

Etude : « Elaboration d'une stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques »

ATELIERS

21-25 août 2006 | FORÊT NOIRE, ALLEMAGNE

PROJECTIONS ECOSYSTEMES TUNISIENS 2030

(RESUME REVISE DE L'EXPOSE «PROJECTIONS ECOSYSTEMES TUNISIENS 2030»
TENU LE 6.7.2006 A SIDI BOU SAID)

Version draft du 17.8.2006 21:30

Dr. Christophe Neff
Akademischer Rat (maître de conférences)
Institut für Geographie und Geoökologie
Universität Karlsruhe

Résumé

Après un bref aperçu général et méthodique sur les problèmes liés aux prévisions écologiques nous avons essayé de cerner les principaux facteurs qui pourraient nuire considérablement aux écosystèmes tunisiens en perspective de 2030. Nous avons identifié 3 risques majeurs pour les écosystèmes tunisiens :

- Feux
- Littoralisation
- Néos

Dans le but de stratégies d'adaptation nous introduisant le concept de valeur totale économique des écosystèmes. Ceci permet de valoriser les biens et les services des écosystèmes en reliant conceptuellement les emternalité, les écosystèmes et l'agriculture dans le cadre d'une stratégie d'adaptation au changement global et climatique

1 Introduction

Les écosystèmes tunisiens, comme nous l'avons déjà décrit sont particulièrement bien adaptés aux changements climatiques, comme nous l'avons déjà précisé dans (NEFF, C. 2005.). Le facteur clef de l'évolution future des écosystèmes tunisiens est la pression humaine. Une vision rétrospective de l'histoire holocène des écosystèmes tunisiens montre très bien le rôle déterminant de l'homme et de la pression humaine sur l'évolution historique des écosystèmes méditerranéens et naturellement des paysages tunisiens. Le climat intervient seulement comme facteur secondaire. Rappelons dans ce contexte, que la disparition de toutes les espèces phares relictiques quaternaires comme par exemple le Sapin de Numidie (*Abies*

numidica), le Cèdre de l' Atlas (*Cedrus libani*) en Tunisie sont dues à la surexploitation millénaire du milieu naturel par l' homme (QUEZEL & MEDAIL 2003)¹. Dans le contexte biogéographique du pourtour Sud-ouest Méditerranéen cette surexploitation avait atteint de très fortes dimensions en Tunisie, car ces espèces relictiques trouvaient des écosystèmes refuges , les forêts de Cèdres au Maroc, la Sapinière de Numidie en Algérie, - et même en Sicile où *Abies nebroides* et l'espèce relictique *Zelkovia sicula*, pouvaient survivre jusqu' à nos temps. La pression humaine en Tunisie avait une telle intensité qu' à part le fameux Cyprès de Makthar (*Cupressus sempervirens var. numidica*) aucune espèce végétale relictique ne put atteindre l'ère des temps modernes. Pour tous les scénarios de projection des écosystèmes il est donc primordial de connaître la qualité et la quantité des futures pressions humaines. Ceci est un véritable défi! Dans ce contexte il est primordial de retenir que les écosystèmes bordant le pourtour méditerranéen ont été déjà définis par MYERS et al. (2000) comme un des écosystèmes -clefs pour la conservation de la biodiversité mondiale. Cette importance des écosystèmes méditerranéens pour la biodiversité globale fut récemment soulignée par l'analyse de Brooks et al (2006), qui ont particulièrement mis le point sur la vulnérabilité de la biodiversité des écosystèmes méditerranéens dans le contexte global. Même si l'actuelle Tunisie, en la comparant au Maroc ou l'Algérie avoisinante, héberge des écosystèmes plus dégradés et moins riches en « biodiversité » il est important de noter que ces écosystèmes rendent d' importants services et ressources à la société tunisienne – aussi est- il important de maintenir et stabiliser et pourquoi pas ,si possible, d' augmenter la valeur de ces services pour le futur. Pour déterminer un scénario plausible pour les écosystèmes en 2030 il est donc primordial d' avoir des données sérieuses sur l' environnement socio-économique en 2030 et les pressions humaines qui en résulteront. En ce qui concerne le climat comme facteur de pression nous retenons que son rôle est assez limité, l'histoire écologique de l' Afrique du Nord le montre bien². En plus , en ce qui concerne les scénarios climatiques pour la Tunisie ils sont souvent contradictoires et malheureusement ils ont presque aussi des forts problèmes de signification statistique. Le scénario de base retenu pour cette étude est une augmentation de la température du 0.8 c. pour le Nord, et de 1,6 c. pour le Sud en 2030. Pour les

¹ Dans ce contexte il est intéressant de noter que NOUAIM (2005) pense que l'arganier (*Argania spinosa*) recouvrait au temps de glaciations une grande partie de l' Afrique du Nord. On peut donc très bien imaginer que *Argania spinosa* fut une composante de la flore forestière tunisienne, même si nous n' avons aucune connaissance sur l' existence de fossiles sur le sol tunisien. Notons que NOUAIM (2005:16) pense que le bois fossilisé (*Arganioxydon*) retrouvé par Biondi en Sardaigne présente des grandes affinités avec *Argania spinosa*. Donc l' idée de prétendre que l' arganier ferait part des écosystèmes forestiers quaternaires tunisiens ne nous semble pas être irréaliste.

² Par contre les mouvements du Sahara oriental entre 8500 – 5300 a.D. étaient bien dû à un changement climatique assez drastique (KUPER & KRÖPELIN, 2006)

précipitations, le scénario de base retenu pour 2030 ne donne pas de valeurs statistiquement significatives. Donc sans tomber dans le domaine de fabulations spéculatives, le scénario climatique retenu ne nous donne aucune information fiable sur le facteur « précipitations », facteur qui est, avec le rôle de la pression humaine, le facteur déterminant de la vitalité des écosystèmes³. Néanmoins il semble important de rappeler, que l'effet de l'augmentation de la température de 0.6 dans le Nord de la Tunisie⁴ va certainement augmenter sensiblement l'inflammabilité⁵ du stock combustible et donc considérablement augmenter les incendies de forêts, les feux de broussailles etc.

2. Le problème des prévisions écologiques : modèles et réalités historiquement vécus

Dans le chapitre nous avons déjà déterminé les principaux facteurs de pressions/facteurs dynamiques sur les écosystèmes:

- Pressions humaines
- Précipitations
- Températures

Donc dans le cas où on aurait des scénarios & chiffres statistiquement fiables – une modélisation des différents scénarios des écosystèmes tunisiens en 2030 – en utilisant par exemple la logique de modélisation de MEDGROW (NEFF 2000) pourrait nous donner une première vision des écosystèmes tunisiens en 2030. Malheureusement au niveau des données qui soutiendraient une telle simulation – comme nous l'avons déjà décrit dans l'introduction – les données de précipitations du scénario de référence du groupe climat sont statistiquement insignifiantes – elles ne sont donc pas utilisables pour une projection sérieuse. Mais le plus grand problème est que nous manquons totalement de données et de scénarios sur l'évolution de la pression humaine sur les écosystèmes. Seule une connaissance accrue des conditions socio-économiques en 2030 et des pressions humaines qui en résulteront pourraient soutenir la construction d'un scénario de projection pour les écosystèmes tunisiens. Nous pensons que l'ouverture de l'agriculture – la libéralisation des marchés agricoles tunisiens - l'entrée de la concurrence au niveau international peut avoir des conséquences dramatiques positives et négatives – pour les écosystèmes tunisiens mais aussi la totalité de l'économie rurale. La

³ Par exemple l'étude de GRITTI ET AL. (2005: 148) prévoit une augmentation des précipitations de 20 – 30% en 2050 dans les îles de la méditerranée centrale (Corse & Sardaigne) – ils seraient donc intéressants de savoir ce que les modèles et scénarios utilisés par les auteurs prévoient pour la Tunisie.

⁴ La plus grande partie du stock combustible, forêts, maquis et garrigues – se trouve actuellement concentrés dans le Nord de la Tunisie.

⁵ Plus de détails sur le concept d'inflammabilité et combustibilité et le triangle de feu sont décrits dans TRABAUD 1992, et dans NEFF 1995.

question est de savoir quels effets seront dominants : les conséquences négatives ou positives ?

Une des conséquences positives d'une libéralisation pourrait être que les terrains marginalisés propices à l'érosion ne seront plus exploités pour la culture des céréales à cause du prix des céréales au niveau mondial et les écosystèmes en profiteront largement. C'est l'argument standard souvent utilisé pour soutenir une plus grande libéralisation des marchés agricoles⁶. Mais où iront les exploitants agricoles, qui les absorbera, ils vivront de quoi ?⁷

- le tourisme (et ainsi augmentation de la littoralisation) ?
- Tunis et les autres grandes villes côtières ?
- L'émigration vers la France, l'Italie (et le reste de l'Europe)

Où formeront-ils une sorte de « **Lumpenproletariat** » socio-écologique en marge des grandes villes, en marge de la société. Peut-être la libéralisation des marchés agricoles aura-t-elle vraiment l'effet d'être bénéfique à la plupart des écosystèmes tunisiens ruraux – mais au détriment de la qualité environnementale du Grand Tunis par simple effet de masse (pollutions atmosphériques, déchets ménagers etc.).

Nous avons posé ces deux trois idées pour montrer à quel point la question des pressions humaines est cruciale pour les écosystèmes – mais aussi tellement complexe qu'elle est difficile à cerner.

Ajoutons, que si nous disposions de tous les données nécessaires (pressions humaines connues, évolutions des marchés agricoles, « santé économique des populations rurales », mode d'exploitation etc. Pour une modélisation des projections des écosystèmes tunisiens en 2030 nous seront quand même confrontés au dilemme de la plupart des projections écologiques – les prévisions historiques écologiques se sont plus au moins avérées fausses pour des multiples raisons. Sans entrer dans les détails des histoires de projections écologiques depuis le rapport Meadows pour le Club of Rome (MEADOWS, D. (1972), du

⁶ MAINGUET (2003) semble par exemple être assez sceptique envers la globalisation et l'ouverture trop massives des marchés agricoles pour les pays secs africains.

⁷ Un exemple actuel des problèmes massifs socioéconomiques qu'une libéralisation des marchés agricoles peut provoquer est la crise de la « noisette turque » (cf. PERRIER, G. 2006)

«Global 2000» (BARNEY, G.O 1980), jusqu' au titre emblématique des études du World Watch Institute comme par exemple l' étude «who will feed China» de Lester Brown (1995) – nous aimerions simplement montrer deux exemples assez frappants.

Un des exemples les plus frappant de prévisions écologiques s'avérant , avec un peu de recul, plutôt erronées est le fameux « Waldsterben⁸ » en Allemagne dans les années 1980⁹. La plupart des prévisions écologiques concernant l'état des forêts allemandes en 2000 – prévoient des scénarios catastrophiques pour la plupart des forêts de montagne, - oui on parlait couramment de risque de « désertification ». Par exemple une forêt noire sans forêts, sans sapins, arbre énigmatique de la forêt noire¹⁰. Nous savons entre temps que ces prévisions on été totalement erronées – l'actuelle problème majeur de la Forêt noire est que la progression de la forêt menace fortement la biodiversité (NEFF et al. 2004) et même le tourisme par fermeture des dernières clairières (MEY 2004).

