme ***une unité de décision*** sans référence spatiale particulière. C'est un concept socio-économique.

L'exploitation est en fait *"un système, c'est à dire un tout organisé".* Le système qui va nous permettre de rendre compte du fonctionnement global de l'unité de production est ***le système de production*** que l'on peut définir comme *"un ensemble structuré de moyens de production (travail, terre, équipement...) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs et besoins de l'exploitant ou du chef de l'unité de production."* [JOUV 92].

L'unité de décision peut être un individu unique (chef d'exploitation), le ménage ou deux ou plusieurs membres d'une même famille. Au delà du type ménage ou familial d'autres systèmes de décision existent. C'est le cas des sociétés (Société civile, SARL[5],...), des GAEC[6], etc. Le système de décision de l'exploitation agricole peut être relié à un système plus vaste, une entreprise, un groupe industriel, l'état,.... Dans ce cas, il est important de bien connaître l'entreprise par son nom, son statut juridique, sa position économique... et de délimiter les domaines respectifs de décisions.

L'exploitation agricole est ainsi identifiable par ***un système de décision*** et par ***l'exploitant*** ou ***un groupe d'exploitants.*** Elle se définit par rapport au ***mode de faire valoir**** ou statut juridique de l'exploitant. L'exploitant peut en effet être propriétaire, régisseur*, fermier*, métayer*, locataire pour prendre les exemples les plus courants.

L'exploitant est bien sûr identifié par sa fiche d'état civil mais aussi par ses activités en cas de pluri-activités.

L'exploitation agricole s'identifie aussi par sa "projection spatiale", repérable géographiquement. Elle est donc constituée par un ou plusieurs ***domaines d'exploitation***, chacun d'eux étant défini comme une portion d'espace continue du point de vue de son exploitation technique. Le statut juridique d'un domaine d'exploitation n'est pas forcément homogène.

---

[5] SARL : Société Anonyme Responsabilité Limitée.
[6] GAEC : Groupement Agricole d'exploitation en commun.

On a évoqué dans la définition du système de production le concept de moyens de production qui sous-entend la terre, la main d'oeuvre, l'équipement, le capital.

Les personnes exécutant des travaux agricoles peuvent être l'exploitant lui-même ou des ***employés***. Ces derniers non seulement identifiés par leur fiche d'état civil ont une qualification ou pas, sont permanents ou temporaires, sont salariés ou pas.

L'équipement (le matériel agricole) peut être réservé à un ou plusieurs domaines d'exploitation.

Dans le cadre de cette étude, nous ne rentrerons pas dans les notions de capital, notions purement économiques qui nécessitent une analyse plus fine.

Les productions sont des éléments de caractérisation et de différenciation des systèmes de production qui les génèrent.

Pour ***les productions végétales***, on enregistrera la nature des cultures (espèces, variétés), leur proportion et leur répartition dans l'espace (assolement*). On fera remarquer que pour caractériser les productions à l'échelle de l'exploitation, on utilise le plan et l'état parcellaire.

Pour ***les productions animales*** qu'on n'abordera pas dans cette étude, on pourrait noter la nature du cheptel, les effectifs des différents troupeaux, etc.

Nous venons de faire une description sommaire de la nature des données recueillies soit par les agronomes, soit par les économistes. Celle-ci nous donne une idée de l'importance en nombre de ces données. Elles sont appréhendées via des échelles différentes (Exploitation agricole, Parcelle culturale, Situation culturale, Station d'observation, Plot, Plante) ce qui explique leur grande diversité et sous-entend une complexité dans leur mise en relation.

1.3.4. Les besoins en gestion de données.

Les données ainsi récoltées sont dans un premier temps stockées sur fiches papier. Elles sont ensuite saisies sur des tableurs tels que QUATTRO PRO, LOTUS, SUPERCALQ ; elles peuvent l'être également sous STATITCF, sous CSTAT, SAS, outils d'analyses statistiques. Elles le sont parfois sous DBASE 3+.

Les données sont saisies sous forme de tableaux à double entrées Variables/Individus, de façon à subir des traitements statistiques multiples. Nous pouvons citer à titre d'exemples les tests de corrélation, les analyses en composantes principales, les analyses factorielles de correspondances...

A multiples reprises, les données rentrées ont déjà été interprétées selon les objectifs de recherche fixés au départ. Ce sont des données calculées.

Les données ont donc déjà perdues de leur "objectivité" puisqu'elles ont subi un certain nombre de traitements.

Nous pouvons citer à titre d'exemples les calculs de pourcentages de floraison, d'humidité, les données déjà rangées par classes prédéfinies, les calculs de moyennes.

Il est parfois impossible de retrouver les données brutes, c'est à dire celles effectivement relevées sur le terrain.

Jusqu'à présent les données ont été recueillies et saisies sans aucune ambition de gestion des données.

Il est donc important de repenser la nature des données recueillies ainsi que les techniques de récolte pour que celles-ci deviennent accessibles et gérables. On entend par accessibles, compréhensibles par tous les futurs utilisateurs des données et non pas seulement par la personne qui les a recueillies.

Les chercheurs eux-mêmes ont pris conscience que les données qu'ils recueillaient étaient difficilement accessibles d'abord pour eux-mêmes car très souvent stockées sur des supports papier, ensuite en cas de demande d'informations émanant d'un chercheur d'une équipe extérieure.

Ils se sont rendus compte qu'une mauvaise gestion les entraînaient vers des situations de blocage en particulier lorsque les données recueillies étaient déjà trop interprétées et ne pouvaient donner lieu à d'autres traitements et d'autres interprétations.

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, il est important et nécessaire que les chercheurs intègrent dans leur raisonnement une phase supplémentaire entre l'acquisition des données et l'interprétation de celles-ci, qui est **la gestion des données.**

1.3.5. Positionnement du problème.

Ayant mis en évidence un nécessaire besoin en gestion de données recueillies dans un système apparemment complexe, il s'agit donc d'utiliser un outil informatique qui, après saisie des données qu'elles soient de type agronomique ou socio-économique assure la gestion ordonnée de celles-ci.

Cependant, selon l'approche traditionnelle, les informations sont "marquées" par ce qui a motivé leur acquisition. Leur organisation et leur disponibilité résultent du but spécifique poursuivi et de la discipline à laquelle appartiennent les chercheurs ayant effectué le travail.

Il s'agit donc de gérer les informations acquises de la manière la plus objective possible afin de permettre "la circulation conviviale des données et la réutilisation de celles-ci indépendamment de toute considération disciplinaire ou mono-objectif".

Cela est pratiquement possible à condition d'élaborer un *"schéma conceptuel global et cohérent"* permettant la description des données et leur restitution.

C'est dans cet état d'esprit que nous devons envisager de gérer les données recueillies au sein du laboratoire dans le cadre du projet "Camargue", leur gestion permettant non seulement de les conserver et de les restituer mais aussi de les rendre accessibles pour d'autres équipes, elles -mêmes capables d'échanger ses propres données. La gestion devient effectivement transdisciplinaire, multi-objectifs, en laissant à chaque problématique le choix de ses objectifs, de ses acquisitions et de ses modalités d'interprétation.

Dans le paragraphe suivant, nous allons présenter le Système d'Information Transdisciplinaire (S.I.T.) ECORDRE, qui constitue l'outil informatique choisi pour la gestion des données de l'unité SAD-LECSA.

1.4. ECORDRE : Un Système d'Information Transdisciplinaire.

1.4.1. Le Laboratoire de Zooécologie du sol (ZES) INRA / CNRS.

La Base de Données Relationnelles d'ECORDRE (acronyme de ECOlogie et ORDRE) a été développée initialement pour répondre aux besoins spécifiques du laboratoire de Zooécologie du sol de l'INRA basé au CNRS de MONTPELLIER qui a accumulé depuis vingt ans une masse de données autour de l'étude des lombriciens.

Ce laboratoire travaille sur deux grands projets :
- Valorisation des connaissances sur les lombriciens vers des applications industrielles.
- Création d'un système d'informations transdisciplinaire appliqué à l'agronomie, à l'écologie et à l'environnement (agro-éco-environnement).

Dans le cadre de cette étude des lombriciens, l'équipe de chercheurs s'est vue confrontée à différentes disciplines (zoologie, pédologie, botanique, chimie des sols, contaminants et pesticides, physique des machines agricoles, gestion de l'espace...). De ce fait, cette approche pluridisciplinaire les a menés à la construction d'un schéma conceptuel global qui s'est avéré non seulement utile pour eux-mêmes mais aussi applicable à toute donnée venant du champ (agro)écologique et ayant une origine dans l'espace temps et géocodée*.

1.4.2. Présentation et finalités d'ECORDRE.

Le Système d'Information Transdiciplinaire (S.I.T.) ECORDRE comporte deux développements majeurs :

- Une Base de Données Relationnelles Réparties sur différents systèmes informatiques (ECOBASE).
- Les distributeurs de connaissance explicitée (projet ECONNAI). Ce nouveau projet vise à accumuler les interprétations que les différents scientifiques, techniciens, praticiens, décideurs,... mettent en oeuvre à partir des faits. [SOTO 93].

Nous nous intéresserons au premier développement dont l'un des principaux objectifs est de coordonner les efforts entre les différentes disciplines concourant dans le champ (agro)écologique, en accumulant des données non redondantes et dites objectives pour les mettre à disposition d'un grand nombre d'utilisateurs.

On définit alors le concept de ***Données Initiales Contrôlées (DICs),*** données qui sont directement issues d'un objet de l'espace (agro)écologique étudié et situé dans l'espace et dans le temps. La DIC est l'atome de la connaissance objective le plus fin que nous avons vis à vis de l'espace temps considéré ; elle est nécessairement l'élément sur lequel les interprétations se fondent. La DIC n'est pas isolée, elle est liée à son contexte d'acquisition. Elle

n'est plus à usage unique, elle doit toujours pouvoir être réutilisée même si le premier objectif est infructueux. [BOUC 91].

La Base de Données Relationnelle d'ECORDRE privilégie la gestion des DICs et laisse au stade interprétation le soin des hypothèses sous-jacentes à l'élaboration des données secondaires à partir des DICs. On parle alors de Données Secondaires Elaborées (DSEs).

ECORDRE a nécessité d'être développé sur des gros systèmes (IBM 3090) car seuls ceux-ci offrent toutes les fonctionnalités nécessaires à une gestion transdisciplinaire et ouverte des données.

C'est le CNUSC (Centre National Universitaire Sud de Calcul) qui abrite la base de données du S.I.T. ECORDRE, le SGBD retenu étant DB2.

Cela permet une grande vitesse d'accès et la gestion répartie de gros volumes de données initiales et des informations descriptives, avec connexion en réseau d'autres sites possédant le même système (bases de données réparties homogènes) et avec des possibilités d'interrogation interactive par Minitel. [SOTO 91].

Nous avons vu qu'ECORDRE était défini non pas comme une simple base de données relationnelles mais comme un ***Système d'Informations Transdisciplinaire.*** Cela sous-entend une logique, conceptuellement univoque et opérationnelle, commune à toutes les disciplines opérant dans l'espace rural.

Il a fallu développé un référentiel unique des données écologiques (environnementales et agronomiques) suivant ***un schéma conceptuel global (= le référentiel)*** de façon à utiliser toute la puissance des logiciels qui optimisent les voies de chargement, éliminent les redondances et restituent toute l'information souhaitée. [BOUC 91].

Sachant que les spécialistes utilisent de multiples jargons seulement compréhensibles par eux-mêmes, il a fallu mettre en oeuvre ***un langage commun univoque*** assurant la circulation des informations objectives et leur réutilisation indépendamment de la discipline et des objectifs prédéfinis.

L'organisation transdisciplinaire est favorisée par AGROPOLIS (pôle international agronomique de la région Languedoc Roussillon). ECORDRE, pour son importance et son originalité a reçu en 1990 le label AGROPOLIS.

Par son ouverture principalement régionale, ECORDRE a permis les échanges scientifiques et techniques entre différentes disciplines de diverses institutions.

Nous allons citer les laboratoires coopérant avec ECORDRE à MONTPELLIER dans le paragraphe suivant.

1.4.3. Participants au système d'information ECORDRE.

- CIRAD-SAR	Machinisme agricole et suivi d'exploitation.
- CNRS-CEFE[7]	Végétation et ornithologie
- CNRS-UM-II[8]	Système hôte-parasite en milieu aquatique.
- CNRS-Institut Botanique	Végétation et flores.
- ENSA-Génie rural	Physique du sol et machinisme
- INRA-Economie	Etude des mécanismes de l'économie viti-vinicole.
- INRA-ENSA Viticulture	Gestion de données agronomiques et génétiques.
- INRA-ZES	Rôle agronomique et écologique des lombriciens.
- INRA-SAD (LECSA)	Grandes cultures (rizicultures), micro-économie.
- IARE[9]	Observatoire du littoral Languedoc Roussillon.

Outre la reconnaissance du S.I.T. ECORDRE par AGROPOLIS, il existe un partenariat au niveau local avec l'IARE et au niveau national, avec l'Institut Français de l'Environnement (IFEN).

Par conséquent, le système ECORDRE reçoit un écho favorable des communautés tant locales que régionales, nationales, européennes et internationales. Simplement, *"les agronomes, écologues, environiciens ignorent que toutes leurs données devraient être gérées de cette façon et seraient ainsi, avec quelques réserves classiques, totalement accessibles."* [BOUC 91].

1.5. Le LECSA et ECORDRE.

Il s'agit donc de proposer une modélisation de l'organisation des données sur la riziculture en Camargue.

Pour ce faire, partant de l'idée qu'il existe un schéma conceptuel global, coeur du S.I.T. ECORDRE, nous devons prendre en compte certains concepts établis, les enrichir des réflexions faites à partir de l'analyse des données de l'unité SAD-LECSA, sachant que la modélisation proposée doit être incluse pour une partie dans le référentiel.

Ce référentiel n'est pas une proposition établie mais s'enrichit au fur et à mesure de l'addition dans ECORDRE de nouveaux modèles extérieurs.

Depuis 1984 et jusqu'à cette année, les données ont été récoltées à partir de mesures, observations ou enquêtes auprès des exploitants dans 115 rizières (parcelles culturales) de 30 exploitations.

Cette année, comme nous l'avons déjà mentionné, l'échantillon a été réduit. Les enquêtes ont été réalisées sur 5 exploitations (46 rizières).

---

[7] CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive.
[8] UMII : Université MONTPELLIER II.
[9] IARE : Institut des Aménagements Régionaux et de l'Environnement.

Ces données sont accueillies au sein d'ECORDRE dans le sous-schéma d'application "Cultures Céréalières" du schéma "Systèmes Techniques de production Agricole."

En Annexe 7, nous donnons la liste des schémas d'application dans ECORDRE.

Avant d'aborder l'analyse conceptuelle, il est important de faire les correspondances entre le langage agronomique usuellement pratiqué et le langage commun univoque adopté dans ECORDRE.

Sous la notion de ***placette***, nous entendons la parcelle (rizière) ou la situation culturale.

Les stations d'observations et les plots sont regroupés sous la terminologie commune de ***plot***.

Nous verrons par la suite les concepts de modélisation adoptés pour transcrire la réalité sur le terrain.

Les données recueillies seront référencées en fonction de ***repères spatio-temporels*** pour qu'elles puissent entrer dans le schéma conceptuel global.

Le repérage des données par des coordonnées géographiques donne son intérêt au S.I.T. ECORDRE. En effet, des projets de cartographie peuvent être envisagés.

En partant de cette idée majeure, nous allons proposer un schéma de modélisation des données permettant l'examen de la variabilité spatiale et temporelle des rendements, des facteurs et conditions du milieu, des actes techniques et des pratiques culturales, facilitant le dégagement des relations entre les composantes du système.

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE CONCEPTUELLE

Après avoir répertorié les données récoltées qu'elles soient de type agronomique ou socio-économique et sachant que celles-ci doivent correspondre au plus près aux données initiales contrôlées (DICs, données antérieurement définies), nous pouvons envisager le passage à la phase de gestion des données. A ce stade, en gardant à l'esprit les objectifs définis par les chercheurs concernés, nous abordons l'analyse conceptuelle.

Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les formalismes de la méthode MERISE. Nous décrirons les niveaux conceptuels et logiques à travers la construction des modèles conceptuels des données (MCD) et les modèles logiques exprimés en relationnel des données. On parlera tout le long de cette étude de modèles relationnels des données. (MRD).

Les objectifs de cette analyse sont donc :

- L'établissement d'un modèle dit agronomique, l'agronome entrant dans le système par la placette (parcelle ou situation culturale).
- L'élaboration d'un modèle dit socio-économique, l'économiste ayant une vision du système à travers l'exploitation agricole ou mieux le domaine d'exploitation.

Pour les raisons mentionnées dans la première partie, le modèle socio-économique ne sera que simplement amorcé. Nous aborderons l'exploitation agricole en décrivant sa structure, son fonctionnement pouvant apparaître à travers les choix des actes techniques.

2.1. Le modèle agronomique.

Avant de présenter les modèles conceptuels et relationnels des données, il est nécessaire de préciser les formalismes utilisés.

Nous décrirons ensuite la manière dont ce modèle conceptuel agronomique s'insère dans le modèle global.

2.1.1. les concepts de base de la modélisation.

2.1.1.1. Les formalismes utilisés.

La méthode MERISE utilise pour la modélisation d'une base de données les notions de type d'entité, de type d'association, de lien et de propriété. On parle du formalisme entité / association.[AMCD 93, COLL *et al.* 89].

Etant donné que cette étude s'adresse à des personnes dont la spécialité est autre que l'informatique, il m'a semblé nécessaire de définir certains concepts de base, utiles pour une compréhension totale des modèles qui vont suivre.

Un type d'entité *est la représentation dans le système d'information d'un objet matériel ou immatériel, ayant une existence propre et conforme au choix de la gestion de l'entreprise.*

L'occurrence d'un type d'entité *est un élément individualisé appartenant à ce type d'entité. On parlera d'entité (du type d'entité).*

Exemple : la placette 1 constitue une occurrence (ou une entité) du type d'entité PLACETTES. (Cf. schémas 1a et 1b)

Un type d'association *traduit dans le système d'information le fait qu'il existe* ***une relation*** *entre types d'entités. Le nombre de types d'entités intervenant dans la relation caractérise la dimension ou arité de l'association (association binaire, ternaire, n-aire).*

De la même façon que pour le type d'entité, l'occurrence d'un type d'association est une association.

Exemple : L'association "Appartient à" traduit le fait qu'une placette donnée appartient à un lieu défini.

Une propriété (ou un attribut ou un champ) *est une donnée élémentaire que l'on peut attacher à un type d'entité ou à un type d'association.*

Exemples : le type d'entité LIEUX est porteuse des propriétés "lieu" (Numéro de lieu), "latitude", "longitude". (Cf. schémas 1a et 1b).
Le type d'association "Composantes" porte les attributs "Niveau", "ValeurCaract", "Précision". (Cf. schémas 1a et 1c).

L'identifiant d'un type d'entité *est constitué d'une ou plusieurs propriétés particulières du type d'entité telles qu'à chaque valeur de l'identifiant corresponde une et une seule occurrence du type d'entité.*

La ou les propriétés identifiantes sont en gras et soulignées.

Exemple : La propriété "**Lieu**" est l'identifiant du type d'entité LIEUX. (Cf. schémas 1a et 1b).

L'identifiant d'un type d'association *est obtenu par la réunion des identifiants des types d'entités qui participent à l'association.*

Un lien *représente une liaison entre un type d'entité et un type d'association. A chaque lien, on attachera une contrainte de* ***connectivité*** *(appelée aussi de* ***cardinalité.****) Cette cardinalité est constituée d'une borne minimale et d'une borne maximale.*

On peut également parler de ***rôle*** *joué par un type d'entité dans un type d'association. Un rôle porte un nom qui l'identifie parmi tous les rôles de son type d'association et parmi tous les rôles que joue les types d'entités.*

La cardinalité minimale (ou maximale) *est le nombre minimum (ou maximum) de fois qu'une occurrence d'un type d'entité participe aux occurrences du type d'association.*

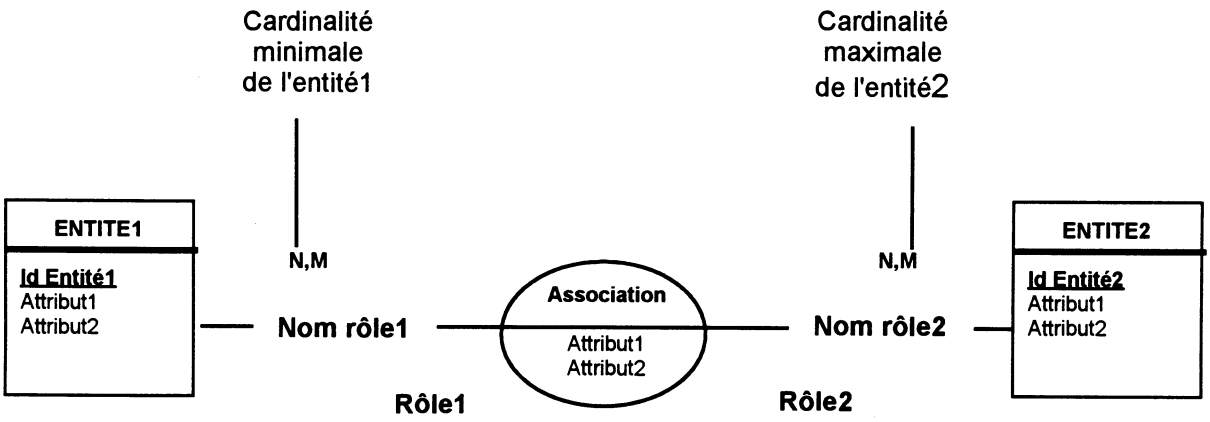
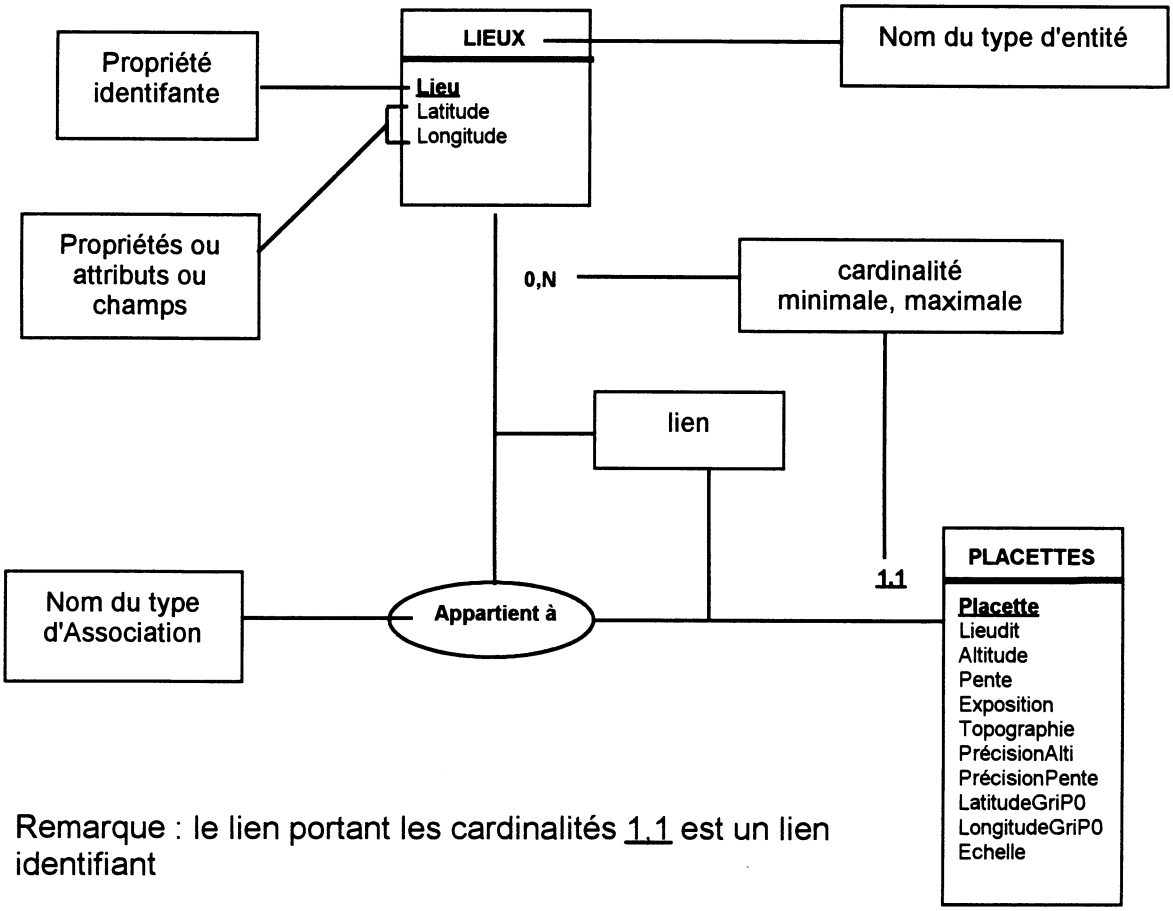


Schéma 1a : Formalismes utilisés dans la modélisation selon la méthode MERISE



Remarque : le lien portant les cardinalités 1,1 est un lien identifiant

Schéma 1b: Illustration par un exemple des formalismes utilisés dans la modélisation selon la méthode MERISE

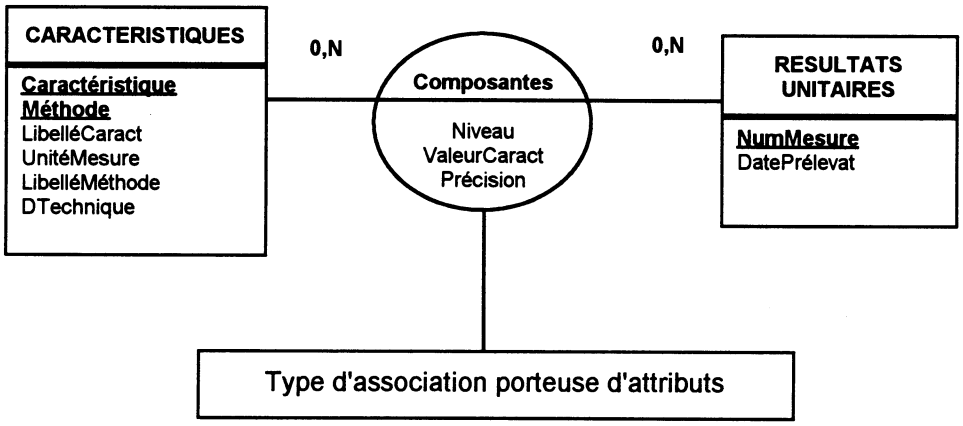


Schéma 1c: Illustration par un exemple des formalismes utilisés dans la modélisation selon la méthode MERISE (suite)

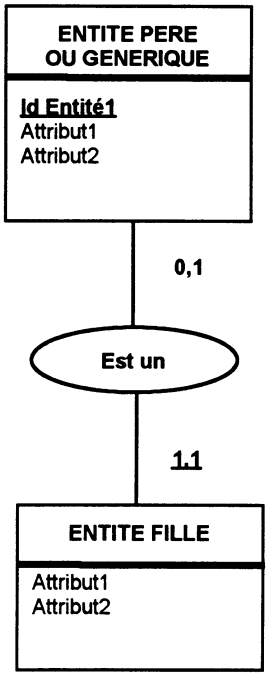


Schéma 1d : Formalismes utilisés dans la représentation d'un lien d'héritage

Les cardinalités les plus courantes sont :

0,1 : une occurrence du type d'entité ne participe jamais plus d'une fois à la relation.
1,1 : une occurrence du type d'entité participe toujours une et une seule fois à la relation.
1,N : une occurrence du type d'entité participe toujours au moins une fois à la relation.
0,N : aucune précision quant à la participation du type d'entité à la relation.

La présence des cardinalités 0,1 et 1,1 révèle l'existence d'***une contrainte d'intégrité fonctionnelle.*** Celle-ci exprime que l'un des objets participant à la relation est totalement identifié par la connaissance des autres.

Dans notre exemple, une placette appartient à un et un seul lieu mais, à un lieu peuvent être rattachées aucune ou plusieurs placettes.
Par ailleurs, l'identifiant du type d'entité PLACETTES dépend de celui du type d'entité LIEUX.
Le lien issu du type d'entité PLACETTES est ***un lien identifiant***.
La cardinalité 1,1 est alors soulignée.
Cette cardinalité exprime une contrainte d'intégrité fonctionnelle forte. Autrement dit, la connaissance de la parcelle rend possible sans aucune ambiguïté la connaissance du lieu.

Nous avons décidé de faire la différence entre les cardinalités 1,1 et 1,1 qui n'expriment pas les mêmes contraintes. En fait, la cardinalité 1,1 cache une cardinalité minimale 0 mais qui dans la réalité ne peut jamais être exprimée.

Dans le cas d'une association n-aire, s'il existe un lien identifiant ne se rapportant pas à tous les types d'entités participant à l'association, la cardinalité est entre parenthèses (1,1).

Il est possible de définir entre deux types d'entités un ***lien d'héritage***, plus fort que la notion de lien identifiant. Dans un lien d'héritage, les types d'entités ***"filles"*** héritent, au niveau logique, de toutes les propriétés portées par leur ***"père"*** ou type d'entité ***générique.*** (Cf. schéma 1d).

