

**ETUDE DES EFFETS DE L'INTERVENTION
DE L'ORSTOM DANS QUATRE PAYS TESTS
MEXIQUE, CAMEROUN, CONGO, NIGER**

**ÉTUDE REALISEE A LA DEMANDE DU
COMITE NATIONAL D'EVALUATION DE LA RECHERCHE**

RAPPORT INTERMEDIAIRE PAYS : NIGER

Direction scientifique :

Dominique DESJEUX, Professeur d'anthropologie sociale et culturelle à
l'Université Paris V-Sorbonne, Directeur scientifique d'Argonautes

Enquête réalisée par :

Sophie ALAMI, Sociologue, Chercheur à Argonautes

Dominique DESJEUX, Professeur d'anthropologie

Sophie TAPONIER, Chercheur au Laboratoire d'Ethnologie de l'Université Paris V-
Sorbonne, Directeur de la recherche et des études d'Argonautes

AOUT - OCTOBRE 1992

SOMMAIRE

INTRODUCTION p. 3

CHAPITRE I : HAPEX	p. 11
---------------------------	-------

A. HAPEX UN PROGRAMME REVELATEUR DES NOUVEAUX ENJEUX DE L'ORSTOM p. 12

B. LES ENJEUX AUTOUR D'HAPEX : PARTICIPATION AU PROGRAMME ET STRATEGIE DE CARRIERE p. 16

C. LE SYSTEME HAPEX : UNE AGREGATION DE MICROREGULATIONS ENTRE TERRE ET CIEL, CENTRE ET PERIPHERIE p. 19

1. Le positionnement de l'Orstom au sein d'Hapex : une occupation de places stratégiques p. 20

2. La régulation de la participation des équipes de chercheurs au sein d'Hapex. p. 28

3. La valorisation d'Hapex p. 58

4. La négociation de l'information p. 61

D. un partenariat limité p. 65

E. Les impacts d'Hapex p. 70

**A. LE FONCTIONNEMENT DU CERMES : EPIDEMIOLOGIE
ET IMMUNOLOGIE**

p. 75

1. Comment faire de la recherche sans électricité ?

p. 75

2. Une recherche à moyenne portée

p. 77

B. UN PARTENARIAT INEXISTANT

p. 81

C. LES IMPACTS DU CERMES

p. 82

1. Impact formation par la recherche

p. 82

2. Relations avec les services de terrain

p. 83

3. La valorisation de la recherche

p. 84

ANNEXE : liste des personnes interviewées

p. 85

INTRODUCTION

• **l'Orstom Niger, un dispositif mixte :**

Le dispositif Orstom au Niger se caractérise par une organisation mixte, qui repose à la fois sur l'existence d'un centre de recherche et de structures d'accueil, nationales ou régionales, au sein desquelles fonctionnent un certain nombre de chercheurs expatriés :

- le CERMES, Centre de Recherche sur les Méningites et les Schistosomiasés, est une antenne de l'OCCGE, Organisation de Coordination et de Coopération pour la lutte contre les Grandes Endémies ; elle accueille des chercheurs de l'Orstom travaillant sur la bilharziose de l'homme et du bétail;

- l'IRI, Institut des radio-isotopes de la faculté d'agronomie, héberge dans son département agronomie deux chercheurs de l'Orstom travaillant sur le mill;

- AGRHYMET, centre régional de formation et d'applications en agrométéorologie et hydrologie opérationnelle dépendant du CILSS, abrite deux chercheurs, l'un centré sur Epsat et Hapex Sahel, et l'autre travaillant sur la dynamique des paysages sahéliens

Le cas du Niger se rapproche de celui du Congo du fait qu'il existe un centre Orstom qui fonctionne avec ses propres laboratoires. En cela, il s'oppose en partie au Cameroun, où tous les chercheurs sont dispersés dans des institutions camerounaises. Cependant, on peut retrouver des dispositifs communs, comme par exemple entre le CERMES (au Niger) et l'OCEAC (au Cameroun).

- **une activité de recherche croissante :**

Depuis deux à trois ans, l'activité du centre Orstom de Niamey est en croissance. Les départements les plus représentés sont les départements DEC, TOA, MAA et DES. De nombreuses recherches s'organisent autour du programme Hapex¹, soit très directement, soit en se situant à sa périphérie. Un autre pôle de recherche s'organise autour du mil. Deux programmes, importants mais moins représentés, concernent la santé et l'archéologie. Enfin, le département SUD n'est présent qu'à travers le travail d'un allocataire nigérien.

- **un programme international révélateur de nouveaux enjeux :**

L'originalité du Niger repose sur l'existence du programme Hapex Sahel, occasion d'une opération scientifique internationale. Cette situation particulière a permis de mettre en lumière un certain nombre d'enjeux et de difficultés que les autres situations, africaine et mexicaine, ne permettaient pas de saisir aussi précisément.

L'opération Hapex est révélatrice des nouveaux enjeux que représente, pour l'Orstom, **l'entrée dans la compétition internationale** de haut niveau.

Hapex révèle l'importance de la **fonction sédentaire** jouée par l'Orstom dans le **système nomade** de la recherche française et internationale.

¹Hapex : Hydrologic Atmospheric Pilot Experiment of Sahel, est un programme d'étude international sur les interactions continent - atmosphère

Hapex fait ressortir de façon privilégiée la **tension entre fonction de recherche et fonction de développement**, en éclairant l'aspect contradictoire que ces deux objectifs peuvent présenter quand ils doivent être remplis, par le chercheur, pendant une même période.

A travers l'importance des activités en hydrologie développées à la périphérie d'Hapex, ce programme permet de saisir **l'importance des stratégies de Département et d'Unité de Recherche** dans la gestion de cette tension.

Hapex montre enfin comment les contraintes des règles du jeu émises par la direction ou les commissions de carrière, les effets de réseaux et les transactions inter-individuelles influent sur une politique scientifique et sur ses impacts.

Les retombées des activités de l'Orstom sur le Niger sont faibles du fait, d'une part du type de programme plus orienté vers le "fondamental" que le développement, et d'autre part d'une pénurie économique au Niger qui limite structurellement toutes les formes d'impacts qui pourraient être produites par l'Orstom.

L'analyse finale fait ressortir que **l'impact d'Hapex est d'abord international et interne à l'Orstom**. Cependant, le cas du Niger montre l'importance de l'Orstom comme institution permettant l'existence d'une recherche minimale en Afrique.

- **un dispositif nigérien de recherche en difficulté :**

Le dispositif de recherche nigérien est placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. Ce dispositif s'appuie

d'une part sur l'université de Niamey et d'autre part sur l'existence d'autres structures nationales, instituts ou offices chargés de secteurs spécifiques.

L'université se compose de six facultés, Sciences, Lettres et Sciences Humaines, Sciences Economiques et Juridiques, Pédagogie, Sciences de la Santé et Agronomie et de trois instituts, Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques, Institut de Recherche en Sciences Humaines et Institut des Radio Isotopes.

L'Université est confrontée à de nombreuses difficultés matérielles et la priorité est actuellement aux questions d'enseignement. Les enseignants-chercheurs connaissent une situation sociale et financière telle, qu'ils sont contraints de privilégier des activités avant tout rémunératrices. Comme le souligne, en 1991, dans un rapport interne, le représentant Orstom au Niger :

"... le métier de chercheur est peu valorisant tant au plan de la reconnaissance sociale qu'au plan financier. Le meilleur exemple en est l'Université de Niamey où les enseignants-chercheurs préfèrent se surcharger d'heures de cours qui leur sont rétribuées dès qu'elles sont dispensées en plus du quota qu'ils sont tenus d'assurer, plutôt que de faire de la recherche qui ne leur apporte aucun gain salarial. La faiblesse des salaires, de plus grevés par des impôts très lourds, explique très largement ces choix."

L'état du système éducatif dans son ensemble ainsi que l'absence de conditions matérielles de base, ne permettent pas au Niger de faire émerger une communauté significative de chercheurs. L'appréciation de l'ensemble des orstomiens quant aux compétences des chercheurs nigériens est celle d'un niveau de compétences faible comparativement à d'autres pays africains, tel le Cameroun. En outre, les structures existantes au Niger semblent autant manquer de techniciens de haut niveau que de chercheurs.

Les instituts de l'Université ne semblent pas globalement dans une situation plus favorable en dehors de l'IRI qui bénéficie du soutien de la Commission à l'Energie Atomique. Ils ne regroupent en outre qu'un faible nombre de chercheurs dans des conditions de travail très médiocres.

Il existe parallèlement des instituts ou offices nationaux tels l'INRAN, l'ONERSOL, la DRE, la DMN ou l'ONAREM² au sein desquels des programmes de recherche sont initiés. Outre un financement par l'Etat nigérien, certains bénéficient d'aides extérieures; l'INRAN par exemple reçoit des aides extérieures notamment du FAC et de l'USaid. Leur situation matérielle les rend en partie dépendants de l'aide extérieure et des préoccupations des bailleurs de fond potentiels comme le souligne un des responsables interviewé :

"Jusqu'à maintenant les départements étaient organisés sur une base disciplinaire, mais, sous la pression de bailleurs de fond comme la banque mondiale on casse l'aspect disciplinaire. L'objectif est de mettre au point des programmes pluridisciplinaires pour faire des recherches plus appliquées. (...) on va par exemple regrouper la socio-économie, le travail du sol, la fertilité autour du développement des cultures pluviales : mil, sorgho, niébé, arachide."

Outre les structures nationales, des organismes régionaux sont implantés au Niger tels l'ICRISAT, AGRHYMET ou le CERMES/OCCGE³. Ces instituts n'ont pas

²INRAN : Institut National de Recherches Agronomiques du Niger

ONERSOL : Office National de l'Energie Solaire

DRE : Direction des Ressources en Eau

DMN : Direction de la Météorologie Nationale

ONAREM : Office National des Ressources Minières

³ICRISAT : Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides - Centre Sahélien

AGRHYMET : Centre régional de formation et d'application en agrométéorologie et hydrologie opérationnelle

OCCGE : Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies

tous la recherche pour objectif mais un certain nombre de leurs projets contiennent des programmes de recherche opérationnelle.

Les conditions de travail sont là encore problématiques, certains organismes comme le CERMES/OCCGE connaissant de graves difficultés financières.

- **Présentation du rapport :**

- Note méthodologique :

Le cas du Niger est l'occasion de mettre un accent particulier sur la description des pratiques quotidiennes de recherche et d'élaboration de connaissances scientifiques. Ces informations permettent d'éclairer la façon dont se construit une politique scientifique, d'en saisir les enjeux et d'en cerner les différents impacts ; **une politique scientifique apparaît comme une construction sociale** qui est la résultante d'un effet d'agrégation de trajectoires de chercheurs et de responsables d'unité de recherche, de départements, de centres, ou de la direction.

Cette "mise à plat" des activités de recherche n'a pas pour objectif une évaluation scientifique des activités des chercheurs, évaluation dont les experts ont la charge. Elle permet de saisir un certain nombre d'enjeux, comme par exemple, le positionnement de l'Orstom sur un type de recherche plutôt qu'un autre, les négociations autour des résultats de recherche ou encore les impacts possibles d'opération comme Hapex pour l'Orstom; cette approche est de ce fait nécessaire et particulièrement éclairante sur la réalité des jeux au sein desquels l'Orstom évolue.

Il s'agit donc d'un **regard sociologique** posé sur une activité particulière, la recherche et, de ce fait, sur la construction de connaissances scientifiques. Notre fonction n'est pas ici de "dire" la science, mais d'exprimer en terme "simples", "non scientifiques" diraient certains, les pratiques et les visions scientifiques que les personnes interviewées nous ont confiées. Cette description apporte des éléments d'informations sur des **"théories" qui sont ici données comme des représentations. Ces informations n'entraînent** de notre part, sociologues, **ni approbation, ni désapprobation**. Dans ces descriptions peuvent se glisser des erreurs techniques relatives à des noms, du vocabulaire scientifique ou contenir des simplifications; en effet, certaines présentations de "la science" peuvent apparaître comme définitives, comme s'il n'existait pas de controverses scientifiques par exemple. Nous présentons des résultats finaux, des "problèmes" scientifiques tels qu'ils nous ont été présentés par les chercheurs dans **un contexte d'entretien** : notre compréhension de ces éléments d'information découle du **croisement de divers interviews** et de la démarche explicative adoptée par les chercheurs eux-mêmes.

- Ce rapport est structuré en deux parties :

. une première partie est centrée sur Hapex. La plupart des chercheurs présents au mois d'août à Niamey concourraient au programme Hapex en son centre ou à la marge. C'est à travers ce lien que les différents programmes seront analysés.

. En contre point de l'opération Hapex, nous analyserons, dans une seconde partie, le fonctionnement et les impacts du Cermes.

CHAPITRE I

HAPEX

A. HAPEX UN PROGRAMME REVELATEUR DES NOUVEAUX ENJEUX DE L'ORSTOM : "Hapex est au coeur du dilemme de l'Orstom"⁴

Hapex, et c'est son intérêt, est révélateur de plusieurs tensions et enjeux :

- Au niveau le plus général Hapex montre la **difficulté des chercheurs à tenir** à la fois **l'objectif de publier des articles dans des revues de rang A** qui traiteraient de problèmes climatiques globaux, et **l'objectif de développement**, et donc des retombées éventuelles d'Hapex sur le Niger ou sur la zone sahélienne :

"Il y a une ambiguïté à l'Orstom. De plus en plus, les chercheurs sont évalués par rapport à leurs publications de rang A, et on demande en même temps un travail de coopération, mais c'est incompatible. Ce n'est pas difficile de publier dans des revues de rang A, mais cela prend du temps qui concurrence la formation et le contrat de type expert".

- Au niveau international, l'Orstom semble se confronter pour la première fois, sur le terrain, à des **équipes internationales** considérées comme étant de très haut niveau :

"A l'Orstom, c'est la première fois qu'on a des contacts avec des scientifiques de haut niveau, un autre monde. D'habitude, nos partenaires sont des chercheurs locaux. Là, ce sont des instituts qui tiennent le haut du pavé. L'Orstom se trouve actuellement face à ce qu'il y a de meilleur au niveau scientifique ; des instituts beaucoup plus pointus et sans aucune orientation vers le développement".

⁴Avec le cas d'Hapex, nous avons choisi de laisser anonyme les sources des citations, du fait des différents enjeux révélés dans le cadre d'un système d'action concret tel que se présente Hapex, après une vingtaine d'interviews. Ceci est une condition pour préserver l'anonymat des chercheurs qui sont en interactions vécues sur un même champ. Les citations sont le fait de chercheurs expatriés ou de quelques chercheurs nigériens.

Leurs objectifs de modélisation sont à la pointe des recherches atmosphériques :

"Le programme Hapex est contrôlé par les atmosphériciens. Ce sont eux qui tiennent le haut du pavé aujourd'hui, avec les problèmes de la couche d'ozone ou de l'effet de serre. Ici, ce sont les USA qui s'appuient sur la France. Les atmosphériciens c'est une nébuleuse aux USA autour de la NASA et de l'USGS"

Pour l'Orstom, la question est de savoir comment participer au jeu sans perdre le bénéfice scientifique au dernier moment : le coût logistique pour l'Orstom, le gain scientifique pour les équipes américaines et hollandaises.

- En interne Hapex révèle **les enjeux stratégiques d'un des secteurs les plus anciens**, les plus solides, et les plus nombreux de l'Orstom, celui de **l'hydrologie** :

"L'hydrologie, c'est le gros des effectifs de l'Orstom. Il y a cent vingt personnes en comptant les chercheurs et les techniciens. C'est un statut à part. De plus, il y a une culture EDF qui est liée à son origine. C'est un Etat dans l'Etat".