Autre phénomène aussi emblématique et souvent associé aux désastres écologiques globaux menaçants est la « désertification ». Durant les années 1970 la menace de la désertification occupait le grand public en Europe. On disait même que si l'on ne stoppait pas la progression du Sahara, le désert arriverait sur les côtes de la Sicile en 2000. Cette désertification massive du nord de l' Afrique n' a manifestement jamais eu lieu – mais dans la discussion grand publique et scientifique suivant le concept scientifique de désertification fut appliqué à beaucoup de situations de dégradation écologique dans les régions méditerranéennes¹¹, sans

⁸ Le « **Waldsterben** » – littéralement la mort de la forêt ce mots allemand est devenue un mot courant dans le langage technique français forestier. Le « Waldsterben » ou dépérissement de la forêt désigna le dépérissement des Sapinières de Forêt Noire, des Vosges aux débuts des années 1980, due aux pluies acides. Le Waldsterben fut un phénomène global touchant une grande partie des forêts de moyenne Europe (Mitteleuropa).

⁹ Cf. voir l'analyse rétrospective de KEIL (2004) sur la perception du Waldsterben en Allemagne.

¹⁰ Le sapin (*Abies alba*) est aussi le symbole de l'arbre de Noël dans les pays germanophones de la Moyenne Europe (Allemagne, Autriche, Suisse) – mais aussi en France les Sapin au la même forte valeur symbolique. Le Waldsterben, - et les projections écologiques catastrophiques qui y en ont été déduites – était avec le mouvement anti- nucléaire (AKW), le mouvement anti- missile (Friedensbewegung) – un des point culminants de la société allemande d'après-guerre. Ces événements cruciaux forgeront le parti des verts (Grüne) allemand – qui avec leurs leaders charismatiques Joschka Fischer, Otto Schilly et Petra Kelly bouleversaient les bases de la société allemande. En 1998 Joschka Fischer – devint vice chancelier et ministre des relations extérieures – et Otto Schilly (il était entre- temps devenu membre du parti Socialiste SPD) Ministre de l'Intérieur du gouvernement Schröder – qui entre autre décida l'abandon de la production de l'électricité nucléaire en Allemagne. Ainsi un phénomène écologique mal compris – des scénarios projections écologiques catastrophiques qui en furent déduits, qui prévoient un dépérissement massif des sapinières de montagne allemandes, - bouleversait tellement les bases de la société allemande, - et préparait le terrain pour le première entrée des verts dans un gouvernement fédéral allemand en 1998. Les sapinières de Forêts noire, n'ont pas disparu – mais ajoutons que scientifiquement parlé, le phénomène du « Waldsterben » est , par sa complexité , de nous jours encore assez mal compris.

¹¹ Par exemple livre de BRANDT & THORNES (1996) Mediterranean desertification and Land Use.

trop se soucier de la définition exacte et originelle de « désertification » et de « désertisation », terme qui fut exactement défini dans le langage scientifique¹² –français, anglais ou allemand. Le terme fut même utilisé pour financer un grand programme de recherche de l'Union européenne sur la « désertification » des pays membres de l' Union Européenne – le fameux programme MEDALUS¹³. Notons que le terme de « désertification » comme conséquence des pratiques socio-économiques mal adaptées aux contraintes d'environnement semi- aride et aride fut introduit dans la géographie germanophone par les recherches de IBRAHAIM (1980) dans le Darfur¹⁴. En ce qui concerne les régions écologiques méditerranéennes MAZZOLENI ET AL. 2005 ont démontré à quel point les processus de dégradation écologique dans les régions méditerranéennes n'avaient rien à avoir avec les processus de « désertification » définie scientifiquement¹⁵. En ce qui concerne les régions semi arides et arides chaudes c'est déjà au début des années 1990 que MONIQUE MAINGUET (1991:16) a démontré à quel point le concept de « désertification globale » était mal adapté à la réalité écologique – et que beaucoup de journalistes, planificateurs, pays donateurs et même les scientifiques se sont retrouvés piégés par le concept de « désertification »¹⁶.

Sans entrer dans les détails, - l'établissement des projections écologiques donne souvent des résultats erronés ceci est dû à la complexité des problèmes, due à des interfaces processus naturels – écosystèmes – environnement humain – réalités socio économiques mal analysées et mal comprises – donc il est extrêmement difficile d' établir des projections plausibles sur l'évolution des écosystèmes tunisiens jusqu' en 2030.

¹² Définit en 1977 par UNCOD (United Nations Conference of Desertification) à Nairobi. Discussions sur le terme et concepts de désertisation & désertification dans MENSCHING (1990)

¹³ Dans la préface de BRANDT & THORNES (1996) Mediterranean desertification and Land Use, THORNES précise le but de MEDALUS » These programmes comprise several projects, the largest of which is MEDALUS, Mediterranean Desertification and Land Use. This project has as its ultimate goals the understanding, prediction and mitigation of desertification in the Mediterranean countries in the Union" (BRANDT & THORNES (1996: XVII)

¹⁴ Cette analyse des processus de désertification au Darfour de Ibrahim(1989) « Desertification in Nord-Darfur. Untersuchungen zur Gefährdung des Naturpotentials durch nicht angepaßte Landnutzungsmethoden in der Sahelzone der Republik Sudan,“ n'est malheureusement pas connue un grand public. Même en Allemagne cette analyse est un peu tombée dans l'oubli – ce qui est regrettable en vue des « problèmes » qui se posent actuellement au Darfour.

¹⁵ Dans ce contexte il est important que l'emploi du mot désert, désertification, dans un contexte sociopolitique est beaucoup plus ancien que la définition de l' UNCOD – à voir et à trouver dans le fameux livre Gravier « Paris et le désert français » édité en 1947 !

¹⁶ The word *desertification*, created four decades ago, became a trap which ambushed scientists, planners, donor countries, government of the affected countries, and the mass media. It was a trap because of the uncertain dimensions of the problem, because of the erroneous attempt to define different realities with the same word, and also because it became a political alibi or an “institutional fact” for the donor countries and the assisted nations.(MAINGUET, M. 1991:16)

Néanmoins il nous semble important de donner quelques regards sur des tendances générales qui semblent se dessiner à l'horizon pour 2030 :

Nous identifions trois facteurs & processus qui pourraient vers 2030 devenir un vrai danger pour les écosystèmes tunisiens.

Feux

Littoralisation

Neos¹⁷

Ces trois facteurs & processus seront décrits dans les chapitres suivants. Néanmoins il est important de noter qu' il s' agit d' une focalisation sur trois points – et il est clair que d' autres processus risquent de «perturber» les écosystèmes en 2030 comme par exemple la dégradation et érosion des sols, ratification des zones humides, pollution atmosphériques etc. En ce qui concerne les « zones humides » nous référons aux travaux de GROßMANN (2006) de même pour les « pâturages » qui sont traités par les travaux de El Hamrouni (2006). Nous ne pensons pas que les risques de désertification augmenteront par le forçage climatique – mais il est clair que les changements climatiques ne faciliteront guère les tâches de l'agriculture dans un tel environnement¹⁸. Si le désert augmente actuellement dans l'entourage des Oasis tunisiennes – et cela dans des proportions assez remarquables – c'est simplement dû au fait d'un surpâturage accru et d'une récolte de bois excessive (MAINGUET 2003 : 122) – donc une conséquence de pressions humaines.

3. Les risques de dégradation écologique pour les écosystèmes tunisiens en 2030

¹⁷ Risques émergeant de l' introduction volontaire & involontaire de nouvelles espèces vivantes non indigènes (plantes, animaux, maladies etc.) qui ont un potentiel invasif – et un potentiel de danger pour l' environnement socio- économique ainsi que pour certain type de biocénose.

¹⁸ MULLIGAN et al écrivent : "There are certainly some serious environmental issues to be faced in the Mediterranean region. Some are the direct or indirect result of human activity but many are simply the manifestation of a climatically marginal environment. There are areas where intensive and aggressive agricultural practices are out of sync with the environmental (and specifically climatic) reality of the region and where fields, forests and rivers are degrading as a result, sometimes dramatically so. This is not desertification – and it is unhelpful to call it so. (MULLIGAN et al. 2004: 279)

Comme nous l'avons déjà démontré dans cette étude et aussi antérieurement (NEFF 2005), les capacités des résilience des écosystèmes méditerranéens face aux variabilités climatiques est exceptionnellement grande – la grande question reste néanmoins la capacité de résilience face aux pressions humaines futures. En absence de données plausibles sur l'évolution des pressions humaines sur les écosystèmes tunisiens nous focalisons notre attention sur trois points « chauds » - les feux, la littoralisation et les néos.

3.1 Feux et incendies

Toutes les études scientifiques convergent sur le fait que sous l'effet croisé de changements climatiques et changements globaux les risques d'incendies augmenteront sensiblement dans une grande partie des écosystèmes mondiaux¹⁹. Certainement la Tunisie n'est pas à l'abri de cette tendance généralisée. Les principaux risques environnementaux que les risques d'incendies à l'horizon 2030 présentent pour la Tunisie sont repris dans la fig. 1. Rappelons dans ce contexte que dans notre analyse prospective (NEFF 2005) pour la Tunisie nous avons déjà focalisé fortement sur les risques d'incendies potentiels.

Indépendamment des scénarios de changements climatiques, nous considérons que la Tunisie va devoir faire face au risque grandissant de feux de forêts, dû au simple fait que la surface boisée en Tunisie augmente (voir cf. Fig. 2. et annexes ALOUI). Même dans le plus pessimiste des scénarios la surface boisée ne baisse que légèrement, - tous les autres scénarios établis par ALOUI (2006) montrent une augmentation de la surface boisée – donc augmentation de stock combustible – et logiquement augmentation de risques d'incendies.

Ces chiffres tiennent compte de ce que les surfaces boisées sont définies comme forêt. En dehors du système forestier pur il donc primordial de savoir comment les terrains non forestiers – maquis, garrigues, terrains agricoles marginalisés (abandonnés), terrains vagues englobant les grandes agglomérations comme Tunis évoluent jusque a l'horizon 2030.

Si nous nous rattachons à ce qui c'est passé, et qui ce passe sur la façade nord – méditerranéen (MAZZOLENI ET AL 2005, NEFF 2000, NEFF 2001, NEFF & FRANKENBERG 1995), évolution socio-économique qui a comme conséquence un abandon massif de terres agricoles et donc un embroussaillage massif du paysage avec progression du stock

¹⁹ Sans citer toutes les études annoncent la progression des incendies due aux changements voici quelques exemples – les titres des études se retrouvent dans la bibliographie : SCHRÖTER, D, CRAMER, ET AL. (2005), RUNNING, S (2006), THONICKE, K. (2003).

combustible – nous pourrions prévoir une augmentation considérable du stock combustible en dehors des forêts en Tunisie.

