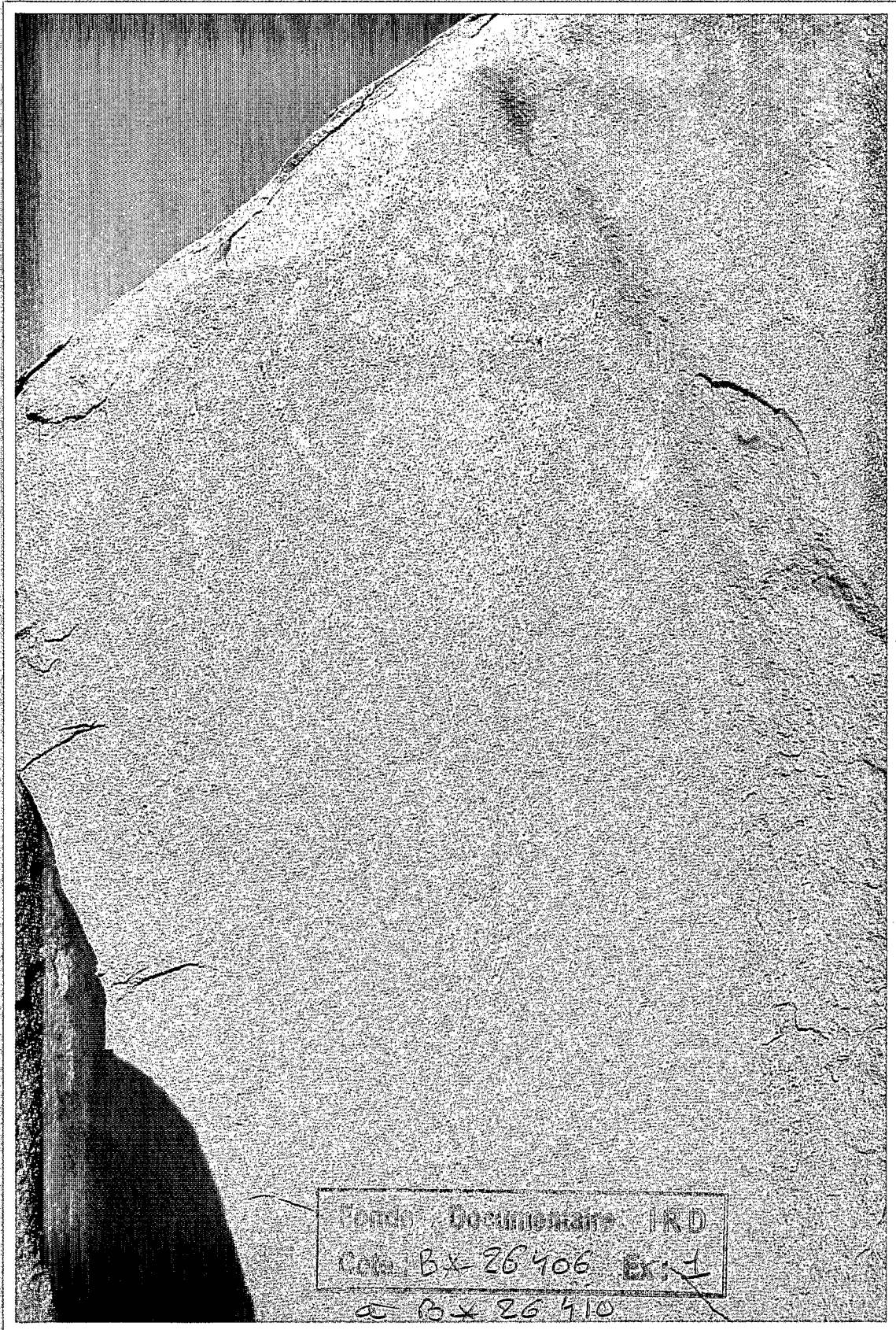


# ORSTOM

actualités

INSTITUT FRANÇAIS  
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
EN COOPÉRATION



Iwelen, un site archéologique au Niger

# ORIENTATIONS ET NOUVELLE ORGANISATION SCIENTIFIQUES DE L'ORSTOM

MM. Michel AURILLAC et Jacques VALADE, respectivement ministre de la Coopération et ministre de la Recherche, ont indiqué le 19 mai au siège de la rue La Fayette les nouvelles orientations de l'ORSTOM. Etaient invités à cette réunion les Chefs de Service, de Départements et des Commissions Scientifiques. Se tenait ensuite une conférence de presse à laquelle participaient les journalistes de la presse écrite et audiovisuelle, spécialistes des pays en voie de développement.

MM. François DOUMENGE et Philippe TENNESON, respectivement Président du Conseil d'Administration et Directeur Général ont signifié les grands axes de réflexion et indiqué les premières décisions pour mettre en œuvre la politique de recherche définie par les deux ministres de tutelle.

*Vous trouverez ci-dessous des extraits de chaque intervention.*

## **François DOUMENGE, PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION**

[...] "Du fait de son histoire et aussi du fait des demandes pressantes de ses partenaires, l'ORSTOM a la responsabilité de maintenir et de développer une extrême variété de programmes participant à la collecte des données fondamentales qui sont à la base du maintien de la vie végétale, animale et humaine dans des régions soumises à des conditions spécifiques contraignantes.

Ainsi, en dehors de la poursuite de recherches liées aux réseaux internationaux, la vocation de l'ORSTOM a été de créer des centres d'excellences sur des thèmes porteurs de la zone inter-tropicale, à la demande et en concertation avec des pays hôtes et aussi en collaboration avec les autres grands instituts français de recherche qui sont des partenaires sans lesquels les actions ne pourraient se poursuivre et trouver leur aboutissement dans des réalisations porteuses de progrès techniques et d'innovations [...]

On trouvera de nombreux exemples des résultats qui peuvent être affichés avec fierté par l'ORSTOM et ses chercheurs en parcourant les derniers bulletins de notre périodique ORSTOM-Actualités qui depuis 1986 a pu, par exemple, présenter la contribution de l'ORSTOM à la connaissance du milieu amazonien, à l'établissement d'un nouveau système cartographique thématique, à l'organisation de la lutte contre la fièvre jaune en Afrique de l'ouest, à la connaissance renouvelée des structures géophysiques du sud-ouest du Pacifique et de certaines grandes formations géologiques, depuis le précambrien de la plate-forme togolaise où viennent d'être localisés de nouveaux gisements de phosphates, jusqu'au groupe des salars du quaternaire de l'altiplano bolivien où ont été mises en évidence, par les équipes de l'ORSTOM, les plus grandes réserves mondiales connues à l'heure actuelle de lithium et d'autres métaux rares [...]

Compte tenu des capacités présentes d'intervention de l'ORSTOM et compte tenu de la demande pressante de nos partenaires et aussi des autres intervenants nationaux et internationaux, il me semble que l'orientation scientifique prioritaire et l'investissement, à la fois technique et humain, pour l'ORSTOM peuvent être trouvés dans cinq orientations principales.

### **1. L'eau source de vie**

C'est sur l'hydrologie superficielle et sur l'utilisation de ces ressources que l'ORSTOM a contribué le plus efficacement à l'organisation d'un ensemble cohérent de connaissances, de techniques et de méthodes qui sont essentielles pour préserver le capital naturel des potentialités vitales et pour lui permettre de s'exprimer par la protection des sols, par la valorisation des cultures et en définitive par le maintien d'une vie paysanne et d'une structure rurale [...]

### **2. Les plantes alimentaires**

Il apparaît maintenant clairement que seule la maîtrise des plantes alimentaires permettra à l'humanité tropicale de survivre dans ses fondements ruraux menacés par la prolifération urbaine [...]

### **3. La protection de la santé de l'humanité tropicale**

La zone inter-tropicale est particulièrement menacée par de grandes endémies et l'ORSTOM s'est déjà distingué dans les luttes contre les maladies à vecteurs. Les organisations internationales et les états soucieux d'une couverture cohérente et efficace ont d'ores et déjà largement eu recours au service de l'ORSTOM, que ce soit pour les luttes contre les maladies telles que le paludisme, la fièvre jaune, la maladie du sommeil, les multiples formes d'arboviroses, de filarioses, etc [...]

#### 4. L'océan tropical et ses ressources

La bande inter-tropicale est caractérisée non seulement par les contrastes de densité de ses populations et l'opposition des grandes zones naturelles continentales mais aussi par l'importance et l'originalité des trois grandes zones océaniques qui représentent près de trois quarts de sa surface. Les dérèglements climatiques récents ont montré qu'il fallait chercher dans les mécanismes des échanges océan-atmosphère des mers tropicales à la fois la clé de la compréhension mais aussi des capacités de prévisions des grandes oscillations qui prennent l'allure de catastrophes climatiques à l'échelle des continents [...]

