

DOSSIER comme produits « de luxe » devant être payés à leur prix de revient est évidemment lié à des raisons d'immédiate politique interne.

— La mise au point de techniques d'aménagement adaptées à chaque contexte local et de technologie de pompage plus fiable et économique (énergie, pièces de rechange, durée de vie) reste difficile.

La place de l'agriculture irriguée dans l'exploitation familiale n'est pas la plupart du temps prise en compte. Cela rend difficile la prévision de l'évolution des exploitations vers des modèles plus intensifs utilisant mieux les lourds investissements consentis par l'Etat.

— Les capacités organisationnelles des paysans sont mal appréhendées.

— L'Etat n'est pas toujours d'une grande cohérence dans ses interventions (politique de prix, subvention, fiscalité, régime foncier...).

Ces problèmes se sont posés avec acuité pour les grandes sociétés de développement régional de la zone concernée. Leur prise en compte a conduit la communauté internationale à s'intéresser à des projets dits de réhabilitation ayant pour objet la reconstitution des outils de production existants (infrastructures hydrauliques, aménagement à la parcelle, gestion des eaux, environnement macro-économique...), préalablement à la mise en place de nouveaux investissements. Ces interventions concernent :

- l'Office du Niger (Mali) ;
- la Saed (Sénégal) ;
- l'Onaha (Niger) ;
- la Sonader (Mauritanie), sans que l'on puisse réellement parler de réhabilitation compte tenu des faibles superficies concernées.

Au cœur des problèmes se situe la définition des rôles des différents acteurs de la mise en valeur irriguée. Face à cette situation, la communauté internationale (gouvernements concernés, sources de financement, experts du développement) s'est donnée comme priorité la reconstitution des outils de production existants (infrastructures hydrauliques, aménagement à la parcelle, gestion des eaux, environnement macro-économique...), préalablement à la mise en place de nouveaux investissements et favorisée par une révision drastique des rôles de l'Administration et des exploitants privés.

La redistribution proposée des rôles entre l'Etat providence tout puissant et le paysan jusqu'ici assisté, est hardie, mais garantit seule la bonne utilisation des investissements énormes consentis par la communauté nationale et internationale.

Michel JAUXAY

Retour de la sécheresse ou déficit persistant ?

Après une période de pluviométrie satisfaisante (1950 à 1965) les pays du Sahel connaissent un déficit chronique depuis 1968, qui culmine en 1972. Les fleuves accusent aussi un débit moindre depuis quinze ans. Le lac Tchad se retrouve réduit à sa seule cuvette Sud. Une gestion rigoureuse des ressources en eau implique une meilleure connaissance des réserves, une lutte contre le gaspillage, et plus difficile, des cultures adaptées à la sécheresse.

Retour de la sécheresse ou déficit persistant ? La sécheresse des années 1972 et 1973 qui a sévi de la Mauritanie à l'Ethiopie et jusqu'en Afrique équatoriale reste encore présente dans toutes les mémoires par ses conséquences désastreuses sur les populations et leurs ressources. Pourtant, si la catastrophe entraînée par la raréfaction exceptionnelle des pluies et l'insuffisance ou l'absence de l'écoulement avait largement sensibilisé l'opinion internationale, il aura suffi de deux années relativement plus clémentes, dont 1975, pour croire un peu vite à un retour à des conditions climatiques proches de la normale.

Les irrégularités climatiques observées depuis 1982 sur l'ensemble du globe, les anomalies du courant marin El Niño qui ont provoqué aussi bien des inondations catastrophiques au Pérou qu'une succession rarissime de cyclones sur Tahiti, les vents de sable liés à la sécheresse sur l'Australie, les apparents effets de l'éruption du volcan « El Chinchon » sur le temps de la planète, ont remis à l'ordre du jour les relations entre l'homme et le climat. Dans le même temps, l'Afrique tropicale subissait à nouveau un déficit pluviométrique très marqué qui conduisait une fois de plus les médias à s'intéresser au Sahel.

En effet cette région, qui comprend en Afrique de l'Ouest francophone une bande de 600 km de large, couvrant au sens des hydrologues une zone comprise entre 100 et 750 mm de pluie annuelle est particulièrement vulnérable à la diminution des précipitations.

