

**UNIVERSITE DU BURUNDI**



**Faculté des Sciences**

**Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'environnement**

**Deuxième année – Option Génie de l'Environnement**

**DIVERSITE ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES**

**SUPPORT DE COURS**

**Par**

**Prof. NDUWIMANA André**

**Edition 2025**

**45 H**

# DIVERSITE ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

## Table des matières

0. DESCRIPTIF DU COURS .....	5
0.1. Objectif :.....	5
0.2. Objectifs spécifiques.....	5
0.3. Déroulement de la formation :.....	5
0.4. Evaluation :.....	5
0.5. Références Bibliographiques.....	5
1 <sup>ère</sup> Partie : LES FACTEURS DE DIVERSITE ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES.....	7
1. Introduction .....	7
2. Définition du paysage.....	7
3. Diversité des paysages .....	12
3.1. Structure d'un paysage.....	13
3.2. Quantification de la diversité d'un paysage.....	16
4. Dynamique paysagère et matrice de transition.....	19
4.1. Dynamique paysagère.....	19
4.2. Diagramme de transition.....	20
4.3. Fragmentation des paysages .....	21
4.4. Mesures de l'anthropisation des paysages .....	24
2 <sup>EME</sup> PARTIE : DEGRADATIONS ENVIRONNEMENTALES .....	27
A. Composantes de l'environnement .....	27
B. Principaux facteurs de dégradations environnementales. ....	27
C. Principales Dégradations environnementales et conséquences.....	28
1. Pollutions de la biosphère.....	28
2. Dégradation des écosystèmes .....	28
3 <sup>ème</sup> Partie : COUTS DE L'INACTION .....	30

1. Importance de l'action de l'homme dans la dynamique des paysages.....	30
2. Coûts de l'inaction.....	31
2.1. Définition.....	31
2.2. Procédure d'évaluation du coût de l'inaction .....	32
4 <sup>ème</sup> Partie: ACTIONS ET STRATEGIES POUR LA GESTION DURABLE DES PAYSAGES (ENVIRONNEMENT).....	33
4.1. Aménagement des espaces ruraux.....	34
4.1.1. Importance de l'aménagement rural dans la gestion des paysages.....	34
4.1.2. Phase d'Analyse rurale. ....	34
4.1.3. Phase d'Ingénierie territoriale.....	45
4.2. Aménagement de l'espace Urbain.....	46
4.2.1. Evolution du Processus d'urbanisation.....	46
4.2.2. Liens entre espaces urbains et espaces ruraux .....	47
5 <sup>ème</sup> Partie : OUTILS ET APPROCHES EN AMÉNAGEMENT DES ESPACES RURAUX .....	50
5.1. Politiques d'aménagement rural.....	50
5.1.1. Le paysage comme outil d'aménagement (Elaboration d'un plan paysage) .....	50
5.1.2. Les Schémas Directeurs d'Aménagement des territoires (SDAU, SDAT, SD) .....	51
5.1.3. Le SCoT (Schéma de cohérence Territoriale) et le PLU (Plan local d'urbanisme) .....	52
5.1.4. La loi n° 1/ 09 du 12 août 2016 portant code de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction au Burundi.....	52
5.2. Outils techniques d'aménagement des espaces ruraux.....	53
6 <sup>ème</sup> partie : AMENAGEMENT, PLANIFICATION RURALE ET DEVELOPPEMENT DURABLE.....	54
6.1. La participation un facteur important pour le développement durable .....	55
6.2. Un bon ciblage des acteurs, un facteur essentiel .....	56
6.3. La bonne Gouvernance, une clé pour le développement durable.....	57
<b>Liste des figures</b>	
Figure 1: Le paysage comme niveau intermédiaire entre Ecosystème et Région.....	8

Figure 2: Photo de paysage de montagne suisse ( <a href="https://fr.motocrossmag.be/index.php/2015/08">https://fr.motocrossmag.be/index.php/2015/08</a> ).....	8
Figure 3: Littoral du lac Rweru .....	9
Figure 4: Photos de paysage rizicole de plaine dans l’Imbo .....	9
Figure 5: Photo paysage fluvial ( <a href="https://fr.freepik.com/photos-gratuite">https://fr.freepik.com/photos-gratuite</a> ).....	9
Figure 6: Différents faciès du paysage de la Malagarazi .....	10
Figure 7: Photo exemple de paysage industriel.....	10
Figure 8: Photo de paysage forestier tropical ( <a href="https://fr.123rf.com/photo_17806452_tropical-paysage-forêt-tropicale-luxuriante-dans-pangmapha-thaïlande.html">https://fr.123rf.com/photo_17806452_tropical-paysage-forêt-tropicale-luxuriante-dans-pangmapha-thaïlande.html</a> ) .....	11
Figure 9 : Photos Paysage agricole ( <a href="http://www.sebastienchampion.fr/media">http://www.sebastienchampion.fr/media</a> ) .....	11
Figure 10: Marais au niveau paysage de Malagarazi, .....	11
Figure 11: Morcellement des unités paysagères .....	12
Figure 12: Variation de la taille des unités paysagères .....	13
Figure 13: Périmètre et connectivité des unités paysagères .....	13
Figure 14: Eléments de base de la structure d’un paysage.....	14
Figure 15: Quatre représentations d’un même paysage : Cazevieille, Hérault (Deconchat et Sirami, 2017).....	15
Figure 16: Exemple de matrices et taches de même structure mais des réalités différentes....	16
Figure 17 : Résultats_Cartographie du paysage aux trois dates (Evolution de l’occupation / Utilisation des Sols du paysage de la Malagarazi (1986, 2001, 2013).....	20
Figure 18: Diagramme de transition occupation du sol paysage de la Malagarazi entre 1986 et 2001 .....	21
Figure 19: Evolution des unités d’occupation du sol pour différentes périodes (1986-2001 ; 2001-2013 ; 1986-2013).....	21
Figure 20: Scénarios sur Impact du recul de la biodiversité sur l’économie (source : Les Echos, WWF Joël Cossardeaux, Publié le 12 févr. 2020).....	32
Figure 21: Niveaux de participation des acteurs .....	56
Figure 22: Outils de participation suivant les principales formes de participation.....	57
<b>Liste des tableaux</b>	
Tableau 1: Résultats classification_Matrice de Confusion et valeur de Kappa .....	19

## 0. DESCRIPTIF DU COURS

### 0.1. Objectif :

L'objectif du cours est de comprendre l'hétérogénéité spatio-temporelle et la configuration des paysages d'une part et d'assurer une bonne compréhension des problématiques liées à l'aménagement et à la gestion des paysages ruraux, paysages où la dimension biophysique demeure tout à fait déterminante.

### 0.2. Objectifs spécifiques :

- ✓ fournir une mise à niveau des connaissances des composantes des paysages écologiques •
- ✓ Assurer une bonne compréhension des facteurs de diversité et dynamiques des paysages.
- ✓ Assurer une bonne compréhension de la problématique et des enjeux actuels reliés aux paysages ruraux pris au sens large.
- ✓ familiariser l'étudiant avec les approches et stratégies utilisées pour aborder ces problématiques et ces enjeux.

### 0.3. Déroulement de la formation :

Exposé magistral (par le titulaire du cours), discussions sous forme de séminaire, dirigées par le responsable du cours, présentations orales par les étudiants des travaux de lecture menant à une discussion en plénière

### 0.4. Evaluation :

Evaluation en cours d'année (40%), évaluation finale (60%)

### 0.5. Références Bibliographiques

1. Barima Y.S.S., Barbier N., Bamba I., Traore D., Lejoly J., Bogaert, J.(2009) Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, 2009, N° 299 (1) 15 Télédétection Et Espaces Forestiers
2. Bogaert J., Ceulemans R., Salvador-Van Eysenrode D., 2004. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental Management*, 33 (1) : 62-73.
3. Burel F. & Baudry J. (1999). *Landscape ecology. Concepts, Methods and Applications*. Science Publishers, Inc./USA, 378 pp
4. Florova M.(2000). Le paysage des géographes russes : l'évolution du regard géographique entre le XIX<sup>e</sup> et le XX<sup>e</sup> siècle, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Epistémologie, Histoire de la Géographie, Didactique, document 143, mis en ligne le 16 novembre 2000, consulté le 11 février 2019.
5. Forman, R.T.T. and Godron M. (1986). *Landscape Ecology* John Wiley & Sons, 619 pp

6. Gergel S .E.& Turner M.G.(2003). *Learning Landscape Ecology. A practical guide to concepts and Techniques*. Springer-Verlag, New York, 337 Pp
7. Haines-Young R., Green D.R., Cousins S.H. (1993). *Landscape ecology and Geographic Information Systems*. Taylor& Francis LTD, London, 329 pp.
8. Liu, J. and Taylor, W.W. (eds). (2002). *Integrating landscape ecology into natural resource management*. Cambridge; New York, Cambridge University Press. 480 pp. [A vision of the role of landscape ecology in the management of natural resources, especially with the integration of social sciences]
9. Maris V.& Devictor V. (2014). La biologie de la conservation : de la théorie à la pratique et retour in *Précis de philosophie de la biologie* PP 135-149.  
[Https// www.researchgate/publication/301295597](https://www.researchgate/publication/301295597)
10. Nduwimana A. (2014). *Caractérisation du Paysage Naturel de la Malagarazi (Burundi) et approche de Conservation Durable de sa Biodiversité*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur du Muséum National d'Histoire Naturelle-CRS/ Paris.266p.
11. Pickett, S.T.A. and White P. (eds). (1985). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. NewYork, Academic Press. 472 pp.

# **1<sup>ère</sup> Partie : LES FACTEURS DE DIVERSITE ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES**

## **1. Introduction**

La biosphère est l'expression du vivant et se présente sous différentes formes. Cette diversité des formes du vivant est définie par la convention sur la diversité biologique comme:

« la variabilité des organismes vivants de toutes origines, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques dont ils font partie ».

Cette définition montre que cette diversité s'appréhende à différents niveaux de complexité et les écosystèmes et paysages constituent des niveaux supérieurs d'organisation où peuvent être analysées les différentes formes de diversité.

La présente partie du cours se propose de considérer le niveau paysage et de comprendre les différents éléments de sa structure et fonctionnement. Cette compréhension permettra de bien analyser les facteurs de dégradations de l'environnement et de prendre des mesures adéquates d'aménagement du territoire

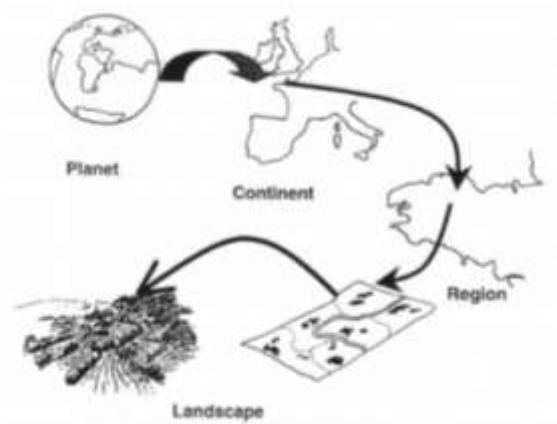
## **2. Définition du paysage**

Au sens originel du terme, paysage désigne une portion d'un pays, une partie du territoire comme lieu de vie ou de travail pour les habitants de cette partie du pays.

« Le paysage est une surface hétérogène, constituée par un ensemble d'écosystèmes qui se répètent (souvent mais pas toujours) çà et là sous des formes identiques et qui sont en interaction.

Mais le concept de paysage a évolué dans le temps pour prendre en considération les représentations que les humains font du territoire. Le paysage devient donc une expression et une condition du vivant évoluant dans le temps et dans l'espace (objet de contemplation qui oriente vers l'esthétique, aménagement du territoire, Quid le rôle du développement économique sur la pensée paysagère, quid l'appréciation de la campagne et du milieu urbain.)

Sous l'angle écologique, le paysage est un niveau d'organisation des systèmes écologiques, supérieur à l'écosystème certes, mais inférieur à la planète, au continent et à la région, niveau caractérisé par son hétérogénéité et par une dynamique que gouvernent les activités humaines, et indépendant de sa perception. (Forman, 1995 ; Burel & Baudry, 1999 ; Chouquer, 2004)



**Figure 1: Le paysage comme niveau intermédiaire entre Ecosystème et Région**

Le paysage comme un des principaux concepts de la géographie est considéré comme le produit de la nature et des activités humaines (Quid le rôle des activités des sociétés humaines dans le modelage de la surface de la terre pour ses besoins d’habitat, circulation, alimentation à côté du rôle de la nature comme l’action des mouvements tectoniques, érosifs, hydrologiques, etc.). Il lie donc la structure à la fonction.

On peut alors distinguer plusieurs types de paysages :

✓ Paysages classés suivant le critère géographique :

- paysages de montagne,



**Figure 2: Photo de paysage de montagne suisse (<https://fr.motocrossmag.be/index.php/2015/08>)**

- paysage du littoral,



**Figure 3: Littoral du lac Rweru**

- paysage de plaine



**Figure 4: Photos de paysage rizicole de plaine dans l'Imbo**

- paysage fluvial, etc



**Figure 5: Photo paysage fluvial (<https://fr.freepik.com/photos-gratuite>)**

- ✓ Paysages classés suivant l'impact des activités humaines (paysage naturel, paysage sémi-naturel, paysage dégradé, etc)



**Figure 6: Différents faciès du paysage de la Malagarazi**

- ✓ Paysages classés suivant l'occupation du sol :
- paysage industriel,



**Figure 7: Photo exemple de paysage industriel**

- paysage de forêt,



Figure 8: Photo de paysage forestier tropical ([https://fr.123rf.com/photo\\_17806452\\_tropical-paysage-forêt-tropicale-luxuriante-dans-pangmapha-thaïlande.html](https://fr.123rf.com/photo_17806452_tropical-paysage-forêt-tropicale-luxuriante-dans-pangmapha-thaïlande.html))

- paysage agricole,



Figure 9 : Photos Paysage agricole (<http://www.sebastienchampion.fr/media>)

- paysage de marais,



Figure 10: Marais au niveau paysage de Malagarazi,

Etc.

