



Haut Commissariat aux Eaux et Forêts
et à la Lutte Contre la Désertification



Etude des coûts et avantages du mécanisme REDD+ pour le Maroc



Janvier 2013

Auteurs :

M. Olivier BOUYER & M. Maden LE CROM (Salva Terra)

Supervision :

M. Abdelaziz HAMMOUDI (HCEFLCD)

M. Abdessamad HAJIBI (HCEFLCD)

M. Ludwig LIAGRE (GIZ)

Cette étude a été élaborée dans le cadre du Projet Régional Silva Mediterranea-CPMF de la GIZ « Adaptation au changement climatique des conditions cadres de la politique forestière dans la région MENA » (Contact : M. Reinhard Alexander KASTL Reinhard.Kastl@giz.de)

Avertissement

Cette étude se base sur des données parcellaires et peu actualisées et repose sur de nombreuses hypothèses.

Les résultats quantifiés ont vocation à faire émerger et alimenter des discussions techniques et politiques sur la participation du Maroc au mécanisme REDD+, non à être cités en l'état.

Sommaire

Avertissement	2
Sommaire	4
Table des figures	5
Table des tableaux	6
Abréviations	7
Résumé pour décideurs	9
1. Cadrage de l'étude	12
1.1. Contexte et objectifs	12
1.2. Périmètre de l'étude	13
2. Coûts de la REDD+	13
2.1. Coûts de développement de la stratégie nationale REDD+	13
2.2. Lien entre les stratégies actuelles et les stratégies REDD+	17
2.3. Coût et efficacité de quelques stratégies REDD+ potentielles	21
2.3.1. Réduction des pressions de surpâturage	21
2.3.2. Réduction des prélèvements de bois énergie	23
2.3.3. Lutte contre les incendies de forêt	25
2.3.4. Boisements	27
2.4. Autres stratégies d'intérêt	29
2.4.1. Santé des forêts	29
2.4.1. Développement des aires protégées	31
2.4.2. Sécurisation foncière	31
2.4.3. Aménagement forestier	31
2.4.4. Cas de l'expansion agricole et urbaine	32
2.5. Coûts indirects	33
3. Bénéfices de la REDD+	33
3.1. Financement par la compensation des efforts	33
3.2. Financement par la rémunération des résultats	34
3.3. Bénéfices indirects de la mise en œuvre de la REDD+	35
3.3.1. Avantages environnementaux indirects et non marchands	35
3.3.2. Avantages sociaux et économiques indirects marchands	36
4. Conclusion	37
Bibliographie	39
Annexes	42

Table des figures

Figure 1 : Phases de la REDD+, coûts et avantages.....	13
Figure 2 : Détail de la phase d'élaboration de la stratégie REDD+.....	13
Figure 3 : Émissions cumulées dues à la dégradation des forêts par surpâturage, en MtCO ₂ e	22
Figure 4 : Projection des prélèvements de bois énergie en forêt en milliers de m ³ (d'après MEMEE, 2011).....	24
Figure 5 : Evolution des superficies de forêts incendiées de 1960 à 2010 (d'après des données transmises par la DDF)	25
Figure 6 : Evolution du nombre d'incendies et de la superficie moyenne par incendies (ha) de 1960 à 2010	25
Figure 7 : Emissions dues aux incendies en tCO ₂ e/an, pour le scénario de référence et le scénario REDD+	26
Figure 8 : Objectifs en ha du Plan directeur de reboisement par type de reboisement pour 1997-2007 et 2007-2027	27
Figure 9 : Surfaces estimées des dépérissements en ha de 2001 à 2011 (données de la DLCDPN).....	30
Figure 10 : Evolution des stocks de carbone forestiers en milliers de tonnes de carbone (d'après FRA, 2010) ...	45
Figure 11 : Carte des pressions de surpâturage (d'après HCEFLCD, 2011).....	47
Figure 12 : Carte des classes d'utilisation des terres comprenant des forêts (d'après Globcover, 2010).....	48
Figure 13 : Evolution du cheptel (d'après FAOSTAT, 2012) et sécheresses (d'après les données présentées en annexe VI)	49
Figure 14 : Capture d'écran du tableur utilisé pour les calculs d'émissions dues au surpâturage.....	50
Figure 15 : Evolution des émissions dues à la dégradation des forêts par surpâturage, en MtCO ₂ e	50
Figure 16 : Evolution de la population en millions d'habitants à l'horizon 2030 (d'après FAOSTAT, 2010 et MEMEE, 2011)	53
Figure 17 : Evolution de la consommation de butane en milliers de tep d'après six scénarios (d'après MEMEE, 2011)	54
Figure 18 : Evolution du taux d'électrification rurale en % (d'après Roller et al., 2007 et MEMEE, 2010).....	54
Figure 19 : Evolution de la demande en électricité en milliers de tep selon deux hypothèses (d'après MEMEE, 2011)	55
Figure 20 : Production d'énergie en équivalent tms de bois par les installations du programme Promasol	55
Figure 21 : Consommation de bois de feu des ménages (stères/ménage/an) en fonction du nombre de personnes dans le ménage (Bencheikroun, 1987).....	57
Figure 22 : Projection de l'évolution du nombre de personnes par ménage en milieux rural et urbain (d'après MEMEE, 2011)	57
Figure 23 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel (tep/habitant) (d'après MEMEE, 2011)	57
Figure 24 : Projections de consommation de bois énergie (en milliers de tep) selon deux scénarios (d'après MEMEE, 2011)	58
Figure 25 : Calcul des réductions de consommation de bois de feu en retardant la mise en œuvre de la stratégie à 2013 (chiffres en milliers de m ³)	59
Figure 26 : Synthèse des données recueillies sur les sécheresses passées	60
Figure 27 : Projection du climat futur (2070 - 2099) au Maroc sur la base de la référence du climat (1961 – 2000) (HCEFLCD, 2011).....	60
Figure 28 : Calcul des émissions dues aux incendies pour le scénario de référence et le scénario REDD+.....	62
Figure 29 : Absorptions de CO ₂ par les reboisements additionnels du scénario REDD+ (en tCO ₂ e).....	66
Figure 30 : Augmentation des productions annuelles de bois dans le cas du scénario de référence et du scénario REDD+	67
Figure 31 : Répartition des financements de la Norvège sur la REDD+.....	69

Table des tableaux

Tableau 1 : Evaluation des coûts de préparation à la REDD+ pour le Maroc	15
Tableau 2 : Hypothèses sur la prise en compte des stratégies marocaines de protection et réhabilitation des forêts dans un cadre REDD+	19
Tableau 3 : Efficacité des techniques végétales de protection des bassins versants.....	36
Tableau 4 : Comparaison des données du FRA 2010 et de la DDF sur les reboisements	45
Tableau 5 : Synthèse des objectifs par zone sous le titre « Programme d'aménagement et de gestion durable des parcours 2012 -2032 » dans la PAN-LCD (d'après HCEFLCD, 2011)	51
Tableau 6 : Quelques projets de promotion de l'efficacité énergétique (d'après Senhagi, 2003).....	56
Tableau 7 : Facteurs d'émission du GIEC pour les forêts extratropicales (d'après GIEC, 2006)	61
Tableau 8 : Objectifs stratégiques sur la lutte contre l'érosion des terres relevés dans différents documents...	63
Tableau 9 : Croisement des scénarios de référence et REDD+ envisageables pour les reboisements : surfaces plantées et coût induits par la stratégie REDD+	65
Tableau 10 : Estimation des stocks de carbone des plantations (d'après FRA, 2009 et GIEC, 2006)	65
Tableau 11 : Fonds alloués par le FEM au Maroc	68

Abréviations

ADEREE	Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique
ADS	Société d'ingénierie spécialisée en énergie et environnement
AfDB	<i>African Development Bank</i>
BLF	Scénario "Bas - laisser faire" (source MEMEE, 2011)
BME	Scénario "Bas - maîtrise d'énergie" (source MEMEE, 2011)
CCNUCC	Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CDER	Centre de développement des énergies renouvelables
CIA	<i>Central Intelligence Agency</i>
CIP	<i>Climate Policy Initiative</i>
COP	<i>Conference of Parties</i>
CS	Coefficient de surpâturage
DDF	Direction du développement forestier du HCEFLCD
DE	Direction de l'environnement du MEMEE
DLCDPN	Direction de la lutte contre la désertification et la protection de la nature du HCEFLCD
ETF-IW	<i>Environmental Transformation Fund - International Window</i>
EU-ETS	<i>European Union Emissions Trading System</i>
FAO	<i>United Nations Food and Agriculture Organization</i>
FCPF	<i>Forest and Carbon Partnership Facility</i>
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FFEM	Fonds français pour l'environnement mondial
FIP	<i>Forest Investment Program</i>
FLEGT	<i>Forest Law Enforcement, Governance and Trade</i>
FRA	<i>Forest Resources Assessment</i>
GCCA	<i>Global Climate Change Alliance</i>
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
HCEFLCD	Haut-commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification
ICF	<i>International Climate Fund</i>
ICI	<i>International Climate Initiative</i>
IFAD	<i>International Fund for Agricultural Development</i>
IFN	Inventaire forestier national
INPE	<i>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais</i>
LULUCF	<i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i>
MATEE	Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement
MDP	Mécanisme de développement propre
MAMVA	Ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole
MATUHE	Ministère de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement
MEMEE	Ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement
MENA	<i>Middle East and North Africa</i>
MERIS	<i>Medium Resolution Imaging Spectrometer</i>
MRV	<i>Monitoring, Reporting and Verification</i>
ODI	<i>Overseas Development Institute</i>
ONSSA	Office national de sécurité sanitaires des produits alimentaires

PA-HCEFLCD	Plan d'action du HCEFLCD 2012-2016
PAN-LCD	Plan d'action national de lutte contre la désertification actualisé en 2011
PD-HCEFLCD	Programme décennal du HCEFLCD 2005-2014
PDPLCI	Plan directeur pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêts
PDR	Plan directeur de reboisement
PERG	Programme d'électrification rurale globale
PIB	Produit intérieur brut
PNABV	Plan national d'aménagement des bassins versants
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
REDD+	Réduction des émissions dues à la déforestation et la dégradation forestière, incluant la conservation et l'augmentation des stocks de carbone forestier et la gestion durable des forêts
RPP	<i>Readiness Preparation Proposal</i> (Proposition de mesures pour l'état de préparation)
SAU	Surface agricole utile
SIG	Système d'information géographique
STAR	<i>System for Transparent Allocation of Resources</i>
UGB	Unité gros bovin
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
UN-REDD	<i>United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries</i>
UTCF	Utilisation des terres, changements et foresterie

Résumé pour décideurs

Contexte

Dans le cadre du projet "Adaptation au changement climatique des conditions cadres de la politique forestière dans la région MENA", financé par la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), un atelier de positionnement sur les négociations au sein de la Convention climat a été organisé en juin 2012 avec le Haut-commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification (HCEFLCD) et le Département de l'environnement (DE) du Ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement (MEMEE). Une des recommandations de cet atelier a conduit à la réalisation de la présente étude de faisabilité pour estimer les coûts et avantages associés à la participation du Maroc au mécanisme REDD+¹.

Coûts et bénéfices de la REDD+

L'étude distingue une phase de préparation à la mise en œuvre d'activités REDD+, suivie d'une phase de paiement aux résultats :

→ Phase de préparation :

- **Coûts** : L'élaboration et la mise en œuvre d'une feuille de route REDD+ devrait coûter moins de 90 MDH. Ceci pourrait être entièrement subventionné par les partenaires REDD+, notamment FCPF et UN-REDD ;
- **Bénéfices** : La feuille de route permettrait d'accéder aux paiements pour résultats du REDD+ ;

→ Phase de paiement aux résultats :

- **Coûts directs** : Il s'agit du renforcement des activités de gestion durable des forêts dans lesquelles le pays est déjà engagé. Les coûts (récapitulés dans un tableau, page suivante) sont engendrés par la fixation d'objectifs plus ambitieux :
 - **Surpâturage** : Restaurer l'équilibre sylvo-pastoral en mettant en œuvre les mesures du Plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN-LCD) : mise en repos, enrichissement de la flore, plantations d'arbustes fourragers, création de réserves semencières. Le lien entre surpâturage et dégradation est très peu documenté, mais deux hypothèses ont été évaluées (i) dégradation si coefficient de surpâturage > 1, (ii) ou si > 2 ;
 - **Bois de feu** : Réduire les prélèvements en prouvant l'efficacité énergétique, tel que prévu dans le scénario « Maîtrise de l'énergie » de l'analyse de prospective énergétique 2030 du MEMEE. Le coût de cette stratégie n'a pas pu être évalué, faute de données disponibles dans ladite analyse. L'impact d'une telle stratégie est estimé comme faible, la consommation de bois de feu baissant tendanciellement sous l'effet de l'exode rural et la diffusion du butane ;
 - **Incendies** : Renforcer le système de prévention et de lutte contre les feux de forêt, afin de maintenir en-dessous de six ha la surface moyenne par incendie, dans un contexte d'aggravation des conditions climatiques favorables aux incendies ;
 - **Reboisement** : Reboiser 50 000 ha/an, contre 30 000 ha/an en tendance historique. Seuls les boisements dits « productifs », « récréatifs » et « de lutte contre l'érosion éolienne » ont été pris en compte dans l'analyse, des doutes existant quant à la possibilité de classer comme « forêt » (au sens de la Convention climat) des boisements de protection de bassins versants et d'aménagement sylvopastoral ;
 - **Sécurisation foncière** : Bien qu'il soit difficile de lier directement cette activité avec des réductions d'émissions, il a été considéré que la sécurisation foncière était une condition de succès des autres activités et ses coûts ont donc été intégrés dans l'analyse ;
- **Autre** : D'autres activités prometteuses ont été identifiées mais non évaluées, faute d'informations suffisantes. Il s'agit notamment des actions de maintien de la santé des forêts (dispositif trop récent pour être évalué), renforcement du réseau des aires protégées (analyse à mener au cas par cas, sur la base des aménagements proposés, non disponibles dans le cadre de l'étude), aménagement forestier (manque de données sur l'impact de l'aménagement en termes de séquestration de carbone), intensification agricole (peu de donnée quantifiée sur l'impact de l'expansion agricole

¹ Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à la déforestation et la dégradation forestière, incluant la conservation, l'augmentation des stocks de carbone forestier et la gestion durable des forêts

« traditionnelle » sur les forêts et mesures d'intensification du Plan Maroc vert en cours de mise en œuvre).

- **Coûts indirects** : Ils concernent le suivi des stocks de carbone forestier et des impacts sociaux et environnementaux. Le coût du suivi du carbone est estimé à 146,5 MDH par an, le coût du suivi des autres impacts n'a pas pu être estimé. Il n'y a pas de coût supplémentaire en termes de ressources humaines pour la mise en œuvre des activités par le HCEFLCD : ces coûts sont déjà intégrés dans les activités ;
- **Bénéfices directs** : Deux hypothèses de prix du carbone ont été utilisées pour calculer les bénéfices directs du REDD+. Le prix du marché : 83 DH/tCO₂e en 2012 et le prix « tutélaire » (prix nécessaire pour se placer dans une trajectoire de limitation à +2°C de la température mondiale) : 397 DH/tCO₂e en 2012. En considérant le prix de marché, les coûts des activités ne sont pas couverts ; inversement, avec le prix tutélaire, les coûts sont très largement couverts. Les coûts de revient par activité (en DH/tCO₂e) sont les suivants : 198 pour l'aménagement sylvopastoral, 211 pour le boisement et 220 pour la lutte contre les feux de forêt. Ces coûts sont relativement modestes par rapport à des coûts d'abattement d'émissions dans les secteurs fossiles. Il est à espérer que la perspective d'un accord climatique post-2020 englobant les Etats-Unis et les grands émergents puisse faire remonter un cours du carbone déprimé depuis 2010.
- **Bénéfices indirects** : La mise en place du REDD+ pourrait procurer de très importants co-bénéfices environnementaux (au-delà de la seule séquestration du carbone) : la dégradation des forêts et des sols serait en effet responsable de pertes évaluées au minimum à 1,6 milliards de DH/an soit plus de 29 milliards de DH entre 2013 et 2030. En effet, les auteurs des publications sur le coût de la dégradation reconnaissent que ces coûts sont sous-estimés.

Le tableau ci-dessous synthétise les coûts et bénéfices directs des principales stratégies REDD+ étudiées :

Activité	Coûts de 2013 à 2030 en MDH	Bénéfices de 2013 à 2030 en MtCO ₂ e	Bilan en MDH pour 83,5 DH/tCO ₂ e	Bilan en MDH pour 397,4 DH/tCO ₂ e	Prix de la tCO ₂ e pour équilibrer les bilans
Aménagement pastoral (chapitre 2.3.1)	15 179	43 à 110	-11593 à -5980	1 887 à 28 600	198
Réduction des consommations de bois de feu (chapitre 2.3.2)	?	4	< 343	< 1630	?
Lutte contre les incendies (chapitre 2.3.3)	1 476	7	-917	1 185	220
Boisements (chapitre 2.3.4)	6 226	29	-3 767	5 477	211
Sécurisation foncière (chapitre 2.4.3)*	314	?	-314	-314	?

En conclusion, si l'on considère tous les coûts et bénéfices, directs et indirects, on peut conclure que - malgré ses faibles stocks de carbone forestier par rapport à d'autres pays tropicaux - le Maroc a intérêt à entrer dans le REDD+ ; ce d'autant que la préparation à la REDD+ pourrait être intégralement subventionnée. Dans deux ou trois ans, (i) après avancement du Maroc dans sa préparation au REDD+ (avec mise en place d'un système de MRV robuste et révision des coûts/bénéfices des activités REDD+ à mettre en œuvre à large échelle) et (ii) une fois cerné l'impact probable du régime climatique post-2020 sur le prix du carbone, le Maroc pourra décider, ou non, d'entrer de plain-pied dans la phase REDD+ de paiements aux résultats.

Propositions de positions à défendre dans les négociations

Trois sujets d'importance pourraient être défendus par le Maroc dans les négociations REDD+ :

- **Efforts précoces** : avant l'avènement du REDD+, le Maroc disposait déjà de stratégies ambitieuses en matière de gestion durable des forêts. A l'instar des pays du bassin du Congo et d'autres pays tropicaux « vertueux » dans leur gestion forestière, le Maroc pourrait défendre le fait que ses efforts précoces soient valorisés, via une fixation souple du scénario de référence (la Convention climat reconnaissant déjà, depuis Cancun, que le scénario de référence peut être ajusté en fonction des circonstances nationales) ;
- **Carbone non forestier** : la protection des bassins versants permet d'éviter de lourdes pertes en carbone dues à l'érosion. Cette protection a aussi des co-bénéfices importants, en termes de maintien de la fertilité des sols agricoles et de limitation de l'envasement des barrages. L'extension du REDD+ au carbone non forestier (« REDD++ ») permettrait de valoriser ces mesures et de les encourager ;

- **Co-bénéfices** : Le Maroc en particulier et les pays MENA en général possèdent des écosystèmes de forêts sèches uniques au monde, pourvoyeurs de biens et services sociaux et environnementaux bien plus étendus que la seule séquestration du carbone. Au-delà du respect de garde-fous sur ces biens et services (reconnaissance implicite), la REDD+ pourrait intégrer des paiements pour systèmes environnementaux autre que la séquestration du carbone (reconnaissance explicite).

1. Cadrage de l'étude

1.1. Contexte et objectifs

La déforestation et la dégradation des forêts² sont responsables de 12 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) (Van der Werf et al., 2009). La Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) répond à cet enjeu par l'élaboration du mécanisme REDD+³.

Celui-ci a pour objectif de rémunérer les résultats obtenus en termes d'évitement d'émissions ou d'augmentation d'absorptions de GES par les pays qui y participeront. Les grandes lignes du mécanisme ont été définies dans la décision 1.CP/16 (CCNUCC, 2010) de la Conférence des parties à la CCNUCC de Cancun (COP 16) mais la question cruciale du financement de la REDD+ n'a pas été tranchée. Certains pays intéressés se préparent déjà à la mise en œuvre de la REDD+ avec l'appui de partenaires internationaux.

La région MENA⁴ a un temps été oubliée par les négociations au sein de la CCNUCC et par les partenaires sur la REDD+, focalisés en premier lieu sur les trois grands bassins forestiers tropicaux : l'Asie du Sud-Est, l'Amazonie et le Bassin du Congo.

Des initiatives émergent cependant, facilitées par le volontarisme de certains pays de la région MENA, notamment le Maroc. On peut citer :

- Le projet "Optimiser la production de biens et services fournis par les forêts méditerranéennes dans un contexte de changements globaux", initié par le Comité *Silva Mediterranea* de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), mis en œuvre par cette institution ainsi que le Plan Bleu et financé par le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM). Ce projet inclue le développement de projets pilotes sur le mécanisme REDD+.
- Le projet "Système national de suivi et d'information sur les forêts pour un mécanisme REDD+ transparent et crédible"⁵, porté par la FAO et financé par l'*International Climate Initiative* (voir [annexe X](#)). Il vise le développement de systèmes de suivi des forêts dans 18 pays dont le Maroc.
- Le projet "Adaptation au changement climatique des conditions cadres de la politique forestière dans la région MENA", financé par la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), grâce auquel est financée la présente étude.

Dans le cadre de ce dernier projet, un atelier de positionnement sur les négociations au sein de la CCNUCC a été organisé à destination des administrations marocaines (Haut-commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification – HCEFLCD - et Département de l'environnement – DE - du Ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement – MEMEE), en juin 2012.

Une des recommandations à l'issue de l'atelier était de mener une étude de faisabilité pour estimer les coûts et avantages associés à la participation du Maroc au mécanisme REDD+.

La présente étude vise à fournir aux décideurs marocains :

- (i) Des arguments contradictoires sur les coûts et avantages environnementaux, sociaux et économiques de la REDD+, afin que les décideurs puissent opter ou non pour la mise en place d'une stratégie REDD+ au Maroc,

² La dégradation forestière est définie par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2003) comme une réduction à long terme des stocks de carbone induite par les activités humaines, sans changement d'usage des terres. Dans la bibliographie recueillie, le terme de dégradation est également employé pour désigner la déforestation. Pour éviter toute confusion, on emploiera parfois le terme de dédensification.

³ Réduction des émissions de GES dues à la déforestation et la dégradation forestière, incluant la conservation, l'augmentation des stocks de carbone forestier et la gestion durable des forêts

⁴ *Middle East and North Africa* – Moyen orient et Afrique du nord

⁵ *National Forest Monitoring and Information System for a transparent and truthful REDD+*

- (ii) Des arguments de négociation basés sur des données fiables et extrapolables aux pays MENA, afin de défendre l'adaptation du mécanisme REDD+ à ces pays.

1.2. Périmètre de l'étude

La REDD+ recouvre les activités de boisement et reboisement, de conservation des surfaces forestières et de gestion forestière durable, ayant pour objectif de réduire les émissions ou augmenter les absorptions de GES par les forêts. Le Maroc dispose déjà de stratégies de protection et de gestion durable des forêts et met en œuvre des activités dans ce sens, mais peu de ces stratégies ont une vocation affichée de lutter contre les changements climatiques.

Dans le cas du mécanisme de développement propre⁶ (MDP) qui concerne entre autres le boisement et le reboisement à vocation de « puits de carbone », la notion d'additionnalité limite les activités éligibles à celles qui n'auraient pas eu lieu en l'absence des bénéfices tirés du MDP.

Pour la REDD+, cette notion d'« effort supplémentaire » est également avancée puisqu'on parle de paiement aux résultats. Pour le Maroc, ceci implique que toutes ses activités de protection et réhabilitation des forêts ne pourront pas nécessairement être reconnues comme activités REDD+ (voir chapitre 2.2).

Un rapport du Groupe de travail informel sur le financement précoce de la REDD+ (IWG-IFR, 2009) établit un cadre d'analyse de la participation des pays au mécanisme REDD+, en trois phases. Chacune de ces phases génèrera des coûts et des avantages spécifiques. La présente étude couvre ces trois phases.

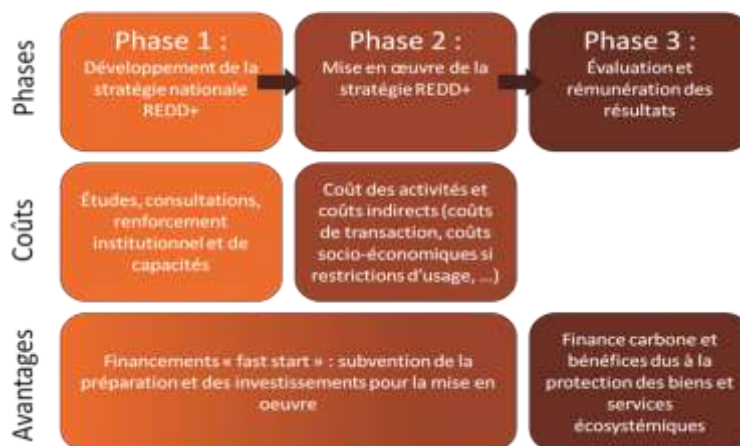


Figure 1 : Phases de la REDD+, coûts et avantages

2. Coûts de la REDD+

2.1. Coûts de développement de la stratégie nationale REDD+

L'élaboration de la stratégie REDD+ n'est pas un évènement ponctuel mais un processus. Ce processus de préparation se base sur une feuille de route, qui détaille les activités à mener pour l'élaboration d'une stratégie nationale REDD+.



Figure 2 : Détail de la phase d'élaboration de la stratégie REDD+

⁶ Mécanisme du protocole de Kyoto permettant aux pays signataires de remplir une partie de leurs engagements de limitation d'émission de GES par le développement de projets dans des pays en voie de développement

La feuille de route peut se présenter sous différentes formes mais le document de type *Readiness Preparation Proposal*⁷ (R-PP) est une feuille de route largement reconnue au niveau international, notamment par deux initiatives importantes sur la REDD+, à savoir le *Forest Carbon Partnership Facility* (FCPF) et la *United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries* (UN-REDD), tous deux présentés en **annexe X**. Cette feuille de route est d'ailleurs une étape nécessaire pour bénéficier de financements de ces deux initiatives.

Les dépenses concernent principalement des ateliers de consultation et des études, accompagnés de renforcement de capacités. Ces coûts sont financés en premier lieu par le FCPF, pour un montant fixe d'environ 200 000 \$US. Ainsi, les coûts d'élaboration d'une feuille de route peuvent être estimés à 200 000 \$US, soit environ 1,72 MDH.

La feuille de route permet d'identifier des études à mener, des capacités à renforcer, des outils à créer ou renforcer (notamment en matière de suivi des forêts et des impacts), des projets pilotes à mettre en œuvre et des options stratégiques à affiner. La mise en œuvre de la feuille de route est donc accompagnée de coûts supplémentaires. La feuille de route doit évaluer ces coûts *a priori*.

