

# Dynamique des paysages forestiers associés aux cultures bours dans le Haut Atlas Atlantique marocain (cas de la basse vallée de l'Oued Tamri)

## Dynamics of forest landscapes associated with bours crops in Morocco's High Atlantic Atlas (case of the lower Oued Tamri valley)

## Dinámica de los paisajes forestales asociados a cultivos herbáceos en el alto Atlas atlántico marroquí (caso del valle inferior del Oued Tamri)

Hicham Irifi

*Hicham.irifi@usmba.ac.ma*  0000-0003-4323-060X

*Université Sidi Mohamed Ben Abdellah- Fès. Laboratoire Milieux naturels, Aménagement et Dynamiques Socio-spatiales (MNADSS). FLSH Sais-Fès.Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sais-Fès. BP 59 Route Immouzer. 30000 Fès, Maroc.*

Abdellatif Tribak

*abdellatif.tribak@usmba.ac.ma*  0000-0002-1564-5886

*School of Geography. Sidi Mohamed Ben Abdellah University. FLSH –SAIS.BP: 59, Route Immouzer. 30000 Fès, Maroc.*

### INFO ARTÍCULO

Reçu: 26/02/2025  
Révisé: 07/04/2025  
Accepté: 10/04/2025

### MOTS-CLÉS

Paysages d'Arganier et Thuya  
Dynamique paysagère  
Régénération naturelle  
Dégradation  
Basse vallée de l'Oued Tamri  
Haut Atlas Atlantique  
Maroc

### KEYWORDS

Argan and thuya landscapes  
Landscape dynamics  
Natural regeneration  
Degradation  
Lower Oued Tamri valley  
High Atlantic Atlas  
Morocco

### RÉSUMÉ

Le paysage forestier de la basse vallée de l'Oued Tamri, est le fruit d'une interaction complexe entre les milieux naturels et les activités humaines, façonnée par des facteurs écologiques et anthropiques. Cette diversité est due à l'imbrication d'éléments paysagers aux caractéristiques biophysiques et socio-spatiales variées. Notre approche combine les résultats des relevés de terrain (floristiques, régénération naturelle), les enquêtes menées auprès des chefs de ménage et le traitement d'images satellitaires. En croisant ces différentes sources de données, nous espérons mieux comprendre les facteurs écologiques et socio-économiques qui influencent l'évolution des paysages au fil du temps. Nous avons choisi une approche diachronique basée sur le traitement numérique des images Landsat (1984, 2000, 2022) et la classification supervisée. Cette analyse révèle la dégradation du couvert forestier, associée principalement à de longues périodes de sécheresse récurrentes, souvent perçues comme un indicateur de changements climatiques. Ce processus dynamique est également lié à une alternance de phases d'emprise et de déprise rurales et agricoles, entraînant une dégradation ou un recul des paysages d'arganier et de thuyas, ainsi qu'une tendance de plus en plus marquée vers l'extension du matorral entre 1984 et 2022, 37 % de la superficie du couvert forestier a été perdu, ce qui se traduit par une augmentation de près de 20 % des surfaces de sol nu et des terrains cultivés.

### ABSTRACT

The forest landscape of the lower Oued Tamri valley, is the result of a complex interaction between natural environments and human activities, shaped by ecological and human factors. This diversity is due to the interaction of landscape elements with varied biophysical and socio-spatial characteristics. Our approach combines the results of field surveys (floristic, natural regeneration), surveys of heads of household and satellite image processing. By crossing these different sources of data, we hope to gain a better understanding of the ecological and socio-economic factors that influence the evolution of landscapes over time. We have chosen a diachronic approach based on digital processing of Landsat images (1984, 2000, 2022) and supervised classification. This analysis reveals the degradation of the forest cover, mainly associated with recurrent long periods of drought, often seen as an indicator of climate change. This dynamic process is also linked to alternating phases of rural



and agricultural encroachment and abandonment, leading to a degradation or retreat of the argan and cedar landscapes, as well as an increasingly marked trend towards the extension of the matorral. Between 1984 and 2022, 37% of the area of argan and cedar forest cover was lost, resulting in an increase of almost 20% in the area of bare soil and cultivated land.

## PALABRAS CLAVE

Paisajes de argán y cedros  
Dinámica del paisaje  
Regeneración natural  
Degradación  
Valle inferior del Oued Tamri  
Alto Atlas Atlántico  
Marruecos

## RESUMEN

El paisaje forestal del valle inferior del Oued Tamri es el resultado de una compleja interacción entre los medios naturales y las actividades humanas, moldeada por factores ecológicos y humanos. Esta diversidad se debe a la imbricación de elementos paisajísticos con características biofísicas y socioespaciales variadas. Nuestro enfoque combina los resultados de encuestas sobre el terreno (florística, regeneración natural), encuestas a los cabezas de familia y tratamiento de imágenes por satélite. Al cruzar estas distintas fuentes de datos, esperamos comprender mejor los factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en el cambio del paisaje a lo largo del tiempo. Hemos elegido un enfoque diacrónico basado en el tratamiento digital de imágenes Landsat (1984, 2000, 2022) y la clasificación supervisada. Este análisis revela la degradación de la cubierta forestal, asociada principalmente a largos periodos recurrentes de sequía, considerados a menudo como un indicador del cambio climático. Este proceso dinámico también está vinculado a fases alternas de invasión y abandono rural y agrícola, que conducen a una degradación o retroceso de los paisajes de argán y cedros, así como a una tendencia cada vez más marcada a la extensión del matorral. Entre 1984 y 2022, se perdió un 37% de la superficie de cubierta forestal, lo que se tradujo en un aumento de casi un 20% de la superficie de suelo desnudo y tierras cultivadas.

## 1. INTRODUCTION

Le paysage forestier actuel résulte de l'interaction entre ses composantes physiques, biologiques et humaines (Irifi & Tribak, 2024a). Son fonctionnement repose généralement sur l'interaction de trois systèmes essentiels: un système producteur, qui illustre l'imbrication des composantes biophysiques fonctionnelles interagissant de manière dialectique pour former un paysage complexe, indissociable et en constante évolution. (Bertrand & Tricart, 1968; Poullaouec-Gonidec *et al.*, 2005; Van Der Ploeg *et al.*, 2018). En second lieu, un système utilisateur est nécessaire, représentant l'utilisation et l'exploitation du paysage. Enfin, un système visible émerge de l'interaction entre le système producteur et le système utilisateur, conférant au paysage une certaine visibilité et structurant les éléments dans l'espace. (Brossard & Wieber, 1984). En effet, le paysage forestier résulte de la combinaison de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, influencés dans une large mesure par l'intervention anthropique (Bertrand, 1978; Bertrand & Tricart, 1968; Brossard & Wieber, 1984; Burel & Baudry, 1999; Irifi & Tribak, 2024a). Selon (Burel & Baudry, 1999), «ces facteurs écologiques et anthropiques ont joué un rôle primordial dans la diversité biogéographique de ce paysage».

Il s'agit de paysages forestiers fortement influencés par l'intervention humaine, ce qui en fait des complexes paysagers en perpétuelle évolution (Bertrand, 1978; Irifi, 2023). En effet, l'analyse des paysages forestiers repose sur une approche paysagère qui met en lumière l'interaction de ces trois systèmes, leur dynamique spatio-temporelle, ainsi que les facteurs qui influencent cette dynamique (Dériz, 2009; Irifi, 2023; Martensen *et al.*, 2017; Meng *et al.*, 2019). Les tendances évolutives de cette unité paysagère révèlent une dégradation progressive, tant en termes de superficie que de densité, depuis les années 1980. Les processus de régénération semblent nettement plus limités, tant sur le plan écologique que spatial (Irifi *et al.*, 2017). L'étude de terrain et l'analyse diachronique de la dynamique paysagère révèlent une dégradation du paysage, attribuable à la fois aux conditions naturelles et aux influences anthropiques in situ. L'étude du paysage forestier dans la basse vallée de l'oued Tamri a fait l'objet de nombreuses publications (Adnane & Belkacem, 2013; Amzil & Abou, 2014; Faouzi, 2011, 2013; Irifi *et al.*, 2017; Irifi *et al.*, 2020; Irifi & Tribak, 2024; Wahidi *et al.*, 2015), de thèses et mémoires (Aouragh, 2012; El Maâna, 1994; El Wahidi, 2013; Fennane, 1982; Irifi, 2023) et des rapports d'aménagement forestier de l'Agence des Eaux et Forêts réalisés en 2002 sur la forêt d'Ain Tamaloukt, et l'étude pour l'élaboration d'un plan d'aménagement et de gestion concerté du site Tamri CapGhir, Préfecture d'Agadir Ida Ou Tanane sur une superficie de 14000 ha en 2016.



Les arganeraies et tétraclinaies de la basse vallée de l'Oued Tamri, au sein du Haut Atlas atlantique, ont connu une profonde transformation depuis le début du XXe siècle, déséquilibrant à la fois l'environnement et la communauté rurale d'Ait Amer (El Wahidi, 2013; Irifi *et al.*, 2017). La colonisation a bouleversé l'organisation sociale traditionnelle, notamment en remplaçant les systèmes locaux de gestion (comme la Jâmaa) par des structures modernes, entraînant une perte d'autonomie en matière de la gestion des ressources forestières (Auclair, 1999). Ces ressources forestières se composent de terrains à arganiers et à thuyas, associés à des espèces arbustives et buissonnantes, destinés à un usage agrosylvopastoral et gérés selon un système ancestral de mise en défens appelé l'*Agdal* (Auclair, 1999). En effet, ce paysage de matorral est considéré comme le pilier du système de production et d'exploitation traditionnels de la région. L'objectif du présent article est l'analyse de la dynamique paysagère de l'unité forestière à arganier et thuya associés aux cultures bours dans la basse vallée de l'Oued Tamri. Dans cette optique, nous avons d'abord entamé une étude de terrain à travers la conduite de relevés floristiques et la création de fiches de régénération naturelle. Ensuite, nous avons procédé à une analyse diachronique qui repose sur le traitement numérique des images Landsat (1984, 2000, 2022). La dégradation constatée du couvert forestier est principalement causée par des périodes prolongées de sécheresse et de l'emprise humaine sur les versants (Irifi, 2023).

## 2. ZONE D'ETUDE

La basse vallée de Tamri, située au cœur du Haut Atlas Atlantique, se distingue par une mosaïque de paysages contrastés. Dominée par des reliefs montagneux au sud-est et des plateaux dans le reste de la zone, cette diversité est probablement liée à des variations lithologiques et écologiques (El Ouahidi, 2008; Irifi *et al.*, 2020; Weisrock, 1980). Cette diversité a façonné les formes du relief et influencé les processus d'érosion. Cette région qui s'étend sur une superficie de 682,8 km<sup>2</sup>, présente une topographie variée et relativement douce avec des altitudes allant de 20 à 700 mètres. L'ensemble de ces caractéristiques topographiques est déterminant pour la diversité spatiale des précipitations, de l'hydrologie et des différentes utilisations du sol. La variation de la pluviométrie se fait généralement de l'amont vers l'aval et du Sud-Est vers le Nord-Ouest (El Ouahidi, 2008; Irifi, 2023). Les pluies diminuent des sommets des crêtes vers les fonds de vallées et vers les zones déprimées qui connaissent une aridité très marquée, surtout vers la basse vallée de Tamri (entre 242-284 mm) (El Ouahidi, 2008).

155

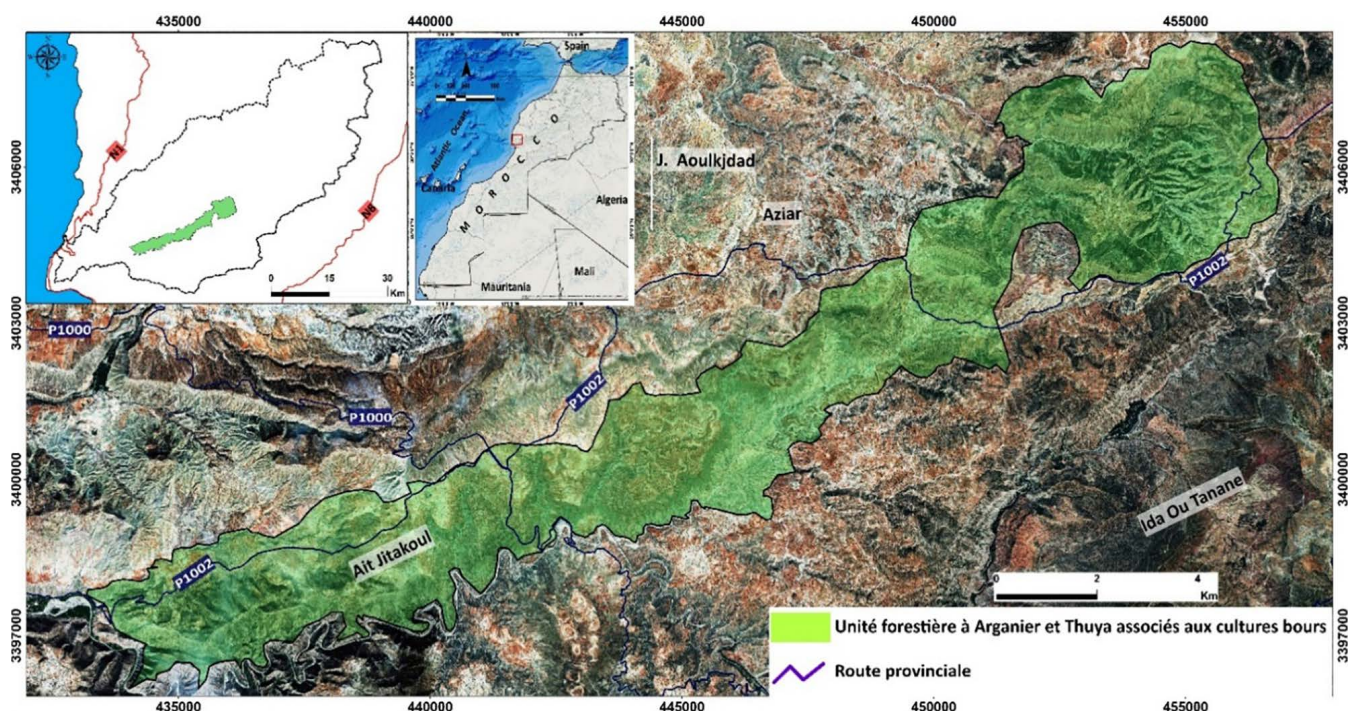
La situation géographique, ainsi que les caractéristiques géomorphologiques et bioclimatiques de la zone d'étude, contribuent à la création d'un paysage forestier marqué par la présence d'espèces floristiques variées provenant de différentes régions (méditerranéennes, sahariennes, macaronésiennes et tropicales) (Irifi, 2023). Ce paysage forestier se distingue par une multitude de potentialités, mais il fait également face à de nombreuses contraintes d'origine naturelle ou anthropique, telles que la dominance de longues périodes de sécheresse, le dépérissement et la mortalité des espèces, le faible taux de régénération naturelle, la pression pastorale, etc. (Irifi & Tribak, 2024a). La diversité des écosystèmes, la variabilité spatiale des éléments paysagers et les traces de l'exploitation humaine confèrent au paysage forestier de la région un caractère hétérogène marqué (Carvalho *et al.*, 2020). Un modèle paysager agro-sylvo-pastoral original du centre-ouest marocain s'est développé autour de l'arbre (l'arganier), de l'orge et de la chèvre (Faouzi, 2011; Irifi, 2023). Il exprime un fort syncrétisme entre l'homme et l'environnement physique depuis des périodes lointaines (Irifi, 2023). Les forêts d'arganiers et de *Tetraclinis articulata* dans cette zone présentent des conditions climatiques plus ou moins adoucis, avec des températures moyennes plus faibles, par rapport aux régions adjacentes telles que la plaine du Souss, le couloir d'Argana et les plateaux des Haha au Nord (Irifi *et al.*, 2020).

Les contours spatiaux de cette unité forestière sont déterminés sur la carte des unités paysagères du bassin, en se basant sur trois critères principaux: l'état des lieux de la densité du couvert forestier, puis, un critère botanique et écologique met en évidence l'association de deux espèces ligneuses caractéristiques de ces hauteurs montagneuses du Haut Atlas Atlantique qui sont l'arganier et le thuya. Enfin, nous avons pris en compte la présence de cultures bours associées à ces espèces forestières. Il s'agit d'un paysage





forestier mi-chemin entre l'unité forestière à arganiers moyennement denses, qui fait partie de l'étage inframéditerranéen, et l'unité forestière à thuyas dominants, qui appartient à l'étage thermoméditerranéen (Irifi, 2023) (figure 1). La configuration de ces paysages forestiers est due à un ensemble de facteurs: les contraintes environnementales et anthropiques, ainsi que les perturbations des processus écologiques. Chacun de ces facteurs influence le paysage à une échelle spatio-temporelle qui lui est propre. Le relief, la topographie, l'exposition des versants, la lithologie et la nature des sols ont contribué à la diversité écologique et paysagère.



**Figure 1.** Cartes des limites spatiales et dynamiques de l'unité paysagère forestière à arganier et thuya associés aux cultures bours. Source: travail personnel et Landsat 8 OLI-Tirs, 08/2022, 30m .