Les hydrologues, qu'ils appartiennent au département TOA ou DEC, sont confrontés à l'alternative suivante : soit suivre la stratégie anglo-saxonne qui investit globalement sur les cycles de l'eau, et donc risquer de se heurter à des équipes internationales largement en avance sur l'Orstom, soit rester au niveau des bassins versants, là où la tradition des hydrologues et leur compétences sont capitalisables :

"Il y a une ambiguïté avec Hapex sur le terme "hydrological". Toute l'aura de l'Orstom est fondée en hydrologie sur l'étude du ruissellement. Dans le sens anglo-saxon, "hydrological" se rapporte à tout ce qui a trait à l'eau.

S'orienter vers l'hydrologie à l'anglo-saxonne, ce serait scier la branche sur laquelle les hydrologues sont assis. Ils se dilueraient, ils seraient en concurrence avec des gens beaucoup plus forts".

Ou à l'opposé :

"les hydrologues peuvent rester dans une optique traditionnelle Orstom : l'institut leur sera reconnaissant, mais au niveau scientifique, c'est une voie de garage".

Si l'Orstom n'appuie pas la seconde branche de l'alternative, il est soumis à une autre question, déjà résolue dans les faits : faut-il diversifier vers la pollution et l'urbanisme par exemple et abandonner les réseaux hydrographiques, au risque d'entrer en contradiction avec la demande des autorités africaines locales ? L'avantage est de ne plus avoir à supporter des coûts d'entretien trop élevés et donc de permettre aux financements ainsi libérés d'ouvrir des pistes de carrières nouvelles aux jeunes chercheurs.

- En interne toujours, Hapex est un bon exemple de **tension entre des jeunes chercheurs** de niveau doctorat qui visent un niveau de **recherche internationale**, des chercheurs plus anciens plus proches de **l'expertise hydraulique** que de la recherche sophistiquée à base d'isotopes, de télédétection ou de modélisation du "global change", et des chercheurs entre les deux qui tentent de valoriser le capital accumulé en hydraulique en ouvrant des pistes de recherche et des alliances avec des laboratoires français autour de la compétence hydrologique de terrain.

Cette tension s'appuie sur une image historique de l'hydrologie qui n'est pas toujours positive pour les jeunes chercheurs quant à sa qualité scientifique :

"Le laboratoire de Montpellier de l'Orstom n'est pas un bon laboratoire en hydrologie. Cela vient d'une tradition. En pédologie on passait des thèses. En hydrologie, certains n'ont pas de thèse".

D'autres plus anciens se souviennent :

"En hydrologie, vouloir préparer une thèse, c'était la mise à la porte".

- En interne, enfin, Hapex révèle **les potentialités et les difficultés d'une coopération entre équipes pluridisciplinaires** autour du degré carré :

"Les bioclimatologues ont besoin des débits des hydrologues pour vérifier et caler dessus leurs mesures de l'évaporation. Tout ne colle pas. Il faut toujours recouper".

"On a un WAB (zone affectée par le vent) avec un mât. On compare la quantité de pluie tombée avec l'évaporation et on peut en déduire que le reste s'est infiltré. A côté, un autre chercheur de l'Orstom peut dire "voilà ce qui s'est vraiment infiltré". A partir de cela, on doit réfléchir et chacun doit ajuster et revoir la marge d'erreur qu'il peut accepter. Les chercheurs ne peuvent pas se débrouiller seuls".

Cette coopération est rendue difficile par le fait que le chercheur *"est écartelé entre trois dynamiques : la sienne propre, celle de sa discipline, et celle de son institut, l'Orstom. Et les critères d'évaluation de l'Orstom ne poussent pas vers la coopération."*⁵

⁵La coopération est d'autant plus complexe, sur un ensemble aussi vaste que le cycle de l'eau, que les échelles d'observation ne sont pas les mêmes. *"Avec Hapex, on ne veut plus discuter. Le degré carré des atmosphériciens est leur limite inférieure maximum. Pour nous, c'est la limite supérieure maximum. Leur échelle est trop grande pour nous en terme de temps et de coût"*. La coopération est limitée par le surcoût que nécessiterait l'ajustement des échelles d'observation entre elles. Cet ajustement demanderait la plupart du temps une augmentation du nombre des observations par division du degré carré par exemple ou par augmentation du nombre de mesures sur la surface au sol.

- En terme de partenariat, Hapex montre qu'il est difficile de se positionner à la fois sur le plan international et sur le plan local, la participation des nigériens n'apparaissant bien souvent que comme une présence formelle.

Hapex révèle malgré tout l'impact le plus important de l'Orstom, autour de sa **compétence logistique : sa capacité à organiser les conditions matérielles et sociales d'une opération de grande envergure**. Il reste à savoir comment l'Orstom va pouvoir valoriser sa double participation logistique et scientifique. Ainsi, un chercheur souligne que les autres chercheurs internationaux *"citent leurs sources mais ça n'a aucun intérêt pour le chercheur d'avoir des remerciements. Le seul intérêt c'est de publier"*.

Comment, après avoir internalisé une partie des coûts, l'Orstom va-t-il réussir à éviter l'externalisation des gains ?

B. LES ENJEUX AUTOUR D'HAPEX : PARTICIPATION AU PROGRAMME ET STRATEGIE DE CARRIERE

Il est possible de distinguer trois positions de chercheurs Orstom par rapport à Hapex :

- ceux qui sont au **coeur du projet** et dont la recherche est centrée sur le programme Hapex : *"Le coeur d'Hapex, ce sont les micrométéorologues ou bioclimatologues, au sein de l'Orstom"* ; pour eux, les relations avec les autres équipes internationales sont cependant difficiles *"car chacun surveille sa copie"*.

- ceux qui ont des programmes organisés en dehors d'Hapex, mais dont la **collaboration est nécessaire** ou utile au bon fonctionnement d'Hapex. Cela est tout particulièrement le cas d'Epsat⁶.

- ceux qui, par opportunité ou obligation, choisissent de mener une partie de leurs observations de terrain dans l'espace délimité par le degré carré. Leur apport au programme Hapex sera **à la marge** de leurs observations.

Ces trois positions par rapport au projet Hapex révèlent des enjeux :

- en terme **financiers** : comment chaque Unité de Recherche va recevoir, ou non, des retombées du financement du programme Hapex, par la direction de l'Orstom, le FAC ou d'autres sources. L'importance de ces retombées va conditionner en partie l'investissement que les chercheurs qui ne sont pas au coeur du projet vont engager dans Hapex.

- en terme de **circulation de l'information**, les chercheurs au coeur du projet sont engagés dans une course à la publication par rapport aux autres équipes internationales. Dans certains cas, ils ont besoin des données des chercheurs positionnés à la marge. Or, ceux-ci ont d'autres priorités de publication par rapport à leur axe de recherche. Ils ne sont pas forcément prêts à aller plus vite pour traiter et transformer les données nécessaires à Hapex.

- en terme de **territoire scientifique** et de carrière : Hapex est perçu par une partie des chercheurs plus jeunes comme une recherche de pointe, comme Epsat. **Hapex apparaît donc comme un signe de dynamisme au sein de l'Orstom et comme une voie potentielle de carrière de haut niveau**, au-delà de l'hydrographie :

"On n'est pas là pour faire de l'hydrographie, sinon pourquoi être Epsat ou Hapex".

"L'intérêt actuellement, c'est que Epsat/Hapex sont révolutionnaires en hydrologie".

⁶Epsat : Estimation des Précipitations par Satellite, programme dont le but est d'étudier la pluviométrie de la zone intertropicale.

Mais Hapex peut être aussi considéré comme concurrent aux programmes des hydrologues et aux choix stratégiques de développement scientifique. Cela s'exprimera par des débats sur la pertinence des problèmes posés par Hapex : faut-il s'engager dans une recherche sur le cycle de l'eau ? La télédétection est-elle au point ? Le problème du transfert d'échelle : peut-on comprendre le macro-climat à partir du micro-climat ?

A la fin d'Hapex, il est possible que les chercheurs se répartissent dans trois directions : certains quitteront l'Orstom ou se feront détacher pour intégrer d'autres laboratoires, surtout s'ils ne sentent pas un soutien de la direction de l'Orstom ou de leur département dans le sens d'un positionnement plus proche des recherches macro-climatologiques, de télédétection ou atmosphérique :

"S'il y a des blocages à l'Orstom, je peux changer de laboratoire et revenir grâce à un poste d'accueil. Cette pratique peut se généraliser à l'Orstom, si le principe des missions supplante celui de la longue durée. Il faudra être lié désormais à des laboratoires dans les universités".

"Il y aura une année de réflexion sur les résultats d'Hapex. Si c'est porteur, je serai intéressé pour continuer. Sinon, je changerai de département. A l'Orstom, il est difficile de faire des plans à long terme. Beaucoup de choses se déterminent par opportunité".

D'autres continueront à travailler sur les résultats d'Hapex en microclimatologie ; d'autres se recentreront sur leur stratégie d'origine, notamment en hydrologie.

En août 1992, l'agrégation des différentes équipes de l'Orstom officiellement engagées dans le programme Hapex était en cours de constitution.

Les hydrologues de l'UR2B, par exemple, se centrent sur "*la redistribution de l'eau le long des versants*". "Au contraire", Hapex étudie le destockage de l'eau vers l'atmosphère.

Finalement, **la perception** d'une partie des chercheurs Orstom liés à Hapex paraît **relativement confuse** :

"Hapex, je ne suis pas sûr d'avoir compris. Hapex est une nébuleuse. On ne sait pas ce qui s'y passe. On a bénéficié d'un peu de financement. Sinon, rien. Le financement vient de notre Unité de Recherche".

C. LE SYSTEME HAPEX : UNE AGREGATION DE MICROREGULATIONS ENTRE TERRE ET CIEL, CENTRE ET PERIPHERIE

En terme formel, le système Hapex est "relativement" simple à décrire, ainsi que la place de chaque équipe dans le dispositif. Le plus difficile est de faire ressortir **les transactions** entre les équipes de recherche **autour** :

- **du recueil, de la circulation puis de la publication de l'information ;**
- **des moyens à allouer en hommes et financements.** Ces moyens conditionnent le temps de terrain, le choix de l'échelle et le degré de précision des résultats et donc, l'expertise scientifique que chaque chercheur aura acquise.
- **des alliances à mettre en place sur le plan local, français ou international.** Les alliances sont influencées et influencent directement les carrières individuelles, la survie des Unités de Recherche ou des départements, le poids ou la légitimité de l'Orstom dans les différents dispositifs de recherche français ou internationaux.

1. Le positionnement de l'Orstom au sein d'Hapex : une occupation de places stratégiques

Les **débats scientifiques** et la description des techniques de recueil de l'information sont donc ici utilisés comme des **indicateurs de ces enjeux**. Les enjeux sont considérés comme les **indicateurs du processus de construction sociale des connaissances scientifiques**. La description de ce processus de construction sociale est l'**indicateur concret de la réalité que recouvre le concept d'impact**. **L'impact de l'Orstom se découvre à partir du jeu social de construction de la science.**

Hapex peut, en simplifiant, se caractériser comme l'étude d'un cycle avec de l'eau de pluie qui arrive sur le sol et qui repart dans trois directions : en profondeur dans le sol, en ruissellement de surface, et vers le ciel.

Aux flux de l'eau vont correspondre des flux financiers qui circulent *"à travers trois départements : TOA, DEC et MAA et plein d'Unités de Recherche"*.

Les Unités de Recherche sont placées sur les différents endroits de circulation du cycle de l'eau. Leur position sur le cycle est d'abord liée à l'histoire des travaux de recherche des chercheurs, des Unités de Recherche ou des départements. Ensuite, chacun va raccrocher peu ou prou ses recherches sur les objectifs Hapex.

En terme de financement, il est donc difficile de calculer le coût d'Hapex :

"Le problème est de savoir ce que l'on comptabilise. Il faudrait comptabiliser l'ensemble, mais aussi savoir qui travaille réellement sur Hapex".

Historiquement, on peut déjà constater que la force de l'Orstom se situe plus au niveau de l'arrivée de l'eau et de sa circulation au sol ou en profondeur qu'au niveau de sa remontée et de sa circulation atmosphérique.

Or, Hapex est la résultante d'une trajectoire qui part des laboratoires de recherches internationaux, notamment américains (en Arizona et au Maryland), mais aussi hollandais, britanniques (Wallingford), et français (CNES, LERTS de Toulouse), plutôt centrés sur les problèmes atmosphériques ou macro-climatiques⁷:

"Hapex est un gros projet qui dépasse l'Orstom. C'est un domaine très faible à l'Orstom".

Très peu de chercheurs de l'Orstom travaillent dans ce domaine :

"Les hydrologues ne s'occupent que de l'eau et pas de vapeurs d'eau. Voilà toute l'ambiguïté de l'Orstom. Hapex est une expérience qui scientifiquement touche une science marginale à l'Orstom. Mais pourtant, l'Orstom y a mis un paquet de fric".

Pour le moment, Hapex apparaît cependant **un projet prometteur dans une stratégie de positionnement de l'Orstom sur le plan international**. Le gain pour l'Orstom dépendra des moyens dont il disposera pour monnayer sa participation, en terme d'échanges d'informations et de publications de rang A :

"L'intérêt de ce type d'expérience, c'est de réunir des équipes qui travaillent sur un même lieu et de constituer une banque de données... Il y a un objectif initial plus des tas de choses qui viennent s'agglutiner. Ca

⁷Macro signifie pour les chercheurs "hors sols" une grande surface, c'est-à-dire l'inverse des géographes pour qui cela signifie "petite échelle". L'échelle étant un des problèmes clés des transactions de collaboration entre équipes de recherche, il faudra garder à la mémoire le double sens de "grande échelle".

fournira des données qui pourront être exploitées après coup pour des publications".

L'opération Hapex fait suite à plusieurs autres opérations du même genre aux USA, en France et en Espagne. Elle est donc un bon moyen pour l'Orstom de se positionner à un autre niveau scientifique.

Dans cette optique de positionnement international, il n'est pas évident de faire la part des acteurs les plus porteurs du projet : les chercheurs, la Direction, les départements ou les Unités de Recherche. Pour les uns c'est *"la volonté des chercheurs"* qui est à l'origine d'Hapex. Pour les autres *"il s'agit d'une volonté de la Direction de l'Orstom"*.

L'historique du projet permet d'éclairer la part des uns et des autres. La mobilisation autour d'Hapex remonte aux années 1988-89. Les chercheurs porteurs du projet sont *"appuyés par des responsables français appartenant à l'Organisation Mondiale de la Météorologie"*. Cela situe le niveau très élevé auquel se place Hapex, niveau qui, comme nous l'avons déjà vu, n'est pas habituel pour l'Orstom. Cela explique pour certains interviewés l'importance de l'investissement fait par l'Orstom pour Hapex :

"la Direction générale de l'Orstom a décidé de mettre beaucoup d'argent sur Hapex".

"Ca a aussi canalisé les chercheurs. Il y a une volonté de la direction de mettre beaucoup de fric. C'est venu sous la pression des partenaires français et étrangers".

"On n'a jamais vu l'Orstom débloquer dix véhicules comme cela !"

"La DIST finance l'achat du gros matériel, c'est-à-dire ce qui est supérieur à 100 00,00 FF normalement. Mais là, ce sont des millions de francs qui ont été débloqués".

Le dispositif français répond aussi au dispositif américain dans lequel la NASA a joué un rôle important dans le financement des équipes américaines et donc dans les décisions concernant le programme. Dans ce jeu franco-international, **le lieu a constitué un atout important de l'Orstom :**

"Le Sahel, ça fait tilt au niveau politique ; c'est comme le SIDA ! Et l'environnement, c'est devenu à la mode".

