

**LA DESERTIFICATION :**  
**Un problème d'environnement**  
**Un problème de développement**

**Antoine CORNET**

*Directeur de recherche IRD à Montpellier  
Président du CSFD (Comité Scientifique Français  
de la Désertification)*

## 1) LA NOTION DE DESERTIFICATION

De nombreuses définitions différentes de la désertification ont été proposées au cours des 20 dernières années. De ce fait, on a beaucoup discuté du sens de ce terme, quelle est l'importance de la désertification, comment elle peut être mesurée, et quels sont les meilleurs moyens de s'attaquer au problème.

La variété des définitions du terme de désertification et l'extension de l'espace géographique couvert contribuent à maintenir une certaine confusion préjudiciable à la définition des stratégies de lutte. Cependant il est important de préciser le contenu de cette notion pour lui donner une valeur diagnostique et opératoire.

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la Désertification établit la définition suivante : *Le terme « désertification » désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines* (Article 1). Cette définition, qui résulte de compromis négociés entre les parties, diminue l'insistance mise précédemment à traiter les facteurs d'origine humaine. Notamment, la définition proposée en 1991 par le Desertification Control/ Programme Activity Centre ( DC/PAC) du PNUE, spécifiait que l'impact néfaste de l'homme est la cause première de la désertification.

Nous retiendrons, conformément au texte de la convention, que **la désertification équivaut donc à la dégradation des terres en zones sèches**. Cette dégradation des terres est due essentiellement aux activités humaines. Elle procède de mécanismes naturels induits ou exacerbés par l'homme. Elle se manifeste par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent.

Si l'on admet que le concept de désertification est synonyme de dégradation des terres, il constitue le problème environnemental majeur pour le développement rural durable des zones sèches, mais il recouvre une grande diversité de processus et de niveaux de gravité qu'il conviendra de préciser.

Il est opportun de rappeler quelques différences :

La dégradation des terres se distingue de la sécheresse, qui désigne les conséquences d'un déficit en eau plus ou moins prolongé. Celle-ci constitue un facteur d'aggravation de la désertification.

La désertification n'est pas l'avancée du désert. Il n'est pas prouvé d'ailleurs que le désert s'étende. Au lieu de cela, les études récentes montrent que la frontière du désert avance ou recule selon la quantité de précipitations dans une année donnée.

L'utilisation du terme désertification dans l'expression "désertification des campagnes" semble dériver de l'expression *rendre désert*, c'est à dire inhabité, dans ce cas le terme *désertion* serait plus indiqué.

## **2) LES PROCESSUS DE DEGRADATION DES TERRES**

La désertification et la dégradation des terres résultent de mécanismes et processus complexes et interactifs pilotés par un ensemble de facteurs agissant à différentes échelles spatiales et temporelles. Si la désertification est bien un phénomène global affectant l'ensemble des zones sèches, on a localement des situations et des évolutions diversifiées correspondant à des combinaisons originales de facteurs. Cela implique pour les actions de lutte la nécessité de s'appuyer sur des diagnostics fiables de l'état de l'environnement local intégrant l'identification des intérêts respectifs des différentes catégories d'acteurs. Nous essayons de présenter ici des processus de dégradation des terres au travers de trois schémas :

- 1 - Relations entre les activités humaines, l'occupation du sol et la gestion de l'espace.
- 2 - Les relations entre les processus biophysiques de dégradation des terres.
- 3 - Une esquisse de cadre conceptuel des causes de la désertification et de la dégradation des terres.

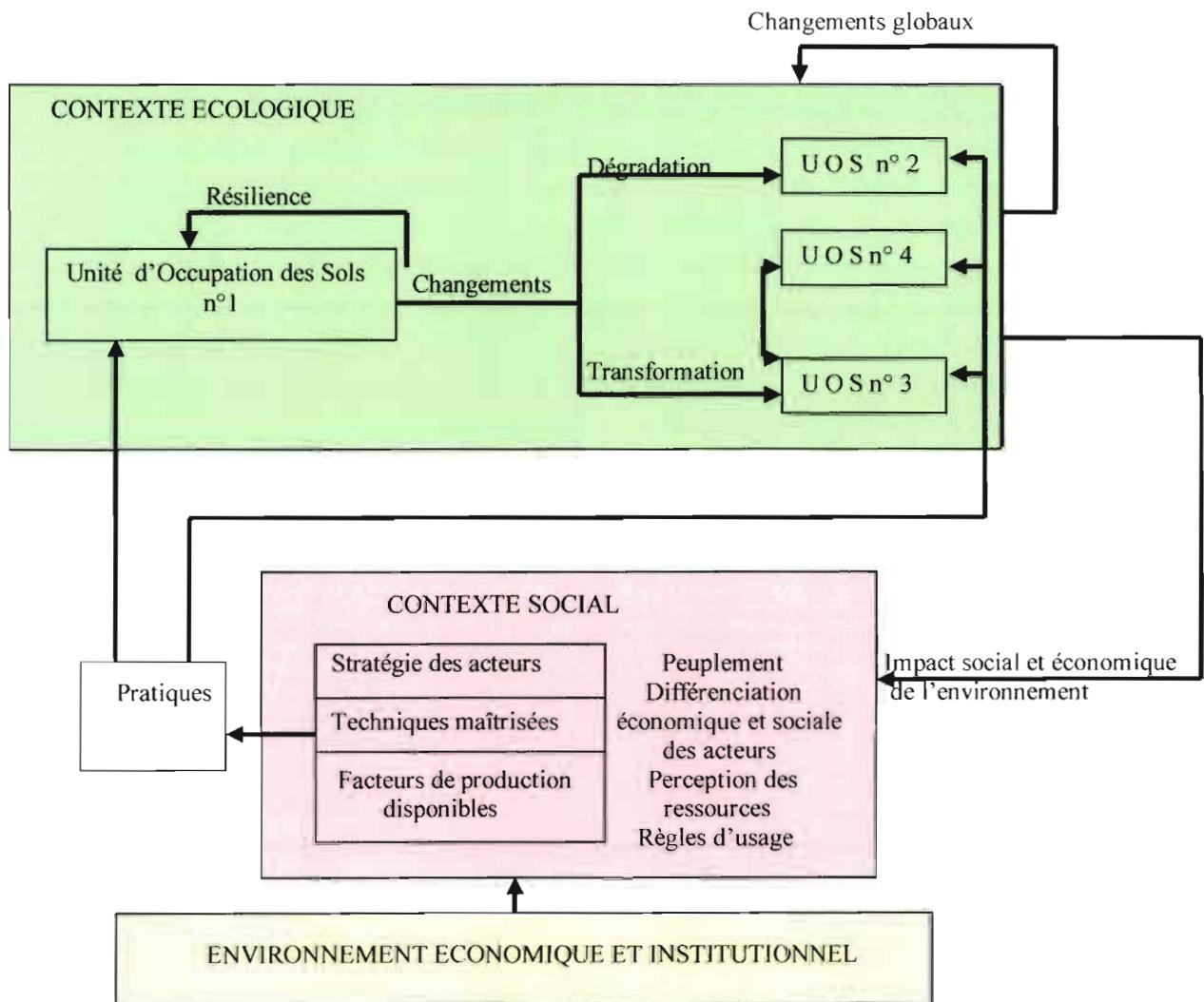
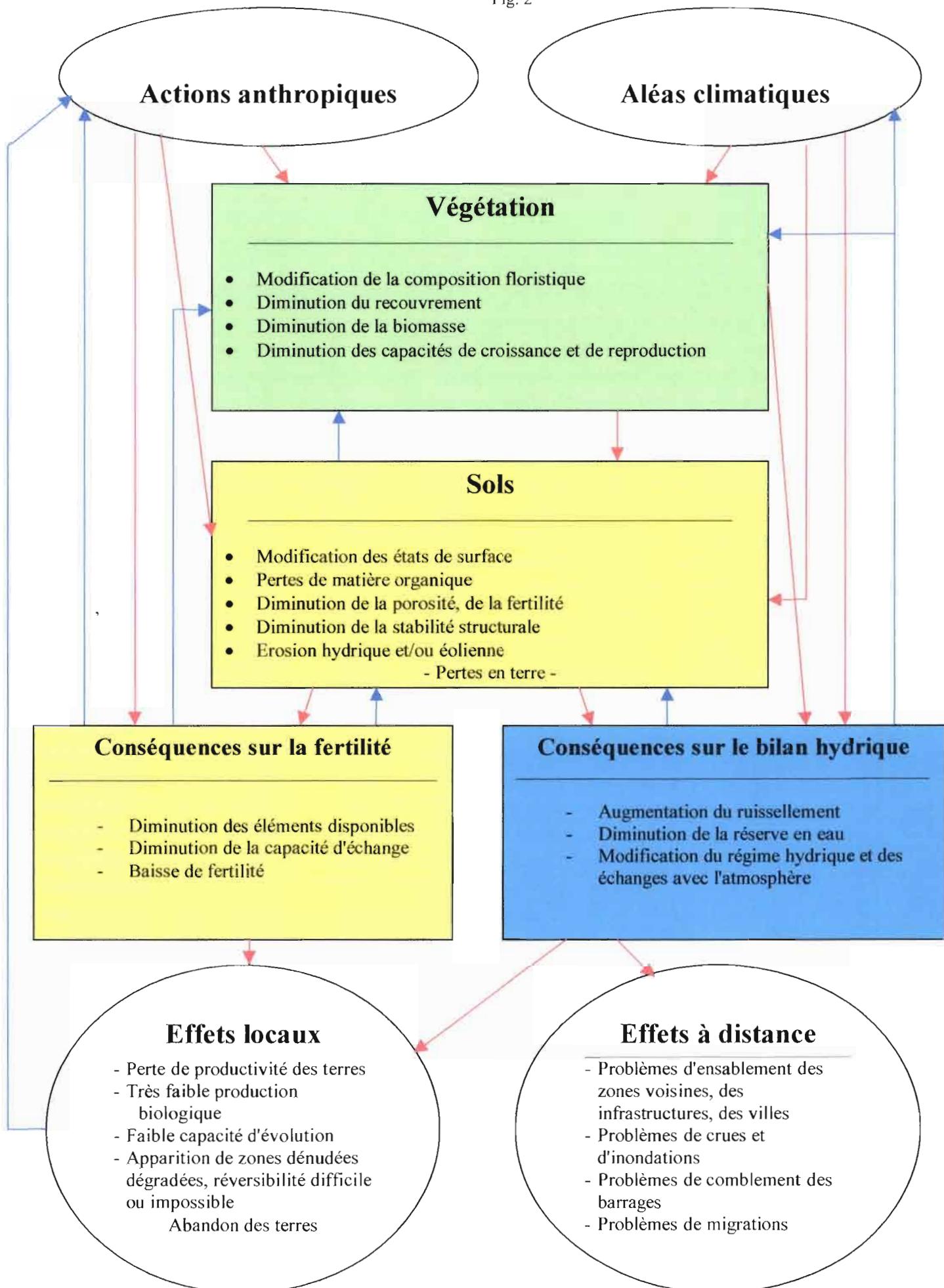