On fait ici l'évaluation de ce que pourraient être ces coûts pour le Maroc, sur la base des coûts observés dans 31 pays et leur adaptation aux spécificités marocaines (le détail des coûts observés est donné en **annexe I**). On reprend pour cela l'organisation en différentes composantes d'un R-PP.

⁷ Proposition de mesures pour l'état de préparation

Tableau 1 : Evaluation des coûts de préparation à la REDD+ pour le Maroc

Composantes et contenu	Coûts observés en milliers de \$US			CV ⁸ (%)	Situation au Maroc	Coût estimé pour le Maroc
	Moy	Min	Max			
1a : organisation institutionnelle pour la phase de préparation de la stratégie	1 383	160	5 275	78	Un point focal de la CCNUCC est en place mais aucune institution n'est désignée pour la REDD+, tout est à développer. Les compétences des institutions à mobiliser sont bonnes. Les coûts devraient être dans la moyenne, voire inférieurs.	1 à 1,5 M\$US
1b et 1c : consultation des acteurs et partage d'information pour l'élaboration de la feuille de route (1b) ⁹ et pour sa mise en œuvre (1c)	2 049	273	9 991	114	Les consultations n'ont pas démarré, tout est à faire. Les coûts dépendront de la population ¹⁰ , du niveau de complexité de l'organisation sociale du pays (les consultations doivent permettre de recueillir les opinions de tous les groupes d'acteurs) mais également de l'ambition que se fixera le pays en matière de consultation. Du fait de contraintes sociales importantes mentionnées par certains interlocuteurs, notamment dans le Rif concernant les activités de sécurisation foncière et de reboisement, on estime que le coût sera élevé.	2 à 5 M\$US
2a : état des lieux des forêts, évaluation des causes de dégradation et déforestation, de la loi forestière, des politiques sectorielles, de la gouvernance du secteur	463	30	1 835	89	Les surfaces forestières seront bientôt connues grâce à l'actualisation des cartographies en cours. La connaissance des stocks de carbone des forêts reste parcellaire, focalisée sur les essences à vocation de production de bois d'industrie. Quelques publications scientifiques existent sur d'autres types de forêts. Les facteurs de dégradation et déforestation sont connus mais la quantification de leurs impacts est inexistante (surpâturage) ou à mettre à jour (bois de feu). Les coûts de l'état des lieux devraient se situer dans la moyenne des coûts observés.	Aux alentours de 500 000 \$US
2b : élaboration de stratégies REDD+ sur la base du diagnostic établi et validation par les parties prenantes	2 327	185	8 590	85	Les stratégies de protection et restauration des forêts sont connues, documentées et mises en œuvre depuis plusieurs décennies pour certaines d'entre-elles. L'impact de certaines actions (reboisements antiérosifs, aménagement sylvo-pastoraux, sécurisation foncière, ...) est cependant à évaluer en termes d'émissions de GES. Les coûts devraient être inférieurs à la moyenne.	Moins de 500 000 \$US
2c : cadre juridique, institutionnel, financier et de gouvernance, concernant notamment le droit du carbone, le recours au fonds forestier national ou à un fonds dédié pour la mise en œuvre et les décrets à promulguer	839	76	3 375	100	Le cadre spécifique à la REDD+ est à créer entièrement mais les stratégies à mettre en œuvre bénéficient déjà d'outils juridiques. Les coûts devraient être inférieurs à la moyenne.	Moins de 900 000 \$US

⁸ Coefficient de variation des valeurs observées, calculé comme le rapport de l'écart-type (racine carrée de la moyenne des carrés des écarts à la moyenne) et de la moyenne. Il permet d'évaluer la dispersion des valeurs.

⁹ Bien que ces coûts soient intégrés dans le coût d'élaboration de la feuille de route, certains pays prévoient des coûts supplémentaires en plus de ceux de la composante 1c.

¹⁰ Les coûts observés ne sont cependant pas corrélés à la population. Les coûts à l'habitant vont de 0,01 \$US (Mexique) à 17,8 \$US (Suriname).

Composantes et contenu	Coûts observés en milliers de \$US			CV ⁸ (%)	Situation au Maroc	Coût estimé pour le Maroc
	Moy	Min	Max			
2d : prise en compte des impacts socio-environnementaux des stratégies, par l'évaluation environnementale et sociale stratégique	444	43	1 955	91	Le Maroc dispose d'outils pour la mise en œuvre d'études d'impact environnementales et sociales mais ne pratique pas d'évaluation environnementale et sociale stratégique (EESS). Le cadre de l'EESS doit donc entièrement être élaboré.	Aux alentours de 1 M\$US
3 : évaluation de l'évolution future de la situation des forêts en l'absence de stratégie REDD+ (scénario de référence), pouvant faire intervenir la modélisation	1 333	85	4 177	71	Aucune initiative n'a été identifiée dans ce sens. La modélisation de certains processus nécessitera des données actuellement non disponibles et des études, notamment dans le cas de l'évaluation des impacts du surpâturage sur les forêts.	1,5 à 4 M\$US
4a : conception d'un système national de suivi, rapportage et vérification des émissions de GES dues aux forêts (MRV, de <i>Monitoring, reporting and Verification</i>).	2 814	144	12 665	113	Le système actuel de suivi des forêts par photographies aériennes ne permet pas de mise à jour fréquente (dernier recensement complet entre 1983 et 1987, actualisation en cours depuis 2003). Le recours aux images satellite est rare. Le dernier inventaire dendrométrique a été mené entre 1992 et 1994 et n'est pas actualisé, hormis par le recueil de données dans les forêts aménagées. Le suivi de la dédensification ¹¹ des forêts, entraînera des coûts importants. Une publication (CCNUCC, 2009) permet d'évaluer les coûts de l'élaboration du système et de la réalisation d'un état des lieux pour une année à 2,2 MDH (par multiplication du coût unitaire moyen observé et de la surface des forêts marocaines).	2 à 3 M\$US
4b : conception d'un système national de suivi des impacts socio-environnementaux des stratégies mises en œuvre	416	71	1 280	84	Le système est inexistant et le HCEFLCD travaille à la mise en place d'un système d'information géographique forestier qui pourrait remplir ce rôle.	Aux alentours de 500 000 \$US
6 : cadre de suivi et évaluation	380	25	3 470	200	Ce volet sera très dépendant des autres composantes. On lui attribue ici le coût moyen observé.	Aux alentours de 400 000 \$US
TOTAL	12 451	4 349	28 911	51	La somme des coûts donne un résultat entre 10,3 et 17,2 M\$US, soit une moyenne de 13,75 M\$US, proche de la moyenne observée. Les faibles superficies de forêt, l'historique des activités de protection et réhabilitation des forêts et les compétences disponibles laissent cependant penser que les coûts seront inférieurs aux coûts moyens observés.	Inférieur à 10 M\$US.

Ces coûts intègrent les moyens humains à mobiliser pour la mise en œuvre de la feuille de route. Ainsi, on évalue le montant de cette étape à moins de 86,5 MDH (10 M\$US). Le coût de la préparation (l'élaboration de la feuille de route et sa mise en œuvre) sera donc probablement inférieur à 90 MDH.

¹¹ Synonyme de dégradation forestière (voir note de bas de page n°2)

2.2. Lien entre les stratégies actuelles et les stratégies REDD+

La REDD+ financera les résultats obtenus par la mise en œuvre de stratégies REDD+ (scénario REDD+), par rapport à la situation sans mise en œuvre des stratégies (scénario de référence).

Les interlocuteurs rencontrés à Rabat ont souligné les efforts précoces du Maroc en matière de protection et restauration de ses forêts, notamment par la réalisation de 1,2 millions ha de reboisements depuis 1949 (données transmises par H. Farnane (HCEFLCD), 2012). L'opinion des personnes rencontrées au HCEFLCD est que ces efforts doivent être valorisés et ainsi être inclus dans le scénario REDD+ et non le scénario de référence. Les stratégies mises en œuvre sont les suivantes :

- Plan directeur des aires protégées de 1996¹²
- Plan national d'aménagement des bassins versants de 1996¹³ (PNABV)
- Plan directeur de reboisement de 1997 (PDR) (MAMVA, 1997)
- Programme forestier national de 1998¹⁴
- Plan directeur pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêts de 2002 (PDPLCI) (Royaume du Maroc, 2001)
- Programme décennal du HCEFLCD 2005-2014¹⁵ (PD-HCEFLCD)
- Plan Maroc vert de 2008¹⁶
- Plan d'action national de lutte contre la désertification actualisé en 2011 (PAN-LCD) (HCEFLCD, 2011)
- Plan d'action du HCEFLCD 2012-2016¹⁷ (PA-HCEFLCD)
- Programme du gouvernement de 2012¹⁸

La question de la prise en compte des efforts précoces (fournis avant que la REDD+ ne soit opérationnelle) est discutée au sein de la CCNUCC. Les pays du bassin du Congo notamment considèrent que les efforts qu'ils ont réalisés par le passé en matière d'aménagement forestier sont bénéfiques pour le climat et revendiquent leur prise en compte dans le mécanisme REDD+ (CCNUCC, 2007).

La décision 2/CP.13 de la CCNUCC (CCNUCC, 2007b), souvent considérée comme la décision officielle de lancement de la REDD+, reconnaît que « des initiatives et des mesures visant à réduire le déboisement et à conserver et préserver les stocks forestiers de carbone dans les pays en développement sont déjà en cours » et prend acte « du fait que les démarches générales et les mesures d'incitation positives [...] devraient tenir compte des efforts » décrits dans la citation précédente.

Ainsi, cette décision reconnaît les efforts fournis avant 2007 mais ne dit pas explicitement s'ils peuvent faire l'objet de financement REDD+ « après coup ».

Les pays du bassin du Congo se satisfont pour l'instant des décisions 2.CP/13 et 1.CP/16 (CCNUCC, 2010) sur le sujet car celles-ci intègrent la notion d'ajustement du scénario de référence, c'est-à-dire qu'ils peuvent argumenter que leurs taux de déforestation et dégradation forestière vont augmenter à l'avenir du fait de leur trajectoire de développement et que leurs stratégies passées de gestion durable des forêts ne suffiront pas à les réduire. Dans ce cas, ils pourraient bénéficier de financements de la REDD+ pour financer des activités supplémentaires, malgré leurs faibles taux historiques de déforestation et dégradation forestière.

¹² Source des informations sur cette stratégie : Plan d'action du HCEFLCD 2012-2016 (voir plus loin)

¹³ Source des informations sur cette stratégie : document « Synthèse du PNABV » (52p), sans auteur ni date, transmis par A. Elmajoudi (HCEFLCD) en mars 2012

¹⁴ Source des informations sur cette stratégie : http://ma.chm-cbd.net/manag_cons/nsap_ma/pfn (visité le 05/10/2012)

¹⁵ Source des informations sur cette stratégie : document « Programme décennal » (12p) sans auteur ni date et document excel du budget pour le Plan sans auteur ni date, transmis par A. Hammoudi (HCEFLCD) en octobre 2012

¹⁶ Source des informations sur cette stratégie : HCEFLCD, 2011

¹⁷ Source des informations sur cette stratégie : document « Plan d'action du HCEFLCD 2012-2016 » (35p), sans auteur ni date, transmis par A. Hammoudi (HCEFLCD) en octobre 2012

¹⁸ Le document actualisé n'existe pas en français (confirmé par Comm. pers. A. Hammoudi (HCEFLCD), 2012)

Dans le cas du Maroc, la question du scénario de référence est donc essentielle. Si les stratégies adoptées avant décembre 2007 ne peuvent être considérées comme des activités REDD+, celles-ci font partie du scénario de référence.

Sur la base d'une analyse des stratégies détaillées dans les parties suivantes (chapitres 2.3 et 2.4), le tableau suivant identifie une répartition crédible des objectifs stratégiques marocains entre le scénario de référence du pays et ses actions REDD+ :

Tableau 2 : Hypothèses sur la prise en compte des stratégies marocaines de protection et réhabilitation des forêts dans un cadre REDD+

Stratégie	Scénario de référence	Stratégie REDD+	Commentaires
Reboisements productifs et récréatifs	Reboisement au rythme actuel (30 000 ha/an).	Reboisements plus soutenus pour l'atteinte des objectifs du PDR (50 000 ha/an).	Le rythme de reboisement est plafonné par une limite de faisabilité estimée à 50 000 ha/an pour des questions d'acceptabilité sociale (notamment des réticences face à la mise en défens). Il est possible que cette limite puisse être relevée par des activités complémentaires (participation, sécurisation foncière, développement intégré des zones périforestières).
Amélioration sylvopastorale et mise en défens	Les activités en cours ne parviennent pas à réduire la pression pastorale, ce qui entraîne une dédensification progressive des forêts.	L'équilibre pastoral est rétabli sur l'ensemble des terres surpâturées par les actions proposées dans le PAN-LCD.	Le PAN-LCD mentionne l'orientation vers la lutte contre les changements climatiques, ce qui a pu influencer le choix des objectifs.
Aménagement des bassins versants	A définir	A définir	Les données disponibles sont trop hétérogènes pour se prononcer sur les objectifs stratégiques. De plus, les données n'ont pas permis de savoir quelle proportion des aménagements des bassins versants pouvait être considérée comme de la forêt. Par conservatisme ¹⁹ , cette activité n'est pas comptabilisée.
Lutte contre les incendies	Poursuite des activités de lutte mais contraintes climatiques et démographiques plus fortes.	Renforcement du système pour un maintien de la superficie moyenne par incendie sous la barre des 6 ha, malgré les contraintes climatiques et démographiques plus fortes	L'impact des changements climatiques sur la superficie moyenne par incendie n'est pas quantifiable sur la base des données disponibles. Le scénario de référence choisi est une superficie par incendie égale à la moyenne observée sur 50 ans.
Veille sanitaire et traitement des dépérissements	Système de suivi actuel sans amélioration.	Poursuite de l'extension des activités de suivi mises en place depuis 2007, permettant de limiter l'expansion des dépérissements et d'adapter les pratiques sylvicoles.	Les résultats des activités de traitement ne sont pas encore observables sur les terrains, seules quelques années de données existent.
Sécurisation foncière	Arrêt des opérations de sécurisation foncière des terrains du domaine forestier.	Sécurisation foncière de l'ensemble du domaine forestier à l'horizon 2015.	La sécurisation foncière est une mesure d'accompagnement des activités REDD+, il n'est pas possible d'en évaluer l'impact sur la base des données existantes. On considère cependant qu'elle est nécessaire à la réussite des autres activités et son coût est pris en compte dans le scénario avec mesures REDD+

¹⁹ Le conservatisme consiste à choisir, en cas d'incertitude, les hypothèses qui minimisent les bénéfices pour le pays

Stratégie	Scénario de référence	Stratégie REDD+	Commentaires
Promotion de l'efficacité énergétique	Evolution des technologies suivant un rythme mondial d'innovation	Efforts supplémentaires pour la promotion de l'efficacité énergétique, avec pour objectif d'atteindre en 2030 une performance énergétique équivalente à celle d'aujourd'hui en Europe	L'étude Analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030 (MEMEE, 2011) évalue ces scénarios sans détailler les coûts de mise en œuvre de la stratégie
Aménagement forestier	Action sur les forêts déjà aménagées (actualisation des plans d'aménagement et travaux sylvicoles) permettant une production stable de bois d'industrie	Aménagement des forêts productives non encore couvertes (1,4 Mha), au rythme de 56 000 ha/an (PD-HCEFLCD)	L'aménagement des forêts de production est prévu par différentes stratégies, à des rythmes différents et les impacts ne sont pas documentés. Le choix d'un scénario de référence où les superficies aménagées n'augmenteraient pas nécessite de prouver qu'il existe des barrières à la mise en œuvre de ces stratégies (barrières techniques, financières, ...).
Développement des aires protégées	Pas de consolidation des programmes actuels	PA-HCEFLCD visant à mettre en place 10 parcs naturels (750 000 ha), aménager 25 aires protégées, consolider les réserves de biosphère, promouvoir l'écotourisme et de réhabiliter la faune.	Comme la sécurisation foncière, la mise en place des aires protégées a un impact positif sur la protection des forêts mais celui-ci n'est pas évaluable à partir des données disponibles.
Intensification agricole	Pas de programme d'intensification agricole	Intensification suivant le Plan Maroc vert	Les effets de l'intensification sur la forêt peuvent être positifs (moins de surface défrichées) ou négatifs (agriculture plus rentable entraînant le défrichement). Généralement, dans le cas des pays africains, l'intensification agricole n'entraîne pas de défrichements supplémentaires car le capital reste un facteur limitant. Le Plan Maroc Vert risque cependant de créer une pression supplémentaire sur les terres forestières en encourageant l'achat de terres par des crédits d'impôts. L'impact positif du PMV sur la réduction de la déforestation n'est donc pas garanti.

2.3. Coût et efficacité de quelques stratégies REDD+ potentielles

Le coût et l'efficacité d'une stratégie REDD+ sont définis par rapport au scénario de référence. Celui-ci est à construire sur la base de la connaissance des émissions et absorptions de GES passées. Dans le cas du Maroc, les données sur l'évolution des surfaces de forêt et des densités de carbone dans ces forêts sont peu fiables. Certaines sont présentées en [annexe II](#).

Deux approches sont ensuite possibles :

- Le pays peut argumenter que les évolutions passées se maintiendront à l'avenir et faire une projection des tendances des émissions et absorptions passées pour établir son scénario de référence. L'exercice réalisé avec les données du Maroc conduit à estimer les émissions nettes (émissions – absorptions) à hauteur de 4,19 MtCO₂e/an entre les années 2005 et 2010 (détail en [annexe II](#)). Ainsi, par projection de ce taux, les émissions cumulées de 2012 à 2030 seraient de 75,4 MtCO₂e.
- Ces évolutions passées peuvent être ajustées pour prendre en compte l'évolution des causes de déforestation et dégradation forestière. La modélisation peut alors être mise à contribution, intégrant des liens de causes à effets.

Seule la seconde approche permet d'évaluer l'impact des stratégies sur les émissions et absorptions de GES, la première approche n'ayant aucune valeur explicative quant aux processus en jeu. L'approche de modélisation nécessite de disposer d'informations quantitatives sur les causes de déforestation et dégradation et sur leurs effets.

D'après le PAN-LCD (HCEFLCD, 2011), les causes de la désertification (intégrant les causes de déforestation et dégradation des forêts) et ses manifestations ne sont pas spatialisées et les degrés de dégradation attachés à chacune de ces causes n'ont pas été évalués. L'exercice serait à mener pour évaluer le potentiel REDD+ du pays.

Les quatre chapitres qui suivent résument les analyses menées sur les stratégies pour lesquelles les données disponibles étaient suffisantes. Afin de faciliter la lecture du document, les principales hypothèses et principaux résultats sont présentés et des renvois sont faits vers des analyses et calculs détaillés placés en annexe.

2.3.1. Réduction des pressions de surpâturage

Le surpâturage est présenté comme un facteur majeur de dégradation des écosystèmes forestiers au Maroc (Merlo et Croitoru, 2005 ; MAMVA, 1997).

Pendant les années de sécheresse et en période de soudure, les forêts constituent la principale voire l'unique source d'aliments des troupeaux (bovins et équins mais surtout ovins et caprins²⁰) de l'élevage extensif. Les conséquences de cette situation sont la dégradation²¹ des forêts (difficulté d'installation de la régénération naturelle, affaiblissement physiologique des peuplements par l'écimage et l'ébranchage), la perte de biodiversité et l'accélération de l'érosion.

Le problème est renforcé par l'évolution des systèmes pastoraux traditionnels vers des systèmes agro-pastoraux. Cette évolution favorise l'extension des zones de cultures sur les prairies. Chaque année près de 65 000 ha seraient ainsi pris sur les meilleures terres de pâturage (HCEFLCD, 2011). Les éleveurs se tournent donc de plus en plus vers les forêts.

La quantification du surpâturage est appréciée par le coefficient de surpâturage (CS), lui-même égal au rapport entre la charge animale réelle (nombre d'unités de bétail par ha) et la charge d'équilibre (nombre d'unités de bétail pour une consommation complète de la production fourragère). Le lien entre ce coefficient de surpâturage et la dégradation forestière n'est pas documenté.

Pour les besoins de cette étude, la quantification de la pression de surpâturage sur les forêts a été réalisée suivant l'approche suivante (le détail est donné en [annexe III](#)) :

²⁰ Les camelins ne représentent en moyenne que 1,4% du cheptel (en UGB, d'après FAOSTAT, 2012) mais pèsent lourdement sur l'arganeraie (Comm. pers. A. Aafi (CRF), 2012).

²¹ Dans le sens de dédensification

- Vectorisation d'une carte des coefficients de surpâturage en 3 classes (pression excessive pour $CS \geq 5$, pression forte pour $2 \leq CS \leq 5$, pression faible pour $1 \leq CS \leq 2$).
- Traitement de données du système Globcover sur l'utilisation des terres, afin de cartographier les terres forestières.
- Ajustement de ces données pour assurer la cohérence avec la surface de forêt évaluée par le rapport national du Maroc (FAO, 2009) pour l'évaluation des ressources forestières mondiales réalisé par la FAO (FRA 2010). En effet, les données de Globcover ont une unité cartographique de 9 ha, ce qui ne permet pas de détecter toutes les forêts.
- Croisement des deux cartes (CS et couverture forestière) pour connaître les superficies de forêt surpâturées. Ainsi, on estime que la superficie forestière surpâturée est de 2 515 454 ha soit 43,7 % de la superficie totale de forêt.
- Evaluation de la dégradation des forêts. Faute de données sur les quantités de semis et plantules consommée, deux hypothèses ont été faites : (i) Hypothèse haute : il y a absence de régénération pour $CS \geq 1$, et (ii) Hypothèse basse : il y a absence de régénération pour $CS \geq 2$. Les forêts se dégradent donc par mortalité naturelle, estimée à 1% par an.

Ainsi, grâce aux données sur les stocks de carbone en forêt (265,9 tCO₂e/ha d'après FAO, 2009), on évalue les émissions dues à la dégradation des forêts pour une hypothèse de cheptel constant dans le temps (hypothèse argumentée en **annexe III**).

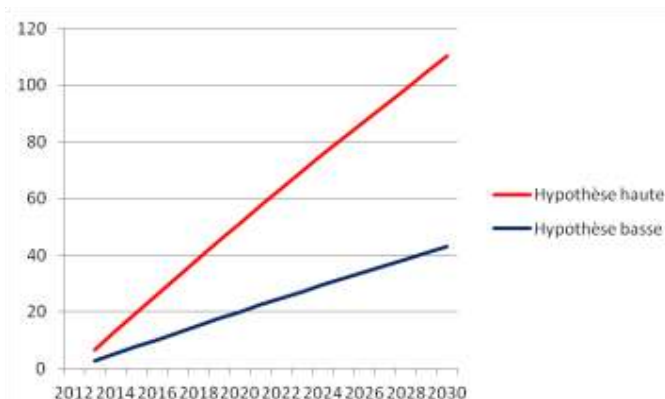


Figure 3 : Émissions cumulées dues à la dégradation des forêts par surpâturage, en MtCO₂e

Les émissions attendues atteignent respectivement 42,9 et 110,2 MtCO₂e en 2030. L'analyse est à affiner en prenant en compte les espèces forestières concernées, leur disponibilité pour les animaux au cours de l'année, l'impact du broutage sur leur survie, etc.

La principale stratégie ciblant directement le surpâturage est la stratégie de développement des parcours (1995-2020)²². En place depuis plus de 15 ans, on considère que ses effets font partie du scénario de référence.

La stratégie la plus récente est celle du PAN-LCD (HCEFLCD, 2011) (les autres stratégies sont présentées en **annexe IV**), ciblant le rétablissement de l'équilibre pastoral sur l'ensemble des terres surpâturées (5,25 Mha, dont les forêts), avec les activités suivantes :

- la mise en repos avec indemnisation de 50 % de la surface, pour un coût de 500 DH/ha²³.
- des travaux du sol avec enrichissement de la flore sur 30% de la surface pour un coût de 2 500 DH/ha,
- la plantation d'arbustes fourragers sur 15 % de la surface soit 78 750 ha/an pour 4 500 DH/ha. Notons que le rythme actuel de reboisement (tous types confondus) est de l'ordre de 40 000 ha/an. L'objectif affiché semble donc très ambitieux, à moins que les densités de plantation soient réduites.

²² Une nouvelle stratégie sur les parcours est en cours de préparation par le Département de l'agriculture. Le HCEFLCD prévoit de procéder, dans un proche avenir, à l'élaboration d'une stratégie sylvopastorale.

²³ Les coûts actuels de la compensation sont de 350 DH/ha pour l'arganeraie et 250 DH/ha pour les autres forêts. Le PAN-LCD ne précise pas les raisons de l'augmentation de ce coût.

- la création de réserves semencières clôturées sur 5% de la surface pour 1500 DH/ha.

Ainsi, pour un coût total de 9 187,5 MDH, la stratégie vise à stopper la dégradation des forêts par surpâturage à l'horizon 2022. On fait l'hypothèse que les coûts annuels (918,8 MDH) resteront les mêmes pour maintenir l'état des parcours après 2022. On considère que les coûts du scénario de référence sont :

- 12,7 MDH/an pour la mise en défens (le PD-HCEFLCD vise la mise en défens de 50 314 ha/an pour 252,6 DH/ha)
- 8,6 % du montant du PDR pour les reboisements d'amélioration sylvopastorale (les aménagements sylvopastoraux représentent 8,6% des objectifs en surface sur 1997-2007, voir chapitre 2.3.4) soit 62,8 MDH/an.

Le surcoût de la stratégie est donc de 843,3 MDH/an.

En reprenant les émissions attendues (respectivement 42,9 et 110,2 MtCO₂e en 2030) et en considérant qu'elles sont intégralement évitées, la réduction d'émission moyenne est estimée entre 2 385 768 et 6 120 252 tCO₂e/an sur la période 2013-2030, soit un coût d'abattement compris entre 138 et 353 DH/tCO₂e. On peut également espérer une augmentation des absorptions de carbone des forêts déjà dégradée, non estimé ici par manque de données sur l'état actuel de dégradation des forêts.

2.3.2. Réduction des prélèvements de bois énergie

Les prélèvements de bois de feu qui excèdent l'accroissement forestier entraînent une dégradation (dédensification) des forêts et sont avec le surpâturage le principal facteur de dégradation des forêts (MAMVA, 1997). Les consommations de bois de feu sont peu connues, la grande majorité étant informelles (Roller et al., 2007 ; Berdai, 2007).

