



Compte rendu de l'atelier pour définir et adopter une méthodologie commune pour les analyses de vulnérabilité des sites pilotes de la composante 1 du projet FFEM

Projet FFEM « Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux »

Composante 1 « Analyses de vulnérabilité dans les cinq sites pilotes en Algérie, au Liban, au Maroc, en Tunisie et en Turquie »

Solsona, Espagne

27-31 mai 2013

Ce rapport a été réalisé par Sophie Vallée (AIFM) dans le cadre de la LoA du 26/04/2013 signée entre l'AIFM et la FAO. Il a ensuite été validé par les équipes de la FAO (V. Garavaglia et C.Besacier)

Sommaire

Présentation introductive de la composante 1 du projet FFEM et des objectifs de l’atelier de Solsona 1	
SESSION 1 : EXEMPLE D’ANALYSES DE VULNERABILITE REALISEES DANS DES ECOSYSTEMES FORESTIERS MEDITERRANNEENS.....	8
Présentation de l’analyse de vulnérabilité réalisée au Liban.....	8
Méthode d’analyse de la vulnérabilité des écosystèmes face au changement climatique.....	14
Vulnérabilité des peuplements forestiers méditerranéens aux changements globaux.....	19
SESSION 2 : PRESENTATION DES DONNEES CLIMATIQUES ET D’EVOLUTION DU COUVERT FORESTIER DANS LE SITE PILOTE DE LA MAAMORA AU MAROC	22
Présentation de produits cartographiques possibles réalisés sur le site de la Maâmora (Maroc).....	22
Présentation des besoins spécifiques de la composante 4 : Valoriser le rôle d’atténuation des forêts méditerranéennes et synergies à promouvoir avec la composante 1.....	30
SESSION 3 : PRESENTATION DES DONNEES DISPONIBLES DANS LES CINQ SITES PILOTES RETENUS POUR REALISER LES ACTIVITES DE LA COMPOSANTE 1	33
Présentation du site pilote de Senalba (Algérie).....	33
Présentation du site pilote de Jabal Moussa (Liban).....	35
Présentation du site pilote de la Maâmora (Maroc).....	37
Présentation des sites pilotes de Barbara et Siliana (Tunisie)	39
Présentation du site pilote de Düzlerçami (Turquie)	43
SESSION 4 : Synthèse et adoption d’une méthodologie commune pour réaliser les analyses de vulnérabilité dans les cinq sites pilotes retenus pour la composante 1	45
Synthèse des résultats de l’atelier de Solsona - Ebauche de guide méthodologique pour l’analyse de la vulnérabilité au changement climatique.....	45
ANNEXE 1.....	51
ANNEXE 2.....	56
ANNEXE 3.....	58

Sigles utilisés

AIFM : Association Internationale Forêts Méditerranéennes

BIK-F : Biodiversität und Klima Forschungszentrum (Centre de recherche sur la biodiversité et le climat)

CRA : Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (Conseil pour la recherche et l'expérimentation en agriculture)

CTFC : Centre tecnològic forestal de Catalunya (Centre de recherche forestière de Catalogne)

DGF : Direction Générale des Forêts

FAO : Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation)

FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Coopération internationale allemande)

INRA: Institut National de la Recherche Agronomique

LoA : Letter of Agreement

MAAF: Ministère français de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

MENA : Middle-East and North-Africa (Proche-Orient et Afrique du Nord)

ONF : Office National des Forêts

ONFI : ONF International

PCFM : Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes

CPMF : Collaborative Partnership on Mediterranean Forests

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

RGF : Ressources Génétiques Forestières

FGR : Forest Genetic Resources

SIG : Système d'Informations Géographiques

GIS : Geographic Information System

UE : Union Européenne

Présentation introductive de la composante 1 du projet FFEM et des objectifs de l'atelier de Solsona

Christophe Besacier (FAO - *Silva Mediterranea*)

I) CONTEXTE DE L'ATELIER DE SOLSONA

1. LISTE DES PARTICIPANTS

Prénom	Nom	Pays	Organisme	Adresse
Christophe	Besacier	France/Italie	FAO - <i>Silva Mediterranea</i>	christophe.besacier@fao.org
Valentina	Garavaglia	Italie	FAO - <i>Silva Mediterranea</i> / CRA Arezzo	valentina.garavaglia@fao.org
Anne	Martinet	France	ONF International	anne.martinet@onf.fr
Marion	Duclercq	France	Plan Bleu	mduclercq@planbleu.org
David	Solano	Espagne	CTFC	david.solano@ctfc.es
Lluis	Coll Mir	Espagne	CTFC	lluis.coll@ctfc.cat
Abdelkader	Benkheira	Algérie	Direction Générale des Forêts d'Algérie (DGF) (Sous Directeur des reboisements et des pépinières)	benkheiraa@yahoo.fr
Zighem	Lalem	Algérie	Direction Générale des Forêts d'Algérie (DGF)	dibali02@yahoo.fr
Maya	Mhanna	Liban	Ministère de l'Agriculture du Liban	mhmhanna@agriculture.gov.lb
Maya	Nehme	Liban	Ministère de l'Agriculture du Liban	maya.nehme@gmail.com
Mustapha	Bengueddour	Maroc	Haut Commissaire aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) du Maroc (Chef de Service de l'Aménagement Forestier)	bengueddourmus@yahoo.fr
El Houssine	Jdira	Maroc	Haut Commissaire aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) du Maroc (Ingénieur en Chef au Service des Etudes des Aménagements des Forêts et de la planification)	housjd@yahoo.fr
Ameur	Mokthar	Tunisie	Direction Générale des Forêts de Tunisie (Directeur de la Réglementation et du Contrôle)	ameur59@yahoo.fr
Kamel	Tounsi	Tunisie	Docteur en Géographie et organisation de l'espace rural Ingénieur Agronome, Spécialiste de la gestion de l'information pour le développement	tounsi_kamel@yahoo.fr
Sukran	Gokdemir	Turquie	Ministère de l'eau et des forêts de Turquie (Ingénieur forestier)	sukrangokdemir@ogm.gov.tr
Cumhur	Güngöroğlu	Turquie	Ministère de l'eau et des forêts de Turquie (Ingénieur forestier)	ayseyayatakelten@ogm.gov.tr
Ghazi	Gader	Tunisie	Expert-conseiller - Projet changement climatique GIZ Tunisie	ghazi.gader@giz.de
Antoine	Royer	Belgique	VITO - Expert Télédétection et SIG	antoine.royer@vito.be
Pieter	Kempeneers	Belgique	VITO - Expert Télédétection et SIG	pieter.kempeneers@vito.be
Sophie	Vallée	France	AIFM	sophie.vallee@aifm.org

2. RAPPEL SUR LE PCFM (PARTENARIAT DE COLLABORATION SUR LES FORETS MEDITERRANEENNES)

Le **Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes** a été lancé au cours de l'année 2010. Huit institutions (FAO, GTZ, MAAP, AIFM, ONF-I, MMFN, WWF-Med, Plan Bleu), réunies à Istanbul, ont signé l'accord fondateur du partenariat. Ces huit institutions ont été rejointes par huit autres entre 2011 et 2013. Actuellement, les membres de ce Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes sont les suivants:

- Agence Française de Développement / Fonds Français pour l'Environnement Mondial (AFD/FFEM) ;
- Agence de Coopération de la Turquie (TIKA) ;
- Association Internationale Forêts Méditerranéennes (AIFM) ;
- Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) ;
- Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) ;
- Institut forestier européen - Bureau régional méditerranéen (EFIMED) ;
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ;

- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ);
- Union internationale pour la conservation de la nature - Centre pour la coopération méditerranéenne (IUCN - Med) ;
- Mécanisme Mondial de la Convention des Nations Unies pour Combattre la Désertification;
- Le ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (MAAF) ;
- Plan Bleu/ Plan d'Action pour la Méditerranée (Plan Bleu/PAM) ;
- Programme Méditerranée du Fonds Mondial pour la Nature (WWF-MEDPO) ;
- Office National des Forêts – International (ONFI) ;
- Réseau Méditerranéen des Forêts Modèles (MMFN) ;
- Bureau pays du PNUD en Turquie.

Les membres du PCFM souhaitent renforcer conjointement les capacités des pays membres de *Silva Mediterranea* (Comité sur les questions forestières méditerranéennes), et du secrétariat de *Silva Mediterranea*, afin d'accélérer la mise en œuvre d'une gestion forestière durable et la protection des services fournis par les écosystèmes forestiers dans le contexte actuel de changements climatiques dans la partie méridionale de la région Méditerranéenne, notamment au **Maroc**, en **Algérie**, en **Tunisie**, en **Syrie**, au **Liban** et en **Turquie**, via notamment un **regroupement et un partage de connaissances et de moyens**.

En particulier, le partenariat porte sur les quatre principaux problèmes, étroitement liés, qui ont été identifiés lors de l'atelier organisé par la GTZ (Coopération technique allemande, remplacée en 2010 par la GIZ) et la FAO en juillet 2009 à Rabat, à savoir:

- Politiques inadéquates et manque de coopération intersectorielle,
- Manque de connaissances et d'informations,
- Faible sensibilisation du public,
- Manque de financements adéquats.

Les quatre composantes principales du PCFM sont les suivantes :

- **Renforcer la capacité des administrations forestières**

Résultat attendu : Prise de conscience, par les administrations forestières, de l'impact potentiel du changement climatique, amélioration de la gestion durable des forêts et mise en valeur des avantages socio-économiques des services écosystémiques pour les autres secteurs.

- **Intensifier les relations intersectorielles avec les autres secteurs économiques concernés**

Résultat attendu : Les parties prenantes compétentes (gouvernementales et non gouvernementales) en dehors du secteur forestier (énergie, eau, agriculture, tourisme ...) prennent en compte les questions forestières dans leurs programmes de travail et sont ouvertes à la coopération intersectorielle.

- **Améliorer la connaissance, l'information et les capacités de communication sur l'importance de la gestion durable des forêts, des biens et services fournis par les forêts, et sur l'impact potentiel du changement climatique**

Résultat attendu: Les parties prenantes et le grand public sont en mesure de juger de la pertinence des actions visant à la gestion forestière durable et à l'adaptation au changement climatique.

– **La mobilisation de soutien et de partenariat externes**

Résultat attendu: Mobilisation suffisante de soutien financier afin de permettre aux pays de mettre en œuvre des mesures d'adaptation significatives et efficaces dans le secteur forestier.

II) **PRESENTATION SYNTHETIQUE DU PROJET FFEM**

Rappelons le contexte : les forêts méditerranéennes produisent d'importants biens et services. Or le constat est le suivant : les politiques publiques ainsi que les stratégies locales et régionales de développement ne prennent pas assez en compte ces aspects. De plus les gestionnaires forestiers manquent de connaissances et de compétences en matière de biens et services écosystémiques et d'adaptation aux changements climatiques. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre une **approche participative**, englobant tous les acteurs locaux, afin de mieux prendre en compte le changement climatique dans les orientations de gestion futures.

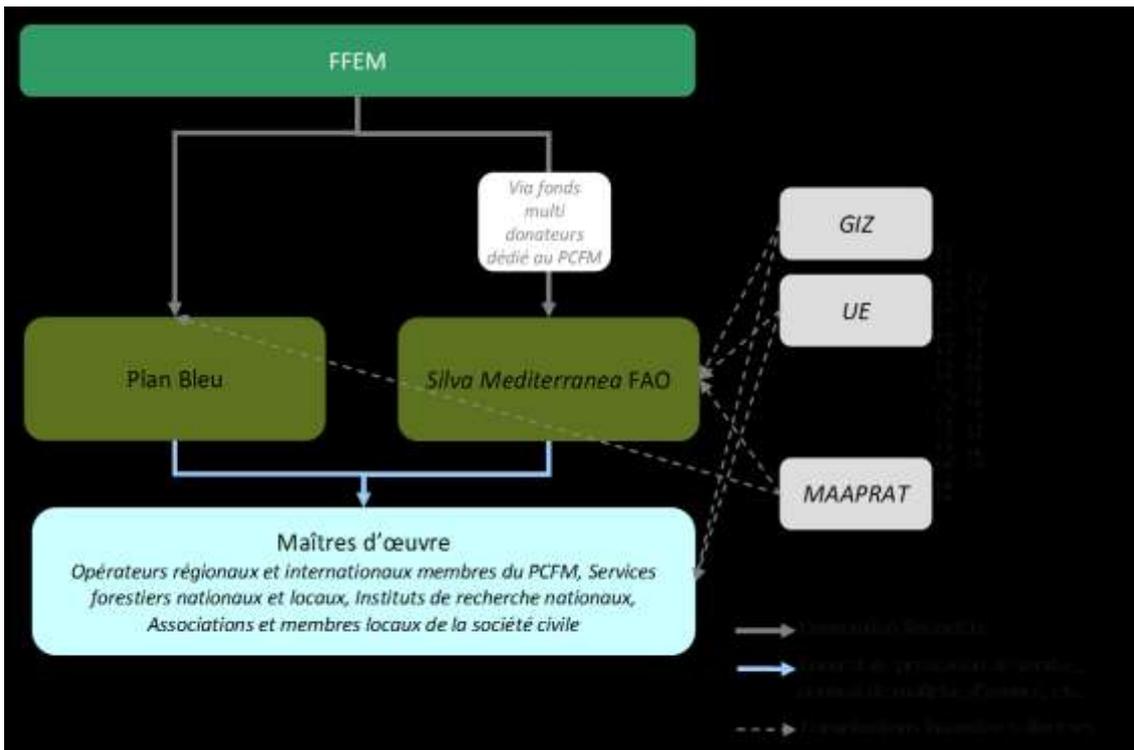
Dans le cadre du PCFM, le projet « **Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux** » a été préparé par le secrétariat de *Silva Mediterranea* et ses partenaires (en particulier le Plan Bleu) et présenté par le Ministère français de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie au Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM). Le FFEM soutient le projet à hauteur de 2,65 millions d'euros. Le budget total prévu est de 8,5 millions d'euros. Les six pays partenaires impliqués dans le projet sont l'Algérie, le Liban, le Maroc, la Syrie, la Tunisie et la Turquie. Etant donnée l'instabilité de la situation politique en Syrie, aucune action ne pourra être réalisée dans ce pays sur la période 2012-2015.

Ce projet entre en synergie avec d'autres projets régionaux sur les forêts méditerranéennes :

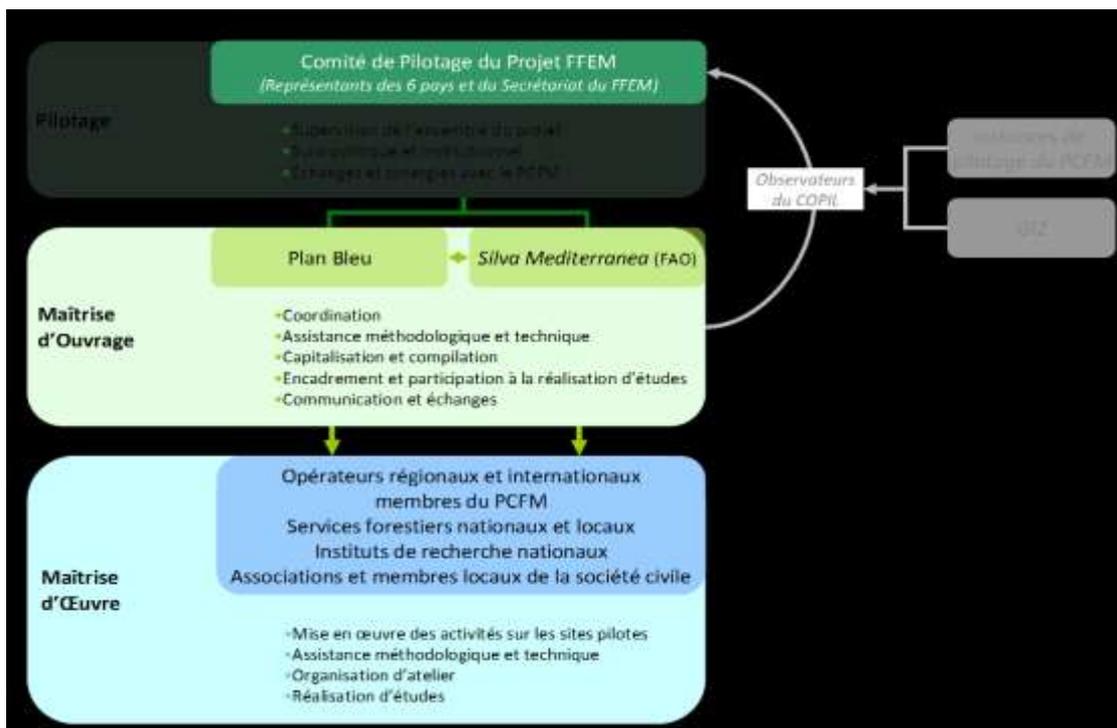
- Le projet régional de la GIZ «adaptation des conditions de politique forestière au changement climatique dans la région MENA" ;
- Les projets européens MED de coopération QUALIGOUV ("Amélioration de la qualité et de la gouvernance de la gestion forestière dans les espaces protégés méditerranéens") et FOR CLIMADAPT ("Adaptation des espaces forestiers méditerranéens aux effets des changements climatiques"), pour lesquels l'AIFM est chargée de la capitalisation régionale des résultats ;
- Les projets européens COST FP 2012 (« Renforcement de la conservation : une question clé pour l'adaptation au changement climatique des peuplements forestiers marginaux et périphériques en Europe ») pilotés par le Centre de Recherche d'Arezzo avec le soutien de la FAO et FORESTERRA (« "Amélioration de la recherche forestière en Méditerranée grâce à une meilleure coordination et intégration") auxquels participe EFIMED.

Enfin, le ministère français de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) fournit des ressources humaines via notamment la mise en disponibilité Marion Briens au Plan Bleu et de Christophe Besacier au Département des Forêts de la FAO.

Le schéma ci-dessous présente le cadre financier et contractuel du projet. Les conventions financières ont été signées entre le FFEM et les maîtres d'ouvrage en 2012.



Le schéma ci-dessous présente le cadre institutionnel du projet financé par le FFEM.



Le Comité de pilotage se réunit une fois par an à l'occasion du Comité de pilotage du PCFM. Les membres sont les représentants des pays partenaires et du secrétariat du FFEM. Les contributeurs financiers ainsi que les coordonnateurs du projet sont invités à titre d'observateurs.

Le maîtres d'ouvrage du projet (Comité *Silva Mediterranea* de la FAO et Plan Bleu) sont chargés de la coordination de la mise en œuvre du projet en liaison avec les institutions dans les pays partenaires.

Les maîtres d'œuvre du projet (membres du PCFM, administrations forestières nationales, services et institutions de recherche) sont chargés de la mise en œuvre des activités.

L'objectif général du projet est d'**encourager les parties prenantes à gérer et à restaurer les forêts méditerranéennes afin d'assurer une fourniture durable des biens et services par ces écosystèmes.**

Les principaux objectifs sont les suivants :

- Intégrer les impacts du changement climatique dans les politiques forestières en fournissant des informations et des outils techniques liés à la vulnérabilité et aux capacités d'adaptation des forêts méditerranéennes ;
- Évaluer la valeur économique et sociale des biens et services rendus par les écosystèmes boisés méditerranéens afin de soutenir les processus de décision et de favoriser l'intégration dans les orientations politiques ;
- Améliorer la gouvernance des territoires forestiers à travers la participation des parties prenantes dans la conception et la mise en œuvre de stratégies visant à réduire les pressions sur les écosystèmes ;
- Optimiser et valoriser la fonction d'atténuation (puits de carbone) des forêts méditerranéennes avec des outils méthodologiques pour valoriser les efforts locaux de protection et de restauration des écosystèmes ;
- Renforcer la coordination et les échanges d'expériences entre les parties prenantes de la région (coordination et communication à travers le PCFM).

Le projet a été organisé en cinq composantes afin de répondre à ces cinq objectifs :

Composante 1 : L'intégration des **impacts du changement climatique** dans les politiques de gestion forestières, et à cet effet, la production de données et d'outils relatifs à la vulnérabilité et à la capacité d'adaptation des forêts ;

Composante 2 : L'estimation de la **valeur économique et sociale des biens et services** rendus par les écosystèmes forestiers méditerranéens, en vue d'appuyer efficacement la prise de décision ainsi que de renforcer les actions d'appui à la gestion durable de ces écosystèmes ;

Composante 3 : L'amélioration des modes de **gouvernance** des écosystèmes boisés à l'échelle des territoires afin de promouvoir au niveau local des stratégies de réduction des pressions anthropiques sur ces écosystèmes, tout en garantissant aux usagers que les biens et services dont ils dépendent pourront être maintenus sur le long terme ;

Composante 4 : L'optimisation et la valorisation du rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes (**puits de carbone**), via l'élaboration d'outils méthodologiques qui permettront de faire valoir les efforts locaux de protection/restauration des écosystèmes ;

Composante 5 : Le renforcement de la **coordination** et des **échanges** d'expériences entre acteurs de la sous-région à travers des activités de coordination et de communication au sein du Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes (PCFM) et en engageant un dialogue sur des orientations communes d'adaptation et d'atténuation des changements climatiques par le secteur forestier en Méditerranée.

Chaque composante se déroule en trois étapes afin d'apporter des réponses concrètes aux questionnaires forestiers, basées sur des sites pilotes, tout en offrant des visions stratégiques et politiques.

- Etape 1 : **capitalisation** des données et études existantes et production d'une **synthèse** ;
- Etape 2 : focus sur les **sites pilotes** et mise en œuvre des activités dans les pays partenaires ;
- Etape 3: **échanges** à l'échelle régionale et **communication** au niveau international.

La mise en œuvre de chaque composante sur les sites pilotes va servir à :

- Développer et tester des approches et des outils innovants et transférables à d'autres sites dans la région méditerranéenne ;
- Favoriser les échanges de bonnes pratiques et la diffusion des résultats dans les pays méditerranéens.

