

# Capacités de charge et usages multiples de l'espace et des ressources

Jean-Marc  
D'HERBÈS

Maud LOIREAU

## Vers une information globale sur l'Environnement

La notion de capacité de charge n'est en général définie que par rapport à un usage précis, en référence à des ressources déterminées en fonction de cet usage, sur un espace délimité. Dans la plupart des zones arides et semi-arides cependant, le multi-usage de l'espace et des ressources est la règle : la jachère, par exemple, dont la fonction est essentiellement agricole (gestion de la fertilité et des adventices), fait aussi partie de l'espace pastoral et forestier. La même portion de territoire peut donc appartenir à des «espaces-ressources» différents, soit simultanément, soit consécutivement au cours des saisons ou des années. Les caractéristiques de l'unité paysagère sont donc issues de ces divers modes d'utilisation, en même temps qu'elles déterminent la nature et la quantité de ressources utilisables pour les usages considérés. De plus en plus, l'espace pastoral, en région sahélienne par exemple, n'est défini que par référence à l'espace agricole : il est constitué soit par les terres non encore défrichées, soit par les jachères instaurées à travers la gestion agricole. Définir une «capacité de charge animale» sur ces espaces n'a de sens que si les autres modes d'utilisation sont identifiés, quantifiés et circonscrits.

Il convient dès lors d'analyser l'état et l'évolution des unités paysagères en fonction de ces différents modes d'utilisation, associés à autant de modes de gestion. Il est pour cela nécessaire de privilégier une approche analytique, par module, avant de réaliser un bilan constituant la synthèse des interventions et des prélèvements. Chaque fois que possible cependant, les liaisons entre modules doivent être mises en évidence et intégrées au bilan global ; ainsi, la classique fertilisation

des terres agricoles par les techniques de parcage des troupeaux, reflétant parfois des contrats sociaux riches et complexes, doit se traduire par des flux internes ou externes pour chaque unité paysagère.

Il est proposé d'appréhender l'ensemble des relations complexes entre des groupes sociaux utilisateurs de l'espace et les milieux exploités par un système d'information global sur l'environnement, assez souple pour intégrer chacun des modes d'utilisation séparément et assez robuste pour pouvoir aboutir à des bilans, en définitive à une capacité de charge "humaine" en référence à une configuration donnée de conditions technologiques, socio-économiques et climatiques.

L'un des problèmes méthodologiques majeur consiste à définir des unités spatiales communes aux divers modes d'utilisation de l'espace et des ressources, sur lesquelles puissent être intégrées des informations issues des différentes structures de données spatiales, qu'elles soient d'origine bio-physique ou socio-économique. Qui plus est, ces unités de référence doivent simultanément exprimer une dynamique interactive, à moyen et long terme, des relations entre sociétés et milieux et posséder une stabilité, sur un pas de temps de quelques années, permettant la construction d'une représentation instantanée de ces relations. Une réflexion concernant la définition d'unités spatiales de référence est associée à la construction du Système d'Information sur l'Environnement proposé<sup>1</sup>.

