



ISSN Print: 2394-7500  
ISSN Online: 2394-5869  
Impact Factor: 8.4  
IJAR 2021; 7(10): 219-229  
[www.allresearchjournal.com](http://www.allresearchjournal.com)  
Received: 10-08-2021  
Accepted: 12-09-2021

**Youssef Ouadjane**  
Équipe de l'Environnement et  
Valorisation des Ressources  
Microbiennes et Végétales,  
Faculté des Sciences de  
Meknès/ BP, Maroc

**Omar Zennouhi**  
Équipe de l'Environnement et  
Valorisation des Ressources  
Microbiennes et Végétales,  
Faculté des Sciences de  
Meknès/ BP, Maroc

**Mohamed Bammou**  
Équipe de Biologie,  
Environnement et Santé,  
Faculté des Sciences et  
Techniques d'Errachidia/52000  
Maroc

**Laila Nassiri**  
Équipe de l'Environnement et  
Valorisation des Ressources  
Microbiennes et Végétales,  
Faculté des Sciences de  
Meknès/ BP, Maroc

**Jamal Ibijbjen**  
Équipe de l'Environnement et  
Valorisation des Ressources  
Microbiennes et Végétales,  
Faculté des Sciences de  
Meknès/ BP, Maroc

**Corresponding Author:**  
**Youssef Ouadjane**  
Équipe de l'Environnement et  
Valorisation des Ressources  
Microbiennes et Végétales,  
Faculté des Sciences de  
Meknès/ BP, Maroc

## Résilience écologique et valeur fourragère et nutritive des deux arbustes autochtones de la vallée d'Imilchil, le groseillier sauvage (*Ribes uva-crispa* L.) et l'épine-vinette (*Berberis hispanica* Boiss. et Reut.) utilisés dans la lutte biologique antiérosive

**Youssef Ouadjane, Omar Zennouhi, Mohamed Bammou, Laila Nassiri and Jamal Ibijbjen**

DOI: <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10d.9042>

### Abstract

The Assif Melloul watershed is a valley of High Atlas Mountains with an altitude ranging from 2400 to over 3000m, located in the semi-arid bioclimatic stage with very cold winter, the growing season is limited to two months (May and June); the level of production of the dry matter is between 700 to 1000kg / ha / year. The ecosystems are fragile, including poorly arable and poorly protected soils which are frequently eroded. Agriculture is therefore subsistent and limited to modest irrigated land and pastoral life predominates.

In order to face the degradation of agropastoral lands by water erosion and recurrent floods, the beneficiaries and local actors have embarked in recent years in an anti-erosion process combining mechanical works and revegetation using two indigenous shrubs, the thorn barberry and wild currant. The studies carried out in this research focused on the resilience of these two species to abiotic factors and the evaluation of their nutritional and forage value. The results obtained revealed that barberry reproduces well by sexual voice, even under salt and heat stress, with a germination rate of 75% to 93%, the cuttings of this species are 97% successful but the rate relating to layering is almost nule. The latter technique, however, is the only successful route of propagation for wild currant showing a rate of around 95%. The evaluation of biomass, chemical composition, nutritional value and of these two species show promising results in terms of carbon sequestration and forage.

**Keywords:** forage, chemical composition, Ecological resilience, environment, high atlas

### 1. Introduction

Le Bassin Versant (BV) Assif Melloul est une vallée de montagne du Haut Atlas Central dont les eaux courantes déversent dans l'Oued Ahnsal pour constituer un réseau hydrographique qui débouche dans la retenue de Bin El Ouidane. Situé à plus de 2000 m d'altitude, ce BV est caractérisée par ses vastes plateaux étendus, entourés de chaines encastrées et ondulées.

Les prairies de ces vallées de montagne (habitat de plus en plus rare) est une formation végétale composée d'associations de plantes herbacées, vivaces ou annuelles, issues de différentes familles végétales: graminées, composées, légumineuses, etc. Il est appelé communément dans la zone d'Imilchil «Almou»<sup>[1]</sup>. La particularité de ces Almous par rapport aux Agdals qui désignent la période de prohibition agro-pastorale dans le droit coutumier des tribus de la région dit Agdal. C'est une forme de mise en défens d'un territoire donnés durant une période permettant la reconstitution des réserves végétales, qui peut durer jusqu'à six mois (Agdal en général 3 mois) et la rentrée en juillet qui coïncide avec la maturité des graines<sup>[2]</sup>. Ces prairies constituent la base de l'alimentation des ruminants et joue un rôle clé dans la préservation de la qualité de l'environnement.

Par leur richesse et leur productivité de biomasse fourragère et nutritive, les prairies humides d'Imilchil sont très convoitées par la population des vallées riveraines dont plusieurs ont été

délaissées par suite des violations des principaux Agdals. Certaines sont libres au pâturage pour tous les ayants droits et d'autres ont été mis en culture [1, 3]. Ainsi, la vulnérabilité de ces prairies humides impose, par conséquent, la mise en place de stratégies d'adaptation pour leur sauvegarde et la restauration de leur équilibre écologique.

La diversité paysagère, biologique et écosystémique et l'existence du Parc National du Haut Atlas Oriental et deux sites RAMSAR (les lacs Isli et Tislite), font de ce BV un centre d'endémisme au niveau national, et lui donne une grande valeur patrimoniale, ce qui a contribué à le déclarer en tant que Systèmes Ingénieux du Patrimoine Agricole Mondial [3]. L'agriculture de la zone est vivrière et est limitée aux terroirs irrigués dont les Surfaces Agricoles Utiles (SAU) sont limitées aux bords des cours d'eau et le plus souvent menacées par l'érosion hydrique et les inondations récurrentes. Ceci oblige les petits agriculteurs à recourir à la construction de terrasses et de gradins pour compenser en partie le manque remarquable des terres arables en vue d'assurer un minimum de cultures vivrières dans cette région où la vie pastorale prédomine. En dépit de la sédentarisation d'une grande partie de la population, la plupart des familles pratiquent encore une transhumance d'été de forte amplitude dans le cadre d'organisations traditionnelles qui s'appliquent à gérer la mobilité des hommes et l'accès aux ressources [4].

Nos prospections de terrains et les résultats des enquêtes et des ateliers menés auprès des villageois, de la société civile (associations de développement) et des institutions (services des Eaux et Forêts, de l'agriculture, conseils communaux, communautés villageois "Jmaa"), ont révélé que le couvert végétal dans la zone subit des transformations imposées par

les aléas climatiques conjugués aux actions humaines considérable, se traduisant par une dégradation inquiétante des ressources forestières, pastorales et pédologiques dans ce BV soumis à une forte dégradation des sols [5]. La valeur moyenne du taux d'érosion hydrique est de 255 t/h/an et une dégradation spécifique de 50 à 400 t/ha/an couvrant environ 66% de la superficie de la zone d'étude, ce qui affirme que cet écosystème est d'une vulnérabilité incontestable vis-à-vis des risques de l'érosion hydrique [5].

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation des deux arbustes autochtones de la région d'Imilchil, le groseillier sauvage et l'épine-vinette, utilisés dans la lutte biologique antiérosive.