Le processus de sélection des sites pilotes a été initié en 2012 lors de la réunion du Comité de pilotage organisée à Rome au siège de la FAO. Les sites pilotes finalement retenus pour la mise en œuvre des activités des cinq composantes suite au Comité de Pilotage de Beyrouth (4 au 6 juin 2013) sont les suivants :

- Algérie : Chrea et Djelfa/Senalba,
- Liban : Jabal Moussa. La composante 4 sera déclinée au niveau national pour le programme de plantation de 40 millions d'arbres (correspondant à 60 000 ha).
- Maroc : Maâmora,
- Tunisie : Barbara et Siliana,
- Turquie : Düzlerçami.

III) PRESENTATION DES ACTIVITES PROGRAMMEES POUR LA COMPOSANTE 1 ET DES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L'ATELIER DE SOLSONA

En ce qui concerne la Composante 1 « Production de données et d'outils pour appuyer la prise de décisions relatives à la vulnérabilité des écosystèmes forestiers méditerranéens aux impacts changements climatiques et à leurs capacités d'adaptation », les activités engagées seront les suivantes :

- Revue de la littérature et synthèse concernant les impacts du changement climatique sur les zones forestières méditerranéennes et sur les ressources génétiques clés (début 2013) ;
- Examen et synthèse des activités mises en œuvre dans la région afin d'adapter les forêts méditerranéennes aux changements climatiques (début 2013) ;
- **Analyse de la vulnérabilité et des capacités d'adaptation des écosystèmes forestiers méditerranéens aux impacts du changement climatique dans cinq sites pilotes (2013-2014) ;**
- Capitalisation des résultats et élaboration d'outils pour appuyer la prise de décision des gestionnaires forestiers et des décideurs politiques en termes d'adaptation au changement climatique (2014-2015) ;
- Atelier final de restitution (présentation des résultats), de capitalisation et d'échanges (fin 2014).

L'objectif principal de l'atelier de Solsona était de définir et d'adopter une méthodologie commune pour réaliser les analyses de vulnérabilité dans les sites pilotes retenus pour les activités de la composante 1 du projet FFEM (Cf. Termes de référence en Annexe 1).

L'agenda était structuré en plusieurs sessions (Cf. agenda détaillé de l'atelier en Annexe 2) :

- 1) Présentation de quelques exemples d'analyses de vulnérabilités réalisées en Méditerranée ;
- 2) Présentation des données climatiques et d'évolution du couvert forestier dans le site pilote de la Maâmora au Maroc ;
- 3) Présentation des données disponibles dans les cinq sites pilotes retenus pour réaliser les activités de la composante 1 ;
- 4) Synthèse et adoption d'une méthodologie commune pour réaliser les analyses de vulnérabilité dans les cinq sites pilotes retenus pour la composante 1.

Une visite de terrain et une présentation complète des activités du Centre de la Recherche Forestière de Catalogne a également été organisée au cours de l'atelier le mercredi jeudi 30 mai 2013 (Cf. Compte rendu des visites de terrain en Annexe 3).

SESSION 1 : EXEMPLE D'ANALYSES DE VULNERABILITE REALISEES DANS DES ECOSYSTEMES FORESTIERS MEDITERRANNEENS

Présentation de l'analyse de vulnérabilité réalisée au Liban

Valentina Garavaglia (FAO – *Silva Mediterranea*)

Cette étude a été réalisée par le groupe de consultants "Earth Link & Advanced Resources Development S.A.R.L. (ELARD)" situé à Sin el Fil au Liban.

Méthodologie de l'étude :

L'évaluation se concentre sur le secteur forestier, en particulier sur les types de forêts qui sont les plus sensibles au changement climatique, ainsi que sur les problèmes associés, tels que la propagation des parasites et des maladies et la prolifération d'espèces exotiques envahissantes.

Cadre temporel de l'étude :

L'étude s'étend sur toute l'année, car la vulnérabilité des forêts dépend à la fois de l'augmentation de la température (en été) et des précipitations (en hiver notamment). L'année de référence est 2004. Les projections ont été effectuées jusqu'en 2030 soit pour une période de 25 ans.

Facteurs climatiques pris en compte :

Les étages bioclimatiques méditerranéens proviennent du calcul d'un indicateur unique, défini par Quezel (1976), en lien avec le quotient pluviothermique d'Emberger (Q). Les étages bioclimatiques méditerranéens se succèdent en fonction de l'altitude, c'est-à-dire suivant un gradient de chaleur décroissante et de pluviométrie croissante. Cet indicateur défini par Quézel distingue six types climatiques en région méditerranéenne :

- l'**infra-méditerranéen** (de type saharien, aride ou semi-aride à influence océanique),
- le **thermo-méditerranéen** ($m > 3^{\circ} \text{C}$),
- l'**eu-méditerranéen** ou méso-méditerranéen inférieur ($0 < m < +3^{\circ} \text{C}$)
- le **supra-méditerranéen** ou méso-méditerranéen moyen ($-3 < m < 0^{\circ} \text{C}$),
- le **méditerranéo-montagnard** ou méso-méditerranéen supérieur ($-5 < m < 3^{\circ} \text{C}$),
- l'**oroméditerranéen** ou subalpin méditerranéen ($-7 < m < -5^{\circ} \text{C}$),

où m représente la moyenne des températures minimales du mois le plus froid de l'année (°C).

Le quotient d'Emberger se détermine de la manière suivante :

$$Q = \frac{1000 * P}{0,5 * (M + m) * (M - m)} = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P = Précipitations annuelles en mm,

M = Température maximale moyenne du mois le plus chaud, exprimée en ° K,

m = Température minimale moyenne du mois le plus froid, exprimée en ° K.

Le quotient pluviométrique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne (aride, semi-aride, subhumide, humide, perhumide). Seul le Maroc possède ces cinq types de climats sur son territoire.

Méthodes d'analyse de vulnérabilité :

La méthode générale de l'étude consiste à :

- estimer, maille par maille, la typologie forestière dominante (Carte F),
- déterminer les types de forêts les plus vulnérables,
- évaluer l'impact du changement du quotient pluviométrique Q sur les forêts les plus vulnérables,
- prédire, de façon continue, l'évolution de Q sur l'ensemble du territoire du Liban en fonction des scénarios de changement climatique (carte Q),
- croiser la carte de la typologie forestière dominante par maille et la carte du quotient pluviométrique Q (Carte F*Q),
- modéliser la présence potentielle future des différents types de forêts en fonction des scénarios de changement climatique ((Carte F*Q)*scenario de CC).

En détails, la méthode appliquée est la suivante (technique du « **downscaling** » ou réduction d'échelle):

1. **Superposition** de la carte forestière (Ministère de l'Agriculture, 2005) sur la carte quadrillée du Liban (**maille** 25 km x 25 km)
2. Identification, pour chaque maille, du **type forestier dominant** (pour la période 1960 - 2000), et détermination du quotient pluviométrique d'Emberger (Q) pour les périodes 1961-1980, 2025-2044 et 2080-2098.
3. Sélection des **types de forêts les plus vulnérables** au regard du quotient d'Emberger (Q) et évaluation de leur **résistance** aux changements climatiques. Les forêts considérées comme les plus vulnérables sont celles dont la tolérance est trop faible pour contrecarrer le changement de niveau bioclimatique (Q), en référence à climagramme d'Emberger pour le Liban (Abi Saleh et Safi, 1996).
4. Evaluation de l'**impact du changement du quotient pluviométrique d'Emberger (Q) sur les types de forêts les plus vulnérables** (capacité de l'écosystème (valence écologique) à la modification projetée).
5. Utilisation d'une méthode SIG de **prédiction spatiale (par krigeage)** afin de représenter une **distribution continue** pour le quotient Q sur le Liban.

6. **Prédiction** sous forme cartographique (à l'aide du logiciel ArcGIS) de la **présence potentielle future des différents types de forêts** en fonction des changements climatiques envisagés.

Scenarios climatiques :

Les scénarios climatiques retenus sont basés sur le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007). En **2040** les températures vont augmenter de l'ordre **de 0,8° C sur la côte à 1,8° C dans la partie continentale**, et d'ici 2090, elles seront de 3,5° C à 5° C plus élevée. La comparaison avec les températures historiques indique que le réchauffement attendu est sans précédent. Les précipitations devraient également diminuer de 10 à 20 % d'ici 2040 et de 25 à 45 % d'ici 2090 (par rapport aux précipitations de 2007).

Deux scénarios de changement climatique sont retenus pour l'étude : scénario A et scénario B. Ces deux scénarios (définis par le GIEC) sont basés sur différents types d'évolution privilégiant une croissance démographique et économique rapide, sans « virage environnemental » (scénarios A) ou des préoccupations environnementales (scénarios B).

Sensibilité aux facteurs climatiques :

Le développement de ravageurs et de maladies ainsi que la recrudescence des incendies seraient des conséquences indirectes du changement climatique. Inversement, la fragmentation des écosystèmes et les changements d'utilisation des terres, l'augmentation du nombre de carrières ou de mauvaises pratiques pastorales (surpâturage par endroit, déprise agricole et donc « sous-pâturage » en d'autres endroits) seraient des facteurs aggravants des impacts du changement climatique sur la biodiversité terrestre.

Capacité naturelle d'adaptation :

La capacité naturelle d'adaptation des essences au changement climatique (donc leur **résilience**) est définie comme dépendante de plusieurs facteurs :

- Résilience au feu ;
- Capacité de migration au Nord et/ou en altitude ;
- Résilience aux attaques parasitaires liées au changement climatique ;
- Résilience à d'autres impacts (dépérissement, espèces exotiques envahissantes, etc.).

Le tableau ci-dessous (tableau 6-5) présente la capacité naturelle d'adaptation au changement climatique de types de peuplements de diverses essences présentes au Liban.

Table 6-5 Comparison matrix of resilience to climate change impacts estimated with relevance to current situation and expected future situation.

FOREST TYPE	NATURAL ADAPTIVE CAPACITY				
	RESILIENCE TO FOREST FIRES	ABILITY TO MIGRATE UPWARD/ NORTHWARD	RESILIENCE TO PEST ATTACKS RELEVANT TO CC	RESILIENCE TO OTHER IMPACTS (DIE BACK, INVASIVE SPECIES....)	OVERALL RESILIENCE TO IMPACTS OF CLIMATE CHANGE
<i>Pinus halepensis/ P. brutia</i>	Moderate (2)	High (3)	Low (1)	High (3)	High (9)
<i>Quercus calliprinos</i>	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (12)
<i>Pinus pinea</i>	Low (1)	Moderate (2)	Moderate (2)	Moderate (2)	Moderate (7)
<i>Cedrus libani</i>	Moderate (2)	Low (1)	low (1)	Moderate (2)	Low (6)
<i>Abies cilicica</i>	Low (1)	Low (1)	Moderate (2)	Low (1)	Low (5)
<i>Juniperus excelsa</i>	Low (1)	Low (1)	Moderate (2)	Low (1)	Low (5)
<i>Quercus ceris, Fraxinus ornus & Ostrya carpinifolia</i>	High (3)	Low (1)	Low (1)	Low (1)	Low (6)

On observe que le Pin d’Alep (*Pinus halepensis*), le Pin brutia (*Pinus brutia*) et le Chêne de Palestine (*Quercus calliprinos*) ont une grande résilience au changement climatique, tandis que le Sapin du Taurus (*Abies cilicica*) et le Genévrier grec (*Juniperus excelsa*) sont beaucoup plus sensibles.

Le tableau suivant (tableau 6-6) présente les zones forestières vulnérables au changement climatique. La sensibilité au changement climatique est croisée à la capacité naturelle d’adaptation en fonction des deux scénarios retenus (A et B) pour donner la vulnérabilité d’ensemble des types de peuplements forestiers au changement climatique. On observe que le Cèdre du Liban (*Cedrus libani*) est hautement vulnérable, du fait de la fragmentation des forêts de Cèdre et de l’impossibilité de migrer plus en altitude (le Cèdre se trouve déjà en situation de crête).

Table 6-6 Vulnerable hotspots in the Forestry sector

SYSTEM	SENSITIVITY TO CLIMATE CHANGE	ROOT CAUSE	NATURAL ADAPTIVE CAPACITY		OVERALL VULNERABILITY
<i>Juniperus excelsa</i>	Very high	Absence of effective protection, pressure of overgrazing and the demanding physiological requirements for regeneration	Scenario A	Low	Very High
			Scenario B	Low	Very High
<i>Cedrus libani</i>	High	Forest fragmentation and the location of forest stands on mountain crestline, which limits their ability the migrate upwards	Scenario A	Moderate	High
			Scenario B	Low	High
<i>Abies cilicica</i>	High	Absence of pure fir stands, forest fragmentation and illegal logging	Scenario A	Low	High
			Scenario B	Low	High
<i>Quercus ceris, Fraxinus ornus & Ostrya carpinifolia</i>	High	Limited geographical extent and forest fragmentation	Scenario A	Low	High
			Scenario B	Low	High

Comment augmenter la capacité adaptative des essences au changement climatique ?

Le tableau ci-dessous (tableau 6-7) présente les indicateurs pertinents pour l'analyse de vulnérabilité des essences au changement climatique afin d'orienter par la suite la gestion forestière en fonction de la vulnérabilité. Ainsi, pour le Genévrier grec, la principale menace est la très faible capacité de régénération. Les orientations de gestion futures devront donc prendre en compte cette menace et favoriser la régénération naturelle (éclaircies progressives avec conservation d'arbres semenciers par exemple).

Table 6-7 Indicators for analysis of climate change impacts on vulnerable systems in forestry

VULNERABLE SYSTEM	INDICATOR	RELEVANCE
<i>Juniperus excelsa</i>	Regeneration rate Population density	The major threat to existing stands is the very low capability of regeneration
<i>Cedrus libani</i>	Overall area Population density	As the existing cedar forests are protected, the challenge will be their ability to colonize new areas beyond protection boundaries.
<i>Abies cilicica</i>	Population density Regeneration rate Age of mature individuals	The capacity of forests to sustain depends on mature individuals and regeneration rate
<i>Quercus cernis</i> , <i>Fraxinus ornus</i> & <i>Ostrya carpinifolia</i>	Overall area Population density	Pure stands are very limited in their geographical extent, therefore monitoring overall area and density will inform on potential impact

Après avoir évalué la tolérance des types de forêts (selon leurs essences) à la modification des précipitations et de la température, les variations du quotient d'Emberger Q sont évaluées pour trois périodes (1960-1981, 2020-2044, 2080-2098) et pour chaque type de forêt dominant (chênaies mixtes, juniperaies, cédraie, etc.). A chaque valeur de Q est associé le type bioclimatique (aride, semi-aride, subhumide, humide, perhumide). On observe sur le tableau ci-dessous (tableau 6-9) qu'entre la période 1960-1981 et la période 2020-2044 (prévision), les juniperaies (maille 1208) passent du type sub-humide à semi-aride.

Table 6-9 Changes in Q (quotient of Emberger) and in bioclimatic levels for the different forest types in Lebanon from 1960 – 1981 to 2080 – 2098.

GRID BOX	DOMINANT FOREST TYPE ^{a)}	AV Q1 1960- 1981	BIOCLIMATIC LEVEL	AV Q2 2020- 2044	BIOCLIMATIC LEVEL	AV Q3 2080- 2098	BIOCLIMATIC LEVEL
148	<i>Quercus</i> spp.	150	Humid	120	Humid	105	Humid
269	<i>Quercus</i> , mixed <i>pinus</i>	165	Humid	150	Humid	90	Sub-humid
380	<i>Quercus</i> , <i>Pinus pinea</i> and <i>Pinus brutia</i>	240	Humid	150	Humid	90	Sub-humid
487	<i>Juniperus</i> , <i>Quercus</i>	90	Sub-humid	90	Sub-humid	60	Sub-humid
837	<i>Juniperus</i> , <i>Cedrus</i> , <i>Abies</i> , Mixed <i>Quercus</i> / <i>Pinus</i>	75	Sub-humid	75	Sub-humid	45	Semi-arid
951	<i>Juniperus</i> , <i>Quercus</i> and <i>Pinus brutia</i>	345	Perhumid	195	Humid	120	Humid
1001	<i>Quercus</i> , <i>Pinus brutia</i>	225	Humid	120	Humid	90	Sub-humid
1112	<i>Quercus</i>	404	Perhumid	330	Perhumid	180	Humid
1208	<i>Juniperus</i>	75	Sub-humid	49	Semi-arid	34	Semi-arid
1368	<i>Cedrus</i> , mixed <i>Juniperus</i> and <i>Quercus</i>	315	Perhumid	255	Perhumid	135	Humid
1526	<i>Juniperus</i>	240	Humid	195	Humid	120	Humid

Le tableau récapitulatif ci-dessous (6-11) présente les actions appropriées à mettre en œuvre afin d'améliorer la résilience des écosystèmes vulnérables au changement climatique.

A l'issue de l'exposé, le CTFC rappelle deux points importants :

- La répartition actuelle des espèces est plus souvent liée aux activités humaines qu'aux seules conditions climatiques.
- Il est nécessaire de bien caractériser la capacité d'adaptation de chaque espèce (le Cèdre par exemple) et de ne pas considérer une « moyenne » (type de forêt dominée par le Cèdre).

Les expertes du Liban rappellent alors que l'étude menée actuellement se concentre sur l'évolution de chaque espèce par rapport au changement climatique.

Christophe Besacier souligne qu'il est important de connaître la position du site pilote par rapport aux scénarios du GIEC et d'évaluer les impacts de l'évolution du climat sur les essences du site ainsi que sur les activités socio-économiques.

Table 6-11 Appropriate actions to increase resilience of vulnerable ecosystems

VULNERABLE ECOSYSTEMS	MAJOR THREATS/CHALLENGES	RECOMMENDED ACTIONS TO INCREASE RESILIENCE
<i>Juniperus exoelba</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Unregulated grazing, hunting, juniper regeneration capabilities, poor forest management 	<ul style="list-style-type: none"> • Improve forest conservation economics and social involvement • Adopt and implement forest management plans accounting for regeneration capability, stress reduction, and shifting to sustainable integrated practices (grazing & hunting)
<i>Cedrus libani</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Outbreak of <i>Cephalcia fannouinensis</i> and other pests • Sensitivity of Cedars and the specific conditions affecting their regeneration capability. • Urban expansion over mountainous areas 	<ul style="list-style-type: none"> • Adopt and implement an integrated action plan for forest health control targeting pest management
<i>Abies oiloiba</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Illegal logging • Unregulated grazing in forest undentory • Urban expansion over mountainous areas • Poor forest management 	<ul style="list-style-type: none"> • Improve forest conservation, economics and social involvement • Adopt and implement forest management plans accounting for regeneration capability, stress reduction, and shifting to sustainable integrated practices (grazing & hunting)
<i>Quercus oeris</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Forest fragmentation • Land use changes (urban encroachment) • Unregulated grazing in forests undentory • Risk of Pest outbreaks 	<ul style="list-style-type: none"> • Improve forest conservation, economics and social involvement • Adopt and implement forest management plans accounting for regeneration capability, stress reduction, and shifting to sustainable integrated practices (grazing & hunting)

Méthode d'analyse de la vulnérabilité des écosystèmes face au changement climatique

Ghazi Gader (GIZ)

Le projet mené par la GIZ en Tunisie est un projet d'appui à la mise en œuvre de l'UNFCCC (Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques). Il a pour but de développer et de mettre en œuvre une stratégie d'adaptation des écosystèmes et de l'agriculture face au changement climatique.

Le quatrième rapport du GIEC nous rappelle que le Bassin méditerranéen est un des points chauds des zones touchées par le changement climatique. Celui-ci va en effet accentuer les menaces globales sur ces écosystèmes déjà fragilisés. Avec le scénario A2 du GIEC (le plus pessimiste des scénarios proposés puisqu'il simule la situation future si aucune mesure n'était prise pour restreindre les émissions de gaz à effet de serre), la température augmenterait de +0,8 à +3° C d'ici à 2020, et de +1,5 à +2,7° C d'ici à 2050.

Parallèlement, les précipitations diminueraient de -5 à -10% d'ici à 2020, et de -10 à -30% d'ici 2050. Il s'agit d'estimation par rapport aux données enregistrées entre 1980 et 1999. De plus, la fréquence des événements extrêmes (tels que des longues périodes de sécheresse) serait plus élevée et le niveau de la mer augmenterait.

Objectifs des analyses de vulnérabilité des écosystèmes :

Les objectifs de l'analyse de la vulnérabilité des écosystèmes sont les suivants :

- Évaluer les **conséquences biophysiques et économiques** du changement climatique sur l'écosystème subéaral et les biens et services qu'il fournit (niveaux de vulnérabilité) ;
- Recommander des **mesures** visant l'augmentation de la résilience de l'écosystème face au changement climatique et, par conséquent, la préservation de la biodiversité et des biens et services fournis par la subéaral ;
- Améliorer les approches méthodologiques ;
- Renforcer les capacités des partenaires.

L'équipe de la GIZ en Tunisie travaille en partenariat avec le Centre de recherche sur la biodiversité et le climat (BIK-F) de Francfort.

La démarche actuellement suivie en Tunisie est d'analyser la vulnérabilité des écosystèmes face au changement climatique selon deux méthodes complémentaires :

- L'analyse globale au niveau national des grands écosystèmes tunisiens (**modélisation des niches écologiques**, à savoir la modélisation de la répartition des espèces en fonction du changement climatique) ;

- L'analyse approfondie de la vulnérabilité de trois écosystèmes choisis, dont le cas de la subéraie présenté lors de l'atelier à Solsona (**modélisation spatiale multifactorielle**).