La seule étude exhaustive sur les consommations de biomasse dont nous avons eu connaissance a été financée entre 1992 et 1994 par la Banque mondiale²⁴. Les consommations y sont estimées à 11 303 257 tonnes de matière sèche (tms), dont :

- 11,3% (1 273 801 tms) en milieu urbain, à 70 % pour le secteur tertiaire (ADS, 2008, d'après CDER, GTZ et MEM, 1998) essentiellement par les établissements socio-économiques tels que les hammams, les fours à pain collectifs traditionnels et les fours de poteries (Berdai, 2007 ; Senhagi, 2003) et à 30 % pour les ménages. 70% de cette biomasse est du bois en provenance des forêts (Banque mondiale, 1994).
- 88,7% (10 029 465 tms) en milieu rural. L'utilisation de biomasse en zone rurale est limitée à la cuisson des aliments, le chauffage de l'eau, le chauffage des locaux et la cuisson du pain (CDER, 2006 dans Berdai, 2007). L'étude de 1994 précise que les provenances sont les forêts (50,6%), les fruitiers (19,1%) et les terres agricoles (30,2%).

Ainsi, 53% de la consommation totale de bois énergie est issue de forêts. Ces données sont les plus fréquemment citées. D'autres estimations sont avancées, sans que les modes d'estimation soient précisés : 11 981 000 tms en 1999 dont 1 500 000 tms de bois pour la production de 250 000 tonnes de charbon (ADS, 2005)²⁵, 8 600 000 tms en 1999 (MATUHE, 2001), 9 604 474 tms en 2000 (MEMEE, 2011)²⁶.

Une évaluation a été faite par le Centre de développement des énergies renouvelables (CDER, devenu l'Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique – Aderee en 2010) sur 5 régions. La généralisation de ces données au Maroc nécessiterait de disposer de plus d'informations sur les limites et la représentativité des zones choisies, ainsi que des données démographiques désagrégées. Berdai (2007) estime cependant que ces résultats confortent ceux élaborés en 1994. Les consommations par habitant seraient donc restées les mêmes.

²⁴ Document cité dans Libération, 2009. Cette étude sera citée : Banque mondiale, 1994.

²⁵ Le document cite « Etude des possibilités d'atténuation des émissions des gaz à effet de serre- Analyse sectorielle des émissions des GES : Etude MATUHE –Dépt Environnement (2001) ». Référence non trouvée.

²⁶ 3,01 Mtep en bois et 0,143 Mtep en charbon, avec des facteurs de conversion respectifs de 0,358 tep/tms et 0,717 tep/tms issus du même document, ainsi qu'une hypothèse de rendement massique de carbonisation à 16,7% (Cf au dessus : 1,5 Mt de bois donnent 0,25 Mt de charbon)

L'évolution des consommations de bois énergie va dépendre de plusieurs facteurs. Ceux-ci sont analysés en **annexe V**. On rappelle ici les conclusions de cette analyse :

- l'évolution démographique est caractérisée par une augmentation de la population totale mais une stagnation voire une diminution de la population rurale, qui consomme 88,7% du bois énergie.
- les caractéristiques et le mode de vie des ménages, notamment la recherche de confort, vont augmenter les besoins en énergie par habitant.
- la promotion du gaz butane réduira de manière importante les consommations de bois énergie pour la cuisson.
- les impacts des changements d'habitudes permis par l'électrification rurale, achevée, sont évalués comme faibles.
- l'impact des solutions basées sur l'énergie solaire est également estimé comme faible car touchera peu les ruraux, principaux consommateurs de bois énergie.
- l'efficacité énergétique peut être un levier intéressant.

Ces facteurs sont pris en compte dans l'étude *Analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030* (MEMEE, 2011). Sur la base des hypothèses faites, présentées en **annexe V**, des projections de consommation de bois énergie (charbon compris) sont construites.

Le document considère notamment deux scénarios sur l'efficacité énergétique : (i) un scénario « laisser faire » - BLF, correspondant à des innovations au rythme mondial et (ii) un scénario « maîtrise de l'énergie » - BME, correspondant à la mise en œuvre de technologies spécifiques permettant d'atteindre en 2030 une performance énergétique équivalente à celle d'aujourd'hui en Europe.

Ces projections permettent d'évaluer les prélèvements de bois énergie en forêt (hypothèses de calcul en fin d'**annexe V**) :

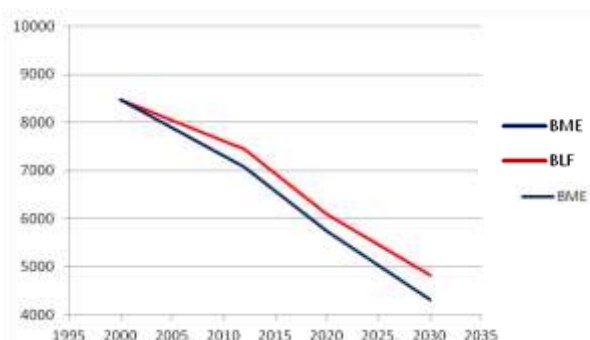


Figure 4 : Projection des prélèvements de bois énergie en forêt en milliers de m3 (d'après MEMEE, 2011)

On anticipe ainsi une baisse importante des prélèvements en forêts, avec ou sans promotion de l'efficacité énergétique, principalement due à la diffusion du gaz butane. Ces résultats vont à l'encontre du PDR (MAMVA, 1997), d'après lequel il existe des prévisions d'augmentation de la consommation de bois de feu et charbon de bois de près de 50% avant 2030 si aucune mesure de réduction des besoins n'est engagée.

Les projections dans le cadre du scénario BLF peuvent faire office de scénario de référence concernant les consommations de bois de feu. Elles y sont de 4,822 Mm3 en 2030. Le coût des actions à mettre en œuvre pour atteindre le scénario BME (4,317 Mm3 en 2030) n'est pas précisé.

On note ainsi qu'il existe un potentiel de réduction des consommations de bois énergie atteignant 10,5 % en 30 ans, sans pouvoir en préciser le coût. Les volumes prélevés dans les deux scénarios restent supérieurs à la production durable de la forêt en bois de feu, estimée à 3 Mm3 (HCEFLCD, 2011). Ainsi, la réduction des consommations par la promotion de l'efficacité énergétique permet bien d'éviter une dégradation des forêts (à la différence d'une situation où le bois serait produit de manière durable et où la réduction des consommations n'aurait pas d'impact sur le climat).

La simulation envisage des changements de pratiques dès 2001. Les gains sont en moyenne de 3,47 % de la consommation du scénario BFL sur 18 ans (2001-2018). Dans le cas du scénario de référence REDD+, on reporte ces gains à après 2012 sur 18 ans (2013-2030). Sur cette base, la promotion de l'efficacité énergétique permet d'éviter la consommation de 207 149 Mm3/an de bois énergie, équivalent à l'évitement de l'émission de 227

855 tCO₂e/an (détail du calcul en [annexe V](#)). Malheureusement, le coût d'abattement correspondant n'est pas estimable, étant donné l'absence d'estimation des coûts de mise en œuvre du scénario de maîtrise de l'énergie par le MEMEE. Enfin, au regard des consommations actuelles, les réductions de consommation sont faibles.

2.3.3. Lutte contre les incendies de forêt

Les surfaces touchées par les incendies depuis les années 60 ont pu être recueillies auprès de la Direction de la lutte contre la désertification et la protection de la nature (DLCDPN) du HCEFLCD :

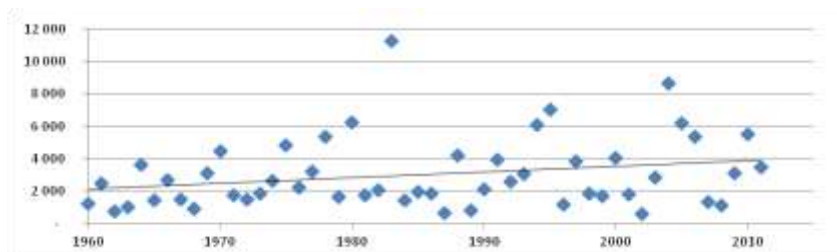


Figure 5 : Evolution des superficies de forêts incendiées de 1960 à 2010 (d'après des données transmises par la DDF)

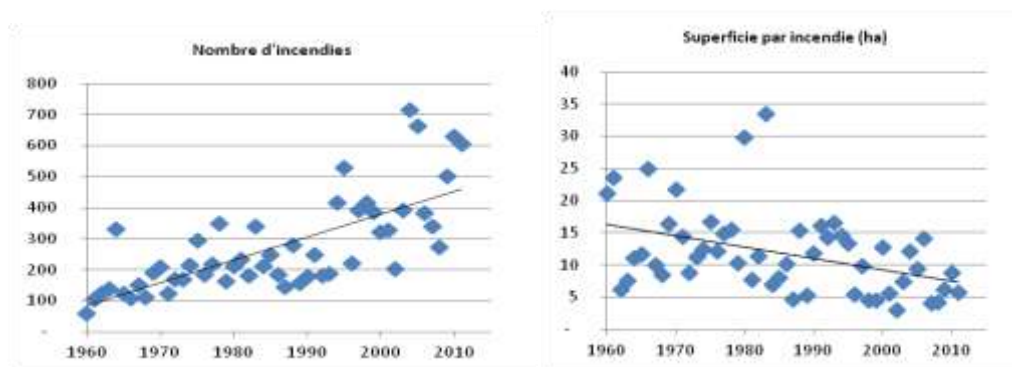


Figure 6 : Evolution du nombre d'incendies et de la superficie moyenne par incendies (ha) de 1960 à 2010

La superficie moyenne annuelle augmente faiblement. Cependant, si le nombre de départ d'incendies est en forte augmentation, la superficie moyenne par incendie diminue. La diminution des surfaces incendiées peut s'expliquer par les politiques de lutte contre les incendies, la dernière étant le Plan directeur pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêt (PDPLCI) (Royaume du Maroc, 2001). Celui-ci définit les mesures d'action suivantes :

- Prévention : annuellement et avant les périodes d'incendies, des mesures préventives sont prises. Elles incluent la sensibilisation de la population, le recrutement de guetteurs, l'organisation d'une permanence, l'enlèvement du sous bois mort, le nettoyage des tranchées pare-feu, du désherbage, débroussaillage et élagage dans les zones à risque, la réhabilitation de pistes, l'élaboration d'un bulletin d'information sur les risques météorologiques, etc. La cartographie des risques par le croisement de cartes statiques (aménagements, végétation, ...) et dynamiques (prévisions météorologiques climatiques) permet des prévisions à un jour et le pré-positionnement des équipes de première intervention.
- Alerte : gardiens des postes vigies, permanence sur le terrain et au niveau central, gardiens des périmètres de reboisement, etc.
- Lutte : grâce à des véhicules d'intervention terrestres et aériens.

Le coût de ce programme a été évalué à 2 230 MDH d'investissements sur 10 ans et 271 MDH/an de fonctionnement. Le PA-HCEFLCD (2012-2016) prévoit de poursuivre et améliorer ces actions, nécessitant une enveloppe budgétaire de 260 MDH, soit 52 MDH/an. L'objectif pour les cinq années à venir, est de maintenir la moyenne de la superficie parcourue par incendie au-dessous de 6 ha. Le budget prévu dans le PD-HCEFLCD (2005-2014) est de 119 053 340 DH.

D'après le PDPLCI, 10% des incendies sont dus à des actes volontaires pour l'appropriation foncière, 40% à des imprudences et 50% ont une origine inconnue. Etant donné les fortes incertitudes sur les causes, les services concernés n'ont pas d'explication sur les raisons de l'augmentation du nombre d'incendies.

On peut penser qu'interviennent :

- La croissance démographique, entraînant une augmentation de la fréquentation des forêts et donc le nombre d'incendies dus à des imprudences. En intensifiant la pression foncière, elle peut également encourager les incendies volontaires. FAOSTAT (2012) évalue à 0,87% par an la croissance démographique de 2010 à 2030. On peut donc anticiper une augmentation des départs d'incendies.
- Les changements climatiques. Les évolutions attendues dans ce domaine sont présentées en **annexe VI**. Ces évolutions favoriseront également les départs et l'expansion des feux.

Pour estimer le potentiel REDD+ de la lutte contre les feux de forêts, on fait les hypothèses suivantes :

- Dans le scénario de référence comme dans le scénario REDD+, le nombre de départ d'incendies augmente comme par le passé (7,35 incendies supplémentaires chaque année). Le système mis en place limite en effet difficilement ces départs, si ce n'est par la sensibilisation.
- Dans le scénario de référence, la superficie moyenne par incendie est de 12 ha, soit la moyenne observée sur 50 ans. Le coût du système mis en place reste le même, c'est-à-dire 271 MDH/an.
- Dans le scénario de projet, la superficie moyenne par incendie est de 6 ha et le surcoût pour l'amélioration du système est de 52 MDH/an pour les actions directes de prévention et interventions (d'après le PA-HCEFLCD), auxquels doivent être ajoutés 30 MDH/an pour les opérations sylvicoles, ainsi que l'ouverture, la réhabilitation et l'entretien de pistes forestières (Comm. pers. S. Assali (SPF), 2012). Le total de 82 MDH/an est un minimum, n'intégrant pas certains coûts (Comm. pers. S. Assali, (SPF), 2012).

Le PDPLCI permet d'estimer que 86 % des surfaces touchées sont des forêts, le reste étant représenté par la classe « Alfa²⁷ et divers ». Ne sachant pas ce que contient la classe « divers » et par conservatisme, on ne considère que 86% des surfaces.

On utilise la méthode de calcul recommandée par les lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006), reproduite en **annexe VII**, pour calculer les émissions dans ces deux scénarios :

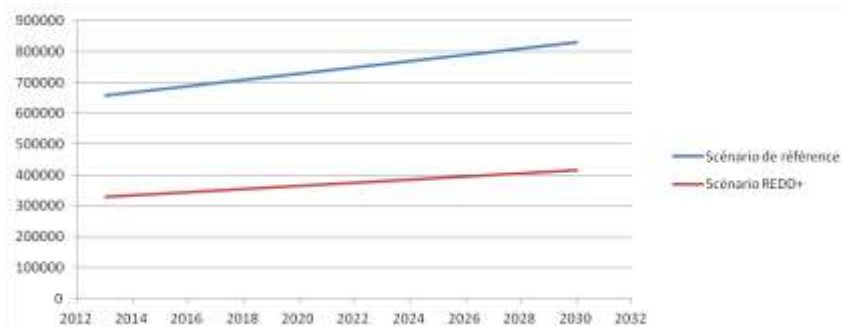


Figure 7 : Emissions dues aux incendies en tCO2e/an, pour le scénario de référence et le scénario REDD+

Le gain est en moyenne de 372 000 tCO2e/an, pour une superficie totale « non brûlée » de 58 078 ha à l'horizon 2030. Le coût d'abattement correspondant est de 220 DH/tCO2e.

Cette estimation se base cependant sur des hypothèses fortes. On néglige notamment la régénération naturelle qui suit le passage de l'incendie. En effet, les incendies n'empêchent pas nécessairement la régénération et peuvent même la favoriser, dans le cas du pin par exemple, notamment le pin d'Alep, par les processus suivants : (i) ouverture des cônes et projection des graines, levée de dormance par la chaleur, (iii) élimination de la concurrence, (iv) disponibilité d'éléments fertilisants (nitrification de l'azote plus importante).

²⁷ L'alfa est une herbacée vivace formant les nappes alfatières

Cependant, le couvert forestier, arboré et arbustif marocain est dans l'ensemble constitué d'essences à croissance lente, de productivités faibles et à régénération difficile (HCEFLCD, 2011)²⁸.

La période de l'année pendant laquelle a lieu l'incendie, son intensité et l'état de maturité du peuplement interviennent également.

La dégradation réelle due aux feux de forêts est probablement inférieure à celle calculée ici et les bénéfices de la lutte contre les incendies doivent l'être également.

2.3.4. Boissements

Le cadre principal du boisement au Maroc est le Plan directeur de reboisement - PDR (MAMVA, 1997), fixant l'objectif de reboiser 500 000 ha entre 1997 et 2007. Le budget nécessaire a été estimé à 730 MDH/an, soit 14 600 DH/ha reboisé. Ce chiffre intègre le reboisement (73,6 %), l'équipement (1,9 %), les mesures d'accompagnement (17,7 %), le personnel et les moyens mis en œuvre (4,1 %), les pépinières et autres appuis extérieurs (1,6 %), la recherche et la formation (0,7 %) ainsi que le suivi, l'évaluation et la communication (0,4 %).

L'objectif à plus long terme est le reboisement entre 1997 et 2027 de 1,5 millions ha. Les objectifs sont répartis en 4 types de reboisement : production, protection, sylvopastoral, récréatif.

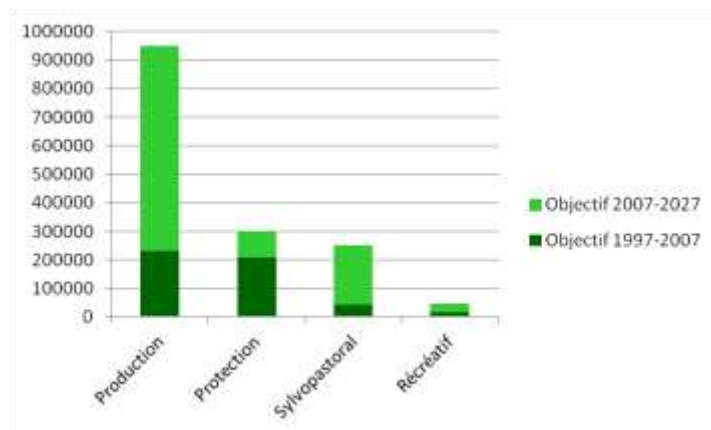


Figure 8 : Objectifs en ha du Plan directeur de reboisement par type de reboisement pour 1997-2007 et 2007-2027

Les statistiques de la DDF concernant les reboisements montrent que le rythme de reboisement sur la période 1997-2010 a été de 29 448 ha en moyenne, pour une superficie totale reboisée de 412 268 ha. On peut donc estimer que l'objectif fixé pour 2007 sera atteint au plus tard en 2013.

Le PD-HCEFLCD estime les superficies de reboisement à 560 000 ha en 2004 et le PA-HCEFLCD les estime à 627 000 ha en 2010. L'augmentation correspondante est de 11 167 ha/an. Les données du rapport national du Maroc pour le FRA 2010 (FAO, 2009) montrent quant à elles une augmentation moyenne de 7 150 ha par an sur la période 1990-2010. Les données de la DDF montrent que les rythmes moyens de reboisement étaient respectivement de 31 923 ha/an et 26 608 ha/an sur les périodes 1990-2010 et 2004-2010.

Ces différences entre les données sur le reboisement et celles sur les changements de surfaces de plantations s'expliquent par des échecs (40% entre 1970 et 1997 d'après MAMVA, 1997) et d'activités présentées comme des reboisements mais étant des activités d'amélioration de surfaces existantes (régénération, densification) ou la plantation d'arbres ne donnant pas de forêts (alignements pour la protection des sols, plantation éparse d'arbres fourragers pour l'amélioration sylvopastorale, etc.).

En effet, la FAO définit les forêts comme des terres occupant une superficie de plus de 4 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à deux mètres et un couvert arboré de plus de dix pour cent

²⁸ Les incendies peuvent également contribuer à l'élimination des insectes et des champignons (Comm. pers. A. Aafi (CRF), 2012).

(FAO, 2009). Le Maroc a fixé dans le cadre du MDP d'autres seuils : plus de 1 ha, 2 m de hauteur et 25 % de couvert forestier. Ces définitions ne s'appliqueront pas nécessairement à la REDD+²⁹.

Les définitions de chacun des types de reboisement ne sont pas données dans les stratégies, ce qui ne permet pas d'identifier lesquels permettent la création de nouvelles forêts.

Le PAN-LCD propose de renforcer la cadence de la régénération des forêts naturelles pour atteindre une surface de l'ordre de 10 000 ha/an et d'accélérer le rythme des reboisements pour atteindre une surface de l'ordre de 40 000 ha/an à l'échelle nationale. Le rythme maximal de reboisement a été atteint pendant la campagne 2010-2011 avec 42 058 ha plantés d'après les données la DDF (*a priori* incluant de la régénération de forêts existantes).

Seulement, le PAN-LCD intègre en plus de ces objectifs des objectifs spécifiques sur la protection contre l'érosion et les aménagements sylvopastoraux, sans proposer de synthèse des reboisements par types. Il est difficile alors de comprendre si les objectifs s'additionnent ou se recoupent.

Afin d'anticiper l'évolution des activités de reboisement, on les distingue en fonction des objectifs visés : lutte contre l'érosion, aménagements sylvopastoraux, reboisements récréatifs ou boisements de production.

- Le **Plan national d'aménagement des bassins versants** (1996-2015) traite des boisements de protection, incluant des reboisements classiques (parfois sous forme d'alignements), des plantations de fruitiers sur terrassements et des pratiques d'amélioration sylvopastorales.

Sur la base d'une analyse placée en annexe VIII, on conclue que la répartition des objectifs entre ces différents types de boisements n'est pas précisée et que l'éligibilité des reboisements antiérosifs dans le mécanisme REDD+ semble compromise, d'autant que le PDR mentionne essentiellement des rideaux linéaires et plantations d'alignement en ce qui concerne les forêts de protection. On fait l'hypothèse conservatrice de ne pas inclure ces boisements dans les activités REDD+. En plus de leur rôle de puits de carbone, ces boisements ont un impact majeur sur la diminution de l'érosion et donc des émissions de gaz à effet de serre dus à la dégradation des stocks de carbone du sol. La question de l'éligibilité de ces actions est donc cruciale.

- La **stratégie de développement des parcours** (1995-2020) intègre la réhabilitation des parcours par des actions de reboisement. L'analyse des objectifs en matière d'aménagements sylvopastoraux est traitée en annexe IV.

De la même façon que pour la lutte antiérosive, les données disponibles ne permettent pas de se prononcer sur l'éligibilité des pratiques d'aménagement sylvopastoral en tant qu'activités de reboisement au sens des standards internationaux, notamment du fait que la couverture des arbres pourrait se situer en dessous du seuil minimal choisi. Ces activités ne sont pas traitées comme des puits de carbone. Elles sont cependant analysées en tant qu'activités de lutte contre la dégradation des forêts dans le chapitre 2.3.1.

Les boisements considérés comme puits de carbone sont donc uniquement de boisements de production, de récréation et de lutte contre l'érosion éolienne.

En effet, ces derniers sont parfois considérés comme de la forêt (Comm. pers. M. Ghanam (DLCDPN), 2012). Aucune donnée n'a pu être recueillie sur les caractéristiques des boisements de lutte contre l'érosion éolienne (surfaces unitaires, taux de couverture et hauteur des arbres). Pour ces boisements, on estime que le scénario de référence est le reboisement de 300 ha/an à 65 000 DH/ha et le scénario REDD+ le reboisement de 800 ha/an au même coût (analyse en annexe VIII).

Pour les boisements productifs et récréatifs, on se base sur :

- les proportions de reboisements productifs et récréatifs à mettre en place par rapport à l'ensemble des reboisements. Ces proportions sont fixées par le PDR à 61,5 % pour les forêts de production et 2,9 % pour les forêts récréatives pour la période 2007-2027.
- des hypothèses sur les objectifs en termes de superficie totale de reboisement, toutes fonctions confondues. Pour cette étude, on fait ici l'hypothèse que le scénario de référence est le reboisement

²⁹ La CCNUCC fixe cependant dans le cadre du MDP des seuils maximaux et minimaux entre lesquels les pays choisissent leur définition (surface minimale entre 0,05 et 1 ha, hauteur minimale entre 2 et 5 m, couverture minimale entre 10 et 30 %). Il est très probable que ces seuils s'appliqueront à la REDD+.

toutes fonctions confondues de 30 000 ha/an (rythme moyen 1997-2010) et que le scénario REDD+ est le reboisement de 50 000 ha/an (limite de faisabilité identifiée par une étude pour le PDR (Comm. pers. H. Farnane (DDF), 2012)). D'autres scénarios peuvent être envisagés mais n'ont pas été retenus car jugés moins pertinents en première approche. Ils sont présentés en **annexe IX**.

- un taux de réussite fixé à 70 %. On estime en effet que les leçons apprises permettront d'améliorer les reboisements par rapport à la période 1970-1977, sans pour autant qu'un taux de réussite de 100% soit envisageable. Le choix d'un taux de 70 % est arbitraire (il a été revu suite à des discussions avec le HCEFLCD au cours de la présentation d'une version provisoire du présent rapport).

Enfin, concernant les coûts de reboisement, ne connaissant pas l'utilisation réelle du budget prévisionnel du PDR pour la réalisation des 30 000 ha/an, on considère que l'ensemble des 730 MDH sont annuellement consommés et que le coût initialement estimé à 14 600 DH/ha (730 MDH/an pour 50 000 ha/an) est relevé à 24 333 DH/ha (730 MDH/an pour 30 000 ha/an).

Le coût de la stratégie est donc de 313,4 MDH/an, pour 12 880 ha/an de reboisements productifs et récréatifs supplémentaires $(50\,000 - 30\,000) \times (61,5\% + 2,9\%)$ et de 32,5 MDH/an pour 500 ha/an supplémentaires de reboisements pour la lutte contre l'érosion éolienne, soit un total de 345,9 MDH/an.

Avec un taux de réussite de 70%, l'augmentation en surface de forêt est de 9 366 ha. Pour des reboisements effectués entre 2013 et 2030, on estime ainsi (calcul détaillé en **annexe IX**) que le bénéfice est de 1 547 430 tCO₂e/an, bien que ces résultats varient annuellement sur 48 ans (18 ans de plantation et 30 ans avant que la dernière plantation atteigne son stock maximal).

Au-delà de leur rôle de puits de carbone, les boisements de production peuvent fournir une production supplémentaire de bois de feu, réduisant ainsi les quantités prélevées de manière non durable. On considère que seuls les boisements productifs fournissent ce bois. Dans la réalité, les boisements de protection et aménagements sylvopastoraux doivent jouer un rôle, non quantifiable par manque d'information sur ces aménagements.

La production supplémentaire due à la stratégie REDD+ est estimée à 80 590 m³/an (détail de l'approche en **annexe IX**). Au regard des consommations de bois de feu issu des forêts estimées à plus de 10 Mm³/an, ces résultats sont faibles. Ils permettront d'éviter l'émission de 88 649 tCO₂e/an.

L'impact total des reboisements est donc estimé à 1 636 078 tCO₂e/an. Le coût d'abattement correspondant est donc de 211 DH/tCO₂e.

Les caractéristiques des aménagements sylvopastoraux et des aménagements de protections seraient à connaître afin d'évaluer l'éligibilité de ces pratiques à la REDD+, d'autant plus qu'elles permettent de générer d'important cobénéfices sociaux et environnementaux (voir chapitre 3.3).

2.4. Autres stratégies d'intérêt

2.4.1. Santé des forêts

Les dépérissements font intervenir des facteurs de prédisposition (climat, sol, potentiel génétique, sylviculture), de déclenchement (sécheresse, insectes défoliateurs, scolytes) et d'aggravation (xylophages, champignons de faiblesse, pourridiés, chancre) (FAO, 2008).