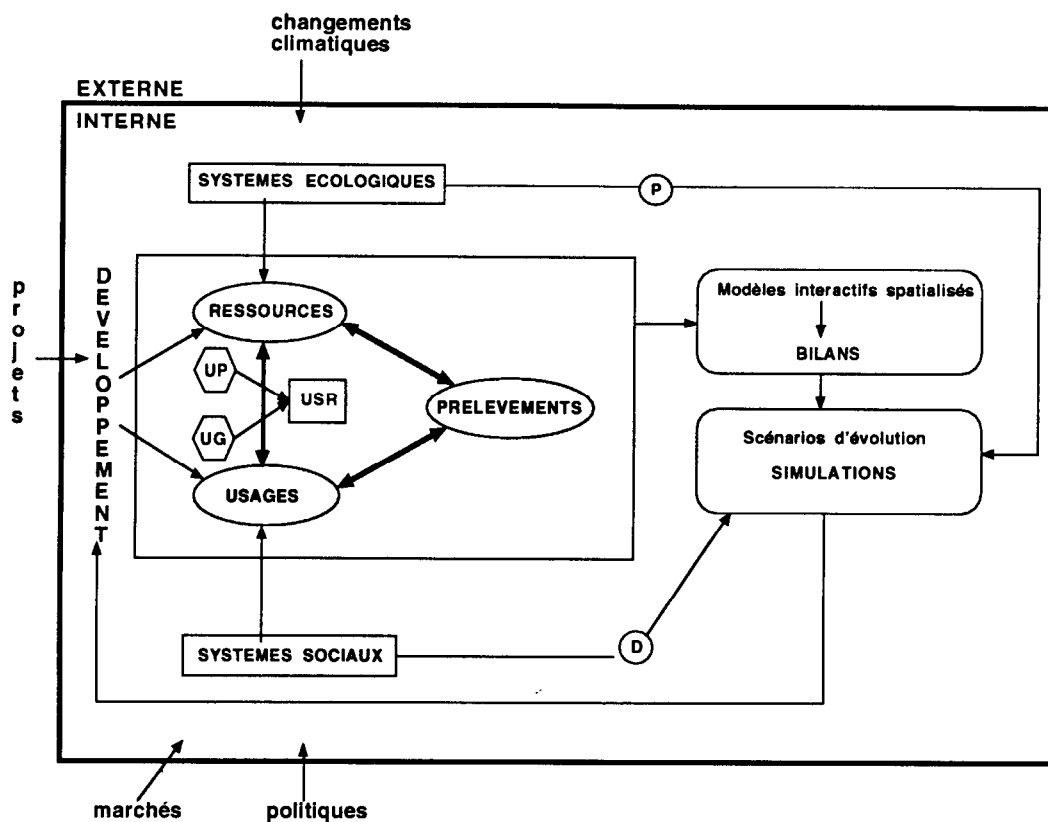
### *Utilisation de l'espace et des ressources*

Les sociétés rurales des zones arides dépendent en grande partie, mais pas uniquement, des ressources naturelles renouvelables pour la satisfaction de leurs besoins alimentaires et énergétiques. Ces besoins se traduisent par une utilisation de l'espace et des ressources, selon des techniques, des pratiques et une logique spatiale dépendant d'une organisation sociale plus ou moins complexe. Le degré d'intégration, ainsi que l'évolution interactive de ces processus, est le reflet des relations et des adaptations progressives développées entre les différents systèmes, bio-physiques et socio-économiques. Tout changement, endogène ou exogène, déterminant des changements d'état à l'intérieur de l'un des systèmes, a des répercussions sur le fonctionnement de l'autre système. Les pressions exercées déterminent des réponses qu'il importe de connaître, d'anticiper, afin de pouvoir gérer harmonieusement et durablement les relations souvent conflictuelles entre systèmes.

La base de la réflexion proposée repose sur la dynamique interactive entre ressources et usages, qui se traduit par des prélèvements (fig. 1). Dans ce contexte, une ressource ne sera définie que par rapport à un usage identifié : un arbre, entité naturelle sans affectation a priori, pourra être une ressource énergétique si ses composants ligneux sont récoltés dans ce but (auquel cas la quantification de la ressource ne s'intéressera qu'à ces composants), pastorale, si les feuillages sont utilisés, directement ou indirectement (émondage, gaulage des fruits) par le bétail, ou présenter simultanément d'autres usages et aménités (bois d'œuvre, ombrage, agro-foresterie, herboristerie traditionnelle pour l'usage pharmaceutique ou alimentaire, etc.).

---

1. Ce SIE est actuellement développé sur le plan technique par Olivier Gayte à l'Institut des Aménagements Régionaux et de l'Environnement-IARE, Montpellier (Gayte et al., 1997) pour répondre aux besoins du programme ROSELT (Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme ; Observatoire du Sahara et du Sahel - OSS ; d'Herbès et al., 1997).



**Figure 1 :** Démarche générale pour l'analyse de relations entre les systèmes bio-physiques (écologiques s.l.) et socio-économiques (sociaux s.l.) à partir de la modélisation des interactions ressources-usages.

Les simulations font intervenir des variables directrices écologiques (ex : les précipitations P) ou sociales (ex : la démographie D).