### 3. MATERIEL ET METHODE

#### 3.1. Méthodologie de travail et sources de données

Cette étude, basée sur une approche paysagère, analyse l'évolution du paysage forestier d'une portion de la forêt d'Ait Khmiss, définie comme une unité paysagère à arganier et thuya avec cultures bours dans la basse vallée de l'oued Tamri (Irifi, 2023). Nous avons commencé par une description de ses structures et caractéristiques géographiques (Irifi *et al.*, 2020). L'analyse de leur dynamique spatio-temporelle a été réalisée à l'aide d'images satellitaires Landsat 5, 7 et 8 (prises en 1984, 2000 et 2022) sous le logiciel ArcGIS (tableau 1). Des données de terrain ont permis de valider les résultats du traitement numérique et de l'échantillonnage de l'occupation du sol. Des relevés floristiques par placettes circulaires ont complété l'étude en évaluant la régénération naturelle des arganiers et des thuyas (Irifi & Tribak, 2024a). L'évolution quantitative du paysage forestier a été évaluée à partir d'images Landsat (résolution de 30 mètres) d'octobre 1984, juin 2000 et août 2022. Après correction géométrique et conversion en projection Lambert conforme conique, les paramètres géométriques ont pu être calculés. L'approche paysagère a conduit à la délimitation de trois unités paysagères homogènes au sein du paysage forestier étudié (Irifi, 2023; Legouy, 2012). Cette délimitation repose sur un diagnostic paysager de cette portion de la forêt d'Ait Khmiss, corroboré par des observations de terrain. Ces unités résultent de la combinaison de divers éléments constitutifs du paysage



(Bourget & Dû-Blayo, 2010; Irifi *et al.*, 2020; Legouy, 2012; Roche, 2007). Identifiables visuellement sur le terrain et sur les images satellitaires, ces éléments ont été regroupés en classes par interprétation visuelle des images sous ArcGIS (Bourget & Dû-Blayo, 2010). Pour l'analyse diachronique, les mêmes classes ont été utilisées lors du traitement numérique des trois images satellitaires, en appliquant une classification supervisée (figure 2).

La classification par l'algorithme « *maximum de vraisemblance* », basée sur un échantillonnage (zones d'apprentissage) et une distribution gaussienne (Jensen, 2005), s'est avérée la plus efficace pour distinguer les classes thématiques: couvert forestier de thuya et d'arganier, couvert d'arganier associé aux cultures bours, et affleurements marneux à faible couvert forestier. Ces classes, ainsi que quatre classes de densité du paysage forestier, ont servi à évaluer la dynamique d'occupation du sol et de densité forestière (Irifi, 2023). Le travail de terrain a permis de définir les zones d'apprentissage et d'obtenir les signatures spectrales (Akoguhi *et al.*, 2022). Ainsi, nous avons pris en considération le traitement d'images satellites prises durant la période estivale, de préférence des images acquises durant les mois de juin, août et octobre. Ce choix nous a permis de réduire toute confusion liée à la présence de végétation annuelle (Lucas *et al.*, 2007), mais aussi d'éviter l'analyse d'images présentant un taux élevé d'effets atmosphériques. L'interprétation des résultats a été enrichie par des photographies de paysages, des images satellites GeoEye de Google Earth et des enquêtes auprès des chefs de ménage. Les enquêtes ont été menées afin d'obtenir une analyse globale de la dynamique des différentes composantes paysagères de l'unité étudiée. Les questionnaires étaient structurés en quatre parties principales : données sociodémographiques et professionnelles des ménages, équipements, contraintes et potentialités, économie locale et rurale, et dynamiques paysagères (Annexe 1 ).

**Tableau 1.** Types de données utilisées.

| Type de données                     | Date         | Résolution                     | Type de traitement                               | Source de données   |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------|--|---|
| <b>Images satellites</b>            |              | 30 m                           | Composition colorée et classification supervisée | <a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a> |
| – Landsat 5 TM                      | 1984         |                                |  |   |
| – Landsat 7 ETM+                    | 2000         |                                |  |   |
| – Landsat 8 OLI-TIRS                | 2022         |                                |  |   |
| GeoEye                              | 2003 et 2022 | 3.87 km (A)                    | Analyse visuelle                                 | Google Earth Pro  |
| SAS.planete-Satellite (Google maps) | 2022         | 21 m                           | Analyse visuelle et représentation du paysage    | SAS.planete   |
| Relevés floristiques                | 2021 à 2022  |                                | Echantillonnage systématiques                    | Mission de terrain  |
| Photographie                        | 2017---2022  | Camera Nikon COOPLIX S3500 20m | Prise de photographie                            | Missions de terrain   |
| Données climatiques                 | 1980-2022    |                                | Analyse statistiques                             | Agence du Bassin Hydraulique Souss-Massa                                    |

Source: notre élaboration



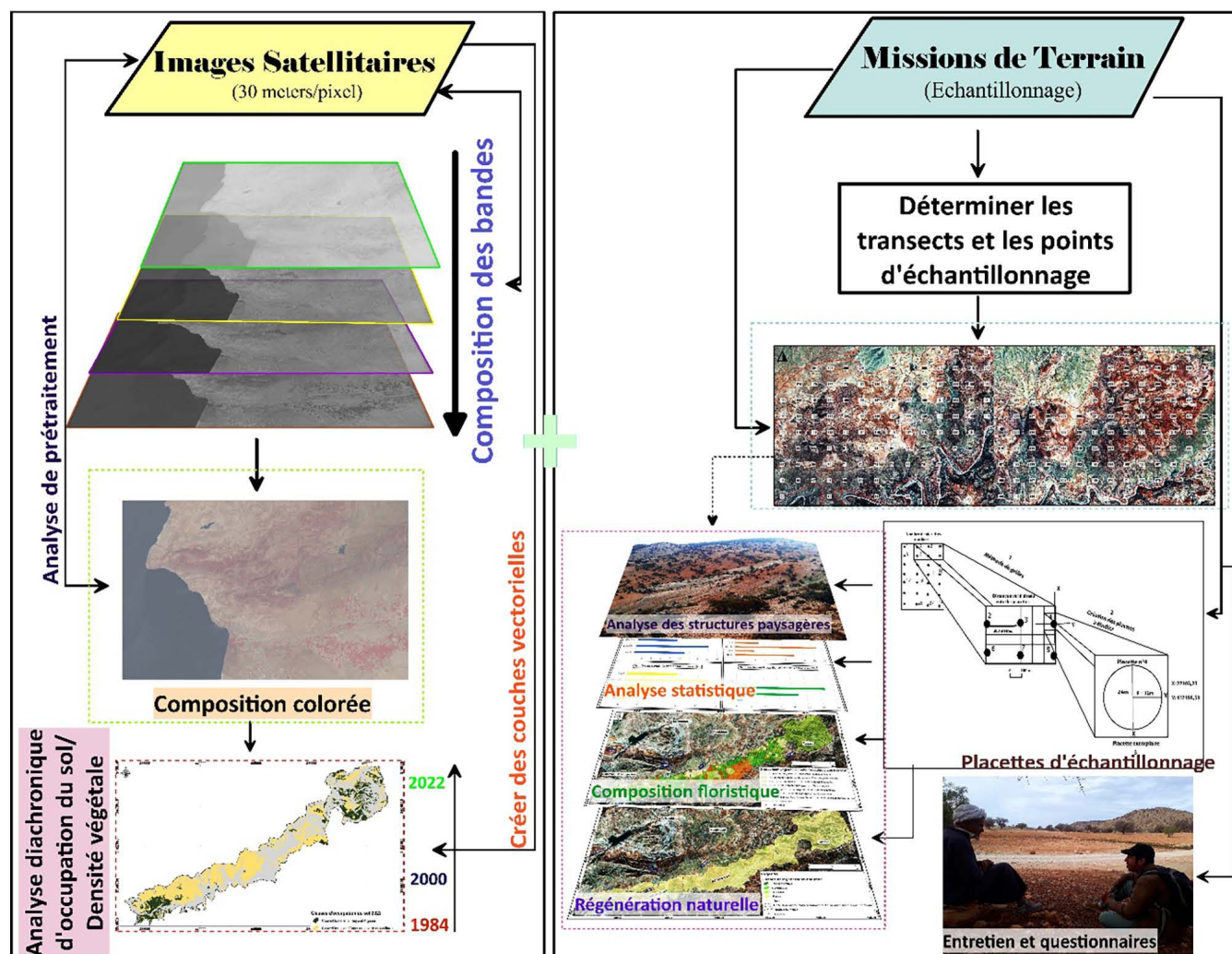


Figure 2. Organigramme de l'étude. Source: notre élaboration.

### 3.2. Travail de terrain

Afin d'appréhender à la fois les structures paysagères, les facteurs influençant la dynamique du paysage forestier et le phénomène de régénération naturelle des jeunes semis d'arganier et de thuya, une méthode d'échantillonnage systémique et systématique a été mise en œuvre sur le terrain (Bouchibane *et al.*, 2024; Irifi & Tribak, 2024a). Un plan d'échantillonnage et de maillage a été établi pour l'unité forestière étudiée, comprenant un réseau de 135 placettes circulaires disposées en grille, avec une distance inter-placettes de 300 mètres (figure 2) (Bouchibane *et al.*, 2024; Burel & Baudry, 1999; Irifi & Tribak, 2024a). Cette approche méthodologique a permis de réaliser des relevés floristiques et phytosociologiques, ainsi qu'une description sommaire de différentes variables écologiques et géomorphologiques pertinentes. Les missions de terrain, qui ont consisté à réaliser 135 inventaires au sein de structures paysagères floristiquement homogènes, se sont déroulées entre décembre 2021 et février 2022. Ces structures comprennent des zones de forte densité du couvert arboré, des structures de couvert arboré clair ou des espaces sylvopastoraux, ainsi que des structures caractérisées par l'association d'arganiers et de thuyas avec des cultures bours et des terrasses agricoles (Irifi, 2023).

Les fiches d'inventaire utilisées sur le terrain regroupent plusieurs types de variables. Premièrement, des variables permettant de caractériser l'état des lieux (altitude, pente, substrat rocheux, type de sol, exposition des versants) sont relevées (Assédé *et al.*, 2015; Irifi & Tribak, 2024a). Deuxièmement, des variables écologiques spécifiques à l'arganier et au thuya présents dans chaque placette sont inventoriées, telles



que la densité du couvert arboré, la fructification, la régénération, l'état sanitaire des arbres, les pratiques d'écimage, ainsi que le taux de recouvrement de la strate arbustive (Irifi & Tribak, 2024a; Tan & Bruckert, 1992). Enfin, une section est dédiée à l'étude de la régénération naturelle des jeunes semis, avec le comptage du nombre de semis et la description de leurs caractéristiques (Baraloto, 2003; Genin *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a; Karami *et al.*, 2017) (Annexe 2). L'objectif principal de ce travail est de constituer une base de données statistique exploitable pour la cartographie. Les données ont été analysées statistiquement sous Excel et cartographiquement sous ArcGIS, en appliquant la méthode d'interpolation spatiale IDW pour la prédiction et la généralisation. L'IDW (Inverse Distance Weighted) approxime une valeur non échantillonnée par une moyenne pondérée des points proches échantillonnés (Ikechukwu *et al.*, 2017; Mitas & Mitasova, 2005). Conformément aux méthodes quantitatives de mesure de la végétation (Baraloto, 2003; Bormann, 1953), l'état de la régénération naturelle de l'arganier et du thuya a été évalué selon trois classes (tableau 2): faible (1-2 semis), modérée à dynamique (3-5 semis) et active (plus de 5 semis). L'étude a également examiné l'influence des conditions climatiques sur cette régénération.

**Tableau 2.** Classes de régénération naturelle dans la zone d'étude.

| Etat de régénération naturelle | Nombres de semis | Nombre de semis/ha |
|--------------------------------|------------------|--------------------|
| Nulle                          | 0                | <20                |
| Faible                         | 1 à 2            | 20 à 39,99         |
| Modérée                        | 3 à 4            | 40 à 79,99         |
| Dynamique                      | 5                | 80 à 90            |
| Très dynamique                 | Plus de 5        | >90                |

Source: élaboration propre basée sur Mohammed, 1994.

La détermination des taxons recensés, l'analyse chorologique et la définition de la composition floristique de l'unité paysagère ont été réalisées en se référant aux travaux de (Peltier, 1982), de (Benabid, 2000), de (Valdés *et al.*, 2002), de (Aafi *et al.*, 2002, Dallahi *et al.*, 2017; Fennane, 1982, 1999; Fennane & Rejdali, 2016; Taleb & Fennane, 2019a, 2019b), et de (Irifi & Tribak, 2021, 2024a). Pour l'actualisation des données et l'identification des taxons sur le terrain, nous avons consulté le site internet concernés aux plantes caractéristiques du Centre et du Sud marocain <https://www.teline.fr/> et utilisé la base de données mondiale «PlantNET» via une application pour smartphone. L'analyse des groupements végétaux et de la fréquence des espèces au sein de l'unité forestière à arganiers et thuya associée aux cultures bours a été menée en considérant l'abondance ou la rareté de chaque espèce par rapport à l'ensemble des relevés floristiques effectués. Cette démarche a permis de caractériser la biodiversité floristique de la zone d'étude.

159

## 4. RESULTATS

### 4.1. Structures paysagères forestières d'Ait Khmiss

D'un point de vue écologique, les paysages forestiers de cette unité ont fonctionné et évolué dans un climat méditerranéen, apportant toute la richesse floristique, phytogéographique et anthropique qui leur est propre (Fennane, 1982; Irifi, 2023). Le thuya de Berberie représente la troisième essence dominante en termes de superficie (675 300 ha), après l'arganier (1 076 000 ha) et le chêne vert (1 347 200 ha) (Lefhaili & Amhajar, 2020). L'arganier, espèce relique de la végétation subtropicale pré-glaciaire, constitue une curiosité biologique au sein des Sapotacées, associé à un cortège floristique principalement méditerranéen et macaronésien (Peltier, 1982; Ruas *et al.*, 2016; Zugmeyer, 2006). Il s'agit d'un paysage forestier mi-chemin entre l'unité forestière à Arganiers moyennement denses, qui fait partie de l'étage inframéditerranéen, et



l'unité forestière à Thuyas dominants, qui appartient à l'étage thermoméditerranéen dans la basse vallée de l'oued Tamri (Irifi, 2023). Ces paysages forestiers se composent de structures diversifiées et interagissantes, façonnées sur des plateaux situés à des altitudes moyennes à élevées, variant entre 300 mètres et plus de 800 mètres. Les pentes de ces plateaux présentent des inclinaisons dépassant souvent les 75 à 100 %, partiellement recouvertes par un couvert forestier d'arganier et de thuya, bien que ce dernier soit assez dégradé et clairsemé (El Ouahidi, 2008; El Wahidi, 2013; Irifi *et al.*, 2020; Irifi & Tribak, 2024a).

Les paysages forestiers de cette unité s'organisent en structures hétérogènes selon un modèle d'usage agro-sylvo-pastoral (Faouzi, 2011, 2013; Zugmeyer, 2006). Ici, l'organisation du paysage allie une gestion traditionnelle (Agdal) et une gestion moderne (Auclair, 1999; Faouzi, 2011). «L'occupation de l'espace obéit à des règles complexes issues de la juxtaposition de trois législations: la législation forestière, qui distingue le territoire privé du territoire domanial, la loi coranique, qui définit les règles d'héritage, et le droit coutumier, qui organise la répartition des parcelles entre les usagers et leur utilisation au cours de l'année» (Faouzi, 2011). Dans l'arganeraie, la gestion des ressources naturelles s'organise autour du terroir, qui comprend des terres privées, généralement cultivées, et des terres domaniales, parfois privatisées de facto (Agdal) ou utilisées collectivement (Mouchaâ) (Bourbouze & El Aïch, 2005). La mise en culture du sous-bois est largement répandue près des douars ou en terrasses agricoles en gradins sur des pentes faibles à moyennes. Le bon fonctionnement de ce paysage est compromis par la récurrence de longues périodes de sécheresse, comme en témoignent le faible taux de régénération naturelle, la diminution croissante de la biodiversité floristique et le dépérissement accru de ces peuplements. La structure des terrains Mouchaâ, ouverts au pâturage pendant la période d'Agdal, subit une forte pression pastorale, ce qui explique la moindre biodiversité et régénération naturelle de ces zones. Les grandes superficies des champs de culture sont organisées en clairières destinées à la céréaliculture, dans lesquelles l'arganier est traditionnellement recépé (cheffir) à l'aide d'une pioche pour faire venir de nouveaux rameaux plus forts. L'arganier y est considéré comme un bien privé et régit par la loi forestière en vigueur dont les ayants droit bénéficient des droits de jouissance (Irifi, 2023).

Les dimensions de ces structures paysagères sont multiples: la dimension productive (agriculture, élevage, activité sylvicole, etc.), la dimension patrimoniale (greniers, habitat, kasbah, techniques de GCES, etc.), la dimension paysagère (vues panoramiques, visibilité, terrasses agricoles, tourisme, etc.), et la dimension écologique (multiples fonctions pour garantir un bon fonctionnement, biodiversité, stabilité des versants, habitats et géotopes, etc.). Les pratiques agro-sylvo-pastorales qui marquent ces paysages forestiers sont également nombreuses et expriment à la fois le grand syncrétisme entre l'homme et son milieu naturel et l'importante anthropisation de ces paysages (figure 3). Le ravinement affecte ces plateaux, dont les versants se sont approfondis et élargis, créant ainsi des pentes raides et aérant le paysage (Irifi & Tribak, 2024b). Cette configuration en pente raide mais régulière est principalement due au fait que les ravins favorisent l'érosion et le dégagement des formations marneuses de l'Hauterivien inférieur et supérieur, tout en formant des versants lacérés et assez dépourvus de végétation (Tribak, 1998; Tribak *et al.*, 2009). Ils s'achèvent dans l'oued Tannkert par des versants très raides colonisés par une végétation arborescente faiblement dense de thuya et d'arganier.