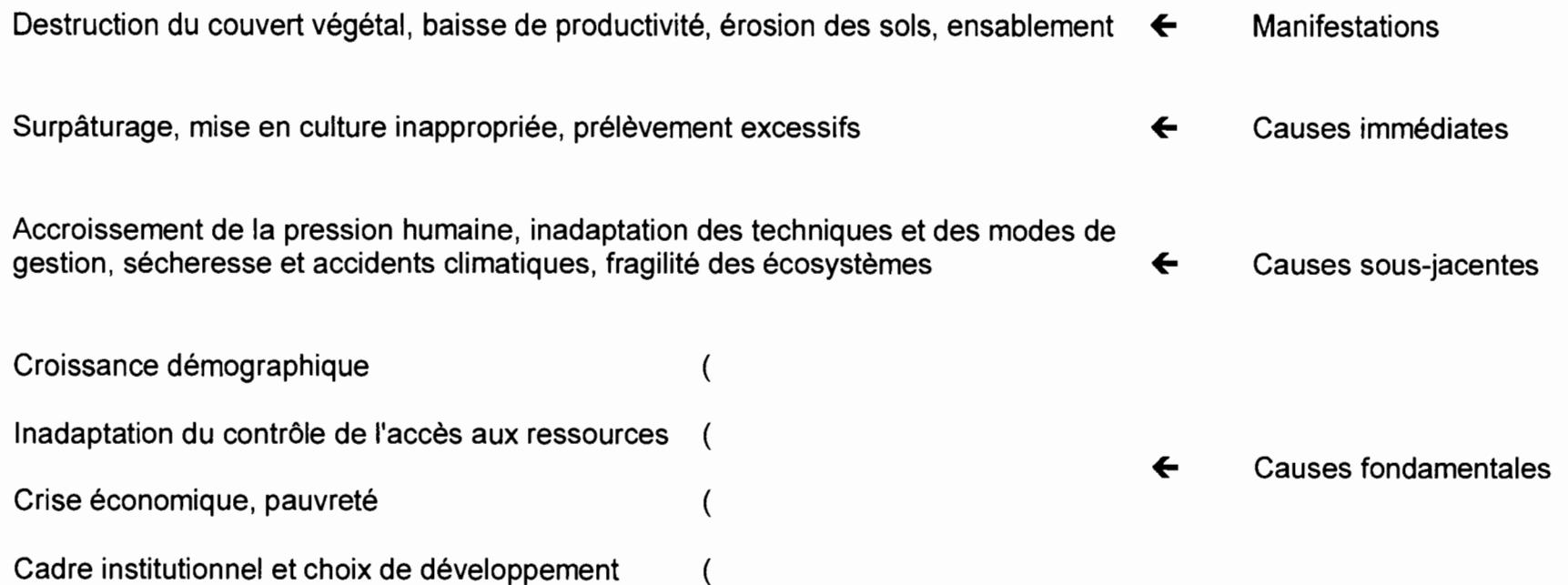
Fig. 1 - Relations entre les activités humaines, l'occupation du sol et la gestion de l'espace

Fig. 2



*Fig 3*

**Cadre conceptuel des causes de la désertification et de la dégradation des terres**



La figure 1 montre l'interdépendance entre les activités humaines et leurs conséquences sur l'évolution des milieux et des paysages. Ces activités sont déterminées par le contexte social et l'environnement économique et institutionnel. Elles se traduisent par des actions concrètes sur le milieu au travers des pratiques, qui modifient les processus biophysiques et les caractéristiques écologiques.

La figure 2 montre que la pression anthropique au travers des pratiques: surpâturage, extension de défrichement, déboisement... exerce des actions sur le couvert végétal et sur les sols. Celles-ci modifient les processus biophysiques de fonctionnement des systèmes agronomiques et écologiques entraînant des conséquences successives qui peuvent conduire à une spirale de dégradation. L'arrêt ou la modification de ces pratiques entraîne des trajectoires d'évolution différentes et éventuellement une reconstitution si des seuils d'irréversibilité ne sont pas franchis.

La figure 3 essaye d'expliquer les différents facteurs déterminants de la désertification à différents niveaux.

### **3) DESERTIFICATION ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Un questionnement et un débat permanent existent sur les interactions réciproques entre désertification et changements climatiques. Les termes en sont à la fois complexes et controversés. La difficulté provient du fait que nos connaissances sur les processus de dégradation des terres et sur les mécanismes des changements climatiques, sont encore bien incomplètes. Le débat peut être résumé à quatre questions essentielles pour lesquelles nous ne possédons que des informations fragmentaires.