Cette étude porte dans un premier lieu sur la multiplication par voie sexuée et asexuée de ces deux espèces pour déterminer la meilleure voie à proposer pour satisfaire la demande locale en plants à utiliser dans la végétalisation des flans et des ravins aménagés, dans un second lieu réaliser le criblage phytochimique et tester la résilience des deux arbustes aux facteurs abiotiques (Température et salinité) avant de passer à l'évaluation de leurs valeurs alimentaires et fourragères.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Le BV Assif Melloul, zone cible de la présente étude, est situé en plein bassin hydrogéologique du Haut Atlas Central. Il s'étend sur de près de 35.000km<sup>2</sup> et relève administrativement de la province de Midelt (Région de Draa-Tafilalet). Il est sous l'autorité de deux collectivités territoriales, la Commune de Bouzmou et la Commune d'Imilchil (Figure 1)

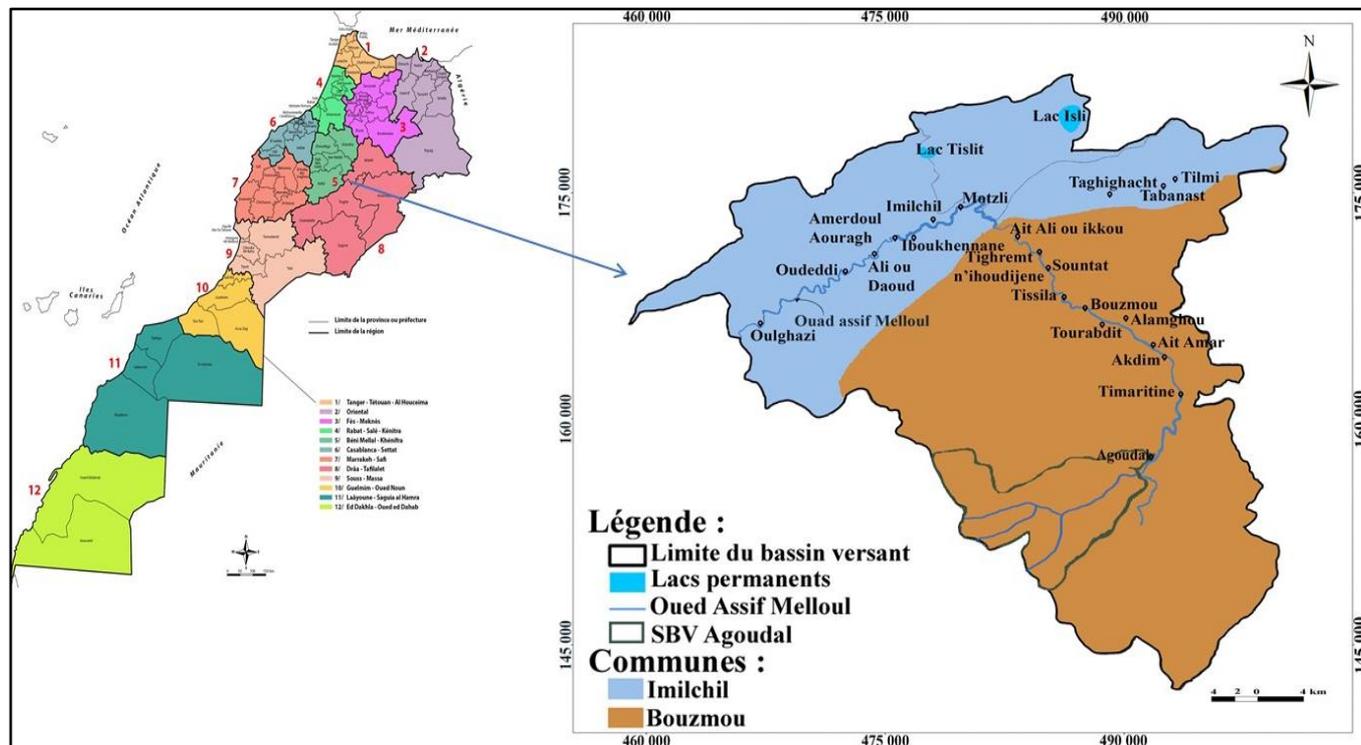


Fig 1: Carte de situation géographique du BV Assif Melloul

Le BV Assif Melloul est situé sur une tranche altitudinale allant de 2050 m au niveau d'Oulghazi à 3196 m au niveau de Tadaghmam. Il est entouré dans ses parties Nord et Est de grands synclinaux en alternance latérale avec des structures anticlinales étroite, avec des amplitudes allant à

des centaines de mètres [6, 7]. Ses pentes sont très fortes sur les hauts versants entourant la vallée et tend vers le plat en s'approchant du lit de l'oued. Ce BV est Caractérisé par ses terrains très accidentés, ses conditions climatiques très rudes et par la dégradation de son couvert végétal.

De point de vue lithologique, les couches marno-calcaires du jurassique s'étendent sur la quasi-totalité de la superficie du BV Assif Melloul comme c'est le cas de toute la chaîne du Haut Atlas <sup>[8]</sup>. Les formations géologiques de ce BV ont des caractéristiques lithologiques compactes, dures et encroûtées. Celles exposées aux fortes altérations, ont déjà atteint des stades avancés à cause des conditions climatiques agressives associées aux effets amplificateurs des changements climatiques et de l'action zooanthropique ayant conduit à la dégradation des terres et aux pertes en sols par l'érosion hydrique <sup>[9]</sup>.

De point de vue climatique, la zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid d'une période sèche de 4 mois (Juin à septembre) avec des apports pluviométriques relativement faibles d'une moyenne annuelle de l'ordre 385 mm/an. Ces apports sont très mal répartis dans le temps (variations intra et interannuel). Ils sont caractérisés par une variabilité pluviométrique interannuelle importante oscillant entre les années sèches et les années humides, fluctuent de 49,5 mm/an durant la campagne de 1982-1983 à 661 mm/an durant la campagne 1995-1996 <sup>[10]</sup>. La température minimale absolue du mois le plus froid atteint -18 °C avec une moyenne des minima de -5,1 °C et la moyenne des maxima de 32,4 °C Les chutes de neige commencent dès le mois de novembre et peuvent se poursuivre jusqu'au mois d'avril <sup>[10]</sup>.

Le couvert végétal de la région est constitué essentiellement d'une végétation steppique de montagne aride naturelle arborée et arbustive extrêmement réduite. Les seuls arbres présents dans le paysage sont les plantations de peupliers réalisées par la population locale le long des berges de l'Assif Melloul; et le reboisement effectué par les Eaux et forêts en bordure ouest du lac Tislit <sup>[10]</sup>. Les steppes et garrigues à xérophytes constituent la végétation caractéristique du BV

Assif Melloul. Dans cet étage de végétation, sont associées les steppes d'armoises, encore visibles aux mises en défens autour du lac Tislit, avec les xérophytes épineuses qui prennent de l'espace et se développent au-delà de 2000 m d'altitude. Ces xérophytes sont constituées par des chaméphytes épineuses très peu pâturées à cause de leurs systèmes de protection biologique (épines, goûts amères.etc.) comme *Bupleurum spinosum*, *Astragalus ibrahimianus*, des chaméphytes inermes, comme *Cladanthus scariosus*, *Artemisia negrei*, ou plus encore d'espèces plus appétantes dont le recouvrement est beaucoup plus rétréci à l'instar de *Festuca*, *Dactylis*, *Koeleria* et très peu du genre *Stipa* <sup>[11]</sup>.

Les steppes d'armoises (*Artemisia negrei*, *Artemisia mesatlantica*) sont peu résiduelles, elles repoussent dans les mises en défens prolongées et survivent très peu ailleurs, où elles sont soumises à double pression, à la fois pour usage pastoral et pour le chauffage en étant un excellent combustible.

