

Effet de la morphologie et de l'exposition sur les ressources en eau superficielle de part et d'autre du Haut Atlas (Maroc) ; exemple des bassins versants de l'Ourika et du Marghène

Mohamed El Mehdi SAIDI, M'Bark AGOUSSINE & Lahcen DAOUDI

Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Géosciences et Environnement,
B.P. 549, Marrakech. e-mail: medsaidi@gmail.com

Résumé. L'abondance ou la pénurie des ressources en eau superficielle dans un bassin versant sont étroitement liées à un environnement global incluant la morphologie du bassin et les conditions climatiques de celui-ci. L'orientation et l'exposition aux masses d'air et aux flux perturbés chargés d'eau de pluie sont aussi des facteurs déterminants. Le bassin versant de l'Ourika est un hydrosystème du versant septentrional du Haut Atlas, exposé aux masses d'air humide en provenance du Nord-Ouest. Les altitudes y varient de 1070 m à 4001 m avec une moyenne de l'ordre de 2500 m et les hauteurs des précipitations y sont élevées (584 mm par an à la station d'Aghbalou). Les pentes sont fortes et les roches sont dans l'ensemble peu perméables. Cette situation contraste complètement avec le versant sud du Haut Atlas où le bassin du Marghène (en amont de l'oued Draa), orienté vers le Sud, est abrité des masses d'air humide. Il est plus allongé, et les pentes et les altitudes sont peu importantes par rapport au bassin de l'Ourika. Les précipitations sont par conséquent moins abondantes. Ces différences morphologiques et pluviométriques se sont répercutées sur l'importance des écoulements superficiels, les débits étant beaucoup moins forts dans le bassin du Marghène que dans celui de l'Ourika. De plus, ce dernier bénéficie d'un apport nival qui renforce l'écoulement fluvial au printemps et en été, et permet une utilisation pérenne de ses eaux superficielles.

Mots clés : Maroc, Haut Atlas, hydrologie, ressources en eau, oued Ourika, oued Marghène.

Impact of morphology and exposure on the surface water resources in the High Atlas mountains (Morocco); example of the Ourika and Marghene watersheds.

Abstract. Water resources in a given watershed area are mainly related to the morphology of the basin and to the prevailing climatic conditions in the area. The exposure and orientation of the basin to rain-producing air masses are also determining factors. The watershed of Ourika lies on the northern side of the High Atlas between 1070 m and 4001 m, with an average altitude of about 2500 m. It is well exposed to the Atlantic humidity from the northwest, rainfall is therefore large. The slopes are also steep in the Ourika basin and the soil is impermeable. This contrasts with the Marghène basin (upstream of oued Draa), lying on the southern part of the High-Atlas. This valley is directed toward the south. Rainfall, slopes and altitudes are low in comparison with those of the Ourika basin. In fact, it is not exposed to rain-producing air masses which come from the northwest. These morphological and pluviometric differences make the discharges in Ourika basin larger than in the Marghène basin. Also, it snows on the Ourika catchment more than the Marghène's. The snowmelt increases spring and summer discharges and allows a perennial use of the water in the Ourika area.

Key words : Morocco, High-Atlas, hydrology, water resources, Ourika, Marghène.

INTRODUCTION

Le Haut Atlas marocain est une chaîne montagneuse qui culmine à plus de 4000 m d'altitude. Dans la partie centrale il surplombe les plaines arides du Haouz au Nord, du Souss au Sud-Ouest et d'Ouarzazate au Sud-Est. Il est le siège de différentes activités rurales et touristiques dont la demande en eau ne cesse d'augmenter. Considérée comme un véritable château d'eau, cette chaîne montagneuse est orientée NE-SW et ses bassins versants s'y trouvent exposés d'un côté vers le Nord-Ouest et de l'autre vers le Sud-Est. Cette orientation suggère que la disponibilité en eau est différente de part et d'autre de la chaîne, et son impact sur l'activité humaine serait importante ; cependant, les ressources en eau superficielles des bassins versants sont contrôlées par d'autres facteurs, principalement la morphologie, la pluviométrie, et la nature du substratum. L'interaction de ces facteurs contrôle une partie du cycle de l'eau du bassin et influence l'abondance ou la pénurie de cette ressource. C'est dans cette optique que la présente note tente de rechercher la relation entre la disponibilité en eaux de surface et les caractéristiques orographiques, morphologiques et pluviométriques des bassins versants de l'oued Ourika à la station d'Aghbalou et de l'oued

