

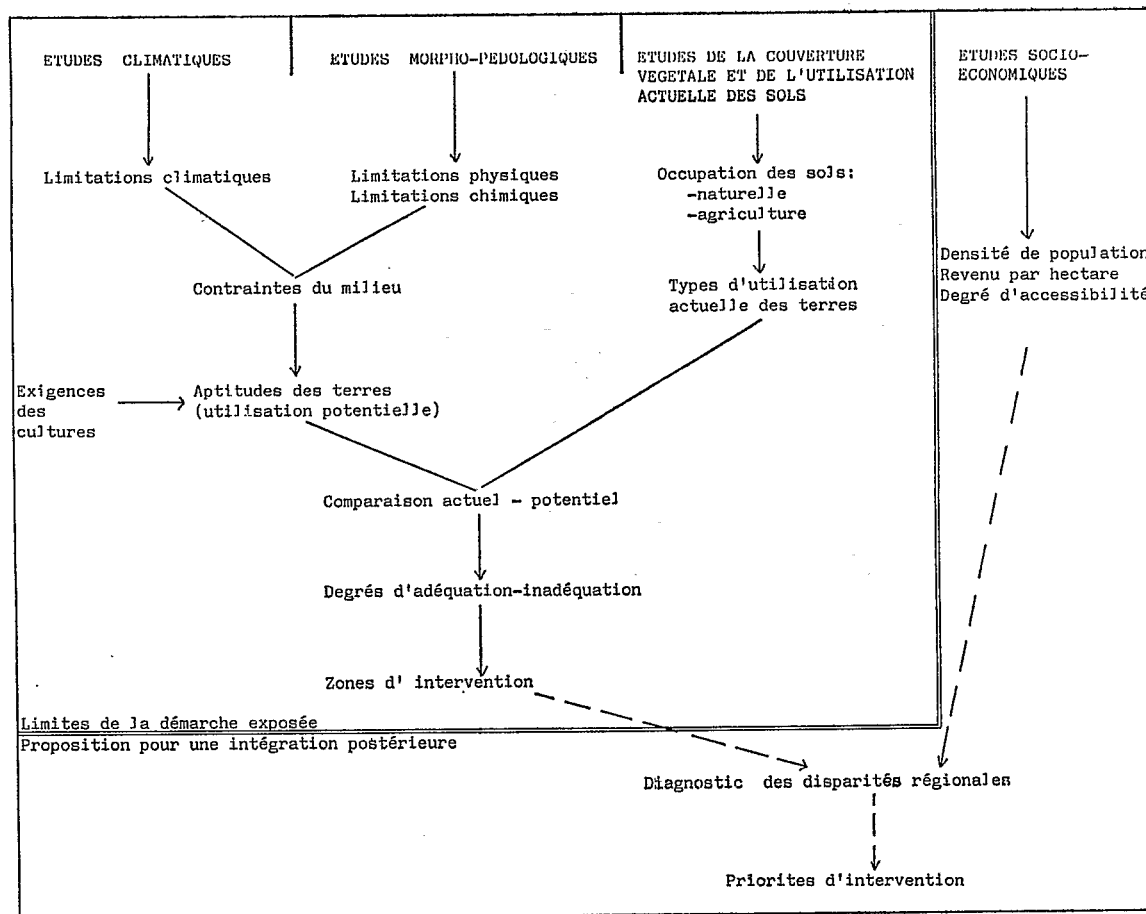
DETERMINATION DES INADEQUATIONS ENTRE UTILISATION
ACTUELLE ET POTENTIELLE DES TERRES
A L'AIDE DE METHODES INFOGRAPHIQUES

Alain WINCKELL *
Claude ZEBROWSKI **

INTRODUCTION

Utiliser de manière optimale les ressources naturelles renouvelables constitue l'une des préoccupations essentielles des responsables de la mise en valeur des pays en voie de développement. Cette dernière ne peut être assurée de manière satisfaisante sans une évaluation actualisée et une gestion rationnelle de ces ressources.