## 2.2. Matériel végétal

Le groseillier sauvage, *Ribes uva-crispa* L. dont la répartition géographique recouvre les régions froides de l'hémisphère nord et certaines zones de l'Amérique du Sud <sup>[12]</sup>; sa distribution au niveau de l'Afrique du nord est vaste et sa présence s'étend sur les chaînes atlasique du Maroc et de l'Algérie <sup>[13]</sup>. Cette espèce est classée dans la famille des saxifragaceae et situe son habitat au Maroc dans les forêts, sur les rochers, et sur les pentes des hautes montagnes du haut-Atlas, du Moyen Atlas et du Rif <sup>[14]</sup>. Le groseillier sauvage appelé localement 'Adel n'Ouchen' est un arbuste épineux et produits des baies sucrées bien estimés par les bergers et les chercheuses du bois pendant l'été, du mois juillet au mois d'aout.



**Fig 2:** Groseillier sauvage (a: partie aérienne; b: fruit)

*Berberis hispanica* Boiss. et Reut. Localement appelée 'Irghis', et dont le nom vernaculaire est l'Épine-vinette est un arbuste épineux très ramifié qui appartient à la famille des berberidaceae, que l'on trouve en Europe méridionale (sud-est de l'Espagne) et en Afrique subtropicale (Maroc, ouest de l'Algérie). Son aire de distribution au niveau national, recouvre les moyennes et hautes montagnes bien

arrosées du Rif, du Moyen Atlas et du Haut Atlas (entre 1600 et 3200 m d'altitude) <sup>[15]</sup>. Il est localement réparti sur tous les flancs des montagnes de la vallée d'Assif Melloul avec une densité plus au moins importante par endroit. Il contribue à la fixation des sols grâce à son système racinaire assez développé.



A B

**Fig 3:** Épine – vinette (a: plante entière; b: appareil reproductif)

Des échantillons des deux espèces objet de cette recherche ont été soigneusement identifiées par l'équipe de botanique de la Faculté des Sciences de Meknès. Deux spécimens de référence, ont été préparés et étiquetés ont été déposés sous les N°: MICSOL-*U.c* 01, MICSOL-*B.h* 01 respectivement pour *Ribes uva-crispa* et *Berberis hispanica*.

## 2.3. Multiplication sexuée et asexuée

### 2.3.1. Germination et effet du stress thermique et salin

**2.3.1.1 Préparation des graines:** la décontamination des graines a été réalisée par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 0,1% pendant 1 min, suivi d'un rinçage pendant une dizaine de fois à l'eau distillée. Ensuite, la levée de la dormance tégumentaire a été effectuée par scarification des graines des espèces étudiée selon la méthode ci-dessous en comparaison avec le témoin. La scarification a été effectuée par  $H_2SO_4$  à 90%. Après avoir laissé les semences prendre la température ambiante et s'assurer qu'elles soient bien sèches, elles ont été mises dans un récipient en verre, puis une quantité d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$  à 90%) a été versée de façon à recouvrir toutes les semences. Après 10 min de traitement, l'acide a été vidé doucement et les semences ont été rincées abondamment plusieurs fois avec l'eau distillée [16, 17].

**2.3.1.2. Effet de la température sur la germination:** Les graines déposées sur un milieu gélosé, sur coton et sur papier wattman dans des boîtes de Pétri, à raison de 100 graines par boîte ont été mises à germer à l'obscurité; l'influence du facteur thermique sur la germination a été investiguée dans 3 incubateurs réglés à températures respectivement de: 4, 15 et 28 °C. Pour chaque valeur de température, trois répétitions étaient effectuées. Ainsi le taux de germination final (nombre de graines germées sur le nombre total des graines) et le taux de germination moyenne journalière (exprime le pourcentage quotidien de germination) [16, 17].

**2.3.1.1. Effet du stress salin sur la germination:** 100 graines ont été placées sur des morceaux de papier Whatman déposés dans des boîtes de Pétri de 30cm et contenant soit 15 ml d'eau distillée et des solutions de NaCl de concentrations croissantes (0, 1, 2, 4, 6 et 8 g/L de NaCl). Les boîtes étaient disposées selon un bloc complètement aléatoire avec trois répétitions [16, 17].

### 2.3.2. Multiplication asexuée

**2.3.2.1. Multiplication par bouturage:** Les échantillons ont été collectés pendant la deuxième semaine de septembre 2017 et les essais ont été effectués à la fois dans la pépinière mise en place dans la zone d'étude (Agoudal-Imilchil) et dans la serre de la Faculté des Sciences de Meknès. Ils ont été menés selon un bloc opératoire complètement aléatoire et les cultures ont été régulièrement irriguées 3 fois par semaine pendant 3 mois.

Les boutures des deux arbustes étudiés ont été prélevées d'individus sains et bien développés à partir de rameaux de l'année aoûtés. La taille des boutures ligneuses sans feuilles, prélevées est de 15 à 20 cm avec biseau au sommet et section transversale à la base [18]. Les boutures des deux espèces ont été plantées chacune dans 100 pots en plastique remplis de 2 kg du sol de la zone d'étude.

**2.3.2.2 Multiplication par marcottage simple:** La technique appliquée consiste à enterrer une partie d'un rameau sain, situé près du sol, attaché à la plante mère dans un fossé de 3 à 10 cm, dont on procède à son sevrage après émission et développement de racines adventives [19]. Les marcottes ainsi prélevées ont été placées dans 100 pots en plastique remplis de 2kg pour chacune des espèces. Au niveau de la serre mise en place dans la zone d'étude on a procédé à la mise en culture de marcottes issues de branches du groseillier sauvage proches du sol qui ont été enterrées à la suite de crues et/ou d'orages et qui ont données des racines. Ces marcottes ont été sevrées de la plante mère et mises dans des sachets en plastique remplis de 2 kg du sol de la zone d'étude.

## 2.4. Composition chimique et valeur nutritive et fourragères

### 2.4.1. Screening phytochimique

**2.4.1.1. Matériel végétal:** Le matériel végétal est constitué des feuilles et des tiges de *Ribes uva-crispa* et *Berberis hispanica* récoltées pendant le mois de mai 2018 dans la région Assif Mellou (Haut Atlas Central) et la région d'Aglmam Sidi Ali (Moyen Atlas). Les feuilles et les tiges de chaque plante ont été séchées à l'ombre pendant deux semaines et broyées dans un moulin électrique. Les poudres végétales ainsi récupérées sont ensuite soumises à des extractions aqueuses.

**2.4.1.2. Préparation des extraits:** La préparation des extraits totaux aqueux à macérer et à bouillir séparément 80 g de poudre de feuilles et de tiges dans 1L d'eau distillée [20, 21]. Le macérât et le décocté sont homogénéisés pendant 2 heures à l'aide d'un agitateur magnétique. L'homogénat est filtré une fois sur du papier filtre Wattman 3mm. Le filtrat obtenu est évaporé à l'aide d'une étuve à 50 °C pour donner une poudre qui constitue l'extrait aqueux. Ce dernier est conservé à 4 °C avant l'utilisation

**2.4.1.3. Dosage colorimétrique:** Les tests de caractérisation des principaux groupes chimiques (Alcaloïdes, flavonoïdes, tanins, anthocyanes, saponines et stérols triterpènes) sont basés sur des réactions de précipitation et de complexation. La coloration observée est provoquée par l'utilisation d'un réactif approprié et est due généralement à la formation d'une conjugaison ou d'une instauration dans une molécule. Nous nous sommes servis des techniques analytiques décrites dans les travaux de [22-24]. Ainsi, les alcaloïdes ont été caractérisés grâce aux réactifs de Mayer et de Dragendorff; Un extrait sulfurique a été préparé à partir de 5 g de poudre et de 25 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 10%. Après agitation, il fut laissé en macération pendant 24 h à la température ambiante, puis filtré sur papier filtre et lavé à l'eau distillée de manière à obtenir 25 ml. Le procédé a consisté à utiliser 1 ml de ce filtrat dans 2 tubes à essai et à ajouter 5 gouttes du réactif de Dragendorff dans le premier tube et 5 gouttes du réactif de Mayer dans le deuxième tube, l'apparition de précipités indique la présence d'alcaloïdes.