Le Sahel choisi, les atouts de l'Orstom dans le dispositif international mis en place ne sont pas négligeables : l'institut possède une **capacité logistique**, grâce à son centre de Niamey, associé à une **bonne expérience des relations avec les nigériens**. Il y a sur place le programme Epsat avec plus de **cent pluviographes sur le terrain**, ce qui lui permet de contrôler l'input principal de la modélisation de la remontée de l'eau. Il possède quelques chercheurs compétents en micro-climatologie qui peuvent déjà préparer le terrain et donc favoriser les étalonnages futurs ou expérimenter les difficultés. Il est difficile de chiffrer l'économie de temps, d'argent et de gaspillage qui est ainsi offert aux autres équipes. Mais, quand on connaît les difficultés de mise en place d'une expérimentation en vraie grandeur, notamment en Afrique, cela ne doit pas être négligeable.

Pour limiter les risques de voir les atmosphériciens, au sens large, tirer seuls les bénéfices du programme et mieux se positionner, l'Orstom a favorisé l'envoi de plusieurs chercheurs à l'étranger, pour se former à la télédétection, à la climatologie ou à la modélisation.

Cependant ces différents atouts ne doivent pas cacher un problème important pour l'Orstom : selon les chercheurs interviewés, il existe le **risque**, pour l'Orstom, **d'avoir misé toutes ses forces sur la préparation et le**

fonctionnement du projet et de ce fait, qu'il ne reste plus de financement pour l'exploitation des données de terrain.

En effet, les équipes étrangères, ne perdant pas de temps avec la logistique et pouvant directement se mettre au travail, peuvent concentrer leur financement sur l'exploitation des données de terrain et ainsi rédiger, les premières, les articles qui assureront leur notoriété.

La compétition "*est donc très dure*". Elle l'est d'autant plus que le système de financement de la recherche n'est pas le même pour l'Orstom et pour certaines équipes étrangères ; obligées de trouver plus de financement, ces équipes ont développé des comportements différents de ceux de la majorité des orstomiens moins soumis aux contraintes d'un "marché" de la recherche :

"L'institut de Wallingford est un EPIC. Il a donc une attitude commerciale. Les agents doivent défendre leur recherche et trouver leur financement".

La collaboration de toutes ces équipes n'est donc pas "spontanée", bien au contraire : la circulation de l'information, entre tout ces centres, ne va donc pas de soi et s'avère un enjeu fondamental.

Ceci explique les difficultés d'un chercheur de l'Orstom envoyé dans un laboratoire de recherche à l'étranger pour préparer la collaboration sur le terrain au Sahel. Il a proposé un sujet se rapportant à Hapex. L'institut étranger lui en a proposé un autre :

"Il a été associé à un chercheur qui travaillait sur ce sujet, mais pas sur Hapex et de plus qui n'était pas performant".

Il a eu le sentiment qu'il y avait une volonté de le marginaliser et qu'il était perçu comme un espion de l'Orstom. En arrivant au Niger, il a découvert que d'autres chercheurs de l'institut étranger travaillaient sur le premier sujet qu'il avait proposé.

L'explication tient au fait que :

"L'enjeu, c'est de publier vite et dans les grandes revues ! Longtemps pour l'Orstom, la publication n'a pas été une fin en soi. Pour les autres scientifiques, la publication c'est la condition de leur financement".

Or, pour avoir une bonne publication, il faut à la fois des bonnes données, ce que sait faire l'Orstom, mais qui demande du temps, et des "modèles" :

"(il faut aussi) des modèles pour pouvoir mettre (les résultats) sur le marché des publications. Donc, si quelqu'un a un modèle, il échange avec quelqu'un qui a des données. Concrètement, la négociation ne se fait pas au niveau de l'Orstom mais au niveau de l'équipe ou des individus".

C'est là où les rapports de force semblent déséquilibrés au détriment de l'Orstom :

"Maintenant, nous ne pouvons plus rester trois ans sur le terrain, en dehors de ce qui se fait comme recherche sur la modélisation. Ce n'est plus possible, si on veut rester dans la compétition internationale. Mais ce n'est pas le point de vue traditionnel de l'Orstom".

C'est pourquoi les chercheurs ont l'impression qu'Hapex illustre l'ambiguïté du positionnement de l'Orstom :

"On arrive à un point de choix pour l'Orstom. Qu'est-ce que choisit l'Orstom ? Fonctionner de façon traditionnelle ou travailler avec des équipes de pointe ? Il y a pour cela une pression nationale et

internationale. Si c'est l'option développement qui est choisie, ce sera toujours des financements français, de la coopération. Mais si les financements des chercheurs diminuent, ils devront trouver des financements propres. Ils seront donc obligés de s'aligner sur la concurrence internationale (ce qui dans ce cas entrerait en contradiction avec l'option développement)."

Tout se passe comme si Hapex était révélateur de **la double contrainte qui pèse sur les chercheurs à partir d'une contrainte de base : la diminution du financement de la recherche**. La recherche d'un financement peut alors conduire à **une recherche orientée vers le développement**, et donc plus rentable parce que plus appliquée, mais éventuellement **contradictoire avec la capacité à publier et donc avec un bon déroulement de carrière**⁸.

Elle peut aussi conduire vers une **recherche plus en concurrence avec la recherche internationale** qui demande **d'abandonner le développement** et qui peut même conduire à quitter l'Orstom au profit de laboratoires mieux placés dans la course aux financements. C'est un choix qui doit se faire assez vite pour le chercheur, car le coût humain, en terme de fatigue, de stress et donc de dépense d'énergie est assez élevé, s'il veut se maintenir à un bon niveau concurrentiel⁹.

Au démarrage d'Hapex, l'Orstom se positionne sur des places relativement stratégiques dans le dispositif général de la recherche :

⁸C'est ici que l'on sent l'importance de la gestion des Unités de Recherches ou des départements, au delà des stratégies individuelles des chercheurs. En créant Hydro Consult International, l'hydrologie fournit à ses chercheurs les moyens de diversifier leurs carrières. Quelque part cette innovation tient compte des cycles de vie des chercheurs, dont le déroulement est lié à l'évolution de la maturité professionnelle du chercheur, à celle de sa vie affective et familiale, et au déplacement de ses centres d'intérêt.

⁹Ce n'est pas toujours un choix libre. Ce choix dépend des atouts qu'il a pu accumuler au sein de l'Orstom (publications, réseaux, compétences "monnayables") et de l'existence ou non d'un marché de la recherche publique ou privée. Bien souvent les chercheurs au bout de quinze à vingt ans d'Orstom n'ont pas beaucoup de marge de manoeuvre surtout s'ils sont géologues ou agronomes généralistes.

- le représentant du centre Orstom de Niamey assure une partie de la logistique ;
- un des chercheurs est coordinateur du projet Hapex et assure la régulation des problèmes à résoudre entre équipes au sol et équipages en vol, et entre les demandes des différents chercheurs ;
- un des chercheurs est l'un des trois capitaines de site, sur le site central du degré carré ;
- par le projet Epsat, l'Orstom contrôle l'accès à l'information de base de la circulation de l'eau ;
- l'Orstom possède quand même quelques chercheurs en télédétection et en modélisation.

Le problème est de comprendre l'articulation des équipes de l'Orstom au sein d'Hapex. **La complexité du jeu tient aux différences d'appréciation sur les objectifs d'Hapex mais aussi aux anticipations que chaque équipe se fait de la suite d'Hapex.**

2. La régulation de la participation des équipes de chercheurs au sein d'Hapex.

En août 1992, l'estimation la plus fréquente est que la direction de l'Orstom ne mettra pas les mêmes moyens pour les suites du projet que pour sa préparation. **Chacun regarde comment mesurer au mieux son engagement soit en respectant une coopération minimum, soit en espérant ou infléchir la politique de l'Orstom dans le sens d'une suite d'Hapex, ou monnayer l'expérience acquise en dehors de l'Orstom.**

Hapex apparaît donc comme un lieu de recherche, le degré carré (100 km x 100 km), autour de l'eau, **où chacun va essayer de résoudre les problèmes qu'il se pose**, tout en faisant l'hypothèse qu'une partie des données récoltées pourra servir au coeur d'Hapex.

Quels sont les objectifs qui sont attribués à Hapex et comment chacun se positionne-t-il ?

Pour saisir les régulations qui déterminent les modes de coopération existants à l'occasion d'Hapex, nous nous sommes efforcés de suivre les itinéraires des chercheurs et la réalité de leurs pratiques quotidiennes de recherche. Derrière ces descriptions qui peuvent, dans un premier temps, sembler strictement techniques ou scientifiques, apparaissent des problèmes de régulations inter-personnelles et de coopération.

a/ Les objectifs généraux d'Hapex : flux de vapeur et télédétection

Il y a a deux aspects dans Hapex :

"Un aspect atmosphérique pour mesurer des flux (c'est l'eau qui remonte en vapeur).

L'autre aspect :

"C'est l'inversion des données de télédétection, aspect qui intéresse la NASA et le LERTS de Toulouse. L'objectif est de pouvoir utiliser la télédétection comme source de données".

Selon certains interviewés, la télédétection n'apparaît pas comme un moyen fiable car il y a de nombreux facteurs qui transforment les signaux entre leur

départ du sol et leur arrivée au satellite. Le second objectif porte sur la reconstitution des distorsions d'informations :

"La télédétection n'est pas au point. C'était la mode en 1985. Aujourd'hui, on n'est toujours pas capable d'estimer la pluie par télédétection".

b/ La place d'Epsat : des données stratégiques sur la pluie

• Epsat, un réseau important de pluviographes

Au regard de ces deux objectifs, la place d'Epsat, programme strictement orstomien, s'avère stratégique pour la réussite d'Hapex. Pour les chercheurs liés à Hapex, la mesure des flux est dans le prolongement du projet Epsat qui cherche à comprendre la variation des pluies dans le temps (entre deux années) et dans l'espace (entre deux endroits) :

"Epsat, c'est une gestion du réseau sol à base de pluviographes (avec enregistrement sur disquette). On peut reconstituer l'intensité de la pluie. On a un hydrogramme en temps réel".

C'est un grand programme qui a été lancé en 1986-87 et qui comprend une nébuleuse de laboratoires. L'objectif est de comprendre la formation des nuages et donc des pluies :

"On travaille sur les pluies. On veut reconstituer les lignes de grain, c'est-à-dire une série de cumulo-nimbus qui s'agrègent. Leur lieu de formation est du côté du lac Tchad. On ne sait pas comment cela fonctionne. Elles peuvent faire un parcours de 4 000 km, avec des zones complètement désertiques, et donc sans eau. Il y a donc un phénomène d'auto-entretien. Il peut tomber jusqu'à 150 millimètres d'eau. Elles peuvent générer des cyclones".

La méthode, pour recueillir l'information, consiste à échantillonner des sites de recueil de l'eau avec des pluviographes le long d'un transect. En 1988, il y a eu : *"un transect de 2 000 km du lac Tchad à Ouaga pour suivre le déplacement de la ligne de grain et un autre de 2 000 km de la Côte d'Ivoire à Niamey pour suivre la mousson de Guinée"*. Cela **représente** cinquante sections, et donc un **financement assez lourd**.

Au Niger, Epsat représente un réseau serré de pluviographes, indispensables pour Hapex :

"Hapex est venu parce qu'il y avait Epsat. Le réseau de pluviographes permet d'avoir la fonction entrée de toutes les manipulations".

"L'input principal d'Hapex, c'est la pluie".

Cette fonction entrée est d'autant plus importante qu'au Sahel, la variation des pluies est très forte sur une courte distance, contrairement aux régions tempérées :

"Au Niger, la variation peut être de 20 mm à 400 mm sur 12 km. Cela a été mis en évidence, grâce au réseau Epsat".

Les données d'Epsat sont donc stratégiques dans le dispositif Hapex, puisqu'elles permettent de recouper les mesures de flux faites à partir du sol. Cela permet de *"maîtriser une partie de la vérité terrain"*. L'importance d'Epsat et de ses résultats explique par ailleurs le caractère crucial de la question de leur diffusion. En effet, pour le moment *"les résultats d'Epsat ont été donnés à Agrhymet"*, mais pas encore aux autres équipes de recherche internationales

L'analyse du cas Epsat permet de saisir la complexité du recueil de l'information, le coût de la précision et les arbitrages faits entre deux méthodes de travail, la méthode satellitaire ou radar. Ces trois éléments montrent que ramenée aux pratiques de terrain, la coopération avec Hapex pose de nombreux problèmes concrets. **C'est dans la régulation de ces difficultés que se situe un des impacts informels de l'Orstom.**

- **La gestion du réseau Epsat : l'intérêt de la longue durée**

Epsat est d'autant plus stratégique que ses données sont sur une longue durée et sont nécessaires aux autres chercheurs d'Hapex. Cependant, l'importance d'Epsat est en soi la source de difficultés de coopération : des données de cette nature ont un "coût" qu'il s'agit pour les chercheurs de l'Orstom de "bien" négocier. Le recueil des données pluviométriques se fait en effet grâce à des tournées qui durent de dix jours à trois semaines. C'est un technicien qui prépare la logistique des tournées et il y a trois équipes qui tournent pendant plusieurs mois (un mois avant la saison des pluies puis ensuite pendant quatre mois) pour installer puis démonter le matériel. Il faut recueillir l'information de cent pluviographes.

L'information est stockée dans des cartouches puis dépouillée :

"Il faut d'abord transformer l'information des cartouches qui est en "exadécimaux" en "code Askii". C'est un problème informatique. C'est un gros travail. Il faut d'abord faire un travail critique pour contrôler le recueil des données et repérer les lacunes".

En effet, certains jours, l'enregistrement ne marche pas à cause du vandalisme, des oiseaux ou d'une panne de "l'augeur basculeur" qui peut se coincer alors qu'il conditionne l'enregistrement. Ce travail demande une demie heure par

cartouche. Or, sur une saison il y a à peu près deux cents cartouches à traiter. On constate que sur dix mille jours d'observations, il y a cent cinquante jours de lacunes.

L'objectif est de limiter les jours de lacunes pour **augmenter la précision**. Ceci nécessite plus de tournées et de passer à peu près de 45 000 km à 60 000 km par saison pour augmenter le nombre des relevées. "*Ceci entraîne un surcoût de 25 %*", pour un gain de précision de moins de 1 %.¹⁰

L'intérêt de cette description est de montrer que la précision n'existe pas en soi, mais qu'elle a un coût et que la couverture de ce coût est elle-même la résultante d'une transaction sociale. La précision est donc, au sens strict, une construction sociale qui dépend des conditions matérielles de travail et qui donne lieu à des relations de coopération particulières.

Les données de terrain sont ensuite agrégées. Tous les dix jours les chercheurs font des bilans avec une carte des isohyètes, c'est-à-dire de la moyenne non arithmétique des pluies¹¹.

Vers la mi-septembre, la transformation des données continue : elles sont mises en forme pour obtenir des fichiers de travail sur la base d'une saison :

"On fait l'hypothèse que c'est lissé. Et pourtant, on constate déjà des écarts du simple au double au cours d'une saison".

¹⁰Si on estime à 3 FF le prix du km pour un véhicule tout terrain, et sans compter les coûts de salaires journaliers, on arrive à un surcoût de 45 000 FF, ce qui correspond à un budget moyen de chercheur Orstom pour 6 à 8 mois. Ce n'est donc pas négligeable.

¹¹Ces calculs font appel à la géostatistique qui permet de rendre continue des données discontinues sur une surface déterminée.

L'unité saison permet de "lisser" au maximum l'information pour obtenir une courbe régulière. La régularité facilite l'étude de corrélations entre les observations au sol et les observations du satellite ou du radar. L'objectif est de trouver des règles de fonctionnement des lignes de grain et d'établir des corrélations entre ces lignes de grain et les données des pluviographes. Pour cela, il semble que le choix ait dû se faire entre l'utilisation d'une part, des données radar et, d'autre part, de celles du satellite.

Epsat, pour le moment, a choisi de s'orienter en priorité sur le croisement des mesures radar (sur la quantité supposée de pluie dans les nuages) et au sol (sur la quantité moyenne tombée), avant de les croiser, plus tard, avec Météosat.