Au Maroc, les pressions sur les forêts (surpâturage, incendies, prélèvement excessifs, ...) fragilisent les peuplements et favorisent les dépérissements (HCEFLCD, 2012).

Des sécheresses périodiques (voir **annexe VI**) ont accentué ces effets et les dernières années ont vu l'accroissement d'attaques parasitaires, notamment de défoliateurs (*Thaumetopia pityocampa* sur les pins et le cèdre, *Lymantria dispar* sur le chêne-liège et *Phoracantha* sur l'eucalyptus) et de champignons pathogènes, par exemple *Hypoxylon* sur le chêne-liège (HCEFLCD, 2012). Une vague de dépérissements a notamment été observée de 2001 à 2003 (Comm. pers. T. Aadel (DLCDPN), 2012).

Depuis 2007, un système de suivi et de veille est en place au Maroc. Il est constitué de trois niveaux complémentaires :

- Un réseau systématique de placettes de 20 arbres sur un maillage de 8km x 8km. Des données sont relevées sur les pressions anthropiques, climatiques et biotiques (émondage, mortalité de branches, déficit foliaire, dessèchement, coloration anormale, consommation de feuilles, xylophage, ...).
- Un réseau de veille phytosanitaire, lequel est généralisé sur tous les forêts ou des fiches standardisées sont remplies par les agents de terrain à chaque constatation d'un dysfonctionnement phytosanitaire en forêts.
- Un suivi spécifique est effectué sur des zones où des dépérissements ou attaques sont identifiés ou sur des zones sensibles, comme les cédraies du moyen Atlas, la subéraie de la Maamora ou des plantations d'eucalyptus touchées par un parasite introduit en 2009 par des importations de bois (Psylle à gomme).

Actuellement, 380 placettes sont installées à l'échelle nationale, couvrant presque la moitié nord du pays (Comm. pers S. Assali (SPF), 2012).

Des données sont disponibles depuis 2001, estimant des surfaces de dépérissement (évaluées comme le produit des surfaces touchées par le dépérissement et du pourcentage des arbres touchés). Elles ne montrent aucune tendance claire :

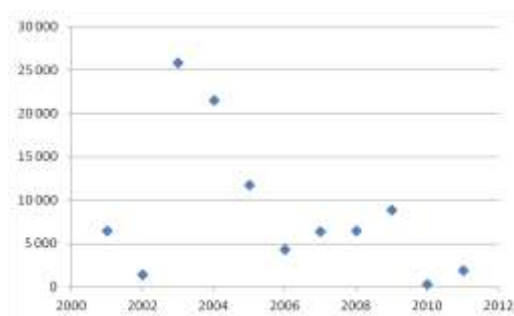


Figure 9 : Surfaces estimées des dépérissements en ha de 2001 à 2011 (données de la DLCDPN)

De plus, il semble que les observations d'une année peuvent inclure des dépérissements ayant eu lieu les années précédentes ou à l'inverse omettre des dépérissements de l'année considérée (Comm. pers. T. Aadel (DLCDPN), 2012).

Les observations sur les dépérissements peuvent conduire à l'adaptation des pratiques de sylviculture (ex : Guide de sylviculture des cédraies dépérissantes à l'usage des gestionnaires, HCEFLCD, 2008) et à des traitements pratiqués par l'Office national de sécurité sanitaires des produits alimentaires (ONSSA). Actuellement, les activités de l'ONSSA sont centrées sur les défoliateurs du chêne-liège et du pin.

Il n'est pour l'instant pas possible de corrélérer les dépérissements et attaques parasitaires avec les paramètres climatiques. Aucun réseau de relevé de données climatologiques n'est lié au réseau de placettes et les données devront provenir d'un autre réseau météorologique. Même avec un tel réseau, les conditions locales favorisant le dépérissement (lithologie, caractéristiques microstationnelles, ...) seraient difficiles à prendre en compte. Concernant le cèdre cependant, une étude menée en 2008 (FAO, 2008) conclue sur l'influence conjointe des densités de peuplement et du régime hydrique du sol, lui-même influencé par les conditions climatiques.

Le PA-HCEFLCD prévoit l'extension et la consolidation du dispositif de surveillance et de suivi de la santé des forêts au niveau national, pour un budget de 1 MDH/an. Le budget prévu dans le PD-HCEFLCD est de 0,8 MDH/an. Ces chiffres ne prennent pas en considération les frais de fonctionnement.

Les réflexions sur les dépérissements, les actions de lutte et l'adaptation de la sylviculture en sont encore au stade de développement. Ainsi, faute de données, on ne fait pas d'évaluation des impacts de la stratégie de surveillance et de suivi de la santé des forêts, dans le cadre de cette étude. Ces stratégies pourraient cependant avoir un impact intéressant. En effet, la situation de la cédraie du Moyen-Atlas s'améliore depuis 2007, suite à la mise en place d'un réseau spécifique de suivi en 2003 et l'élaboration d'un guide de sylviculture.

2.4.1. Développement des aires protégées

Les orientations du Plan directeur des aires protégées, du PA-HCEFLCD et du PAN-LCD concernant les aires protégées donnent peu d'indications utiles pour estimer l'impact du développement des aires protégées sur le climat.

L'objectif principal est la mise en place d'un réseau national couvrant l'ensemble des écosystèmes naturels. 154 ou 145 (respectivement d'après le PA-HCEFLCD ou le PAN-LCD) sites d'intérêt biologique et écologique sont identifiés, couvrant 2,5 Mha.

Le PA-HCEFLCD précise l'objectif de mettre en place 10 parcs naturels (750 000 ha), d'aménager 25 aires protégées, de consolider les réserves de biosphère, de promouvoir l'écotourisme et de réhabiliter la faune. Le budget moyen annuel nécessaire pour la mise en œuvre de ce programme est évalué à 30 MDH.

Les activités prévues par le PD-HCEFLCD (études et formation, aménagement et équipement) représentent un coût de seulement 35 885 DH/an.

La mise en place des aires protégées aura certainement un impact positif sur la protection des forêts mais celui-ci n'est pas évaluable à partir des données disponibles, notamment du fait que les aménagements prévus ne sont pas détaillés dans les stratégies consultées.

2.4.2. Sécurisation foncière

La sécurisation foncière permettra de réduire les prélèvements illégaux et le pâturage anarchique en forêt. Cependant, la quantification des impacts de la stratégie sur ces pressions n'est pas réalisable sur la base des données disponibles.

Le PD-HCEFLCD identifie 5 754 051 ha à sécuriser, pour un coût de 299 MDH (52 DH/ha) sur 2005-2014. Au cours de la période 2012-2016, le PD-HCEFLCD porte sur l'immatriculation de 7 millions d'ha, pour un coût de 314 millions de DH (44,8 DH/ha).

Le PAN-LCD propose d'achever la délimitation du domaine forestier et d'immatriculer l'ensemble de terrains relevant du domaine forestier à l'horizon 2015. D'après ce document, les terrains délimités à immatriculer représentent 3,98 Mha, dont 2,68 en cours d'immatriculation et les terrains non délimités couvrent 977 000 ha, essentiellement dans le Rif où cette opération se heurte aux oppositions à la fois des populations et des collectivités traditionnelles. Le coût des opérations est estimé à 20 DH/ha.

On estime l'opération indispensable à la réussite des autres actions. Un coût de 314 MDH (le plus élevé, évalué par le PA-HCEFLCD) est ainsi ajouté au calcul des coûts de la REDD+.

2.4.3. Aménagement forestier

L'aménagement forestier permet d'optimiser les bénéfices tirés d'une forêt en fonction des enjeux économiques, environnementaux et sociaux auxquels elle est soumise.

La généralisation des plans d'aménagement et leur réactualisation peut ainsi assurer sur le climat des bénéfices directs (augmentation des absorptions grâce à la sylviculture et limitation des émissions dues aux défrichements par exemple) et indirects (fourniture de biomasse produite durablement en substitution de prélèvements non durables, amélioration des conditions de vie des populations et réduction de leur dépendance aux produits forestiers, par exemple).

Les stratégies forestières marocaines intègrent la poursuite des efforts d'aménagement entrepris. En effet, environ 2,6 Mha de forêts sont aménagées, pour 4 Mha de forêts productives (Comm. pers. M. Bengueddour (DDF), 2012) et le Plan d'action 2012 du gouvernement fixe l'objectif d'atteindre 3,1 Mha en 2016, ce qui représente 560 000 ha de forêts à aménager, ainsi que la révision des plans d'aménagement de 190 000 ha de forêts (soit un effort total touchant 750 000 ha).

Le PD-HCEFLCD permet d'estimer le coût de l'aménagement des forêts et nappes alfatières à 51 DH/ha, auquel se rajoutent des coûts de sylviculture (707 DH/ha sur 120 352 ha) et le coût du développement des infrastructures (98,3 MDH/an).

Un des objectifs de l'aménagement est de répondre aux besoins en bois du pays. Les besoins actuels et futurs en bois énergie sont discutés au chapitre 2.3.2.

Les prélèvements de bois industriels sont estimés à 600 000 m³ environ³⁰. A l'heure actuelle, le Maroc est importateur de bois. Le PDR prévoit en 2022 la consommation annuelle par le Maroc de 1 Mm³ de bois d'œuvre issu de résineux et 550 000 tonnes de rondins et perches d'eucalyptus (225 000 m³ environ), soit un total de 1,225 Mm³ de bois d'industrie.

Le PD-HCEFLCD vise quant à lui la satisfaction des besoins du pays en produits forestiers par la mobilisation de 2,2 millions de m³ de bois d'œuvre 3,3 millions de m³ de bois d'industrie et de service, 6,7 millions de stères de bois de feu, 160 000 tonnes de produits forestier non ligneux et la récolte de plus de 1 million de stères de liège. Cet objectif fait intervenir les boisements et l'aménagement forestier.

L'impact de l'aménagement sur la production de bois n'a pas pu être analysé faute de données.

2.4.4. Cas de l'expansion agricole et urbaine

La superficie agricole utile (SAU) du Maroc est passée de 7 Mha en 1970 à 9 Mha en 2000 soit 66 667 ha d'expansion par an, du fait de la pression démographique, de la mécanisation et du désir d'appropriation des terres collectives et domaniales. La céréaliculture représente les 2/3 de la SAU (HCEFLCD, 2011).

L'extension de la SAU s'est faite en premier lieu aux dépens des prairies pâturées de qualité et en second lieu aux dépens des forêts. L'effet pour les forêts est négatif dans les deux cas, car dans le cas du défrichement des prairies pâturées, la pression de pâturage est redirigée vers les autres terres dont les forêts.

L'urbanisation entre également en jeu, mais il semblerait qu'elle menace principalement les terres agricoles, à hauteur de 4000 ha/an (HCEFLCD, 2011). Ceci peut s'expliquer par le fait que l'urbanisation touche la périphérie de zones habitées, donc des zones déjà anthropisées voire cultivées. Le HCEFLCD (2011) estime que le niveau de consommation des terres agricoles par l'urbanisation pourrait atteindre 70 000 ha à l'horizon 2025, soit 0,8% de la SAU. Dans ce cas, il est envisageable que l'urbanisation empiète sur la forêt mais les données disponibles ne permettent pas de le dire.

Le PD-HCEFLCD et le PAN-LCD estiment les défrichements du domaine forestier pour l'agriculture entre 5 000 et 6 000 ha/an mais ce chiffre semble inclure les nappes alfatières. L'urbanisation des terres agricoles joue un rôle indirect en déplaçant la pression agricole vers les forêts. Cet effet est pris en compte dans les 5 000 à 6 000 ha estimés.

Si ces surfaces concernaient uniquement la forêt, les émissions de GES seraient de l'ordre 1,6 MtCO₂e/an (pour 265,9 tCO₂/ha de forêt d'après FAO, 2009).

Le PAN-LCD mentionne que la SAU par habitant diminue. Elle était de 0,35 ha/habitant en 1990 et estimée à 0,22 ha/habitant en 2025. Sur la base des données démographiques de FAOSTAT (2012), on estime que la SAU sera de 8 Mha en 2025 contre 9 Mha en 2000. Si ces données sont confirmées, l'expansion agricole ne devrait plus être un enjeu pour les forêts.

La stratégie agricole marocaine, constituée par le Plan Maroc vert, est axée vers :

- le développement d'une agriculture moderne et à haute valeur ajoutée et haute productivité, pour un coût total de 10 à 15 milliards de DH annuellement.
- l'accompagnement solidaire de la petite agriculture, orienté vers la lutte contre la pauvreté, avec notamment au cours des 10 prochaines années la réhabilitation des parcelles déjà en culture fruitière (55 000 ha) et l'extension des arbres fruitiers (oliviers, figuiers, amandiers) sur des espaces actuellement en production céréalière (120 000 ha). Le montant de l'investissement prévu est de l'ordre de 15 à 20 milliards de DH.

Pour Angelsen et Kaimowitz (1999), les innovations technologiques peuvent augmenter la déforestation si elles permettent une économie de main d'œuvre ou de capital dans le secteur agricole, permettant la mise en culture d'autres zones, mais peuvent également la diminuer si le progrès technologique est plus intensif en capital ou en travail (irrigation par exemple).

³⁰ 580 000 m³ en 2005 d'après FAO, 2009 ; 570 000 m³ d'après le PA-HCEFLCD ; 600 000 m³ d'après MAMVA, 1997.

Dans le cas des pays africains cependant, le capital est généralement un facteur limitant l'extension des exploitations. Ainsi, même quand les disponibilités en terres et main d'œuvre sont suffisantes, les agriculteurs n'ont pas la trésorerie nécessaire à l'augmentation des surfaces qu'ils exploitent.

Cependant, le Plan Maroc vert prévoit des mécanismes de crédits d'impôts pour l'achat de terres agricoles, ce qui présente le risque d'une pression foncière accrue pouvant jouer au détriment de la forêt. L'extension des cultures fruitières sur des surfaces actuellement vouées à la céréaliculture ne devrait en revanche pas augmenter la pression sur les forêts car il s'agit d'une activité de substitution d'une culture par une autre.

L'analyse de l'impact sur les forêts des stratégies concernant l'agriculture et l'urbanisation n'est pas faite dans cette étude, du fait de l'impossibilité de se prononcer sur l'impact actuel de l'expansion agricole et de l'urbanisation.

2.5. Coûts indirects

La mise en œuvre des stratégies sera accompagnée de coûts indirects qui n'auraient pas lieu sans participation au mécanisme REDD.

Les coûts socio-économiques dus aux restrictions d'accès et d'usage aux forêts. Ces coûts sont liés aux stratégies de développement des aires protégées, de sécurisation foncière et de mise en défens. Dans le cas de la mise en défens, les entretiens menés ont permis d'estimer que la compensation de 250 DH/ha était suffisante pour compenser le manque à gagner engendré. Par ailleurs, les surfaces sont mises en défens temporairement et de manières successives (pas de mise en défens de toutes les surfaces la même année). Les coûts des autres formes de restrictions n'ont pas pu être estimés sur la base des données disponibles.

Les coûts de suivi, de rapportage et de vérification des surfaces de forêts et stocks de carbone, soit l'animation du système MRV élaboré au cours de la mise en œuvre de la feuille de route REDD+. Les coûts sont estimés pour 15 pays dans une publication de la CCNUCC (CCNUCC, 2009). Ils sont dépendants de la qualité ciblée et des systèmes existant dans le pays. Le choix de prendre en compte ou non la dégradation forestière (dédensification sans changement d'usage des terres) a une influence majeure sur les coûts. Dans le cas du Maroc, ce suivi est indispensable pour prendre en compte les facteurs principaux : surpâturage, prélèvements de bois de feu et incendies de forêt. Ainsi, on considère les coûts des systèmes incluant ce suivi.

La moyenne des coûts est de 379,3 DH/ha de forêt la première année puis 127,2 DH/ha pour les réactualisations. Dans le cas des 5 761 900 ha de forêts marocaines, les coûts seraient donc respectivement de 2 185,5 MDH et 732,6 MDH. Les coûts de la première année sont inclus dans l'évaluation des coûts de la mise en œuvre de la feuille de route. Les réactualisations peuvent être envisagées tous les 5 ans, le coût est donc de 146,5 MDH/an. Afin d'évaluer le surcoût dû à la REDD+, le coût du système actuel de suivi devrait être soustrait à cette estimation.

Le coût du suivi des impacts sociaux et environnementaux des stratégies REDD+ est également à prendre en compte mais ne fait pas l'objet d'estimations similaires à celles du MRV des forêts.

Le coût de la charge de travail supplémentaire due à la participation au mécanisme. En ce qui concerne l'élaboration de la feuille de route et sa mise en œuvre, les évaluations faites intègrent ces coûts. Les coûts de coordination notamment apparaissent dans le budget de la composante 1a et le coût de développement des solutions techniques (MRV et scénario de référence) sont pris en compte dans les composantes 3 et 4. Dans le cas de la mise en œuvre des stratégies REDD+, la charge de travail n'est pas influencée car les activités proposées sont le renforcement d'activités existantes, sauf dans le cas du suivi des forêts et impacts, discuté plus haut (les chiffres donnés intègrent ces coûts).

3. Bénéfices de la REDD+

3.1. Financement par la compensation des efforts

Certains financements sont dédiés pour l'appui des pays s'engageant dans le mécanisme REDD+. Ces financements sont alloués aux mesures pour la préparation au mécanisme REDD+ (l'élaboration de la feuille de

route nationale et sa mise en œuvre notamment), à des activités précoces permettant de tester des options stratégiques REDD+ avant que le mécanisme REDD+ ne soit finalisé au sein de la CCNUCC et aux investissements nécessaires pour la mise en œuvre des stratégies adoptées (phase 2 de la figure 1).

Un rapport sur l'analyse des lacunes et chevauchements des financements REDD+ (Simula, 2010) a été présenté au cours de l'atelier de positionnement sur les négociations au sein de la CCNUCC, en juin 2012 (voir chapitre 1.1.). On peut notamment en retenir que :

- Les trois phases de la REDD+ bénéficient de financements
- L'autofinancement représente seulement 21% des besoins de la REDD+ dans les pays engagés

Ainsi, les coûts que représente l'engagement dans la REDD+ sont en grande partie couverts par des mécanismes de financement de type subvention. Cependant, plus de 66% des financements sont destinés à des pays à forte couverture forestière. L'**annexe X** présente certaines sources de financement qui pourraient être mobilisées par le Maroc.

La décision 1/CP.16 de la CCNUCC (CCNUCC, 2010) prévoit la création d'un Fonds vert pour le climat, désigné comme entité chargée d'assurer le fonctionnement du mécanisme financier de la CCNUCC. Les modalités de fonctionnement de ce fonds sont en cours d'élaboration mais la question centrale des sources de financement n'est pas tranchée. Dans ce même accord, les pays du Nord s'engagent à mobiliser ensemble 100 milliards de dollars par an d'ici à 2020 pour répondre aux besoins des pays en développement sur les changements climatiques.

3.2. Financement par la rémunération des résultats

La rémunération des résultats de la REDD+ se fera en fonction d'une valeur du carbone. Le carbone forestier fait actuellement l'objet d'échanges au travers de projets de reboisements dans le cadre du mécanisme de développement propre ou plus largement sur les marchés volontaires du carbone sur lesquels s'échangent des crédits issus de projets de reboisement mais également de lutte contre la déforestation et la dégradation forestière.

Afin d'évaluer les bénéfices attendus de la rémunération des résultats de la REDD+ au Maroc, le prix de la tonne de CO₂ est approché par deux moyens :

- L'extrapolation du prix observé : Ecosystem Marketplace (2012) fournit des informations sur les marchés du carbone forestier. En 2011, le prix moyen des tonnes de CO₂ échangées sur les marchés d'engagement (en lien avec le protocole de Kyoto donc uniquement issus de projets de reboisement) et volontaires (sans lien avec le protocole de Kyoto) était de 9,2 \$US. On estime que ce prix a suivi le taux d'inflation mondial, de 5% en 2012 (CIA, 2012) pour atteindre 9,7 \$US en 2012, soit 83,5 DH.
- La fixation d'un prix recommandé. Mandatée par le Premier ministre français en 2008, une commission du Centre d'analyse stratégique a proposé un modèle d'évolution de la valeur tutélaire du carbone (c'est-à-dire une valeur recommandée pour l'atteinte des objectifs fixés) intégrant les engagements européens concernant les changements climatiques et des modèles économiques (Quinet, 2009). La valeur pour l'année 2012 est estimée à 35,8 € la tonne de CO₂, soit 397,4 DH.
- Les coûts et bénéfices seront étalés dans le temps entre 2013 et 2030. L'estimation de leur valeur en 2012 permet de comparer des coûts et bénéfices qui auront lieu à des dates différentes. Afin de ramener les coûts et bénéfices à l'année 2012, nous avons considéré un taux d'actualisation nul traduisant l'équité intergénérationnelle (le présent et le futur sont traités sans préférence), comme dans le rapport Stern (Stern et al., 2006).

Par ailleurs, nous n'avons pas eu à faire d'hypothèse sur le taux d'inflation : quel que soit le taux d'inflation considéré, il ne fait pas varier nos résultats, les hypothèses de prix de la tCO₂e et de coûts des mesures étant basées sur 2012.

Tableau 3 : Bilan du coût des activités et des rémunérations aux résultats

Activité	Coûts de 2013 à 2030 en MDH	Bénéfices de 2013 à 2030 en MtCO ₂ e	Bilan en MDH pour 83,5 DH/tCO ₂ e	Bilan en MDH pour 397,4 DH/tCO ₂ e	Prix de la tCO ₂ e pour équilibrer les bilans
----------	-----------------------------	---	--	---	--

Aménagement pastoral (chapitre 2.3.1)	15 179,4	42,9 à 110,2	-11593,3 à -5980	1886,7 à 28600,5	198,3**
Réduction des consommations de bois de feu (chapitre 2.3.2)	?	4,1	< 342,5	< 1629,9	?
Lutte contre les incendies (chapitre 2.3.3)	1 476	7	-917	1 185	220
Boisements (chapitre 2.3.4)	6 226,2	29,4	-3 767,0	5 477,1	211,4
Sécurisation foncière (chapitre 2.4.3)*	314,0	?	-314,0	-314,0	?

* Mesure d'accompagnement jugée indispensable dont l'impact direct n'a pas pu être évalué

** Pour des bénéfices en tCO₂e évalués comme la moyenne des valeurs estimées (76,7MtCO₂e)

On observe que le bilan de la stratégie d'aménagement pastoral est très dépendante des hypothèses faites sur le seuil de surpâturage à partir duquel la régénération est absente. On peut cependant souligner que les évaluations ne prennent pas en compte le rôle de puits de carbone et de protection des sols de ces aménagements. Ainsi, les possibles résultats négatifs ne doivent pas conduire à déconsidérer l'aménagement pastoral dans le cas de la REDD+ mais soulignent l'importance de disposer de données plus précises sur les aménagements pastoraux et les processus de dégradation.

Les résultats des autres stratégies dépendent logiquement de la valorisation de la tCO₂e.

Pour les mesures concernant l'aménagement pastoral, la lutte contre les incendies et la promotion des boisements, on constate que l'équilibre entre coût et bénéfices est envisageable pour une fourchette de prix réalistes de la tCO₂e : entre 140 et 198 DH/tCO₂e, soit 137 à 163 % de plus que le prix de la tCO₂e sur le marché du carbone forestier, mais 45 à 50 % de moins que le prix tutélaire de la tCO₂e estimé pour suivre une trajectoire « facteur 4 » (division par 4 des émissions pour l'atteinte des objectifs de la CCNUCC).

3.3. Bénéfices indirects de la mise en œuvre de la REDD+

Dans le PD-HCEFLCD, les pertes économiques de la dégradation des écosystèmes forestiers, estimées à travers la perte de productions ligneuses et pastorales et la réduction des durées de vie des infrastructures hydro-agricoles, notamment par l'envasement des retenues de barrage, ont été évaluées à 710 MDH/an.

Le PAN-LCD a évalué le coût économique de la dégradation de l'environnement à près de 16,3 milliards de DH, en 2000, soit 4,6 % du PIB. Le volet « sols et forêts » représente 1,56 milliards de DH par an (0,44% du PIB).

Merlo et Croitoru (2005) évaluent quant à eux les bénéfices tirés potentiellement de la forêt à 8 489 MDH/an (estimation partielle par manque de données et sans valeurs d'avenir et d'existence) mais ces bénéfices sont réduits par les pressions et dysfonctionnements d'un montant d'environ 1,69 milliards de DH par an, estimation très proche de celle du PAN-LCD.

Ainsi, sur la période 2013-2030 et en l'absence de stratégie, la dégradation des forêts et des sols entraînerait une perte de plus de 29 milliards de DH. Les stratégies REDD+ ayant pour objectif la protection et la réhabilitation des forêts engendreront des bénéfices indirects très importants.

3.3.1. Avantages environnementaux indirects et non marchands

Le **renforcement de la résilience des écosystèmes forestiers et leur adaptation aux effets des changements climatiques** pourra être obtenu grâce à la consolidation du système de suivi des dépérissements et attaques parasitaires et à l'élaboration de recommandations de gestion. Ces recommandations pourront se traduire dans les plans d'aménagement forestiers. La généralisation de l'aménagement est donc également une politique à renforcer pour assurer la résilience.

Faute d'analyses faites sur la base des données recueillies au travers du système de suivi, encore récent, aucune indication n'est disponible permettant d'évaluer les bénéfices dus au renforcement de cette résilience.

La contribution des forêts à la **protection des ressources en eau** au Maroc est un enjeu majeur. Les barrages marocains, essentiels pour l'alimentation en eau des ménages et exploitations agricoles, sont menacés par l'envasement dû à l'érosion des bassins versants.

Le PA-HCEFLCD estime à 75 Mm³/an le rythme d'envasement des barrages (65 Mm³/an d'après le PD-HCEFLCD), entraînant une perte annuelle de 0,5% des capacités de stockage, correspondant à 10 000 ha de terres irriguées. Ainsi, d'après le PDR, l'envasement des barrages entraîne une perte de 75 à 100 MDH/an.

Une solution intéressante pour lutter contre cette dégradation est le recours à des solutions antiérosives végétales, telles qu'identifiées dans le PNABV (voir chapitre 2.3.4). Un tableau transmis par la DLCDPN évalue l'impact des techniques mises en œuvre.

Tableau 3 : Efficacité des techniques végétales de protection des bassins versants

Technique	Réduction de l'érosion en %
Reboisement de protection	40
Plantation d'arbres et d'arbustes fourragers	35
Amélioration sylvo-pastorale	35
Banquette fruitière	50
Reconstitution de la végétation	60
Régénération des parcours dégradés	55

Dans le cadre de la REDD+, focalisée sur la forêt, il n'est pas certain que les résultats dus à ces aménagements soient éligibles, malgré l'impact important en termes de lutte contre les changements climatiques par protection des stocks de carbone des sols. Une évaluation des différents aménagements (superficie unitaire, taux de couverture et hauteur des arbres) permettrait de se prononcer.