Les conditions écologiques, biophysiques et anthropiques permettent généralement de distinguer de multiples structures paysagères fonctionnelles et dynamiques, comme le montre la figure ci-dessus (figure 3). On y trouve des structures forestières de densités variables, destinées à la sylvopastoralité. On y trouve également des structures forestières de différents degrés de dégradation, en fonction de l'emprise humaine sur ces versants, et à usage agro-sylvo-pastoral. À proximité des douars, sur des terrains relativement étendus et faiblement pentus, abritant quelques arganiers (futaie adulte ou vieille futaie), les paysans pratiquent la culture du sous-bois par labour profond à l'aide de charrues mécaniques (Faouzi, 2013; Irifi & Tribak, 2024a; Tribak, 2001). Les petites exploitations sont destinées à l'arboriculture, dominée par l'olivier, lorsque les ressources en eau mobilisées sont suffisantes (Ziyadi, 2011). Sur les pentes faibles à moyennes, caractérisées par une densité importante de peuplements d'arganiers, les paysans ont édifié des terrasses en gradins en construisant des amas de blocs et de pierres allongées le long des versants, perpendiculairement à la pente (Tarolli *et al.*, 2014; Tribak *et al.*, 2013; Ziyadi *et al.*, 2019). Au sein des structures dominées par la *Tetraclinis articulata*, des terrasses agricoles anciennement abandonnées ont été reconquises par la forêt, préservant





**Figure 3.** Différentes composantes paysagères et pratiques agro-sylvo-pastorales. Sources: clichés Irifi, H. 02/2022 ). a) Structure d'Iferd au sein de la forêt, b) Contrastes entre terrains défrichés et terrains aménagés en terrasses agricoles, c) Labourage profond du sous-bois, d) Clôture d'une partie de la forêt par les eaux et forêts, e) Arboriculture avec des demi-lunes, f) Terrasses agricoles, g) Structure d'une terrasse abandonnée au sein de la forêt, h) Panneau de site touristiques.

161

ainsi leurs murs de soutènement (Tribak *et al.*, 2013). Sur les versants pentus, des anciennes coupes d'arbres ont été réalisées pour obtenir de la terre à cultiver en terrasses, ce qui contribue à la dégradation de ces paysages (Irifi, 2023; Tribak, 2001). Afin de restaurer et de conserver ce qui reste, les aménageurs forestiers mettent en place des zones de mise en défens, où l'on ne peut plus pâturer, sur de grandes superficies de la forêt. Aussi, pour minimiser l'impact de la sécheresse sur l'approvisionnement en eau, les villageois ont construit des mares à ciel ouvert appelées Iferd et des matfias afin d'assurer des ressources en eau pour l'abreuvement des troupeaux (figure 3) (Irifi, 2023; Sabir *et al.*, 2017, 2020).

#### 4.2. Richesse floristique et typologie des formations végétales de l'unité forestière

L'inventaire des plantes a permis de recenser un total de 23 espèces dans cette unité forestière. Ces espèces s'organisent en 21 genres et 12 ordres appartenant à 16 familles botaniques. Le tableau 3 présente en détail les 16 familles identifiées dans la zone d'étude et les espèces qui leur sont associées. Les familles les plus importantes recensées dans cette unité paysagère sont les Fabaceae et les Lamiaceae (13 %), suivies des Solanaceae, des Asparagaceae et des Anacardiaceae (9 %). Les 11 autres familles sont représentées par une seule espèce chacune (4 %). Les Fabaceae sont représentées par des espèces telles que *Ononis natrix*, *Genista tricuspidata* et *Chamaecytisus albidus*. Les Lamiaceae sont quant à elles représentées par trois espèces : *Lavandula multifida*, *Lavandula dentata* et *Thymus satureioides*. Les Solanaceae regroupent deux espèces : *Lycium intrecatum*



et *Withania frutescens* (Aafi *et al.*, 2002; Benabid, 2000; Bouchibane *et al.*, 2024; Dallahi *et al.*, 2017; Fennane & Rejdali, 2016; Irifi & Tribak, 2024a; Peltier, 1982; Taleb & Fennane, 2019b; Valdés *et al.*, 2002) (tableau 3).

La fréquence des espèces présente des taux variables (diagramme 1). Les paysages forestiers s'articulent autour de deux espèces principales : l'arganier et le thuya, mais une autre espèce fréquente est l'olivier (*Olea europaea*), avec un pourcentage de 66 % par rapport aux relevés effectués. Concernant le cortège floristique arbustif, les espèces les plus fréquentes sont représentées par *Genista tricuspidata* (23 %), qui est l'espèce la plus répétée dans les 31 relevés floristiques effectués. Il s'agit donc de l'espèce la plus fréquente qui accompagne à la fois l'arganier et le thuya dans cette unité forestière. Elle est suivie par *Globularia alypum* (12 %), qui appartient à la famille des Plantaginaceae, puis par *Chamaecytisus albidus* (8 %), qui appartient à la famille des Fabaceae, et par *Lavandula dentata* (7 %), qui appartient à la famille des Lamiaceae. Dix espèces présentent une fréquence de 1 à 3 %, ce qui les rend très rares dans cette unité. Les familles ayant des espèces représentatives dans cette unité paysagère sont les suivantes: Oleaceae, Sapotaceae, Cupressaceae et Fabaceae.

**Tableau 3.** Liste des familles et nombre d'espèces relevées dans l'unité forestière à arganier et thuya associés aux cultures bours.

| Familles          | Espèces                       | Genre         | Ordre          |
|-------------------|-------------------------------|---------------|----------------|
| Fabaceae          | <i>Ononis Natrrix</i>         | Ononis        | Fabales        |
|                   | <i>Genista tricuspidata</i>   | Genista       | Fabales        |
|                   | <i>Chamaecytisus albidus</i>  | Chamaecytisus | Fabales        |
| Sapotaceae (endi) | <i>Argania spinosa</i>        | Argania       | Ericales       |
| Amaranthaceae     | <i>Salsola vermiculata</i>    | Salsola       | Caryophyllales |
| Asteraceae        | <i>Launea arborescens</i>     | Launea        | Asterales      |
| Plantaginaceae    | <i>Globularia alypum</i>      | Globularia    | Lamiales       |
| Cupressaceae      | <i>Tetraclinis articulata</i> | Tetraclinis   | Pinales        |
| Asphodelaceae     | <i>Asphodelus microcarpus</i> | Asphodelus    | Asparagales    |
| Solanaceae        | <i>Lycium intrecatum</i>      | Lycium        | Solanales      |
|                   | <i>Withania fretuscens</i>    | Withania      | Solanales      |
| Asparagaceae      | <i>Asparagus albus</i>        | Asparagus     | Asparagales    |
|                   | <i>Asparagus pastoranius</i>  | Asparagus     | Asparagales    |
| Lamiaceae         | <i>Lavandula multifida</i>    | Lavandula     | Lamiales       |
|                   | <i>Lavandula dentata</i>      | Lavandula     | Lamiales       |
|                   | <i>Thymus satureioides</i>    | Ballota       | Lamiales       |
| Oleaceae          | <i>Olea maroccana</i>         | Olea          | Lamiales       |
| Mimosaceae        | <i>Acacia gummifera</i>       | Acacia        | Fabales        |
| Apiaceae          | <i>Eryngium maritimum</i>     | Eryngium      | Apiales        |
| Rhamnaceae        | <i>Ziziphus lotus</i>         | Ziziphus      | Rhamnales      |
| Apocynaceae       | <i>Periploca laevigata</i>    | Periploca     | Gentianales    |
| Anacardiaceae     | <i>Rhus tripatita</i>         | Rhus          | Sapindales     |
|                   | <i>Pistacia lentiscus</i>     | Pistacia      | Sapindales     |

Source: Missions de terrain 01/2022 .





Dans cette unité L'arganier et thuya s'associent principalement avec différentes espèces fréquentes telles que *Genista tricuspidata*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaecytisus albidus* et *Globularia alypum*, donnant naissance à des groupements végétaux tels que la carte ci-dessous le montre (Benabid, 2000; El Maâna, 1994; Irifi, 2023; Irifi *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a; Msanda *et al.*, 2021; Ouhaddou *et al.*, 2015; Peltier, 1982) (figure. 4). Les groupements ayant une contenance importante sont respectivement: le groupement Arganier et Thuya avec *Globularia alypum* (2477.89 ha), puis le groupement d'Arganier et Thuya avec *Olea europea* (1380.29 ha), et le groupement d'Arganier et Thuya avec *Genista tricuspidata* (1154.57 ha). Le groupement d'Arganier et Thuya avec *Pistacia lentiscus* (182,08 ha), soit 3 % de la superficie totale (figure 4), présente la valeur la plus faible.

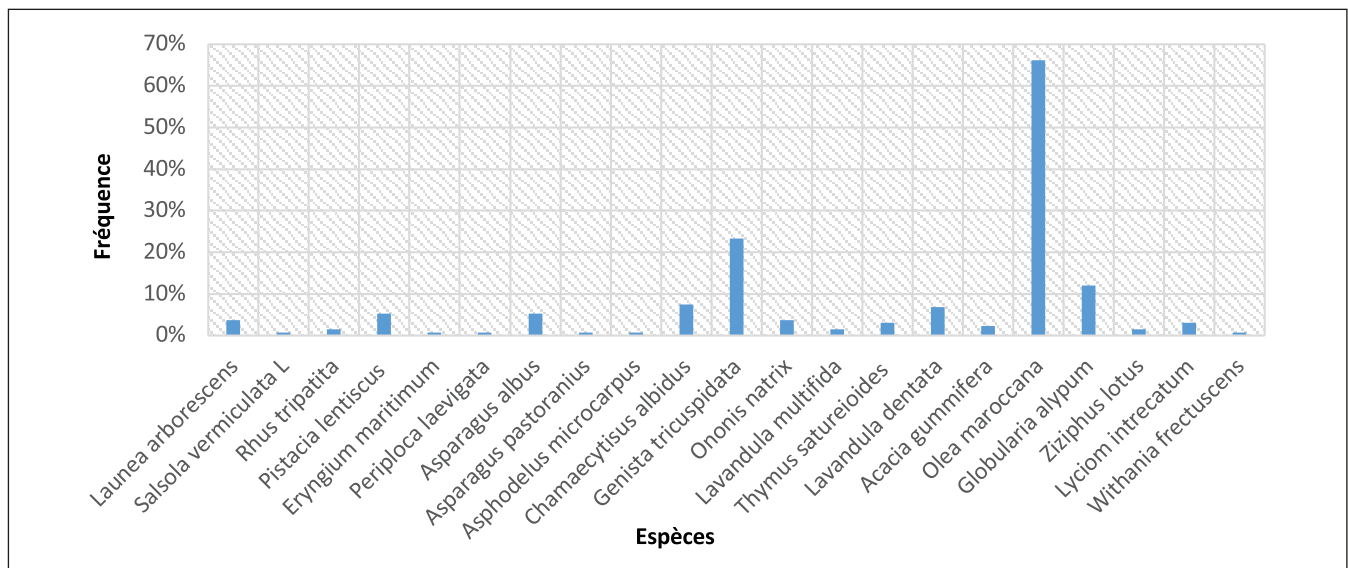


Diagramme 1 . Pourcentage des principales espèces fréquentes. Source: relevés floristiques.

163

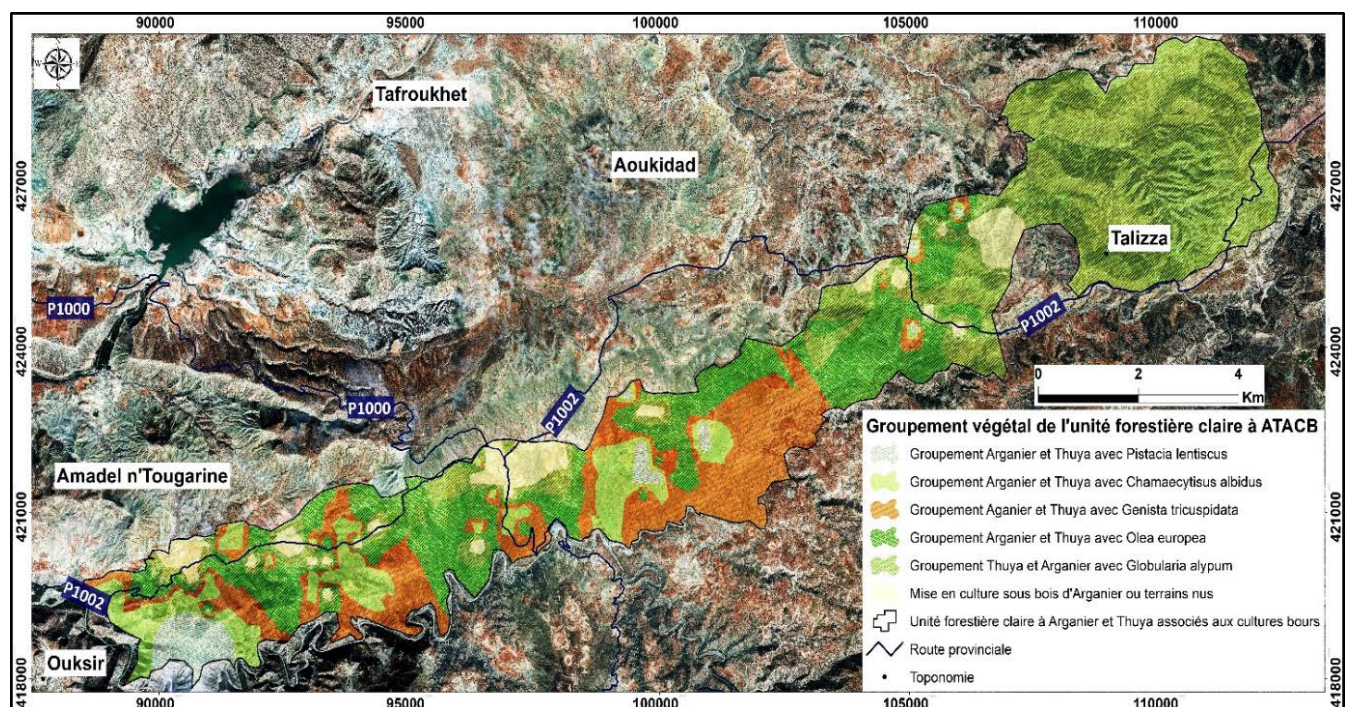


Figure 4 . Carte des groupements végétaux de l'unité forestière à Arganier et Thuya associés aux cultures bours. Source: relevés floristiques , 01/2022.



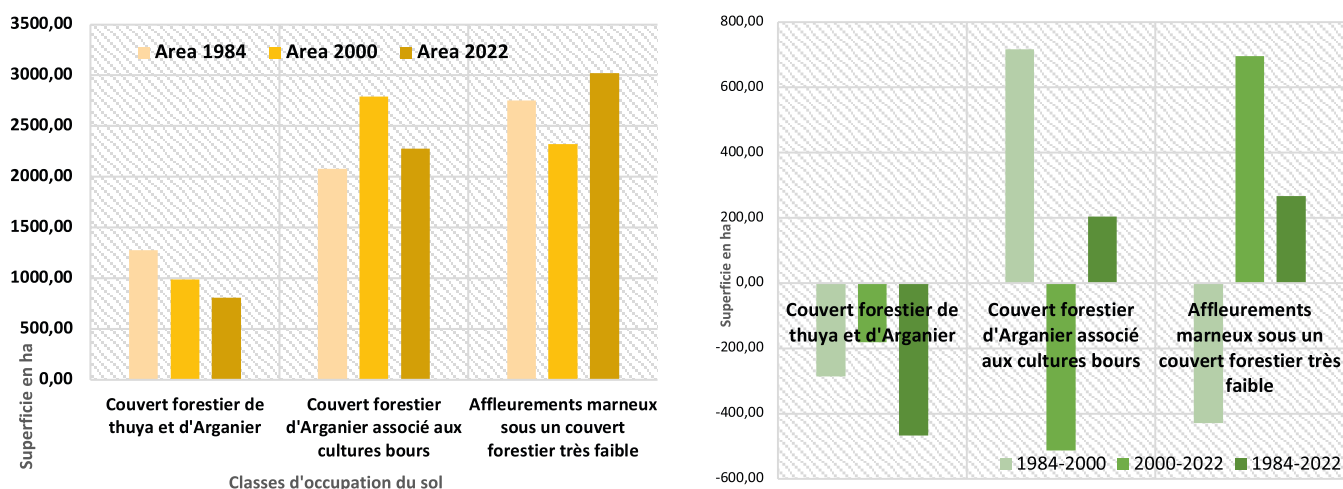


### 4.3. Dynamiques des structures paysagères forestières

Cette unité forestière présente des paysages fragiles avec une faible résilience. Sur le plan écologique, cette unité appartient aux forêts méditerranéennes hétérogènes, où l'on distingue des formations forestières, préforestières et pré-steppiques, dont l'évolution dépend du bioclimat et des espèces compositrices (El Maâna, 1994; Quézel & Barbéro, 1990; Taleb & Fennane, 2019a). Les paysages forestiers de cette unité illustrent un cas concret de dégradation spatiale, résultant de l'action combinée de facteurs biophysiques et anthropiques. Les résultats indiquent que cette dynamique régressive est principalement due aux activités humaines (déboisement, pratiques culturales, surpâturage, défrichement) et aux conditions climatiques, qui accentuent la désertification et le dépérissement (El Wahidi, 2013; Sivakumar, 2007; Wahidi *et al.*, 2015). Le développement progressif de la céréaliculture a entraîné des coupes anciennes dans les peuplements de thuya et d'arganier. Par conséquent, les formations forestières denses et de densité moyenne (*Mouchâa*) sont devenues des zones privilégiées pour le pâturage (Aouragh, 2012; Auclair, 1999; Bourbouze & El Aïch, 2005; Zugmeyer, 2006). De manière générale, le couvert forestier ne cesse de reculer dans l'espace et dans le temps (Irifi *et al.*, 2017).