Par ailleurs les ressources biologiques des eaux tropicales aussi bien celles des mangroves et des récifs coralliens que celles des populations pélagiques sont encore fort mal exploitées et ne contribuent pas, à hauteur de leurs capacités, à l'augmentation des ressources alimentaires des populations et des ressources économiques des états [...]

#### 5. Le développement des techniques d'application de la télédétection

Parmi tous les créneaux porteurs susceptibles de valoriser les recherches dans la zone inter-tropicale, d'orienter les investissements vers des zones opérationnelles favorables, de permettre d'accélérer l'utilisation des connaissances de terrain, les moyens divers offerts par les techniques de télédétection seront particulièrement développés [...]

On s'efforcera donc de travailler en temps réel afin de transmettre les résultats des observations satellitaires aussi bien aux activités de pêche par l'observation des données de surfaces océaniques, qu'à la mise en valeur agricole par la connaissance précise de l'étendue des périmètres touchés par les pluies ainsi que la santé qui a besoin de savoir de façon presque immédiate quels sont les points d'eau temporaires qui peuvent être à l'origine de nouveaux foyers épidémiques [...] Un des buts prioritaires de l'ORSTOM sera d'organiser un réseau cohérent et compatible d'observations satellitaires couvrant en particulier les Caraïbes, l'Amazonie, les Andes centrales, le Pacifique Sud, l'Océan Indien et l'Afrique occidentale et centrale, ceci bien entendu en coopération avec en particulier l'IGN, le CNES, l'IFREMER, etc [...]

Je voudrais en effet en conclusion, Messieurs les Ministres, insister sur la spécificité qui fait notre force mais qui nous impose aussi de lourdes responsabilités à la fois vis-à-vis de la communauté scientifique internationale et vis-à-vis de nos partenaires. A l'heure actuelle, la France est le seul pays développé qui puisse offrir de si nombreuses voies de collaboration au service du développement des régions inter-tropicales, elle le doit à son histoire et à la forme originale qu'elle a su trouver et mener malgré bien des vicissitudes à travers l'ORSTOM. C'est la poursuite de cette coopération dans le développement que l'ensemble des chercheurs de l'ORSTOM désire pratiquer et ce sont les moyens de poursuivre, d'informer et de fortifier ces différentes actions autour de ces grands thèmes porteurs que nous vous demandons de bien vouloir confirmer dans le cadre de la politique que désire mettre en œuvre le gouvernement."

#### Philippe TENNESON, DIRECTEUR GÉNÉRAL

"Les structures de l'Institut ont été mises en place en 1983-1984 ; il apparaît aujourd'hui nécessaire de les faire évoluer de façon à combler certaines lacunes tout en préservant les acquis.

Quatre orientations fondamentales sont identifiables :

##### 1. Meilleure identification des missions'

Le cumul au sein d'un département de plusieurs fonctions (choix, exécution et, pour partie, évaluation des programmes) a été source de dynamisme mais a entraîné une certaine "autonomisation" de cette structure [...]

Dans cet esprit deux dispositions ont été arrêtées :

– Les chefs de département deviendront en outre des "directeurs délégués", entièrement responsables de la mission du département correspondant.

Ils seront entourés d'adjoints entre lesquels sera partagée la responsabilité de l'animation des différents axes scientifiques du département. Dans le cadre des missions ainsi définies, les unités de recherche auront la responsabilité de proposer programmes et moyens induits, d'en assurer l'exécution dès lors qu'ils auront été acceptés, en quelque sorte "contractés".

Une cellule rattachée au Directeur Général aura la charge d'effectuer synthèses et prospectives et de structurer l'action en budgets de programme.

– Des délégués régionaux seront mis en place pour chaque continent avec la charge d'assurer, en s'appuyant sur les travaux du service des relations extérieures, les synthèses et cohérences nécessaires et de définir et proposer des politiques d'ensemble.

##### 2. Structuration des moyens

L'Institut doit impérativement maîtriser sur une longue période l'acquisition et la mise à niveau de ses moyens [...]

Un chargé de mission, rattaché au Directeur Général, a été chargé d'élaborer un plan de gestion des personnels. Ce plan qui conditionne l'avenir de l'Institut sera soumis dans les prochaines semaines à l'approbation des autorités de tutelle.

Le problème important et urgent de la valorisation à tous niveaux des travaux de recherche, l'éventuelle création d'un "ORSTOM Services" feront l'objet d'une réflexion approfondie et de propositions ultérieures.

##### 3. Modernisation de la gestion

[...] Cette orientation sera renforcée car une gestion efficace est la condition première de l'action de l'ORSTOM : identification de centres de responsabilité, vérité des coûts, cellule d'analyse financière, contrôle de gestion [...]

##### 4. Elargissement du champ d'action du département

"[...] Une redéfinition des contours des départements

visant à la fois à en diminuer le nombre, repréciser les objectifs et les cohérences et à préserver les dynamiques scientifiques existantes sera menée à bien au cours des prochaines semaines et appliquée après avis du Conseil scientifique et approbation du Conseil d'administration.

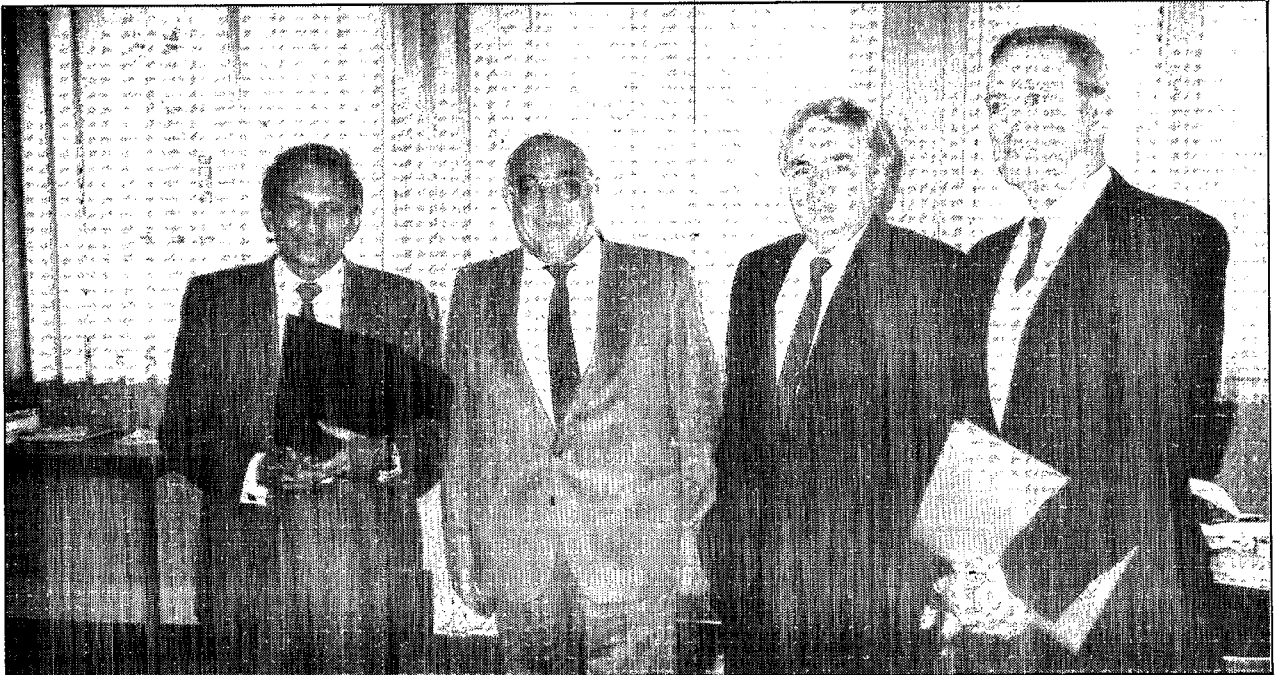
L'élaboration des propositions relatives aux objectifs et aux axes scientifiques de ces nouveaux départements a été confiée à quatre rapporteurs liés aux quatre champs d'intervention de l'ORSTOM :

- Terre - Océan - Atmosphère
- Gestion de l'espace (sous-sol, sol, eau, plante)
- L'homme et sa santé
- Hommes - Sociétés - Développement.

ment et que sa recherche fondamentale doit être "utile" à cet objectif [...]

Les responsables des politiques de développement attendent des chercheurs de l'ORSTOM qu'ils les éclairent, dans des délais tenant compte des urgences, sur les potentialités, les contraintes et les résistances au changement qui limitent l'effet des moyens mobilisés ou qu'ils les aident à comprendre les effets négatifs de certains choix et à proposer de meilleures évolutions [...]