On retiendra pour le paysage que c'est un **espace hétérogène**, résultant de la conjonction évolutive des facteurs environnementaux, sociaux, culturels et économiques mais **perçu de manière unitaire et distincte de ses voisins**

### 3. Diversité des paysages

Le paysage écologique est un territoire avec des ressources biotiques et abiotiques favorables à une certaine biodiversité.

En effet, les milieux sont l'expression de la géologie et de l'hydrologie

Les sols et sous-sols s'expriment en surface de façon presque visible et directe en la végétation qu'ils portent. Couplée à la géomorphologie, au climat et à l'action de l'homme, on a une diversité des paysages qui traduit l'adaptation de la végétation et de la faune à ces composantes.

Les formes du relief, le réseau hydrographique, la végétation, l'habitat et le réseau routier composent les éléments de base du paysage; ils s'intègrent dans l'espace en une mosaïque d'unités homogènes par leur couleur, leur forme, leur nature ou leur texture, qui sont visuellement distinctes les unes des autres.

Notons que quand on parle de biodiversité, on considère les différents niveaux d'organisation (génétique, spécifique, fonctionnelle).

Ce sont donc les différences de composition et de structure (également de fonctionnement) qui confèrent la diversité aux paysages. De cette façon l'hétérogénéité d'un paysage est un indicateur de sa diversité.

L'hétérogénéité dépend essentiellement :

- De la diversité des unités paysagères (Fig.11)
- De la superficie relative occupée par chaque unité paysagère (Fig.12)
- Du degré de morcellement de chaque unité paysagère (Fig.11)
- Du périmètre de chaque unité paysagère (Fig.13)
- Du nombre de connexions des unités paysagères de même type (Fig.13)

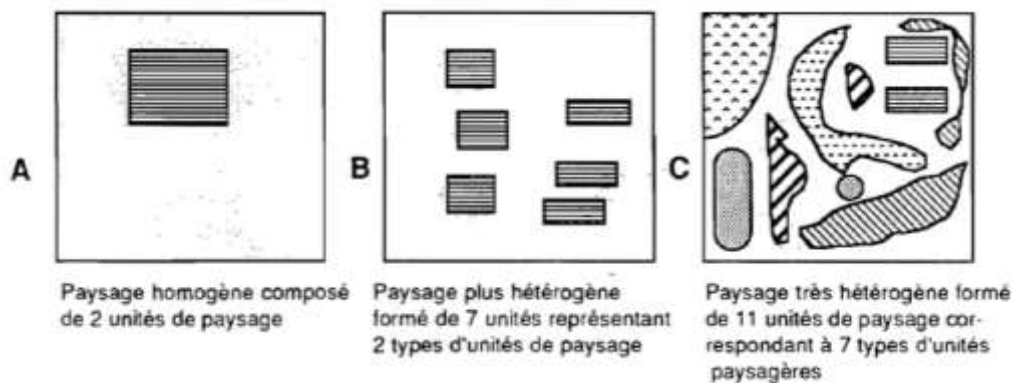


Figure 11: Morcellement des unités paysagères

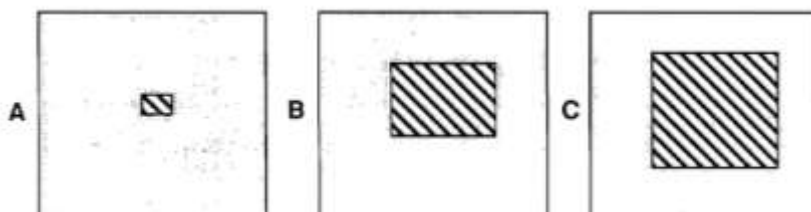


Figure 12: Variation de la taille des unités paysagères

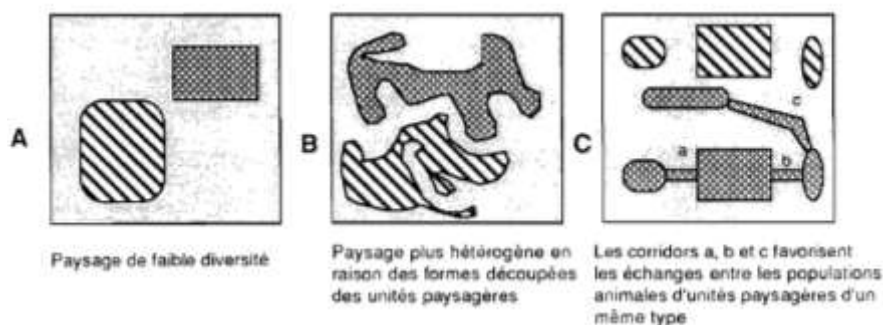


Figure 13: Périmètre et connectivité des unités paysagères

### 3.1. Structure d'un paysage

La structure du paysage exprime le schéma spatial des éléments du paysage et les connexions entre les différents écosystèmes ou éléments du paysage. La structure du paysage évalue la relation entre les écosystèmes en terme de mesure, nombre, taille et forme (Forman et Godron 1986; Gergel et Turner 2002).

La structure d'un paysage est caractérisée par sa composition (éléments présents et leur proportion) et par la configuration (distribution et arrangement des unités dans l'espace). Ces caractéristiques déterminent les processus écologiques à l'échelle du paysage.

**L'unité paysagère** correspond à un ensemble de composants spatiaux, de perceptions sociales et de dynamiques paysagères qui, par leurs caractères, procurent une singularité à la partie de territoire concernée.

**L'élément de paysage** est un objet matériel qui ne peut pas être considéré comme un système du point de vue paysager mais qui a des caractéristiques paysagères. Les éléments de paysage peuvent être classés dans les catégories suivantes :

- relief : plateau, colline...
- végétation : arbre isolé, haie, bois...
- occupation agricole : prairie, verger, culture...
- bâtiments et infrastructures : villages, fermes, routes, ponts...
- hydrographie : rivière, lac...
- vues : panorama, co-visibilité, perspective...

En outre, on peut distinguer deux types d'élément :

- ✓ l'élément permanent qui est inamovible et à partir duquel les autres éléments de paysage s'agrègent et se conjuguent pour composer la structure, créer une ambiance, une image paysagère... Sans lui, la structure n'existerait pas ou serait différente.
- ✓ l'élément fluctuant qui peut subir une évolution anthropique ou naturelle selon les dynamiques et en fonction des objectifs (orientations) assignés au territoire.

En écologie du paysage, on utilise différents termes pour mettre en évidence la structure d'un paysage :

**Taches (Patches):** zones non linéaires (polygone) moins abondantes et différentes de la matrice.

**Corridor:** un type linéaire ou de forme allongée qui relie d'autres éléments dans la matrice.

**Matrice:** Surface constituant l'élément dominant et interconnecté dans laquelle baignent les tâches et les corridors. Souvent, la matrice est forêt ou agriculture, mais théoriquement cela peut être n'importe quelle couverture du sol

**Mosaïque:** une collection de tâches dont aucune n'est assez dominante pour être interconnectée à travers le paysage.

Les principales caractéristiques structurelles du paysage sont donc les Taches, les corridors, les réseaux et la matrice (Forman et Godron, 1986)

Les corridors (couloirs) ont quatre fonctions importantes :

- ✓ un habitat pour certaines espèces,
- ✓ une zone de déplacement pour les espèces,
- ✓ une zone de barrière ou de filtre,
- ✓ source d'effets environnementaux et biotiques

**Les frontières :** Les frontières sont les limites des unités paysagères qui se distinguent par des discontinuités mais des fois il est difficile de délimiter de manière rigoureuse les frontières des unités

**L'Intérieur :** pour une tâche il existe une zone centrale en dehors des influences directes de la matrice

**L'écotone (lisière) :** la transition entre deux conditions environnementales est souvent graduelle et on considère une zone de transition appelées écotones qui ont des propriétés écologiques intéressantes notamment une forte biodiversité

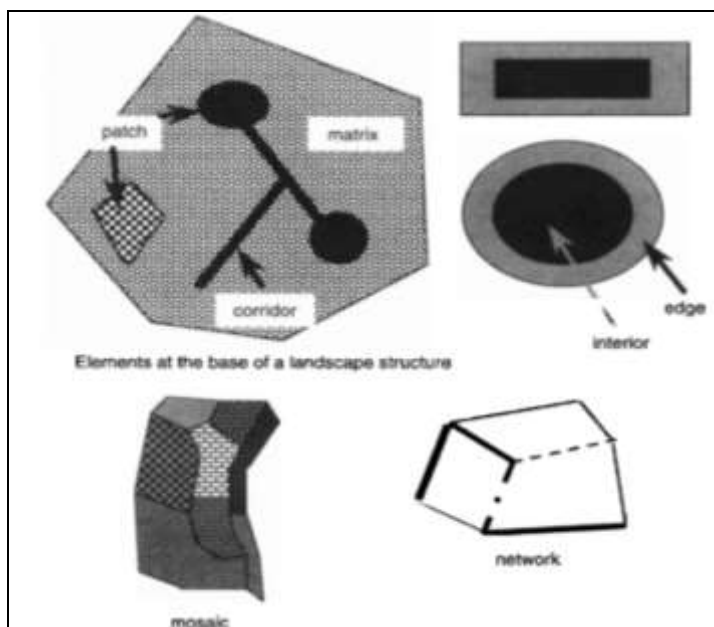


Figure 14: Eléments de base de la structure d'un paysage

### 3.1.1. La configuration

Il s'agit d'un attribut du paysage qui fait référence aux caractéristiques spatiales (distribution spatiale) des éléments du paysage

Théoriquement, on distingue plusieurs structures spatiales ( en mosaïque, sous forme de Grille, tâches ponctuelles irrégulières, tâches ponctuelles régulières, sous forme de zones successives, sous forme de zones alternantes, structure à transition graduelle)

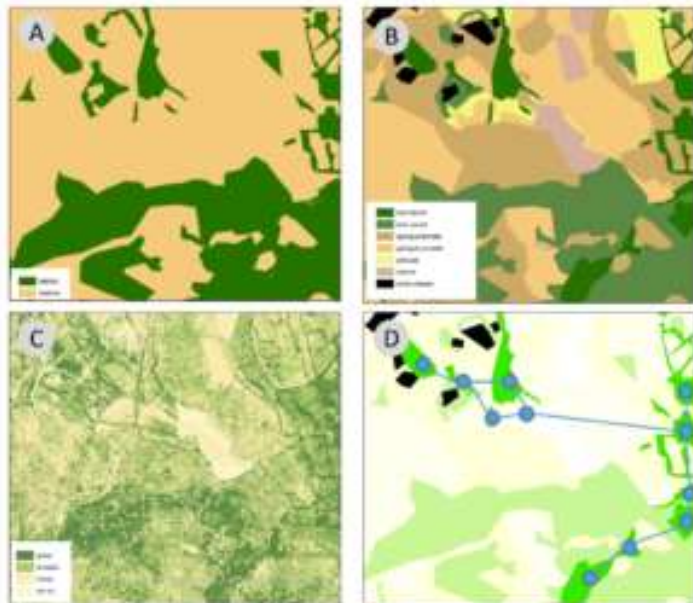


Figure 15: Quatre représentations d'un même paysage : Cazeville, Hérault (Deconchat et Sirami, 2017)

Dans un paysage du type matrice-habitat (A), les taches d'éléments de même nature sont insérées dans une matrice neutre et uniforme, le type de paysage en mosaïque (B) présente les différentes discontinuités des divers éléments d'un paysage fortement hétérogène, le modèle continue (C) rend compte de la variabilité à fine échelle et de la présence des gradients. Le modèle en réseau (D) présente des taches comme des nœuds d'un réseau.

### 3.1.2. Composition

L'attribut de composition définit la qualité des éléments du paysage (espèces, populations, communautés, écosystèmes), dispersés dans le paysage. La composition n'est pas une identification précise de la structure en mosaïque du paysage mais c'est un bon indicateur pour les conditions de vie de certaines espèces.

Deux paysages peuvent être de même structure mais de compositions différentes

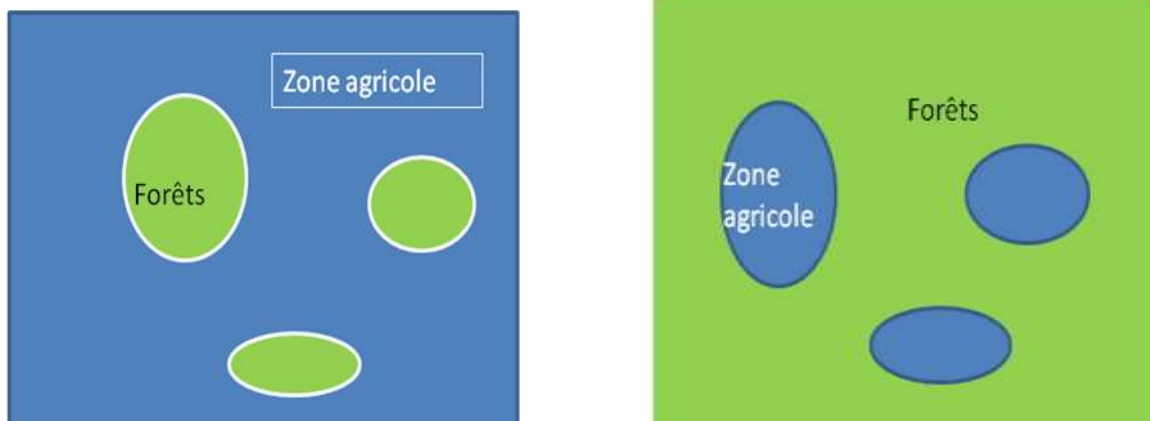


Figure 16: Exemple de matrices et taches de même structure mais des réalités différentes

### 3.2. Quantification de la diversité d'un paysage

L'analyse des phénomènes écologiques à de vastes échelles spatiales (paysage) nécessite souvent des descriptions quantifiables du schéma et de la structure du paysage afin de tester les relations ou de prédire le paysage et les phénomènes en question. À cette fin, divers paramètres de paysage terrestre ont été développés (Forman et Godron, 1986; O'Neill et al., 1988; Turner, 1990; Milne, 1991; Musick et Grover, 1991; Gustafson et Parker, 1992; Li et Reynolds, 1993, McGarigal et Marks, 1995).