#### **1- Les fluctuations régionales récentes du climat ont-elles accru la désertification?**

Suite à la période de sécheresse prolongée qui a sévi en Afrique sahélienne, on a constaté que cette pluviosité moindre et sa variabilité plus grande ont accru la vulnérabilité des ressources naturelles à la dégradation. Mais il a été également observé que l'impact de ces sécheresses est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. Pour l'ensemble des auteurs, l'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches.

#### **2- Un changement climatique global et un réchauffement global induit sont-ils responsables des périodes de sécheresse accrues? Avec quelles conséquences pour la désertification?**

Les scénarios d'évolution climatique, basés sur des modèles de circulation globale, prévoient tous une élévation de la température moyenne annuelle, mais sans en préciser la répartition saisonnière. Ce réchauffement n'est cependant pas identique dans les deux hémisphères et variable avec la latitude. Ils sont par ailleurs en désaccord sur les changements possibles de pluviosité aux latitudes subtropicales et tropicales. Concernant l'Afrique occidentale sahélienne, le Groupe d'Experts Inter-gouvernemental sur l'Evolution du Climat estime actuellement, que la poursuite du réchauffement global aboutira à des températures plus élevées, une humidité moindre au sahel, une variabilité accrue des précipitations et des orages de plus forte intensité.

En résumé et malgré les incertitudes existantes, il semble que les changements climatiques globaux prévisibles, devraient se traduire dans les zones sèches subtropicales par un accroissement des conditions d'aridité, ce qui aggraverait la pression des populations sur les ressources et la dégradation des terres.

### **3- La dégradation des terres a-t-elle un effet en retour sur le climat local ou régional ?**

D'un point de vue local, des hypothèses ont été émises sur les mécanismes liant une variation de la nature de la surface du sol et les précipitations locales. Ces interactions seraient liées à l'augmentation de l'albédo de la surface et donc à une diminution de l'énergie disponible au sol, et à une diminution de la quantité d'humidité présente.

Les climatologues se montrent en général très prudents au sujet de l'existence de rétroactions fortes entre dégradation des terres et évolution du climat local. Les résultats sur le Sahel par exemple ont montré que l'effet des rétroactions sol-atmosphère existe mais reste faible devant les effets induits par les variations de la température de surface des océans. On peut considérer que le processus de désertification n'est pas la cause principale de la sécheresse au Sahel, mais qu'il a pu contribuer à renforcer quelque peu l'importance et la persistance du déficit pluviométrique observé.

### **4- La dégradation des terres arides exerce-t-elle une influence sur le climat global?**

L'impact des changements dus aux activités humaines en zones sèches sur l'atmosphère terrestre et le bilan global d'énergie commence à être mieux connu. L'influence sur le bilan d'énergie global de l'atmosphère pourrait provenir : de la modification de l'albédo, de la modification de l'humidité des sols et du bilan hydrique, du changement de rugosité des surfaces, de l'émission de poussières et des variations dans l'émission ou le stockage de carbone. L'influence de chaque facteur varie suivant les zones concernées: arides, semi-arides etc...

Concernant le carbone, une dégradation des systèmes écologiques, des zones agricoles et pastorales dans cette région du monde entraînerait un accroissement des émissions et une réduction de la capacité de stockage. En zones sèches, les sols jouent un rôle significatif dans le stockage du carbone et le contrôle de la dégradation et des pertes en sol pourrait être important pour lutter contre le réchauffement global. Il est probable que la dégradation des terres en zone sèche, contribue à modifier le climat au niveau global cependant, l'importance relative de cette contribution n'est pas encore reconnue.

## **4) DESERTIFICATION ET BIODIVERSITE**

La durée pendant laquelle des conditions croissantes d'aridité se sont développées dans ces zones, alliée à une pression anthropique ancienne ont entraîné des processus d'adaptation et d'évolution qui se traduisent d'une part, par l'existence de patrimoines génétiques originaux et, d'autre part par la présence d'une mosaïque de foyers d'adaptation et d'évolution. Les propriétés d'adaptation écophysiologiques et génétiques à la sécheresse que l'on rencontre chez de nombreuses espèces des zones

arides, ainsi que la diversité des écosystèmes qui les abritent, font de ces zones des centres de ressources précieuses pour des utilisations futures.

L'ancienneté de l'agriculture dans ces zones a conduit à l'appropriation par les populations locales d'un stock important de variétés traditionnelles de plantes cultivées et de populations ou de races animales domestiques adaptées. Certaines sont connues pour posséder des caractères génétiques utilisables dans le monde entier dans le cadre de programmes d'amélioration. Par exemple, les études récentes ont montré l'importance des ressources génétiques que constituent les variétés traditionnelles de *mil* et les espèces sauvages apparentées dans la zone sahélienne. De même de nombreuses espèces fourragères utilisées mondialement tel *Cenchrus ciliaris* sont originaires de ces zones, qui constituent le réservoir de diversité génétique pour leur amélioration. L'intérêt de la diversité biologique dans ces zones doit être étendu à d'autres groupes biologiques, notamment aux micro-organismes. Un programme actuel étudie au nord et au sud du Sahara la diversité des *rhizobiums* en vue de leur utilisation pour la restauration des terres dégradées. Enfin la biodiversité joue un rôle important dans la résilience des écosystèmes en renforçant leurs capacités de récupération après perturbation.

La désertification et les modifications des modes d'utilisation et de couverture des terres en zones sèches constituent le principal facteur de perte de la biodiversité, au travers de la surexploitation des populations et de la destruction des habitats. Les interrelations existantes entre prévention de la dégradation des terres, développement rural durable et conservation de la biodiversité doivent conduire à une coordination et une synergie entre les programmes spécifiques mis en place au niveau des bailleurs de fonds et de l'Etat.

La dégradation des terres, principal support de la diversité biologique, est plus particulièrement préoccupante au niveau :

- de la faune sauvage et même de la faune domestique, dont les conditions de bonne gestion ne sont plus garanties ;
- de la flore où certaines espèces constitutives de la pharmacopée et des systèmes de culture traditionnels se font rares voire disparaissent ;
- de certains cours d'eau, jadis permanents, qui sont devenus intermittents, bouleversant des biotopes de nombreuses espèces ;
- des oiseaux migrateurs qui constituent un patrimoine mondial et qui trouvent au Sahel des habitats de plus en plus précaires dans les zones humides résiduelles.

La protection de la biodiversité s'est longtemps appuyée sur la création des parcs nationaux et des aires protégées. Ces derniers ont plutôt considéré l'activité humaine comme prédatrice. Face à la croissance de la pression sur les ressources, ces « sanctuaires » sont devenus des enjeux majeurs pour les paysans, les chasseurs, les pasteurs... : enjeux fonciers et forestiers, disponibilité d'espèces qui ont disparu dans les zones cultivées...

La plupart des acteurs (Etats, ONG de conservation de la nature, ONG de développement, organisations paysannes...) reconnaissent aujourd'hui la nécessité d'associer stratégie de conservation de la diversité biologique et valorisation de ce potentiel par les communautés.

Vu le rôle de la diversité biologique dans la résilience des écosystèmes et le fait qu'ils devront s'adapter à des modifications climatiques probables à défaut d'être prévisibles, préserver la biodiversité locale et favoriser l'adaptation floristique à des

conditions plus sèches ou plus humides, est sans doute un enjeu majeur pour faciliter les évolutions futures. De ce point de vue, maintenir une densité suffisante de réserves ligneuses, d'écosystèmes diversifiés, pour favoriser la conservation *in situ* d'une biodiversité, représente un enjeu important.

Dans le domaine des ressources génétiques à usage agricole, plusieurs enjeux se combinent : la disponibilité de variétés locales particulièrement adaptées à des conditions agro-climatiques ; la disponibilité d'espèces qui peuvent constituer de nouvelles opportunités de valorisation tant sur les marchés locaux qu'internationaux. La conservation *in situ* d'espèces et de gènes est un enjeu d'autant plus important que les banques de gènes *ex situ* apparaissent comme très coûteuses et difficiles à pérenniser. Elle implique en revanche de reconnaître un rôle important aux communautés et aux agriculteurs, comme acteurs majeurs de la préservation des espèces.

