

# Évaluation globale des zones arides

## Utilisation des outils de collecte de données spatiales et opportunités

### pour la restauration des forêts

### *Résultats en région méditerranéenne*

par Pablo MARTÍN-ORTEGA, Luis GARCÍA-MONTERO,  
Cristina PASCUAL, Fernando GARCÍA-ROBREDO, Nicolas PICARD,  
Jean-François BASTIN & Nicole SIBELET

## Introduction

Le changement global et les pressions humaines ont conduit à la dégradation des terres dans de vastes parties des zones arides à travers le monde, et spécifiquement dans la région méditerranéenne. Comme les zones arides sont particulièrement vulnérables tout en apportant des moyens de subsistance et un revenu à de nombreuses populations, un aménagement amélioré, et la restauration des zones arides sont devenus des nécessités urgentes (SOUTSAS *et al.* 2004). Planifier efficacement la restauration demande en premier lieu d'identifier les opportunités de restauration, c'est-à-dire les zones ayant un potentiel de restauration (IUCN & WRI 2014). En tant que préalable à la cartographie des opportunités de restauration, une meilleure connaissance de la distribution géographique et de l'état des zones arides est nécessaire.

À cet égard, une des recommandations du Comité sur la Foresterie (COFO) lors de sa 22<sup>e</sup> session de juin 2014, a été « d'entreprendre, dans le cadre de l'Evaluation globale des ressources forestières de la FAO (FRA) et sous réserve de la disponibilité d'un financement extra budgétaire, une évaluation globale de l'extension et du statut des forêts, ter-

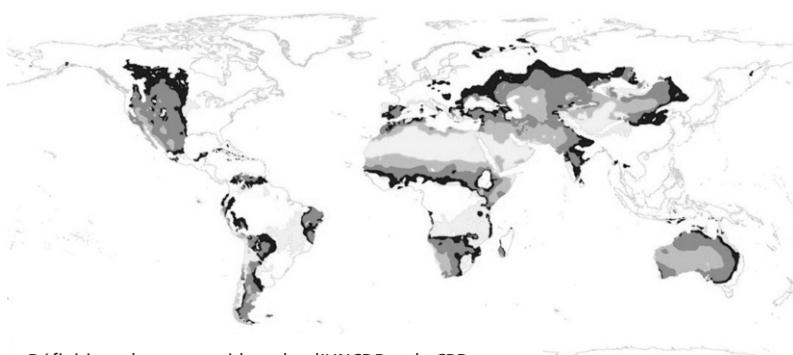
- 1 - Land Degradation  
Assesment in Drylands.  
<http://www.fao.org/nr/lada/>
- 2 -<http://www.openforis.org/>

rains de parcours et systèmes agrosylvopastoraux des zones arides » (FAO, 2014).

Pour atteindre cet objectif, il a été nécessaire de combiner deux projets en cours, « l'Action contre la Désertification », développée dans le programme de foresterie en zones arides de la FAO, et l'Inventaire forestier global, développé dans le programme Évaluation des ressources forestières de la FAO. De cela est sortie la première Évaluation globale des zones arides (acronyme anglais : GDA) relative aux arbres et à l'utilisation des sols et des forêts qui est basée sur un large éventail de méthodes et d'outils en vue du contrôle et de l'évaluation de différentes caractéristiques des zones arides, basés sur des technologies nouvelles ou émergentes qui incluent les outils gratuits et libres d'accès développés par la FAO tels que LADA<sup>1</sup> et Collect Earth<sup>2</sup>. Les données GDA ont été utilisées pour annoncer une nouvelle estimation de l'extension forestière dans les biomes des zones arides du monde entier. L'estimation pourrait être 40 à 47% supérieure aux précédentes estimations et pourrait augmenter l'estimation des forêts ordinaires mondiales de 9% (BASTIN *et al.* 2017).

L'objectif de la présente analyse était de démontrer comment GDA pouvait servir comme un outil en vue de, premièrement, montrer l'état des zones arides de la région méditerranéenne et, deuxièmement, évaluer les dynamiques forestières régionales et la dégradation des forêts au niveau régional méditerranéen. L'Université technique de Madrid (UTM) dans une action conjointe avec la FAO a analysé les résultats GDA à ce niveau régional.

**Fig. 1 :**  
Distribution mondiale des zones arides telles que définies par UNEP-WCMC (2007).  
P : précipitations.  
ETP : évapotranspiration potentielle.  
Source UNEP-WCMC, (2007).