Marghène à la station d'Aguillal, hydrosystèmes situés de part et d'autre de la ligne axiale de partage des eaux du Haut-Atlas (Fig. 1).

SITUATION ET MORPHOLOGIE DES BASSINS VERSANTS

Le bassin de l'Ourika se situe entre les latitudes 31° et 31°20' N et les longitudes 7°30' et 7°60' W (Fig. 2), sur une superficie de 503 km² ; les altitudes y varient de 1070 m à Aghbalou (à l'exutoire) à 4001 m au point culminant en amont du bassin. L'oued Ourika coule vers le Nord puis vers le Nord-Ouest. Son bassin versant est orienté vers ces directions (Fig. 1) ; il est par conséquent exposé aux perturbations pluvieuses en provenance de l'Océan Atlantique avec une direction Nord-Ouest. Cette exposition et l'orientation vers le Nord et le Nord-Ouest, permettent au bassin de l'Ourika d'être assez bien arrosé par les eaux pluviales.

Outre l'exposition des versants aux flux perturbés, les effets d'ubac et d'adret jouent également un rôle important dans l'aridité des sols et leur capacité d'emmagasiner longtemps l'humidité. Selon que les versants du Haut-Atlas

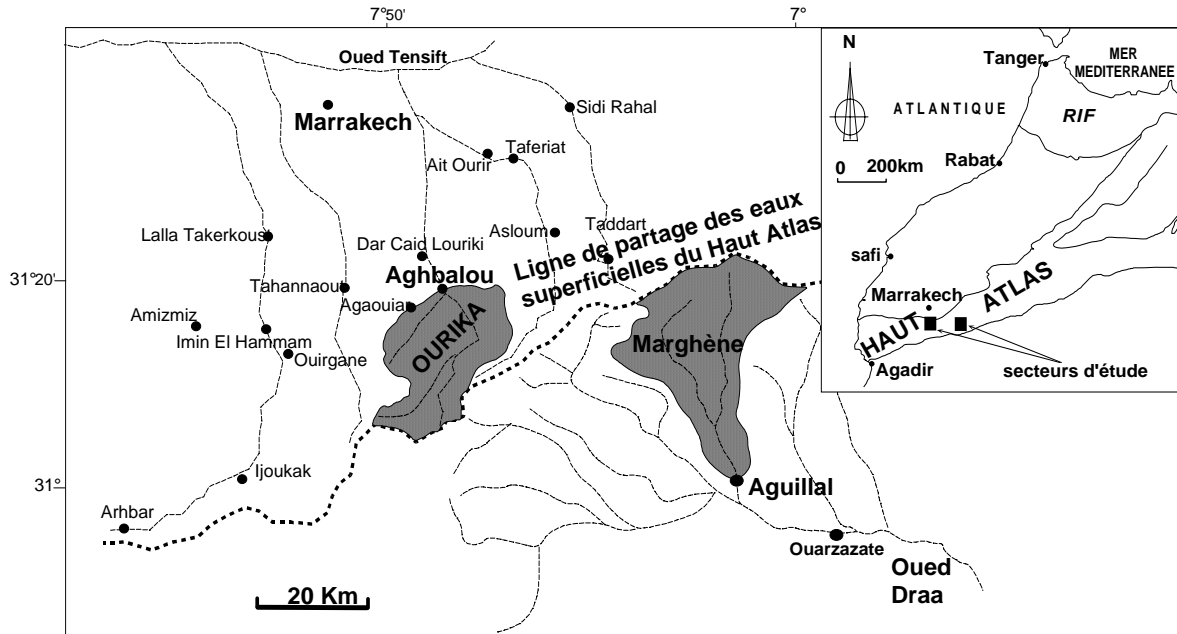


Figure 1. Position et orientations des bassins versants de l'Ourika et du Marghène.