Merlo & Croitoru (2005) estime qu'un hectare de forêt permet une protection des bassins versants dont la valeur est 30,8 €/an (341,4 DH/an). Le coût de la dégradation d'un hectare de parcours pastoraux en termes de dégradation des bassins versants est quant à lui estimé à 3,08€/an (34,1 DH/an).

Ainsi, par l'augmentation des surfaces forestières de 10 704 ha/an entre 2013 et 2030 en plus des reboisements attendus (voir chapitre 2.3.4), l'évitement d'incendies sur 58 078³¹ ha dans la même période (voir chapitre 2.3.3) et le rétablissement de l'équilibre pastoral sur 2 515 454 Mha (voir chapitre 2.3.1), les bénéfices en matière de protection des bassins versants peuvent être évalués à **171,4 MDH/an** soit 14 % des coûts identifiés pour ces activités. Cependant, les bénéfices générés le sont sur le long terme alors que les coûts sont à voir comme des investissements limités dans le temps, notamment en ce qui concerne les reboisements.

Enfin, les activités REDD+ déployées auront des impacts favorables sur la **création d'emplois**, la **lutte contre la désertification**, la **protection de la biodiversité**, la **limitation de l'érosion des terres agricoles**, la **protection des villes contre l'ensablement**, l'amélioration de l'**attraction paysagère** et le **développement touristique associé**.

3.3.2. *Avantages sociaux et économiques indirects marchands*

Les stratégies REDD+ identifiées vont permettre un maintien de la production de bois d'œuvre, notamment en permettant la régénération de forêts actuellement surpâturées et vieillissantes et en limitant les surfaces incendiées. Les stratégies de lutte contre les dépérissements, l'aménagement forestier et la sécurisation foncière jouent également un rôle important, non estimé ici par manque de données.

Les bénéfices des reboisements en matière de production de bois de feu peuvent être estimés à **13 MDH/an** (80 590 m³/an valorisables à 161,3 DH/m³ d'après Merlo et Croitoru, 2005). Ces bénéfices sont relativement limités du fait que le rythme actuel de reboisement est déjà élevé et que la marge de manœuvre pour

³¹ Ayant considéré que seule la moitié de la biomasse était détruite, on estime là que l'évitement des incendies permet de préserver la moitié de la valeur de protection, soit 170,7 DH/an.

l'augmentation de ces surfaces dans le cas d'un scénario REDD+ est faible. De plus, les reboisements de protection et les aménagements sylvopastoraux n'ont pas été pris en compte.

D'après le PAN-LCD, le secteur de l'élevage concerne 1 100 000 foyers ruraux et fournit 20 % des emplois agricoles. 18 % des producteurs agricoles tirent leurs revenus exclusivement de l'élevage. Les pâturages contribuent à hauteur d'un tiers de l'ensemble des besoins alimentaires totaux du cheptel national. Merlo et Croitoru (2005) estiment que le surpâturage concerne annuellement 4,8 M d'unités fourragères, dont la valeur peut être évaluée à **8,9MDH/an** (la valeur de l'unité fourragère est évaluée à 0,167€ soit 1,86DH, $4,8 \times 1,86 = 8,9$).

Ainsi, le rétablissement de l'équilibre pastoral sur l'ensemble des forêts surpâturées implique que ce 4,8 M d'unités fourragères seront produites durablement et apporteront le bénéfice correspondant.

Le PRD donne des chiffres supérieurs, estimant que le déséquilibre pastoral entraîne une perte de **30 MDH/an**. Dans ce cas, les bénéfices indirects dus à la production de fourrage grâce aux stratégies REDD+ serait de ce montant.

Les stratégies REDD+ auront enfin un impact sur le maintien et l'augmentation des productions de produits forestiers non ligneux, tels le liège, les glands, les plantes aromatiques et médicinales, etc.

4. Conclusion

D'importantes incertitudes subsistent sur les coûts et avantages de la REDD+. Si les stratégies sont bien identifiées, la quantification des objectifs fixés et de la marge de manœuvre pour rehausser ces objectifs est difficile, en raison d'une superposition de textes et d'une absence de définition claire des activités déployées.

Dans le cas des bénéfices à tirer de la rémunération des résultats, le prix à venir du carbone est évidemment primordial et les spéculations sur ce point sont délicates. Il n'est pas exclu que les activités de lutte contre les trois principaux facteurs de dégradation des forêts (surpâturage, prélèvements illicites et incendies) puisse être rentabilisées par les revenus carbone. Ainsi, malgré les stocks de carbone forestier faible en comparaison des bassins forestiers tropicaux, le mécanisme REDD+ peut être pertinent pour la région MENA.

Les reboisements ont également un potentiel important mais la question du scénario de référence est cruciale. En effet, l'augmentation du rythme de reboisement risque d'être difficile. Ce qui est vrai pour les reboisements l'est pour la plupart des stratégies car le Maroc tente depuis longtemps d'orienter la gestion des ressources vers une plus grande durabilité.

Ainsi, comme d'autres pays, le Maroc pourrait avoir été trop vertueux par le passé pour bénéficier de financements REDD+ à l'avenir, si les règles sur l'évaluation des résultats de la REDD+ ne prennent pas en compte ces situations nationales.

La prise en compte des cobénéfices sociaux et environnementaux apporte un intérêt majeur à la mise en œuvre de stratégies de protection et réhabilitation des écosystèmes. Les décideurs marocains en sont conscients depuis longtemps et les stratégies développées intègrent ce postulat. Ainsi, le PDR est supposé être rentabilisé en 13 à 15 ans en tenant compte de ces cobénéfices.

La REDD+ tend de plus en plus à considérer les cobénéfices des stratégies déployées. Si dans les négociations au sein de la CCNUCC, le sujet est abordé par la question des risques qu'engendrent les stratégies sur ces cobénéfices, les marchés volontaires du carbone forestier montrent eux que ces cobénéfices sont considérés comme une valeur ajoutée. En effet, le prix accordé à des crédits carbone garantissant des impacts socio-environnementaux positifs est significativement supérieur aux prix des autres crédits.

Dans ce contexte, certaines activités considérées dans l'étude comme non incluses dans la REDD+ pour des raisons techniques (aménagement sylvopastoral et aménagement des bassins versants notamment) mériteraient d'être défendues sur la scène internationale. Le Maroc pourrait plaider pour l'intégration au sein d'un même mécanisme des questions climatiques et des autres formes de paiements pour systèmes environnementaux.

Malgré les incertitudes subsistantes, on peut rappeler que la grande majorité des coûts de préparation au mécanisme peuvent être couverts par les initiatives sur la REDD+. Ces investissements peuvent également

couvrir une partie des investissements pour le lancement des stratégies REDD+. La région MENA, oubliée jusqu'à présent, est l'objet d'une attention grandissante en matière de REDD+.

Dans cette situation, le pays peut avoir intérêt à se lancer au moins dans la phase de préparation, pour approfondir les questions soulevées et affiner l'analyse des coûts et bénéfices. Les dépenses engagées pourront être subventionnées et les résultats seront utiles même si le Maroc ne poursuit pas sa participation à la REDD+.

Bibliographie

Achard, 1997 : Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : ressources fourragères et impact du pâturage sur la forêt. In : Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Paris : J. Libbey Eurotext, 1997, p. 15-24. Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes Forestiers Contractés : Atelier, Niamey (NER), 1995/11/20-25. ISBN 2-7420-0193-X

ADS, 2005 : *Inventaire national des sources d'émission des dioxines et furanes*. MATEE/PNU

ADS, 2008 : *Inventaire national des gaz à effet de serre – Mission II – Collecte d'informations, calcul des facteurs d'émission et données d'activités*. MEMEE

Angelsen, A., Kaimowitz, D., 1999 : *Rethinking the causes of deforestation : lessons from economic models*. The World Bank Research Observer, Vol. 14 (1), pp 73-98.

Allali, 2011 : *PROMASOL: Democratizing Access to Solar Water-Heaters*

Auriol et Filali-Meknassi, 2007 : *Bilan sur les sources d'énergies renouvelables au Maroc* – Chapitre X de Les énergies renouvelables au Maroc – Le débat est lancé.

Bank Al-Maghrib, 2011 : *Rapport annuel présenté à sa majesté le Roi – Exercice 2011*

[Banque mondiale, 1994 : étude sur les consommations de bois énergie citée dans Libération, 2009]

Barakat, F., Handoufe, A., 1997 : La sécheresse agricole au Maroc in *Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty*. IAHS Publ. no. 240, 1997.

Bencheikroun, 1987 : La consommation de bois de feu au Maroc – Les cas du Gharb et du Moyen Atlas. In *forêt méditerranéenne*, t. IX, n° 2, 1987

Berdai, M., 2007 : *Energie et développement durable en méditerranée – Etude nationale Maroc*. CDER/Plan Bleu.

Bzioui, M., 2004 : *Rapport national 2004 sur les ressources en eau au Maroc*. UN Water-Africa

CCNUCC, 2007 : Document FCCC/SBSTA/2007/MISC.14 - *Views on issues related to further steps under the Convention related to reducing emissions from deforestation in developing countries: approaches to stimulate action - Submissions from Parties*. SBSTA/CCNUCC

CCNUCC, 2007b : Document FCCC/CP/2007/6/Add.1 - *Rapport de la treizième session de la Conférence des Parties tenue à Bali du 3 au 15 décembre 2007 - Addendum - Deuxième partie: Mesures prises par la Conférence des Parties à sa treizième session*. CCNUCC

CCNUCC, 2009 : Document FCCC/TP/2009/1 - *Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and greenhouse gas emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks - Technical paper*. CCNUCC.

CCNUCC, 2010. Document FCCC/CP/2010/7/Add.1 - *Rapport de la Conférence des Parties sur sa seizième session, tenue à Cancún du 29 novembre au 10 décembre 2010 - Additif - Deuxième partie: Mesures prévues par la Conférence des Parties à sa seizième session*. CCNUCC

CDER, GTZ et MEM, 1998 : *Manuel de la biomasse au Maroc* [Cité dans ADS, 2008]

CDER, 2006 : *Rapport d'Activité Programme Bois de Feu*. [Cité dans Berdai, 2007]

CIA, 2012 : *The World Factbook*. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

Ecosystem Marketplace, 2012 : *Leveraging the Landscape State of the Forest Carbon Markets 2012*.

FAO, 2008 : *Etude des causes de dépérissement de la cédraie du Moyen Atlas*. Rapport de synthèse – préparé par Omar Mhirit (Coordonnateur). FAO/HCEFLCD.

FAO, 2009 : *Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 – Maroc – Rapport National*. Version finale du 07 août 2009. FAO – Rome.

FAOSTAT, 2012 : <http://faostat3.fao.org/home/index.html#HOME> (visité le 10/10/2012)

FFEM, 2005 : *L'électrification rurale décentralisée au Maroc - Lutte contre l'effet de serre et les changements climatiques*.

GIEC, 2003 : *Definitions and methodological options to inventory emissions from human-induced degradation of forests and devegetation of other vegetation types*. Institute for Global Environmental Strategies, Japon.

GIEC, 2006 : *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Volume 4 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres*. OMM/PNUE. Institute for Global Environmental Strategies, Japon.

HCEFLCD, 2008 : *Guides de sylviculture des cédraies dépérissantes à l'usage des gestionnaires (Forêt d'Azrou)*

HCEFLCD, 2011 : *Actualisation et opérationnalisation du Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PANLCD) - Adaptation du Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification aux Spécificités Zonales - Premier Rapport général*.

HCEFLCD, 2012 : *Journée internationale des forêts - Mercredi, 21 Mars 2012*

IWG-IFR, 2009 : *Report of the informal working group on interim finance for REDD+ (IWG-IFR) – October 27, 2009 – Discussion document*.

Libération, 2009 : http://www.libe.ma/113-millions-de-tonnes-de-bois-energie-sont-consommées-chaque-année-La-foret-marocaine-mise-a-mal_a5540.html. Article « 11,3 millions de tonnes de bois-énergie sont consommés chaque année : La forêt marocaine mise à mal » du 21/09/2009.

Madelaine-Antain, 2009 : *Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes : variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente, dans les Ghâts occidentaux de l'Inde*. Thèse de doctorat. SUPAGRO/INRA.

MATUHE, 2001 : *Résumé et conclusions - Communication nationale initiale à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*.

MAMVA, 1997 : *Plan directeur de reboisement*.

Masmoudi, K., 2012 : *Gouvernement: Le plan de bataille des affaires générales - Compensation: Des intentions fermes de réforme, mais pas d'agenda - Entretien avec Mohamed Najib Boulif, ministre chargé des Affaires générales*. <http://www.leconomiste.com/article/890513-gouvernement-le-plan-de-bataille-des-affaires-generales-brcompensation-des-intentions->

MEMEE, 2008 : *Evaluation du programme de développement du marché marocain des chauffe-eau solaires (PROMASOL) – Rapport final*

MEMEE, 2010 : *Nouvelle stratégie énergétique nationale*.

MEMEE, 2011 : *Analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030*.

Merlo, M., Croitoru, L., 2005 : *Valuing Mediterranean Forests : Towards Total Economic Value*, CABI International, Wallingford UK/Cambridge MA

Overseas Development Institute, 2012 : <http://www.climatefundsupdate.org/>

Picard, N., Gourlet Fleury, S., 2008 : *Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo*. COMIFAC

Quinet, A., 2009 : *La valeur tutélaire du carbone - Rapport de la commission présidée par Alain Quinet*. Rapports et documents N°16-2009. Centre d'analyses stratégiques.

Roller, G., Lefèvre, M., Wirtz, J., Schmidt-Sercander, B., Eichhammer, W., Ragwitz, M., Klein, A., Cremer, C., Keller, S., Resch, G., Mouline, S., 2007 : *Etude sur le cadre organisationnel, institutionnel et législatif pour la promotion des Énergies Renouvelables*.

Royaume du Maroc, 2001 : *Plan directeur pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêts au Maroc*.

Royaume du Maroc, 2010 : *Seconde communication nationale à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*.

Sebbar, A., Badri, W., Fougrach, H., Hsaine, H., Saloui, A., 2011. Etude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935-2004) in *Sécheresse* 2011 ; 22 : 139-48

Senhagi, F., 2003 : *Financing the development of the renewable energy in the Mediterranean region – Baseline study for Morocco*. PNUE

Simula, M., 2010 : *Analysis of REDD+ financing gaps and overlaps*. REDD+ Partnership

Stern, N. et al., 2006. *Stern Review Report: The Economics of Climate Change*. Londres : Her Majesty's Treasury.

Tantaoui, Y., 2012 : *Gaz butane, l'équation explosive* -

http://www.lesechos.ma/index.php?option=com_content&view=article&id=23499%3Agaz-butane-lequation-explosive&catid=3%3Aevenements&Itemid=2

[UNDP, 2007] Van der Werf, G., Morton, D., DeFries, R., Olivier, J., Kasibhatla, P., Jackson, R., Collatz, G., Randerson, J., 2009 : *CO2 emissions from forest loss*. Nature Geoscience : pp 737-738.

WWF, 2002 : *Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées*

Annexes

ANNEXE I : Coûts de mise en œuvre des feuilles de routes de 31 pays.....	43
ANNEXE II : Bilan des émissions et absorptions passées du LULUCF au Maroc	45
ANNEXE III : Compléments sur les calculs concernant les pressions de surpâturage	47
ANNEXE IV : Revue des stratégies sur le surpâturage	51
ANNEXE V : Compléments sur l'évolution de la consommation de bois énergie	53
ANNEXE VI : Contraintes climatiques passées et futures	60
ANNEXE VII : Application des calculs du GIEC pour les émissions dues aux feux de forêt	61
ANNEXE VIII : Stratégies de lutte contre l'érosion	63
ANNEXE IX : Compléments sur les hypothèses et calculs des absorptions dues aux reboisements...	65
ANNEXE X : Sources de financements pour la REDD+	68

ANNEXE I : Coûts de mise en œuvre des feuilles de routes de 31 pays

Pays	Composantes											
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	2d	3	4a	4b	6	Total
Argentine	1 780	676		180	3 255	480	535	765	1 515	360	-	9 546
Cambodge	1 495	600		30	1 240	2 575	175	550	4 040	200	-	10 905
Cameroun	5 275	971	9 020	1 165	1 830	2 094	536	1 590	5 950		480	28 911
Chili	820	1 120	1 070	1 835	2 625	1 410	1 090	1 415	2 030		265	13 680
Colombie	2 140	900	3 450	800	1 200		735	4 177	4 600	330	140	18 472
Congo	2 490	1 520		400	8 590	300	425	655	765	355	-	15 500
Costa Rica	809	410		145	1 790	150	155	642	248		-	4 349
Ethiopie	780	1920		660	4 860	1 345	480	2 670	1 170		230	14 115
Ghana	1 443	824		200	1 015	165	177	2 490	590		430	7 334
Guatemala	382	491	1 343	527	2 119	870	185	1 375	2 780	107	25	10 204
Guyana	460	605		85	540	390	340	480	2 850		85	5 835
Honduras	1 422	516	1 172	78	300	255	185	1 023	2 986	571	-	8 508
Indonésie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kenya	2 084	612		240	4 533	410	175	1 366	740	80	60	10 300*
Laos	1 688	760		60	4 515	1 804	660	85	12 665	1 280	-	23 517*
Libéria	1 540	513	407	1 085	1 830	185	300	455	845	190	280	7 630
Madagascar	779	629		192	387	130	210	1 615	1 446		165	5 554
Mexique	750	1 150		420	6 500	420	600	1 175	12 000		-	23 015
Mozambique	1 649	783	450	380	2 411	570	300	1 698	9 700		100	18 041*
Népal	451	2 406		106	185*	261	140	1 355	2 090	440	241	7 675
Nicaragua	833	332	903	305	4 730	240	309	380	1 720		282	10 273
									144	95		
Ouganda	195	5 932		630	1 318	415	305	665	530	530	97	10 617
PNG	400	80	600	870	1 230	1 230	950	1 120	2 470	-	-	8 950*
Pérou	3 170	2 516		241	825	1 836	124	2 512	1 223	71	116	12 636
RCA	1 234	70	203	321	2 640	76	43	945	1 067		-	6 599

SalvaTerra SAS - Étude des coûts et avantages du mécanisme REDD+ pour le Maroc

RDC	3 215	2 365		433	1 921	3 375	1 020	980	7 810	1 000	-	22 119
Salvador	750	489	568	467	450	300	465	1 240	1 077	630	150	6 586
Suriname	1 677	8 480		863	1 810	1 225	1 955	3 673	1 192		375	21 250
Tanzanie	843	1 244	365	-	950	520	105	1 555	1 049		3 470	10 101
Vanuatu	160	-	-	-	-	-	-	328	1 558	-	-	-
Vietnam	786	950		235	1 870	460	198	1 000	3 120		230	8 849

* Calculs corrigés

**Considérant la récolte et l'analyse des données historiques sur la déforestation et la dégradation, prévue dans la composante 2b mais non reprise dans le tableau de consolidation du budget (composante 5).

ANNEXE II : Bilan des émissions et absorptions passées du LULUCF au Maroc

Il est souvent mentionné que la forêt recule de 31 000 ha chaque année. Certaines sources (ex : Royaume du Maroc, 2010) précisent que 6 000 ha concernent la déforestation alors que 25 000 sont soumis à la dégradation (= dédensification). L'expression de la dégradation en surface apporte de la confusion, aussi exprimera-t-on ici la dégradation en volume.

La source de ce chiffre de 31 000 ha n'a pas été trouvée mais elle proviendrait d'un document de la Direction régionale de Casablanca, élaboré il y a 30 ans (Comm. pers. A. Dakkina (Aderee), 2012).

Le rapport national du Maroc (FAO, 2009) pour le *Forest Resources Assessment* de 2010 (FRA 2010) donne d'autres données. Les données du FRA 2010 situent la perte brute de surface forestière à 61 000 ha en 20 ans, soit 3 050 ha par an.

Les reboisements concerneraient 7 150 ha par an de 1990 à 2010 (FRA 2010) ces surfaces sont bien plus faibles que celles estimées par la Direction du développement forestier :

Tableau 4 : Comparaison des données du FRA 2010 et de la DDF sur les reboisements

Reboisements en ha/an	1990-2000	2000-2005	2005-2010	Moyenne
D'après DDF	22 464	29 908	31 596	26 608
D'après FRA 2010	4 500	7 600	12 000	7 150
Rapport FRA 2010/DDF (%)	20,0	25,4	38,0	26,9

Ces différences s'expliquent par des échecs (40% entre 1970 et 1997 d'après le PDR) et par le fait que les activités présentées comme des reboisements sont en fait des activités d'amélioration de surfaces existantes (régénération, densification) ou ne créent pas de forêts (alignements pour la protection des sols, plantation éparées d'arbres fourragers pour l'amélioration sylvopastorale, etc.).

Il n'existe pas de définition claire des différents types de reboisements (amélioration sylvopastorale, et reboisements de protection notamment) permettant de savoir quelles sont leurs caractéristiques (essences, surfaces unitaires, taux de couvert, hauteur de peuplement).

La différence entre les déboisements identifiés dans FRA 2010 (3 050 ha/an) et les reboisements (7 150 ha/an) permet d'évaluer la progression de la forêt à 4 100 ha par an.

Le GIEC propose deux méthodes de calcul des émissions de GES dus à la dégradation forestière : (i) variations de stock de carbone forestier entre deux dates ou (ii) émissions dues aux prélèvements totaux de bois – émissions dues aux prélèvements issus des forêts déboisées (pour éviter les doubles comptes) + émissions dues aux destructions de bois hors déboisement (incendies, dégâts d'exploitation, etc.) – absorptions dues à l'accroissement des forêts.

Le FRA 2010 donne une estimation des variations des stocks de carbone dans toutes les forêts, ce qui prend logiquement en compte la déforestation.

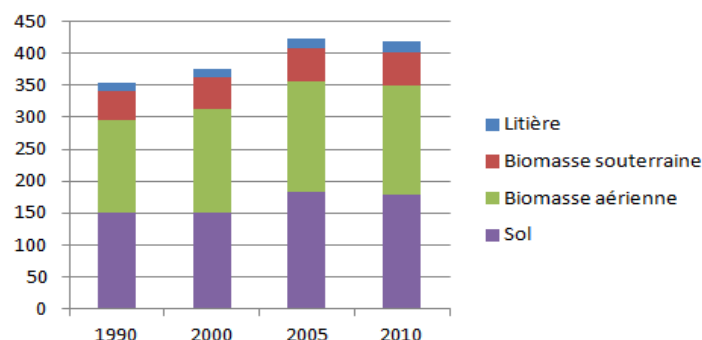


Figure 10 : Evolution des stocks de carbone forestiers en milliers de tonnes de carbone (d'après FRA, 2010)

Les stocks de carbone dans la biomasse, la litière et les sols des forêts sont en moyenne de 265,9 tCO₂e/ha en 2010³².

Les estimations de 1990 sont basées sur l'inventaire forestier national (chiffres ajustés en fonction de nouvelles surfaces identifiées en 2005).

Pour 2000 et 2005 :

- Les données de stocks sont issues du calcul suivant : $\text{Volume } t2 = \text{volume } t1 + (\text{accroissement entre } t1 \text{ et } t2 \times \text{surface forêt } t1 \times (t2 - t1)) - \text{coupes entre } t1 \text{ et } t2$. Les informations sur les coupes proviennent du bilan des exploitations.
- Les données sur les surfaces sont ajustées en fonction d'indications sur les surfaces déboisées légalement.

Ainsi, le calcul néglige les pertes de bois dus à l'exploitation illégale et les incendies, ainsi que les surfaces perdues par défrichement informel. Les diminutions de productivité forestière dues au surpâturage (blocage de la régénération) et les dépérissements pourraient avoir été pris en compte dans le chiffres sur les accroissements mais les rapports ne permettent pas de le savoir.

Une cartographie partielle a été réalisée en 2005 avec l'aide de la télédétection. Des ajustements dans les estimations ont été faits à cette occasion.

Entre 2005 et 2010, le calcul intègre les prélèvements illégaux présumés et les incendies. La prise en compte de cette dernière période uniquement semble donc plus pertinente, d'autant qu'elle concorde avec le discours sur la dédensification tenu par les personnes rencontrées. Le calcul ne prenant pas en compte certains facteurs de déforestation ou dégradation forestière (surpâturage et défrichements illégaux) on sous-estime les émissions durant cette période. L'approche est conservatrice.

Sur la base des chiffres du FRA 2010 sur la période 2005-2010, les pertes annuelles de carbone forestier sont estimées dans ce scénario à 1,142 MtC/an correspondant à l'émission de 4,19 MtCO₂e/an. Ainsi, par projection de ce taux, les émissions cumulées de 2012 à 2030 seraient de 75,4 MtCO₂e.

³² Des études menées par le CRF entre 2007 et 2012 ont abouti aux estimations suivantes :

- le chêne liège de montagne séquestre entre 200 et 300 tC/ha (=entre 733 et 1100 tCO₂e/ha),
- le chêne liège de plaine séquestre entre 50 et 180 tC/ha (soit entre 183 et 660 tCO₂/ha),
- le chêne vert du Moyen Atlas séquestre entre 53 et 110 tC/ha (soit entre 194 et 403 tCO₂/ha),
- les chênaies vertes du Moyen Atlas séquestrent entre 114 et 343 (présence de pieds de cèdre) tC/ha (soit entre 418 et 1257 tCO₂/ha)
- l'eucalyptus camaldulensis en plantation séquestre environ 30 tC/ha (soit environ 110 tCO₂/ha).

Ainsi, le CRF estime que la valeur de 265,9 tCO₂e/ha devrait être revue à la hausse.

ANNEXE III : Compléments sur les calculs concernant les pressions de surpâturage

Deux méthodes permettraient d'apprécier l'impact du surpâturage sur le couvert forestier :

- Méthode des variations de stocks, par comparaison de l'état des forêts à deux dates connaissant la charge pastorale entre ces deux dates et les autres facteurs influençant les variations de couvert et densités d'arbres en forêt. Aucune étude du genre n'a été trouvée au Maroc ou dans des situations similaires.
- Méthode des flux, par l'estimation des quantités de régénération par semis et rejets végétatifs, des taux de recrutement (taux de survie des semis et rejets), de la mortalité naturelle, et de la proportion de semis et plantules consommées par les cheptels. Ces données permettraient une modélisation de la dynamique du peuplement. On utilise ici cette méthode.