A ce niveau, il serait convenable d'introduire la notion de ***dépendance fonctionnelle***. Une dépendance fonctionnelle est un lien exprimant que la connaissance d'un attribut d'un type d'entité détermine la connaissance d'un attribut de ce même type d'entité.
Par exemple, si la connaissance de l'attribut "**Lieu**" entraîne la connaissance de l'attribut "**CodePays**", on dit qu'il existe une dépendance fonctionnelle de "**Lieu**" vers "**CodePays**" ce qui s'écrit :

Lieu ➔ **CodePays**

Lorsqu un type d'entité participe à deux associations et s'il ne peut jamais participer aux deux associations à la fois, on adopte le formalisme du "ou exclusif" décrit dans les schéma 1e et 1f. [RO BO 93].

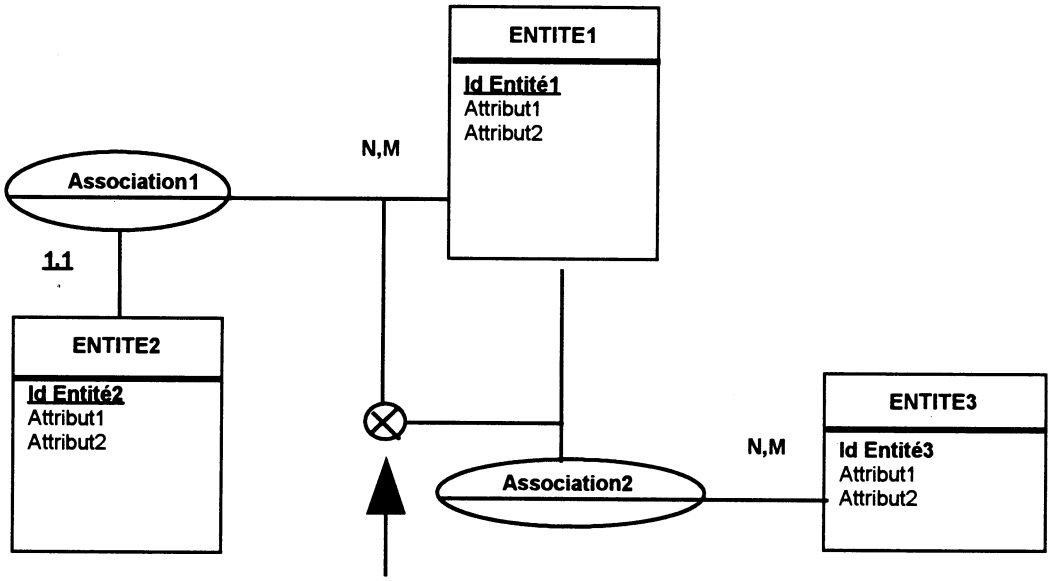


Schéma 1e : Représentation symbolique du "ou" exclusif.

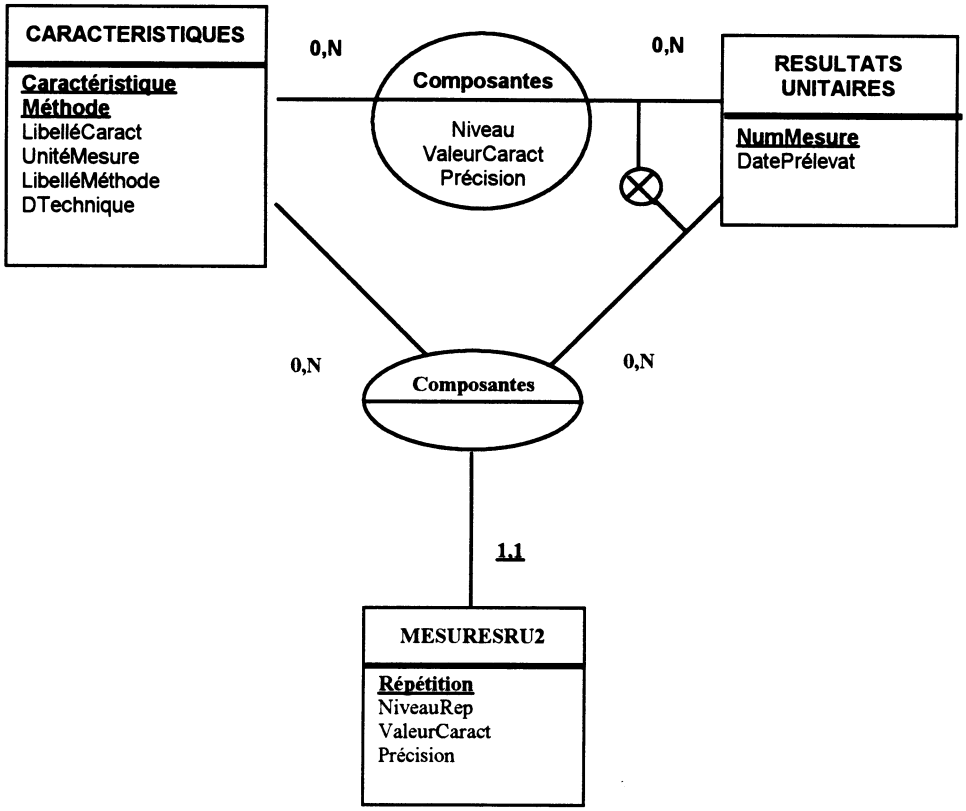


Schéma 1f : Illustration par un exemple de la représentation symbolique du "ou" exclusif.

Règles de passage du Modèle Conceptuel des Données (MCD) au Modèle Logique ou Relationnel des Données (MRD).

Nous allons citer succinctement les principales règles qui nous permettent de passer du MCD au MRD.

- Un type d'entité devient ***un schéma relationnel.***

Un schéma relationnel décrit en intention le rôle de chaque attribut du schéma dans celui-ci. La description est en général exhibée sous forme d'un ***prédicat*** d'arité n (celle de la relation).

Le prédicat est une expression que nous écrirons sous forme textuelle simple. Il décrit toutes les contraintes auxquelles sont soumis les attributs du schéma relationnel (traduction des dépendances).

La réalisation d'un schéma relationnel sous forme de n-uplets constitue une relation.

- Une propriété ou attribut devient donc ***un attribut du schéma relationnel.***

- Une occurrence du schéma relationnel est un ***n-uplet*** ou ***tuple*** du schéma relationnel.

- Le ou les identifiants d'un type d'entité devient ***une clé primaire.***

Les clés primaires sont en gras et sont soulignées.

- Une association 0,N - 0,1 ou 0,N - 1,1 (non souligné) provoque la migration d'***une clé étrangère*** autrement dit l'identifiant du type d'entité (côté 0,N) migre dans la table du type d'entité (côté 0,1) et devient une clé dite ***clé secondaire.***.

Les clés secondaires sont en gras et ne sont pas soulignées.

- Dans le cas d'association portant un lien identifiant (portant la cardinalité 1,1), la clé étrangère migrée fait partie de la clé primaire du schéma relationnel dans lequel elle migre.

- Les associations (0,N-0,N), (1,N-1,N) ou une association porteuse d'informations donnent naissance à de nouveaux schémas relationnels. Les identifiants des types d'entités auxquels le type d'association est relié, migrent dans ce schéma relationnel. La clé primaire est alors constituée de ces identifiants migrés.

Le Modèle Relationnel des Données mettra en évidence graphiquement ***les références*** qui sont la traduction à ce niveau des associations entre type d'entités.(Cf. schéma 2a).

La référence indique un lien entre un schéma relationnel "père" et un schéma relationnel "fils". L'attribut du schéma relationnel "fils" cité dans la référence fait alors référence à l'attribut du schéma relationnel "père". Ce dernier fait obligatoirement partie de la clé primaire. Les couples d'attributs de la référence forment alors la jointure entre les schémas relationnels.

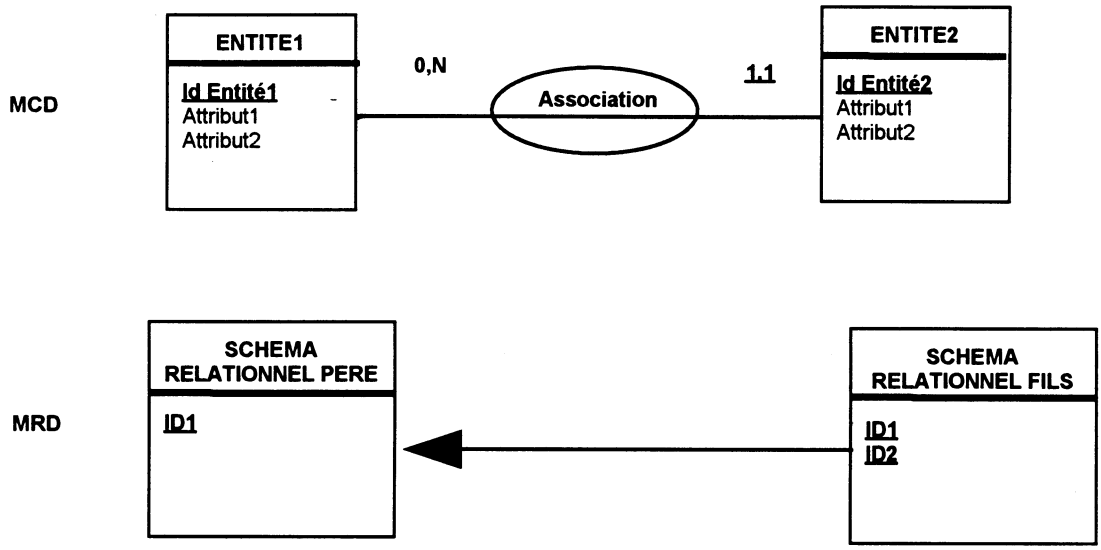


Schéma 2a: Formalismes utilisés dans la représentation d'une référence

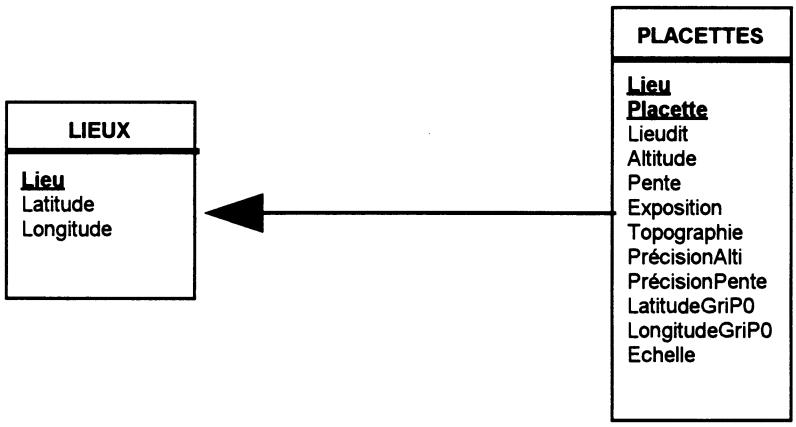


Schéma 2b: Illustration par un exemple des formalismes utilisés dans la représentation d'une référence

Exemple : La référence entre LIEUX et PLACETTES constitué par le couple (Lieu, Lieu) indique que l'attribut Lieu de PLACETTES fait référence au schéma relationnel LIEUX. (Cf. schéma 2b).

Le respect des règles du formalisme entité / association garantit l'obtention d'un modèle de données de grande qualité sémantique, de plus, il est normalisé au sens de la théorie des Bases de Données Relationnelles.

La normalisation consiste à ne retenir que des structures ne contenant que des dépendances fonctionnelles entre attributs n'entraînant pas de difficultés pour les mises à jour et les consultations de la Base de Données. La normalisation vise à éviter toute forme de redondance.

Les étapes les plus classiques en processus de normalisation reposent sur trois règles appelées les trois premières formes normales.

La première forme normale (1FN) consiste en l'élimination des attributs multiévalués. Autrement dit, un attribut non identifiant d'une entité ou un attribut d'une association ne doit avoir qu'une seule valeur possible.

La deuxième forme normale (2FN) respecte la première et s'assure que les attributs n'appartenant pas à la clé sont définis à l'aide de tous les attributs de la clé et non seulement de certains.

Dans la troisième forme normale (3FN), on s'assure en outre que chaque attribut dépend directement de la clé et non pas indirectement par une dépendance via un attribut non clé, ce dernier seul dépendant directement de la clé.

Une Base de Données Relationnelles aux relations normalisées jusqu'à la troisième forme normale est proche de l'optimum. D'autres formes normales sont également possibles.

2.2.1.2. Présentation des schémas relationnels communs au schéma conceptuel global et au schéma conceptuel agronomique.

Le partage des connaissances entre différentes équipes pose la nécessité de partager non seulement les mêmes concepts de base, avec la même sémantique, mais aussi, en termes pratiques au niveau du développement conceptuel de la Base de Données, de partager des schémas relationnels communs.

En effet, une donnée acquise, quelle que soit la finalité initiale pour laquelle le travail d'acquisition a été effectué, doit circuler et être réinterprétable en fonction d'autres données situées dans le champ (agro)écologique.

Ci-dessous sont présentées les schémas relationnels communs faisant partie du schéma conceptuel global du S.I.T. ECORDRE et qui vont donc nous permettre de rapprocher les données directement liées à l'unité SAD-LECSA de celles qui appartiennent à certains sous-schémas d'application existant dans ECORDRE.

En ce qui nous concerne, nous avons retenu les schémas relationnels LIEUX, PLACETTES, PLOTS, PLACGESTION, REALISATIONS, ESSAIS, PLACESSAIS. (Cf. schémas 3 et 4).

Schéma 3

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Types d'entités faisant partie du référentiel

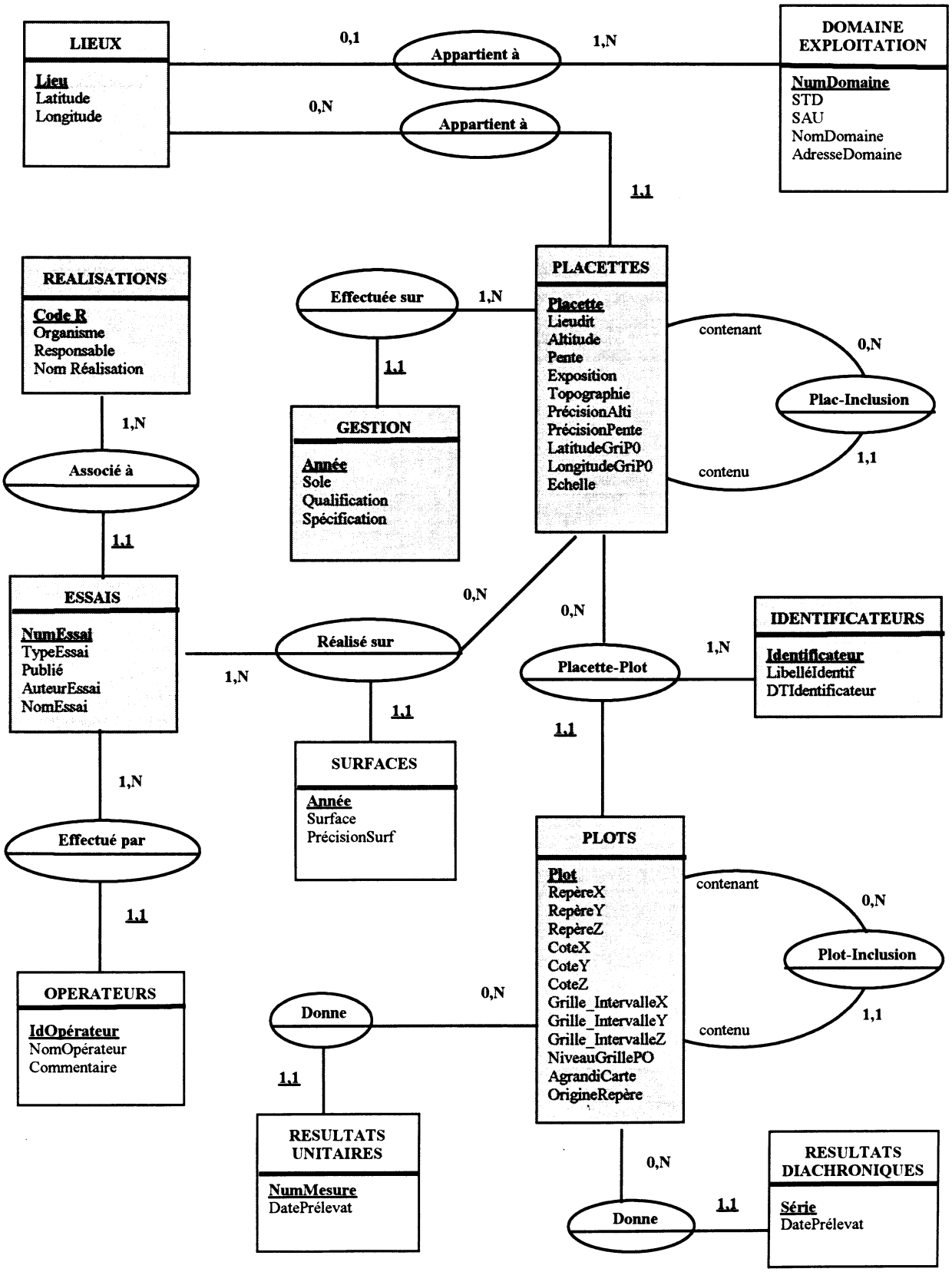
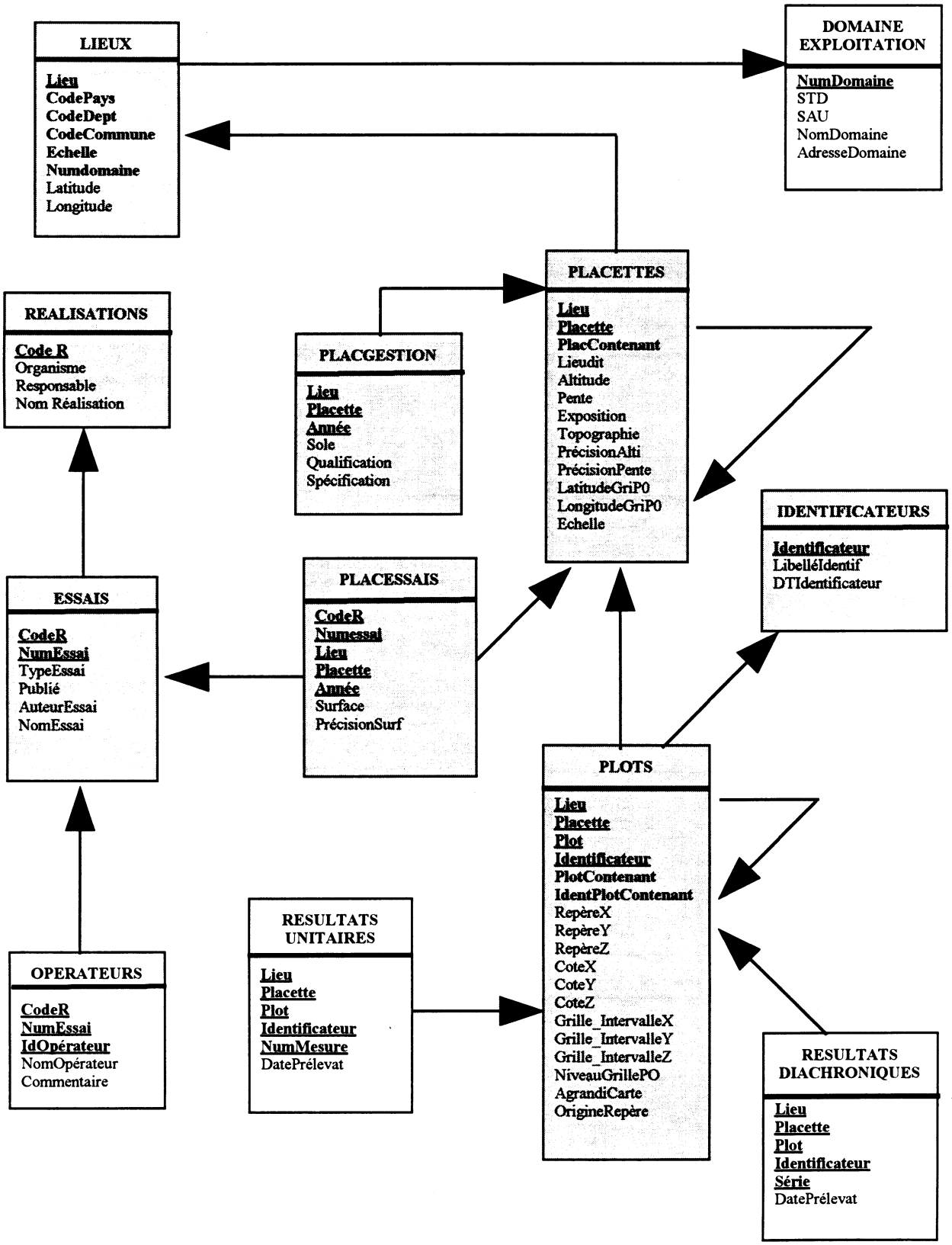


Schéma 4

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Schémas relationnels communs obligatoires de la base



LIEUX (**Lieu**, **CodePays, CodeDPT, CodeCommune, Echelle**, **NumDomaine,** Latitude, Longitude)

PLACETTES (**Lieu, Placette, PlacContenant**, LieuDit, Altitude, Pente, Exposition, Topographie, PrécisionAlti, PrécisionPente, LatitudeGriP0, LongitudeGriP0, Echelle)

PLOTS (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur**, **PlotContenant, IdentPlotContenant,** RepèreX, RepèreY, RepèreZ, CoteX, CoteY, CoteZ, Grille_IntervalleX, Grille_IntervalleY, Grille_IntervalleZ, NiveauGrillePO, AgrandiCarte, OrigineRepère)

PLACGESTION (**Lieu, Placette, Année**, Sole, Qualification, Spécification)

REALISATIONS (**CodeR,** Organisme, Responsable, NomRéalisation)

ESSAIS (**CodeR, NumEssai**, Type_Essai, Publié, AuteurEssai, NomEssai)

PLACESSAIS (**CodeR, NumEssai, Lieu, Placette, Année**, Surface, PrécisionSurf)

2.2.1.3. Description des schémas relationnels communs.

LIEUX (**Lieu, CodePays, CodeDPT, CodeCommune**, **Echelle, NumDomaine,** Latitude, Longitude)

Ce schéma relationnel est un des schémas clefs de la Base de Données, c'est une porte d'entrée. La convergence spatiale de tous les points d'étude se réalise grâce à la situation géographique de ceux-ci.

Prédicat :

Chaque donnée est reliée à un lieu et un seul (Lieu) repéré par des coordonnées géographiques (Latitude, Longitude), sur une carte à une échelle définie (Echelle).

Ce lieu est lié à des informations spatio-administratives comme la commune (CodeCommune), le département (CodeDPT) et le pays (CodePays) et il peut être aussi lié avec des informations économico-administratives comme le domaine d'exploitation (NumDomaine).

Les informations spatio-administratives peuvent être intégrées ou entrecroisées avec d'autres coupures spatiales comme les régions, les zones géographiques ou les continents. (Cf. Annexe 8 et 8bis)

Chaque point d'étude enregistré dans la Base de Données est identifié par un numéro de lieu unique, repéré par la latitude et la longitude ; on emploiera comme unité, le grade (méridien de Paris), à cause de la facilité de l'utilisation directe de cette unité métrique dans la composition de cartes et de sa facilité de transformation dans l'unité internationale : le degré.

Dans notre système il ne peut pas exister deux numéros de lieux différents avec les mêmes valeurs de latitude et longitude (et vice versa). Chaque lieu est associé à un seul code pays, à un seul code département, à un seul code commune. Le code pays correspond à un code alphabétique à trois caractères défini par l'ISO au niveau international pour la représentation de noms de pays. Le code département et le code commune correspondent aux codes officiels géographiques définis par l'INSEE pour la France.

Dans le cas des autres pays, où une codification pour des unités territoriales équivalentes aux départements et communes de France est différente ou inexistante, on réalisera cette codification suivant le même principe que l'INSEE ; un tableau de correspondance entre les codes de la Base de Données et les vrais codes utilisés dans ces pays sera créé si besoin est.

Description des attributs :

Lieu	Numéro de lieu correspondant à un point géographique.
CodePays	Code pays correspondant au code ISO.
CodeDpt	Code du département (ou de la province selon les pays)
CodeCommune	Code de la commune.
Echelle	Echelle de la carte utilisée dans la détermination des coordonnées géographiques.
NumDomaine	Numéro du domaine auquel le lieu est rattaché.
Latitude	Latitude en grades (Gr).
Longitude	Longitude en grades (Gr).

PLACETTES (**Lieu**, **Placette**, **PlacContenant,** LieuDit, Altitude, Pente, Exposition, Topographie, PrécisionAlti, PrécisionPente, LatitudeGriP0, LongitudeGriP0, Echelle)

Prédicat :

Ce schéma relationnel permet d'identifier et de connaître le nom, l'altitude, la pente, l'exposition, et la topographie d'une placette (Placette) attachée à un lieu (Lieu).

La placette peut être amener à être diviser en plusieurs sous-placettes d'où la notion de placette contenant (PlacContenant), notion que nous reprendrons dans le paragraphe suivant.

Un lieu peut "contenir" une à "N" placettes. Chaque placette est repérée par un code alphabétique de deux caractères au maximum. Pour chaque placette on notera dans cette relation un nom qui peut correspondre au lieu-dit (LieuDit), son altitude moyenne en mètres (Altitude), sa pente moyenne en pour cent

(Pente), l'exposition (Exposition) et la topographie (Topographie) en clair, un code de précision de l'altitude (PrécisionAlti) et un code de précision de la pente (PrécisionPente).

L'exposition correspond à la direction géographique de la ligne de plus grande pente, orientée vers le bas ; cette direction est appréciée à la boussole ; elle est indiquée selon les signes de la rose de vents. La topographie correspond à la situation de la placette par rapport à la forme élémentaire du relief.

Nous pouvons rajouter une précision supplémentaire au niveau de la placette dans la mesure où celle-ci peut contenir d'autres unités de surface telle que la situation culturale ou le plot. A partir d'une carte établie à une certaine échelle (Echelle), il est possible de constituer un quadrillage de la placette. L'origine ou point 0 de cette grille (coin inférieur gauche de la placette) nous permet de rajouter des coordonnées géographiques supplémentaires, la latitude et la longitude au point 0 de cette grille (LatitudeGriP0 et LongitudeGriP0).

Description des attributs :

Lieu:	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
Placette	Code de placette ou de la sous-placette, deux caractères alphabétiques au maximum.
PlacContenant	Code de la placette contenant des sous placettes, deux caractères au maximum.
LieuDit	Nom en clair de la placette.
Altitude	Altitude moyenne en mètres.
Pente	Pente moyenne en pour cent (%).
Exposition	Dénomination en clair de l'exposition. Domaine (inconnue, surface plane, nord, nord-est, est, sud-est, sud, sud-ouest, ouest, nord-ouest)
Topographie	Dénomination en clair de la position topographique. Domaine (inconnue, terrain plat, sommet vif, escarpement, sommet arrondi, haut-de-versant, mi-versant, replat, bas-de-versant, dépression ouverte, dépression fermée).

PrecisionAlti	Code numérique correspondant au niveau de précision de l'altitude. Domaine (0 à 7)[10].
PrecisionPente	Code numérique correspondant au niveau de précision de la pente. Domaine (0 à 7).
LatitudeGriP0	Latitude en grades mesurée au point 0 du quadrillage effectué sur la placette.
LongitudeGriP0	Longitude en Grades mesurée au point 0 du quadrillage effectué sur la placette.
Echelle	Echelle de la carte utilisée dans la détermination des coordonnées géographiques précédents.

PLOTS (Lieu, Placette, Plot, Identificateur, PlotContenant, IdentPlotContenant, repèreX, repèreY, RepèreZ, CoteX, CoteY, CoteZ, Grille_IntervalleX, Grille_IntervalleY, Grille_IntervalleZ, NiveauGrillePO, AgrandiCarte, OrigineRepère.)

Prédicat :

Ce schéma relationnel permet d'identifier et de localiser un plot. En effet, le plot est identifié par un code alphanumérique.

Dans le cas où des plots sont inclus les uns dans les autres, on identifiera toujours le plot contenant (PlotContenant). Cette notion sera détaillée dans le paragraphe suivant.

Le plot est rattaché à un projet d'étude bien précis, dans notre cas la riziculture en Camargue. Cet identificateur (IdentPlotContenant) est nécessaire étant donné que plusieurs expérimentations peuvent être réalisées sur une unité de surface commune. Quelque soit le niveau d'échelle du plot considéré, il sera toujours accompagné d'un identificateur précisant le type d'étude ou le dispositif expérimental utilisé (identificateur).

Le plot est positionné dans l'espace selon les axes de coordonnées X, Y, Z (repèreX, repèreY, repèreZ) par rapport au quadrillage dessiné sur la placette. Nous pouvons envisager l'existence de différentes grilles mises en place soit au niveau de la placette, soit au niveau des différents plots. Il faut donc définir les coordonnées du point d'origine de ces grilles pour déterminer les repères X, Y, Z (OrigineRepère).

