

Laboratoire de Géomorphologie Environnement et Société  
Revue Paysages Géographiques



**Les Forêts des Zones Sèches**  
Entre curiosité scientifique et capital de  
restauration socioécologique



Paysages Géographiques



Les Forêts des Zones Sèches

**Paysages Géographiques**  
**Les Forêts des Zones Sèches**  
Entre curiosité scientifique et capital de  
restauration socioécologique

Dépôt légal : 2017MO5074

ISBN : 978-9981-916-42-5

ISSN : 2605-5848

Tous droits réservés ©.

N° 4 - décembre 2017

Coordination

Farid EL WAHIDI – Abderrahim BENALI

N° 4 - Décembre 2017

# Les Forêts des Zones Sèches

Entre curiosité scientifique et capital de  
restauration socioécologique

Revue  
Paysages Géographiques

N°4

Auteur  
Laboratoire de Géomorphologie Environnement et Société

Edition : Décembre 2017

Dépôt légal : 2017MO5074

ISBN : 978 – 9981 – 916 – 42 - 5

ISSN : 2605 - 5848

Tous droits réservés ©.

# Revue Paysages Géographiques

---

---



Numéro publié par

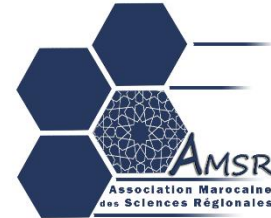
Laboratoire de Géomorphologie,  
Environnement et Société – FLSH  
Marrakech



Laboratoire de Géomorphologie, Environnement et Société  
مختبر الجيومرفلوجيا، البيئة والمجتمع

En partenariat avec

Association Marocaine des  
Sciences Régionales (AMSR)



## Comité de Lecture

Pr. Abderrahim Benali - UCA  
Pr. Abdelatif Khattabi - ENFI  
Pr. Farid El Wahidi - UCA  
Dr. Tarik Belghazi - CRF  
Pr. Mohamed Mansoum – UCA  
Pr. Fatiha Mouafak - UCA  
Pr. Mohamed Gallad - UCA  
Pr. Said Azioui – UCA

## Photo de Couverture et des Planches

Pr. Farid El Wahidi

---

---

Laboratoire de Géomorphologie et Environnement  
Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Marrakech  
Quartier Amerchich B.P. 40040

---

---

Les recherches publiées dans la revue reflètent les opinions de leurs auteurs.

## Table des Matières

### *Les Agroécosystèmes dans les Aménagements Forestiers*

- *Les partenariats public-privé comme approche de restauration des agroécosystèmes, cas de l'arganeraie. Farid El Wahidi, Abderrahim Benali, Fouad Mounir et Said Lahssini.* [P. 7 -.23]
- *Etude de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Ourika entre 1984 et 2014. Abdellatif Khattabi, Said Lahssini, Reda Rihane et Nabil Rifai.* [P. 24 -.37]
- *نوي الحقوق: بين حق الانتفاع وشروط المساهمة في التنمية، حالة غابة آيت ويرة بأطلس القصيبة. الشرقاوي مراوي، بنعلي عبد الرحيم.* [P. 39 -.51]
- *Analyse de la vulnérabilité environnementale dans le contexte des changements climatiques- cas du bassin versant de l'Ourika. Said Lahssini, Abdellatif Khattabi et Driss Laaroussi.* [P. 53 -.65]
- *Vers un aménagement récréatif et paysager de la forêt Marocaine : Cas de la subéraie de Maamora et de l'arganeraie de Mesguina. Said Laaribiya, Halim Ouhaddou, Assmaa Alaoui et Najib Gmira.* [P. 66 -.82]

### *Les Formations Forestières et Pré-forestières Etat des Lieux et Dynamiques*

- *Evaluation de l'état des formations végétales forestières dans le bassin versant de l'Ourika dans une optique de restauration des espaces dégradés. Etienne Nduwayo, Abdenbi Zine El Abidine, Abdellatif Khattabi et Ahmed Ouhammou.* [P. 84 -.97]
- *Estimation de la biomasse et de la quantité de carbone dans un jeune peuplement d'Arganier dans la commune rurale d'Imgrad (Province d'Essaouira). Said Ali Ouswati, Said El Messoussi, Tarik Belghazi, Abderrahmane Lahrouni, Hassan Chakib, Said EL Mercht et Rachid Kessa.* [P. 98 -.108]
- *دينامية المجال الغابوي بحوض تاكلفت: بين الهشاشة الطبيعية وأفاق التهيئة الغابوية. محمد رزقي، عبد الرحيم بنعلي، فريد الواحدي، فتيحة موفق.* [P. 110 -.125]
- *Modélisation des effets de la sécheresse sur la dégradation de l'arganeraie dans la commune rurale d'Imin'Tlit (Province d'Essaouira). Abderrahmane Hachmi, Said El Messoussi, Rachid Kessa, Abderrahmane Lahrouni, Hassan Chakib, Tarik Belghazi et Said EL Mercht.* [P. 127 -.137]
- *Itinéraire de production de plants de cyprès de l'Atlas en pépinière pour la restauration des zones arides. M.A. El Alaoui El Fels, Farid El Wahid et Y. Arjouni.* [P. 138 -.150]