Avec un taux de régression de 37 % depuis 1984, la superficie du paysage forestier pur est passée de 1 275,57 ha (21 % de l'unité forestière) à 990,12 ha (16 %) entre 1984 et 2000. La carte de l'année 2022 confirme également cette régression, qui représente une diminution de 181,25 ha par rapport à la période 2000-2022. Cependant, les deux autres classes ont connu une dynamique variable d'une période à l'autre en 2022. La classe des affleurements marneux sous faible couvert forestier a progressé, passant de 45 % à 49 % entre 1984 et 2022 (diagrammes 2 et 3, et figure 5). Cette dynamique variable selon les classes reflète l'influence combinée des sécheresses récurrentes et d'une forte pression anthropique (Wahidi *et al.*, 2015). La superficie du couvert forestier d'arganier et de thuya associé aux cultures bours a augmenté de 35 % (717,20 ha) entre 1984 et 2000, puis a diminué de 18 % entre 2000 et 2022. La classe des affleurements marneux sous un couvert forestier très faible présente une dynamique régressive durant la période 1984-2000, avec une baisse de 2752,53 ha en 1984 à 2324,22 ha en 2000, correspondant à une évolution de -16 % en 16 ans. Tandis que sa superficie a connu une progression assez importante de 30 %, avec une évolution de 695,10 ha. La diminution de la superficie de la classe des couvertures forestières de thuya et d'arganier, ainsi que de la classe des couvertures forestières d'arganier associées aux cultures bours durant la période 2000-2022, au profit de la classe des affleurements marneux sous un couvert forestier très faible, témoigne d'une transformation des zones boisées en paysages moins densément couverts de végétation (tableau 4).

164



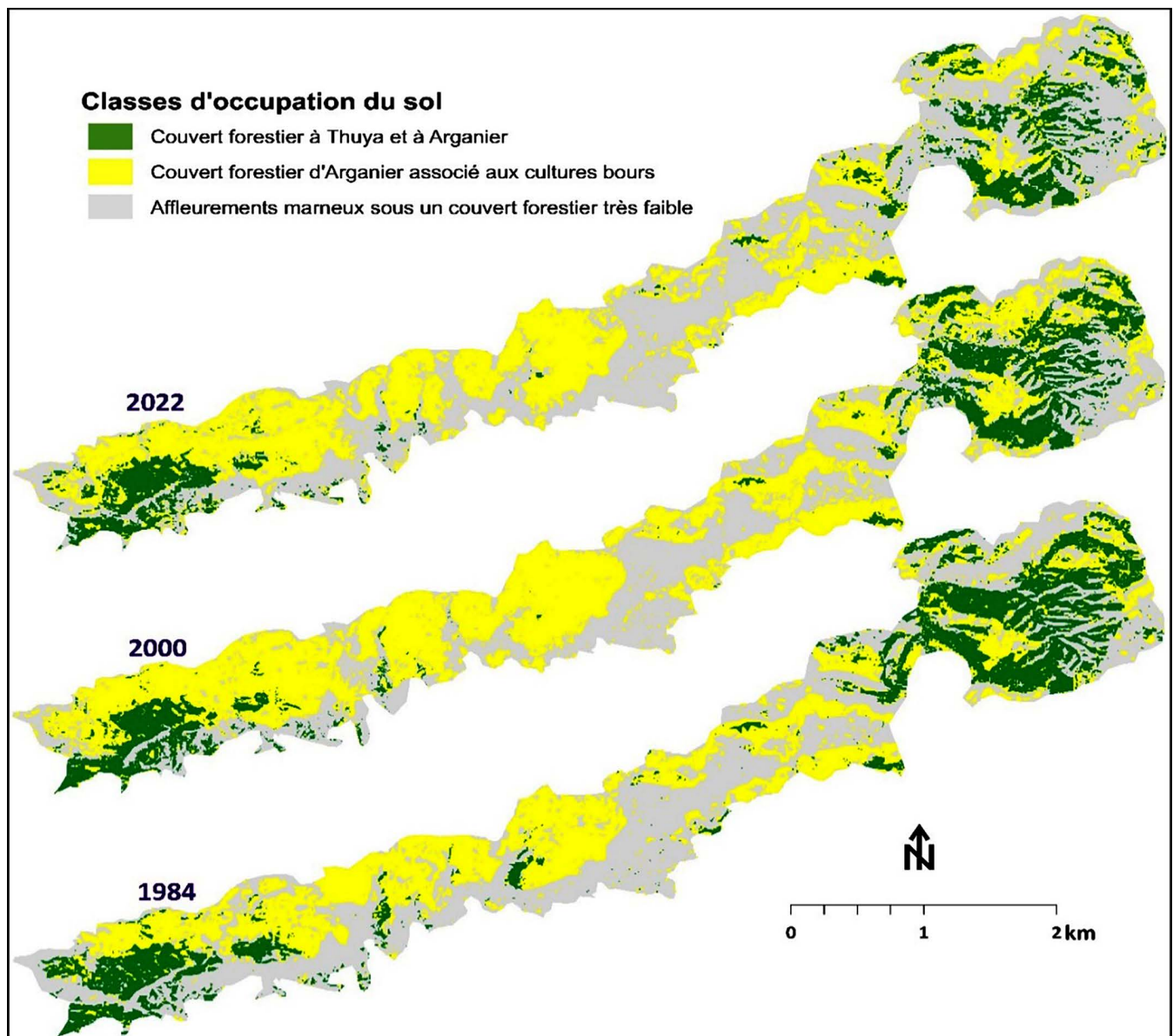
**Diagramme. 2 et 3.** Evolution des superficies d'occupation du sol de l'unité forestière claire à Arganier et Thuya associés aux cultures bours. Source: élaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat.



**Tableau 4.** Valeurs d'évolution des classes d'occupation du sol.

| Classes d'occupation du sol                                 | Area 1984 | Area 2000 | Area 2022 | Taux évo<br>84-2000 | Taux évo<br>2000-22 | Taux évo<br>84-22 |
|---|-----------|-----------|-----------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Couvert forestier de thuya et d'Arganier                    | 1275,57   | 990,12    | 808,87    | -22%                | -18%                | -37%              |
| Couvert forestier d'Arganier associé aux cultures bours     | 2077,26   | 2794,46   | 2280,84   | 35%                 | -18%                | 10%               |
| Affleurements marneux sous un couvert forestier très faible | 2752,53   | 2324,22   | 3019,32   | -16%                | 30%                 | 10%               |

Source: Elaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat.



165

**Figure 5 .** Dynamique d'évolution du paysage forestier de l'unité à Arganier et Thuya associés aux cultures bours.  
Source: élaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat .

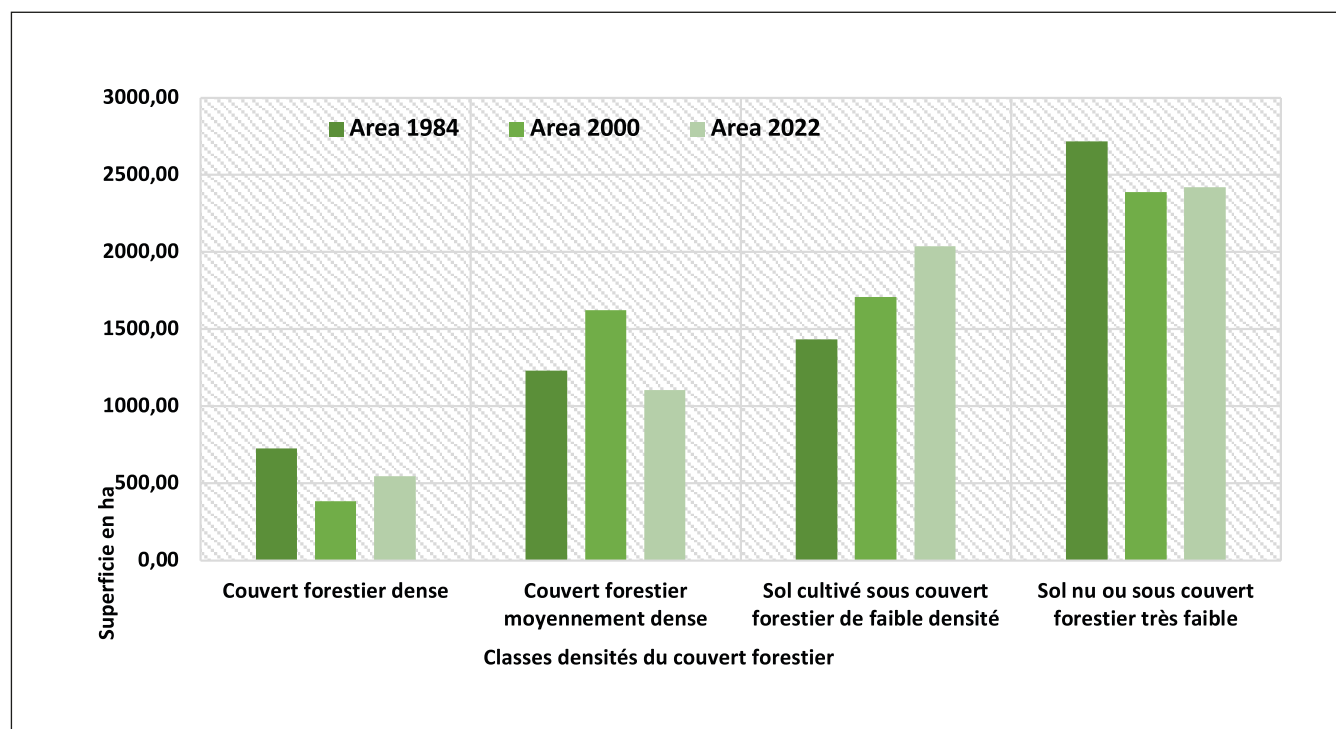


#### 4.4. Dynamiques des structures de densité du couvert forestier

Les paysages forestiers de cette unité paysagère dans cette zone de montagne sont de plus en plus soumis à de fortes pressions humaines (Aouragh, 2012; Irifi, 2023). Il en résulte une tendance à l'ouverture, et par conséquent à la formation de matorrals. Les agents forestiers estiment ainsi qu'il est urgent de prendre les mesures adéquates pour inverser cette dynamique (Aouragh, 2012; Irifi & Tribak, 2024a). Les résultats de l'analyse diachronique confirment cette « formation de matorrals » des paysages forestiers, liée à une longue période de sécheresse et à l'expansion des surfaces agricoles, notamment vers le nord-est de l'unité paysagère. Entre 1984 et 2022, la forêt a perdu 307,56 ha de sa superficie (soit -5 %), tandis que les sols cultivés sous couvert forestier faible ont progressé de 605,79 ha. La classe du sol nu ou sous couvert forestier très faible a perdu 295,86 ha (soit -5 %) de la superficie totale en 38 ans. En se basant sur l'évaluation de la densité des paysages forestiers sur le terrain, 79 % des placettes d'évaluation ont été effectuées dans des zones présentant une faible à moyenne densité du couvert forestier, c'est-à-dire de 5 à 45 % de la densité du couvert arboré. La dynamique paysagère peut prendre deux formes : régressive ou progressive. Entre 1984 et 2000, la classe du couvert forestier dense a subi une régression moyennement de 47 %, correspondant à une perte de 340,22 ha sur 38 ans. Ces résultats s'accordent avec l'augmentation de la classe du couvert forestier de densité moyenne, qui a évolué de 32 % (390,07 ha) durant la même période. Elle est ainsi passée de 1 232,86 ha en 1984 à 1 622,93 ha en 2000 (diagramme 4 et tableau 4).

En revanche, la surface du sol cultivé sous couvert forestier de faible densité est assez étendue. Elle a connu une dynamique nette et croissante, passant respectivement de 23 % en 1984, 28 % en 2000 et 33 % en 2022. Cette augmentation était sûre et certaine, notamment grâce à la classe du couvert forestier moyennement dense ou à celle du sol nu ou sous couvert forestier très faible, avec un taux d'évolution de 42 % entre 1984 et 2022. La dynamique régressive de la classe du sol nu ou sous couvert forestier très faible se traduit par une certaine reconquête végétale, avec l'apparition d'arbustes tels que *Genista tricuspidata*, *Launea arborescens* ou *Lycium intrecatum*, sur ces versants, ou du fait de la transformation de quelques terrains en terres à cultiver (Aouragh, 2012; El Wahidi, 2013; Irifi, 2023; Irifi *et al.*, 2017; Wahidi *et al.*, 2015) (figure 6).

166



**Diagramme 4.** Evolution des classes de densité du couvert forestier de l'unité forestière. Source: élaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat.

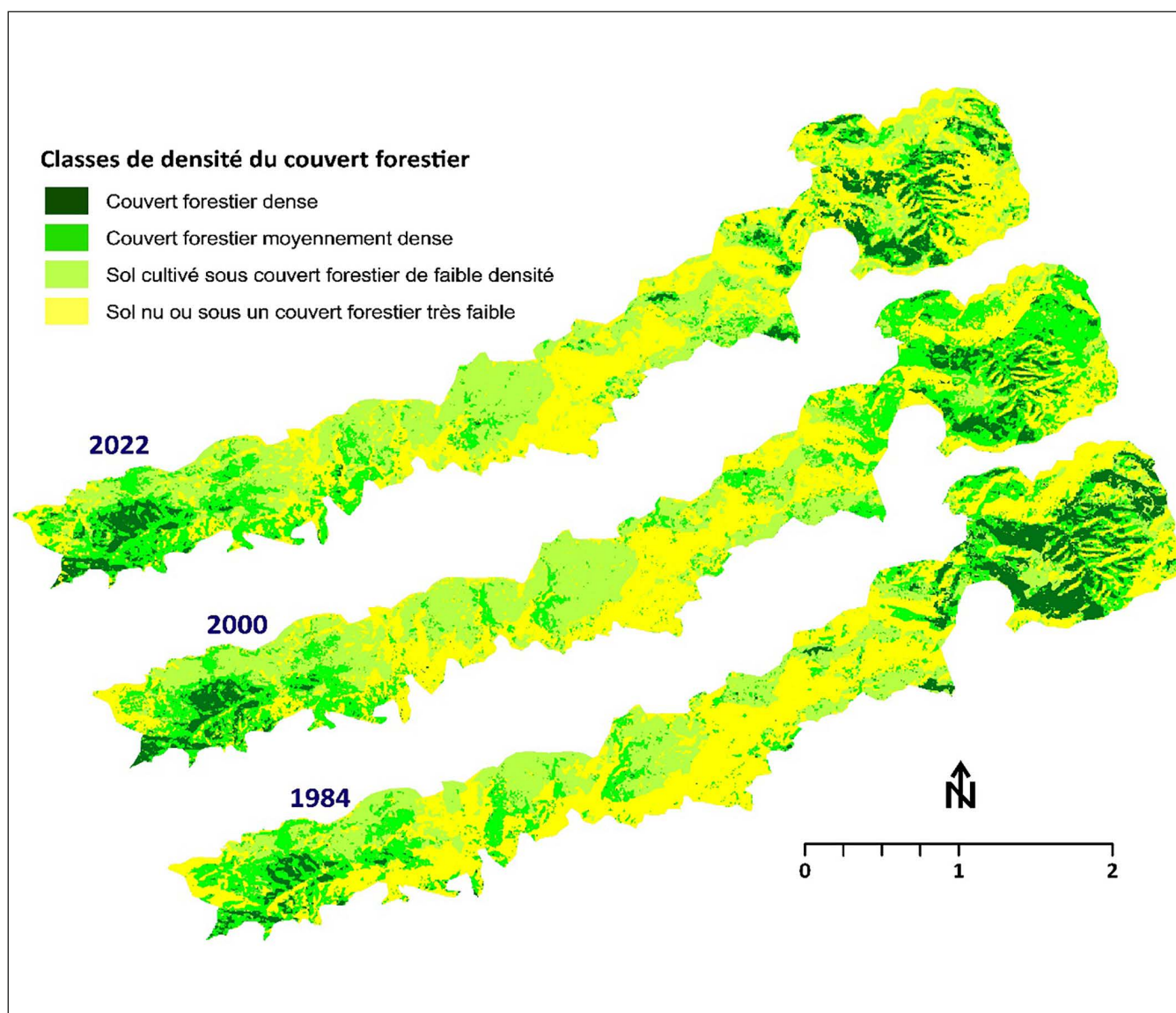




**Tableau 5.** Valeurs d'évolution des classes de densité du couvert forestier de l'unité paysagère.

| Classes de densité du couvert forestier              | Area 1984 | Area 2000 | Area 2022 | Taux évo 1984-2000 | Taux évo 2000-2022 | Taux évo 1984-2022 |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Couvert forestier dense                              | 725.63    | 385.41    | 545.94    | -47%               | -42%               | -25%               |
| Couvert forestier de densité moyenne                 | 1232.86   | 1622.93   | 1104.99   | 32%                | -32%               | -10%               |
| Sol cultivé sous couvert forestier de faible densité | 1432.28   | 1709.74   | 2038.06   | 19%                | 19%                | 42%                |
| Sols nus ou sous couvert forestier très faible       | 2715.97   | 2390.44   | 2420.11   | -12%               | 1%                 | -11%               |

Source: élaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat.