Cela signifie que toute recherche devrait aboutir dans des délais déterminés à deux sortes de publications : l'une à l'attention de la communauté scientifique, l'autre à l'attention des responsables du développement français et africain.



De gauche à droite : MM. Michel Aurillac, François Doumenge, Jacques Valade et Philippe Tenneson.

## **Michel AURILLAC, MINISTRE DE LA COOPÉRATION**

"L'ORSTOM a une longue et riche histoire qu'il faut connaître pour comprendre et apprécier la réalité d'aujourd'hui et dégager des voies d'action pour l'avenir [...]"

L'ORSTOM et le CIRAD représentent à eux seuls sur l'ensemble des pays en développement partenaires de la France, un budget de l'ordre de 2 milliards de francs et mobilisent près de 2 000 chercheurs et ingénieurs de recherche [...]

Évaluer l'évolution des choses après quarante ans de travaux, désigner les pôles d'excellence, s'associer avec d'autres institutions scientifiques pour atteindre une "masse critique" sur les programmes prioritaires, telles sont sans doute les exigences auxquelles l'ORSTOM se trouve confronté, comme toute institution vivante soucieuse d'assurer au mieux sa mission dans un contexte mouvant.

Il faut savoir remettre en question des programmes qui ne sont plus essentiels pour le développement, quitte à ce qu'on en assure la poursuite par le relais d'autres institutions, de vocation plus théorique. L'ORSTOM ne doit jamais perdre de vue que sa finalité reste le développe-

L'appui à la constitution de systèmes nationaux de recherche dans les états africains est une nouvelle dimension de la coopération scientifique. L'ORSTOM, comme le CIRAD, doit contribuer de plus en plus à la constitution d'une communauté scientifique francophone, d'un partenariat scientifique franco-africain, sur lequel se fonde pour longtemps le futur commun de la France et de l'Afrique [...]

La création de pôles scientifiques de référence, à vocation internationale, en Afrique francophone, est par ailleurs un des enjeux majeurs du maintien à terme d'une influence scientifique française et européenne, face à la concurrence de plus en plus active du monde anglo-saxon et du Japon. L'ORSTOM doit être en mesure de mobiliser à cet effet ses meilleures compétences [...]

Ces orientations appellent une concertation et une coordination toujours plus étroite entre les responsables de l'ORSTOM et ceux du Ministère de la Coopération. Elles peuvent s'organiser de diverses manières :

Le ministre de la Coopération est responsable de la politique de développement et des négociations avec les autorités nationales partenaires. Bien évidemment, l'ORSTOM est responsable du mode de dialogue scientifique qu'il instaure avec les autorités compétentes des



Etats africains. Mais les négociations susceptibles d'avoir des conséquences en termes politiques ne peuvent être conduites sans la tutelle.

Le Ministère de la Coopération souhaite, au niveau de l'administration centrale comme des services extérieurs, une concertation continue propre à apporter à chacun une information utile sur l'évolution de la coopération.

En particulier, comme avec le CIRAD, et en dehors de la seule préparation des commissions mixtes, des réunions de concertation pays par pays seront organisées. En urgence, doivent être définies des orientations pour le centre international d'ADIOPODOUME, pour une nouvelle coopération scientifique avec le TCHAD et avec la zone "OCEAN INDIEN".

De même, l'association des chercheurs de l'ORSTOM à des études nécessaires aux responsables des secteurs prioritaires du Ministère de la Coopération s'impose, tout comme un échange rapide d'information sur les programmes intéressant ces secteurs.

Le Ministère de la Coopération est prêt à accroître la participation du F.A.C.\* aux actions de l'ORSTOM, dès lors que des propositions de programmes s'intégrant aux priorités de la coopération lui seront transmises, ou seront élaborées avec les Services [...]

Un groupe de travail ORSTOM-Ministère de la Coopération devra, dans les prochains jours, se réunir pour me proposer avant le 15 juin un contrat de programme pour l'Afrique et Madagascar fixant les objectifs, les programmes et les moyens".

\* Fonds d'Aide et de Coopération

## Jacques VALADE, MINISTRE DE LA RECHERCHE

[...] Je voudrais tout d'abord m'associer aux propos de Michel AURILLAC en ce qui concerne la définition de la mission de cet organisme en ce qui concerne la coopération. En effet, nous avons là un dispositif unique au monde et qui permet à la France, à partir de sa base métropolitaine, mais également de ses territoires extérieurs, de rayonner sur la totalité du monde, dans un domaine qui est, comme cela a été rappelé, celui de la recherche et celui du développement [...]

Vous êtes là pour, en quelque sorte, réaliser une forme de transfert de technologie, non seulement à partir de bases scientifiques et technologiques mais également à partir de considérations de type politique qui doivent prendre place dans une politique définie par le Gouvernement et par l'État. Les thèmes que M. DOUMENGE et M. TENNESON ont évoqués, sont des thèmes fondamentaux et qui correspondent à cet effort de solidarité que des pays industrialisés mais également ayant une tradition en matière de rayonnement humain doivent maintenir et développer [...]

En tant que Ministre de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, j'ai déjà dit au Président et au Directeur Général qu'aucun des organismes qui sont sous ma responsabilité ne pouvait considérer avoir une rente de situation et un droit de tirage qui, sous prétexte qu'il était habituel, devrait devenir définitif. Il faut par conséquent, que

des comptes-rendus soient présentés au cours de réunions qui peuvent être des réunions de travail, à la fois formelles ou informelles, soit à moi-même, soit à mes collaborateurs, comptes-rendus qui doivent déboucher eux aussi sur des propositions, que ce soit en termes de recherche fondamentale ou en termes de recherche appliquée, et ces résultats seront confrontés avec les résultats d'organismes identiques ou proches, d'équipes identiques ou voisines, qui peuvent dans les mêmes disciplines ou dans des disciplines voisines agir en terme scientifique ou en terme de développement. Cela signifie en clair que, au-delà des problèmes que M. TENNESON a évoqués et qui sont des problèmes fondamentaux, liés à la nécessité de moyens lourds, aux problèmes relatifs aux expatriés, aux primes correspondantes, aux problèmes relatifs à la politique de personnel, que je suis prêt naturellement à examiner avec les responsables de l'organisme, nous serons attentifs aux propositions que vous pourriez formuler et que vous devez formuler [...]

Les thèmes évoqués, c'est-à-dire la maîtrise de l'eau, la maîtrise de la plante alimentaire — et c'est un devoir pour la France que de travailler sans cesse dans ce domaine —, la maîtrise de tout ce qui gravite autour de l'homme et de son environnement doit constituer les thèmes essentiels de l'ORSTOM et correspondre à ses missions [...]

Je voudrais également et tout particulièrement, dans un coin du monde qui a été évoqué, dans le Pacifique, appeler votre attention sur le fait que, au-delà de la mission de coopération et de développement, qui est celle intrinsèquement de l'ORSTOM, il y a une mission de diffusion de la science et par conséquent, non seulement de publication mais également une contribution à la formation. Je souhaite, en ce qui me concerne, que cette dimension ne soit jamais oubliée par l'ORSTOM [...]

Je choisisais, l'exemple du Pacifique, nous sommes en train, dans le cadre des instructions que nous avons reçues du Premier Ministre, d'envisager la mise en place tout particulièrement dans le Pacifique, d'une université. Je souhaite que les chercheurs, notamment de l'ORSTOM mais également d'autres organismes acceptent de contribuer, à la mesure naturellement de la mission qui leur est confiée, mais surtout à la mesure de leur compétence et de ce qu'ils représentent à cette nouvelle voie de rayonnement, non seulement de rayonnement national, mais également de rayonnement culturel. Et ceci doit vous entraîner, peut vous entraîner, non pas à une nouvelle définition mais à un complément de définition des objectifs qui peuvent être les vôtres. En ce qui concerne les moyens, je ne voudrais pas éluder cet élément si important, il est clair que nous nous battons à vos côtés pour essayer d'obtenir les moyens les plus importants possibles et les mieux adaptés [...]

Je voudrais vous dire que par contacts personnels, car j'ai eu la chance de rencontrer certains d'entre ceux qui travaillent pour l'ORSTOM, outre-mer bien sûr, j'ai pu apprécier à la fois la qualité de leurs travaux et leur dévouement et la conception qu'ils peuvent avoir d'un travail scientifique tourné vers le bien-être et l'aide aux pays dans lesquels ces travaux se développent. Je voudrais pour terminer vous dire toute ma confiance dans la mesure, naturellement, où les choses sont remises en ordre, sont présentées d'une façon dynamique et tournées vers l'avenir et surtout correspondent aux missions que nous souhaitons voir accomplir par cet organisme.

P. 9

Iwelen,  
un site archéologique  
au Niger.