Modélisation des niches écologiques :

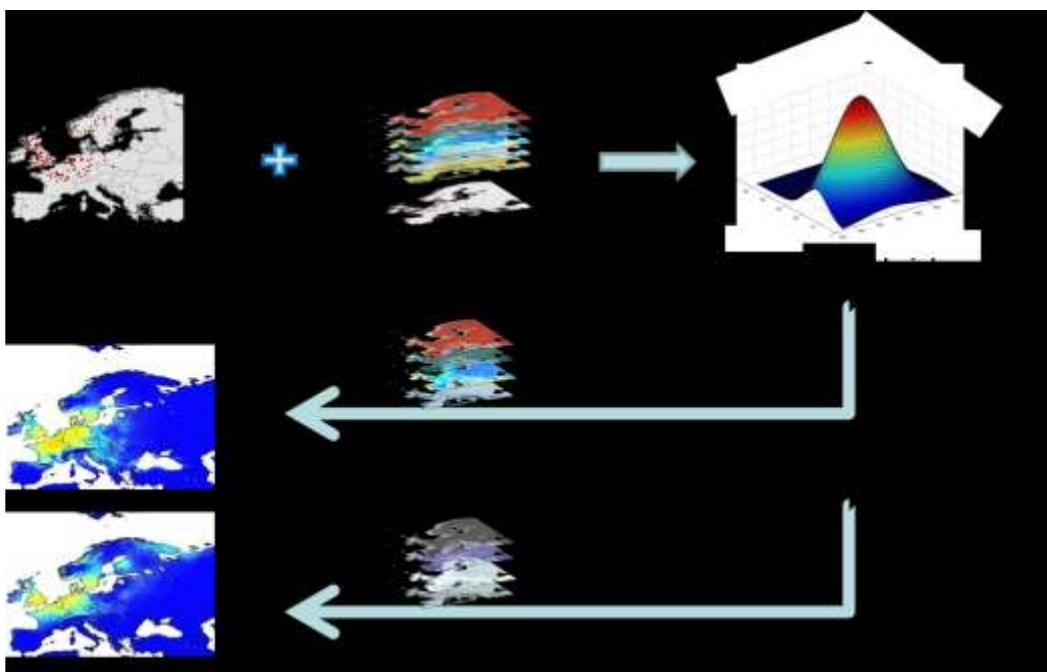
Les formations végétales étudiées sont les suivantes :

- Types des forêts:
 - Forêts de chêne
 - Forêts de pin
- Types de steppes:
 - Steppes d'alfa (*Stipa tenacissima*)
 - Steppes à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*)
 - Steppe pastorale à *Rantherium*

Les logiciels de modélisation utilisés sont des logiciels open source tels que :

- **MAXENT** (Program for MAXimum ENTropy) : logiciel permettant de modéliser la distribution géographique des espèces en fonction de facteurs environnementaux et climatiques ;
- **ESRI-ArcGIS** : Logiciel de prétraitement des données et de production des cartes.

La carte de l'occurrence des espèces étudiées (points de présence de la base de données de l'IFPN (inventaire forestier national de Tunisie) réalisé en 2005) est alors croisée aux cartes des données environnementales (relief et pente (MNT), géologie (profondeur et type de sol), données climatiques). On obtient alors la **niche écologique potentielle** de l'espèce étudiée (ensemble des conditions écologiques optimales pour l'existence de l'espèce). On projette alors ces données avec les conditions climatiques actuelles pour obtenir la carte de la niche écologique actuelle potentielle de l'espèce. On projette ensuite ces données avec les conditions climatiques futures (modèle HADCM3, scénarios A2 et B2, à l'horizon 2020 et 2050) pour obtenir la carte de la niche écologique future potentielle de l'espèce qui correspond à la **carte de sensibilité au changement climatique**. Cette carte est sous format **raster** avec un indice de sensibilité variant de 0 à 1. Le schéma ci-dessous illustre le processus :



Sur les cartes ainsi obtenues, les valeurs élevées (rouge) dans une cellule de la grille, représentent les conditions les plus favorables pour l'espèce ou la formation végétale.

Les cartes présentées pour l'évolution de la subéraie montrent qu'à l'horizon 2050, avec le scénario A2, la répartition de Chêne liège sera fragmentée. Certaines zones offriront de bonnes conditions écologiques, d'autres de très mauvaises. Mais le constat général est la **diminution de l'aire naturelle de répartition du Chêne liège en Tunisie**.

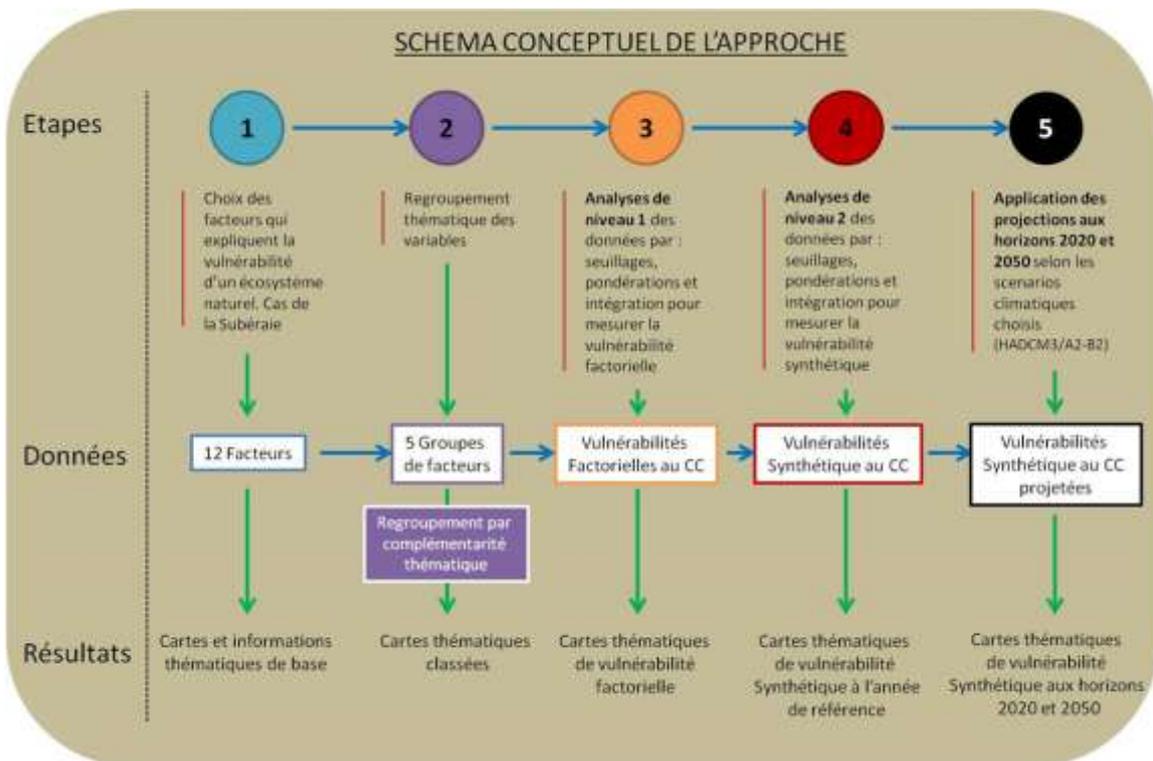
Cependant les gestionnaires forestiers ont **besoin de données plus précises** afin de pouvoir prendre des décisions (orientations de gestion, objectifs de production). Ceci explique le recours à une nouvelle méthode de modélisation des impacts du changement climatique sur la subéraie tunisienne.

Modélisation spatiale multifactorielle :

Ce travail a été effectué sur la subéraie et la steppe d'alfa. Ce travail nécessite cinq étapes :

- Définition et choix des **facteurs explicatif** de la vulnérabilité d'un écosystème naturel ;
- **Regroupement thématique** des variables (données biophysiques (exposition, pente, profondeur de sol, type de sol), données hydriques (texture du sol, précipitations, températures, altitude), vieillissement (âge des peuplements), pression anthropique (densité de population, pression de pâturage via l'estimation du cheptel), occurrence des feux de forêts et autres facteurs biotiques) ;
- Analyse de niveau 1 des données : seuillage, pondération et intégration pour mesurer la **vulnérabilité factorielle** (vulnérabilité par rapport à chaque facteur) ;
- Analyse de niveau 2 des données : seuillage, pondération et intégration pour mesurer la **vulnérabilité synthétique** (vulnérabilité d'ensemble) ;
- Application des **projections** aux horizons 2020 et 2050 selon les scénarios climatiques choisis (modèle HADCM3, scénarios A2 et B2).

Le seuillage s'effectue soit en fonction des données issues de la recherche soit aux dires d'experts. La pondération de chacun des facteurs est indépendante du seuillage et se fait en fonction de la fiabilité de l'information afin de minimiser le risque d'erreur.



Les facteurs explicatifs évoluent avec les scénarios de changement climatique (par exemple le déficit hydrique est accru et la pression anthropique augmente). Cependant, certains facteurs restent inchangés, tels que l'occurrence des incendies (étant donné qu'il s'agit surtout d'actes criminels, c'est un facteur dont les variations futures sont très difficiles à estimer,) ou les facteurs biophysiques.

Deux exemples de cartes de vulnérabilité au changement climatique (avec les scénarios A2 et B2) pour les séries forestières (unités d'aménagement) à Chêne liège montrent d'ici à 2050 une vulnérabilité de la subéraie aux extrémités de l'aire de répartition (à l'Ouest et à l'Est) tandis que le centre de l'aire de répartition ne présente pas de vulnérabilité particulière.

Evaluation des impacts biophysiques du changement climatique sur la subéraie :

Des recherches sur les années de très grave sécheresse pour la subéraie entre 1987 et 1990 ont permis de démontrer le dépérissement d'environ 90 000 arbres (l'équivalent de 300 ha) dans les subéraies d'Ain Draham et El Feija.

L'hypothèse de travail est alors la suivante : « Les mêmes causes doivent reproduire les mêmes effets dans des conditions similaires dans l'avenir » Or le scénario A2 prévoit deux épisodes de ce genre : 2019-2028 et 2045-2050 ce qui conduirait au dépérissement d'environ 18 000 ha de subéraie.

Cette étude, combinée à l'étude des biens et services, permet d'évaluer les **pertes économiques** engendrées par ces épisodes de sécheresse. Ainsi, une perte de 38 millions de dollars est estimée d'ici 2050 pour la subéraie en Tunisie.

Des **cartes de conduites adaptatives** (avec définition des modes de gestion et de la sylviculture à mettre en œuvre) sont ensuite proposées afin de prendre en compte cette vulnérabilité. Les zones

vulnérables pour les subéraies peuvent être « réorientées » vers un système agro-sylvo-pastoral de *dehesa* ou vers une pinède mixte de Pins maritimes à Chênes verts.

Conditions cadre pour l'application des méthodes :

Dans le cadre d'une telle méthode, la prise de décisions doit se faire de manière concertée. L'ensemble des acteurs doit être engagé dans le cadre d'un partenariat, car les décisions à prendre concernent plusieurs secteurs. De plus, il est nécessaire que les acteurs puissent accéder aux données pour l'analyse de la vulnérabilité et l'évaluation économique des biens et services.

→ En résumé, il s'agit d'une méthode qui demande beaucoup de données, d'où la nécessité de partenariats et d'engagement de tous les acteurs.

Avantages par rapport à un conseil sans méthode :

- Une **compréhension** des bases scientifiques du changement climatique et de son impact sur les écosystèmes et les biens et services qu'il fournit ;
- La **visualisation** des résultats sous forme **cartographique** avec des données statistiques pour un meilleur ciblage des zones d'intervention en vue de la planification des activités ;
- L'estimation de la **valeur économique totale** des biens et services de l'écosystème et les pertes dues au CC permet d'orienter le choix des options d'adaptation les plus rentables (analyse coût-bénéfice) ;
- La mise en place d'une **base de données SIG** pour l'aide à la décision.

Remarques, compléments, questions :

Attention, dans cette étude, **l'adaptation intrinsèque des forêts au changement climatique (c'est-à-dire les capacités adaptatives des peuplements) n'est pas prise en compte.**

En ce qui concerne les steppes d'alfa, le travail cartographique est effectué au niveau des séries de développement agricole.

Attention, **les rétroactions entre facteurs dans les évolutions futures, par exemple entre surpâturage et feux de forêts, ne sont pas prises en compte dans le modèle.**

Vulnérabilité des peuplements forestiers méditerranéens aux changements globaux

Lluís Coll (CTFC)

On entend par **changements globaux** de nombreux changements :

- **Atmosphériques** (variations du taux de CO₂, des dépôts azotés, de la concentration en ozone, des radiations UV, etc.)
- **Climatiques** (températures, précipitations, événements extrêmes, etc.)
- Dans l'**utilisation du sol** (déprise agricole, surexploitation, fragmentation)
- **Biologiques** (prolifération d'espèces exotiques envahissantes, propagation de maladies)

Deux précisions importantes avant de commencer une étude de vulnérabilité face aux changements globaux :

- Il est nécessaire de **bien définir l'échelle** (niveau de l'écosystème, niveau trophique, niveau de l'organisme, niveau de l'organe, niveau cellulaire, niveau génétique) sur laquelle on travaille et d'en tenir compte dans les analyses.
- Il ne faut pas considérer les écosystèmes comme des systèmes statiques.

Les trois axes de travail développés par le CTFC pour l'étude des impacts du changement climatique sont les suivants :

- Fonctionnement des écosystèmes boisés ;
- Gestion multifonctionnelle des ressources naturelles ;
- Gouvernance et socio-économie du milieu naturel.

Etude de la dynamique de la végétation :

Une étude sur la dynamique des milieux ouverts montre une diminution des surfaces de prairies et une augmentation des surfaces de landes à genêt (colonisation d'espaces ouverts par la végétation arbustive).

Une étude sur les changements d'usage du sol entre les années 1950 et aujourd'hui (via la comparaison de photos aériennes) montre l'**expansion de la forêt**, notamment la **colonisation** ligneuse d'anciennes terres agricoles et la **modification de la structure des peuplements** (densification des peuplements, dominance de jeunes arbres).

Or **plus la densité est élevée, plus la consommation en eau est importante, moins il y a d'eau disponible en aval dans les bassins versants**. Une densité élevée des peuplements accroît la vulnérabilité face au stress hydrique. De plus, avec l'augmentation de la température moyenne prévue dans les années à venir, l'ETP (évapotranspiration potentielle) sera plus importante.

→ Le changement d'usage du sol (en particulier la déprise agricole) a un effet important sur la vulnérabilité des peuplements face au stress hydrique dans un contexte de changement climatique.

Présentation du modèle MEDFIRE :

Le modèle MEDFIRE (<http://biodiversitylandscapeecologylab.blogspot.com>) a pour but d'étudier les effets de différents régimes de feux sur la distribution de surfaces brûlées dans le paysage et la structure et composition de la forêt.

Modélisation du risque de tempêtes :

Les études ont montré que le pourcentage d'arbres endommagés est plus faible en futaie irrégulière qu'en futaie régulière. De plus, la proportion d'arbres endommagés diminue quand la surface terrière du peuplement augmente.

Cartographie et distribution d'espèces :

Une étude sur la distribution actuelle et future des espèces en Catalogne a été effectuée grâce au modèle de niche écologique. Une étude sur la dispersion des essences a montré que le geai des chênes (*Garrulus glandarius*) et le merle à plastron (*Turdus torquatus*) jouent un rôle important dans la dissémination des graines.

Un travail sur les changements dans la distribution des espèces forestières (thèse d'Aitor Ameztegui) permet d'étudier **l'évolution du gradient altitudinal des essences** dans un contexte de changement climatique. Les espèces ont tendance à migrer en altitude.

De ce fait les **écotones** (zone de transition écologique entre deux écosystèmes) sont des zones très intéressantes pour l'étude de l'évolution du gradient altitudinal des espèces.

La forêt en Catalogne :

La forêt en Catalogne représente 1 626 000 ha (soit plus de 50 % de la surface totale de la Catalogne), dont 80 % sont privés. Les forêts catalanes présentent une très grande diversité spécifique et structurelle.

Projet ORGEST :

Il s'agit d'un projet, courant sur la période 2008-2011, relatif aux ORientations de GESTion durables et multifonctionnelles des peuplements forestiers catalans adaptées aux changements globaux.

Dans le cadre du projet, des typologies forestières ont été établies selon la composition spécifique des peuplements et selon les caractéristiques stationnelles (pluviométrie, profondeur du sol, exposition, etc.).

Plusieurs **Guide de sylviculture adaptative** ont été publiés.

Mesures sylvicoles adaptatives :

- **Éclaircies** (régulation de la compétition donc économie d'eau) ;
- Promotion des essences le plus adaptées et vigoureuses ;
- Adaptation de la **période de rotation** aux essences et à la fertilité (afin de maximiser la capture de carbone) ;
- Promotion, par les coupes sélectives, de la **diversité structurelle et spécifique** afin de réduire la vulnérabilité des peuplements forestiers aux perturbations biotiques et abiotiques ;
- Traitement du sous-bois ;
- Promotion des **peuplements mélangés** (afin que les peuplements soient plus résilients) ;
- Reboisements plurispécifiques (différentes stratégies de régénération) ;
- Réalisation d'une sélection de **provenances** adéquate (graines et plants pour les reboisements) ;
- Promotion de **structures résistantes aux feux** (discontinuité verticale et horizontale) en fonction de la typologie d'incendie dominant (feux de cime, feu de surface, etc.) ;
- Définition de stratégies spécifiques pour les forêts de montagne et les forêts riveraines ;
- Facilitation de la **connectivité** à niveau du paysage (« couloir » pour la migration des espèces) ;
- Définition et mise en œuvre d'aménagements qui mettent l'accent sur l'hétérogénéité des peuplements et du paysage.

Par exemple, dans le cadre du **projet MED FOR CLIMADAPT**, des plantations expérimentales de feuillus ont été effectuées dans des peuplements mono spécifiques de Pins en Catalogne. Ainsi, sur le site pilote de Djelfa (Algérie), le Chêne vert pourrait être réintroduit progressivement dans la pinède pure pour améliorer la résilience de l'écosystème forestier.

En résumé :

1. Compréhension et description des processus ;
2. Modélisation de la dynamique des forêts sous différents scénarios de changements ;
3. Élaboration de guides de gestion et d'aménagements forestiers adaptés au contexte de changement actuel observé dans l'écosystème forestier.

→ Il est important de prendre en compte la diversité des types de réponse des peuplements aux changements globaux.

SESSION 2 : PRESENTATION DES DONNEES CLIMATIQUES ET D'EVOLUTION DU COUVERT FORESTIER DANS LE SITE PILOTE DE LA MAAMORA AU MAROC

Présentation de produits cartographiques possibles réalisés sur le site de la Maâmora (Maroc)

Antoine Royer et Pieter Kempeneers (VITO)

1. INTRODUCTION

Existe-t-il des informations spatiales climatiques et d'état du couvert qui peuvent aider pour l'analyse de vulnérabilité?

Afin de faciliter l'appropriation de la méthode par les acteurs et gestionnaires de terrain, il est nécessaire de disposer de **données gratuites et durables**, et d'**outils gratuits** pour le traitement des informations.

Quelles sont les analyses préliminaires que l'on peut faire à ce jour pour l'analyse de la vulnérabilité avec ces données et outils?

Données disponibles :

Pour chaque type de données sont précisés l'organisme développeur, la zone géographique concernée, la date et la résolution.

- Données climatiques consolidées
 - Estimation des pluies MSG: NOAA/FEWS, Afrique, 1995, 8km
 - Estimation des pluies MSG: READING/TAMSAT, Afrique, 1983, 5km
 - Pluie/température/rad/...STATION: JRC/MARS, Europe et Méd., 1975, 25km
 - Pluie/température/rad/...MODEL: ECMWF, Monde, 1989, 25km
- Données du couvert végétal/phytomasse (basse résolution)
 - Indice de végétation SPOT VGT: VITO, Monde, 1998, 1km
 - Indice de végétation NOAA AVHRR: JRC/MARS, Europe, 1981, 1km
- Données pour les surfaces de couvert végétal (haute résolution)
 - LANDSAT MSS/TM : LANDSAT, Monde, 1986, 60/30m

→ Les données climatiques issues des stations couvrent également les autres sites pilotes du projet FFEM. Il est donc possible d'appliquer le travail effectué comme exemple dans le site de la Maâmora sur les autres sites pilotes retenus pour les actions de la composante 1.

Outils disponibles :

- Traitement d'images
 - SPIRITS (<https://rs.vito.be/africa/en/software/Pages/software.aspx>)
 - GDAL (<http://www.gdal.org/>)
 - pktools (<http://pktools.nongnu.org/html/index.html>)
- Système d'information géographique
 - Quantum GIS (<http://www.qgis.org/>)

2. DONNEES HAUTE RESOLUTION

Présentation et préparation des données disponibles :

- Données de télédétection :
 - SPOT VGT : résolution spatiale de 1 kilomètre
 - **LANDSAT : résolution spatiale de 30 mètres**
- Données de couvert forestier :
 - Scenario 1 (SC1) : Google Earth (pas de données de l'inventaire forestier national disponibles)
 - Scenario 2 (SC2) : données de l'inventaire forestier national disponibles

Préparation des données LANDSAT :

- Choix des années de référence 1990, 2000 et 2010 ;
- Choix de la période de juillet à septembre (cœur des saisons de végétation) ;
- Choix des capteurs LANDSAT 4 et 5 (car les capteurs sont similaires et sont disponibles pour toute la période étudiée) ;

→ Il existe donc trois images (juillet, août et septembre) pour chaque année de référence.

Préparation des données de couvert forestier :

Le site pilote de la Maâmora est divisé en 5 cantons (A, B, C, D, E), divisés chacun en groupes (I, II, III, IV, V, etc.), divisés chacun en parcelles (1, 2, 3, etc.). Toutes les informations concernant les données de couvert forestier (si scénario SC2) sont renseignées dans un **champ unique, sous forme de chaîne de caractères** (ou « string »). Ainsi la chaîne de caractères *Rg A.mo1fj* désigne les *parcelles en régénération, à Acacia, dont la densité < 5%, conduites en futaie, à un stade jeune*. Il est donc très difficile de procéder à des opérations automatiques et d'effectuer des requêtes. Les données sous forme de chaîne de caractères sont donc **transformées en plusieurs champs**, afin de faciliter les manipulations par la suite.