Le radar paraît plus maîtrisable dans l'immédiat parce que l'Orstom est en contact avec le travail du professeur Sauvageot, spécialiste des radars et des problèmes de convection, et qui travaille déjà à Niamey. Celui-ci est aussi directeur de recherche du chercheur nigérien travaillant sur le radar et sur la lecture des données dans le cadre d'Hapex.

Mais, le radar a un inconvénient, c'est le bruit de fond qu'il produit, surtout quand il est vieux, comme c'était le cas, à Niamey en 1991, la première année de l'expérience :

"En 1991, sur les trente veilles radar, il n'y en a que huit qui ont été utilisables à cause du bruit".

C'est pourquoi l'Orstom a financé la remise en état du radar en 1992¹².

¹²Le choix du radar n'est pas seulement technique, il est aussi "affectif". *"Je ne crois pas trop aux satellites, car on ne sent pas les nuages : le satellite voit l'amas, le radar voit les cellules"*.

L'avantage du radar réside, par ailleurs, dans le fait qu'il a une portée plus fine que celle obtenue par satellite. Le but de l'observation radar est alors de *"convertir la réflectivité radar en quantité de pluie"*.

En fait, le radar reçoit les échos de nuage de plus 450 km à moins 450 km autour de l'aéroport de Niamey. Les cellules convectives, qui forment les nuages, sont donc enregistrées sur 900 km. Elles sont sous forme d'amas nuageux ou de ligne de grain :

"Il y a une tache qui apparaît à l'écran du radar. Cette tache est plus ou moins brillante. Cela signifie que le nuage est plus ou moins riche en vapeur d'eau. Aux différentes intensités de brillance sont associées à partir d'un "décodeur", plusieurs teintes de couleurs. A chaque teinte correspond une quantité de millimètres de pluie par heure. Il suffit ensuite de lire sur un "nuancier" de couleur".

Quand l'évènement arrive, *"le radar donne un écho qui est numérisé et stocké dans un système d'acquisition. Un micro-ordinateur transforme les données numériques en "carte" couleur. L'ordinateur reçoit une image par minute. Il en sort une toute les dix minutes"*.

En même temps *"l'information sur la pluie est relevée au sol dans le degré carré"* par Epsat et ce sont ces deux séries de résultats qu'il s'agit de croiser.

L'utilisation du radar ne va pas sans poser quelques difficultés. Dans la veille radar, l'incertitude première est de ne pas manquer "l'évènement", c'est-à-dire l'arrivée des nuages. Pour assurer la veille et ne pas "rater" d'évènement pluvieux¹³, des moyens humains importants sont mis en place : deux ou trois équipes se relaient jour et nuit.

¹³La nécessité d'un suivi sur une longue période confirme certains chercheurs dans leur choix de privilégier l'aspect sédentaire de l'Orstom, contre les missions courtes.

L'objectif est de comprendre comment se forment les cellules convectives : *"comment il y a ou non convection, c'est purement 'atmosphéricien'"*.

Le résultat est que, pour le moment, les chercheurs n'ont pas trouvé de bonnes corrélations *"entre la ligne de grain et les résultats du pluviographe au sol"*.

Cependant, avec le satellite Météosat, les résultats *"ne sont pas plus satisfaisants"*¹⁴. *On n'arrive pas toujours à bien reconnaître l'information. Par exemple, la méthode par infrarouge devrait permettre de faire un lien entre la température, le sommet des nuages et la pluie : mais la corrélation est mauvaise"*.

Le radar est un bon exemple d'intersection entre des trajectoires scientifiques, autonomes au départ, et qui se croisent dans Hapex en faisant synergie. Elles rentrent en partie en contradiction, cependant, avec la partie télédétection d'Hapex.

On comprend par ailleurs comment l'équipe du radar intervient dans Hapex; avec le radar, on est très en amont du coeur du programme Hapex. Son lien passe par Epsat et il participe aux données de l'input d'eau.

Les interviews font ressortir **un clivage "sol - radar", contre "télédétection - atmosphéricien" qui exprime autant une controverse scientifique qu'une sensibilité à un territoire scientifique dont le chercheur sent qu'il a la maîtrise et au-delà duquel tout lui paraît incertain.** Cette remarque nous

¹⁴Le Pixel de Météosat *"est de 25 km² (en dessous on ne saisit pas les variations). Or, les variations peuvent être du simple au double sur 1 à 12 km. Donc Météosat n'est pas adapté au Sahel"*.

rappelle qu'une des nombreuses difficultés de coopération scientifique se situe au-delà des questions de personnes qui sont souvent surestimées au détriment de **l'effet de situation et donc, ici, de territoire.**

c/ La micrométéorologie : le coeur d'Hapex

Derrière l'apparence relativement "lisse" du discours des chercheurs et des présentations scientifiques et techniques de leurs activités apparaissent des "aspérités" relatives aux modes de coopération.

La restitution du discours des interviewés et de leurs descriptions met en évidence l'écart qui existe entre une présentation scientifique ordonnée et sans problème, et une réalité sur le terrain faite de régulations portant sur la logistique, les conditions matérielles pour accéder au terrain et recueillir l'information, ainsi que la coopération entre chercheurs.

Ainsi, avec la bioclimatologie, comme on dit à l'Orstom, ou la micrométéorologie comme disent les anglo-saxons, on entre dans le coeur d'Hapex. La micrométéorologie se positionne sur un segment particulier de l'eau : en effet, une fois arrivées au sol, les pluies repartent dans le sous-sol (une équipe Orstom travaille sur le flux d'humidité en surface et en profondeur, avec en annexe des mesures de l'effet "couverture végétale" à partir du mil), d'autres s'écoulent sur les bassins versants (une autre équipe travaille sur ce flux), et une troisième partie repart vers le ciel, pour former les nuages de convection ou les lignes de grain. C'est le domaine des bioclimatologues.

Pour remonter en vapeur d'eau, l'eau a besoin d'énergie. L'idéal, pour les chercheurs, serait donc de pouvoir repérer par satellite, l'énergie thermique

dégagée par le sol, à partir des micro-ondes émises dans la bande thermique. Ceci permettrait de calculer l'énergie disponible et donc la quantité de vapeur d'eau qui pourra remonter vers le ciel.

Mais là, Hapex se heurte à deux problèmes : d'une part, celui de l'inversion (les micro-ondes émises par le sol sont transformées avant d'arriver au satellite) et d'autre part l'hétérogénéité du couvert végétal sahélien (brousse tigrée, jachère et champ cultivé) qui pose le problème de l'hétérogénéité de la mesure de l'énergie au sol.

Hapex doit donc résoudre deux problèmes scientifiques qui induisent une mobilisation de moyens matériels spécifiques : d'un côté comment mieux appréhender les phénomènes de transformation des micro-ondes tout au long de leur trajet vers le satellite, ceci demandera tout un dispositif d'observation au sol avec les mâts dans les WAB, et en l'air les ballons sondes et les avions. De l'autre, comment mesurer les flux de vapeur d'eau, la dynamique de la couverture végétale, le ruissellement, l'humidité en surface, etc... Ceci nécessitera un autre dispositif au sol.

La question centrale est celle du "nouage" (pour reprendre un terme lacanien) de toutes les équipes (en terme logistique et d'échange de données) et de toutes les informations (en terme de transformation sous forme de données communicables et corrélables avec d'autres).

Le cas de la coopération Epsat-Radar, qui est une coopération franco-française, à partir de résultats "relativement simples", a déjà fait ressortir la complexité du nouage. Avec le coeur d'Hapex, le nouage paraît encore plus complexe à réaliser. En première approximation, **on peut davantage s'étonner de l'existence de formes de coopération que l'inverse. Le mystère n'est pas**

la non coopération, qui paraîtrait plutôt "le plus normal", mais le fait que la coopération fonctionne, au moins sur certains points de contacts.

Pour les bioclimatologues, l'objectif est donc de calculer l'évaporation de l'eau, principalement à partir du bilan énergétique. Ils ne s'occupent qu'à la marge, de la pluie et du ruissellement, pris en charge par d'autres chercheurs.

L'objectif premier est de rechercher l'énergie disponible en surface qui permet l'évaporation et qui va influencer la "couche limite" de l'atmosphère (la partie de l'atmosphère qui est directement influencée par les échanges d'énergie avec la surface du sol).

Les chercheurs se concentrent sur le devenir d'un flux d'énergie, l'énergie solaire. La surface du sol va transformer cette énergie en trois flux : un flux de chaleur stockée dans le sol ; un flux d'énergie latente, c'est-à-dire "cachée", avec l'évaporation et un flux de chaleur sensible qui est mesurable en degré.

Par ailleurs, la coopération autour de la circulation de l'information va s'organiser autour de deux types d'informations : une information théorique, "solide", qui n'est plus soumise à controverse, sur les règles générales de l'évaporation et une information plus "fragile", liée aux conditions matérielles du recueil des données. L'information solide correspond, par exemple, à :

"On sait que pour évaporer 1 g d'eau liquide, il faut 2 400 joules, que l'eau soit dans la plante ou dans le sol. L'énergie disponible est donc égale au rayonnement net moins le flux de chaleur stockée dans le sol."

Ce type d'information constitue une des bases consensuelles de la coopération. Pour le reste, l'information recueillie, tout le processus est sujet à incertitude et à régulation.

Ainsi, pour mesurer ces flux et recueillir l'information, tout un dispositif technique est mobilisé : au sol, avec les WAB, et en l'air avec les avions.

Il existe donc dans Hapex, une "zone climatique", centrée sur l'interface sol - atmosphère - télédétection - modélisation :

"Dans la zone climatique on mesure : le rayonnement global, la température de l'air, la pression de la vapeur d'eau (avec un capteur d'humidité), la température du sol, le rayon PAR (photosynthèse), le rayonnement diffus, la vitesse du vent, la direction du vent (anémomètre, girouette)".

Sur les mâts, ce sont les radiothermomètres qui permettent de faire la liaison entre la surface et les satellites. Ils ont leur équivalent dans les avions et les satellites. Le lien se fait grâce à un recueil de l'information énergétique qui est fondé sur l'enregistrement des ondes provoquées par le rayonnement de l'énergie solaire.

C'est dans le recoupement des données au sol et des données au ciel que le "nouage" social est le plus complexe. Grâce à son équipe basée à Agrhymet, **l'Orstom joue un rôle clé de régulation entre les demandeurs des différentes équipes de recherche.**

Le problème est double : il faut gérer le matériel volant en tenant compte à la fois des mesures qui permettront de répondre aux besoins de la télédétection et de celles destinées aux climatologues. **Tous ont besoin de recouper information au sol et information en vol.**

L'objectif de la télédétection est de *"comprendre les facteurs qui influencent la composition de l'image"*. Aujourd'hui, *"dans n'importe quel labo on peut*

sortir une image. Mais pour valider, savoir ce que ça veut dire, il est nécessaire de faire un minimum de terrain, même si l'objectif est d'en faire de moins en moins".

Ici, on sent la force et la faiblesse de l'Orstom : **tant que la télédétection ne sera pas fiable, l'Orstom pourra négocier sa capacité à recueillir les données de terrain. Mais si la télédétection devient opérationnelle, la "vérité terrain" sera plus difficile à monnayer**, au moins dans le domaine de la climatologie.

La télédétection cherche à pouvoir dire, *"qu'à tel signal correspond telle densité de végétation, et donc lier le signal à une organisation du sol et du paysage"*, la variété du paysage influençant le signal. Le problème est que les chercheurs n'arrivent pas toujours à avoir deux signaux différents pour deux paysages différents (comme la jachère et le champ) ou inversement qu'il peut y avoir deux signaux pour un même phénomène. De plus un autre facteur influence l'image, *"l'heure de prise de vue et donc l'angle du soleil"*.

Avec Hapex, l'objectif est donc, *"de savoir ce qui se passe au niveau des échanges gazeux sol/atmosphère sur les trois états de surface (jachère, champ, brousse tigrée)"*.

On comprend dans ces conditions que les chercheurs travaillant sur les distorsions de la télédétection auront des besoins spécifiques par rapport au temps et notamment par rapport aux jours sans nuages.

Ceux qui travaillent sur les flux de vapeur d'eau ont un problème différent : avoir des mesures radiométriques de température en vol qu'ils peuvent recouper avec celles du sol et intégrer dans leur modèle pour le "faire tourner" :

"D'un côté le chercheur a des flux mesurés au sol ; de l'autre, il a des températures radiométriques captées dans la bande thermique".

Il cherche donc à comparer les deux à l'aide d'un modèle qui à l'origine a été élaboré en zones tempérées et dans lesquelles la part du sol n'est pas déterminante. Il faut donc au Sahel paramétrer différemment le modèle en tenant compte du côté épars de la végétation sahélienne :

"Donc, on fait des modèles à deux niveaux pour paramétrer les deux transferts (énergie latente et énergie visible du sol et des plantes)".

Ce sont les américains de Tucson en Arizona (zone dont le système de végétation est proche de celui du Sahel) qui sont les plus avancés sur cette recherche :

"Le modèle part d'équations existantes, puis le chercheur en fait une adaptation. Il part de bases physiques. Ce qui est original, c'est la combinaison. La température radiométrique rentre comme input. Ce que le modèle sort ce sont les deux flux, qui sont comparés avec les relevés de terrain".

Le recueil des informations sur le terrain se fait à partir des mâts dans les WAB. Le recueil en vol pose d'autres problèmes. Il y a celui, technique et que nous avons déjà vu, de la modification du signal par l'atmosphère, même si pour certains chercheurs, *"il existe des modèles atmosphériques qui permettent de calculer les effets de l'atmosphère sur le signal"*. D'autre part, dans le cadre d'Hapex, il y a, *"des radiosondages, en ballon, qui donnent par palier des indications sur la vitesse du vent, la température de l'air, l'humidité, la pression à différents paliers, c'est-à-dire sur tout ce qui peut modifier les ondes"*.

L'autre problème, social, a été de **réguler la coordination du vol des avions** nécessaire au recueil des informations sur l'humidité du sol et la télédétection. Le problème est de se mettre d'accord sur quels appareils dans l'avion, quelles mesures et avec quel recueil de données au sol, le tout pour **coordonner trois sites avec des équipes aux objectifs soit contradictoires soit en concurrence.**

Par exemple, en terme de concurrence, *"l'institut de météorologie britannique est très concurrentiel avec l'Orstom"*. De toute façon, *"sur le degré carré, il y a une barrière étanche, c'est le fleuve Niger. Donc, on n'a aucun lien avec les britanniques"*

Par contre, *"avec les américains et les hollandais, il y a une proximité géographique, et, même si on s'est pas mal accroché au début, il y a une certaine convergence humaine possible, car les enjeux des uns et des autres peuvent être complémentaires"*. Il arrive même que localement, *"certaines équipes lient des contacts"*, mais les collaborations au moment de notre passage ne faisaient que s'amorcer.

Cependant, **aujourd'hui, l'Orstom semble reconnu pour son équipe de micrométéorologues et pour l'équipe autour d'Epsat et du radar. Ses potentialités et ses compétences ont, sur le terrain pu être reconnues et appréciées par ses partenaires étrangers.**

d/ Régulation entre parcours des avions et mesures au sol.

Sur le degré carré, il y a quatre avions présents : un avion américain, le C130 de la NASA, le plus gros des quatre qui peut emporter un radiomètre à micro-ondes passives ou un appareil optique qui prend des images ; deux avions

français. Il y a l'ARAT qui est *"l'avion de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers), du CNRM (Météorologie), de l'IGN (Géographie) et du CNES (Etudes Spatiales). C'est un avion Fauker moyen. ARAT veut dire Avion de Recherche ATmosphérique. Il est aussi équipé d'appareils optiques et d'un radiomètre passif pour mesurer l'humidité du sol"*. Il y a aussi *"le MERLIN qui est un tout petit avion de la météorologie nationale française. L'instrument dont il est équipé permet de mesurer les flux de surface, c'est-à-dire la chaleur sensible et la chaleur latente"* dont les modélisateurs ont besoin pour paramétrer leur modèle dans le contexte sahélien. Il y a enfin un CESNA loué par les américains au Niger. Il a des *"instruments identiques à ceux qui sont sur le satellite SPOT. Cela leur permet de comparer les données entre SPOT et ce que l'on observe lorsqu'on est à vingt mètres du sol, ça permet de connaître l'effet de l'atmosphère (sur la transformation des micro-ondes)"*.