La biodiversité doit être considérée non seulement comme un patrimoine global de l'humanité, mais également comme une des bases potentielles du développement local en relation avec les utilisations actuelles et envisageables par les populations. Cela justifie que les études de la biodiversité, sa valorisation et sa conservation, ne soient pas limitées à quelques zones de richesse particulière, mais étendues à l'ensemble des régions. D'une manière générale, les terres arides n'ont pas bénéficié à ce jour de toute l'attention nécessaire en ce qui concerne leur contribution aux stratégies nationales et internationales de préservation, de conservation et de valorisation de leur biodiversité. Ceci est tout particulièrement le cas en Afrique circum-saharienne.

L'observatoire du Sahara et du Sahel a développé avec l'aide de la France un réseau d'observatoires de suivi écologique à long terme (ROSELT) dans l'ensemble des pays circum-sahariens. L'étude et le suivi de la biodiversité dans l'ensemble des observatoires de ROSELT permettra d'échantillonner correctement le patrimoine biologique original caractérisant les zones arides circum-sahariennes. Ces travaux permettront de dresser les listes et la cartographie des taxons présents, et d'établir à leur propos une évaluation critique de leur vulnérabilité. L'étude des pratiques des populations, relatives à la diversité biologique, devrait permettre de dégager les principes de sa valorisation et de son utilisation dans le cadre d'un développement viable à long terme.

## 5) DESERTIFICATION ET DEVELOPPEMENT

La désertification et la dégradation des terres en zones sèches résultent essentiellement de l'activité humaine. L'homme dégrade rarement intentionnellement les ressources et les terres qu'il exploite. Il a même su créer, sous toutes les latitudes, des systèmes adaptés aux conditions les plus difficiles. Cependant, on notera que le développement dans les zones arides est rarement continu. Plus que dans les autres écosystèmes, il est caractérisé par des progrès et des régressions.

L'accroissement continu et rapide de la population et l'urbanisation entraînent une demande alimentaire croissante et diversifiée appelant à une augmentation considérable de la production et à une amélioration de l'efficience des filières alimentaires. Alors qu'en 1950 en Afrique, un agriculteur devait, au-delà de son auto consommation, nourrir 0,18 habitant non agricole, la ration s'élevait à 0,45 en 1980 et atteindra 1,21 en 2010 (CCE, 1984). La quantité de produits alimentaires à commercialiser par l'agriculteur devra être multipliée par 7.

L'accroissement de la production agricole s'est fait au prix d'une pression accrue sur l'espace, les ressources naturelles et l'environnement, amenant des risques importants de dégradation. Fréquemment, la satisfaction de besoins pressants à court terme associée avec des crises climatiques, démographiques et économiques imprévues, débouchent sur des pratiques néfastes et conduisent aux processus de désertification. Les mécanismes de contrôle d'accès et de gestion des ressources naturelles mis en place par les sociétés traditionnelles deviennent alors obsolètes du fait de la pression des besoins.

Les ressources naturelles constituent la base de la productivité des systèmes écologiques et des milieux. Dans les pays en développement des zones arides, l'exploitation des ressources naturelles renouvelables contribue de manière déterminante à la satisfaction des besoins essentiels d'une grande partie de la population. La destruction des ressources naturelles et la perte de productivité des terres constitue un obstacle majeur au développement de ces pays, pouvant aboutir à des catastrophes majeures difficilement réversibles : famine, abandon des terres, migration brutale (réfugiés de l'environnement).

Le développement durable dans un contexte de désertification signifie d'abord enrayer les processus de dégradation et stabiliser les équilibres entre ressources et exploitation, rétablir des cadres sociaux et politiques viables de gestion des ressources naturelles.

Du fait de la croissance démographique, les modes traditionnellement extensifs d'usage des terres ont des impacts négatifs majeurs sur le couvert végétal et les sols. Une intensification des cultures et des élevages, tenant compte de la fragilité du milieu, est donc indispensable pour limiter les défriches, le surpâturage et la déforestation qui propagent la désertification.

Cette intensification n'est pas nécessairement en contradiction avec des objectifs de conservation des écosystèmes et de préservation de l'environnement mondial. En effet, elle devrait permettre de limiter les pressions anthropiques sur des superficies réduites, favorisant ainsi la conservation des biotopes.

La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit dans une approche globale des problèmes d'environnement et de développement. La durabilité des actions entreprises pour lutter contre la dégradation des terres est souvent conditionnée par l'accroissement et la diversification des ressources permettant une élévation du niveau de vie des populations. Une stratégie efficace visant à réduire ou à stopper la dégradation des terres devra prendre en compte les critères de développement durable.

## 6) EVALUATION ET SUIVI DE LA DESERTIFICATION

L'extension croissante des phénomènes de dégradation des terres et l'inquiétude tant des pays concernés que de la communauté internationale ont créé le besoin de mettre au point des outils d'évaluation de surveillance.

Les objectifs poursuivis sont :

- *D'une part d'évaluer et de mesurer l'état de dégradation des terres afin de diagnostiquer la gravité du problème, de caractériser son étendue et d'en déceler les changements et les évolutions.*

L'établissement d'un diagnostic précis sur l'amplitude, la dynamique et les incidences de la désertification repose sur la définition de critères d'évaluation clairs, pertinents et spécifiques. Définir l'amplitude et la gravité de la désertification de manière objective et comparable d'une région à l'autre est difficile. L'établissement de classes et de taux de dégradation des terres présente un certain nombre de problèmes liés : (1) à la nature des critères à retenir pour estimer l'état de dégradation ; (2) à l'évaluation de la résilience et des capacités de récupération ; (3) à la prise en compte des fluctuations inter-annuelles et de la variabilité ; (4) à la disponibilité des données nécessaires ; (5) au lien existant entre les données et les critères utilisés et la capacité de maintien des systèmes locaux d'utilisation des terres.

- *D'autre part de mesurer les performances des actions de lutte entreprises et l'effet des politiques nationales dans ce domaine.*

La nécessité d'évaluation et de suivi est exprimée dans la Convention sur la désertification, qui fait obligation aux pays de rendre compte des progrès enregistrés dans l'application des moyens de lutte. Plusieurs articles concernent la collecte de l'information, et l'établissement d'indicateurs.

Quels moyens et méthodes peut proposer la recherche pour évaluer et suivre la progression de la désertification ?

La désertification et la dégradation des sols résultent de mécanismes et processus complexes et interactifs, pilotés par un ensemble de facteurs agissant à différentes échelles spatiales et temporelles. Leur suivi exige d'une part la description des conditions biophysiques et socio-économiques des milieux subissant ces phénomènes, et d'autre part la compréhension des mécanismes et processus résultant de ces conditions.

Ce suivi repose tout d'abord sur l'acquisition de paramètres de base permettant de décrire les états du milieu et leur dynamique aux échelles spatio-temporelles pertinentes, puis sur l'analyse, et le cas échéant la modélisation, des interactions entre facteurs induisant des processus contribuant à la désertification.

Sans développer tous les aspects qui donnent lieu à de nombreuses recherches, nous aborderons sommairement trois aspects : les indicateurs, les observatoires, la contribution des outils spatiaux.

## **Les indicateurs :**

Les indicateurs sont traditionnellement employés dans l'évaluation, le suivi, la prévision car ils traduisent de façon synthétique une action, une situation et leur évolution. Comme d'autres termes, celui d'"indicateur" fait l'objet d'une utilisation très répandue, il convient donc de rappeler quelques définitions (encadré 1).

Ils ont selon l'OCDE (1993) deux fonctions principales :

1 - réduire le nombre de mesures et de paramètres qui seraient normalement nécessaires pour rendre compte d'une situation avec exactitude,

2 - simplifier le processus de communication des résultats de mesures aux utilisateurs.