UP : Unités Paysagères    UG : Unités de Gestion    USR : Unités Spatiales de Référence

### *Les Unités Spatiales de Référence*

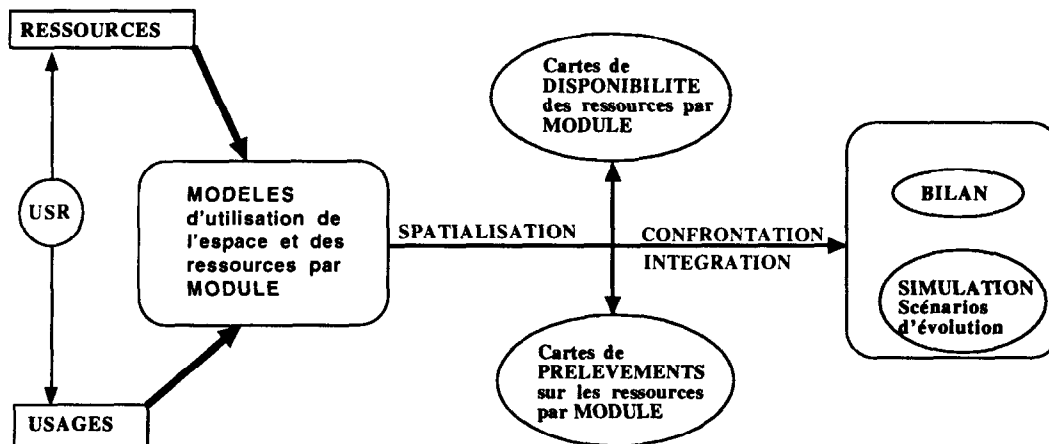
L'ensemble des processus conduisant à la production d'une ressource relève du fonctionnement d'unités paysagères (fig. 1), elles-mêmes composées par des unités écologiques, plus ou moins affectées par les types d'utilisation des terres (land use), passés ou actuels. Ainsi, les mosaïques de champs et jachères sur un type d'unité géo-morpho-pédologique homogène constituent une Unité de Paysage aisément identifiable sur les images aériennes ou satellitaires, aussi bien que sur le terrain. Les unités paysagères sont bien évidemment les lieux de production biologique, diversifiée et récoltable.

L'ensemble des décisions et des pratiques conduisant à un mode d'utilisation des terres pour l'exploitation d'une ressource relève du fonctionnement global des systèmes sociaux, et s'exprime spatialement au travers d'unités de gestion, dont la délimitation ne peut pas être faite directement sur images de la télédétection : elle doit faire appel à des enquêtes concernant les pratiques de gestion ainsi que la localisation de ces pratiques, en fonction de déterminants propres aux différents niveaux de décision (par exemple "foncier" au niveau du terroir ; "technique" au niveau de l'unité d'exploitation).

La superposition des deux types d'unités n'est parfaite que dans le cas rare de paysages totalement artificialisés, dont les unités sont entièrement définies par le type de la gestion et ne doivent presque plus rien à l'expression des conditions de milieu (cas extrême : les milieux urbains) ou, inversement, par des paysages très peu ou pas perturbés par les activités humaines (cas extrême : la forêt primaire climacique).

C'est la confrontation des deux types d'unités qui permet de définir et de localiser les unités spatiales de référence.

L'usage d'une ressource se traduit par un prélèvement qualifiable, quantifiable et localisé, dont la confrontation avec la disponibilité quantifiée de la ressource offerte, sur ces mêmes unités spatiales de référence, conduit à l'établissement de bilans circonstanciés dans l'espace et dans le temps (fig.2). La modélisation des relations entre usages et ressources en fonction des déterminants socio-économiques ou bio-physiques permet de réaliser des simulations de scénarios d'évolution, à partir de variables clefs, telles que les précipitations ou la démographie. Le résultat de ces simulations fournit des informations sur les changements prévisibles des interactions entre les systèmes, permettant ainsi d'anticiper ces changements et de proposer les mesures nécessaires pour prévenir les effets négatifs éventuellement constatés. L'impact de ces mesures peut à son tour être simulé pour vérifier la pertinence des interventions préconisées.



**Figure 2** : Elaboration des bilans à partir des modèles spatialisés d'utilisation de l'espace et des ressources par module d'utilisation des ressources (agricole, pastorale, etc.) : étapes méthodologiques de la procédure expérimentée.

Ce système, dont le fonctionnement est interne à un niveau d'organisation de l'espace (terroir, territoire de l'Observatoire,...), est en relation avec un système externe qui interfère avec le premier. Parmi les déterminants extérieurs susceptibles d'affecter le fonctionnement interactif, les plus importants sont identifiés sur la figure 1 : la politique nationale (à travers la fiscalité par exemple, ou les codes ruraux ou forestiers, les aides au crédit, les incitations et subventions, etc.) et internationale (FMI, Banque Mondiale, Convention internationale de lutte contre la désertification, ...), l'évolution

des marchés régionaux (appel de main d'œuvre saisonnière ou pérenne, orientation des productions, etc.), enfin l'intervention des projets de développement, qui peut avoir des origines diverses, gouvernementales ou non, intégrée ou sectorielle, agissant sur l'un ou l'autre des systèmes analysés.