## *La Restauration Ecologique en Milieux arides Techniques et Défis*

- *Évaluation écophysiological de la résistance à la sécheresse des plants du cyprès de l'Atlas (Cupresus atlantica Gaussen). Abdenbi Zine El Abidine, Mohamed Bouderrah, Ahmed Moustahssen, Mohammed S. Lamhamedi et Younes Abbas.* [P. 152 -.163]
- *Valorisation des microorganismes du sol dans la restauration durable des écosystèmes forestiers marocains. Younes Abbas., Said EL Mrabet. et Abdenebi Zine El Abidine.* [P. 164 -.177]
- *Comportement germinatif et ravageurs des graines de quelques espèces du genre Acacia utilisées dans la réhabilitation des zones arides. M.A. El Alaoui El Fels, Said El Mercht.* [P. 178 -.192]
- *Changement climatique et restauration des écosystèmes forestiers marocains : apport de la modélisation de la distribution d'espèces (cas du chêne liège). Said Moukrim, Said Lahssini, Mustapha Naggar, Farid El Wahidi, Hicham Mharzi Alaoui, Moustapha Arahou et Laïla Rhazi.* [P. 193 -.206]
- *Evaluation de la qualité de la végétation ripisylve pour une contribution à la lutte contre les inondations : Cas de l'oued Ourika (Haut-Atlas, Maroc). Mostafa Alaoui Lamrani, Biao Affo et Abdellatif Khattabi.* [P. 207-.217]

# **Analyse de la vulnérabilité environnementale dans le contexte des changements climatiques - cas du bassin versant de l'Ourika**

Said Lahssini<sup>(1)</sup>, Abdellatif Khattabi<sup>(1)</sup> et Driss Laaroussi<sup>(2)</sup>

## **Résumé**

Ce travail a pour objectif d'évaluer la vulnérabilité environnementale dans le contexte des changements climatiques au niveau du bassin versant de l'Ourika (BVO). Il sous-tend constituer un préalable à la restauration des services écosystémiques et aider les décideurs à asseoir une gestion adaptée des ressources naturelles du bassin versant dans le contexte des changements climatiques. La vulnérabilité a été appréciée au moyen de l'Indice de Vulnérabilité Environnementale (EVI). L'EVI agrège les valeurs de 50 indicateurs préalablement calculés et standardisés. Ces indicateurs renseignent sur les grandeurs ou les tendances de plusieurs composantes permettant d'apprécier la vulnérabilité environnementale. Le calcul de l'EVI pour le BVO a permis de relever sa forte vulnérabilité avec un score de 355. Les scores obtenus ont permis de classer les secteurs vulnérables par ordre d'importance et de priorité : i- santé humaine, ii-eau, iii- biodiversité, iv- agriculture, v- exposition aux désastres naturels, vi-changements climatiques, et vii- désertification. Les résultats de ce travail démontrent que la dégradation des ressources naturelles explique davantage la vulnérabilité environnementale de la zone et impose des actions de restauration pour maintenir les services écologiques fournis par les écosystèmes forestiers. Les conclusions obtenues serviront à alimenter la réflexion et à orienter l'action publique pour renforcer la résilience du milieu naturel.

**Keywords :** Vulnérabilité environnementale, ressources naturelles, changements climatiques, BV-Ourika, EVI.

---

<sup>1</sup> Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé.

<sup>2</sup> Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts.

# 1. Introduction

Les changements climatiques auraient pour conséquences la dégradation de l'environnement naturel, de la productivité agricole, de la sécurité alimentaire et de l'instabilité sociale ; ils constitueraient un important challenge à relever pour les politiques publiques (Schilling et al., 2012). A ce challenge se pose la question de choix politiques qui pourraient constituer des réponses d'adaptation pertinentes et appropriées au contexte étudié (Ben Salem, 2013). En se focalisant sur les mécanismes facilitant de s'adapter, dépasser ou se réhabiliter suite à des événements extrêmes (aléas), ces choix ne doivent pas se baser uniquement sur la compréhension des risques et leurs impacts éventuels mais doivent s'intéresser aux systèmes soumis aux risques et à leur capacité de réponse en vue d'établir des priorités politiques en matière d'allocation des ressources à la réduction de la vulnérabilité (Ribot, 1995; Clark et al., 2000; Luers et al., 2003).

La vulnérabilité est définie ici comme le degré de dommages pouvant affecter des systèmes humains ou environnementaux suite à une perturbation ou à un stress (Kasperson et al., 2003; Turner et al., 2003a). Elle constitue ainsi la résultante de l'exposition aux risques et stress, et la capacité d'y faire face (Chambers, 1989). L'analyse de la vulnérabilité doit donc être conduite selon ces deux dimensions : capacité (insécurité, absence de défense ainsi que la capacité à anticiper, à faire face, à résister, et à se remettre de l'impact d'un danger) et l'exposition (le risque qu'un tel événement peut produire) (Adger, 1996 ; Bohle, 2001). Dans ce sens, ce n'est pas uniquement l'exposition aux risques et aux perturbations qui la définit mais aussi la sensibilité et la résilience du système qui connaît de tels risques (Turner et al., 2003). Ces risques, peuvent avoir différentes origines (environnemental, socio-économique, physique et politique) et peuvent être appréhendés à différents niveaux spatiaux d'analyse micro (ménage), méso (régional) et macro (pays) (Naudé et al., 2012).

Faire face aux impacts des changements climatiques suppose un processus itératif de gestion des risques qui prend en considération les mesures d'atténuation ainsi que les mesures d'adaptation. Il doit tenir compte des dommages et des avantages connexes, de la durabilité, de l'équité et de l'attitude à l'égard des risques (GIEC, 2007 ; Khattabi et al., 2014), et se baser sur l'évaluation de la vulnérabilité pour adopter des choix politiques dûment raisonnés.