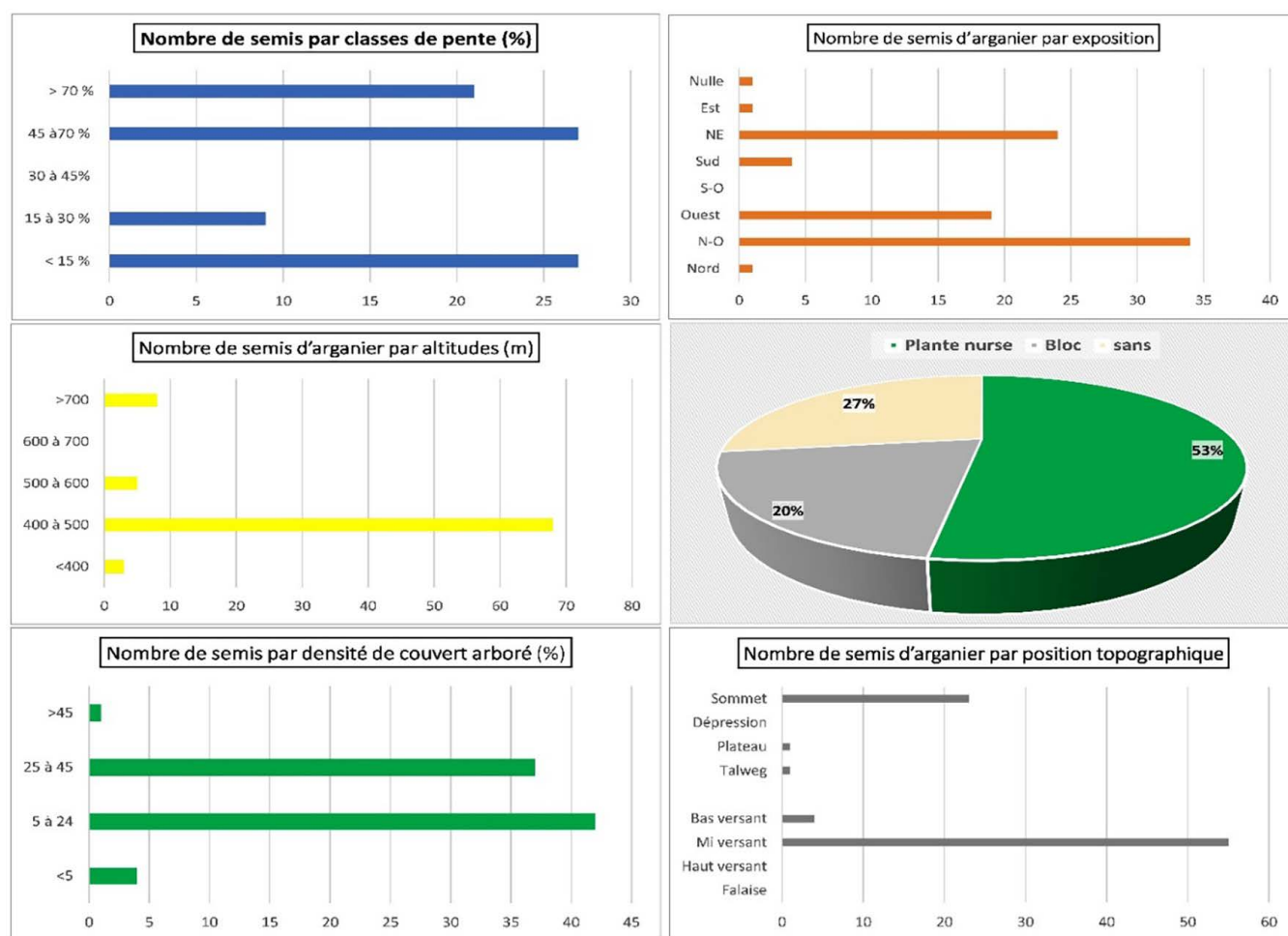


**Figure 6 .** Dynamique d'évolution des classes de densité du couvert forestier de l'unité à Arganier et Thuya associés aux cultures bours. Source: élaboration personnelle basée sur le traitement d'images Landsat .



#### 4.5. Dynamiques de régénération naturelle de l'Arganier et de Thuya

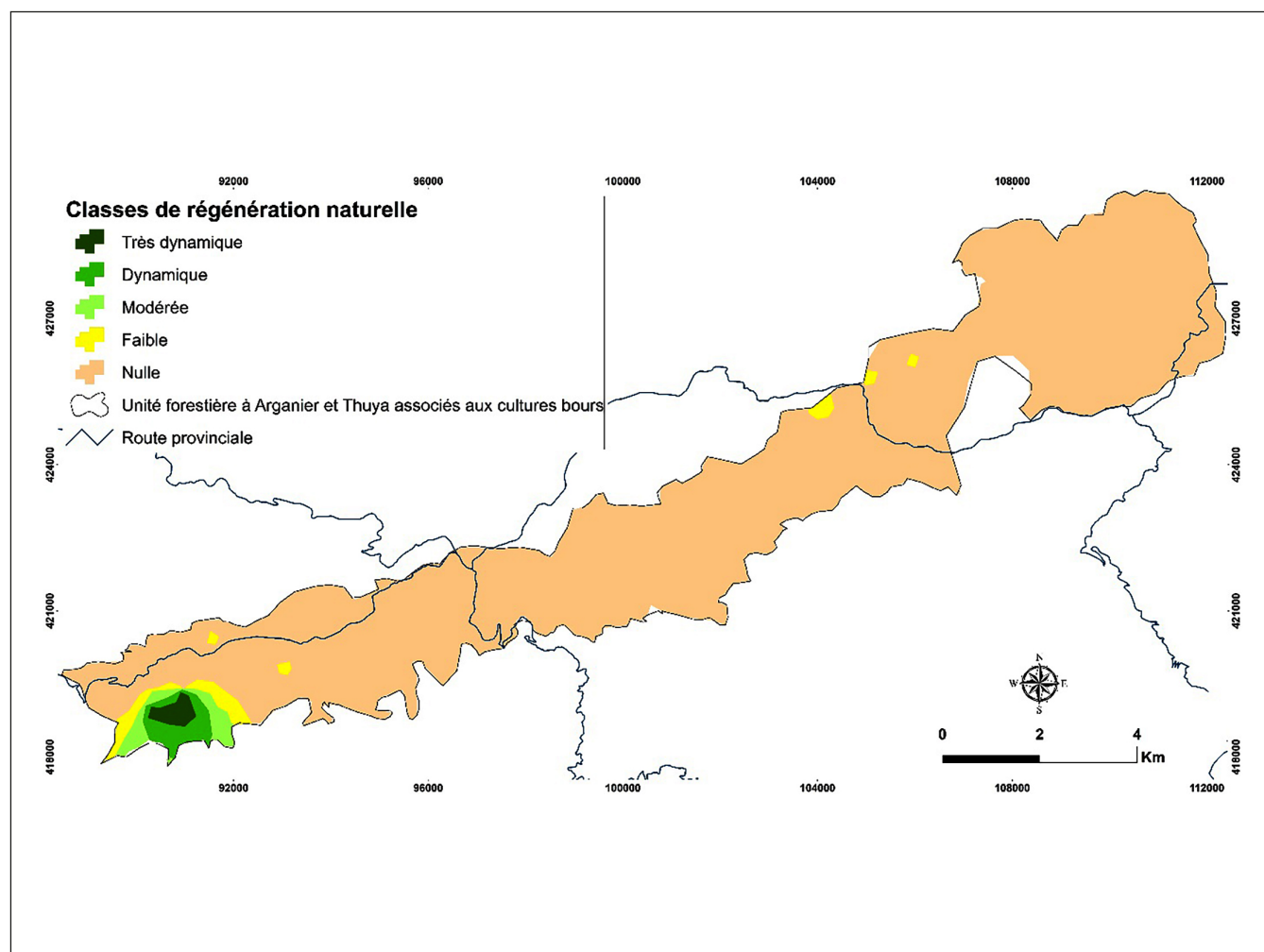
Si la régénération naturelle est aisément observable pour de nombreuses espèces arborées et arbustives, elle est compromise pour *Argania spinosa*, dont les jeunes semis peinent à survivre au broutage, au piétinement et aux contraintes climatiques (Baraloto, 2003; Irifi & Tribak, 2024a). La forte pression exercée sur cette unité paysagère (surpâturage, exploitation excessive des ressources ligneuses, agriculture intensive, récolte systématique des fruits), combinée à des conditions écologiques et biophysiques défavorables, explique le faible taux de régénération naturelle de l'arganier (Irifi, 2023; Irifi & Tribak, 2024a). Dix-huit jeunes arganiers et soixante-six jeunes thuyas ont été recensés. Leur morphologie est globalement similaire, avec des hauteurs et des diamètres variant de 25 cm à 1,20 m selon leur âge. De nombreux semis bénéficient de la présence de plantes nurses (*Lavandula dentata*, *Genista tricuspidata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, etc.), 52 % des semis régénérés se trouvant au sein de ces plantes, 27 % sans protection et seulement 20 % à l'abri de pierres ou de blocs (Genin *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a; Karami *et al.*, 2017). L'étude des facteurs topographiques révèle leur influence sur la régénération naturelle de l'arganier et du thuya: 27 semis ont été recensés sur des pentes faibles (inférieures à 15 %) et fortes (entre 45 % et 70 %), et 21 semis sur des pentes supérieures à 70 %, contre seulement 9 sur des pentes de 15 % à 30 %. La régénération des arganiers et des thuyas se concentre à mi-versant (65 %), puis au sommet (27 %) et au niveau du bas de versant (5 %), les talwegs et plateaux étant très peu concernés (1 %). L'accessibilité du relief apparaît donc comme un facteur déterminant pour la régénération naturelle (Assédé *et al.*, 2015; Irifi & Tribak, 2024a; Tan & Bruckert, 1992) (figure 7).



**Figure 7.** Diagrammes du nombre de semis régénérés par rapport aux conditions de terrain dans l'unité à Arganier et Thuya associés aux cultures bours. Source: relevés floristiques.



L'effet géomorphologique et orographique, notamment l'exposition des versants et l'altitude, influence la régénération (Assédé *et al.*, 2015; Irifi & Tribak, 2024a). Nous avons recensé 34 semis sur les versants nord-ouest, 24 sur les nord-est et 19 sur les ouest. Les versants sud semblent moins propices à la régénération naturelle (Irifi & Tribak, 2024a). L'altitude optimale se situe entre 400 et 500 m (68 semis), suivie des altitudes supérieures à 700 m (8 semis, principalement des thuyas et quelques arganiers). Les basses altitudes inférieures à 400 m n'enregistrent que la régénération de trois jeunes semis d'arganier. Les relevés floristiques révèlent une corrélation entre régénération et densité du couvert arboré (Baraloto, 2003; Drapier, 1985; Genin *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a; Meddour, 1992; Tan & Bruckert, 1992) : 79 semis d'arganier et de thuya ont été observés dans les zones à recouvrement moyen (5-45%), contre un seul dans les zones à recouvrement supérieur à 45% (figure 7). La carte de régénération naturelle révèle une dominance d'un état de régénération généralement faible, voire nulle, à l'exception de quelques zones à forte régénération, identifiées comme des hotspots de régénération naturelle (figure 8) (Irifi, 2023). Ces zones ne couvrent toutefois qu'un peu plus de 200 ha (+ 3 %) de la superficie totale de l'unité paysagère forestière. La plupart des jeunes arganiers se développent sur des terrasses abandonnées ou dans la zone de *Mouchaâ*, à l'écart des habitations, des cultures bours et des zones de pâturage souvent exposées à l'ouest, au nord-est et au nord-ouest. À la différence de l'unité forestière à arganiers moyennement denses, les paramètres topographiques et écologiques semblent jouer un rôle primordial dans le processus de régénération naturelle des arbres (Irifi & Tribak, 2024a).



**Figure 8 .** Carte de régénération naturelle de l'Arganier et Thuya de l'unité forestière claire à Arganier et Thuya associés aux cultures bours. Source: relevés floristiques.





## 5. DISCUSSION

Cette unité paysagère forestière, fortement anthropisée, a vu d'importantes superficies converties en cultures bours (Irifi, 2023). Sa dynamique spatio-temporelle est conditionnée par les influences naturelles ainsi que par les fluctuations socio-économiques entre emprise et déprise agricoles (Aouragh, 2012; El Wahidi, 2013; Kirchhoff *et al.*, 2019, 2022; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012; Marzolf *et al.*, 2021; Tribak, 2001). La superficie des terres cultivées est ainsi passée de 1 432,28 ha en 1984 à 2 038,06 ha en 2022, entraînant une régression du couvert forestier dense au profit des cultures, puis du pâturage après abandon. Le double phénomène d'emprise humaine et de sécheresse conduit à l'apparition de paysages dégradés et à l'affleurement des terrains marneux sous un couvert arbustif épars (Irifi, 2023). La réduction du couvert végétal est un indicateur clé de la dégradation des paysages forestiers, soulignant le rôle du stress hydrique, de la sécheresse et des fortes chaleurs (Chakhchar *et al.*, 2017; Kirchhoff *et al.*, 2019, 2022; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012; Wahidi *et al.*, 2015). L'évolution du couvert forestier varie en fonction des périodes, des essences et du degré d'anthropisation. L'analyse, basée sur l'année de référence 1984, couvre 38 ans, divisés en deux périodes: 1984-2000 et 2000-2022. L'analyse de l'évolution des paysages forestiers de la basse vallée confirme une tendance régressive de 1980 jusqu'en 2000, légèrement atténuée entre 2000 et 2022, sans toutefois disparaître (Irifi *et al.*, 2017; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012).

Toutes les formations de la couverture végétale de cette unité forestière ont subi et subissent encore une forte dégradation (unités supérieures denses, matorrals, couvert végétal arbustif, etc.) ; elles présentent des signes de détérioration assez sévères (El Wahidi, 2013; Irifi *et al.*, 2017). La régression superficielle, le dépérissement des arbres, la diminution des taux de recouvrement végétal et la dédensification des paysages forestiers de thuya sont tous des aspects des processus de dégradation du couvert végétal ancrés dans le temps et dans l'espace (Aouragh, 2012; El Wahidi, 2013; Irifi, 2023; Kirchhoff *et al.*, 2022; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012). Le couvert arboré de la zone constitue l'ossature autour de laquelle s'articule l'économie rurale, notamment dans les paysages d'arganeraies en association avec la céréaliculture et l'élevage des caprins (Bourbouze & El Aïch, 2005; Faouzi, 2013). Il révèle le déséquilibre qui affecte l'ensemble du système et ses composantes (Le Polain De Waroux & Lambin, 2012). À l'issue de cette analyse, nous avons pu constater que:

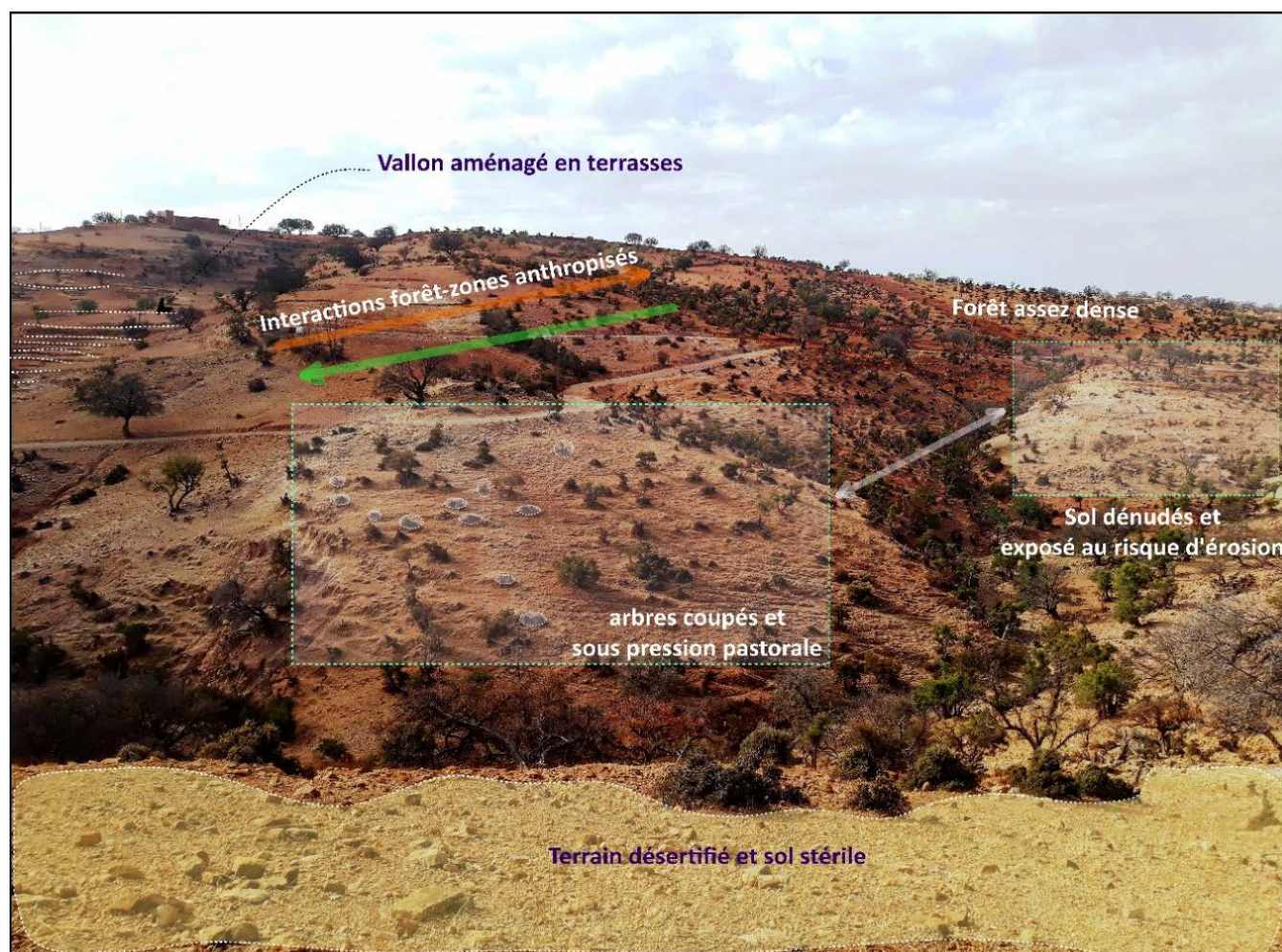
1. les surfaces forestières diminuent progressivement d'une période à l'autre;
2. la densité du couvert forestier est faible à moyenne;
3. cette évolution régressive reste générale, mais présente des disparités et des dynamiques variables selon les périodes. Le recul en termes de densité semble peu alarmant dans l'ensemble, en raison de nombreuses mutations sociales et écologiques récentes dans cette zone de montagne (exode rural, déclin des activités humaines, etc.) (Irifi, 2023; Irifi *et al.*, 2017). Il révèle toutefois un déséquilibre concret du fonctionnement de ces paysages forestiers qui doit être pris en considération pour toute stratégie de protection et de restauration.