La recherche des tanins catéchiques a été réalisée en utilisant le réactif de Stiasny; 5 ml de chaque extrait ont été évaporés à sec. Après ajout de 15 ml du réactif de Stiasny au résidu, le mélange fut maintenu au bain-marie à 80 °C pendant 30 min. L'observation d'un précipité en gros flocons caractérise les tanins catéchiques. Quant aux tanins galliques, la solution précédente a été filtrée et le filtrat recueilli et saturé d'acétate de sodium. L'addition de 3 gouttes de FeCl<sub>3</sub> provoquerait l'apparition d'une coloration bleu-noir intense, signe de la présence de tanins galliques.

Les flavonoïdes ont été recherchés par la réaction à la Cyanidine; à 5 ml de chaque extrait de l'infusé (5%) présentant une coloration plus ou moins foncée furent ajoutés 5ml d'acide sulfurique à 10% puis une base (NH<sub>4</sub>OH). Si la coloration augmente par acidification, puis vire au bleu-violacé en milieu basique, la présence d'anthocyanes est confirmée. Dans un tube à essai, 5 ml d'alcool chlorhydrique, 1ml d'alcool iso-amylque et quelques copeaux de Magnésium ont été ajoutés à 5 ml de chaque extrait de l'infusé; l'apparition d'une coloration rose orangée, rose violacée ou rouge indique respectivement la présence de flavones, flavanones ou flavanols et flavanonols. La même réaction fut réalisée, mais cette fois sans copeaux de Magnésium; le mélange a été porté à ébullition au bain-marie pendant 15 mn.

De son côté, la détection des Stérols triterpènes a été réalisée sur l'extrait obtenu à partir de 1 g de poudre et 20 ml d'Ether laissés en macération pendant 24 heures, puis filtrés et complétés à 20 ml avec de l'éther. Après avoir évaporé à sec 10 ml de l'extrait, le résidu a été dissout dans 1ml d'Anhydride Acétique, puis 1 ml de Chloroforme et recueilli dans deux tubes à essai, dont l'un sert de référence. A l'aide d'une pipette, 1 à 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré ont été

déposés au fond du tube à essai sans agitation. A la zone de contact des deux liquides, il y a formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet; la couche surnageante devenant verte ou violette révèle la présence de stérols et de triterpènes. En fin, pour la recherche des saponosides, 10 ml de l'extrait total aqueux ont été versés dans un tube à essai; le tube, agité pendant 15 s a été laissé au repos durant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides.

## 2.4.2. Évaluation de la valeur nutritive et fourragère

Des échantillons de la biomasse accessible (fleurs et feuilles) des deux espèces étudiées ont été collectés dans les deux régions préalablement citées, puis ont été pesés en totalité à l'état frais. Une quantité de 50 g de chaque partie a été séchée jusqu'au poids constant dans une étuve ventilée à 60 °C pendant 72 h, puis broyée et tamisée à 1mm.

Afin d'évaluer la qualité nutritionnelle des différentes composantes des arbustes, on a procédé à la détermination de leurs compositions chimiques respectives selon les méthodes suivantes:

- Le pourcentage de matières sèche et minérale a été réalisé par les méthodes AOAC [25].
- L'azote total par la méthode de Kjeldhal [26];
- Les fibres au Détergent Neutre et Acide NDF (et ADF), de même que la Lignine extraite au Détergent Acide (ADL) par la méthode de Van Soest [27].
- La digestibilité réelle *in vitro* de la matière sèche a été déterminée par la méthode décrite par Ammar et collaborateurs [28];
- L'estimation de la valeur énergétique a été faite à partir des résultats de la composition chimique via utilisation des équations de prédiction et le modèle d'évaluation rapportés dans la septième édition du Dairy Cattle du National Research Council [29].

## 2.5. Analyses statistiques

Les données relatives à la composition chimique ont été soumises à l'analyse de variance (ANOVA) en utilisant la procédure des modèles linéaires généralisés du logiciel SPSS version 17. Les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Student, en mesurant la plus petite différence significative.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Germination et effet du stress thermique et salin

#### 3.1.1. Effet de la température sur la germination

Les graines ont été soumises à différentes températures (4; 15 et 28 °C) pendant 30 jours sur des supports différents (coton, papier wattman et milieu gélosé); le tableau 1 montre l'absence de germination pour le groseiller quel que soit la température et le milieu utilisé. En revanche un effet significatif de la variation de la température sur le taux final et quotidien de la germination des graines de l'épine-vinette est constaté.

La température optimale pour sa germination est de 15 °C sur les différents supports à savoir, le coton, le papier wattman et le milieu gélosé dont les taux sont respectivement de: 95%, 89% et 93%. On a également noté une croissance des radicules a commencé dès la température de 4 °C.

**Tableau 1:** Effet de la température sur la germination des graines des arbustes étudiés sur différents milieux de culture

Milieu du culture	Température (°C)	Epine-vinette		Groseillier sauvage	
		Taux final de germination (%)	Taux moyen de germination quotidien (%)	Taux final de germination (%)	Taux moyen de germination quotidien (%)
Coton	4	44 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0	0
	15	92 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	0	0
	28	78 <sup>c</sup>	2 <sup>a</sup>	0	0
Papier wattman	4	49 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	0	0
	15	89 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	0	0
	28	80 <sup>c</sup>	3 <sup>a</sup>	0	0
Gélose	4	46 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0	0
	15	95 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	0	0
	28	81 <sup>c</sup>	2 <sup>a</sup>	0	0

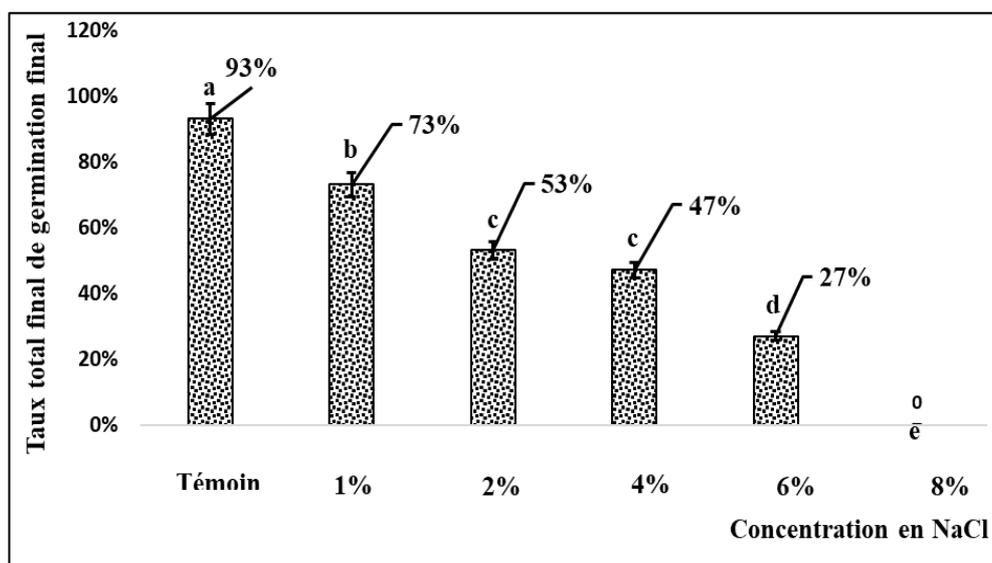
Les températures basses, notamment, 4 °C, sont défavorables à la germination, bien qu'une température de 28 °C paraisse adéquate à la croissance de de l'épine-vinette, la température optimale de germination constatée est comprise entre 15 et 28 °C avec des taux maximum germination de 95% à 15 °C et 81% à 28 °C avec une différence significative entre les deux températures, quelque soit le milieu de culture. Un taux de germination relativement important même à une température faible de l'ordre 4 °C affichant un maximum de 49%. Un tel constat peut être considéré comme un moyen d'adaptation aux conditions écologiques du milieu aride à variante froide. Aussi, la modification du comportement de germination est plus importante chez les espèces ayant habituellement un niveau de germination naturelle intermédiaire ou élevé [30].