P. 13

Les stations sismiques  
sous-marines.

P. 16

L'origine  
du riz.

P. 19

Publications  
et informations.

Photo de une :

*Iwelen, Air, Niger. - Personnage gravé caractéristique de l'époque des chars (3 500-2 200 ans avant nos jours) accompagné d'une gazelle dama. Hauteur du personnage : 1,15 m. Photo Jean-Pierre Roset.*



**DIRECTEUR  
DE LA PUBLICATION :**  
Jean-Yves MARTIN

**RÉDACTRICE EN CHEF :**  
C. LEDUC-LEBALLEUR

**RÉDACTEUR :**  
Jean-Pierre ALAUX

Direction  
de la Formation,  
de l'Information et  
de la Valorisation (DIVA)  
ORSTOM  
213, rue La Fayette  
75010 PARIS  
Tél. : 48.03.77.77  
ISSN 0758 833 X  
Commission paritaire  
N° 1864 ADEP

**CONCEPTION  
RÉALISATION :**  
Copyright  
LOG'IMAGES  
46.63.69.01

**MAQUETTES**  
© B. BARROMES  
P. PYTKOWICZ

**PHOTOCOMPOSITION**  
S.M. Tél. : 47.35.05.52

**IMPRIMERIE**  
Offset Arcueil  
Tél. : 46.64.01.02

## LES SYSTÈMES EXPERTS

### LE SÉMINAIRE SYSTEMES EXPERTS D'ADIPODOUME 9 au 13 mars 1987

Le Comité de l'Informatique, appuyé par la Commission des sciences de l'ingénieur et de la communication a organisé un séminaire au centre ORSTOM d'Adiopodoume (Côte d'Ivoire) sur l'Intelligence Artificielle et les Systèmes Experts du 9 au 13 mars 1987.

Celui-ci a réuni 12 participants dont 4 phytobotanistes, 2 généticiens, 1 virologue, 1 océanographe, 1 nématologue, 3 agronomes (IRFA/CIRAD et IRCA).

L'objectif était d'apporter aux chercheurs une initiation qui leur permette de saisir les spécificités de l'approche système expert et de juger en connaissance de cause de l'opportunité de s'en saisir.

Il ne s'adressait pas à des informaticiens mais à des scientifiques intéressés aux problèmes de modélisation, de formalisation et d'organisation des connaissances concernant leur discipline.

Le choix du centre d'Adiopodoume a été retenu parce qu'il présente une dominante scientifique dans les domaines de la biologie végétale, qu'un certain nombre de chercheurs avait manifesté leur intérêt pour cette technique, parce qu'enfin des applications à l'agriculture ou aux pêches sont envisageables en Côte d'Ivoire.

Les exposés réalisés par trois chercheurs en Intelligence Artificielle de l'Institut de Programmation (Université Pierre et Marie Curie) ont porté sur les principes des S.E., leurs applications en médecine, biologie et agriculture ainsi que sur les méthodes de représentation des connaissances et de résolution de problème par l'homme et la machine.

A l'issue de ce stage, 9 chercheurs ont indiqué qu'ils envisageaient de participer à la réalisation d'un système expert. Les aspects qui ont le plus retenu l'attention de l'assistance concernent d'une part la formalisation du raisonnement et la réflexion qu'elle implique sur la connaissance et d'autre part les applications à l'agriculture.

\* Paul BOURGINE, Odiles PALIES, Philippe LAUBLET.

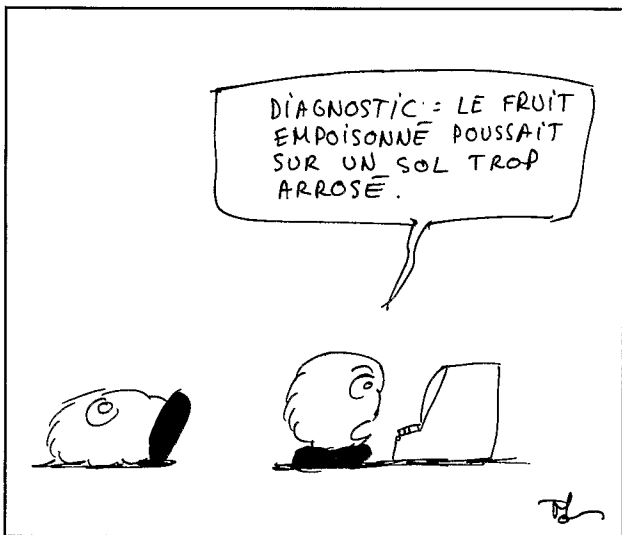
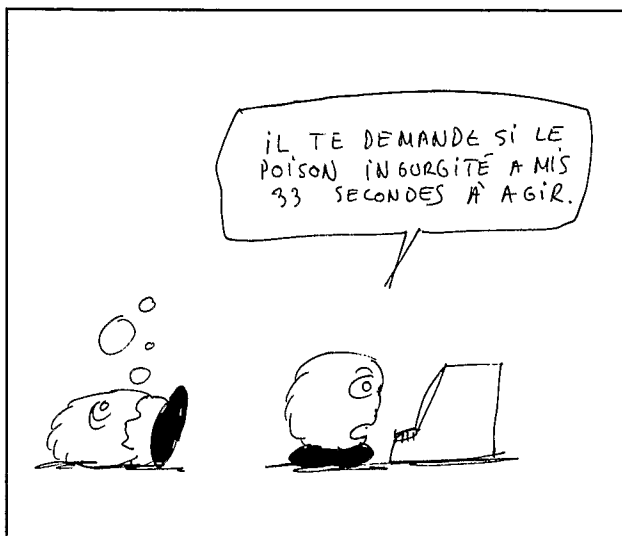
L'ordinateur fait maintenant partie des outils familiers du laboratoire. Aujourd'hui, nombreux sont les chercheurs qui ne peuvent plus concevoir de travailler sans disposer de moyens informatiques. La généralisation de l'usage des micro-ordinateurs modifie sensiblement leurs méthodes. La machine, acquise pour un usage limité au traitement de texte et à la gestion de fiches invite son utilisateur à exploiter ses possibilités en statistiques, techniques graphiques etc... Elle se révèle un vecteur efficace d'introduction de nouvelles méthodologies. Les méthodes d'analyse de données, les techniques de simulation ou d'optimisation se répandent dans son sillage. L'ordinateur pose de nouvelles questions et apporte de nouvelles réponses : l'intelligence artificielle (I.A.) est de celles-ci.

**POURQUOI  
L'INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE ?**  
La recherche en I.A. commence avec la réalisa-

tion des premiers calculateurs. Elle s'inscrit comme tous les domaines de recherche fondamentale dans la poursuite d'un rêve humain, celui de percer les mécanismes du raisonnement, de la pensée, de l'intelligence. Mais c'est aujourd'hui avec les systèmes experts (S.E.), dont les premiers résultats remontent à plus de 15 ans, un domaine d'application bien maîtrisé.

Le S.E. simule ou modélise le raisonnement de l'expert. C'est en quelque sorte un modèle qualitatif des connaissances et des modes de raisonnement employés pour résoudre un problème, expliquer un phénomène, émettre un diagnostic. La démarche du S.E. est celle du spécialiste humain qui a collaboré à sa réalisation. L'énoncé du problème est introduit sous une forme appropriée au sujet, en général il s'agit d'un dialogue avec l'utilisateur. Exemple TOM, système expert sur les maladies de la tomate réalisée par l'INRA propose ce type





de dialogue : (en gras les questions du système).

**Quel est l'âge de vos tomates ?** Adulte.

**Quelle variété ?** Montfannet.

**Cultivez-vous vos tomates, sous abri ou en plein champ ?** sous abri etc.

Les connaissances du système sont consignées sous forme de "règle de production". Exemple tiré de MYCIN (diagnostic des maladies du sang) :

**si le site de la culture est le sang,**  
**si l'organisme est gram négatif,**  
**si l'organisme est de forme bâtonnet,**  
**si le patient est un hôte à risque,**

**alors il est probable (0.6) que l'organisme est le pseudomonas aeruginosa.**

## QU'EST-CE QU'UN S.E. ?

Un système expert est un système informatique capable, dans un domaine de connaissance bien délimité, d'étudier un problème, d'émettre un diagnostic et de le justifier, c'est-à-dire de réaliser des opérations qu'on attend d'un spécialiste (expert) que l'on consulte pour un problème particulier. Les expériences les plus impressionnantes ont été réalisées en médecine : traitement des maladies bactériennes du sang, traitement des ictères, en chimie organique : interprétation d'un spectrographe de masse, en phytopathologie : traitement des maladies de la tomate, de la pomme de terre, de l'aubergine, du poivron etc, en géologie exploration pétrolière, dans les activités d'ingénierie : diagnostic de panne de centrale électrique etc.