Ces métriques paysagères concernent 4 composantes de la structure spatiale :

- a) **la surface** : les indices à mesurer sur la classe sont aux différents niveaux de l'hétérogénéité du paysage : taches, classes de taches, paysages.  
Il y a lieu de calculer la surface totale, la surface moyenne, la surface maximale, le rapport surface maximale sur la surface totale (pour mesurer le degré d'agrégation), la cohérence  $c = \sum_1^n \left(\frac{a_i}{a_t}\right)^2$  qui décrit comment les surfaces sont distribuées entre les différentes catégories de tâches
- b) **Le périmètre**  
Il décrit les interactions entre les tâches individuelles et la matrice.  
On considère que le périmètre min est celui d'un cercle. On peut ainsi calculer le rapport périmètre sur périmètre min pour mesurer l'élongation des tâches
- c) **Le nombre de tâches.**  
La densité des tâches exprime le degré de fragmentation
- d) **Isolation des taches**  
Il y a 2 manières de mesurer la distance entre 2 tâches :
  - Mesurer la distance la plus courte
  - Mesurer la distance entre les centres

Mesurer la distance entre tâches voisines permet de se rendre compte de l'ampleur des interactions. On fait alors un calcul des distances et on établit un diagramme de distribution des distances.

Il existe un nombre élevé de métriques paysagères qui ont été reconnues pour la plupart redondantes. Nous allons montrer celles qui sont le plus utilisées pour des mesures de Surface, des mesures de forme, des mesures d'isolement et des mesures de diversité

### 3.2..1. Métriques paysagères en rapport avec la surface

Les métriques paysagères couramment utilisées sont la surface de chaque classe d'occupation **CA: Class Area** (surface totale occupée par les tâches de la même classe) , la proportion de la surface de chaque forme d'occupation **PL: Percent of Landscape** et la taille moyenne des éléments **MPS: Mean Patch Size** .

### 3.2.2. Indices pour mesurer la composition

Pour mesurer la composition, différents indices comme les **indices de diversité** et **dominance** sont utilisés

$$H = \frac{-\sum_{i=1}^s (p_i \ln (p_i))}{\ln (s)}$$

$$D = \frac{H_{\max} + \sum_{i=1}^s p_i \ln (p_i)}{H_{\max}}$$

H = diversité, pi= la proportion du paysage occupée par le type de tâches i et s le nombre de types de tâches présents. La division par ln (s) normalise l'index pour qu'il soit compris entre zéro et un. Une valeur élevée de H indique une plus grande uniformité et une faible valeur indique moins d'égalité.

D= dominance, pi= la proportion du paysage occupée par le type de tâches i et Hmax = ln (s), qui est la diversité maximale possible pour un paysage ayant s types de tâches.

Cet indice est compris entre zéro et un, une valeur élevée indiquant la dominance d'un ou de quelques types de tâches et une valeur faible indiquant que les types de tâches sont présents dans des proportions similaires.

### 3.2..3. Indices de nombre:

Pour le nombre, il est défini le **NP (Number of patches)** et le **PD (Patch density)** qui correspondent respectivement au nombre total des entités de la même classe et au ratio entre ce nombre et la surface totale.

### 3.2.4. Indices de forme

Le ratio périmètre-surface ou indice de forme sur la totalité de la classe : **LSI (Landscape Shape Index)** pour exprimer la forme des éléments constitutifs du paysage et sa complexité.

On préfère l'**indice moyen (MSI)** qui considère chacune des entités élémentaires et l'indice moyen pondéré : **AWMSI (Area-Weighted Mean Shape Index)** qui, au delà de considérer chacune des entités élémentaires, majore les grandes entités.

$$LSI = \frac{0,25 \sum_j p_{ij}}{\sqrt{\sum_j a_{ij}}}$$

$$MSI = \sum_j \frac{0,25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$$

$$AWMSI = \sum_j \left[ \left( \frac{0,25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right) \left( \frac{a_{ij}}{\sum_j a_{ij}} \right) \right]$$

Avec :  $a_{ij}$  = aire de chaque unité  $j$  de la classe  $i$

$p_{ij}$  = périmètre de chaque unité  $j$  de la classe  $i$

0,25 est le terme de normalisation dû à la forme carrée de l'élément de base, le pixel

L'*indice de dimension fractale* : (**FRAC Fractal Dimension Index**), qui reflète la complexité et la fragmentation de la forme par la relation entre le périmètre et la surface varie entre 1, pour les formes simples, et 2, pour les formes complexes.

$$FRAC = \frac{2 \ln(0,25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$$

La moyenne des valeurs de FRAC pour tous composants du même type donne l'indice fractal moyen

(FRAC\_MN)

## 4. Dynamique paysagère et matrice de transition

### 4.1. Dynamique paysagère

L'Analyse diachronique permet de mettre en évidence l'évolution d'un paysage.

#### **Procédure:**

- Acquisition des données à différentes périodes pour tracer l'évolution du paysage ( Exemple : acquisition des images satellites, les classer et quantifier les différentes formes d'occupation du sol)
- Calculer les métriques paysagères
- Etablir les comparaisons multi dates

Exemple de l'analyse de la dynamique du paysage de la Malagarazi (NDUWIMANA, 2014)

Pour analyser l'évolution du paysage naturel de la Malagarazi afin de proposer un modèle conceptualisé de conservation de la biodiversité, Nduwimana (2014) a utilisé des images landsat de trois dates (1986, 2001, 2013)

#### **Méthodologie utilisée pour acquérir les données :**

- Acquisition des Images landsat (1986, 2001,2013) gratuites sur le site [www.landcover.org](http://www.landcover.org) du centre « Global Land Cover Facility (GLCF) » de l'université de Maryland
- Classification des Images à l'aide du logiciel ENVI.4.6.1.
- Vectorisation de l'image classée et export dans QGIS
- Extraction des données et calcul des métriques après analyse spatiale

**Tableau 1: Résultats classification\_Matrice de Confusion et valeur de Kappa**

Image 1986										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tot
Forêt (1)	96,13	0,47	0,35	0,18	0,15	0,8	0,00	0,28	0,00	17,58
Marais dense (2)	0,04	98,28	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,57
Marais non dense (3)	1,75	1,25	97,58	0,05	0,00	0,59	0,00	0,09	0,00	14,72
Zone brûlée (4)	0,00	0,00	0,00	98,81	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	11,60
Culture de marais ou canne à sucre (5)	0,00	0,00	0,05	0,50	95,82	2,39	0,00	0,00	0,00	8,50
Sol faiblement couvert (6)	0,20	0,00	0,44	0,18	2,70	92,93	4,69	0,00	0,00	7,98
Sol nu et bâti (7)	0,12	0,00	0,00	0,12	0,08	2,21	95,31	0,00	0,00	4,65
Eau de surface (8)	1,72	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	99,64	0,00	7,84
Nuages (9)	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	7,88
Commission	1,48	1,15	5,45	0,12	3,15	7,15	4,69	4,08	0,19	
Omission	3,87	1,72	2,42	1,19	4,18	7,07	4,69	0,46	0,00	
Précision globale	97,30%									
Kappa	0,96									

Image 2001										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	
Forêt (1)	97,57	1,01	0,51	0	0,00	1,19	0,00	0,00	13,54	
Marais dense (2)	0,79	98,1	0,15	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	12,80	
Marais non dense (3)	0,74	0,54	95,82	0,25	1,31	0,49	0,18	0,00	14,01	
Zone brûlée (4)	0,00	0,00	0,00	98,97	0,00	0,00	0,00	0,00	11,80	
Culture de marais ou canne à sucre (5)	0,05	0,05	2,50	0,00	97,80	0,00	0,00	0,42	10,63	
Sol faiblement couvert (6)	0,79	0,00	0,52	0,18	0,69	96,54	0,54	0,00	14,47	
Sol nu et bâti (7)	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	1,75	99,18	0,00	12,49	
Eau de surface (8)	0,05	0,00	0,10	0,05	0,21	0,00	0,00	99,58	10,15	
Commission	2,74	1,41	3,44	0,00	3,85	2,93	2,19	0,35		
Omission	2,43	1,90	4,18	1,03	2,20	3,45	0,82	0,42		
Précision globale	97,83%									
Kappa	0,97									

Image 2013										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	
Forêt (1)	94,20	0,42	1,87	0,15	0,00	0,78	0,15	0,00	15,22	
Marais dense (2)	1,38	98,4	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	17,76	
Marais non dense (3)	0,22	0,29	97,31	0,00	0,45	0,05	0,00	0,51	5,46	
Zone brûlée (4)	0,35	0,00	0,00	98,96	0,00	0,05	0,38	0,09	5,42	
Culture de marais ou canne à sucre (5)	0,00	0,00	0,00	0,00	97,79	0,05	0,00	0,00	14,28	
Sol faiblement couvert (6)	2,28	0,00	0,35	0,32	0,45	98,3	0,38	0,00	15,56	
Sol nu et bâti (7)	1,85	0,00	0,09	0,55	1,23	0,78	99,06	0,00	8,52	
Eau de surface (8)	0,00	0,30	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	99,29	8,75	
Commission	2,74	1,41	3,44	0,00	3,85	2,93	2,19	0,35		
Omission	2,43	1,90	4,18	1,03	2,20	3,45	0,82	0,42		
Précision globale	97,67%									

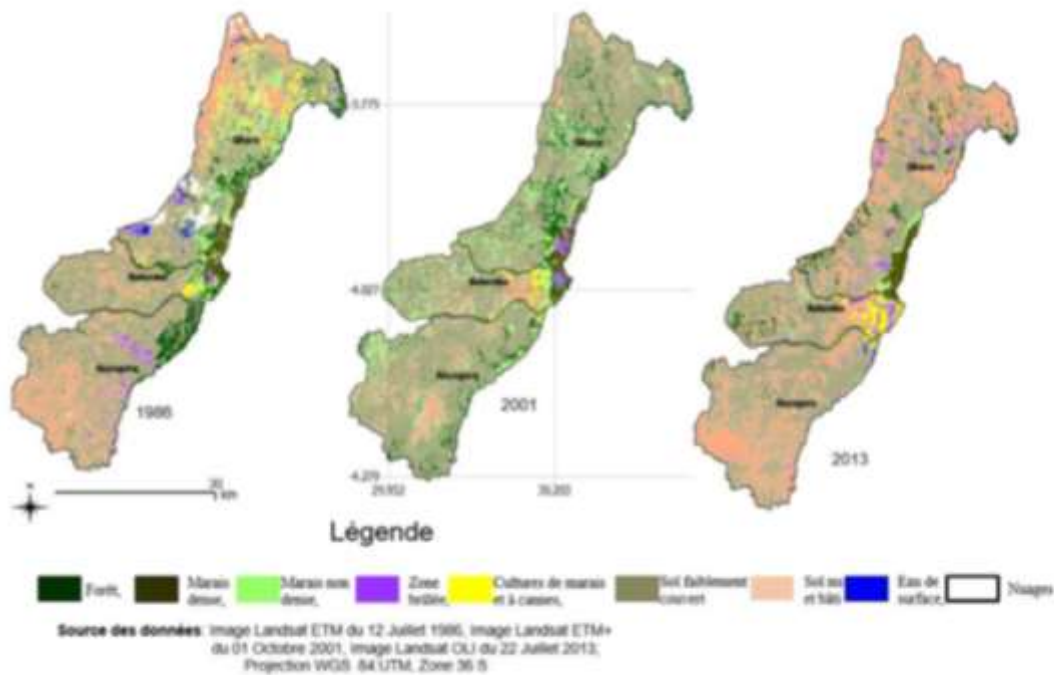
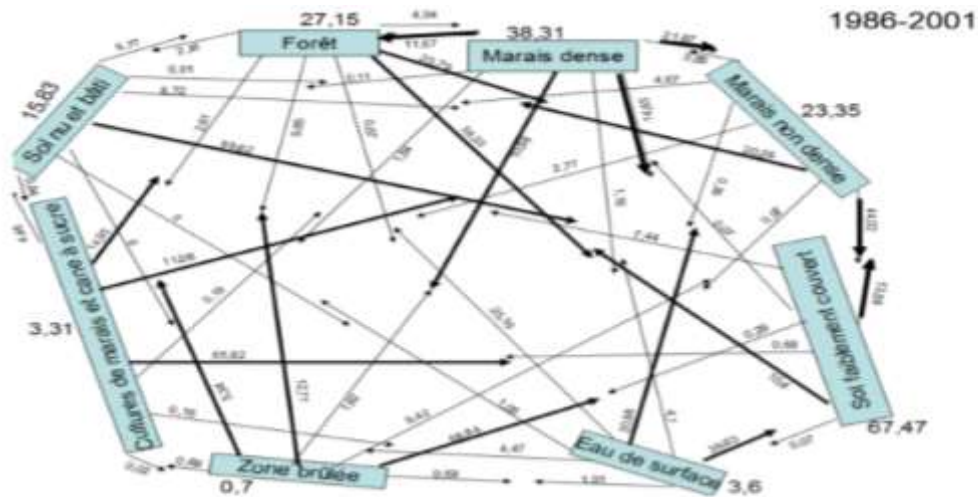


Figure 17 : Résultats\_Cartographie du paysage aux trois dates (Evolution de l'occupation / Utilisation des Sols du paysage de la Malagarazi (1986, 2001, 2013))

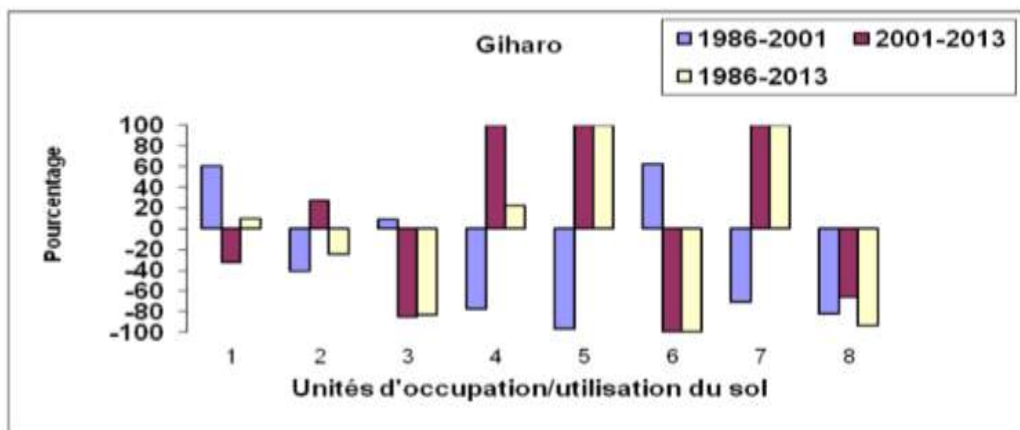
## 4.2. Diagramme de transition

C'est une représentation chiffrée des tendances de l'évolution du paysage



**Figure VI.5 :** Diagramme de transition des formes d'occupation / utilisation du sol entre 1986 et 2001. Les flèches indiquent le sens de la transition. Les nombres sur les flèches sont des pourcentages des changements. Les flèches en gras indiquent un changement qui affecte plus de 10% de la surface du type d'occupation. Les nombres à côté des types d'occupation / utilisation correspondent aux pourcentages des surfaces stables.