Les différents champs individualisés sont les suivants :

- Essence(s) dominante(s) ;
- Densité du peuplement ;

- Plan de gestion (parcelle en régénération, etc.) ;
- Type de peuplement (futaie, taillis, etc.) ;
- Maturité du peuplement (stade jeune, mature) ;

Selon les scénarios (SC1 et SC2) les données disponibles sont :

- Données de couverture forestière
 - P1 : statut du couvert forestier (disponible avec SC1 et SC2) ;
 - P2 : dynamique du couvert forestier (disponible avec SC1 et SC2) ;
- Données de typologie forestière
 - P3 : statut du type de forêt (disponible avec SC2 uniquement) ;
 - P4 : dynamique du type de forêt (disponible avec SC2 uniquement) ;

Cas du SC1 (pas de données de l'inventaire forestier national disponibles) :

- P1 : statut du couvert forestier
 - Création de zones de référence pour les zones forestières et non-forestières basée sur la photo-interprétation ;
 - Conversion des shapefiles KML de Google Earth (fichiers de forme en langage à base de balises géolocalisées) en shapefiles vecteur (fichiers de forme vecteur) ;
 - Classification des shapefiles vecteur (couvert/non-couvert forestier).
- P2 : dynamique du couvert forestier
 - Classification du couvert forestier dans les shapefiles vecteur pour chaque année de référence (1990, 2000, 2010) ;
 - Agrégation des données par unité (par unité administrative ou par unité de gestion) ;
 - Détermination de l'évolution du couvert forestier pour chaque unité entre 1990 et 2010.

→ Cette méthode permet essentiellement l'interprétation des données issues des activités anthropiques plutôt que les effets du changement climatique.

Cas du SC2 (données de l'inventaire forestier national disponibles) :

- P1 : statut du couvert forestier
Les données de terrain (inventaire forestier) peuvent être directement utilisées. On procède uniquement à l'identification des zones forestières et des zones non forestières.
- P2 : dynamique du couvert forestier
Les données de terrain (inventaire forestier) peuvent être directement utilisées. La méthode est la même que pour le SC1 après avoir identifié les zones forestières et les zones non forestières.
- P3 : statut du type de forêt
Les données de terrain (inventaire forestier) peuvent être directement utilisées. On procède à l'identification de la typologie forestière à l'échelle du pixel.
- P4 : dynamique du type de forêt
Après avoir procédé à l'identification de la typologie forestière à l'échelle du pixel, on détermine l'évolution entre 1990 et 2010 de la typologie forestière à l'échelle du pixel. Afin d'avoir des données

d'évolution pour une essence, on agrège les données sur cette essence pour chaque unité étudiée (parcelle). On peut par exemple évaluer l'évolution du pourcentage de couvert du Chêne liège entre 1990 et 2010. On note ainsi une légère évolution du couvert du Chêne liège dans la partie Est du site pilote de la Maâmora entre 1990 et 2010.

→ Il est possible d'avoir de très bons résultats/produits cartographiques avec uniquement des données satellitaires gratuites et des logiciels de SIG gratuits (donc sans avoir recours à de nouvelles prises de données).

→ Il est également possible d'évaluer les impacts des politiques publiques (orientations sylvicoles) sur le terrain avec un impact très net de l'aménagement forestier sur l'évolution des surfaces de chêne liège dans l'exemple de la Maâmora.

→ La méthode présentée ici est transposable aux autres sites pilotes.

Remarques, compléments, questions :

- Les données 2010 (c'est-à-dire donc plus ou moins actuelles) n'ont pas été validées sur le terrain. Il serait intéressant de la faire sur une partie du site pilote de la Maâmora. VITO cherchera à faire cette validation terrain pour 2010 d'ici octobre 2013.
- L'étude FRA2010 (évaluation des ressources forestières mondiales) ne peut pas être utilisée ici (pour validation, complément, correction, prise de données), car il ne s'agit pas du tout de la même résolution (un point tous les degrés ce qui correspond à une résolution de 100 * 100 km pas compatible avec l'échelle de nos sites pilotes).

3. LES DONNEES CLIMATIQUES DE BASSE RESOLUTION

Il est nécessaire tout d'abord de **consolider les données** disponibles. Ainsi les données issues de stations météorologiques sont **interpolées et agrégées** (journalières → annuelles) pour les obtenir à une échelle de 25 km.

Plusieurs indicateurs sont ensuite extraits :

- Indicateurs climatologiques :
 - Précipitations annuelles ;
 - Précipitations standardisées ;
 - Nombre de jours de pluie >5mm et >30 mm
- Températures :
 - Températures min/moy/max ;
 - Températures standardisées avec moyenne et écart type ;
 - Nombre de jours à températures extrêmes (>25°, >30°, >35° et >40° C) ;
 - Nombre de jours à températures extrêmes standardisées ;
 - La plus longue période continue avec des températures extrêmes ;
- Radiation
 - Radiation ;
 - Radiation standardisée.

Tous ces indicateurs sont ensuite présentés sous forme de tableau de bord. La standardisation des données permet alors de détecter des **tendances**.

→ On n'observe pas vraiment de tendance sur les 30 dernières années sur le site de Maâmora.

Remarques, compléments, questions :

- La qualité des données climatiques de basse résolution disponibles est actuellement la meilleure que l'on puisse avoir de façon harmonisée pour tous les sites pilotes.
- Il serait intéressant de travailler sur l'évolution en fonction de la distance à la mer (c'est-à-dire grâce au coefficient de continentalité K d'Ellenberg).
- Il serait intéressant de calculer **l'évolution du quotient pluviothermique d'Emberger (Q) pour les différents sites pilotes** ce qui permettrait de mettre en évidence le passage du subhumide à l'aride par exemple (Cf. méthode d'analyse de vulnérabilité au Liban).
- Il serait intéressant également de travailler avec **l'indice xérothermique**, qui évalue le nombre de jours écologiquement secs dans une année pour un endroit donné (il s'échelonne donc entre 0 et 365).

L'indice xérothermique est issu de la formule de Gaussen. Les données intègrent non seulement les précipitations stricto sensu mais aussi la température, les brouillards, la rosée et l'état hygrométrique de l'air. En général, il est admis qu'un milieu est non aride lorsque l'indice est inférieur à 100, semi-aride entre 100 et 290, aride entre 290 et 350, et hyperaride entre 350 et 365.

- Il serait intéressant également de travailler avec **l'indice d'aridité I de De Martonne**. Celui-ci permet de déterminer le degré d'aridité d'une région.

Pour le calculer, on utilise la formule :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

où P désigne les précipitations totales annuelles et T la température moyenne annuelle ;

et, pour un mois :

$$I = \frac{12p}{t + 10}$$

où p désigne les précipitations totales mensuelles et t la température moyenne mensuelles.

4. LES INDICATEURS D'ETAT DU COUVERT FORESTIER (ETUDE EN COURS)

Il est nécessaire tout d'abord de **consolider les données** disponibles. Les données disponibles sont issues du programme SPOT VGT, développé par VITO, valable au niveau mondial, depuis 1998, à un pas de 1 km. La période de données est malheureusement un peu courte.

Plusieurs **indicateurs de phytomasse** sont extraits :

- Indice de végétation standardisé ;
- Indicateur des couverts herbacés et forestiers ;
- Indicateur intégrateur des conditions climatiques.

Les évolutions sont présentées sous forme de :

- Carte et graphe multi-annuel ;
- Carte des probabilités ;
- Classification des anomalies standardisées.

Tous ces indicateurs sont ensuite présentés sous forme de tableau de bord.

Les résultats ainsi obtenus peuvent être présentés sous forme de graphe comme pour **l'évolution de l'indice de végétation au niveau du canton**. On observe des variations assez importantes de l'indice de végétation d'une année sur l'autre (l'indice est très faible en 2002 mais élevé en 2004 par exemple). Il est ensuite possible de comparer chaque année par rapport à la moyenne de la décennie (anomalie positive et négative). On obtient ainsi un **indicateur relatif à la moyenne annuelle de production de biomasse** (biomasse forestière ou biomasse herbacée sous couvert forestier), jusqu'à l'échelle de l'unité de gestion forestière. Il est possible d'analyser des tendances pour chaque année. Il faut noter cependant que cette indicateur est évalué au niveau du « masque forestier », c'est-à-dire sur les zones identifiées uniquement comme forestière dans les données de l'inventaire.

Il est difficile de faire ressortir des tendances significatives depuis 1998 dans l'exemple de la Maâmoura, car la fenêtre temporelle est assez courte. Il est toutefois possible d'**extrapoler des évolutions antérieures à partir des données à basse résolution disponibles depuis 1981, grâce à un « algorithme de pseudo-année »**. Ainsi les données pour chaque pixel (haute résolution) pour la période 1998-2013 sont pondérées avec les amplitudes faibles et hautes, et, par simulation, sont appliquées aux coordonnées vectorielles sur les données de la période 1981-1998 (basse résolution).

Il serait intéressant également de travailler avec l'**indicateur de stress hydrique** (« Agriculture Stress Index System » ou ASIS), défini par VITO pour la FAO. Cet indicateur prend en compte le couvert de la végétation et la température de surface.

Résumé sur le choix des indicateurs climatiques :

En plus des indicateurs proposés, il serait intéressant de travailler également avec les trois indices suivants :

- **Quotient pluviothermique d'Emberger (Q) ;**
- **Indice xérothermique ;**
- **Indice d'aridité de De Martonne (I) ;**
- **Indicateur de Stress Hydrique (ASIS).**

Il est cependant très important d'avoir des informations précises sur les épisodes de sécheresse (et donc sur les périodes de risque élevé de feux de forêts). Il serait pour cela nécessaire de faire une revue de la littérature sur les événements extrêmes et, également, sur les impacts de ces événements extrêmes sur la couverture végétale des sites pilotes.

Remarques, compléments, questions :

- Sur aucun des sites il n'a été question de caractériser les pressions d'origine anthropique. Ainsi pour le site de la Maâmora, ce n'est pas le changement climatique qui explique le changement de végétation sur les cartes, mais plutôt l'évolution des pratiques agricoles et forestières. La composante 4 du projet FFEM entre alors en jeu : l'analyse des facteurs actuels de la déforestation et des dégradations des écosystèmes forestiers (d'un point de vue économique et social via le changement des usages).
- Le travail proposé par VITO est uniquement une extrapolation de tendances sur les données existantes, sans aucun lien avec les scénarios du changement climatique. Etant donnée la fenêtre temporelle (depuis 1998 pour des données robustes et depuis 1981 avec des données « simulées »), il est impossible actuellement de proposer une évolution dans le temps de ces données météorologiques et du couvert de la végétation.
- Il serait intéressant de connaître la situation des sites pilotes par rapport aux niches écologiques des principales essences pour savoir si les sites pilotes se trouvent en limite de l'aire de répartition avec des risques potentiels de dépérissements futurs.

Ce qu'il faut retenir :

- Les données et les outils utilisés sont disponibles **gratuitement** et sont **consolidées**.
- Il est possible d'extrapoler la démarche aux autres sites. Cette démarche permet la mise à disposition d'un jeu de données de terrain minimum complémentaires (« kit minimum ») et assure une vision synoptique homogène (même source et même traitement) sur tous les sites pilotes. Enfin, il s'agit d'une démarche durable et reproductible dans les années à venir du fait de la gratuité des données satellitaires et climatiques utilisées (cf. exemple de la Maâmora).
- La méthode présente un réel potentiel de détection des changements du couvert forestier (à haute résolution avec des images Landsat à 30 m * 30 m compatibles avec l'échelle des sites pilotes).
- La présente étude nécessitera **quatre indices supplémentaires** : le quotient pluviothermique d'Emberger, l'indice d'aridité de De Martonne (à confirmer), l'indice xéothermique (à confirmer) et l'indicateur de stress hydrique développé par la VITO en partenariat avec la FAO.
- Il ne faut pas rajouter trop de données pour ne pas surcharger les analyses. De plus, quand on part des mêmes données initiales, les différents indicateurs finaux sont dépendants.
- La préparation des données est chronophage, mais quand la méthodologie et les programmes sont finalisés, la standardisation des données est rapide.
- Sur tous les sites pilotes, des données forestières (inventaires, typologie, etc.) sont disponibles, donc il est possible de travailler directement avec le SC2.
- Cependant tous les pays ne sont pas au même point de départ et n'ont donc pas les mêmes besoins en soutiens techniques et financiers.

→ Enfin, il est nécessaire d'**impliquer** dès le début les forestiers pour qu'ils s'approprient la méthode et les résultats, ainsi que pour donner du sens à l'information spatiale, afin notamment de trier et d'interpréter les causes possibles (labellisation), et afin d'améliorer et d'adapter les méthodes et les outils d'analyse aux spécificités de chacun des sites pilotes retenus pour la composante 1.

Présentation des besoins spécifiques de la composante 4 : Valoriser le rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes et synergies à promouvoir avec la composante 1

Anne Martinet (ONF International)

1. OBJECTIF ET ACTIVITES DE LA COMPOSANTE 4

Objectifs :

L'objectif est de faire profiter la région méditerranéenne des **mécanismes de valorisation du potentiel d'atténuation des forêts** (notamment via le REDD+ : Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation et des mécanismes de financement futurs en faveur de pays ayant fait des efforts en la matière).

Activités :

- analyse des **agents et causes de déforestation et de dégradation** dans les sites pilotes du projet FFEM ;
- développement d'une **methodologie de type REDD+** qui permette de valoriser le rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes ;
- **application** de cette méthodologie aux sites pilote et préparation de fiches projet (cette étape inclura notamment une estimation préliminaire du scénario de référence) ;
- **restitutions et échanges** entre pays, positionnement dans la négociation.

2. ANALYSE DES AGENTS ET CAUSES DE DEFORESTATION ET DE DEGRADATION DANS LES SITES PILOTES DU PROJET FFEM

Finalité d'une analyse des agents et causes de déforestation et de la dégradation dans le cadre REDD+ :

- Construire le scénario de référence d'un projet ;
- Proposer des activités REDD+ pertinentes ;
- Fournir des éléments de cadrage pour l'élaboration d'une **methodologie REDD+ spécifique aux forêts méditerranéennes**.

Activités prises en compte : REDD++ :

- Déforestation et dégradation des forêts (REDD) ;
- Gestion forestière durable, conservation, et augmentation des stocks de carbone (REDD+) ;

- Gestion des sols agricoles (REDD++).

3. CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

La littérature (*Geist et Lambin, 2001; Angelsen et Kaimowitz, 1999*) distingue :

- Les **agents** de la déforestation : **qui déboise?**
 - Comment ? données socio-économiques, données et projections démographiques ;
- Les **causes directes** : **quelle est l'activité mise en place par l'agent?**
 - extension des infrastructures, expansion agricole, extraction de bois, etc. ;
 - Comment le déterminer ? cartes de changement d'usage des sols, statistiques agricoles et forestières, cartes et plans de développement d'infrastructures ;
- Les **causes indirectes** : **pourquoi l'agent met-il en place cette activité?**
 - facteurs démographiques, économiques, techniques, culturels, politiques et institutionnels ;
 - Comment le déterminer ? analyse des données politiques et institutionnelles, économiques et socio-culturelles.

Certaines causes opèrent au niveau local, national ou international, certaines sont des chocs et d'autres opèrent sur le long terme.

La déforestation et la dégradation sont liées à une combinaison d'agents, de causes directes, de causes indirectes et de rétroactions. Attention, il existe aussi des « **rétro-alimentation** » (ou feedbacks) entre les facteurs indirects et les facteurs directs. Ainsi la construction d'infrastructures pourra relancer l'économie d'une région et influencer ainsi sur la démographie locale, la pression sur les zones boisées, etc. Il s'agit donc d'un travail à différents niveaux (agents, causes directes et indirectes), mais aussi à différentes temporalités : données historiques (10-15 ans avant le début du projet), données actuelles et évolution future (à 20 ans).

4. SYNERGIES ENTRE LES COMPOSANTES 1 ET 4

Données de base en commun :

- **Evolution historique du couvert forestier** (dans le cadre du mécanisme REDD+, la définition de la forêt de chaque pays est celle de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques - la méthodologie appliquée est celle du GIEC -au moins 3 dates sont nécessaires dans les 10 à 15 dernières années pour déceler une évolution significative)
- **Type** et **structure** de la forêt (et donc contenus en carbone différents) ;
- **Scénarios socio-économiques** (élaboration du scénario de référence) ;
- Cartes de **facteurs biophysiques** (spatialisation du scénario de référence).

Résultats de la composante 1 utiles pour la composante 4 :

- **Impacts** du changement climatique directement sur le couvert forestier et/ou indirectement sur les facteurs de déforestation. Ces impacts sont pris en compte dans l'élaboration du scénario de référence pour valoriser le potentiel carbone des mesures de réduction de la vulnérabilité ;

- **Recommandations en matière d'adaptation** à prendre en compte dans la formulation des activités REDD+.

5. CALENDRIER DE LA COMPOSANTE 4

- Lancement de l'étude des causes de déforestation et de dégradation en juin-juillet 2013 ;
- Mobilisation des experts et des référents thématiques de la composante 4 de chaque pays le plus rapidement possible et au plus tard en septembre 2013 ;
- Atelier à mi-parcours au Maroc au cours de la seconde quinzaine d'octobre 2013 ;
- Finalisation de l'analyse des agents et des causes de déforestation et de dégradation au plus tard en décembre 2013 ;
- Développement de la méthodologie et réalisation des fiches projets en 2014-2015.

Remarques, compléments, questions :

- Quelle **méthodologie** pour la définition du périmètre de la forêt ?

La méthodologie pour la composante 4 est la méthodologie du GIEC (définition de l'occupation du sol pour chaque année d'inventaire). La méthodologie proposée par VITO pour la composante 1 est l'application du « masque forêt ». Il est avant tout très important de bien définir le périmètre du domaine de l'étude. Si l'on se focalise sur le « domaine forestier », il est nécessaire d'avoir une **définition unique de la « forêt » pour tous les sites** (cf. définition « Forests and other wooded lands » de la FAO).

- Quelle **échelle** pour l'évaluation des changements ?

Les données satellites utilisées sont les données LANDSAT, dont la précision est de l'ordre du pixel (soit 900m²). Or l'unité cartographique minimale (MMU : minimal mapping unit) pour l'évaluation de des changements dans les usages du sol est de 1ha (= 10 000 m²). Les données LANDSAT sont donc bien assez précises pour répondre aux contraintes méthodologiques de la composante 4.

- Quels **compartiments** biologiques prendre en compte ?

Il s'agira de prendre en compte le stock de carbone contenu dans la biomasse et dans le sol essentiellement grâce à des **équations allométriques**. Par exemple pour l'évaluation du stock de carbone dans la végétation et donc de la contribution des écosystèmes forestiers au cycle du carbone, les équations allométriques permettent de prédire la biomasse d'un arbre à partir de caractéristiques dendrométriques faciles à mesurer (telles que le diamètre ou la hauteur).