Les populations sahéennes sont certes habituées à vivre dans un contraste saisonnier important (six à neuf mois sans pratiquement de pluie

et quelques mois de saison des pluies pendant laquelle des excès d'eau momentanés sont fréquents) et à s'adapter à un tel contexte climatique, mais la succession d'années sèches perturbe considérablement cet équilibre précaire.

Quelques données sur les pluies

Une étude des séries pluviométriques fournies par un réseau météorologique de base installé dans les années 20 comme des chroniques d'apports des fleuves suivis en certains endroits depuis le début du siècle, montre qu'en fait la période 1968 à 1982 est très largement déficitaire et que depuis quinze ans la sécheresse n'a globalement jamais cessé au Sahel. Certes la sécheresse qui correspond à une insuffisance d'eau n'a pas toujours d'effets dramatiques. Une année peut présenter un total pluviométrique déficitaire mais une distribution temporelle excellente pour les cultures non irriguées alors que l'écoulement dans les rivières est plus faible qu'à l'ordinaire. De même en zone aride une année peut être sèche pour les cultures non irriguées et ne pas l'être pour l'élevage extensif pour lequel la végétation est moins exigeante. Toutefois dans le cas d'années très sévères comme en 1972 tous les usagers de l'eau sont concernés ; de même, la persistance sur une longue période d'un déficit pluviométrique important finit par affecter gravement les moyens d'existence des populations.

Après une période de pluies abondantes de 1950 à 1965 environ, on assiste à une tendance à la diminution des pluies depuis 1968.

Cette année-là la sécheresse est bru-

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire



Sécheresse en Ogaden (Ethiopie)
On a cru un peu vite au retour de conditions climatiques proches de la normale

tale, affectant en premier lieu la Mauritanie et le Sénégal où la pluviométrie a souvent une période de retour comprise entre dix et vingt ans, voire plus (record absolu de sécheresse à Kidira, 385 mm pour une médiane de 680 mm).

- Reprise du déficit pluviométrique en 1970, après une année 1969 normale dans l'ensemble.

- Aggravation de la sécheresse en 1971 dans tous les pays du Sahel (sauf au Sénégal, relativement épargné).

- Point culminant de la sécheresse en 1972 : tous les postes pluviométriques de la zone sahélienne sont déficitaires :

- dans la bande comprise entre 100 et 300 mm, bon nombre de hauteurs annuelles sont comprises entre 45 et 80 mm (déficit de l'ordre de 75 %) ;
- dans la bande comprise entre 300 et 750 mm, le déficit varie généralement de 50 à 60 %, et plus au sud il varie entre 25 et 40 %.

On observe cette année-là de nombreux records absolus de sécheresse (117 mm à Dakar-Yoff pour une nor-

male de 578 mm, ou 289 mm à Maradi contre 633 mm par exemple).

- Après une année 1973 encore très sèche, les années 1974 et 1975 semblent marquer un retour à la normale, mais en 1976, et surtout en 1977, les conditions redeviennent au Sénégal presque aussi sévères qu'en 1972 (on ne relève ainsi que 102 mm à Saint-Louis du Sénégal, normale 347 mm, soit le record absolu).

- Ensuite, après des années toujours déficitaires dans l'ensemble, 1982 marque une recrudescence de la sécheresse sur toute la zone sahélienne. La comparaison de la moyenne pluviométrique 1968-1982 à la normale météorologique 1931-1960 est particulièrement frappante : si l'on prend pour exemple les stations placées le long du fleuve Sénégal, on constate que la basse vallée du Sénégal qui reçoit en année normale entre 300 et 400 mm de pluie, ne reçoit plus en moyenne, depuis quinze ans, que 200 à 250 mm par an.

En règle générale, les isohyètes 300 ou 400 mm se trouvent déplacées de

100 à 200 km vers le sud en l'espace de quinze ans, et pour la majeure partie des stations du Sénégal et de Mauritanie, aucune année n'a été excédentaire depuis 1968.

Les grands fleuves tropicaux

Il s'agit des fleuves Sénégal, Niger et de l'ensemble Logone-Chari qui sont étudiés respectivement (pour les stations les plus anciennes) depuis 1903, 1907 et 1932.

Ces fleuves présentent un déficit relatif beaucoup moins important que celui des cours sahéliens, mais la sécheresse y est statistiquement beaucoup plus faible.