Figure 18: Diagramme de transition occupation du sol paysage de la Malagarazi entre 1986 et 2001



**Figure VI.3b:** Evolution des unités d'occupation du sol : taux d'augmentation (ou de diminution) des surfaces des unités d'occupation et utilisation du sol de la commune Giharo pour 3 périodes (1986 - 2001, 2001 - 2013, 1986 - 2013). Les unités d'occupation et utilisation du sol: [1 : Forêt, 2 : Marais dense, 3 : Marais non dense, 4 : Zone brûlée, 5 : Champs de marais ou de cannes à sucre, 6 : Sol faiblement couvert, 7 : Sol nu et bâti, 8 : Eau]. La figure n'indique pas des taux qui dépassent les 100% ( champ de marais ou de cannes à pour la période 2001 à 2013 (18632%) et 1986 - 2013, zone brûlée pour la période 2001-2013 (434%), sol nu et bâti pour la période de 2001-2013 (582%) et 1986 - 2003 (101)

Figure 19: Evolution des unités d'occupation du sol pour différentes périodes (1986-2001 ; 2001-2013 ; 1986-2013)

### 4.3. Fragmentation des paysages

La fragmentation des paysages est citée parmi les principaux phénomènes à la base du déclin de la biodiversité.

Les mesures de conservation doivent prendre en compte ce phénomène, une des formes de transformation spatiale des paysages.

Nous allons dans cette partie:

- analyser les différents processus de transformation du paysage,
- analyser les effets de la fragmentation sur la biodiversité
- analyser les modes de conservation de la biodiversité à la lumière de la structure et de la fragmentation des paysages
- débattre sur le questionnement SLOSS

#### ***4.3.1. Le processus de fragmentation***

La fragmentation des habitats est un des processus de transformation spatiale qui se manifeste lorsqu'une large étendue du paysage est transformée en de nombreux fragments de taille réduite et isolés

La fragmentation et la perte des habitats et de la biodiversité sont des phénomènes corrélés. La fragmentation est un phénomène en grande partie lié aux activités humaines

##### **➤ Les différents processus de transformation spatiale**

Bogaert et al.(2004) in Bamba (2010) propose un protocole de détermination des processus de transformation spatiale en utilisant la **surface**, le **périmètre** et le **nombre de taches** ou composant et définit dix processus :

1) « **agrégation** » : fusion de taches ; 2) « **suppression** » : disparition d'une ou de plusieurs taches ; 3) « **création** » : formation de nouvelles taches ; 4) « **déformation** » : changement de forme des taches sans changement de superficie ; 5) « **dissection** » : subdivision des taches par de petites lignes de largeur uniforme ; 6) « **Elargissement** » : expansion de taille des taches ; 7) « **fragmentation** » : rupture de la continuité en plusieurs taches disjointes, de formes et de tailles différentes ; 8) « **perforation** » : formation de trous dans les taches ; 9) « **déplacement** » : translocation d'une ou de plusieurs taches ; 10) « **rétrécissement** » : réduction de taille des taches.

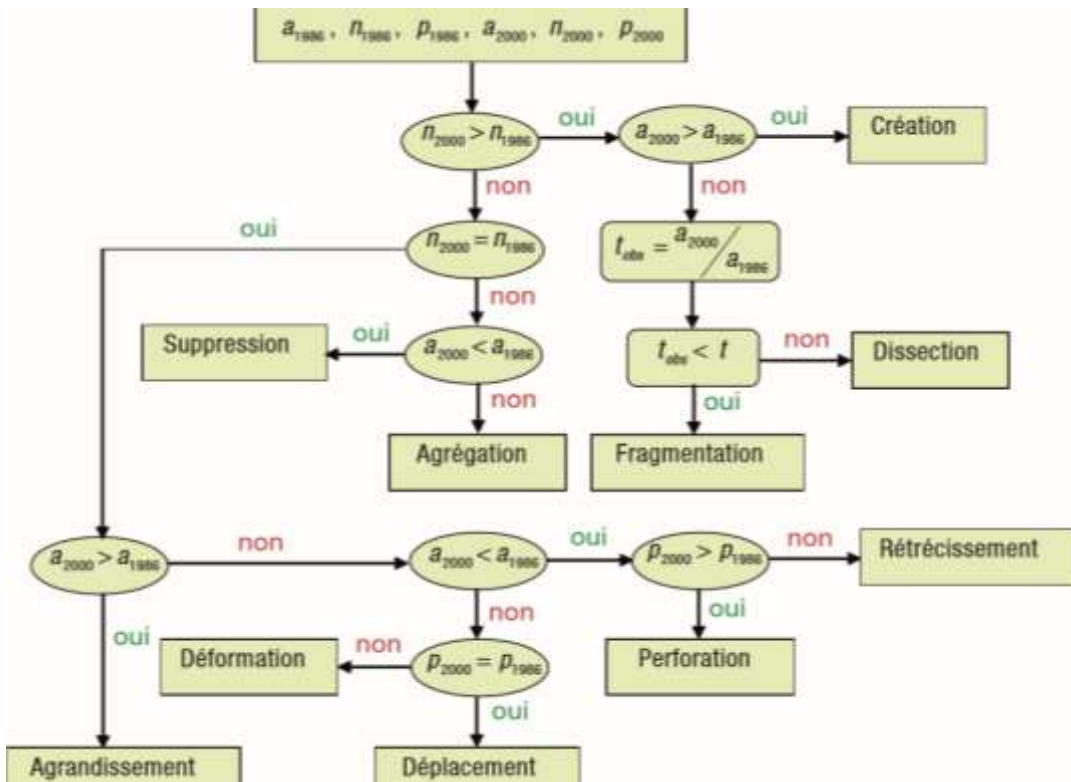
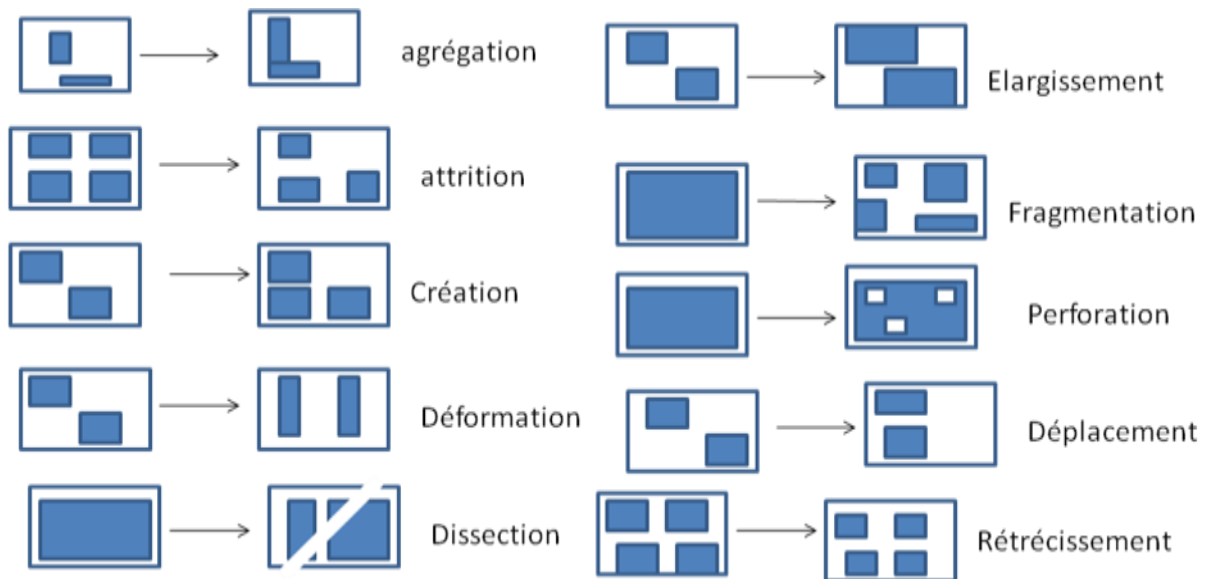


Fig. 20. Identification du processus de transformation spatiale. Modèle inspiré de l'arbre de décision de Bogaert et al. (2004).  $n_{1986}$ ,  $a_{1986}$ ,  $p_{1986}$  et  $n_{2000}$ ,  $a_{2000}$ ,  $p_{2000}$  sont respectivement le nombre, l'aire et le périmètre des taches en 1986 et en 2000. Pour séparer les processus de fragmentation et de dissection,  $t_{obs} = a_{2000}/a_{1986}$  est calculé et comparé à une valeur prédéfinie ( $t = 0,5$  ; Barima, 2007). Le processus dominant est la fragmentation si  $t_{obs} < t$  et dans le cas contraire le processus est la dissection (Barima et al, 2009)

➤ **Les Types de fragmentation (Harris& Sylva, 1982)**

Quelques types de fragmentation sont distingués :

- ✓ La fragmentation régressive : la transformation se réalise dans une seule direction. C'est le cas d'une forêt qui recule.
  - ✓ La fragmentation enveloppante : la fragmentation s'exerce sur tout le périmètre ce qui cause une contraction de la zone centrale dans toutes les directions
  - ✓ La fragmentation divisante qui résulte d'une force qui scinde l'ensemble en de parcelles.
  - ✓ La fragmentation interne est celle dont la transformation s'opère de l'intérieur
  - ✓ La fragmentation par empiétement qui s'opère de proche en proche sans trop impacter la structure
- **Effet de la fragmentation sur la biodiversité**
- La fragmentation des milieux affecte la biodiversité selon 4 mécanismes principaux :
- ✓ L'effet mécanique qui conduit à l'élimination des espèces présentes dans les milieux affectés
  - ✓ Perturbation du processus de dispersion
  - ✓ Modification des habitats : problèmes pour des espèces exigeant une diversité d'habitats, de même pour les espèces exigeant des habitats de taille considérable
  - ✓ Effet de lisière : introduction d'espèces exotiques, danger pour les espèces endémiques

#### **4.4. Mesures de l'anthropisation des paysages**

Depuis l'antiquité, le développement de la population humaine et des activités économiques ont progressivement modifié les paysages naturels et depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, les progrès technologiques ont fait entrer la planète dans une phase où le fonctionnement des écosystèmes est dominé par les actions humaines

Les changements d'occupation et d'usage des sols résultent des interactions entre facteurs anthropiques et environnementales, existent et ont évolué depuis des décennies et des siècles, ont façonné les paysages jusqu'aux espaces anthropisés que nous connaissons aujourd'hui

Ces facteurs agissent et interagissent à plusieurs échelles spatiales et différents niveaux d'organisation humaine allant des politiques publiques aux choix individuels en passant par les politiques locales.

##### ***4.4.1. Généralités sur l'anthropisation des paysages.***

La compréhension des processus écologiques passe par l'identification des facteurs à l'origine des caractéristiques et des dynamiques des paysages que nous observons actuellement.

Cette compréhension est primordiale à la réflexion que nous devons construire pour mieux préserver la biodiversité et les services qu'elle rend à la société. Cette compréhension nécessite d'interroger le passé (données archéologiques, cartographies, photos et images anciennes) et de calculer :

- ✓ Le gradient diminution des zones naturels (forêts, zones humides, autres espaces naturels) et l'intensification des zones artificialisées (zones agricoles, industrielles, urbanisées, l'intensification du réseau, etc)
- ✓ La dynamique temporelle du gradient du nombre, de la taille, de forme des taches (composition, hétérogénéité et complexité de la forme des paysages anthropisés).

#### ***4.4.2. Modélisation de l'anthropisation des paysages.***

Les modèles de dynamique paysagères sont des outils importants pour comprendre facteurs qui façonnent les paysages.

La modélisation permet d'examiner les implications de l'extrapolation à long terme de la dynamique du paysage à court terme.

Cette extrapolation du statu quo permet d'évaluer d'autres scénarios de gestion ou tester des hypothèses.

- ✓ Il existe un large éventail de moyens de prendre en compte les changements de paysage, du plus simple et facilement interprétable au plus réaliste et moins facile à gérer.

#### ***4.4.3. Modèle de Markov***

Pour analyser changement de paysage, il est souvent fait une comparaison des mesures de l'état d'un paysage à deux périodes différentes (analyse diachronique).

On notera par exemple que pour des images multidates, et certaines des cellules (ou pixels) ont changé de type de couverture au cours de l'intervalle de temps considéré (exemple 10 ans).

Une façon de mettre en évidence le changement de paysage consiste simplement à additionner toutes les instances, cellule par cellule, dans lesquelles une cellule a changé de type de couverture au cours de cet intervalle de temps

Une manière concise de résumer ces calculs est une matrice de décompte brute, qui pour  $m$  types de couverture est une matrice de  $m \times m$ .

Les éléments,  $n_{ij}$ , de la matrice de décompte, totalisent le nombre de cellules qui sont passées du type  $i$  au type  $j$  sur un intervalle de temps.

Une matrice de comptage brute est souvent convertie en proportions en divisant chacun des éléments par le total de la ligne pour générer une matrice de transition  $P$ .

Les éléments,  $p_{ij}$ , de la matrice de transition  $P$  résument la proportion de cellules de chaque type de couverture qui se sont mutuellement transformées.

Les éléments diagonaux de cette matrice,  $p_{ii}$ , sont les proportions de cellules qui n'ont pas changé

Un modèle de Markov de premier ordre (Usher, 1992) suppose que pour prédire l'état du système à l'instant  $t+1$ , il suffit de connaître l'état du système à l'instant  $t$ .

