

SISIMAGEM : UNE PHILOSOPHIE D'UTILISATION DE LA TELEDETECTION A L'EMBRAPA.

(Eduardo D. ASSAD, Jamil MACEDO, Deusdeth T. dos SANTOS & Severiano R. JUNIOR)

RESUME - SISIMAGEM, système de traitement numérique d'images de télédétection, est l'un des sous-systèmes de SIGGEO, système d'information géographique à vocation agricole de l'EMBRAPA. Son objectif est d'offrir à ses utilisateurs des fonctionnalités qui les aident à exploiter les images de satellites (lesquelles fournissent un ensemble de données utilisées dans les études de ressources naturelles), depuis leur acquisition jusqu'à la sortie et l'interprétation des résultats du traitement. Il s'agit d'un ensemble de moyens informatiques mis au point pour rendre opérationnelles et systématiques toutes les étapes de l'utilisation du traitement d'images dans la recherche agronomique, tant pour l'identification de l'utilisation actuelle des terres ou des surfaces productrices qu'en vue de l'aménagement de nouvelles régions.

La première version du premier module, actuellement en cours de développement, se base sur l'équipement central de traitement graphique digital de l'EMBRAPA, un RAMTEK-RM 9300. Il est destiné au contrôle de la disponibilité des images de satellites, dans le but de rationaliser l'obtention des images qui sont utilisées par les diverses unités de l'EMBRAPA. Les fonctionnalités prévues permettront :

- de maintenir une administration adéquate du matériel de télédétection disponible à l'EMBRAPA et dans les autres institutions publiques, en plus des informations sur le stock d'images disponibles à l'Institut de recherches spatiales (INPE). Cette base sera utilisée par un système expert qui orientera les chercheurs ayant peu de connaissances dans le domaine à l'utilisation des fonctions de télédétection ;

- d'utiliser le matériel RAMTEK pour effectuer des pré-traitements de base (lecture et visualisation monospectrale - bande à bande - et multispectrale - plusieurs bandes, au maximum trois) ;

- d'utiliser cet équipement pour des traitements *simples* (histogramme mono et bidimensionnel, calcul de surface, lecture sélective de *pixel*, "navigation" dans l'image - localisation d'un point à partir de sa latitude et de sa longitude, et vice-versa - opération entre canaux, extraction de zones de travail) ;

- d'utiliser imprimante, traceur de courbes et appareil photographique appropriés, pour transformer des images digitales en images imprimées ou photographiées.

Avec ces fonctions disponibles, il sera possible de viabiliser diverses améliorations de ces images, en particulier de mieux les contraster, d'en faire une première interprétation en plus de générer des sous-scènes qui faciliteront l'utilisation de la télédétection dans les diverses unités décentralisées de l'EMBRAPA.

Pour atteindre tous ces objectifs, on envisage d'exécuter les activités suivantes :

- installation du logiciel HLIPS (ancien Hacienda) et du DMAPS sur l'ordinateur central IBM 4341 de l'EMBRAPA et développement d'une interface permettant l'intégration des logiciels en référence ;

- test et évaluation de ces deux nouveaux logiciels de traitement d'images, à l'occasion de projets de recherche actuellement en cours au centre des cerrados (CPAC/EMBRAPA) ;

- si nécessaire, compléter ces nouveaux logiciels par la mise au point de fonctionnalités supplémentaires, telles que la génération de scènes sur disquettes, ce qui permettra la visualisation des images sur micro-ordinateurs compatibles IBM-PC et donc diffusera plus rapidement l'utilisation de la télédétection dans le système coopératif brésilien de recherche agronomique (SCPA), par le biais du module local de SISIMAGEM ;

- implémentation du catalogue d'images, avec une interface "intelligente".

Le logiciel est conçu de façon à pouvoir être utilisé par des personnes n'ayant que peu de connaissances en informatique. De plus, les données stockées avec ce module pourront être utilisées directement dans les versions postérieures. Enfin, toutes les ressources qui doivent être implémentées dans SISIMAGEM le seront sous l'orientation d'un responsable thématique, ce qui est une forme de familiariser les chercheurs avec les outils à développer, dès le début de leur conception.

INTRODUCTION

Depuis le début des années 1980, l'EMBRAPA tente de doter les unités de recherche du Système coopératif de recherche agronomique (SCPA) d'outils informatiques capables d'aider ces équipes (principalement des centres de ressources) dans la réalisation de leurs travaux de recherche, c'est à dire depuis les inventaires de ressources naturelles jusqu'à l'utilisation de ces informations dans les opérations de zonage, par exemple. C'est avec cet objectif que le projet SISGEO, Système d'informations sur l'environnement agricole a été créé.