---

[10] Les codes de précisions ont la signification suivante :
0 : précision inconnue, pas d'information
1 : précision source, sans indication d'estimation
2 : précision source, avec indication d'estimation dûe à la technique
3 : arrondi avec perte de précision par rapport à la source
4 : donnée partiellement estimée pour compléter le fichier
5 : donnée largement estimée pour compléter le fichier
6 : donnée inventée pour compléter le fichier
7 : donnée élaborée par rapport aux données initiales.

On précisera le niveau (altitude ou profondeur) de ce point d'origine des grilles (NiveauGrillePO).

De la même façon, il nous faut décider des dimensions de la maille du quadrillage (Grille_IntervalleX, Grille_IntervalleY, Grille_IntervalleZ).

Pour déterminer ces différentes coordonnées, nous utilisons des cartes et des reproductions agrandies de celles-ci. Nous donnerons donc l'agrandissement choisi (AgrandiCarte).

Le plot possède ces dimensions propres soit sa longueur (CoteX), sa largeur (CoteY), sa hauteur (CoteZ).

Une placette (Placette) rattachée à un lieu (Lieu) peut contenir de 0 à N plots.

Remarque : Le schéma relationnel PLOTS est rattaché au schéma relationnel IDENTIFICATEURS. Ce dernier schéma relationnel nous permet pour chaque plot de déterminer à quel type de projet d'étude ou technique expérimentale il appartient et dans le cas de plot inclus dans quel objectif de recherche il a été conçu. L'identifiant (Idendificateur) est un code de quatre caractères alphabétiques parmi une liste de mots clés. Puis nous donnerons le libellé en clair de cet identificateur (LibelléIdentif) ainsi que des précisions sur le projet et le dispositif expérimental en cours de réalisation (DTIdentificateur).

Description des attributs :

Lieu Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.

Placette Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.

Plot Code alphanumérique du plot. C'est toujours la plus petite unité sur laquelle on travaille c'est à dire dans le cas d'inclusion, il s'agit du plot inclus.

Identificateur Code sur quatre caractères alphabétiques de l'identificateur du plot sur lequel est fait la mesure ou l'observation.

PlotContenant Code alphanumérique du plot contenant (dans le cas de non inclusion, c'est le plot lui-même).

IdentPlotContenant Code sur quatre caractères alphanumériques de l'identificateur du projet d'étude ou du dispositif expérimental. Dans le cas de non inclusion, ce code est équivalent à l'identificateur cité précédemment.

RepèreX Coordonnée du plot sur l'axe X mesurée en centimètres selon la grille positionnée sur la placette ou le plot.

RepèreY Coordonnée du plot sur l'axe Y mesurée en centimètres.

RepèreZ	Coordonnée du plot sur l'axe Z mesurée en centimètres.
CoteX	Longueur du plot mesurée en centimètres mesurée sur le terrain.
CoteY	Largeur du plot mesurée en centimètres.
CoteZ	Hauteur du plot mesurée en centimètres.
Grille_IntervalleX	Intervalle de grille choisi sur l'axe X mesuré en centimètres.
Grille_IntervalleY	Intervalle de grille choisi sur l'axe Y mesuré en centimètres.
Grille_IntervalleZ	Intervalle de grille choisi sur l'axe Z mesuré en centimètres.
NiveauGrilleP0	Niveau (profondeur ou altitude) du point 0 des grilles mesuré en centimètres.
AgrandiCarte	Agrandissement de la carte qui a permis d'élaborer la grille.
OrigineRepère	Coordonnées (x,y,z) du Point 0 ou origine des grilles qui couvrent soit la placette,soit le plot, soit des unités de surface plus petites.

PLACGESTION (<u>lieu</u>, <u>Placette</u>, <u>Année</u>, Sole, Qualification, Spécification).

<u>Prédicat</u> :

Ce schéma relationnel permet d'identifier pour chaque placette (Placette) dans un lieu donné (Lieu) et pour une certaine année (Année), un historique de la placette. Dans le cadre de notre étude, il s'agira de connaître les précédents culturaux relatifs à la placette. On notera le type général de gestion de celle-ci (Sole*) autrement dit si la placette est en culture, jachère*,...ou correspond à une étendue d'eau. On rajoutera un complément d'informations (Qualification, Spécification). Dans le cas d'une culture, on précisera l'espèce et la variété.

<u>Description des attributs</u> :

<u>Lieu</u>	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
<u>Placette</u>	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.
<u>Année</u>	Année correspondant à l'information sur la gestion de la placette.
Sole	Dénomination en clair par mots clés de la gestion de la placette.

Qualification	Information complémentaire sur la gestion de la placette.
Spécification	Niveau de précision supplémentaire quant à la qualification.

REALISATIONS (**CodeR**, Organisme, Responsable, NomRéalisation)

Ce schéma relationnel permet un classement thématique des recherches. C'est un des schémas relationnels clés de la Base de Données au niveau de l'organisation administrative des données.

Une réalisation est un objectif de recherche général, par exemple un sujet de thèse qui oblige à un énoncé clair des concepts mis en oeuvre, y compris si nécessaire des modèles conceptuels qui organisent la recherche vers cet objectif.

Prédicat :

Chaque réalisation correspond à un dossier qui est classé et identifié avec un numéro unique de réalisation (CodeR). Elle possède un nom spécifique du thème de recherche (NomRéalisation). Chaque réalisation est associée à un organisme principal (Organisme) ou laboratoire qui détient la propriété générale des données.

Chaque réalisation est associée aussi à un responsable principal identifié par son nom (Responsable) en respectant les normes de la notation bibliographique. Celui-ci a la responsabilité de définir le droit d'accès aux données de sa réalisation. Il est l'interlocuteur direct du responsable de l'administration de la Base de données.

Description des attributs :

CodeR	Code numérique correspondant au numéro de la réalisation.
Organisme	Nom de l'organisme de recherche qui détient la propriété générale des données de la réalisation.
Responsable	Nom du responsable direct de la réalisation.
NomRéalisation	Description sommaire du thème de recherche.

ESSAIS (**CodeR**, **NumEssai**, Type_Essai, Publié, AuteurEssai, NomEssai)

Prédicat :

Ce schéma relationnel permet un classement des essais. Chaque essai est identifié par un numéro séquentiel (NumEssai) à l'intérieur d'une réalisation (CodeR), il est associé à un thème général (Type_Essai) ; par exemple : végétation, lombricien, mésange, canard, machinisme, viticulture, pédologie, parasitologie, etc. et à un nom (NomEssai) lié au protocole de l'essai, c'est-à-dire à son énoncé qui doit exprimer les raisons particulières de la recherche entamée ; par exemple : choix d'un traitement particulier, emploi d'une nouvelle technique, etc.

Chaque protocole d'essai a été mis en oeuvre par une personne responsable (AuteurEssai).

Les données liées à un essai d'une réalisation sont privées et confidentielles jusqu'à leur publication dans des revues, thèses, rapports... (Publié). Elles peuvent alors être utilisées avec l'accord du responsable de la réalisation.

Remarque : Un schéma relationnel OPERATEURS lié à un schéma relationnel ESSAIS permet de déterminer les personnes qui ont participé à la mise en oeuvre de l'essai. Celles-ci sont identifiées par un numéro unique (IdOpérateur) et leur nom (NomOpérateur). Il est possible d'associer un commentaire à chaque opérateur.

Description des attributs :

CodeR	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel REALISATIONS.
NumEssai	Code numérique correspondant au numéro de l'essai.
Typeessai	Type d'essai par mot clé lié au protocole de l'essai.
Publié	Code alphabétique correspondant aux données ayant ou non fait l'objet de publication. Domaine (O, N).
AuteurEssai	Nom de l'auteur (ou noms des auteurs) de l'essai.
NomEssai	Description sommaire ou thème général du protocole de l'essai.

PLACESSAIS (**CodeR**, **NumEssai**, **Lieu**, **Placette**, **Année**, Surface, PrécisionSurf)

Prédicat :

Ce schéma relationnel permet d'identifier pour chaque essai (NumEssai) d'une réalisation (CodeR) les lieux (Lieu), les placettes (Placette) et les années (Année) du suivi de l'essai. Pour chaque année du suivi, on notera la surface de la placette en mètres carrés (Surface) avec un code de précision de la mesure (PrécisionSurf).

Cette relation spécifie une association générale entre les informations administratives (REALISATIONS, ESSAIS) et les données spatio-temporelles (LIEUX, PLACETTES, ANNEES).

Description des attributs :

CodeR	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel REALISATIONS.

NumEssai	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel ESSAIS.
Lieu	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
Placette	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.
Année	Année de l'essai.
Surface	Surface exprimée en mètre carré.
PrecisionSurf	Code numérique correspondant au niveau de précision de la surface. Domaine (0 à 7).

Ces six schémas relationnels (LIEUX, PLACETTES, PLOTS, PLACGESTION, REALISATIONS, ESSAIS, PLACESSAIS) faisant partie du schéma conceptuel global apparaîtront dans les modèles qui vont suivre en grisé.

2.2.1.4. Les modèles conceptuels des données préexistants.

Les six schémas relationnels précédemment décrits sont issus de modèles conceptuels des données préexistants.

Dans le cas du schéma relationnel LIEUX, nous avons vu que des informations spatio-administratives peuvent s'y intégrées telles le pays, le département, la commune mais aussi la région, le continent. Il est également relié à un concept socio-économique, le domaine d'exploitation que nous définirons lors de la présentation du modèle socio-économique. Le modèle conceptuel des données décrivant ces types d'entités et d'associations ainsi que les schémas relationnels correspondants sont présentés en Annexes 8 et 8bis.

En Annexes 9 et 9bis, nous trouvons le MCD et le MRD correspondant aux schémas relationnels PLACGESTION, REALISATIONS, ESSAIS, PLACESSAIS.

Il existe dans le S.I.T. ECORDRE un sous-schéma d'application spatio-temporel (Annexes 10 et 10bis). En effet, les données initiales sont liées d'une manière temporelle principalement par la connaissance de la date. Il faut donc penser à un schéma relationnel DATES qui représente un tableau de correspondance permettant le regroupement des informations liées à la date de l'année (Jour, Mois) par décade (Décade), par quinzaine.(Quinzaine).

De même, il existe un schéma relationnel MOIS qui permet d'établir une correspondance entre le code numérique du mois de l'année (Mois) et son nom en clair en français (MoisFra), en anglais (MoisAng), en espagnol (MoisEsp).

Enfin, un schéma relationnel SAISONS permet une correspondance entre le code numérique de la saison de l'année (Saison) et son nom en clair soit pour l'hémisphère nord (HémisphNord), soit l'hémisphère sud (HémisphSud).

Un schéma relationnel ANNEES nous renseigne sur le type d'année qui peut être normale ou bissextile (entre 1800 et 2000).

2.1.2. Le concept d'inclusion au niveau des types d'entités PLACETTES et PLOTS: explications agronomiques.

Au niveau des types d'entités PLACETTES et PLOTS, nous avons dû faire appel à ***une association réflexive*** c'est à dire à une association d'un type d'entité sur lui-même. (Cf. schéma 3).

En effet, nous avons défini dans la première partie ce que les agronomes appellent situation culturale. Pour réaliser l'analyse agronomique, il est parfois nécessaire de diviser la parcelle culturale en plusieurs sous-parcelles du fait de l'existence d'une hétérogénéité de milieu soit naturelle (changement de texture du sol), accidentelle (dates de semis différentes suite à une contrainte climatique), volontaire (expérimentations du chercheur).

La situation culturale possède en fait rigoureusement les mêmes propriétés que la parcelle culturale.

Il a fallu introduire le concept d'inclusion pour indiquer que la situation culturale représente un sous-espace de la parcelle culturale. En d'autres termes, il s'agit d'une sous-placette que l'on peut parfaitement repérer dans l'espace.

Ce concept d'inclusion nous permet de mettre en évidence la présence d'une hétérogénéité quant au milieu physique et au mode de conduite de la culture au sein de la parcelle culturale. Il permet une bonne représentation géographique et agronomique de la réalité sur le terrain.

Par voie de conséquence, étant donné qu'une situation culturale n'est incluse que dans une et une seule parcelle culturale, nous devons introduire lors du passage au niveau logique une clé secondaire dans la relation PLACETTES qui est le code de la placette contenant la sous-placette (PlacContenant). (Cf. schéma 4).

L'identifiant Placette représente alors le code de cette sous-placette ou situation culturale.

Dans le cas où il n'existe pas de situation culturale, Placette et PlacContenant sont identiques.

En ce qui concerne le type d'entité PLOTS, l'agronome doit, pour effectuer des mesures et observations spécifiques et souvent répétées dans le temps, délimitées des unités de surface réduites. Autrement dit, il doit à l'intérieur d'une station d'observation ou plot, inclure d'autres plots.

Nous avons également à ce niveau d'échelle introduit le concept d'inclusion, étant donné que quels que soient les plots et leurs dimensions, ces derniers possèdent rigoureusement les mêmes propriétés.

De la même façon que pour la relation PLACETTES, il a fallu au moment du passage du MCD au MRD ajouter aux clés primaires des clés secondaires telles que PlotContenant et IdentPlotContenant. (Cf. schéma 4).

PlotContenant représente le niveau le plus élevé dans l'échelle d'inclusion.

IdentPlotContenant indique le code du projet d'étude ou du dispositif expérimental en réalisation sur l'unité de surface PlotContenant sachant que celle-ci peut accueillir d'autres études.

L'identifiant Plot s'adresse en fait au plot inclus. L'identificateur de ce plot devra traduire l'objectif de recherche qui a conduit à son installation.

Dans le cas de non inclusion, PlotContenant et Plot sont identiques. Il en est de même pour IdentPlotContenant et Identificateur.

2.1.3. L'analyse conceptuelle relative au type d'entité PLACETTES.

On a vu que l'analyse agronomique doit s'effectuer sur une unité de surface homogène quant au milieu physique et au mode de conduite de la culture pratiquée, unité représentée par la situation ou parcelle culturale soit la placette.

2.1.3.1. Le modèle conceptuel des données (MCD). (Cf. schéma 5).

La placette qui possède ses propres caractéristiques est occupée par un peuplement végétal cultivé faisant l'objet d'un même itinéraire technique. Est effectuée une suite logique et ordonnée d'opérations culturales depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte.

On définira donc un type d'entité INTERVENTIONS. Pour une date donnée, une intervention peut être composée d'une ou plusieurs opérations culturales.

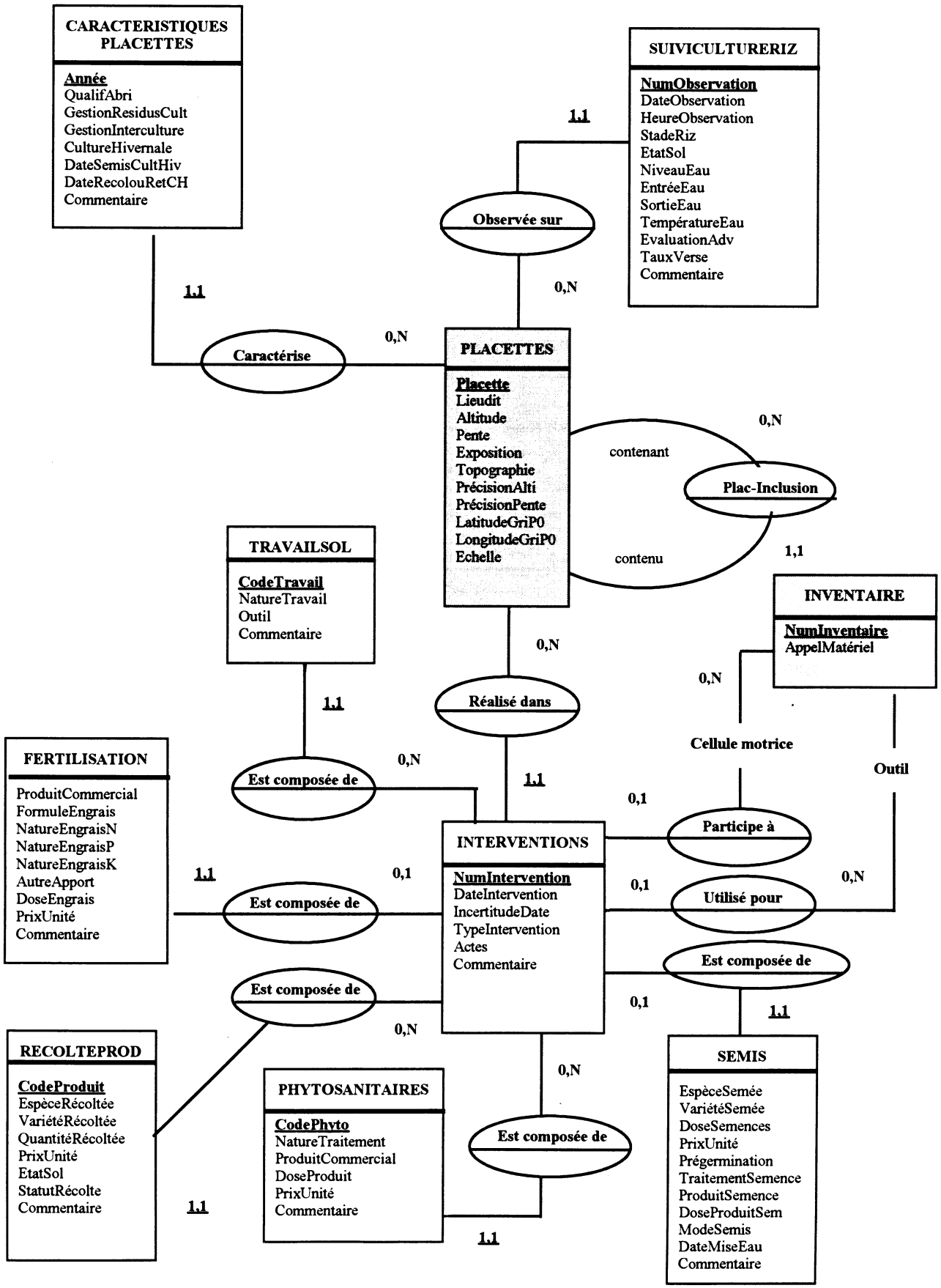
En effet, nous pouvons trouver le cas d'un semoir associé sur un même train d'outils à un épandeur de produits phytosanitaires. Plusieurs opérations de travail de sol peuvent être effectuées simultanément. Nous pouvons donner l'exemple du passage d'un tracteur (cellule motrice) sur lequel sont fixés une herse rotative et un semoir permettant donc de préparer le lit de semences et de procéder au semis. Nous devons donc ajouter un identifiant (CodeTravail) dans le type d'entité TRAVAILSOL pour distinguer ces différentes opérations réalisées au cours d'une seule intervention.

De la même façon, plusieurs produits phytosanitaires peuvent être appliqués de manière simultanée, produits ayant un effet similaire (désherbage) ou produits à actions différentes (désherbage, traitement contre une maladie). Un identifiant codePhyto s'avère donc nécessaire dans le type d'entité PHYTOSANITAIRES.

Au cours d'une même récolte, le grain ainsi que des sous-produits (pailles dans le cas de la culture de blé) sont récoltés d'où la nécessité d'un attribut identifiant CodeProduit dans le type d'entité RECOLTEPROD.

Schéma 5

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Types d'entités concernant la placette



Ces opérations culturales concomitantes sont prises en compte et mises en évidence au niveau du modèle conceptuel à travers l'attribut identifiant NumIntervention dans le type d'entité INTERVENTIONS. Cet attribut prend la même valeur lorsque les opérations sont effectuées simultanément.

Nous pouvons considérer le type d'entité INTERVENTIONS comme un niveau d'approche général des opérations culturales qui sont ensuite détaillées dans les types d'entités TRAVAILSOL, SEMIS, FERTILISATION, PHYTOSANITAIRES, RECOLTEPROD.

Entre le type d'entité INTERVENTIONS et les types d'entités FERTILISATION et SEMIS, nous avons un lien d'héritage.

Nous allons dans le paragraphe suivant décrire les schémas relationnels concernant la placette.

2.1.3.2. Le Modèle Relationnel des Données (MRD) : description des schémas relationnels. (Cf. schéma 6).

CARACTERISTIQUESPLACETTE (**Lieu**, **Placette**, **Année**, QualifAbri, GestionResidusCult, GestionInterculture, CultureHivernale, DateSemisCultHiv, DateSemisCultHiv, DateRecoulouRetCH, Commentaire).

Prédicat :

Différentes caractéristiques sont associées à une placette (Placette), située dans un lieu (Lieu) et ce pour une année donnée (Année).

La placette est localisée dans un endroit plus ou moins abrité (QualifAbri).

Nous donnerons des précisions sur la gestion des résidus de culture (GestionResidusCult) ainsi que sur la gestion de la parcelle entre deux cultures (GestionInterculture). Dans le cas de la mise en place d'une culture hivernale, nous apporterons des informations sur l'espèce cultivée (CultureHivernale), la date de semis de celle-ci (DateSemisCultHiv) et enfin sur la date de récolte de la culture hivernale ou sur la date de retournement en cas d'engrais vert (DateRecolouRetCH).

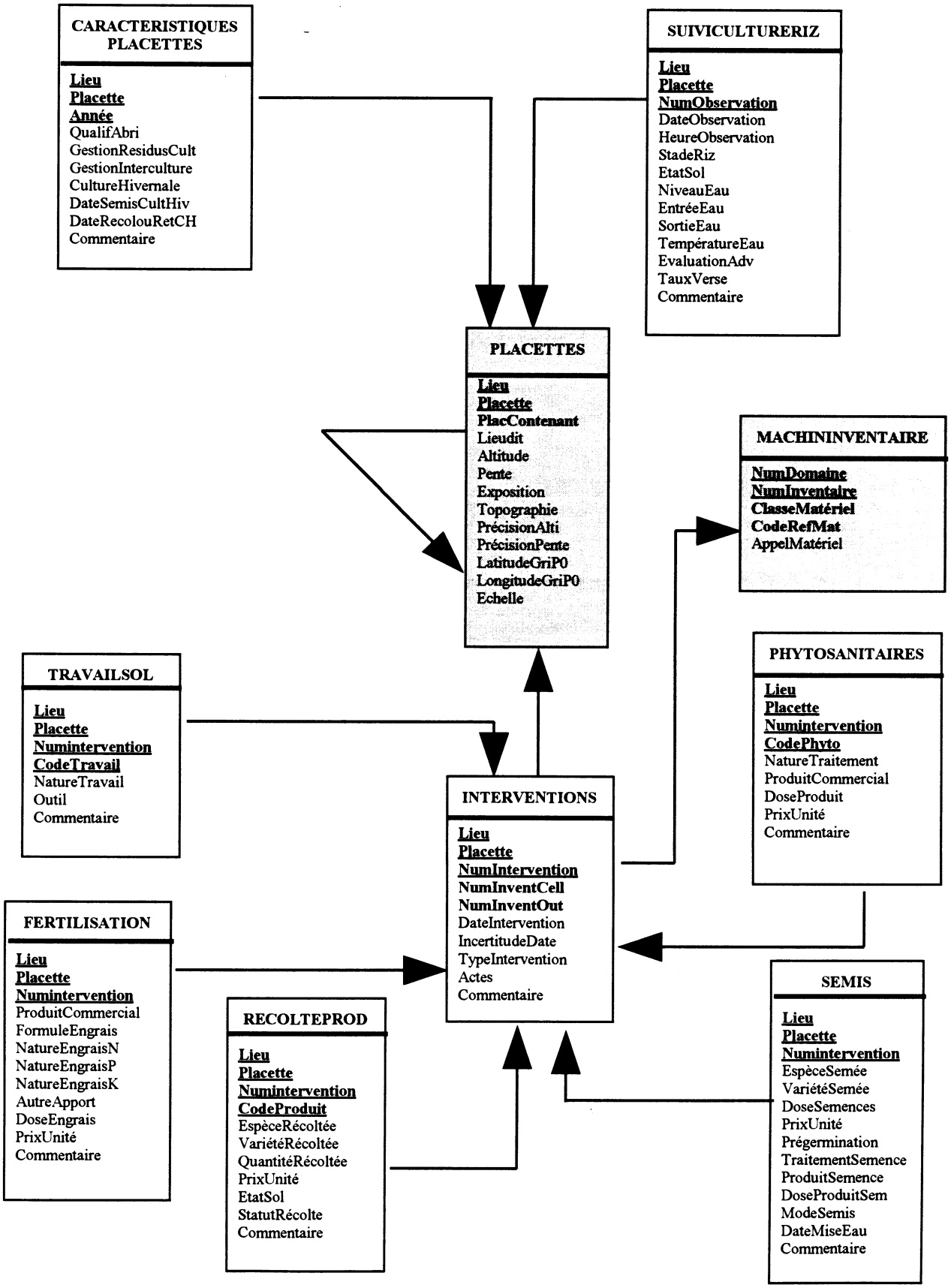
Enfin, d'autres renseignements concernant la placette pourront être apportés (Commentaire).

Description des attributs :

Lieu	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
Placette	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.
Année	Année d'observation.

Schéma 6

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Schémas relationnels reliés à la placette



QualifAbri	Note précisant le degré de protection de la placette. Domaine (pas d'abri, moyennement abritée, très abritée).
GestionResidusCult	Gestion des résidus de culture. Domaine (brûlés, enfouis, exportés, pâturés).
GestionInterculture	Parcelle mise en eau ou pas. Domaine (O, N).
CultureHivernale	Espèce de la culture hivernale.
DateSemisCultHiv	Date de semis de la culture hivernale.
DateRecolouRetCH	Date de récolte ou de retournement (dans le cas d'engrais vert) de la culture hivernale.
Commentaire	Observations générales relatives à la placette.

SUIVICULTURERIZ (**Lieu**, **Placette**, **NumObservation**, DateObservation, HeureObservation, StadeRiz, EtatSol, NiveauEau, EntréeEau, SortieEau, TempératureEau, EvaluationAdv, TauxVerse, Commentaire).

Prédicat :

Ce schéma relationnel spécifique à la culture du riz dans l'unité SAD-LECSA donne des précisions quant au suivi de la culture du riz sur une placette (Placette) située dans un lieu (Lieu) et ce à une date et heure donnée (DateObservation, HeureObservation). Un compteur (NumObservation) s'incrémente au moment du changement de date.

Au cours de cette période, un certain nombre d'observations sont faites sur le stade de développement de la plante (StadeRiz), l'état du sol de la rizière (EtatSol), son niveau d'eau (NiveauEau), la température de l'eau (TempératureEau). On précisera si les entrées et sorties d'eau de la rizière sont ouvertes ou fermées (EntréeEau, SortieEau).

Des informations sur l'état du peuplement seront rajoutées telles que la proportion d'adventices* (EvaluationAdv), le taux de verse* (TauxVerse).

Des commentaires (Commentaire) si nécessaire seront notés sur les observations elles-mêmes ou les conditions dans lesquelles celles-ci ont été relevées.

D'autres informations auraient pu être rajoutées telles que le pH de l'eau, sa conductivité, etc.

Description des attributs :

Lieu	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
Placette	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.

INTERVENTIONS (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, **NumInventCell**, **NumInventOut**, DateIntervention, IncertitudeDate, TypeIntervention, Actes, Commentaire).

Prédicat :

Ce schéma relationnel est une représentation générale des opérations culturales réalisées sur une placette (Placette) dans un lieu donné (Lieu). L'intervention (NumIntervention) est composée d'une ou plusieurs opérations culturales (si concomitantes) décrites dans l'attribut "Actes" (ex : labour, semis, pulvérisation d'un produit phytosanitaire...).

Une intervention est réalisée à une certaine date (DateIntervention), date indiquée avec une incertitude en nombre de jours (IncertitudeDate). Une intervention se fait avec un matériel répertorié dans l'inventaire du domaine d'exploitation. L'attribut "NumInventCell" correspond au numéro d'inventaire de la cellule motrice et l'attribut "NumInventOut", le numéro d'inventaire de l'outil.

on précisera si l'intervention est mécanique, manuelle, etc. (TypeIntervention).

Le détail des actes réalisés ou les différents incidents de l'intervention sont notés dans l'attribut "Commentaire".

Description des attributs :

Lieu	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel LIEUX.
Placette	Même description que pour l'attribut équivalent du schéma relationnel PLACETTES.
NumIntervention	Numéro séquentiel correspondant à une intervention.
NumInventCell	Numéro d'inventaire de la cellule motrice lors de l'intervention.
NumInventOut	Numéro d'inventaire de l'outil utilisé lors de l'intervention.
DateIntervention	Date de l'intervention.
IncertitudeDate	Incertitude en nombre de jours (plus ou moins la date moyenne) portant sur la date indiquée.
TypeIntervention	Type de l'intervention. Domaine (manuelle, mécanique, traction animale...).
Actes	Liste des différentes opérations culturales.
Commentaire	Observations générales concernant l'intervention.

Remarque : L'attribut "Actes" est en fait un attribut redondant qui a été volontairement rajouté, d'une part, pour expliciter dans le schéma relationnel INTERVENTIONS la nature des opérations culturales en particulier lorsque celles-ci sont concomitantes, d'autre part, pour orienter l'utilisateur vers les schémas relationnels spécifiques si celui-ci veut connaître les caractéristiques d'une opération culturale.

Il est à signaler également que les outils utilisés pour réaliser le semis, les épandages, la récolte sont notés au niveau du schéma relationnel INTERVENTIONS.