Progression des incendies

Toutes les études scientifiques convergent:

Progression des feux de forets due aux:

Progression des stocks de masse combustible (embroussaillement)

Changements climatiques (?) (augmentation de la température)

conséquences écologiques : pas des conséquences négatives pour les écosystèmes

Conséquences socio-économiques : risques d'impact socio-économiques très négatifs

La « californisation » (sensu Neff & Scheid 2005) + littoralisation vont très fortement accroître les impacts socio-économiques négatifs des feux de forets sur le pourtour méditerranéen

Dégats matériels (habitations, infrastructures)

Pertes humaines (morts)

Même si cette tendance en Tunisie actuellement n'est pas encore une réalité pressante –

Il est à prévoir qu'en 2030 elle subira en plein fouet les conséquences du complexe –

Feu – Embroussaillement – Californisation (Littoralisation) comme le font déjà

Actuellement les pays de la façade nord-méditerranéenne (Portugal, Espagne, France, Italie) Source Photo: C.Neff 2001

Source: Slides Expose Neff, C. PROJECTIONS ECOSYSTÈMES TUNISIENS 2030» TENU LE 6.7.2006 À SIDI BOU SAÏD

Fig. 1. Progression des incendies en Tunisie – Principaux risques à l'horizon 2030
Source : Neff, C. (2006)

Il est clair que l'évolution du stock combustible non forestier – dépend fortement des pressions humaines – (surpâturage, collecte de bois de chauffage) – donc de l'évolution de l'économie rurale tunisienne à l'horizon 2030. Cette évolution est très difficile à prévoir. En assumant que l'économie rurale progresse et aboutisse aux conséquences connues de la façade nord – méditerranéenne, donc abandon partiel des terres agricoles marginales et accroissement modéré de la biomasse et du stock combustible – les risques de feux de végétation augmentent sensiblement. A l'horizon de 2030 on peut donc prévoir pour l'ensemble de la Tunisie une augmentation considérable du stock combustible – et donc un risque accru d'éclatements de feux de forêts.

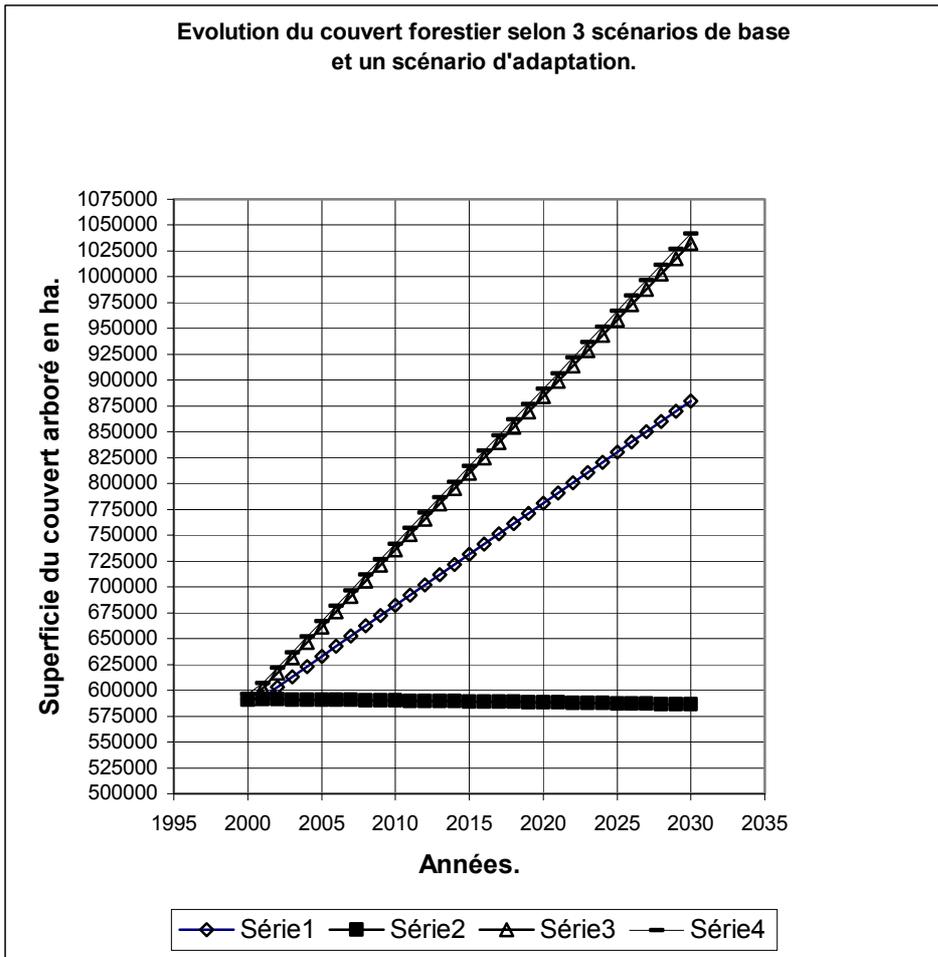


Fig. 2. Projections de la Superficie du couvert arboré. Source : Aloui (2006) voir annexes.

Nous nous basons sur les chiffres et projections de ALOUI (2006) pour les surfaces forestières incendiées nous avons établi un scénario de surfaces totales incendiées en Tunisie à l'horizon 2030 – en ajoutant en surplus de 10% de surface boisée incendiée non soumise au régime forestier, à la projection optimiste de ALOUI (2006) – ce qui est en ce qui concerne l'environnement socio-économique une vision assez pessimiste. Il est clair que tout fort développement socio-économique de la Tunisie peut faire progresser ce chiffre considérablement. Dans ce contexte, nous arriverons à une surface végétale brûlée de 3205 ha. Ajoutant en surplus de 1 % pour chaque 0.1 (= 6 %) de température nous arrivons à 3396 ha. Ce chiffre nous semble être une projection beaucoup trop optimiste. En présumant que dans un écosystème méditerranéen environ 1% de la surface part en fumée, ce qui est une hypothèse très optimiste, car généralement il est admis que les rythmes de passage de feu dans une forêt méditerranéenne est de 25 ans, nous arrivons (forêts + garrigues & maquis inventaire IFN) pour l'horizon 2030 à une surface incendiée de 11795. En intégrant les changements climatiques (0.6) nous arrivons à un chiffre de 12.503 ha, ce qui est presque

quatre fois plus haut que l'estimation de Aloui. Ajoutons que vue l'évolution des surfaces brûlées sur la façade nord- méditerranéenne, surtout l'évolution sur la péninsule ibérique et en France, - surtout l'évolution des « large hyperintensive fire » toutes ces projections nous semblent donner une vision trop optimiste des événements à craindre. Faute de chiffres précis et de modèle suffisamment adapté aux réalités tunisiennes nous ne pouvons pas fournir plus de chiffres. Personnellement, nous pensons que la Tunisie, surtout la partie nord, va bientôt dans les prochaines années être confrontée au même problèmes massifs d'incendies qu'actuellement la France, l'Espagne et le Portugal. Surtout la situation au Portugal pourrait servir de « modèle » pour les régions du nord de la Tunisie.

Les écosystèmes méditerranéens sont dans la plupart des cas très bien adaptés a la réalité du feu – ils'ont une très grande capacité de résilience face aux incendies. D'un point de vue strictement «écologique» donc cette situation n'est guerre préoccupante. Dans ce contexte nous renvoyons au schéma (Fig 3.) développé par LOUIS TRABAUD (2004) , fondateur de la nouvelle « école de l'écologie du feu Montpellier » - et qui montre la dynamique des paysages de garrigues et leur dépendance du facteur feux. Ce schéma, en y changeant certaines espèces dominantes et la durée de temps de certains cycles dynamiques peut très bien être adapté aux réalités de la Tunisie.

L'augmentation des feux peut avoir des conséquences socio-économiques lourdes pour la société tunisienne. Il est à prévoir que les dégâts matériels (habitations, infrastructures) augmentent, ainsi que , même à moyen terme, il pourrait même y avoir un risque d'être confronté à des pertes humaines.

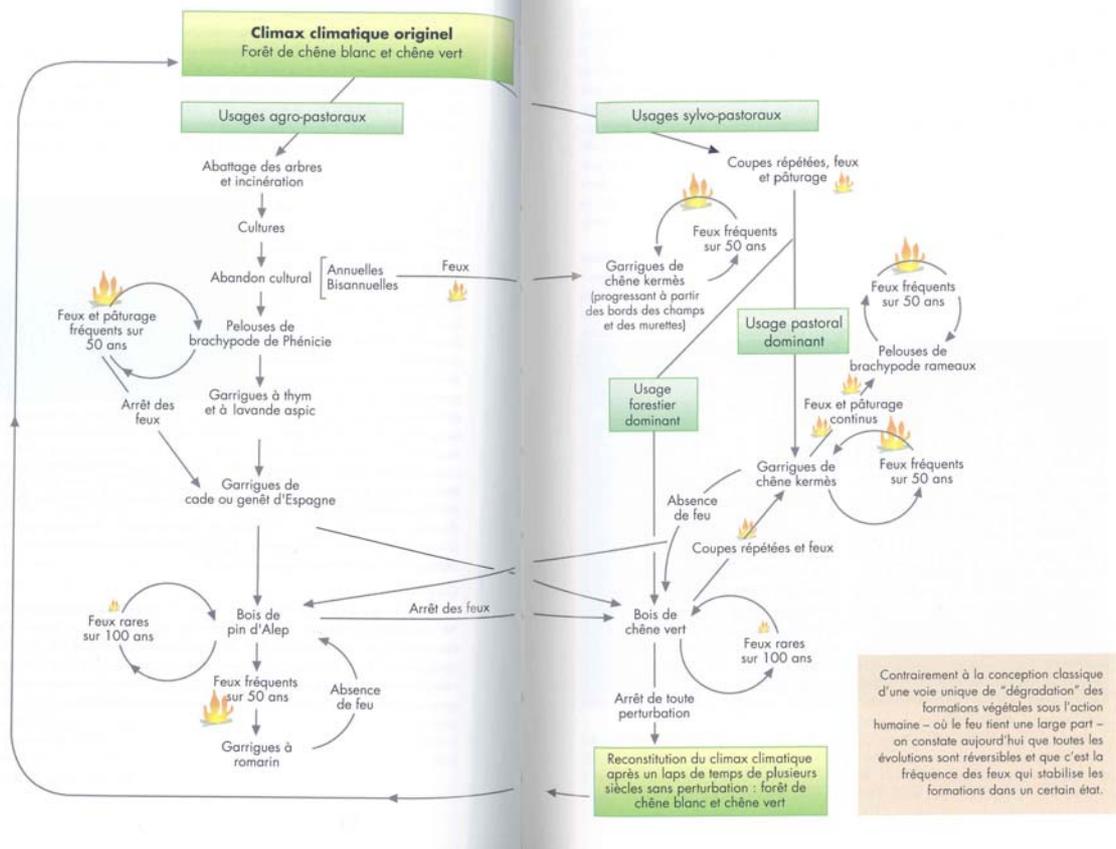


Fig. 3. : Source TRABAUD, L. (2004 :60-61)

Ces conséquences socio-économiques négatives de risques d'incendies seront renforcées par la « californisation » (sensu NEFF & SCHEID 2005) et la « littoralisation ». Sur la frange côtière littoralisation & californisation se superposent – et les deux phénomènes sont difficilement séparables. La littoralisation est surtout due au développement du tourisme balnéaire en Tunisie.