Vectorisation de la carte des coefficients de surpâturage

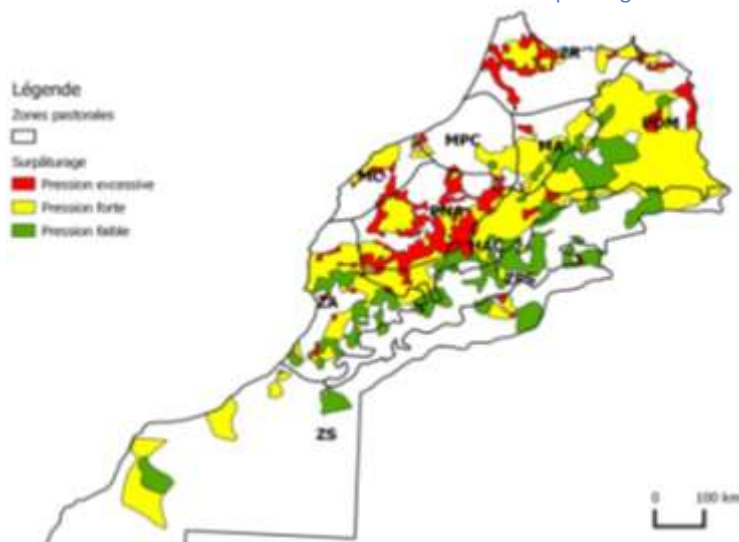


Figure 11 : Carte des pressions de surpâturage (d'après HCEFLCD, 2011)³³

NB : pour plus de lisibilité, la carte est réduite à la surface pour laquelle des données sur le surpâturage ont été produites.

L'analyse de cette carte permet d'évaluer que le surpâturage touche 19 753 976 ha dont 3 151 240 ha de pressions excessives ($CS \geq 5$), 11 729 500 ha de pressions fortes ($CS \geq 2$) et 4 873 236 ha de pressions faibles ($CS \geq 1$)

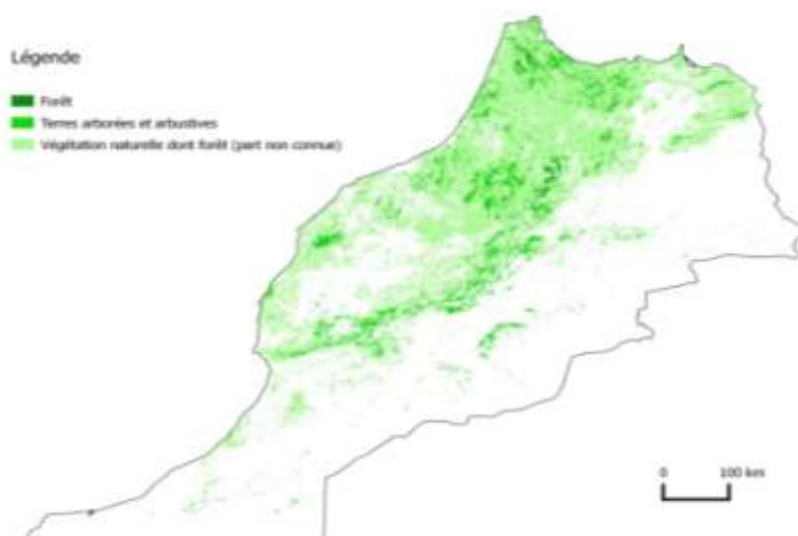
Traitement de données du système Globcover sur l'utilisation des terres

Pour connaître les surfaces de forêts soumises aux pressions de surpâturage, la carte des coefficients de surpâturage est croisée avec la carte de végétation, adaptée du système Globcover (<http://ionia1.esrin.esa.int/>). Les usages des terres y sont cartographiés en 22 classes, à une résolution de 300 m grâce aux images MERIS (unités cartographiques de 9 ha). Ces classes sont synthétisées en 4 classes :

- Forêt : toutes les classes forestières de Globcover
- Terres arbustives et arborées : Terres arbustives (<5m), forêts et terres arbustives inondées en permanence, mosaïques de forêts/terres arbustives (50-70%) et prairies

³³ Les données originales n'ayant pas été recueillies (données vectorielles ou raster intégrable à un Système d'information géographique), les contours ont été vectorisés à nouveau sur la base de la carte trouvée dans le PAN-LCD pour les besoins de l'étude. Les résultats présentent donc une erreur non évaluée par rapport aux données originales.

- Autres végétations dont forêt (part non connue) : Mosaïque prairies/terres arbustives/forêts (50-70%) et cultures, mosaïque cultures (50-70%) et prairies/terres arbustives/forêts, mosaïque prairies (50-70%) et forêts/terres arbustives
- Autres : toutes les autres terres dont cultures et végétation sans arbres ou arbustes



NB : pour plus de lisibilité, la carte n'intègre pas les surfaces sur lesquelles les types de végétation considérés n'étaient pas présents.

L'analyse donne 167 736 ha de forêts, 1 966 824 ha de terres arborées et arbustives et 9 596 470 ha d'autre végétation dont forêt.

Ajustement des données

Le FRA 2010 (FAO, 2009) évalue la surface forestière à 5 761 900 ha. Ainsi, 48,4 % des terres arborées et arbustives et des terres couvertes d'autre végétation dont la forêt sont à considérer comme de la forêt. En effet, la résolution de 9 ha ne permet sans doute pas de prendre en compte certaines forêts. On choisit d'augmenter de 48,4 % les estimations de surfaces pour les différents degrés de surpâturage dans ces deux classes.

Croisement des cartes et évaluation de la superficie de forêts surpâturée

Le croisement est réalisé sous système d'information géographique et permet d'identifier pour chaque zone de surpâturage les proportions des différents types de couvert.

Le croisement des coefficients de surpâturage et de la couverture végétale donne une superficie forestière surpâturée de 2 515 454 ha soit 43,7 % de la superficie totale de forêt :

- 759 810 ha soumis à pression excessive ($CS \geq 5$)
- 220 752 ha soumis à une pression forte ($CS \geq 2$)
- 1 534 891 ha soumis à une pression faible ($CS \geq 1$)

Merlo & Croitoru (2005) estiment quant à eux que 7,24 Mha du domaine forestier sont surpâturées, dont les nappes alfatières (surfaces couvertes d'alfa, une graminée vivace, incluses dans le domaine forestier), soit au minimum 3 921 700 ha de forêts³⁴, ce qui représente 68,1 % de la superficie totale. Le PA-HCEFLCD du HCEFLCD estime que les forêts et terres assimilées représentent 14% des terres pâturées en surface et le PAN-LCD estime la surface totale des terres pâturées à 21Mha. Ainsi, 2,94 Mha de forêts seraient pâturées. On conserve donc l'hypothèse que le surpâturage ne concerne pas plus de 2,5 Mha.

Hypothèse sur l'évolution du cheptel

³⁴ Si les 3 318 300 ha de nappes alfatières étaient surpâturés

L'analyse de l'évolution passée du cheptel montre une stabilité sur le long terme, fortement perturbée par les événements de sécheresse (données présentées en [annexe VI](#)) :

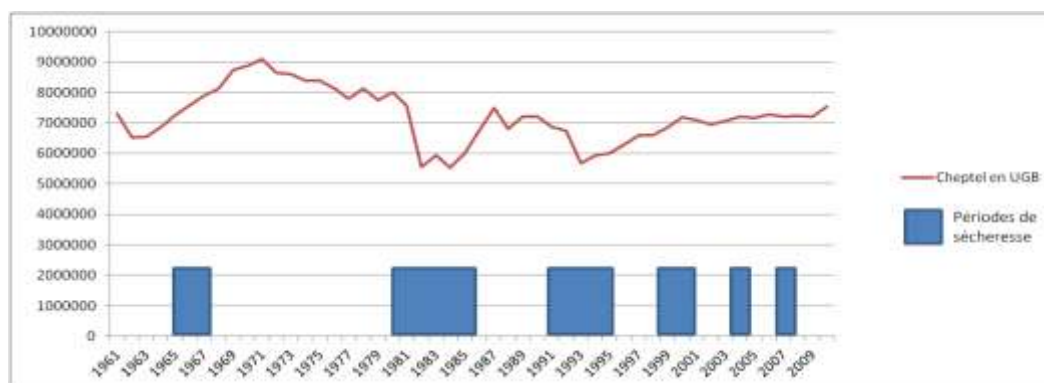


Figure 13 : Evolution du cheptel (d'après FAOSTAT, 2012) et sécheresses (d'après les données présentées en [annexe VI](#))

On estime qu'à l'avenir ce cheptel restera constant.

Modélisation de la dégradation des forêts

Faute de données sur les quantités de semis et plantules consommée, deux hypothèses ont été faites : (i) Hypothèse haute : il y a absence de régénération pour $CS \geq 1$, et (ii) Hypothèse basse : il y a absence de régénération pour $CS \geq 2$.

Sans régénération, les forêts se dégradent par mortalité naturelle des arbres. On applique ici un taux de mortalité par an de 1% des tiges (Achard, 1997 dans les forêts sèches du Niger, WWF, 2002 dans les forêts d'Amérique du nord, Picard et Gourlet Fleury, 2008, dans le bassin du Congo). D'après Madelaine-Antain, 2009, le taux de mortalité suit un modèle exponentiel suivant.

$$\lambda = \ln (N_0/N_s)/t$$

Avec

λ le taux de mortalité en %/an

N_0 la nombre d'individus à t_0

N_s le nombre de survivants à la fin de la période

t la durée de la période en années

Ainsi, $N_0/N_s = e^{\lambda t}$

Et $N_s = N_0 / e^{\lambda t}$

Suivant cette fonction de mortalité, les forêts sont dégradées à 18,1 % par rapport à la situation initiale au bout de 20 ans. On considère donc qu'il n'y a pas de changement d'usage des terres d'ici à 2030.

Le FRA 2010 estime à 238,8 MtC les stocks de carbone dans la biomasse aérienne, souterraine, le bois mort et a litière pour 5 761 900 ha de forêt soit 41,4 tC/ha, ou 152 tCO₂e/ha. Les stocks de carbone du sols sont estimés quant à eux à 113,9 tCO₂/ha. La somme est égale à 265,9 tCO₂e/ha.

Les stocks de carbone de la biomasse, du bois mort et de la litière sont estimés être émis dans l'atmosphère dès qu'intervient la dégradation. Les lignes directrices du GIEC sur l'évaluation des émissions dues à la perte de carbone des sols des forêts précisent que dans les pays où les taux de perturbation sont constants dans le temps, le fait de considérer que toutes les pertes de carbone ont lieu dans l'année de la perturbation donne des résultats assez proches des véritables variations des stocks de carbone. On fait donc cette approximation.

Le calcul des émissions est fait sur ces bases :

		CS > 1	CS >2				
	Surface considérée	2 515 454	980 562				
	Stock t0 (tCO2e.ha)	265,9	265,9				
	Stock t0 (tCO2e)	668 759 078	260 692 542				
	Taux de mortalité	1%	1%				

Formule
[stock (t)] = [stock (t-1)]/exp(taux de mortalité)

Formule :
Stock année (t) - stock année (t-1)

Formule :
émissions cumulées année (t) = émissions année (t) + émissions cumulées année (t-1)

		Evolution stock (MtCO2e)		Emissions annuelles (MtCO2e)		Emissions cumulées (MtCO2e)	
		CS > 1	CS >2	CS > 1	CS >2	CS > 1	CS >2
2012	Année 0	668,8	260,7				
2013	Année 1	662,1	258,1	6,7	2,6	6,7	2,6
2014	Année 2	655,5	255,5	6,6	2,6	13,2	5,2
2015	Année 3	649,0	253,0	6,5	2,5	19,8	7,7
2016	Année 4	642,5	250,5	6,5	2,5	26,2	10,2
2017	Année 5	636,1	248,0	6,4	2,5	32,6	12,7
2018	Année 6	629,8	245,5	6,3	2,5	38,9	15,2
2019	Année 7	623,5	243,1	6,3	2,4	45,2	17,6
2020	Année 8	617,3	240,6	6,2	2,4	51,4	20,0
2021	Année 9	611,2	238,3	6,1	2,4	57,6	22,4
2022	Année 10	605,1	235,9	6,1	2,4	63,6	24,8
2023	Année 11	599,1	233,5	6,0	2,3	69,7	27,2
2024	Année 12	593,1	231,2	6,0	2,3	75,6	29,5
2025	Année 13	587,2	228,9	5,9	2,3	81,5	31,8
2026	Année 14	581,4	226,6	5,8	2,3	87,4	34,1
2027	Année 15	575,6	224,4	5,8	2,3	93,2	36,3
2028	Année 16	569,9	222,1	5,7	2,2	98,9	38,5
2029	Année 17	564,2	219,9	5,7	2,2	104,6	40,8
2030	Année 18	558,6	217,7	5,6	2,2	110,2	42,9

Figure 14 : Capture d'écran du tableur utilisé pour les calculs d'émissions dues au surpâturage

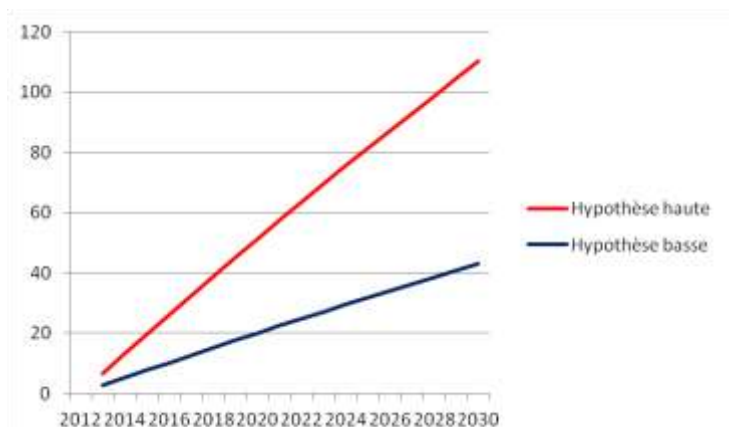


Figure 15 : Evolution des émissions dues à la dégradation des forêts par surpâturage, en MtCO2e

Les émissions attendues atteignent respectivement 42,9 et 110,2 MtCO2e en 2030.

ANNEXE IV : Revue des stratégies sur le surpâturage

Concernant les aménagements

Les aménagements sylvopastoraux ont deux intérêts pour la présente étude :

- (i) ils font partie des objectifs de reboisement, il est donc important de comprendre si ces aménagements peuvent jouer un rôle de puits de carbone, et
- (ii) ils permettent la réduction des pressions de surpâturage sur les forêts. Cette action sera valorisable en termes de dégradation forestière évitée.

La stratégie de développement des parcours (1995-2020) prévoit l'accroissement de la production pastorale et le ralentissement du processus de dégradation des parcours. Les moyens mis en œuvre incluent la réhabilitation et la conservation des ressources pastorales et l'organisation des éleveurs.

En 2003, 10 Mha de terres de pâturage avaient fait l'objet d'études et d'actions de développement pastoral depuis les années 1990 (HCEFLCD, 2011). De plus, le PAN-LCD estime que les actions mis en œuvre ont permis la plantation de plus de 90 000 ha par différentes espèces d'arbustes fourragers et le semis de 40 000 ha de terres de pâturage, la mise en défens de plus de 600 000 ha, la création, l'aménagement et l'équipement de plus de 4 000 points d'eau, 84 Km de conduite d'eau, et l'achat de citernes et de camions citernes.

Le PDR prévoit entre 1997 et 2027 250 000 ha de boisements sylvopastoraux. Le PNABV cite le cas des reboisements en acacia dont le taux de couverture ne dépasse pas 20%, ce qui les situe en deçà de la définition de la forêt choisie pour le MDP³⁵.

Le PA-HCEFLCD prévoit la réalisation de reboisements sylvo-pastoraux devant produire près de 6 millions d'unités fourragère par an et l'organisation des usagers pour une utilisation durable de ces espaces. Il n'est pas possible de savoir si le terme de « reboisement » ne recouvre que des créations de forêt. Le PD-HCEFLCD (2005-2014) table sur 158 016 ha (15 802 ha/an) d'aménagements sylvopastoraux (séparés des activités de reboisement et régénération) pour 658 618 562 DH (4 168 DH/ha), auxquels s'ajoutent 1 328 DH/ha de pépinière et entretiens des plantations.

Les objectifs généraux du PAN-LCD intègrent l'aménagement des parcours permettant de réduire la pression pastorale et la dégradation des terres sur une surface de l'ordre de 6 millions d'ha, au cours des dix prochaines années.

Le programme prévisionnel prioritaire de la composante « amélioration des parcours et pastoralisme (2012-2022) » du même PAN-LCD vise quant à elle un rétablissement de l'équilibre sylvopastoral sur les 25% de la surface de pâturage (soit 5,25Mha environ) où la pression est moyenne à excessive, par la mise en repos avec indemnisation (50 % de la surface), des travaux de sol avec enrichissement de la flore ou (30%), la plantation d'arbustes fourragers (15 %) et la création de réserves semencières clôturées (5%).

Les objectifs (2012-2032) sont désagrégés par zone (8 zones homogènes) et leur addition donne des surfaces inférieures.

Tableau 5 : Synthèse des objectifs par zone sous le titre « Programme d'aménagement et de gestion durable des parcours 2012 -2032 » dans la PAN-LCD (d'après HCEFLCD, 2011)

Total	Action de mise en repos avec indemnisation	Travaux de sol avec enrichissement de la flore ou ensemencements	Plantations d'arbustes fourragers	Création de réserves semencières clôturées
4 227 353 ha pour 10 447 989 500 DH	2 113 677 ha à 500 DH/ha	1 268 208 ha à 2500 DH/ha	634 104 ha à 4500 DH/ha	211 368 ha à 1500 DH/ha

³⁵ Les définitions de la FAO, recommandées par les lignes directrices sur la REDD+, permettraient de descendre ce seuil jusqu'à 10%, selon le choix du pays.

Concernant la mise en défens

L'arrêté n° 1855-01 du 21 mars 2012 prévoit la compensation des mises en défens, déclarées suite aux interventions dans le domaine forestier grevé de droits d'usage reconnus aux populations riveraines. La compensation des mises en défens a été budgétisée pour la première fois dans la loi de finances au titre de l'année 2005 pour un programme de 12 000 ha (PAN-LCD). Elle est fixée à 250 DH/ha, sauf dans l'arganeraie où les droits d'usages sont étendus et la compensation relevée à 350 DH/ha. Fin 2011, le mécanisme avait touché 74 000 ha (PA-HCEFLCD).

La mise en œuvre de la stratégie de développement des parcours (1995-2020) aurait entraîné la mise en défens de plus de 600 000 ha entre 1995 et 2011 (PAN-LCD).

Le PD-HCEFLCD (2005-2014) fixe l'objectif de compenser la mise en défens de 503 135 ha (50 314 ha/an) pour 127,1 MDH (252,6 DH/ha). Le PA-HCEFLCD fixe l'objectif de la mise en défens de 150 000 ha (30 000 ha/an), pour 148 MDH (986,7 DH/ha).

Dans le PAN-LCD, la mise en défens apparaît dans deux situations :

- Dans le « programme de foresterie » pour 2011-2014, le coût unitaire est fixé à 250DH/ha. D'après les coûts affichés, la surface concernée serait de 97 454 ha (24 364 ha/an) mais dans certaines zones la mise en défens n'est pas isolée des activités d'amélioration pastorale du programme de foresterie.
- Dans le « programme d'aménagement et de gestion durable des parcours », le coût unitaire est fixé à 500 DH/ha et la surface objectif pour 2016-2032 est 2 113 667 ha (105 683 ha/an). Par un autre calcul³⁶, on obtient une surface de 2,125 Mha.

Conclusion

Sur cette base, on considère les scénarios suivants :

- Le scénario de référence est la continuation des activités passées et le surpâturage reste stable. Les aménagements sylvo-pastoraux ne sont pas considérés comme de la forêt. On ne tient pas compte de l'effet puits de carbone.
- Le scénario de projet est la mise en œuvre des objectifs du PAN-LCD, qui permettraient de rétablir l'équilibre sylvopastoral sur l'ensemble des terres surpâturées. Les aménagements sylvo-pastoraux ne sont pas considérés comme de la forêt. On ne tient pas compte de l'effet puits de carbone.

³⁶ Equilibre pastoral atteint sur 25% de la surface de pâturage, laquelle est estimée à 21Mha, ce qui donne une surface traitée de 5,25 Mha, dont 50% sont concernés par la mise en défens.

ANNEXE V : Compléments sur l'évolution de la consommation de bois énergie

Rôle de la démographie

La consommation de bois est liée à la population. Malgré l'augmentation démographique attendue, l'exode rural devrait limiter les besoins en bois énergie. Plusieurs projections démographiques sont disponibles :

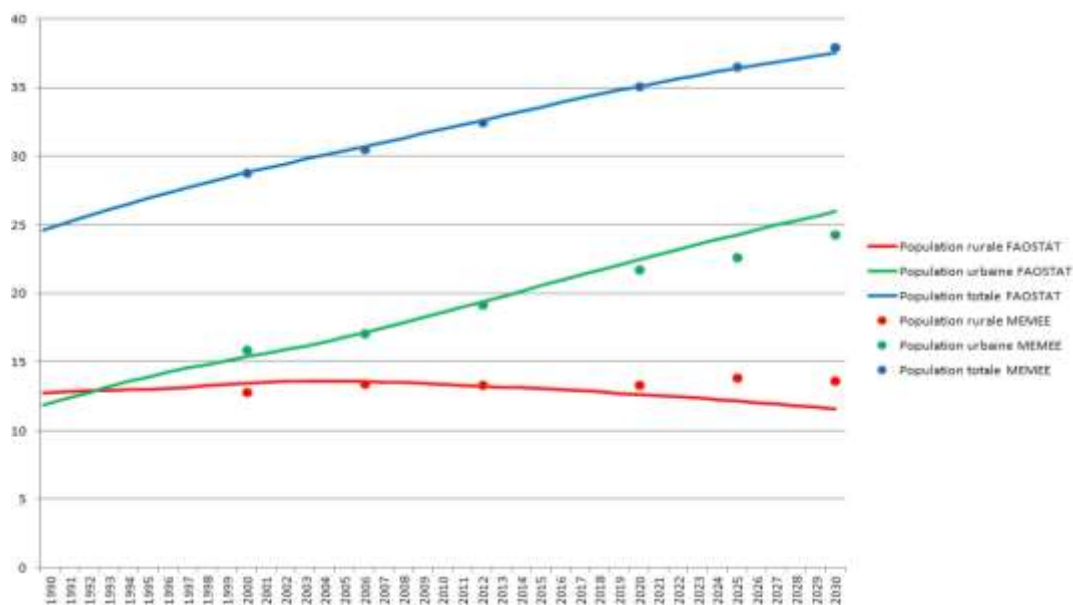


Figure 16 : Evolution de la population en millions d'habitants à l'horizon 2030 (d'après FAOSTAT, 2010 et MEMEE, 2011)

Rôle du butane

A l'heure actuelle, l'état subventionne le gaz butane à hauteur de 68% de son prix (Tantaoui, 2012), mais la suppression ou la diminution de cette subvention est à l'étude (Tantaoui, 2012, Masmoudi, 2012), du fait qu'elle est très couteuse et profite surtout aux ménages aisés. Il semblerait que le gaz butane soit utilisé quasi exclusivement dans le secteur résidentiel (MEMEE, 2011).

La diffusion du butane est limitée par les difficultés d'approvisionnement (distance et état des routes). De plus, les bouteilles sont petites et s'épuisent vite (Bencheikroun, 1987). Ainsi, le butane serait peu utilisé en milieu rural à l'heure actuelle.

La production locale était estimée en 2009 à 200 000 tonnes et les importations à 1,2 millions de tonnes en 2009. La consommation augmente de 5 à 6 % par an (Berdai, 2007). L'extension et le développement de l'infrastructure y afférente nécessitent un investissement annuel de 500 millions DH (1.5 millions de nouvelles bouteilles, pour renforcer le parc existant de 30 millions de bouteilles 12 kg et 3 kg).

En milieu urbain, un projet d'amélioration des fours à poterie par substitution du gaz au bois a été développé (Senhagi, 2003) mais aucun résultat n'a été trouvé pour cette étude.

L'analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030 (MEMEE, 2011) évalue que malgré ces contraintes, l'utilisation du butane a vocation à s'accroître de manière importante. La publication modélise l'évolution des consommations de butane dans le secteur résidentiel selon six scénarios croisant des hypothèses sur deux aspects :

- La croissance économique (tendanciel - T, bas - B et haut - H, correspondant à des augmentations respectives du PIB de 126%, 154% et 201% entre 2012 et 2030. Le scénario Bas est celui retenu par le Centre de Conjoncture Economique du Maroc)
- L'innovation en matière de maîtrise de l'énergie (« laisser faire » - LF, correspondant à des innovations au rythme mondial et « maîtrise de l'énergie » - ME, correspondant à la mise en œuvre de technologies spécifiques permettant d'atteindre en 2030 une performance énergétique équivalente à celle d'aujourd'hui en Europe).

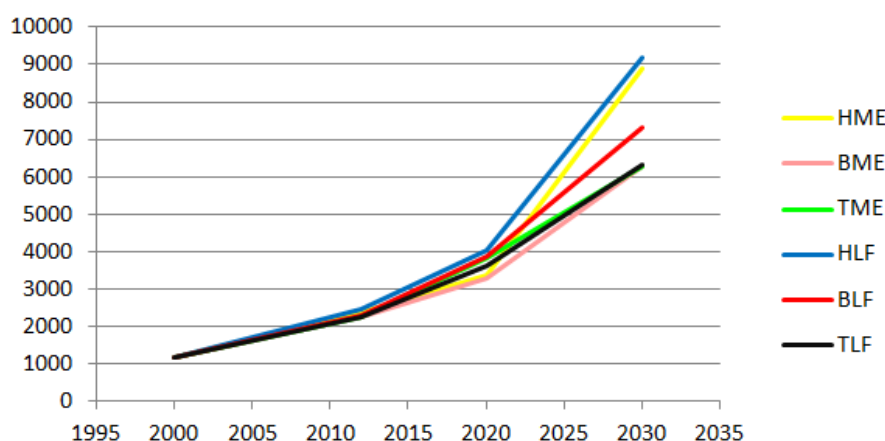


Figure 17 : Evolution de la consommation de butane en milliers de tep d'après six scénarios (d'après MEMEE, 2011)

Rôle de l'électrification rurale

En 1995, le Maroc a entrepris de généraliser l'accès à l'électricité dans le milieu rural par la mise en œuvre du Programme d'électrification rurale globale (PERG). L'extension du réseau devait répondre à 93% des besoins, les 7% restants (150 000 foyers) étant couverts par l'électrification rurale décentralisée : essentiellement des panneaux solaires individuels mais également des fontaines électriques, petites centrales hydro-électriques, groupes électrogènes.

En 2009, l'électrification était réalisée à 96,5% (MEMEE, 2010).