Du fait que la vulnérabilité n'est pas un phénomène qui peut être directement observé, il est difficile de définir des critères et indicateurs permettant de la quantifier (Downing et al., 2001). Plusieurs auteurs ont essayé de développer des cadres

conceptuels pour évaluer la vulnérabilité. Ces cadres se basent sur les trois grandes dimensions de la vulnérabilité, à savoir l'exposition, la sensibilité et l'adaptation / résilience. Ainsi différents métriques quantitatifs et qualitatifs ont été proposés et appliqués (*e.g.* Stephen and Downing, 2001; Schellnhuber et al., 1997; Petschel- Held *et al.*, 1999; Pritchett *et al.*, 2000). Luers *et al.*, 2003 ont présenté les principales méthodes de quantification ; la méthode la plus commune se base sur un jeu d'indicateurs ou de variables proxy qui renseignent sur les tendances des différentes composantes de la vulnérabilité. Naudé *et al.* (2012) ont synthétisé les principales caractéristiques que devraient revêtir des mesures de la vulnérabilité. Il s'agit de : i) capacité prédictive ; ii) vulnérabilité mise en relation avec des « outcome » socialement acceptables ; iii) renseignement des causes de la vulnérabilité et les composantes des risques ; iv) portant préférentiellement sur une cause unique de la vulnérabilité ; v) prenant en considération la dynamique de la vulnérabilité non seulement au préalable de la catastrophe mais pendant et après sa survenance ; et vi) résilience du système et ses mécanismes de réaction suite à la survenance d'une catastrophe (Cannon *et al.* 2003, Alwang *et al.*, 2001, Gunther et Harttgen, 2006, Cannon, 2007 ; Birkmann, 2007, Naudé *et al.*, 2012).

Parmi ces critères composites et qui sont très utilisés figure celui développé par la SOPAC (*South Pacific Applied Geosciences Commission*) désigné par l'indice de vulnérabilité environnemental (EVI). Cet indice est composé de 5 variables catégorisées en indicateurs de dégradation, résilience, et exposition (Briguglio, 1995; Kaly et al., 2002). Il a été utilisé au Maroc pour apprécier le profil de vulnérabilité du pays (Banque Mondiale, 2013) et pour analyser la vulnérabilité au niveau du bassin versant de Theddart (Tchokpon, 2010), du bassin versant du Rheraya (Rochdane, 2013) et des Oasis de Tafilelt (Ben Salem, 2013).

Le Maroc, de par son climat méditerranéen et de par l'acuité des changements climatiques auxquelles il serait assujéti, se trouve dans une position très vulnérable (Anonyme, 2001). La vulnérabilité constitue l'aboutissement de changements dans des systèmes socio-écologiques couplés (Benett et Balvenca, 2007 ; Barnett et al., 2008). Elle est différente et différenciée spatialement et se trouve exacerbée dans les zones de montagnes. L'exemple particulier du bassin versant de l'Ourika peut être souligné. D'importantes crues y ont été enregistrées en 1925, 1949, 1967, 1980, 1995 et 1999. Ces deux dernières ont causés les dégâts les plus importants ; la crue d'Août 1995 a eu, en plus des dégâts matériels s'élevant à près de 70 millions de Dh, plus de 210 personnes disparues dont la plupart sont des touristes.

L'Ourika, faisant déjà partie des zones de montagnes, en retard de développement, est caractérisée par sa fragilité environnementale : couvert végétal faiblement dense et parfois dégradé, sols fragiles et friables avec 75% de la superficie du BVO ayant une sensibilité élevée à très élevée (Meliho *et al.*, 2016), ressources en eau peu abondantes en montagne, constructions d'habitats et d'infrastructures dans des zones inondables, ...etc. Ce milieu sensible est soumis à des événements météorologiques extrêmes, plus particulièrement les crues et les inondations. L'impact de ces événements se trouve amplifié par un certain nombre de pressions anthropiques (Rihane *et al.*, 2016).

Sur un autre registre, les projections climatiques futures s'accordent que des changements climatiques (CC) préludent, pour le bassin versant de Tensift, d'une tendance à l'augmentation des températures, du changement des extrêmes thermiques, de la baisse du cumul pluviométrique et de la réduction du nombre de journées pluvieuses avec une plus grande probabilité de récurrence d'événements extrêmes (Babqiqi et Messouli, 2013 ; Driouech *et al.*, 2016).

Si les effets des CC sont bien élucidés et leurs impacts sont bien documentés, la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique à même d'atténuer les risques de catastrophes qui guettent la zone deviennent de plus en plus urgente. Celle-ci impose l'évaluation de la vulnérabilité environnementale pour mieux ancrer le souci des impacts potentiels des changements climatiques dans les processus de la planification. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui vise l'évaluation de la vulnérabilité de l'environnement au niveau du bassin versant de l'Ourika, d'expliquer la vulnérabilité/résilience de l'environnement du bassin versant en se basant sur le degré d'exposition de l'environnement aux aléas; et de contribuer à la compréhension des enjeux liés aux extrêmes climatiques dans la zone en vue d'éclairer la prise de décision.

## **2. Matériels et méthodes**

### **2.1. Zone d'étude**

Le travail a concerné le bassin versant de L'Ourika qui couvre une superficie d'environ 576 km<sup>2</sup>. Ce bassin versant est situé dans le Haut Atlas central (figure 1) et constitue un sous bassin atlasique du grand bassin versant du Tensift. Il est limité au sud par le haut bassin de l'Oued Souss, au nord par la plaine du Haouz, à l'est par le bassin versant de Zat et à l'ouest par le bassin versant de la Rhéraya (Saidi *et al.* ; 2012). Environ 90% de la surface du bassin relève de la province d'Al Haouz, le reste se trouve dans les territoires des provinces d'Ouarzazate et de Taroudant.