Nous avons vu qu'une intervention était composée d'une ou plusieurs opérations culturales. Nous allons décrire les schémas relationnels correspondants à ces opérations. Pour ne pas rendre trop lourde la lecture de cette description, nous détaillerons seulement les propriétés propres à ces schémas relationnels sachant que les attributs composant la clé primaire Lieu, Placette, NumIntervention sont répétés dans chacun d'entre eux. L'énoncé du prédicat sera abrégé.

TRAVAILSOL (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, **CodeTravail**, NatureTravail, Outil, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Une intervention (NumIntervention) réalisée sur une placette peut correspondre à un ou plusieurs travaux du sol réalisés simultanément (ex : enfouissement de l'engrais, préparation du lit de semences, billonnage* avec un tracteur muni d'une herse rotative et d'un rouleau).

Il s'agira donc pour une même intervention de détailler les différents objectifs souhaités par certains travaux du sol ("NatureTravail" identifié par "CodeTravail"). Ce travail est réalisé avec un certain matériel (Outil). C'est le cas par exemple de l'enfouissement de l'engrais effectué avec la herse rotative.

Des observations générales sur le travail du sol sont notées dans l'attribut "Commentaire".

Description des attributs :

Lieu, **Placette**, **NumIntervention** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel INTERVENTIONS.

CodeTravail	Code numérique représentant un travail du sol.
NatureTravail	Description en clair de l'objectif attendu par un certain travail du sol.
Outil	Outil utilisé pour la réalisation du travail du sol.
Commentaire	Observations générales concernant le travail du sol.

FERTILISATION (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, ProduitCommercial, FormuleEngrais, NatureEngraisN, NatureEngraisP, NatureEngraisK, AutreApport, DoseEngrais, PrixUnité, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Une intervention (NumIntervention) peut être une fertilisation*. La fertilisation est obtenue par épandage d'un engrais dont on donnera le nom du produit commercial (ProduitCommercial), sa formule (FormuleEngrais). On précisera la nature de l'engrais azoté (NatureEngraisN), de l'engrais phosphaté (NatureEngraisP), de l'engrais potassique (NatureEngraisK).

Dans le cas d'un apport d'une autre matière fertilisante, on notera sa nature (AutreApport).

La dose de l'engrais épandu (DoseEngrais) et son prix unitaire (PrixUnité) seront précisés.

Enfin, des observations générales (Commentaire) seront faites sur la fertilisation de la placette.

Description des attributs :

Lieu, **Placette**, **NumIntervention** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel INTERVENTIONS.

ProduitCommercial	Nom du produit commercial de l'engrais épandu.
FormuleEngrais	Formule NPK de l'engrais apporté.
NatureEngraisN	Nature de l'engrais azoté. Domaine (Urée, Sulfate d'ammoniac, Ammonitrate...).
NatureEngraisP	Nature de l'engrais phosphaté (superphosphate).
NatureEngraisK	Nature de engrais potassique (Potasse : K2O).
AutreApport	Autre apport de matières fertilisantes. Domaine (Engrais avec inhibiteur de nitrification, granules d'engrais enrobés, fumier, engrais organiques, oligo-éléments, Amendements*).
DoseEngrais	Dose d'engrais épandu (En Kg par Hectare ou en litres par Hectare).
PrixUnité	Prix unitaire du produit fertilisant (en Francs par Kg ou par litre).
Commentaire	Observations générales sur la fertilisation de la placette. Précisions à rajouter sur les fertilisants utilisés.

SEMIS (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, EspèceSemée, VariétéSemée, DoseSemences, PrixUnité, Prégermination, TraitementSemence, ProduitSemence, DoseProduitSem, ModeSemis, DateMiseEau, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Une intervention (NumIntervention) peut correspondre au semis d'une variété (VariétéSemée) d'une espèce donnée (EspèceSemée).

La semence appliquée selon une dose déterminée (DoseSemence) peut être prégermée (Prégermination) ou prétraitée (TraitementSemence) avec un produit (ProduitSemence). Ce produit est employé à une certaine dose (DoseProduitSem). Par exemple, en Camargue, les semences de riz sont prétraitées avec un algicide. Dans le cas d'autres cultures, les semences sont enrobées d'un insecticide.

Le prix unitaire de la semence sera aussi noté.

Dans le cas particulier de la culture de riz en Camargue, on précisera si le semis se fait à sec ou en eau (ModeSemis) d'où si besoin en est, de rajouter la date de mise en eau de la culture (DateMiseEau).

Des observations générales sur le semis de la placette seront rajoutées (Commentaire).

Description des attributs :

Lieu, **Placette**, **NumIntervention** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel INTERVENTIONS.

EspèceSemée	Nom de l'espèce de la culture semée.
Variété semée	Nom de la variété de la culture semée.
DoseSemences	Dose de semences appliquée en Kg par Hectare.
Prégermination	Semence prégermée. Domaine (O, N).
TraitementSemence	Semence prétraitée. Domaine (O, N).
ProduitSemence	Nom du produit utilisé pour prétraiter la semence.
DoseProduitSem	Dose du produit utilisé pour prétraiter la semence (en g/Kg de semences).
ModeSemis	Mode de semis de la culture. Domaine (En eau, A sec).
DateMiseEau	Date de mise en eau de la culture.
Commentaire	Observations générales concernant le semis de la placette.

PHYTOSANITAIRES (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, **CodePhyto**, NatureTraitement, ProduitCommercial, DoseProduit, PrixUnité, Commentaire).

Prédicat abrégé) :

Une intervention (NumIntervention) peut correspondre à l'application d'un ou plusieurs produits phytosanitaires, chacun d'eux étant identifié par un code numérique (CodePhyto). Ce produit dont on indiquera le nom commercial (ProduitCommercial) permet de réaliser un certain traitement (NatureTraitement) comme un désherbage, un traitement antipyrale, antialgues,etc. Ce traitement est réalisé par application d'une dose de produit (DoseProduit). On notera le prix unitaire de ce produit (PrixUnité).

Des observations générales sur le produit phytosanitaire et son application peuvent être notées dans l'attribut "Commentaire".

Description des attributs :

Lieu, **Placette**, **NumIntervention** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel INTERVENTIONS.

CodePhyto	Code numérique représentant le produit de traitement utilisé.
NatureTraitement	Nomination en clair du traitement phytosanitaire effectué.
ProduitCommercial	Nom du produit commercial.
DoseProduit	Dose du produit commercial appliquée pour le traitement (en Kg par Hectare ou en litres par Hectare).
PrixUnité	Prix unitaire du produit commercial (prix en Francs au litre ou au Kg).
Commentaire	Observations générales concernant le produit phytosanitaire et son application.

RECOLTEPROD (**Lieu**, **Placette**, **NumIntervention**, **CodeProduit**, EspèceRecoltée, VariétéRécoltée, QuantitéRécoltée, PrixUnité, StatutRécolte, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Une intervention (NumIntervention) peut aussi correspondre à la récolte de produits lesquels pouvant être les grains mais aussi, dans le cas de la culture de blé par exemple, les pailles. Donc, selon le produit récolté (CodeProduit), on précisera l'espèce et la variété (EspèceRécoltée, VariétéRécoltée), la quantité de produit récolté (QuantitéRécoltée) ainsi que le prix unitaire auquel est payée la récolte (PrixUnité).

La récolte peut être réalisée par l'exploitant lui-même, son employé ou une entreprise (StatutRécolte).

On finira par des observations générales sur la récolte de la placette (Commentaire).

Description des attributs :

Lieu, Placette, NumIntervention : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel INTERVENTIONS.

CodeProduit	Code numérique correspondant au produit récolté.
EspèceRécoltée	Nom de l'espèce de la culture récoltée.
VariétéRécoltée	Nom de la variété de la culture récoltée.
QuantitéRécoltée	Quantité du produit récolté (en Kg par hectare).
PrixUnité	Prix unitaire auquel est payé le produit récolté.
StatutRécolte	Statut de la récolte. Domaine (Entreprise, Exploitant, Employé salarié).
Commentaire	Observations générales sur la récolte de la placette.

2.1.3.3. Réflexions sur une possibilité d'analyse à un niveau plus global des interventions sur la placette.

Dans le modèle conceptuel jusqu'alors proposé, on s'aperçoit que les types d'entités reliés au type d'entité INTERVENTIONS répondent tout d'abord à des objectifs établis par les chercheurs de l'unité SAD-LECSA. C'est le cas particulier du type d'entité SEMIS qui possède des propriétés adaptées spécifiquement au semis de la culture de riz. Citons les attributs "ModeSemis" et "DateMiseEau" qui indiquent si le semis est réalisé à sec ou en eau et dans ce dernier cas, la date de mise en eau est précisée.

Ces informations bien que nécessaires dans le cadre de la problématique définie dans l'unité SAD-LECSA ne doivent pas apparaître à un niveau si "haut" de l'analyse conceptuelle. Elles peuvent et doivent être inscrites dans des types d'entités définis spécifiquement pour le laboratoire.

Il serait donc souhaitable dans l'avenir de les rattacher à un ou plusieurs types d'entités qui décrivent toutes les opérations culturales possibles sur la placette selon un niveau d'approche plus global, ce pour enrichir le référentiel proposé par le S.I.T. ECORDRE.

L'objectif de notre analyse conceptuelle est de proposer un modèle, dans notre cas, agronomique, capable d'intégrer toutes les données issues du champ (agro)écologique en oubliant le pourquoi de leur acquisition. Le modèle doit s'adapter aux différentes cultures sachant que chacune d'entre elles possède ces

propres caractéristiques. La spécificité de chaque culture n'est alors pas effacée mais apparaît à un niveau plus "bas" via des types d'entités conçus non seulement pour être adaptés à la culture étudiée mais aussi pour répondre à une problématique prédéfinie.

Nous devrons donc réviser notre vision des opérations culturales réalisées sur une placette. Pour ce faire, nous pouvons nous référer à la notion d'actes que définit Marcel BOUCHE [BOUC 90].

Pour rester dans le domaine de l'agronomie, l'acte doit être regardé comme une "entrée" dans l'écosystème (apport de graines, d'engrais...) ou/et une "sortie" (récolte, retrait d'un troupeau...). En effet, lorsqu'on parle de semis, il s'agit en fait d'un apport de graines lié à d'autres actes, mécaniques notamment (couteaux de semoir, charge de machines, etc.).

Donc, les actes peuvent être définis comme des actions élémentaires d'un itinéraire technique, des actions se succédant au cours d'une culture.

Partant de ce point de vue, on pourrait considérer un type d'entité ACTES.

Les actes seraient décrits par leur nature. On peut classer les actes selon un mode hiérarchique semi-arbitraire en actes biologiques, actes chimiques, actes physiques.

Ces trois catégories peuvent être en entrées et/ou sorties par rapport à l'écosystème.

On pourra considérer comme physiques, les actes mettant en oeuvre des forces (labour, tout ce qui touche à l'hydraulique...).

On regardera comme chimiques, les apports / exports liés aux transferts d'éléments chimiques y compris les matières organiques mortes ou complexes tel que le fumier.

On regardera comme biologiques, les exports ou imports d'organismes ou organes vivant au moment de la séparation de l'écosystème (y compris le foin).

On pourra noter outre la nature de l'acte, sa situation temporelle (date, durée), sa situation spatiale étant indiquée par la placette à laquelle il est rattaché. On pourra également indiquer sa quantification.

Il ne faut pas confondre la finalité des actions techniques avec l'acte agissant sur le système écologique considéré. L'acte est souvent instantané. Par exemple, l'apport d'une quantité de produit phytosanitaire sur une céréale est quasi instantanée, alors que son action sur le système est étalée dans le temps.

Par conséquent, en essayant de trouver une notion plus globale qui permette de gérer les opérations culturales comme des entrées et/ou sorties, nous arrivons à nous détacher de l'approche traditionnelle qui, en fait, agrège plusieurs actes en parlant de semis, traitement phytosanitaire, fertilisation, etc.

Ces réflexions autour de la possibilité d'une approche plus globale en ce qui concerne les itinéraires techniques doivent servir de point de départ pour l'établissement d'un modèle conceptuel agronomique qui pourrait se "mouler" dans le schéma conceptuel global, coeur du S.I.T. ECORDRE.

Nous ne devons pas toutefois oublier les problématiques définies par les différents chercheurs, donc laisser la "porte ouverte" à une possibilité d'intégrations de données spécifiques.

Par ailleurs, nous savons que l'application d'un engrais ou d'un produit phytosanitaire est nécessairement accompagnée d'un mode d'épandage qui est une information importante pour certaines études. Nous devons donc penser à relier tout acte ou action élémentaire à des informations touchant au machinisme agricole.

De la même façon, des renseignements sur les produits phytosanitaires, les variétés existantes, les différents modes de semis, etc. peuvent s'avérer utiles pour certaines études.

Nous allons donc dans les paragraphes suivants montrer comment les sous-schémas d'application existants dans le S.I.T. ECORDRE peuvent trouver des points d'intersection entre eux et donc avec le modèle conceptuel agronomique jusqu'à présent proposé.

2.1.2.4. Liaison possible avec le sous-shéma d'application Machinisme Agricole (Base de Données AGRIMAC).

Le schéma relationnel INTERVENTIONS possèdent deux attributs participant à la clé secondaire qui sont NumInventCell et NumInventOut.

NumInventCell correspond au numéro d'inventaire de la cellule motrice utilisé lors d'une intervention, NumInventOut, au numéro d'inventaire de l'outil. Ce matériel est répertorié dans l'inventaire du domaine d'exploitation considéré.

Ce sont ces deux attributs qui permettent une liaison avec le sous-schéma d'application Machinisme Agricole (Base de Données AGRIMAC) dont les modèles conceptuels et relationnels sont présentés en Annexes 11 et 11bis.

Les Schémas relationnels communs aux deux modèles, machinisme agricole et agronomique sont MACHINVENTAIRE et DOMAINEEXPLOITATION (représentés pour cela en grisé).

Décrivons simplement le schéma relationnel MACHINVENTAIRE. L'autre schéma relationnel DOMAINEEXPLOITATION sera présenté dans le modèle socio-économique.

MACHINVENTAIRE (**<u>NumDomaine</u>**, **<u>NumInventaire</u>**, **ClasseMatériel**, **CodeRefMat**, AppelMatériel).

Ce schéma relationnel permet de déterminer le type de matériel utilisé lors d'une intervention.

<u>Prédicat</u> :

Pour un domaine d'exploitation donné (NumDomaine), à chaque numéro d'inventaire (NumInventaire) correspond un certain type de matériel. Chaque matériel, identifié par un code de référence (CodeRefMat) est associé à un groupe de matériel (ClasseMatériel) distinguant outils et cellules motrices. "AppelMatériel" correspond à l'appellation courante du matériel.

Description des attributs :

NumDomaine Numéro du domaine d'exploitation.

NumInventaire Numéro d'inventaire d'un matériel.

ClasseMatériel Code du groupe de matériels auquel appartient l'outil ou la cellule motrice.

CodeRefMat Code de référence du matériel.

AppelMatériel Appellation courante du matériel.

Des informations complémentaires sur le matériel (Définition des classes de matériel, marque du matériel, etc.) se trouvent dans d'autres schémas relationnels décrits dans les annexes 11 et 11bis. Nous ne donnerons pas de détails sur ces schémas car touchent un domaine très spécifique, éloigné de notre champ d'étude et surtout sont le résultat d'une étude approfondie déjà faite.

2.1.3.5. Les connexions possibles avec d'autres sous-schémas (données achroniques).

On entend par données achroniques, toutes informations qui de part leur nature, n'ont pas de situation temporo-spatiales. Elles pourraient être reliées aux types d'entités INTERVENTIONS (ou ACTES).

Ces données n'appartiennent à aucun sous-schéma d'application mais peuvent intéresser tout utilisateur qui nécessite un renseignement général sur :

- Les variétés existantes et leurs caractéristiques.
- Les produits phytosanitaires actuellement sur le marché : concentration en matière active, prix unitaire, précisions sur les effets attendus, etc.
- Les matières fertilisantes : les différents engrais chimiques, organiques, leur concentration en azote, phosphore, potasse, leur prix unitaire, etc.
- Les différents modes de semis.
- etc.

Les schémas relationnels correspondant à ce type de données sont en cours de réalisation.

A titre d'exemple, nous pouvons décrire le schéma relationnel VARIETE, schéma sur lequel nous avons réfléchi.

VARIETE (**CodeVariété**, NomEspèce, NomVariété, PoidsMoyGrain, TypeGénétique, LongueurGrain, RappLongLarg, DuréeCycle, OrigineVariété, Commentaire).

Prédicat :

Ce schéma relationnel permet de déterminer lors d'une intervention (semis, récolte) ou mieux encore au moment d'une action élémentaire ou acte (apport de graines, récolte de graines), les caractéristiques spécifiques d'une variété identifiée par un code (CodeVariété).

Pour une variété donnée dont on donnera le nom (NomVariété) et qui appartient à une espèce végétale (NomEspèce), sont précisés :

- le poids moyen de mille grains en grammes (PoidsMoyGrain),
- le type génétique (TypeGénétique),
- la longueur moyenne d'un grain en millimètres (LongueurGrain),
- le rapport moyen longueur sur largeur des grains (RappLongLarg),
- la durée du cycle de la variété en nombre de jours (DuréeCycle),
- le code ISO du pays d'origine de la variété (OrigineVariété).

Des observations diverses concernant la variété sont également notées (Commentaire).

2.1.4. L'analyse conceptuelle concernant le type d'entité PLOTS.

Nous passons à une autre échelle, celle du plot (ou station d'observation) sachant que la placette peut contenir un ou plusieurs plots, plots pouvant contenir eux-mêmes d'autres plots. C'est à ce niveau que l'agronome fait des observations et effectue des mesures.

2.1.4.1. La notion de résultats unitaires et résultats diachroniques.

Pour une meilleure répartition des résultats obtenus, nous avons fait la distinction entre des résultats unitaires et des résultats diachroniques.

Un résultat unitaire est obtenu lorsqu'on effectue dans un endroit donné du plot et à un moment précis, un type de mesure.

Par contre, un résultat diachronique est obtenu lorsqu'on effectue un type de mesure à différents moments mais toujours au même endroit dans le plot. Un résultat diachronique et en fait une même mesure répétée dans le temps.

Nous allons décrire les deux schémas relationnels correspondant à ces concepts .(Cf. schémas 3 et 4).

RESULTATSUNITAIRES (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, DatePrélevat).

Prédicat :

Dans un plot donné (Plot) appartenant à une placette (Placette) rattachée à un lieu (Lieu), il est effectué une certaine de mesure (NumMesure). Cette mesure est réalisée à une date précise (DatePrélevat). Le plot est associé à un dispositif expérimental (Identificateur).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur : même description que pour les attributs équivalents dans les schémas relationnels respectifs.

NumMesure Numéro séquentiel qui s'incrémente à chaque fois qu'un nouveau type de mesure est effectué dans le plot.

DatePrélevat Date à laquelle est effectuée la mesure, l'observation, le prélèvement.

Remarque : L'identifiant "NumMesure" a dû être rajouté car des mesures distinctes peuvent être réalisées dans un même plot à une même date ou à une date différente. La date n'est pas une propriété identifiante.

Il serait intéressant de prévoir un traitement qui permette l'incrémentation automatique de ce compteur. Pour un lieu, une placette, un plot, un identificateur donnés, s'il n'y a aucun n-uplet dans le schéma relationnel , "NumMesure" prend la valeur 1; dans le cas contraire, le compteur s'incrémente de 1.

RESULTATSDIACHRONIQUES (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Série**, DatePrélevat).

Prédicat :

Dans un plot donné (Plot), appartenant à une placette (Placette) rattachée à un lieu (Lieu), il est effectué une série de mesures (Série) à des dates déterminées (DatePrélevat). Le plot est associé à un dispositif expérimental (Identificateur)

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur : même description que pour les attributs équivalents dans les schémas relationnels respectifs.

Série Numéro séquentiel qui s'incrémente à chaque fois que la même mesure est effectuée à des dates différentes.

DatePrélevat Date à laquelle est faite la mesure, l'observation ou le prélèvement.

Remarque générale : Nous aurions pu créer un seul type d'entité (et schéma relationnel correspondant) regroupant les deux concepts de résultats unitaires et résultats diachroniques. Les identifiants "NumMesure" et "Série" pourraient être soit conservés, soit remplacés par un identifiant unique. Si les deux identifiants sont conservés, dans le cas de résultats unitaires, le numéro de série resterait à 1.

Si, dans un même plot, nous avions des mesures différentes donnant soit des résultats unitaires, soit des résultats diachroniques, l'attribut "NumMesure" serait incrémenté selon le traitement explicité dans la remarque précédente.

Pour pouvoir prendre en compte cette remarque dans la conception du modèle, il faudrait s'assurer que les résultats obtenus avec d'autres données issues de projets d'étude sont convenablement représenté par un seul type d'entité. Dans le cadre d'un premier travail, nous avons préféré conserver les notions de résultats unitaires et résultats diachroniques.

Ces réflexions seront reprises et explicitées dans la quatrième partie.

2.1.4.2. Le Modèle Conceptuel des Données relatifs aux observations et mesures faites sur le plot (avec ou sans répétition). (Cf. schémas 7 et 9).

Que les résultats soient unitaires ou diachroniques, la modélisation fait appel à un raisonnement identique.

Le relevé d'une mesure ou d'une observation est effectué selon une certaine méthode ou technique de prélèvement qu'il est important de préciser dans un souci de fiabilité et validité de la valeur recueillie. Par ailleurs, la méthode donne des informations sur la précision des mesures. L'analyse d'un élément chimique, par exemple, peut être réalisée selon des méthodes différentes.

Nous devons penser également incorporer dans la modélisation, la notion de ***répétition.***

Il y a répétition lorsqu'une même mesure est effectuée à une date déterminée et à des endroits distincts à l'intérieur d'un plot.

Par exemple, les analyses de sol sont effectuées à une date précise à deux profondeurs différentes. Nous sommes donc en présence de résultats unitaires avec répétition.

Nous n'avons pas d'exemples de résultats diachroniques avec répétition. En effet, prenons le cas de l'évaluation du nombre d'adventices au niveau du plot. Ce comptage est relevé à des dates différentes au cours du cycle de développement de la plante. Nous sommes bien en présence de résultats diachroniques mais à une date précise, le comptage ne se fait qu'une seule fois dans un plot défini.

2.1.4.3. Le Modèle Relationnel des Données : description des schémas relationnels. (Cf. schémas 8 et 10).

Nous allons décrire seulement les schémas relationnels relatifs aux mesures et observations faites au niveau du plot et donnant des résultats unitaires. Ceux relatifs aux mesures et observations donnant des résultats diachroniques sont quasi identiques aux précédents. Dans un cas, nous employons l'attribut identifiant "NumMesure", dans l'autre cas, c'est l'identifiant "Série" qui apparaît.

Schéma 7

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Observations et mesures donnant des résultats unitaires

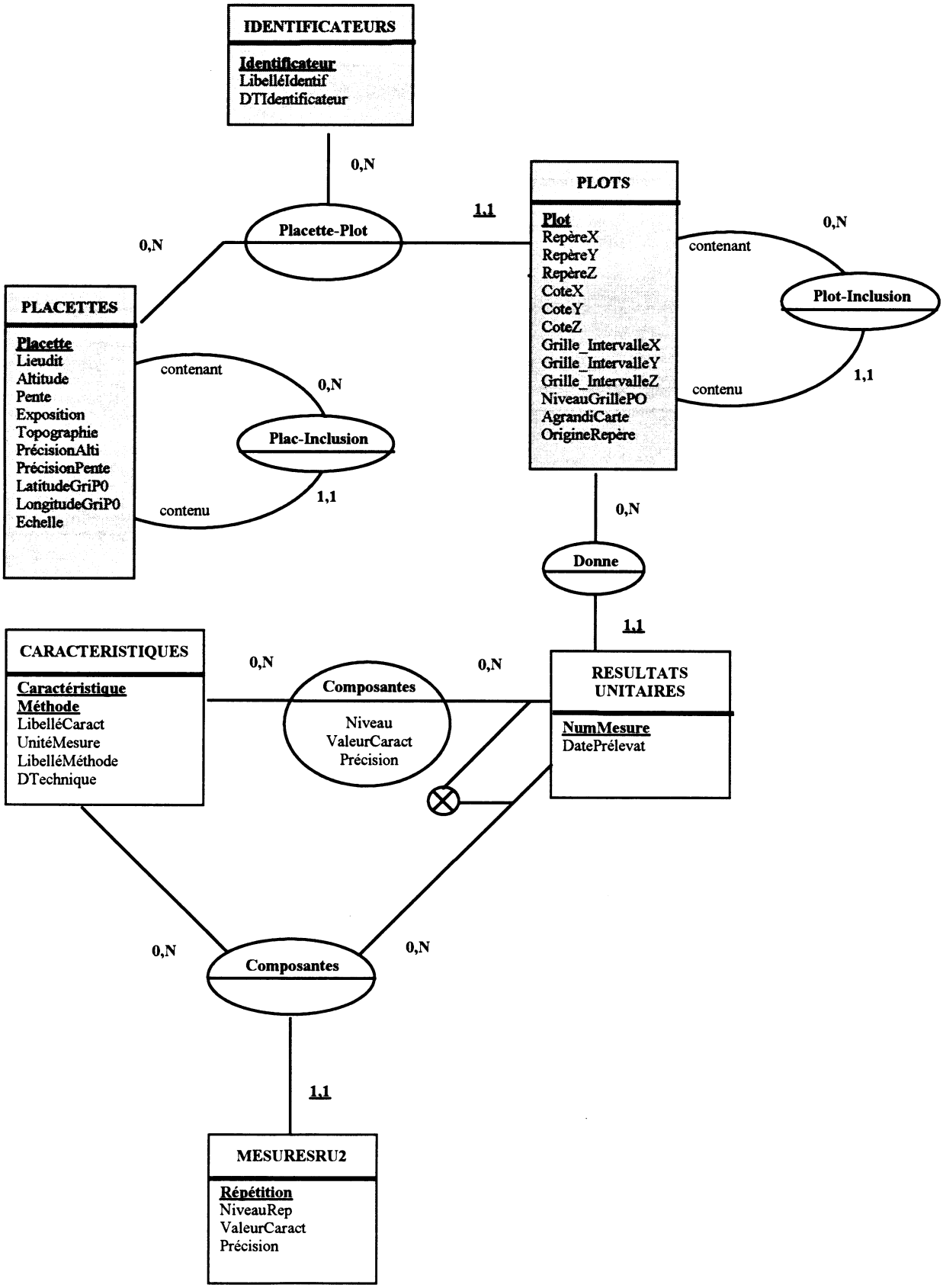


Schéma 8

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Shéma d'application Camargue
Schémas relationnels concernant les résultats unitaires

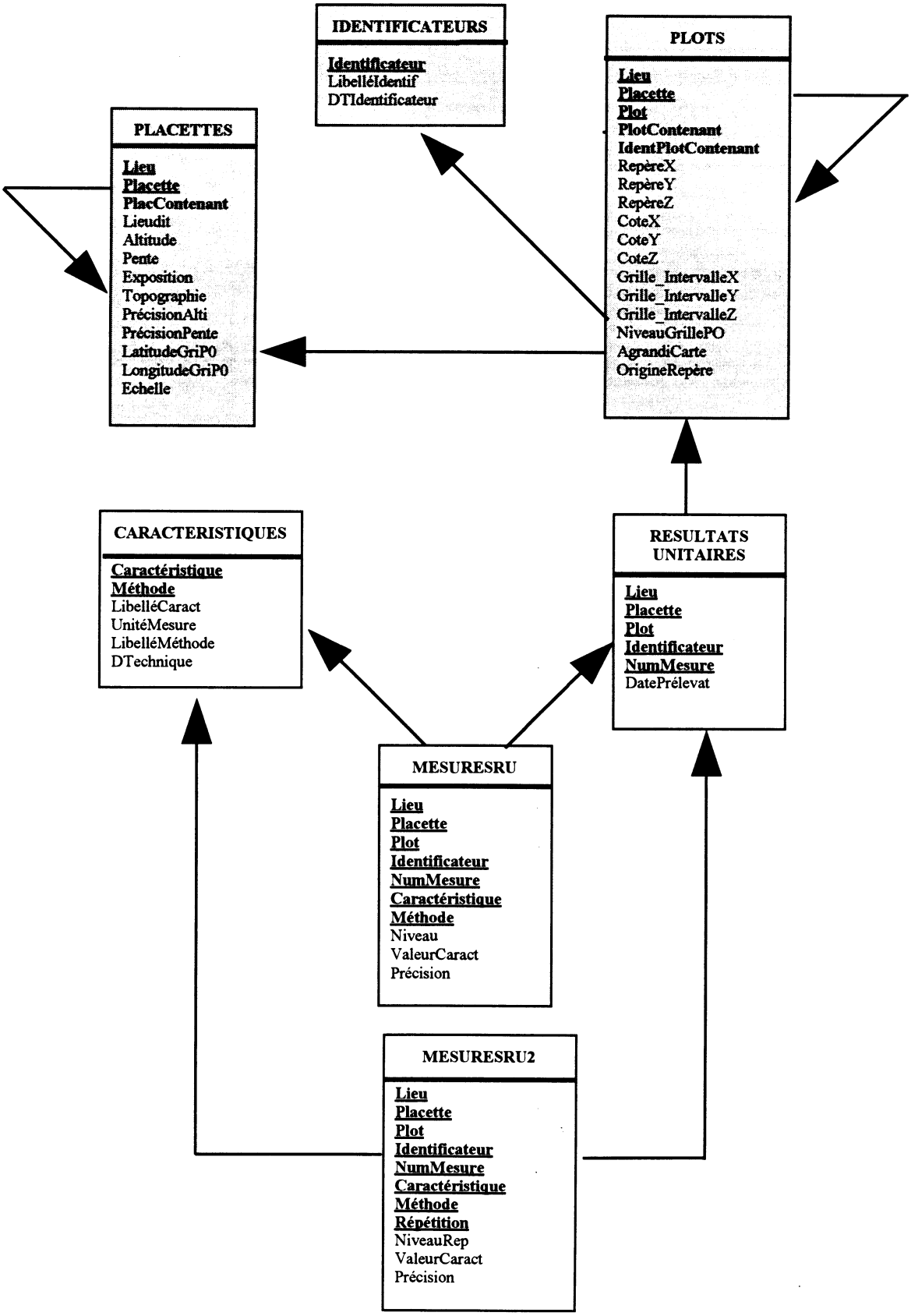


Schéma 9

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Observations et mesures donnant des résultats