Définitions des zones arides selon l'UNCDD et la CBD

Aride : P / ETP 0,05 - 0,20
Semi-aride : P / ETP 0,20 - 0,50
Sec sub-humide : P / ETP 0,50 - 0,65
Zones supplémentaires incluses dans la définition de la CBD

## Méthodologie GDA et délimitation de la région méditerranéenne

GDA complète l'évaluation globale des ressources forestières de la FAO (FAO 2015 b) mais en diffère par la manière dont cette méthodologie est exploitée. GDA est basée sur l'interprétation visuelle d'images satellites accessibles dans des dépôts accessibles au public (tels que Google Earth et Bing Maps) et utilise le support des techniques de télédétection utilisant l'imagerie satellitaire disponible sur le cloud (Google Earth Engine) (BEY *et al.* 2016). De ce fait aucune information nationale officielle n'a été utilisée dans GDA et l'analyse a été concentrée uniquement sur les zones arides. Les résultats de GDA ont été rapportés aux niveaux global et régional, pas au niveau national (FAO 2016).

Une autre innovation de la méthodologie GDA a été son approche pratique basée sur un réseau de partenaires responsables de la collecte des données au niveau régional. L'évaluation a été menée sous la forme d'une série de formations centrées au niveau régional, et de collecte des données durant les rassemblements des ateliers. Les experts provenant des universités, des instituts de recherche, des gouvernements et des ONG ont pris part à l'évaluation. Dans la première semaine de chaque atelier, les participants étaient formés à l'utilisation de Collect Earth et la seconde semaine, les participants rassemblaient les données sur des sites d'échantillonnage pré-installés au travers des zones arides.

Les surfaces inventoriées par GDA suivaient la définition des zones arides de l'UNEP-WCMC (2007). Les zones arides sont des zones avec un indice d'aridité égal ou inférieur à 0,65, dans lequel l'indice d'aridité est le rapport entre les précipitations (P) et l'évapotranspiration potentielle (ETP) (Cf. Fig. 1).

Les données de GDA sont régulièrement mises à jour et filtrées, et des mises à jour permanentes pourraient produire de légers changements dans l'avenir. Ici nous présentons les dernières données disponibles en avril 2017.

Nous avons délimité la région méditerranéenne en suivant OLSON *et al.* (2001), qui définit les forêts, zones boisées, et brous-

sailles méditerranéennes comme un même biome. Ce biome comprend des parties en Europe, Afrique du Nord, Afrique du Sud, Amérique du Nord, Amérique du Sud, et Océanie mais, dans cette évaluation, les limites politiques retenues sont celles des pays qui entourent la mer Méditerranée, comprenant des parts d'Europe, du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord (Cf. Fig. 2).

Les zones arides s'étendent sur 72,2 % de la surface de cette région. Et totalisent 6 492 sur les 213 783 placeaux inventoriés par GDA (Cf. Fig. 3), (FAO, 2016). Cette extension et le nombre de placeaux dénombrés dans chaque catégorie de zones arides sont montrés dans le tableau I. La surface de chaque placeau est 0,5 hectare, ce qui est la surface minimum pour qualifier la forêt dans la définition utilisée par la FAO FRA (FAO 2015 b).

Les zones arides occupent dans la région méditerranéenne une surface de 147 125 865 hectares, représentant 2,5 % des zones arides du monde.

Les nombres d'écorégions (OLSON *et al.* (2001) et de Zones écologiques globales de la FAO (FAO GEZ) (FAO 2015 a) ont été comparés à l'intérieur de l'extension de la zone méditerranéenne, et comparés avec les nombres d'écorégions et GEZ de la FAO et autres zones arides dans les régions de climat méditerranéen du monde, telles que l'Océanie, l'Amérique du Nord, l'Afrique du Sud ou l'Amérique du Sud.

Bien que l'extension des zones arides dans la zone méditerranéenne délimitée dans cette évaluation soit la plus basse (en calculant en pourcentage relatif de l'extension des zones arides mondiales dans les régions de climat méditerranéen) par comparaison avec les autres régions de climat méditerranéen du monde, elle montre le nombre le plus élevé d'écorégions et de GEZ FAO par rapport à sa dimension.

Si nous utilisons cette information comme un indicateur de la richesse de la biodiver-



sité et la comparons aux autres régions de climat méditerranéen, la région méditerranéenne présentée ici est caractérisée par le nombre le plus élevé d'assemblage d'espèces, de communautés naturelles, de conditions environnementales (OLSON *et al.* 2001) et de formations végétales naturelles relativement homogènes (FAO 2015 a).