SESSION 3 : PRESENTATION DES DONNEES DISPONIBLES DANS LES CINQ SITES PILOTES RETENUS POUR REALISER LES ACTIVITES DE LA COMPOSANTE 1

Présentation du site pilote de Senalba (Algérie)

Zighem Lalem et Abdelkader Benkheira

Nom du site	Massifs de Senalba Gharbi et de Senalba Chergui
Situation géographique	Wilaya de Djelfa - 300 km au Sud d'Alger
Altitude	-
Superficie	62 172 ha dont 27 820 ha boisés
Population sur le site	49 000 hab. dont 20 000 usagers des espaces boisés
Remarques sur le site	-
Etage bioclimatique	semi-aride à variante froide à fraîche
Géologie/Pédologie	-
Ecosystèmes originels	yeuseraie dominante associée au genévrier oxycèdre
Ecosystèmes actuellement présents	<ul style="list-style-type: none"> - forêt pure de pin d'Alep - forêt mixte de pin d'Alep, chêne vert et genévriers - matorral à romarin - steppes à alfa
Espèces présentes	-
Evaluation des biens et services :	
<ul style="list-style-type: none"> - Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques) 	<ul style="list-style-type: none"> - produits ligneux (bois de construction, bois de chauffage) - charbon de bois - plantes aromatiques et médicinales - tanins, résine de pin - activités cynégétiques - sylvo-pastoralisme
<ul style="list-style-type: none"> - Bénéfices d'usage indirects 	<ul style="list-style-type: none"> - espace récréatif - protection contre la désertification - séquestration du carbone - lutte contre l'érosion - régulation des flux hydriques (protection contre les inondations)
Pressions liées aux activités humaines	<ul style="list-style-type: none"> - surpâturage - incendies répétés - délit de coupes
Propriétaire(s) des espaces boisés	Etat (Domaine forestier national)
Gestionnaire(s) des espaces boisés	DGF (Direction Générale des Forêts)
Gestion forestière actuelle	plans de gestion (d'une durée de 20 ans) depuis 1984 : <ul style="list-style-type: none"> - exploitation de 25.000 m3 de bois/an durant toute la période - reconstitution de 19 859 ha de zones dégradées - reboisement après coupe à raison de 600 ha /an

Gestion forestière passée	<ul style="list-style-type: none"> - aménagement des pistes forestières : 93 km - ouverture de pistes : 130 km - travaux sylvicoles pour l'amélioration des jeunes peuplements - travaux d'amélioration pastorale au profit des riverains
Santé des forêts	<ul style="list-style-type: none"> - tendance au vieillissement des forêts (âge moy. = 105 ans, 80% des peuplements ont plus de 100 ans) - problème sanitaire : attaque de scolytes (opération d'assainissement de 1989 à 1992)
Données disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - données sur le couvert forestier - événements récents avec dégradation du couvert forestier (feux de forêts, dépérissements...) - données climatiques (pluviométrie, températures, gel, vent)
Manques	<ul style="list-style-type: none"> - suivi de l'état hydrique du sol et de la végétation - réseau de placettes sur la santé des forêts (mise en place d'un protocole simple pour la veille entomologique) - étude de la variabilité intraspécifique (Pin d'Alep) et interspécifique (chêne vert, genévrier de Phénicie et genévrier oxycèdre)
Support demandé	<ul style="list-style-type: none"> - aide à l'acquisition de matériel adapté aux mesures citées plus haut et formation sur le matériel avec démonstration sur le site - conseils et aide à la reproduction de protocoles similaires déjà conduits dans les pays méditerranéens - logiciels de calcul de bilan hydrique et de flux de Carbone dans les écosystèmes forestiers (ex. GOTILWA+) - apport de la télédétection et imagerie satellitaire dans le suivi de la dynamique et des tendances écologiques actuelles - venue d'un expert qui viendrait appuyer l'expert en entomologie déjà présent sur le site (pour les placettes santé des forêts)
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	-

Présentation du site pilote de Jabal Moussa (Liban)

Maya Nehme et Maya Mhanna

Nom du site	Jabal Moussa
Situation géographique	Qadaa de Keserwan, à 45 km au Nord-Est de Beyrouth versant Ouest du Mont Liban
Altitude	750 à 1 250 m
Superficie	6 500 ha dont 1 250 ha d'espaces boisés
Population sur le site	environ 15 000 hab. dont 1 500 usagers des espaces boisés
Remarques sur le site	Réserve de biosphère (UNESCO)
Etage bioclimatique	<ul style="list-style-type: none"> - subhumide et humide pour les zones les plus basses (Thermo- et Eu- Méditerranéen) - humide tempéré dans les zones d'altitude moyenne (Supra- Méditerranéen) - perhumide frais au niveau des sommets les plus élevés (Montagnard ou Méditerranéo-montagnard)
Géologie/Pédologie	sols calcaires
Ecosystèmes originels	- séries forestières, de basse à haute altitude : séries du <i>Quercus calliprinos</i> , du <i>Quercus infectoria</i> , du <i>Platanus orientalis</i> , du <i>Quercus cerris</i> , du <i>Ostrya carpinifolia</i> et du <i>Fraxinus ornus</i>
Ecosystèmes actuellement présents	<ul style="list-style-type: none"> - garrigue haute à calicotome et <i>Spartium</i> - pelouses - ripisylves
Espèces présentes	présence d'espèces rares et/ou endémiques: <i>Asperula libanotica</i> , <i>Cyclamen libanoticum</i> , <i>Origanum libanoticum</i> , <i>Pentapera sicula</i> var. <i>libanotica</i> , <i>Malus tribolata</i> , <i>Acer tauricolum</i>
Evaluation des biens et services :	
- Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques)	<ul style="list-style-type: none"> - produits ligneux (bois de construction, bois de chauffage) - charbon de bois - agroforesterie (fruitiers) - plantes aromatiques et médicinales - sylvo-pastoralisme - activités touristiques (écotourisme, randonnée) - pépinière pour production de semis locaux
- Bénéfices d'usage indirects	<ul style="list-style-type: none"> - espace récréatif - intérêt paysager, culturel et historique
Pressions liées aux activités humaines	<ul style="list-style-type: none"> - extraction de matériau (rochers, sable) - construction/urbanisation/infrastructures - surpâturage (données reliées au nombre d'animaux) - charbonnage (régulé actuellement par le Ministère de l'Agriculture via des permis de charbonnage) - fréquentation touristique importante l'été - incendies
Propriétaire(s) des espaces boisés	<ul style="list-style-type: none"> - Macha'a (terrains communaux) - Waaf religieux - Waaf familiaux (Zouaine) - propriétaires privés - Banque du Liban

Gestionnaire(s) des espaces boisés	<ul style="list-style-type: none"> - municipalités - établissements religieux - propriétaires privés - Association pour la Protection de Jabal Moussa (APJM)
Gestion forestière actuelle	-
Gestion forestière passée	-
Santé des forêts	gui sur les genévriers
Données disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - données forestières (couvert, essences, typologie, etc.) - données climatiques (aéroport de Beyrouth: données depuis 1930; Akoura et Qartaba: données depuis 2009) - données topographiques - données pédologiques - données botaniques et phytoécologiques - données d'occupation du sol - données pastorales - données sociales et démographiques - données risques d'incendie
Manques	<ul style="list-style-type: none"> - <i>manque de toutes données anciennes (notamment pour la couverture et l'occupation du sol ainsi que pour les données météorologiques)</i> - <i>manque de données socio-économiques</i> - <i>manque de données sur la santé des forêts</i> - <i>manque de logiciels (ArcGIS, MAXENT)</i> - <i>manque de formation et de personnel disponible</i>
Support demandé	<ul style="list-style-type: none"> - <i>aide à l'acquisition de matériel et logiciels</i> - <i>formation au SIG, à la télédétection, à la modélisation, et aux études de vulnérabilité au changement climatique</i>
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	beaucoup de données disponibles notamment dans le cadre du projet national financé par l'USAID. Il va falloir arriver à tout coordonner pour éviter les doublons entre plusieurs projets.

Présentation du site pilote de la Maâmora (Maroc)

Mustapha Bengueddour et El Houssine Jdira

Nom du site	Forêt de la Maâmora
Situation géographique	à l'Est de Rabat et Kenitra, la partie occidentale est à 10 km de l'Océan
Altitude	7 m à l'Ouest à 290 m à l'Est
Superficie	132 000 ha dont 126 200 ha d'espaces boisés
Population sur le site	environ 341 360 hab. dont 173 500 usagers des espaces boisés
Remarques sur le site	la plus vaste suberaie de plaine au monde
Etage bioclimatique	- subhumide dans la partie occidentale - semi-aride dans la partie centrale et orientale
Géologie/Pédologie	sols sablonneux dits sols « beiges » (dunes quaternaires sur marnes miocènes)
Ecosystèmes originels	- suberaie (<i>Quercus suber</i>) à Poirier de la Maamora (<i>Pirus mamorensis</i>)
Ecosystèmes actuellement présents	- suberaie (<i>Quercus suber</i>) à Poirier de la Maamora (<i>Pirus mamorensis</i>) - plantations d'essences allochtones (eucalyptus, divers pins, acacia)
Espèces présentes	en plus de celles citées précédemment : <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Olea europea</i> ssp. <i>Oleaster</i> , <i>Phillyrea latifolia</i> , <i>Teline linifolia</i> , <i>Halimium halimifolium</i> , <i>Cistus salviifolius</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Asphodelus microcarpus</i> , <i>Chamearops humilis</i> , <i>Rhus pentaphyllum</i> , etc.
Evaluation des biens et services :	
- Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques)	- produits ligneux (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois de chauffage) - liège - plantes aromatiques et médicinales - cueillette de champignons - cueillettes diverses: escargots, glands, asperges, etc. - apiculture - sylvo-pastoralisme - production fourragère - écotourisme
- Bénéfices d'usage indirects	- espace récréatif - réservoir de biodiversité - protection des nappes phréatiques
Pressions liées aux activités humaines	- surpâturage (de 4 fois la capacité) - prélèvement excessif de bois (de 3 fois les potentialités) - écimage et ébranchage - pratiques délictueuses (coupes illégales, délit de parcours, déliègeage illégal, ramassage illégal des glands) - urbanisation (pression sur les espaces forestiers) - incendies
Propriétaire(s) des espaces boisés	Etat (Domaine forestier national)
Gestionnaire(s) des espaces boisés	Etat et population usagère (organisée)

Gestion forestière actuelle	<ul style="list-style-type: none"> - régénération, reconstitution et protection de la subéraie - amélioration de la gouvernance des espaces forestiers - extension du principe de multifonctionnalité des forêts
Gestion forestière passée	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de sauvetage de la Maâmora (1918- 1950) - Aménagement Vidal (1951-1972) - Aménagement Danois (1973-1992) - Aménagement concerté avec la FAO (1992-2011)
Santé des forêts	<ul style="list-style-type: none"> - 3 dispositifs de surveillance complémentaires (réseau systématique 8km x 8km de suivi permanent, système de veille phytosanitaire, réseau observatoire spécifique 4km x 4km en cas de problème majeur) - dans la Maâmora : suivi spécifique de l'émondage, de la mortalité des branches et du déficit foliaire - problème de dépérissement du Chêne liège (vieillesse, occurrence de périodes de sécheresse, agents pathogènes)
Données disponibles	cf. présentation de VITO
Manques	cf. présentation de VITO
Support demandé	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination des vocations des différents types des sols - Adaptation d'une sylviculture appropriée pour la subéraie de la Maâmora en relation avec la santé des forêts - Acquisition des données climatiques (Direction de la Météorologie Nationale) - Acquisition des logiciels pour les traitements des données cartographiques, alphanumériques et des images satellitaires - Conception d'un système d'information pour une gestion écosystémique des espaces forestiers - Besoin en formation pour le personnel forestier sur les nouveaux concepts d'aménagement forestiers
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	Il existe beaucoup de données forestières historiques précises. L'évolution du couvert forestier est très dépendante des différents modes de gestion mis en œuvre depuis 1918. L'impact du changement climatique sera donc particulièrement difficile à isoler des autres impacts anthropiques (intérêt de bien se coordonner avec la composante 4)

Présentation des sites pilotes de Barbara et Siliana (Tunisie)

Ameur Mokhtar et Kamel Tounsi

1. BASSIN VERSANT DE BARBARA

Nom du site	Barbara
Situation géographique	gouvernorat de Jendouba, à quinze kilomètres au sud-ouest d'Aïn Draham (Nord-Ouest de la Tunisie)
Altitude	60 m à 1 203 m, fortes pentes
Superficie	16 400 ha dont 5 000 ha d'espaces boisés
Population sur le site	environ 28 880 hab. dont 23 880 usagers des espaces boisés
Remarques sur le site	-
Etage bioclimatique	humide
Géologie/Pédologie	-
Ecosystèmes originels	subéraie (<i>Quercus suber</i>)
Ecosystèmes actuellement présents	<ul style="list-style-type: none"> - subéraie (<i>Quercus suber</i>) - forêts de Chêne zéen (<i>Quercus canariensis</i>) - maquis à lentisques et éricacées - plantations de pins divers (pin pignon et pin d'Alep) - milieux ouverts (prairies, etc.)
Espèces présentes	-
Evaluation des biens et services :	Evaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes (Daly <i>et al.</i> , 2012)
- Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques)	<ul style="list-style-type: none"> - élevage - produits ligneux (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois de chauffage) - liège - plantes aromatiques et médicinales - cueillette de champignons - cueillettes diverses: escargots, glands, asperges, cônes de pin d'Alep, cônes de pin pignon, etc. - apiculture - sylvo-pastoralisme - production fourragère - activités cynégétiques
- Bénéfices d'usage indirects	<ul style="list-style-type: none"> - espace récréatif - réservoir de biodiversité - réduction de la sédimentation du barrage - séquestration de carbone - protection des terres contre l'érosion
Pressions liées aux activités humaines	<ul style="list-style-type: none"> - surpâturage (surcharge pastorale) - pression anthropique (nombreuses récoltes, ligneuses et non-ligneuses, sans beaucoup de données quantitatives disponibles)
Propriétaire(s) des espaces boisés	Etat et collectivités locales (terrains collectifs)
Gestionnaire(s) des espaces boisés	Etat (DGF) et population usagère
Gestion forestière actuelle	-
Gestion forestière passée	-

Santé des forêts	<ul style="list-style-type: none"> - état actuel moyen - quelques dépérissements du Chêne liège due à des périodes de sécheresse répétées - forêt légèrement vieillissante
-------------------------	---

2. BASSIN VERSANT DE SILIANA

Nom du site	Siliana
Situation géographique	gouvernorat de Siliana, à environ 120 km au Sud-Ouest de Tunis
Altitude	-
Superficie	91 000 ha dont 23 500 ha d'espaces boisés
Population sur le site	environ 11 600 hab. dont 8 300 usagers des espaces boisés
Remarques sur le site	-
Etage bioclimatique	semi-aride
Géologie/Pédologie	-
Ecosystèmes originels	pinède à Pin d'Alep
Ecosystèmes actuellement présents	<ul style="list-style-type: none"> - sommet : érable de Montpellier - mi-versant : matorral bas et dense de pin d'Alep et Chêne vert - bas de versant : garrigue à oléastre, lentisque, romarin, ciste
Espèces présentes	-
Evaluation des biens et services :	Evaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes (Daly <i>et al.</i> , 2012)
- Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques)	<ul style="list-style-type: none"> - produits ligneux (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois de chauffage) - plantes aromatiques et médicinales, extraction d'huiles essentielles - cueillette de champignons - cueillettes diverses: escargots, glands, asperges, cônes de pin d'Alep, caroubes, etc. - apiculture - production fourragère - activités cynégétiques
- Bénéfices d'usage indirects	<ul style="list-style-type: none"> - espace récréatif - réservoir de biodiversité - réduction de la sédimentation du barrage - séquestration de carbone - protection des terres contre l'érosion
Pressions liées aux activités humaines	<ul style="list-style-type: none"> - surpâturage (surcharge pastorale) - pression anthropique (nombreuses récoltes, ligneuses et non-ligneuses)
Propriétaire(s) des espaces boisés	Etat et collectivités locales (terrains collectifs)
Gestionnaire(s) des espaces boisés	Etat (DGF) et population usagère
Gestion forestière actuelle	<ul style="list-style-type: none"> - conservation, protection et régénération de l'érablaie sommitale - conservation, protection et conduite du chêne vert du stade perchis au stade futaie pour la production de glands et de bois - introduction d'espèces animales qui peuplaient autrefois le massif, tels le mouflon à manchettes et la gazelle de montagne - éducation environnementale des écoliers - encadrement et l'organisation de la population à travers l'approche participative, en vue d'améliorer son niveau de vie à travers l'élaboration et la mise en application de plans de développement
Gestion forestière passée	-
Santé des forêts	-
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	création du Parc du Jbel Esserjn pour protéger les espèces en voie de régression

3. DONNEES DISPONIBLES SUR L'ENSEMBLE DES DEUX SITES

Données disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - données forestières (Inventaire Forestier de 2005) - orthophotos (1998) - données topographiques - carte agricole (2000) : pédologie, géologie, courbes de niveau, réseau hydrographique, réseau routier, etc. - données statistiques sur la population (recensements INS 2004) - données statistiques sur le climat (BD Climat 1953/2007) - étude sur l'évaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes – FAO/DGF/DALY <i>et al.</i>, 2012. - étude sur la vulnérabilité des écosystèmes naturels : subéraie, alfa et parcours naturels au changement climatique – GIZ/ME/TOUNSI, ALOUI, CHAABANE <i>et al.</i>, 2011. - étude sur la caractérisation socio-économique de la population forestière en Tunisie – FAO/GIZ/GDF/TOUNSI <i>et al.</i>, 2012. - étude sur les pratiques paysannes et adaptation au changement climatique en Kroumirie/Mogods – enquêtes socio-économiques dans les séries forestières vulnérables. GIZ/ADMJ-2013. - PV des plans d'aménagement forestier - base de données sur les feux de forêts
Manques	- données climatiques spatialisées, modèles régionaux
Support demandé	
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	Un important travail d'analyse de vulnérabilité des écosystèmes (en particulier des subéraies) face au changement climatique a déjà été effectué par la GIZ en Tunisie.

→ En ce qui concerne le choix du site pilote à retenir en Tunisie pour réaliser l'analyse de vulnérabilité au changement climatique dans le cadre de la composante 1, il a été demandé par les partenaires tunisiens de se concentrer sur les pinèdes à Pin d'Alep (site de Siliana), car un travail d'analyse des vulnérabilités a déjà été effectué par la GIZ sur la subéraie qui englobe le site pilote de Barbara.

Présentation du site pilote de Düzlerçami (Turquie)

Şükran Gökdemir et Cumhuri Güngöroğlu

Nom du site	Düzlerçami
Situation géographique	Province d'Antalya, à 10 km au Nord d'Antalya
Altitude	70 à 1 550 m
Superficie	29 168 ha dont 17 703 ha d'espaces boisés
Population sur le site	environ 28 000 hab.
Remarques sur le site	-
Etage bioclimatique	subhumide à semi-aride (selon l'altitude)
Géologie/Pédologie	sols calcaires
Ecosystèmes originels	- pinède à <i>Pinus brutia</i> - maquis sclérophylle sempervirent
Ecosystèmes actuellement présents	- pinède à <i>Pinus brutia</i> - maquis sclérophylle sempervirent - forêts mixtes feuillues-résineuses - juniperaie à <i>Juniperus excelsa</i>
Espèces présentes	- <i>Pinus brutia</i> - <i>Cedrus libani</i> - <i>Juniperus exelca</i> - <i>Pinus pinea</i> - <i>Cupressus sempervirens</i> - <i>Pinus halepensis</i> - <i>Quercus ithaburensis subsp. macrocarpa</i> - <i>Quercus infectoria subsp. boissieri</i> - <i>Platanus orientalis</i> - <i>Eucalyptus spp.</i> Il existe également de nombreuses espèces faunistiques et floristiques endémiques et/ou rares (<i>Pholomis lycia</i> (plante à fleurs) <i>Pseudophoxinus antalyae</i> (poisson))
Evaluation des biens et services :	
- Bénéfices d'usage directs (activités socio-économiques)	- produits ligneux (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois de chauffage) - agroforesterie (oliviers, grenadiers, citronniers, etc.) - plantes aromatiques et médicinales - cueillette de champignons - apiculture - élevage, sylvo-pastoralisme - activités cynégétiques - tourisme
- Bénéfices d'usage indirects	- espace récréatif - réservoir de biodiversité - protection des nappes phréatiques - zone d'étude pour la recherche forestière - présence de nombreux sites archéologiques

Pressions liées aux activités humaines	<ul style="list-style-type: none"> - surpâturage (surcharge pastorale) - carrières de calcaire - feux de forêts répétés - urbanisation (pression sur les espaces forestiers) - pratique délictueuse de la chasse (en dehors des périodes autorisées)
Propriétaire(s) des espaces boisés	Etat (Direction Générale des Forêts) avec quelques forêts soumises à servitudes (droits d'usage de la population locale)
Gestionnaire(s) des espaces boisés	Etat (Direction Générale des Forêts)
Gestion forestière actuelle	Plan d'aménagement 2012-2021
Gestion forestière passée	-
Santé des forêts	présence importante de la Chenille processionnaire du Pin (<i>Thaumetopea pityocampa</i>)
Données disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - données forestières (couvert, essences, typologie, etc.) - données climatiques et météorologiques (TSMS) - données topographiques - données démographiques (peu précises) - données sur les feux de forêts (depuis 1979) - études scientifiques sur les espèces faunistiques et floristiques rares et/ou endémiques - données CORINE Land Use Land Cover (1990, 2000, 2006)
Manques	<ul style="list-style-type: none"> - <i>besoin d'un employé supplémentaire (période de 10 mois) pour la collecte des données nécessaires à la composante 1</i> - <i>besoin de données sociales et démographiques précises</i> - <i>besoin de données précises sur les activités socio-économiques</i> - <i>besoin de données d'occupation du sol précises (échelle plus fine) et besoin d'analyse des changements d'occupation du sol en relation avec le changement climatique</i> - <i>besoin de développement d'une méthode pour définir l'impacts des différents usages du sol</i> - <i>besoin de données sur la santé des forêts</i> - <i>besoin de cartographie des écosystèmes (avec classification)</i>
Support demandé	<ul style="list-style-type: none"> - <i>aide (technique et financière) pour la collecte des nouvelles données</i> - <i>formation du personnel à la télédétection, à la modélisation, aux analyses des données spatiales et aux études de vulnérabilité des écosystèmes au changement climatique</i>
Remarques sur l'analyse de vulnérabilité	Il existe déjà de nombreuses données, notamment forestières, mais il y a un réel besoin de données supplémentaires, plus précises et de renforcement des capacités des experts présents à l'OGM d'Antalya.

Remarque : La Turquie ne sera certainement pas éligible au mécanisme REDD+, étant donnée sont statut dans le cadre de la CCNUCC (Cf. composante 4), mais les travaux de la composante 4 seront tout de même pertinent dans la perspective de l'adhésion de la Turquie comme pays de l'annexe 1 de cette CCNUCC.

SESSION 4 : Synthèse et adoption d'une méthodologie commune pour réaliser les analyses de vulnérabilité dans les cinq sites pilotes retenus pour la composante 1

Synthèse des résultats de l'atelier de Solsona - Ebauche de guide méthodologique pour l'analyse de la vulnérabilité au changement climatique

Christophe Besacier (FAO - *Silva Mediterranea*)

Trois études seront menées en parallèle dans le cadre de la composante 1 du projet FFEM :

- Un état des lieux régional sur les **ressources génétiques forestières (RGF)** ;
- Un état des lieux régional sur **l'adaptation au changement climatique en Méditerranée** ;
- **Cinq analyses de vulnérabilité** au changement climatique sur les sites pilotes retenus pour les actions de la composante 1.

1. PRODUITS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETAT DES LIEUX REGIONAL SUR LES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

Le maître d'œuvre de l'activité est l'INRA d'Avignon. Les activités et les résultats du projet COST FP 1202 (MaP-FGR) seront également valorisés.

Les activités mises en œuvre seront les suivantes :

- **Revue de la littérature** conduisant à l'établissement de **cartes d'aires de répartition** pour les espèces forestières présentes dans les sites pilotes retenus ;
- Indication de la **situation** des sites pilotes pour chacune de leurs espèces forestières en termes de **marginalité géographique (limites d'aire de répartition)** et de risque par rapport aux changements climatiques ;
- Recensement et état des lieux des **activités mises en place pour adapter les forêts méditerranéennes aux changements climatiques** dans la région en matière d'amélioration de la gestion des ressources génétiques forestières.

Les produits attendus des travaux de l'expert encadré par les scientifiques de l'INRA d'Avignon et de l'Action COST MaP-FGR sont les suivants :

- Des documents cartographiques précisant la **distribution des principales espèces forestières** présentes dans les sites pilotes retenus pour les différentes composantes du projet FFEM ;
- Un état des lieux des **zones marginales et à risque** pour les ressources génétiques forestières par rapport aux changements climatiques (pour chacune des espèces présentes dans les sites pilotes retenus pour les différentes composantes du projet FFEM) ;
- Des **recommandations en matière de gestion** des ressources génétiques forestières dans les sites pilotes retenus dans le cadre du projet FFEM ;
- La participation à l'atelier de Tunis en février 2014 pour présenter l'avancement de l'état des lieux régional sur la distribution des principales espèces ;
- La participation à la réunion régionale de présentation des résultats finaux de l'ensemble des travaux de la composante 1 au second semestre 2014 à Antalya (Turquie).