La californisation – très bien visible dans la frange du grand Tunis – est surtout due (comme en France, en Espagne, au Portugal) au phénomène du « décollage économique » des middle classes – qui naturellement aimeraient établir leur habitations dans la verdure de la forêt méditerranéenne comme à Santa Barbara ou à Santa Monica en Californie. En cas d'incendies un tel habitat morcelé et situé en pleine forêt devient presque automatiquement une proie des flammes. Même les « pompiers américains & français » – qui comptent parmi les meilleurs services anti-incendies du monde – sont dans les « cas de californisation de l'habitat » en milieu forestier souvent incapables de sauver l'habitat devant les flammes. C'est à ces scénarios que l'on doit aussi se préparer en Tunisie.

Même si le «Feu» en Tunisie actuellement n' est pas encore une réalité pressante, il est à prévoir qu'en 2030 elle subira de plein fouet les conséquences du complexe –

Feu – Embroussaillage – Californisation (Littoralisation) comme le font déjà actuellement les pays de la façade nord-méditerranéenne (Portugal, Espagne, France, Italie). Nous pensons sincèrement que cette « problématique » peut créer au moins dans la partie nord du pays bien avant 2030 de graves « perturbations environnementales » - et nous considérons que la Tunisie devrait se préparer à faire face à ces problèmes. Le risque de voir éclater des « grands incendies » dans les parties boisées du nord de la Tunisie est déjà actuellement donné!

Californisation & Littoralisation à la Marsa

„Californisation“ = l' habitation progresse, se fixe en milieu vert (forêt, maquis, garrigue etc.)



Photo: Anne Großmann 4.7.2006

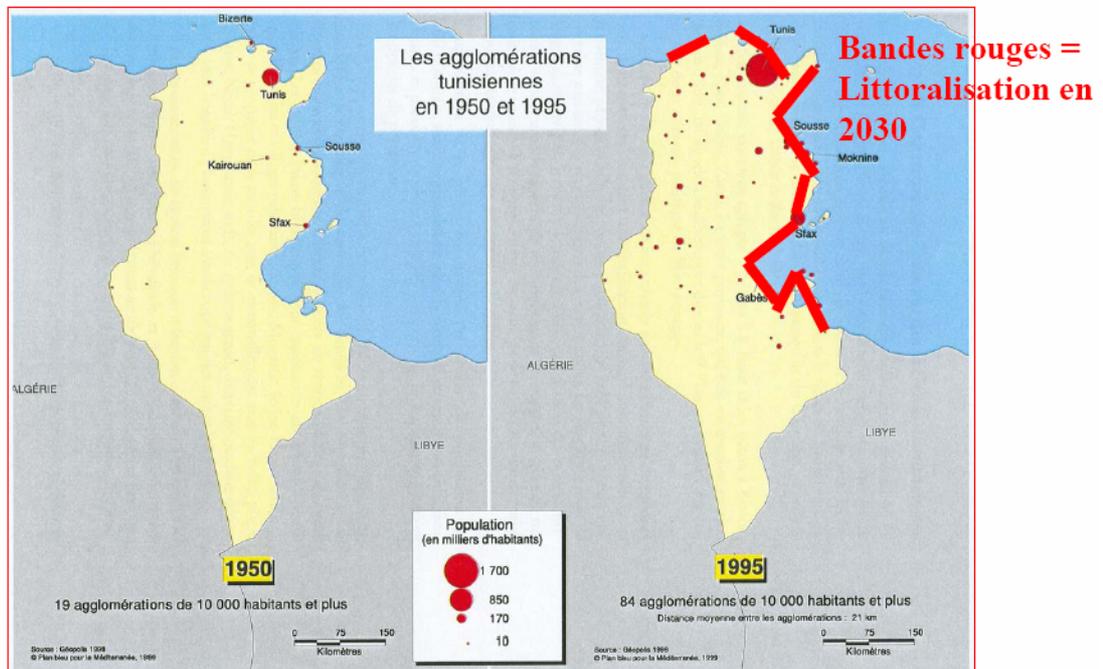
**Fig. 5 « Californisation en Tunisie – Vue de l' Hôtel Sidi Bou Said vers la Marsa Plage
Source : Neff, C. (2006)**

2.2 La Littoralisation

Nous pensons que la « littoralisation » galopante de bandes côtières Tunisiennes peut devenir à l'horizon 2030 une réalité préoccupante pour la qualité de l'environnement. Nous pensons que cette littoralisation risque de se faire aux dépens de zones naturelles ou semi naturelles ou même agricoles. En ce qui concerne les zones naturelles – nous craignons que les pertes de zones naturelles considérables (forêts, littoral, zones humides, dunes, écosystèmes côtiers marins) dues à la littoralisation pourront gravement affecter la qualité des écosystèmes

tunisiens. Le développement du tourisme est une des clefs de voûte du développement économique tunisien. La qualité des écosystèmes côtiers tunisiens ainsi que leur beauté (et l'ensoleillement) sont parmi les principaux atouts du tourisme tunisien. En vandalisent le domaine côtier on risque de dilapider ce «capital touristique» et de mettre en danger le développement économique de la Tunisie entière. Dans la fig. 5 nous avons établi une «vision particulièrement pessimiste» de la littoralisation des côtes tunisiennes.

Notons que cette «littoralisation» n'est pas un phénomène restreint limité à la Tunisie²⁰. Il touche beaucoup de côtes de la Méditerranée – et touche aussi autres côtes du monde. Aux U.S.A. la littoralisation a une telle dimension que le Magazine de vulgarisation scientifique & géographique « National Geographic » a dédié un long reportage au phénomène (Bourne, J.K., Turner, T. (2006)²¹ .



Adaptation de la Source: Souissi 2000, 39

Fig. 5. La littoralisation en Tunisie – de 1950 – 2030. (Source Neff, C. 2006)

²⁰ En France la loi du littoral est actuellement en train d' être révisée. Les associations de protection de la nature et l' environnement voient cette révision d' un oeil très critique – car ils pensent que cette actuelle révision est due au lobbying du milieu des promoteurs immobiliers & développeurs aménageurs touristiques – et aussi du aux pressions des maires des communes du littoral qui voient leur actuel développement économique bloqué par l' actuelle loi du littoral.

²¹ Sous le titre “Land on the Edge - Loving our coasts to death” Bourne & Turner(2006) on publie leur reportage sur les graves problèmes environnementaux que subissent en moment les côtes des Etats Unis.

Nous pensons que la Tunisie ne doit pas céder à l'argent facile dû au bétonnage de la bande côtière littorale. Nous avons eu la chance en Mars 2006 de pouvoir visiter la bande côtière tunisienne entre Bizerte et Tabarka. Il y a dans la partie Sud-Ouest de la méditerranée presque plus de parties côtières qui ont la chance de conserver un tel degré de naturel (et de beauté esthétique) comme la côte tunisienne entre Bizerte et Tabarka. Dans ce but nous avons repris l'Éditorial du Monde (10.8.2006) «**Protéger le littoral**» dans les document annexes. Ils nous semble important que la Tunisie se dote de moyens institutionnels pour que ses écosystèmes côtiers ne subissent pas de changements nuisibles et irréversibles – comme ce fut le cas de nombreuses cotes d'Europe.²². Finissons aussi sur le fait, que si actuellement le poids du Tourisme comme consommateur d'eau n'est que minime – à l'horizon 2030 avec un développement incontrôlé du tourisme (y compris du tourisme oasien), cette donnée pourrait changer fondamentalement, de plus, la question de traitement des eaux deviendra de plus en plus pressante.

2.3 les néos

Les néophytes, le néozoes – toutes les espèces vivantes introduites avec un potentiel invasif peuvent devenir nuisibles pour un écosystème. Globalement la communauté scientifique est d'accord sur le fait que les risques pour les écosystèmes dus à des espèces invasives deviennent de plus en plus pesants sur l'avenir des écosystèmes naturels, des agroécosystèmes – et même en ce qui concerne la maladie pour les sociétés humaines en général. Le phénomène que des espèces vivantes sont échangées mondialement et peuvent trouver de nouvelles niches en soi n'est pas nouveau – le premier bouleversement écologique dû à des espèces introduites est une conséquence des temps des découvertes – surtout aux échanges intracontinentaux organisés par les navigateurs & commerçants portugais (MENDES FERRAO, J.E. (1993)). Ce qui est nouveau c'est plutôt l'intensité des échanges – et surtout la durée des voyages – qui, au temps des navigateurs portugais pouvait durer des mois et même des années – a chuté en journées et en heures – comme la SARS l'a démontré récemment. Une grande partie de ces phénomènes est donc due aux activités commerciales

²² «*La frénésie de construction qui édifie sur les côtes de l'Espagne un véritable mur de briques et de béton illustre, jusqu'à l'outrance, la difficulté, voire l'incapacité, des Européens à admettre que le littoral est une ressource rare, non renouvelable qu'il faut protéger. Pour la première fois en juillet, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) a publié un rapport qui souligne que, malgré les politiques de protection, « les écosystèmes côtiers subissent toujours autant de changements nuisibles et irréversibles ». Le sud de l'Union – mais aussi l'Irlande – est particulièrement touché ».* (Le Monde 10.8.2006 Editorial). Nous avons repris la totalité de l'éditorial dans les documents inclus dans les annexes.

(mondialisation, globalisation) et lié directement aux échanges commerciaux – surtout au vecteur de transport (maritime, aérien, terrestre etc.) régional, continental, et intercontinental. Une des espèces actuellement très invasives sur la façade nord ouest méditerranéenne est l'herbe de pampa (*Cortaderia selloana*), qui fut introduite comme espèces ornementale dans les jardins et espaces verts. Actuellement cette espèce a déjà envahi une grande partie des terrains vagues dans le midi français (NEFF 2003). Pour la Tunisie actuellement de telles études manquent, sauf en ce qui concerne les études approfondies de Mekki sur *Solanum elaeagnifolium* (Mekki 2006) – une espèce qui peut gravement nuire aux agro -écosystèmes en régions semi – arides. Au niveau scientifique international on estime que les changements climatiques peuvent accélérer ce mouvement d'invasion – même si il y encore beaucoup de discussions sur les liens climatiques et phénomènes invasifs. La laurophyllisation analysée et décrite par Walther (WALTHER 2000) en Suisse et un très bel exemple pour ce phénomène – même si nous ne pouvons pas suivre Walter dans tous ses résultats, surtout en ce qui concerne son explication monocausale de la naturalisation de certaines espèces laurophyllées comme par exemple du palmier *Trachycarpus fortunei* (Palmier de Chine) dans le Tessin due selon lui au réchauffement climatique. Ils nous semble que la Tunisie ne sera pas à l'abri d'une telle évolution – c'est à dire l'expansion des espèces nuisantes due aux changements globaux et l'accélération de leur expansion par les changements climatiques. Ceci , comme on l'a déjà précisé, ne se limitera pas seulement aux plantes et aux animaux – mais aussi aux maladies, aussi bien maladies zoo- vétérinaires que maladies humaines, l' apparition du Chikungaya dans le Sud de la France à Nîmes en Mars 2006 en dit assez à ce sujet. Le vecteur de la « Chik » « *Aedes albopictus* » le fameux moustique des carcasses de pneus est signalé dans le Sud de la France depuis une dizaines d'années – et il ne fut donc pas surprenant que la première infection en France métropolitaine a eu lieu en mars de 2006²³. Nous pensons qu'il est urgent de faire des recherches approfondies sur le sujet car la Tunisie n'est certainement pas à l'abri de ces phénomènes ! Notons qu'en Algérie un groupe de travail vient récemment d'éditer un livre sur les problèmes de santé publique liés aux changements climatiques au Maghreb²⁴.