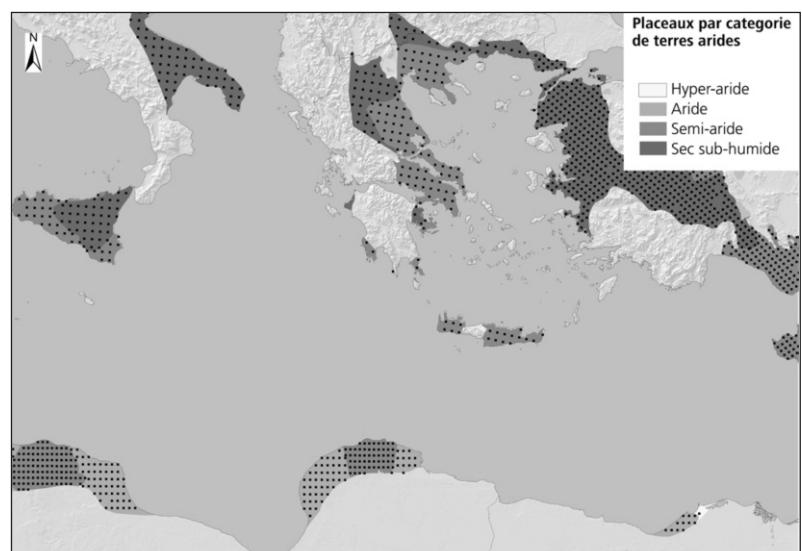
**Fig. 2 :**  
Distribution du biome méditerranéen à l'intérieur de la région méditerranéenne (gris ombré) telle que définie par Olson *et al.* (2001).  
Source : réalisation de l'auteur.

### Utilisation du sol, changement dans l'utilisation du sol et terrains boisés

L'utilisation du sol et le changement d'utilisation du sol sont les concepts clés pour

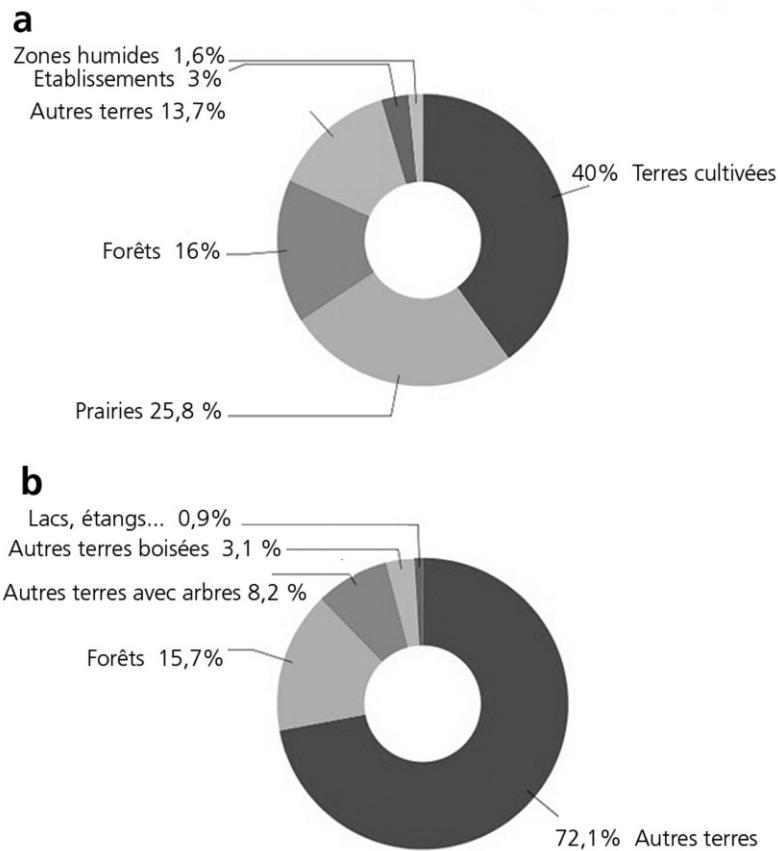
**Tab. I :**  
Nombre de placeaux par catégorie de terres arides (TA). Surface totale inventoriée en utilisant des placeaux d'échantillonnage et proportion en % de la surface mondiale des terres arides.  
Source FAO.

Catégories de terres arides	Nombre de placeaux	Surface (ha)
Hyper-aride	5	236 385
Aride	761	19 710 822
Semi-aride	3,836	76 725 238
Sec sub-humide	2,340	50 453 421
TOTAL	6,942	147 125 865
% par rapport aux T.A. mondiales	3,2	2,5



**Fig. 3 :**  
Détail montrant comment les placeaux sont distribués dans la catégorie terres arides au centre de la région méditerranéenne. La distribution des placeaux suit une grille d'échantillonnage systématique qui change la distance entre les placeaux en fonction de l'indice d'aridité, avec une distance décroissante des zones d'aridité hyper-aride à sub-humide sec, et la probabilité de trouver des arbres.

Source : réalisation de l'auteur.



**Fig. 4 :**

Pourcentage de placeaux par classe d'utilisation du sol, suivant le GIEC (a), ou FRA (b).

Source : réalisation de l'auteur.

comprendre comment les humains et leurs activités sont en train de modifier l'échange naturel du carbone entre l'atmosphère et la biosphère terrestre (GIEC 2000). Dans le fil de la présente évaluation, il est aussi important de comprendre ce changement d'utilisation du sol en détail pour identifier les possibilités de restauration.

Les catégories d'utilisation du sol ont été définies selon deux systèmes de classification :

1.- La classification du groupe intergouvernemental sur le changement climatique (GIEC), suivant l'approche méthodologique basée sur les techniques de télédétection pour évaluer l'utilisation du sol, comme demandé par la convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (UNFCCC), et développée par MARTINEZ et MOLLICONE (2012).