soient orientés vers le Sud ou vers le Nord, il existe un contraste dans la durée de l'ensoleillement et dans l'intensité calorifique des radiations reçues au sol par unité de surface. Ceci est d'autant plus accusé que les pentes des versants sont importantes, comme c'est le cas sur le bassin de l'Ourika, où les vallées sont profondes et les versants exposés pour la plupart vers le Nord ou le Nord-Ouest. Ces versants ne reçoivent pas les rayons solaires sous de forts angles d'incidence, et certaines vallées sont dans l'ombre très tôt le soir et assez tard le matin. Les plus profondes perdent même tout ensoleillement pendant quelques semaines en hiver. Cette atténuation de la radiation solaire permet au sol de conserver longtemps l'humidité et diminue le pouvoir évaporant de l'air, qui pourrait être important à ces latitudes.

L'oued Marghène est un affluent haut-atlasique de l'oued Draa. Son bassin versant, de 750 km² de superficie, est ouvert vers le Sud-Est (Fig. 1). Relativement abrité des flux humides du Nord-Ouest, il en résulte des hauteurs de précipitations beaucoup plus faibles que sur le bassin de l'Ourika (133 mm par an à la station d'Aguillal).

Par ailleurs, la position du bassin du Marghène sur le versant sud du Haut Atlas fait de la plupart de ses versants des adrets plus exposés aux rayonnements solaires, ce qui accentue davantage l'aridité.

La morphologie d'un bassin versant agit sur la relation pluie-débit et conditionne la forme de l'hydrogramme observé à l'exutoire. Plusieurs paramètres permettent de chiffrer les caractéristiques morphologiques (Tab. I).

L'indice de compacité de Gravelius ($Kc = 0,28 P/\sqrt{S}$; où P est le périmètre et S la surface du bassin) permet d'avoir une idée sur la forme géométrique du bassin ; il est de l'ordre de 1,3 pour le bassin de l'Ourika et de 1,52 pour le bassin du Marghène. La compacité relativement médiocre pour le Marghène confère au bassin une forme plus allongée que celle du bassin de l'Ourika (Figs. 1 et 2). Cette

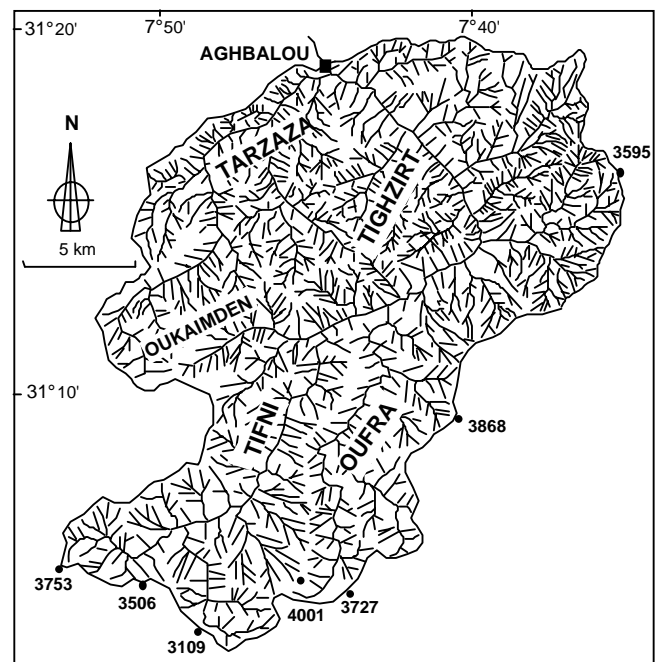


Figure 2. Réseau hydrographique du bassin versant de l'Ourika à Aghbalou.