Pour mener à bien le développement de ce projet au fil du temps, certaines directrices fondamentales ont été établies, lesquelles doivent permettre :

- la participation effective des chercheurs spécialisés lors de l'élaboration des modules correspondant à chaque thème qui intervient dans le système (actuellement : sol, climat, végétation native, données phytosanitaires, socio-économie, hydrologie, cartographie et télédétection) ;

- l'implication croissante des centres de ressources dans le développement du projet, comme forme de garantir un appui institutionnel toujours plus important ;
- l'utilisation immédiate des outils partiels (intermédiaires) mis au point, que sont les modules du système SISGEO ;
- de garantir l'intégration des outils intermédiaires.

1. LE SYSTEME SISGEO

Dans un premier temps, un système d'informations pédologiques (SISSOLOS) a d'abord été développé sur ordinateur central, sous l'orientation du *Service National de Levé et Conservation des Sols (SNLCS/EMBRAPA)*. Avec ce premier résultat, il a été possible de stocker sur support magnétique près de 12 000 profils de sols, et pratiquement tous les inventaires réalisés jusqu'à maintenant par le SNLCS au Brésil.

Postérieurement, compte tenu de l'avancée de la micro-informatique d'une part, des difficultés d'accès que l'utilisation d'un équipement central présente d'autre part (comme il a pu être constaté avec SISSOLOS), on s'est plutôt appliqué à mettre au point des outils orientés vers la réalisation de bases de données thématiques locales. Avec ce type d'outils les travaux d'inventaire peuvent être grandement facilités, et de plus le travail ultérieur de transcription peut être minimisé, voire totalement supprimé, et avec lui les erreurs qu'un travail aussi fastidieux entraîne nécessairement.

De plus, les centres de ressources, mais aussi les autres unités de recherche de l'EMBRAPA, peuvent tirer profit de cette automatisation pour aider à la réalisation des travaux de recherche les plus divers. En effet, la micro-informatique offre désormais une série de logiciels de traitement, qui, combinés avec les systèmes d'informations ainsi mis au point, permettent une énorme gamme de traitement de données susceptibles de fournir de précieuses informations.

Avec cette nouvelle orientation du projet, des logiciels permettant la création, sur des équipements de type PC-compatible, de bases locales de données de sols, de climat, de végétation native, de données phytosanitaires, d'hydrologie, de socio-économie et même de cartographie sont progressivement mis à la disposition de toute la communauté scientifique du SCPA.

La figure 1 ci-après présente un diagramme schématique du projet SISGEO.

2. LE SYSTEME SISIMAGEM

Conformément à cette philosophie de travail, la télédétection a besoin également de disposer d'un outil capable de permettre la création de bases locales d'images tout en autorisant un minimum de traitements primaires, en plus d'une base centrale partagée, disposant de ressources permettant des traitements plus avancés et plus complets.

