Chapitre 11. Approche multicritère pour le choix entre scénarios d'aménagement forestier. Application à la cédraie marocaine.

LAHSSINI Saïd[1], PONETTE Quentin[2], HLAL El Aid[1], DEVILLEZ Freddy[2], MORMONT Marc[3]

[1] *École Nationale Forestière d'Ingénieurs (ENFI), Maroc*

[2] *Université de Louvain, Belgique*

[3] *Université de Liège, Belgique*

Ce travail a pour objectif l'identification d'une approche pour l'évaluation et le choix entre plusieurs scénarios d'aménagement forestier. Il a consisté en la détermination d'un jeu de critères et indicateurs censés apprécier la multifonctionnalité dans le contexte d'une forêt marocaine. L'étude a concerné la cédraie d'Ajdir au Moyen Atlas. Trois scénarios d'aménagement forestier répondant à des choix de gestion bien définis : parc national, développement intégré et continuité ont été évalués relativement à des indicateurs. La comparaison multicritère des scénarios par la méthode Electre III a permis de cerner le choix réalisant le meilleur compromis. La plausibilité des scénarios a été discutée sur la base de l'analyse de la dynamique territoriale. Les résultats de la mise en œuvre de l'approche ont démontré la nécessité de revisiter les choix de gestion actuels.

MOTS-CLÉS

Moyen Atlas ; Maroc ; Ajdir ; aide à la décision ; Electre III ; méthodes, multicritères ; gestion forestière ; multifonctionnalité ; cèdre ; territoire

INTRODUCTION

En foresterie, différentes méthodes multicritères d'aide à la décision (MMCAD) ont été utilisées. Elles permettent : i) une meilleure prise en compte de la multiplicité des objectifs, ii) une meilleure structuration du problème, et elles offrent iii) un support à la discussion entre acteurs concernés par le processus décisionnel et iv) un cadre permettant d'identifier des décisions rationnelles et qui peuvent facilement être appropriées par les partenaires. Dans leur revue critique des MMCAD, Mendoza et Martins (2006) relèvent que les méthodes les plus utilisées s'inscrivent dans le registre du *goal-programming* et que celles des classes ELECTRE et PROMETHEE sont les moins utilisées en foresterie. Deux limitations majeures à l'utilisation des MMCAD sont relevées. La première est liée à la capacité à répondre à des problèmes complexes. La seconde est inhérente à la prédominance de la perception traditionnelle du paradigme de l'aménagement forestier, soit : a) problème simplifié à travers un objectif unique à maximiser (les objectifs multiples sont agrégés et sujets à la transitivité[1] et à la compensation[2], b) problèmes inhérents à la distorsion et à la crédibilité des données utilisées, c) quête de la rationalité du processus aux dépens d'un consensus des décisions censé concerner les ressources naturelles, et d) processus ignorant l'incertitude.

En matière d'aménagement forestier, la comparaison de plusieurs scénarios d'aménagement vise à identifier celui qui assure le meilleur compromis entre les différents objectifs ou qui soit « aussi bon relativement à une majorité de critères sans être trop nettement plus mauvais relativement aux autres critères » (Schärlig, 1985). Dans ce processus, les critères traduisent des préoccupations recherchées, soit assurer un meilleur compromis entre les critères de rentabilité économique, d'acceptabilité sociale et de viabilité écologique.

La définition des critères d'évaluation de scénarios d'aménagement peut se baser sur les critères et indicateurs de gestion durable des forêts. Cependant

---

[1] La transitivité des jugements peut être illustrée à travers le cas d'une action (a) préférée à une action (b) et que cette dernière est elle-même préférée à une troisième action (c). Dans un contexte tolérant la transitivité des jugements, on peut conclure que (a) est préférée à (c). L'intransitivité des jugements permet une meilleure prise en compte de la complexité des décisions relatives à l'environnement (Simos, 1990).

[2] Le principe d'agrégation des objectifs multiples se base sur une représentation numérique des jugements à travers le recours à une fonction économique d'utilité (bénéfice net actualisé, coûts, ...). De ce fait, une note très importante relativement à un critère renseignant un objectif donné peut compenser de mauvaises notes se rapportant à d'autres critères. De par cette représentation de la structure des préférences, cette approche tolère la compensation entre critères (Ben Menna, 2000).

l'implémentation de ceux-ci pose des problèmes méthodologiques (Mendoza et Dalton, 2005) qui ont trait soit : i) au concept (McDonald et Lane, 2004), ii) à l'intégration de composantes sociales (Karjala et al., 2004 ; Sherry et al., 2005), iii) à l'utilisation à une échelle régionale ou locale (Mrosek et al, 2006), et iv) aux approches de modélisation et d'évaluation à mettre en œuvre (Brang et al., 2002). Le recours à des critères issus des familles d'objectifs recherchés par la gestion forestière multifonctionnelle s'est donc avéré approprié dans le cadre de cette étude.

La comparaison de scénarios d'aménagement forestier au moyen de critères et indicateurs de gestion durable des forêts nécessite la projection des conditions futures des peuplements forestiers et des pratiques sociales d'utilisation s'y rapportant. Dans le contexte marocain, les changements des pratiques d'utilisation de l'espace risquent de rendre périlleuses les projections futures de l'évolution des territoires et des peuplements forestiers. Ces changements pourraient entacher d'erreurs et d'imprécisions toute éventuelle évaluation de scénario d'aménagement. Ainsi et dans une perspective d'apporter des éléments de solution, le recours à la prospective s'avère indispensable. En effet, cette démarche permet d'éclairer les enjeux futurs, les décisions potentielles ou éventuellement des conséquences de leur mise en œuvre (Hulme et al., 2002) et par conséquent d'en apprécier la plausibilité.

Ce travail porte sur le choix entre trois scénarios d'aménagement dans la cédraie d'Ajdir située au Moyen Atlas (Maroc). Il vise à concevoir une approche d'évaluation de scénarios d'aménagement qui permette d'en sélectionner le meilleur, ce qui implique d'identifier des critères d'évaluation et de choisir la méthode de comparaison la plus appropriée. La plausibilité des résultats est discutée sur la base des principaux traits des scénarios et des tendances des variables structurant l'évolution du système tels qu'ils émanent de l'appréciation de la dynamique territoriale.