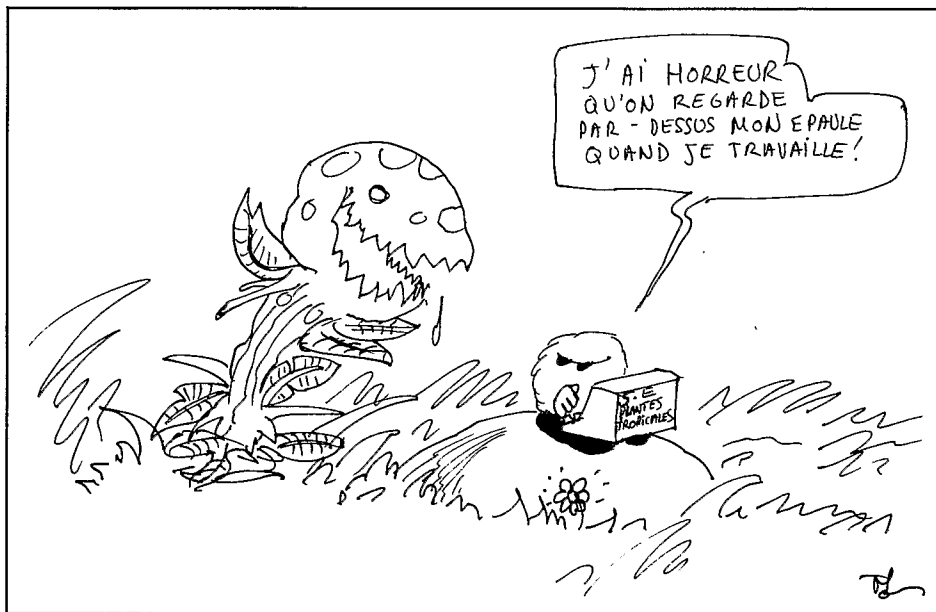
Chaque règle représente un "granule" de connaissances, celles-ci sont introduites dans un ordre quelconque. Théoriquement indépendantes les unes des autres, elles forment néanmoins un ensemble cohérent couvrant le sujet. TOM contient plus de 500 règles, MYCIN plus de 1500. Elles sont rédigées dans un langage formalisé mais compréhensible par l'expert.

Celui-ci pourra maintenir le système en ajoutant de nouvelles connaissances ou en modifiant les anciennes.

Ce sont ces règles qui sont exploitées par un "mécanisme de raisonnement" (programme informatique) appelé moteur d'inférence. C'est lui qui choisit d'utiliser telle ou telle règle en fonction des hypothèses qui lui sont fournies ou des conclusions qui sont recherchées (chaînage avant ou chaînage arrière).

## QUELLES APPLICATIONS POUR LES SYSTEMES EXPERTS ?

Le rapide panorama de quelques applications les plus connues citées plus haut indique qu'elles couvrent un domaine très vaste. Cela ne signifie pas que les S.E. s'appliquent à tous les problèmes. Ils ne sont en aucun cas concurrents des autres méthodes, mais plutôt complémentaires. Ils donnent souvent de bons résultats là où les autres méthodes échouent. Domaines dans lesquels la connaissance est diffuse, le raisonnement incertain, les faits à prendre en compte très nombreux : médecine phytopathologie, diagnostic de panne, résolution de problèmes à combinatoire élevé. On pourrait dire



aussi domaines sur lesquels nous savons raisonner, expliquer rationnellement notre raisonnement, mais pour lesquels il n'existe pas de méthode systématique, de lois permettant d'aboutir à un résultat certain.

### QUI UTILISE LES SYSTÈMES EXPERTS ?

Les S.E. n'ont pas en général la prétention d'être meilleurs que l'expert. Ils peuvent au mieux l'aider à n'oublier aucune hypothèse. Ils s'adressent plutôt au néophyte. Ils permettent de remplacer l'expert ou plutôt de démultiplier le spécialiste qui se voit ainsi pourvu d'un don d'ubiquité.

Le S.E. apporte une aide précieuse sur des questions que l'utilisateur connaît mal ou de manière incomplète, agriculteur face aux maladies de ses cultures, médecin généraliste face à un symptôme exigeant le conseil d'un spécialiste, chercheur en nématologie confronté à d'autres parasites...

En même temps, il peut offrir des vertus pédagogiques. Par principe et contrairement aux autres systèmes informatiques, il peut toujours indiquer sa démarche. De plus s'il a été construit avec cette préoccupation, il peut, par ses explications initier l'utilisateur à une approche rationnelle : TROPICAID (1) mis au point par l'INSERM et Médecins sans frontière, est un système d'aide au diagnostic des maladies tropicales destiné aux infirmiers de brousse, qui, non seulement, propose une thérapie mais est capable d'indiquer la raison du diagnostic et le rôle de chacun des médicaments proposés.

### UNE RÉFLEXION SUR SON PROPRE RAISONNEMENT

Modélisant la démarche de déduction du spécialiste, le S.E. impose à celui-ci une réflexion sur celle-ci. La réalisation d'un système expert exige de la part du spécia-

liste un effort considérable pour formaliser en un certain nombre de "règle de production" un lot considérable de connaissances acquises à travers des années d'expériences.

Ce travail "l'expert" le fait rarement seul, il faut l'aider à formaliser ses idées dans le langage que traite le "moteur d'inférence", il faut le questionner, s'assurer que, ce qui "va de soi", ce qui est évident a été pris en compte. Cette aide à "l'extraction du savoir" est fournie par le "cogniticien" ingénieur des S.E. de la connaissance.

Cet effort d'introspection dans le savoir induit une réflexion sur les méthodes de raisonnement employées, le chercheur tend à devenir son propre épistémologue.

### QUELLES APPLICATIONS POUR L'ORSTOM ?

La question est très ouverte. Il est certain que les sciences de la vie se prête bien à cette technique. Citons les axes de réflexion qui ont été évoqués à Adiodoumé :

Il existe des connaissances qui avec le départ à la

retraite des derniers spécialistes vont disparaître dans le fond des bibliothèques. Peut-on les conserver si elles sont encore utiles ? La technique des S.E. offre la possibilité de les rendre disponibles.

Il y a des domaines scientifiques où l'ORSTOM joue souvent un rôle d'expert auprès d'autres laboratoires. Les S.E. offrirait-ils un nouveau mode de diffusion de la connaissance ?

L'INRA travaille à la réalisation de S.E. sur les maladies des plantes cultivées en France. Ceux-ci seront mis à la disposition des agriculteurs. N'y a-t-il pas un travail similaire à réaliser sur les plantes tropicales ?

Nos connaissances sur une plante, un poisson... sont détenues par plusieurs spécialistes. Les S.E. peuvent-ils être un moyen de réunir les connaissances de plusieurs chercheurs autour d'une application unificatrice ? □

**Pascal RENAUD**  
Mission technique  
"informatique"

(1) B. AUVERT, P. AEGERTER, V. GILBOS, E. BENILLOUCHE, P. BOUTIN, G. DESVE, M.F. LANDRE et D. BOS (INSERM U88).

### QUELS MOYENS FAUT-IL ?

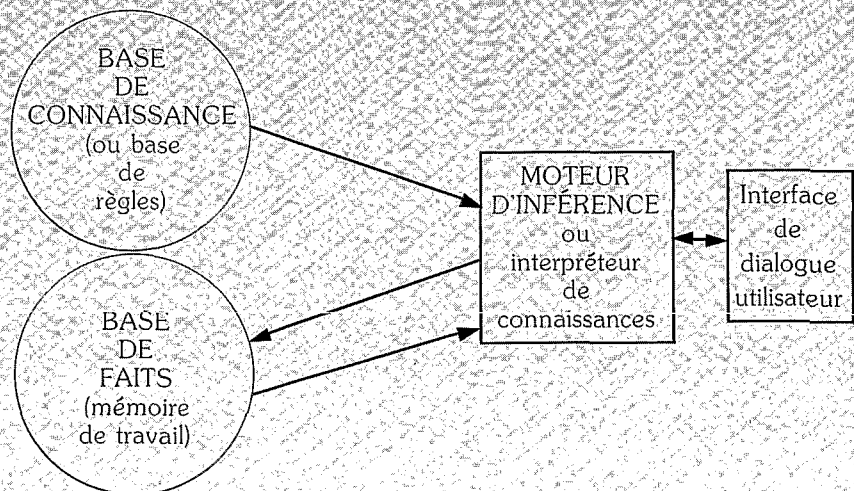
Le développement d'un S.E. ne nécessite pas de moyen de calcul très lourd. Il est en général suffisant de se contenter d'un micro-ordinateur ou d'une station de travail bas de gamme. En revanche, il faut disposer d'un logiciel de développement (moteur et outils de mise au point et de dialogue, coût 10 000 à 200 000 F et surtout de compétences. Celles-ci sont de trois types :

- informatique classique : pour la mise en place et la maintenance du système.
- ingénieur de la connaissance ou "cogniticien" pour formaliser les connaissances et tester leur cohérence.
- thématique enfin pour travailler avec le cogniticien à la constitution de la base de connaissance.