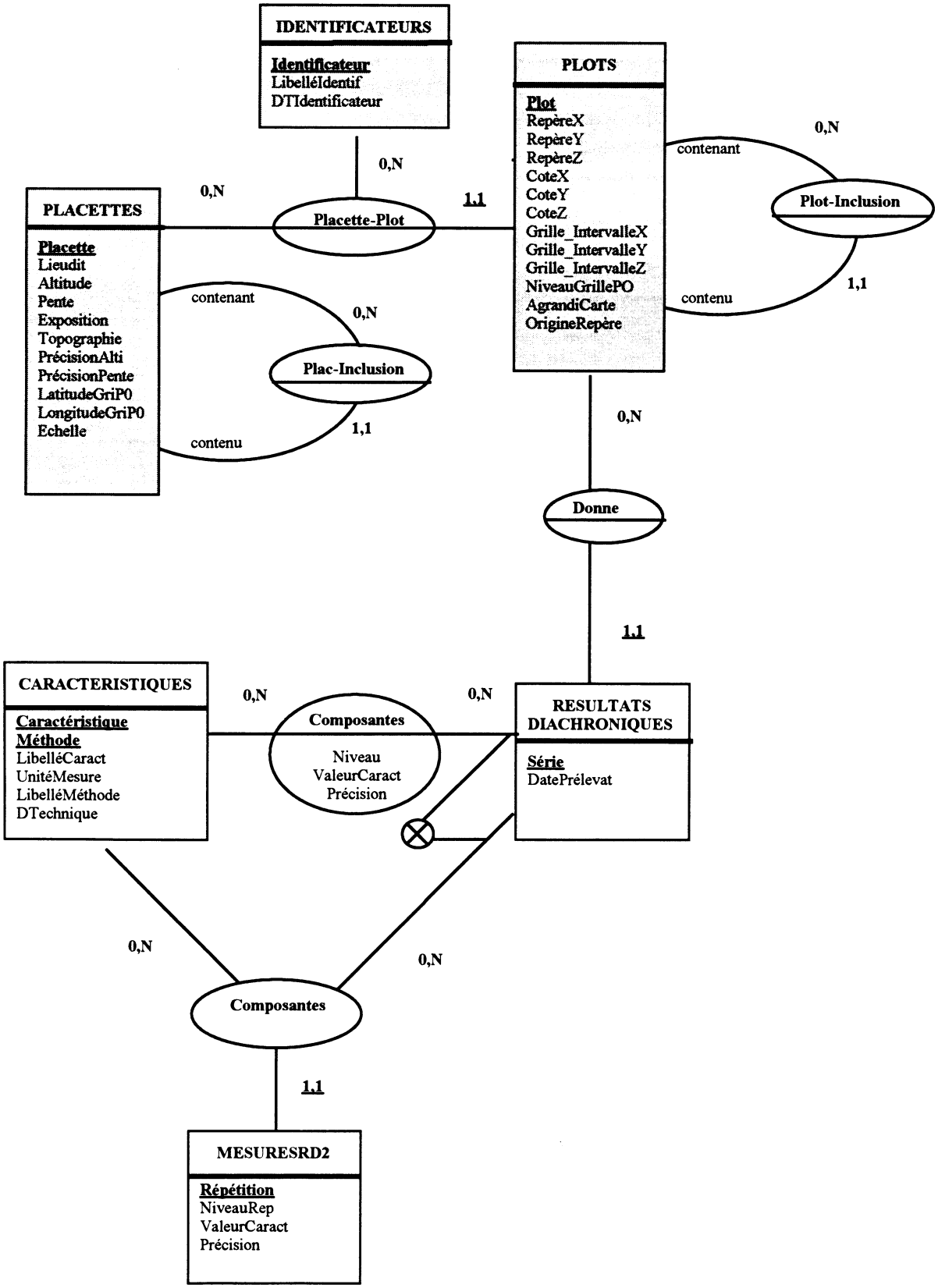
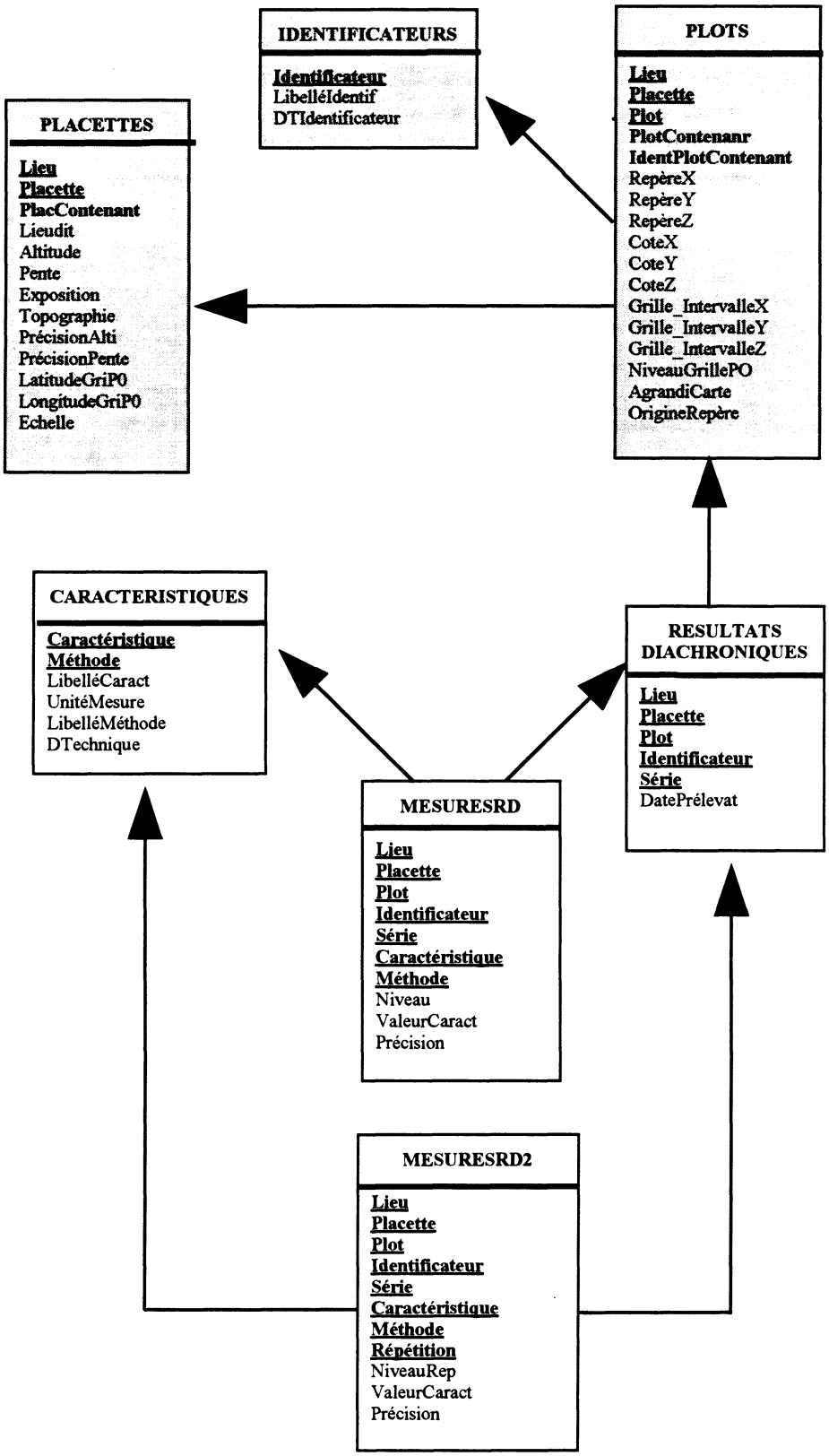


Schéma 10

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Schémas relationnels concernant les résultats



CARACTERISTIQUES (**Caractéristique**, **Méthode**, LibelléMesure, UnitéMesure, LibelléMéthode, DTechnique).

Prédicat :

Ce schéma relationnel est la description de la mesure ou observation (caractéristique, LibelléMesure) réalisée selon une certaine méthode (Méthode, LibelléMéthode). Des informations supplémentaires sur le dispositif technique (DTechnique) et l'unité de mesure (UnitéMesure) sont apportées.

Descriptif des attributs :

Caractéristique	Code alphanumérique caractérisant la mesure ou l'observation effectuée.
Méthode	Code de la méthode utilisée.
LibelléMesure	Dénomination en clair de la mesure ou de l'observation.
UnitéMesure	Unité dans laquelle est effectuée la mesure.
LibelléMéthode	Dénomination en clair de la méthode utilisée.
DTechnique	Description du dispositif technique réalisé pour le relevé des mesures ou observations.

MESURESRU (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Caractéristique**, **Méthode**, Niveau, ValeurCaract, Précision).

Prédicat :

Ce schéma relationnel regroupe les valeurs (ValeurCaract) obtenues avec une certaine précision (Précision) après réalisation d'une mesure ou après observation (Caractéristique). Ces mesures sont relevées à un certain niveau de profondeur ou d'altitude (Niveau). En cas de mesures différentes à l'intérieur d'un même plot, un compteur (NumMesure) est incrémenté. Ces mesures donnent des résultats unitaires.

La mesure est effectuée en suivant une méthode bien définie (Méthode), dans un plot (Plot) mis en place selon un dispositif expérimental (Identificateur). Le plot appartient à une placette (Placette) rattachée à un lieu (Lieu).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur** : même description que pour les attributs équivalents des schémas relationnels respectifs.

NumMesure[13] Numéro séquentiel qui s'incrémente à chaque fois qu'une nouvelle mesure est faite dans les plot.

Caractéristique Code alphanumérique caractérisant la mesure ou l'observation effectuée.

Méthode Code de la méthode utilisée.

Niveau Profondeur ou altitude à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.

ValeurCaract Valeur obtenue après réalisation de la mesure, de l'analyse ou après observation.

Précision Précision de la mesure. Domaine (0 à 7).

MESURESRU2 (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Caractéristique**, **Méthode**, **répétition**, NiveauRep, ValeurCaract, Précision).

Prédicat :

Le prédicat est identique à celui énoncé pour le schéma relationnel précédent. toutefois, nous rajoutons que la mesure ou l'observation (Caractéristique) effectuée selon une méthode déterminée (Méthode), est répétée dans l'espace (Répétition) et à un certain niveau de profondeur ou d'altitude (NiveauRep).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Caractéristique**, **Méthode** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURERU

Répétition Numéro de la répétition.

NiveauRep Profondeur ou altitude en centimètres à laquelle ont été effectuées les mesures ou les prélèvements.

ValeurCaract Valeur obtenue après réalisation de la mesure, de l'analyse, ou après observation.

Précision Précision de la mesure. Domaine (0 à 7).

[13] Dans le cas des mesures ou observations donnant des résultats diachroniques, nous trouvons l'attribut identifiant "Série" qui correspond à un numéro séquentiel qui s'incrémente à chaque fois que la même mesure est effectuée à des dates différentes.

Les schémas relationnels relatifs aux mesures et observations faites dans les plots (MESURESRU, MESURESRU2, MESURESRD, MESURESRD2) permettent de regrouper toutes les valeurs recueillies quel que soit l'objectif pour lequel elles ont été relevées.

Pour chaque mesure ou observation appelée caractéristique, nous entrons un nouvel n-uplet dans le schéma relationnel.

Nous allons voir dans le paragraphe suivant, comment il est possible, par un ordonnemencement différent des données, de rendre leur accès plus facile en se plaçant du point de vue de l'utilisateur.

2.1.4.4. La nécessité de dénormalisation.

Dans un but d'optimiser l'interrogation de la Base de Données et de répondre à des besoins spécifiques des chercheurs, nous avons été amenés à dénormaliser certains schémas relationnels.

En effet, dans les schémas relationnels précédemment décrits, nous avons vu que chaque n-uplet (ou ligne) regroupait les informations concernant une mesure ou une observation. Or, certaines données ne trouvent leur signification donc leur raison d'acquisition que lorsqu'elles sont associées à d'autres données.

Prenons le cas des analyses de sol. La texture d'un sol n'est définie qu'à partir de la connaissance des proportions en argile, limon fin, limon, sable fin et sable.

Il serait donc judicieux de regrouper les valeurs relatives à la texture du sol à l'intérieur d'un même schéma relationnel TEXTURE.

La texture du sol est déterminée à deux profondeurs (20 et 40 cm) ; nous sommes donc en présence de résultats unitaires avec répétition.

L'attribut identifiant "Caractéristique" est dénormalisé puisque nous lui donnons plusieurs valeurs. Dans le schéma relationnel TEXTURE, les attributs "Caractéristique" et "ValeurCaract" disparaissent car remplacés par les attributs "Argile", "LimonFin", "LimonGrossier", "SableFin" et "SableGrossier".

Autrement dit, cinq n-uplets (ou lignes) du schéma relationnel MESURESRU2 deviennent un seul n-uplet dans le schéma relationnel TEXTURE.

Sur la base de cet exemple, nous allons décrire les schémas relationnels issus de la dénormalisation des schémas relationnels MESURESRU, MESURESRU2, MESURERD.

Nous prendrons soin de les présenter en fonction de l'objectif de recherche qui a conduit à l'acquisition des données qui vont composer ces schémas.

Il est à faire remarquer que certaines mesures ou observations qui ont été faites au sein du laboratoire ont une signification évidente par leur valeur propre.

Il serait donc inintéressant de vouloir les regrouper dans un schéma relationnel, lequel n'aurait alors aucune sémantique. Nous pouvons citer à titre d'exemples les mesures de pH, de conductivité, de phosphore et de souffre qui font partie des résultats unitaires sans répétition. Nous avons également les mesures de pénétrométrie qui entrent dans le cadre de résultats unitaires avec répétition.

Etant donné que les schémas relationnels relatifs aux mesures et observations donnant soit des résultats unitaires soit des résultats diachroniques ont déjà été décrits (§ 2.1.4.3), nous nous contenterons d'énoncer les prédicats de manière abrégée, détaillant les propriétés correspondant à l'attribut "Caractéristique".

SCHEMAS RELATIONNELS CORRESPONDANT AUX ANALYSES DE SOL. (Cf. schéma 11).

BASECHANG (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Nummesure**, **Méthode**, **Répétition**, NiveauRep, CaE, MgE, KE, NaE, CEC, Précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les valeurs des bases échangeables comme les valeurs de calcium, magnésium, potassium, sodium échangeables (CaE, MgE, KE, NaE) ainsi que la capacité d'échange cationique du sol (CEC). Ces mesures sont réalisées à deux profondeurs (Répétition, NiveauRep) avec une certaine précision (Précision). La précision correspond au degré de fiabilité des données, lequel dépend du mode d'obtention de celles-ci.

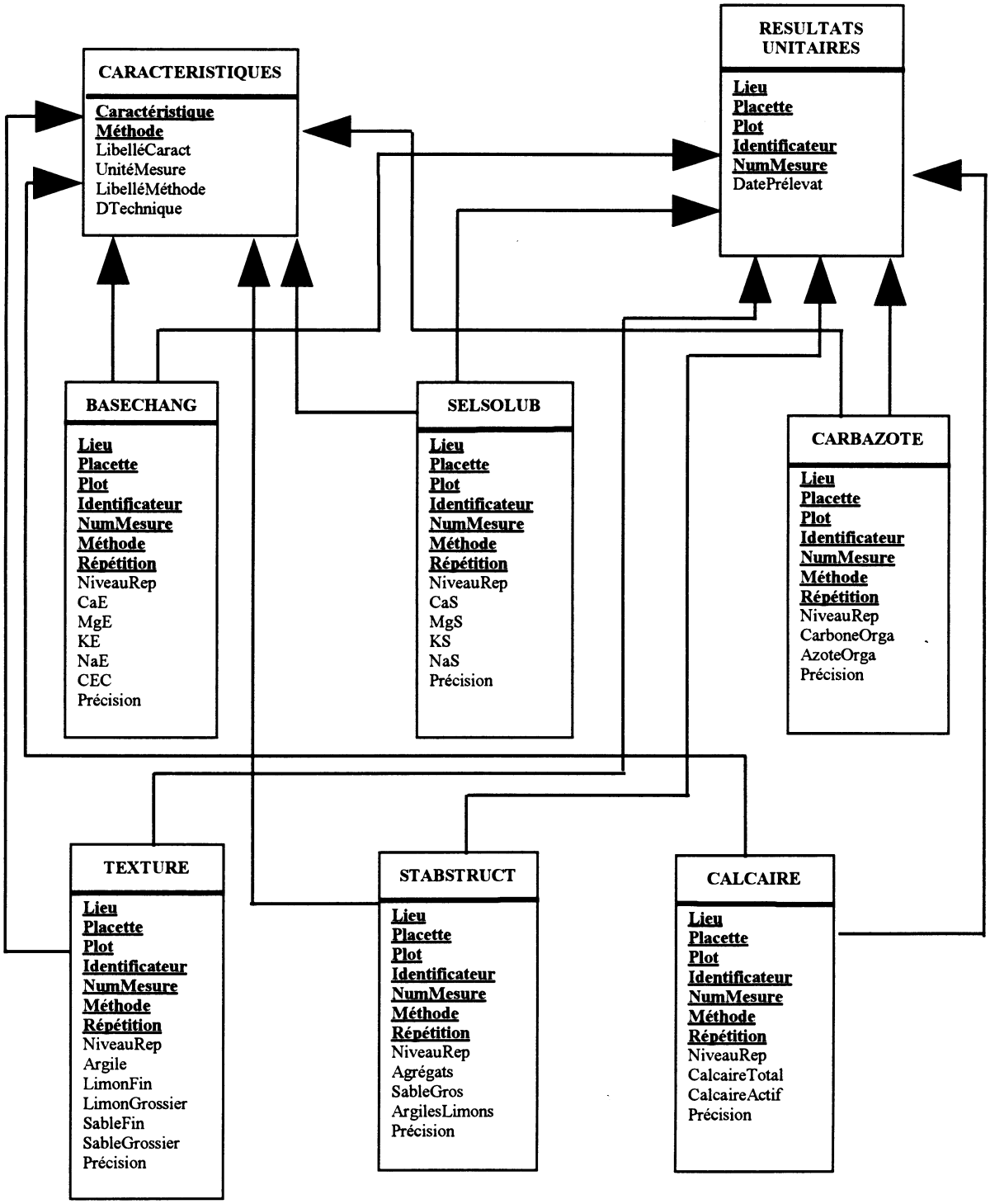
Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
CaE	Valeur de calcium échangeable en milliéquivalents pour cent grammes de sol sec.
MgE	Valeur de magnésium échangeable en milliéquivalents pour cent grammes de sol sec.
KE	Valeur de potassium échangeable en milliéquivalents pour cent grammes de sol sec.
NaE	Valeur de sodium échangeable en milliéquivalents pour cent grammes de sol sec.
CEC	Valeur de la Capacité d'échange cationique en milliéquivalents pour cent grammes de sol sec.
Précision	Précision de l'analyse. Domaine (0 à 7).

Schéma 11

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Mesures et Analyses de sol
Dénormalisation



SELSOLUB (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, **Répétition**, NiveauRep, CaS, MgS, KS, NaS, Précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les valeurs des sels solubles comme les valeurs de calcium, magnésium, potassium et sodium solubles. Ces mesures sont faites à deux niveaux de profondeurs (Répétition, NiveauRep) avec une précision liée à la méthode d'analyse (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
CaS	Valeur de calcium soluble en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
MgS	Valeur de magnésium soluble en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
KS	Valeur de potassium soluble en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
NaS	Valeur de sodium soluble en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
Précision	Précision de l'analyse. Domaine (0 à 7).

CARBAZOTE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, **Répétition**, NiveauRep, CarboneOrga, AzoteOrga, Précision)

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les valeurs de carbone organique (CarboneOrga) et d'azote organique (AzoteOrga). Ces mesures sont faites à deux niveaux de profondeurs (Répétition, NiveauRep) et avec une certaine précision liée à la méthode d'analyse.

C'est en effet le rapport C/N (Carbone/Azote) qui intéresse le chercheur. Ce rapport traduit la vitesse de décomposition des matières organiques.

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
CarboneOrga	Valeur de carbone organique en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
AzoteOrga	Valeur de l'azote organique en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
Précision	Précision de l'analyse. Domaine (0 à 7).

CALCAIRE (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode, Répétition**, NiveauRep, CalcaireTotal, CalcaireActif, Précision)

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les valeurs de calcaire total (CalcaireTotal) et calcaire actif (CalcaireActif). Ces mesures sont faites à deux profondeurs (Répétition, NiveauRep) avec une précision liée à la méthode d'analyse (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
CalcaireTotal	Valeur du calcaire total en grammes par kilogramme de sol sec (g/Kg).
CalcaireActif	Valeur du calcaire actif en gramme par kilogramme de sol sec (g/Kg).
Précision	Précision de la méthode d'analyse. Domaine (0 à 7).

TEXTURE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, **Répétition**, NiveauRep, Argile, LimonFin, LimonGrossier, SableFin,SableGrossier, Précision)

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les données relatives à la texture du sol : proportions d'argile, de limon fin, de limon grossier, de sable fin, de sable grossier (Argile, LimonFin, LimonGrossier, SableFin, SableGrossier). Ces mesures sont faites à deux niveaux de profondeur (Répétition, NiveauRep) avec une précision liée à la méthode d'analyse de granulométrie (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
Argile	Proportion d'argile dans le sol en grammes par Kilogramme de sol sec (g/Kg).
LimonFin	Proportion de limon fin dans le sol en grammes par Kilogramme de sol sec (g/Kg).
Limon Grossier	Proportion de limon grossier dans le sol en grammes par Kilogramme de sol sec (g/Kg).
SableFin	Proportion de sable fin dans le sol en grammes par Kilogramme de sol sec (g/Kg).
SableGrossier	Proportion de sable grossier dans le sol en grammes par Kilogramme de sol sec (g/Kg).
Précision	Précision de la méthode d'analyse. Domaine (0 à 7).

STABSTRUCT(**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, **Répétition**, NiveauRep, Agrégats, SableGros, LimonsArgiles, Précision)

Ce schéma relationnel regroupe les données permettant de calculer l'indice de stabilité structurale du sol c'est à dire la résistance de la structure d'un sol aux agents de dégradation.

Prédicat (abrégé) :

Les données nécessaires au calcul de l'indice de stabilité structurale sont les proportions d'agrégats, de sables grossiers et le rapport Limons/Argiles (Agrégats, SableGros, LimonsArgiles). Ces mesures sont faites à deux niveaux de profondeur (Répétition, NiveauRep) et avec une certaine précision liée à la méthode d'analyse (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle est effectué le prélèvement pour l'analyse.
Agrégats	Proportion d'agrégats (en g/Kg).
SablesGros	Proportion de sables grossiers (en g/Kg).
LimonsArgiles	Rapport Limons/Argiles.
Précision	Précision de la méthode d'analyse. Domaine (0 à 7).

SCHEMAS RELATIONNELS CONCERNANT LES INTERACTIONS SOL/PLANTE. (Cf. schéma 12).

DENSITEAPPARENTE (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode, Répétition**, NiveauRep, VolumeBase, VolumeEchantillon, PSEchantillon, Précision)

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel permet de calculer la densité apparente du lit de semences et de l'horizon "labouré" non repris (Répétition, NiveauRep). Pour ce calcul, il est nécessaire d'évaluer le volume d'un échantillon de sol (VolumeEchantillon) après avoir estimé auparavant un volume dit "de base" ou volume "mort" compris entre le plateau du densitomètre à membrane et la surface rugueuse du sol (VolumeBase).

Le calcul de la densité apparente est rapporté au poids sec de l'échantillon (PSEchantillon) et se fait avec une certaine précision liée à la méthode de mesures (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

Répétition	Numéro de répétition.
NiveauRep	Profondeur (en centimètres) à laquelle sont éffectuées les mesures.
VolumeBase	Volume de base (mesuré en centimètres cubes) compris entre le plateau du densitomètre à membrane et la surface rugueuse du sol. Ce volume sera soustrait au volume de l'échantillon du sol.
VolumeEchantillon	Volume (mesuré en centimètres cubes) de l'échantillon du sol incluant le volume de base mesuré précédemment.
PSEchantillon	Poids sec de l'échantillon de sol mesuré en grammes(g).
Précision	Précision de la mesure. Domaine (0 à 7).

PROFILCULTURAL (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode, NumHorizon,** LibelléHorizon, CritèreDiff, EpaisseurHorizon, StructureHorizon, RépartitionDébrisVx, Précision).

Ce schéma relationnel regroupe les données permettant la description du profil cultural. Celui-ci caractérise l'effet du travail du sol sur l'état structural du sol.

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel décrit les différents horizons (NumHorizon, LibelléHorizon) en donnant pour chacun d'eux les renseignements suivants :
- les critères qui ont permis de les différencier (CritèreDiff),
- l'épaisseur de l'horizon décrit (EpaisseurHorizon),
- sa structure (StructureHorizon),
- la répartition des débris végétaux (RépartitionDébrisVx).

Ces observations sont recueillies avec une certaine précision (Précision).

Remarque : Nous sommes en présence de résultats unitaires avec répétition. Par rapport au schéma relationnel normalisé MESURESRU2, les attributs "Répétition" et "NiveauRep" sont remplacés par les attributs "NumHorizon" et "EpaisseurHorizon" qui ont, en fait, les mêmes sémantiques.

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU2.

NumHorizon	Numéro de l'horizon décrit.
LibelléHorizon	Dénomination en clair de l'horizon décrit. Domaine (Horizon superficiel de reprise de labour, Horizon labouré non repris, Base de labour, Horizon inférieur).
CritèreDiff	Critères de différenciation de l'horizon décrit avec l'horizon précédent. Domaine (Couleur, Humidité, Lissage, Compacité).
EpaisseurHorizon	Epaisseur de l'horizon décrit en centimètres.
StructureHorizon	Structure de l'horizon décrit. Domaine (Massif continu, Fragmentaire soudé, Fragmentaire individualisé, Présence de cavités).
RépartitionDébrisVx	Répartition des débris végétaux dans l'horizon décrit.
Précision	Précision à laquelle sont faites les observations. Domaine (0 à 7).

Le schéma relationnel suivant diffère du précédent par le fait qu'il correspond au schéma relationnel normalisé MESURESRU ; autrement dit, il est relatif à des mesures et observations donnant des résultats unitaires sans répétition.

ETATSURFACE (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode,** Niveau, EpaisseurLitSem, StructureDominante, Mottes/TerreFine, DiamètreMotteDom, DiamètreMotteSup, DiamètreMotteInf, DuretéMottes, NatureDébrisVx, RépartitionDébrisVx).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe toutes les données permettant de décrire l'état structural du lit de semences. Sont relevées les caractéristiques suivantes :
- l'épaisseur du lit de semences (EpaisseurLitSem),
- la structure dominante du lit de semences (Structure Dominante),
- le rapport mottes / Terre fine (Mottes/TerreFine),
- le diamètre moyen des mottes dominantes (DiamètreMottesDom),
- le diamètre moyen des mottes de grande taille (DiamètreMottesSup),
- le diamètre moyen des mottes de petite taille (DiamètreMotteInf),
- la dureté des mottes (DuretéMottes),

- la nature des débris végétaux (NatureDébrisVx),
- la répartition des débris végétaux (RépartitionDébrisVx).