1. Matériels et méthodes

1.1. Zone d'étude

L'étude a concerné la forêt d'Ajdir située au Moyen Atlas. Cette forêt couvre une superficie de 24 516 ha dont l'altitude varie entre 1 500 et 2 300 m. Le bioclimat de la zone au sens de la classification d'Emberger va du sub-humide à l'humide avec des variantes fraîches et froides.

Les formations forestières de la zone sont principalement constituées de peuplements de cèdre et de chêne vert. La structure des peuplements de cèdre est jardinée à irrégulière.

Sur le plan socio-économique, quatre fractions sociales exercent des droits d'usage dans la forêt. La population riveraine s'élève à 6 288 habitants qui vivent en 971 foyers (HCP, 1994). Ces usagers sont installés dans 18 villages ou *douars*. Le système d'exploitation prépondérant est de type agro-sylvo-pastoral avec dominance de l'élevage qui reste la principale activité économique des riverains (Ttoba, 2002), à l'exception du *douar* d'Amahroq où l'agriculture occupe une place relativement plus importante.

Les complémentarités liées aux pratiques traditionnelles et plus particulièrement à la transhumance qui prévalaient dans le passé sont déjà rompues. Les usagers se sont sédentarisés. L'agriculture constitue une activité marginale et les cultures pratiquées restent, dans leur ensemble, vivrières avec prédominance de la céréaliculture. L'arboriculture constitue une activité prometteuse.

En matière de production de bois de feu, les potentialités de la forêt sont estimées à 10 480 t/an. Les prélèvements en la matière, relevés par Ttoba (2002), atteignent en moyenne 15 t/foyer/an, soit 7 fois la moyenne consommée dans la province ou encore un déficit de 4 349 t/an.

La précarité des populations locales les laisse fortement dépendantes des ressources naturelles pour la constitution de leurs revenus. Une telle situation se manifeste par une forte pression qui concoure à la dégradation des ressources naturelles.

1.2. Dynamisme territorial

Les modes actuels d'utilisation de l'espace constituent le résultat d'une évolution historique et d'un processus d'adaptation aux conditions du milieu (Abbab et al., 1995). Des mécanismes de déplacement, de solidarité sociale et de gestion collective ont été développés pour pallier l'aléa et l'exiguïté des terrains (Auclair, 1996). Un usage multiple de l'espace a été développé et en fonction de la conformation du terrain, divers usages y ont été pratiqués. Ainsi et jusqu'aux années trente, de décembre jusqu'à la mi-avril, les populations se déplaçaient de la montagne ou *Adrar* où elles avaient un système d'exploitation de type sylvo-pastoral vers la plaine ou *Azaghar* caractérisée par un système d'exploitation de l'espace agro-pastoral avec prédominance de l'élevage et des cultures de blé et de maïs.

Un « processus historique de transformation sociale » (Auclair, 1996) dont les principaux traits sont la désagrégation des formes de régulation communautaire accompagnée par la sédentarisation des éleveurs a conduit à un déséquilibre se traduisant par la fragilisation des milieux et par la détérioration des équilibres sociaux et biologiques. En effet, la charge

excessive liée à un parcours non contrôlé et à l'abandon des traditions pastorales (Ttoba, 2002) affecte aussi bien la strate arbustive qu'herbacée et concourt à une stérilisation des conditions du milieu.

La forte pression pastorale associée aux prélèvements excessifs est inhérente à la précarité des populations. Il va sans dire qu'en l'absence de mesures visant à inverser la dépendance envers les ressources naturelles, les écosystèmes naturels en payeront le prix et les objectifs assignés aux scénarios d'aménagement ne pourraient être atteints. Aussi, les projections futures seront entachées d'aberrations ; d'où la nécessité de tenir compte du dynamisme territorial qui, en dépit de la difficulté de son intégration dans l'évaluation finale, devrait permettre d'éclairer les choix.

1.3. Approche multicritère retenue

- *Structuration du problème*

Trois scénarios d'aménagement ont été préalablement définis (Marghadi, 2009). Ils correspondent à trois orientations de gestion : i) la continuité de la gestion conformément aux dispositions du plan d'aménagement en cours d'application (Ttoba, 2002) ; ii) la création du parc national de Khénifra ; et iii) un dernier scénario qualifié de développement intégré.

Le premier scénario (CONT) basé sur la conception classique de l'aménagement forestier, s'intéresse principalement aux ressources forestières. Il s'insère dans la continuité et reste marqué par un système agro-sylvo-pastoral extensif.

Le second scénario (PARC) s'inscrit dans un cadre plaçant le parc national comme stratégie du développement local et dans lequel l'intensification de l'écotourisme prendra une place centrale.

Le scénario développement intégré (DI) vise à asseoir les bases de la viabilité des systèmes actuels et à promouvoir le développement socio-économique. Il est caractérisé par l'intensification des activités génératrices de revenus : écotourisme, élevage intensif et agriculture à plus forte plus-value (arboriculture fruitière). Il sous-tend l'initiation d'une dynamique de développement local à même de concilier les potentialités aux contraintes et aux usages actuels et d'inverser les tendances de dégradation par la réduction de la dépendance à la forêt.

Dans chaque scénario, l'espace est organisé fonctionnellement en unités d'aménagement et en unités d'interventions superposables aux unités de

gestion. Des propositions d'actions et de travaux avec leurs échéanciers sont définies ainsi qu'un schéma d'organisation des usagers (Marghadi, 2009).

Les trois scénarios ont fait l'objet de simulation de l'évolution des peuplements sur la base des prescriptions d'actions envisagées et par le biais du modèle de croissance développé par Khatouri et Dennis (1990). Les informations relatives aux états futurs portant aussi bien sur l'emplacement des interventions que sur les structures des peuplements à chaque période de l'horizon de planification, ont été enregistrées dans une base de données et ont constitué la matière de base pour l'évaluation et la comparaison multicritère des scénarios d'aménagement.