Le cœur d'un modèle de Markov est la matrice de transition  $P$ , qui résume la probabilité qu'une cellule de type de couverture  $i$  passe au type de couverture  $j$  au cours d'un seul pas de temps.

Le pas de temps est l'intervalle sur lequel on a observé que les données changeaient (c'est-à-dire l'intervalle de temps des deux cartes).

Les modèles de Markov, bien que simples, possèdent un certain nombre de propriétés intéressantes. En particulier, ils peuvent être résolus par itération pour projeter l'état du système

✓ Écrire l'état du système en tant que vecteur, :  $x_t [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots]$  (1)

où  $x_i$  est la proportion de cellules du type  $i$  à l'instant  $t$ ,

✓ un modèle de Markov est projeté:  $x_{t+1} = x_t P$  (2)

C'est-à-dire que le vecteur d'état est multiplié par la matrice de transition.

La projection suivante pour le temps  $t+2$  est établie:

$$x_{t+2} = x_{t+1} P = x_t P P = x_t P^2 \quad (3)$$

et en général, l'état du système à l'instant  $t = t + k$  est donné par:

$$x_{t+k} = x_t P^k$$

## **2<sup>EME</sup> PARTIE : DEGRADATIONS ENVIRONNEMENTALES**

### **A. Composantes de l'environnement**

L'environnement correspond au monde qui nous entoure. Il comprend le vivant et le non vivant.

Le vivant est constitué par les plantes, les animaux et les êtres microscopiques sans oublier l'homme qui parfois modifie et détruit les éléments de son environnement. Le vivant se localise dans une partie de l'univers constituée par une partie de l'atmosphère, de la lithosphère et de l'hydrosphère. Cette partie est appelée biosphère.

Le non vivant est constituée des composantes minérales (sol, eau, air), des éléments issus du vivant et des produits de l'activité humaine.

Les êtres vivant sont en interactions entre eux et entre leur environnement physicochimiques.

Il s'en suit que chaque milieu de vie est unique par ses caractéristiques physiques propres (la présence et propriétés d'un sol, la présence et propriétés de l'eau, la qualité de l'air, la température, précipitations, l'éclairement, etc.

Les êtres vivants diffèrent d'un milieu à l'autre parce qu'ils occupent un milieu dont les caractéristiques physiques sont propices à leur développement et à leur reproduction.

### **L'action de l'homme sur l'environnement**

La biosphère est en pleine évolution sous la conjonction des facteurs naturels et des facteurs dont la limite pour certains est difficile à établir.

Si certaines de ses actions dégradent l'environnement (surexploitation, déforestation, pollutions, introduction d'espèces envahissantes,...), il mène des actions favorables à la préservation des qualités de l'environnement (reboisement, gestion des déchets, création et gestion des aires protégées, etc.).

### **B. Principaux facteurs de dégradations environnementales.**

Il est vrai des dégradations environnementales ont eu et peuvent avoir naturellement lieu (volcanisme, avalanches, inondations) mais les grands dommages portés à l'environnement sont d'origine humaine.

Les deux principaux facteurs des dégradations humaines de la biosphère sont l'évolution technologique qui caractérise le développement de l'homme et l'explosion démographique contemporaine.

En effets, les dommages causés par la maîtrise du feu par les hommes primitifs, l'agriculture et la chasse au néolithique, le développement industriel amorcé au 18<sup>ès</sup> et l'ère atomique amorcée à la moitié du 20<sup>ème</sup> s sont sans équivoque mais plutôt d'une ampleur inquiétante.

La croissance démographique conjuguée à l'amélioration continue des conditions de vie constitue aujourd'hui un poids que la biosphère a du mal à supporter.

## **C. Principales Dégradations environnementales et conséquences**

### **1. Pollutions de la biosphère**

Diverses substances sont produites lors des activités de l'homme sans celui-ci soit à mesure de les détruire ou de les recycler. Elles polluent la biosphère. La pollution de la biosphère concerne ses différents compartiments-réservoirs (hydrosphère, atmosphère, lithosphère).

#### **Les activités concernées sont :**

- 1) La production d'énergie : principale source de pollution de l'atmosphère qui émet des gaz dans l'atmosphère (Carbone et ses dérivés, dérivés de soufre, dérivés d'azote, l'ozone, dérivés halogénés, aérosols,
- 2) La synthèse organique et la production des déchets dits POPs
- 3) L'agriculture et l'élevage intensifs (engrais, pesticides,
- 4) L'industrie et le transport des hydrocarbures

Les conséquences se manifestent sous forme de l'effet de serre, effet sur le climat, maladies, acidification et salinisation des sols et des océans, eutrophisation (dystrophisation), pollutions thermiques des eaux, pollution radioactive, pollution par des métaux lourds, etc.

### **2. Dégradation des écosystèmes**

L'homme surexploite et détruit les ressources naturelles dont il dépend et aucun écosystème ne semble épargné.

#### **2.1. Ecosystèmes terrestres**

##### **Les activités sources de dégradations :**

- ✓ Utilisation du bois comme combustible ou bois d'œuvre
- ✓ La sylviculture pour maximiser la production ligneuse
- ✓ L'agriculture et élevage extensive
- ✓ L'urbanisation

##### **Conséquences :**

La déforestation, la désertification, la latéritisation et salinisation des terres, l'érosion des sols

#### **2.2. Ecosystèmes aquatiques continentaux**

##### **Activités sources de dégradations**

- ✓ Surpêche
- ✓ Endiguement
- ✓ barrages

**Conséquences :**

Erosion de la biodiversité, assèchement, pollution, altération des hydrosystèmes

**2.3. Ecosystèmes marins et côtiers****Activités sources de dégradations**

- ✓ Pression touristique sur les dunes et les plages,
- ✓ Carbonisation des arbres des mangroves
- ✓ Surexploitation de la faune récifale
- ✓ Agriculture dans les zones littorales

**Conséquences :**

Pollution, perte de la biodiversité, dégradation des récifs coralliers

**Conclusion :**

Dans tous ces écosystèmes, on voit que l'homme par ses actions se rend coupable de la dilapidation des ressources et l'ampleur des dégradations est tellement grande que beaucoup de spécialistes s'accordent qu'on s'achemine vers une sixième extinction de masse des espèces, la première dont l'homme serait la cause. Il s'impose que l'homme prenne le courage de penser et de mettre en œuvre des modes de protection et consommation respectueux de l'environnement

### **3<sup>ème</sup> Partie : COUTS DE L'INACTION**

*« Si l'on ne réagit pas, les coûts et les risques globaux du changement climatique seront équivalents à une perte d'au moins 5 % du PIB mondial chaque année, aujourd'hui et pour toujours. Si l'on prend en compte un éventail plus vaste de risques et de conséquences, les estimations des dommages pourraient s'élever à 20 % du PIB ou plus. En revanche, les coûts de l'action, à savoir réduire les émissions de gaz à effet de serre pour éviter les pires conséquences du changement climatique, peuvent se limiter à environ 1 % du PIB mondial chaque année. »*

Sir Nicholas Stern (2006)

Lire et commenter OCDE 2008 « Coûts de l'inaction face à certains enjeux de la politique de l'environnement : Rapport succinct »

#### **1. Importance de l'action de l'homme dans la dynamique des paysages**

Les chapitres précédents nous ont permis de comprendre:

- ✓ Les paysages sont dynamiques
- ✓ Les dégradations sont de grande ampleur
- ✓ La place importante de l'homme

Des actions sont nécessaires pour éviter:

- augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes comme les inondations et sécheresses,
- pressions graves sur les ressources en eau dont les ressources halieutiques,
- conséquences sanitaires de la pollution de l'eau et de l'air
- réduction des rendements agricoles,
- pertes d'écosystèmes et d'espèces

On comprendra dès lors que l'homme dont l'action peut avoir des répercussions négatives sur l'environnement est appelé à agir à plusieurs niveaux.

Quelles actions? Comment sont-elles posées? (discussion en groupes)

## 2. Coûts de l'inaction

### 2.1. Définition

Les Etats n'ont strictement aucun intérêt à rester les bras croisés, bien au contraire. Ne rien faire coûtera cher.

Les écosystèmes assureront de moins en moins les services écosystémiques qu'ils rendent et les conséquences sont dommageables (MEA, 2005, rapport Stern, 2006)

Des coûts sont engendrés par la non prise de mesures de protection de l'environnement ou par la prise des mesures qui ne sont pas opportunes

Il s'agit des coûts marchands dont les coûts financiers directs (exemple de dépenses liées aux actions correctives et de remise en état) ou indirects (impact sur l'immobilier et le marché du travail) et des coûts non marchands (valeurs d'existence par exemple érosion de la biodiversité)

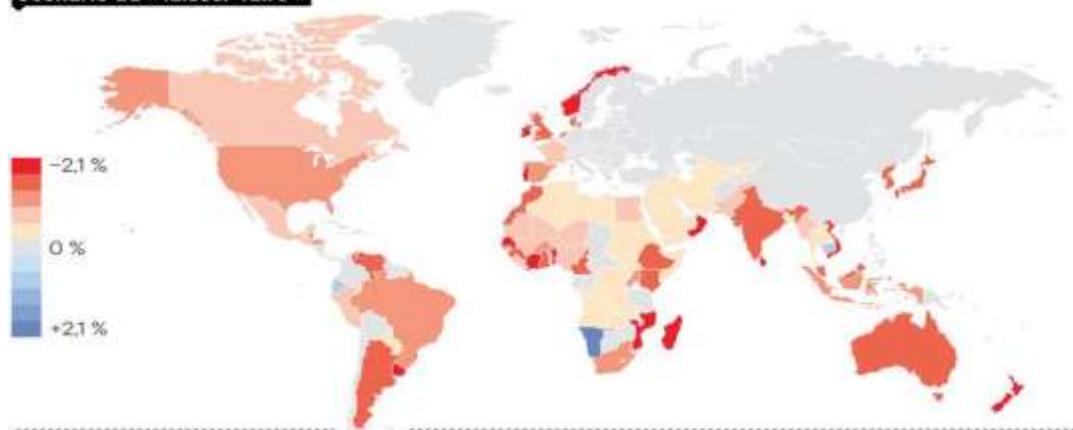
Le rapport de l'OCDE (2004) analyse les coûts pour les principaux domaines de dégradations environnementales:

- ✓ Pollution atmosphérique
- ✓ Pollution de l'eau
- ✓ Changement climatique
- ✓ Risques industriels
- ✓ Catastrophes naturelles
- ✓ Gestion non durable des ressources naturelles

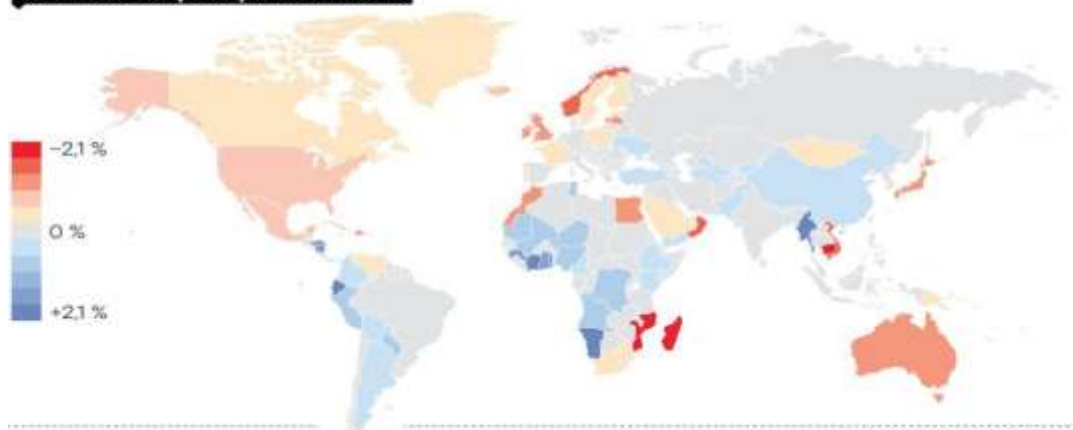
## L'impact du recul de la biodiversité sur l'économie

En % du PIB, à l'horizon de 2050

### Scénario du « laisser-faire »



### Scénario d'une politique volontariste



« LES ÉCHOS » / SOURCE : WWF

Figure 20: Scénarios sur Impact du recul de la biodiversité sur l'économie (source : Les Echos, WWF Joël Cossardeaux, Publié le 12 févr. 2020)

## 2.2. Procédure d'évaluation du coût de l'inaction

La procédure méthodologique d'évaluer les coûts de l'inaction comprend:

- ✓ L'étape d'EIES
- ✓ Une étape supplémentaire d'évaluer ces impacts en termes monétaires

Il n'est pas facile d'évaluer avec précision les coûts de l'inaction et des questions d'ordre méthodologiques doivent être prises en considération:

- ✓ **Incertitude** qui conduit à des sous estimations ou des surestimations
- ✓ **Irréversibilité** qui fait qu'il y ait des bénéfices non prises en compte dans l'évaluation
- ✓ **Taux d'actualisation** car les coûts varient en fonction des périodes si les problèmes persistent longtemps
- ✓ **Substituabilité** car un bien facilement substituable engendre moins de coûts
- ✓ **Équité et répartition** car les coûts varient en fonction des groupes cibles
- ✓ **Modification des comportements et adaptation** car les coûts varient en fonction de la réaction des groupes cibles à une modification

## **4<sup>ème</sup> Partie: ACTIONS ET STRATEGIES POUR LA GESTION DURABLE DES PAYSAGES (ENVIRONNEMENT)**

La gestion durable de l'environnement passe par l'optimisation et la valorisation de l'occupation des espaces par des aménagements consécutifs à un arbitrage entre les différentes formes d'occupation du sol

La bonne gestion de l'environnement est un pilier du développement durable

Un défi important dans ce contexte du développement durable est l'arbitrage entre le milieu urbain et le milieu rural

Il y a nécessité de planifier les espaces à bâtir (infrastructures de tout genre), les espaces de loisirs, les domaines agricoles et les aires protégées surtout dans les zones d'interface entre le rural et l'urbain.