### Les Unités Paysagères

Les Unités Paysagères sont constituées par un assemblage d'unités écologiques ou agro-écologiques élémentaires de l'espace rural. Leur caractérisation repose essentiellement sur une cartographie préalable, à une échelle pertinente ( $\geq 1: 50\ 000$  dans la plupart des cas), de l'occupation des terres, contenant une identification des formations végétales (caractérisées par la combinaison des recouvrements et hauteurs des différentes strates de végétation, herbacées, ligneuses basses et ligneuses hautes), l'identification des espèces dominantes dans chacune des strates, enfin le degré d'artificialisation défini à un niveau de précision pertinent par rapport aux grands types d'utilisation des terres dans le territoire ou l'écorégion considérés.

Ces unités élémentaires forment généralement des mosaïques spatiales récurrentes, dont le motif caractérise les unités paysagères. Celles-ci résultent en définitive d'une proportion déterminée et stable dans le temps d'unités (systèmes écologiques et/ou agrosystèmes) exprimant à la fois les conditions du milieu bio-physique et le mode d'utilisation des terres. Leur délimitation peut être réalisée manuellement, par contourage sur images aériennes ou satellitaires d'ensembles présentant une homogénéité globale pour les critères mentionnés, ou automatiquement, en utilisant des logiciels de reconnaissance de formes (analyse texturale) dans lesquels on introduit des critères d'apprentissage de reconnaissance des motifs souhaités. Cette délimitation peut aussi être faite par prospection directe sur le terrain, laquelle reste toujours justifiée, ne serait-ce que pour vérifier le travail d'interprétation d'images de la télédétection.

A chaque unité paysagère peuvent être associées des données pertinentes concernant la disponibilité et la production de ressources «brutes» c'est-à-dire sans affectation d'usage reconnue, ou précisées en fonction des différents usages identifiés pour le territoire. La Cartographie de l'Occupation des Terres est une représentation simplifiée du territoire de l'Observatoire, à partir de laquelle on peut établir l'échantillonnage pertinent pour la quantification des ressources-clés de ce territoire.

### Les Unités de Gestion

La détermination des unités de gestion est fondée sur l'analyse préalable de l'expression de la demande sociale sur l'espace et les ressources, à travers des unités socio-économiques de base, ou unités d'exploitation, qu'il faut donc caractériser. Une approche micro-socio-économique, fondée sur un inventaire des unités d'exploitation représentatif des divers groupes sociaux utilisateurs de l'espace, reprendra les variables classiques des enquêtes en milieu social (composition sociale et dynamique des unités socio-économiques, organisation du travail, budget d'exploitation, niveau de vie et consommation, etc.).

Pour la détermination des unités de gestion on identifie les activités et les différents types d'usage des ressources renouvelables (p.ex. agricoles, pastorales ou forestières), et on analyse les modes de prélèvement sur la ressource correspondante, à partir d'un échantillonnage double : le premier sur transects géographiques, localisés en fonction de points focaux pré-identifiés comme déterminant dans

le gradient d'utilisation des terres (village, points d'eau, etc.) ; le second à partir d'un échantillonnage des unités socio-économiques de base, en recensant leurs diverses formes d'action et de prélèvement sur l'espace et les ressources.

A partir de cet échantillonnage à double entrée, il est possible de bâtir des modèles conceptuels d'utilisation de l'espace en fonction des variables déterminantes (densité démographique, qualité et accessibilité de la ressource, etc.) et de définir ainsi, par spatialisation des résultats de ces modèles, les unités de gestion correspondantes.

Une autre voie, actuellement en cours d'exploration, cherche à faire apparaître les unités de gestion sur des séries multi-date d'images satellitaires à haute résolution spatiale ; en effet, si le mode de gestion ne se reflète pas sur les images statiques (une seule date), la dynamique temporelle des observations satellitaires peut sans doute faciliter la mise en évidence des groupes d'unités élémentaires dont le comportement dans le temps est semblable, donc soumis à la même gestion (pour un milieu bio-physique identique). Le contourage manuel, ou automatique, de ces groupes d'unités au comportement identique dans le temps, contribuerait à la délimitation d'unités de gestion.