2.- Suivant la définition du FRA (FAO 2015 b).

En suivant la classification de l'utilisation des sols du GIEC, les terres cultivées étaient l'utilisation du sol dominante dans la région méditerranéenne et couvraient 40 % des placeaux, tandis que les forêts comptaient pour 16 % des placeaux. Une très comparable utili-

lisation du sol par le couvert forestier a été obtenue en utilisant la classification FRA, dans laquelle les forêts ont été comptées sur 14,7 % des placeaux (Cf. Fig. 4). La classification FRA indique aussi que des arbres sont présents dans d'autres utilisations du sol que les forêts. La combinaison de forêts, autre sol avec couvert forestier et autre terrain boisé tels que définis par FRA atteint un total de 27 % de placeaux avec présence d'arbres.

Les arbres et les forêts en zones arides fournissent d'importants services environnementaux, tels que la biodiversité, la protection contre la perte d'eau et l'érosion, ils augmentent également la résilience des paysages (FAO 2015 a). Nos données ont confirmé l'importance des arbres dans la région méditerranéenne et les environnements humains. La présence d'arbres (avec une couverture arborée s'étendant d'un minimum de 2 % jusqu'à 100 %) a été trouvée dans 58 % des terrains classés comme zones habitées, 29 % des terres cultivées et 24 % des pâturages.

Analyser la couverture arborée est intéressant non seulement pour évaluer l'extension forestière mais aussi pour caractériser la « structure » de la végétation méditerranéenne dans un environnement hautement façonné par l'homme, dans lequel les forêts intactes sont éparses et isolées, tandis que les forêts secondaires ou les autres formations végétales sont dominantes comme résultat des activités induites par l'homme. L'analyse des données sur la couverture arborée a montré deux structures de végétation nettes correspondant à deux modes de distribution de la couverture arborée (Cf. Fig. 5). La première structure, avec un maximum entre 0 à 20 % de couverture arborée, inclut les arbres isolés dans les cultures et les pâturages, les oliveraies ou plantations d'arbres, aussi bien que des systèmes d'agroforesterie plus complexes tels que les forêts claires de chêne vert ou de chêne-liège. La deuxième structure, entre 80 et 100 % de couverture arborée, inclut la plupart des forêts fermées de conifères sempervirents et les forêts de feuillus à feuilles caduques, mais aussi les paysages mosaïque de cultures et de végétation avec différents niveaux de couverture arborée (ARINO *et al.* 2012).

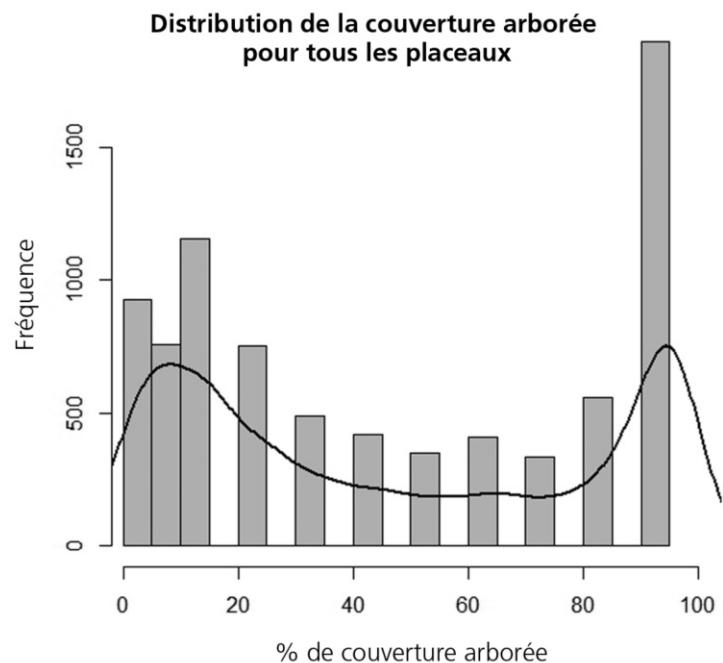
Les changements d'utilisation des sols ont été mesurés à travers toute la période 2000 - 2015. La détection du changement d'utilisation du sol a été faite en utilisant l'imagerie

à haute résolution de Google Earth et a montré que 99,3 % des terres forestières dans les placeaux inventoriés telles que définies par le GIEC sont restées inchangées pendant cet intervalle de temps. Le passage d'une autre utilisation du sol vers la forêt a compté pour 0,2 % du total des placeaux, tandis que la conversion inverse des forêts s'est élevée à 0,6 %.

### Opportunité pour la restauration forestière

Dans la présente étude, la région méditerranéenne a été définie en utilisant la définition des GEZ de la FAO (FAO 2015 a), qui est cohérente avec la définition de OLSON *et al.* (2011) mais qui inclut une large portion de Turquie et quelques pays de la Méditerranée orientale. La totalité de la surface de la région méditerranéenne telle que définie par les GEZ de la FAO (FAO 2015 a) s'élève à 199 104 150 hectares.