Le relief dans la zone est très accidenté. Les pentes sont fortes à très fortes avec une moyenne de l'ordre de 35%. La surface du bassin est à 75% située à une altitude entre 1600 et 3200m. Le bioclimat du bassin versant est caractérisé par une variabilité spatiotemporelle allant du semi aride tempéré au subhumide à hivers frais. La pluviométrie peut dépasser les 700 mm par an sur les hauts sommets (Doukkali, 2003). Des orages fréquents entre les mois de juillet et octobre, causant des dégâts importants au niveau des vallées, caractérisent le bassin versant.

La densité de la population du bassin est de 115 habitants/Km<sup>2</sup> (Bouarais, 2015). La population vit principalement de l'agriculture, l'élevage et le tourisme. Les pressions engendrées par les activités anthropiques concourent à la dégradation de l'environnement (eau, forêt, sol..) du bassin.

Le bassin fait partie des zones montagneuses marginalisées, sous-équipées et où les problèmes d'environnement sont le corollaire de la combinaison de l'agressivité climatique, la fragilité du milieu physique, la précarité des populations qui y vivent et le dérèglement des systèmes de production, de consommation et de gestion de l'espace. La conjugaison des effets de l'action anthropique, la configuration physique du terrain et le caractère orageux des précipitations accroît la vulnérabilité aux crues et inondations qui s'intensifient dans le contexte actuel des changements climatiques.

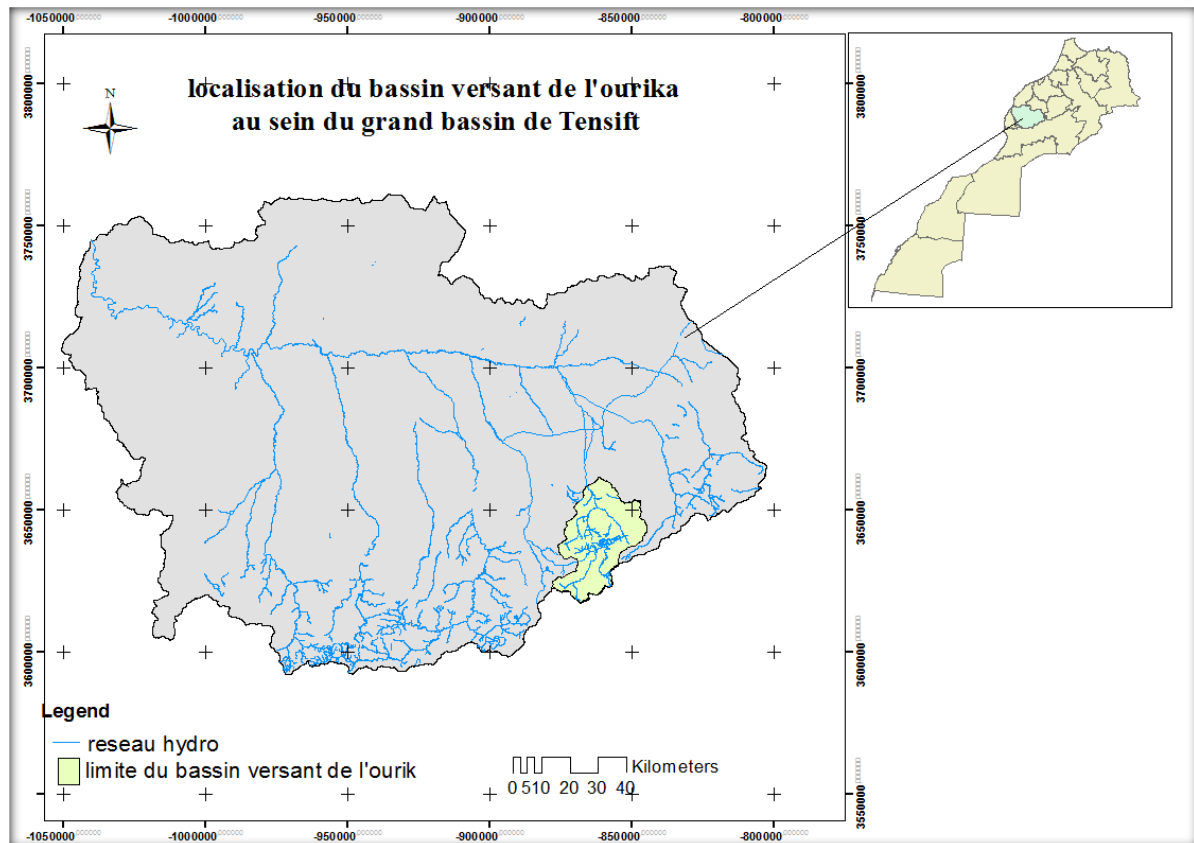


Figure 1. Situation géographique du bassin versant de l'Ourika.

## 2.2 Approche méthodologique

L'approche dévaluation de la vulnérabilité a été basée sur le recours à L'EVI (Kaly et al., 2004). Cet indice prend en compte les trois aspects de la vulnérabilité : environnementaux, économiques et sociaux en considérant les composantes de la vulnérabilité à savoir : i) les risques liés aux aléas ; ii) la résistance ; et iii) la vulnérabilité acquise (dommage). La première composante a trait à la probabilité des risques (32 indicateurs), ils caractérisent la fréquence et l'intensité des aléas. Les deux dernières apprécient la capacité de l'environnement à supporter les effets de ces risques et comportent 8 indicateurs de résistance et 10 qui mesurent les dommages (Kaly et al. 2004).

Les indicateurs de l'EVI ont été renseignés au moyen de données climatiques, géologiques, géographiques, économiques et sociodémographiques. Ces données sont collectées de la documentation existante, ou par enquêtes auprès de différentes parties prenantes.