### 3.1.2. Effet du stress salin sur la germination

Etant donné l'absence totale de germination des graines du groseillier quel que soit les conditions de cultures appliquées, l'effet du stress salin sur la germination n'a été évalué que pour l'épine-vinette.

Il convient, tout d'abord, de noter qu'à partir d'une concentration d'environ 8 g/l de NaCl, la germination de l'espèce étudié est totalement inhibée, ce qui nous a conduit dans le cadre du présent essai de se limiter aux concentrations suivantes: 1,5-3-4,5 et 8g/l de NaCl.

Les résultats présentés dans la figure 4 correspondent aux taux moyen cumulé de germination des graines soumises à des concentrations croissantes en NaCl, durant les 30 jours d'observation.

**Fig 4:** Effet du stress salin sur la germination d'épine-vinette du Haut-Atlas Central

Cet essai a révélé que la salinité affecte négativement le taux de germination, qui devient de plus en plus faible que la concentration en sel augmente. Ainsi, sur une période de 30 jours, le pourcentage de germination a passé de 73% à la concentration de 1,5g/l à 27% à 6g/l.

L'effet de la salinité a montré qu'une différence statistiquement significative ( $p < 0.05$ ) entre le témoin (93%) et les graines soumises aux différentes concentrations de NaCl de 1, 2, 4 et 6g/l, pour lesquelles ces taux sont respectivement de: 73%, 53%, 47% et 27% (Figure 4). De même pour la comparaison entre les autres traitements entre eux, exception faites aux deux concentrations de 2 et 4g/l pour lesquels la différence n'est pas statistiquement significative. Cet effet serait due à un processus de

dormance osmotique, développé sous les conditions de stress salin [31]. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés dans les travaux de Bouda et ceux de Jaouadi [32-34].

### 3.2. Multiplication asexuée

**3.2.1. FSM:** Faculté des Sciences de Meknès; ZE: Zone d'étude

Les résultats obtenus révèlent que la seule méthode de reproduction asexuée qui permet la propagation de l'épine-vinette est le bouturage avec un pourcentage de réussite d'environ 96% sans différence significative entre dans les deux sites. En revanche cette technique n'est pas fructueuse

pour la multiplication du groseillier sauvage (0% dans les deux sites).

Le marcottage quant à lui s'avère la technique la plus appropriée pour la reproduction du groseillier sauvage avec

un taux de réussite d'environ 95% avec une différence non significative entre les deux sites. Cependant, cette technique s'avère non rentable pour l'épine-vinette dans les deux sites.

**Tableau 2:** Pourcentage de réussite du bouturage et marcottage appliqués aux deux arbustes étudiés

Techniques utilisées	Sites d'expérimentation	Pourcentage de réussite (%)	
		Épine-vinette	Groseillier sauvage
Bouturage	Serre FSM	97 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	Serre ZE	95 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
Marcottage	Serre FSM	0 <sup>c</sup>	94 <sup>d</sup>
	Serre ZE	3 <sup>c</sup>	96 <sup>d</sup>

### 3.3. Composition chimique et valeur nutritive et fourragère

#### 3.3.1. Screening phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différents composés phytochimiques existants dans les feuilles et tiges des deux espèces étudiées par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des

phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé.

Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés des parties aériennes des deux plantes étudiées a mis en évidence la présence de plusieurs métabolites secondaires connus par leurs activités biologiques intéressantes. Il s'agit des substances polyphénoliques dont les tanins, des flavonoïdes et les terpénoïdes.

**Tableau 3:** Résultats du screening phytochimique

Matériel végétal	Élément cherché	Décoction		Infusion	
		Feuille	Tige	Feuille	Tige
Épine-vinette d'Assif Melloul au Haut Atlas Central (EF1)	Alcaloïdes	+++	++	++	-
	Tanins catéchiques	+++	++	++	-
	Tanins galliques	+	++	+	+
	Saponine	++	+	+	+
	Flavonoïdes	-	+	-	flavonoles
	Anthocyanes	+	+	+	+
	Stérols triterpènes	+++	+++	++	++
Épine-vinette d'Aglmam Sidi Ali au Moyen Atlas (EF2)	Alcaloïdes	+	++	+	-
	Tanins catéchiques	++	++	+	-
	Tanins galliques	+	+	+	+
	Saponine	+++	+	+	-
	Flavonoïdes	-	flavonoles	+	-
	Anthocyanes	+	+	+	+
	Stérols triterpènes	++	++	+	+
Groseillier Assif Melloul (Haut Atlas, Imilchil) (GRF1)	Alcaloïdes	+++	+++	++	+
	Tanins catéchiques	+++	+++	+	++
	Tanins galliques	++	+	++	+
	Saponine	+	++	-	-
	Flavonoïdes	flavonoles	flavones	-	flavonoles
	Anthocyanes	+	+	+	+
	Stérols triterpènes	++	+++	+	+
Groseillier Aglmam Sidi Ali (Moyen Atlas) (GRF2)	Alcaloïdes	+	++	+	+
	Tanins catéchiques	+	+	+	+
	Tanins galliques	+	++	+	+
	Saponine	+	+	-	-
	Flavonoïdes	flavonoles	flavones	-	flavonoles
	Anthocyanes	+	+	+	+
	Stérols triterpènes	++	++	++	++

(+++): Fortement présent; (++) : Moyennement présent; (+): Faiblement présent; (-): Test négatif

D'un test à l'autre, nous notons des différences entre les deux espèces, tant au niveau qualitatif (composés différents) qu'au niveau quantitatif (proportions différentes de certains composés) d'autre part. Ainsi, l'étude qualitative des extraits aqueux des deux espèces montre des réactions très positives pour le décocté, quel que soit la provenance de la plante et quel que soit l'organe, par rapport à l'infusé. On note également que la composition chimique des feuilles et

supérieur à celle des tiges car les feuilles sont le siège des réactions photochimiques et le réservoir de la matière organique qui en dérivent <sup>[35]</sup>.

À l'exception des saponines, La teneur du décocté de l'épine vinette d'Assif Melloul au Haut Atlas Central (EF1) dépasse légèrement celle de Aglmam Sidi Ali (Moyen Atlas) (GRF2).

De même, le teneur du décocté issu du Groseillier Assif Melloul (Haut Atlas, Imilchil) (GRF1) dépasse celle du Groseillier Aglmam Sidi Ali (Moyen Atlas) (GRF2) sauf pour les anthocyanes et Stérols triterpènes qui sont les mêmes. Les alcaloïdes et Tanins catéchiques sont fortement présents dans le décocté de feuilles des deux espèces récoltées à Assif Melloul.

La variabilité au niveau de leur composition s'explique par différents facteurs d'origine intrinsèques, spécifiques au bagage génétique de la plante, ou extrinsèques liés aux conditions de croissance et de développement de la plante.