Tableau n° 1 : Méthodologie générale



- un inventaire, à base cartographique, des principales ressources naturelles renouvelables : climat, sol, végétation, en vue de déterminer les potentialités physiques des terres ;
- une étude similaire de leur utilisation agricole ;
- un diagnostic socio-économique du secteur agricole.

2. Les différents documents disponibles

2.1. Les potentialités agricoles

Deux types de documents participent à leur caractérisation :

2.1.1. la phase d'analyse : *les cartes morpho-pédologiques*

Ce sont des cartes de type classique. Elles représentent les grandes régions géographiques subdivisées en ensembles paysagiques puis en unités morpho-pédologiques homogènes. Ces dernières sont caractérisées par le substrat géologique (nature, profondeur, etc.) ; les formes du relief (dénivelés, type de versants, etc.) ; les formations superficielles (épaisseur, origine, etc.) ; et les sols (caractéristiques physiques, chimiques, taxonomie).

2.1.2. la phase de synthèse : *les cartes d'aptitudes agricoles*

Ces documents intègrent l'ensemble des limitations du milieu physique permettant d'assigner à chaque type de zone l'utilisation agricole optimale en fonction des données physiques.

- Les limitations climatiques. Sont pris en compte les principaux paramètres climatiques influençant directement l'utilisation agricole : températures, précipitations, déficit hydrique moyen annuel, nombre de mois secs ainsi que leur conséquence sur l'utilisation agricole : besoins en irrigation par exemple.

De plus, chacune des zones est accompagnée d'une liste de cultures (importantes, secondaires, nouvelles variétés) caractérisées par leur degré d'adaptation (optimum, possible, risqué) aux conditions climatiques actuelles, hors irrigation.

- Les limitations morpho-pédologiques. Elles sont classées selon leur nature : pente, profondeur, texture, excès d'eau, risques d'érosion... et leur degré de gravité. Chaque unité cartographique définie par l'absence ou la présence d'une ou plusieurs limitations est ainsi caractérisée par ses contraintes à l'utilisation agricole et leur impact sur les pratiques culturelles.

La légende présente une hiérarchisation des terrains en trois niveaux :

- les grands types de « vocation agricole » : cultures, pâturages, bois, sans utilisation agricole conseillée ;

- Les pratiques culturelles possibles : mécanisation, irrigation, exploitation manuelle, cultures arbustives de protection ;

- le classement des terrains en fonction de leurs limitations : inexistantes, légères, importantes, très importantes, insurmontables.

2.2. L'utilisation actuelle des terres

Le deuxième volet de l'inventaire est représenté par le diagnostic de l'occupation actuelle des sols et a été réalisé sous la forme d'une « carte des formations végétales et de l'utilisation actuelle des sols ». Ce document contient donc une double information :

— une délimitation des grandes formations végétales naturelles caractérisées par leur physionomie (arborée, arbustive, herbacée...), leur milieu climatique (froid, tempéré, tropical, humide, sec...), et quelques espèces dominantes représentatives ;

— une cartographie des différents types de l'utilisation agricole des sols :

a) agriculture (plantations permanentes, cultures de cycle court, culture ou association de cultures dominantes) ;

b) pâturages (naturels et artificiels) ;

c) intensité de l'exploitation agricole et principales pratiques culturales usuelles : mécanisation, irrigation, etc.

3. *L'exploitation de ces résultats*

3.1. *Les différentes possibilités*

L'achèvement de l'inventaire a donc permis de disposer sur l'ensemble du pays d'une information homogène (cartographie à 1/200 000) fiable et actualisée. Le traitement de ces données peut donner lieu à diverses sortes d'exploitations que nous avons classées en deux grandes catégories :

3.1.1. *les exploitations de type « mono-domaine »*

Sous ce vocable nous avons coutume de regrouper ce qui concerne exclusivement l'un des documents, ou l'une des quatre démarches précédemment exposées : climat, morpho-pédologie, aptitudes agricoles, utilisation actuelle des sols.