Leur objet consiste à condenser un grand nombre d'informations en quelques mesures compréhensibles, puis à nous aider à décider quelle action déclencher. Pour ce faire les indicateurs doivent être corrélés aux buts et objectifs et exprimés en des termes compatibles avec ces buts et objectifs.

Un **bon indicateur** doit être *pertinent* par rapport au problème, fondé sur des données et analyses *fiables* et répondre aux *besoins de l'utilisateur* (voir critère de sélection des indicateurs - encadré 2).

Les indicateurs de la désertification ne sont qu'un cas particulier d'indicateurs de l'environnement appliqués au cas de la désertification.

Ils peuvent être rattachés à deux grands groupes :

\* celui des **causes de la désertification** qui sont à la fois naturelles (indicateurs traduisant par exemple l'évolution de facteurs climatiques) ou induites (indicateurs mesurant la pression de l'homme sur le milieu) ;

\* celui des **effets de la désertification** sur les milieux biologiques (principalement la végétation et la faune), physiques (sols et ressources en eau) et socio-économiques (famines, migrations, changements des pratiques...).

## Encadré 1. Définition des termes

(OCDE, 1993)

INDICATEUR	Paramètre ou valeur calculée à partir de paramètres, donnant des indications sur ou décrivant l'état d'un phénomène, de l'environnement ou d'une zone géographique, d'une portée supérieure aux informations directement liées à la valeur d'un paramètre.
INDICE	Ensemble de paramètres ou d'indicateurs agrégés ou pondérés décrivant une situation.
PARAMETRE	Propriété mesurée ou observée.
REPÈRE	Un repère est une norme par rapport à laquelle les indicateurs ou indices peuvent être comparés afin de déterminer les tendances.
<b>INDICATEURS DES PRESSIONS SUR L'ENVIRONNEMENT OU INDICATEURS DE PRESSION</b> Correspondent à la partie "pressions" du modèle PER. Ils décrivent les pressions exercées sur l'environnement par les activités humaines.	
<b>INDICATEURS DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES OU INDICATEURS DE CONDITION</b> Correspondent à la partie "état" du modèle PER. Ils décrivent la qualité de l'environnement et les aspects qualitatifs et quantitatifs des ressources naturelles.	
<b>INDICATEURS DE REPONSE</b> Correspondent à la partie "réponses" du modèle PER. Dans ce contexte, le mot "Réponses" ne vaut que pour les réponses de la société (et non pour celles des écosystèmes).	
<b>INDICATEURS DESTINES A L'EVALUATION DES PERFORMANCES</b> Indicateurs sélectionnés ou agrégés des conditions environnementales, des pressions sur l'environnement et des réponses de la société, choisis en fonction des besoins de l'évaluation des performances environnementales.	
<b>INDICATEURS D'ENVIRONNEMENT</b> Tous les indicateurs du modèle PER, à savoir les indicateurs des pressions sur l'environnement, des conditions environnementales et des réponses de la société.	

## Encadré 2. Critères de sélection des indicateurs \*

(OCDE, 1993)

### Pertinence politique et utilité pour les utilisateurs

Un indicateur d'environnement devrait :

- donner une image représentative des conditions de l'environnement, des pressions exercées sur lui ou des réponses de la société ;
- être simple, facile à interpréter et permettre de dégager des tendances ;
- refléter les modifications de l'environnement et des activités humaines correspondantes ;
- servir de référence aux comparaisons internationales ;
- être de portée nationale ou représentatif de problèmes régionaux d'environnement revêtant un intérêt national ;
- se rapporter à une valeur limite ou une valeur de référence à laquelle le comparer, de sorte que les utilisateurs puissent évaluer sa signification.

### Justesse d'analyse

Un indicateur d'environnement devrait :

- reposer sur des fondements théoriques sains, tant en termes scientifiques que techniques ;
- reposer sur des normes internationales et sur un consensus international quant à sa validité ;
- pouvoir être rapporté à des modèles économiques, des systèmes de prévision et d'information.

### Mesurabilité

Les données nécessaires pour construire un indicateur devraient :

- être immédiatement disponibles ou être accessibles à un rapport coût/bénéfice raisonnable ;
- être accompagnées d'une documentation adéquate et être de qualité connue ;
- être mises à jour à intervalles réguliers selon des procédures fiables.

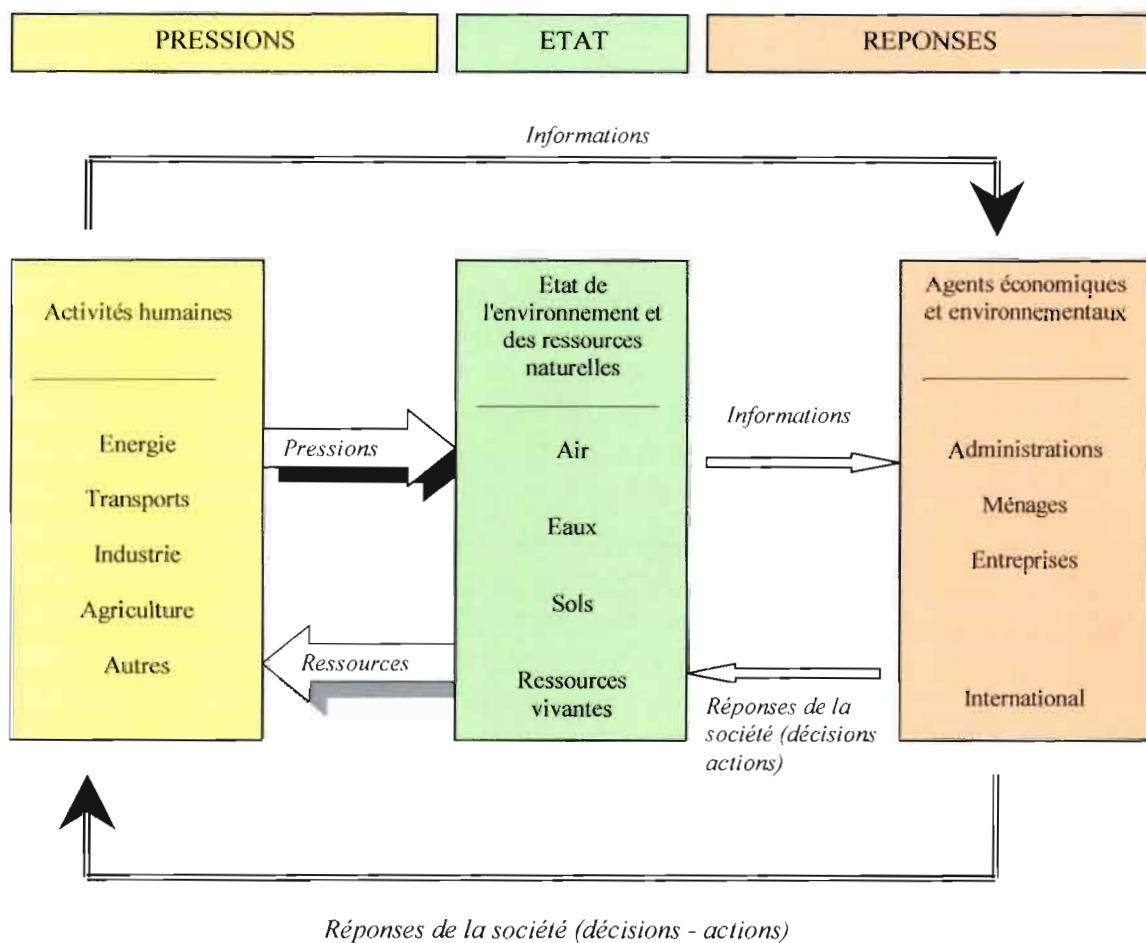
\* Ces critères se réfèrent à un indicateur "idéal". Ils ne sauraient être tous réunis nécessairement dans la pratique.