Même si le livre présente surtout des généralités en principe bien connues – il a le mérite d'ouvrir la voie pour une réflexion approfondie et surtout à des recherches scientifiques pointues pour pouvoir faire face aux dangers imminents, au niveau des écosystèmes, des

²³ Même si l' on pense que le cas de la Chik de Nîmes était due à une infection aéroportuaire – le moustique aurait fait le voyage depuis la Réunion dans les bagages – cette infection a beaucoup étonné les spécialistes.

²⁴ Climat et santé au Maghreb. Oran 2002.

agroécosystèmes , pour le cas des maladies humaines , pour une grande partie des sociétés humaines potentiellement concernées dans un pays comme la Tunisie.

Nous ajoutons à nos réflexions un schéma d' hiérarchisation des dangers liés aux espèces invasives. Ce schéma d'hiérarchisation peut servir comme schéma d'hiérarchisation des priorités en politique de recherche scientifique – et comme « panneau indicateur » des priorités institutionnels dans une institution ministérielle.



Fig. 6. Schéma d' hiérarchisation des dangers liés aux espèces invasives : Source (C.Neff 2006 et 2003 – divers exposés/graphiques Auteurs)

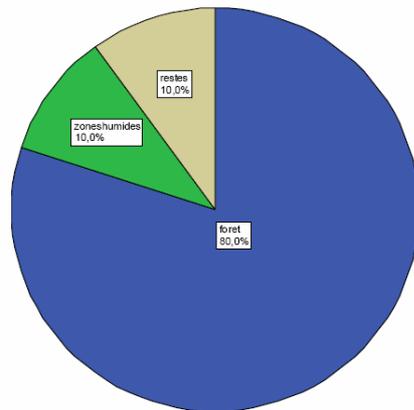
3.) Valeur des services des écosystèmes tunisiens – une vision pour 2030

En vue des pressions que les changements climatiques exercent sur les écosystèmes il est important de cerner quels services ses écosystèmes livrent à la société – et quelles valeurs ont ces services pour la société²⁵. Le problème est que souvent ces services des écosystèmes sont actuellement encore difficilement chiffrables en prix. Mais la recherche est en ce moment en train de cerner le problème – MERLO & CROITORU (2005) viennent récemment d'éditer un livre sur la valeur totale des forêts méditerranéennes. Dans ce livre, DALY-HASSEN & BEN MANSOURA (2005) ont fourni une première approche sur la valeur économique totale des écosystèmes forestiers tunisiens. Cette analyse peut servir comme base, même si elle est encore incomplète, pour une première évaluation de la valeur actuelle des écosystèmes. En ce qui concerne les changements climatiques, il est important de préciser le facteur temps – ou l'« *intergénérationnalité de l'effet* » (PILLET 2006b: 5). En plus, dans une tentative d'évaluation, le non usage prend une notion significative (PILLET 2006A). Une zone humide, dont on ne peut pas encore chiffrer la valeur en prix marchand – peut avoir une valeur en terme de services pour la société – en cas d'inondations (ou de grandes précipitations) elle devient une zone de retenue des eaux – si la zone humide est assez grande – il n'y aura pas de destruction des biens & valeurs socio-économiques – car l'inondation n'aura pas eu lieu. Le non usage de la zone humide a évité à la société les coûts d'une inondation dévastatrice²⁶. Dans le cas de changements climatiques ces zones humides peuvent deviner primordiales car nous (NEFF 2005) pensons que la Tunisie risque de se voir confrontée à l'augmentation de la variation spatio-temporelle du régime de précipitations – donc il y a risque de voir le phénomène d'inondations dévastatrices augmenter. Si par hasard jusqu'en 2030 la plupart des zones humides – zones de retenue potentielle – avaient disparu – le coût de événements potentiels des inondations répétées entre 2020 et 2030 pourrait s'alourdir gravement. Ce principe peut dans une certaine dimension aussi être appliqué à d'autres écosystèmes. En nous basant sur les résultats des travaux de DALY-HASSEN & BEN MANSOURA (2005) nous avons essayé d'évaluer la valeur actuelle des écosystèmes tunisiens.

²⁵ Dans ce sens PILLET (2006b) écrit : « Les écosystèmes possèdent une valeur, certes croisée entre économie et environnement et forcément « debatable ». De telles valeurs existent même si aucun prix ne vient les attester. Les écosystèmes ont une valeur notamment pour l'agriculture, mais pas de prix. C'est là le problème car, à ne regarder que les prix, on oublie les valeurs. Dans son adaptation au changement de climat, la valeur totale des écosystèmes et de l'agriculture fait sens».

²⁶ Dans le jargon scientifique anglo-américain on parle de « avoided costs »

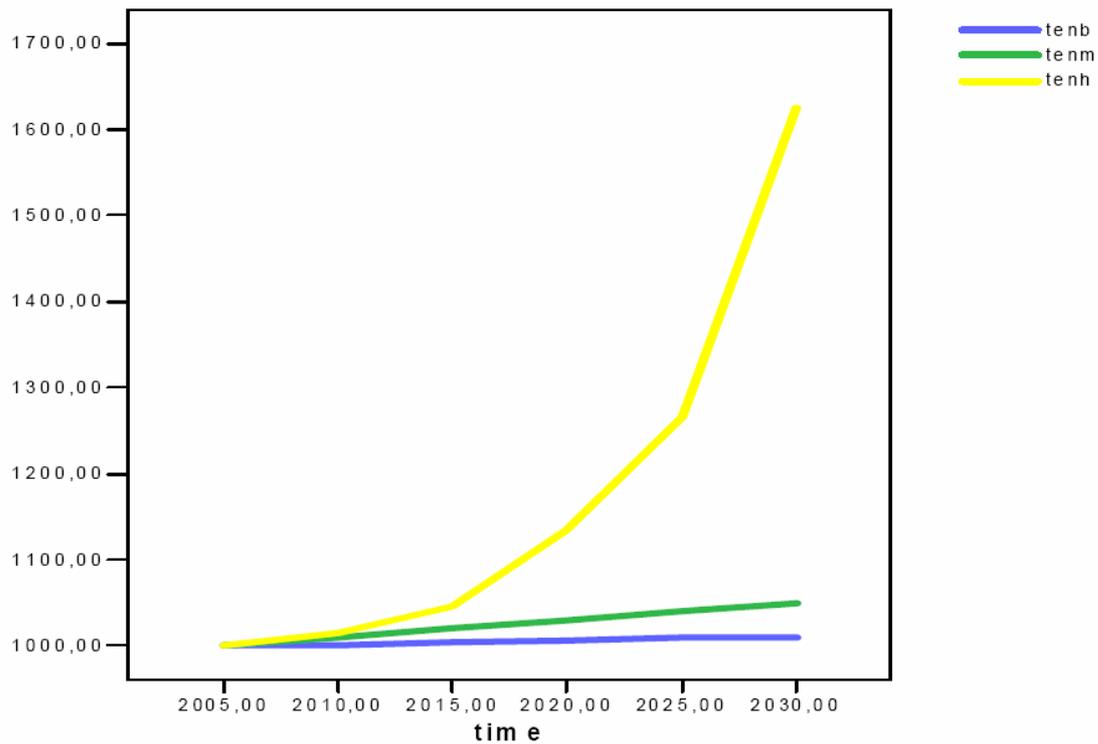
Estimation des valeurs totales des écosystèmes tunisiens
 Sur la base des travaux de Daly-Hassen & Ben Mansoura 2005 /estimations
 personnelles Pillet & Neff 2006



1000 millions Euros = 100 %

Fig. 7. Estimation de la valeur actuelle des écosystèmes tunisiens . (Source: Neff, C. 2006)

Naturellement il s'agit ici simplement d'une première estimation – qui doit sûrement être améliorée par des données plus solides. En vue d'une perspective pour 2030 il nous semble important de donner aussi une évaluation de la valeur potentielle des écosystèmes. Nous avons essayé de dessiner trois trajectoires possibles – une tendance basse (courbe bleue), une tendance moyenne (courbe verte) et une tendance haute (courbe jaune). Nous pensons que si le niveau socio-économique de la Tunisie s'élève – la valeur totale des biens et services livrée par les écosystèmes a aussi une tendance vers la hausse – naturellement à condition que ces écosystèmes ne se dégradent pas d'une façon irréversible.

Estimation de l' évolution des valeurs totales des écosystèmes tunisiens en Millions d'Euro

Propres estimations (C.Neff) sur la base de travaux de Daly-Hassen & Ben Mansoura 2005

Fig 8. Estimations de l' évolution des valeurs des écosystèmes jusqu'en 2030 (Source Neff, C. 2006)

En ce qui concerne les chances d'une croissance soutenue de l'économie tunisiens– nous sommes assez optimiste. Nous pensons, que si la Tunisie intègre bien son potentiel environnemental c'est surtout le développement du Tourisme qui pourrait renforcer durablement le développement économique. Un tourisme de qualité qui intégrera et respectera bien les écosystèmes – pourrait par exemple en ce qui concerne la valeur totale des forêts – soutenir un développement économique et écologique durable dans les régions un peu à la périphérie comme par exemple les Mogods ou la Kroumirie.

En tous cas il nous semble clair qu'une croissance socio-économique soutenue et durable respectant les écosystèmes ne peut qu'améliorer l' état et la valeur des écosystèmes tunisiens.²⁷

²⁷ En outre nous pensons que les écosystèmes forestiers et preforstiers tunisiens pourraient être mieux valorisés en utilisant les potentiels énergétiques pour la fabrication des « biocarburants» - voir aussi notre analyse dans Neff (2005). L'exemple des forêts semiarides brésiliennes nous semble être prometteur - mais surtout les expériences commencées avec le ricin (*Ricinus communis*) au Brésil (GASNIER, A.. 2006) pourraient être applicables la Tunisie. Durant nos campagnes de terrains dans le « grand Nord tunisien" (mars 2006) nous avons eu l' impression que *Ricinus communis* –était une plante assez commune des terrains vagues du « Grand Tunis »

Dans cet état d'esprit, nous aimerions citer :

„Continued urbanization accompanied by greater job opportunities in a diversified economy are likely to reduce the anthropogenic pressure to which Tunisian forests have been exposed. Widespread overgrazing and local users' free access to forest resources constitute a serious threat to the sustainability of the Tunisian forest cover. However, with improved living conditions and enhanced income, local populations are expected to move to higher levels of hierarchical needs. It is only then that awareness about forest conservation, biodiversity and recreation would overtake users' short-term self-interest.“ (DALY-HASSEN & BEN MANSOURA, A.(2005: 144)

4.) Conclusions

Il nous semble être très difficile de donner plus de précisions sur l'état de l'environnement en Tunisie en 2030. Mais il nous semble être important de valoriser les biens et les services des écosystèmes en reliant conceptuellement les éternalités²⁸, les écosystèmes et l'agriculture dans le cadre d'une stratégie d'adaptation au changement global et climatique²⁹.