2. PRODUITS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETAT DES LIEUX REGIONAL SUR LES PROJETS ET ETUDES SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN MEDITERRANEE

Le maître d'œuvre de l'activité est le CRA d'Arezzo (Centre de Recherche en Agriculture et sylviculture) et la FAO (Valentina Garavaglia).

Les activités mises en œuvre seront les suivantes :

- La **revue de tous les projets et études** (récents ou en cours de mise en œuvre) sur l'adaptation et l'atténuation du changement climatique en Méditerranée ;
- La **cartographie de la situation géographique de ces projets et études** sur l'atténuation et l'adaptation au changement climatique en Méditerranée (y compris les études disponibles sur les bilans et flux de carbone dans les écosystèmes forestiers méditerranéens) ;
- La **synthèse** des principaux résultats et recommandations potentiellement utiles pour les analyses de vulnérabilité et la préparation des projets d'atténuation (REDD+) dans les sites pilotes retenus pour réaliser les activités des composantes 1 et 4 ;
- La **liste des experts et des scientifiques** responsables de ces projets et études pour être en mesure de mobiliser les compétences et les résultats dans le cadre des différentes composantes du projet FFEM.

Cette activité s'inscrit dans le cadre des activités du Groupe de Travail 4 (GT4) de *Silva Mediterranea* (convention FAO et CRA d'Arezzo).

3. ANALYSES DE VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES CINQ SITES PILOTES RETENUS POUR LA COMPOSANTE 1

Les sites pilotes concernés par composante 1 sont : Séalba en Algérie, Jabal Moussa au Liban, la Maâmora au Maroc, Siliana en Tunisie et Düzlerçami en Turquie. Certains sites sont concernés par les deux composantes 1 et 4. C'est le cas de Séalba, Maâmora, Siliana et Düzlerçami.

Cette activité se déroule en quatre étapes :

- Détermination du **kit minimum commun**, c'est-à-dire des données nécessaires à l'analyse ;
- Définition de la **méthodologie commune** (Cf. **guide méthodologique en annexe 4**) ;
- Analyse des **manques de données** pour chaque pays et signature de Lettre d'Accord avec la FAO pour la réalisation des analyses de vulnérabilité sur la base des **besoins spécifiques** de chaque pays partenaires du projet FFEM ;
- **Mise en œuvre** de la méthodologie et analyse de vulnérabilité dans les sites pilotes.

a. DETERMINATION DU KIT MINIMUM COMMUN

Le « kit minimum », c'est-à-dire les données nécessaires pour la caractérisation de la situation actuelle dans chaque site pilote pour les analyses de vulnérabilité, est le suivant :

- Données **climatiques et géomorphologiques** (Kit minimum commun C1/C4)
- Données sur l'**évolution des usages du sol** (Kit minimum C1/C4)
- Données **historiques de la gestion forestière** (Kit minimum C1/C4)
- Données **socio-économiques** (Kit minimum commun C1/C4)

En détails, voici les données nécessaires :

- Données **climatiques et géomorphologiques**
 - Données géomorphologiques

Toutes les données géomorphologiques pertinentes pour caractériser le site pilote et sa vulnérabilité au changement climatique (sols/données hydriques/pentes) seront extraites des études passées et des bases de données nationales.

- Données climatiques

Si elles sont disponibles, les données météorologiques locales et précises collectées sur les sites pilotes (issues de la Météorologie nationale) seront utilisées. Dans le cas contraire, les données nécessaires seront extraites des bases de données type MARS/JRC (attention, les données de la base de données MARS ont parfois été achetées aux stations météorologiques les plus proches).

Le kit minimum commun de produits est le suivant :

- Evolution des **précipitations** et des **températures** moyennes depuis 1975 ;
- Evolution du **coefficient d'Emberger** sur le site pilote afin d'identifier d'éventuel changement d'aire bioclimatique selon la classification méditerranéenne (vision rétrospective des changements passé) ;
- Evolution de l'**indice de stress hydrique ASIS** (FAO/VITO) sur chaque site pilote pour identifier d'éventuelles évolutions depuis 1981 ;
- Identification des **événements climatiques extrêmes** depuis 1975, avec si possible l'identification dans la littérature ou dans les bases de données (nationales ou satellitaires) des conséquences de ces événements sur le couvert forestier (pour être en mesure de modéliser les impacts futurs du changement climatique et d'alimenter les scénarios de références de la composante 4).

- Données sur l'**évolution des usages du sol**
 - Cartes d'évolution des usages des terres (1990/2000/2005/2010/2013) ;
 - Cartes d'évolution du couvert forestier (1990/2000/2005/2010/2013) ;
 - Cartes des évolutions dynamiques pour les principales essences caractéristiques des sites pilotes (1990/2000/2005/2010/2013).

Remarques :

- Les images LANDSAT ont une résolution de 30 m. Il est nécessaire d'aller aussi loin que possible dans la caractérisation de la structure des peuplements forestiers des sites pilotes.
- VITO proposera un appui via une formation régionale d'ici fin 2013 et des missions d'appui sur sites à la demande des pays selon les besoins nationaux.
- Il est important de vérifier la compatibilité de la méthodologie d'élaboration des cartes avec les règles du GIEC qui nécessite des vérifications de terrain pour quantifier les marges d'erreurs.

Il convient de bien se mettre d'accord sur la **définition de la « forêt »**. Le plus appréciable est de se référer à la définition de la FAO (*la FAO donne de la forêt la définition suivante pour l'évaluation des ressources forestières mondiales : sont considérées comme forêts « des terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectare avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à cinq mètres et un couvert arboré de plus de 10 %, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils in situ. La définition exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante ». En complément, la FAO définit la notion de terres boisées : « Des terres qui couvrent une superficie de plus de 0,5 hectare avec, soit des arbres d'une hauteur de plus de 5 mètres et un couvert forestier de 5 à 10 %, soit des arbres capables d'atteindre ces seuils in situ.*).

- Données **historiques de la gestion forestière**
 - **Plan de gestion forestière** appliqués au cours des quinze/vingt dernières années (utile pour la *compréhension des impacts du changement climatique et l'élaboration des scénario de référence REDD+*)
 - *Description succincte des principales **orientations** des plans de gestion passés et en cours et, également, présentation des indications sur les orientations des prochaines années si le plan de gestion est en phase de mise à jour dans les différentes unités de gestion.*
 - **Événements extrêmes** explicatifs de changements majeurs au cours des quinze/vingt dernières années (utile pour la *compréhension des impacts passés et futurs du changement climatique et scénario de référence REDD+*) :
 - **Feux de forêts et autres facteurs biotiques** (insectes/ravageurs) ;
 - *Evolution probable des risques (régimes futurs des feux de forêts et mesures de prévention envisagées pour limiter ces risques accrus) ;*
 - Episode de **sécheresse** exceptionnelle ;
 - Phénomènes éventuels observés d'**érosion** et/ou d'**inondation** dans les bassins versants (si ces données sont pertinentes pour le site pilote).

- **Données socio-économiques**
 - Valorisation des **études disponibles** dans certains sites pilotes et mise en place d'un dispositif de collecte de données dans d'autres sites en se coordonnant avec les autres composantes (Composante 2 et composante 4) ;
 - Identification, avec ces données socio-économiques, des principaux **agents et facteurs de déforestation et de dégradation de l'écosystème forestier** pour alimenter l'étude de la composante 4 ;
 - Préparation d'ici fin juin 2013 (Anne Martinet et Valentina Garavaglia) d'un **kit minimum commun de données socio-économiques** à rassembler dans la littérature existante ou à collecter si les données ne sont pas déjà disponibles. Certains éléments sur ces données socio-économiques sont disponibles dans le guide méthodologique de l'annexe 4.

b. DEFINITION DE LA METHODOLOGIE COMMUNE POUR LA MODELISATION DES IMPACTS FUTURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES SITES PILOTES

La méthodologie à mettre en œuvre sur chaque site pilote de la composante 1 est la **méthodologie mise en œuvre par la GIZ en Tunisie. Modélisation multifactorielle avec deux scénarios A2 et B2** (optimiste et pessimiste). Ghazi Gader fournira aux autres sites pilotes le guide déjà réalisé par la GIZ.

L'approche « niche écologique » sera également disponible avec l'état des lieux des ressources génétiques forestières (maîtrise d'œuvre INRA d'Avignon) :

- **cartographie** régionale des limites d'aires de **répartition actuelles** des principales espèces présentes sur les sites pilotes retenus dans le cadre du projet FFEM ;
- **modélisations** des aires de **répartition futures** pour les principales essences présentes dans les sites pilotes retenus dans le cadre du projet FFEM.

La méthodologie finale commune est détaillée dans le **guide méthodologique** (Annexe 4) et sera complété par le guide méthodologique prochainement publié par la GIZ. Cette méthodologie inclura le mieux possible les résultats scientifiques récents sur les évolutions des risques de feux de forêts (JRC/EFFIS) et des autres facteurs biotiques.

Une seule échéance temporelle sera conservée dans les analyses, conformément aux besoins de la composante 4 à savoir un horizon temporel de vingt ans (horizon 2040).

c. ANALYSE DES MANQUES DE DONNEES SUR LES DIFFERENTS SITES PILOTES

Pour l'analyse des manques de données, se référer aux tableaux pour chaque site pilote (Cf. ci-dessus). Il conviendra ensuite de **budgétiser** les coûts de ces processus d'acquisition et/ou de collecte de données additionnelles et de proposer des modalités pratiques de mise en œuvre dans le cadre des **enveloppes financières** qui seront attribuées pour chaque site pilote (composantes 1). Cette enveloppe financière sera d'**environ 50 000 € par pays sur le budget de la composante 1.**

d. BESOINS SPECIFIQUES EXPRIMES PAR LES DIFFERENTS PAYS POUR LA COMPOSANTE 1

Pour l'analyse des besoins spécifiques à chaque pays il convient de se référer aux tableaux présentés pour chaque site pilote pour réaliser les analyses de vulnérabilité dans le cadre de la composante 1.

Sur la base des présentations réalisées par chaque pays à Solsona, il conviendra de :

- Préparer les **termes de référence** et les **budgets** des différents contrats (sous forme de **LoA**) qui seront signés avec les institutions partenaires désignées par chaque pays pour réaliser les analyses de vulnérabilité et la collecte des données additionnelles (date limite : 31 août 2013) ;
- Proposer et valider avec chaque pays avant fin août 2013 l'ensemble des **appuis extérieurs** à apporter aux équipes nationales pour accompagner la réalisation de ces analyses de vulnérabilité et de cette collecte de données additionnelles :
 - **Formation régionale** et **mission d'appui** pour la réalisation du kit commun minimum des cartes des changements d'affectation des terres et du couvert forestier pour les pays demandeurs et appui au processus de validation terrain à la Maâmora ;
 - **Mission d'experts CTFC** (LLuís Coll) **en Algérie** pour proposer un protocole de collecte rapide de données sur la **santé des forêts** et proposer la mise en place d'un dispositif plus lourd de placettes permanentes de suivi de la santé des forêts du site pilote de Senalba ;
 - Missions d'appui éventuelles de Gazhi Gader (ou autres experts compétents) pour appuyer les pays à la **modélisation** au niveau des sites pilotes des scénarios A2 et B2.

Des missions d'appui éventuelles pourront être réalisées par Valentina Garavaglia et/ou Christophe Besacier (FAO – *Silva Mediterranea*) d'ici fin septembre 2013 pour finaliser toutes les conventions à signer avec les institutions partenaires désignées par chaque pays afin de réaliser les analyses de vulnérabilité et la collecte des données additionnelles.

ANNEXE 1

Termes de référence de l'atelier de Solsona



Termes de référence

Analyses de vulnérabilité aux changements climatiques dans les sites pilotes retenus en Algérie, Maroc, Lebanon, Tunisie et Turquie pour le projet FFEM "Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux"

Atelier pour définir et adopter une méthodologie commune pour les analyses de vulnérabilité des sites pilotes du projet FFEM, Solsona, Espagne (27-31 mai 2013)

1. Contexte

La finalité du projet est d'inciter les acteurs à gérer et/ou restaurer les espaces boisés méditerranéens avec une perspective de fourniture durable des biens et services environnementaux.

A cette fin, plusieurs objectifs spécifiques ont été fixés par le projet:

- L'intégration des impacts du changement climatique dans les politiques de gestion forestières et, à cet effet, la production de données et d'outils relatifs à la fois à la vulnérabilité et à la capacité d'adaptation des forêts;
- L'estimation de la valeur économique et sociale des biens et services rendus par les écosystèmes forestiers méditerranéens et cela afin d'appuyer efficacement la prise de décision ainsi que le renforcement des actions d'appui à la gestion durable des écosystèmes ;
- L'amélioration des modes de gouvernance des écosystèmes forestiers au niveau des territoires afin de promouvoir au niveau local, des stratégies de réduction des pressions anthropiques sur les écosystèmes boisés méditerranéens tout en garantissant aux usagers que les biens et services dont ils dépendent pourront être maintenus sur le long terme;
- L'optimisation et la valorisation du rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes (puits de carbone), via l'élaboration d'outils méthodologiques qui permettront de faire valoir les efforts locaux de protection/restauration des écosystèmes;

- Le renforcement de la coordination et des échanges d'expériences entre acteurs de la sous région à travers des activités de coordination et de communication au sein du Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes (PCFM) et avec le souci de proposer des outils pour l'adaptation et l'atténuation aux changements climatiques par le secteur forestier.
- La promotion de la spécificité des forêts méditerranéennes auprès de la communauté internationale et notamment dans le cadre des négociations internationales sur le changement climatique.

Le projet est construit en cinq composantes qui se déclinent en quatre temps (du site pilote à l'échange régional puis à la promotion sur la scène internationale):

- Un focus sur 5 à 10 sites pilotes (4 à 6 par composante, selon la pertinence pour les sites qui sont identifiés et avec un maximum de composantes déclinées sur chaque site) qui sont proposés par les pays et sélectionnés par le Comité de Pilotage ;
- Un effort de capitalisation régional;
- Un temps d'échange entre pays et institutions de la sous-région et avec les autres pays et institutions de la région méditerranéenne ;
- Le relai sur la scène internationale des résultats du projet.

2. Composante 1

Les activités prévues pour la Composante 1 sont focalisées sur la production de données et l'élaboration d'outils d'aide à la décision et à la gestion en matière de vulnérabilité des écosystèmes boisés méditerranéens aux effets du changement climatique ainsi qu'en matière de capacité d'adaptation ;

Elles se déclinent en cinq actions prioritaires :

- ✓ Revue de la littérature et état des lieux de l'évaluation des impacts du changement climatique sur les espaces boisés méditerranéens (méthodes et résultats des modélisations);
- ✓ Recensement et état des lieux des activités mises en place pour adapter les forêts méditerranéennes aux changements climatiques dans la région;
- ✓ Analyse de vulnérabilité d'écosystèmes boisés méditerranéens aux impacts du changement climatique sur cinq sites pilotes (un site pilote pour chaque pays) ;
- ✓ Capitalisation des résultats et élaboration d'outils d'aide à la décision en matière d'adaptation aux changements climatiques à destination des gestionnaires forestiers et des décideurs politiques;
- ✓ Échange entre les pays et avec les pays européens impliqués dans le projet ForClimAdapt.

Les sites pilotes retenus pour la mise en œuvre du projet FFEM sont les suivants :

Algérie	Liban	Maroc	Tunisie	Turquie
Chrea	Jabal Moussa	Ifrane	Barbara	Duzlercami
Djelfa/Senalba	Kamouaa	Maarmora	Siliana	
		Tzanakht		

Chaque pays devra fournir les données nécessaires à la réalisation des analyses de vulnérabilités sur au moins un site pilote lors de l'atelier de Solsona. Le choix final du site pilote de chaque pays focalisé pour les activités de la composante 1 sera discuté lors de l'atelier de Solsona (Cf. 3. Objectifs et résultats attendus).

3. Objectifs et résultats attendus

L'objectif général de l'atelier est de définir et d'adopter une méthodologie commune pour les analyses de vulnérabilité aux changements climatiques dans les sites pilotes retenus pour cette Composante 1. L'atelier sera organisé en deux phases. Une première phase portera sur les méthodes d'analyses de vulnérabilités. Trois exemples pratiques d'analyses de vulnérabilités déjà réalisés dans les pays du pourtour de la Méditerranée ou hors de la Méditerranée seront présentés. L'atelier donnera l'occasion de présenter de possibles résultats cartographiques qui peuvent être produits pour les différents sites pilotes. Un exemple d'analyse cartographique, réalisé sur le site de la Maamora au Maroc, sera présenté comme modèle possible pour l'ensemble des sites pilotes.

La deuxième phase portera sur la présentation des sites pilotes et des données disponibles pour réaliser l'analyse de vulnérabilité par les participants/experts de chaque pays. Elle permettra de proposer et discuter les problèmes spécifiques rencontrés pour la collecte des données, la possibilité de recevoir le support nécessaire pour améliorer les informations disponibles et l'organisation de la collecte des données manquantes ainsi que d'aborder les modalités pratiques pour la mise en œuvre des appuis financiers à fournir à chaque pays pour la réalisation des analyses de vulnérabilité avant fin 2014. Au terme de l'atelier, une méthode commune à utiliser pour les cinq analyses de vulnérabilité à réaliser dans le contexte du projet FFEM sera discutée/validée avec les participants/experts. Les institutions contractantes et les besoins d'expertises extérieures à mobiliser dans chaque pays seront identifiés.

4. Organisations partenaires / Pays d'accueil / Lieu et dates

Les organisations partenaires sont la FAO, le CTFC, l'AIFM et la GIZ. L'atelier sera accueilli par Le Centre de Recherche Forestière de Catalogne (CTFC) à Solsona. L'atelier de trois jours aura lieu au siège du CTFC au cours de la semaine du 27 au 31 mai 2013.

5. Langue

La langue de l'atelier sera le français avec une traduction en anglais assurée pour les collègues turques et les experts impliqués dans l'atelier par le CTFC.

6. Participants

Les experts thématiques désignés par les pays pour suivre la composante 1. Les experts désignés par les pays pour réaliser les analyses de vulnérabilité sur le site pilote retenu pour chaque pays.

Les personnes ressources du Secrétariat de *Silva Mediterranea*, l'expert VITO pour les analyses cartographiques et la présentation de l'exemple d'analyse sur le site de la Maamora au Maroc.

Un expert d'ONFI pour assurer la coordination avec l'étude des causes de dégradation et de déforestation prévue dans la composante 4.

Un expert de la GIZ pour présenter l'exemple des analyses de vulnérabilité réalisées en Tunisie.

Un expert AIFM pour permettre le lien entre les analyses réalisées dans le cadre du projet FFEM avec les résultats du projet ForClimAdapt. Les experts impliqués par le CTFC pour présenter des expériences utiles pour l'atelier.

Le nombre total de participants sera d'environ vingt personnes conformément à la liste présentée dans le tableau suivant et à compléter par chaque pays pour le second expert avant le 30 avril 2013.