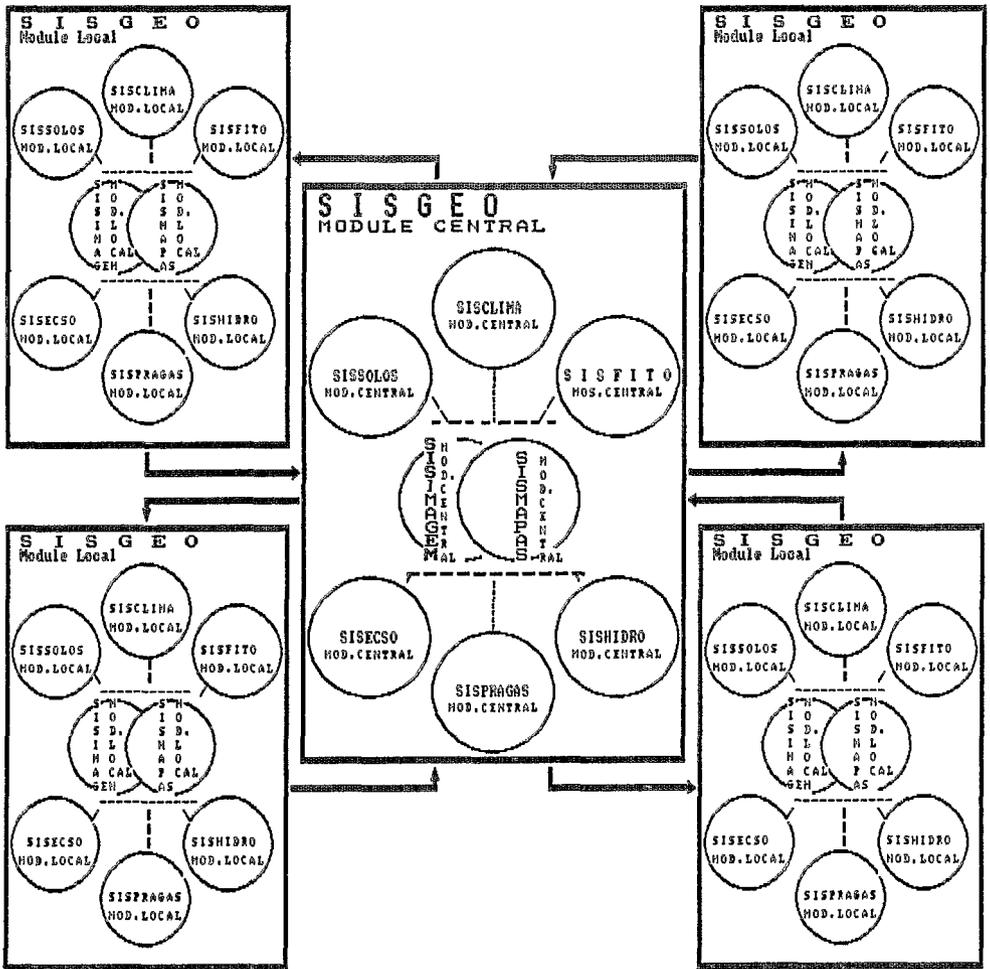


Fig. 1 Structure du système SIGEO

Ainsi, *SISIMAGEM*, *Système de traitement digital d'images de télédétection*, prétend fournir à l'utilisateur un instrument capable de l'aider dans l'exploitation des images de satellites, lesquelles contiennent un ensemble d'informations utiles tant pour l'étude des ressources naturelles que pour l'analyse de l'environnement. Cet instrument est prévu pour l'aider dans toutes les étapes de ce travail, depuis l'acquisition jusqu'à la production et l'interprétation des résultats du traitement.

Il s'agit donc d'un ensemble de routines informatiques mises au point pour rendre opérationnelles et pour systématiser toutes les étapes de sélection des images et de l'utilisation postérieure du traitement d'images dans la recherche agronomique, aussi bien pour l'identification de l'utilisation actuelle des terres et des surfaces productrices que pour la planification de l'occupation de nouvelles surfaces.

On précisera, lors de cet exposé, toutes les directrices qui orientent la mise en oeuvre de *SISIMAGEM* et qui définissent une stratégie de développement pour le projet.

En premier lieu, il est nécessaire de souligner que la mise au point de *SISIMAGEM* ne suppose aucun développement de logiciel de traitement d'images, si ce n'est des ajustements, corrections ou interfaces permettant d'adapter les progiciels existants, et qui ont été choisis pour faire partie de l'ensemble des outils intégrés qui constituera le système appelé *SISIMAGEM*.

La figure 2 ci-après présente un diagramme schématique du projet *SISIMAGEM*.

Les personnes directement impliquées dans la viabilisation de *SISIMAGEM* sont :

- des informaticiens du DIN, *Département d'Informatique de l'EMBRAPA*, ayant une expérience de projet et implantation de logiciels sur ordinateurs centraux et sur micro-ordinateurs, familiarisés avec l'utilisation d'outils modernes de CASE (Computer Aided Software Engineering), de progiciels de bases de données et de langages de programmation modernes. Ceux-ci peuvent de plus s'appuyer sur le groupe d'intelligence artificielle du DIN, qui est déjà l'auteur du progiciel *PSE, Prototypage de Systèmes Experts* et également sur celui du NTIA, *Noyau Technologique d'Informatique pour l'Agronomie*, actuellement couplé avec le CTI, *Centre Technologique d'Informatique*, organisme gouvernemental qui s'occupe de la recherche en informatique dans le but de conquérir l'indépendance technologique nationale dans ce domaine, et qui a déjà mis au point le *SOC, logiciel scientifique* et le *SRI, Logiciel de Récupération d'Information* ;

- des spécialistes en agrométéorologie, pédologie et végétation de l'EMBRAPA, avec une grande expérience de l'application des techniques de télédétection, notamment en utilisant le traitement digital des images de satellites. Ceux-ci comptent également sur l'appui du Département de Géosciences de l'UnB, *Université de Brasília* et du NMA, *Noyau de veille par satellite sur l'environnement*, de l'EMBRAPA.