Dans chacune d'elles, il y a plusieurs niveaux de traitement possible :

— une approche de type global : par exemple la localisation et l'étendue de l'ensemble des cultures dans le domaine « utilisation actuelle des sols », ou les principaux facteurs limitant l'agriculture dans le domaine « aptitudes agricoles » ;

— l'extraction d'une information de type mono-thématique : recherche plus « ciblée » sur un seul type de sol, une seule culture, une pratique culturale, etc. ;

— des croisements multithématiques : il s'agit alors de combiner entre elles, deux (ou plusieurs) données du même domaine afin d'obtenir par des combinaisons adéquates une caractérisation plus complète : par exemple la combinaison pente/pierrosité permet de bien caractériser les zones potentiellement mécanisables. Mais si cela est théoriquement réalisable, il ne faut pas sous-estimer les difficultés liées à ce type de manipulations avec des méthodes manuelles : nécessité de superposer plusieurs cartes, obtention d'un trop grand

caractéristiques cartographiques rendent possibles des croisements entre les différents domaines présentés plus haut. Aucun obstacle théorique ne s'oppose par exemple à une comparaison par croisement potentiel-actuel entre les zones potentiellement aptes à un type de culture et l'extension actuelle de cette culture. On mesure facilement l'intérêt d'une telle comparaison.

Pendant, il demeure quasiment impossible d'effectuer ce genre de traitement par ces méthodes manuelles ou visuelles : superposition de deux ou trois documents cartographiques, nombreux thèmes et/ou paramètres à retenir, obtention d'un grand nombre de combinaisons, avec en plus dans le cas particulier de l'Equateur possibilité de réaliser des études au niveau de l'ensemble du territoire.

L'adoption de méthodes numériques pour réaliser ces manipulations permet de pallier l'ensemble des difficultés énoncées.

L'exposé ci-après est un exemple de ce type de traitement : il résulte d'un essai effectué sur la constitution d'une base de données géographiques et son exploitation par des méthodes infographiques.

3.2. *Les traitements infographiques*

S'agissant d'un essai méthodologique, nous avons choisi une zone volontairement limitée, tout en étant relativement représentative : la partie sud-ouest de la zone côtière équatorienne.

— L'entrée des données dans la base. Elle a été effectuée à partir des données les plus analytiques possibles, pour ce faire certains documents existants, trop synthétiques ont dû être remodelés : la carte des aptitudes agricoles par exemple.

— La configuration adoptée pour la base de données est la suivante : trois relations, chacune correspondant à une thématique particulière (et donc à chacune des cartes précédemment citées) :

- la relation « climat »,
- la relation « morpho-pédologie-aptitudes »,
- la relation « utilisation actuelle ».

— Dans chacune de ces relations, les données sont représentées par des variables, chacune d'elles pouvant prendre un certain nombre de valeurs :

Tableau n° 2 : Schéma de la base des données

RELATIONS	VARIABLES	VALEURS
Climat	Températures Précipitations Mois secs	Classes en degrés Classes en mm. Nombre annuel cumulé
Morpho- pédologie- aptitudes	Facteurs limitants <ul style="list-style-type: none"> ┌ Pente ├ Pierrosité └ Texture 	Classes en % Classes en % Classes de texture
Utilisation actuelle	Catégories d'utilisation du sol <ul style="list-style-type: none"> ┌ Végétation arborée humide ├ Culture de maïs └ Paturages 	% d'occupation du sol dans le système agraire considéré

— Chacune des cartes ainsi homogénéisée a fait l'objet d'une numérisation de l'information et des limites :

- saisie des limites sous forme vectorielle,
- saisie de l'ensemble des tableaux qualitatifs : codes, variables, valeurs.