Pays	Expert I	Expert II
Algérie	Abdelkaker Benkheira	Zighem LALEM
Liban	Sylva Koteiche	A compléter avant 30/04/2013
Maroc	Mustapha Bengueddour	Houssine Jedira
Tunisie	Ameur Mokhtar	A compléter avant 30/04/2013
Turquie	Sukran Gokdemir	A compléter avant 30/04/2013
AIFM	Tatiana Sarmiento	
GIZ	Ghazi Gader	
CTFC	David Solano	Dra Miriam Piqué / Dr Lluís Coll
ONFI	Anne Martinet	
VITO	Antoine Royer	et/ou Pieter Kempeneers
FAO	Christophe Besacier	Valentina Garavaglia
Total	Environ 20 personnes selon nombres d'experts CTFC	

7. Agenda prévisionnel

Agenda Préliminaire, Lundi 27 mai 2013

Arrivée des participants/experts à Solsona – Accueil en bus à l'aéroport de Barcelone

Agenda Préliminaire, Mardi 28 mai 2013 2

Horaire	Objet	Notes
09.00 – 9.15	Bienvenue	CTFC/FAO
9.15 – 9.30	Présentation des participants/experts	
9.30 – 9.45	Présentation des objectifs de la Composante 1 + Atelier (C. Besacier)	
9.45 – 10.15	Présentation de l'analyse de vulnérabilité réalisée au Liban (V. Garavaglia + Liban)	
10.15 – 10.45	Présentation de l'analyse de vulnérabilité réalisée en Tunisie (G. Gader + Tunisie)	
10.45 – 11.15	Pause café	
11.15 – 11.45	Présentation d'un exemple hors méditerranée ou Espagne (CTFC)	
11.45 – 12.30	Discussion sur les analyses de vulnérabilité présentées et synthèse par C. Besacier	
12.30 – 14.00	Déjeuner	
14.00 – 15.00	Présentation de produits cartographiques possibles réalisés sur l'exemple de sites pilotes de la Composante 1 (A. Royer ou P. Kempeneers)	
15.00 – 15.30	Discussion sur les produits cartographiques à retenir pour les analyses de vulnérabilité à réaliser dans les différents sites pilotes retenus par les pays pour la composante 1	
15.30 – 16.00	Pause café	
16.00-18.00	Suite de la discussion sur les analyses de vulnérabilité et tentative de synthèse sur la méthodologie et les produits cartographiques à privilégier pour la composante 1	
18.00-19.30	Visite guidée de Solsona organisée par le CTFC	

Agenda Préliminaire, Mercredi 29 mai 2013 3

Horaire	Objet	Notes
8.30 – 10.15	Présentation des actions du CTFC sur l'adaptation au changement climatique et visite du CTFC	Organisation par l'équipe du CTFC
10.15 – 10.45	Pause café	
10.45 – 13.00	<ul style="list-style-type: none">• Algérie• Liban• Maroc	30 minutes de présentation + 15 minutes de questions
13.00 – 14.00	Déjeuner	
14.00 – 15.30	Présentation des données et études disponibles sur les sites pilotes retenus par les experts nationaux: <ul style="list-style-type: none">• Tunisie• Turquie	30 minutes de présentation par site pilotes + 15 minutes de questions par les autres participants
15.30 – 16.00	Pause café	
16.00 – 18.00	Discussion pour le choix final de la méthodologie harmonisée et analyses des possibilités de réaliser cette méthodologie sur les sites pilotes présentés	
18.00 – 19.00	Activité proposée par le CTFC (Match de football ou concours de billard)	
20.00 – 22.30	Possibilité de dîner en regardant le Match FC Barcelone – Espanyol de Barcelone	

Agenda Préliminaire, Jeudi 30 mai 2013 3

Horaire	Objet	Notes
08.30 – 14.00	Visite de terrain d'un site affecté par le changement climatique près de Solsona	(déjeuner inclus organisé par le CTFC)
14.00 – 15.30	Discussion finale sur la méthodologie commune à mettre en œuvre sur les sites pilotes retenus pour la Composante 1 – Discussion sur les modalités pratiques de contractualisation avec les institutions nationales chargées de conduire les analyses de vulnérabilités sur les sites pilotes dans les différents pays du projet FFEM	
15.30 – 16.00	Pause café	
16.00 – 17.30	Prochaines étapes pour la mise en œuvre de la Composante 1	
17.30 – 18.30	Visite d'une plantation (truffes ou feuillus précieux) organisée par le CTFC	

Agenda Préliminaire, Vendredi 31 mai 2013

Départ des participants/experts de Solsona par bus pour l'aéroport de Barcelone

ANNEXE 2

Agenda final de l'atelier de Solsona

AGENDA	
Atelier pour définir et adopter une méthodologie commune pour les analyses de vulnérabilité des sites pilotes du projet FFEM <i>Solsona, Espagne (27-31 mai 2013)</i>	
Lundi 27	Arrivée des participants/experts à Solsona – Accueil en bus à l'aéroport de Barcelone
Mardi 28	
09.00 – 09.15	Bienvenue
09.15 – 09.30	Présentation des participants/experts
09.30 – 09.45	Présentation des objectifs de la Composante 1 + Atelier (C. Besacier)
09.45 – 10.15	Présentation de l'analyse de vulnérabilité réalisée au Liban (V. Garavaglia + Liban)
10.15 – 10.45	Présentation de l'analyse de vulnérabilité réalisée en Tunisie (G. Gader + Tunisie)
10.45 – 11.15	<i>Pause café</i>
11.15 – 11.45	Présentation d'un exemple hors méditerranée ou Espagne (CTFC)
11.45 – 12.30	Discussion sur les analyses de vulnérabilité présentées et synthèse par C. Besacier
12.30 – 14.00	<i>Déjeuner</i>
14.00 – 15.00	Présentation de produits cartographiques possibles réalisés sur l'exemple de sites pilotes de la Composante 1 (A. Royer ou P. Kempeneers)
15.00 – 15.30	Discussion sur les produits cartographiques à retenir pour les analyses de vulnérabilité à réaliser dans les différents sites pilotes retenus par les pays pour la composante 1
15.30 – 16.00	<i>Pause café</i>
16.00-18.00	Suite de la discussion sur les analyses de vulnérabilité et tentative de synthèse sur la méthodologie et les produits cartographiques à privilégier pour la composante 1
18.00-19.30	Visite guidée de Solsona organisée par le CTFC

Mercredi 29	
08.30 – 10.15	Présentation des actions du CTFC sur l'adaptation au changement climatique et visite du CTFC
10.15 – 10.45	<i>Pause café</i>
10.45 – 13.00	Présentation des données et études disponibles sur les sites pilotes retenus par les experts nationaux : Algérie, Liban, Maroc (30' présentation + 15' de questions)
13.00 – 14.00	<i>Déjeuner</i>
14.00 – 15.30	Présentation des données et études disponibles sur les sites pilotes retenus par les experts nationaux : Tunisie, Turquie (30' présentation + 15' de questions)
15.30 – 16.00	<i>Pause café</i>
16.00 – 18.00	Discussion pour le choix final de la méthodologie harmonisée et analyses des possibilités de réaliser cette méthodologie sur les sites pilotes présentés
18.00 – 19.00	Activité proposée par le CTFC (Match de football ou concours de billard)
20.00 – 22.30	<i>Possibilité de dîner en regardant le Match FC Barcelone – Espanyol de Barcelone</i>
Jeudi 30	
08.30 – 14.00	Visite de terrain d'un site affecté par le changement climatique près de Solsona (Déjeuner inclus organisé par le CTFC)
14.00 – 15.30	Discussion finale sur la méthodologie commune à mettre en œuvre sur les sites pilotes retenus pour la Composante 1 – Discussion sur les modalités pratiques de contractualisation avec les institutions nationales chargées de conduire les analyses de vulnérabilités sur les sites pilotes dans les différents pays du projet FFEM
15.30 – 16.00	<i>Pause café</i>
16.00 – 17.30	Prochaines étapes pour la mise en œuvre de la Composante 1
17.30 – 18.30	Visite d'une plantation (truffes ou feuillus précieux) organisée par le CTFC
Vendredi 31	Departure Départ des participants/experts de Solsona par bus pour l'aéroport de Barcelone



ANNEXE 3

Visites de terrain organisées par le CTFC

David Solano, Teresa Valor, Fabrice Gouriveau, Lluís Coll

1. PREMIERE VISITE : VISITE D'UNE ZONE TOUCHEE PAR UN INCENDIE DE 28 000 HA EN 1998 (D. SOLANO)

La concordance de nombreux facteurs, tels que l'accumulation de biomasse sèche au sol pendant plusieurs années, le départ de nombreux feux pendant la même période ainsi que la forte présence d'Ajonc (*Ulex sp.*) facilement inflammable sur la zone, a été à l'origine de la grande ampleur de cet incendie qui a marqué les esprits autour de Solsona. Les espèces présentes à l'époque étaient essentiellement le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le Pin noir (*Pinus nigra*).

De nos jours, quinze ans après, on peut observer une forêt qui s'est très bien régénérée. Ceci s'explique par le transport et l'accumulation de glands par le Geai des chênes (*Garrulus glandarius*), et par le fort rejet de souche. La tendance actuelle dans l'évolution des essences forestières se fait au profit des feuillus, notamment des chênes méditerranéens.

Les propriétaires reçoivent actuellement une subvention de 600 €/ha pour « nettoyer » les forêts (élimination du sous-étage et de la biomasse sèche au sol). Après ce grand incendie, un corps spécialisé pour lutter contre les incendies a été créé.

2. DEUXIEME VISITE : PRESENTATION DE LA TECHNIQUE D'INCENDIE PREVENTIF DIRIGE (TERESA VALOR)

Cette technique d'**incendie préventif** sous forme de **brûlage dirigé** a pour but d'amoinrir le sous-étage dans les endroits stratégiques en vue de **créer une discontinuité verticale** et donc de limiter la propagation du feu, de la surface vers les cimes.

Ces incendies préventifs sont mis en place entre novembre et février, en dehors de la période estivale critique pour les incendies et en dehors de la période de nidification des principaux oiseaux nicheurs. Ces incendies préventifs nécessitent l'autorisation des propriétaires concernés et le permis des ministères de tutelle (ministère de l'écologie en particulier).

L'objectif du projet FORBAN développé par le CTFC est d'étudier la **relation entre l'intensité du feu et la croissance**, dans deux dimensions :

- Spatialement : à l'échelle du peuplement et à l'échelle de l'arbre (en particulier dans les peuplements de *Pinus sp.*),
- Temporellement : étude de la relation dans le temps entre le feu et la croissance, grâce aux techniques dendrochronologiques.

La variabilité de l'intensité du feu est opérée par une plus ou moins grande largeur entre les lignes de feu (le feu est initié par des torches). L'intensité du feu est mesurée grâce à un **pyronomètre** (disque de cuivre placé sur certains individus, comportant une peinture qui fond à une certaine température).

La croissance observée est plus importante après le passage d'un feu qu'avant. Ceci peut s'expliquer par la plus faible compétition avec le sous-étage, correspondant donc à une plus grande disponibilité en eau pour les arbres du peuplement.

Des études sont actuellement en cours pour tester l'effet d'une telle pratique sur les différents compartiments : épaisseur de la litière, turn-over de la matière organique, banque de semences du sol, la faune invertébrée du sol, la diversité faunistique et floristique.



Présentation de la technique d'incendie préventif dirigé par Teresa Valor.

3. TROISIEME VISITE : PRESENTATION D'UNE STATION DE MESURES DES FLUX D'EAU, DE CARBONE ET D'ENERGIE EN MILIEU AGRO-PASTORAL (FABRICE GOURIVEAU)

Un dispositif de mesures des flux d'eau, de carbone et d'énergie en milieu agropastoral a été mis en place par le CTFC à trois altitudes différentes : 1 000 m (cas du site présenté), 1 300 m et 1 900 m. Le dispositif présenté est situé sur une parcelle en mélange à légumineuses et céréales à vocation fourragère. Les mesures sont enregistrées en continu et sont stockées dans un système de stockage à mémoire limitée (un mois environ). Un système de transmission des données a été également mis en place : les données sont donc accessibles en temps réel et téléchargeables depuis le CTFC.

Ces mesures sont les suivantes :

- Mesures météorologiques « classiques » : humidité, température, anémométrie, pluviométrie, radiométrie (longueur d'ondes longues et courtes),
- Mesure de la radiation du soleil utile pour la photosynthèse, via la technique des flux turbulents (ou hélicovariance) : les concentrations en CO₂ et en eau de l'air sont mesurées à raison de 20 mesures par seconde (fréquence de 10 à 20 Hz),
- Mesures, à l'échelle de la parcelle, de la séquestration et des émissions de carbone par la végétation (grâce à des mesures « en profil », à différentes hauteurs de végétation, de la concentration en CO₂), à une périodicité de 30 minutes,
- Mesures, à l'échelle de la placette, des échanges gazeux entre la végétation et les capteurs, au niveau d'une chambre en PVC.

Ce dispositif permet ainsi d'étudier la relation entre les composants du milieu (eau, CO₂, énergie, etc.) et la végétation, et permet donc de mettre en parallèle les interactions végétation/milieu et les changements climatiques observés.



Présentation de la station de mesures par Fabrice Gouriveau.

4. QUATRIEME VISITE : PRESENTATION DE LA METHODE DE REGENERATION PAR TROUEE DANS DES PEUPELEMENTS MIXTES DE CHENES PUBESCENTS ET PINS SYLVESTRES (LLUIS COLL)

Le site présenté se situe sur une ancienne zone de pâture en terrasses. On y retrouve donc de vieux chênes pubescents brogneux ainsi qu'un peuplement jeune de pins sylvestres. La méthode testée ici est la régénération par trouée afin de **favoriser l'ensemencement**, notamment des chênes pubescents. Ceci permettra **de renouveler et de diversifier les peuplements**, et donc d'**améliorer la résilience** des peuplements face aux changements globaux. Six modalités sont testées : petites trouées de 0,2 ha et trouées plus grandes de 0,4 ha, à trois altitudes différentes. Une étude préalable est cependant nécessaire avant de mettre en place de tels aménagements irréguliers par trouées. Les trois facteurs pris en compte avant le test sont :

- L'estimation du coefficient de stabilité des peuplements,
- L'existence de houppiers développés en cas d'ouverture (afin de s'assurer l'existence de bons semenciers ensuite),
- L'accord préalable du propriétaire.

Un avantage de telles trouées est également le faible impact visuel des coupes forestières.



Présentation d'une trouée par Lluís Coll .

ANNEXE 4

Guide méthodologique synthétique pour l'analyse de vulnérabilité au changement climatique dans les cinq sites pilotes retenus pour la composante 1



**GUIDE METHODOLOGIQUE POUR L'ANALYSE DE LA
VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE
PROJET FFEM « OPTIMISER LA PRODUCTION DE BIENS ET
SERVICES PAR LES ECOSYSTEMES BOISES MEDITERRANEENS
DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS GLOBAUX »**



1. Contexte

La finalité du projet « Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux » est d'inciter les acteurs à gérer et/ou restaurer les espaces boisés méditerranéens avec une perspective de fourniture durable des biens et services environnementaux.

A cette fin, plusieurs objectifs spécifiques ont été fixés par le projet:

- L'intégration des impacts du changement climatique dans les politiques de gestion forestières et, à cet effet, la production de données et d'outils relatifs à la fois à la vulnérabilité et à la capacité d'adaptation des forêts;
- L'estimation de la valeur économique et sociale des biens et services rendus par les écosystèmes forestiers méditerranéens et cela afin d'appuyer efficacement la prise de décision ainsi que le renforcement des actions d'appui à la gestion durable des écosystèmes ;
- L'amélioration des modes de gouvernance des écosystèmes forestiers au niveau des territoires afin de promouvoir au niveau local, des stratégies de réduction des pressions anthropiques sur les écosystèmes boisés méditerranéens tout en garantissant aux usagers que les biens et services dont ils dépendent pourront être maintenus sur le long terme;
- L'optimisation et la valorisation du rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes (puits de carbone), via l'élaboration d'outils méthodologiques qui permettront de faire valoir les efforts locaux de protection/restauration des écosystèmes;
- Le renforcement de la coordination et des échanges d'expériences entre acteurs de la sous région à travers des activités de coordination et de communication au sein du Partenariat de Collaboration sur les Forêts Méditerranéennes (PCFM) et avec le souci de proposer des outils pour l'adaptation et l'atténuation aux changements climatiques par le secteur forestier.
- La promotion de la spécificité des forêts méditerranéennes auprès de la communauté internationale et notamment dans le cadre des négociations internationales sur le changement climatique.

Le projet est construit en cinq composantes qui se déclinent en quatre temps (du site pilote à l'échange régional puis à la promotion sur la scène internationale):

- Un focus sur 5 à 10 sites pilotes (4 à 6 par composante, selon la pertinence pour les sites qui sont identifiés et avec un maximum de composantes déclinées sur chaque site) qui sont proposés par les pays et sélectionnés par le Comité de Pilotage ;
- Un effort de capitalisation régional;
- Un temps d'échange entre pays et institutions de la sous-région et avec les autres pays et institutions de la région méditerranéenne ;
- Le relai sur la scène internationale des résultats du projet.

2. Composante 1

Les activités prévues pour la Composante 1 (C1) sont focalisées sur la production de données et l'élaboration d'outils d'aide à la décision et à la gestion en matière de vulnérabilité des écosystèmes boisés méditerranéens aux effets du changement climatique ainsi qu'en matière de capacité d'adaptation.

Elles se déclinent en cinq actions prioritaires :

- ✓ Revue de la littérature et état des lieux de l'évaluation des impacts du changement climatique sur les espaces boisés méditerranéens (méthodes et résultats des modélisations);
- ✓ Recensement et état des lieux des activités mises en place pour adapter les forêts méditerranéennes aux changements climatiques dans la région ;
- ✓ Analyse de vulnérabilité d'écosystèmes boisés méditerranéens aux impacts du changement climatique sur cinq sites pilotes (un site pilote pour chaque pays) ;
- ✓ Capitalisation des résultats et élaboration d'outils d'aide à la décision en matière d'adaptation aux changements climatiques à destination des gestionnaires forestiers et des décideurs politiques;
- ✓ Échange entre les pays et avec les pays européens impliqués dans le projet ForClimAdapt.

La composante 1 est étroitement articulée avec la composante 4, laquelle cherche à optimiser et à valoriser le rôle d'atténuation des forêts méditerranéennes (puits de carbone) :

- ✓ Elles nécessitent des données en commun, lesquelles sont présentées à la fois dans le présent guide méthodologique, et dans le guide méthodologique pour l'analyse des agents et causes de déforestation de la composante 4. Ces données en commun devront être collectées de manière articulée entre les deux composantes.
- ✓ Les résultats de la composante 1 viendront alimenter la structuration des fiches projets REDD+ qui seront réalisées dans la composante 4, au travers de :
 - Dans la mesure du possible, la prise en compte dans le scénario de référence de l'impact estimé du changement climatique directement sur le couvert forestier ou indirectement sur les autres causes de déforestation et dégradation. Cette prise en compte pourrait permettre de valoriser le potentiel carbone des possibles mesures de réduction de la vulnérabilité du changement climatique (pratiques sylvicoles adaptatives, nouveaux plans d'aménagement) ;
 - L'intégration et des recommandations en matière d'adaptation au changement climatique dans la proposition des activités REDD+.

3. Sites pilotes concernés par la Composante 1 et la Composante 4

Pays	Site	Composante
Algérie	Massif de Sénalba	C1/C4
Liban	Jabal Moussa	C1
Maroc	Forêt de la Maamora	C1/C4
Tunisie	Forêt de Siliana Forêt de Barbara	C1/C4 C4
Turquie	Duzlercami	C1/C4

4. Caractérisation de la situation actuelle dans les cinq sites pilotes retenus pour les analyses de vulnérabilité de la composante 1

Pour chaque donnée fournie, merci de spécifier la source des données, la méthodologie qui a permis de générer la donnée, une évaluation qualitative simple de sa qualité.

Si possible, fournir les cartes en version digitale (vectorielle)

Données nécessaires à collecter :

- **Limite** du site (commune C1/C4), en format vectoriel, avec les limites des unités administratives (e.g. départements, cantons, communes, etc.) et modes de gestion (e.g. parcelles/unités de gestion forestière, aires protégées) (e.g. Figure 1).

Le site inclura des écosystèmes forestiers faisant par exemple l'objet d'analyses de la vulnérabilité au changement climatique dans le cadre de la composante 1 et de l'analyse des causes de déforestation et dégradation dans le cadre de la composante 4, mais aussi des zones non boisées où sont présents les usagers proches de la forêt (terres agricoles, urbaines...) et où pourraient par exemple être proposées dans le cadre de la composante 4 des activités alternatives visant à réduire les pressions sur les écosystèmes forestiers (amélioration des pratiques agricoles ou d'élevage par exemple) ou à renforcer les stocks de carbone forestier (plantations par exemple) (Figure 2).

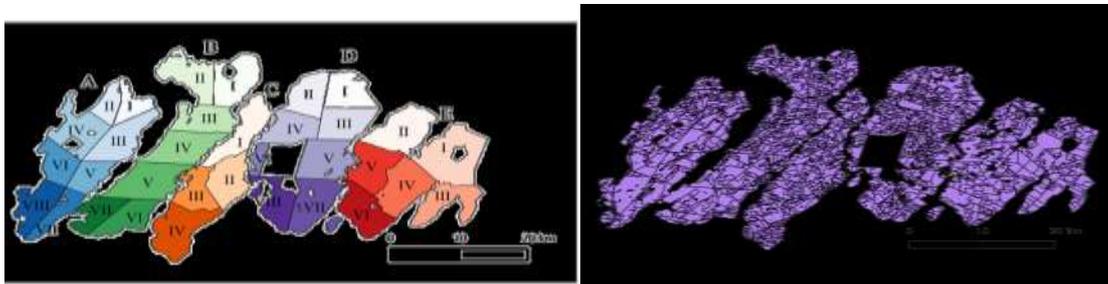


Figure 1. Limite des unités administratives et des unités de gestion forestières (cantons à gauche et parcelles à droite) du site de la Maamora. Source : VITO.



Figure 2. Exemple de délimitation des territoires au sein du site.

- **Données biophysiques:**

Extraire des études passées et des bases de données nationales toutes les **données biophysiques** pertinentes pour caractériser le site pilote et sa vulnérabilité au changement climatique.

Données minimum communes C1/C4 :

- ✓ carte d'altitude ;
- ✓ carte des pentes ;
- ✓ carte de types de sols ;
- ✓ carte du réseau hydrographique.

Données spécifiques pour la C1:

- ✓ carte d'exposition ;
- ✓ carte géologique ;
- ✓ carte de profondeur des sols.

Les cartes d'altitude et exposition peuvent être dérivées du Modèle Numérique de Terrain (MNT) si disponible. En absence de cartes, merci de fournir les bases de données correspondantes.

- **Données climatiques**

Extraire les données climatiques des bases de données recommandées (JRC-MARS (<http://mars.jrc.ec.europa.eu/>) ou stations météorologiques nationales présentes sur le site pilote lorsqu'elles existent).

Données minimum communes C1/C4 :

- Evolution des **précipitations annuelles** et des **températures** minimales, maximales, moyennes depuis 1975 ;
- Identification des événements climatiques et biophysiques extrêmes/exceptionnels depuis 1975 :
 - ✓ Événements météorologiques exceptionnels (sécheresse, tempêtes, etc.)
 - ✓ Phénomènes éventuels observés d'**érosion** et/ou d'**inondation** dans les bassins versants si pertinent pour le site pilote ;
 - ✓ Épisodes de dépérissement du couvert forestier et causes (insectes ravageurs, maladies) ;
 - ✓ Feux (spécifier la surface brûlée, origine, arbres affectés). Si disponible, caractériser l'évolution des régimes futurs des feux et mesures de prévention envisagées pour limiter ces risques accrus.

Essayer d'identifier dans la littérature, dans les bases de données (nationales ou images satellites) ou à dire d'expert, les conséquences de ces événements extrêmes sur le couvert forestier, à la fois en surface et en structure.

Données spécifiques pour la C1:

- Evolution du **quotient pluviothermique d'Emberger (Q)** pour identifier d'éventuels changements d'aire bioclimatique selon la classification méditerranéenne depuis 1975 ;
- Evolution de l'**indice de stress hydrique (Agriculture Stress Index System (ASIS))** sur chaque site pilote pour identifier d'éventuelles évolutions depuis 1981.