Les indicateurs de l'EVI sont standardisés sur une échelle de gravité graduée de 1 à 7 (très faiblement vulnérable (1), faiblement vulnérable (2), moyennement vulnérable (3), vulnérable (4), hautement vulnérable (5), très hautement vulnérable (6) et extrêmement vulnérable (7)). Ces indicateurs sont ensuite agrégés en leur accordant un même facteur de poids. Selon les valeurs de l'EVI, une zone est dite extrêmement vulnérable, hautement vulnérable, vulnérable ou à risque si son score global est supérieur à 365, 315, 265, 215 respectivement. Elle est classée résiliente, si son score est inférieur à 215.

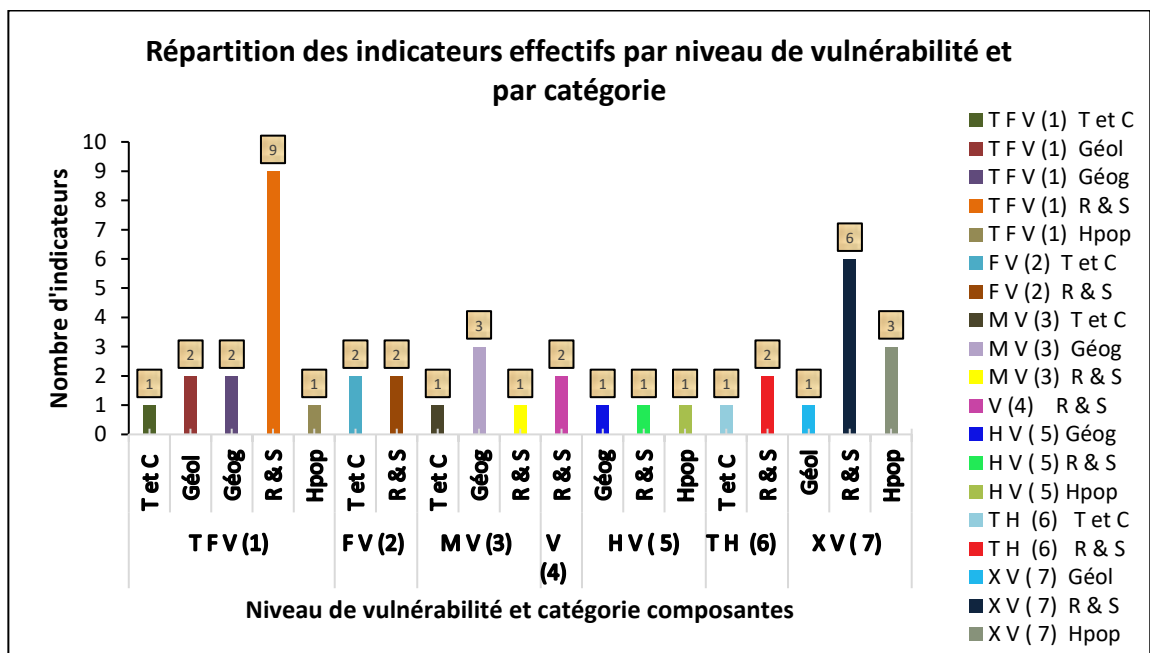
## 3. Résultats et discussion

Quarante-deux indicateurs parmi les 50 indicateurs de l'EVI, ont été compilés selon les trois composantes de la vulnérabilité (exposition, dégradation et résilience), et utilisés pour calculer le profil de vulnérabilité du site étudié. Il en ressort un score global de vulnérabilité environnementale de l'ordre de 355 ; ce qui positionne la région comme hautement vulnérable. La répartition inégale des indicateurs de l'EVI par sous indices (par ordre d'importance : risques, dégradation, résistance) permet d'affecter des poids, *i.e.*, importance, différents à chacune des composantes.

Les scores représentent les données numériques du modèle EVI (Kaly et al., 2004). Leur ventilation par catégories : temps et climat, ressources et services, géologie, géographie, population humaine, pour le bassin versant de l'Ourika est illustrée dans la figure 2. Il en ressort que le niveau de vulnérabilité dépend de la catégorie ; les

ressources et services se positionnent en tête de liste en termes de nombre d'indicateurs très faiblement vulnérables et d'indicateurs extrêmement vulnérables.

Pour la catégorie temps et climats, la vulnérabilité du bassin s'explique en grande partie par la très haute vulnérabilité de l'indicateur des périodes humides. L'excès de pluie serait l'effet des changements climatiques qui aurait le plus d'impact sur l'accroissement de la vulnérabilité. Selon ce résultat, il est clair que le risque d'inondation a augmenté d'une manière importante, sur toute l'étendue du bassin. Pour la catégorie géographie, l'indicateur dispersion, qui traduit la fragmentation du milieu naturel et la dispersion au niveau de la zone, a été qualifié de hautement vulnérable. Les indicateurs relatifs aux ressources et services sont clairement liés aux indicateurs de la perte de biodiversité et de l'agriculture ainsi qu'aux espèces introduites et endémiques qui ont été qualifiés d'extrêmement vulnérables. Ceci trouve sa justification dans le fort taux d'endémisme caractérisant le Haut Atlas ainsi qu'aux menaces inhérentes aux activités anthropiques.



T et C = Temps et climat ; Géol = géologie ; géog = géographie ; Hpop = population humaine ; R & S= ressources et services ; T F V (1) = très faiblement vulnérable ( score 1 ) ; Faiblement vulnérable(2)=(score 2) ; M V (3) = moyennement vulnérable ( score 3) ; V ( 4) = vulnérable ( score 4) ; H V ( 5) = hautement vulnérable (score 5) ; T H V (6) = très hautement vulnérable ( score 6) ; X V (7) = extrêmement vulnérable ( score 7).

**Figure 2.** Répartition des indicateurs effectifs du bassin versant de l'ourika par niveau de vulnérabilité et par catégorie.