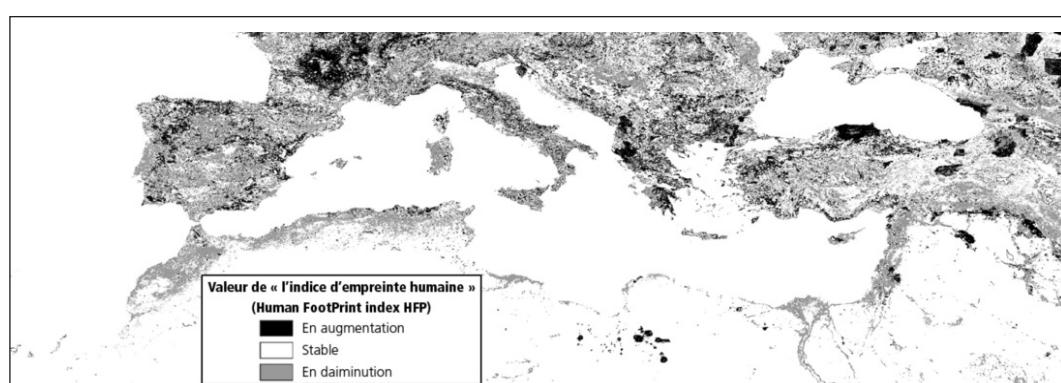
Les forêts méditerranéennes sont très vulnérables à des facteurs tels que les feux de forêt, la surexploitation, la dégradation et la désertification et la région a une longue histoire de pression humaine, qui est très largement responsable de ces facteurs (PALAHY *et al.* 2008). En fait, il est nécessaire de comprendre comment la pression humaine est répartie dans le paysage parce que ce facteur est le principal élément et pourrait même être plus important que le climat pour expliquer la distribution et la configuration de la végétation dans la région. Le premier objectif est de cibler des aires montrant des opportunités réelles de restauration. Dans une deuxième phase, de même, les données pourraient être utilisées pour prévoir les aires convenant à la restauration potentielle des forêts, en tenant compte du changement climatique et de la désertification qui en résulte.



**Fig. 5 :**  
Histogramme et courbe moyenne ajustée des placeaux ayant une couverture arborée supérieure à 0 % dans la région méditerranéenne.  
Source : réalisation personnelle.

L'atlas des possibilités de restauration forestière et paysagère du *World Resources Institute* (Institut des ressources mondiales) ou WRI (WRI 2017) a cartographié les forêts dégradées en combinant une carte de couverture forestière potentielle (dérivée de données sur le climat, les sols, l'altitude, et l'extension historique et actuelle des forêts), une carte de la couverture forestière actuelle (basée sur la carte de Hansen de 2003), et des données sur l'utilisation des sols. Selon cet atlas, le potentiel de restauration dans la région méditerranéenne telle que définie par les GEZ de la FAO (FAO 2015 a) s'élève à 78,4 millions d'hectares (en cumulant la restauration à large échelle, la restauration en mosaïque, la restauration isolée).

La présente étude a suivi une approche différente, basée sur la pression humaine sur les écosystèmes forestiers comme indicateur de dégradation, et tirant parti des nouvelles données GDA qui ont fourni une vue sans



**Fig. 6 :**  
Carte montrant le changement dans l'indice HFP entre les années 1993-2009 dans la région méditerranéenne.  
Source : adaptée de Venter *et al* (2016).

précédent sur l'extension forestière dans la région méditerranéenne. Un essai de quantification de la pression humaine avait été développé par VENTER *et al.* (2016) sous le nom de « indice d'empreinte humaine » (*Human FootPrint index HFP*). HFP mesure l'impact de huit activités humaines typiques, à savoir : 1) extension des zones construites, 2) zones cultivées, 3) pâturages, 4) densité de population humaine, 5) éclairage nocturne, 6) voies ferrées, 7) routes, 8) voies navigables.

Les activités humaines totalisées sur une certaine surface de un kilomètre carré sont pondérées et ajoutées ensemble pour aboutir à un indice standardisé s'étendant de 0 à 50, avec 0 indiquant un impact humain nul ou faible et 50 un impact humain très élevé.

La carte des indices HFP a été établie pour les années 1993 et 2009. Quand la différence entre ces deux années est calculée, la carte résultante peut être interprétée comme une tendance montrant l'accroissement ou la diminution de l'indice HFP sur un intervalle de 16 ans (Cf. Fig. 6).

La décroissance de HFP a montré des zones où il apparaissait que les activités humaines avaient diminué sur une longue période de temps. L'analyse a démontré que la couverture arborée est supérieure dans les zones où HFP a diminué et qu'elle diffère largement et significativement des zones dans lesquelles HFP a augmenté, ce qui pourrait indiquer des conditions favorables à la reconstitution végétale quand les activités humaines sont abandonnées (Cf. Fig. 7).