situation favorise, pour ce dernier, une simultanéité relative de rassemblement des eaux de ruissellement dans le cours principal. Les écoulements superficiels échappent plus facilement aux pertes par infiltration et évaporation alors que le décalage spatio-temporel de ce rassemblement sur le bassin du Marghène accentue le déficit d'écoulement. Les caractéristiques morphologiques permettent également aux ondes de crue de l'Ourika de grossir brutalement vers l'aval à mesure de leur alimentation par les affluents, alors qu'il y a un amortissement de ces crues pour le Marghène à

Tableau I. Caractéristiques morphologiques des bassins versants de l'Ourika à Aghbalou et du Marghène à Aguillal.

Paramètres	Bassin de l'Ourika	Bassin du Marghène
Surface (km ²)	503	750
Périmètre (km)	104	149,5
Indice de compacité	1,3	1,52
Longueur du cours principal (km)	45,5	58,5
Longueur du rectangle équivalent (km)	39,2	62,3
Largeur du rectangle équivalent (km)	12,8	12,04
Altitude maximale (m)	4001	3610
Altitude minimale (m)	1070	1220
Altitude moyenne (m)	2500	1820
Pente moyenne du cours principal	2,15 %	1,5 %
Pente moyenne des principaux affluents	9,35 %	7,2 %
Pente moyenne de tous les versants du bassin	35 %	19 %

cause des temps de concentration élevés des sous-bassins élémentaires qui le composent.

Le *Rectangle équivalent* est une représentation géométrique du contour du bassin versant transformé en rectangle. Celui-ci est tracé à partir de la longueur et de la largeur du bassin. Les courbes de niveau y sont parallèles et sont tracées en respectant les répartitions hypsométriques. Ce rectangle est conçu pour pouvoir comparer les bassins versants du point de vue morphologique. Le rectangle équivalent du bassin du Marghène est plus long que celui de l'oued Ourika (Fig. 3). Cette différence dans la forme confirme le résultat de l'indice de compacité et aura les mêmes conséquences hydrologiques précitées, notamment des temps de concentration plus courts sur le bassin de l'Ourika.

Le calcul des pentes a permis de constater que celles du cours principal de l'Ourika ne sont pas particulièrement fortes (0 à 5 %) ; cependant, la vitesse et la violence des écoulements sont surtout régies par les pentes les plus fortes des affluents et des versants. La quasi-totalité des affluents se jettent dans le cours principal avec des pentes très fortes. Le Tarzaza qui draine le massif de l'Oukaïmeden suit une pente moyenne de 11 %, mais les vallons les plus pentés se situent en amont du bassin (Oufra et Tifni) avec des pentes qui atteignent, par endroits, des valeurs de 30 à 40 % (Fig. 4).

Pour le bassin du Marghène, les pentes ne sont pas aussi fortes. Elles varient entre 1,5 % pour le cours principal (Fig. 4) à 30 % pour les versants les plus raides en amont du bassin. Les principaux affluents suivent des pentes de 5 à 10 % et la pente moyenne du bassin versant est de l'ordre de 19 %.

Ces différences dans les valeurs des pentes favorisent le ruissellement par rapport à l'infiltration et l'évaporation dans le bassin de l'Ourika, grâce à d'importantes vitesses des écoulements.