Les deux premières compétences peuvent être réunies par le même ingénieur qui travaillera en relation étroite avec le chercheur "expert".

La première étape consiste à établir une maquette qui permet de vérifier la faisabilité (compter 3 mois ingénieur). Enfin pour fournir un produit "exploitable" il faut compter une bonne année de travail pour l'ingénieur et quatre à dix fois moins pour l'expert.

### LA COMPOSITION D'UN SYSTÈME EXPERT



3 ingrédients : 1) le moteur d'inférence : c'est un programme informatique écrit en PL1, PASCAL, C, LISP, PROLOG... ; 2) la base de connaissances : elle contient les informations introduites par "l'expert" ; 3) la base de fait : elle archive les données fournies par l'utilisateur et s'enrichit des déductions du système.

\* Les systèmes complets comprennent en outre des outils d'aide à la constitution et à la maintenance de la base de connaissance ainsi qu'une interface de dialogue avec l'utilisateur.



Reportage photo Jean-Pierre ROSET



Il s'agit d'un très beau site, vaste et dense, qui regroupe un ancien village couvrant une superficie de plus de trois hectares, une nécropole qui compte plus de quatre-vingts sépultures monumentales et une station rupestre riche de plusieurs centaines de gravures. Un site remarquable également parce que tous ces éléments sont disposés de façon presque idéale : l'ancienne aire d'habitat est établie sur la grève bien abritée du kori du même nom (kori est le mot qu'emploient les Touaregs pour désigner un oued, une vallée sèche), elle est entourée de collines peu élevées dans lesquelles sont disséminées les tombes, au milieu des blocs de granite qui portent les gravures.

Nos premières investigations, qui montraient clairement l'importance de la contribution qu'une étude approfondie du site apporterait à la connaissance du passé récent du massif et particulièrement à celle de son peuplement, suscitèrent l'intérêt de l'Institut de Recherches en Sciences Humaines de Niamey. En liaison avec cet Institut, nous avons ainsi entrepris l'exploitation systématique d'Iwelen, dans le cadre d'un programme plus vaste concernant la "Prospection archéologique du Ténéré du Tafassasset". Les travaux de terrain se sont déroulés entre 1980 et 1985 au cours de campagnes régulières effectuées en compagnie de notre collègue Fr. Paris, avec lequel nous avons notamment mis sur pied un programme d'étude méthodique de la nécropole. Ils ont eu comme résultats essentiels de démontrer la contemporanéité des différents éléments du site et de rapporter l'ensemble au millénaire et demi précédant le début de notre ère.

*Iwelen station rupestre, zone II. Un souci de réalisme modéré et expressif guide la main du graveur dans le dessin de la faune, comme pour cette autruche : deux pattes qui courent...*

**IWELEN**

Fonds Documentaire IRD  
Cote : Bx 26406

# Un site archéologique au NIGER

Fonds Documentaire IRD  
  
010026406

C'est en décembre 1979 qu'un programme de prospections archéologiques dans l'Air nous a permis de reconnaître le site d'Iwelen, dans le nord-est du massif, à la lisière du Ténéré, au cœur des régions désertiques du Niger septentrional.

A la vérité, nous cherchions un site de cette nature depuis des années

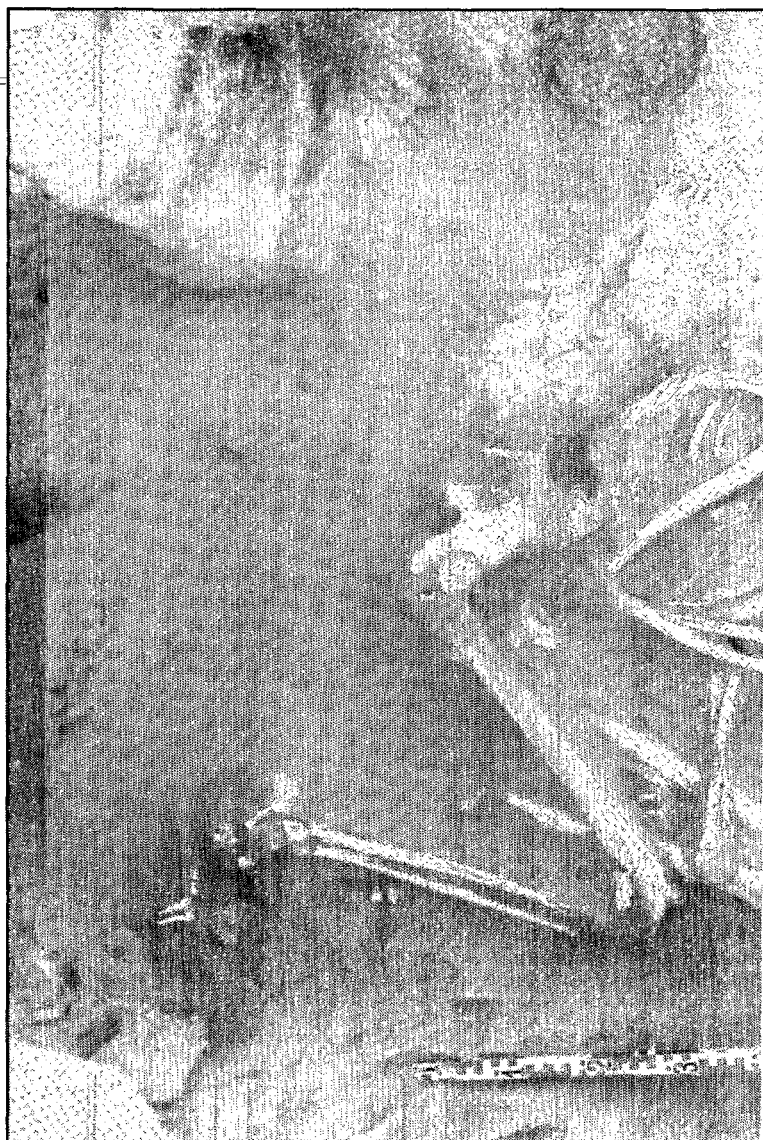
dans les vallées de l'Air. Nulle part en effet on n'y avait encore signalé de gisement archéologique susceptible de fournir des informations sur la culture matérielle des populations qui vivaient dans le massif à la fin de la préhistoire. Ces temps n'étaient connus, là comme ailleurs au Sahara, que par l'art rupestre et notamment par les œuvres associées aux représentations de chars tirés par des chevaux, figurations célèbres entre toutes, qui alimentent depuis toujours l'imaginaire des chercheurs mais qui n'avaient encore, au début des années 80, aucune autre réalité archéologique. On ne savait pas qui en étaient les auteurs, quand ceux-ci apparaissaient précisément dans la chronologie, d'où ils venaient, comme ils vivaient et quel était le degré de leurs connaissances techniques, si par exemple ils utilisaient ou non le métal pour confectionner leurs outils et leurs armes. Bien des discussions s'étaient engagées ne serait-ce que sur ce dernier point et de nombreuses hypothèses, plus ou moins fondées, avaient été faites à leur sujet mais aucune théorie n'avait pris corps à partir de données de fouilles bien établies et cela pour l'excellente raison qu'aucun gisement, où que ce fut, n'avait encore pu être mis en relation indubitable avec le monde des rupestres.

Faire avancer cette question et combler cette lacune était donc important, d'autant plus que, dans l'Air et le pré-Ténééré, le néolithique prend fin, au moins comme culture dominante, vers 4 000-3 800 ans avant nos jours. Ce sont là les dates les plus basses que nous ait fourni le radiocarbone pour des gisements encore très caractéristiques de cette période, dont nous avons montré par ailleurs qu'elle durait depuis plus de cinq mille ans dans le nord du Niger. Vers 4 000 culminent des conditions d'aridité

très accentuées, qui dureront, d'après nos collègues géologues M. et S. Servant et J. Maley, jusque vers 3 500 avant nos jours, rendant certainement la vie très difficile à ces latitudes. Mais ensuite, alors que le climat s'améliore à nouveau au moins entre 3 500 et 3 000 d'après les auteurs, il n'y avait plus dans ce secteur aucun vestige matériel d'une occupation humaine quelconque et il fallait attendre les premiers villages attribuables aux Touaregs, donc une époque largement historique, pour en retrouver une. L'art rupestre, qui connaît paradoxalement son plus grand développement dans l'Air pendant cette période, était bien la preuve que le massif n'était pas dépeuplé mais, en l'absence de tout point d'ancrage dans le temps, le relais qu'il constituait n'assurait en réalité qu'une chronologie flottante et incertaine.