Bien que ces fleuves prennent leur naissance dans des régions beaucoup plus arrosées, on constate que les débits annuels du Sénégal à Bakel (qui contrôle donc toute la basse vallée du Sénégal) sont déficitaires depuis 1968 (sauf 1969 et 1974), que les apports au lac Tchad, contrôlés par le Chari à N'Djamena sont tous

Le Nordeste brésilien : des ressources en eau problématiques

Le Nord-Est brésilien est tristement célèbre pour ses excès climatiques. Le « polygone de la sécheresse », qui couvre près de 800 000 km² pour 12 millions d'habitants, reçoit certes en année moyenne entre 400 et 800 mm de pluie, mais les variations d'une année à l'autre sont beaucoup plus accentuées qu'au Sahel. De plus, la répartition mensuelle des pluies liée à un « hivernage » moins marqué qu'en Afrique tropicale a une importance toute particulière :

Si, comme en 1979, 1980 ou 1982 les pluies sont trop étalées dans le temps, les retenues restent vides et les besoins en eau des plantes ne sont pas toujours satisfaits, le « Sertão » est alors vert mais les récoltes sont médiocres.

Si, comme en 1981, les pluies sont trop concentrées, toutes les rivières coulent, les barrages se remplissent, débordent ou se rompent et l'arrêt brutal des pluies ne permet pas aux plantes d'aller jusqu'à la fin du cycle végétatif.

Le Nordeste relativement peuplé subit un exode permanent : cet exode s'accroît lors des grandes sécheresses qui provoquent aussi la perte de nombreuses vies humaines. Quelques exemples : en 1877-1879, 125 000 émigrants et 58 000 morts ; en 1913, 32 000 émigrants et 30 000 morts. Celle de

1952-1953 a également provoqué de grands déplacements de population. Les pouvoirs publics tentent de trouver des remèdes à la rigueur du climat : construction de nombreux barrages (*açudes*), perforation de puits, créations de « fronts de travail » pour fixer sur place les paysans sinistrés ; création de financement gouvernemental à faible taux d'intérêt pour certains travaux, appui à des programmes de recherche et d'extension rurale des techniques comme l'irrigation qui ne correspond pas ici à une tradition locale.

Un certain nombre d'organismes ont souvent été créés après de graves sécheresses pour apporter des solutions. Parmi les plus connus, citons : — *Le Dhocs* (Département national des travaux contre la sécheresse) chargé actuellement de la construction et de la gestion des grands barrages et de leurs périmètres d'irrigation.

— *La Sudene* (Super-intendance pour le développement du Nordeste) chargée de coordonner et de financer le développement de cette zone et qui contrôle un réseau de plus de 2 000 stations pluviométriques et une banque de données hydropluviométriques conçue et réalisée de 1973 à 1979 en collaboration étroite avec l'Orstom.

— *L'Embrapa* (organisme de recherche agropiscicole) qui étudie et améliore les techniques de production agricole.

— *Le projet « Sertanejo »* chargé de créer et d'organiser des « noyaux » de développement dans le Nordeste. ■

Déplacement de population du Sertão
L'exode s'accroît lors des grandes sécheresses

déficitaires depuis 1965 et que la situation est pratiquement identique pour le fleuve Niger.

Si l'on additionne par ailleurs les efforts moyens de l'ensemble des fleuves provenant du Sahel (Sénégal à Bakel, Niger à Koulikoro, Bani à Douna et Chari à N'Djaména) on arrive à un chiffre voisin de 125 milliards de m³. Or, pour les quinze dernières années, cette valeur annuelle tombe en moyenne à 95 milliards de m³, soit un déficit de 25 %. Un tel déficit annuel est énorme, il correspond pour fixer les idées à trois fois le volume d'eau devant être stocké par le barrage de Manantali sur le Haut-Sénégal.