OROGRAPHIE DES BASSINS VERSANTS

Dans le bassin de l'oued Ourika, le cours d'eau principal prend naissance à des altitudes comprises entre

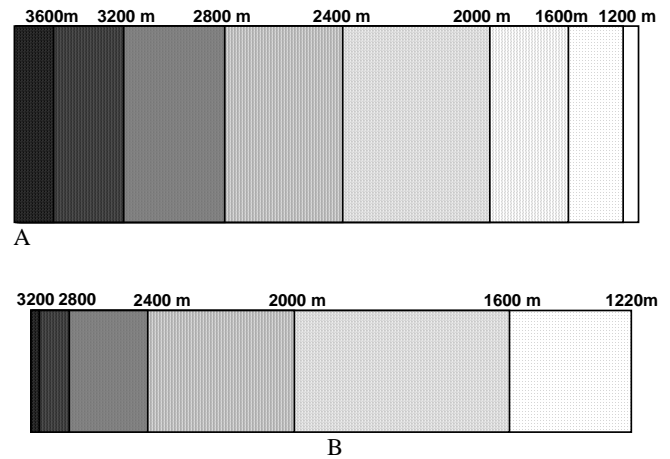


Figure 3. Rectangles équivalents des bassins de l'Ourika (A) et du bassin de Marghène (B).

3000 et 4000 m. L'analyse de la répartition des tranches d'altitude a été effectuée à partir de la carte topographique Oukaïmeden -Toubkal au 1/100.000. L'altitude moyenne est de 2500 m, et la répartition altimétrique (Fig. 5) montre que 75 % des terrains sont situés entre 1600 et 3200 m.

Ces altitudes importantes ont permis au bassin de bénéficier d'une pluviosité conséquente. En se référant au gradient pluviométrique des versants nord du Haut Atlas, calculé à partir des données pluviométriques et altimétriques des stations de la région (Tab. II et Fig. 6), on peut estimer les hauteurs probables des précipitations en amont du bassin. Par ailleurs, et à partir de 2000 m d'altitude, le bassin reçoit en hiver un apport nival d'une importance capitale dans la régularisation des débits de l'oued. La mesure des superficies des zones qui pourraient être couvertes par la neige a permis de constater qu'elles s'étendraient sur une superficie d'environ 300 km², et même si nous ne considérons que les zones couvertes par des neiges persistantes et à grande longévité, soit des altitudes supérieures à 2800 m, on constate qu'elles occupent une superficie de 162 km² soit 32,3 % du bassin versant (Fig. 5).

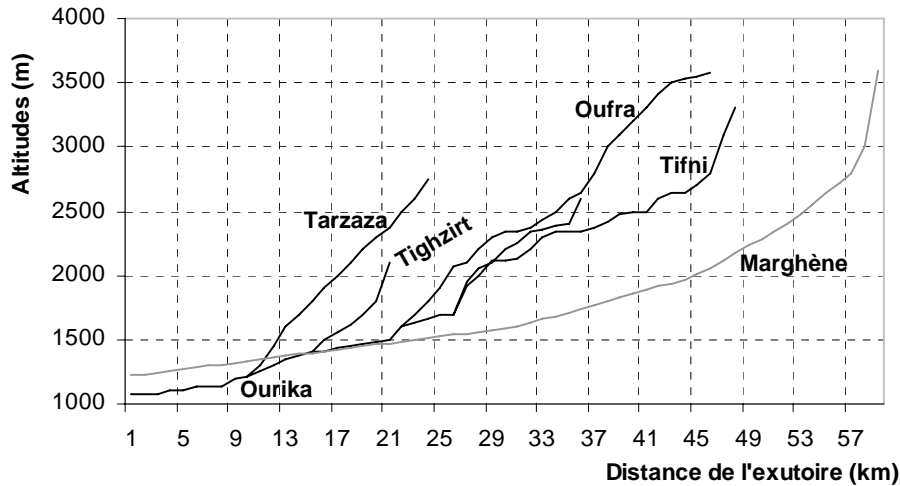


Figure 4. Profils longitudinaux de l'Ourika, de ces principaux affluents et de l'oued Marghène.