Le principe général à retenir c'est que les avions transportent des appareils avec trois fonctions : une fonction mesure des flux sol-air ; une fonction mesure des effets de l'atmosphère sur les données captées par la télédétection ; une fonction de test de nouveaux matériels qui seront ensuite utilisés pour des satellites déjà lancés ou non¹⁵.

¹⁵Cette fonction test n'est pas développée dans ce travail. Elle rappelle cependant la diversité des objectifs du projet Hapex et donc à la fois, **la multiplication possible de ses impacts et la difficulté de leur mise en synergie**.

De plus, la description des avions suggère l'existence de **deux processus d'arbitrage dans la construction des trajectoires de recherche des différentes équipes**. Premièrement, avoir plusieurs avions permet d'acquérir une **relative autonomie** dans le recueil des données pour les équipes qui peuvent se permettre d'avoir un avion. Cette autonomie est d'autant plus importante que l'arbitrage des vols au jour le jour et donc du type de recueil de données ne va pas de soi. Deuxièmement, **l'évocation du matériel montre que leur présence est déjà le résultat d'arbitrages antérieurs** au sein de leur propre pays et dans leur administration. Certains chercheurs n'ont pas obtenu le matériel qu'ils auraient souhaité à bord des avions. La limite est le poids que peut supporter un avion, au-delà duquel il ne peut plus décoller ! A la sortie du système de recueil des données, il y a un autre problème, que nous n'avons pu creuser, qui est celui du coût des images (des scènes) et du coût partagé des avions. Pour certains *"la venue des avions c'est 80 % de ce que l'Orstom paye"*, mais l'information n'est pas claire. De même, le coût d'une scène serait de 36 000 FF (et il y a 24 scènes en une heure) :

Ce dispositif de mesure est soumis à plusieurs contraintes :

- le premier problème est que toutes ces fonctions ne peuvent pas être assurées en même temps sur le même avion, notamment le C130.
- le deuxième problème est qu'il faut tenir compte de la météorologie et donc des jours à pluie ou avec soleil.
- le troisième problème est que les équipages des avions n'acceptent pas forcément de voler à l'altitude demandée par les chercheurs ni aux heures désirées, en dehors des heures ouvrables.
- le quatrième est un choix : celui du parcours que doit suivre le C130 et donc des lieux de mesures qui doivent être faites simultanément au sol pour caler les informations au sol et en vol.

Normalement, un cahier des charges a déjà prévu les parcours des avions au-dessus du degré carré et a fixé un quota de temps pour lequel le C130 devra avoir un appareil optique ou un à micro-onde¹⁶.

Il reste cependant un élément incontrôlable, le temps, avec ou sans pluie. La négociation doit donc se faire tous les jours, au cours d'une réunion qui a lieu à

"si on ne paie pas cash, on n'a pas les données. Mais on n'a pas les moyens de se payer cela par l'Orstom. Il faut qu'on s'arrange autrement".

¹⁶En croisant les informations reçues à partir des interviews des chercheurs positionnés aux différents endroits du cycle de recueil de l'information, nous avons essayé de reconstituer **les enjeux d'accès aux appareils de mesure à partir des problèmes scientifiques** qu'ils se posent. **L'objectif est de faire ressortir le lien entre une complexité scientifique et la complexité du jeu social, et donc l'importance d'une expertise informelle et inattendue de l'Orstom, en Afrique.** Cette expertise serait de l'ordre d'une capacité à gérer le jeu social qui conditionne le recueil des données et donc la qualité des productions scientifiques à venir. Face à la complexité des problèmes, il s'est construit un principe de simplification de l'observation pendant les réunions quotidiennes du soir et sur les protocoles de recueil de l'information. Ceci garantit à chacun une information minimum. Il est aussi probable que chacun se soit construit un système d'autonomie relative pour valoriser une partie des données en acceptant un taux de précision "sous contrainte".

Agrhymet, le soir, et qui réunit des représentants de toutes les équipes présentes sur le degré carré.

Au début de la réunion, il y a un point météorologique ; sont ensuite décidés les plans de vol des quatre avions, et le choix des instruments :

"Pour le C130, il y a un quota à respecter entre les différents types de vols. L'enjeu des meetings de 18 h 30 c'est de rééquilibrer entre l'optique et le micro-onde. Si on est en micro-onde et pour des mesures d'humidité au sol, on croise les mesures au sol faites avec des sondes et celles de l'avion. Si on est en optique, on croise les données avec les gens qui font des mesures avec des radiomètres au sol.

Au départ de la campagne d'Hapex, tout se décidait à partir de la prévision météo. Il fallait faire autant de mesures optiques que de micro-ondes.

A la fin de la campagne, la tension est plus grande. Par exemple, si on veut suivre un cycle de dessèchement entier, il faut faire du micro-onde au plus tard dans les deux jours qui suivent l'événement pluvieux et tous les jours pendant deux jours. Ceux qui voudront de l'optique vont râler ; ce sont ceux qui travaillent sur la télédétection et les mesures satellitaires. Pour eux, le micro-onde, ils s'en foutent. Eux, si la journée est claire, sans nuage, ils vont vouloir voler. Pour eux, seules les mesures au sol les intéressent car grâce à ces mesures, ils s'affranchissent des modifications qu'engendre l'atmosphère sur leurs mesures".

Parallèlement aux arbitrages à faire pour ce qui relève de mesures en l'air, il faut aussi les coordonner avec les mesures faites au sol. De plus, au sol, il faut aussi arbitrer entre les différentes demandes des chercheurs en matière de bilan hydrique, au sens large. Le moment clé est celui du déclenchement des pluies, que ce soit pour les mesures d'humidité, les mesures de ruissellement ou d'évaporation.

e/ la zone "agro-climatique", des centres d'intérêts différents du coeur d'Hapex

A l'intérieur du degré carré, sur le site central, il existe deux zones pour les chercheurs de l'Orstom : une zone climatique et une zone plus "agro-climatique".

La zone "agro-climatique" n'est pas uniquement centrée sur Hapex. Elle a au moins deux objectifs : servir de lieu d'observation micro-climatique, mais aussi être utile au Niger en choisissant de s'installer dans un champ de mil paysan, au sein du degré carré. La recherche porte sur *"un suivi phénologique de la plante (c'est-à-dire sur la croissance et le développement de la plante) avec des mesures de biomasse et d'indice foliaire"*, d'un côté, et sur la mesure des bilans énergétiques et bilans hydriques de l'autre.

Cette année, deux champs de mil sont étudiés, au lieu d'un l'an dernier, chacun faisant de quatre à cinq hectares de surface. Dans ces deux champs, les agronomes ou les écologues réalisent une partie de leurs recherches sur le comportement du mil, l'humidité au sol, ou la dynamique de la végétation. Le lien avec Hapex est moins évident :

"Mon poste a été créé pour Hapex, même si mon programme n'est pas vraiment intégré ; nous avons le même site de recherche et mes données leur serviront peut être".

"On doit lier toutes nos données à la fin".

Pour les agronomes, Hapex est limité par rapport à leurs centres d'intérêt, car c'est trop physique ou hydrologique et pas assez agronomique :

"Hapex, c'est une banque de données qui doit permettre sur deux parcelles de mil et jachère de paramétrer les modèles d'échange masse/énergie, à l'interface sol, végétation, atmosphère"

Le problème qui se pose est **la circulation de l'information et sa vitesse de transformation et de transmission** :

"Il faudrait sortir des données brutes, mais qui ne soient pas uniquement du comptage. Il faut qu'elles soient déjà travaillées en moyenne. Le projet Hapex a fixé fin 1993 pour rendre les données".

Mais certains chercheurs microclimatologues de l'Orstom ont des besoins en informations plus pressants soit pour des publications, soit pour des colloques, soit pour tester leur modèle. Or, les autres chercheurs sont soumis à ces mêmes contraintes dans le champ de leur propre recherche.

Là encore, on découvre **une contrainte forte de la coopération : recueillir les données et les transformer sous une forme communicable, ceci entrant en concurrence avec d'autres travaux.**

Le problème de l'Orstom est général, en interne ou en externe : **comment ne pas être réduit à un rôle de fournisseur de données dont la valorisation sous forme d'articles de rang A sera assurée par d'autres.**

Les chercheurs ne souhaitent pas que l'impact de l'Orstom se limite à un rôle de prestataire de données semi-brutes. **Ceci va expliquer en partie le faible engagement de certains dans Hapex, au profit d'autres projets comme SALT par exemple.**

Le programme SALT n'a pas directement de rapport avec Hapex, et il lui est même opposé quant à sa philosophie : travailler sur du long terme (SALT veut

dire Savane A Long Terme) et sur toute l'Afrique au contraire d'Hapex limité au degré carré, sous forme d'opération "coup de poing".

De plus, c'est un programme qui met l'Orstom en meilleure position pour négocier la transmission de son information sur les types de sol, l'état des surfaces (relation croûte-végétation), la biomasse, les flux de carbone et la micrométéorologie, face aux atmosphériciens, car ce sont eux qui sont demandeurs. **C'est un programme qui s'appuie sur la compétence de l'Orstom, la vérité terrain, et sur des alliances avec des laboratoires français de haut niveau.**

f/ Les mesures d'humidité : une coopération internationale limitée au protocole d'observation

Pour les mesures d'humidité au sol, il y a deux sortes de mesure, l'une en profondeur, l'autre en surface, sur 10 cm. Il faut savoir que la sonde n'est pas efficace sur ces 10 cm. Il faut donc faire des manipulations spéciales à la commande et coordonnées avec les parcours des avions. C'est assez contraignant pour les chercheurs au sol.

Le premier problème a été d'acquérir les sondes à temps. C'est un matériel cher, 70 000 FF par sonde avec principe radio-actif. Le financement a été obtenu sur une ligne budgétaire "gros matériel", par le biais d'une demande prioritaire à la DIST dans le cadre d'Hapex. Mais, les sondes ont mis plusieurs mois à arriver. Elles sont parvenues en juin sur le terrain et donc en retard par rapport au début de la saison des pluies :

"Le problème c'est que de Niamey, c'est difficile de relancer les fournisseurs et en plus, il y a des problèmes d'acheminement".

De plus, une des sondes est tombée en panne. Il a fallu en emprunter une à l'IRI (Institut de Recherche sur les Radio-isotopes). Il n'y avait pas de financement pour la réparation au moment de la panne.

Trois observateurs nigériens ont été recrutés pendant la période d'observation intensive du fait du nombre important de mesures à faire sur Hapex. Les mesures se font après les pluies. L'équipe est donc en veille permanente.

Avec les équipes étrangères, la collaboration est limitée au matériel et au protocole de base des expériences :

"Avec les hollandais, les américains et les anglais, on a trois sous-zones dans le degré carré car ce n'est pas possible de faire des mesures partout. La collaboration a porté sur l'implantation du matériel. Et puis par exemple, nous on a un compresseur et eux avaient un marteau piqueur donc pour installer les tubes, on s'est prêté du matériel. On a aussi décidé ensemble de faire des mesures à J + 1 / + 2 / + 3 / + 4 / + 7. Et puis, on a tous le même nombre minimum de tubes. Pour se mettre d'accord sur ce minimum, ça n'a pas été si simple : il a fallu trois réunions pour n'aboutir qu'à cela. Pour le calibrage des données, c'est-à-dire la mise en relation du comptage avec un indicateur physique, là, on ne fait pas tous la même chose. C'est la limite de la collaboration".

Le principe des mesures est de répartir des tubes sur des surfaces qui représentent la variabilité des situations :

"La mesure de l'humidité du sol varie très vite. Il peut y avoir une pluie, une demie heure après un ruisseau, mais deux heures après il n'y a plus rien".

Ou bien :

"Les racines en moyenne se trouvent entre quatre et dix mètres. Le chercheur aimerait avoir le profil d'humidité en tous points".

Ou encore :

"Il faudrait tenir compte de la variété de la végétation. Il y a des tubes pour le mil, la jachère et la brousse tigrée". Mais pour les chercheurs qui font la demande de ces mesures, il n'y a jamais assez de tubes. *"On pourrait leur donner des tubes, dans lesquels plonger la sonde, mais notre équipe ne pourrait pas faire les mesures"* ¹⁷

La difficulté se situe donc au moment de l'extrapolation, quand on sait qu'une sonde est fiable sur une surface de 30 cm² autour et que les situations au sol sont aussi variables :

"Ici, il y a des endroits où on ne sait pas si c'est un champ ou autre chose. Les paysans sèment partout. Si le mil est réussi, les paysans vont sarcler, mais pas tout en même temps. C'est un temps indéterminé. S'ils n'ont pas le temps de sarcler, ils ne vont pas le faire. Le problème, c'est si on veut une parcelle de mil, on prend là où il y a un maximum de mil, mais pour extrapoler à la parcelle, on n'y arrive pas"

¹⁷"L'hydrologue a dû rajouter des tubes là où je travaille, mais là où il en faudrait cinq ou six, il n'y en a que deux ou trois" (chercheur à la marge d'Hapex)

En plus la *"télédétection n'arrive pas à identifier les surfaces cultivées et la biomasse, de façon claire"*. Finalement, **le problème est que les chercheurs pour qui sont faites les mesures en voudraient de plus nombreuses sur leur site :**

"Pour les personnes qui sont sur les végétaux, il y a des mesures tous les dix jours. Pour les hydrologues, des mesures avant la pluie. Pour les personnes qui travaillent sur les croûtes, ils veulent des mesures à la surface comme pour l'hydrologie. Si on ne peut pas tout faire, la priorité va aux tubes les plus anciens pour lesquels on a le plus de données, pour comparer les données".

Rappelons enfin que tous ces arbitrages doivent tenir compte des contraintes liées à ceux des mesures en vol.

Or, la connaissance de l'humidité des sols n'est pas une pratique évidente. Le travail de mesure est une activité routinière et fastidieuse. Il coûte cher, demande du temps et se fait avec du matériel peu révolutionnaire.

La forte contrainte de la coopération au sol et avec les avions est acceptable, si elle n'est pas suivie d'une course à la publication. **Accepter la contrainte du degré carré et du court terme sera implicitement négocié à l'intérieur de l'Orstom contre un temps long de dépouillement et d'observations complémentaires. Ceci n'est pas jouable pour les chercheurs au coeur d'Hapex, qui eux sont contraints de publier sous peine de perdre le gain de leur investissement.**

g/ La mesure de l'écoulement des eaux : comment associer un temps court et un temps long

Les hydrologues du DEC sont engagés dans des recherches à plus long terme. Leur participation au programme Hapex est aussi à la marge de leur activité centrale. Leur recherche est centrée sur les bassins versants et les débits d'eau. Elles se déroulent sur un temps long. Du fait des circonstances, un des bassins versants est dans Hapex.

Leur question est :

"Une fois la pluie tombée, comment se forme l'écoulement, comment il se propage ? Il y a six stations sur le bassin versant. On cherche à comprendre comment s'organisent les ravines : l'impression a priori est que sur une grande surface, il y a un réseau hydrologique continu (un petit ruisseau qui devient rivière qui devient fleuve et qui se jette dans la mer). En fait, dans le Sahel, ce système n'est pas continu : il y a une multitude de micro réseaux discontinus.