- ***Acteurs***

La forêt considérée fait partie du domaine forestier, domaine privé de l'État. Par conséquent, l'administration forestière est le décideur hégémonique. Cependant et au vu des droits d'usage reconnus aux populations locales par le législateur, elle se trouve contrainte de tenir compte des pratiques sociales et d'impliquer les acteurs locaux dans le processus de décision pour maximiser les chances de réussite des actions envisagées. Cette intégration est encouragée par le programme forestier national qui vise une approche basée sur le partenariat, la promotion de la gestion patrimoniale et le développement des zones péri-forestières (MDCEF, 1999).

L'implication des acteurs détermine la réussite d'un scénario donné ou, éventuellement, compromet sa mise en œuvre. Les acteurs cherchent, selon des logiques propres, à accroître leurs bénéfices (Dolisca et al., 2007). Leurs logiques dépendent de la présence d'une instance organisationnelle et les actions qu'ils entreprennent pourraient aboutir à des changements institutionnels constituant la finalité d'un jeu de rôle entre acteurs disposant de différentes sources de pouvoir (Schlüter, 2007).

Dans la zone d'étude, les acteurs concernés sont : les groupes sociaux usagers (dont trois fractions utilisent plus de 97% de la superficie de la forêt : Aït Boumzil, Aït Boumezough et Aït Lahcen ou Saïd), les opérateurs d'amont et d'aval, les collectivités locales, les pouvoirs publics, la société civile. Les populations usagères peuvent être organisées en instances formelles (associations, coopératives ou collectivités locales) ou s'inscrire dans un cadre informel (assemblées).

En plus des acteurs concernés par les décisions portant sur la forêt, l'homme d'étude est la personne mandatée pour éclairer la situation de décision (conduite de l'étude d'aménagement de la forêt considérée). Dans un contexte multi-acteur, en plus de proposer les options les plus appropriées,

l'homme d'étude peut jouer le rôle du négociateur en cherchant à faire valoir la position du décideur comme il peut jouer le rôle du médiateur en recherchant des compromis (Joerin, 1997). Dans le cadre de ce travail, c'est la deuxième orientation qui a été recherchée, soit éclairer les options de façon à faire rapprocher la vision de l'administration des aspirations des utilisateurs, notamment la population.

- *Problématique de décision*

La problématique de décision afférente au choix du meilleur scénario d'aménagement s'apparente à une problématique de rangement. Il s'agit en effet, de classer les scénarios sur la base de la pertinence de leurs réponses aux objectifs et aux préoccupations : rentabilité économique, viabilité environnementale et acceptabilité sociale ; ces préoccupations sont exprimées en critères et indicateurs.

La méthode la plus appropriée est Electre III. Elle permet de traiter des critères quantitatifs et qualitatifs. L'adoption de critères relevant de la logique floue la rend apte à gérer l'incertitude relative aux connaissances limitées ou imprécises sur les écosystèmes forestiers et offre un cadre transparent qui peut alimenter les processus de négociation. Par rapport aux autres méthodes Electre, elle permet de générer des informations plus nuancées s'approchant de la complexité de la réalité et, par conséquent, des conclusions mieux fondées et des résultats plus nets (Maystre et al., 1994). Elle évite les cas de transitivité de jugement qui peuvent découler du recours aux méthodes faisant intervenir un seul objectif à maximiser.

- *Critères et indicateurs (C&I) retenus*

Dans le contexte marocain, les critères d'évaluation de scénarios d'aménagement doivent apprécier le degré d'atteinte des objectifs assignés par le Plan Forestier National (PFN) aux écosystèmes forestiers. Par conséquent, ils doivent s'inscrire dans les cinq registres : production ligneuse, environnement, socio-économie, écotourisme et politique. Aussi, la définition des critères et indicateurs doit veiller à s'assurer que le jeu défini remplit les conditions d'exhaustivité, de cohérence et d'indépendance (Maystre et Bollinger, 1999). Les C&I retenus dans notre étude, modifiés et complétés d'après Bousson (2003), sont illustrés au tableau 1. Rappelons que l'attribution des notes aux différents indicateurs s'est basée sur les informations relatives aux états futurs : emplacement des interventions et structures des peuplements forestiers à chaque période de l'horizon de planification (issues de la simulation de l'évolution des peuplements et de l'application des différentes prescriptions du scénario d'aménagement considéré).

Les préoccupations relatives à la matière ligneuse sont traduites en termes de volume produit, de régularité et de soutenabilité de cette production. La soutenabilité est appréciée par un indicateur synthétique : multiplication de la pente et du coefficient de détermination des productions périodiques de matière ligneuse. La régularité de la production est appréciée par l'application du coefficient de Shannon à la répartition des effectifs d'arbres par classe de circonférence.

Les critères environnementaux comportent les indicateurs surfaces exploitées et soumises à risque, et la part de surface aménagée pour la protection et la diversité des biotopes. Le premier indicateur est la combinaison entre une fonction sigmoïde de la pente, de la longueur de la pente et de la présence d'actions envisagées dans l'unité de gestion concernée. La fonction sigmoïde permet de tenir compte des fortes pentes.

Les critères écotouristiques comportent des indicateurs relatifs au nombre d'équipements, à la longueur des tronçons de promenade et à la diversité des peuplements aux abords des itinéraires. Ces indicateurs permettent à la fois de quantifier et de qualifier les équipements récréatifs envisagés. La diversité des peuplements traversés par le réseau de promenade est calculée par l'utilisation de l'indice de Shannon.

Les critères socio-économiques comprennent des indicateurs relatifs au volume des emplois générés, à leur stabilité, au partage des revenus et à l'acceptabilité sociale du scénario d'aménagement. La stabilité des emplois est appréciée par un indicateur synthétique composé de la pente et du coefficient de détermination de la droite de régression des emplois attendus par période. Les deux derniers indicateurs ainsi que l'indicateur relatif au degré de concordance avec le PFN sont estimés subjectivement sur la base des caractéristiques de chaque scénario.

Un grand nombre d'indicateurs peut engendrer des phénomènes d'incomparabilité (Martel et Rousseau, 1993), d'où la nécessité de regrouper les critères relatifs à une même famille. Pour la famille production ligneuse, les indicateurs soutenabilité et régularité de la production ont été regroupés en un indicateur unique relatif de durabilité de la production (ID). Pour les objectifs récréatifs, les indicateurs nombre d'équipements récréatifs et longueurs de réseaux de promenade envisagés ont été regroupés en un indicateur quantitatif unique : EQ. Aussi, les indicateurs diversité des peuplements et élément remarquable aux abords des itinéraires ont été regroupés en un indicateur unique relatif à la qualité des réseaux de promenades (QP). Les indicateurs de partage et d'acceptabilité sont regroupés en un indicateur unique (ACCEPART).