La plus longue série d'apports annuels est fournie par celle du Sénégal à Bakel avec 80 ans d'observations. La moyenne des modules (1903-1982) s'élève à 723 m³/s, alors que celle établie sur la période 1968 à 1982 n'atteint que 469 m³/s, soit 35 % de déficit en moyenne. Le module minimal est observé en 1972 avec 263 m³/s seulement, soit un déficit de 64 %. Il s'agit-là de la plus faible valeur observée, le module de l'année 1913 étant légèrement supérieur (270 m³/s). La sécheresse persistante qui sévit au Sahel a, bien sûr, également une influence profonde sur les valeurs extrêmes de l'écoulement (étiages et crues). Les étiages sont, certes, spectaculaires (arrêt total de l'écoulement du Sénégal à Bakel pendant une semaine en juin 1974, et presque total du Niger à Niamey en 1974 également), mais la faiblesse des crues maximales au cours de la période récente a une influence particulièrement désastreuse en agriculture.

Le lac Tchad

Il s'agit là d'un indicateur précieux de la sécheresse, nappe d'eau endoréique peu profonde, il réagit en effet fidèlement aux variations du climat. Ce lac présente une fluctuation annuelle suivant, avec un certain décalage, les variations de l'hydrogramme du Chari.

Après une brève montée de son plan d'eau, de 1953 à 1963, le lac connaît depuis 1964 une baisse continue, les apports des 18 dernières années étant tous déficitaires.

Si l'on prend comme référence la station de Bol, suivie depuis 1956, on évaluait en janvier 1963 la surface du lac à 23 500 km², et le volume des eaux stockées à 105 milliards de m³. En juillet 1973, la surface du lac n'était plus que de 9 000 km² (40 %) et les eaux stockées d'environ 30 milliards. On notait, par ailleurs, la coupure du lac en deux cuvettes avec exondation de la Grande Barrière.



Depuis cette date, on note peu d'évolution: la cuvette nord n'est alimentée que de façon épisodique et le lac se trouve donc réduit à la seule cuvette sud.

Impact sur les autres ressources

La sécheresse prolongée observée au Sahel, pour laquelle quelques éléments chiffrés ont été fournis sur les précipitations et les débits, provoque de profonds bouleversements socio-économiques; ainsi la décimation des troupeaux des nomades au Niger dans les années 1972-1973 a entraîné une sédentarisation accélérée de ceux-ci auprès des rares points d'eau permanents.

Sur le plan agricole, l'exemple du Sénégal est frappant:

• dans le secteur de l'agriculture pluviale la production arachidière de ces dernières années a connu une baisse de volume de moitié due au raccourcissement de la durée de la saison des pluies utile, et à une apparition de plus en plus fréquente de périodes de sécheresse au cours de la période de culture. Une étude de la pluviométrie utile entre 1940 et 1980, faite par le Gerdar en même temps que l'évolution de l'évapotranspiration réelle de l'arachide et du drainage sous culture, montre que les potentialités hydriques à Bambey en 1980 sont celles qui prévalaient à Louga en 1960, soit une aridification de l'écosystème qui s'est

portée vers le sud sur près de 200 km en vingt ans;

• dans le secteur irrigué ou des cultures par décrue qui intéresse le fleuve lui-même (140 000 ha) la faiblesse de la crue annuelle depuis quinze ans réduit sensiblement les zones inondées en période de crue (15 000 ha en 1972) et la durée d'inondation du lit majeur, d'où des récoltes de riz ou de sorgho très réduites. La remontée du sel dans le fleuve est également préoccupante et limite le riz de mangrove.