Pendant des périodes récentes, le surpâturage des troupeaux de nomades du sud marocain, combiné à la sécheresse, a causé d'importants dommages à la biomasse arborée et arbustive, limitant ainsi la régénération naturelle (Alifriqui, 2014). Cette dernière est également anéantie par le faible taux de fructification et le ramassage systématique des noix, essentiellement destiné à l'arganier (Irifi & Tribak, 2024a). Dans la forêt de Mesguina (versants sud du Haut Atlas Atlantique), les nomades, bien qu'ayant un droit de passage, s'installent plus longtemps, simulant des transits. Malgré la mise en défens (Agdal) des fruits des arganiers par les villageois entre juin et septembre, les troupeaux nomades ne respectent pas ces règles communautaires de pâturage (Alifriqui, 2014). Au sein de la basse vallée de l'oued Tamri, la gestion et la conservation des peuplements d'arganiers et de thuyas sont compromises par le surpâturage de la strate herbacée (dominée par des espèces annuelles à faible productivité et envahissantes) et par les coupes et les ébranchages pratiqués par les paysans pour obtenir du fourrage (Faouzi, 2013; Sabir *et al.*, 2017). Cette unité subit un surpâturage près des douars, lié à l'ébranchage



du thuya et à la surexploitation du feuillage arbustif. À l'écart des douars, les peuplements denses de thuya, peu pâturés, présentent un risque accru d'incendie en raison de l'inflammabilité des espèces (IRIFI *et al.*, 2025; Irifi & Tribak, 2024a; Quézel & Barbéro, 1990; Sabir *et al.*, 2017). Il s'agit en effet de mutations socio-spatiales générales liées à des changements survenus à la fois dans la biophysique et dans l'anthropique (Aouragh, 2012; El Wahidi, 2013; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012; Van Der Ploeg *et al.*, 2018).

Cette unité paysagère forestière illustre la fragilité et la complexité des forêts du Haut Atlas Atlantique. Soumise à de fortes pressions foncières et agrosylvopastorales, exacerbées depuis le protectorat français, elle a connu des conflits fonciers et des changements de statut des terres, opposant les ayants droit et l'administration des Eaux et Forêts (Auclair, 1999). Afin de dédensifier les peuplements forestiers denses de l'unité paysagère, les personnes enquêtées confirment le recours, à cette époque, à la détérioration des arbres par incinération ou par des coupes anarchiques. Certains versants des plateaux d'Aziar présentent des paysages forestiers fortement déséquilibrés, témoignant de la convergence entre les coupes (illicites et celles organisées par l'administration des Eaux et Forêts). Dans un contexte climatique semi-aride marqué par la sécheresse et une forte pression pastorale, les formations végétales sont exposées à un risque d'érosion hydrique active (Irifi, 2023; Kirchhoff *et al.*, 2022; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012) (photo 1). Par conséquent, le couvert végétal continue de régresser (Irifi & Tribak, 2024a).



171

**Photo 1.** Dégradation des structures paysagères à Arganier et Thuya près des douars. Source: travail personnel basé sur le cliché de Irifi, H. le 06/02/2022.





Divers facteurs interactifs contribuent à expliquer ces évolutions. Dans le cas de la régression de la dynamique paysagère, c'est principalement l'impact humain qui en est responsable, entraînant une ouverture du paysage forestier. Parallèlement, la fréquence des périodes de sécheresse a accentué la diminution de la densité du paysage forestier. Selon le (diagramme 5), on constate une alternance de périodes humides et sèches entre 1967 et 2022. Les périodes humides sont souvent de courte durée, ne dépassant pas cinq à six périodes, comme en 1967/1970, 1987/1990, 1995/98, 2009/2011 et 2014/2015 avec un maximum de précipitations atteignant environ 650 mm en 1995/96 et 550 mm en 2008/2010. En revanche, les périodes sèches sont beaucoup plus fréquentes, totalisant cinq périodes longues qui se succèdent de manière assez irrégulière et s'étendent sur une moyenne de 4 à 10 ans : 1970/1980, 1982/1984, 1990/1994, 1998/2002, 2005/2007, de 2012 à 2013 et de 2016 à 2022. Il est à noter que les périodes d'extrême sécheresse, où les précipitations sont inférieures à 200 mm, se situent dans la période correspondant à la décennie des années 70/80, 1999/2007 et la dernière période 2015/2022, après la courte période humide de 2014/2015 (El Wahidi, 2013; Irifi *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a).

Dans le cadre précis de cette période, allant de 1967 à 1980, la moyenne des précipitations s'élevait à 250 mm. Elle a débuté par des années humides (1967 à 1970), suivies d'une longue période sèche (1971 à 1980). La courbe exponentielle des totaux de pluies indique une tendance à la régression des précipitations jusqu'au milieu des années 1980, après quoi elles tendent à s'élever au-dessus de la moyenne (260 mm) depuis 1986. Les données indiquent ainsi des variations des précipitations, avec une augmentation de 113,5 mm en 1982 à 157 mm en 1983, puis à 291 mm en 1984, 134 mm en 1986, et un pic de 472 mm en 1987. Le coefficient de régression linéaire montre des valeurs positives de 0,2 et 0,3 pour les deux périodes, ce qui indique qu'il existe une forte corrélation entre la baisse ou la hausse des moyennes annuelles et la tendance des précipitations dans chaque période. Entre la décennie 1990 et le début des années 2000, nous observons une faible tendance à l'élévation de la courbe des précipitations, souvent inférieure à la moyenne (285 mm), avec une pente linéaire de  $R^2 = 0,0181$ . Il s'agit donc d'une décennie sèche, marquée par une période humide relativement longue de trois années consécutives (1995-1996-1997), avec des précipitations oscillant entre 643 mm en 1995 et 446,4 mm en 1997 (diagramme 6). Les deux dernières décennies présentent des moyennes de précipitations comprises entre 282 mm de 2001 à 2010 et seulement 177 mm de 2011 à 2022. Les cumuls annuels dépassent la moyenne dans trois cas (2003, 2009 et 2010), avec un pic de précipitations supérieur à 500 mm. La dernière décennie est marquée par un retour de fortes précipitations dans deux cas seulement : plus de 350 mm en 2014 et 284 mm en 2016 (diagramme 6). Ces irrégularités des précipitations et la variation de la tendance de la courbe exponentielle, tantôt vers la baisse, tantôt vers la progression, constituent la caractéristique principale des influences du climat méditerranéen (Irifi & Tribak, 2024a). La diminution des précipitations a des conséquences néfastes sur la régénération naturelle de l'ensemble du paysage forestier régional, en particulier pour les jeunes semis et les plantules, plus vulnérables au stress hydrique (Irifi & Tribak, 2024a; Le Polain De Waroux & Lambin, 2012; Martensen *et al.*, 2017; Wahidi *et al.*, 2015).

L'analyse du diagramme de la croissance de la population entre 1960 et 1971 met en évidence une tendance nette à la hausse pour l'ensemble de la région de Tamri, avec un taux d'accroissement d'environ 35 %. De 1971 à 1982, la charge démographique reste sur cette même dynamique croissante, passant de 19 146 habitants en 1971 à 23 046 habitants en 1982. En ce qui concerne la période allant de 1982 à 1994, on observe toutefois une chute significative du taux d'accroissement, d'environ -30 % par rapport aux douze années précédentes. Les années 70-80 apparaissent comme une période charnière marquée par l'exode rural et agricole. La sécheresse des années 80 a accentué ce phénomène et la déprise agricole dans de nombreux douars (Irifi *et al.*, 2017; Tribak, 2001) (diagramme 7). Le recensement général de 2004 a détecté une faible augmentation de 1 398 habitants, due essentiellement à l'augmentation du nombre de ménages. La population totale est ainsi passée à 17 433 habitants, avec un taux d'accroissement de l'ordre de 9 %.

Enfin, le recensement général de 2014 révèle une croissance démographique de la population totale, qui atteint 18 577 habitants, avec un taux d'accroissement de 7 % par rapport à 2004 (où la population était de 17 442 habitants). En comparant les chiffres de population de la commune de Tamri issus des différents recensements, on constate une baisse importante avant les années 1990, suivie d'une reprise de la croissance à partir de 2004. Les données disponibles montrent plutôt une stabilisation, voire une légère augmentation, entre 2004 et 2014. La poussée démographique post-indépendance a déséquilibré les ressources et les



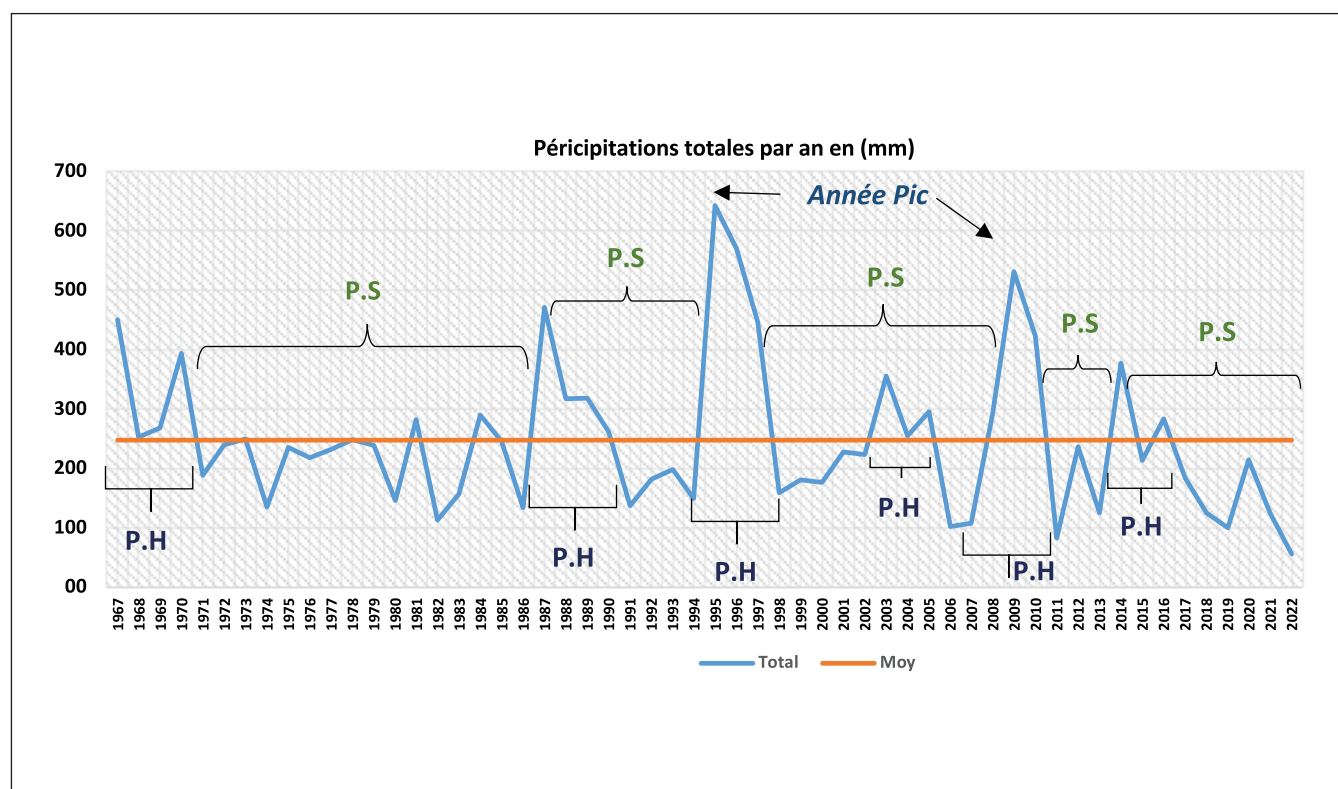


besoins, en intensifiant l'emprise humaine sur les versants et en accélérant les mouvements de migration rurale. La sécheresse des années 1970-1980, en accentuant la pénurie d'eau, constitue un facteur important de déstabilisation dans cette zone semi-aride (Tribak, 2001).

Dans la commune de Tamri, les processus de désenclavement, le développement du tourisme et l'essor du centre urbain constituent les principaux facteurs permettant de fixer la population sur son territoire et de minimiser les vagues de départ vers les centres urbains ou à l'étranger. La commune offre des alternatives économiques, améliore les infrastructures et les services (Irifi, 2023).

En examinant le niveau de résilience de ces espèces ligneuses, en se basant sur les données de terrain, les résultats obtenus par le traitement numérique des images satellitaires Landsat, ainsi que sur les observations faites sur le terrain concernant l'état de la dégradation des paysages forestiers, nous déduisons que: durant cette période, la zone d'étude a été marquée par des sécheresses accrues en fréquence et en intensité (Irifi & Tribak, 2024a). Malgré leur adaptation aux milieux arides et semi-arides, l'Arganier et le Thuya voient leur résilience compromise par ces épisodes prolongés ou extrêmes, impactant leur croissance, leur reproduction et leur régénération naturelle (Afi *et al.*, 2024; Chakhchar *et al.*, 2018).

Un tel stress hydrique menace la pérennité de ces écosystèmes et fragilise considérablement les jeunes plants (Chakhchar *et al.*, 2018). Soumise à une forte pression anthropique, notamment en raison de l'importance de l'élevage dans la basse vallée de l'Oued Tamri, la régénération de l'Arganier est fortement compromise par le pâturage intensif, en particulier celui des caprins, et ce malgré un faible niveau actuel de coupes de bois (Genin *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a). L'association de sécheresses intensifiées par le changement climatique et de pressions humaines continues confère aux peuplements d'Arganier et de Thuya une résilience limitée (Gazol *et al.*, 2018; Soufiani *et al.*, 2023). Cet état se traduit notamment par une résistance et une capacité de récupération amoindries, une forte diminution de la densité des forêts entraînant une ouverture du paysage, ainsi qu'une régénération difficile, particulièrement marquée chez l'Arganier (Genin *et al.*, 2017; Irifi & Tribak, 2024a).



**Diagramme 5.** Pluviométrie annuelle à la station de Tamri par période de 1967-2022. Source: notre élaboration à partir des données de l'Agence du Bassin Hydraulique Souss-Massa. (P.S : périodes sèches. P.H : périodes humides).



Diagramme 6. Pluviométrie annuelle à la station de Tamri par période de 1967-2022. Source: notre élaboration à partir des données de l'Agence du Bassin Hydraulique Souss-Massa.

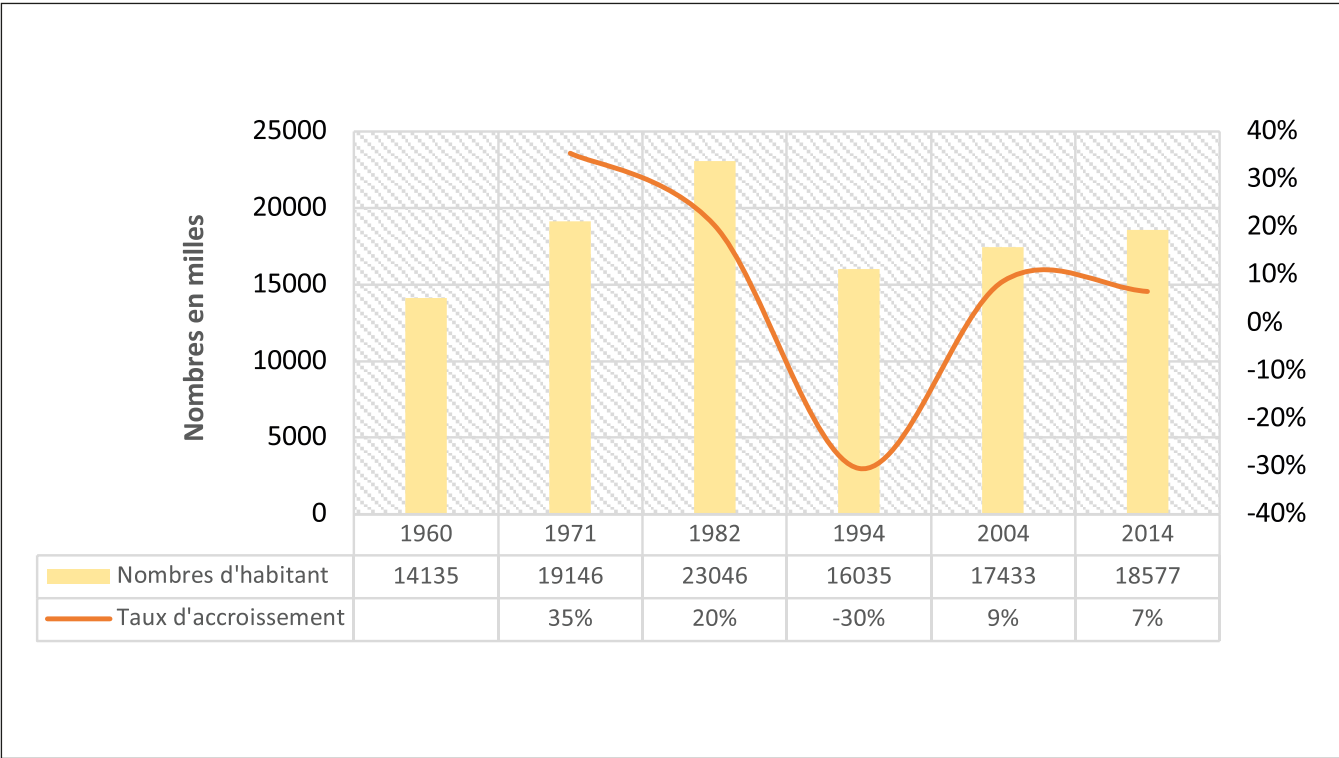


Diagramme 7. Nombres des habitants et taux d'accroissements par recensement général des habitants et de l'habitat de Tamri. Source: notre élaboration à partir des données du Haut-Commissariat du Plan HCP.