Tableau 1. Synthèse des critères et indicateurs d'évaluation retenus

Critère	Indicateur	Code	Expression	Unité
Matière ligneuse	- Volume total de bois prélevé	V	$\sum V_{pi}$	m^3
	- Soutenabilité de la production	ID	$5 \times (1-a)R^2$	0 à 5
	- Régularité de la production	IR	$\sum C_i \times R_i / \sum C_i$	V
Environnementaux	- Surfaces exploitées soumises à risques	ISR	$\sum \left(\frac{1}{\left(1+\exp\left(\frac{30-P_i}{3,5}\right)\right)} \right) \times \text{ls} \times E_{j,k}$	V
	- Pourcentage de la surface aménagée pour la protection	SPROT	S_p/S_t	%
	- Diversité des biotopes	DB	$VB \times \frac{SB}{St}$	V
Écotourisme	- Nombre d'équipements installés	NEQ	-	V
	- Tronçons de promenades	TP	-	Km
	- Diversité des peuplements traversés par les itinéraires	DP	$\sum -P_j \times \ln(P_j)$	v
	- Éléments remarquables aux abords des itinéraires	ERP	$\sum \frac{1}{\min(d_i)}$	v
Socio-économie	- Emplois générés	EMP	-	HJ
	- Stabilité des emplois	ISEMP	$5 \times (1-a)R^2$	0-5
	- Surface mise en défens	IMED	$\sum 1/d_{ij}$	nbre
	- Partage des revenus	PART	-	1-5
	- Acceptabilité sociale	ACCE	-	1-3
Politique	- Degré de concordance avec le PFN	PFN		0-5

V. valeur ; a, R^2 : pente et coefficient de détermination de la droite de régression des productions périodiques (du bois et de l'emploi) ; Ri : coefficient d'équi-répartition des classes de circonférence en utilisant l'indice de Shannon ; Ci : coefficient de pondération attribué à la valeur d'équi-répartition pour la période i ; ls et Pi : longueur et valeur de la pente au niveau du pixel i ; Ej : variable binaire prenant la valeur 1 si la parcelle j est exploitée au cours de la période k, sinon 0 ; DB, VB, SB : respectivement, diversité, valeur et surface du biotope ; SP, ST : surface aménagée pour la protection et surface totale de la forêt ; di : distance des voies de promenade par rapport au point remarquable i ; pi : diversité des peuplements traversés par le réseau de promenade ; dij : distance de la parcelle i à mettre en défens par rapport au douar j.

- ***Méthode Electre III***

L'évaluation des scénarios permet de constituer une matrice de performances reprenant leurs notes par rapport à chaque indicateur.

Electre III se base sur la comparaison, pour chaque critère, de l'ensemble des paires ordonnées de scénarios possibles. Un scénario Si surclasse Sk s'il est « *au moins aussi bon que Sk relativement à une majorité de critères, sans être trop nettement plus mauvais que Sk relativement aux autres critères* » (Schärlig, 1985). Ceci est basé sur l'utilisation de la notion de concordance : y a-t-il suffisamment d'arguments pour admettre cette hypothèse? Et celle de discordance : y a-t-il une raison importante pour refuser cette hypothèse ? (Tille, 2000).

Les indicateurs, dits flous, intègrent une transition progressive entre l'indifférence et la préférence. Trois seuils sont identifiés pour chaque indicateur : préférence (P), indifférence (Q) et véto (V). Le premier constitue le seuil à partir duquel la différence entre les deux scénarios permet de préférer l'un à l'autre. Le second correspond à la plus petite différence en-dessous de laquelle il est impossible de départager les scénarios. Le troisième permet de pallier des compensations éventuelles entre critères ; si la différence des performances de deux scénarios pour un critère le dépasse, l'hypothèse de surclassement est rejetée quelles que soient les comparaisons réalisées par rapport aux autres critères. Par définition, le seuil de véto est supérieur ou égal au seuil de préférence qui est supérieur ou égal au seuil d'indifférence.

Outre les seuils propres à chaque critère-indicateur, les poids constituent des paramètres inter-critères qui permettent d'apprécier l'importance de chacun d'eux. Leur utilisation peut viser, entre autres, la conciliation de la multifonctionnalité aux intérêts des différents acteurs.

Après la notation de chaque scénario relativement à chaque indicateur (tableau 1), un tableau des performances est constitué. Puis, pour chaque paire ordonnée de scénario (Si, Sk) et relativement à chacun des indicateurs j (V, ID, IR, …PFN) et en se basant sur le principe de transition progressive entre la préférence et l'indifférence, des indices de concordance C_j (Si, Sk) et de discordance d_j(Si, Sk) des relations de surclassement sont calculés. Ensuite, le degré de crédibilité de l'hypothèse de surclassement (δ_{ik}) est déterminé sur la base des formules suivantes :

$$C_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^{m} P_j \times C_j(S_i, S_k)}{\sum_{j=1}^{m} P_j}$$

Pj est le poids accordé au critère j

$\delta_{ik} = C_{ik} \prod_{j=1}^{m} \frac{1 - d_j(S_i, S_k)}{1 - C_{ik}}$; j : correspond aux indicateurs pour lesquels $d_j(S_i, S_k) > C_{ik}$.

Les degrés de crédibilité calculés servent à établir des relations de surclassement entre chaque paire ordonnée de scénarios selon l'algorithme présenté par Maystre et al. (1994). Deux classements sont réalisés (constituant des préordres complets) : distillation ascendante et distillation descendante. Ils sont établis de manière itérative. La comparaison des rangs obtenus lors des deux distillations aboutit à un classement final autorisant les *ex æquo*. Les scénarios n'ayant pas le même rang lors des deux distillations, sont considérés incomparables.

L'analyse de sensibilité traduit la sensibilité de la solution aux variations des notes relativement aux critères-indicateurs, de poids ou de seuils. Les poids ont été attribués aux familles de critères et puis au sein de chacune d'entre elles (Maystre et al., 1994). L'analyse de sensibilité a été réalisée en se basant sur le rang médian des deux distillations (Tervonen et al., 2005).