Sur les six stations, les techniciens font des mesures d'eau et des mesures de débit : on sait enregistrer facilement des hauteurs d'eau avec des limnigraphes. Mais, on n'a pas les moyens de mesurer les débits en naturel (question de coût et de technologie). Donc, on fait des mesures ponctuelles de débit, et on relie ce débit à un moment à une hauteur d'eau. On jauge le plus grand nombre de points répartis sur la plus grande gamme de variations de hauteur d'eau et par intégration, on obtient un débit".

L'intérêt de travailler sur le degré carré d'Hapex, est lié au fait que c'est un lieu où il existe le plus de données. A terme *"on pourra modéliser avec de moins en moins d'informations, surtout si elles sont associées aux recherches sur l'utilisation de technique de télédétection".*

Le problème d'Hapex c'est ***"l'aspect commando de l'intervention des équipes étrangères, ici, qui est incompatible avec la mise en oeuvre lourde des mesures de terrain"***. Contrairement aux dispositifs mis en place dans les WAB ou pour

Epsat *"il n'y a pas d'acquisition automatique des données : il faut équiper la station, la suivre, faire les jaugeages, etc..."*.

Hapex est un système de concurrence forte :

*"les microclimatologues sont soumis à une forte pression, car ils font beaucoup de terrain. Le problème c'est qu'on ne peut pas être à la fois au four et au moulin. **Celui qui fournit les données est désavantagé par rapport à celui qui publie**".*

"A l'Orstom, on a encore les moyens de mener une recherche de fond. On nous donne les moyens et le temps. A la différence des biologistes qui contrôlent tout en laboratoire, nous on est entièrement dépendant de l'environnement. On ne peut pas faire de l'hydrologie sahélienne ailleurs que sur le terrain".

La pression à la publication peut aussi être indirecte :

A l'Orstom, je n'ai pas l'impression que si je ne publie pas cette année ma carrière est foutue. Mais c'est vrai que de plus en plus on doit trouver des financements extérieurs".

h/ Ecologie, hydrologie et Hapex : des découpages différents de l'unité d'observation

A une autre marge d'Hapex, on trouve les écologues qui travaillent sur la dynamique des paysages, ou des hydrologues sur la liaison eau de surface et eau en profondeur (*"quelle est la part de l'eau qui atteint les nappes ?"*).

L'objectif des écologues est de comprendre les interactions entre l'eau et la végétation et, à plus long terme, *"les liens entre systèmes écologiques et systèmes sociaux"*. Ce travail porte sur la brousse tigrée et la jachère de zéro à

dix ans. Une partie des données est recueillie sur le bassin versant de Banizoumbou¹⁸.

Cependant, de façon plus large, plusieurs chercheurs partagent le constat suivant : *"il n'y a pas de cohérence ; seul le site est en commun. D'autres chercheurs bénéficient d'informations alors qu'ils n'appartiennent pas à l'équipe"*.

Ces remarques confirment que, pour les chercheurs qui ne sont pas au coeur d'Hapex, leur contribution leur paraît plus une contrainte qu'un gain :

"On peut refuser, mais il peut y avoir des retours de bâton, voir par exemple son budget être le plus coupé".

La coopération est aussi difficile pour des raisons de découpages différents de la réalité et donc aussi d'échelle :

"Le site central est carré. C'est difficile à accepter en terme écologique : les frontières ne sont pas géométriques, c'est une maille d'atmosphéricien".

Dans le site, il y a donc des surfaces déterminées (les WAB), sur lesquelles se fait le relevé de végétations au sein d'une zone de 200 à 300 mètres. La connaissance de la végétation permet de mieux comprendre la circulation de l'eau. C'est une information qui pourra permettre de caler indirectement les données sur l'évaporation :

"Pour faire le relevé, le chercheur a un décimètre. Dans les zones herbacées, on plante une aiguille tous les 10 cm. Il faut une centaine de

¹⁸Hapex ne prenant pas en compte l'anthropie, qui est sur une longue durée, les écologues se demandent si *"dans cinq ans, la végétation ayant tellement changé sous l'action de l'homme, les paramètres d'évaporation n'auront pas changé"* ou bien *"je suis plus attaché à SALT, c'est à long terme. Hapex c'est une coupe d'un moment"*. *"Pour, un certain nombre de chercheurs, Hapex heurte la culture de la longue durée qui est une des justifications de la recherche à l'Orstom pour de nombreux orstomiens"*.

points qui sont admis comme statistiquement valable. C'est un arbitrage entre un coût de récolte (temps de terrain par exemple) et une précision acceptable. L'aiguille ne coûte rien. Il suffit de deux fils de fer. On enregistre systématiquement les contacts de végétations avec l'aiguille, suivant la hauteur de la strate herbacée. Pour les arbustes, le chercheur prend une ficelle, qu'il fait tourner sur l'équivalent d'un demi hectare. Ceci signifie cent à quatre cents individus à mesurer par unité de surface.

Deux personnes font les mesures herbacées ; deux personnes font les mesures d'arbustes. A chaque fois, il y a cinq paramètres à relever (taille, nombre de feuilles, etc...). Puis, suit une chaîne d'opérations : ramassage, séchage, pesage."

Le principe est donc d'obtenir une centaine de points d'observation alors que, dans le cadre d'Hapex, il suffit d'un signal capté par l'avion pour que les chercheurs calibrent leurs données et les intègrent sur dix kilomètres :

"cela heurte mes convictions, même s'ils ont peut être raison".

Ensuite, tout le matériel végétal récolté doit être séché dans des étuves. Là, les chercheurs sont en concurrence pour son accès. On retrouve un problème déjà apparu plusieurs fois : **comment réguler l'accès au matériel quand tous les chercheurs sont soumis aux mêmes contraintes en même temps**¹⁹.

Du côté de **l'hydrologie en profondeur**, l'objectif est de déterminer les processus d'infiltration de l'eau dans les nappes, *"au niveau de l'ensemble du degré carré et d'arriver à modéliser le fonctionnement de cette nappe"*.

Le recueil de données se fait sur la rive droite du fleuve, car sur la rive gauche, ce sont les anglais de Wallingford qui ont le "monopole" du terrain.

¹⁹C'est un problème qui est souvent évoqué pour des traitements faits à Bondy, dans différents domaines autres qu'Hapex, au Niger ou dans d'autres pays.

Ceci veut dire que les chercheurs ne peuvent pas travailler sur l'ensemble de la nappe aquifère :

"Si on était rigoureux, il faudrait travailler sur l'ensemble de la nappe. Le découpage du degré carré est tellement arbitraire pour nous. Mais plus au sud, nous sommes limités par le fleuve et plus au nord par les Touaregs !"

On retrouve ici les mêmes **problèmes de pluridisciplinarité et de contrainte de terrain : le découpage de l'unité d'analyse, l'écart entre les conditions idéales de recueil de données et la réalité** (partage des territoires scientifiques, insécurité physique, utilisation par opportunité des puits villageois qui sont pratiques mais moins fiables, etc...), **la difficulté de réaliser des mesures en continue avec un nombre de points suffisants et du matériel fiable, etc...**

L'inconnu, c'est le lien entre une profondeur de quatre mètres (le niveau des mesures sur l'humidité des sols) et de soixante mètres :

"On ne sait pas si le front d'humidité qui s'est infiltré a atteint la nappe ou s'il est remonté et s'est évaporé".

Actuellement *"chacun fait le maximum de mesures, la confrontation des données se fera cet hiver"*. L'angoisse à l'Orstom c'est de *"se faire piquer les informations par les américains. C'est sûr que les américains vont publier d'ici le 15 octobre. Ils ont plus de facilités"*.

De manière générale, d'après les chercheurs, les américains font peu de mesures. Ils demandent surtout à l'Orstom des références pour recadrer les résultats. La question est de savoir qui va valoriser en premier.

3. La valorisation d'Hapex

Toute l'analyse du fonctionnement d'Hapex montre que, **sur le plan international, l'Orstom occupe une place unique : un organisme de recherche qui fonctionne sur la longue durée et non pas en mission ponctuelle.**

Le coût financier et humain qui en découle peut donc être en partie ramené à un **double coût "invisible"** : le prix qu'il faut payer pour **garantir des séries longues de recueils de données** et celui pour obtenir **un niveau de précision** en terme de nombre d'observations sur le terrain²⁰.

Le **risque** pour l'Orstom ou pour chaque chercheur individuel est donc clair : **comment faire pour éviter d'externaliser les gains après avoir internaliser les coûts du fonctionnement de la recherche ?**

La question se pose au moins à deux niveaux, celui du devenir du matériel d'observation et celui de la négociation des informations.

La question du matériel se pose en amont et en aval.

En amont, le matériel des microbiologistes de l'Orstom par exemple *"est plus bricolé que celui des hollandais. Les chercheurs de l'Orstom ont tout fait tout seul et avec 150 KF pour la première année. C'était tout, il fallait équiper quatre*

²⁰La longue durée recouvre en partie une autre opposition entre chercheurs de terrain ("naturalistes") qui décrivent et "modélisateurs". Ceux-ci sont moins nombreux à l'Orstom. Une remarque d'un chercheur montre cependant que même les modélisateurs américains ont besoin de la connaissance sensible de la vérité terrain pour construire leurs modèles abstraits : *"par exemple, il y a des chercheurs de l'université de Floride qui ne font pas de mesure. Ils regardent les données ramassées ; ils viennent dans les centres, posent des questions et prennent des photos. Ils viennent pour voir le site, les paysages, le relief, la végétation, voir ce que c'est dans la réalité le degré carré, car ils doivent modéliser cette réalité"*.

sites. Nous on l'a fait progressivement en bricolant nos mâts. Les hollandais sont arrivés et ont équipés quatre sites comme ça, très rapidement".

Ceci pose un problème, par rapport aux habitudes historiques de l'Orstom, qui tient à son double objectif de recherche et d'aide au développement, en aval à la fin du projet :

"Quand l'Orstom vient travailler dans un pays, il laisse sur le site tout le matériel à la fin des manipulations. Les chercheurs sont censés tout laisser ici. Mais le problème, c'est que si l'équipe de chercheurs demande à continuer ses manipulations ailleurs, l'Orstom leur répondra : "on vous a déjà donné tant de KF", et on ne leur donnera pas de moyens en plus²¹".

Comme l'Orstom a l'habitude de laisser le matériel dans le pays où il intervient, quand les nigériens ont vu le matériel de Météo France, ils ont pensé qu'on leur laisserait. Mais *"Météo France a refusé de laisser quoique ce soit, car c'est du matériel coûteux, très sophistiqué et qui demande un entretien qui ne peut être assuré au Niger"*.

C'est pourquoi, **le risque pour l'Orstom est "de rater ses deux objectifs au Niger : la recherche et la coopération. Il n'y aura pas de coopération car le matériel qui sera laissé ne tiendra pas ici plus de deux ans. Soixante dix pour cent du matériel ne sera plus opérationnel dans deux ans, c'est sûr. Et, l'Orstom ratera la structuration des équipes de recherche qui se construit autour des chercheurs mais aussi du matériel"**.

²¹Il est possible d'ajouter une autre interprétation en terme de dette et de "culpabilité" par rapport au passé colonial ou par rapport au reproche de prendre de l'information dans un pays et de ne rien donner en retour. Laisser le matériel peut jouer comme un mécanisme de déculpabilisation.

Tout se passe comme si, dans un certain nombre de programmes de recherche **les contraintes de la coopération** (répondre à la demande des pays) **et donc de mobilité** (nécessaire à la fois pour répondre à la demande et pour un bon déroulement de carrière) **entraient en contradiction avec une politique de partenariat**. Celle-ci tend à redistribuer du matériel et à limiter les coûts de présence des centres Orstom (qui conditionnent la maintenance du matériel). **L'impossibilité de faire correspondre mobilité du chercheur et mobilité du matériel entraîne une forte limitation des capacités d'accumulation des connaissances au sein de l'Orstom.**

Autrement dit, quand une équipe s'en va, elle peut au mieux accumuler des connaissances à son niveau ou à celui du chercheur, mais toute activité de recherche s'arrêtera dans son domaine dans le pays d'accueil. Le matériel situé hors des centres Orstom risque de se dégrader rapidement par manque d'eau, d'électricité ou de prise de rechange.

La difficulté à capitaliser les connaissances est donc en partie liée à la difficulté de capitaliser le matériel sous une forme mobile ou sur place. Dans le jeu de la recherche internationale cela peut défavoriser les chercheurs Orstom.

4. La négociation de l'information

Les descriptions de la phase de recueil de l'information met à jour différents problèmes autour d'un enjeu, la publication. Une première difficulté résulte de la confrontation de différentes échelles de mesure et de la nécessité de rapprocher ces mesures de base.

En simplifiant, on peut distinguer trois échelles de recueil de l'information en étude climatique :

- la méso échelle entre 100 x 100 km et 1000 x 1000 km ;

- l'échelle régionale, celle des sous continents ;
- l'échelle synoptique, celle des continents :

"Normalement, la problématique d'Hapex, c'est la méso échelle au niveau du degré carré. C'est la maille unitaire du modèle global, et c'est cela que l'on veut paramétrer. Ce que l'on cherche, c'est à faire la liaison entre une mesure au niveau de la feuille, puis la régler à une autre échelle. Le problème c'est que la mesure du satellite n'est pas celle de la feuille. C'est sur ça qu'on s'excite depuis vingt ans".

Normalement, il existe un modèle global en climatologie. Le but d'Hapex n'est pas de le remettre en cause mais de l'affiner :

"on fait une expérience affinée sur cette sous-maille car on veut essayer d'affiner ce qui se passe au niveau du sol pour affiner les modèles des climatologues qui sont incapables d'intégrer les variations au sol".

Mais, rappelons le, sur le degré carré il y a aussi un découpage très varié des surfaces d'unités d'analyse :

"On sait caractériser les échanges sur une surface homogène : ce qu'on sait mal faire, c'est agglutiner des surfaces hétérogènes. Avant, on bricolait, on faisait des moyennes, mais jamais on n'avait étudié ce transfert d'échelle, du fait même de l'hétérogénéité des phénomènes. De faibles variations de l'unité d'analyse génèreront des modifications importantes au niveau des paramètres explicatifs du phénomène observé, voire même de nouveaux phénomènes. Donc, la moyenne arithmétique ne colle pas puisque les variations ne sont pas linéaires. Aussi, à une échelle donnée, des paramètres sont pertinents et plus du tout à une autre. Par exemple, pour la température de la végétation, à l'échelle de la feuille, on peut observer une diminution brutale de trois degrés, quand il y a un coup de vent. A l'échelle régionale, ce coup de vent n'est pas pertinent".

Ces différences d'échelles posent donc un réel problème qui peut avoir des incidences sur les modes de coopération et l'objet même des recherches : faut-il donc travailler sur le transfert d'échelle ou rechercher des échelles d'analyse qui soient autonomes les unes par rapport aux autres ?

Tous ne semblent pas se positionner de façon identique sur cette question ; pour certains chercheurs, il ne s'agit pas d'un problème de transfert d'échelle :

"c'est qu'on n'a pas les moyens de perception du global. Je ne pense pas qu'en partant du local, on arrivera à appréhender le global. C'est un problème de différence de perception. A l'échelle plus grande, on n'a pas les outils pour argumenter."

Une fois recueillies les données, comme analysé ci-dessus, il faut savoir **comment les négocier**. L'objectif est de construire une banque de données. Les autres expériences antérieures à Hapex ont fait ressortir deux problèmes autour d'un enjeu, la publication.

Le premier problème est celui de la **transformation des chiffres en données pertinentes et dans un temps court** :

"On peut filer ses données radar, mais sans les vérifier ou encore dire, il me faut trois ans de travail avant que mes données ne soient bonnes. Le problème c'est de mettre dans la banque de données, des données pertinentes et dans un délai de dix-huit mois. La banque de données se fera, mais l'incertitude c'est le pourcentage de données pertinentes dans un temps assez rapide".