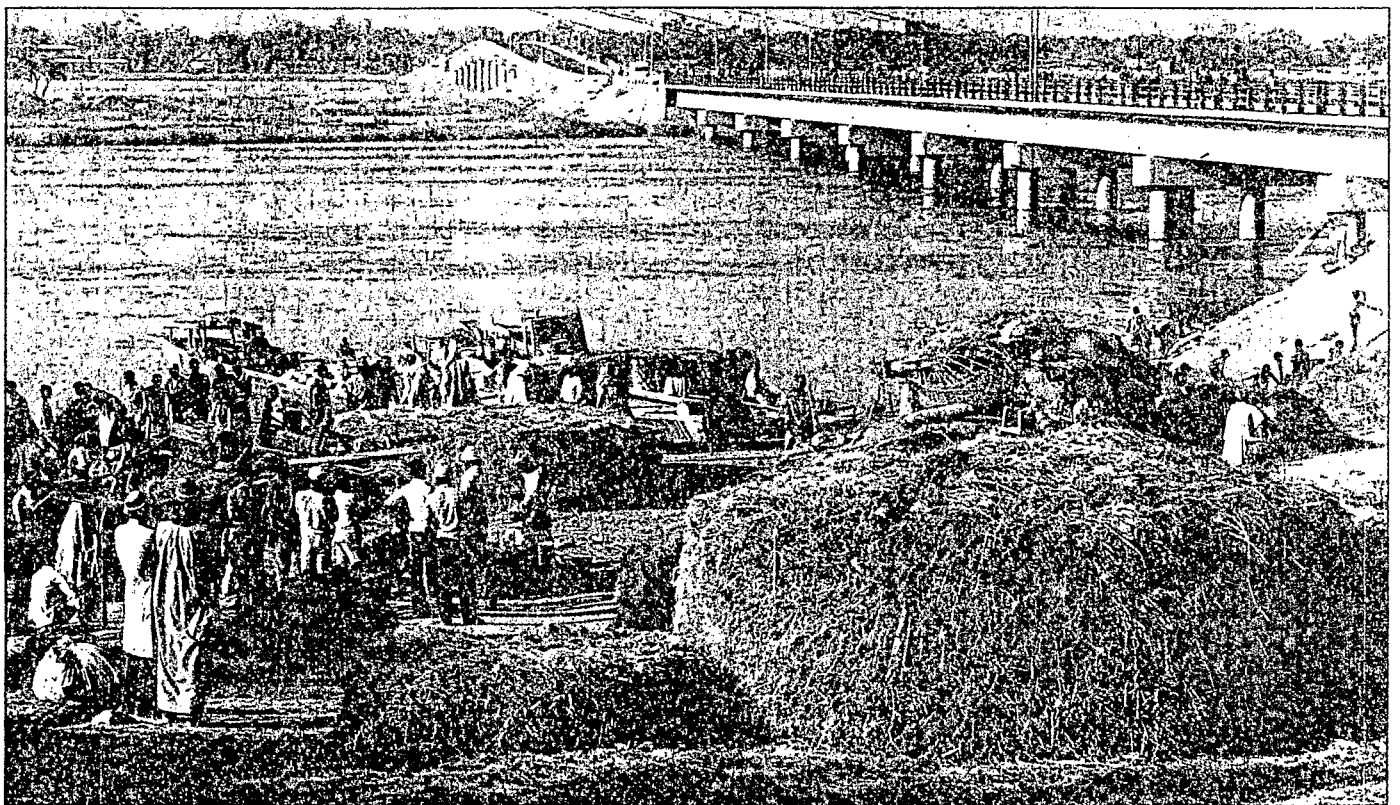
Dans les autres pays la situation est aussi préoccupante. Ainsi au Mali la cuvette lacustre du Niger qui est régulièrement inondée chaque année ne l'a pratiquement pas été en 1982, et l'exploitation du riz Mopti, normalement faite sur 4 600 ha à Tenenkou, ne l'a été que sur 90 seulement. Le lac Faquibine, qui est le plus grand lac du Mali, n'a jamais été rempli complètement depuis 1956 et s'est entièrement asséché en 1974; jusqu'à 20 000 ha peuvent ainsi échapper aux cultures. Au Tchad, la coupure du lac en deux et l'assèchement quasi total de la cuvette nord a porté un coup presque fatal aux polders. Par ailleurs, l'inondation médiocre des plaines du Serbewel et la modification du milieu lacustre ont réduit sensiblement les ressources piscicoles ce qui a entraîné en quelques années le décuplement du prix du poisson.

On pourrait malheureusement multiplier ces exemples.

Le Sahel a subi plusieurs périodes de sécheresse prolongée au cours de la phase historique récente. Cependant l'accroissement démographique important de ces dernières décades, le sentiment trompeur de relative abondance qui s'est instauré pendant les années pluvieuses de 1950 à 1965, l'abandon de certaines pratiques traditionnelles ont, en augmentant sensiblement les besoins en eau, aggravé sérieusement les effets de la pénurie.