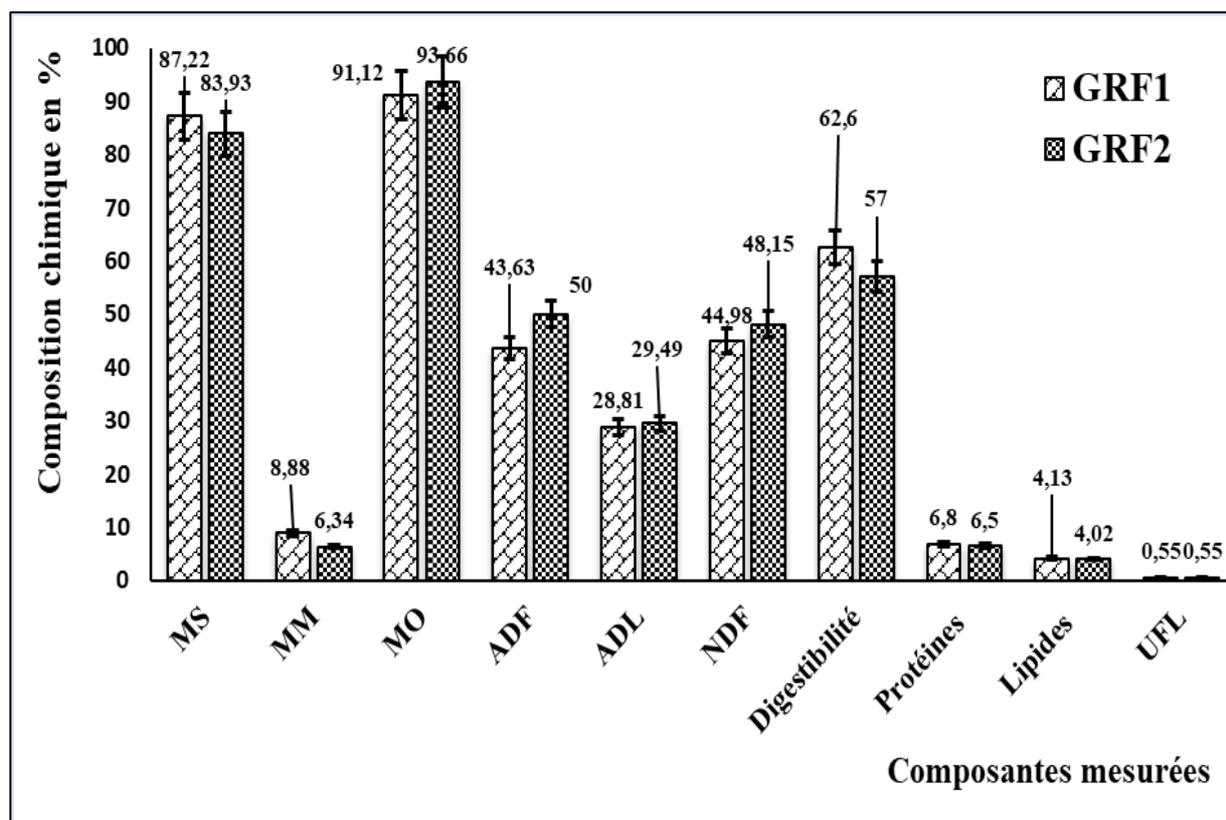
Ainsi, l'influence du stade végétatif et l'organe de la plante influencent la composition des plantes [36]. De plus, la température, la quantité de lumière, la pluviométrie, l'altitude, la nature du sol et son pH représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée [37].

En outre, la méthode d'extraction et la durée du séchage influent aussi sur la composition [38]. Il faut aussi signaler également que le stockage des matières premières avant l'extraction peut également influencer la composition chimique [39].

### 3.3.2. Valeur nutritive et fourragère

#### 3.3.2.1. Groseillier sauvage

Les résultats relatifs à la composition chimique des feuilles du groseillier sauvage selon la provenance sont présentés dans la figure 5. Les pourcentages de la matière sèche et de la matière minérale des feuilles du groseillier du Haut-Atlas Central (GRF1) sont respectivement de 87,22% et de 83,93% alors que ceux des feuilles en provenance du Moyen Atlas (GRF2), ils sont respectivement de 8,88% et 6,34%.



MS: Matière Sèche; MM: Matière Minérale; MO: Matière Organique; ADF: Fibres au Détergent Acide; ADL: Lignine au Détergent Acide; NDF: Fibres au Détergent Neutre; UFL: Unité Fourragère Lait.

**Fig 5:** Composition chimique des feuilles du Groseillier en provenance du BV Assif Melloul (Haut Atlas Central) (GRF1) et d'Agalmam Sidi Ali (Moyen Atlas) (GRF2).

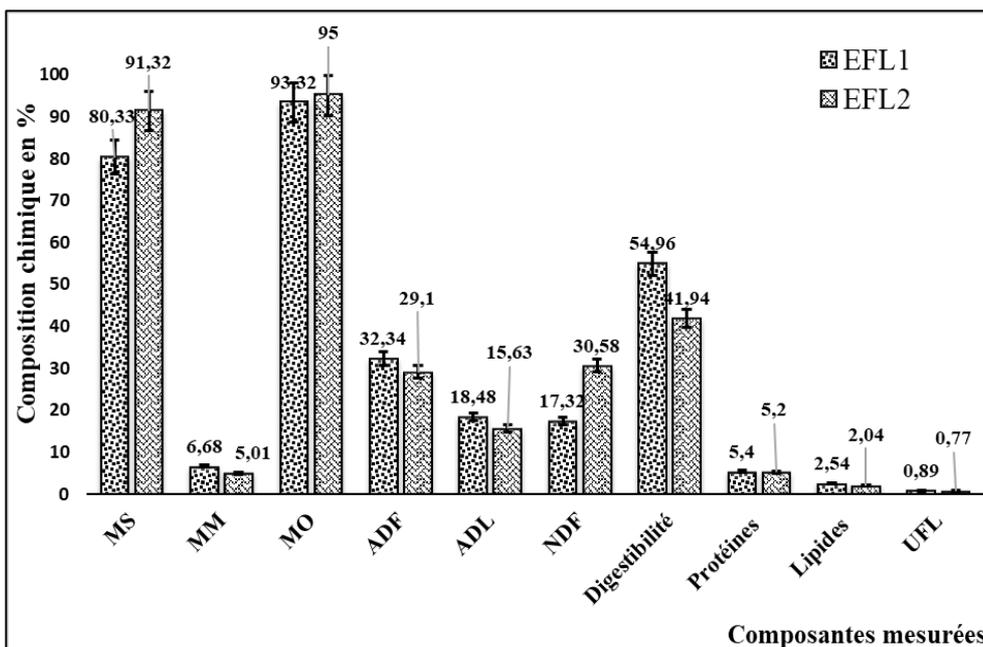
La teneur ainsi enregistrée est d'une importante en matière minérale qui est liée majoritairement aux facteurs édaphiques du substrat. La valeur moyenne des protéines brutes enregistrée pour les deux provenances se situe autour de 7% MS. En dessous de cette valeur, la consommation par les ruminants et l'activité microbienne du rumen seraient affectées [27]. Le taux des protéines de GRF1 et GRF2 affiche respectivement des valeurs voisines à 6,8% et à 6,5%.

Rappelons que ces résultats ne concernent que qu'un seul mois (avril), ce qui pourrait expliquer en partie les différences constatées, du fait que la composition chimique diffère selon les saisons, les écosystèmes, et l'espèce [40]. La

biomasse accessible du groseillier étudié a une teneur en matière grasse de l'ordre de 4,13% et 4,02% MS, respectivement pour GRF1 et GRF2. Ces teneurs pourraient être sujettes aux variations, sous l'influence des facteurs saisonniers et géographiques d'une part, et d'autre part, des facteurs génétiques [41]. Ces teneurs sont inférieures au seuil de MG toléré dans la ration des ruminants (5%).