— La constitution de la base des données et les exploitations postérieures ont été réalisées par l'intermédiaire du logiciel TIGRE, développé à l'atelier d'Infographie de l'ORSTOM, qui est un système de gestion de base de données localisées, organisées suivant le modèle relationnel. Pour la description détaillée du système, voir l'article de M. Souris dans ce même volume.

Le système permet de nombreuses exploitations comme :

- l'accès à la totalité d'une relation, ex: les paysages morpho-pédologiques,
- la sélection d'une variable et/ou d'une ou de ses valeurs afin d'élaborer un document mono-thématique, ex : classes de pentes,
- la combinaison entre variables d'une même relation, ex : classes de pentes x classes du sol,
- le croisement entre deux ou plusieurs variables de différentes relations, ex: zones climatiquement aptes à la culture du coton x zones cotonnières actuelles.

Il s'agit alors de véritables traitements multithématiques, beaucoup plus faciles à réaliser que les classiques superpositions de cartes avec interprétation visuelle auxquelles ils se rapprochent et avec obtention de résultats à la fois plus précis et généralisables à de plus grandes superficies.

L'exposé suivant est de ce type.

UN EXEMPLE DE DEMARCHE : LA CULTURE DU COTON

Nous nous sommes placés dans la situation du planificateur confronté à l'une des préoccupations les plus fréquentes dans les pays en voie de développement : comment augmenter la production d'une culture : celle du coton dans notre cas particulier.

(Cet essai méthodologique effectué à l'atelier d'Infographie de l'ORSTOM à Bondy a donné lieu à l'obtention d'un certain nombre de documents cartographiques sur écran graphique couleurs ou sur table traçante que les caractéristiques de cette publication ne nous permettent pas d'insérer dans cet exposé).

1. PREMIERE SOLUTION :

La première méthode envisagée concerne presque toujours l'intensification de la production. Elle est du domaine des agronomes qui essaient d'apporter la solution soit par la création génétique de nouvelles variétés, soit par l'amélioration des pratiques culturales. Dans ces deux domaines particuliers, les informations contenues dans la base de données ne permettent généralement pas d'apporter une aide décisive aux recherches menées par les agronomes. Ils:

peuvent toutefois utiliser les informations concernant les pratiques culturelles actuelles (relation : utilisation actuelle, variable : coton) ou proposées (relation : aptitudes agricoles, variables : mécanisation, irrigation, etc.).

De plus, l'augmentation de production qui résulte de ce type d'intervention est souvent lente et progressive et ne satisfait pas entièrement le planificateur qui désire une augmentation de la production en un temps relativement court.