Ces actions et stratégies rentrent dans ce qui est appelé « Aménagement des espaces »

Il s'agit là de la fonction environnementale qui se traduit en:

- ✓ Un aménagement de la préservation
- ✓ Un aménagement d'adaptation
- ✓ Un aménagement d'exploitation

C'est la bonne administration de ces trois composantes qui constitue la gestion durable des paysages et qui conduit au développement durable.

Elle combine les actions de:

- ✓ Prévoir: scruter l'avenir
- ✓ Organiser: mettre des structures en place
- ✓ Commander: faire fonctionner
- ✓ Coordonner: harmoniser
- ✓ Contrôler: veiller à ce que tout se passe conformément aux règles

L'aménagement des territoires comprend un espace biophysique et humain et contribue au développement durable. Il touche aussi bien le milieu rural que le milieu urbain

## 4.1. Aménagement des espaces ruraux

L'espace rural est principalement le produit de l'agriculture.

L'intervention organisée et volontaire de l'homme dans son espace eut comme objectif l'exploitation des ressources naturelles par l'activité agricole et l'organisation de sa sédentarisation à travers des systèmes d'habitats.

Le défrichement, suivi par les mouvements de sédentarisation ont marqué les rapports entre les premières sociétés et l'espace rural.

La notion de la ruralité dépend du contexte (mutations d'ordre économique, démographique, social et administratif ont abouti à une évolution des paysages ruraux menant à une extension des espaces urbanisés

L'espace rural est identifié par:

- ✓ des critères physiques (faible densité, mode de peuplement,...)
- ✓ des critères économiques et politiques (importance du secteur primaire, faible taux d'emploi,...)
- ✓ des critères socio-culturels (mode de vie, comportement solidaire,...)

Mieux les critères statistiques:

- ✓ Démographiques (pourcentage de population comprise dans des noyaux de plus de.....habitants, structure d'âge)
- ✓ Sur l'occupation du sol (% occupée par l'agriculture et la forêt)
- ✓ Types de logement (individuel, loué, etc.)
- ✓ Les activités économiques (structure de la population active par secteur, %ge des agriculteurs)

### 4.1.1. Importance de l'aménagement rural dans la gestion des paysages

- ✓ L'Aménagement rural est un volet spatial d'une planification du développement
- ✓ L'aménagement rural est une action volontaire et réfléchie d'une collectivité sur son territoire au niveau local en respect des normes nationales et internationales
- ✓ L'aménagement rural renvoie vers les formes de gouvernance locales et l'utilisation des méthodes participatives.
- ✓ Ainsi, deux phases primordiales sont à considérer en aménagement: la **phase d'analyse** et la **phase d'ingénierie**

### 4.1.2. Phase d'Analyse rurale.

L'analyse est une étape primordiale parce qu'on ne peut pas aménager sans connaissance préalable du milieu. Ces connaissances concerne le milieu biophysique (environnement au sens strict) et humains (anthropiques)

#### 4.1.2.1. *Eléments environnementaux dans l'analyse du milieu rural*

Les éléments environnementaux définissent les caractéristiques d'un milieu dont il faut tenir compte en aménagement.

Une première lecture de l'environnement est nécessaire pour déterminer quels éléments nécessitent une étude plus approfondie à être exécutée par des spécialistes.

Les outils pour cette première lecture sont :

- ✓ Une première visite de terrain
- ✓ Les monographies géographiques régionales (une source de données dans nombreux domaines, mais pas toujours disponible).
- ✓ Les rencontres avec les populations locales
- ✓ Recherche sur les systèmes d'information, les revues documentaires.

Il est conseillé d'être systématique dans l'analyse des facteurs environnementaux et l'analyste n'a pas besoin d'être un expert dans tous les domaines mais doit être capable de coordonner et d'intégrer tous les facteurs impliqués.

Exemple de l'importance de l'approche systématique : cas dans lequel une zone rurale avait une grande extension prometteuse de terres riveraines fertiles à utiliser comme nouvelle zone agricole.

- ✓ L'analyse pédologique a montré de bonnes perspectives pour une diversification de l'économie locale en cultivant des légumes frais pour le marché régional.
- ✓ L'analyse hydrologique a montré que l'irrigation était garantie
- ✓ et durable,
- ✓ Le géologue a montré que le terrain est une zone pétrolifère,
- ✓ Trois informations sont ressorties des rapports qui ont montré que :
  - la culture des légumes est prometteuse pour l'économie locale et la superficie du milieu suffit,
  - le puits de pétrole et gaz est beaucoup en profondeur et son exploitation n'est pas rentable
  - il y avait une période de retour pour des inondations d'environ 25 ans pour la zone, avec le potentiel d'effets dévastateurs y compris les pertes personnelles.

Les analystes ont équilibré les informations et ont présenté à la communauté les opportunités et les risques liés à l'intensification de la culture des légumes.

Des stratégies d'atténuation ont ainsi été développées en cas de décision positive sur l'option l'intensification agricole, y compris une couverture d'assurance et la mise en place d'un système d'alerte précoce. Il est douteux qu'une appréciation désorganisée de la situation aurait révélé tous ces éléments et abouti à une décision prudente

#### **4.1.2.1.1. La géologie**

La caractérisation géologique des zones rurales peut se faire par l'analyse de la nature du substrat, les roches, les minerais et les pierres trouvés.

Le premier élément de l'analyse porte sur les caractéristiques du substrat.

La géologie est un facteur clé à considérer dans l'analyse :

- ✓ Elle renseigne sur la stabilité géologique, la disponibilité minéraux ou l'orientation productive de la zone ;
- ✓ Elle détermine le géomorphologie de la zone et la géologie détermine la disponibilité des matériaux de construction
- ✓ Quelques-uns des risques naturels sont liés à la géologie: les tremblements de terre sont peu probables dans les zones sédimentaires alors qu'elles constituent un problème sérieux dans les zones de convergence de la croûte.

Si une nouvelle ressource minérale est découverte dans une zone rurale, l'expert rural devrait considérer le type de développement que cela peut générer. Le gestionnaire rural devrait proposer un plan stratégique pour maximiser les avantages de cette ressource économique et en même temps éviter les problèmes et les déséquilibres que cela pourrait causer.

Parmi d'autres, l'amélioration des activités d'extraction, la restauration des zones minières une fois que les activités extractives ont cessé ou l'intégration de cette activité dans l'économie locale.

La manière dont cela peut être réalisé dépend de la maturité de la société civile rurale et des conditions socio-économiques de la région.

#### **4.1.2.1.2. Le Sol**

L'analyse de l'élément sol vise une bonne connaissance de la manière dont les sols affectent les activités du monde rural.

Du point de vue pédologique, le sol est analysé comme entité naturelle produite par la nature (analyse physique),

L'édaphologie (agrologie), en revanche, considère le sol comme base de production végétale, ayant ainsi un intérêt pratique immédiat pour l'humanité.

Les sols sont le fondement de la vie rurale agricole et doivent donc être définis avec précision pour caractériser une zone rurale.

Les sols peuvent être améliorés pour être capables de soutenir l'agriculture dans les zones où les conditions naturelles ne conviennent pas à certaines cultures.

Les sols sont l'habitat de nombreuses formes vivantes de notre planète.

Les sols sont constitués de solides (minéraux, organique), de liquides et de gaz dans des proportions et les proportions différentes de ces trois phases déterminent les propriétés des sols

Les sols sont caractérisés par leurs propriétés physiques (densités, porosité, texture, structure) et chimiques (acidité, salinité, composition,)

L'analyse rurale devrait identifier les sols productifs pour les exploiter et les protéger

L'aménagement doit viser la conservation du capital terres et non l'exploitation destructrice.

L'urbanisation dans les zones rurales doit prendre en compte l'effet du ruissellement pour éviter la dégradation des sols et même les autres risques environnementaux.

#### **4.1.2.1.3. La géomorphologie (reliefs)**

Les reliefs sont la conséquence de la combinaison des intempéries, de l'érosion et de la tectonique.

La géomorphologie d'une zone peut déterminer le type de solutions (aménagement) à apporter pour un problème rural.

L'analyse permettra :

- ✓ D'établir si ou non la zone appartient à une ou plusieurs unités géomorphologiques
- ✓ D'identifier le potentiel touristique d'une zone rurale,

- ✓ d'Identifier les formes de relief uniques ou distinctes qui méritent d'être protégées,
- ✓ d'Identifier les risques associés aux reliefs

C'est par exemple une grossière erreur de construire des maisons dans des zones inondables ; dans les zones à risques ou en forte pente

#### **4.1.2.1.4. La Météorologie et climatologie**

La météorologie étudie l'état physique de l'atmosphère à un moment donné ou pendant une courte période (la météo). La climatologie étudie l'effet de la météo pendant de longues périodes dans un endroit donné.

La caractérisation météorologique des zones rurales peut être effectuée à l'aide de plusieurs méthodologies prenant en compte l'évolution des variables telles que la température, la vitesse et la direction du vent et les précipitations (à la fois en intensité, en durée et en présence d'extrêmes)

Les températures et précipitations (humidité) affectent une culture pendant tout son cycle de vie depuis la plantation (semis) jusqu'au niveau des récoltes.

Les températures et humidités influencent les aménagements et infrastructures

Les classifications climatiques sont utiles pour donner une image globale d'une zone rurale.

#### **4.1.2.1.5. Hydrologie**

La distribution de l'eau douce est un facteur important d'aménagement et de gestion du milieu rural

La vie rurale dépend d'un approvisionnement constant en eau douce pour les plantes, animaux, personnes et activités humaines

La prise en compte de cet élément dans une analyse rurale devrait comprendre l'identification des ressources en eau; une évaluation des besoins en eau (agriculture, élevage, foresterie, activités économiques, écosystèmes naturels, animaux, consommation directe des peuples); une analyse de la qualité de l'eau; une analyse de la quantité de pluie-ruissellement et crues

alternatives; et une analyse détaillée de la manière dont toute intervention peut modifier le système hydrologique.

#### **4.1.2.1.6. Couverture /occupation du sol**

Le terme «couverture du sol» fait référence aux matériaux qui apparaissent dans un site comme la végétation, roches, sable, bâtiment et eau. L'occupation/utilisation du sol est quant à lui un modèle de construction et d'activité pour lequel le terrain est utilisé. Par exemple, une zone classée comme «oranger» à prédominance dans la légende de la couverture du sol peut être soit un terrain de récréation ou une exploitation agricole en termes d'occupation des sols.

#### **4.1.2.1.7. Ecologie**

Dans certains cas, une carte «d'utilisation des sols» ou de «couverture des sols» ne suffit pas pour la planification rurale. C'est le cas des zones rurales avec une grande diversité végétale ou animale, des valeurs naturelles particulières, ou certaines zones forestières rurales. Une étude de la distribution et l'abondance des différents types d'êtres vivants et leurs relations (l'écologie) est donc cruciale.

Une analyse écologique d'un environnement rural ne devrait pas se limiter à l'identification des espèces, leurs interactions, leurs comportements, dynamique des populations, réseaux trophiques, couloirs de migration, etc

Une partie de la gestion rurale consiste à faire en sorte que les intérêts et les besoins de la population soient compatibles avec les ressources naturelles. L'équilibre entre les exigences d'une population croissante et des espaces naturels n'est pas facile à réaliser, mais il est nécessaire de garantir la pérennité ressources naturelles. Les planificateurs doivent non seulement résoudre les problèmes d'aujourd'hui, ils doivent s'assurer de ne pas compromettre les capacités des générations futures à résoudre les leurs. C'est l'une des idées centrales du concept de «développement durable»

#### **4.1.2.1.8. Les ressources Naturelles**

Tous les éléments environnementaux précédemment cités peuvent être considérés comme une ressource naturelle.

Cependant, en dehors de ceux-ci et des minéraux, des cultures et du bois, les zones rurales possèdent plusieurs autres ressources naturelles telles que l'énergie et l'eau.

Une analyse rurale doit identifier les possibilités de la zone de fournir de l'énergie, non seulement pour un usage local (domestique et industriel), mais pour les marchés régionaux et nationaux également. Les ressources en eau doivent également être considérées comme des ressources naturelles et pas seulement comme éléments naturels, afin d'analyser les relations croisées entre les éléments environnementaux

### **Ressources énergétiques :**

- ✓ besoin de fournir de l'énergie (électricité, chaleur, combustible) aux zones rurales,
- ✓ concerne avec la production d'énergie en milieu rural

Dans ce contexte,

L'énergie solaire peut être utilisée pour chauffer des fluides (chauffage passif) ou pour produire directement de l'électricité grâce aux technologies photovoltaïques, la production d'énergie éolienne est une autre ressource rurale à considérer. Des milliers de kilomètres carrés de terres nues ou improductives, appartenant soit aux villageois, soit aux municipalités, ont trouvé une nouvelle utilisation avec l'amélioration de la technologie

D'autres sources d'énergie peuvent provenir de l'agriculture: certaines cultures existantes conviennent pour la production de biocarburants (blé, betterave à sucre, pommes de terre et graines oléagineuses). Certains sous-produits tels que les huiles de cuisson peuvent également être utilisés comme combustible

La technologie nucléaire a un impact potentiel sur la vie rurale. Si la technologie paraissait sûre, les problèmes environnementaux associés aux déchets nucléaires et aux radiations n'étaient pas bien maîtrisés.

### **Ressources en eau :**

L'eau de surface est nécessaire à la vie et l'eau stockée sous forme d'eau souterraine est cruciale pour un usage domestique et agricole

Les droits d'usage de l'eau doivent être analysés de même que l'impact du changement climatique sur la disponibilité

#### **4.1.2.1.9. Valeurs culturelles**

Elles ne sont pas seulement liées aux zones de beauté naturelle, mais également liées aux zones avec un caractère individuel fort. Un paysage particulièrement peu impressionnant devient intéressant si le site est un champ de bataille et ce fait peut être utilisé pour expliquer l'histoire

#### **4.1.2.1.10. Les catastrophes naturelles et risques environnementaux**

Les catastrophes et leurs risques associés doivent être considérés comme faisant partie de l'analyse. Les catastrophes doivent être identifiées, les risques évalués et les plans d'urgence préparés si le risque est élevé

#### ***4.1.2.2. Eléments anthropiques en analyse rurale***

Ils représentent l'action de l'homme sur l'environnement et donc sur les zones rurales.

La quantification des éléments anthropiques est plus difficile que la quantification des éléments naturels, et un soin particulier doit être pris pour essayer d'être objectif dans le processus de collecte d'informations, dans l'élaboration de protocoles.