Quotient pluviothermique d'Emberger (Q)

Cet indicateur défini par Quézel distingue six types climatiques en région méditerranéenne :

- l'**infra-méditerranéen** (de type saharien, aride ou semi-aride à influence océanique),
- le **thermo-méditerranéen** ($m > 3^{\circ} \text{C}$),
- l'**eu-méditerranéen** ou méso-méditerranéen inférieur ($0 < m < +3^{\circ} \text{C}$)
- le **supra-méditerranéen** ou méso-méditerranéen moyen ($-3 < m < 0^{\circ} \text{C}$),
- le **méditerranéo-montagnard** ou méso-méditerranéen supérieur ($-5 < m < 3^{\circ} \text{C}$),
- l'**oroméditerranéen** ou subalpin méditerranéen ($-7 < m < -5^{\circ} \text{C}$),

où m représente la moyenne des températures minimales du mois le plus froid de l'année, en °C.

Le quotient d'Emberger se détermine de la manière suivante :

$$Q = \frac{1000 * P}{0,5 * (M + m) * (M - m)} = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P = Précipitations annuelles en mm,

M = Température maximale moyenne du mois le plus chaud, exprimée en °K,

m = Température minimale moyenne du mois le plus froid, exprimée en °K.

Le quotient pluviométrique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne (aride, semi-aride, subhumide, humide, perhumide). Seul le Maroc possède ces cinq climats en totalité.

Agriculture Stress Index System (ASIS)

FAO Global Information and Early Warning System (GIEWS) et Natural Resources and Environment (NRC) Division ont développé un système d'estimation de la sécheresse en temps réel au niveau mondial. Ce système utilise un indicateur d'état de la végétation (Vegetation Health Index, VHI) basé sur une combinaison linéaire d'indices de végétation et de température de surface. Les données dérivées des capteurs NOAA-AVHRR et Metop-AVHRR (indice de végétation et température de brillance) sont utilisées pour calculer le VHI moyen pour chaque saison de croissance par pixel de 1km et à l'échelle mondiale. Un modèle phénologique, basée sur l'indice de végétation (NDVI) est utilisé pour définir le début et la fin de la saison de croissance. Le VHI moyen de chaque saison de croissance est calculé pour chaque unité administrative permettant d'évaluer l'intensité et la proportion de la zone touchée par la sécheresse. Le flux de données résultant fournit des informations en temps réel sur la sécheresse dans toutes les régions du monde. L'ASIS est mis en place pour le compte de la FAO par Flemish Institute for Technical Research NV (VITO) avec l'appui technique du JRC-MARS.

- **Evolution des usages des sols**

Dans le guide méthodologique de la composante 4, il est demandé par ailleurs de faire un inventaire des cartes déjà existantes d'usage des sols et d'évolution de ces usages. Ici, il est demandé de fournir des données additionnelles, permettant de disposer d'un niveau d'information comparable dans chaque site pilote et de s'approcher des exigences des méthodologies REDD+ actuellement validées sous le VCS (*Verified Carbon Standard*).

Données minimum communes C1/C4 :

- ✓ Cartes d'évolution des **usages des sols** (1990/2000/2005/2010/2013) (format digital);
- ✓ Cartes d'évolution du **couvert forestier** et **autres usages des sols** (1990/2000/2005/2010/2013) (format digital) en utilisant la **définition de forêt** retenue au niveau national et/ou déposée par les instances nationales sous la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) ;
- ✓ Cartes des évolutions de la **distribution des principales essences** (Figure 3) caractéristiques des sites pilotes (1990/2000/2005/2010/2013) (format digital) et positionnement du site pilote par rapport à l'aire de répartition globale de ces principales essences.

Si disponibles, merci de fournir toutes les cartes pour les dates 1990/2000/2005/2010/2013 ou au moins du 2000 et une date récente (entre 2010 et 2013).

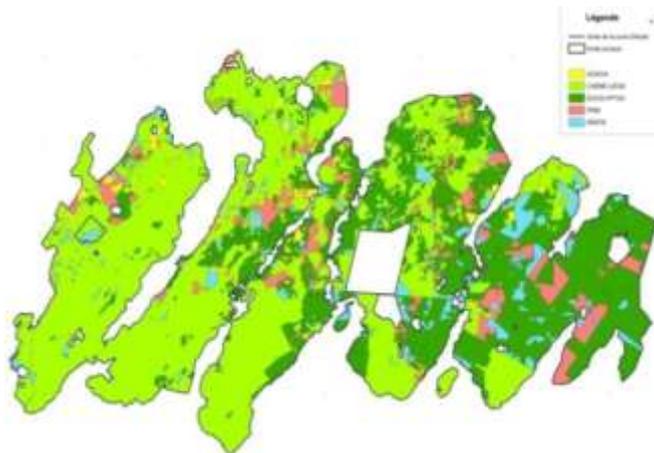


Figure 3. Distribution des principales essences du site de la Maamora. Source : VITO.

- **Données historiques de la gestion forestière**

Données minimum communes C1/C4 :

- ✓ **Plans de gestion forestière** appliqués au cours des quinze/vingt dernières années;
- ✓ Décrire succinctement les **principales orientations des plans de gestion** passés et en cours et donner également des indications sur les orientations des prochaines années si le plan de gestion est en phase de mise à jour dans les différentes unités de gestion forestière du site pilote ;
- ✓ Décrire les mesures déjà prises dans le plan de gestion pour limiter l'impact des événements extrêmes et de l'évolution des températures/précipitations.

- **Données socio-économiques sur les sites pilotes :**

Pour les données socio-économiques, voir la Guide méthodologique de la composante 4.

5. Modélisation des impacts futurs du changement climatique dans les sites pilotes

Une projection à l'horizon 2040 selon deux scénarios climatiques (Figure 4) a été choisie :

- Le canevas et la famille de **scénarios A2** décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas;
- Le canevas et la famille de **scénarios B2** décrivent un monde où l'accent est mis sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B1 et A1. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.

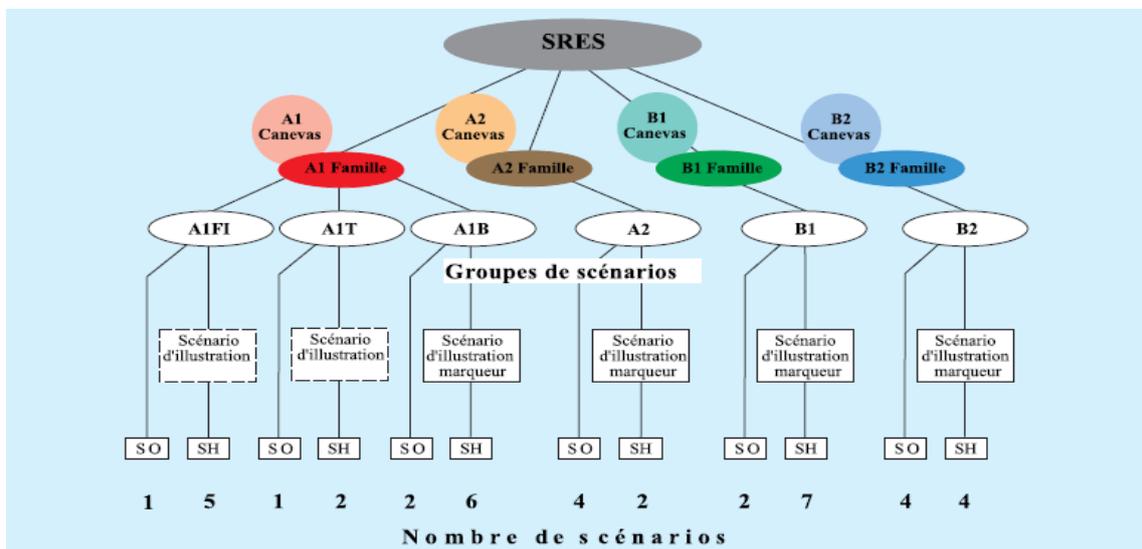


Figure 4. Illustration schématisée des scénarios SRES (Special Report on Emissions Scenarios). Quatre canevas qualitatifs produisent quatre ensembles de scénarios, appelés "familles": A1, A2, B1 et B2. Au total 40 scénarios SRES ont été élaborés par six équipes de modélisation. Tous sont également valides, sans probabilités de concrétisation attribuées. L'ensemble de scénarios comprend six groupes de scénarios découlant des quatre familles: un groupe pour chacune des familles A2, B1 et B2 et trois groupes pour la famille A1, caractérisant des évolutions respectives des technologies énergétiques: A1FI (intensité de combustibles fossiles), A1B (équilibre) et A1T (prédominance des combustibles non fossiles). Parmi les familles et groupes de scénarios, certains partagent des hypothèses "harmonisées" pour la population mondiale, le produit mondial brut et l'énergie finale. Ils portent l'indication SH, pour "scénario harmonisé". L'indication SO dénote des scénarios qui envisagent des incertitudes dans les forces motrices au-delà de celles des scénarios harmonisés. Le nombre de scénarios élaborés dans chaque catégorie est indiqué. Pour chacun des six groupes de scénarios un scénario d'illustration (toujours harmonisé) est fourni. Quatre scénarios d'illustration "marqueurs", un pour chaque famille, utilisés sous une forme provisoire dans le processus ouvert SRES 1998, ont été inclus sous une forme révisée dans le présent rapport. Deux scénarios d'illustration supplémentaires pour les groupes A1FI et A1T sont également fournis et complètent un ensemble de six qui illustre tous les groupes de scénarios. Tous sont également fiables. Source : GIEC, 2000¹.

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2000. Rapport spécial du GIEC. Scénarios d'émissions. Résumé à l'intention des décideurs. ISBN: 92-9169-213-1.

La méthode à employer pour la modélisation des impacts futurs du changement climatique dans les sites pilotes est la **Méthode Spatiale Multifactorielle (ASM)** (Figures 5 et 6).

Elle se déroule en cinq grandes étapes principales :

1. Choix des facteurs qui expliquent la vulnérabilité d'un écosystème naturel ;
2. Regroupement thématique des variables ;
3. Analyses de niveau 1 des données par : seuillages, pondérations et intégration pour mesurer la vulnérabilité factorielle ;
4. Analyses de niveau 2 des données par : seuillages, pondérations et intégration pour mesurer la vulnérabilité synthétique ;
5. Application des projections à l'horizon 2040 selon les scénarios climatiques choisis (A2-B2).

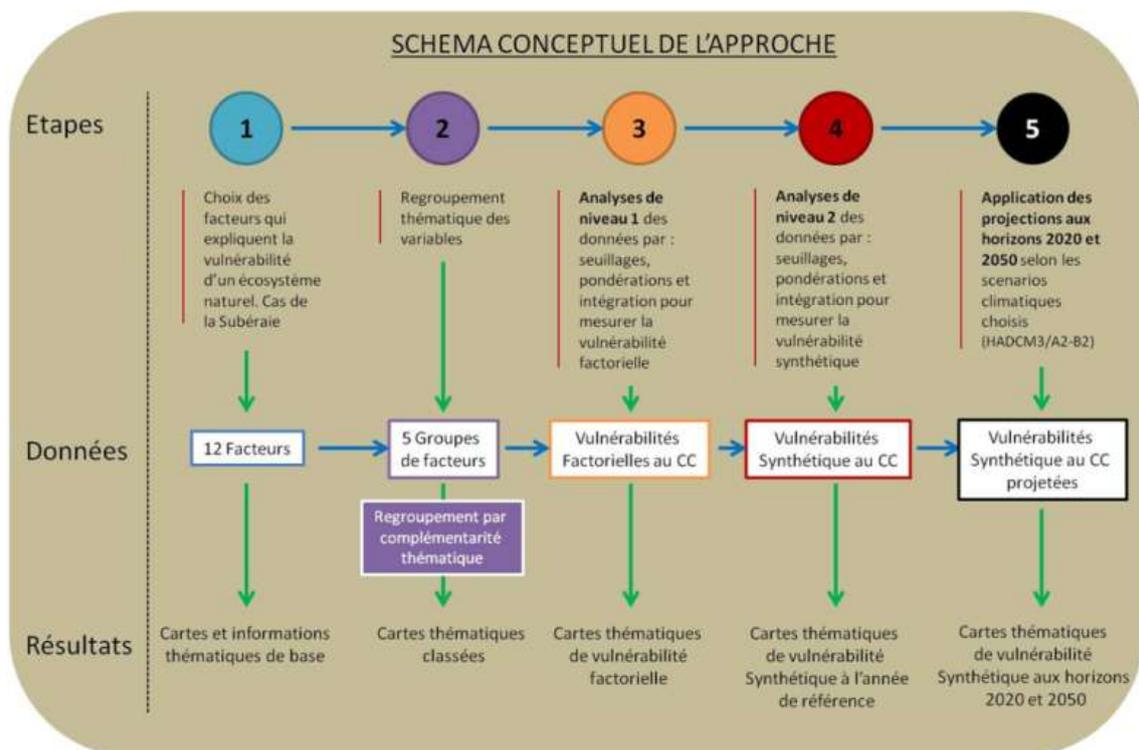


Figure 5. Schéma conceptuel de la Méthode Spatiale Multifactorielle (ASM). Source : GIZ, 2013.

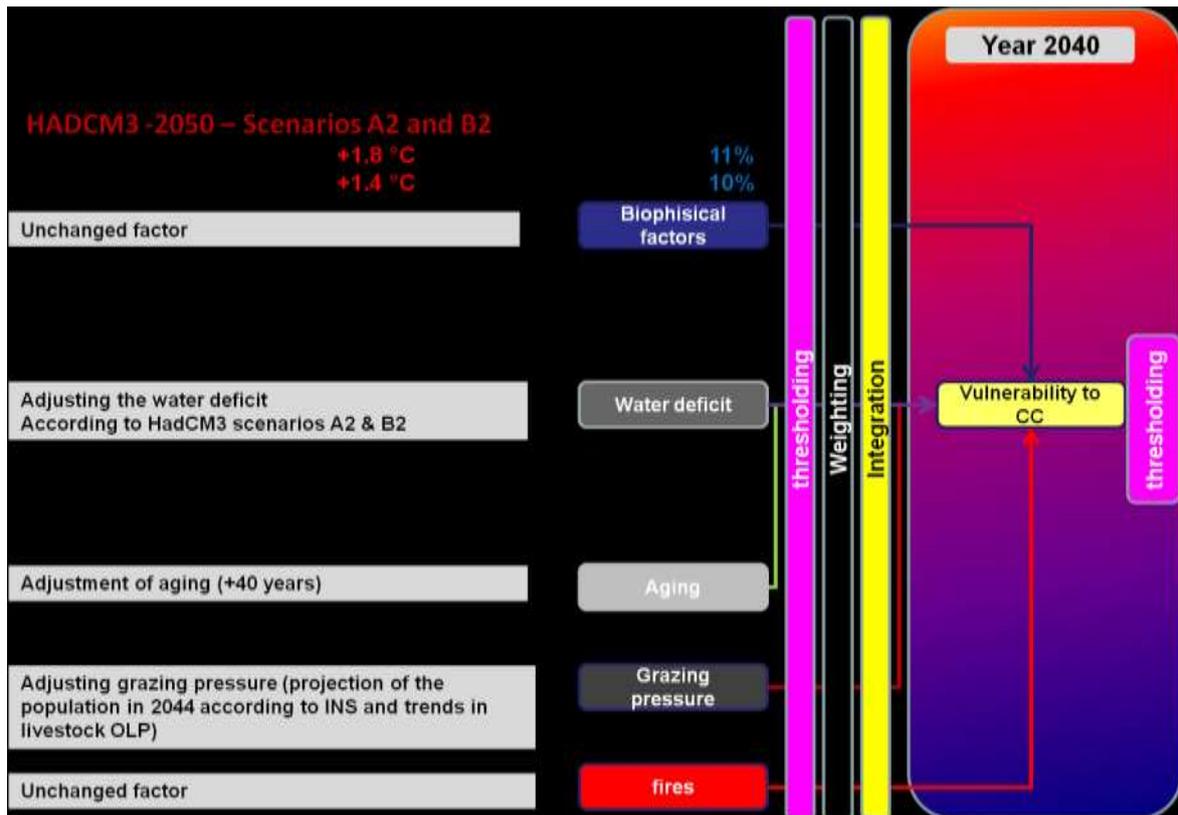


Figure 6. Cadre méthodologique de la Modélisation spatiale multifactorielle. Source : GIZ, 2013 (Cf. Annexe 1).

Elles sont expliquées en détail dans la « **Guide méthodologique de l'approche spatiale multifactorielle d'analyse de vulnérabilité des écosystèmes face au changement climatique** » préparée par la GIZ (Cf. Annexe 1) (Figure 7).

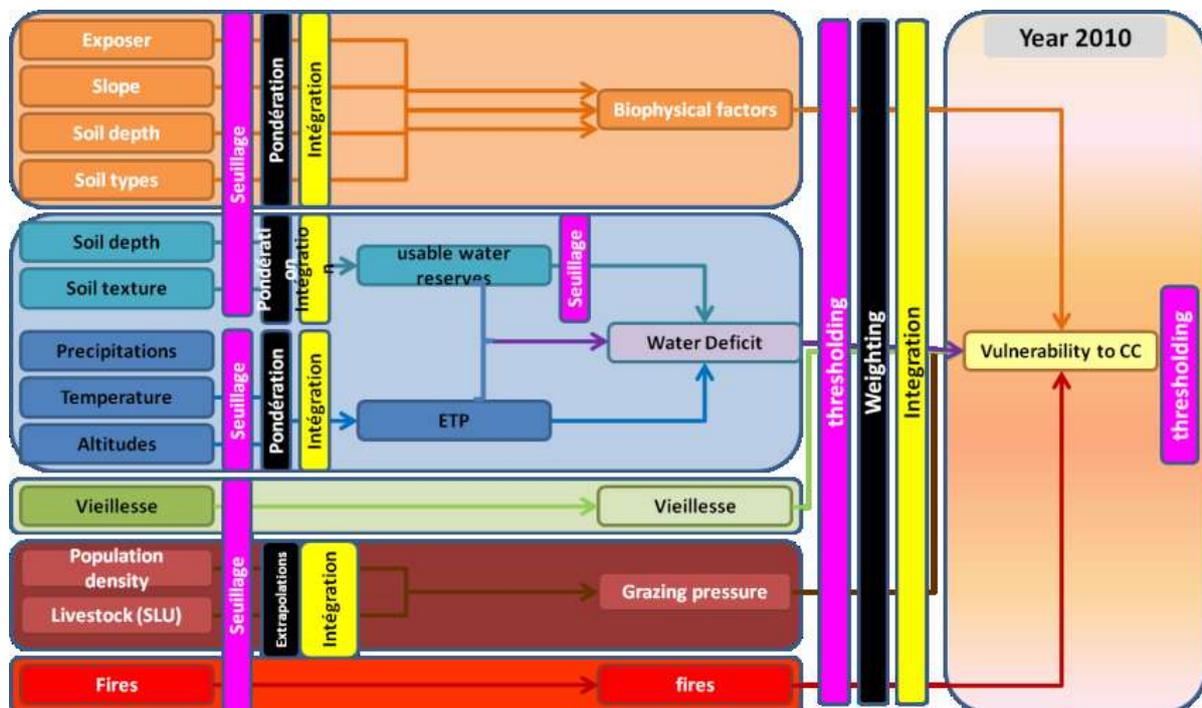


Figure 7. Schéma simplifié de Méthode Spatiale Multifactorielle (ASM) de l'analyse de la vulnérabilité de l'écosystème Subéraie utilisé pour réaliser une étude en Tunisie. Source : GIZ, 2013 (Cf. Annexe 1).

L'approche par « **niche écologiques** » (Figure 8) sera également disponible avec l'état des lieux des ressources génétiques forestières réalisé par INRA d'Avignon.

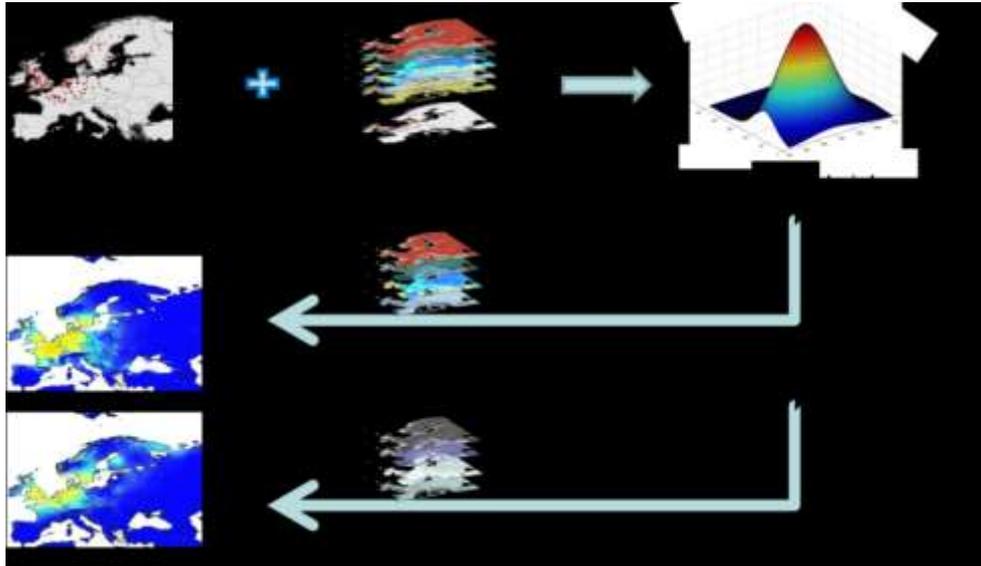


Figure 8. Cadre méthodologique de l'analyse des niches écologiques. Source GIZ, 2013 (Cf. Annexe 1).

Ce rapport de l'INRA d'Avignon inclura :

- La **cartographie** régionale des limites d'aires de **répartition actuelles** des principales espèces forestières présentes sur les sites pilotes ;
- Une indication de la situation des sites pilotes pour chacune de leurs espèces forestières en termes de marginalité géographique et de risque par rapport aux changements climatiques ;
- Les **modélisations** des aires de **répartition futures** pour les principales essences forestières présentes dans les sites pilotes.