## 6. CONCLUSION

Les unités paysagères forestières de la basse vallée de l'oued Tamri constituent un exemple concret de paysages fragiles à structures forestières complexes et diversifiés, typiques du Haut Atlas atlantique. Elles sont soumises à des pressions foncières et agrosylvopastorales exacerbées depuis la période du protectorat français. La période de domanialisation durant cette période et après l'indépendance a généré des conflits entre les ayants droit et l'administration des eaux et forêts concernant les terrains forestiers et agricoles, entraînant un bouleversement de leur statut foncier. L'ouverture des paysages denses d'arganier et de thuya peut être attribuée à la détérioration des arbres par l'incinération ou des coupes anarchiques, ainsi qu'à la récurrence de longues périodes de sécheresse. Les versants des plateaux de la zone d'étude sont défigurés par des paysages forestiers fortement déséquilibrés sous une forte pression pastorale.

La structure actuelle du paysage témoigne d'un déclin de l'activité agricole sur les versants dédiés au pâturage et aux terrasses agricoles. Cela représente toutefois une possibilité de reconquête pour l'espace forestier dans la zone d'étude. L'abandon actuel des terrasses agricoles par les agriculteurs et la réduction des cas de surpâturage ont probablement des effets positifs sur la reconquête végétale. Cette situation plus ou moins propice permettrait ainsi à l'arganier et au thuya de se régénérer naturellement. La combinaison de fortes pentes, d'une faible couverture végétale, de terrains friables et d'un climat rigoureux favorise une dynamique érosive accélérée et généralisée à grande échelle dans cette zone de montagne. Cette dynamique érosive entraîne une déstabilisation des versants et des masses rocheuses, menaçant les infrastructures (routes, ponts, ouvrages hydrauliques). Elle provoque également d'autres phénomènes paysagers : chutes de blocs, éboulements, envasement du barrage Moulay Abdellah, mouvements de masse, etc.

## Remerciements

Au terme de ce travail, nous voulons à remercier vivement l'éditeur de la revue Revista de Estudios Andaluces (REA) pour ses efforts indéfectibles pour la publication de ce nouveau numéro. Je tiens à remercier très chaleureusement Sîd El Mekki Mustapha pour son accompagnement et son aide sur le terrain. Nous remercions également tous les examinateurs pour leur évaluation de ce travail.

175

## Responsabilités et conflits d'intérêts

Les auteurs s'engagent à divulguer tout conflit d'intérêt existant ou potentiel en relation avec la publication de cet article. Par ailleurs, les contributions des deux auteurs concernés sont présentées comme suit :

1. Irifi Hicham a assumé les tâches de collecte des données par le travail de terrain et l'exploitation des documents (cartes, documents d'archives, images satellitaires, données numériques, bases statistiques, etc.) Il a également assuré l'élaboration des bases de données et des différentes figures ainsi que l'interprétation et la vérification des résultats sur le terrain.
2. Tribak Abdellatif a assuré la direction et la supervision des travaux, l'analyse et l'interprétation des données, la correction du manuscrit et la validation des résultats.





## RÉFÉRENCES

- Aafi, A., Taleb, M. S., & Fechtal, M. (2002). *Espèces remarquables de la flore du Maroc*. Centre National de la Recherche Forestière.
- Adnane, L., & Belkacem, K. (2013). The Site of Biological and Ecological Interest (SBEI) of Ain Asmama : 20 Years Later, What Are Changes? *Journal of Geographic Information System*, 05(01), 40-53. <https://doi.org/10.4236/jgis.2013.51005>
- Afi, C., Telmoudi, M., Labbassi, S., Chabbi, N., Hallam, J., Msanda, F., & Ait Aabd, N. (2024). Assessing the Impact of Aridity on Argan Trees in Morocco : Implications for Conservation in a Changing Climate. *Resources*, 13(10), 135. <https://doi.org/10.3390/resources13100135>
- Akoguh, P. N., Dibi, H. N., Godo, M. H., Adja, G. M., & Kouamé, F. K. (2022). Évaluation des méthodes de classifications dirigées (spectrale et orientée objet) sur les images satellitaires à THRS : Cas de la cartographie du tissu urbain de la commune de Cocody et d'Attécoubé (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Vertigo*, 22-3. <https://doi.org/10.4000/vertigo.36548>
- Alifriqui, M. (2014). *Diagnostic de l'état des lieux environnemental et social et des potentialités agronomiques durables de 13 douars de la commune de Drarga*. (Synthèse des diagnostics participatifs villageois (PDD), Projet Argan GoodPlanet. 1; Mission de diagnostic territorial participatif de 13 douars de la commune de Drarga-Forêt de Mesguina, p. 212).
- Amzil, A., & Abou, H. (2014). Réserve de l'Arganeraie: Atouts d'un tourisme éco-culturel Revisiter la tradition paysanne à l'ère de la mise en tourisme des espaces ruraux des Ida-ou-Tanane. *Patrimoine et Tourisme Culturel Au Maroc, Série Actes de Colloques* 43, 163-170. [https://www.academia.edu/19809021/R%C3%A9serve\\_de\\_l\\_Arganeraie\\_Atouts\\_d\\_un\\_tourisme\\_%C3%A9co\\_culturel\\_Revisiter\\_la\\_tradition\\_paysanne\\_%C3%A0\\_l\\_%C3%A8re\\_de\\_la\\_mise\\_en\\_tourisme\\_des\\_espaces\\_ruraux\\_des\\_Ida\\_ou\\_Tanane](https://www.academia.edu/19809021/R%C3%A9serve_de_l_Arganeraie_Atouts_d_un_tourisme_%C3%A9co_culturel_Revisiter_la_tradition_paysanne_%C3%A0_l_%C3%A8re_de_la_mise_en_tourisme_des_espaces_ruraux_des_Ida_ou_Tanane)
- Aouragh, M. (2012). *Dynamique des paysages de l'arganeraie du Sud-Ouest marocain: Apport des données de télédétection et perspectives de les intégrer dans un SIG* [These de doctorat, Paris 4]. <https://theses.fr/2012PA040135>
- Assédé, E.S.P., Azihou, F. A., Adomou, A.C., Oumou, M., & Sinsin, B. (2015). Effet du relief sur la régénération des espèces ligneuses en zone soudanienne du Bénin. *Bois & Forêts des Tropiques*, 326(326), 15. <https://doi.org/10.19182/bft2015.326.a31280>
- Auclair, L. (1999). Départ et d'autre de la Méditerranée, la forêt. La forêt-monde en question : recomposition du rapport des sociétés à la forêt dans les pays du Sud. *Autrepart*, 9(9), 53-62.
- Baraloto, C. (2003). Régénération forestière naturelle: De la graine à la jeune tige. *Revue forestière française*, 55(sp), 179-187. <https://doi.org/10.4267/2042/5770>
- Benabid, A.A. (2000). *Flore et écosystèmes du Maroc: Évaluation et préservation de la biodiversité* (Ibis Press Librairie et éd. Kalila Wa Dimna). Ibis Press. Paris.
- Bertrand, G. (1978). Le paysage entre la Nature et la Société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2), 239-258. <https://doi.org/10.3406/rgpso.1978.3552>
- Bertrand, G., & Tricart, J. (1968). Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39(3), 249-272. <https://doi.org/10.3406/rgpso.1968.4553>
- Bormann, F.H. (1953). The Statistical Efficiency of Sample Plot Size and Shape in Forest Ecology. *Ecology*, 34(3), 474-487. <https://doi.org/10.2307/1929720>
- Bouchibane, M., Zemouri, M., & Bougaham, A.F. (2024). Étude floristique et biogéographique de la forêt de Tababort (Nord-Est algérien). *Flora Mediterranea*, 34, 263-276. <https://doi.org/10.7320/FIMedit34.263>
- Bourbouze, A., & El Aïch, A. (2005). L'élevage caprin dans l'arganeraie: L'utilisation conflictuelle d'un espace. *Cahiers Agricoles*, 14(5), 447-453.
- Bourget, É., & Dû-Blayo, L.L. (2010). Définition d'unités paysagères par télédétection en Bretagne: Méthodes et critiques. *Noroi*, 216, 69-83. <https://doi.org/10.4000/noroi.3399>
- Brossard, T., & Wieber, J.C. (1984). Le paysage: trois définitions, un mode d'analyse et de cartographie. *L'Espace Géographique*, 13(1), 5-12. <https://doi.org/10.3406/spgeo.1984.3887>
- Burel, F., & Baudry, J. (1999). *Écologie du paysage : Concepts, méthodes et applications* (Edition TEC et DOC).
- Carvalho, J., Magalhães, M., & Pena, S. (2020). Spatial and Temporal Variability Regarding Forest : From Tree to the Landscape. In *Spatial Variability in Environmental Science—Patterns, Processes, and Analyses [Working Title]*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91701>



- Chakhchar, A., Haworth, M., El Modafar, C., Lauteri, M., Mattioni, C., Wahbi, S., & Centritto, M. (2017). An Assessment of Genetic Diversity and Drought Tolerance in Argan Tree (*Argania spinosa*) Populations: Potential for the Development of Improved Drought Tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00276>
- Chakhchar, A., Lamaoui, M., Aissam, S., Ferradous, A., Wahbi, S., El Mousadik, A., Ibsouda-Koraichi, S., Filali-Maltouf, A., & El Modafar, C. (2018). Physiological and Biochemical Mechanisms of Drought Stress Tolerance in the Argan Tree. In *Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress* (pp. 311-322). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812689-9.00015-7>
- Dallahi, Y., Chahhou, D., Aafi, A., & Fennane, M. (2017). The Vascular Flora of Tetraclinis Ecosystem in the Moroccan Central Plateau. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(33), 104. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p104>
- Dérior, P. (2009). L'approche paysagère : Un outil polyvalent au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales. *HAL niversit e de Nîmes- ARPE v - Eco-Psy.*, 23.
- Drapier, J. (1985). Les difficultés de régénération naturelle du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude  cologique. *Revue Forestière Française*, 1, 45-55. <https://doi.org/10.4267/2042/21785>
- El Ma na, B. (1994). *Contribution   l tude et   la cartographie des types de peuplements et des groupements végétaux de la forêt d'Ain Tamaloukt dans un but d'Aménagement (Haut Atlas Occidental-Maroc)*. [Thèse de doctorat], Ecole nationale forestière d'Ingénieurs de salé.
- El Ouahidi, A. (2008). *Etude morphosédimentaire des héritages pléistocènes et holocènes de la basse vallée de l'oued Tamri (Maroc)* [Thèse de doctorat], Nancy 2.
- El Wahidi, F. (2013). *Dynamiques des dégradations de l'arganeraie et modélisation spatiale de l volution forestière* [These de doctorat, UCL - Université Catholique de Louvain]. <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:126158>
- Faouzi, H. (2011). L'A dal dans la dynamique des systèmes agraires des arganeraies des Haha (Haut-Atlas Occidental, Maroc). * tudes caribéennes*, 20. <https://doi.org/10.4000/etudescarib ennes.5569>
- Faouzi, H. (2013a). L'A dal dans la dynamique des systèmes agraires des arganeraies des Haha (Haut-Atlas Occidental, Maroc). * tudes caribéennes*, 20. <https://doi.org/10.4000/etudescarib ennes.5569>
- Fennane, M. (1982). *Analyse phytogéographique et phytoécologique des T traclinaies marocaines* [Thèse de doctorat], Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille.
- Fennane, M. (1999). Observations sur la flore vasculaire endémique, rare ou menacée du Maroc. *Flora Mediterranea*, 9, 113-124.
- Fennane, M., & Rejdali, M. (2016). Aromatic and medicinal plants of Morocco : Richness, diversity and threats. *Flora Mediterranea*, 9(38), 27-42.
- Gazol, A., Camarero, J. J., Vicente-Serrano, S. M., Sánchez-Salguero, R., Gutiérrez, E., De Luis, M., Sang esa-Barreda, G., Novak, K., Rozas, V., T scar, P.A., Linares, J. C., Martín-Hernández, N., Martínez Del Castillo, E., Ribas, M., García-González, I., Silla, F., Camis n, A., G nova, M., Olano, J.M., ... Galv n, J.D. (2018). Forest resilience to drought varies across biomes. *Global Change Biology*, 24(5), 2143-2158. <https://doi.org/10.1111/gcb.14082>
- Genin, M., Alifriqui, M., Fakhech, A., Hafidi, M., Ouahmane, L., & Genin, D. (2017). Back to forests in pre-Saharan Morocco? When prickly pear cultivation and traditional agropastoralism reduction promote argan tree regeneration. *Silva Fennica*, 51(1B). <https://doi.org/10.14214/sf.1618>
- Ikechukwu, M. N., Ebinne, E., Idorenyin, U., & Raphael, N. I. (2017). Accuracy Assessment and Comparative Analysis of IDW, Spline and Kriging in Spatial Interpolation of Landform (Topography) : An Experimental Study. *Journal of Geographic Information System*, 09(03), 354-371. <https://doi.org/10.4236/jgis.2017.93022>
- Irifi, H. (2023). *Dynamique des paysages de montagne : Paramètres, Impacts et Valorisation. Cas de la basse vallée de l'oued Tamri (Atlas Atlantique-Maroc)*. [Thèse de doctorat], Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- Irifi, H., Abdellatif, T., & Ahmed, A. (2020). Paysages naturels dans la basse vallée de l'oued Tamri (Maroc) : Proposition de l'approche paysagère pour une valorisation touristique. *Geography Notebooks*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.7358/gn-2020-001-irif>
- Irifi, H., Achour, A., & Tribak, A. (2017). Dynamique du paysage forestier de l'Arganeraie Caractéristiques, évolution et valorisation: Cas de l'Arganeraie de la forêt d'Ain Tamaloukt, Commune territoriale de Tamri, Maroc. *Arganier: Patrimoine universel porteur de richesse   conserver et   valoriser* (pp. 63-69).
- Irifi, H., & Tribak, A. (2021). Diversité Floristique et Paysagère du Cours d'eau de la Basse Vallée de l'oued Tamri (Haut Atlas Atlantique, Maroc). *Geomaghreb*, 17, Article 17. <https://revues.imist.ma/index.php/Geomaghreb/article/view/36972>



- Irifi, H., & Tribak, A. (2024a). *Argania spinosa* and *Tetraclinis articulata* seedling regeneration factors in the lower valley of Wadi Tamri (Morocco). *Revista de Estudios Andaluces*, (48), 133-150. <https://doi.org/10.12795/rea.2024.i48.07>
- Irifi, H., & Tribak, A. (2024b). Dynamique des Paysages Géomorphologiques des Versants Marneux et Sous Couvert Forestier dans La Basse Vallée de l'oued Tamri (Haut Atlas Atlantique -Maroc). *Acte de congrès international sur les risques-Oujda* (pp. 160-166).
- IRIFI, H., TRIBAK, A., & BENADDI, A. (2025). Post-fire forest landscape dynamics in Mediterranean Environment: The case of the Mesguina forest. Western High Atlas Mountains (Morocco). *Territoires, Environnement et Développement (TED)*, 4(1), 83-99. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/TED-V4I1.52788>
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (3<sup>e</sup>, illustrée éd.). Prentice Hall.
- Karami, A., Karimi, S., & Shahi, E. (2017). Assessment Capability Forest Regeneration in Different Geographical Aspects Approach Landscape Ecology. *Open Journal of Ecology*, 07(09), 535-553. <https://doi.org/10.4236/oje.2017.79036>
- Kirchhoff, M., Engelmann, L., Zimmermann, L. L., Seeger, M., Marzolff, I., Aït Hssaine, A., & Ries, J. B. (2019). Geomorphodynamics in Argan Woodlands, South Morocco. *Water*, 11(10), 2193. <https://doi.org/10.3390/w11102193>
- Kirchhoff, M., Marzolff, I., Stephan, R., Seeger, M., Aït Hssaine, A., & Ries, J. B. (2022). Monitoring dryland trees with remote sensing. Part B: Combining tree cover and plant architecture data to assess degradation and recovery of *Argania spinosa* woodlands of South Morocco. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 896703. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.896703>
- Le Polain De Waroux, Y., & Lambin, E. F. (2012). Monitoring degradation in arid and semi-arid forests and woodlands : The case of the argan woodlands (Morocco). *Applied Geography*, 32(2), 777-786. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.08.005>
- Lefhaili, A., & Amhajar (2020). *Forest resources assessment: Morocco country report* (p. 80). FAO.
- Legouy, F. (2012). Le concept d'unité paysagère entre paysagistes et géographes : La question de l'échelle. *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, 135-4, 69-86. [https://www.persee.fr/doc/acths\\_1764-7355\\_2012\\_act\\_135\\_4\\_2286](https://www.persee.fr/doc/acths_1764-7355_2012_act_135_4_2286)
- Lucas, R., Rowlands, A., Brown, A., Keyworth, S., & Bunting, P. (2007). Rule-based classification of multi-temporal satellite imagery for habitat and agricultural land cover mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 62(3), 165-185. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2007.03.003>
- Martensen, A. C., Saura, S., & Fortin, M. (2017). Spatio-temporal connectivity : Assessing the amount of reachable habitat in dynamic landscapes. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(10), 1253-1264. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12799>
- Marzolff, I., Kirchhoff, M., Stephan, R., Seeger, M., Aït Hssaine, A., & Ries, J.B. (2021, mars 3). *Degradation or recovery of argan woodlands in South Morocco? Tree count from satellite imagery between 1967-2019 may underestimate pressures on dryland forests status*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-2612>
- Meddour, R. (1992). Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* Man. Et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, XIII(4), 275-287.
- Meng, Y., Liu, X., Wu, L., Liu, M., Zhang, B., & Zhao, S. (2019). Spatio-temporal variation indicators for landscape structure dynamics monitoring using dense normalized difference vegetation index time series. *Ecological Indicators*, 107, 105607. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105607>
- Mitas, L., & Mitsova, H. (2005). Spatial interpolation. In *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications: Vol. 1* (2nd Edition, pp. 481-492). ABRIDGED. [https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis\\_book\\_abridged/](https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/)
- Mohammed, Y. (1994). *Méthodes de mesure quantitatives de la végétation. Cours d'aménagement des ressources naturelles: initiation à l'étude quantitative et qualitative de la végétation*. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
- Msanda, F., Mayad, E.H., & Furze, J.N. (2021). Floristic biodiversity, biogeographical significance, and importance of Morocco's Arganeraie Biosphere Reserve. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(45), 64156-64165. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11936-0>
- Ouhaddou, H., Boubaker, H., Msanda, F., & El Mousadik, A. (2015). An ethnobotanical study of medicinal plants of the Agadir Ida Ou Tanane province (southwest Morocco). *Journal of Applied Biosciences*, 84(1), 7707. <https://doi.org/10.4314/jab.v84i1.5>
- Peltier, J.P. (1982). *La végétation du bassin versant de l'oued Souss, Maroc*. [These de doctorat], Université de Grenoble.