Dans ce cadre, nous aimerions ajouter qu'une amélioration des conditions socio-économiques des populations rurales tunisiennes pourrait sensiblement améliorer la qualité des écosystèmes tunisiens en 2030, car dans ce cas, les pratiques comme par exemple le surpâturage, l'exploitation des terres marginalisées propices à l'érosion, la corvée des bois de chauffage à fort potentiel de nuisance écologique – auront grande chance de cesser dans l'avenir. En plus, nous nous basons entre autres sur les travaux de MULLIGAN et al (2004), nous pensons que la variabilité interne des régimes des précipitations actuelles méditerranéennes (et tunisiennes) dépasse encore largement les variations annoncées par les différents scénarios de changement climatique et que les écosystèmes ont une résilience suffisante pour faire face aux pressions climatiques futures.

- et de la zone portuaire de Bizerte. Pourquoi ne pas oser l'expérience brésilienne et associer les petits exploitants pour la culture de ricin destiné à la production de biodiesel. Plus d'infos sur les « exploits » brésiliens en matières de biodiesel se retrouve aussi sur le site www.biodiesel.gov.br (en portugais).

²⁸ **Éternalités** sensu le concept définie par PILLET (2006a, b)

²⁹ Cf. PILLET 2006 b

Dans ce contexte nous pensons que la « désertification » ne sera pas accélérée par les changements climatiques à l'horizon 2030. La « désertification » pourrait progresser indépendamment des changements climatiques si le forçage socio-économique (les pressions humaines) s'intensifie et si les écosystèmes n'avaient pas de valeur. Dans le cas d'une prise en conscience d'écosystèmes dans un concept d'émortalité (SENSU PILLET 2006) les processus de désertification auront plutôt tendance à ralentir ou à cesser.

Il nous semble important de comprendre que les écosystèmes méditerranéens, nous y incluons la totalité de la Tunisie, ont une très grande capacité de résilience autoécologique et peuvent donc faire face à une très grande variabilité climatique – même à une cadence d'accidents et extrêmes climatiques répétitifs. La question cruciale reste comme nous l'avons déjà formulé dans l'introduction : comment évolueront les pressions humaines ?

Dans ce contexte, nous aimerions citer les résultats des analyses de MULLIGAN et al ».

There are certainly some serious environmental issues to be faced in the Mediterranean region. Some are the direct or indirect result of human activity but many are simply the manifestation of a climatically marginal environment. There are areas where intensive and aggressive agricultural practices are out of sync with the environmental (and specifically climatic) reality of the region and where fields, forests and rivers are degrading as a result, sometimes dramatically so. This is not desertification – and it is unhelpful to call it so.

Rather, this is a suite of often very specific issues of resource degradation, which would be much better tackled without the blurring of focus that the term *desertification* encourages.

There is sufficient spatial variability in the Mediterranean landscape, and temporal variability in its climate, to ensure that these degradations are – and probably will continue to be – limited in their spatial and temporal extent. This is abundantly clear from the variety of responses to climate and land-use change of the landscapes studied above. Variability in climate, landscape, soils, land use, land cover and the abundantly variable history of all of these combine to produce a population of responses. Some of these responses will be stable, some degradations and some aggradations. The overall picture can only be *observed* as an integrated whole through simple long-term, large-scale outcomes (indicators) such as the vegetation dynamics discussed throughout this volume. It can also be modelled using simple but spatio-temporally detailed and feedback-intensive process model experiments of the kind discussed here. Short-term and plot-scale studies are important to understand processes but

beware the extrapolation, especially where global change is concerned.” (MULLIGAN ET AL. 2004: 279.)

Finissons par une remarque personnelle:

L'auteur avait eu la chance de faire une tournée scientifique dans le Nord de la Tunisie en mars 2006. Cette tournée fut, grâce à nos deux guides le Dr. Ali Aloui et le Dr. Abdelmajid EL HAMROUNI, une grande réussite – où l'auteur a eut la chance d'en apprendre beaucoup sur les réalités des environnements naturels tunisiens.

*Pendant notre tournée à travers les Mogods - endroit emblématique où le chef de Laboratoire de Geoécologie et de Géographie physique de l' Université de Karlsruhe, le Professeur Manfred Meurer, avait écrit sa Thèse d'habilitation sur la dégradation du couvert végétal par le surpâturage caprin³⁰ - après avoir visité le Cap Serrat – nous fûmes impressionnés par une luxuriante végétation de dense Maquis-haut, surpris par des belles forêts de production – mais les grands troupeaux de chèvres avaient disparu – naturellement, çà et là on pouvait encore voir des petits groupes de chèvres divaguant à droite et à gauche de la piste- mais le troupeau de chèvre « ennemie énigmatique » du forestier et de l'écologue avait disparu. Dans ce contexte A.Aloui donna un commentaire qui a beaucoup impressionne l' auteur « **LES ENFANTS MAINTENANT VONT A L'ECOLE, - ET ILS N'ONT PLUS LE TEMPS DE GARDER LES CHEVRES ET SURTOUT AVEC L'ECOLE LES JEUNES FILLES NE VEULENT TOUT SIMPLEMENT PLUS FAIRE LA CORVEE DU BOIS** » Ali Aloui (Mars 2006.) car d' après l'opinion personnelle de l' auteur – la meilleure des stratégies d' adaptation face aux changements climatiques – est de faire participer les populations rurales aux « savoirs » du « monde » par une éducation massive et durable de la jeunesse rurale – et surtout en améliorant profondément l' accès au savoir et à tous les services de la société tunisienne des femmes issues des milieux ruraux..*

Christophe Neff Karlsruhe Grünstadt Aout 2006

³⁰ Publie en forme de livre = MEURER, M. (1993):Geo - und weideökologische Untersuchungen im Mogod - Bergland Nordwest-Tunesiens unter besonderer Berücksichtigung der kleinbäuerlichen Ziegenhaltung. Erdwissenschaftliche Forschung im Auftrag der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaft und Literatur Mainz. XXIX, Stuttgart (Franz Steiner Verlag).

L'étude de MEURER est quasiment inconnue en Tunisie – nous nous sommes permis de présenter le résumé français du travail de MEURER dans les annexes.

Sources:**Quvrages & articles scientifiques:**

- BARNEY, G.O.(1980):Global 2000: the report to the president. Washington D.C..
- BRANDT, J.C., THORNES, J.B. (1996) Mediterranean desertification and land Use. Chichester (John Wiles & Sons).
- Birot, Y. (2005): Biodiversity and Mediterranean forest ecosystems (Box 2.2). In: Merlo, M., Croitoru, L. (Eds): Valuing Mediterranean Forests. Towards total economic value.p .12, Wallingford, (CABI Publishing)
- BROOKS, T.M., MITTERMEIER, R.A., DA FONSECA, G.A.B., GERLACH, J., HOFFMANN, M., LAMOREUX, J.F., MITTERMEIER, C.G., PILGRIM, J.D., RODRIGUES, A.S.L. (2006): Global Biodiversity Conservation Priorities. In: Science, V. 313, 7 July 2006, 58 – 61.
- BROWN, L.R. (1995): Who will feed China? Wake up Call for a small planet. New York.
- BOURNE, J.K., TURNER, T. (2006): Land on the Edge - Loving our coasts to death. In: National Geographic, July 2006, v. 210, p. 60-97.
- DALY-HASSEN, H., BEN MANSOURA, A. (2005): Tunisia. In: Merlo, M., Croitoru, L. (Eds.):Valuing Mediterranean Forests. Towards total economic value., p. 105 – 122, Wallingford (CABI Publishing)
- GASNIER, A. (2006): La fièvre du biodiesel s' est emparée du Brésil. In : Le Monde, Dimanche 13 août, 2006.
- GRAVIER, J.F. (1947) : Paris et le désert français. Paris.
- GRITTI, E.S., SMITH, B., SYKES, M.T. (2006): Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. I: Journal of Biogeography, 33, 145–157.
- IBRAHIM, F.N. (1980): Desertification in Nord-Darfur. Untersuchungen zur Gefährdung des Naturpotentials durch nicht angepasste Landnutzungsmethoden in der Sahelzone der Republik Sudan. Hamburger Geographische Studien, 35. Hamburg (Verlag Ferdinand Hirt)
- KEIL, G. (2004): Chronik einer Panik. Ein Vierteljahrhundert Waldsterben – oder wie ein deutscher Mythos entstand, sich verfestigte und allmählich zerbröckelt. In: Die Zeit, 09.12.2004.
- KUPER, R., KRÖPLEIN, S. (2006): Climate –Controlled Holocene Occupation in the Sahara: Motor of Africa' Evolution. In: Science, Vol. 313, 11 August 2006, 803- 807.
- MAINGUET, M. (1991): Desertification. Natural Background and Human Mismanagement. Berlin, (Springer-Verlag)
- MAINGUET, M. (2003): Les Pays Secs. Environnement et développement. Paris, (Ellipses).
- MAZZOLENI, S., DI PASQUALE, G., MULLIGAN, M. (2005): Inverser le consensus sur la désertification en Méditerranée. In: forêt méditerranéenne, XXVI, n.4, p.322-326.
- MEADOWS, D. (1972) : the limits to growth : a report for The Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York.
- MEKKI, M. (2006): Potential threat of Solanum elaeagnifolium Ca. to the Tunisian fields. In: Brunel, S. (Eds): Invasive plants in Mediterranean type regions of the world/Plantes envahissantes dans les régions méditerranéennes du monde. Environmental encounters, No. 59, Strasbourg, p. 235-245.
- MENDES FERRAO, J.E. (1993): A Aventura das plantas e os Descobrimentos Portugeses. Lisboa, (Instituto de Investigacao Cientifica Tropical)
- MENSCHING, H.G. (1990): Desertifikation. Ein weltweites Problem der ökologischen Verwüstung in den Trockengebieten der Erde. Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt)