2. Résultats et discussions

2.1. Dynamisme territorial

Si le contexte biophysique et climatique au Moyen Atlas reste favorable aux écosystèmes naturels, les évolutions récentes ont conduit à une « *crise spatio-culturelle* » caractérisée par la régression du rôle régulateur des institutions tribales et par l'émergence de nouvelles stratégies d'acteurs (Auclair, 1996). Au rythme actuel, les potentialités du milieu ne peuvent subvenir aux pratiques et au mode de production en cours.

Au niveau des fractions usagères, trois dynamiques différentes peuvent être décrites et qui restent marquées par deux éléments. Le premier inhérent au groupe social et le second aux moyens et capitaux mobilisés. En effet, au niveau du *douar* d'Amahroq, la primauté de la composante agricole se manifeste davantage. Pour les Ait Boumzils, la disponibilité des capitaux

s'est traduite par l'accroissement des effectifs des troupeaux. Quant aux Ait Boumezough, la faiblesse du niveau de vie et la pauvreté les ont conduits à une dépendance envers les ressources naturelles qui peut se traduire par des actions de délinquance (coupes délictueuses de bois de cèdre). Cette différenciation pourrait constituer un enjeu pour l'évolution territoriale au voisinage de la forêt d'Ajdir. En effet, l'arboriculture fruitière et l'écotourisme pourraient constituer de véritables leviers pour l'économie locale et permettre d'alléger la pression sur la forêt. Aussi, le terroir d'Amahroq pourrait constituer le moteur d'un changement qui porterait sur l'initiation d'un noyau d'urbanisation avec un cadre de vie meilleur. Cette évolution pourrait entraîner de profondes mutations au voisinage du site tout en amplifiant la vitesse de ce changement à l'intérieur du site.

De façon générale, une nette orientation vers la réduction des activités extensives au profit d'une intensification est perceptible. L'agriculture avec ses deux composantes, pluviale et irriguée, sera affectée de même que la structure foncière. En effet, ce changement d'assolement ne sera pas à la portée de tous les agriculteurs et se traduira par des spéculations foncières qui seront régulées par le rendement des cultures traditionnelles et de l'élevage extensif ; ces derniers pourraient jouer le rôle d'une « *fée bienfaisante ou d'une mauvaise fée, selon les cas* » pour la survie des pauvres (Maselli, 1996). L'ampleur de cette dynamique sera certainement plus grande dans les périmètres favorables et ses répercussions peuvent être de deux types : i) accentuation des disparités entre agriculture intensive et cultures vivrières et, en absence de solutions illégales (coupes de bois vif), ii) redynamisation de l'exode rural et abandon de terrains reculés et inaccessibles.

Relativement à la domanialité de l'espace forestier et aux modes d'intégration des acteurs, les deux scénarios (parc et développement intégré), à travers la place qu'ils donnent aux populations locales, présentent une innovation. Ceci a l'avantage de garantir l'adhésion des acteurs locaux et de rétablir les rapports de confiance. Quant aux conflits, ils risquent de prendre une envolée particulière avec les scénarios continuité et parc national si ce dernier n'est pas accompagné d'un grand effort de communication et d'accompagnement des populations locales.

2.2. Comparaison des scénarios

L'évaluation des scénarios, relativement aux différents critères et indicateurs, a été réalisée selon les formules du tableau 1. Les résultats sont illustrés au tableau 2. Il est à souligner que les seuils de véto n'ont pas été intégrés dans l'analyse. Les seuils d'indifférence et de préférence fixés sont présentés au tableau 2.

Tableau 2. Matrice synthétique des performances

Critère	Scénarios			Sens	Seuils	
	DI	CONT	PARC		Indifférence (Q)	Préférence (P)
V	**38 952**	9 788	30 742	Max	1500	4500
ID	1,97	**2,51**	1,74	Max	0,09	0,26
ISR	90,65	90,59	**57,6**	Min	2,88	8,64
DB	**2,39**	2,23	2,29	Max	0,11	0,33
SPROT	8,92	5,79	**21,89**	Max	0,29	0,87
EQ	80,59	**109,78**	76,77	Max	2,92	8,84
QP	**1,037**	0,967	0,852	Max	0,04	0,12
EMP	**25 968**	6 525	20 495	Max	1000	3000
ISEMP	0,14	0,04	**0,15**	Max	0,02	0,06
IMED	**0,0125**	2000,01	0,0199	Min	0,01	10
ACCEPART	4	3	**5**	Max	-	1 rang
PFN	**3**	2	**3**	Max	-	1 rang