Ces mesures et observations sont relevées à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une précision liée à l'opérateur qui donne son appréciation propre (Précision)

Descriptif des attributs :

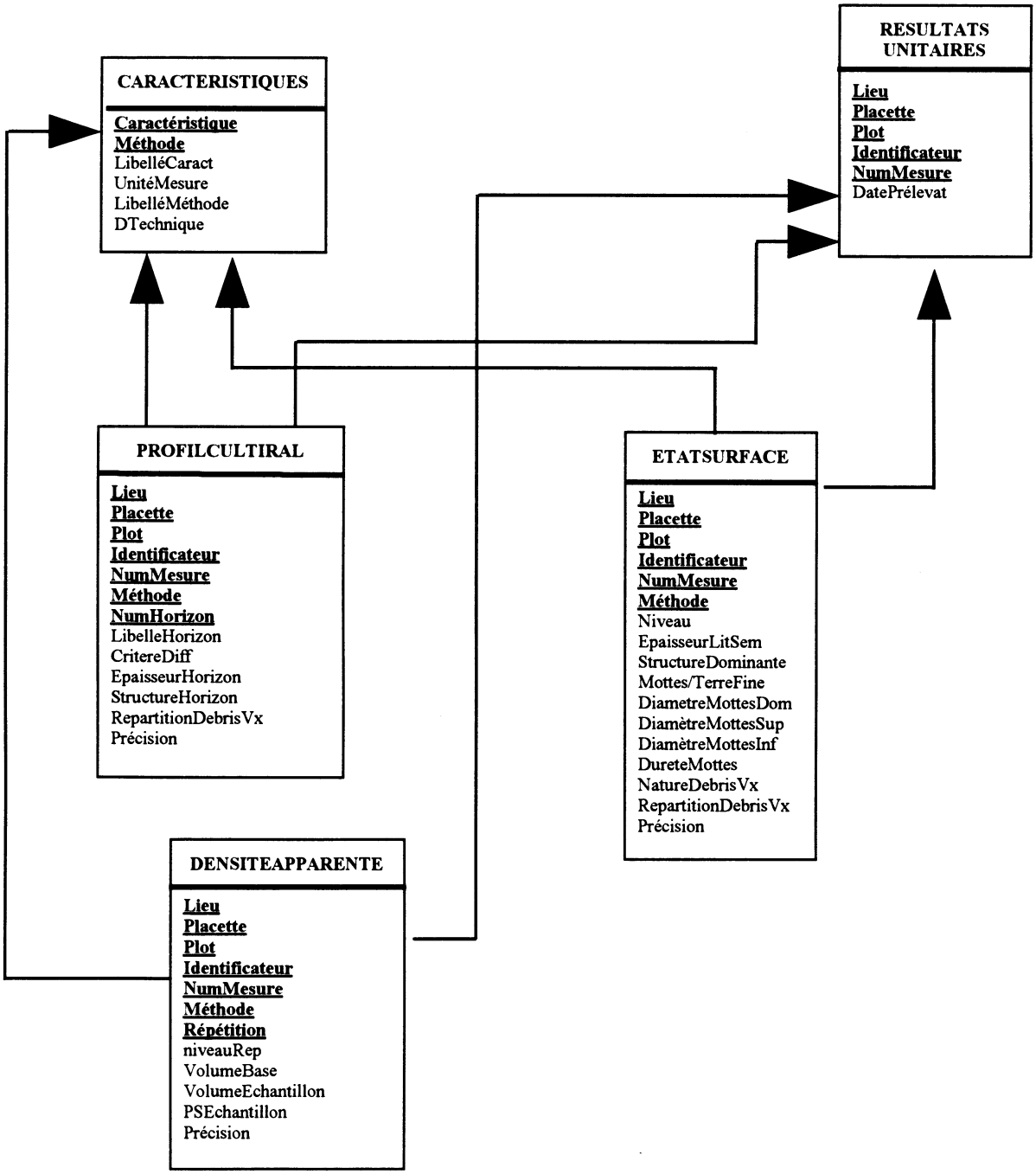
Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU.

Niveau	Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.
EpaisseurLitSem	Epaisseur du lit de semences en centimètres.
StructureDominante[14]	Aspect dominant de la structure du lit de semences. Domaine (Terre fine et/ou mottes individualisées, Terre fine et/ou mottes soudées, Etat massif continu).
Mottes/TerreFine	Rapport Mottes / Terre fine. Domaine (Massif, Mottes seules, Mottes > terre fine, Mottes = terre fine, Mottes < terre fine).
DiamètreMottesDom	Diamètre moyen des mottes dominantes estimé en centimètres.
DiamètreMottesSup	Diamètre moyen des mottes de grande taille estimé en centimètres.
DiamètreMottesInf	Diamètre moyen des mottes de pettite taille estimé en centimètres.
DuretéMottes	Estimation de la dureté des mottes. Domaine (Se brisent facilement entre le pouce et l'index, Se brisent difficilement, Ne se brisent pas).
NatureDébrisVx	Nature des débris végétaux.
RépartitionDébrisVx	Répartition des débris végétaux.
Précision	Précision de la mesure ou de l'observation. Domaine (0 à 7).

[14] Ces données ne constituent pas des DICs car sont déjà interprétées par l'opérateur. Ce sont des données secondaires élaborées. Ceci est d'autant plus vrai pour l'évaluation du rapport Mottes / Terre Fine ou l'estimation des diamètres moyens.

Schéma 12

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Mesures et Observations Sol / Plante
Dénormalisation



SCHEMAS RELATIONNELS CONCERNANT LES MESURES ET OBSERVATIONS FAITES AU NIVEAU DU PEUPLEMENT VEGETAL ET CE, AU COURS DU CYCLE DE DEVELOPPEMENT. (Cf. schémas 13 et 14).

PEUPLEMENTLEVEE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Série**, **Méthode**, NbrePlantsRiz, Commentaire, Précision).

Ce schéma relationnel est issu de la dénormalisation du schéma relationnel MESURESRD ; autrement dit, il est relatif aux résultats diachroniques sans répétition. Donc, nous retrouvons la propriété identifiante "Série" qui correspond à un numéro séquentiel qui s'incrémente à chaque fois que cette mesure est répétée dans le temps. (Cf. schéma 14).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les données concernant la densité du peuplement végétal pendant la période de levée. Cette densité est exprimée par le nombre de plants (NbrePlants), calculé sur une unité de surface déterminée ; dans notre cas, il s'agit du plot inclus de 0.25 m² de superficie.

Des observations générales peuvent accompagner ce comptage (Commentaire).

Cette mesure est réalisée à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une certaine précision (Précision) liée à l'opérateur.

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Série**, **Méthode** :	même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRD.
Niveau	Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.
NbrePlants	Nombre de plants (dans notre cas de riz) comptés sur une unité de surface déterminée.
Commentaire	Observations générales sur la densité du peuplement végétal.
Précision	Précision de la mesure. Domaine (0 à 7).

MONTAISONBIOMASSE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, Niveau, NbrePlantsTot, NbrePlantsEch, BiomassePAEch, BiomassePREch, BiomasseAdv, précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel (Cf. schéma 13) regroupe les données relatives aux calculs de biomasse* effectués à partir d'un échantillon de plantes, dans notre cas de riz (NbrePlantsEch). Sur cet échantillon, sont évaluées la matière sèche

des parties aériennes (BiomassePAEch) et la matière sèche des parties racinaires (BiomassePREch).

Ces résultats seront ensuite rapportés au nombre total de plants (NbrePlantsTot) existants dans un plot inclus (soit 0.25 m²).

Il est également évalué la matière sèche des parties aériennes des adventices présentes sur cette même unité de surface (BiomasseAdvent).

Ces calculs se font à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une certaine précision (Précision) liée aux techniques de prélèvement, de déssication et de pesée des plantes.

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU.

Niveau	Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.
NbrePlantsTot	Nombre de plants contenus dans un plot inclus soit 0.25 m².
NbrePlantsEch	Nombre de plants que contient l'échantillon.
BiomassePAEch	Poids en grammes (g) de matière sèche des parties aériennes des plants de l'échantillon.
BiomassePREch	Poids en grammes (g) de matière séche des parties racinaires des plants de l'échantillon.
BiomasseAdvent	Poids en grammes (g) de matière sèche des parties aériennes des adventices présentes dans l'unité de surface.
Précision	Précision de la mesure. Domaine (0 à 7).

FLORAISON (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, Série, Méthode**, Niveau, NbreTiges, NbresPanicules, Commentaire, Précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel va nous permettre de calculer le pourcentage de floraison à partir du nombre de tiges (NbreTiges) présentes sur une unité de surface définie (ici le plot inclus soit 0.25 m²) et du nombre de panicules apparentes sur une même surface (NbrePanicules). Ces relevés pourront être répétés à différents moments pendant la durée de la floraison (Série). Ils sont effectués à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas).

Des observations générales concernant ces comptages peuvent être rajoutées (Commentaire). Par ailleurs, la précision de ces relevés dépend essentiellement de l'opérateur (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, Série, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRD.

Niveau — Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.

NbreTiges — Nombtre total de tiges présentes dans l'unité de surface définie pour la mesure.

NbrePanicules — Nombre de panicules apparentes sur cette même unité de surface.

Commentaire — Observations générales concernant les comptages effectués au moment de la floraison.

Précision — Précision des mesures. Domaine (0 à 7).

RECOLTEPLOT (**Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode**, Niveau, PoidsBrutBotte, PoidsBrutAdv, NbrePanicules, NbreTigesHerbacées, PoidsGrainBrut, Précision).

Ce schéma relationnel regroupe les données recueillies au moment de la récolte au niveau du plot inclus (0.25 m²), données nécessaires au calcul des composantes du rendement.

Prédicat (abrégé) :

Ont été évalués le poids brut de la botte récoltée (PoidsBrutBotte), le poids brut de toutes les adventices (PoidsBrutAdv), le nombre de panicules apparentes (ou tiges fertiles) sur l'unité de surface (NbrePanicules), le nombre de tiges herbacées ou stériles (NbreTigesHerbacées), le poids brut des grains récoltés (PoidsBrutGrain).

Toutes ces pesées et comptages sont réalisés à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une certaine précision (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, Placette, Plot, Identificateur, NumMesure, Méthode : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU.

Niveau — Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.

PoidsBrutBotte — Poids (mesuré en grammes) brut de la botte ou poids de la botte humide récoltée sur une unité de surface définie.

PoidsBrutAdv	Poids (mesuré en grammes) brut des adventices ou poids des adventices humides présentes sur l'unité de surface.
NbrePanicules	Nombre de panicules apparentes ou tiges fertiles sur l'unité de surface.
NbreTigesHerbacées	Nombre de tiges herbacées ou stériles présentes sur l'unité de surface.
PoidsBrutGrain	Poids (mesuré en grammes) brut des grains ou poids des grains humides récoltés sur l'unité de surface.
Précision	Précision des mesures. Domaine (0 à 7).

HUMIDITE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, Niveau, PoidsHumGrainEch, PoidsSecGrainEch, PoidsHumPailleEch, PoidsSecPailleEch, PoidsHumAdvEch, PoidsSecAdvEch, Précision).

Ce schéma relationnel, bien que regroupant des données recueillies au moment de la récolte des plots, a été volontairement créé à côté du schéma relationnel RECOLTEPLOT. En effet, il regroupe des données nécessaires au calcul des taux d'humidité des grains, des pailles et des adventices mais l'échantillon sur lequel sont faites les pesées est en fait un mélange des quatre plots. Les résultats obtenus ne sont pas représentatifs de chacun des plots. Ils ne sont pas nécessairement représentatifs de la station. Il nous a été impossible de rattacher ces données à un plot bien défini comme il en était pour les données relatives à la récolte d'un plot inclus dans la station d'observation.

Ces réflexions soulèvent un problème quant à la méthode de récolte de certaines données.

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les données permettant de calculer les taux d'humidité des grains, des pailles et des adventices au moment de la récolte. Pour ce faire, sont évalués le poids des grains humides de l'échantillon (PoidsHumGrainEch), le poids des grains secs de l'échantillon (PoidsSecGrainEch), le poids des pailles humides de l'échantillon (PoidsHumPailleEch), le poids des pailles sèches de l'échantillon (PoidsSecPailleEch), le poids des adventices humides de l'échantillon (PoidsHumAdvEch) et le poids des adventices sèches de l'échantillon (PoidsSecAdvEch).

Ces pesées sont réalisées à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une précision (Précision) liée à la méthode.

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode** : même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU.

Niveau	Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée en surface, "Niveau" prend la valeur 0.
PoidsHumGrainEch	Poids en grammes des grains humides de l'échantillon.
PoidsSecGrainEch	Poids en grammes des grains secs de l'échantillon.
PoidsHumPailleEch	Poids en grammes des pailles humides de l'échantillon.
PoidsSecPailleEch	Poids en grammes des pailles sèches de l'échantillon.
PoidsHumAdvEch	Poids en grammes des adventices humides de l'échantillon.
PoidsSecAdvEch	Poids en grammes des adventices sèches de l'échantillon.
Précision	Précision des mesures. Domaine (0 à 7).

USINAGERIZ (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**, Niveau, TypeGrain, GrainGlobal, GrainEntBlanchis, GrainCrayeux, Précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe les données relatives à l'usinage du riz*. Les données recueillies sont le type génétique du grain (TypeGrain), La proportion de grains entiers blanchis y compris les brisures par rapport aux grains paddy* (GrainGlobal), la proportion de grains entiers blanchis sans les brisures (GrainEntBlanchis), le pourcentage de grains crayeux parmi les grains entiers blanchis sans brisures (GrainCrayeux).

Ces mesures sont faites à un certain niveau de profondeur (niveau 0 dans notre cas) et avec une précision (précision) liée à la méthode.

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **Méthode**	: même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel MESURESRU.
Niveau	Profondeur à laquelle est effectuée la mesure. Si celle-ci est réalisée à la surface, "Niveau" prend la valeur 0.
TypeGrain	Type génétique du grain de riz. Domaine (Long, demi-long, Rond, Indica).
GrainGlobal	Pourcentage de grains entiers blanchis avec brisures par rapport à la quantité de grains paddy.
GrainEntBlanchis	Pourcentage de grains entiers blanchis sans brisures par rapport à la quantité de grains paddy.

Schéma 13

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Observations et mesures concernant le peuplement végétal et donnant des résultats unitaires
Dénormalisation

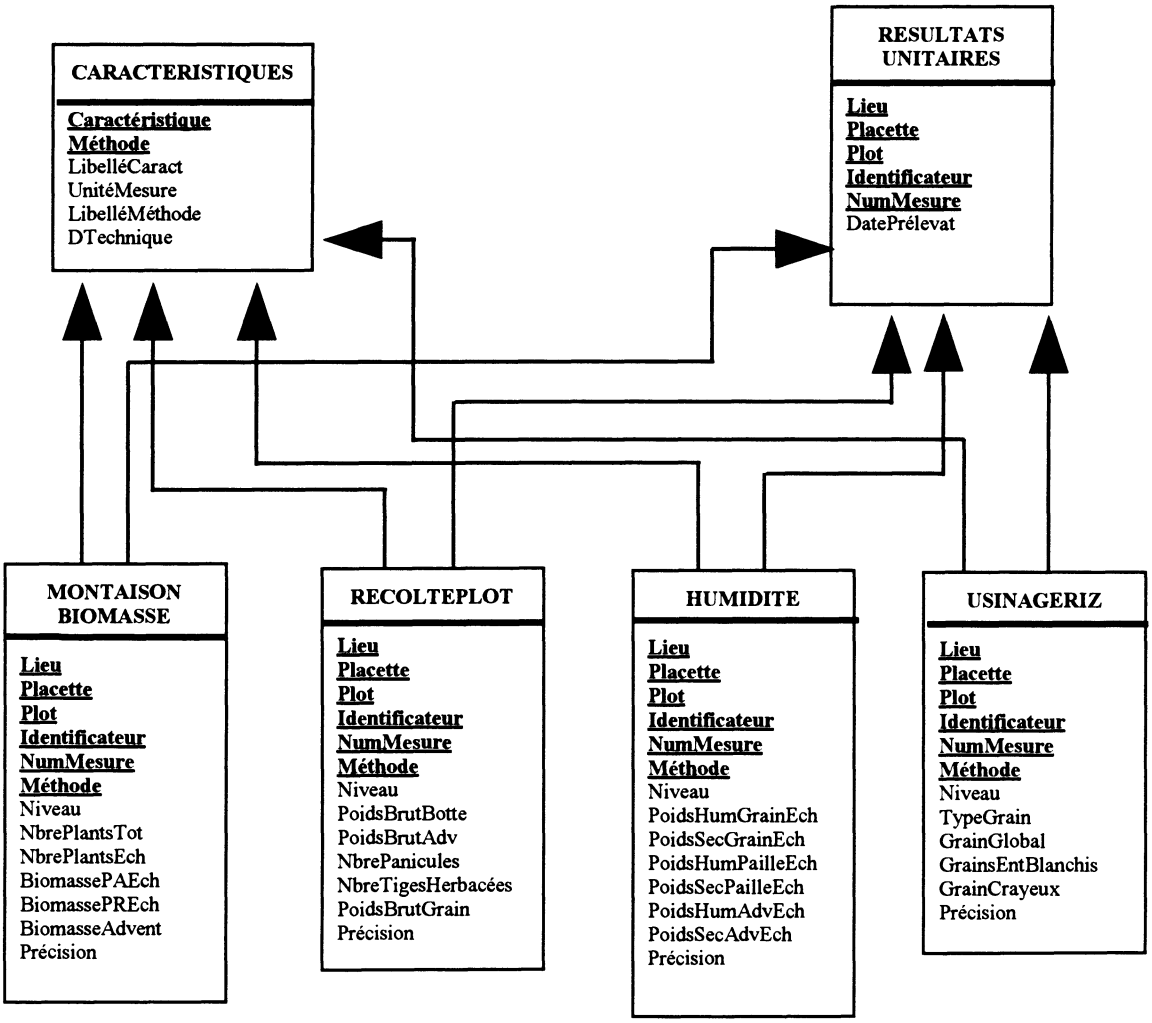
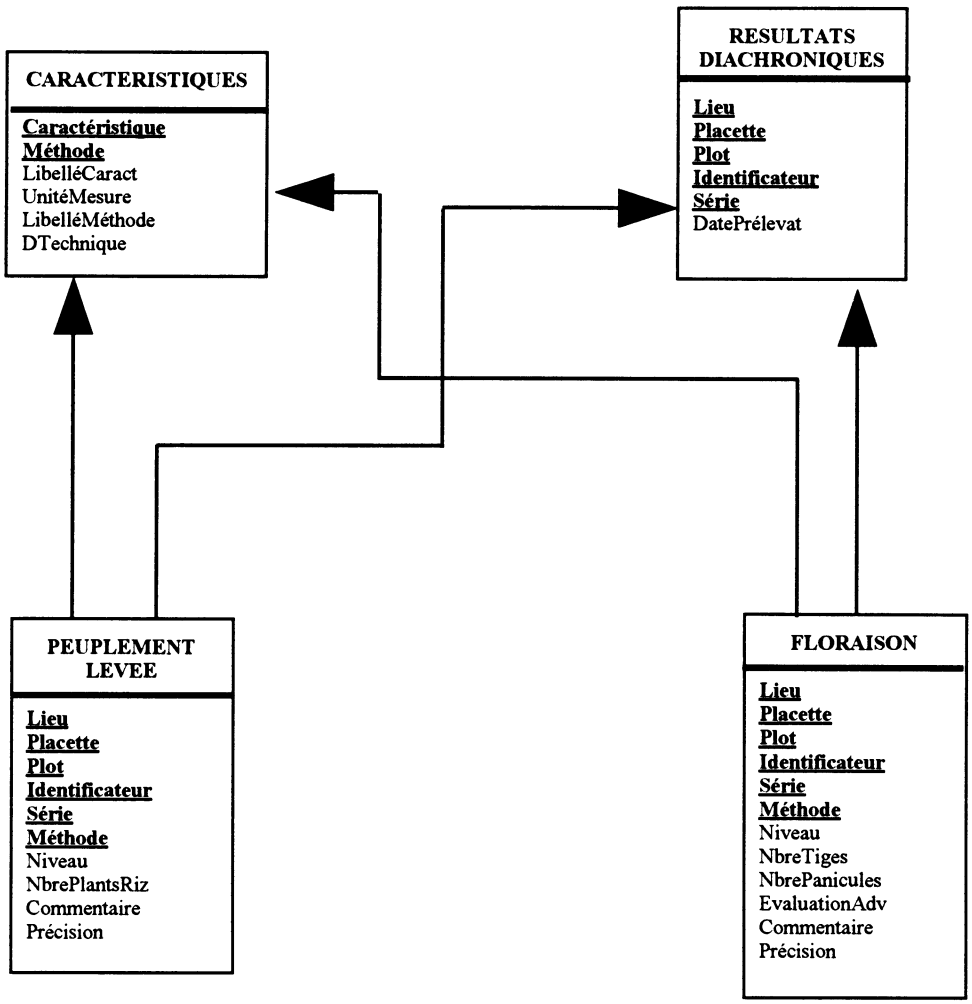


Schéma 14

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Mesures et observations concernant le peuplement végétal donnant des résultats diachroniques
Dénormalisation



GrainCrayeux	Pourcentage de grains crayeux parmi les grains entiers blanchis sans brisures.
Précision	Précision de la méthode. Domaine (0 à 7).

Nous venons de décrire tous les schémas relationnels issus de la dénormalisation des schémas relationnels relatifs à des mesures et des observations faites au niveau du plot.

Certaines mesures comme l'évaluation du degré d'infestation du peuplement végétal par les adventices, n'entrent pas dans les schémas de modélisation généraux tels qu'ils sont proposés (MESURESRU, MESURESRU2).

Il est donc nécessaire de créer un nouveau type d'entité ADVENTICES rattaché au type d'entité RESULTATSDIACHRONIQUES. (Cf. schémas 15 et 16).

ADVENTICES (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Série**, **CodeAdv**, NatureAdventices, NbreAdventices, Commentaire, Précision).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe toutes les données relatives aux adventices et ce, à différents moments (Série), au cours du cycle de développement de la plante cultivée.

Pour chaque type d'adventices (CodeAdv), nous donnerons le nom de la plante infestante (NatureAdventices) ainsi que la quantité présente calculée sur une unité de surface définie (NbreAdventices).

Des observations générales concernant le degré d'infestation pourront être rajoutées (Commentaire).

Ces observations sont données avec une précision (Précision) liée à l'opérateur.

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **Série**	: même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel RESULTATSDIACHRONIQUES.
CodeAdv	Code du type de plantes adventices relevées dans une unité de surface définie.
NatureAdventices	Dénomination en clair de la plante adventice relevée.
NbreAdventices	Nombre de plantes adventices correspondant au type décrit, présentes sur l'unité de surface déterminée pour l'évaluation.
Commentaire	Observations générales concernant l'infestation par les plantes adventices décrites.

Précision	Précision des mesures et des observations. Domaine (0 à 7).

Après avoir décrit l'ensemble des données vu à travers deux niveaux d'approche qui sont la placette et le plot, nous allons passer à un niveau d'approche plus bas qui est la plante elle-même et donc présenter les données recueillies à l'échelle de la plante.

2.1.4.5. Les mesures et observations faites à l'échelle de la plante.

Dire que les mesures et les observations se font à l'échelle de la plante, cela sous-entend des mesures faites sur des parties de plantes comme les parties aériennes, les racines, les grains, les feuilles, les pailles, etc. On parlera plus généralement de prélevat, concept antérieurement défini.

Nous allons donc présenter les schémas relationnels relatifs aux mesures et aux observations faites au niveau de la plante et donnant , tout du moins en ce qui concerne les données recueillies par le laboratoire, des résultats unitaires. (Cf. Schémas 15 et 16).

NPKPLANTE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **NumPrélevat**, NaturePrélevat, ConcAzote, ConcPhosphore, ConcPotassium, Commentaire Précision).

Prédicat (abrégé) :

ce schéma relationnel regroupe les données permettant de faire notamment un diagnostic foliaire* c'est à dire déterminer les concentrations en azote (ConcAzote), en phosphore (ConcPhosphore), en potassium (concPotassium) pour différentes parties de la plantes (NumPrélevat) et en particulier les feuilles paniculaires, les pailles mais aussi les grains (NaturePrélevat).

Des observations générales concernant ces mesures sont notées (Commentaire).

Ces mesures sont faites avec une certaine précision liée à la méthode d'analyse utilisée (Précision).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**,	: même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel RESULTATSUNITAIRES.
NumPrélevat	Code numérique correspondant au prélevat sur lequel les analyses sont faites.
NaturePrélevat	Dénomination en clair du prélevat sur lequel les analyses sont faites. Domaine (Feuilles paniculaires, Pailles, grains).

ConcAzote	Concentration en azote (mesurée en grammes pour 100 grammes de matière sèche du prélevat analysé).
Concphosphore	Concentration en phosphore (mesurée en grammes pour 100 grammes de matière sèche de prélevat analysé).
ConcPotassium	Concentration en potassium (mesurée en grammes pour 100 grammes de matière séche de prélevat analysé).
Commentaire	Observations générales concernant les mesures effectuées.
Précision	Précision de la méthode d'analyse. Domaine (0 à 7).

MONTAISON (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **NumObs**, NbreTalles, NbreTallesDégen, LongueurPA, LongueurPR, LongueurPBlanc, LongEntreNoeuds, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe toutes les données recueillies à l'échelle de la plante au stade debut montaison.

Pour chaque plante (NumObs), sont relevés le nombre de talles (NbreTalles), le nombre de talles dégénérés (NbreTallesDégen), la longueur de la partie aérienne (LongueurPA), la longueur de la partie racinaire (LongueurPR), la longueur de la partie blanchie (LongueurPBlanc), la longueur des entre-noeuds (LongEntreNoeuds).

Des observations générales sont apportées sur l'ensemble des informations recueillies à l'échelle de la plante (Commentaire).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**,	: même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel RESULTATSUNITAIRES.
NumObs	Numéro de l'observation correspondant à la plante sélectionnée.
NbreTalles	Nombre de talles.
NbreTallesDégen	Nombre de talles dégénérés.
LongueurPA	Longueur de la partie aérienne de la plante en centimètres.
LongueurPR	Longueur de la partie racinaire de la plante en centimètres.

LongueurPBlanc	Longueur de la partie blanchie en centimètres, pouvant apparaître au niveau du plateau de tallage.
LongEntreNoeuds	Longueur des entre-noeuds en centimètres.
Commentaire	Observations générales sur les informations relevées à l'échelle de la plante au stade debut montaison.

RECOLTE (**Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**, **NumObservation**, LongueurTige, LongueurPanicule, NbreGrainsPleins, NbreGrainsMalRemplis, NbreGrainsVides, Commentaire).

Prédicat (abrégé) :

Ce schéma relationnel regroupe toutes les données recueilies à l'échelle de la plante au stade de la récolte.

Pour chaque tige (NumObservation), sont relevés la longueur de cette tige (LongueurTige), la longueur de la panicule (LongueurPanicule), le nombre de grains pleins (NbreGrainsPleins), le nombre de grains mal remplis (NbreGrainsMalRemplis), le nombre de grains vides (NbreGrainsVides).

Des observations générales concernant ces données recueillies à la récolte sont notées (commentaire).

Descriptif des attributs :

Lieu, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**, **NumMesure**,	: même description que pour les attributs équivalents du schéma relationnel RESULTATSUNITAIRES.
NumObservation	Numéro de l'observation correspondant à la tige sélectionnée à la récolte.
LongueurTige	Longueur de la tige en centimètres.
LongueurPanicule	Longueur de la panicule en centimètres.
NbreGrainsPleins	Nombre de grains pleins.
NbreGrainsMalremplis	Nombre de grains mal remplis.
NbreGrainsVides	Nombre de grains vides.
Commentaire	Observations générales sur les informations relevées à l'échelle de la plante au stade de la récolte.