- MERLO, M., CROITORU, L. (2005): Valuing Mediterranean Forests. Towards total economic value. Wallingford, (CABI Publishing)
- MEURER, M. (1993): Geo - und weideökologische Untersuchungen im Mogod - Bergland Nordwest-Tunesiens unter besonderer Berücksichtigung der kleinbäuerlichen Ziegenhaltung. Erdwissenschaftliche Forschung im Auftrag der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaft und Literatur Mainz. XXIX, Stuttgart (Franz Steiner Verlag)
- MEY, T. (2004): Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturlandschaft im Östlichen Mittleren Schwarzwald und ihrer Bedeutung für die Region im Hinblick auf die Erarbeitung eines interierten Landnutzungsmodells. In: SCHEID, A., NEFF, C., JENTSCH, C., (Eds.): Flächenextensivierung im Mittleren Schwarzwald. Ergebnisse und Diskussion der in der Raumschaft Schramberg durchgeführten geographischen und landschafts – feuerökologischen Untersuchungen. Materialien zur Geographie, p.15-60, Mannheim
- MULLIGAN, M., BURKE, S.M., RAMOS, C.M.(2004): "Climate Change, Land-use Change and the ""Desertification"" of Mediterranean Europe." In : Mazzoleni, S., di Pasquale, G., Mulligan, M., di Martino, P., Rego, F. (Eds): Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape.p. 259 – 279, Chichester, (John Wiley & Sons).
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B., KENT, J. (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. In: Nature, V. 403, 853- 858.
- NEFF, C. (1995): Waldbrandrisiken in den Garrigues de Nîmes (Südfrankreich) - eine geographische Analyse. Materialien zur Geographie , 27 Mannheim
- NEFF, C. (2000):MEDGROW - Vegetationsdynamik und Kulturlandschaftswandel im Mittelmeerraum. Mannheimer Geographische Arbeiten, 52, Mannheim.
- NEFF, C. (2001): Der rezente Landschaftswandel im westlichen Mediterran Raum - Herausforderungen für Natur und Landschaftsschutz – Beispiele aus den Gebirgsregionen des mediterranen Südfrankreich. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, 145,1 ,p.72-83.
- NEFF, C. (2003): Petite Notice sur la présence de Cortaderia selloana (Herbe de Pampa) dans le Languedoc - Roussillon (France) - quelques exemples de Salanques (Pyrénées orientales) et de petite Camargue (Gard). In : Geoöko, XXIV, p.349-355.
- NEFF, C. (2005): Ecosystèmes tunisiens: une vision prospective face au changements climatiques et globaux. In :Pillet, G. (Eds): Changements climatiques: Effets sur l' économie tunisienne et strategie d' adaptation pour le secteur agricole et les ressources naturelles, p. 136-153, Genève.
- NEFF, C., BASSING, S., SCHEID, A., JENTSCH, C., FRANGER, S. (2004): Emploi du brûlage dirigé pour la protection de l'environnement et l'entretien du paysage – observations sur quelques exemples français (Pyrénées Orientales & Gard) et allemands (Raumschaft Schramberg Forêt Noire /Allemagne)In: SCHEID, A., NEFF, C., JENTSCH, C., (Eds.): Flächenextensivierung im Mittleren Schwarzwald. Ergebnisse und Diskussion der in der Raumschaft Schramberg durchgeführten geographischen und landschafts – feuerökologischen Untersuchungen. Materialien zur Geographie, p.89-107, Mannheim
- NEFF, C., FRANKENBERG, P. (1995): Zur Vegetationsdynamik im mediterranen Südfrankreich. Internationaler Forschungsstand und erste Skizze zur Vegetationsdynamik im Raum Nîmes. In: Erdkunde. Archiv für wissenschaftliche Geographie, 49,3, p. 232-244.
- NEFF, C., SCHEID, A. (2005): Der mediterrane Süden Frankreichs. Vegetationsdynamik und Kulturlandschaftswandel im Languedoc- Roussillon. In:Geographische Rundschau, 57(9)p. 38- 44.
- NOUAIM, R. (2005): L' Arganier au Maroc – entre Mythes et Réalités. Une civilisation née d'

- un arbre. Paris (L' Harmattan).
- QUEZEL, P., MEDAIL, F. (2003): Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Paris (Elsevier France).
- PERRIER, G. (2006) : En Turquie, l' effondrement du cours de la noisette tourne à la crise sociale. Le Monde, Samedi 12 août 2006, p. 10.
- PILLET, G. (2006a): Economie de l' environnement - Ecologie de l' économie. Bâle (Helbing & Lichtenhain)
- RUNNING, S. (2006): Is global warming causing larger wildfires. In: Science Express (2006), 6 July page 2.
- SCHRÖTER, D., CRAMER, W., LEEMANS, R., PRENTICE, C. I., ARAÚJO, M.B., ARNELL, N.W., BONDEAU, A., BUGMANN, H., CARTER, T.R., GARCIA, C.A., DE LA VEGA – LEINERT, A., ERHARD, M., EWERT, F., GLENDINIG, M., HOUSE, J.I., KANKAANPÄÄ, S., KLEIN, R.J.T., LAVOREL, S., LINDNER, M., METZGER, M.J., MEYER, J., MITCHELL, T.D., REGINSTER, I., ROUNSEVELL, M., SABATE, S., SITCH, S., SMITH, B., SMITH, J., SMITH, P., SYKES, M.T., THONIKE, K., THUILLER, W., TUCK, G., ZAEHLE, S., ZIER, B. (2005): Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. In: Science, Vol 310, 1333- 1337.
- THONICKE, K. (2003): Fire disturbance and vegetation dynamics – Analysis and Models. Potsdam Thèse de Doctorat.
- TRABAUD, L. (1992): Les Feux de Forêts. Mécanismes, comportement et environnement. Aubervilliers (France – Selection).
- TRABAUD, L. (2004): La réponse de la végétation aux incendies. In: Garrone, B. (Eds.): Le feu dans la nature mythes et réalité, p.51- 70, Prades -le- Lez, (Les Ecologistes de l' Euzière)
- WALTHER, G.R. (2000) : Laurification in Switzerland. Thèse de doctorat. ETH-Z. Zürich.

Rapports internes, littérature etc. :

- ALOUÏ, A. (2006): scénarios de base d'évolution du couvert forestier tunisien et un scénario d'adaptation. Rapport Interne Etude: « Elaboration d'une stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques» Tunis.
- EL HAMROUNI, A. (2006): Adaptation de l'agriculture tunisienne au changement climatique - Les écosystèmes sylvo-pastoraux selon différents scénarios. Rapport Interne Etude: « Elaboration d'une stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques» Tunis.
- GROBMAN, A. (2006): Zones humides – Valeurs et tendances des zones humides et sa adaptation aux changements climatiques. Montpellier.
- NEFF, C. (2006) : Projections écosystèmes 2030 manuscrit inédit.
- PILLET, G. (2006b) : Analyse croisée économique et écologique – des écosystèmes. Fribourg.

Exposé et conférence:

- Neff, C. (2003): Einwanderung von Neophyten: Versuch einer ökologischen Bewertung im Rahmen der Global Change Diskussion. Universität Bonn, 8.1.2003
- Neff, C. (2006): Projections Ecosystèmes tunisiens 2030» Exposé tenu le 6.7.2006 à Sidi Bou Said.

Annexes:

2

ÉDITORIAL

Protéger le littoral

La frénésie de construction qui édifie sur les côtes de l'Espagne un véritable mur de briques et de béton illustre, jusqu'à l'outrance, la difficulté, voire l'incapacité, des Européens à admettre que le littoral est une ressource rare, non renouvelable, qu'il faut protéger. Pour la première fois en juillet, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) a publié un rapport qui souligne que, malgré les politiques de protection, « *les écosystèmes côtiers subissent toujours autant de changements nuisibles et irréversibles* ». Le sud de l'Union – mais aussi l'Irlande – est particulièrement touché.

L'attrait pour le littoral est accentué par le développement du tourisme et des possibilités de transport, alliés à l'héliotropisme et au vieillissement de la population : en France, les départements littoraux pourraient accueillir 3,4 millions d'habitants de plus d'ici à 2030. L'Hexagone, au demeurant, n'est pas le pays le plus en retard pour la protection de ses côtes. Il dispose de deux outils principaux, parfois considérés comme des exemples : la loi littoral de 1986 limite l'urbanisation et le Conservatoire du littoral, créé en 1975, préserve les terrains acquis (10 % du littoral aujourd'hui, avec pour objectif d'en protéger un tiers en 2050).

Mais, dans la course contre la montre entre protecteurs et bétonneurs, ces deux outils parviennent à ralentir les seconds, non à les stopper. Au point que certains experts soulignent que l'horizon prévisible est désormais un « *continuum urbain* » sur le rivage, en dehors des coupures vertes assurées par le Conservatoire du littoral. En Corse, le débat est redevenu brûlant depuis que le président de l'Assemblée territoriale, Camille de Rocca-Serra (UMP), a affirmé sa volonté de « *désanctuariser* » les côtes pour favoriser le tourisme.

C'est en effet un raisonnement économique qui conduit souvent les élus à soutenir les projets de promoteurs motivés, pour leur part, par un intérêt financier immédiat. Un raisonnement économique qui se révèle, lui aussi, en partie à courte vue. Le bétonnage des côtes est l'inverse du développement durable puisqu'il détruit irrémédiablement ce qui est consommé. Alors même que les touristes commencent à demander autre chose que des côtes bétonnées, il est paradoxal de constater que, malgré les efforts des associations et de certains élus – qui ont compris où était l'intérêt à long terme de la collectivité –, l'urbanisation continue.

Il est possible d'associer développement et préservation de l'environnement. A condition de le vouloir. Et de limiter les appétits purement spéculatifs d'une partie des acteurs du dossier. L'Union européenne n'est pas inactive, mais elle ne peut procéder que par incitations. La protection des côtes reste du ressort des Etats. Il faut donc souhaiter que Bruxelles aide davantage les membres de l'Union à accélérer une prise de conscience encore insuffisante. ■

Source : Le Monde, 10.8.2006 (Éditorial)

RÉSUMÉ

Les recherches servant de base à cette étude ont été réalisées de propos délibéré dans les régions rurales marginales au nord-ouest des régions montagneuses du Mogod, en Tunisie. C'est justement cette population pauvre de petits exploitants dépendant largement de l'économie subsistante, qui est très touchée d'une part des conflits qui s'aggravent entre la protection des ressources de l'environnement et d'autre part la préservation du minimum d'existence.

En considérant l'élevage de pâturage extensive qui prédomine dans cette région comme branche principale d'utilisation des petits exploitants, il fallait, par conséquent, réaliser une analyse du couvert végétal de cette région montagneuse ainsi qu'une analyse des formes d'exploitations qui la caractérisent. Ces analyses devaient être au centre du point de départ géo-écologique. Les recherches écologiques des pâturages ont gagné considérablement en importance avec en outre les expertises d'analyses du sol, du climat et des études floristiques et phytosociologiques. C'est grâce à ces recherches que l'on a pu réaliser des données concrètes sur la capacité de charge du couvert végétal. Ce sont précisément ces connaissances qui permettent des recommandations exactes pour une exploitation des pâturages adaptée à la région.

La chèvre se prête bien comme animal d'essai pour plusieurs raisons: d'une part, ce sont les petits exploitants qui l'utilisent le plus dans le monde entier et la chèvre contribue considérablement à la préservation de leurs existences; d'autre part, les dommages causés par le pâturage des chèvres, sont connus, depuis l'antiquité, comme étant extrêmement nuisants pour le couvert végétal et pour l'équilibre naturel.

La superficie de la région étudiée appartient au pays des montagnes méditerranéennes tunisiennes, les chaînes de Mogod constituent l'extrémité septentrionale du Tell tunisien, qui fait partie de l'Atlas. La ferme expérimentale se trouve sur un territoire étroit du littoral favorisé par un climat thermique et ainsi dans une province des températures chaudes en hiver. Ce fait est bien démontré par la large étendue d'espèces de plantes autochtones, évitant le gel, ayant une haute valeur indicatrice thermique. Les versants de sols bruns acides et chimiquement pauvres qui prédominent, se transforment souvent en versant de terres érodées à cause de la surexploitation du couvert végétal. Par contre, avec de l'argile intercalée, du sol brun à pseudogley se forme. Les syrosèmes du sable des dunes sont répandus en grandes quantités sur les vastes aires côtières et sur les dunes à l'intérieur du pays. Les pays des hauts reliefs montagneux court un grand risque de bouleversement de l'équilibre naturel de l'environnement pour des raisons de procédés morphodynamiques accompagnés de gros dégâts d'érosion causés par les eaux et de déflation dans les régions exposées au vent à proximité des côtes.