### L'ARRIVÉE D'UNE POPULATION NOUVELLE DANS L'AÏR

Les documents recueillis à Iwelen nous ont permis de constater que ce site, bien que vide, mais en marquant une coupure, une rupture complète avec les traditions millénaires du néolithique. Les riverains du petit kori, qui s'installent sur ses rives vers 3 500 avant nos jours, c'est-à-dire quelques siècles seulement après le départ des derniers néolithiques du Ténééré, ne sont dans aucun domaine les héritiers de leurs prédécesseurs. Leur culture est différente et profondément originale. Cette distance et cette originalité se constatent d'abord au niveau matériel, dans l'équipement que nos fouilles ont permis de leur restituer : la céramique carénée et campanulée à décor cannelé et festonné, légère et élégante, qu'ils fabriquent le plus couramment témoigne de conceptions esthétiques tout à fait nouvelles dans l'Air à cette époque. Ils utilisent toujours la pierre mais diffé-

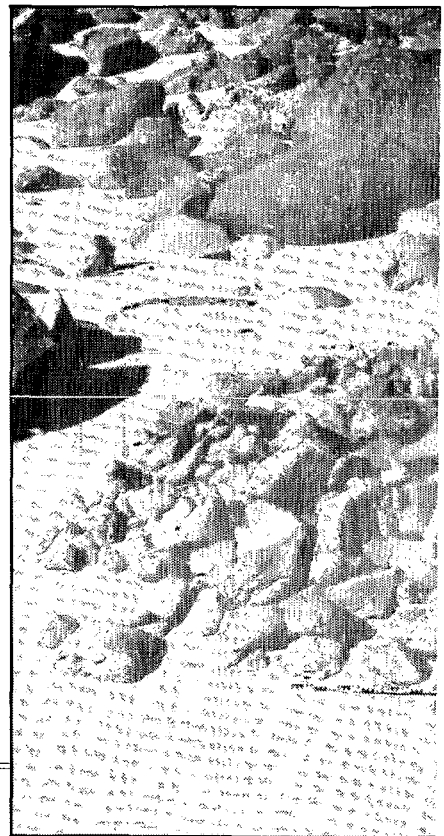


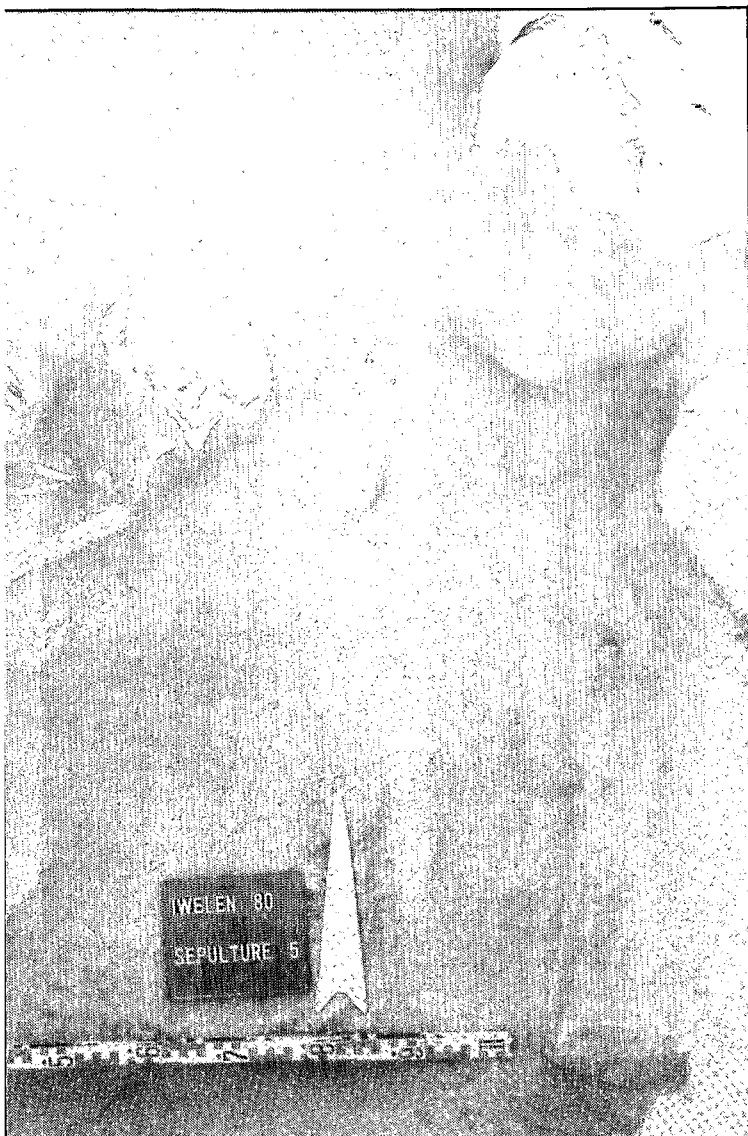
*Iwelen nécropole, zone A : tumulus à cratère n° 5, après dégagement. Il n'y a pas de fosse du poids des étages supérieurs. Il s'agit du squelette d'un adulte. Orientation : ENE-OSC. Fouilles Paris/Roset 1980.*

remment, de façon sélective, pour confectionner certains outils seulement. La grande nouveauté, c'est l'apparition du cuivre et de sa métallurgie, qu'ils savent maîtriser. Le métal pourvoit désormais à la fabrication de l'outillage et fournit l'essentiel de l'armement de jet : l'arc néolithique a complètement disparu au profit de la lance.

Les structures funéraires se sont elles aussi modifiées : les morts sont dorénavant inhumés sous d'énormes constructions tumulaires comportant une dépression sommitale, sorte de cratère pour employer un mot qui fait image, qui répond à une disposition architecturale très précise. Ils sont accompagnés de poteries, de meules, de molettes, instruments de broyage des céréales qui attestent à l'évidence des

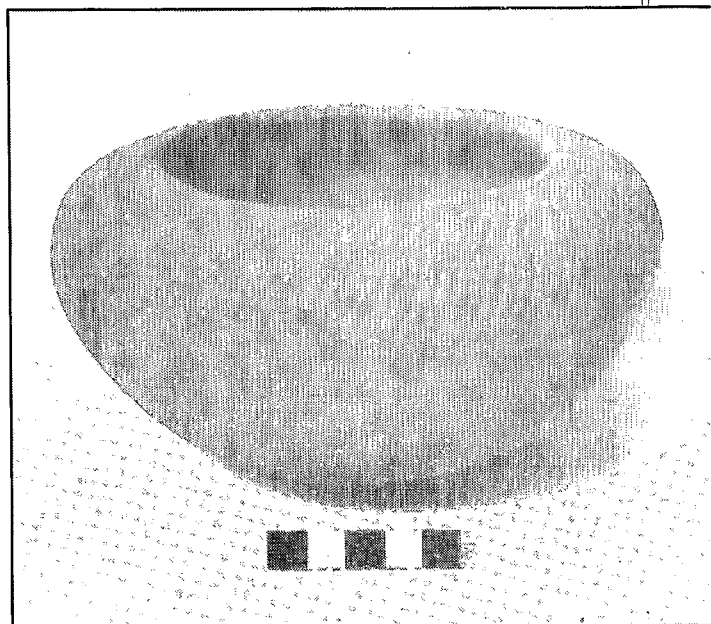
*Iwelen nécropole, zone A : tumulus à cratère n° 5 : profondeur : 0,30 m. Surface au sol : 28,27 m². Voir irrégulier de la construction, au démontage les blo*





Le mort est simplement déposé sur un sol préparé, sous une fausse voûte qui le protège à l'ENE, corps tourné vers le sud-est. Dans le dos du mort : un vase posé sur son fond.

Dimensions : base : 6,20 m x 5,80 m, hauteur moyenne : 1,25 m. Cratère : 3,00 m x 3,00 m, volume : ± 19,90 m<sup>3</sup>. Ce tumulus de taille moyenne est caractéristique de la nécropole : appareil paraissent liés entre eux par un mortier argilo-sableux. Fouilles Paris/Roset 1980.



Iwelen nécropole, zone A : mobilier de la sépulture n° 3 (fouilles Paris/Roset 1980). Petit vase fermé à décor rayonnant centré sur l'ouverture, réalisé au peigne. Largeur maximum : 165 mm.