Schéma 15

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Mesures et observations faites soit au niveau du peuplement végétal, soit à l'échelle de la plante

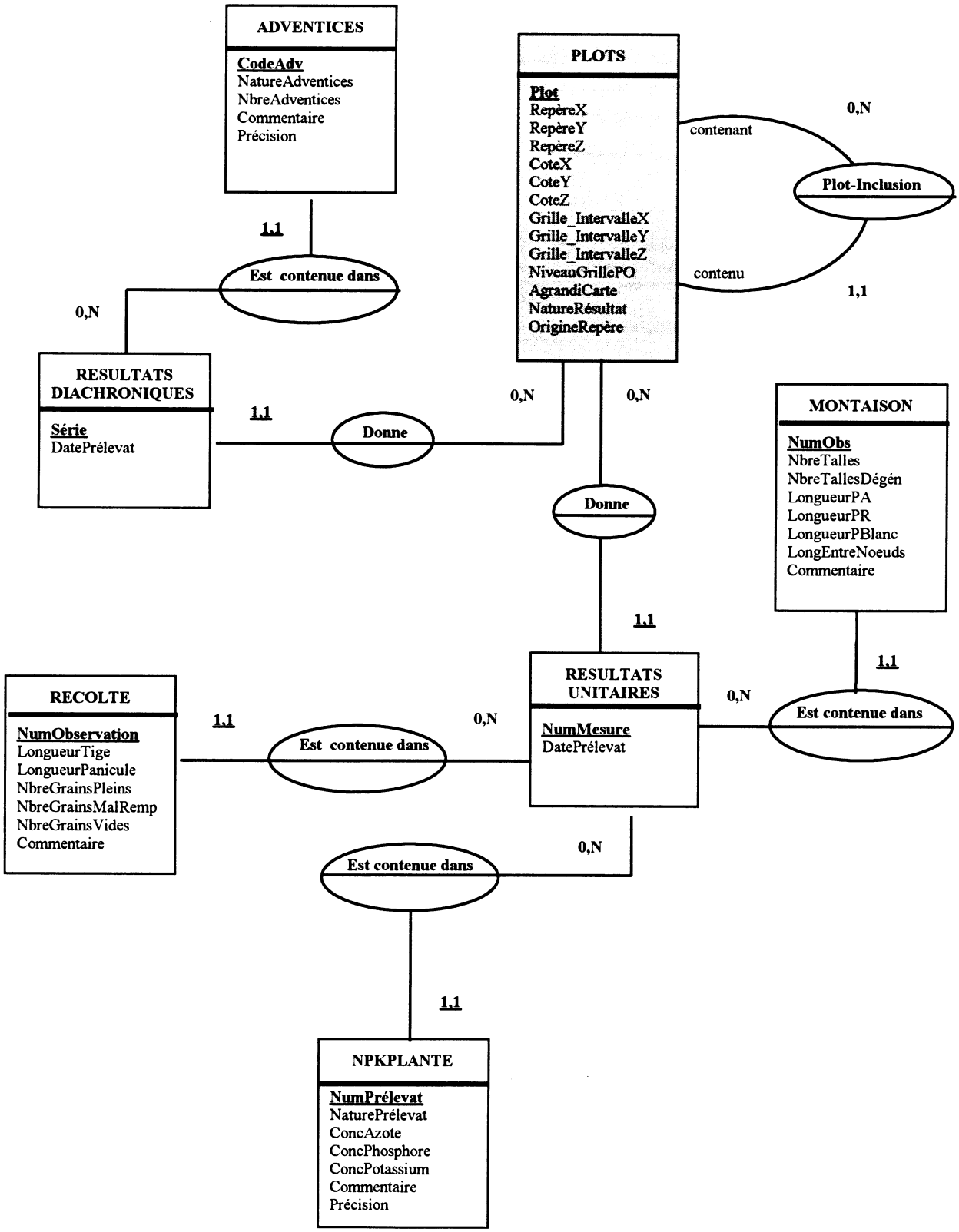
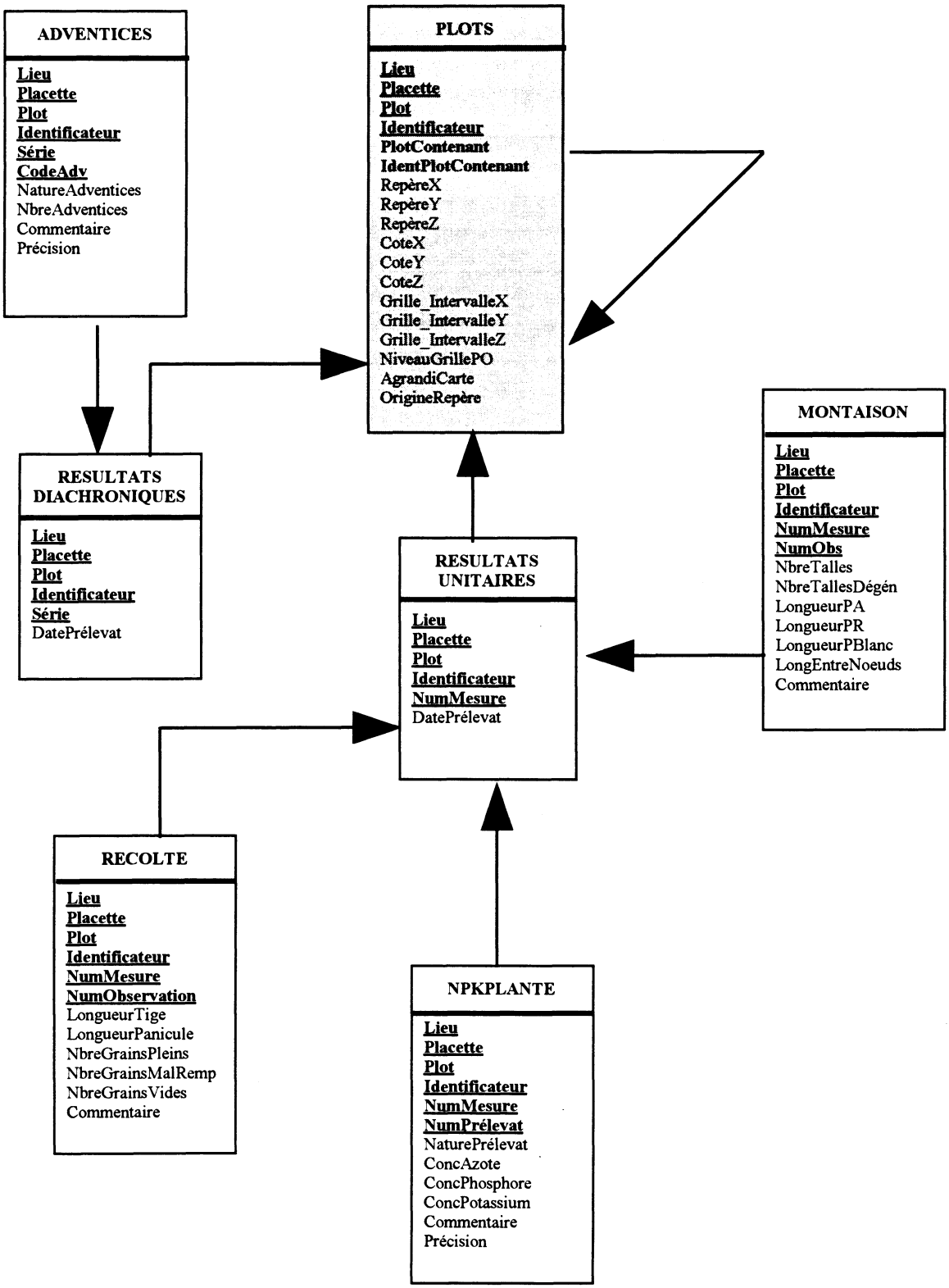


Schéma 16

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Schémas relationnels relatifs aux observations et mesures faites soit au niveau du peuplement végétal, soit à l'échelle de la plante



2.1.5. Conclusion partielle.

Nous venons de faire la présentation d'un modèle dit agronomique à partir des données de l'unité SAD-LECSA. Il est évident que ce modèle a été conçu de telle manière qu'il réponde d'abord aux besoins des chercheurs du laboratoire.

Il faut cependant arriver à s'éloigner de la problématique du laboratoire et gérer les données de telle façon qu'elles puissent être accessibles à d'autres chercheurs.

Il serait intéressant de réfléchir avec d'autres équipes de recherche sur la possibilité d'intégrer d'autres données de type agronomique (autres cultures, vision de la parcelle dans les pays en voie de développement, etc.), donc de concevoir un modèle plus global.

2.2. Le modèle socio-économique.

La modélisation proposée dans ce domaine n'est qu'un point de départ pour une réflexion ultérieure. En effet, l'élaboration d'un modèle socio-économique autour de l'exploitation agricole mérite une analyse fine et approfondie analogue à celle entreprise pour la construction du modèle agronomique.

2.2.1. Les données économiques : de nombreuses données élaborées.

L'acquisition des données socio-économiques se fait à travers des enquêtes, des discussions avec les exploitants eux-mêmes, les conseillers, les décideurs, les fournisseurs, etc.

Selon la place que ceux-ci occupent dans le système, leurs propos vont être partiaux et donc les données recueillies, biaisées et interprétées.

Or, c'est justement à travers les dires de chacun des acteurs que l'économiste va dégager les influences externes agissant sur les prises de décisions des exploitants.

Par ailleurs, l'économiste qui travaille à l'échelle de l'exploitation agricole utilise le plus souvent des valeurs moyennes comme par exemple les rendements moyens d'une culture sur différentes années.

Il peut relever des données à l'échelle de la parcelle culturale mais il reviendra au niveau de l'exploitation via des moyennes calculées.

Par conséquent, dans le domaine socio-économique, seules les données structurelles de l'exploitation agricole peuvent être qualifiées de DICs (Données Initiales Contrôlées), les autres sont dans la plupart des cas des DSEs (Données Secondaires Elaborées).

La modélisation apparaît donc complexe vu que sa conception repose sur des données le plus souvent interprétées.

2.2.2. Le Modèle Conceptuel des Données : entrée domaine d'exploitation.

La description du modèle socio-économique va se faire au niveau conceptuel (schémas 17 et 18). Il est inutile de passer à l'étape logique étant donné que la phase conceptuelle n'est que partiellement entamée.

Nous pouvons admettre que le pivot ou entrée du modèle est le ***le domaine d'exploitation*** (type d'entité DOMAINE EXPLOITATION). Ce dernier, rattaché à un lieu (type d'entité LIEUX), est désigné par un nom (NomDomaine) et localisé par une adresse (AdresseDomaine). Chaque domaine présente une surface totale (STD) et une surface agricole utile (SAU).

La mise en valeur du domaine d'exploitation peut se faire selon des modes différents (type d'entités FAIREVALOIR). Par exemple, une partie du domaine peut être en fermage tandis qu'une autre peut être en faire valoir direct*. Il faudra préciser les surfaces (STotale, SAU) mises en valeur selon un certain mode (ModeFaireValoir).

Un domaine d'exploitation est géré par un exploitant (type d'entité EXPLOITANT). L'exploitant est identifié d'une part par des propriétés relatives à son état civil (Nom-Prénom, Adresse, CodePostal, Ville, Téléphone, DateNaissance, Sexe), d'autre part, par son activité principale. En effet, cette dernière n'est pas nécessairement liée à l'agriculture, les activités agricoles passant alors en second plan. Dans le cas où la gestion de l'exploitation agricole représente l'activité principale de l'exploitant, celui-ci possède généralement une autre activité qu'il est nécessaire de préciser (type d'entité LISTEACTIVITES).

On a vu dans la première partie que l'exploitation agricole pouvait être définie comme une unité de décision, l'unité de décision pouvant être un individu unique (chef d'exploitation), un ménage, plusieurs membres d'une même famille ou encore une société dont il est intéressant de connaître les références (type d'entité STRUCTURESOCIALE).

Dans le cas d'un individu unique, il est important de connaître son statut juridique (propriétaire, fermier, métayer, régisseur).

On précisera dans tous les cas, dans le type d'entité EXPLOITANT, la surface totale de l'exploitation qui est en propriété (SurfaceTotaleProp) par rapport à la surface totale de l'exploitation (SurfTotaleExpl).

L'exploitant emploie un certain nombre de personnes (type d'entité EMPLOYES) sur une période déterminée (DateDébutEmploi, DateDébutFin). Les employés, identifiés par leur fiche d'état civil (Nom-Prénom, Adresse, CodePostal, Ville, Téléphone) peuvent avoir une qualification ou pas (Qualification), être permanents ou saisonniers (Permanence), salariés ou pas (Salariat). Ces employés peuvent avoir une autre activité (type d'entité LISTEACTIVITES).

L'exploitant lui-même et/ou les employés participent à des tâches ou opérations culturales. Le type d'entité TACHE est à mettre en parallèle avec le type d'entité INTERVENTIONS du modèle agronomique.

Des renseignements d'ordre micro-économique sont ajoutés tels que la durée en heures de la tâche réalisée (DuréeHr), les dates de début et fin de

réalisation de cette opération (DateDébut, DateFin) et le taux horaire auquel sont payés les employés (TauxHoraire).

Ces opérations culturales, quand elles sont mécaniques (TypeIntervention) sont réalisées avec un certain matériel. Il a été décidé de faire l'inventaire du matériel agricole au niveau du domaine d'exploitation (type d'entité INVENTAIRE).

Les actes techniques peuvent être exécutés grâce à du matériel présent sur le domaine d'exploitation (EQUIPEMENT) ; dans ce cas, on précisera le statut de ce matériel (en propriété, en location, etc.), la date de prise en possession de ce matériel (DatePossession), l'âge du matériel (AgeMatériel) et le nombre d'heures d'utilisation (NbreHrUtilisation).

Ces actes peuvent aussi être réalisés par une entreprise (type d'entité ENTREPRISE) qui loue ses services (traitements phytosanitaires par hélicoptère, récolte faite par une moissonneuse batteuse, etc.).

L'économiste recherche des données concernant la succession des différentes cultures (types d'entités PVESPECES) et variétés (PVVARIETES) sur un domaine d'exploitation. Il sera intéressé par les rendements moyens obtenus (RdtMoyen), par les assolements (SurfacePlantée, SurfaceEnsemencée, SurfaceRécoltée) et ce, sur différentes années (DateObservation).

Par ailleurs, les domaines d'exploitation peuvent subir au cours du temps des modifications de surface, par acquisition ou cession de parcelles (type d'entité ACQUISITION CESSION). En effet, des acquisitions ou cessions de parcelles (NatureTransaction) peuvent avoir lieu, soit suite à un héritage ou un retour de fermage, soit après achat/vente ou location de terres (TypeTransaction).

La transaction concerne un nombre déterminé de parcelles (NbreParcelles) occupant une certaine surface (SurfaceTotale).

Nous venons de présenter les prémisses du modèle conceptuel des données socio-économiques. Ils doivent nous servir de point de départ pour une future analyse conceptuelle.

Nous pouvons, toutefois, déjà entrevoir les articulations possibles de ce modèle économique avec le modèle agronomique et le modèle machinisme agricole.

2.2.3. Les liaisons possibles avec le modèle agronomique et les autres schémas d'application.

Agronomes et économistes se rejoignent autour du concept "actes techniques". Alors que l'agronome décrit , à l'échelle de la parcelle, les opérations culturales successives réalisées sur celle-ci, l'économiste dégage, à travers la mise en oeuvre de techniques culturales, les règles de décision prises par l'exploitant.

Nous retrouvons ce concept au travers des deux types d'entités INTERVENTIONS et TACHES, qui représentent les opérations culturales réalisées sur la placette. C'est donc le type d'entité PLACETTES qui permet la jonction entre le modèle agronomique et le modèle socio-économique.

La liaison possible avec le schéma d'application "Machinisme Agricole" se fait via les types d'entités DOMAINE EXPLOITATION et INVENTAIRE. Ce dernier type d'entité INVENTAIRE et le schéma relationnel correspondant MACHINVENTAIRE ont été décrits de façon détaillée dans le paragraphe § 2.1.3.4.

Nous pouvons également envisager des schémas relationnels regroupant des données dites achroniques auxquelles s'intéressent les économistes. Citons à titre d'exemples, la liste des produits phytosanitaires, des engrais associés à leurs prix unitaires et ce, sur plusieurs années, afin de suivre l'évolution des prix.

2.2.4. Les limites de l'étude et les perspectives envisagées.

L'analyse conceptuelle concernant le modèle socio-économique a été à peine amorcée et le résultat obtenu reste encore insatisfaisant et surtout incomplet.

Nous avons abordé l'exploitation agricole en décrivant seulement une partie des moyens de production, c'est à dire la terre, la main d'oeuvre et l'équipement. Il manque toutes les informations concernant le capital de l'exploitation, ce qui sous-entend les problèmes d'endettements et les en-cours.

Par ailleurs, un exploitant bénéficie d'aides et de subventions. Il subit un certain régime fiscal. Des informations complémentaires sur son système de comptabilité et gestion peuvent s'avérer nécessaires.

L'exploitant peut appartenir à des syndicats agricoles, à des coopératives.

Nous devons également décrire le réseau hydraulique de l'exploitation.

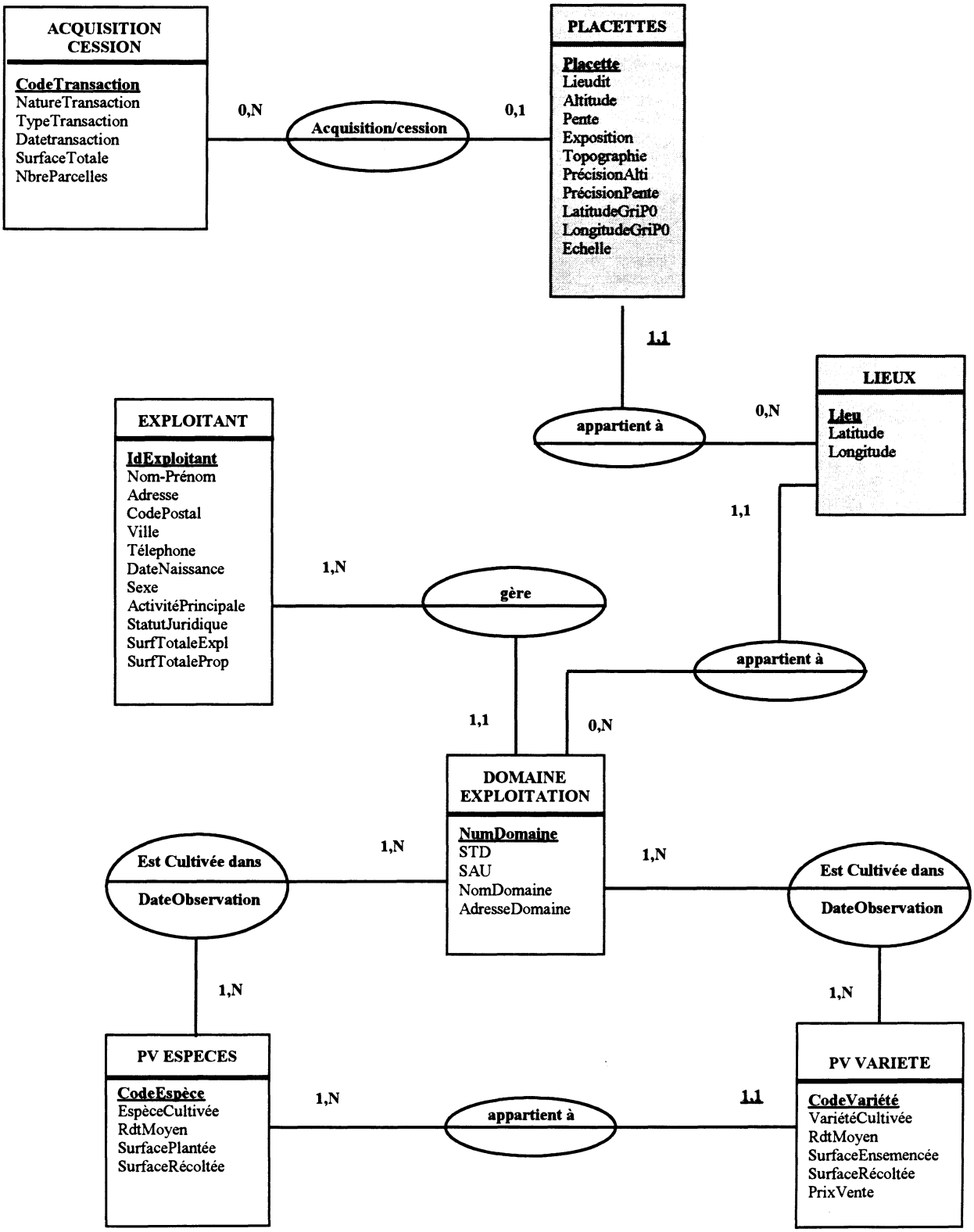
En ce qui concernent les productions présentes sur l'exploitation agricole, nous avons volontairement ignoré les productions animales qui méritent une analyse particulière.

Nous avons réfléchi à partir de données recueillies auprès de l'économiste de l'unité SAD-LECSA. Il serait intéressant de confronter les visions des différents chercheurs en particulier ceux qui ont une expérience de diagnostic d'exploitation dans les pays en voie de développement.

En effet, dans certains pays en voie de développement, spécialement en Afrique, unité de résidence, unité de consommation, unité de production et unité d'accumulation peuvent être dissociées d'où un problème d'identification de l'exploitation.

Schéma 18

MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-schémas d'application Camargue
Modèle Socio-économique Entrée Exploitation



2.2.5. Conclusion partielle.

Chercher à modéliser l'exploitation agricole est un projet ambitieux. En effet, l'exploitation agricole est un concept socio-économique qui a reçu de multiples définitions.

Le concept d'exploitation agricole n'est pas appréhendé de manière identique dans les pays développées et les pays en voie de développement. Il est donc difficile de trouver une définition générale de ce concept.

L'analyse conceptuelle prévue s'annonce complexe et l'obtention d'un modèle global satisfaisant risque de poser problèmes.

Il serait plus confortable de commencer par modéliser le concept d'exploitation agricole vu à travers les pays développés en espérant que l'extension du modèle à l'exploitation agricole dans les pays en voie de développement soit réalisable.

TROISIEME PARTIE

VALIDATION DES MODELES

Une étape nécessaire et obligatoire dans la démarche de mise en place d'un système d'information est celle de la validation des modèles conceptuels proposés.

Dans notre cas, nous avons pris la décision de valider uniquement le modèle agronomique, le modèle socio-économique étant à peine ébauché.

3.1. L'échantillon représentatif des données et le SGBD choisi.

Le modèle agronomique, jusqu'alors conceptualisé, a été validé à partir d'un échantillon de données qui était, dans la mesure du possible, représentatif de l'ensemble des informations recueillies par les chercheurs de l'unité SAD-LECSA travaillant sur le projet "Camargue". Par ailleurs, cet échantillon a été choisi de manière à ce que les données couvrent les différents cas offerts par la modèle. En Annexe 13, nous donnons un exemple de fiches de relevé de toutes les données prises en compte pour la conception du modèle.

Concrètement, nous avons choisi deux lieux distincts (numérotés provisoirement 1 et 2). A chacun de ces lieux, sont rattachées deux placettes (numérotées également 1 et 2). Les deux placettes rattachées au lieu "2" contiennent en fait des sous-placettes représentatives des situations culturales, validant par conséquent le concept d'inclusion. Nous avons décrit l'attribut Placette par un code alphanumérique (par exemple 2A, 2B).

Chacune de ces placettes contiennent des plots de 100 m². D'autres plots de taille inférieure (0.25 m²) sont inclus dans ces plots de 100 m². L'attribut plot est également décrit par un code alphanumérique (par exemple, A1 pour désigner qu'un plot 1 de 0.25 m² est inclus dans un plot A de 100 m²).

Il est à faire remarquer que les coordonnées géographiques (latitude, longitude) ont été calculés pour un certain nombre de lieux et de placettes. Les chercheurs concernés doivent continuer ce travail pour positionner placettes et plots sur des cartes au 1/25000 et déterminer ainsi leurs coordonnées en se servant de grilles ou de feuilles quadrillées.

Le Système de Gestion de Base de Données Relationnelles choisi pour faire la validation du modèle agronomique est Microsoft ACCESS Version 1.0[15], utilisable sur micro- ordinateur et mettant à profit la puissance graphique de l'environnement WINDOWS.

Un des avantages du SGBDR Microsoft ACCESS est la possibilité de travailler avec des données de toutes origines, quel que soit leur format. Microsoft ACCESS peut directement lire et écrire les données dans DBASE III PLUS, DBASE IV, PARADOX 3.0/3.5 et BTrieve, tout en gardant à jour les index correspondants. Il est même possible d'effectuer des jointures entre tables de formats multiples.

L'architecture du SGBDR Microsoft ACCESS permet une utilisation en système autonome, en configuration réseau multi-utilisateur ou en tant que client frontal pour Microsoft SQL Server.

[15] Il est prévu, dans un futur proche, d'utiliser la version 1.1 de Microsoft ACCESS.

3.2. Structure des tables à implanter.

Nous avons créé les tables en fonction des données disponibles et surtout "exploitables". Certaines données mal ou incomplètement relevées n'ont pu être saisies. Il est à signaler que l'étape de validation a permis non seulement de mettre en évidence les incohérences du modèle et de faire apparaître les redondances mais aussi de remettre en question certaines techniques de récolte des données utilisées par les agronomes. Des rectifications répétées ont permis d'améliorer et parfaire la modélisation.

Nous présentons en Annexe 12 la liste des tables créées correspondant au modèle agronomique. Le contenu de chaque table est décrit succinctement (Label). Nous avons rajouté pour chacune d'entre elles le nombre de n-uplets (Taille). Cette annexe correspond en fait à la table LABELTABLES, les tailles étant calculées grâce à une fonction rédigée en langage Access Basic.

```
Function Nbtuples ()
Dim MaBD  As Database, listetables As Table, N  As Long
Set MaBD = CurrentDB()
Set listetables = MaBD.OpenTable("LABELTABLES")
Do Until listetables.eof
 N = DCount("*", listetables.nomtable)
   listetables.Edit
   listetables.taille = N
   listetables.Update
 listetables.MoveNext
Loop
listetables.Close
End Function
```

En plus des tables issues directement du modèle conçu, nous avons rajouté une table CODEPLOTLECSA qui fait la correspondance entre la code alphanumérique proposé pour désigner un plot dans la base de données d'ECORDRE et le code choisi au départ par les chercheurs du laboratoire pour identifier le même plot.

Nous présentons suite à cette annexe 12, la structure de chacune des tables présentes dans la liste.

3.3. Présentation de quelques requêtes.

Nous allons présenter les résultats de quelques requêtes qui ont été créées par interrogation graphique et dont nous avons généré le code SQL.

En effet, il est possible d'interroger la base de données en utilisant le mode graphique ; autrement dit, les tables à joindre sont sélectionnées, les champs à afficher sont déplacés jusqu'à la grille d'interrogation.

Requête 1: Calcul du poids de l'humidité des grains et du poids de grain sec à la récolte

Cette requête calcule à partir du poids des grains humides déterminé pour chacun des plots (table RECOLTEPLOT) et des poids des grains humides et poids des grains secs d'un échantillon (table HUMIDITE) le taux d'humidité des grains ainsi que le poids sec des grains à la récolte.

Code SQL généré :

```
SELECT DISTINCTROW RECOLTEPLOT.LIEU, RECOLTEPLOT.PLACETTE,
RECOLTEPLOT.PLOT, Format(([POIDSHUMGRAINECH]-
[POIDSSECGRAINECH])/[POIDSSECGRAINECH],"00.0%") AS HumGrain,
Format([PoidsGrainBrut]-([HumGrain]*[PoidsGrainBrut]),"#.00") AS
PoidsSecGrain, RECOLTEPLOT.POIDSGRAINBRUT
FROM PLOTS, RECOLTEPLOT, HUMIDITE,
PLOTS INNER JOIN RECOLTEPLOT ON PLOTS.LIEU = RECOLTEPLOT.LIEU,
PLOTS INNER JOIN RECOLTEPLOT ON PLOTS.PLACETTE =
RECOLTEPLOT.PLACETTE,
PLOTS INNER JOIN RECOLTEPLOT ON PLOTS.PLOT =
RECOLTEPLOT.PLOT,
HUMIDITE INNER JOIN RECOLTEPLOT ON HUMIDITE.LIEU =
RECOLTEPLOT.LIEU,
HUMIDITE INNER JOIN RECOLTEPLOT ON HUMIDITE.PLACETTE =
RECOLTEPLOT.PLACETTE,
HUMIDITE INNER JOIN PLOTS ON HUMIDITE.PLOT =
PLOTS.PLOTCONTENANT
WITH OWNERACCESS OPTION;
```

Résultat de la requête :

LIEU	PLACETTE	PLOT	HumGrain	PoidsSecGrain	PoidsGrainBrut
1	1	A1	39,2%	149,57	246
1	1	A2	39,2%	161,12	265
1	1	A3	39,2%	196,38	323
1	1	A4	39,2%	164,16	270
1	2	A1	36,2%	165,24	259
1	2	A2	36,2%	183,74	288
1	2	A3	36,2%	197,78	310
1	2	A4	36,2%	172,90	271
2	1A	A1	31,0%	194,58	282
2	1A	A2	31,0%	142,14	206
2	1A	A3	31,0%	159,39	231
2	1A	A4	31,0%	158,01	229
2	1B	A1	27,7%	100,50	139
2	1B	A2	27,7%	114,23	158
2	1B	A3	27,7%	122,19	169
2	1B	A4	27,7%	114,23	158
2	2A	A1	21,2%	112,68	143
2	2A	A2	21,2%	171,78	218
2	2A	A3	21,2%	130,81	166

LIEU	PLACETTE	PLOT	HumGrain	PoidsSecGrain	PoidsGrainBrut
2	2A	A4	21,2%	132,38	168
2	2B	A1	22,3%	124,32	160
2	2B	A2	22,3%	118,88	153
2	2B	A3	22,3%	126,65	163
2	2B	A4	22,3%	118,10	152

Requête 2 : Dénormalisation de la table MESURERU2

Cette requête transforme chaque n-uplet correspondant à une mesure ou à une observation donnant des résultats unitaires avec répétition (table MESURERU2) en un attribut (ou une colonne). Elle permet en fait de dénormaliser la table MESURERU2.

Code SQL généré :

```
TRANSFORM First[MESURERU2.VALEURCARACT] AS PremierDeVALEURCARACT
SELECT MESURERU2.LIEU, MESURERU2.PLACETTE, MESURERU2.PLOT,
RESULTATSUNITAIRES.DATEPRELEVAT, MESURERU2.NIVEAUREP FROM
MESURERU2, RESULTATSUNITAIRES,MESURERU2 INNER JOIN
RESULTATSUNITAIRES ON MESURERU2.LIEU = RESULTATSUNITAIRES.LIEU,
MESURERU2 INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON MESURERU2.PLACETTE =
RESULTATSUNITAIRES.PLACETTE, MESURERU2 INNER JOIN
RESULTATSUNITAIRES ON MESURERU2.PLOT = RESULTATSUNITAIRES.PLOT,
MESURERU2 INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON
MESURERU2.IDENTIFICATEUR = RESULTATSUNITAIRES.IDENTIFICATEUR,
MESURERU2 INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON MESURERU2.NUMMESURE
= RESULTATSUNITAIRES.NUMMESURE GROUP BY MESURERU2.LIEU,
MESURERU2.PLACETTE, MESURERU2.PLOT,
RESULTATSUNITAIRES.DATEPRELEVAT
PIVOT MESURERU2.CARACTERISTIQUE
WITH OWNERACCESS OPTION;
```

Resultat de la requête :

LIEU	PLACETTE	PLOT	DATE PRELEVAT	NIVEAU REP	CONDUCT	PH EAU	PHOS JH	PHOS OLS	SOU FRE
1	1	A	13/04/1992	20	0,5	8,3	0,15	0,138	655
1	1	A	13/04/1992	40	0,37	8,6	0,1	0,089	
1	2	A	14/04/1992	20	0,55	8	0,3	0,222	
2	1A	A	14/04/1992	20	0,38	8,2	0,18	0,056	
2	1B	A	14/04/1992	20	0,38	8,2	0,19	0,053	
2	2A	A	16/04/1992	20	0,7	8,1	0,18	0,158	
2	2A	A	16/04/1992	40	0,56	8,4	0,09	0,091	

Requête 3 : Deux opérations culturales sur LIEU=1 placette=1

Cette requête nous donne les deux opérations culturales correspondant à une seule intervention dans le lieu 1 et la placette 1. Ces deux opérations sont simultanées.