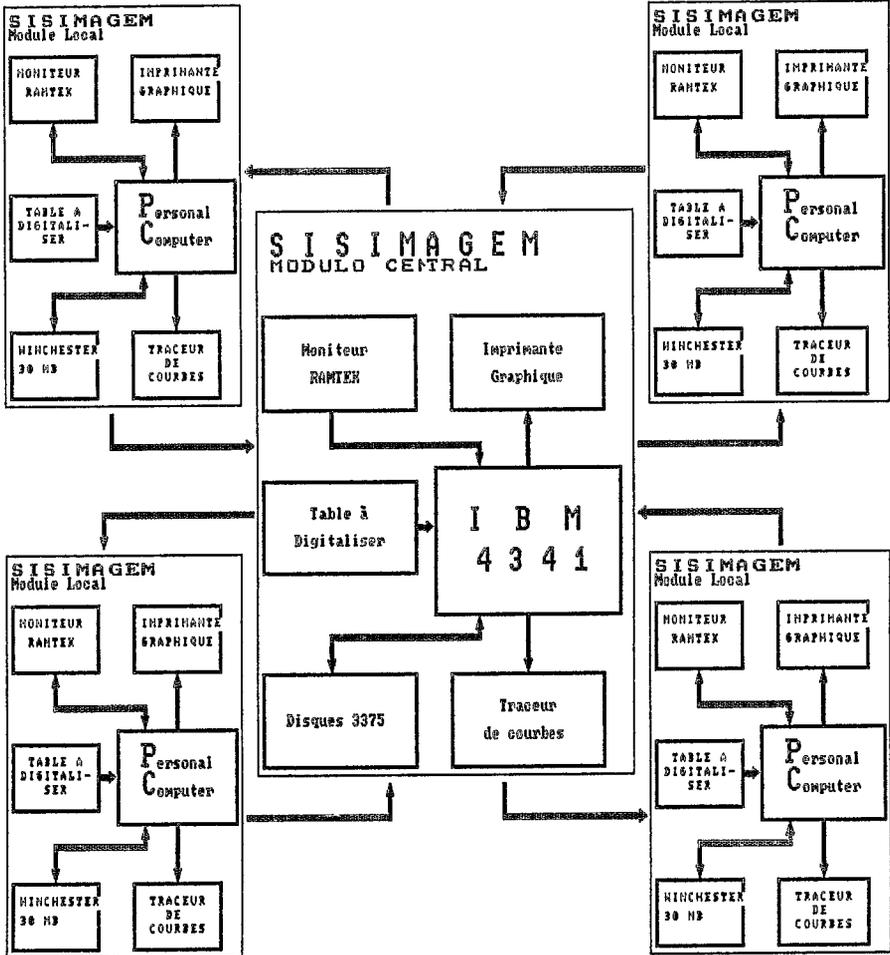


Fig. 2 Structure du système SISIMAGEM

Les moyens matériels actuellement disponibles sont :

- ordinateur central IBM-4381, avec un moniteur couleur RAMTEK, RM 9300, équipement graphique digital d'une résolution de 512 lignes x 640 éléments ;
- deux tables à digitaliser, de format A0 ;
- un traceur de courbe de grande dimension ;
- un traceur de courbe de petite dimension ;
- deux micro-ordinateurs PC-XT de 640 Kbytes de mémoire principal et disque Winchester de 30 Mbytes, dont un possédant une plaque spéciale SITIM ;
- deux imprimantes graphiques.

Les moyens en logiciel actuellement disponibles sont :

- HLIPS, DMAPS, SITIM et TIMOR, comme logiciels de traitement d'images ;
- SQL, SRI, DIALOG, SGI et TurboAccess, comme logiciels gestionnaires de bases de données ;
- PSE et ESE, comme logiciels d'intelligence artificielle ;
- SOC et SAS, comme logiciels de traitement statistique ;
- Cobol, Fortran, TurboPascal, Turbo C, Turbo Prolog et Dialog IV Plus, comme langages de programmation ;
- CSP, MOSAICO-DFD, MOSAICO-DEM et DIALOG/GER, comme outils de génie logiciel.

Etant donné, d'une part, la disponibilité actuelle de logiciels déjà satisfaisants utilisables sur micro-ordinateur, type SITIM ou SGI et, d'autre part, le fait que le RAMTEK, équipement graphique digital de haute résolution, ait été acquis il y a près de dix ans et qu'à ce jour ses potentialités n'ont pratiquement jamais été exploitées au bénéfice de la recherche agronomique, priorité a été donnée à la mise au point du module central de SISIMAGEM. Celui-ci est orienté vers le traitement et le contrôle de disponibilité des images de satellites, avec comme objectif de rationaliser l'obtention de ces images en vue de leur utilisation par les diverses unités de l'EMBRAPA.

Pour le développement de cette première version, on prévoit de mettre en oeuvre l'intégration d'un catalogue de données de télédétection disponibles, avec un prototype de système expert, une base de données d'images et les logiciels HLIPS et DMAPS, de manière à viabiliser l'offre de facilités permettant :

- de gérer des informations sur les données de télédétection disponibles à l'EMBRAPA et dans les autres organismes gouvernementaux, y compris sur le stock maintenu par l'INPE, *Institut de Recherches Spatiales* ;
- de fournir une orientation sur l'utilisation de la télédétection, à l'intention des chercheurs n'ayant que peu d'expérience dans ce domaine, par le biais de la mise en oeuvre de ressources d'intelligence artificielle ;
- d'offrir quelques prétraitements de base, comme la lecture et la visualisation monospectrales (bande à bande), et multispectrales (plusieurs bandes, au maximum 3) ;

- d'offrir des traitements "simples" (histogramme mono et bidimensionnel, calcul d'aires, lecture sélective de "pixel", navigation dans l'image - localisation de point à partir du couple latitude/longitude et vice-versa, opérations entre canaux, extraction de zones de travail) ;

- d'utiliser l'imprimante, le traceur de courbes ou des moyens photographiques appropriés, pour transformer les images digitales en images imprimées ou en photographies.