2. DEUXIEME SOLUTION :

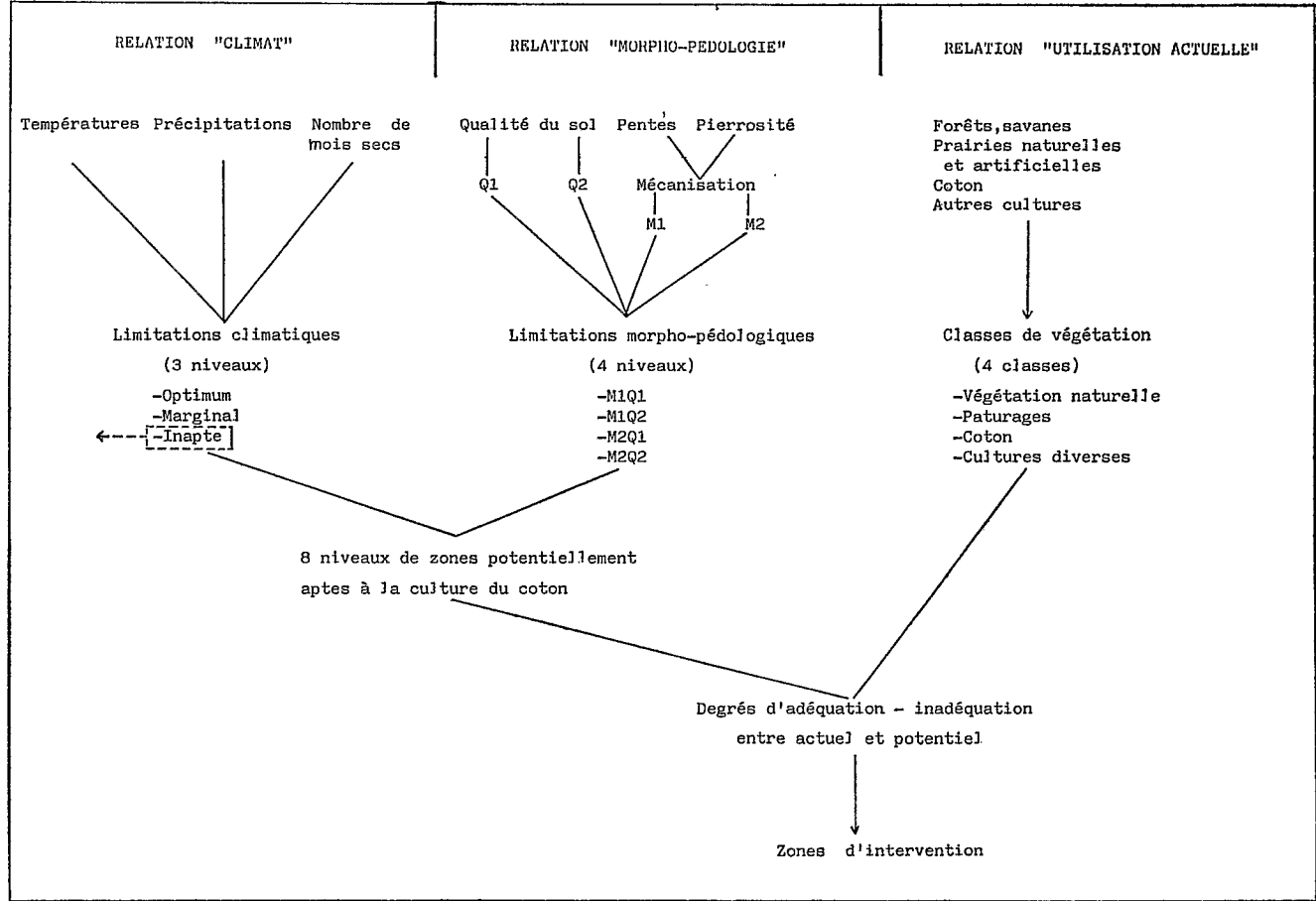
Dans ce cas, la solution la plus efficace consiste à augmenter les surfaces mises en culture, soit par mise en valeur de terres vierges, soit au dépens d'autres cultures.

Il est évident que le choix d'une des solutions précédentes, que nous appellerons « *choix d'intervention* », décidé en fonction de critères politiques, est également lié à l'utilisation actuelle des terres ainsi qu'aux contraintes édaphiques propres à la culture considérée, ce qui conduit inévitablement à poser le problème d'*adéquation - inadéquation* entre l'utilisation actuelle et potentielle des terres.

La comparaison entre ces deux situations : l'utilisation actuelle du sol d'une part et les ressources potentielles de l'autre au moyen de méthodes informatiques permet non seulement de localiser rapidement les zones d'intervention possibles mais aussi de dégager pour chacune ses problèmes spécifiques.

La méthodologie utilisée pour l'exemple démonstratif choisi est illustrée par le tableau n° 3. Elle comprend deux phases, la première correspond à la sélection des zones édaphiquement aptes à la culture du coton, la seconde au choix, parmi ces zones, de celles où l'implantation de la culture du coton est réellement possible, compte tenu de l'utilisation actuelle des terres.