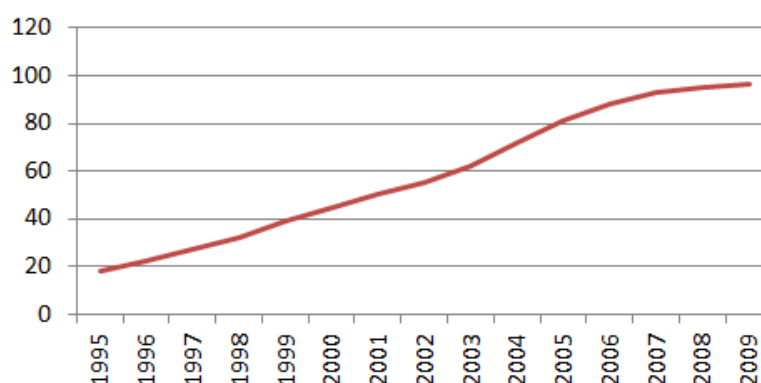


Figure 18 : Evolution du taux d'électrification rurale en % (d'après Roller et al., 2007 et MEMEE, 2010)

L'électricité en milieu rural est utilisée par les foyers pour l'éclairage, la télévision, la radio et les téléphones portables (FFEM, 2005). Ainsi, elle ne se substitue pas au bois de feu pour le chauffage ou la cuisine. Par contre, elle change les modes de vie des populations rurales, notamment grâce à l'éclairage de nuit et la télévision. Ces innovations auraient eu tendance à inciter les veillées, impliquant une augmentation de l'utilisation du bois de feu pour le chauffage et le thé (Comm. pers. A. Hammoudi (HCEFLCD), 2012).

L'électrification aurait également comme impact de réorienter l'usage du butane de l'éclairage vers la cuisson des aliments (Comm. pers. A. Dakkina (Aderee), 2012). Ainsi, elle aurait indirectement diminué les consommations de bois de feu.

Les données disponibles ne permettent pas d'évaluer l'impact de l'électrification sur les consommations de bois de feu. Berdai (2007) estime cependant que les résultats du CDER (2006) correspondent à ceux de 1994. On peut donc considérer que l'effet est faible à nul.

L'électrification rurale étant achevée, ce facteur ne jouera plus à l'avenir. La consommation par ménage peut par contre changer. L'utilisation d'appareils électroménagers électriques pour la cuisson et le chauffage sera dépendante du coût de l'électricité et des appareils. Bien que le Maroc s'engage vers une maîtrise des coûts de son énergie, par la diversification (le Maroc dispose notamment de réserves de schiste bitumeux), les énergies

renouvelables et l'efficacité énergétique, il reste tributaire des prix internationaux, 95 % des besoins en énergie primaire étant importés (Roller et al., 2007).

L'analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030 (MEMEE, 2011) évalue les augmentations de consommation d'électricité selon des hypothèses de maîtrise de l'énergie ou non, suivant un développement économique « bas ».

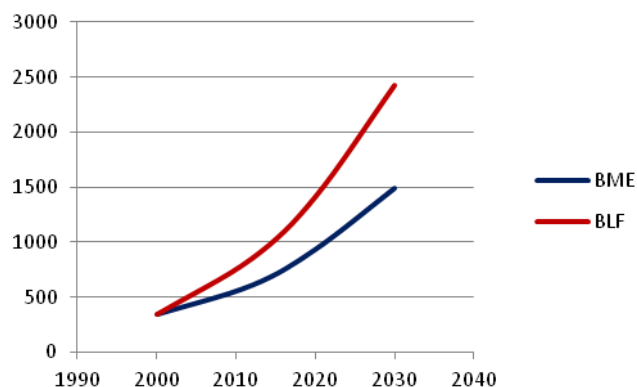


Figure 19 : Evolution de la demande en électricité en milliers de tep selon deux hypothèses (d'après MEMEE, 2011)

Rôle de l'énergie solaire

L'énergie solaire est mise à contribution par l'utilisation de panneaux photovoltaïques répondant à 7% des besoins dans le cadre du PERG (voir plus haut).

Le programme national Promasol vise depuis 2001 la promotion des chauffe-eau solaires pour la production d'eau chaude sanitaire. Il a ainsi pour objectif d'accélérer une tendance existante d'augmentation des surfaces de CES installés. Ainsi, les objectifs visés sont de 400 000 m² installés en 2012 et 1,7 Mm² en 2020 (Allali, 2011). Berdai (2007) rapporte que les installations concernent des habitations individuelles dans 90% des cas.

Les données du rapport d'évaluation du programme (MEMEE, 2008) permettent d'évaluer qu'un m² d'installation solaire thermique fournit une énergie annuelle de 0,0516 tep³⁷. Reprenant le facteur de 0,358 tep/tms de bois (MEMEE, 2011) et sur la base des installations réalisées jusqu'en 2009 puis prévues, on peut estimer ce que représente la production d'énergie en équivalent tms de bois.

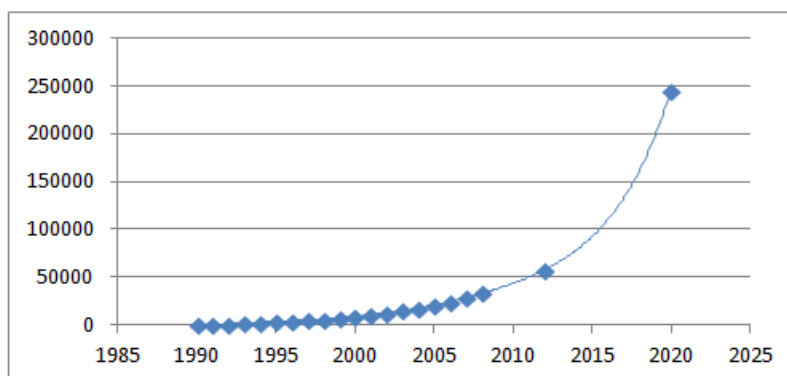


Figure 20 : Production d'énergie en équivalent tms de bois par les installations du programme Promasol

Soit au maximum (en 2020), 2,17% de la consommation de bois de 1994. Cette comptabilisation néglige le remplacement des capteurs en mauvais état après 10 ans d'utilisation (Roller et al., 2007). D'autre part, il semble que les installations de chauffe-eau solaires se font plutôt en ville, où ils se substituent principalement à l'énergie électrique et peu à l'utilisation de bois de feu. En effet, Allali (2011) rapporte que dans le cadre du lancement de Promasol, avec la fourniture de 1000 chauffe-eau à coûts réduits, seules les institutions et les

³⁷ 600kWh.an⁻¹ pour 1 m² (MEMEE, 2008) et 86tep/GWh.

classes moyennes des zones urbaines ont pu déboursier les 650 \$US nécessaires (six fois le coût d'un système non solaire).

Berdai (2007) identifie également plusieurs contraintes : offres d'équipement et de service de qualité limitées, coût à l'investissement élevé, information et sensibilisation insuffisantes, compétition du butane fortement subventionné.

Ainsi, on peut considérer que le développement des chauffe-eaux solaires n'aura qu'un impact très limité sur les consommations de bois de feu.

Des cuisinières solaires ont également été testées en milieu rural par le CDER en 2003 et des associations étrangères. Les solutions de ces dernières se sont avérées inadaptées dans les zones de test (Senhagi, 2003).

Rôle de l'efficacité énergétique

D'après Senhagi, 2003, les techniques à base de bois utilisées pour la cuisson des aliments et le chauffage de l'eau et des locaux par les ménages ont des rendements très faibles de l'ordre de 15 à 20%. Une revue est faite de quelques technologies permettant des économies de bois de feu :

Tableau 6 : Quelques projets de promotion de l'efficacité énergétique (d'après Senhagi, 2003)

Projet et zone	Type	Matériaux	Coût (DH)	Economies en bois	Remarque
Projet GeF RIF (zone du Rif)	Fours à pain (bois)	Tôle et brique réfractaire	2000	50%	Fonctionnel mais coût élevé
Projet GeF RIF (zone du Rif)	Fours à pain (bois)	Tôle et brique réfractaire	6500	60%	Fonctionnel
Near East Foundation	Fours à pain	Poterie	150		
CDER	Foyer amélioré	Métal	80 à 120	-	Fonctionnel dans le sud
CDER et Near East Foundation	Foyer amélioré	Terre cuite	50		Fonctionnel dans certaines régions
Projet Gef RIF (zone du Rif)	Chauffe-eau bois	Tôle et brique réfractaire	2800	80%	Efficace mais à améliorer
Marrakech et autres villes	Cuves améliorées pour hammam				
Projet AGDZ appuyé par la Fondation Helen Keller	Chauffe-eau bois + solaire en hammam				
Projet Gef RIF (zone du Rif)	Chauffage locaux au bois	Tôle et brique réfractaire	2800	40%	Rejeté par la population
Projet GTZ Oued Srou à Khénifra	Chauffage locaux au bois	Métal			Accepté et diffusé

Senhagi estime qu'en 2003, 3 000 à 5 000 foyers améliorés et quelques centaines de fours à pain fonctionnaient au Maroc. Aucun état des lieux plus récent n'a été trouvé.

Une politique d'utilisation rationnelle du bois de feu est menée depuis 1996 par le CDER. Le volet rural du programme a intégré la mise à niveau de hammams rurbains, l'introduction de hammams collectifs, le développement de fours à pain améliorés. En milieu urbain, elle s'est traduite notamment par un recensement des hammams (Wilaya du Grand Casablanca) et la diffusion de chaudières améliorées, complétée par la formation à la fabrication, l'utilisation et le marketing. Les économies de bois réalisées par l'utilisation de ces

chaudières est de l'ordre de 50%, soit 150 (Auriol et Filali-Meknassi, 2007) ou 175 (Berdai, 2007) tonnes de bois par an et par hammam. Le nombre de chaudières installées serait de 140 (Comm. pers. M. Makaoui (Aderee), 2012) sur 5 000 hammams recensés.

Quelques limites ont cependant été identifiées (Comm. pers. M. Makaoui (Aderee), 2012):

- Qualité de la tôle
- Acceptabilité sociale : attachement des gestionnaires de hammams à l'ancien système

Le scénario « Maîtrise de l'énergie » de MEMEE, 2011 intègre la diffusion de fours améliorés mais ne donne pas d'indication sur les hypothèses de quantité de fours diffusés et leur efficacité.

Rôle des caractéristiques et du mode de vie des ménages

Les consommations de bois de feu par les ménages dépendent également du nombre de personnes (relation non linéaire) de la distance des habitations aux forêts et des revenus des ménages (Benchekroun, 1987).

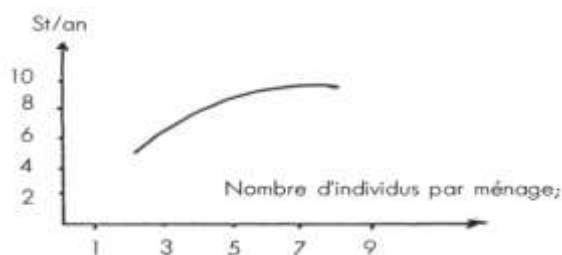


Figure 21 : Consommation de bois de feu des ménages (stères/ménage/an) en fonction du nombre de personnes dans le ménage (Benchekroun, 1987)

Les projections de l'analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030 (MEMEE, 2011) intègrent des hypothèses sur le nombre de personnes par ménages.

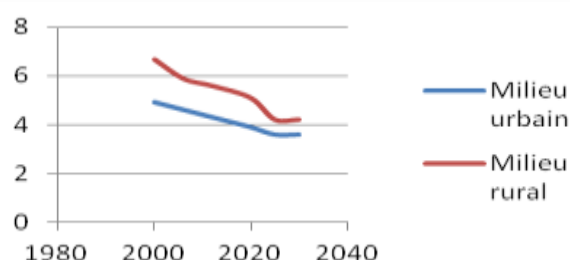


Figure 22 : Projection de l'évolution du nombre de personnes par ménage en milieux rural et urbain (d'après MEMEE, 2011)

Enfin, le mode de vie des ménages évoluera en lien avec leurs revenus et le développement du pays. Des hypothèses sont notamment faites dans MEMEE, 2011 sur ces évolutions, dans un scénario de maîtrise d'énergie (BME) :

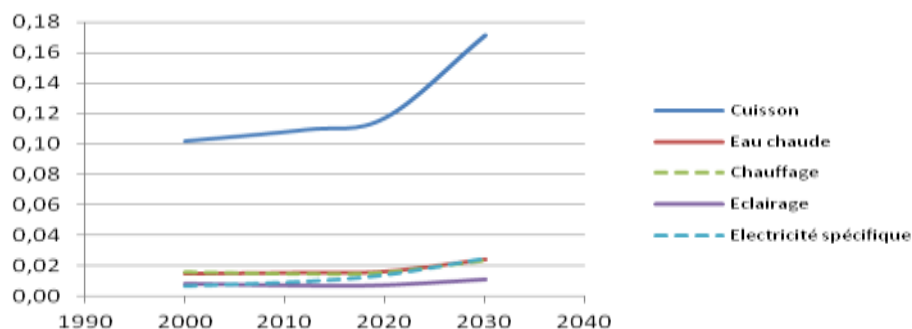


Figure 23 : Evolution des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel (tep/habitant) (d'après MEMEE, 2011)

Résultats de projections et estimation des volumes prélevés en forêt

Les résultats des projections réalisées par l'analyse prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030 (MEMEE, 2011) permettent d'évaluer les consommations de bois énergie en tonnes équivalent pétrole (tep) selon les scénarios BLF et BME :

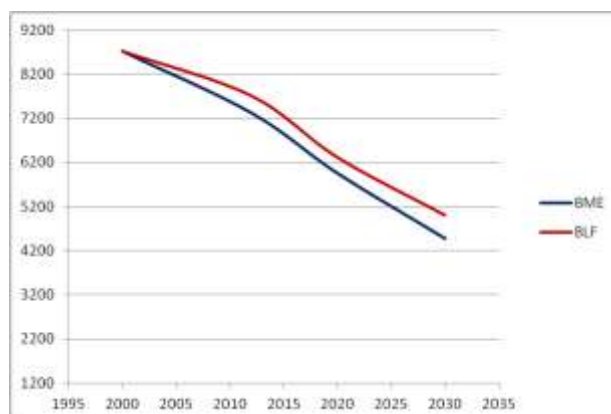


Figure 24 : Projections de consommation de bois énergie (en milliers de tep) selon deux scénarios (d'après MEMEE, 2011)

MEMEE, 2011 détaille ces consommations en bois et charbon de bois. Pour effectuer la conversion des tep consommés vers les m3 prélevés en forêt, on fait l'hypothèse que comme en 1994, 53% de la consommation totale de bois énergie est issu des forêts. Le volume³⁸ de bois prélevé annuellement en forêt pour les besoins énergétiques (en m3) est calculé comme suit : $53\% \times (\text{consommation de bois (tep)} / 0,358^{39} / 0,6^{40} + \text{consommation de charbon de bois} / 0,717^{41} \times 6^{42} / 0,6)$

On obtient ainsi les projections suivantes :

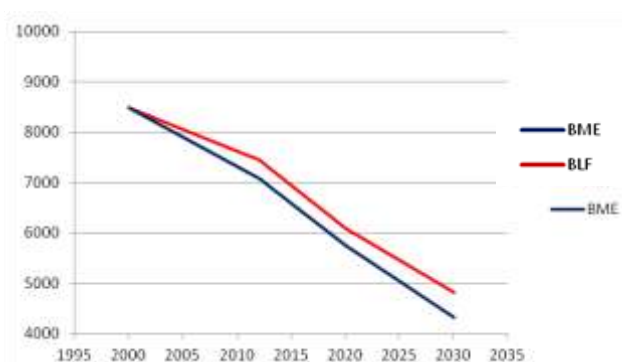


Figure 25 : Projection des prélèvements de bois énergie en forêt en milliers de m3 (d'après MEMEE, 2011)

Calcul des émissions évitées par la stratégie

Les simulations étant faites sur la base d'une stratégie mise en œuvre dès 2001, on décale les premiers gains à 2013 :

³⁸ Conversion de la masse en volume par une densité de 0,6, valeur choisie pour le bois de feu dans la Seconde communication nationale (ADS, 2008)

³⁹ Facteur de conversion des tms en tep pour le bois (MEMEE, 2011)

⁴⁰ Densité du bois de feu (ADS, 2008)

⁴¹ Facteur de conversion des tms en tep pour le charbon (MEMEE, 2011)

⁴² Hypothèse de rendement massique de carbonisation à 16,7% (Cf MATEE, 2005 : 1,5 Mt de bois donnent 0,25 Mt de charbon)

Entre les dates connues (2000, 2012, 2020 et 2030), projections linéaires pour connaître les prélèvements				Formule = $[(\text{prélèv (BLF)} - \text{prélèv (BME)}) / \text{prélèv (BLF)}] \times 100$	Formule = $3,47\% \times \text{prélèv (BLF)}$
	Prélèvements en forêt (BLF)	Prélèvements en forêt (BME)	Gain entre BME et BLF en % de BLF	Gain moyen attendu entre 2013 et 2030	
2000	8484	8484	0,0		
2001	8398	8367	0,4		
2002	8312	8250	0,7		
2003	8225	8133	1,1		
2004	8139	8016	1,5		
2005	8053	7899	1,9		
2006	7967	7782	2,3		
2007	7881	7665	2,7		
2008	7795	7548	3,2		
2009	7709	7431	3,6		
2010	7622	7314	4,0		
2011	7536	7197	4,5		
2012	7450	7080	5,0		
2013	7281	6914	5,0		
2014	7111	6747	5,1		
2015	6941	6581	5,2		
2016	6772	6414	5,3		
2017	6602	6247	5,4		
2018	6432	6081	5,5		
2019	6263	5914			
2020	6093	5748			
2021	5966	5605			
2022	5839	5462			
2023	5712	5319			
2024	5585	5175			
2025	5458	5032			
2026	5331	4889			
2027	5204	4746			
2028	5077	4603			
2029	4949	4460			
2030	4822	4317			

Figure 25 : Calcul des réductions de consommation de bois de feu en retardant la mise en œuvre de la stratégie à 2013 (chiffres en milliers de m3)

La réduction de consommation est de 207 140 m3/an en moyenne.

$$207\,140 \times 0,6^{43} \times 0,5^{44} \times 44/12 = 227\,855 \text{ tCO}_2\text{e/an.}$$

La réduction d'émissions attendue est de 227 855 tCO₂e/an.

⁴³ Densité du bois énergie (ADS, 2008)

⁴⁴ Fraction carbone en tC/tms (GIEC, 2006)

ANNEXE VI : Contraintes climatiques passées et futures

Le Maroc est soumis à des conditions climatiques sévères du fait que la majeure partie de son territoire (93%) est située dans les zones bioclimatiques semi-aride (14,9%), aride (16,4%) et saharienne (61,6%) (HCEFLCD, 2011)

La figure suivante fait la synthèse des données recueillies sur les années de sécheresse (un trait vertical signifie que l'auteur identifie une sécheresse) :

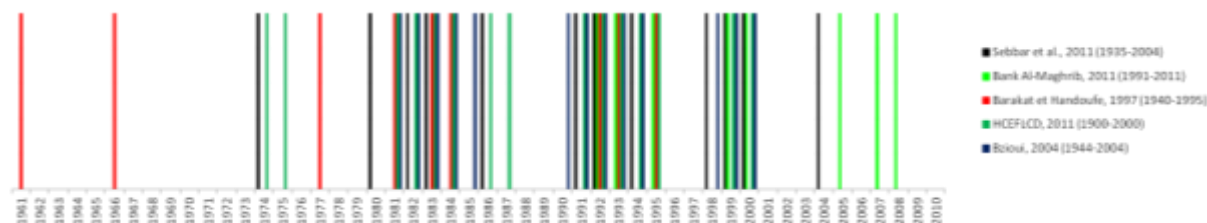


Figure 26 : Synthèse des données recueillies sur les sécheresses passées

La seconde communication nationale (ADS, 2008) souligne que le Maroc subit des sécheresses de plus en plus récurrentes et sévères. A des fluctuations aléatoires des précipitations se superpose une décroissance globale nette des quantités de pluie recueillies, qui oscille, selon les régions, entre 3% et 30% au cours de la période 1976-2006. La seconde communication nationale anticipe à l'horizon 2020 une légère tendance à la baisse de la pluviométrie annuelle avec une diminution moyenne de l'ordre de -5,7% et -8,7% respectivement selon les scénarios A2 et B2 du GIEC. Ce paramètre risque de favoriser à la fois les départs des feux et leur expansion, ainsi que les dépérissements.

Le PAN-LCD mentionne des projections sur les futures conditions climatiques :

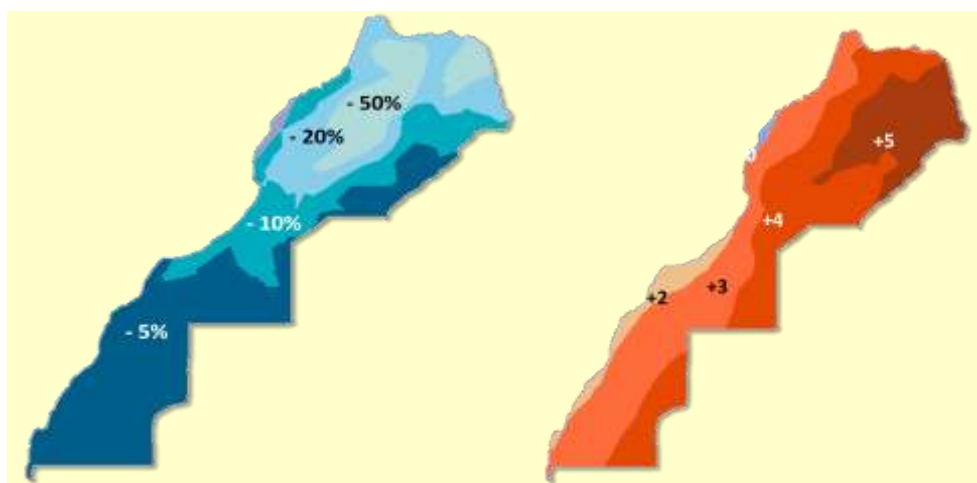


Figure 27 : Projection du climat futur (2070 - 2099) au Maroc sur la base de la référence du climat (1961 - 2000) (HCEFLCD, 2011)

ANNEXE VII : Application des calculs du GIEC pour les émissions dues aux feux de forêt

La formule donnée par le GIEC (2006) pour le calcul des émissions dues aux feux de forêts est la suivante :

ÉQUATION 2.27

ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DUES AU FEU

$$P_{feu} = S \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{fe} \cdot 10^{-3}$$

Où :

P_{feu} = Quantité d'émissions de gaz à effet de serre dues au feu, tonnes de chaque GES, par exemple, CH₄, N₂O, etc.

S = Surface brûlée, ha

M_B = Masse de combustible disponible à la combustion, tonnes ha⁻¹. Sont inclus la biomasse, la litière du sol et le bois mort. Lorsqu'on utilise des méthodes de niveau 1, on suppose que les pools de litière et de bois mort sont nuls, sauf lorsqu'il y a un changement d'affectation des terres (lire la section 2.3.2.2).

C_f = Facteur de combustion, non dimensionnel (valeurs par défaut au tableau 2.6)

G_{fe} = Facteur d'émissions, g kg⁻¹ de matière sèche brûlée (valeurs par défaut au tableau 2.5)

Note : Lorsqu'aucune donnée n'est disponible pour M_B et C_f , une valeur par défaut correspondant à la quantité de combustible réellement brûlée (le produit de M_B et de C_f) peut être utilisée (tableau 2.4) à la méthodologie de niveau 1.

Au sein des forêts brûlées, la totalité de la biomasse ligneuse n'est pas détruite. Cette proportion de biomasse détruite dépend de l'essence, de la période d'apparition des feux dans la saison de végétation, de l'intensité du feu. En l'absence de donnée spécifique au Maroc, on considère que 50% de la biomasse ligneuse est brûlée au cours des incendies⁴⁵.

Les émissions de GES sont données par les mêmes lignes directrices du GIEC pour les forêts extratropicales :

Tableau 7 : Facteurs d'émission du GIEC pour les forêts extratropicales (d'après GIEC, 2006)

	CO2	CH4	N2O	Total
Emissions en g.kg ⁻¹ de matière sèche brûlée	1569	4,7	0,26	
GWP ⁴⁶	1	25	298	
Emissions en tCO2e/tms brûlée	1,569	0,1175	0,07748	1,76398

Enfin les stocks considérés sont ceux de la biomasse aérienne et souterraine, la litière et le bois mort, comme recommandé par le GIEC. La valeur est issue du FRA2010, indiquant 152 tms/ha (aucune donnée n'est disponible pour le bois mort).

⁴⁵ Les lignes directrices du GIEC (2006) indiquent une valeur de 45% pour les forêts tempérées et 55% pour les forêts tropicales secondaires.

⁴⁶ *Global Warming Potential* ou potentiel de réchauffement global, permettant de calculer des équivalences entre GES.

	Formule : Nombre d'incendies x 12 ha	Formule : Nombre d'incendies x 6 ha	Formule : Surface x 86% x 50% x 152 tms/ha	Formule : Surface x 86% x 50% x 152 tms/ha	Formule : Stock brûlé x 1,76398	Formule : Stock brûlé x 1,76398	Formule : Stock brûlé x 1,76398
	Nombre d'incendies (projection linéaire des données passées)	Surfaces brûlées dans le scénario de référence (12 ha/incendie)	Surfaces brûlées dans le scénario de projet (6 ha/incendie)	Stocks brûlés dans le scénario de référence (tms)	Stocks brûlés dans le scénario REDD+ (tms)	Emissions du scénario de référence (tCO2e)	Emissions du scénario REDD+ (tCO2e)
2013	475,3	5703,4	2851,7	372776,5	186388,2	657570,3	328785,1
2014	482,6	5791,6	2895,8	378540,9	189270,5	667738,6	333869,3
2015	490,0	5879,8	2939,9	384305,3	192152,7	677906,9	338953,4
2016	497,3	5968,0	2984,0	390069,7	195034,9	688075,2	344037,6
2017	504,7	6056,2	3028,1	395834,1	197917,1	698243,5	349121,8
2018	512,0	6144,4	3072,2	401598,6	200799,3	708411,8	354205,9
2019	519,4	6232,6	3116,3	407363,0	203681,5	718580,1	359290,1
2020	526,7	6320,8	3160,4	413127,4	206563,7	728748,4	364374,2
2021	534,1	6409,0	3204,5	418891,8	209445,9	738916,8	369458,4
2022	541,4	6497,2	3248,6	424656,2	212328,1	749085,1	374542,5
2023	548,8	6585,4	3292,7	430420,6	215210,3	759253,4	379626,7
2024	556,1	6673,6	3336,8	436185,0	218092,5	769421,7	384710,8
2025	563,5	6761,8	3380,9	441949,5	220974,7	779590,0	389795,0
2026	570,8	6850,0	3425,0	447713,9	223856,9	789758,3	394879,2
2027	578,2	6938,2	3469,1	453478,3	226739,1	799926,6	399963,3
2028	585,5	7026,4	3513,2	459242,7	229621,3	810094,9	405047,5
2029	592,9	7114,6	3557,3	465007,1	232503,6	820263,2	410131,6
2030	600,2	7202,7	3601,4	470771,5	235385,8	830431,6	415215,8

Figure 28 : Calcul des émissions dues aux incendies pour le scénario de référence et le scénario REDD+

ANNEXE VIII : Stratégies de lutte contre l'érosion

Erosion hydrique des bassins versants

Le lancement des travaux anti-érosifs date des années 1950. En 1996, le Plan national d'aménagement des bassins versants (PNABV) estimait que 350 000 ha avaient été traités.