En utilisant les données GDA et la récente

cartographie d'utilisation des sols GLOBCOVER 2009, les caractéristiques relatives à l'utilisation des sols et à la couverture arborée ont pu être validées entre les deux bases de données. GLOBCOVER 2009 fournit de l'information aussi bien sur l'utilisation des sols que sur la couverture végétale et suit le système de classification de l'utilisation des sols de l'ONU (LCCS) (ARINO *et al.* 2012). Il a été donné une note à chaque utilisation du sol selon qu'elle convenait plus ou moins à la restauration forestière. Par exemple, les forêts fermées (feuillues ou résineuses avec un couvert supérieur à 40 % et une hauteur dominante supérieure à 5 mètres) et les zones habitées (surfaces artificialisées et zones associées, avec une couverture supérieure à 50 %) ont obtenu les notes les plus basses, tandis que la végétation épars (arbres épars, végétation herbacée épars, et broussailles éparses couvrant moins de 15 % de la surface) ou cultures abandonnées (cultures pluviales, qu'elles soient de plantes basses, d'arbustes, d'arbres ou d'herbes) ont reçu les meilleures notes.

Des notes élevées supplémentaires ont été données dans les régions où l'utilisation du sol a montré une diminution de l'indice HFP, c'est à dire montrant une tendance positive à la « récupération », tandis que des notes basses ont été données dans les régions où l'indice HFP augmentait.

L'addition des notes aboutit à trois catégories variant des priorités 1 à 3, où 1 indique les zones de restauration prioritaire, 2 les zones de restauration conditionnelle et 3 les zones sans restauration possible.

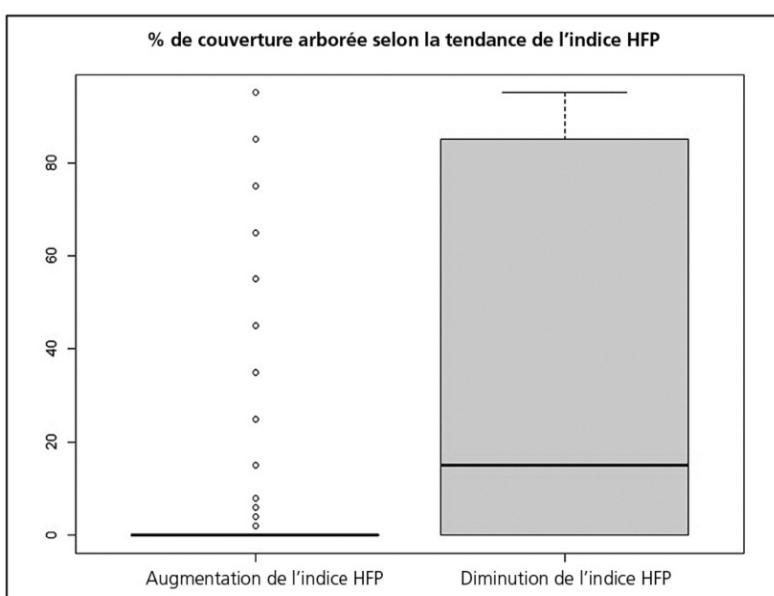
1. Zones de restauration prioritaire : utilisation du sol montrant une diminution de leur indice HFP, à faible couverture forestière et offrant les conditions pour installer des plantations forestières ou des reforestations. Ces terrains incluent les cultures pluviales, les arbres épars, la végétation herbacée épars ou les broussailles éparses à moins de 15 % de couvert et les mosaïques de prairies et de broussailles allant de 20 à 70 % de couvert. Ces terrains sont situés principalement dans les zones plates et accessibles, ce qui devrait aussi faciliter les travaux de restauration.

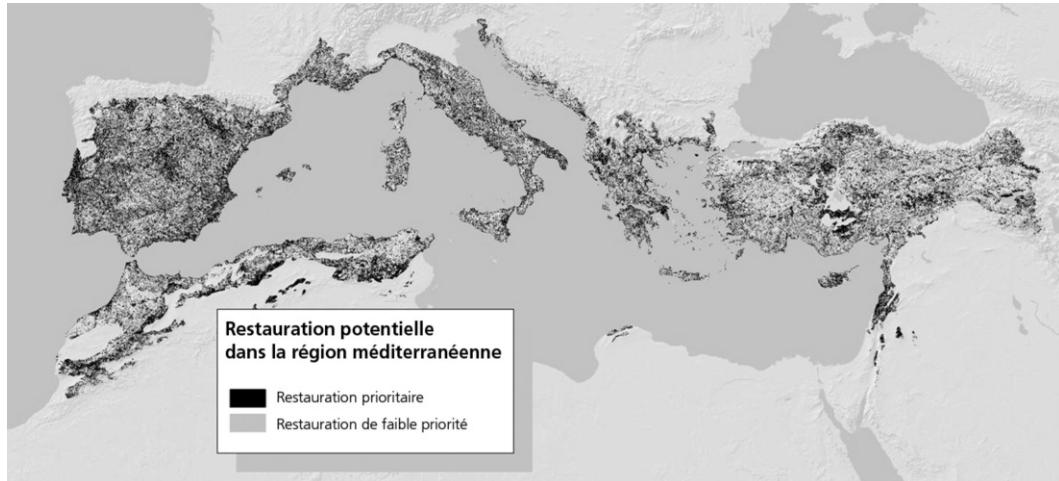
2. Zones à faible priorité de restauration : ces zones sont ciblées parmi les terrains qui montrent déjà quelque couverture forestière et où l'indice HFP a diminué. Ils sont constitués principalement de forêts ouvertes ; éga-