Sur ce plan, l'Ourika contraste également avec le bassin du Marghène où les altitudes ne sont pas aussi élevées. La carte hypsométrique du bassin (Fig. 7) met en évidence une succession de tranches d'altitude comprises entre 1220 et 3600 m, mais la plus grande partie du bassin est située entre 1220 et 2400 m. L'altitude moyenne y est de l'ordre de 1820 m. Ces altitudes moins importantes sur le bassin du Marghène, couplées à une ouverture vers le Sud-Est, ne favorisent des apports pluviaux importants sur ce bassin. Même les secteurs dont les altitudes sont supérieures à 2400 m et qui recevraient des chutes nivales, n'occupent que 26 % du bassin versant, contre 52,6 % pour l'Ourika. Les secteurs situés au-dessus de 2800 m (sièges d'un enneigement plus important) n'occupent dans le bassin du Marghène qu'une zone restreinte de 45 km² (Fig. 7), soit 8,5 % du bassin, contre 32,3 % dans le bassin de l'Ourika.

ROLE DE LA LITHOLOGIE

Au centre du Haut Atlas de Marrakech, le bassin versant de l'Ourika montre deux grands types de faciès (Fig. 8) :

- une partie amont, située à des altitudes supérieures à 2000 m, constituée de roches magmatiques et métamorphiques appartenant au socle de la chaîne atlasique ; on y rencontre des roches plutoniques, notamment des granites et granodiorites, des roches volcaniques (andésites, rhyolites...) et métamorphiques (gneiss et migmatites) ; ces formations cristallines sont propices à un ruissellement immédiat des eaux de pluie ;
- une partie septentrionale, située à des altitudes inférieures à 2000 m, composée de dépôts permo-triasiques et quaternaires plus tendres ; lithologiquement, ce Permo-Trias comprend un faciès nord formé de conglomérats, grès et siltites, et un faciès sud formé essentiellement de siltites argileuses et localement de grès massifs (Biron 1982).

Les roches tendres à moyennement tendres (marnes, argiles et calcaires) représentent une étendue inférieure à 35 %, alors que le substrat dur (roches cristallines) représente environ 67 % de l'étendue du bassin (Pascon 1983). Ainsi, la source des blocs et des galets charriés par l'Ourika

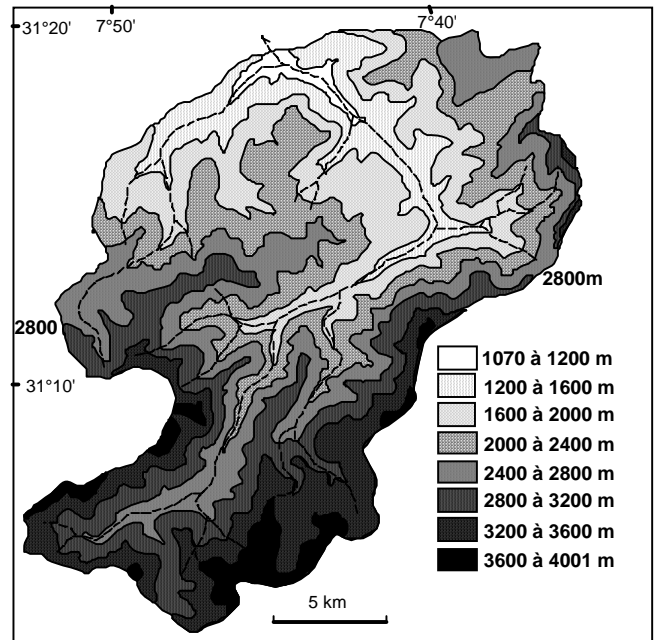


Figure 5. Hypsométrie du bassin versant de l'Ourika à Aghbalou.

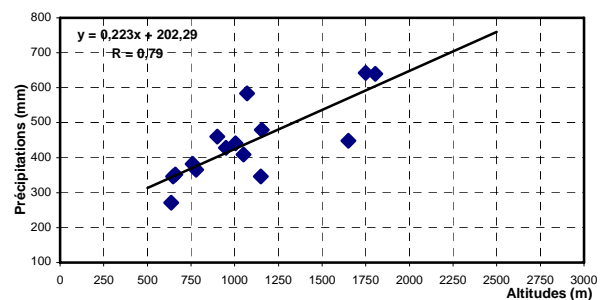


Figure 6. Relation altitude-précipitations sur le Haut Atlas de Marrakech.