- Poullaouec-Gonidec, P., Domon, G., & Paquette, S. (Éds.). (2005). *Paysages en perspective*. Presses de l'Université de Montréal. <https://doi.org/10.4000/books.pum.10567>
- Quézel, P., & Barbéro, M. (1990). Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana*, 15, 145-178.
- Roche, A. (2007). *Les unités et structures paysagères dans les Atlas de paysages*. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. [https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/130132/les-unites-et-structures-paysageres-dans-les-atlas-de-paysages?\\_lg=fr-FR](https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/130132/les-unites-et-structures-paysageres-dans-les-atlas-de-paysages?_lg=fr-FR)
- Ruas, M.P., Ros, J., Terral, J.F., Ivorra, S., Andrianarinosy, H., Ettahiri, A. S., Fili, A., & Van Staëvel, J.P. (2016). History and archaeology of the emblematic argan tree in the medieval Anti-Atlas Mountains (Morocco). *Quaternary International*, 404, 114-136. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.030>
- Sabir, M., El-Khoury, D.L., & Salman, M. (2020). *Field guide for hill land reclamation and water management* (FAO). FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8381en>
- Sabir, M., Qarro, M., Chattou, Z., & Rouchdi, M. (2017). *Evaluation de la dégradation et de bonnes pratiques de gestion durable des terres au sein et à travers leurs systèmes d'utilisation*. (Rapport de synthèse, Aide à la décision pour l'intégration et la transposition à grande échelle de la gestion durable des terres I et II; Gestion Durable de Terre).
- Sivakumar, M. V. K. (2007). Interactions between climate and desertification. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2-4), 143-155. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.025>
- Soufiani, M., Chakhchar, A., Aissam, S., Ferradous, A., Douira, A., Meddich, A., & El Modafar, C. (2023). Effect of soil drought stress on leaf water status and photosynthetic apparatus in argan seedlings ( *Argania spinosa* ). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 157(5), 1029-1037. <https://doi.org/10.1080/11263504.2023.2238714>
- Taleb, M. S., & Fennane, M. (2019a). Forests and Preforests. In M.S. Taleb & M. Fennane, *Vascular Plant Communities of Morocco* (pp. 1-40). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93704-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93704-5_1)
- Taleb, M. S., & Fennane, M. (2019b). *Vascular Plant Communities of Morocco: Phytosociology, Ecology and Geography*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93704-5>
- Tan, B., & Bruckert, S. (1992). Effet des facteurs physiques de l'environnement sur les premiers stades de la régénération naturelle du sapin pectiné (*Abies alba* Mill) dans certaines stations du Jura. *Annales des sciences forestières*, 49(4), 337-350. <https://doi.org/10.1051/forest:19920403>
- Tarolli, P., Preti, F., & Romano, N. (2014). Terraced landscapes : From an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment. *Anthropocene*, 6, 10-25. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2014.03.002>
- Tribak, A. (1998). Fonctionnement actuel d'une ravine d'érosion dans une zone de marnes miocènes (région de Tarmast, Prérif oriental, Maroc). Modèle d'évolution et distribution saisonnière des processus. *Revue de géographie alpine*, 86(3), 37-48. <https://doi.org/10.3406/rga.1998.2890>
- Tribak, A. (2001). Les mutations des campagnes rifaines et leurs incidences sur les milieux : Cas de quelques communes de prérf oriental (Maroc). *AL MISBAHIA, Série Sciences Humaines*, (5), 53-74.
- Tribak, A., Akdim, B., Laâouane, M., Julia, R., Amyay, M., Taous, A., & Obda, K. (2013). Les Terrasses Agricoles Traditionnelles dans les Motagnes Marocaines: Valorisation d'un Patrimoine en crise. *Publication de La Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Saïs-Fès*, 26, 29-42.
- Tribak, A., El Garouani, A., & Abahrour, M. (2009). Évaluation quantitative de l'érosion hydrique sur les terrains marneux du Prérif oriental (Maroc): Cas du sous-bassin de l'oued Tlata. *Sécheresse*, 20(4), 333-337. <https://doi.org/10.1684/sec.2009.0205>
- Valdés, B., Rejdali, A., Achhal El Kadmiri, A., Jury, J.L., & Monteserrat, J.M. (2002). *Catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc, incluant des clés d'identification: Vol. Volume I* (CSIC). Editorial CSIC - CSIC Press.
- Van Der Ploeg, M. J., Baartman, J. E. M., & Robinson, D. A. (2018). Biophysical landscape interactions : Bridging disciplines and scale with connectivity. *Land Degradation & Development*, 29(4), 1167-1175. <https://doi.org/10.1002/ldr.2820>
- Wahidi, F., Radoux, J., Ponette, Q., & Defourny, P. (2015). Entity-Based Landscape Modelling to Assess the Impacts of Different Incentives Mechanisms on Argan Forest Dynamics. *Land*, 4(4), 1003-1029. <https://doi.org/10.3390/land4041003>
- Weisrock, A. (1980). *Géomorphologie et paléoenvironnement de l'Atlas Atlantique (Maroc)* [Thèse de doctorat d'Etat], Paris I.



- Ziyadi, M. (2011). *Vivre dans la montagnes arides ou Subarides. L'aménagement des pentes dans l'Anti-Atlas Central et Occidental (Maroc)* [Thèse de doctorat, Nancy 2]. <https://hal.science/tel-01749143/>
- Ziyadi, M., Dahbi, A., Aitlhaj, A., El Ouahrani, A., El Ouahidi, A., & Achtak, H. (2019). Terraced Agroforestry Systems in West Anti-Atlas (Morocco) : Incidence of Climate Change and Prospects for Sustainable Development. In P. Castro, A.M. Azul, W. Leal Filho, & U.M. Azeiteiro (Éds.). *Climate Change-Resilient Agriculture and Agroforestry* (pp. 1-19). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75004-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75004-0_1)
- Zugmeyer, L. (2006). *Projet de développement sylvo-pastoral de l'Arganeraie marocaine (Commune rurale de Tiout, Taroudant, Maroc)* [Mémoire de Fin d'étude]. ENGREF.



## ANNEXE 1

## QUESTIONNAIRE MENÉ AUPRÈS DES CHEFS DE MÉNAGES

## I. Aspects sociodémographiques et professionnel du ménage

| Sex | Age | Etat Matri | Lieu naissance | Niveau d'instr | Diplôme | Activité | Activité principale | Activité secondaire | Situation ds la profession | Nmbr mois Trav |
|-----|-----|------------|----------------|----------------|---------|----------|---------------------|---------------------|----------------------------|----------------|
| F M |     | C M V D    |                |                | oui Non |          |                     |                     |                            |                |

**Niv. Instr :** 0Néant/1 Presc/2Prim/3Colleg/4Lyc/ 5Sup **Stat. Activ. :** 1.employé libre/2. Salarié/ 3.Porteur de projet/ 4. Retraité/ 5. Rentier / 6.Autre

| Taille ménage | Nbr. de foyers | Nbr. Scolarisés | Nbr. femme Scolarisés | Nbr. actif occupés | Nbr. actif en chômage | Nbr. migrants dans la famille | Lieu d'émigration | Nbr. Des visite. Emigrés famille/ année | Estimation de transf. D'argent |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|---|--------------------------------|
|               |                |                 |                       |                    |                       |                               |                   |   |                                |

| Date de résidence | Année de construction Habitat | Type d'habitat | Sup du log en M | N de Ménage du log | Matériaux de construction | Statut. Terrain Habitat | Approvisionnement | Contrainte relative à l'équipement | Vie associative |
|-------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------|
|                   |                               |                |                 |                    |                           |                         |                   |                                    |                 |

181

## II. Equipements, Contraintes et potentialités

Alimentation en eau/existe Oui Non

Electrification/ existe Oui Non

Assainissement Oui Non

La forêt existe-t-elle ? Oui Non / conservée /dégradée/ en cours de dégradation.

|                  | Réfrigérateur     | Four à gaz ou électrique | Machine à laver  | TV    | Téléphone fixe | Tracteur           |
|------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-------|----------------|--------------------|
| Oui :1<br>Non :2 |                   |                          |                  |       |                |                    |
|                  | Souk hebdomadaire | C. santé                 | Collecte déchets | Auber | Coopératives   | Transport Scolaire |
| Oui :1<br>Non :2 |                   |                          |                  |       |                |                    |

Etes-vous membre d'une association ? Oui Non

Etes-vous membre ou employé dans une coopérative ? Oui Non

Etes-vous membre de la Jmâa ? Oui Non

Revenu mensuel de votre ménage ? 1000-2000/ 2500-4000/ +4000 dh

Possédez-vous d'un : Puits / Metfia / Iferd / Citerne / Seguia/ terre

Quels sont les problèmes de ce douar ? Sécheresse / Inondations /Erosion / Exode / Pauvreté / Maladies/ Démographie.





### III. Economie locale

| Forêt/Espèces                    | Arganier        |                  | Caroubier        |        | ..             |           | ..               |     |
|----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|--------|----------------|-----------|------------------|-----|
| Superficie %                     |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
| Densité (faible :1, moy :2, fort |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
|                                  | Cultures        |                  |                  |        | Arboricultures |           |                  |     |
| Type                             | Bour            |                  | Irriguée         |        | Bour           |           | Irriguée         |     |
| Spéculations :                   | Melk            | Loyer            |                  |        |                |           |                  |     |
|                                  |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
| Superficie %                     |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
|                                  | mécanisation    |                  | Fumure organique |        | mécanisation   |           | Fumure organique |     |
| Oui : 1<br>Non : 2               |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
| Espèces                          |                 | Bovins           |                  | Ovins  | Caprins        | Equidés   | Autre            |     |
| Effectif                         |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |
| Type                             | Commerces fixes | Commerce forains | Artisanat        | Dépôts | Briqueteries   | Carrières | ...              | ... |
| Nbr locaux                       |                 |                  |                  |        |                |           |                  |     |

182

### IV. Dynamique paysagère

| Tendance de l'évolution générale de l'activité agricole : | Stable 1 | En amélioration 2 | En régression 3 |
|---|----------|-------------------|-----------------|
| Les raisons par ordre de priorité                         |          |                   |                 |
|   |          |                   |                 |
|   |          |                   |                 |
| Les suggestions   |          |                   |                 |
|   |          |                   |                 |
|   |          |                   |                 |
| Conditions de vie   | Stable 1 | En amélioration 2 | En régression 3 |
|   |          |                   |                 |
| Les raisons   |          |                   |                 |
| Suggestions   |          |                   |                 |
| Situ. Environnement                                       | Stable 1 | En amélioration 2 | En régression 3 |
|   |          |                   |                 |



|             |            |            |                             |
|-------------|------------|------------|-----------------------------|
| Les raisons |            |            |                             |
| Suggestion  |            |            |                             |
|             | <b>Oui</b> | <b>Non</b> | <b>Pourquoi (raisons) ?</b> |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 1. Jmâa existe encore ?   |  |  | (Si non).....  |
| 2. Considérez-vous que l'activité agricole dans la zone ? les Pratiques ? les Techniques de labourage ? les Métayage ou propriétés privés ? le morcellement ? les Récoltes ? sont changés ? |  |  |  |
| 3. Y-t-elles de nouvelles activités économiques qui sont apparus récemment dans le douar ?  |  |  | (Si oui).....  |
| 4. Est-ce que vous avez l'intention d'acquérir encore de la terre ? à cultiver ?  |  |  |  |
| 5. Est-ce que vous avez l'intention d'acquérir encore de la terre ? à construire ?  |  |  |  |
| 6. Votre propre terre avez-vous l'intention de l'abandonner dans les prochaines années ?  |  |  | (Si oui) (1-Pas d'eau suffisant, 2-Sécheresse, 3-Manque de moyen financiers, 4-conflits, 5-Manque de mains d'œuvre, 6-autres...) ? |
| 7. Est-ce qu'il y avait des années pendant lesquelles vous n'avez pas pu cultiver toute votre terre pendant les dernières 10 ans ?  |  |  | (si oui) Quelle année /(Pourquoi)  |
| 8. Est-ce que vous avez emprunté ou donné la terre ou une partie de celle-ci à quelqu'un d'autre pour une période limitée ou indéfinie ?  |  |  |  |
| 9. Est-ce que la production agricole au cours de ces dernières décennies avait diminuée ?   |  |  |  |
| 10. Au cours des dernières années, est-ce que votre ménage (ou un membre de votre ménage) a-t-il dépensé pour l'élevage du bétail ?   |  |  |  |
| 11. Faites-vous déjà une collecte systématique des noies/thymus   |  |  | (si oui) depuis quand ?  |
| 12. Est-ce que vous avez reçu de l'aide du service de la mise en valeur agricole pour l'achat des intrants ou matériaux agricoles ?   |  |  |  |
| 13. Est-ce que le nombre des ménages qui travaillent dans le domaine non-agricole a-t-il évolué ?   |  |  |  |
| 14. Est-ce que la superficie totale de terre agricole que vous avez cultivée dans les années 80/90/2000 et au cours des derniers 12 mois ?  |  |  |  |



## ANNEXE 2

## FICHE DESCRIPTIVE DES RELEVÉS FLORISTIQUES

|  |              |               |   |                    |                |               |              |
|--|--------------|---------------|---|--------------------|----------------|---------------|--------------|
| Description de la placette   |              |               |   | Date :     /     / |                | heure :     : |              |
| Forêt :  |              |               |   | Placette :         |                | X<br>Y        |              |
| ALT (m) :  | Pentes (%) : | Exposition    | <b>Profondeur du sol (cm) :</b><br>1 : Squelettique ( ) 2 : Peu profond ( ) 3 : Profond ( ) 4 : Rocailleux<br><b>Etat du sol</b><br>1 : Erosion en nappe 2 : Griffures 3 : Rigoles. 4 : Ravins 5 : Ravinement<br>6 : Déflation 7 : Reg 8 : Erg 9 : pavage 10 : croûte de battance |                    |                |               |              |
| <b>Position topographique :</b> Replat (1) dépression (2) Haute dune (3) Inter-dune (4) Falaise (5) Versant (6) sommet (7) mi-versant (8) bas versant (9) Dépression (10) rupture de pente (11) Talweg (12)<br><b>Matériel sédimentaire :</b><br>1 : galets 2 : gravier 3 : sables 4 : limons 5 : blocs. 6 : Grès 7 : Calcaires 8 : croûte calcaire 9 : Argiles 10 : Dolomie   |              |               |   |                    |                |               |              |
| <b>Couvert arboré :</b> 1 : >45% 2 : 25-45% 3 : 5-24% 4 : <5%<br><b>Régime et Stade de Développement :</b> 1 : Semis 2 : Jeune futaie 3 : Futaie adulte 4 : Vieille futaie 5 : Jeune taillis 6 : Taillis A-V<br><b>Fructification :</b> 1 : nulle 2 : Présente 3 : abondante<br><b>Etat Sanitaire</b> (Arbres attaqués par des lichens/morts ou dépérissant) : 1 : nul 2 : présent 3 : abondants<br><b>Délits :</b> 1 : nuls 2 : présents 3 : abondants <b>Racines aériées ou perchés :</b> 1 : nuls 2 : présents 3 : abondants (.....)<br><b>Pratiques de contrôle :</b> 1 : Agdal 2 : Mouchâa 3 : Terrasses 4 : mise défens 5 : Vallons aménagés 6 : Parcelle agricole |              |               |   |                    |                |               |              |
| Régénération :<br><i>Nature de régénération :</i> rejet (code R), drageon (code D), semis (code S) [ ] [ ] [ ] [ ]<br><i>Degré d'acquisition :</i> 0 : nulle 1 : faible 2 : modérée 3 : dynamique [ ] [ ] [ ] [ ]<br>Bois gisant :<br>0 : nul 1 : présent 2 : abondant [ ] [ ] [ ] [ ]<br>Ecimage :<br>0 : nul 1 : présent 2 : abondant [ ] [ ] [ ] [ ]  |              |               |   |                    |                |               |              |
| <b>Strate arbustive :</b> Recouvrement :     %<br>Espèces :<br><b>Strates herbacées :</b> Recouvrement :     %<br>Espèces :  |              |               |   |                    |                |               |              |
| <b>Régénération :</b> A Arbustive<br>0 : nulle 1 : faible 2 : modérée 3 : dynamique  |              |               | H Herbacée<br>0 : nulle 1 : faible 2 : modérée 3 : dynamique  |                    |                |               |              |
| N°   | H (cm)       | Diamètre (cm) | Position géomorphologique   | Plante nurse       | Bloc ou rocher | Hauteur (cm)  | Observations |
| 1  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 2  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 3  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 4  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 5  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 6  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 7  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 8  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 9  |              |               |   |                    |                |               |              |
| 10   |              |               |   |                    |                |               |              |
| 11   |              |               |   |                    |                |               |              |
| ...  |              |               |   |                    |                |               |              |