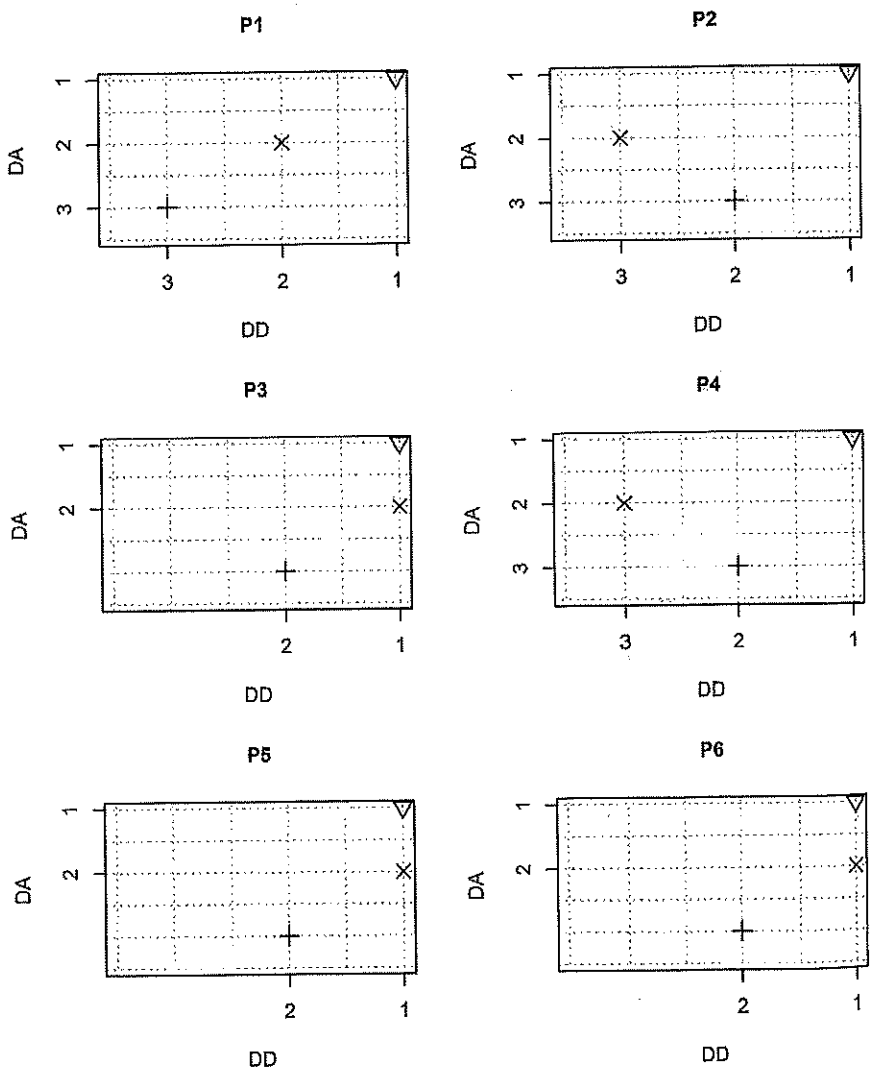
Avec – DI, CONT et PARC : scénarios respectivement développement intégré, continuité et parc ; V, ISR, DB, SPROT, EMP, ISEMP, IMED, PFN : même signification qu'au tableau 1 ; ID : indicateur de durabilité de la production ; EQ : indicateur des équipements récréatifs envisagés ; QP : indicateur de qualité des itinéraires de promenade prévus ; ACCEPART : indicateur d'acceptabilité et de partage des revenus. Sens : sens recherché (critère à maximiser : max ou critère à minimiser : min).

Les indicateurs en gras présentent de meilleures performances (maximisation ou minimisation de la valeur selon le critère considéré). L'analyse du tableau montre l'impossibilité de se prononcer sur le meilleur scénario du fait que chacun se démarque des autres par rapport à un indicateur donné.

Six jeux de poids, correspondant à différentes préoccupations, ont été testés. P1 correspond à un équilibre de poids entre familles de critères et à l'intérieur de la même famille ; P2 : à des préoccupations de production ligneuse donnant un poids de 50% à la famille des critères ligneux, le reste étant réparti également entre les autres familles ; P3 : à des préoccupations environnementales donnant un poids de 50% à la famille de critères écologiques ; P4 : à des préoccupations récréatives donnant un poids de 50% à la famille de critères récréatifs ; P5 : à des préoccupations socio-économiques donnant un poids de 50% à la famille de critères socio-économiques ; P6 : correspond à un équilibre entre critères. Au sein d'une même famille de critères, les indicateurs ont le même poids. Le résultat des distillations est présenté à la figure 2. Il en ressort que le scénario développement intégré domine les deux autres. Il occupe la première position en utilisant tous les jeux de poids. Toutefois, la dominance entre l'ensemble des scénarios n'est pas stricte. En effet, certaines situations d'incomparabilité, caractérisées par des scénarios ne disposant pas des mêmes rangs lors des deux distillations, sont à souligner. Il s'agit des scénarios 'parc' et 'continuité' (avec les poids P2 et P4) et de

'développement intégré' et 'parc' (avec les poids P3, P5 et P6). Le jeu de poids P1 reste caractérisé par la comparabilité complète des trois scénarios.

Figure 1. Comparaison des scénarios en utilisant les différents jeux de poids



Avec :
- *DD : Distillation descendante*
- *DA : Distillation ascendante*

\+ - *Scénario continuité*
× - *Scénario parc*
▽ - *Scénario développement intégré*

Les degrés de crédibilité confirment, avec tous les systèmes de pondération associés aux différents jeux de poids, les meilleures performances du scénario 'développement intégré' par rapport à celui de 'continuité'. Les poids attribués aux critères récréatifs et de production ligneuse influencent la comparabilité des scénarios 'parc' et 'continuité'. Par ailleurs, l'accroissement des poids des critères écologiques et socio-économiques conduit à l'incomparabilité des scénarios 'développement intégré' et 'parc'. Ceci reste évident pour le cas des préoccupations environnementales et s'explique dans le second cas par l'influence de l'indicateur ACCEPART.

L'analyse de sensibilité a été réalisée en se basant sur le jeu de poids (P1). Les intervalles de stabilité (amplitudes de variations) des différents seuils (de préférence et d'indifférence) et poids sont présentés au tableau 3.

Tableau 3. Résultat de l'analyse de sensibilité des solutions obtenues

Critère	Poids (*)			Seuil de préférence** (P)			Seuil d'indifférence (Q)		
	Base	**Min**	**Max**	**Base**	**Min**	**Max**	**Base**	**Min**	**Max**
V	12,5	10,16	97,23	4500	1690,63	9531,25	1500	93,75	4429,69
ID	12,5	9,38	29,86	0,26	0,11	0,30	0,09	0,01	0,17
ISR	8,33	1,04	9,95	8,64	3,24	33,78	2,88	0,36	8,37
DB	8,33	1,04	22,20	0,33	0,14	1,12	0,11	0,03	0,29
SPROT	8,33	1,04	9,95	5	2,56	16,03	1,75	0,88	3,75
EQ	12,5	0,78	29,86	12	3,09	46,28	2,50	0,63	11,25
QP	12,5	10,16	97,23	0,15	0,08	0,19	0,05	0,03	0,11
EMP	5	3,75	97,23	5000	1062,50	8765,15	1000	62,50	4921,88
ISEMP	5	1,25	19,14	0,50	0,03	0,99	0,02	0,01	0,49
IMED	5	1,25	19,14	10	0,09	2000,94	0,01	0,01	9,92
ACCEP.	5	1,25	6,13	-	-	-	-	-	-
PFN	5	1,25	19,14	-	-	-	-	-	-

(*) Les poids ne correspondent pas à un pourcentage, il s'agit de valeurs obtenues en fixant les autres à leurs valeurs de base. V, ID, ISR, DB, SPROT, EQ, QP, EMP, ISEMP, IMED, ACCEPART, PFN : même signification qu'au tableau 2. (**) Base : correspond aux valeurs des seuils (tableau 2), Min et Max pour un critère et un seuil donnés : correspondent aux valeurs, respectivement, minimale et maximale permettant d'assurer la stabilité de la solution et ce en maintenant les valeurs des autres seuils à leurs valeurs de base.