Fig. 7 :

Diagramme montrant la distribution du couvert arboré selon que l'indice HFP a augmenté ou diminué dans la zone correspondante.

Source : réalisation de l'auteur.





**Fig. 8 :**  
 Carte montrant les zones de restauration potentielle dans la région méditerranéenne.  
 1. Restauration prioritaire (noir)  
 2. Restauration de faible priorité (gris)  
 et 3. Aucune restauration (non représenté).  
 Source : réalisation de l'auteur.

lement de forêts mixtes à feuillus et conifères, ouvertes à fermées à couverture arboree autour de 15 % ou plus et pour lesquelles de ce fait un contrôle local de l'accessibilité et de la structure de végétation conditionne la faisabilité de la restauration.

3. Aucune restauration : zones dans lesquelles l'indice HFP n'a pas diminué et qui ne conviennent pas à la restauration, telles que les zones habitées et les forêts fermées.

En résumé, en additionnant les priorités 1 et 2, jusqu'à 80 054 780 hectares pourraient être potentiellement restaurés au niveau régional. Ceci représente 40,2 % de la région méditerranéenne telle que définie par les GEZ de la FAO (Cf. Fig. 8).

Des idées sur la manière dont ces zones pourraient être restaurées dans le court ou moyen terme pourraient être obtenues à partir d'un inventaire des initiatives en cours, des projets ou des politiques environnementales au niveau de chaque pays. En outre, les terrains récemment incendiés ou frappés par des catastrophes naturelles doivent être ciblés en priorité sur ces zones.

## Conclusions

Le travail innovant développé par la FAO utilisant les bases de données ouvertes, les logiciels libres et le « *cloud computing* » offrent de nouvelles perspectives pour l'aménagement des forêts et des ressources naturelles. Le travail collaboratif développé entre différentes institutions a produit des résultats de haute qualité et à grande échelle. Bien que les données GDA soit encore en cours de correction et de complément avec une collection de données additionnelles, elles ont démontré une puissance exception-

nelle pour les analyses régionales telles que celle présentée ici.

L'utilisation des outils de la FAO s'est montrée être très valable pour décrire l'état actuel des terrains forestiers et leurs changements, la grande diversité des écosystèmes aussi bien que l'importance et la présence des arbres dans la région méditerranéenne. Les estimations de zones de restauration forestière potentielle utilisant les données GDA et autres cartographies de couverture terrestre, s'élèvent à plus de 40 % de la région méditerranéenne et montrent des estimations plus élevées que les cartes de restauration précédentes (WRI, 2017) parce que nous incluons de nouvelles régions dans la partie orientale de la région méditerranéenne (c'est-à-dire la Turquie).

En conclusion, les outils de la FAO pourraient être mis en œuvre sur une base périodique en vue d'évaluer la mesure de la restauration forestière à l'échelle mondiale et également à des niveaux régionaux.

Pablo MARTÍN-ORTEGA  
 Luis GARCÍA-MONTERO  
 Cristina PASCUAL  
 Fernando GARCÍA-ROBREDO  
 Dpt. Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental, Universidad Politécnica de Madrid, E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Ciudad Universitaria S/N, Madrid 28040  
 ESPAGNE

Nicolas PICARD  
 Jean-François BASTIN  
 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome ITALIE

Nicole SIBELET  
 CIRAD, UMR INNOVATION 34398 Montpellier FRANCE  
 CATIE, IDEA, 7170 Turrialba COSTA RICA

Email:  
 marortpb@gmail.com

## Références

- Arino, O., Perez, J. J. R., Kalogirou, V., Bontemps, S., Defourny, P., & Van Bogaert, E. (2012) Global land cover map for 2009 (GlobCover 2009).  
 Bastin, J. F., Berrahmouni, N., Grainger, A., Maniatis, D., Mollicone, D., Moore, R., Patriarca, C., Picard, N., Sparrow, Ben., Abraham, E. M., Aloui, K., Atesoglu, A., Attore, F., Bassüllü, C., Bey, A., Garzuglia, M., García-Montero, L. G., Groot, N., Guerin, G., Laestadius, L., Lowe, A. J., Mamane, B., Marchi, G., Patterson, P., Rezende, M., Ricci, S., Salcedo, I., Sánchez-Paus Díaz, A., Stolle, F., Surappaeva, V. & Castro, R. (2017). The extent of forest in dryland biomes, *Science*, 356(6338), 635–638.