Dans les zones circum-sahariennes, les modes d'utilisation des ressources dominants, qui déterminent un impact significatif sur le milieu, sont bien identifiés : l'usage agricole pour la céréaliculture pluviale, l'usage pastoral (en relation avec les pratiques d'élevage) et l'usage du bois-énergie (en relation avec les besoins énergétiques domestiques). Ils semblent communs à la plupart des Observatoires ROSELT, même si leur localisation relative dans l'espace est différente, en fonction des zones climatiques ou orographiques : complémentarités entre zones de montagne et de plaines en région méditerranéenne par exemple, ou localisation particulière des productions agricoles sur des secteurs aménagés en régions hyper-arides ou désertiques (jessours du sud tunisien, oasis sahariennes). L'approche permet de prendre en compte les spécificités locales, en ajoutant aux modules généraux des modules spécifiques pertinents. Par exemple, la cueillette des grandes tiges de graminées pour la fabrication de nattes dans certaines régions peut atteindre une envergure suffisante pour affecter les systèmes écologiques, justifiant ainsi l'incorporation de cet usage dans le Système d'Information.

Les autres usages des ressources, telle la cueillette des composants végétaux pour usage pharmaceutique ou condimentaire, ne sont pas considérés dans cette approche modulaire, car ils atteignent rarement des niveaux de prélèvement significatifs sur l'ensemble de l'espace, susceptibles de participer aux phénomènes de dégradation des terres. Ils n'en sont pas pour autant ignorés, et peuvent faire partie de l'analyse des pratiques traditionnelles et être intégrés aux activités économiques. Il en va de même des cultures maraîchères, dont l'importance sur l'économie alimentaire, voire monétaire, est reconnue, mais qui se pratiquent généralement sur des surfaces réduites, à proximité des villages. Selon leur importance, elles pourront être intégrées au module agricole, ou individualisées en un module propre. Ce sera le cas pour les systèmes irrigués, selon l'importance spatiale et économique des surfaces équipées pour l'irrigation.

Dans la plupart des cas, l'utilisation agricole de l'espace rural sera déterminante dans la structuration fondamentale des Unités de gestion, et des Unités de paysage. Ce sera donc le module à privilégier pour la définition des Unités spatiales de référence, sur lesquelles seront ensuite reportés les modèles de fonctionnement des autres modules identifiés sur le territoire de l'Observatoire. Il est

bien évident que ce ne sera plus vrai dans les zones où l'agriculture pluviale ne peut plus être pratiquée. La structuration de l'espace répondra dans ce cas à d'autres composantes, pastorales le plus souvent, qu'il conviendra d'identifier au cas par cas.

Le Système d'Information sur l'Environnement (SIE) proposé est avant tout, sur le plan thématique, un cadre général d'analyse des relations entre ressources et usages et, au-delà, entre milieux et sociétés. En intégrant dans sa construction l'ensemble des activités de prélèvement significatif des ressources, il permet de définir une capacité de charge par type d'activité, en référence aux conditions globales qui déterminent l'existence même de la ressource correspondante. La définition des unités spatiales de référence permet non seulement d'intégrer les bilans ressources-usages sur des espaces communs, aboutissant à la définition d'une capacité de charge multi-usage, mais de les interpréter en fonction des données d'origine socio-économique ou bio-physique. Pour illustrer cette démarche, on peut mentionner l'ambition du système qui cherche, par exemple, à comprendre la décision d'affectation parcellaire (culture ou jachère) en fonction de critères agro-écologiques locaux (qualité des sols, accessibilité, logique de l'exploitation, niveau de fertilité de la parcelle, ...), mais aussi en fonction de déterminants extérieurs, tel le cours international du café, qui pourra déterminer une émigration d'une partie de la main d'œuvre du village vers les zones de production, pénalisant ainsi la quantité de champs mis en culture.

## Références citées

GAYTE O., LIBOUREL Th., CHEYLAN J.P. et LARDON S., 1997 - Méthode de conception des Systèmes d'Information sur l'Environnement. Collection de géomatique. Hermès ed.

D'HERBÈS, J.M., GAYTE, O. et LOIREAU, M., 1997 - Bases conceptuelles et organisationnelles pour la création de Systèmes d'Information sur l'Environnement adaptés aux besoins du programme Roselt de l'OSS. Développement d'un SIE-Roselt Local à partir du territoire de l'Observatoire de Banizoumbou (Niger). Rapport d'étape, Orstom, OSS, IARE, Montpellier.