Tableau II. Altitudes et pluviométries des stations du Haouz de Marrakech.

Station	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Précipitations moyennes (mm)
Agaouiar	31°17'	7°49'	1805	639,4
Aghbalou	31°19'	7°45'	1070	583,9
Ait Ourir	31°35'	7°40'	648	346,9
Amizmiz	31°13'	8°14'	1005	440,9
Arhbar	30°52'	8°24'	1750	642,2
Asloul	31°24'	7°32'	1155	479,0
Dar Caid Louriki	31°22'	7°47'	900	459,8
Ijoukak	31°01'	8°09'	1150	346,7
Imin El Hammam	31°13'	8°07'	780	365,8
Lalla Takerkoust	31°21'	8°08'	636	270,9
Ouirgane	31°09'	8°07'	950	428,4
Sidi Rahal	31°38'	7°29'	660	351,8
Taddart du R'Dat	31°21'	7°25'	1650	448,3
Taferiat	31°33'	7°36'	760	382,1
Tahanaout	31°18'	7°58'	1050	409,1

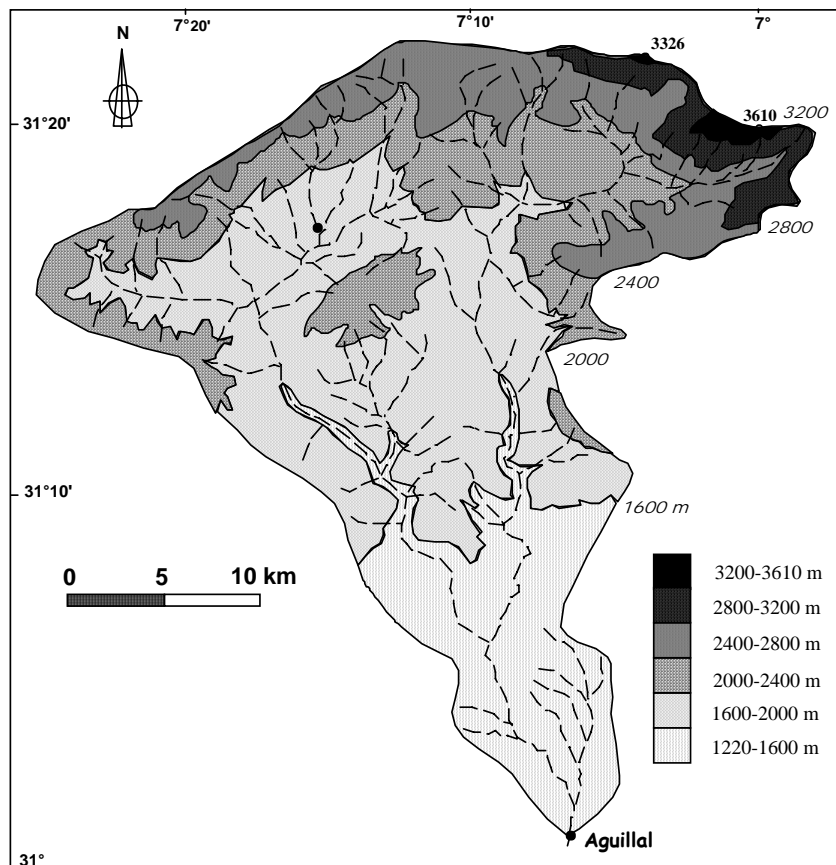


Figure 7. Carte hypsométrique du bassin versant de Marghène.

proviendrait essentiellement du socle qui constitue la partie axiale de la chaîne atlasique.