Avec toutes ces facilités, les chercheurs plus expérimentés pourront réaliser certaines améliorations des images, interprétations élémentaires et extractions de sous-scènes, lesquelles, mises à disposition dans la base de données d'images, faciliteront grandement l'utilisation de la télédétection dans les divers centres de l'EMBRAPA.

Le module local qui sera développé aura une structure semblable à celle du module central (intégration d'un catalogue local avec un prototype de système expert, une base de données locale d'images, SITIM, TIMOR et/ou d'autres logiciels de traitement d'images).

Ce module local, en plus de sa fonction de capteur d'informations pour alimenter le module central, disposera également de moyens de traitement et visualisation relativement puissants.

De tels moyens permettront au chercheur d'utiliser les techniques de télédétection sur son micro-ordinateur individuel, même s'il ne dispose pas de cartes spéciales comme celles du SITIM, puisque certains logiciels comme TIMOR offrent déjà des facilités intéressantes de traitement et restitution d'images, malgré une visualisation de faible qualité.

L'interconnexion du module central avec le module local sera faite dans les deux sens, c'est à dire qu'il existera la possibilité d'alimenter le module central par le module local, mais aussi que les données et ressources de la base centrale seront partagées et accessibles par le biais du module local.

De cette façon, les échanges d'information, l'acquisition de nouvelles images, les traitements et les améliorations de celles-ci seront rationalisés et, par voie de conséquence, il en sera de même de la diffusion de ces données parmi la communauté scientifique brésilienne. On prétend aussi de cette façon atteindre la communauté scientifique internationale, dans la mesure où les réseaux de communication de données se développent de plus en plus.

Une des préoccupations majeures de l'équipe de mise au point du SISIMAGEM concerne la facilité d'utilisation de ses ressources par des personnes peu familiarisées avec l'ordinateur. Dans cette perspective, l'équipe thématique cherchera à transférer la technologie, c'est à dire qu'elle orientera l'équipe informatique dans le but d'automatiser le maximum de connaissances scientifiques et techniques de la télédétection, en même temps que le savoir-faire pratique indispensable, hérité du grand nombre d'expériences d'utilisation de cette technique, vécues par les spécialistes de l'équipe thématique. La figure 3 présente le diagramme fonctionnel de SISIMAGEM, et les figures 4 à 8 montrent le diagramme de chacune de ses applications.