La dégradation du milieu naturel par manque d'eau a encore été augmentée par l'action de l'homme et du bétail: surpâturage, appauvrissement des sols, déboisement intensif, etc. Cette désertification continue et inquiétante a suscité heureusement des réactions nombreuses et salutaires. La conférence des Nations unies sur la désertification à Nairobi en 1977 a étudié les remèdes à apporter; la création en 1973 du Cilss (Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse) qui regroupe les six pays sahéliens francophones, plus les îles du Cap-Vert et la Gambie, a permis la coordination de projets de développement, le Club des amis du Sahel, créé à Dakar en 1976, encourage la coopération entre les organismes donateurs. Il s'agit là d'aspects positifs et moteurs. Nombre de projets sont mis en œuvre par les organismes des Nations unies avec le concours financier du Pnud ou de la Banque mondiale.

La lutte contre la pénurie passe par



Pont Kennedy à Niamey
Arrêt presque total du Niger en 1974

une gestion rigoureuse des maigres ressources en eau disponibles, et ceci requiert de passer en revue plusieurs points importants :

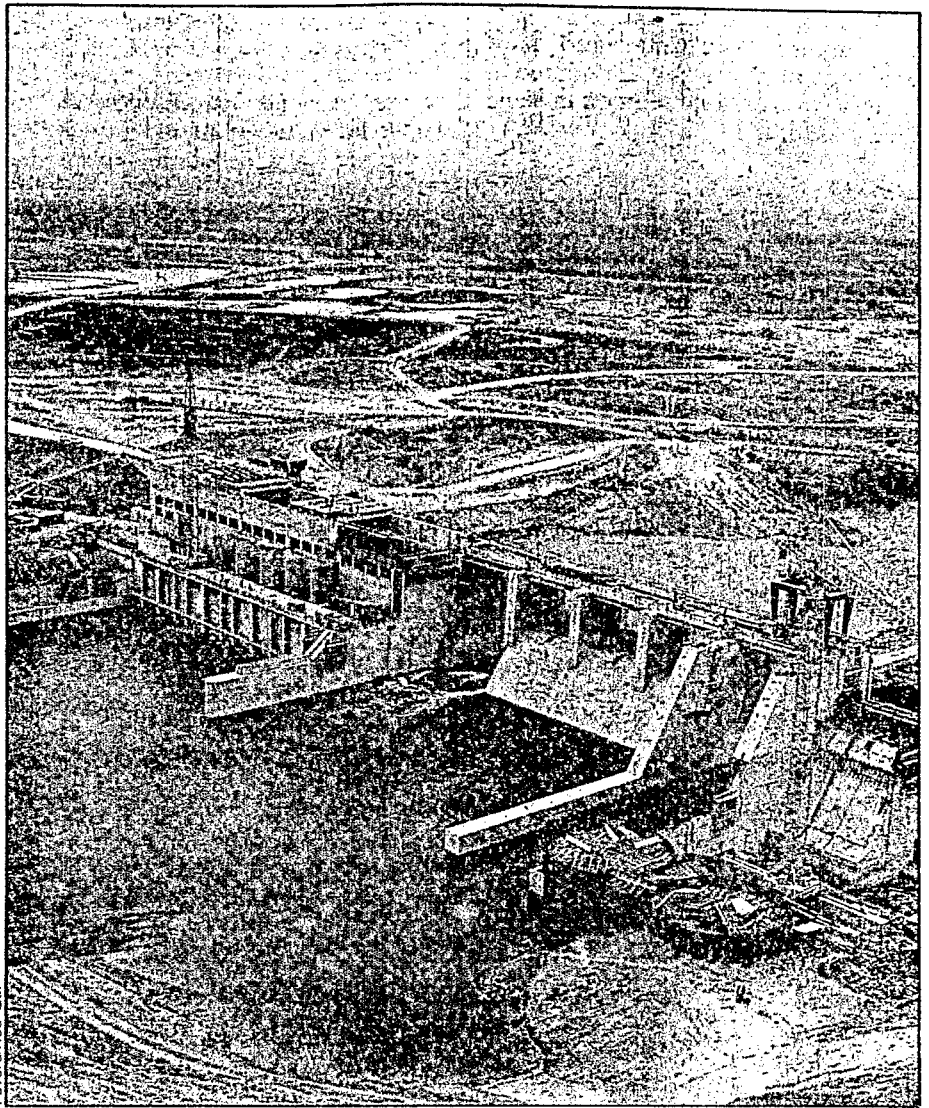
- *Meilleure connaissance de la ressource* : connaître les ressources en eau existantes, en quantité et en qualité, exige le suivi fidèle des réseaux de mesures hydrométéorologiques. Il s'agit là d'un investissement important et à long terme, très lourd pour les gouvernements concernés. Un tel suivi requiert un personnel qualifié et motivé, un appareillage fiable et adapté aux dures conditions de terrain.