Plusieurs techniques sont utilisées :

- Des reboisements classiques
- Des activités d'amélioration pastorales incluant des plantations (acacia notamment)
- Des plantations d'arbres fruitiers sur terrassements

Ainsi, la protection des sols des bassins versants est influencée par différentes stratégies sectorielles (PDR, PNABV, stratégie de développement des parcours). Ceci met en évidence le fait que des mêmes surfaces peuvent remplir plusieurs fonctions, ce qui complique la compréhension des objectifs stratégiques quantifiés.

Afin d'estimer le potentiel REDD+ de ces activités, il faut d'abord se demander si les boisements effectués permettent de constituer des forêts. Dans le cadre du mécanisme de développement propre, le Maroc a fixé comme définition de sa forêt une superficie supérieure à 1ha, sur lequel le couvert arboré est supérieur à 25% et où les arbres dépassent 2m à maturité⁴⁷. Aucun élément n'a été trouvé pour estimer quelle part de ces aménagements pouvait être considérée comme de la forêt.

Pour les boisements donnant des forêts, le bénéfice climatique est dû au stockage de carbone dans les arbres et les sols (puits de carbone) et à la réduction des pertes dues à l'érosion. En effet, la forêt permet la régulation du régime hydrique et la réduction de l'érosion par protection du sol, les pertes en terre étant évaluées à 100 Mtonnes/an par le même document. L'effet est d'autant plus néfaste l'érosion concerne la fraction fine des sols (< 2mm), constitutive de la fertilité. Les terres touchées sont riches en argiles et l'érosion entraîne un appauvrissement en éléments nutritifs assimilables, des chutes de la capacité d'échange cationique et de la capacité de rétention en eau (Comm. pers CRF, 2012).

Les objectifs et coûts spécifiques à la protection des sols des bassins versants relevés dans les stratégies sont les suivantes :

Tableau 8 : Objectifs stratégiques sur la lutte contre l'érosion des terres relevés dans différents documents

Source	Reboisements classiques	Fruitiers sur terrassement	Boisements pastoraux	Aménagement BV
PRD	300 000 ha de forêts de protection entre 1997 et 2027, soit 10 000 ha/an. Mentionne essentiellement des rideaux linéaires et plantations d'alignement.		250 000 ha entre 1997 et 2027, soit 8 334 ha/an	
PA-HCEFLCD		35 000 ha, soit 7 000 ha/an		Aménagement de 7 bassins versants (1 105 500 ha). Coût de 605 MDH (reboisements sont inclus ou comptabilisés uniquement dans le volet « reconstitution des écosystèmes » ?)
Budget du PD-HCEFLCD		12 425 ha pour 136 750 000 DH 1 243 ha/an pour 11 006 DH/ha		877 951 500 DH
PNABV	Plantations forestières et fruitières associées à des ouvrages antiérosifs, sur une superficie de l'ordre de 560 000 ha. Coût non précisé.		Objectif non précisé. 4000 DH/ha (acacia : 4000 à 7000 DH/ha)	1,5 millions d'ha sur aménagés sur 20 ans, pour 150 Millions de DH/an
PAN-LCD	Traitement par des reboisements de : - 254 622 ha (2010-2014, soit 50 924 ha/an), calculé en			Objectif de réduction de l'érosion hydrique et la dégradation des sols sur

⁴⁷ Le Maroc pourrait adopter une définition différente dans le cadre de la REDD+

	sommant les projets par zone homogène, présentés comme la consolidation et la poursuite des actions du PD-HCEFLCD . Cet objectif dépasse les objectifs du PDR pour l'ensemble des types de reboisements et la limite technique de 50 000 ha fixés pour PDR. - 137 962 ha d'objectifs supplémentaires propres au PAN-LCD, jusqu'en 2030 (9 854 ha/an) 20 153 DH/ha de traitement biologique en moyenne (écart type de 128%)	une surface de 6 Mha en 2030. Diminution de l'érosion sur environ 217.000 ha/an, soit la réduction de l'envasement des retenues des barrages de l'ordre de 180.000 m3/an
--	--	---

Au regard des difficultés à identifier les objectifs chiffrés des différents types de reboisements et face à l'incertitude concernant l'éligibilité des reboisements antiérosifs dans le mécanisme REDD+, on fait l'hypothèse conservatrice de ne pas inclure ces boisements dans les activités REDD+.

Erosion éolienne

De 1940 à 2007, 35 520 hectares de dunes ont été traitées afin de lutte contre l'ensablement des villes. Le PD-HCEFLCD prévoyait de fixer 3 000 ha de dunes de 2005 à 2014 (300 ha/an) grâce à des moyens biologiques et mécaniques⁴⁸.

Le PA-HCEFLCD intègre des actions de fixation mécanique et biologique des dunes sur une superficie annuelle moyenne de 450 ha, avec un budget moyen annuel de 30 MDH, soit 66 667 DH/ha. Le programme retenu doit permettre la protection de près de 24 agglomérations, d'environ 5 200 ha de terres agricoles de 100 km de route et de 18 km de canaux d'irrigation et de seguias. Le programme prévoit également la création de ceintures vertes sur 2 400 ha.

Le PAN-LCD fixe une cadence moyenne annuelle de l'ordre de 800 à 1000 ha de fixation biologique et mécanique, pendant une durée de 20 ans. Les coûts sont de 60 000 DH/ha.

Certains de ces boisements pour la lutte contre l'érosion éolienne seraient de véritables forêts. Par exemple, 1 600 ha d'un seul tenant ont été plantés autour d'Ouarzazate (Comm. pers. M. Ghanam (DLCDPN), 2012). Les surfaces considérées étant faibles au regard des reboisements annuels (31 500 ha en moyenne ces 10 dernières années), l'inclusion de ces boisements n'influence que peu les résultats.

On considère les scénarios suivants :

- Scénario de référence : 300 ha/an à 65 000 DH/ha -> protection de 16 agglomérations 3 467 ha de terres agricoles.
- Scénario de projet : 800 ha/an à 65 000 DH/ha-> protection de 42 agglomérations et 9 244 ha de terres agricoles

⁴⁸ Le budget de même plan mentionne 355 335 ha pour un coût de 131 165 000 DH, avec des coûts à l'hectare variant de 250 à 49 149 DH. Ces objectifs ne sont pas cohérents avec les autres documents.

ANNEXE IX : Compléments sur les hypothèses et calculs des absorptions dues aux reboisements

Scénarios envisageables

L'évolution future des rythmes de boisement peut faire l'objet de plusieurs scénarios :

- (i) Le reboisement de 71 428 ha/an, effort à fournir pour atteindre l'objectif fixé en 2027 par le PDR (1,5 Mha de reboisements). Ce rythme de reboisement paraît difficilement atteignable. D'après les entretiens, une étude de faisabilité préalable à la rédaction du PDR aurait fixé la limite de faisabilité des reboisements à 50 000 ha/an (Comm. pers. H. Farnane (DDF), 2012), notamment du fait de difficultés d'acceptation des reboisements par les populations.
- (ii) Le reboisement de 50 000 ha/an, en conformité avec l'étude cotée plus haut. L'évolution des reboisements annuels des dernières années (de 20 à 40 milliers d'ha 1997 à 2011) laisse penser que cet objectif est atteignable.
- (iii) Le reboisement de 30 000 ha/an (moyenne 1997-2010) cette hypothèse se justifie par le taux historique de reboisement par le Maroc depuis la mise en œuvre du PDR.
- (iv) L'arrêt des reboisements. Ce scénario est peu crédible au vu de la forte volonté politique de reboisement. Ce scénario peut être défendu si le financement des programmes de reboisements n'est plus possible.

Dans tous les cas, on estime que les surfaces reboisées pour chaque type de reboisement, par rapport aux objectifs globaux de PDR pour la période 2006-2027, sont fixes. Ainsi, on considère que 61,5 % des reboisements concerneront les forêts de production et 2,9 % concerneront les forêts récréatives pour la période 2007-2027.

Concernant les coûts de reboisement, ne connaissant pas l'utilisation réelle du budget prévisionnel du PDR pour la réalisation des 30 000 ha/an, on considère que l'ensemble des 730 MDH sont annuellement consommés et que le coût initialement estimé à 14 600 DH/ha (730 MDH/an pour 50 000 ha/an) est relevé à 24 333 DH/ha (730 MDH/an pour 30 000 ha/an).

Le tableau suivant estime le coût des reboisements « REDD+ » (uniquement les boisements productifs, récréatifs et de lutte contre l'érosion éolienne) en fonction des différentes hypothèses de reboisement (toutes fonctions confondues) :

Tableau 9 : Croisement des scénarios de référence et REDD+ envisageables pour les reboisements : surfaces plantées et coût induits par la stratégie REDD+

		Scénario de référence		
		50 000 ha/an	30 000 ha/an	0 ha/an
Scénario avec REDD+	71 428 ha/an	13 800 ha/an -> 335,8 MMAD/an	26 680 ha/an -> 649,2 MMAD/an	46 001 ha/an -> 1119,3 MMAD/an
	50 000 ha/an	-	12 880 ha/an -> 313,4 MMAD/an	32 201 ha/an -> 783,5 MMAD/an
	30 000 ha/an	-	-	19 320 ha/an -> 470,1 MMAD/an

Calcul des absorptions de GES des reboisements supplémentaires du scénario REDD+

Les données du FRA 2010 (FAO, 2009) permettent d'estimer les stocks de carbone en forêts artificielles :

Tableau 10 : Estimation des stocks de carbone des plantations (d'après FRA, 2009 et GIEC, 2006)

a. Biomasse dans les plantations (tms) (FAO, 2009)	29 875 500
b. Surfaces de plantation (ha) (FAO, 2009)	621 400
c. Biomasse par unité de surface dans les plantations (tms/ha) (c=a/b)	48,1

d. Stock de carbone par unité de surface dans la biomasse des plantations (tC/ha) ($d=c \times 0,5$) ⁴⁹	24,0
e. Rapport entre les stocks de carbone dans la biomasse et les stocks de carbone totaux au niveau national (biomasse + litière + sol, pas de donnée sur le bois mort) (calcul sur la base de FAO, 2009)	0,53
f. Stock de carbone par unité de surface dans les plantations (tC/ha) ($f=d/e$)	45,1
g. Stock en CO ₂ e ($g=f \times 44/12$)	165,2

Les stocks de carbone en plantation sont donc estimés à 165,2 tCO₂e/ha. On considère qu'une forêt plantée atteindra ce stock en 30 ans (hypothèse arbitraire), le profil d'absorptions de GES des plantations peut être estimé :

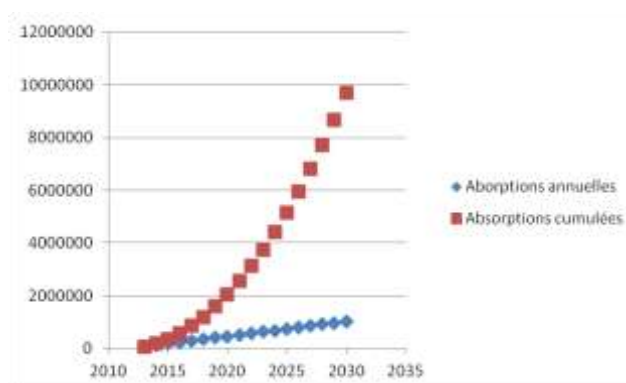


Figure 29 : Absorptions de CO₂ par les reboisements additionnels du scénario REDD+ (en tCO₂e)

Les absorptions annuelles augmentent du fait que de nouvelles plantations sont mises en place chaque année.

En considérant un taux de réussite des boisements de 70%, le bénéfice est estimé à 13 380 ha/an x 70% x 165,2 tCO₂e/ha, soit 1 547 430 tCO₂e/an, bien que ces résultats varient annuellement sur 48 ans (18 ans de plantation et 30 ans avant que la dernière plantation atteigne son stock maximal).

Calcul de la production de bois due aux reboisements supplémentaires du scénario REDD+

La production durable de bois de feu au Maroc est estimée à 3 Mm³ (Merlo et Croitoru, 2005). Rapportés au 5,7 Mha de forêts (FAO, 2009), on obtient une production de 0,52 m³/ha/an.

Ainsi, considérant :

- un scénario de référence de 30 000 ha x 61,5 % = 18 450 ha de boisements productifs annuels (les boisements productifs représentent 61,5% des objectifs), chaque ha permettant la production durable de 0,52 m³/ha/an
- un scénario REDD+ de 50 000 x 61,5% = 30 750 ha de boisement annuel, chaque ha permettant la production durable de 0,52 m³/ha/an,

La production annuelle durable de bois de feu augmenterait :

- dans le scénario de référence de 6 716 m³/an (18 450 x 0,52 x 70%), et
- dans le scénario REDD+ de 11 193 m³/an par an (30 750 x 0,52 x 70%)

ATTENTION : il s'agit bien de l'augmentation annuelle d'une production annuelle

⁴⁹ Fraction carbone par défaut = 0,5 (GIEC, 2006)

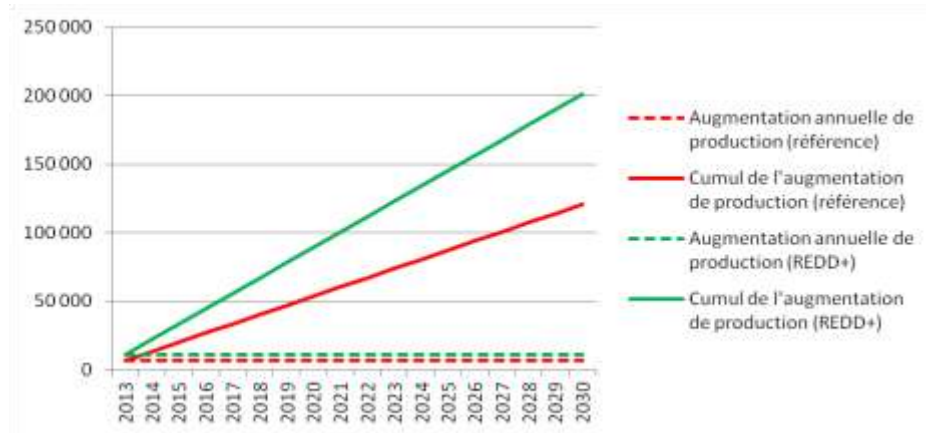


Figure 30 : Augmentation des productions annuelles de bois dans le cas du scénario de référence et du scénario REDD+

La différence de production est de 80 590 m³/an pour des reboisements de 2013 à 2030 $((11\,193 - 6\,716) \times 18)$. Cependant, le modèle est théorique car il comptabilise la production de 0,52 m³/ha/an dès l'année de plantation. Ainsi, ces bénéfices seront en réalité décalés dans le temps.

Le modèle permet cependant de comparer des ordres de grandeur, notamment cette augmentation de production (80 590 m³/an) avec la consommation de bois de feu issue de forêt (plus de 10 Mm³/an).

ANNEXE X : Sources de financements pour la REDD+

Seuls les financements auxquels le Maroc pourrait prétendre sont présentés.

Forest Carbon Partnership Facility

Le Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) est un programme accueilli au sein de la Banque Mondiale, qui appuie actuellement 36 pays. Il a le double objectif suivant :

- (i) Renforcer les capacités pour la REDD+ dans les 36 pays, via le fonds de préparation (Readiness fund) doté de 212,6 M\$US pour des promesses de financement évaluées à 239,4 M\$US. 31 M\$US ont été attribués (ODI, 2012). L'accès à ces ressources nécessite le dépôt d'un R-PP (Readiness Preparation Proposal, document de préparation à la REDD+).
- (ii) Tester un programme de paiement incitatif basé sur les résultats dans 5 pays à identifier, via le fonds carbone (Carbon Fund), doté de 138,1 M\$US, pour un montant promis de 218,3 M\$US (ODI, 2012). La sélection des cinq pays sera faite sur l'évaluation du processus de préparation.

Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM)

Le FEM finance des activités concernant les changements climatiques, la biodiversité et la dégradation des terres. Le FEM-5 (2010-2014), a décidé d'une allocation initiale de 15,75 M\$ pour le Maroc. Ces fonds sont débloqués par la soumission de projets au FEM par l'intermédiaire des agences de mise en œuvre (agences multilatérales : AfDB, FAO, Banque mondiale, IFAD, PNUD, PNUE, UNIDO...), moyennant une commission de 10%.

Si ces fonds financent des projets de gestion forestière durable ou de REDD+, le Tropical Forest Account du FEM, apporte un supplément égal à 1/3 de la somme (FEM, 2010).

Fin octobre 2012, les allocations et dépenses identifiées par le FEM étaient les suivantes :

Tableau 11 : Fonds alloués par le FEM au Maroc

Thématique	Allocation initiale (STAR) (\$US)	Montant utilisé (\$US)	Montants en attente d'approbation (\$US)	Montants à programmer (\$US)
Biodiversité	4 900 000	3 788 000	0	1 112 000
Changements climatiques	5 810 000	200 000	0	5 610 000
Dégradation des terres	5 040 000	4 100 000	340 100	599 900
Total	15 750 000	8 088 000	340 100	7 321 900

Si l'on considère que les financements REDD+ correspondent aux financements non compris dans l'aide au développement traditionnelle, seuls les montants provenant du Tropical Forest Account sont pris en compte. Ainsi, l'enveloppe maximale disponible pour la REDD+ peut être estimée à 2,44 M\$US (7,32 M\$US x 1/3).

UN-REDD Programme Fund

Trois agences des Nations Unies (UNEP, UNDP et FAO) ont collaboré à l'établissement du programme *United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries* (UN-REDD). Ce programme appuie des activités de préparation à la REDD+ dans 16 pays : Congo, Nigéria, République Démocratique du Congo, Tanzanie et Zambie pour l'Afrique, ainsi que 7 pays en Asie et Pacifique et 4 pays en Amérique Latine. Des appuis ciblés (*Targeted supports*) sont également prévus pour 28 pays partenaires, dont le Maroc. Ces appuis concernent le renforcement sur des aspects ciblés : systèmes de suivi des forêts (MRV - Monitoring, reporting, vérification), gouvernance, participation, impacts socio-environnementaux et diffusion de connaissances.

En juillet 2012, les contributions au fonds UN-REDD s'élevaient à 118,9 M\$US du Danemark, du Japon, de la Norvège et de l'Espagne. Les promesses de contribution s'élèvent à 151,5 M\$US (ODI, 2012). Les dépenses approuvées par l'UN-REDD sont évaluées à 116,3 M\$US (ODI, 2012) dont un peu plus de la moitié en financement de programmes nationaux de préparation à la REDD+, le reste en appuis ciblés.

Forest Investment Program

Le programme d'investissement pour les forêts (*Forest Investment Program* ou FIP) est un programme du fonds stratégique pour le climat (*Strategic Climate Fund*), un fonds multilatéral faisant partie des fonds

d'investissement pour le climat (*Climate Investment Funds*) de la Banque Mondiale. L'objectif du FIP est de mobiliser des fonds additionnels pour la REDD+ et la gestion durable des forêts, par des subventions ou des prêts à taux quasi nuls.

Le FIP cible actuellement le Brésil, le Burkina Faso, le Ghana, l'Indonésie, le Laos, le Mexique, le Pérou et la République démocratique du Congo.

Sur 639 M\$US attendus, 446 M\$US abondent actuellement le fonds (ODI, 2012). En septembre 2012, 220 M\$US de dépenses avaient été approuvées pour un total de 13 projets au Brésil, au Mexique, au Laos et en RDC.

BioCarbon Fund

Le BioCarbon fund est une initiative de la Banque Mondiale. Le fonds finance des activités de démonstration dans le domaine de l'utilisation des terres, leur changement d'utilisation et la foresterie (UTCF ou LULUCF en anglais⁵⁰) à travers l'achat de crédits carbone aux projets remplissant ses critères d'éligibilité. Ce fonds a financé trois projets REDD. Le programme actuellement en cours, depuis 2007, dispose d'une enveloppe de 36,6 M\$US mais est fermé à toute demande de participation.

International Climate and Forest Initiative de la Norvège

Le gouvernement norvégien a annoncé le lancement d'une initiative internationale pour le climat et les forêts en décembre 2007 à Bali. Les fonds mobilisés par la Norvège sont de 1,6 milliards \$US sur 4 ans (ODI, 2012). Le financement le plus important est attribué à l'Amazon Fund brésilien, pour 1 milliard \$US. Les possibilités de financement en direct pour le Maroc semblent assez faibles, la Norvège ayant déjà ciblé plusieurs pays.

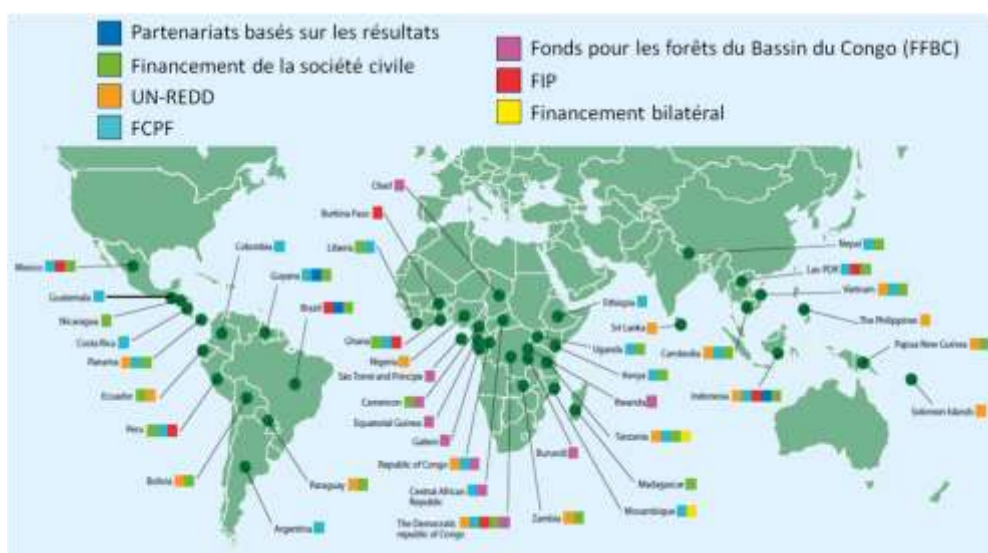


Figure 31 : Répartition des financements de la Norvège sur la REDD+

On remarque notamment que la Norvège a choisi de pratiquer des paiements basés sur les résultats au Guyana, au Brésil et en Indonésie

International Climate Fund du Royaume-Uni

Au sommet du G8 de juillet 2008, le ETF-IW (*Environmental Transformation Fund - International Window*) a été lancé, initiative de 800 M€ (1,22 milliards de \$US) ayant pour but d'aider le financement des fonds d'investissement pour le climat de la Banque Mondiale, le FCPF ainsi que le CBFF. Il a été remplacé en 2011 par l'International Climate Fund, qui dispose d'un montant promis de 4,64 milliards \$US et d'un montant versé de 1,318 milliards \$US (ODI, 2012).

L'ICF a pour objectifs la lutte contre les changements climatiques en soutenant un développement faiblement émetteur en GES et l'adaptation dans les pays en voie de développement. Les projets forestiers d'atténuation font partie des activités financées.

⁵⁰ Land Use, Land Use Change and Forestry

78,3 M\$US de dépenses ont été approuvées dont plus de la moitié en Afrique sub-saharienne. 17% de ces financements ciblent spécifiquement la REDD+.

Global Climate Change Alliance de l'Union Européenne

Le GCCA est une initiative, lancée en 2007 et coordonnée par la Commission européenne. L'alliance vise à renforcer le dialogue et la coopération avec les pays en voie de développement les plus vulnérable face aux changements climatiques et à soutenir leurs efforts d'atténuation et adaptation. Elle se concentre sur les pays les moins développés et les petits Etats insulaires en voie de développement. Les deux modes d'action du GCCA sont une plateforme pour le dialogue et la coopération et un appui technique et financier. La REDD+ fait partie des thématiques ciblées, à travers la conception des systèmes de rapportage et le renforcement des capacités nationales pour le suivi de la déforestation, le renforcement des institutions et le développement de stratégies nationales de lutte contre la déforestation, l'appui aux mécanismes innovants d'incitations à la REDD basés sur les résultats et le renforcement des programmes du type FLEGT⁵¹ qui améliorent la gouvernance durable des ressources naturelles et réduisent les émissions.

Pour les années 2012-2013, le budget du GCCA s'élève à 85 M\$US. De 2008 à 2012, 60% des fonds ont été attribués en Afrique, limitée à l'Afrique subsaharienne. 9 projets en lien avec la REDD+ sont affichés sur le site du GCCA (www.gcca.eu).

International Climate Initiative de l'Allemagne

Depuis 2008, l'Allemagne oriente une partie des revenus de la vente aux enchères de permis d'émission alloués par l'EU-ETS⁵² vers des projets en lien avec les changements climatiques dans les pays en voie de développement, les nouveaux pays industrialisés et les pays en transition. La REDD+ fait partie des thématiques appuyées. Sur 851 M\$US de budget, 770 M\$US ont été alloués.

La Maroc et 17 autres pays sont ciblés par l'ICI pour la mise en œuvre d'un projet porté par la FAO et appelé « Système national de suivi et d'information sur les forêts pour un mécanisme REDD+ transparent et crédible »⁵³, pour un montant total de 4,77 M€ et une contribution de l'ICI de 4 M€. Le projet doit démarrer fin 2012 pour s'achever fin 2015.

En lien avec le programme UN-REDD, il implique également l'*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE), agence spatiale brésilienne. Le projet vise ainsi la coopération Sud-Sud sur les aspects de MRV. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Formation d'experts en télédétection et systèmes d'information géographiques (SIG) pour le MRV
- Mise en place de laboratoires de télédétection et SIG
- Développement d'outils logiciels en licence libre et de méthodologies et procédure spécifiques aux pays cibles pour le MRV
- Développement de portails SIG en ligne
- Opérationnalisation des systèmes MRV

⁵¹ *Forest Law Enforcement, Governance and Trade*

⁵² Système européen d'échange de quotas carbone, en application des engagements pris au titre du protocole de Kyoto

⁵³ *National Forest Monitoring and Information System for a transparent and truthful REDD+*

Janvier 2013

I SAS SalvaTerra

I 6 rue de Panama

I 75018 Paris I France

I Tél : +33 (0)6 66 49 95 31

I Email : m.le-crom@salvaterra.fr ; o.bouyer@salvaterra.fr

I Skype : m.le-crom.salvaterra ; o.bouyer.salvaterra

I www.salvaterra.fr

SalvaTerra