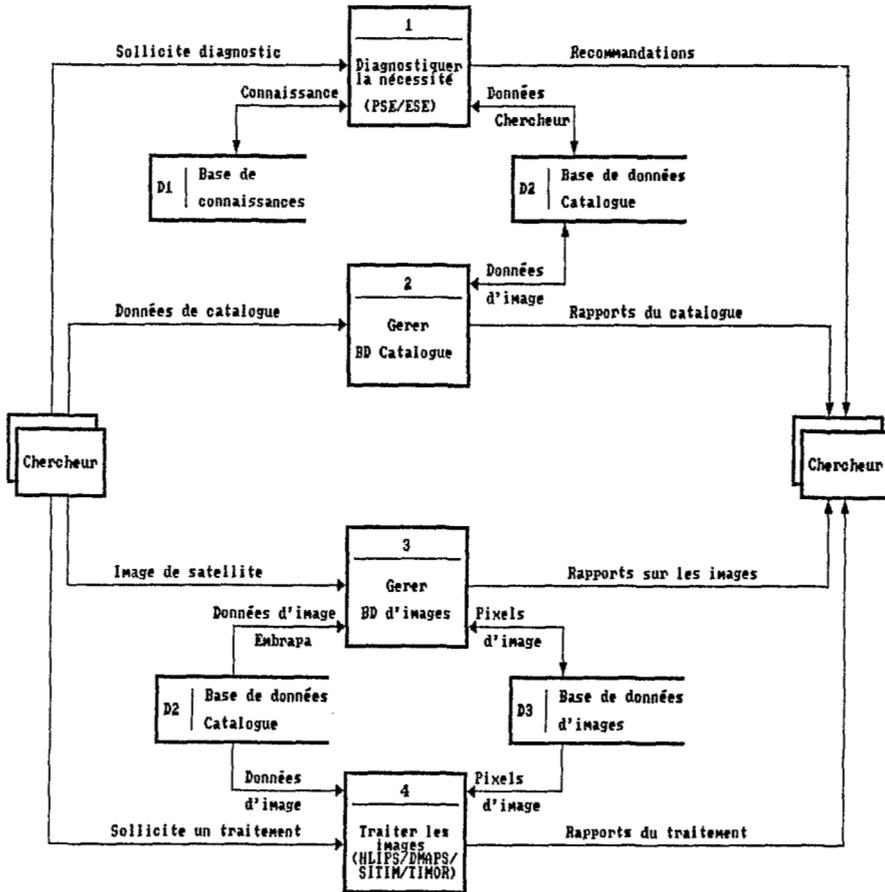


Fig. 3 Diagramme de flot de données de niveau 0

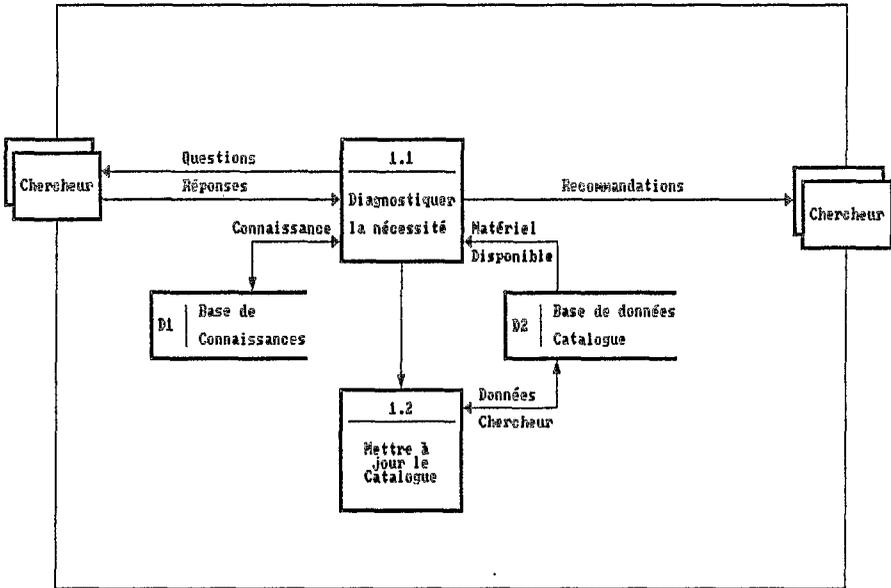


Fig.4 DFD fonction 1: Diagnostiquer la nécessité

SISIMAGEM

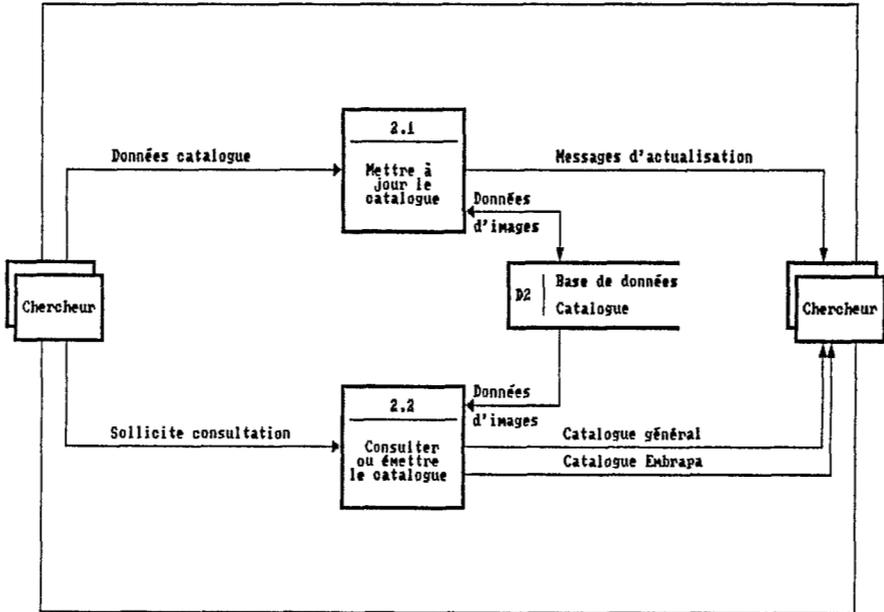


Fig.5 DFD de la fonction 2: Gérer BD catalogue

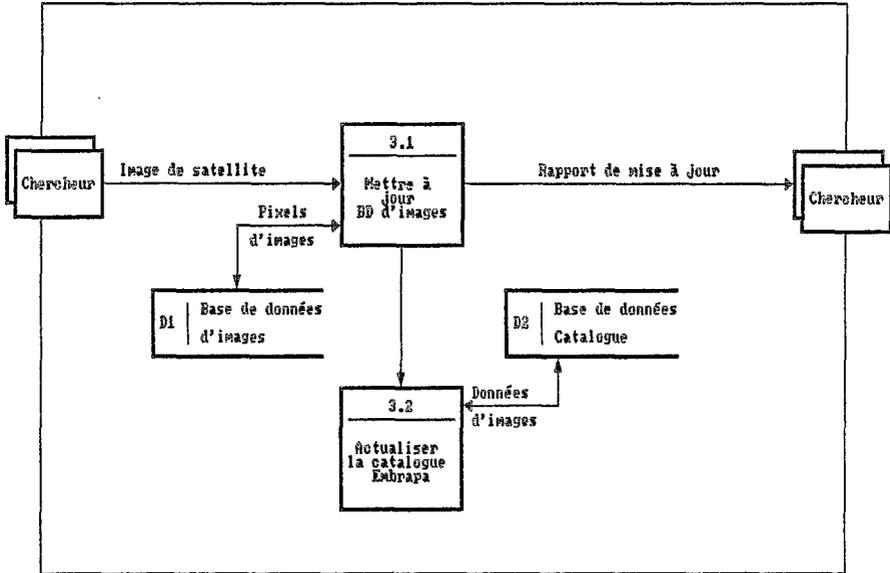


Fig.6 DFD de la fonction 3: Gérer BD d'images

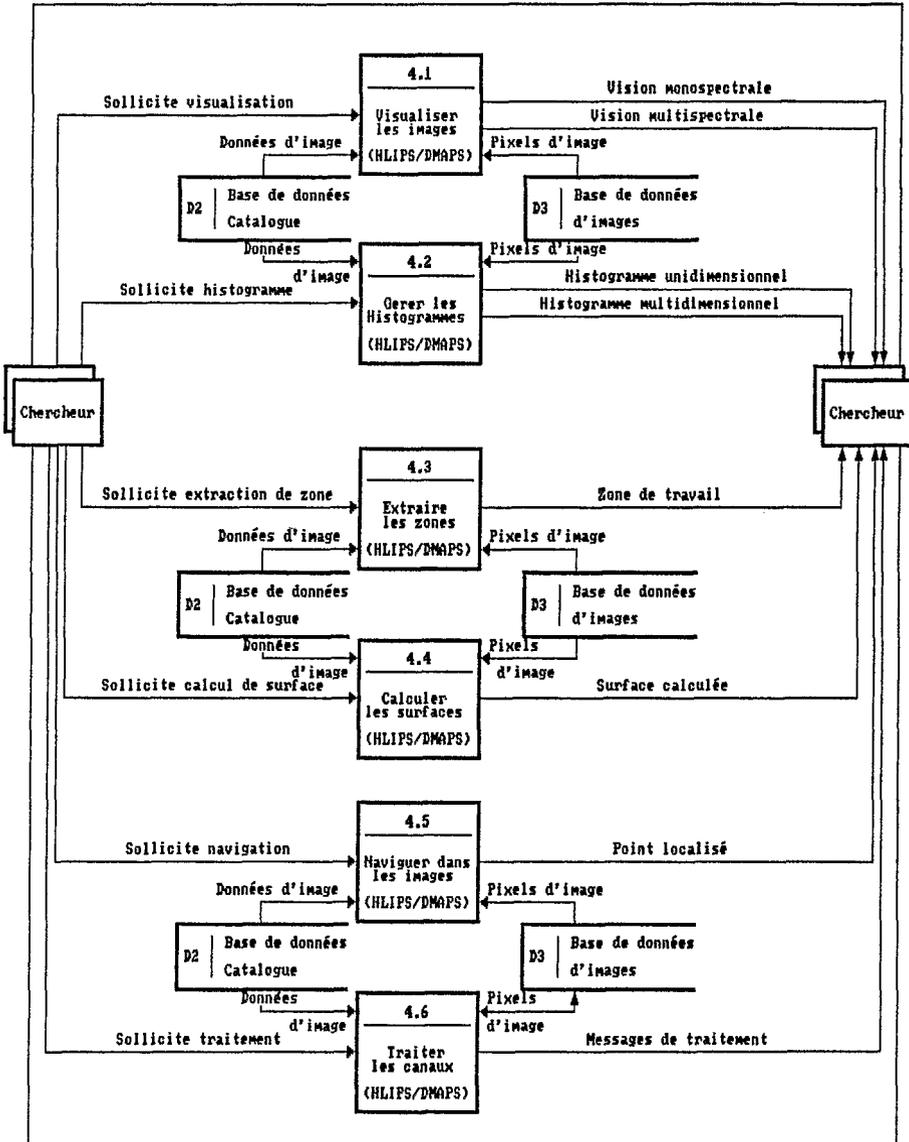


Fig.7 DFD de la fonction 4: Traiter les images

SISIMAGEM

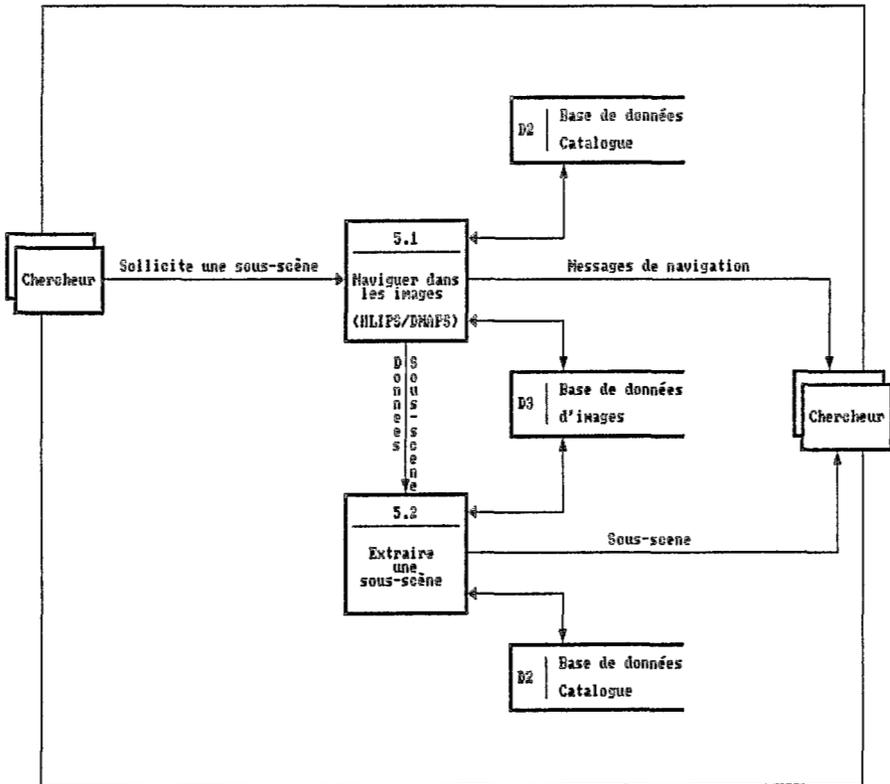


Fig.8 DFD fonction 5: Extraire les sous-scènes

CONCLUSION

Le système présenté a pour but d'offrir à tous les centres du SCPA un accès aux informations et à des orientations sur le traitement numérique d'images : c'est un des objectifs majeurs poursuivis par SISIMAGEM. Les progiciels actuellement disponibles pour le traitement d'images seront utilisés, avec la finalité de mettre en place des facilités qui permettent :

- de gérer les informations sur les images disponibles à l'EMBRAPA, et dans d'autres organismes ;