Les amplitudes de variation des différents paramètres témoignent de la robustesse des solutions obtenues. Excepté pour les poids des indicateurs de 'surfaces exploitées et soumises à risque' et de la 'part de surface aménagée pour la protection' dont les amplitudes ne sont pas aussi grandes que les autres indicateurs. Ainsi, le fait d'accorder des poids élevés aux critères ISR, SPROT et ACCEPART, supérieurs aux limites maximales – max - (tableau 3), conduit à une instabilité de la solution ; ceci confirme les résultats de l'analyse avec différents jeux de poids.

Abstraction faite des situations d'incomparabilité, la solution reste globalement stable dans un contexte de classement complet des scénarios. Ceci a été vérifié par le recours à la méthode multicritère d'aide à la décision Evamix de la classe des méthodes d'agrégation totale (Voogd, 1983).

En définitive, la comparaison entre scénarios s'est basée sur l'évaluation des projections futures qui portent essentiellement sur l'évolution des peuplements forestiers. La prise en compte du dynamisme territorial a révélé que les scénarios 'développement intégré' et 'parc national' conduisent à intensifier les innovations et répondent au mieux aux attentes des acteurs. Ceci entérine et renforce les résultats obtenus. De même, les situations d'incomparabilité des deux scénarios 'parc' et 'développement intégré' ainsi que le contexte particulier du système de pondération P5, pourraient justifier le recours à une concertation avec les différents acteurs pour faire émerger un consensus autour de l'un des deux scénarios.

CONCLUSION

Le choix du scénario d'aménagement 'développement intégré' s'avère justifiable. En effet, les actes de gestion et les interventions envisagées ainsi que l'évolution des peuplements issus de ce scénario, permettent de lui assurer de meilleures performances par rapport aux autres.

La création d'un parc national dans la zone et la projection de création d'une réserve de biosphère de la cédraie au Moyen Atlas traduisent une volonté de conservation des ressources forestières. Cette volonté pourrait néanmoins se confronter au risque de décalage entre la politique et le terrain, aboutissant à une perte de crédibilité de l'administration vis-à-vis des partenaires internationaux (situation de 'parc sur papier').

Les questions sous-jacentes suivantes méritent d'être posées. Le dynamiques sociales, le changement des modes d'exploitation de l'espace n seront-ils pas un enjeu majeur dans le développement local ? L développement local est-il incompatible avec la mise en œuvre du parc Quelles sont les mesures à adopter pour repositionner le scénario parc Peut-on se limiter à une amélioration des critères récréatifs et de l'empl sans prendre en compte la composante « production ligneuse » ?

Si on considère l'exemple du Haut Atlas, le développement soci économique des populations locales suite à la forte expansion du secteur tourisme dans la ville de Marrakech a conduit à un accroissement d activités artisanales, à un exode rural massif et par conséquent à une fo réduction de la pression sur les ressources forestières (plus particulièrem la pression pastorale). Cependant et à partir de l'analyse de Boujrouf et

(1998) du contexte de développement de l'écotourisme dans trois pays, on ne peut s'attendre à obtenir un tel résultat dans la zone d'étude à court ou moyen terme compte-tenu de la différence de dynamique des villes avoisinantes comparativement à celle de Marrakech.

S'il a été démontré que les objectifs, les intentions et les bénéfices de développement local ne sont pas toujours au profit des populations locales dans un contexte de parc (Southworth et al., 2006), le paiement direct au profit de ces dernières (ex. instauration de droits d'accès) s'avère la manière la plus « efficiente, appropriée et équitable » (Ferraro et Kiss, 2002). Aussi, le développement local ne s'avère pas synonyme de la « maîtrise locale du développement » (Héritier, 2007). Ainsi, l'instauration d'une adhésion de la population locale et la création d'une dynamique de développement local centrée sur le parc nécessitent « l'existence d'un préalable : la confiance des populations locales dans les propositions venant d'en haut et l'adéquation aux besoins effectifs de ces dernières » (Héritier, 2007). Dans ce contexte, les zones périphériques du parc pourront se développer en zones d'adhésion et ce à travers une stratégie volontariste de l'administration basée sur le dialogue, la coopération avec les instances organisationnelles locales et l'accompagnement des populations locales dans l'instauration d'une dynamique de changement ; à ce titre l'exemple du parc national d'Ifrane est éloquent (Boutot, 2011 ; HCEFLCD, 2007).

Dans le contexte de la mise en œuvre du parc, une réflexion doit être conduite pour compenser les pertes des recettes de la commune rurale suite à la réduction de la production ligneuse. Ceci pourrait justifier le recours à une concertation avec tous les acteurs pour favoriser un consensus et pour permettre une meilleure appropriation du scénario qui assurera l'amélioration de l'état des peuplements forestiers ainsi que des conditions socio-économiques des populations locales.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été émaillé par de longues discussions, échanges et confrontations d'idées avec de nombreuses personnes : gestionnaires, acteurs locaux, scientifiques et comité de thèse ; qu'ils soient vivement remerciés pour leurs précieuses contributions. L'encadrement scientifique de ce travail par Madame Christine Farcy et son accompagnement au projet informatisation de la gestion forestière au Maroc ont été déterminants ; qu'elle soit vivement remerciée pour ses énormes efforts, pour sa disponibilité et pour ses précieux conseils.

Ce travail n'aurait pu être finalisé sans le concours financier de la Coopération Technique Belge.

Nos remerciements aux lecteurs anonymes pour leurs suggestions et commentaires.

BIBLIOGRAPHIE

Abbab, A., Bedrani, S., Bourbouze, A., Chiche, J., 1995. Politiques agricoles et dynamique des systèmes agro-pastoraux au Maghreb. Options Méditerranéennes, 14, 139-165.