Trois groupes d'éléments sont concernés :

- ✓ Eléments spatialisés : peuvent être localisés dans un espace et intégrés dans un système d'information géographique (SIG) pour stocker les données et être objet d'analyse spatiale. Ils comprennent les parcelles agricoles, la population, les bâtiments, les zones de loisirs, les services publics, les services, les services publics ou les réseaux de transport etc.
- ✓ Eléments non spatialisés : Il s'agit des éléments présents dans les zones rurales sans emplacement établi. Ils sont cependant importants, car ils peuvent être des opportunités ou des contraintes pour le développement local

- ✓ Considérations technologiques de l'activité agricole : La plupart des zones rurales à aménager étant agraires, l'analyse de l'impact des progrès techniques est indispensable à l'analyse rurale.

Le rôle des politiques d'irrigation, de la biotechnologie, de la télédétection et d'autres problèmes technologiques doit être étudié et utilisé s'il est jugé approprié pour le milieu rural.

#### **4.1.2.2..1. Eléments spatialisés**

##### **a) L'habitat rural**

Comment les habitations sont construites et comment sont-elles réparties dans un territoire sont deux aspects à analyser.

##### **b) Zones agricoles**

Cela concerne les typologies des cultures et leurs proportions, les rendements, l'administration et le régime foncier

##### **c) Zones de loisirs**

L'analyse doit veiller à ce qu'il y ait une harmonisation entre l'activité économique et les opportunités de loisirs

##### **d) Commodités et services**

L'analyse porte plus attention aux opportunités de services de base pour le bien-être des populations : eau potable, assainissement, transport, électricité et secondairement au gaz et téléphone.

##### **e) Activités industrielles et autres activités économiques**

L'information recherchée pour une analyse rurale est la localisation des activités, une estimation de la productivité et les différents secteurs de production (secteur primaire: activités agraires; secteur secondaire: activités industrielles; secteur tertiaire; services)

#### **4.1.2.2.2. Éléments non spatialisés**

Certains des éléments caractéristiques des espaces ruraux sont liés à des éléments non spatiaux comme les relations entre les sexes, les flux de capitaux, la santé publique, la politique ou les traditions.

##### **a) Structure sociale: démographie, professions, éducation et formation**

Les principales mesures quantitatives de la population d'un espace rural sont la densité qui exprime mesure le nombre de personnes par unité de surface d'une région donnée et l'« indice de capacité démographique », qui exprime le nombre maximum de personnes qu'une zone donnée peut accueillir.

Un autre élément d'analyse est la distribution de la population dans un espace donné.

La répartition de la population d'aujourd'hui affecte les services et relations, économie et infrastructures, et cette variable doit être prise en compte dans l'analyse d'un espace rural. Néanmoins, la manière dont l'analyse de cet élément devra être envisagée dépendra des corrélations croisées avec d'autres facteurs, éléments et dynamiques.

La dynamique de la population est un autre élément d'analyse à considérer. Elle peut être estimée par un graphique qui donne la structure par âge et sexe, un graphique appelé Pyramide des âges de la population. Une pyramide avec une base large et un étroit sommet signifie une grande proportion d'enfants et une petite proportion des personnes âgées.

La population est également caractérisée par des indicateurs sociaux classiques tels que le niveau d'éducation, le marché du travail, la formation, le loyer et la taille du ménage.

Il est en effet crucial pour l'analyse rurale de savoir si la zone dispose de suffisamment de personnes qualifiées pour soutenir les activités économiques, surtout lorsque il faut concevoir des stratégies de développement.

En conséquence, améliorer la formation et le niveau d'éducation des gens peut être la première étape du développement

##### **b) Le genre**

Les discriminations basées sur le genre peuvent générer de puissantes distorsions et des effets indésirables dans la communauté

Les femmes, qui sont les principales victimes de la discrimination, doivent avoir les mêmes opportunités à l'éducation que les hommes

De même, les services de maternité doivent également être pris en compte dans l'analyse rurale, tout comme les différents besoins nutritionnels requis par les femmes enceintes dans les zones à approvisionnement alimentaire limité.

Les charges de travail relatives des hommes et des femmes doivent également être quantifiées afin d'éviter les déséquilibres.

### **c) La santé publique**

L'accessibilité et le degré d'éloignement, la concentration des équipements médicaux dans les grandes villes ou agglomérations, un nombre limité de médecins ruraux et des spécificités rurales telles que les maladies ou des conditions environnementales difficiles sont des facteurs à prendre en compte

En analyse rurale. L'objectif de l'aménagement étant de permettre aux populations rurales l'accès aux services de santé de qualité.

Une analyse rurale devrait identifier dans quelle mesure ces facteurs - et éventuellement

D'autres - affectent la zone à l'étude. Faire des estimations sur la mortalité infantile ou néonatale, l'espérance de vie, respect des normes élémentaires d'hygiène ou faire des examens de santé dans un échantillon de la population pourraient aider à évaluer l'état actuel et les besoins.

### **d) Questions politiques**

L'analyse rurale doit vérifier si les libertés fondamentales telles que la liberté d'expression, d'association, l'assemblée, le mouvement, la religion, la presse ou la pensée sont accordées ou respectées

Ce n'est pas possible mener de façon efficace l'aménagement des espaces ruraux sans démocratie, car une bonne planification rurale se fait dans l'intérêt des populations rurales

#### **4.1.2.2.3. Considérations technologiques de l'activité agricole**

La plupart des zones rurales à aménager étant agraires, l'analyse de l'impact des progrès techniques est indispensable à l'analyse rurale.

Le rôle des politiques d'irrigation, de la biotechnologie, de la télédétection et d'autres problèmes technologiques doit être étudié et utilisé s'il est jugé approprié pour le milieu rural

#### **4.1.3. Phase d'Ingénierie territoriale**

C'est la phase très technique de l'aménagement.

On fait recours aux savoirs, savoir-faire techniques, technologiques, sociaux, économiques, financières, fiscales, environnementales, architecturaux pour construire un territoire voulu avec les ressources et les conditions provenant de l'analyse

Cela correspond à une mobilisation d'expertises pluridisciplinaires pour réaliser les différents chantiers

## 4.2. Aménagement de l'espace Urbain

Aménager un espace urbain implique nécessairement une analyse approfondie du milieu, de son histoire, de son caractère et de la manière dont il est perçu et utilisé par ses habitants.

L'aménagement de la ville est un élément important car elle est un espace dynamique qui fournit des perspectives en termes d'éducation, de travail et de consommation.

La ville puise les ressources naturelles et humaines de l'arrière-pays (espace rural) et le rapport entre l'urbain et le rural est étroit en raison des schémas de migration. L'aménagement de l'espace urbain doit prendre en compte cette dimension.

L'aménagement urbain doit aussi prendre en compte les espaces péri-urbains qui consistent dans les pays en voie de développement essentiellement en des bidonvilles chaotiques où prospèrent la pauvreté, la frustration, la corruption, le crime et la violence en raison du manque d'accès aux services publics. Ils ne sont pas approvisionnés en électricité ou en eau, ne disposent pas d'espaces habitables insuffisants, leurs logements sont construits en matériaux inappropriés et sont par conséquent facilement détériorés lors de catastrophes naturelles.

L'aménagement urbain est donc une entreprise hasardeuse et complexe qui va bien au-delà des simples exercices de planification. Il est impératif de mener une réflexion critique pérenne si l'on veut que le changement urbain conduise au développement durable.

L'aménagement est un exercice de prévision et d'implantation types adaptés de logement et infrastructures sociales, des infrastructures de transport tenant en compte les différentes couches sociales (transport en commun, zones cyclables, piétonnières, passages pour handicapés, etc) et prendre en compte le continuum urbain-rural.

Les espaces urbains peuvent évoluer progressivement, lentement ou rapidement, sous l'action concertée d'un pouvoir administratif et / ou politique.

L'urbanisme est l'ensemble des techniques matérielles et esthétiques qui s'occupent de l'aménagement des villes, de leur organisation spatiale et embellissement

### 4.2.1. Evolution du Processus d'urbanisation

Trois étapes d'évolution dans le processus d'urbanisation

#### 1° *Urbanisation spontanée*

Le parcellaire est irrégulier, les rues petites, étroites, souvent courtes, rarement parallèles ou perpendiculaires :

Cas de village-rue où les maisons sont rangées le long des rues,

Cas de village concentrique ou rayonnant où les maisons se groupent autour d'un point clé (Eglise, bureau administratif, etc.)

#### 2° *Urbanisation organisée*

Il suppose une politique d'aménagement autoritaire et le parcellaire découpé en blocs réguliers, les maisons alignées en façades.

### **3• Urbanisation moderne (multi acteurs)**

Les immeubles, au centre des îlots, ne forment plus un front continu mais sont entourés d'espaces verts.

L'aménagement n'est pas imposé et il doit répondre à de multiples problématiques : services publics, flux de circulation, stationnement, mobilités nouvelles, vieillissement des populations, diversité des activités, etc.

#### **4.2.2. Liens entre espaces urbains et espaces ruraux**

On assiste à un processus de départ de citadins vers des communes rurales, en général à proximité (périurbanisation), mais souvent en discontinuité (rurbanisation) des zones urbaines, sans que ce départ s'accompagne d'un changement de style de vie ni, le plus souvent, d'un changement d'activité voire d'emploi

La ville ou milieu urbain (zone avec une grande population et donc une forte demande) et les espaces ruraux (base des productions agricoles et base de ressources naturelles) sont interdépendants.

L'aménagement doit tenir compte de la nature et de l'ampleur des liens entre les zones rurales et urbaines:

- ✓ à la fois des liens spatiaux (flux de personnes, de biens, de déchets, d'argent et d'informations) et des liens sectoriels (activités rurales dans les zones urbaines, par exemple l'agriculture urbaine) et la relance de l'industrie et services dans les zones rurales.
- ✓ La diversification des revenus et la migration sont deux types d'interaction rural-urbain qui contribuent de plus en plus aux stratégies de subsistance dans les pays à faible revenu.
- ✓ Les migrants de retour des zones urbaines aux zones rurales peuvent avoir acquis de nouvelles compétences. Cependant, leur capacité à les mettre en pratique et contribuer au développement du secteur rural non agricole est lié à l'accès aux actifs essentiels tels que la terre, le capital et le travail, ainsi qu'aux réseaux sociaux qui, dans de nombreux cas, ils sont essentiels pour déterminer l'accès aux marchés et les informations sur ceux-ci.

Les implications pour l'aménagement de l'interface urbaine-rurale sont explorées. A la fois accès aux espaces ruraux et aux opportunités offertes par les zones urbaines en matière de services

La prise en compte des liens ruraux-urbains est cependant difficile car :

- ✓ Les structures techniques prennent séparément la ville et la campagne
- ✓ Il y a peu de communication entre l'urbanisme et les services d'aménagement rural alors qu'on devrait combler ce vide

L'analyse des espaces de transition urbain-rural est cruciale car ils se caractérisent par des changements rapides d'usages des sols et de composition sociodémographique

Principalement voué aux fonctions de production agricole, l'espace rural devient espace de consommation, de résidence, voire de travail, pour des « urbains »

Le mouvement d'exode rural change de direction pour ceux-là qui ne supportent pas la cherté de la vie en ville (une sorte d'ajustement des ex-urbains de plus ou moins longue date du type de logement, taille du ménage et évolution des revenus) et on observe une sorte d'exode urbain avec diversification d'activité

L'aménagement des espaces ruraux peut partir de l'analyse de ce mouvement de périurbanisation pour maintenir les ruraux dans des villages où le minimum de services aura été aménagé (vers la réussite des politiques de villagisation)

Les objets « ville », « campagne » et « périurbain » paraissent difficilement délimitables dans l'espace tant ils renvoient à des construits sociaux volatiles et évolutifs,

Cependant, on peut tenter d'en dégager certaines caractéristiques :

**a) *Caractéristiques des espaces urbains***

- ✓ Faible taux de natalité (surtout dans les pays en développement)
- ✓ Une grande part de population active

**b) *Caractéristiques des espaces ruraux***

- ✓ Présence importante de formations végétales,

- ✓ faible densité des personnes, des infrastructures et de l'emploi
- ✓ la relative importance des activités agricoles et la notion de développement rural se confond avec celle de développement agricole
- ✓ Taux faible de natalité dans les pays développés, très élevée dans les pays en voie de développement
- ✓ beaucoup de vieux

Le milieu rural présente des atouts :

- ✓ contribution au développement général grâce à la production d'aliments et de matières premières,
- ✓ rapports sociaux à dimension humaine,
- ✓ plus fort attachement de l'homme à son espace de vie naturel,
- ✓ coût de la vie moins élevé, constitution de patrimoine plus aisée (propriété immobilière et foncière),
- ✓ coûts salariaux plus bas du point de vue de l'entreprise,
- ✓ valeur en tant que lieu de repos et de loisir,

### ***c) Caractéristiques des espaces péri-urbains***

- ✓ Les taux de natalité périurbains ne sont pas négligeables
- ✓ la structure par âge dominée par les jeunes
- ✓ accroissement rapide de la population avec problèmes corollaires: gestion des déchets, destruction de l'environnement naturel, baisse de la qualité de l'air, assainissement, infrastructures de base
- ✓ Une population dominée par des ouvriers, des employés qui résident soit en habitat collectif, soit en habitat individuel
- ✓ Diversité d'activités dominées par le petit commerce

## **5<sup>ème</sup> Partie : OUTILS ET APPROCHES EN AMÉNAGEMENT DES ESPACES RURAUX**

L'aménagement des espaces dépasse l'objectif de réorganisation de l'activité et vise beaucoup plus la gestion des espaces de vie en général et les différentes mutations induites par le développement durable.