## Modèle Pressions - Etat - Réponses

Dans la plupart de ses travaux, le Groupe sur l'état de l'environnement utilise le modèle Pressions - Etat - Réponses (PER). Le modèle PER (**figure 4**) repose sur la notion de causalité : les activités humaines exercent des *pressions* sur l'environnement et modifient la qualité et la quantité des ressources naturelles ("*Etat*"). La société répond à ces changements en adoptant des mesures de politiques d'environnement, économiques et sectorielles ("*Réponses de la société*").

Si le cadre PER a pour avantage de mettre en évidence ces liens, il tend à suggérer des relations de type linéaire dans l'interaction activité humaine - environnement. En fait, il existe des relations plus complexes dans les écosystèmes et dans les interactions environnement - économie.

Figure 4. Modèle Pressions - Etat - Réponses



## **Les observatoires :**

Le développement de méthodes d'évaluation et de suivi de l'état de l'environnement et de l'impact des actions de lutte contre la dégradation des terres repose sur la mise en place de réseaux d'observation à long terme utilisant des méthodologies de collecte et de transfert de données compatibles.

L'intérêt de ces observatoires est de collecter les données nécessaires, sur une base harmonisée, de suivre dans le temps l'évolution de processus et de permettre la définition de situations de références. Ils permettent de développer des indicateurs et de les tester, d'élaborer des outils d'aide à la décision intégrant ces indicateurs. Ils constituent également des sites privilégiés de recherche sur l'étude des mécanismes et des processus, ainsi que sur les facteurs déterminant les évolutions.

L'Observatoire du Sahara et du Sahel a mis en place un Réseau d'Observatoires pour la Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) sur la zone circum-saharienne (OSS, 1995). Ce dispositif a été conçu avec et au service des pays africains pour assurer le suivi à long terme de la désertification et développer les activités de recherche associées.

Il est constitué par un ensemble d'observatoires fonctionnant en réseau à l'échelon régional de la zone géographique de l'OSS sur le continent africain. Le projet ROSELT a été bâti sur une démarche ascendante partant de la demande des Etats qui ont proposé des sites candidats et des équipes de recherche et de suivi. Un mécanisme d'expertise et de labellisation a été mené conduisant à la sélection de 23 observatoires labellisés ROSELT. Un ensemble restreint de 12 sites pilotes a été sélectionné pour la première phase du projet. Le projet est supporté financièrement par divers bailleurs de fonds dont le Fonds Français pour l'Environnement Mondial, la Coopération française et la Coopération suisse.

La stratégie de ROSELT s'inscrit délibérément comme une contribution essentielle à la compréhension des phénomènes d'environnement en liaison avec la problématique des changements globaux et du développement durable, et de la lutte contre la désertification. ROSELT est un outil à la fois au service de la recherche et au service du développement au travers de trois préoccupations majeures :

1) Contribuer à l'amélioration du potentiel de connaissances de base sur le fonctionnement et l'évolution à long terme des systèmes écologiques et agro-écologiques et sur la co-viabilité systèmes écologiques / systèmes socio-économiques, assurer un suivi scientifique et statistique de l'environnement permettant d'une part de caractériser les causes et les effets de la dégradation des milieux et d'autre part de mieux comprendre les mécanismes qui conduisent à ces phénomènes.

## ROSELT



Réseau d'observatoires pour la surveillance écologique à long terme

2) Contribuer à rendre les connaissances utilisables, par le regroupement, le traitement des données et leur mise à disposition, par l'élaboration d'indicateurs et de produits finalisés aux différents niveaux locaux, nationaux et régionaux. Ces produits élaborés sur l'état de l'environnement et son évolution, ses relations avec les dynamiques sociales et économiques, sont destinés à servir d'outils pour l'établissement de stratégies et de plans de développement durable et de protection de l'environnement, à servir d'appui aux programmes de développement et d'aide à la décision. Ils pourront permettre l'élaboration de scénarios plausibles d'évolution.

3) Assurer une fonction de formation, de démonstration et d'apprentissage des problématiques environnementales et de leur prise en compte dans les politiques et les programmes de développement et lutte contre la désertification.

### **Les outils spatiaux pour le suivi de la désertification :**

La cartographie et le suivi de l'extension spatiale de la dégradation constitue une des bases de la connaissance du phénomène de désertification et est indispensable à l'établissement de plans de lutte et de programmes d'utilisation durable des ressources naturelles en zones arides et notamment en méditerranée.

Si de nombreuses études de terrain sur les processus de dégradation et la dynamique des écosystèmes ont été conduites, il demeure difficile et incertain de généraliser les résultats obtenus à des échelles plus vastes et à des ensembles régionaux. Une information détaillée sur l'état actuel de la végétation et des sols à une échelle régionale n'est souvent pas disponible. Les études de terrains précises et irremplaçables ne permettent pas d'établir des cartographies régionales détaillées en raison de leur coût élevé, de leur standardisation insuffisante et des difficultés d'accès à certains terrains. La télédétection à partir des satellites constitue une source d'informations alternatives. Cependant les données radiométriques recueillies ne correspondent pas directement à l'information souhaitée et doivent être interprétées pour obtenir ces informations.

#### **Quelques exemples d'utilisation :**

##### **Le projet veille satellitaire de la désertification - VSD (1993-1996)**

Un programme a été entamé en 1992 avec le Centre National de Télédétection de Tunis (CNT) sous l'intitulé "**Veille Satellitaire de la Désertification (VSD)**". En association avec le centre de télédétection égyptien (NARSS) ce projet soumis au programme "Avicenne" de la DGXII a été financé et s'est déroulé sur trois ans (1993-1996).

L'ambition de VSD était de mesurer par télédétection des changements de propriétés de la surface des milieux arides étudiés (sud tunisien et frange désertique du Nil) et d'intégrer à ces informations des données annexes pour obtenir un véritable instrument de suivi.

Les études réalisées dans le Sud tunisien et sur la frange désertique du Nil ont clairement démontré la faisabilité du suivi de la désertification par satellite. Les résultats obtenus ont notamment montré que certains paramètres (couleur et composition des sols,

rugosité, taux de couverture de la végétation), indicateurs de l'état de désertification et de son évolution, pouvaient être obtenus depuis l'espace par télédétection. La couleur et la brillance des surfaces enregistrées par les images satellites constituent, par exemple, un bon indice de l'extension des sables mobiles. Globalement, le programme VSD a souligné que les techniques de télédétection, combinées avec une très bonne connaissance du terrain, permettaient de détecter la progression de la dégradation des zones arides mais également leur restauration sous l'effet bénéfique des actions de protection et de lutte.

### ***La nécessité d'une approche régionale***

Au-delà de ces acquis, il est apparu que la diversité des méthodes utilisées pour surveiller les milieux arides rendait difficilement comparables les diagnostics réalisés d'un endroit à l'autre, voire d'une équipe scientifique à l'autre. Ce constat a mis en évidence la nécessité de donner une dimension régionale à la mise au point d'outil de surveillance. Dans ce cadre, l'IRD conduit, en collaboration avec l'unité Egeo de l'Institut des Applications Spatiales du Centre Commun de Recherche et avec le soutien de l'Union européenne, le programme CAMELEO (Changes in Arid Mediterranean Ecosystems on the Long term and Earth Observation). Ces recherches, qui associent l'Algérie, l'Egypte, le Maroc et la Tunisie, et s'appuient sur le réseau ROSELT, visent à définir une méthode complète de suivi de la désertification au sud de la Méditerranée.

### **Projet CAMELEO (1997-2001)**

L'objectif de ce projet est de *mettre au point une méthode complète de suivi de la désertification au sud de la Méditerranée*, donnant des informations utilisables pour la gestion opérationnelle des milieux arides, en associant tous les pays concernés. Il s'agit de discriminer, à l'échelle locale et en s'affranchissant des fluctuations saisonnières, les zones dont la végétation et les sols se dégradent, sont stables ou s'améliorent (par exemple, après les travaux de protection et de restauration), et de comprendre les relations entre ces changements et l'utilisation du milieu par l'homme.