Le projet Pnud/Omm (Organisation mondiale de la météorologie), baptisé Agrhymet, tente de répondre à ces besoins en formant des hydrologues et des agrométéorologues destinés à renforcer les services nationaux correspondants ; d'autres organismes, comme l'Orstom, continuent d'apporter leur contribution régulière au fonctionnement des réseaux, à l'exploitation des données et à la création de banques de données.

- *Prévision des fluctuations de la ressource* : mieux connaître les relations entre climat et ressources en eau est l'un des objectifs du Programme climatique mondial-eau en cours (Omm). Essayer de prévoir la sécheresse ou d'en connaître les causes est une préoccupation majeure de nombreux scientifiques, et des recherches multidisciplinaires associant météorologues, hydrologues, océanographes, se développent (par exemple, la relation entre la température des eaux en surface du golfe de Guinée et la quantité de précipitations au Sahel peut-elle déboucher sur une prévision à plusieurs mois des pluies sur cette zone ?).

- *Augmentation, maintien ou régularisation de la ressource* : les expériences de pluies provoquées au Sahel ne semblent pas encore très concluantes (difficultés d'appréciation des effets réels de l'expérimentation, financement, manque de nuages...) et les procédés employés pour limiter les pertes par évaporation restent d'utilisation limitée. Les études de recharge des nappes aquifères font l'objet d'études pilotes du Brgm (Bureau de recherche géologique et minière).

La régularisation interannuelle (ou sur plusieurs mois) des ressources est mise en œuvre à diverses échelles. Au niveau des grands barrages, tels que Selingue ou Manantali, il est trop tôt pour parler de réussites éclatantes (difficulté de remplissage des retenues, pertes par évaporation — plus de 2 mètres par an), et l'on revient souvent à une politique de barrages plus modestes mais moins coûteux et



Barrage de Selingue au Mali

Il est trop tôt pour parler de réussites éclatantes

d'une réalisation facile, par les paysans eux-mêmes (cas des barrages en gabions). De même, le surcreusement de nombreux points d'eau sahéliens permet un répit bienvenu pour les nomades au cours de la saison sèche.

- *Meilleure utilisation de la ressource* : lutte contre le gaspillage de l'eau, les pertes dans les réseaux de distribution, essayer d'améliorer la qualité de l'eau fournie aux populations, sont autant d'objectifs de la décennie internationale pour la fourniture d'eau potable et l'assainissement, et certains programmes sont en œuvre au Sahel.

- *Les secteurs agricoles et pastoraux* sont, par ailleurs, des secteurs également cruciaux. Sur le plan agricole, un effort particulier doit porter sur le choix des cultures les mieux adaptées à la sécheresse, tout en respectant les habitudes alimentaires : des variétés de mil peu exigeantes en eau et à haut rendement sont ainsi maintenant disponibles. Le développement du suivi agrométéorologique des cultures est souhaitable pour rationaliser la gestion de l'irrigation et l'exécution de

certaines travaux agricoles et estimer l'importance des récoltes. Ceci exige, entre autres, une formation professionnelle adaptée et graduée.

Sur le plan pastoral, la production du bétail devrait se faire en liaison avec l'état des pâturages à la fin de la saison des pluies, pour éviter des effectifs pléthoriques et le surpâturage, mais cette idée se heurte souvent aux coutumes ancestrales des éleveurs.

- *Enfin se pose le problème de l'exploitation des eaux souterraines.* Le nombre de villages sahéliens munis de puits est en effet réduit (un sur trois environ), et certains experts préconisent ainsi la réalisation de 70 000 points d'eau d'ici la fin du siècle, avec une participation massive des villageois eux-mêmes à leur construction. Si un tel point de vue paraît fort légitime, il mérite toutefois d'être nuancé, car beaucoup de nappes sont fossiles et une meilleure connaissance du comportement des nappes souterraines est absolument nécessaire.

Jacques SIRCOULON

Orstom