Code SQL généré :

```
SELECT DISTINCT INTERVENTIONS.DATEINTERVENTION,
INTERVENTIONS.LIEU, INTERVENTIONS.PLACETTE,
INTERVENTIONS.NUMINTERVENTION, INTERVENTIONS.ACTES,
INTERVENTIONS.COMMENTAIRE, PHYTOSANITAIRES.NATURETRAITEMENT,
SEMIS.VARIETESEMEE FROM INTERVENTIONS, SEMIS,
PHYTOSANITAIRES,INTERVENTIONS INNER JOIN SEMIS ON
INTERVENTIONS.LIEU = SEMIS.LIEU, INTERVENTIONS INNER JOIN SEMIS ON
INTERVENTIONS.PLACETTE = SEMIS.PLACETTE, INTERVENTIONS INNER JOIN
SEMIS ON INTERVENTIONS.NUMINTERVENTION = SEMIS.NUMINTERVENTION,
INTERVENTIONS INNER JOIN PHYTOSANITAIRES ON INTERVENTIONS.LIEU =
PHYTOSANITAIRES.LIEU, INTERVENTIONS INNER JOIN PHYTOSANITAIRES ON
INTERVENTIONS.PLACETTE = PHYTOSANITAIRES.PLACETTE,
INTERVENTIONS INNER JOIN PHYTOSANITAIRES ON
INTERVENTIONS.NUMINTERVENTION = PHYTOSANITAIRES.NUMINTERVENTION
WHERE ((INTERVENTIONS.PLACETTE="1"))
ORDER BY INTERVENTIONS.DATEINTERVENTION
WITH OWNERACCESS OPTION;
```

Résultat de la requête :

LIEU	PLACETTE	DATE INTERVENTION	ACTES	COMMENTAIRE	NATURE TRAITEMENT	VARIETE
1	1	22/04/1992	SEMIS+PHYTOSANITAIRES	SEMIS+ ANTIALGUE	ANTI-ALGUE	ARIETE

Requête 4 : Moyennes des mesures sur les plantes

Cette requête calcule pour chacun des plots d'une placette et sur un échantillon de 20 plantes, la longueur moyenne des tiges, les nombres moyens de grains pleins, de grains mal remplis, de grains vides et la longueur moyenne des panicules.

Code SQL généré :

```
SELECT DISTINCTROW RECOLTE.LIEU, RECOLTE.PLACETTE, RECOLTE.PLOT,
RECOLTE.NUMMESURE, RESULTATSUNITAIRES.DATEPRELEVAT,
Avg(RECOLTE.LONGUEURTIGE) AS MoyenneDeLONGUEURTIGE,
Avg(RECOLTE.NBREGRAINSPLEINS) AS MoyenneDeNBREGRAINSPLEINS,
Avg(RECOLTE.NBREGRAINSMALREMP) AS MoyenneDeNBREGRAINSMALREMP,
Avg(RECOLTE.NBREGRAINSVIDES) AS MoyenneDeNBREGRAINSVIDES,
Avg(RECOLTE.LONGUEURPANICULE) AS MoyenneDeLONGUEURPANICULE,
Count(RECOLTE.NUMOBSERVATION) AS CompteDeNUMOBSERVATION
FROM RECOLTE, RESULTATSUNITAIRES,
```

RECOLTE INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON RECOLTE.LIEU = RESULTATSUNITAIRES.LIEU, RECOLTE INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON RECOLTE.PLACETTE = RESULTATSUNITAIRES.PLACETTE, RECOLTE INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON RECOLTE.PLOT = RESULTATSUNITAIRES.PLOT, RECOLTE INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON RECOLTE.IDENTIFICATEUR = RESULTATSUNITAIRES.IDENTIFICATEUR, RECOLTE INNER JOIN RESULTATSUNITAIRES ON RECOLTE.NUMMESURE = RESULTATSUNITAIRES.NUMMESURE GROUP BY RECOLTE.LIEU, RECOLTE.PLACETTE, RECOLTE.PLOT, RECOLTE.NUMMESURE, RESULTATSUNITAIRES.DATEPRELEVAT
WITH OWNERACCESS OPTION;

Résultat de la requête :

LIEU	PLACETTE	PLOT	DATE PRELEVAT	LONGUEUR des tiges	NB GRAINS PLEINS	NBRE GRAINS MAL REMPLIS	NBRE GRAINS VIDES	Longueur panicule	Effectif
1	1	A	14/09/1992	93,705	60,7	8,55	9,35	13,775	20
1	2	A	14/09/1992	92,86	55,65	11,7	11,85	14,165	20
2	1A	A	10/09/1992	81,315	62,8	3,4	1,3	13,83	20
2	1B	A	10/09/1992	75,645	73,55	2,9	1,95	14,135	20
2	2A	A	25/09/1992	106,38	83,15	3,55	6,4	15,57	20

Nous venons de présenter quelques requêtes permettant de valider le modèle agronomique sachant que bien d'autres interrogations sont possibles.

IL reste également à vérifier les temps de réponses des requêtes.

Nous allons tenter dans le chapitre suivant de proposer des modifications du modèle et en particulier des améliorations qui permettraient de réduire les temps de réponses aux opérations de jointures.

QUATRIEME PARTIE

CRITIQUES DES MODELES
ET
PERSPECTIVES ENVISAGEES

Les modèles tels qu'ils sont conçus jusqu'à présent ne constituent pas des résultats définitifs mais sont à prendre comme des propositions sujettes à des changements successifs, suite à des réflexions collectives.

Nous pouvons dès maintenant évoquer certaines critiques et proposer de nouveaux schémas de modélisation. Nous terminerons cette partie par l'énoncé des perspectives à envisager pour la continuation de cette étude.

4.1. Critiques des modèles et propositions.

Certaines critiques ont été faites au fur et à mesure de la description du modèle. Nous allons les reprendre afin de les développer, sachant qu'elles seront alimentées par des remarques supplémentaires.

Nous commencerons par suggérer des améliorations entraînant des modifications peu importantes du modèle. Nous poursuivrons par l'exposé de problèmes de conceptualisation pouvant amener à des remises en question de certaines parties du modèle proposé.

Nous avons évoqué la possibilité de regrouper sous un même type d'entité (et schéma relationnel correspondant) les résultats obtenus qu'ils soient unitaires ou diachroniques. En effet, le chercheur est peu intéressé par cette distinction, son objectif étant de rassembler tous les résultats, de les soumettre à des traitements statistiques et de les interpréter. Il est donc inutile de séparer arbitrairement les résultats. Cependant, cette distinction est le fruit d'une longue réflexion, qui nous a conduit à proposer plusieurs solutions avant d'en retenir une, celle présentée dans le modèle. Elle nous a permis de clarifier les sémantiques des identifiants de chacun des types d'entités (RESULTATS UNITAIRES et RESULTATS DIACHRONIQUES).

Si nous convenons d'un type d'entité unique RESULTATS, nous devons repenser son identifiant. La propriété identifiante "NumMesure" est un compteur qui s'incrémente lorsque des mesures différentes sont réalisées sur un même plot. Il est à mettre en parallèle avec l'identifiant "Caractéristique" du type d'entité CARACTERISTIQUE. D'un point de vue sémantique, "NumMesure" apparaît comme un attribut redondant par rapport à l'attribut "Caractéristique".

L'identifiant "Série" est un compteur qui s'incrémente lorsque la même mesure sur un même plot est répétée dans le temps.

Il n'est pas nécessaire de conserver les deux identifiants "NumMesure" et "Série". Il serait plus judicieux de créer un identifiant unique "IdPrélevat" qui représenterait le code numérique du prélevat réalisé à une date déterminée (DatePrélevat).

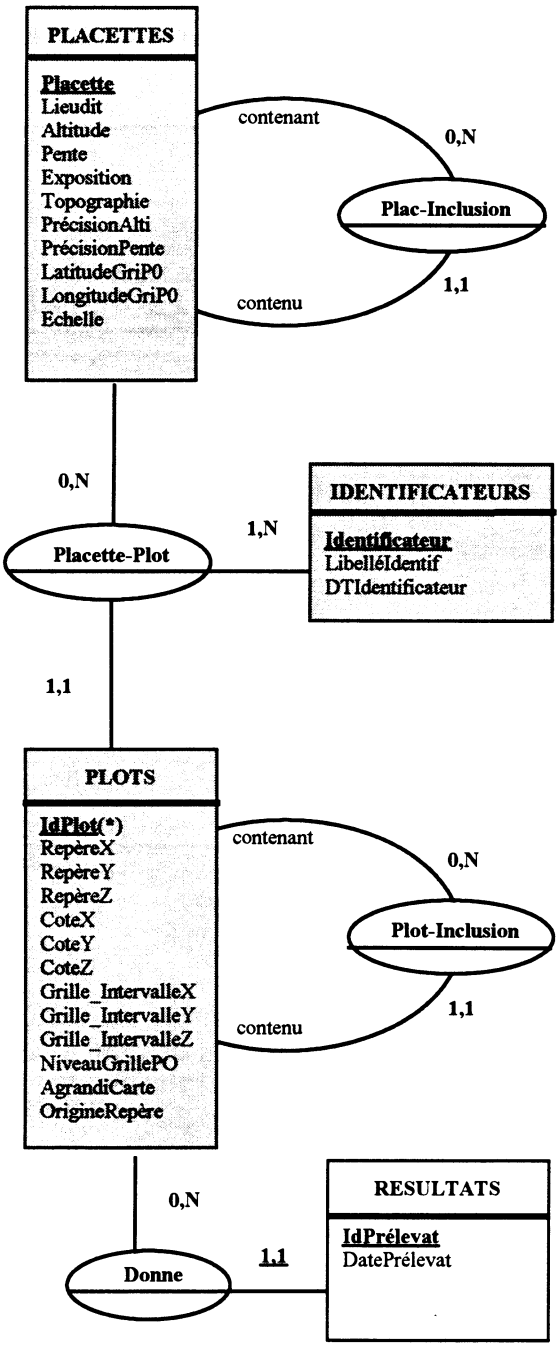
Ce prélevat va permettre la réalisation de plusieurs mesures, chaque mesure étant identifiée par la propriété "Caractéristique".

Cette conceptualisation décrite dans les schémas 19 et 20 permet d'associer une date à un prélevat et non à une mesure, ce qui nous rapproche de la réalité sur le terrain.

Pour pousser plus loin la critique et par conséquent proposer une nouvelle amélioration, il serait souhaitable de faire la concaténation d'attributs identifiants qui se répètent dans de nombreux schémas relationnels. Reste à décider à quel niveau doit se faire la concaténation.

Schéma 19

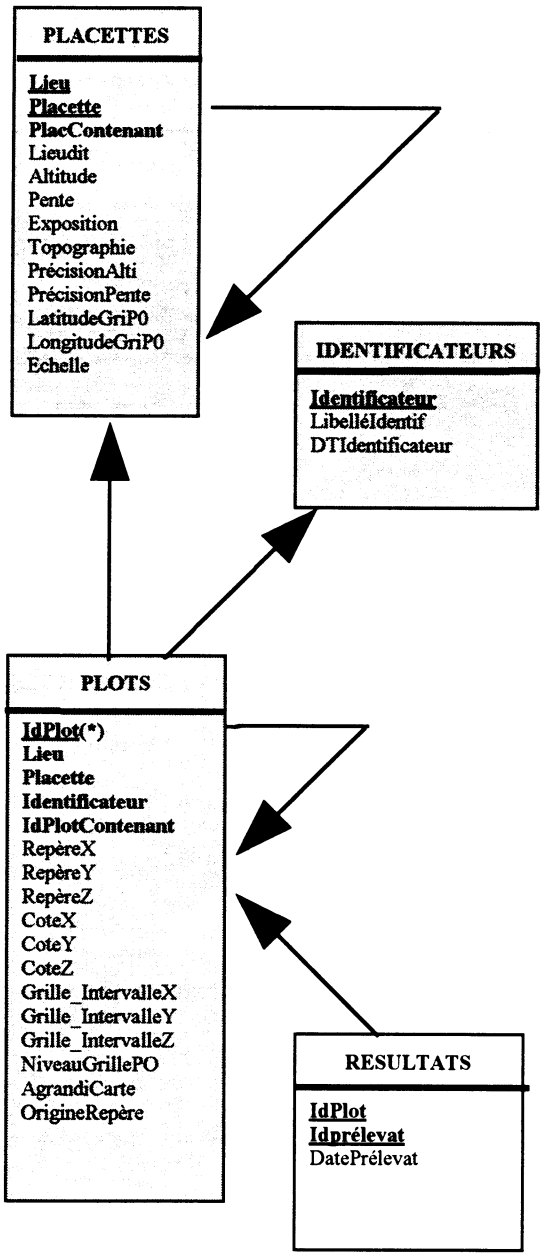
MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Modifications possibles au niveau des types d'entités
PLOTS et RESULTATS



(*) : L'attribut IdPlot correspond à la concaténation des attributs Lieu, Placette, Plot, Identificateur.

Schéma 20

MODELE RELATIONNEL DE DONNEES
Sous-Schéma d'application Camargue
Modifications possibles au niveau des schémas relationnels PLOTS et RESULTATS



(*) : L'attribut IdPlot correspond à la concaténation des attributs Lieu, Placette, Plot, Identificateur.

Le type d'entité PLOTS constitue en fait un des pivots du modèle. En effet, c'est à ce niveau d'approche qu'est rattachée la plupart des types d'entités.

Par conséquent, l'identifiant du plot (**IdPlot**) serait en fait la concaténation des attributs identifiants **Lieu**, **Placette**, **Plot**, **Identificateur**. L'attribut "IdPlot" serait par exemple représenté sur vingt caractères. (Cf. schémas 19 et 20).

Cette concaténation permet d'alléger les schémas relationnels rattachés au schéma relationnel PLOTS ; le passage des clés est alors plus simple. Elle facilite les opérations de jointures.

Nous pouvons formuler d'autres critiques concernant la modélisation des opérations culturales. Nous avons déjà souligné le fait que de nombreux schémas relationnels étaient encore trop spécifiques et ne répondaient qu'à une seule problématique, celle de l'unité SAD-LECSA. Il serait préférable de situer ces schémas relationnels à un niveau de conceptualisation "plus bas" et de réfléchir sur des schémas de modélisation plus généraux.

Nous avons évoqué la possibilité de créer un type d'entité ACTES, qui gérerait les opérations culturales comme des entrées/sorties ; autrement dit, les actes techniques seraient des actions élémentaires d'un itinéraire technique.

Nous devons réfléchir sur la notion d'actes que nous avons commencé à définir. En effet, le type d'entité ACTES constituerait un des carrefour du modèle. Il pourrait assurer les connexions avec le modèle socio-économique, les actes techniques étant des indicateurs du fonctionnement de l'exploitation agricole, avec d'autres schémas d'application d'ECORDRE comme le machinisme agricole et enfin avec les données que nous avons appelé "achroniques".

Suite à ces critiques et propositions d'améliorations du modèle, nous pouvons énoncer les perspectives des travaux à réaliser dans la continuation de cette étude.

4.2. Perspectives envisagées.

Il ne faut pas perdre d'esprit que l'analyse conceptuelle réalisée autour d'un cas concret, la riziculture en Camargue fait partie d'un projet dont l'objectif est de rendre accessible la connaissance disponible devant tout problème relevant de la gestion de l'espace rural depuis la parcelle, l'exploitation,...jusqu'à la région.

L'originalité de ce projet est la réalisation d'un schéma conceptuel global ou référentiel dans lequel doit s'insérer une partie du modèle particulier étudié. Ce référentiel n'est pas un modèle figé mais au contraire est sujet à des modifications permanentes suite à des réflexions émanant de différentes équipes.

Le modèle agronomique proposé ne doit pas être reçu comme un résultat final mais comme le départ d'une réflexion qui doit aboutir à un schéma conceptuel plus général. Le modèle doit prendre en compte les idées provenant d'équipes de chercheurs qui travaillent soit sur des thèmes identiques mais dans

des sites différents, soit sur des thèmes différents dans un environnement commun.

Une des perspectives de travail envisagée est donc l'enrichissement du modèle conceptuel agronomique sachant que celui-ci doit intégrer des données recueillies sur une période de dix années d'étude de la riziculture en Camargue. Si l'on veut être plus ambitieux, le laboratoire possède des données sur la culture du riz au Vietnam donc un environnement totalement différent, des techniques culturales propres.

Nous devons envisager la récupération de toutes ces données et leur saisie informatique. Les données sont encore, pour la plupart d'entre elles, stockées sur des fiches papier. Les données stockées sur fichiers informatiques sont le plus souvent déjà calculées, interprétées

Il serait souhaitable d'entreprendre le développement de deux types de logiciels :

- Un logiciel qui faciliterait la saisie des données et utilisable par n'importe quel opérateur. Les formulaires de saisie seraient très proches des formulaires papier de prise de données sur le terrain.
- Un logiciel d'interprétation de la saisie qui serait un interface entre le logiciel de saisie précédent et le modèle conceptuel des données.

En effet, certains codes d'attributs ne nécessitent pas d'être connus par les opérateurs de saisie. Ces codes seraient générés par ce deuxième logiciel, accessible à des personnes plus impliquées dans le projet ECORDRE.

Les données ainsi saisies sous micro-ordinateur via un SGBD type Microsoft ACCESS doivent être transférés sous gros systèmes (SGBD DB2).

Un des intérêts majeurs de la participation au projet ECORDRE est la possibilité d'utiliser des données appartenant à d'autres schémas d'application. Le modèle agronomique doit donc posséder diverses articulations notamment avec le modèle socio-économique qu'il faut donc concevoir dans presque toute sa totalité.

Ce nouveau travail de conceptualisation doit se faire avec d'autres économistes, ce pour insister sur l'aspect multi-équipes du projet ECORDRE.

Il est important ensuite de mettre en place un catalogue de requêtes qui répondent aux exigences des différents chercheurs impliqués dans le projet. Par conséquent, un logiciel d'interrogation de la base de données doit être développé pour que celle-ci devienne accessible aux différents utilisateurs.

Il apparaît clairement que les perspectives envisagées comme suites de ce travail sont multiples et variées incluant des analyses conceptuelles, du développement, de la saisie et donc sûrement des séances de formation des futurs utilisateurs. Tous ces projets à venir nécessitent la mise en oeuvre de moyens techniques mais aussi humains. Il faudrait donc prévoir une étude économique ou mieux dit, une étude de faisabilité financière, ce qui nous permettrait d'évaluer les coûts d'une part des opérations de saisie des données, d'autre part des futures études prévues.

CONCLUSION

Le modèle agronomique que nous venons de réaliser à partir de données spécifiques recueillies par une équipe de chercheurs travaillant sur un projet d'étude des systèmes de productions rizicoles en Camargue, nous a montré qu'il était possible d'arriver à un niveau général de conceptualisation.

Le modèle proposé s'intègre, pour une partie, dans le schéma conceptuel global du S.I.T. ECORDRE, tout en l'enrichissant.

En effet, l'apport sectoriel de chacun a permis la conceptualisation de ce référentiel, chaque équipe gardant son autonomie de chargement et d'accès pour le domaine qu'elle maîtrise et met en commun dans ECORDRE.

L'intérêt de l'utilisation d'un tel système d'information est non seulement de conserver et de restituer les données recueillies mais aussi de les rendre accessibles à d'autres équipes de chercheurs, qui s'engagent également à partager leurs données. Nous avons pu mettre en évidence les articulations entre les modèles existant dans le S.I.T. ECORDRE.

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 la Base de Données a été conçue.

Le projet ECORDRE a pour objectif une utilisation générale de la connaissance à travers deux développements majeurs : l'accès à la connaissance en général (projet ECONNAI) interfacé aux données objectives, automatiquement accessibles et gérées par une Base de Données Relationnelles (projet ECOBASE).

Le but final est l'élaboration de modules d'aide à la décision.

LEXIQUE

Ce lexique a été élaboré, dans son ensemble, à partir de définitions trouvées dans le Larousse Agricole. Lorsque les définitions sont issues d'autres sources, ces dernières sont mentionnées.

Adaptations tactiques : Ecarts aux choix stratégiques* tenant compte des contraintes ou aléas particuliers.

Adventices : Plante indésirable, ou mauvaise herbe, dans une culture.

Amendement : Substance incorporée au sol pour en améliorer la constitution physico-chimique.

Assolement : Division des terres d'une exploitation en autant de parties, appelées soles*, qu'il y a de cultures principales.

Billon : Exhaussement du sol provoqué par certaines méthodes de labour qui adossent les bandes de terres retournées les unes contre les autres. Le labour en billons, ou billonnage, réalise donc une série de bandes en dos d'âne, plus ou moins étroites.

Biomasse : Ensemble des organismes vivants, animaux ou végétaux , subsistant en équilibre dans un milieu donné (terrestre ou aquatique).

Choix stratégiques : Choix définis à priori avant prise en compte de contraintes ou d'aléas particuliers.

Conditions du milieu : Ce sont les propriétés du milieu permettant l'utilisation des facteurs* par la plante. [HENI *et al.* 69]

Diagnostic agronomique : Il vise à identifier à posteriori les caractéristiques du milieu et du système de culture ayant influé sur la production.

Diagnostic foliaire : Test grâce auquel on peut apprécier l'alimentation minérale de la plante et la corriger si besoin est, et qui repose sur l'analyse chimique de certaines feuilles bien choisies.

Donnée géocodée : Donnée repérée dans l'espace par des coordonnées géographiques.

Facteurs : Energie lumineuse utilisable par les végétaux et les substances qui entrent dans leur composition. [HENI *et al.* 69]

Faire valoir direct : Le propriétaire met lui-même sa terre en valeur et assume aussi les risques de la production et de la mise en marché.

Fermier : Personne qui loue la terre qu'il cultive.

Fertilisation : Création ou amélioration de la fertilité d'un sol au moyen d'actions qui modifient les propriétés physico-chimiques et biologiques de celui-ci, de façon à assurer la pérennité d'un milieu "sol" où les cultures trouvent des conditions optimales de végétation.

Floraison : Epanouissement des fleurs d'une plante.

Gatille : Sol boueux avec présence de flaques d'eau.

Gonflement : Stade précédent de peu l'épiaison, c'est à dire la sortie de l'inflorescence d'une céréale, et caractérisé par une distension des parois de la gaine de la dernière feuille.

Inflorescence : Disposition générale des fleurs sur la tige d'une plante ou, plus généralement, réunion plus ou moins importante de fleurs diversement groupées sur une tige.

Initiation paniculaire : Première étape de la floraison pendant laquelle se différencient les ébauches florales à partir des méristèmes.

Jachère : Etat d'une terre labourable laissée régulièrement sans récolte pendant un temps relativement court (de quelques mois à une année).

Levée : Stade végétatif caractérisé par la sortie à la surface du sol de 50% des plantules devant y parvenir (compte tenu de la densité du semis).

Maturation : Ensemble des transformations successives subies par un fruit, une graine, etc., et qui conduisent à la maturité.

Métayage : Mode de faire valoir* d'une propriété foncière par lequel le propriétaire cède l'usage de sa terre à un locataire ou métayer moyennant une rétribution représentant une part (en général un tiers) des produits de l'exploitation.

Mode de faire valoir : Type de relations existant entre le propriétaire foncier et l'exploitant qui assure la mise en valeur des terres agricoles.

Montaison : Chez les graminées, phase de développement caractérisée notamment par l'élongation, d'abord lente, puis de plus en plus rapide, des entre-noeuds de la tige principale et des talles*, par la différenciation et le grossissement des inflorescences (épis ou panicules) qui montent dans les gaines foliaires (les gaines se déboîtent successivement au fur et à mesure de l'allongement des entre-noeuds).

Paille : Tige et feuille de céréale dépouillée de son grain ou ensemble des sous-produits cellulosiques de la récolte des grains de céréales (ou parfois d'autres plantes), constitués par les tiges et les feuilles.

Panicule : Inflorescence* composée en forme de grappes, dont les rameaux ont une taille décroissant de la base vers le sommet de l'axe central et que l'on rencontre chez certaines graminées.
Plateau de tallage : Chez les graminées, zone de 3 à 4 mm d'épaisseur constituée par l'empilement d'un certain nombre d'entre-noeuds (4 ou 5). Proche de la surface du sol, le plateau de tallage est relié à la semence par le rhizome.

Pratiques culturales : Activités élémentaires ou la manière de faire réalisées dans une perspective de production. [DE PE 85].

Régisseur : Personne salariée assurant les mêmes fonctions qu'un exploitant agricole.

Rotation culturale : Ordre de succession des cultures sur une même parcelle.

Sole : Ensemble de plusieurs parcelles portant une même culture.

Stade laiteux : Chez les graminées, stade atteint par l'albumen, à l'issue de la première phase de maturation du grain.

Stade pâteux : Stade marquant la fin de la migration des réserves au cours de la période de maturation du grain d'une graminée et plus particulièrement d'une céréale.

Talle : Tige secondaire munie de racines adventices formée au niveau du plateau de tallage des graminées. La production de talles par une plante constitue le tallage.

Techniques culturales : Ensemble ordonné d'opérations ayant une finalité de production et pouvant être fondé soit sur des connaissances scientifiques, soit sur des connaissances empiriques, ou encore - c'est probablement le cas le plus fréquent en agriculture - sur un mélange des deux. [DE PE 85].

Usinage du riz : A la récolte, ce sont les grains de paddy qui sont obtenus. Ces grains subissent un nettoyage et un ébarbage dans des trieurs à air pulsé. On débarrasse ensuite le paddy de ses glumes et de ses glumelles afin d'obtenir un riz décortiqué, appelé riz cargo. Ce riz cargo est, par la suite, passé dans des cônes "à blanchir", sortes de rouleaux broyeurs qui agissent en brisant les différentes couches dures du péricarpe : on produit ainsi "le riz blanc", à partir duquel on peut déjà obtenir une farine de riz. Ce riz blanc est ensuite poli dans des cônes "à polir", puis glacé par un rouleau glaceur enduit d'un mélange de talc et de glucose. C'est sous cette forme de riz glacé que la commercialisation du riz s'effectue généralement.

Verse : Trouble nutritionnel (verse physiologique), attaque parasitaire (verse parasitaire) ou dégâts d'ordre climatique provoqué par un orage, le vent, etc. (verse mécanique), qui affecte principalement les graminées et donne un aspect couché à la culture.

BIBLIOGRAPHIE

AMC*Designor 3.2, 1993 - Manuel d'utilisation du logiciel. Outils de conception d'applications. Version d'évaluation. SURESNES SDP.

BOUCHE M.B., 1990 - Ecologie opérationnelle assistée par ordinateur. Editions Masson, 572 p.

BOUCHE M.B., 1991 - Ecologie opérationnelle et agronomie intégrée. Courrier de la Cellule Environnement INRA, 14, 19-33.

COLLONGUES A., HUGUES J, LAROCHE B., 1989 - MERISE. 1. Méthode de conception. DUNOD Informatique. Editions BORDAS, 239 p.

DEFFONTAINES J.P., PETIT M., 1985 - Comment étudier les exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique. Etudes et Recherches. INRA-SAD, 4, 47 p.

HENIN S., GRAS R., MONNIER G, 1969 - Le profil cultural. Masson et Cie, Editeurs, 322 p.

JOUVE P., 1989 - L'analyse agronomique de situations culturales. MONTPELLIER DSA-CIRAD Ed., Doc. Int. 11 p.

JOUVE P., 1992 - Le diagnostic du milieu rural de la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. MONTPELLIER CNEARC/CIRAD Ed., Doc. Int., 39 p.

ROCHFIELD A., BOUZEGHOUB M., 1993 - From Merise to OOM. Ingéniérie des systèmes d'information. Volume 1, N°2, 151-176.

SEBILLOTTE M., 1978 - Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr., 64 (11), 906 - 914.

SOTO P., 1991 - Le système d'information ECORDRE. Lettre d'information trimestrielle CNUSC, N°42, 13 - 15.

SOTO P., 1992 - Le système d'information ECORDRE : un outil transdisciplinaire au service de l'environnement. Lettre d'information trimestrielle CNUSC, N°45, 12 - 14.

SOTO P., 1993 - ECORDRE : des moyens informatiques modernes et des outils d'aide à la décision. Lettre d'information trimestrielle CNUSC, N°48.

Imprimerie E.N.S.A-M/ I.N.R.A.
Montpellier