Des forêts méditerranéennes clairsemées de chêne-liège dominent en tant que végétation potentielle naturelle et l'on trouve l'association d'olivier-lentisque sur les versants chauds dont le sol est constitué de calcaire et d'une terre peu acide à neutre. Les dégâts occasionnés par la surexploitation du couvert végétal dans les montagnes du Mogod lors de ces dernières décennies ont augmenté dramatiquement à cause de la densité grandissante des habitats et de la population, et à cause de la pression exercée sur les pâturages.

Des analyses écologiques des pâturages ont été réalisées afin d'obtenir des dates exactes relatives à une intensité de pâturage adaptée à la couverture végétale actuelle. Ces résultats démontrent des gros dégâts – relative à la charge – à la strate herbeuse et arbustive des parcelles d'essai sur lesquelles se trouvaient 6 à 2,6 chèvres/ha. En cas de suffisance de l'herbe offerte, il résulte un pâturage sélectif dépendant de la saison de l'année. Avec une durée continue de pâturage et de la sur-charge, la sélection spécifique des espèces de plantes n'a pas lieu et le couvert végétal est par conséquent absolument sur-pâturé. En fait, ce n'est pas le pâturage des chèvres qui est destructif en lui-même, mais seulement la sur-charge qui n'est pas adaptée aux ressources fourragères respectives. À l'aide des essais spéciales de régénération on peut démontrer que une mise en défense est recommandable pendant une période d'environ trois ans, pour obtenir une régénération efficace de la strate arbustive ainsi dégradée. Les analyses d'expertises sur la végétation aussi bien que les recherches sur la productivité secondaire démontrent que la charge adaptée – sous les conditions de végétation données – se situe à une chèvre/ha (25 kg poids vif/ha). La capacité très insignifiante résulte d'une faible productivité primaire des associations arbustives rissées et de leur valeur fourragère insignifiante d'environ 330 UF/ha.

Des mesures sectoriales et un point de départ intégré ont été conçus afin d'améliorer les surfaces endommagées et afin d'augmenter la productivité agricole. Les mesures sectoriales recommandées débouchent dans un point de départ intégral menant à un redressement et à une amélioration de l'équilibre naturel de l'environnement sur le niveau Henchir (niveau communal) dans le cadre du développement rural. En sus, après une réduction graduelle des dommages particulièrement persistants, la capacité de régénération naturelle de la végétation sera consciemment intégrée dans l'exploitation des parcours par un système de pâturage en rotation adaptée à la production saisonnière; ce qui rendra possible une exploitation optimale des pâturages naturels améliorés et des associations arbustives améliorées successivement, secteur par secteur, par l'introduction des arbustes fourragères.

Source: = Résumé de Meurer, M. (1993): Geo - und weideökologische Untersuchungen im Mogod - Bergland Nordwest-Tunesiens unter besonderer Berücksichtigung der kleinbäuerlichen Ziegenhaltung. Erdwissenschaftliche Forschung im Auftrag der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaft und Literatur Mainz. XXIX, Stuttgart (Franz Steiner Verlag) p. 310-311

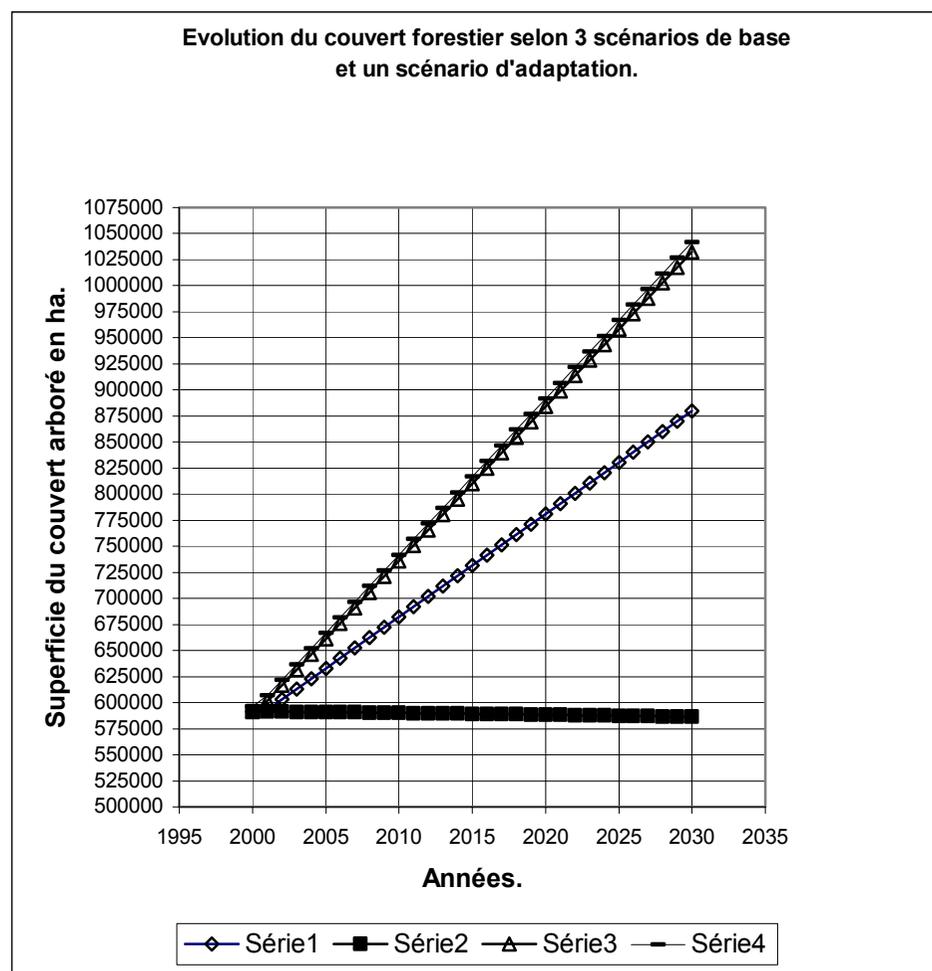
ALOUÏ, ALI. (2006): scénarios de base d'évolution du couvert forestier tunisien et un scénario d'adaptation.

Etude de 3 scénarios de base d'évolution du couvert forestier et un scénario d'adaptation

Année	Scénarios de base			Evolution du couvert forestier									Evolution du couvert forestier avec mesures d'adaptation scénario 4
	scénario 1 tendance actuelle	scénario 2 pessimiste	scénario 3 optimiste	Plantation tend normale	Plantation tend opt	Plantations tendance pess	incendie tendance normale	incendie tendance pessimiste	incendie tendance optimiste	Changement d'occupation du sol tendance normale	Changement d'occupation du sol tendance pessimiste	Changement d'occupation du sol tendance optimiste	
2000	591600	591600	591600	10000	15000	10000	1200	1200	1200	7099	8874	3550	596350
2001	593289	591378	601814	10000	15000	9900	1212	1248	1236	7119	8871	3611	606661
2002	603256	591232	616716	10000	15000	9801	1224	1298	1273	7239	8868	3700	621689
2003	613125	591085	631588	10000	15000	9703	1236	1350	1311	7357	8866	3790	636689
2004	622994	590936	646460	10000	15000	9606	1249	1404	1351	7476	8864	3879	651689
2005	632863	590786	661330	10000	15000	9510	1261	1460	1391	7594	8862	3968	666689
2006	642732	590635	676199	10000	15000	9415	1274	1518	1433	7713	8860	4057	681689
2007	652601	590482	691067	10000	15000	9321	1287	1579	1476	7831	8857	4146	696689
2008	662469	590328	705933	10000	15000	9227	1299	1642	1520	7950	8855	4236	711689
2009	672338	590172	720799	10000	15000	9135	1312	1708	1566	8068	8853	4325	726689
2010	682206	590015	735663	10000	15000	9044	1326	1776	1613	8186	8850	4414	741689
2011	692075	589856	750525	10000	15000	8953	1339	1847	1661	8305	8848	4503	756689
2012	701943	589695	765386	10000	15000	8864	1352	1921	1711	8423	8845	4592	771689
2013	711811	589532	780245	10000	15000	8775	1366	1998	1762	8542	8843	4681	786689
2014	721679	589366	795103	10000	15000	8687	1379	2078	1815	8660	8840	4771	801689
2015	731547	589199	809960	10000	15000	8601	1393	2161	1870	8779	8838	4860	816689
2016	741414	589029	824815	10000	15000	8515	1407	2248	1926	8897	8835	4949	831689
2017	751282	588857	839668	10000	15000	8429	1421	2337	1983	9015	8833	5038	846689
2018	761149	588681	854519	10000	15000	8345	1435	2431	2043	9134	8830	5127	861689
2019	771016	588503	869369	10000	15000	8262	1450	2528	2104	9252	8828	5216	876689
2020	780884	588322	884216	10000	15000	8179	1464	2629	2167	9371	8825	5305	891689
2021	790751	588138	899062	10000	15000	8097	1479	2735	2232	9489	8822	5394	906689
2022	800617	587950	913906	10000	15000	8016	1494	2844	2299	9607	8819	5483	921689
2023	810484	587759	928748	10000	15000	7936	1509	2958	2368	9726	8816	5572	936689

ATELIERS FORÊT NOIRE (NEFF)

2024	820351	587564	943588	10000	15000	7857	1524	3076	2439	9844	8813	5662	951689
2025	830217	587366	958426	10000	15000	7778	1539	3199	2513	9963	8810	5751	966689
2026	840083	587163	973262	10000	15000	7700	1554	3327	2588	10081	8807	5840	981689
2027	849949	586956	988095	10000	15000	7623	1570	3460	2666	10199	8804	5929	996689
2028	859815	586744	1002926	10000	15000	7547	1586	3598	2746	10318	8801	6018	1011689
2029	869681	586528	1017755	10000	15000	7472	1601	3742	2828	10436	8798	6107	1026689
2030	879546	586307	1032581	10000	15000	7397	1617	3892	2913	10555	8795	6195	1041689
Total				310000	465000	267697	43359	71194	60003	272229	273932	150668	



Hypothèses pour les 4 scénarios

Scénario normal bâti sur la base des tendances actuelles :

rythme de plantation constant de 10000 ha/an

1200 ha d'incendie avec une augmentation annuelle de 1% par an maintenant la tendance actuelle

perte annuelle de 1,2 % de la superficie des forêts pour d'autres usages.

Scénario 2 pessimiste :

rythme de plantation commençant avec 10000 ha/an et diminuant régulièrement de 1% sur toute la période
Incendie débutant par 1200 ha par an et augmentant régulièrement de 4% sur toute la période
perte annuelle de 1,5% de la surface totale des forêts pour d'autres usages.

Scénario 3 optimiste :

rythme de plantation constant de 15000 ha/an
1200 ha d'incendie avec une augmentation annuelle de 3% par an majorant la tendance actuelle
perte annuelle de 0,6 % de la superficie des forêts pour d'autres usages supposant moins de pression des populations.

Scénario 4 améliorant légèrement le scénario 3 avec un effort supplémentaire de plantation corrigeant les pertes dues aux feux et aux changements d'usages des terres du sol