Tableau n° 3 : le zonage du coton



2.1. Délimitation des zones édaphiquement aptes à la culture du coton

Le climat étant une contrainte difficile, voire impossible à contourner, il est essentiel de classer en priorité les zones en fonction de leurs caractéristiques climatiques. Ainsi, compte tenu des exigences climatiques de la culture du coton :

- températures minimales et maximales,
- quantité cumulée des précipitations pendant le cycle végétatif,
- répartition de ces dernières au cours de l'année ou nombre de mois secs par an,

nous avons pu établir une hiérarchisation des zones climatiques selon trois niveaux de limitations :

- zones inaptées à la culture,
- zones climatiquement marginales,
- zones présentant des conditions optima.

Dans un souci de simplification nous avons délaissé dans l'exemple présent les zones inaptées et avons classé les deux autres catégories en fonction des caractéristiques des terres, correspondant à des contraintes de type *morpho-pédologiques*. Dans la zone choisie, nous en avons retenu deux :

- la possibilité de mécaniser,
- la qualité des terres.

Deux niveaux de mécanisation ont été définis en fonction de la pente et de la pierrosité :

- l'un « M1 » correspond à des terres facilement mécanisables,
- l'autre « M2 » à des terres plus difficilement mécanisables.

De la même façon, deux niveaux de qualité de terres :

- « Q1 » : terres de bonne qualité,
- « Q2 » : terres de qualité moyenne

ont été sélectionnés en fonction de la fertilité des sols.

Par croisement de ces variables entre elles, on obtient donc 4 niveaux de limitations morpho-pédologiques :

- M1Q1 : terres mécanisables de bonne qualité,
- M1Q2 : terres mécanisables de qualité moyenne,
- M2Q1 : terres difficilement mécanisables de bonne qualité,
- M2Q2 : terres difficilement mécanisables de qualité moyenne.

Le croisement de ces quatre niveaux avec les deux niveaux de limitations dues au climat (climat optimum, climat possible à marginal), génère donc huit niveaux de zones édaphiquement aptes à la culture du coton.

2.2. Détermination de l'utilisation actuelle du sol

Par ailleurs il est primordial de connaître aussi l'utilisation actuelle des terres considérées, toute implantation de nouvelle(s) culture(s) ne pouvant se réaliser qu'au détriment de l'utilisation antérieure.

A partir de la relation « Utilisation actuelle du sol », nous avons établi par regroupement des variables entre elles, 4 classes d'utilisation actuelle du sol :

- végétation naturelle : forêts, formations arbustives, savanes,
- pâturages,
- cultures cotonnières,
- tous les autres types de cultures.

2.3. *Les inadéquations actuel-potentiel et les zones d'intervention*

La comparaison utilisation actuelle-aptitudes potentielles a donc consisté ensuite à effectuer un croisement des quatre classes précédentes avec les huit classes de zones édaphiquement aptes à la culture du coton. On obtient ainsi différents niveaux (32 en théorie) qui peuvent être interprétés comme autant de zones d'intervention.

Tous les cas théoriquement possibles sont résumés dans le tableau n° 4.

Tableau n° 4 : Adéquations-inadéquations entre utilisations actuelle et potentielle

1. Cas où l'occupation actuelle des sols est :

- XXX : parfaitement adaptée aux potentialités,
- XX : bien adaptée aux potentialités,
- X : moyennement adaptée aux potentialités,
- : peu adaptée aux potentialités.

2. L'augmentation des surfaces en coton passe par un défrichement ou par une permutation des cultures. Le classement des terres en fonction de leur qualité a été effectué de 1 (zones prioritaires) à 4 (zones marginales).

CLASSES D'UTILISATION DES TERRES		TYPE DE MODIFICATION	ZONES POTENTIELLEMENT APTES A LA CULTURE DU COTON								
			CLIMAT OPTIMUM				CLIMAT MARGINAL				
ACTUELLE	SOUHAITEE	A ENVISAGER	M1		M2		M1		M2		
			Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	
COTON	COTON	AUCUNE	XXX	XX	XX	X	XX	X	X	.	
VEGETATION NATURELLE		DEFRICHEMENT	1	2	2	3	2	3	3	4	
PATURAGES		PERMUTATION		1	2	2	3	2	3	3	4
AUTRES CULTURES											

L'examen de ce tableau permet de préciser la problématique différente à chacune des zones ainsi caractérisées.