L'autre problème est **technique** : se mettre d'accord sur le type de données par rapport aux normes et aux compatibilités informatiques de la banque de données.

La difficulté de la réalisation de la banque de données est par contre **stratégique** :

"On donne des chiffres mais pas des données. On donne une température de surface mais on ne donne pas une disquette avec toutes nos données. On a toujours négocié ces données, on ne donne des choses que s'il y a quelque chose en retour. Malheureusement, il n'y a pas de contrat écrit. Le bon deal serait : je file mes données et on est co-auteur sur l'article ; ça c'est clair".

"Dans le plan d'expérience de la manipulation, il y a un chapitre consacré à la banque de données et aux publications. Mais le plan d'expérience, ce n'est pas une convention. Cela a été rédigé par un comité scientifique, mais ce n'est pas contractuel".

Enfin, au moins dans la perception des chercheurs, *"l'enjeu autour de la banque de données c'est la publication. C'est d'abord pour le chercheur la reconnaissance par ses pairs. Cela conditionne ses financements et donc ses publications. C'est la première préoccupation du chercheur"*.

La pratique d'un chercheur, au moins en terme de calcul (par opposition à une approche plus centrée sur le sens ou l'affectif), **est en partie organisée par les critères sur lesquels il se sent jugé et qui conditionnent la continuité de son travail. La production de la recherche, et donc de ses impacts, est en partie dépendante de ces critères.** Cela confirme que **la publication**, liée à la réforme de l'Orstom en EPST, paraît un des **critères clés**.

Ces critères varient aussi en fonction de la place occupée dans le système :

- pour certaines institutions : *"Ce qui les intéresse, c'est la masse des publications et les retombées médiatiques pour les financements"*.

Par exemple, *"la météo britannique joue d'abord la carte de l'institut, mais est très sensible aux retombées médiatiques car ce sont les financements qu'il y a à la clef"*.

- pour l'Orstom :

"la direction commence à s'exciter en demandant maintenant ce qu'est Hapex, s'il y a une plaquette. En septembre, ils viennent ici et ils veulent faire un tapage médiatique. Ils vont inviter plein de chercheurs africains. Fin septembre, ils veulent faire un raffut autour d'Hapex, pour l'image, pour justifier leurs investissements. On aurait mieux fait de donner les moyens aux africains de plus s'intégrer".²²

Cette citation est révélatrice de la **tension** qui traverse de nombreux orstomiens entre **la reconnaissance des besoins de financements** et donc d'un travail de communication et **la méfiance face au "médiatique"** qui ne peut qu'être superficiel par rapport au "travail de fond" qu'est la recherche ou que du gaspillage par rapport aux objectifs du partenariat. **Les chercheurs émettent une injonction paradoxale vers leur direction** : augmentez les financements de la recherche et du partenariat sans vous "salir les mains" dans des opérations "médiatiques".

D. UN PARTENARIAT LOCAL LIMITE

Dans le cadre d'Hapex, **les relations de partenariat** que nous avons pu observer, avec des nigériens, **reste limitées**. Seuls quatre contrats de formation-insertion étaient en cours lors de notre passage et un étudiant nigérien bénéficiait d'une allocation.

²²Cf. l'article de Libération sur Hapex Sahel du mercredi 7 octobre 1992.

Ce partenariat est limité par la situation même des structures nigériennes, qui n'offrent pas à leurs ressortissants les conditions favorables pour qu'ils s'impliquent efficacement dans une activité de recherche. La condition première est une condition matérielle, les organismes locaux, université ou instituts étant relativement démunis. Ainsi, les institutions locales qui accueillent des chercheurs Orstom sont en fait financées par des aides extérieures ou "réactivées" par l'Orstom :

"A l'IRI, on n'a aucun problème matériel, les salaires sont payés (...) le problème est que, si le CEA se retire, l'IRI n'aura plus aucun moyen pour fonctionner. (...) Le partenariat, quand on voit comment ça se passe ! ... L'Orstom vient travailler à l'IRI et l'IRI, c'est le CEA. C'est pareil pour la coopération qu'on envisage avec l'Icrisat, c'est un institut international ! (...) On a du mal à identifier des partenaires, des individus suffisamment formés ou motivés ; soit ils sont pris par des charges administratives, soit c'est eux-mêmes qui préfèrent courir les honneurs."

Dans ce contexte, le partenariat est avant tout une source de moyens matériels pour les partenaires locaux :

"Ici, on a des moyens pour travailler; le labo du ministère ne fait pas de la vraie recherche car ils n'ont aucun moyen ; ici, on a des moyens matériels pour faire de la vraie recherche (...) quant on veut faire un stage, l'Orstom, c'est quand même mieux."

Il nécessite de libérer des moyens matériels pour les financer d'une façon ou d'une autre :

"Pour faire du partenariat, il faut des moyens financiers pour payer les sorties et les per diem des chercheurs locaux. (...) Il y a une personne qui m'aide mais je n'ai rien à lui proposer; je ne peux rien pour ce chercheur, ni même lui offrir des sorties sur le terrain. même s'il venait informellement, il faudrait lui payer des frais de déplacement et même

s'il n'était pas exigeant, il faudrait lui payer les taux officiels car il y a des pressions de ses collègues qui l'empêcheraient d'accepter moins que prévu."

Pour quelques chercheurs locaux, le partenariat avec l'Orstom est aussi motivé par des objectifs d'amélioration de leur carrière universitaire. Enseignants à l'université, un critère de publication détermine leur progression et de ce fait leurs revenus.

Le partenariat entre l'Orstom et le Niger se traduit en partie par la présence de chercheurs associés ou allocataires dans des laboratoires de l'Orstom. **Le partenariat au Niger ne concerne que très peu de chercheurs dont seuls deux ou trois sont considérés d'un bon niveau scientifique.** Il existe par ailleurs quelques relations de coopération par le biais de stagiaires universitaires encadrés par des orstomiens.

La faiblesse du partenariat semble, au Niger, s'expliquer en partie par le faible niveau de formation des personnes disponibles :

"Pour le travail en laboratoire, je travaille seul; je ne trouverai jamais un stagiaire nigérien qui gère ce type d'analyse; pour les analyses plus courantes je travaille avec un technicien et des stagiaires."

"Ici, il y a un problème de formation; le taux de scolarité est faible et souvent ils ne vont qu'à l'école coranique; ils s'arrêtent tôt."

Globalement, le "partenariat" se résume souvent à l'utilisation de compétences techniques ou linguistiques de stagiaires par exemple en contrepartie d'une rétribution matérielle :

"J'utilise les stagiaires de la fac comme des techniciens; ceux que j'ai eu, étaient de bons techniciens et sans eux je ne pourrais pas faire"

d'enquêtes ne serait-ce qu'à cause du problème de langue; et ils me donnent des données sociales auxquelles je ne pourrais pas avoir accès."
"Pour les mesures herbacées, les deux stagiaires de la fac d'agronomie de Niamey font des relevés de deux jours tous les dix jours, de juin à début octobre. Ils sont aidés par un technicien recruté pour la saison, par un chauffeur technicien, par un chercheur et deux assistants".

Cette question de la compétence limite particulièrement l'établissement de relations de partenariat et peut, parfois, aboutir à des situations paradoxales : certaines analyses effectuées dans le cadre d'Hapex sont **"par nécessité politique ou diplomatique"** envoyées à la faculté de Niamey mais les chercheurs expatriés concernés par ces résultats avouent les envoyer, en parallèle, au laboratoire de Bondy.

Confrontés à cette difficulté, certains soulignent l'importance d'établir des contacts avec des enseignants afin de trouver le moyen de sélectionner de "bons" stagiaires. Les moyens financiers peuvent aussi intervenir comme moyen de sélectionner des partenaires et la possibilité d'exiger des résultats :

"Si on a de l'argent, on peut choisir ses stagiaires, les sélectionner et être plus exigeant : en un mot, les faire bosser."

L'absence de garantie quant à l'assiduité et la qualité des stagiaires locaux limite la collaboration qui pourrait exister dans ce domaine ; certains chercheurs ont recours à des stagiaires auxquels, par précaution, ils ne vont pas confier un travail trop "stratégique" pour eux dans l'optique de parer à une quelconque défaillance. Ce comportement a des répercussions sur l'encadrement des "partenaires", les chercheurs n'étant alors que peu disponibles pour consacrer du temps sur un sujet qui les "passionne" peu.

Globalement, le partenariat reste un **partenariat formel** excepté pour deux ou trois chercheurs aux compétences reconnues; les partenaires nigériens jouent globalement surtout un rôle de "facilitateurs" pour l'accès au terrain et le recueil de données, soit comme techniciens, soit comme intermédiaires pour certaines démarches administratives.

En effet, du côté du Niger, l'Orstom a cherché à intégrer dans Hapex un certain nombre de chercheurs nigériens ainsi que la météorologie nigérienne. Ses bonnes relations administratives lui ont permis de faciliter les problèmes de dédouanement et de mettre en place les conditions matérielles de réalisation des vols des différents avions. Un homologue nigérien a facilité les contacts avec l'administration locale :

"La collaboration avec le Niger est assez formelle sur le plan de la recherche mais formelle dans le sens où pour travailler dans ce pays, c'est impossible sans l'appui des autorités locales. Par exemple, les avions d'Hapex sont à l'escadrille de l'aéroport de Niamey (partie militaire de l'aéroport). Les gars de l'aviation militaire ont mis leur terrain à notre disposition pour rien. Enfin, on a remis leur locaux en état. Si on avait mis les avions sur l'aéroport civil, on aurait du payer à l'heure et à la tonne. (...) l'homologue nigérien a pensé à l'armée de l'air du Niger qui ne fait que du transport. (...) Ce que l'on aurait payé tous les jours à l'aéroport civil n'aurait pas été supérieur à ce qu'on a dépensé mais là au moins on sait à quoi ça sert, où l'argent va ; c'est direct et on a tout retapé là-bas. On a installé des bureaux, un groupe électrogène et en plus, ils sont contents de voir voler des avions car eux n'en ont pas les moyens. Il n'y a plus la nécessité d'obtenir l'autorisation de sorties des avions et de prendre des photos."

Par ailleurs, il semble que les chercheurs nigériens aient une connaissance faible des possibilités offertes par l'Orstom. Une grande partie de ceux en relation avec l'Orstom le sont devenus par le biais d'un contact privilégié avec un

orstomien ou un ancien orstomien, avec lequel ils sont entrés en contact en général au cours d'un travail de DEA et dont ils restent extrêmement dépendants.

E. LES IMPACTS D'HAPEX

Il est facile de repérer les sorties du système Hapex, ce qui est produit au niveau recherche, logistique, formation, dépenses économiques immédiates sur le plan local et de supposer les retombées pour la recherche en général, pour l'Orstom en tant qu'institution ou pour les chercheurs pris individuellement .

Par rapport au Niger, cet ensemble d'observations montre qu'il est possible de repérer **des éléments très nombreux sur l'impact local immédiat**. Cependant, les conditions de diffusion des productions de l'Orstom au Niger se font dans un milieu où les relais en compétences scientifiques, en moyens financiers et en fonctionnements institutionnels sont faibles. **La faiblesse des relais multiplicateurs du côté nigérien** fait ressortir qu'il est impossible de construire des indicateurs d'impacts à terme, qu'ils soient scientifiques, économiques, ou en terme de continuité pour la formation, le développement d'une recherche nationale, ou la mise en place d'actions de développement.

Dans le cadre d'Hapex, si on distingue les impacts pour l'Orstom (en y intégrant les retombées pour la France et la recherche internationale) de ceux pour le Niger, il est évident que ce sont les premiers qui sont les plus importants.

L'objectif d'Hapex n'est pas d'être utile au Niger, mais d'utiliser une opportunité : réussir à recueillir sur un temps court un maximum de données pour **faire avancer la science climatologique**, à partir d'un nouvel écosystème. Comme nous l'avons souligné précédemment, le choix du Niger comme site

d'expérimentation pour le programme Hapex est un choix motivé par des questions d'ordre technique voire stratégique mais pas déterminé par une demande locale.

Cependant, la zone de recherche plus "agro-climatique" peut avoir une utilité plus "immédiate" pour le Niger, même si la question de l'interface nécessaire pour faire passer des connaissances du champ de la recherche vers des pratiques largement diffusées est, au Niger, loin d'être résolue.

Pour le Niger, à court terme, les retombées immédiates d'Hapex sont d'abord économiques : réfection de la base aérienne militaire, dons de matériel, recrutement de salariés temporaires pour faire des observations, dépenses de fonctionnement pour les équipes de chercheurs (hôtel, billet d'avion, restauration, essence, etc...). Hapex et l'Orstom jouent, sur un temps court, **le rôle d'une PME dans un bassin d'emploi**. C'est un impact limité dans le temps.

A moyen terme, **deux à trois chercheurs nigériens** de bon niveau scientifique, grâce à leur activité au sein de l'Orstom (radar, microclimatologie, etc...) **ont pu participer de près à une "manip" internationale de haut niveau, et acquérir une bonne maîtrise des techniques de recueil des données**.

L'effet de l'action d'Hapex en particulier et de l'Orstom en général sur la recherche nigérienne est, comme nous l'avons vu, **structurellement limité** par plusieurs facteurs :

- faible nombre de chercheurs de haut niveau formés au Niger ;
- compétences limitées des stagiaires utilisés sur le terrain ;
- pénuries en moyens financiers et en personnels formés dans des institutions nigériennes ;

- conditions matérielles de base de réalisation de la recherche souvent incertaines (coupure d'électricité).

Cette remarque n'est pas là pour charger l'un ou l'autre des acteurs du système de recherche au Niger, mais pour soulever un problème de méthode : évaluer l'impact d'une organisation demande de connaître deux séries d'informations :

- la première porte sur les productions du système et sur les conditions matérielles de leur production. Ceci permet de décrire ce qui sort du système, et s'il ne sort rien, de déterminer la part liée aux conditions matérielles ;

- la deuxième porte sur le système d'accueil, ici, les institutions nigériennes. Or, les difficultés financières et politiques du pays empêchent les produits de l'Orstom d'entraîner des effets, puisqu'il manque les relais de base nécessaires à la diffusion des résultats.

Pour l'Orstom, Hapex peut avoir des retombées non négligeables. Ce peut être l'occasion, si cela paraît pertinent pour l'Orstom, de **développer une activité internationale** au-delà de ses "terres" de recherche habituelles dans le domaine de la bioclimatologie.

C'est aussi l'occasion de découvrir en vraie grandeur les difficultés et les opportunités **d'une action collective multidisciplinaire**.

Hapex confirme enfin **l'importance du rôle que remplit l'Orstom par sa présence de longue durée sur le terrain**. C'est ce temps de présence qui crée les **conditions indispensables aux recherches plus ponctuelles** d'autres équipes.

Le cas des bioclimatologues pour qui le travail de préparation d'Hapex a commencé il y a deux ou trois ans l'illustre bien. L'étalonnage des instruments et

le recueil des données climatiques en 1991 et 1992 montrent l'importance de la présence permanente de l'Orstom pour garantir l'efficacité d'une opération aussi ponctuelle qu'Hapex. L'opération demande un nombre considérable de régulations techniques et de transactions sociales. **L'impact de l'Orstom**, et c'est son apport caché dans les charges du projet Hapex, **se situe dans sa position de "sédentaire"**, par rapport aux "nomades" que sont les autres équipes françaises ou les équipes américaines, anglaises ou hollandaises.

En outre, **l'Orstom assure un coût de maintenance des conditions minimum de réalisation de la recherche au Niger.**

CHAPITRE II

LE CERMES

A. LE FONCTIONNEMENT DU CERMES : EPIDEMIOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

1. Comment faire de la recherche sans électricité ?

Le Cermes, Centre de Recherche sur les Méningites et les Schistosomiasés (ou bilharzioses) est un institut qui fait partie d'un ensemble plus vaste, l'OCCGE. L'Organisation de Coordination et de Coopération pour la lutte contre les Grandes Endémies est une organisation inter-régionale en Afrique de l'ouest.