Le *concept général* est une intégration de l'ensemble des informations disponibles sur les milieux étudiés, tant recueillies sur le terrain que venant des satellites d'observation de la terre. La démarche scientifique se base sur les résultats accumulés par les différents partenaires. Il s'agit d'identifier sur le terrain les indicateurs des changements écologiques locaux (état dégradé, stable, restauré,...), de déterminer ceux qui sont détectables depuis l'espace, de rechercher les données satellites à haute résolution les mieux adaptées (et de se préparer aux futures données), de perfectionner les algorithmes de traitement et les méthodes de restitution des résultats. Cette démarche ascendante sera ensuite appliquée aux données rétrospectives pour la détection des changements locaux sur le long terme. Ils seront replacés dans le contexte régional et éco-climatique par une étude des images à moyenne résolution (NOAA-AVHRR). Ils seront interprétés en fonction de l'utilisation des milieux grâce à un interfaçage avec les données socio-économiques. Enfin la modélisation des changements observés permettra de proposer des scénarios d'évolution plausibles.

Le *consortium formé* associe les quatre pays d'Afrique du Nord fortement impliqués dans l'étude et la prévention de la désertification : Algérie, Egypte, Maroc et Tunisie. Il s'appuie sur le réseau d'observatoires pour le suivi écologique à long terme (ROSELT) mis en place par l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), qui est associé à la conception et à la valorisation du projet. Dans chaque pays une institution spécialiste en écologie travaillera en tandem avec le centre national en charge des applications de la

délédétection. Le coordinateur est l'Institut des Applications Spatiales du Centre Commun de Recherches (CCR) dont l'unité EMAP est déjà fortement impliquée dans les programmes d'étude de la désertification au nord de la Méditerranée. Le département MAA de l'ORSTOM (France) mène depuis plusieurs années des projets de recherche en coopération en Afrique du Nord, notamment sur la désertification, il assurera aussi la coordination administrative. L'IATA (Université de Florence) est un institut spécialisé dans les études éco-climatiques régionales, particulièrement en Europe et en Afrique.

Les *travaux prévus sur une durée de trois ans* sont divisés en plusieurs étapes : a) inventaire et harmonisation des informations disponibles, b) détection des changements locaux à long terme, c) contexte régional des changements, d) dimension humaine des changements, e) analyse et interprétation des changements. Outre les séminaires de début et de fin de projet, deux expériences conjointes sur le terrain, un atelier sur le traitement des données, un séminaire à mi-parcours associant les utilisateurs finaux, sont prévus pour assurer une forte interaction entre les partenaires. La participation de jeunes chercheurs renforce le potentiel scientifique de chaque équipe.

Les *résultats attendus* sont : 1) un état des lieux et un examen critique des connaissances, 2) des indicateurs de changement écologiques observables depuis l'espace destinés à fournir des outils de suivi pour la gestion des milieux, 3) un SIG sur les zones éco-climatiques d'Afrique du Nord, 4) des cartes des évolutions au cours des 20 dernières années, 5) l'interprétation des changements en fonction des usages et un modèle expérimental de prévision, 6) la définition d'une chaîne de traitement conçue pour les gestionnaires de l'environnement, et capable d'évoluer.

Voir présentation du projet Cameleo et pour plus amples informations :  
<http://www.egeo.sai.jrc.it/cameleo/>

#### **Autres projets :**

Sans les détailler ici, nous citerons des projets qui concernent le Nord de la Méditerranée et soutenus par l'Union Européenne :

- Le projet DEMON : Satellite based Desertification Monitoring in the Mediterranean Basin, coordonné par l'Université de Trier en Allemagne.  
[http://www.emap.sai.jrc.it/mecom/m\\_demon2.htm](http://www.emap.sai.jrc.it/mecom/m_demon2.htm)  
<http://www.frw.ruu.nl/fg/demon.html>  
<http://alpha.jrc.it/desert/mecomwww/demon2.htm>
  - Le projet MEDALUS : Mediterranean Desertification and Land Use, coordonné par King's college, University of London.  
Pour plus d'informations :  
[http://www.emap.sai.jrc.it/mecom/m\\_medalus.htm](http://www.emap.sai.jrc.it/mecom/m_medalus.htm)
- Dans ces projets sont couplés la télédétection et l'utilisation de modèles mathématiques pour lesquels des données satellitales sont utilisées comme variables.
- Le projet MoDeM-RSM : Monitoring Desertification in the Mediterranean Basin Based on Remote Sensing Method.  
Ce projet coordonné par le Centre Commun de Recherche (CCR) d'Ispra et financé par l'Union européenne se veut un projet de démonstration d'une méthode intégrée de suivi de la désertification sur les rives Nord et Sud de la méditerranée. Il intègre une partie des sites et des équipes des programmes CAMELEO, DEMON et MEDALUS.

## **7) LA CONVENTION DES NATIONS UNIES POUR LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION**

### **Le contexte de la Convention :**

Le problème de la lutte contre la désertification était, à la demande des pays affectés, un des principaux points à l'ordre du jour de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio en 1992. Celle-ci a demandé à l'Assemblée Générale des Nations Unies de mettre en place un Comité Intergouvernemental de négociation chargé d'élaborer une Convention sur la lutte contre la désertification. Conformément au calendrier fixé, le Comité a mené les négociations à leur terme en cinq sessions, et la Convention a été adoptée à Paris le 17 juin 1994. Plus de 100 pays l'ont signée en 1995 et elle est entrée en vigueur en décembre 1996, après avoir été ratifiée par plus de 50 pays. Aujourd'hui plus de 100 pays l'ont ratifiée.

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification vise à garantir un engagement à long terme des Parties par un document juridiquement contraignant. Elle a pour objectif de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés, en particulier en Afrique, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, appuyées par des arrangements internationaux de coopération et de partenariat, dans le cadre d'une approche intégrée compatible avec le programme Action 21, en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées.

De la Convention découlent un certain nombre de principes directeurs qui doivent sous-tendre les stratégies d'application mises en œuvre :

- La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit dans une approche plus globale des problèmes d'environnement et de développement.**

Le FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial) (1995) souligne que la reconnaissance progressive de l'importance de la dégradation des terres en zones sèches sur l'environnement global, montre la communauté d'intérêt entre les projets de développement, la lutte contre la désertification et les initiatives concernant l'environnement.

Une stratégie efficace visant à réduire ou à stopper la dégradation des terres devra prendre en compte les critères du développement durable : intégrité environnementale, efficacité économique et équité sociale.

- L'importance de l'approche participative dans la définition des stratégies, des plans d'action et des projets de lutte.**

La participation des communautés concernées semble une condition préalable à la réussite de toute action de prévention ou de lutte. Les approches participatives ont de plus grandes chances de réussir durablement, que ce soit dans l'élaboration de projets, et de la planification au niveau local, ou dans la conception de la politique au niveau national.

Les programmes de Gestion Participative des ressources constituent des modèles convenables pour la mise en œuvre de la CLD.

- En mettant l'accent sur la participation des acteurs locaux du développement, et la décentralisation des prises de décision, la CLD prône un nouveau rôle pour l'Etat.

Les nouvelles perspectives mises en place par la Convention conduisent à une évolution du rôle de l'Etat. Celui-ci se situe notamment dans la coordination des initiatives internationales et la mise en place de cadres législatifs et réglementaires adéquats, permettant le développement de mécanismes nationaux de concertation et le renforcement de la capacité des communautés locales à maîtriser la gestion de leurs ressources naturelles dans le cadre d'un développement plus durable.

- La science et la technologie constituent des outils essentiels dans la lutte contre la désertification.

Les causes et les effets de la désertification sont en effet loin d'être élucidés et il convient de renforcer la coopération internationale en matière de recherche et d'observation scientifique. La science et la technologie doivent pouvoir être mobilisées si l'on souhaite répondre aux besoins réels des populations. La Convention encourage les chercheurs du monde entier à unir leurs compétences à cette fin et institue à cet effet un Comité de la Science et de la Technologie.