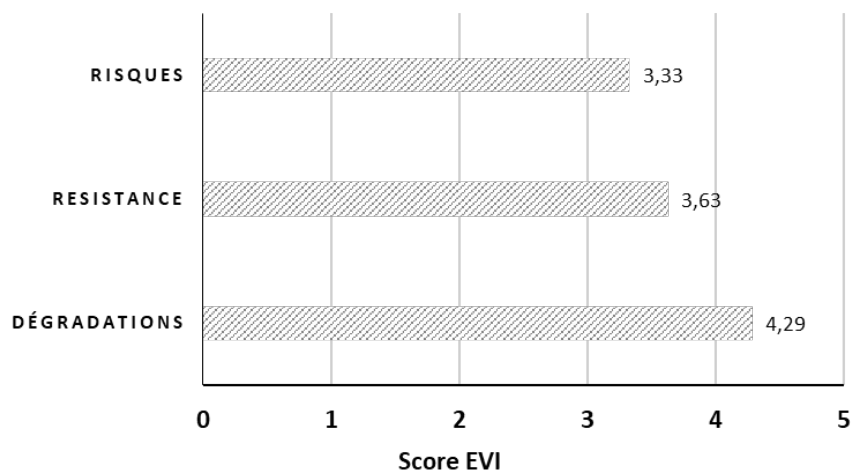
La biodiversité et les services écosystémiques sont profondément altérés en raison de la surexploitation des ressources et de l'introduction d'espèces invasives dans la

région, surtout avec le développement de l'arboriculture sur toute l'étendue du bassin et qui s'accompagne d'un usage excessif de produits phytosanitaires pour lutter ou se prémunir d'attaques pathogènes. La chasse et le braconnage représentent les menaces majeures sur la faune. Sur un autre registre, le changement climatique aura aussi un impact sur la biodiversité, il modifie notamment la répartition des espèces, les cycles phénologiques, ...etc. Le groupe d'indicateurs 'population humaine' renseigne sur la pression anthropique sur les ressources naturelles. Le taux d'accroissement élevé associé à la densité de la population fait en sorte que l'environnement du bassin soit extrêmement à hautement vulnérable. Cette vulnérabilité est amplifiée davantage par une extrême vulnérabilité du secteur du tourisme caractérisé par l'affluence dans la zone d'un nombre important de visiteurs (qui peut atteindre les 10 000 visiteurs/jours).

Il en va sans dire que l'expansion des constructions d'habitation ou de services avec parfois empiétement sur les milieux naturels et sans respect des spécificités en termes d'architecture ou de matériaux de construction utilisés et les diverses pollutions engendrées ne sont que quelques-unes des tendances qui détériorent considérablement le patrimoine culturel et naturel du bassin versant de l'Ourika. Ceci associé aux fortes pressions exercées sur les ressources du bassin, accélèrent les processus de dégradation de l'environnement et des ressources naturelles qu'il abrite. L'interaction homme-nature constitue une première source de vulnérabilité au niveau du bassin versant.

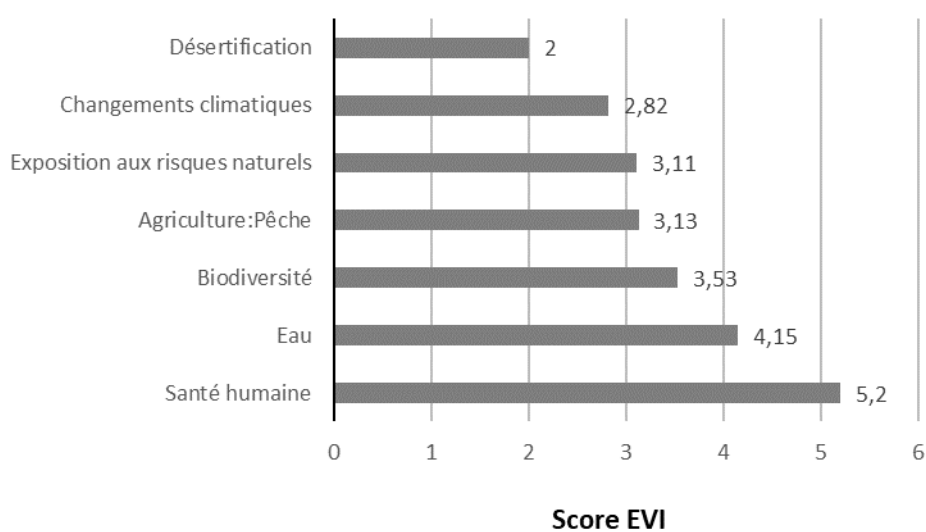
En parallèle à la répartition des indicateurs selon les catégories, leur répartition selon les composantes de la vulnérabilité est illustrée par la figure 3. Le profil de vulnérabilité montre que la composante dégradation dispose du score le plus élevé suivi de la résilience et en dernier lieu interviennent les risques. Ainsi, la dégradation des ressources naturelles explique davantage la vulnérabilité environnementale de la zone.

Le profil de vulnérabilité du bassin met en exergue une plus importante contribution des indicateurs de biodiversité dans l'explication de la vulnérabilité. Ceux-ci contribuent par un poids de près de 38 % dans la vulnérabilité du bassin versant et comportent les indicateurs relatifs à : la sécheresse, les terres inondables, la fragmentation des écosystèmes, l'endémisme, les espèces menacées, les pertes du couvert végétal, la dégradation des sols.



**Figure 3.** Aspects de la vulnérabilité (Les indicateurs de vulnérabilité environnementale incluent : les indicateurs de risques pour l'environnement (ERI), les indicateurs de la résistance intrinsèque (IRI), et les indicateurs de la dégradation de l'environnement (EDI)).