- Bey, A., Sánchez-Paus Díaz, A., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S., Bastin, J. F., Moore, R., Federici, S., Rezende, M., Patriarca, C., Turia, R., Gamoga, G., Abe, H., Kaidong, E., & Miceli, G. (2016). Collect Earth: Land Use and Land Cover Assessment through Augmented Visual Interpretation. *Remote Sensing*, 8 (10), 807.
- FAO (2014) Twenty-second session of the Committee on Forestry (COFO). FAO report. Rome
- FAO (2015a) Global Ecological Zones for FAO forest reporting: 2010 update. Forest Resources Assessment Working Paper 179.
- FAO (2015b) FRA 2015. Forest Resources Assessment Working Paper 180.
- FAO (2016) Trees, forests and land use in drylands. The first global assessment.
- Hansen, M. C., R. S. De Fries, J. R. G. Townshend, M. Carroll, C. Dimiceli, & R. A. Sohlberg (2003) Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: first results of the MODIS vegetation continuous fields algorithm. *Earth Interactions* 7:10.
- IPCC (2000) IPCC Special Report. Land Use, Land-Use change, and Forestry. Summary for policymakers.
- IUCN & WRI (2014) A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. IUCN, Gland, Switzerland. 125pp.
- Martínez, S., & Mollicone, D. (2012). From land cover to land use: A methodology to assess land use from remote sensing data. *Remote Sensing*, 4(4), 1024-1045.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 51(11), 933-938.
- Palahi, M., Mavšar, R., Gracia, C., & Birot, Y. (2008). Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review*, 10(4), 676-688.
- Soutsas, K. P., Papageorgiou, A. C., Tampakis, S., Arabatzis, G. & Kasimiadis, D. (2004) The concept of forest landscape restoration in the Mediterranean basin. *New Medit*, 3(4), 57-62
- UNEP-WCMC. (2007). A spatial analysis approach to the global delineation of drylands areas of relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Subhumid Lands. Dataset based on spatial analysis between WWF terrestrial ecoregions and aridity zones.
- WRI (2017, May 11). *Atlas of Forest and Landscape Restoration Opportunities*. Retrieved from <http://www.wri.org/resources/maps/atlas-forest-and-landscape-restoration-opportunities>
- Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., Possingham, H. P., Laurance, W. F., Wood, P., Fekete, B. M., Levy, M. A. & Watson, J. E. M. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications*, 7.

## Résumé

---

L'évaluation globale des zones arides développée par l'Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture (FAO) représente un travail collaboratif entre institutions qui a amélioré notre connaissance sur la couverture arborée et sur les forêts à un niveau de détails supérieur à celui atteint précédemment avec des techniques de télédétection. L'estimation porte sur 47% des forêts des zones arides jamais recensées auparavant. Ici nous analysons quelques unes des caractéristiques des forêts et des arbres dans les zones arides de la région méditerranéenne et examinons les opportunités pour la restauration forestière de l'ensemble de données GDA. Les zones arides de la région méditerranéenne s'élèvent à 147 millions d'hectares. GDA a inventorié 6 492 placeaux de 0,5 ha dans cette région et la forêt est présente dans 16% des placeaux. Les données ont aussi confirmé l'importance de la présence d'arbres dans les environnements humains hors forêt, avec des valeurs de 29% de couvert arboré dans les cultures et de 58% dans les zones habitées. En utilisant les données du GDA et d'autres cartes d'utilisation des sols, l'extension des zones de restauration forestière potentielle a été calculée, s'élevant à 80 millions d'hectares représentant 40% de la région méditerranéenne. Ces résultats font ressortir l'importance des outils développés par la FAO et le besoin de leur mise en œuvre dans le contrôle et la restauration des forêts.

## Summary

---

The Global Drylands Assessment (GDA), developed by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), represents a collaborative work between institutions that has increased our knowledge of tree cover and forests with a level of detail higher than previously achieved with remote sensing techniques. The estimates show up to 47% of forest in the world's drylands never reported before. Here, we analyze some of the features of forests and trees in the drylands of the Mediterranean region and explore opportunities for forest restoration using the GDA dataset. Drylands in the Mediterranean region account for 147 million ha. The GDA surveyed 6,492 plots of 0.5 ha in this region and forest land was detected in 16% of the plots. The data also confirmed the importance of tree presence in human environments outside forests with values of 29% of tree cover in croplands or up to 58% in settlements. Using GDA data and other land use maps, the extent of areas for potential forest restoration were calculated, accounting for 80 million ha which accounts for 40% of the Mediterranean region. These results highlight the importance of FAO developed tools and the need for their implementation in forest monitoring and restoration.