Notre analyse chimique révèle que la teneur en fibres NDF est légèrement supérieure chez GRF2 par rapport à GRF1 (48,15% vs 44,98% MS). En raison de la valeur importante de la digestibilité de la matière sèche, ces arbustes s'avèrent assez énergétiques.

3.3.2.2. L'Épine-vinette



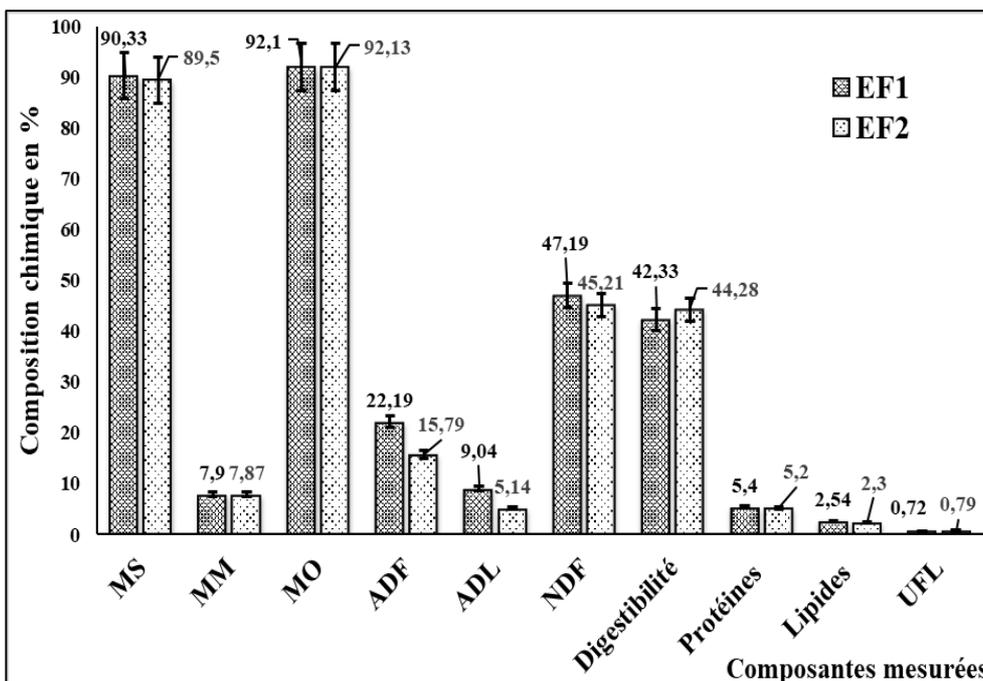
MS: Matière Sèche; MM: Matière Minérale; MO: Matière Organique; ADF: Fibres au Détergent Acide; ADL: Lignine au Détergent Acide; NDF: Fibres au Détergent Neutre; UFL: Unité Fourragère Lait.

Fig 6: Composition chimique des fleurs de l'Épine-vinette (EFL1) provenant du BV d'Assif Melloul (Haut Atlas central) et d'Agmam Sidi Ali au moyen Atlas (EFL2)

Les résultats obtenus montrent que EFL1 a une valeur énergétique supérieure à celle de EFL2 (0,89 vs 0,77 UFL/kg de MS), avec un taux important de la digestibilité de EFL1 (54,96%) supérieur celui de EFL2 (41,94%), qui est liée essentiellement aux faibles teneurs en fibres. Ces valeurs se situent entre l'ensilage de maïs et le foin de luzerne, qui ont respectivement 0,9 et 0,8 UFL/kg de MS

[42]. Leur biomasse consommable peut être considérée comme un bon fourrage ayant 0,74 UFL/kg MS en moyenne.

Les résultats relatifs aux mesures de la composition chimique des feuilles de l'Épine-vinette du Haut Atlas Central (EF1) et d'Agmam Sidi Ali au Moyen Atlas (EF2) sont présentés dans la figure 7.



MS: Matière Sèche; MM: Matière Minérale; MO: Matière Organique; ADF: Fibres au Détergent Acide; ADL: Lignine au Détergent Acide; NDF: Fibres au Détergent Neutre; UFL: Unité Fourragère Lait.

Fig 7: Composition chimique des feuilles de l'Épine-vinette du BV Assif Melloul (Haut Atlas Central) (EF1) et d'Agmam Sidi Ali (Moyen Atlas) (EF2).

Ce diagramme montre que les pourcentages d'ADF, d'ADL, du NDF, des Protéines et des Lipides des feuilles du BV Assif Melloul (EF1) qui sont respectivement de l'ordre de 22,19%, 9,04%, 47%,19%, 5,4% et 2,54% sont nettement supérieur à ceux des feuilles en d'Aglmam Sidi Ali (EF2) qui sont respectivement de l'ordre de: 15,79%, 5,14%, 45,21%, 5,2% et 2,3%. Quant à aux pourcentages respectifs de la digestibilité et d'UFL, ils sont supérieurs chez EF2 du Moyen -Atlas par rapport à ceux en provenance du BV Assif Melloul (44,28% et 0,79% vs 42,33% et 0,72%). Cette différence est peut-être due aux facteurs inhérents aux conditions édapho-climatiques.

#### 4. Conclusion

De manière général, les extraits aqueux des deux arbustes étudiés, le groseillier et l'Épine-vinette, montrent des réactions très positive pour le décocté par rapport à l'infusé, quel que soit l'organe étudié. La richesse en métabolite secondaire ouvre des perspectives pour leur intégration dans la chaîne des valeurs plantes multi-usages de la région. Leurs potentialités en matière de biomasse et l'évaluation de leur valeur fourragère et nutritive offre une opportunité relativement intéressante pour compenser la carence en fourrage. Par ailleurs, les deux espèces ont une faible teneur en constituants pariétaux, offrant une digestibilité et une valeur nutritive et énergétiques élevés, avec une supériorité d'EFL1 par rapport à EFL2, GRF1, GRF2, EF1 et EF2.

Toutefois, cette campagne d'analyses de la composition n'est qu'une première étape qui confirmant l'intérêt potentiel de ces deux arbustes qui mérite d'être approfondi, tant au niveau de la production de biomasse et de la séquestration de carbone qu'au niveau de leurs valeur nutritive et fourragère et leurs vertus, et qui ouvre des perspectives de recherche pour face aux problématique environnementales en l'occurrence celles liées aux ressources fourragères.

#### 5. Remerciements

Au terme de cette recherche, nous tenons à exprimer nos remerciements chaleureux à tous ceux qui ont collaboré à l'accomplissement des différentes phases de cette étude, dont nous citons en l'occurrence:

Monsieur le doyen de la faculté des sciences de Meknès et ses collaborateurs ainsi que l'équipe: « Environnement et Valorisation des ressources Microbiennes et Végétales »; L'Association Akhiam et tous ses partenaires mobilisés dans le processus de lutte biologique antiérosive dans la zone d'étude, notamment la FAO, le PNUD, le GEF, l'ORMVAT, les Services des Eaux et Forêts, l'Agence du Bassin Hydraulique d'Oum Er-Rabia, les communautés villageoises « Jmaâ » d'Assif Melloul, l'ONG française SENS, Hydraulique Sans Frontières, etc.