Sur la base de l'analyse du profil de vulnérabilité, les grands axes de la politique d'intervention au niveau du bassin versant de l'Ourika pour réduire sa vulnérabilité sont présentés à la figure 4. Les secteurs prioritaires sur lesquels il faudrait agir d'urgence sont, par ordre décroissant d'importance, la santé humaine, l'eau, la biodiversité, l'agriculture/pêche, les expositions aux catastrophes naturelles, changements climatiques, et enfin la désertification. Ces axes d'intervention permettraient d'améliorer les conditions de vie des populations, de réduire leur vulnérabilité et d'augmenter la résilience de l'environnement.



**Figure 4.** Vulnérabilité par axe politique d'intervention.

## 4. Conclusion

Le Bassin versant de l'Ourika est une zone hautement vulnérable. Avec un score de 355, le bassin dépasse de loin la valeur moyenne nationale. L'analyse a montré que l'interaction Homme-nature constitue la principale cause de vulnérabilité de l'environnement. Elle impose d'entreprendre de toute urgence des mesures visant l'amélioration des conditions de la santé humaine, des eaux et la biodiversité pour réduire la vulnérabilité du bassin versant.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet GIREPSE ([www.gire-pse.com](http://www.gire-pse.com)) financé par le Centre de Recherche et de Développement International, Canada.

## Références bibliographiques

- Adger W.N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16 (3): 268-281.
- Alwang et al., 2001, Alwang, J., Siegel, P. B. & Jorgenson, S. 2001. Vulnerability: A View from Different Disciplines, Social Protection Discussion Paper 0115 (Washington, DC: World Bank).
- Anonyme, 2001. Première Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Rapport du ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement, Maroc. 100p.
- Babqiqi A. et Messouli M., 2013. Simulation of climate and its implication on agriculture in Morocco using Statistical DownScaling. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*. Volume 2, Issue 5: Page No.83-96. ISSN: 2278-5299.
- Banque Mondiale, 2013. Développement d'un concept d'Indice de Vulnérabilité au Changement Climatique et Environnementale au Niveau Régional. Programme d'Appui Analytique à la Stratégie Changement Climatique du Maroc P-ESW 113768. Note de Stratégie n. 2, Décembre 2013. Département du développement durable (MNSSD) Région Moyen-Orient et Afrique du Nord. 80 p. disponible sur : <http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/901531468275972746/pdf/875600WPO11370erabilite0Climatique.pdf> . Consulté le 15/06/2016
- Barnett, Lambert and Fry. 2008. The Hazards of Indicators: Insights from the Environmental Vulnerability Index. *Annals of the Association of American Geographers*
- Ben Salem A., 2010. Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques dans les oasis de la région de Tafilalet. Thèse de doctorat. Université Cadi Ayad-Marrakech.

- Ben Salem A., Messouli M., Yacoubi-Khebiza M. 2010. Evaluation de la vulnérabilité éco-environnementale et adaptation aux changements climatiques dans la région de Tafilalet (Sud Est du Maroc). Rencontre régionale : Adaptation aux changements climatiques au Maghreb : Bilan et perspectives. Casablanca, Maroc.
- Benett E.M., Balvanera, P. 2007. The future of production systems in a globalized world. *Frontiers Ecology Environment* 2007; 5(4):pp. 191–198
- Birkmann, J., 2007. Assessing vulnerability before, during and after a disaster of natural origin: a case study of the tsunami in Sri Lanka and Indonesia, paper presented at the UNU-WIDER Conference on Fragile States-Fragile Groups, Helsinki, 15-16 June.
- Bohle, H.G., Downing, T.E., Watts, M., 1994. Climate change and social vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity. *Global Environmental Change* 4 (1), pp. 37–48.
- Bouarais, S., 2015. Contribution à la compréhension des enjeux environnementaux et les jeux d'acteurs qui conditionnent l'exploitation et la gestion des ressources naturelles dans le bassin versant de l'Ourika. MEMOIRE DE 3ème CYCLE, Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé.
- Briguglio, L., 1995. Source of this description: small island developing states and their economic vulnerabilities. *World Development* 23 (9), 1615–1632.
- Cannon, T., 2007. Reducing people's vulnerability to natural hazards: communities and resilience, paper presented at the UNU-WIDER Conference on Fragile States-Fragile Groups, Helsinki, 15-16 June.
- Cannon, T., Twigg, J. & Rowell, R., 2003. Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters, Report for DFID's Conflict and Humanitarian Assistance Department and Sustainable Livelihood Office (London: DFID), en ligne : [www.benfield.org/disaster\\_studies/projects/socv\\_uln\\_sustlive.pdf](http://www.benfield.org/disaster_studies/projects/socv_uln_sustlive.pdf).
- Chambers, R., 1989. Vulnerability, coping and policy. *Institute of Developmental Studies Bulletin* 20, 1–7.
- Clark, W.C., Jäger, J., Corell, R., Kasperson, R., McCarthy, J.J., Cash, D., Cohen, S.J., Desanker, P., Dickson, N.M., Epstein, P., Guston, D.H., Hall, J.M., Jaeger, C., Janetos, A., Leary, N., Levy, M.A., Luers, A., MacCracken, M., Melillo, J., Moss, R., Nigg, J.M., Parry, M.L., Parson, E.A., Ribot, J.C., Schellnhuber, H.-J., Seielstad, G.A., Shea, E., Vogel, C., Wilbanks, T.J., 2000. Assessing vulnerability to global environmental risks. Report of the Workshop on Vulnerability to Global Environmental Change: Challenges for Research, Assessment and Decision Making, Warrenton, VA. Research and Assessment Systems for Sustainability Program Discussion Paper 2000-12. Environment and Natural Resources Program, Belfer Center for Science and International Affairs (BCSIA), Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, MA.
- Doukkali O., 2003. Evaluation de la longévité et de la performance des techniques de conservation des eaux et des sols dans le bassin versant de l'Ourika- DREF du Haut Atlas-Maroc. Mémoire de 3ème cycle ENFI, Salé, Maroc, 113 p.

- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y., Stephen, L., 2001. *Climate Change Vulnerability: Linking Impacts and Adaptation*. University of Oxford, Oxford.
- Driouech F., El Rhaz K., Badī W., 2016. *Changements climatiques au Maroc : Evolutions observées et futures du climat au niveau du bassin de Tensift*. Rapport Interne, Projet GIREPSE.
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques : les bases scientifiques physiques*. Groupe de travail I, Quatrième Rapport d'évaluation, Résumé à l'intention des décideurs, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2 février, Paris, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- Gunther et Harttgen, 2006, Gunther, J. & Harttgen, K., 2006. Estimating households vulnerability to idiosyncratic and covariate shocks : A Novel Method Applied in Madagascar. *World Development*, 37(7), pp. 1222-1234
- Kaly, U., Pratt, C., Howorth, R., 2002. A framework for managing environmental vulnerability in Small Island Developing States. *Development Bulletin* 58, 33–38.
- Kaly, U.L., Pratt, C.R. and Mitchell, J. 2004. *The Demonstration Environmental Vulnerability Index (EVI) 2004*. SOPAC Technical Report 384.
- Kasperson, J.X., Kasperson, R.E., Turner II, B.L., Schiller, A., Hsieh, W.H., 2003. Vulnerability to global environmental change. In: Diekmann, A., Dietz, T., Jaeger, C., Rosa, E.S. (Eds.), *The Human Dimensions of Global Environmental Change*. MIT, Cambridge, forthcoming.
- Khatabi A., Chriyaa A., Hammani<sup>[1]</sup>A., Moudoud B., 2014. Synthèse et recommandations stratégiques pour une prise en compte du risque « climat » dans les politiques et stratégies sectorielles.
- Lenn'ah, T. 2016. *Analyse méso-économique de l'offre et la demande de l'eau au niveau du bassin versant de l'Ourika dans la perspective de la gestion intégrée de l'eau face au changement climatique au Maroc*. Mémoire de troisième cycle, ENFI
- Luers A.L., Lobell D.B. , Sklar S.L., Addams C.L., Matson P.A. 2003. A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change* 13 (2003), pp. 255–267
- Meliho M., Khatabi A., Zine El Abidine A., 2016. *Etude de la sensibilité à l'érosion hydrique dans le bassin versant d'ourika (Haut Atlas, Maroc)*. 1<sup>st</sup> AMSR & APDR Congress. ISSN ISBN 978-989-8780-04-1. Pp. 189-196
- Naudé W. Santos-Paulino A.U, et McGillivray M. (2012) *Measuring vulnerability : an overview and introduction, in measuring vulnerability in developing countries : new analytical approaches*, Routledge, London, England, pp.1-46.
- Petschel-Held, G., Block, A., Cassel-Gintz, M., Kropp, J., Lu.deke, M.K.B., Moldenhauer, O., Reusswig, F., Schellnhuber, H.J., 1999. Syndromes of global change : a qualitative modelling approach to assist global environmental management. *Environmental Modeling and Assessment* 4 (4), pp. 295–314.

- Pritchett, L., Suryahadi, A., Sumarto, S., 2000. Quantifying vulnerability to poverty : a proposed measure with application to Indonesia. Social Monitoring and Early Response Unit Research Institute (SMERU) Working Paper, May 2000. [Enligne] [www.smeru.or.id](http://www.smeru.or.id).
- Ribot, J.C., 1995. The causal structure of vulnerability: its application to climate impact analysis. *GeoJournal* 35, pp. 119–122.
- Rihane R., Khattabi A., Lahssini S., 2016. Modelisation de l'impact des changements d'utilisation des terres sur le comportement hydrologique du bassin versant de l'ourika. 1<sup>st</sup> amsr & apdr Congress. ISSN ISBN 978-989-8780-04-1-PP. 44-45
- Rochdane, S. 2013. Vulnérabilité au changement climatique au Maroc : Sécurité alimentaire nationale et profils de vulnérabilité environnementale et hydrique du bassin versant de Rheraya. Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia
- Saidi, M.E.M, Boukrim, S., Fniguire, F., Ramromi. A. 2012. Les écoulements superficiels sur le haut Atlas de Marrakech cas des débits extrêmes. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 10, Mars 2012, pp. 75-90
- Schellnhuber, H.J., Block, A., Cassel-Gintz, M., Kropp, J., Lammel, G., Lass, W., Lienenkamp, R., Loose, C., Lu.deke, M.K.B., Moldenhauer, O., et al., 1997. Syndromes of global change. *GAIA* 6, pp. 19–34.
- Schilling, S., Freier, K., Hertige, E., Scheffrana J. 2012. Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agric-Ecos & Environment* 156, p. 12–26.
- Stephen, L., Downing, T.E., 2001. Getting the scale right: a comparison of analytical methods for vulnerability assessment and household-level targeting. *Disasters* 25, pp. 113–135.
- Tchokpon, E. K. L. 2010. Evaluation de la vulnérabilité environnementale aux changements climatiques pour une meilleure gestion intégrée des ressources naturelles du bassin versant de Taheddart., Maroc. Mémoire de troisième cycle de l'École Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé. 132 p. + annexes
- Turner, B.L., II, Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100 (14), pp. 8074–8079.