L'aménagement des espaces relève donc de la volonté politique et exige des techniques adaptées à la complexité du développement durable

### **5.1. Politiques d'aménagement rural**

Avec le concept de développement durable, la notion de développement local s'impose dans les politiques et l'aménagement des espaces ruraux est devenu l'une des priorités des Etats (et pouvoirs publics) avec deux orientations :

- ✓ Appuyer les initiatives locales existantes et fournir des outils nécessaires pour valoriser les potentialités existantes (promotion des richesses naturelles, culturelles et touristiques ; valorisation et gestion des bio ressources ; amélioration des services de transport, communication et d'accueil des populations ; excellence dans les productions agricoles, artisanales voir industrielles) ;
- ✓ Assurer un rééquilibrage (équité territoriale) à l'échelle nationale avec comme grands objectifs le maintien d'un minimum de services publics et privés, la rétention des jeunes en milieu rural et la diversification des activités (désenclavement et répartition équitable des équipements, services médicosociaux, réseaux de communication mobile et internet)

#### **5.1.1. Le paysage comme outil d'aménagement (Elaboration d'un plan paysage)**

La mise en œuvre d'une politique d'aménagement durable du territoire passe par une bonne gestion des paysages.

Le paysage se définit comme une région dans laquelle les particularités du relief, du climat, des eaux, du sol, de la végétation et de l'activité de l'homme sont organisées en un ensemble géographique harmonieux

Dans ce cadre, le renforcement de la prise en compte du paysage dans les politiques publiques constitue un enjeu majeur. En effet, les transformations des paysages sont principalement liées aux différentes politiques d'aménagement mises en œuvre sur un territoire

Le paysage, cadre hétérogène, où l'agriculture se marie parfaitement à la nature devient cette carte postale caractéristique des campagnes, des qualités qu'il faudra protéger et valoriser lors de l'aménagement : cadre de vie paisible et lieu idéal des vacances ; cadre idéal pour une agriculture saine (fruits, produits maisons)

Le paysage est appréhendé comme une ressource et un levier pour le développement local. Cela incite à repenser la manière d'aménager les espaces ruraux (agriculture, protection de la biodiversité, infrastructures, transports, énergies) en mettant le paysage au centre du processus

Considérer le paysage comme moteur du projet d'aménagement ce qui revient à privilégier l'entrée paysagère plutôt que l'entrée économique est un pas vers le développement des espaces ruraux qui n'ont que leur paysage comme principale richesse.

Le plan de paysage est une démarche de projet dont l'objectif est de faire réfléchir ensemble habitants, usagers et aménageurs pour élaborer des stratégies d'adaptation qualitatives, choisies et partagées afin d'en préserver la qualité.

Le Plan de paysage a vocation à être transversal et réalisé en amont des documents sectoriels d'aménagement et de planification, sur le territoire concerné.

### **5.1.2. Les Schémas Directeurs d'Aménagement des territoires (SDAU, SDAT, SD)**

L'aménagement du territoire est une volonté politique d'inscrire les actions (les actions nationales, régionales ou locales) dans un cadre de cohérence spatiale. C'est surtout une politique volontaire de la part des pouvoirs publics, pour tenter d'agir sur l'organisation de l'espace, c'est à dire sur les rapports existant entre le fonctionnement de l'économie ou la vie des hommes, et la structure de l'espace dans lequel s'exerce le système économique et social

Les schémas directeurs d'aménagement du territoire sont un cadre de référence politique, administratif, juridique, technique et de planification spatiale multisectorielle des investissements physiques à réaliser dans un territoire, destinés à permettre le développement économique durable tout en préservant la capacité productive du milieu

Les schémas directeurs d'aménagement du territoire doivent constituer un véritable outil de dialogue permanent entre l'Etat et les collectivités, où les préoccupations des uns et des autres doivent être discutées, pour aboutir, à une décision concertée.

### **5.1.3. Le SCoT (Schéma de cohérence Territoriale) et le PLU (Plan local d'urbanisme)**

Il s'agit des déclinaisons des SDAU en des documents qui visent à l'échelle locale la cohérence des politiques sectorielles qui visent l'aménagement du territoire (habitat, mobilité, aménagement commercial, environnement et gestion du paysage)

### **5.1.4. La loi n° 1/ 09 du 12 août 2016 portant code de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction au Burundi**

En son chapitre II, section 1 article 3, la loi précise trois structures institutionnelles chargées du domaine de l'urbanisme, de l'habitat et des constructions au Burundi. Il s'agit :

- ✓ des Ministères en charge de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction,
- ✓ la province
- ✓ La commune

En son chapitre III, section 2 article 15, la loi établit les documents d'urbanisme pour les différents aménagements :

- ✓ des schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) pour l'échelon province,
- ✓ des plans locaux d'aménagement (PLA) pour l'échelon commune,
- ✓ des plans particuliers d'aménagements au niveau infra commune (secteurs, quartiers).

La loi présente en outre les exigences pour chaque document, les personnalités habilitées pour les commanditer et exigences techniques pour leur élaboration.

## **5.2. Outils techniques d'aménagement des espaces ruraux.**

A côté de la volonté politique de développer un projet d'aménagement, un des éléments importants est l'accès aux données fiables à partager avec les différents acteurs du projet.

Il existe plusieurs méthodes d'acquisition de ces données dont les techniques d'observation et d'échantillonnage, la télédétection, les méthodes statistiques, les SIG, la modélisation, etc.

## **6<sup>ème</sup> partie : AMENAGEMENT, PLANIFICATION RURALE ET DEVELOPPEMENT DURABLE**

La planification rurale communément appelée planification locale est l'élément central du processus de développement local. Elle permet de déterminer les actions à mettre en œuvre pour améliorer des conditions de vie populations locales. Elle est même à la base de la mise en œuvre des actions du développement économique, social et environnemental à l'échelle locale.

La planification locale relève de la volonté des Etats de renforcer le rôle des structures locales dans la mise en œuvre du développement durable.

L'importance de planification locale relève du contexte international caractérisé par l'adoption en 2015 des ODDs après l'échéance des OMDs (2000 à 2015)

L'adoption des ODD met un accent particulier à l'engagement des efforts de tous les acteurs et à tous les niveaux (mondial, régional, national, local) pour relever les défis du développement durable

La planification locale se fonde sur le postulat que dans ce genre de planification :

- ✓ On a une vision partagée du développement local : les communautés et tous les acteurs participent à la définition d'un avenir local à la fois territorial qu'économique
- ✓ On a un réalisme de la planification : une bonne articulation des actions programmées et des ressources disponibles)
- ✓ La subsidiarité est respectée : le niveau le plus proche des citoyens est le mieux indiqué pour assurer de bons services
- ✓ On a une participation assurée de tous les acteurs : tous les acteurs concernés participent et contribuent au processus d'élaboration et de mise œuvre des plans
- ✓ La tutelle a un rôle de vérification de la conformité de la planification aux documents stratégiques
- ✓ Il y a des mécanismes de rendre compte

La réussite de la planification repose sur :

- ✓ la responsabilisation effective des acteurs locaux (gouvernance locale),

- ✓ l'harmonisation des processus de planification locale (une vraie tutelle),
- ✓ la conception d'outils et la mise en place d'un cadre regroupant les principaux acteurs (mécanismes de participation effectif des acteurs).

Des contraintes freinent cependant l'apport de la planification locale au développement durable locale :

- ✓ l'accès difficile à l'information et difficulté à faire un état des lieux correct (si l'on ne sait pas réellement où on est, il est pratiquement impossible de savoir où on pourra se retrouver demain) : les plans élaborées sont alors hors des capacités financières des collectivités locales et difficiles à mettre en oeuvre
- ✓ Le déficit en ressources humaines et financières au niveau local.

## **6.1. La participation un facteur important pour le développement durable**

La participation de tous les acteurs est un gage d'appropriation des acteurs de leur développement.

La participation est définie comme l'implication de tous les acteurs intéressés et concernés – jusqu'au grand public – dans la planification et la prise de décision aux différentes phases du processus. L'idée est de permettre aux acteurs non représentés au sein de l'organe de pilotage d'exprimer leurs attentes et leurs préoccupations

La participation a généralement pour objectifs de :

- ✓ Garantir la transparence
- ✓ Favoriser la compréhension
- ✓ Soutenir la prise de décision
- ✓ Accroître l'acceptation

La participation présente également des risques:

- ✓ complication et alourdissement des procédures,
- ✓ possibilité de blocages
- ✓ allongement de la durée du processus,
- ✓ augmentation de la charge de travail.

## 6.2. Un bon ciblage des acteurs, un facteur essentiel

On a de trois grandes catégories d'acteurs : les habitants ; les élus et autres responsables (représentants de Etat, facilitateurs/opérateurs) ; les acteurs socio-économiques représentants différents intérêts (ONGs, opérateurs privés, Organisations à la base, etc.)

La participation peut prendre des formes variées, de la simple information à l'engagement actif (Information, consultation, concertation, négociation). Il est conseillé que tous les acteurs soient associés dès la phase d'Analyse jusque dans l'évaluation.

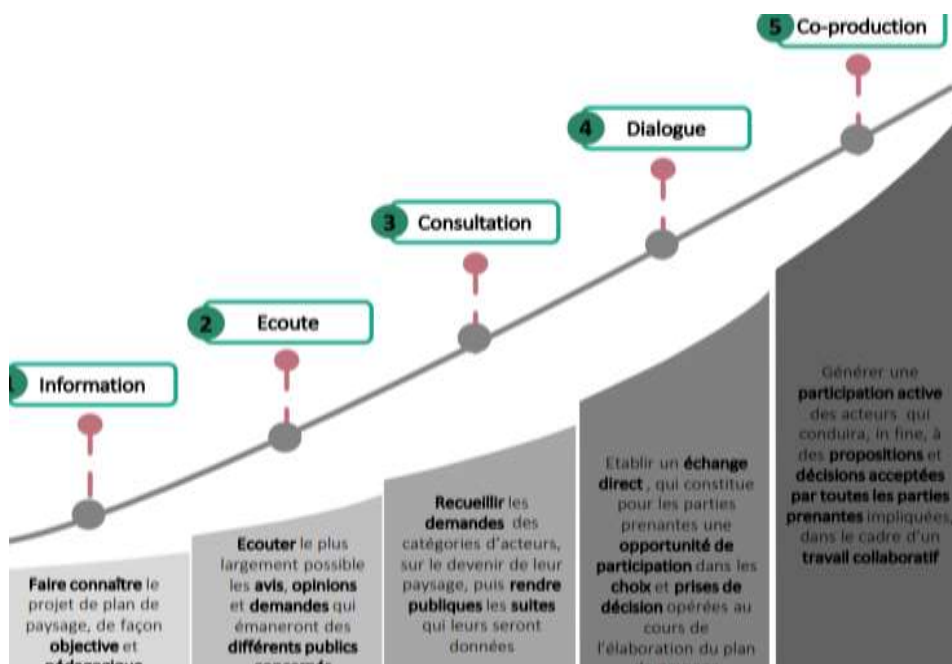


Figure 21: Niveaux de participation des acteurs

Suivant la forme de la participation et les acteurs cibles, différents outils sont utilisés pour s'assurer de la participation active des acteurs (Visites, annonces radiophoniques et/ou téléphoniques, assemblées de consultation, focus group, réunions, ateliers, forums, etc.)

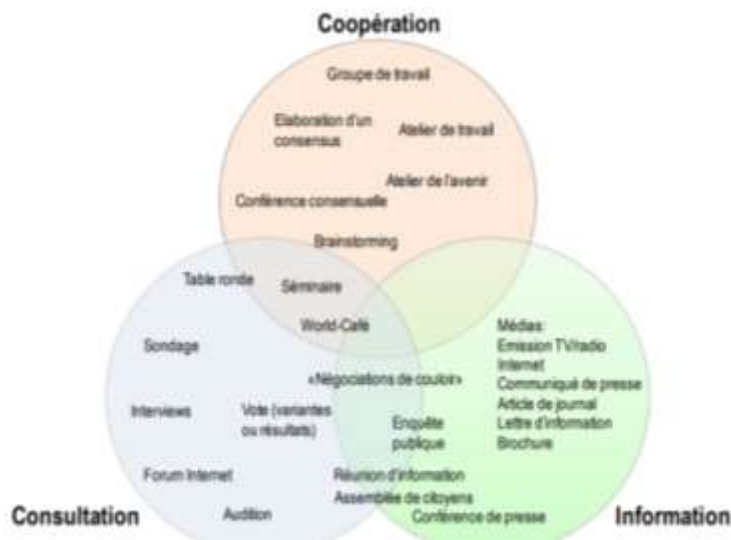


Figure 22: Outils de participation suivant les principales formes de participation

### 6.3. La bonne Gouvernance, une clé pour le développement durable

La gouvernance (la bonne gouvernance) est définie par le PNUD comme l'exercice de l'autorité politique et administrative et économique pour gérer les affaires d'un pays en vue de promouvoir un environnement institutionnel, juridique et sociétal stimulant l'État de droit et la légitimité politique, l'efficacité institutionnelle et la transparence de la gestion publique et privée, la recherche systématique du consensus social sur les politiques de développement.

Dans ce sens, la bonne gouvernance se caractérise par la participation, la responsabilité, la transparence, la primauté du droit, la recherche de l'efficacité et la justice pour tous.

Pour le cas du Burundi, la stratégie nationale de bonne gouvernance et de lutte contre la corruption (2011-2015) présente 3 axes complémentaires qui se renforcent mutuellement et qui couvrent l'ensemble de la problématique nationale de bonne gouvernance.

L'axe 1 englobe l'ensemble des activités ayant trait à l'organisation politique de l'État, au renforcement des droits de l'homme et à l'aménagement des rapports entre l'État et la société civile. Il s'agit de la Gouvernance Démocratique et Renforcement de l'État de Droit.

L'axe 2 incorpore les activités relatives au renforcement des capacités de l'appareil administratif de l'Etat et à la mise en place du processus de décentralisation. Il s'agit de la

Gouvernance Administrative.

L'axe 3 regroupe les activités concernant la planification et la gestion de l'économie, la transparence de la gestion publique et le renforcement du secteur privé. Il s'agit de la Gouvernance Economique.

L'enjeu n° 2 du Programme National du Développement (PND) 2018-2027 stipule que la bonne gouvernance (Axe 13 du PND) constitue la base même des meilleures conditions de favoriser le plein épanouissement économiques et sociales en vue d'un développement effectif et inclusif.

Cet axe contient des objectifs stratégiques en rapport avec la Gouvernance démocratique (Elections et libertés publiques, état de droit et droits humains); la gouvernance économique (éradication de la corruption et des malversations économiques et financières) et la gouvernance administrative (Gouvernance locale, administration publique, pilotage de l'économie et de l'information statistique)