#### 6. Références

- Bourbouze A, Des agdal et des mouflons. Le Courrier de l'environnement de l'INRA 1997;30(30):63-72.
- Dominguez P, L'agro-pastoralisme mobile des agdals du Haut Atlas. Perifèria: revista de recerca i formació en antropologia 2013;18(2):91-103.
- Koohafkan P, Altieri M. Systemes ingenieux du patrimoine agricole mondial (SIPAM). Un heritage pour le futur. Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome 2011.
- Bourbouze A. Gestion de la mobilité et résistance des organisations pastorales des éleveurs du Haut Atlas marocain face aux transformations du contexte pastoral maghrébin. Niamir Fuller 1999.
- Ouadjane Y, Yacine E-AA, Benzougagh B, Nassiri L, Ibijbjen J. Evaluation Des Risques D'érosion Hydrique Et Cartographie Des Zones Vulnérables Par La Méthode RUSLE Couplée Aux SIG Et À La Télédétection Dans Le Bassin Versant d'Agoudal En Amont De La Vallée d'Imilchil (Haut Atlas Central, Maroc). European Scientific Journal 2021;17(21):66-91.
- Michard A, Ibouh H, Charrière A. Syncline-topped anticlinal ridges from the High Atlas: A Moroccan conundrum, and inspiring structures from the Syrian Arc, Israel. Terra Nova 2011;23(5):314-323.
- Ibouh H, Chafiki D, La tectonique de l'Atlas: âge et modalités. Le Maroc, paradis des géologues 2017.
- Laville E, Lesage JL, Seguret M. Geometrie, cinématique (dynamique) de la tectonique atlasique sur le versant sud du Haut Atlas marocain; aperçu sur les tectoniques hercyniennes et tardi-hercyniennes. Bulletin de la Société géologique de France. 1977;7(3):527-539.
- Boudhar A, Duchemin B, Hanich L, Chaponnière A, Maisongrande P, Boulet G, et al. Analyse de la dynamique des surfaces enneigées du Haut Atlas marocain à partir des données Spot-Vegetation. Science et changements planétaires/Sécheresse 2007;18(4):278-288.
- Homrani Bakali A, Mrabet R, Acherkouk M, Maatougui A. La fertilisation améliore la production des prairies humides naturelles dans la montagne du haut Atlas oriental du Maroc: cas de la région d'Imilchil. African and Mediterranean Agricultural Research Journal-Al-Awamia 2020;(128):93-123.
- Rhanem M. Esquisse d'une typologie géomorphologiques de quelques cédraines à *Cedrus atlantica* Man. dans le Haut Atlas oriental de Midelt (Maroc). Menaces et perspectives de conservation, de gestion et de restauration. Quad. Bot. Amb. Appl 2010;21:141-159.
- Schultheis LM, Donoghue MJ. Molecular phylogeny and biogeography of *Ribes* (Grossulariaceae), with an emphasis on gooseberries (subg. *Grossularia*). Systematic Botany 2004;29(1):77-96.
- Jalas J. Atlas Florae Europaeae notes. 14. Ann. Bot. Fennici 1999;36:9-10.
- Taleb MS, Fennane M. Diversité floristique du Parc National du Haut Atlas Oriental et des Massifs ayachi et Maâsker (Maroc). Acta Botanica Malacitana 2008;33:125-145.
- Aafi A, Taleb M, Fechtal M. Espèces remarquables de la flore du Maroc. Centre National de la Recherche Forestière, Rabat, Maroc 2002, 156.
- Danthu P, Roussel J, Dia M, Sarr A. Effect of different pretreatments on the germination of *Acacia senegal* seeds. Seed science and technology 1992;20(1):111-117.
- Ndour P, Comportement de quelques espèces du genre *Acacia* en condition de stress hydrique et salin simulé. DEA: Biologie végétale 1997.
- Martin F. Les clôtures végétales, leur rôle sur la petite ferme. Echo Technical Note. Florida 2010.

19. IICA. Institut interaméricain de coopération pour l'agriculture: Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), cours national d'été d'agronomie tropicale fruticulture 9 Juillet 9 Août 1984 MISC 1984.
20. Guédé-Guina F, Vangah-Manda M, Harounad D, Bahi C. Potencies of MISCA a plant source concentrate against fungi. *J. of Ethnopharmacol* 1996;14:45-53.
21. Sqalli H, El Ouarti A, Ennabili A, Ibsouda S, Farah A, Haggoud A, *et al.* Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du centre-nord du Maroc. *Bull Soc Pharm* 2007;146:271-288.
22. Bekro YA, Mamyrbekova J, Boua BB, Bi FT, Ehile EE. Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthiana* (Baill.) Herend. et Zarucchi (Caesalpinaceae). *Sciences & Nature* 2007;4(2):217-225.
23. Dohou R, Yamni K, Tahrouch S, Hassani LI, Badoc A and Gmira N, Screening phytochimique d'une endémique iberomarocaine, *Thymelaea lythroides*. *Bulletin-Société de Pharmacie de Bordeaux*. 2003; 142(1/4): 61-78.
24. Bammou M, Daoudi A, Slimani I, Najem M, Bouiamrine E, Ibjibijen J, and Nassiri L, Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*. 2015; 86(1): 7966-7975.
25. AOAC, Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington, D.C. USA. Association of Official Analytical Chemists 1990, 931-940.
26. Kjeldahl J, Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie* 1883;22(1):366-382.
27. Van Soest PJ, Nutritional ecology of the ruminant Cornell university press 1994, 425.
28. Ammar H, López S, Bochi-Brum O, Garcia R, Ranilla M. Composition and *in vitro* digestibility of leaves and stems of grasses and legumes harvested from permanent mountain meadows at different stages of maturity. *J. Anim. Feed Sci* 1999;8(4):599-610.
29. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. National Research Council, National Academies Press, 7<sup>th</sup> revised edition, national academy press Washington, D.C 2001.
30. Reyes O, Trabaud L. Germination behaviour of 14 Mediterranean species in relation to fire factors: smoke and heat. *Plant Ecology* 2009;202(1):113-121.
31. Prado FE, Boero C, Gallardo MRA, González JA. Effect of NaCl on growth germination and soluble sugars content in *Chenopodium quinoa* Willd. seeds 2000.
32. Bouda S, Haddioui A. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue Nature et Technologie* 2011;3(2):72-79.
33. Jaouadi W, Hamrouni L, Souayeh N, Khouja ML. Etude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *BASE* 2010.
34. Okçu G, Kaya MD, Atak M. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish journal of agriculture and forestry* 2005;29(4):237-242.
35. Chamouleau A. Les usages externes de la phytothérapie: Ed. Maloine S. A paris 1979, 270.
36. Aprotosoiaie AC, Spac A, Hancianu M, Miron A, Tanasescu VF, Dorneanu V, *et al.* The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Farmacia* 2010;58(1):46-53.
37. Boukhatem N, Extraction caracterisation des huiles essentielles du geranium rosat et formulation d'une pommade a effet cicatrisant. Thèse, Université Blida, Algérie 2010.
38. Bourkhiss M, Hnach M, Bourkhiss B, Ouhssine M, Chaouch A, Satrani B. Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Agrosolutions* 2009;20(1):44-48.
39. Besombes C, Berka-Zougali B, Allaf K. Instant controlled pressure drop extraction of lavandin essential oils: fundamentals and experimental studies. *Journal of Chromatography A* 2010;1217(44):6807-6815.
40. Ventura M, Castanon J, Pieltain M, Flores M. Nutritive value of forage shrubs: *Bituminaria bituminosa*, *Rumex lunaria*, *Acacia salicina*, *Cassia sturtii* and *Adenocarpus foliosus*. *Small Ruminant Research* 2004;52(1-2):13-18.
41. Kouamé N, Soro K, Mangara A, Diarrassouba N, Koulibaly A, Boraud N. Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 2015;90:8450-8463.
42. Jarrige R. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA Editions, Paris 1988, 441.