- Une stratégie de prévention et de lutte contre la désertification doit reposer sur la mise en place de projets concrets, susceptibles d'apporter des solutions adaptées aux problèmes majeurs rencontrés localement.

• La fonction de suivi et d'évaluation est un élément indissociable de tout processus de planification.

• La mise en œuvre de la Convention repose fondamentalement sur les Programmes d'Action Nationaux (PAN). Ils doivent être élaborés et mis en œuvre sous la responsabilité des Pays.

### **Les avancées et les difficultés :**

Les principaux organes mis en place par la Convention sont :

- Le Secrétariat permanent avec à sa tête un secrétaire exécutif.
- La Conférence des Parties (COP) qui durant les 5 premières années se réunit tous les ans pour traiter de l'ensemble des aspects de la Convention.
- Le Comité de la Science et de la Technologie (CST) qui se réunit en même temps que la COP et qui traite des aspects scientifiques, de coopération et de transfert des technologies.
- Le Mécanisme Global qui est un mécanisme facilitateur destiné à favoriser l'apport de fonds aux projets de lutte.

Les difficultés rencontrées concernent d'une part les aspects budgétaires. La convention de lutte contre la désertification ne dispose pas de fonds spécialement dédiés. Les actions de lutte peuvent être financées au travers du FEM ou du FFEM, mais en relation avec les actions concernant les autres conventions : Biodiversité, changements climatiques ... Le Mécanisme Global qui doit jouer un rôle de facilitateur pour le financement des projets a beaucoup de difficultés à trouver sa place entre financements bilatéraux et multilatéraux.

Le budget de fonctionnement du Secrétariat et des organes de la Convention constitue également une pomme de discorde entre pays du Nord et pays du Sud. Dépourvue d'enjeux économiques majeurs traitant de sujets d'environnement intéressant d'abord les pays pauvres de la planète, la Convention mobilise peu la communauté internationale.

Par ailleurs, la Convention a été peu efficace pour mettre en place des outils spécifiques. Le CST de la Convention ne fonctionne pas correctement. Le Mécanisme Global n'arrive pas à préciser ses champs d'actions.

### **Des avancées certaines :**

La Convention sur la désertification est sans doute l'accord environnemental qui associe le plus étroitement l'environnement et le développement. Elle pose en termes clairs la nécessité de synergie entre les politiques économiques, les plans de développement et les programmes nationaux de préservation de l'environnement. La CLD a su exprimer un changement d'approche, elle est fondée sur l'objectif d'inciter les gouvernements à prendre des engagements en terme de politique publique ou d'aide au développement, à définir les cadres législatifs et réglementaires permettant aux populations de s'organiser pour la gestion de leurs ressources naturelles.

La préparation des Programmes d'Action Nationaux a constitué un exercice fort de mobilisation et de sensibilisation dans les pays affectés. Même si les résultats des Programmes d'Action Nationaux restent décevants en terme de diagnostic de la situation et de définition de stratégie de lutte, leur élaboration a engendré de vrais processus participatifs qui ont amené les différentes couches de la population à prendre la parole, à exprimer ses vues et ses besoins. Ce processus est certainement une avancée indéniable vers plus de démocratie et vers la responsabilisation des acteurs.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**BANQUE MONDIALE 1996** - Nouvelles opportunités de développement : la Convention sur la Lutte contre la Désertification, Washington 54p.

**BONN F., ESCADAFAL R., 1996** - La télédétection appliquée aux sols, in : Bonn F., Précis de télédétection, vol.2, PUQ/AUPELF, Québec, pp.92-136.

**CHAMBERS R. 1990** - *Développement rural, la pauvreté cachée*. Karthala, Paris.

**CORNET A., 1996** - Désertification et projets de lutte : Réflexions préliminaires, Rapport au CST du FFEM, Paris 17p.

**DREGNE H.E. 1992 (Edit.)**- *Degradation and Restoration of Arid lands*. ICASALS, Tech. Univ. Lubbock, Texas 289p.

**EVERS Y. D. 1994** - Risques et incertitudes dans les zones arides africaines: aspects sociaux de la désertification. Drylands Programme, IIED, Dossier n°48 , 51 p.

**FLORET C. & R. PONTANIER 1982** -*L'aridité en Tunisie présaharienne*. Travaux et Documents N° 150, ORSTOM Paris 544p.

**GEF 1995** - *Scope and preliminary operational strategy for Land Degradation*. GEF Council Meeting Washington, D.C. , 22-24 February 1995 21p.

**GROUZIS M. , E. LE FLOC'H, J.C. BILLE et A.CORNET (Edit.) 1992 - L'aridité, une contrainte au développement.** Coll. I.D.T. ORSTOM Paris 597p.

**HILL J., MEGIER J. (Eds)-1994-Imaging Spectrometry - a tool for environmental observations-Remote Sensing, vol.4, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 328 p.**

**JANICOT S. 1996** - Le point sur la désertification et les changements climatiques. *Connaissance de la météorologie* n°4, METEO FRANCE 15p.

**LE FLOC'H E. 1996** - Desertification in the NEAR EAST Région, perspectives, stratégies and plan of action; IATF Meeting on désertification, 27p.

**LE HOUEROU H.N. 1968** - La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. *Annales algériennes de Géographie*, n°6, :2- 27

**LE HOUEROU H.N. 1992** - An overview of vegetation and land degradation in World arid lands. pp. 127-163; In H.E. Dregne Edit. *Degradation and restoration of Arid Lands*. Texas Tech. Univ. Lubbock. 289 p.

**LE HOUEROU H.N. 1993** - Evolution climatique et désertisation.(pp. 639-668) In *Les climats subtropicaux et leur évolution*. André J.C., J.L. Fellous, & A. Podaire Ed. CNES Toulouse 704p.

**MAINQUET M.1995** - *L'Homme et la sécheresse*. Col. Géographie MASSON, Ed. Paris 335p.

**MARTIN A. , J. WILLIAMS, & R.C. BALLING 1996** - *Interactions of desertification and climate*. Arnold London 270 p.

**OSS 1995** - *Conception, organisation et mise en oeuvre de ROSELT*. Document de projet, 130p.

**PNUE 1995** - Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification, dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ ou la désertification, en particulier en Afrique. Genève 71 p.

**PONTANIER R., A. M'HIRI, J; ARONSON, N. AKRIMI, E. LE FLOC'H (Edit.) 1995** - *L'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait?* Colloques et Congrès, Science et changements planétaires/ Sécheresse. John Libbey, Paris 455p.

**ROCHETTE R.M.(Edit.) 1989** - *Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences*. CILSS, PAC, GTZ, Berlin 592 p.

**ROZANOV B. G. 1982** - Assessing, monitoring and combatting desertification. In *Desertification and soils policy. Transactions of the 12 th Congress of soil science, symposia papers*, III : 56-66.

**SCOPE 1995** - *Report on scientific workshop on indicators of sustainable development*. Wuppertal Germany nov. 1995

**THEBAUD B. 1995** - Foncier, dégradation des terres et désertification en Afrique: Réflexions à partir de l'exemple du Sahel. Drylands Programme, IIED, Dossier n°57, 44 p.

**TOULMIN C. 1993** - Lutter contre la désertification: réflexion préliminaire à une convention mondiale. Drylands Programme, IIED, Dossier n°42 , 52 p.

**TUCKER C.J., H.E. DREGNE, & W.W. NEWCOMB 1991** - Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science* 253 :299-301.

**WARREN A. & AGNEW C. 1988** - Une analyse de la désertification et dégradation des terres aux zones arides et semi-arides. Drylands Programme, IIED, Document n° 2, 28 p.

Cornet Antoine. (2000).

La désertification : un problème d'environnement, un problème de développement.

In : L'approche scientifique de l'environnement à partir des données spatiales : le bassin méditerranéen.

Montpellier : ORSTOM, 25 p. multigr.

L'Approche Scientifique de l'Environnement à partir des Données Spatiales : Le Bassin Méditerranéen : Conférence, La Londe les Maures (FRA), 2000/07/15-29.