— Les zones aptes à la culture du coton peuvent se regrouper en quatre classes suivant l'importance de leurs facteurs limitants. La première classe, sans contrainte (climat optimum, M1, Q1) caractérise une zone parfaitement adaptée à la culture cotonnière ; au contraire la dernière (climat marginal, M2, Q2) présente un seuil maximum de contraintes et donc une adaptation minimum.

— Dans les zones actuellement cultivées en coton, aucun changement de culture n'est bien sûr à effectuer. Seules des interventions visant à améliorer les pratiques culturales peuvent être envisagées compte tenu des potentialités des terres. Nous avons pu les hiérarchiser en quatre niveaux d'inadaptation croissante ; l'occupation actuelle peut être :

- parfaitement adaptée aux potentialités (climat optimum, M1, Q1),
- bien adaptée aux potentialités (climat optimum, M1, Q2 et M2, Q1 et climat marginal, M1, Q1),
- moyennement adaptée aux potentialités (climat optimum, M2, Q2 et climat marginal, M1, Q2 et M2, Q1),
- peu adaptée aux potentialités (climat marginal, M2, Q2).

— Dans les zones actuellement occupées par la végétation naturelle, des pâturages ou des cultures d'un autre type, des changements plus importants sont évidemment à envisager dans le cas de l'implantation d'une culture cotonnière. Ils passent inévitablement par un défrichement dans le cas de mise en valeur de terres neuves, ou une permutation pâturage-coton, ou autres cultures-coton dans les cas d'implantation en zones agricoles.

On mesure ainsi tout l'intérêt de ce type de démarche qui conduit à un diagnostic du degré d'adéquation-inadéquation entre utilisation actuelle et potentielle. Les différents niveaux définis dans le tableau n° 4 sont hiérarchisés en fonction de l'importance des limitations édaphiques de chaque zone.

Cette notion « d'adéquation-inadéquation » entre utilisation actuelle des terres et ressources potentielles, conduit inéluctablement à la notion de type d'intervention. La connaissance des différents degrés d'adéquation actuel-potentielle permet en effet d'établir une hiérarchie des possibilités d'intervention en fonction de critères techniques.

Il est ainsi possible de dresser un tableau général (tableau n° 5) des différents cas de figures résultant de cette comparaison actuel-potentielle.

Tableau n° 5 : Les types d'intervention

	UTILISATION ACTUELLE DES TERRES	TYPES D'INTERVENTION
POTENTIALITES AGRICOLES	ADAPTATION PARFAITE	AUCUNE
	ADAPTATION RELATIVEMENT BONNE	AMELIORATIONS MINEURES : DES PRATIQUES CULTURALES
	ADAPTATION PARTIELLE	AMELIORATIONS PROFONDES DES PRATIQUES CULTURALES OU DU TYPE D'EXPLOITATION
	INADAPTATION TOTALE	CHANGEMENT DE L'UTILISATION: - MISE EN DEFENS DE TERRES A PROTEGER

A chaque degré d'adéquation entre utilisation actuelle et potentialités agricoles correspond donc un ou plusieurs types d'intervention.

CONCLUSIONS

Les techniques infographiques de croisements interrelations permettent d'établir rapidement la liste exhaustive de l'ensemble des degrés d'adéquation/inadéquation et donc d'envisager des réajustements dans l'utilisation des terres avec une meilleure connaissance des impératifs techniques.