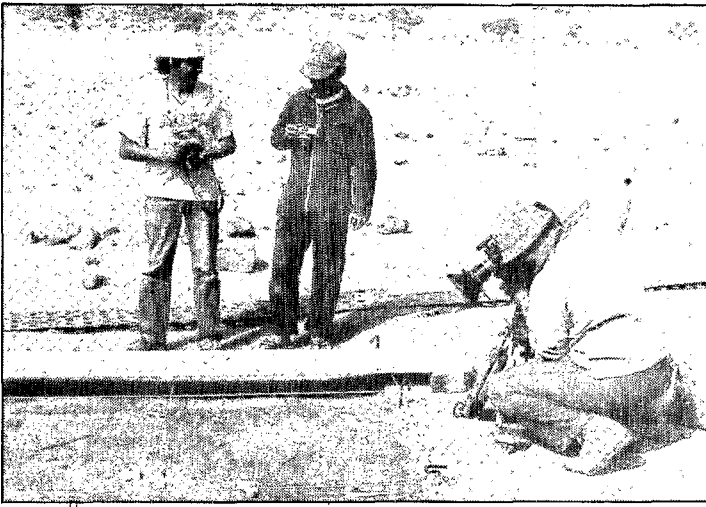
préoccupations extra-matérielles très particulières, qui n'avaient pas encore été rencontrées jusque-là dans l'Aïr.

Mais c'est dans l'art rupestre que se manifeste sans doute l'innovation de la façon la plus spectaculaire. Avec les gravures associées aux chars, dont la contemporanéité à cette époque avec la culture matérielle et le type de tombe qui viennent d'être évoqués est aujourd'hui un fait acquis, on se trouve en présence d'œuvres dont l'inspiration et les intentions ne présentent aucune parenté avec la phase pastorale qui prend fin avec le néolithique. Un art nouveau, à proprement parler, naît à Iwelen, un art codifié et complexe, tout entier centré sur la représentation de l'homme. Celui-ci est un personnage de convention qui répond à un stéréotype particulièrement puissant puisqu'il est toujours figuré de la même façon, en pied et dans un plan strictement frontal, avec une tête hypertrophiée en forme de tulipe à trois pointes ; il est vêtu d'une courte tunique et brandit souvent une lance, qui est l'exacte réplique de celles que nous avons exhumées

du gisement. On le trouve associé à toute la grande faune africaine.

Pour représenter celle-ci, les conducteurs de chars ne manquaient pas de moyens d'expression. Les graveurs de cette période sont allés très au-delà du simple dessin des contours et des tracés minimum assurant l'identification immédiate des espèces. Le bestiaire qu'ils ont laissé témoigne d'un double souci : ils ont eu celui de reproduire la réalité optique des formes animales mais peut-être davantage encore ont-ils voulu et su exprimer, par des simplifications brutales et outrancières, les caractères essentiels et dominants des animaux qu'ils créaient. Ce réalisme modéré et expressif ne les écarte d'ailleurs pas de la voie des stéréotypes et produit en définitive des modèles d'animaux convenus et invariables, inlassablement représentés de rocher en rocher. Si bien que les collines d'Iwelen sont une immense galerie d'images que l'on dirait décalquées les unes sur les autres, mais où la diversité est introduite par le caractère mythographique des compositions, qui ne racontent évidemment pas toutes la même histoire.





Prises de vue de la couche archéologique en place, quelques centimètres sous la surface actuelle : c'est sur ce sol que les habitants d'Iwelen ont vécu. J.-P. Beau est derrière la caméra. B. Osès et Fr. Paris prennent les photographies.

## UN FILM

Au fur et à mesure que progressa la compréhension du site d'Iwelen, se dessina le projet de réalisation d'un film. L'objectif était de donner une information scientifique de haut niveau mais traitée de telle sorte qu'elle puisse être accessible pour le public le plus large. Le film devait permettre de divulguer le savoir à mesure qu'il se constitue, de montrer comment les connaissances se modifient, comment surgissent de nouvelles interrogations.

A Iwelen, au débat scientifique pouvait s'adjoindre une dimension esthétique. Le sujet lui-même est d'ailleurs spectaculaire, la question des chars sahariens retenant toujours vivement la curiosité des spécialistes comme des non spécialistes.

En exposant les résultats obtenus par les archéologues de l'ORSTOM, à la suite d'un investissement de plusieurs années en moyens matériels et humains, le film pouvait permettre également d'illustrer la collaboration parfaite établie de longue date avec l'Institut de Recherches en Sciences Humaines de Niamey.

Le projet présenté par J.-P. ROSET, agréé par l'ORSTOM, fut finalisé et mis en œuvre avec l'Unité Audiovisuel. Le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche du Niger témoigna de l'intérêt qu'il portait à cette opération en lui apportant son aval et une coproduction fut négociée avec le Service du Film de Recherche Scientifique (S.F.R.S.-Paris).

La réalisation d'un film 16 mm, couleur, son optique, 26 minutes, fut confiée à Jean-Pierre BEAU à qui l'on doit déjà de nombreux films archéologiques ; la direction scientifique étant assurée par J.P. ROSET avec la participation de F. PARIS.

Les opérations de tournage se sont déroulées en février dernier. J.-P. BEAU assura lui-même la prise de vue, Bernard OSÈS la prise de son. Albert COLONGE prit en charge l'organisation logistique, facteur essentiel dans ce genre de mission. Enfin, l'équipe de fouilleurs nigériens, grâce à sa solide compétence technique, a contribué efficacement à cette opération dont la réussite doit également à l'appui constant de la représentation de l'ORSTOM à Niamey et au soutien de nos partenaires nigériens.

La sortie du film est prévue pour début 1988.

Ce que nous retiendrons ici comme étant essentiel, c'est que cette manière codifiée d'exprimer les formes humaines et animales correspond à un système de pensée original qui apparaît dans l'Aïr en même temps que les chars et qui régira désormais toute l'évolution de l'art rupestre du massif. Cet art sera sans doute de plus en plus marqué par le schématisme et il souffrira de la disparition progressive de la faune, liée à la désertification, mais les lignes de structures observables à Iwelen apparenteront les œuvres entre elles jusqu'aux plus récentes et constitueront le fond permanent de son inspiration.

Et c'est vraiment là que se situe l'importance majeure d'Iwelen : les observations effectuées tant sur la culture matérielle que sur les habitudes funéraires et sur l'art se complètent et indiquent sans ambiguïté qu'on se trouve en présence d'une population étrangère à l'Aïr, qui s'y installe vers le milieu du second millénaire avant notre ère. Sa pénétration est probablement favorisée par la pulsation humide que relèvent les paléoclimatologues dans ce secteur entre 3 500-3 000 avant nos jours. Elle y fera souche. Ses traditions artistiques se perpétueront au long des siècles jusqu'à l'arrivée de l'Islam et sans doute au-delà, reflétant en cela l'histoire du peuplement du massif. A l'origine de la trajectoire, c'est bien une culture paléo-berbère dont cinq années de prospections et de fouilles nous ont permis de retrouver l'inspiration et les modes de vie. ■

**JEAN-PIERRE ROSET**  
Département "Milieux et Sociétés"  
UR B 4

## BIBLIOGRAPHIE

**J. Maley**, "Études palynologiques dans le bassin du Tchad et paléoclimatologie de l'Afrique nord-tropicale de 30 000 ans à l'époque actuelle", Travaux et Documents ORSTOM, n° 129, 1981.

**J.-P. Roset**, "Iwelen, un site archéologique de l'époque des chars dans l'Aïr septentrional, au Niger", Colloque UNESCO "Libya Antiqua", Paris 16-18 janvier 1984, à paraître dans les Suppléments à l'Histoire Générale de l'Afrique, publication de l'UNESCO.

**J.-P. Roset**, "Esquisse d'une chronologie de l'art rupestre du massif de l'Aïr, au Niger", Convegno Mostra Internazionale "Arte Preistorica del Sahara", Florence, 5-9 mai 1986, en cours de publication.

**J.-P. Roset**, "Paleoclimatic and cultural conditions of neolithic development in the early Holocene of northern Niger (Aïr and Ténéré)", in "Prehistory of Arid North Africa, essays in honor of Fred Wendorf", edited by Angela E. Close, Southern Methodist University Press, Dallas, U.S.A., 1987, p. 211-234.

**M. Servant**, "Séquences continentales et variations climatiques : évolution du bassin du Tchad au cénozoïque supérieur", Travaux et Documents ORSTOM, n° 159, 1983.

**S. Servant-Vildary**, "Étude des diatomées et paléolimnologie du bassin Tchadien au cénozoïque supérieur", Travaux et Documents ORSTOM, n° 84, tomes 1 et 2, 1978.

*Iwelen station rupestre, zone II. Grand panneau de girafes avec un personnage tenant une lance et un char attelé.*