- d'orienter les chercheurs à propos de l'utilisation des images de satellites, dans des buts bien spécifiques ;
- que ces mêmes chercheurs puissent opérer des traitements d'images simples, tant au niveau du module central (en utilisant le RAMTEK accouplé à l'ordinateur IBM-4381), comme au niveau du module local, opérationnel sur micro-ordinateur PC-compatible disposant d'une carte graphique).

Comme module partiel de SISGEO, SISIMAGEM pourra atteindre près de soixante institutions de recherche agronomique dans le pays, et pourra ainsi rapidement conduire à la formation de chercheurs capables d'utiliser la télédétection comme un outil d'aide aux études sur l'environnement, à l'inventaire et à l'exploitation rationnelle des ressources naturelles brésiliennes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BORLAND International Inc., *Data Base Toolbox*, 1987, 163p.
 BORLAND International Inc., *Turbo Graphix Toolbox*, 1985, 254p.
 BORLAND International Inc. *Turbo Pascal 4.0*, 1987, 629p.
 EMBRAPA/DIN. *Manual do sistema de prototipação de sistemas especialistas (PSE)*, Brasília, 1987, 123p.
 EMBRAPA/NTIA. *Manual do software de recuperação de informações (SRI)*, Campinas, 1989.
 EMBRAPA/NTIA. *Manual do software científico (SOC)*, Campinas, 1987.
 ENGESPAÇO. *Manual do sistema de tratamento de imagens (SITIM)*, São José dos Campos, 1986.
 ENGESPAÇO. *Manual do sistema geográfico de informações (SGI)*, São José dos Campos, 1987.
 GANE, C. & SARSON, T. *Structured systems analysis : tools and techniques*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1979. 256p.
 IBM. *Manual do Cross system product (CSP) : application development user's guide*, 1988, 179p.
 IBM. *SQL Data system : terminal user's reference for VM system product*, 1984, 214p.

- IESA/Tecnologia de sistemas. *Mosaico/DFD*, 1988, 148p.
IESA/Tecnologia de sistemas. *Mosaico/DEM*, 1987, 160p.
MAGRI, J.A. *DIALOG Plus Interativo*, 1988, Ed. Atlas.
PARROT, J.F. & CHEVILLOTTE, H. *TIMOR, Traitement d'image par micro-ordinateur*, Paris, 1987. ORSTOM, 56p.
SAS Institute Inc. *SAS User's guide : basics*, 1985, 1290p.
SOFT. *Manual preliminar do DIALOG/GER*, 1989, 203p.

(Traduction libre, Patrick Séchet, août 1989).