Nous nous sommes volontairement limités (voir tableau 1) à une comparaison basée sur les seuls domaines : utilisation actuelle-potentialités agricoles. Mais il est évident que le choix définitif d'une intervention ne peut être décidé qu'après la prise en compte des impératifs de la planification agricole : politiques et socio-économiques. Parmi ces dernières, trois données simples, et le plus souvent disponibles, comme : la densité de population, le revenu par hectare et par habitant et le degré d'accessibilité ou de facilité de communications pourraient aisément être croisés avec les résultats obtenus précédemment : degrés d'adéquation et types d'intervention.

Un tel processus mené jusqu'à ce stade permettrait alors d'établir un véritable diagnostic des disparités régionales et d'établir ensuite des priorités d'intervention.

BIBLIOGRAPHIE

- 1984 HUTTEL (C.) - WINCKELL (A.) - ZEBROWSKI (C.) y contraparte ecuatoriana
« Inventario cartográfico de la costa ecuatoriana, hoja a 1/200 000 de BABAHOYO
Mapa morfo-pedológico
Mapa de formaciones vegetales y uso actual del suelo
Mapa de aptitudes agrícolas »
PRONAREG, Acuerdo MAG-ORSTOM, Quito.
- 1984 HUTTEL (C.) - WINCELL (A.) - ZEBROWSKI (C.) y contraparte ecuatoriana
« Inventario cartográfica de la costa ecuatoriana, hoja a 1/200 000 de GUAYAQUIL
Mapa morfo-pedológico
Mapa de formaciones vegetales y uso actual del suelo
Mapa de aptitudes agrícolas »
PRONAREG, Acuerdo MAG-ORSTOM, Quito.
- 1978 POURRUT (P.) - VICARIOT (F.) - WINCKELL (A.) - ZEBROWSKI (C) y contraparte ecuatoriana
« Inventario cartográfico de la costa ecuatoriana, hoja de SALINAS a 1/200 000 :
Carta geomorfológica
Carta de suelos
Carta de paisajes vegetales y uso actual
Carta de recursos suelo
Carta de zonas regables según criterios físico - climáticos
Carta de evaluación de la utilización del agua disponible según el módulo anual
Carta de uso potencial », con leyenda explicativa, 19 p., 4 gratificos.
PRONAREG, Acuerdo MAG-ORSTOM, Quito.
- 1978 POURRUT (P.) - VICARIOT (F.) - WINCKELL (A.) - ZEBROWSKI (C) y contraparte ecuatoriana
« Inventario cartografico de la costa ecuatoriano, hoja de JIPIJAPA a 1/200 000 :
Carta geomorfológica
Carta de suelos
Carta de paisajes vegetales y uso actual
Carta de recursos suelo
Carta de zonas regables según criterios físico - climáticos
Carta de evaluación de la utilización del agua disponible según el módulo anual
Carta de uso potencial »
PRONAREG, Acuerdo MAG-ORSTOM, Quito.

1986 SOURIS (M.)

Systemes d'information géographique et bases de données. in : Traitement des données localisées : L'Infographie à l'ORSTOM.
Collection Colloques et Séminaires : pp. 29-87.
ORSTOM, Paris.

1987 SOURIS (M.)

Le système TIGRE, un système d'information géographique organisé suivant le modèle relationnel. in : Intégration des données de télédétection dans un système d'information géographique : suivi de la morphologie et de la démographie d'une ville.
ATP : CNRS - CNES - Télédétection spatiale, ORSTOM.
Rapport final, volume 2, pp. 21-28.

A paraître :

SOURIS (M.) - WINCKELL (A.) - ZEBROWSKI (C.)

Les techniques infographiques appliquées à l'évaluation et l'utilisation des ressources naturelles renouvelables. Exemples dans la côte d'Equateur.
Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM.

A paraître :

SOURIS (M.) - WINCKELL (A.) - ZEBROWSKI (C.)

Las técnicas infográficas aplicadas a la evaluación y la utilización de los recursos naturales renovables. Ejemplos en la costa ecuatoriana.
Revista Cultura, Banco Central del Ecuador. Quito.