L'OCCGE a été créée vers 1968. Au départ, elle était financée par la France et les Etats membres. Mais, aujourd'hui, *"la France a retiré ses billes et les Etats membres ne sont plus solvables"*. De fait, les Etats ne payent pas leur cotisation. Chacun est donc censé prendre en charge l'institut qui est dans son pays. Mais, cela *"ne change rien et se traduit par zéro partout. Pas de fric d'un côté au lieu de pas de fric de l'autre !"*

La France continue à financer au coup par coup, par l'intermédiaire du FAC. C'est pourquoi, le Cermes illustre une situation que l'on peut retrouver dans d'autres pays d'Afrique : un **bon niveau d'équipement** en matériel, grâce au FAC notamment, mais **une impossibilité de l'utiliser par manque de financement du fonctionnement**. *"Ici, il y a un gros équipement financé par le FAC, mais qui ne tourne pas car on ne peut pas payer la facture d'électricité"*.

Le Cermes comprend en fait deux activités : une centrée sur la méningite, l'autre sur la schistosomiase. C'est cette deuxième activité qui est investie par l'Orstom. L'activité méningite survit principalement grâce au paiement de prestations d'analyse de laboratoire.

L'activité schistosomiase est donc contrainte à s'autofinancer :

"On fonctionne comme un centre privé ou un bureau d'études. On ficèle des projets où on compte l'amortissement des véhicules, l'électricité, le prix des pneus, le salaire du personnel etc..."

De plus, il y a un surcoût du personnel local dont les salaires sont censés être payés par l'OCCGE, et sur des bases plus élevées qu'au Niger. Or, l'OCCGE ne payant plus, il faut trouver des sources de financement extérieures :

"En théorie, il existe bien des budgets de recherche. Dans la pratique, ils sont en grande partie engloutis dans le fonctionnement du centre et sont donc insuffisants".

Le Cermes est donc dans une situation paradoxale. D'un côté, **ce centre a des atouts : une équipe de chercheurs de l'Orstom, des équipements, un domaine plutôt porteur** (comparé à d'autres domaines de recherche de l'Orstom) ; de l'autre **des difficultés de fonctionnement qui limitent la capacité de valorisation des résultats obtenus.**

Ceci explique que le Cermes fonctionne suivant :

- une **division du travail** entre des chercheurs orientés vers la recherche des financements et des chercheurs orientés vers le recueil de l'information ;
- une recherche de financement tournée prioritairement vers les **sources extérieures** ; mais l'obtention est difficile du fait de la situation politiquement incertaine qui règne au Niger ;
- une stratégie de gestion de la pénurie par diversification des sources de financement et **regroupement des recherches sur le même terrain** afin de baisser les frais et de rentabiliser au mieux les financements.

2. Une recherche à moyenne portée

Le laboratoire comprend deux grands volets de recherche, l'un plutôt épidémiologique qui correspond bien à la tradition de l'Orstom, dans le domaine de la santé ; l'autre immunologique, sur la mise au point d'un vaccin contre la bilharziose, dans le cadre d'un réseau lié à un laboratoire français.

La recherche n'est pas axée sur un domaine "fondamental". A l'Orstom *"on met l'accent sur ce qui a des répercussions à moyen terme"*.

Le premier volet de la recherche, à dominante épidémiologique, porte sur la malacologie où l'on cherche à comprendre le fonctionnement des différentes espèces de mollusques vecteurs de la bilharziose (reproduction, écosystème, etc...).

La bilharziose n'est pas, à ce jour, une maladie bien repérée. Les chercheurs ne savent pas toujours trouver les endroits les plus intéressants pour faire les enquêtes :

"On se pose au pifomètre et on enquête tout azimut. On fait cinq jours de terrain au maximum pour ramener les mollusques vivants".

Pendant la tournée, les chercheurs *"font tout : mares, abattoirs, écoles, etc..."* pour établir un microbilan de la présence des différentes espèces de mollusques et donc des sites à risque dans une région donnée :

"On mène une vraie enquête policière : on accumule les indices, on cerne notre cible".

Ensuite, il faut essayer de comprendre "*qu'est-ce qui se passe une fois que les mollusques crachent leurs larves*"? C'est donc le problème de la transmission jusqu'à l'hôte final qui est posé. Le bétail et l'homme sont les deux hôtes définitifs. C'est la phase proprement épidémiologique.

Dans le cas de l'homme et dans le cadre d'enquêtes dans les écoles, il est prévu un financement FED pour des actions de traitement :

"On interviendra si on nous le demande, car ce n'est pas notre rôle normalement. Le problème c'est que si on n'intervient pas, rien ne se fait".

La troisième phase est en laboratoire avec une recherche biochimique pour établir la carte d'identité génétique du parasite et une recherche sur l'infestation des parasites. La recherche porte sur la question de l'interaction entre les parasites de l'homme et du bétail. Elle consiste à produire expérimentalement des hybrides, et à étudier leur "performance" en infestant des animaux :

"On infeste les caprins avec différents types de couples de parasites (des hybrides ou non), et on regarde ce qu'on attend en théorie et en réel. On constate que les hybrides sont plus performants : ils infestent plus".

Parallèlement aux recherches sur la "filière", du mollusque au parasite puis à l'hôte définitif, s'est développée une recherche d'immunologie dans le cadre d'un programme de mise au point d'un vaccin.

La première recherche montre bien comment l'Orstom peut se situer à l'interface d'une recherche à moyenne portée en biochimie et en épidémiologie. **Ces recherches ont un double impact : en lutte**, avec l'utilisation du médicament praziquantel par exemple, **et en formation** auprès des chercheurs nigériens et des services de santé ou vétérinaires d'autre part (cf. ci-dessous).

La deuxième recherche sur la mise au point d'un vaccin est révélatrice d'un autre impact de l'Orstom, déjà bien analysé dans Hapex : celui d'aide scientifique et logistique dans le cadre d'un réseau et d'un programme international organisés en dehors de l'initiative de l'Orstom.

L'objectif de cette recherche est de mettre au point à court terme un vaccin pour le bétail et à plus long terme un vaccin pour l'homme :

"Dans les années quatre-vingt l'institut Pasteur de Lille met au point une molécule P28, isolée à partir du ver, et qui a un effet immunisant contre la bilharziose. En 1986, on arrive à reproduire la molécule par génie génétique".

Actuellement, le laboratoire entre dans la première phase de préparation des vaccins sur les animaux :

"(Le Cermes) a fait venir la molécule (15 mg de molécule congelée). Il y a deux protocoles de recherche avec des adjuvants différents. L'expérience se fait sur trente chèvres, avec mise en quarantaine et check up. Le problème est que les animaux sont très mélangés car ils viennent d'endroits différents. Ils se contaminent donc les uns les autres. Il faut les traiter au vermifuge et vérifier qu'ils n'ont pas la bilharziose".

Puis, on sépare les bêtes en trois groupes, un groupe témoin, un groupe pour le premier protocole et un groupe pour le deuxième protocole. Après quinze jours, il y a immunisation. Un mois après, les bêtes seront inoculées pour saisir leur résistance à la maladie. Le principal problème de l'expérimentation est l'extrême variabilité *"des réponses immunitaires d'un animal à l'autre"*. Par ailleurs, si on voulait faire varier tous les paramètres du protocole de vaccination (nature et dose des adjuvants, nombre d'injections et délais entre chacune...), il

faudrait cinq cents animaux : *"c'est au dessus de nos moyens financiers et matériels. Dans ce protocole, le choix est de faire varier l'adjuvant"*.

Pour les hommes, le programme est purement expérimental, sur des singes *patas*.

Le Cermes, pour le vaccin destiné à l'homme, participe à un réseau européen et africain dans lequel l'institut Pasteur de Lille joue un rôle important. De même, pour le vaccin pour le bétail, Lille joue un rôle d'organisateur des protocoles d'expérimentation sur le terrain en Afrique :

"L'activité du Cermes en immunologie dépend essentiellement du centre de Lille".

Si l'Orstom n'existait pas à Niamey, il serait impossible d'y installer une antenne d'expérimentation qui soit fiable. Le rôle de l'Orstom est donc d'autant plus important que, pour obtenir des financements de la CEE, il faut faire participer aux réseaux du nord des laboratoires du sud.

Comme dans Hapex, l'Orstom se trouve confronté à des laboratoires de niveau international, face auxquels il ne manque pas d'atouts. La question sera encore de savoir **s'il faut pousser la spécialisation de chercheurs pour les faire entrer dans la compétition internationale, au détriment éventuellement de l'objectif développement ; et comment l'Orstom négociera sa participation dans le processus de valorisation des résultats.** L'apport des laboratoires du nord est en contrepartie déterminant pour la conception, la mise en réseau et l'accès au financement européen.

B. UN PARTENARIAT INEXISTANT

Au sein du Cermes, aucun contrat de partenariat n'existe, mais les orstomiens du centre assurent un important rôle de formation. Si l'on ne peut parler de partenariat au sens strict du terme, c'est que les collaborations possibles sont, là aussi, limitées par la faiblesse du niveau de formation des nigériens.

Les relations existantes sont donc essentiellement des relations de formation et d'encadrement de stagiaires en santé publique ou d'étudiants en médecine :

"C'est un encadrement de routine ; c'est nous qui leur donnons leur sujet de thèse. Mais le niveau des stagiaires est faible en médecine, et ce sont des personnes qui ne sont pas du tout formées en biologie. Or elle font ici des thèses dans un domaine plus biologique que médical(...). Leur faible niveau implique deux attitudes :

. soit on fait de l'assistantat, on se substitue au stagiaire on établit le protocole de recherche, on assiste toutes les manipulations, et pour finir, on rédige la thèse ; c'est effectivement le plus rapide et le plus efficace ;

. soit on lâche le type, quitte à le laisser se planter, ce qui ne manque jamais d'arriver, et ensuite on l'emmerde pour qu'il refasse les manip, les corrections, qu'il rédige, rerédige et rererédige. C'est plus formateur pour le stagiaire, mais ça prend énormément de temps (...) Il faut repartir à zéro, faire la bibliographie pour qu'ils se forment, tout reprendre. Ca prend du temps."

Pour les chercheurs nigériens, l'Orstom représente toujours un accès à des moyens, la possibilité de bénéficier de conditions minimales de travail. L'Orstom est le seul endroit où ils peuvent faire *"de la vraie recherche, car dans les institutions nigériennes, il n'y a aucun moyen"*.

C. LES IMPACTS DU CERMES

Nous terminerons cette présentation des activités orstomiennes au sein du laboratoire "schistosomiase" du Cermes par l'analyse de trois de ses impacts :

1. Impact formation par la recherche

Le laboratoire a obtenu un financement FED-OMS, avec le ministère de la santé au Niger pour étudier *"l'influence des périmètres irrigués sur la prévalence de la maladie, suivi d'une phase de traitement et d'analyse immunologique"*.

Un des impacts est que le projet est coordonné par un *"médecin de circonscription qui est un ancien stagiaire du Cermes"*. En effet, tous les ans *"on a un quota d'étudiants : deux étudiants en médecine qui font une thèse et des stagiaires de l'Ecole Nationale de Santé Publique (ENSP)"*.

"On essaie d'accueillir le maximum de stagiaires possible. Le facteur limitant est le financement. C'est un rôle auquel on ne peut pas échapper. Mais on n'est pas bien équipé pour ça".

Le problème est, comme nous l'avons vu précédemment, que le niveau des stagiaires est faible et donc que le suivi demande du temps.

2. Relations avec les services de terrain

Dans les services de santé et les circonscriptions des services vétérinaires, des collaborations se nouent sur le terrain au moment du recueil de l'information. Cela permet de faciliter les formalités administratives et de *"repérer les personnes qui sont les plus motivées si on veut continuer le travail. Ce qui est*

encourageant, c'est que suite à une enquête de prélèvement d'urine chez les enfants, un an après, on s'est aperçu que le personnel local avait réussi à se procurer le matériel et avait continué l'enquête".

Les chercheurs font *"beaucoup de diffusion au niveau local, aux structures sanitaires, pour rendre compte du travail"*. Mais en diffusant les résultats sur le plan local *"on prend des risques, car les résultats peuvent être utilisés, sans qu'ils aient donné lieu encore à une publication de rang A"*.

On retrouve la contradiction des chercheurs de l'Orstom : *"d'un côté l'application, ce n'est pas notre boulot, mais de l'autre, si on ne fait rien c'est dommage"*.

3. La valorisation de la recherche

Enfin, en ce qui concerne la valorisation de leurs travaux, les chercheurs ont intériorisé le double objectif de recherche et de développement, en sachant que le développement peut être pénalisant en terme de carrière.

Ils ont aussi intégré le fait que l'Orstom condamne à la mobilité. Pour limiter les risques, ils privilégient le recueil de l'information à court terme, avant la rédaction d'article :

"Les chercheurs pourront continuer leur recherche aujourd'hui, même s'ils devaient partir du Niger, du fait de la dégradation politique par exemple".

ANNEXE

LISTE DES PERSONNES INTERVIEWEES - NIGER

STRUCTURE	NOM	Statut	Thème de recherche
ORSTOM Mission HAPEX	MONTENY Bruno	Ch. ORSTOM	Micro-climatologie
	TAUPIN J. Denis	Ch. ORSTOM	Epsat
	BEN MOHAMED	Ch. Associé	Climatologie
	LHOMME Jean-Paul	Ch. ORSTOM	Micro-climatologie
	GHANI CHEHEBOUNI	Ch. ORSTOM	Téledétection
ORSTOM Mission HYDROLOGIE	VALENTIN Christian	Ch. ORSTOM	Bassins versants
	ESTEVE Michel	Ch. ORSTOM	Ruissellement de surface
	LEDUC Christian	Ch. ORSTOM	Eaux en profondeur
	GALLE Sylvie	Ch. ORSTOM	Humidité des sols
ORSTOM Mission PHYTO - AGRO	DE ROUW Annecke	Ch. ORSTOM	Culture du mil
	SEGHERI Josiane	Ch. ORSTOM	Dynamique de la végétation
ORSTOM Mission SUD	TIEKOURA	Allocataire Rech.	Trajectoires féminines et prostitution
AGRHYMET	D'HERBES Jean-Marc	Ch. ORSTOM	Dynamique des paysages
	MOUGENOT Bernard	Ch. ORSTOM	Téledétection
	LEBEL Thierry	Ch. ORSTOM	Epsat, coordinateur Hapex
IRI	SICOT Marcel	Ch. ORSTOM	Résistance mil à la sécheresse,
	WINCKEL Thierry	Ch. ORSTOM	volet agronomique
	DAOUDA Sani	Ch. Form/insertion	idem, volet agro-physiologique
	DUENGALL	Ch. Associé	Stress hydrique du mil Mesure de l'humidité du sol
CERMES	BOULANGER Denis	Ch. ORSTOM	Immunologie schistosomiase
	BREMOND Philippe	Ch. ORSTOM	Epidémiologie schistosomiase
	MAUNY Frédéric	VSN	Epidémiologie schistosomiase
	RABBIU LABBO	Stagiaire	Epidémiologie schistosomiase
INRAN	WATARA	Directeur	---
	AMADOU Mustapha	Ch. Associé	Hapex, micro-climatologie
MINISTERE	SILICOU	Dir. Enseig. et Rech.	---
	BOUBE GADO	Ministre de la Rech.	---

REUNIONS ET INTERVIEWS COMPLEMENTAIRES

M. CASENAVE, représentant Orstom
 Visite du terrain HAPEX, avec M. AMADOU
 Visite de l'INRAN, avec M. AMADOU
 Réunion de groupe avec les chercheurs en début d'enquête
 Réunion de groupe avec les chercheurs en fin d'enquête