Auclair, L., 1996. L'appropriation communautaire des forêts dans le Haut Atlas Marocain. Cahiers des Sciences Humaines, 32, 177-194.

Ben Menna, S., 2000. Introduction aux méthodes multicritères. Biotechnol. Agronom. Soc. Environ., 83-93.

Boujrouf, S., Bruston, M., Duhamel, P., Knafou, R., Sacareau, I., 1998. Les conditions de la mise en tourisme de la haute montagne et ses effets sur le territoire. L'apport d'une comparaison entre le Haut Atlas et le Népal, mise en perspective à l'aide du précédent Alpin (exemple du massif du Mont-Blanc). Revue de la Géographie Alpine, 86, 4, 67-82.

Bousson, E., 2003. Gestion forestière intégrée : approche basée sur l'analyse multicritère. Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux.

Boutot, L., 2011. Évaluation partenariale des projets d'appui à la gestion partenariale des parcs nationaux au Maroc. Synthèse du rapport final, AFD , [En ligne], http://www.oecd.org/countries/morocco/49004192.pdf

Brang, P., Courbaud, B., Fischer, A., Kissling-Naf, I., Pettenella, D., Schonenberger, W., Spork, J., Grimm, V., 2002. Developing indicators for the sustainable management of mountain forests using a modeling approach. Forest Policy and Economics, 4, 113-123.

Dolisca, F., Mc Daniel, J.M., Teeter, L.D., 2007. Farmers' perceptions towards forests : a case study from Haiti. Forest Policy and Economics, 9, 704-712.

HCEFLCD (Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification), 2007. Plan d'aménagement et de gestion du parc national d'Ifrane. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat.

HCP (Haut Commissariat au Plan), 1994. Recensement général de la population, Rabat.

Héritier, S., 2007. Les parcs nationaux, entre conservation durable et développement local. Géocarrefour, 82, 171-175.

Hulme, M., Jenkins, G.J., Lu, X., Turnpenny, J.R., Mitchell, T.D., Jones, R.G., Lowe, J., Murphy, J.M., Hassell, D., Boorman, P., McDonald, R., Hill, S., 2002. Climate change scenarios for the United Kingdom : The UKCIP02 Scientific Report. Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.

Ferraro, P.J., Kiss, A., 2002. Direct payments for biodiversity conservation. Science, 23, 298, 1718-1719.

Joerin, F., 1997. Décider sur le territoire : proposition de SIG et de méthodes d'analyse multicritère. Thèse de doctorat, École Polytechnique Fédérale. Lausanne.

Karjala, M.K., Sherry, E.E., Dewhurst, S.M., 2004. Criteria and indicators for sustainable forest planning : a framework for recording aboriginal resource and social values. Forest Policy and Economics, 6, 95-110.

Khatouri, M., Dennis, B., 1990. Growth and yield model for uneven aged Cedrus atlantica stands in Morocco. Forest Ecology and Management, 36, 253-266.

Marghadi, S., 2009. Intégration des méthodes d'aide à la décision dans l'aménagement multifonctionnel des forêts au Maroc. Thèse de doctorat, UCL, Louvain-la-Neuve.

Martel, J.-M., Rousseau, A., 1993. Cadre de référence d'une démarche multicritère de gestion intégrée des ressources en milieu forestier. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Ministère des Forêts, Ministère de l'Environnement du Québec, Gestion intégrée des ressources, Québec, Document technique 93/11.

Maselli, D.A., 1996. Contraintes d'une utilisation durable des ressources naturelles du Haut Atlas : le cas du bassin intramontagnard de Tagoundaft. Revue de la Géographie Alpine, 84, 109-119.

Maystre, L.Y., Pictet, J., Simos, J., 1994. Méthodes multicritères Electre : description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

Maystre, L.Y., Boulinger, D., 1999. Aide à la négociation multicritère : pratiques et conseils. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

McDonald, G.T., Lane, M.B., 2004. Converging global indicators for sustainable forest management. Forest Policy and Economics, 6, 63-70.

MDCEF (Ministère Délégué Chargé des Eaux et Forêts), 1999. Programme forestier national, Synthèse. Rabat.

Mendoza, G.A., Dalton, W.J., 2005. Multistakeholders' assessment of sustainability. Multicriteria analysis and the case of the Ontario forest assessment system. Forestry Chronicle, 81, 222-228.

Mendoza, G.A., Martins, H., 2006. Multicriteria decision analysis in natural resource management : a critical review of methods and new modelling paradigms. Forest Ecology and Management, 230, 1-3, 1-22.

Mrosek, T., Balsillie, D., Schleifenbaum, P., 2006. Field testing of a criteria and indicators system for sustainable forest management at the local level. Case study results concerning the sustainability of the private forest Haliburton forest and wild life reserve in Ontario, Canada. Forest Policy and Economics, 8, 593-609.

Schärlig, A., 1985. Décider sur plusieurs critères, panorama de l'aide à la décision multicritère. Presses polytechnique romandes, Lausanne.

Schlüter, A., 2007. Institutional change in the forestry sector - The explanatory potential of new institutional economics. Forest Policy and Economics, 9, 1090-1099.

Sherry, E., Halseth, R., Fondahl, G., Karjala, M., Leon, B., 2005. Local-level criteria and indicators : an Aboriginal perspective on sustainable forest management. Forestry, 78, 513-539.

Simos, J., 1990. Évaluer l'impact sur l'environnement. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

Southworth, J., Nagendra, H., Munroe, D.K., 2006. Introduction to the special issue "are parks working"? Exploring human-environment tradeoffs in protected areas conservation. Applied Geography, 26, 87-95.

Tervonen, T., Figueira, J., Lahdelma, R., Salminen, P., 2005. An inverse approach for Electre III (2nd Revision). Institute of Systems Engineering and Computers Series, 20, Coimbra.

Tille, M., 2000. Choix de variantes d'infrastructures routières : méthodes multicritères. Thèse de doctorat, École Fédérale Polytechnique de Lausanne, Lausanne.

Ttoba, 2002. Dossier d'aménagement de la cédraie d'Ajdir. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat.

Voogd, H., 1983. Multiple criteria evaluation for urban and regional planning. Pion Ltd, London.