Dans le bassin versant du Marghène, Jossen & Filali (1988) ont décrit deux faciès principaux : le "Jurassique carbonaté" du Lias inférieur et moyen, pouvant atteindre

1500 m d'épaisseur, et le "Jurassique continental" détritico, formé de grès et de conglomérats. Les dépôts diminuent rapidement d'épaisseur en liaison avec les failles bordières qui limitent la fosse atlasique vers le Sud. Le comblement final a eu lieu au Jurassique moyen par une

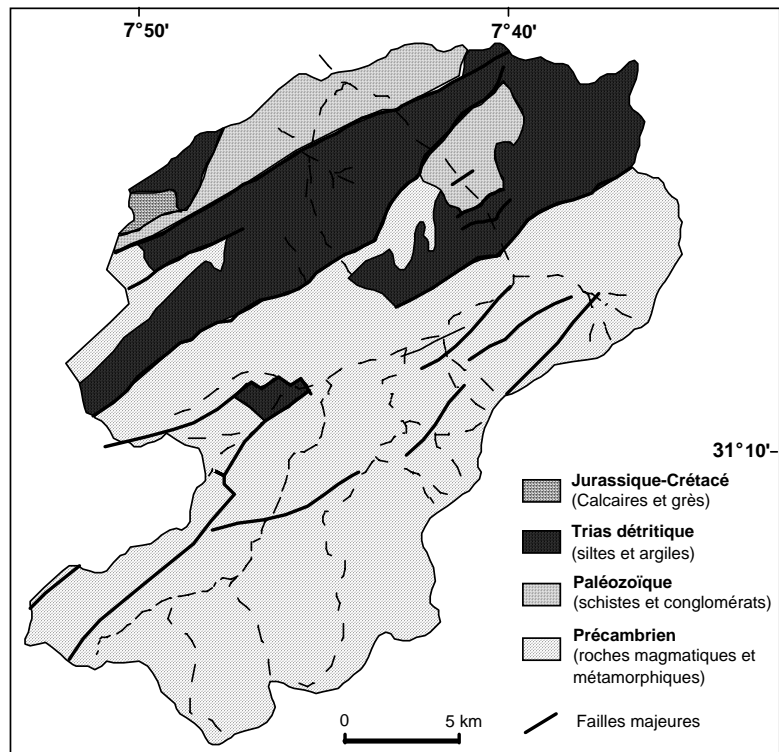


Figure 8. Esquisse géologique du bassin de l'Ourika.

épaisse série détritique. Le Crétacé inférieur est représenté par des grès et des conglomérats rouges.

Le Paléocène correspond à un ensemble de calcaires et de grès alternant avec des marnes, à forte variation latérale de faciès sur de faibles distances. L'Eocène inférieur phosphaté est subdivisé en plusieurs unités marines représentées par des grès coquilliers et des niveaux calcaires peu épais, séparés par des horizons marneux et des formations détritiques grossières (Cappetta *et al.* 1987). L'Eocène moyen, puissant de 30 à 40 m, débute par un ensemble calcaire formé de plusieurs barres séparées par des niveaux marneux. A l'Eocène supérieur, ces dépôts passent progressivement à des grès et à des conglomérats continentaux (El Harfi 1994).

Le Mio-Pliocène recouvre en discordance les formations sous jacentes. Ses faciès sont très variables : sables et conglomérats, calcaires lacustres et marnes à gypses.

La lithologie du bassin versant du Marghène (Fig. 9) est donc beaucoup plus perméable que le bassin de l'Ourika. Ce contraste dans la nature du substratum accentue l'abondance des eaux de surface sur le versant nord du Haut Atlas et accentue la pénurie sur le versant sud.

PLUVIOMETRIE ET DISPONIBILITE EN EAU DANS LES DEUX BASSINS VERSANTS

Toutes ces différences de morphologie, d'altimétrie générale et d'exposition aux masses d'air humide entre les deux bassins versants ont induit un contraste élevé dans la disponibilité en eau. Pour le bassin de l'Ourika, l'étude des précipitations sur la période 1969-1999, a permis de relever une moyenne relativement importante à la station d'Aghbalou (584 mm) située à 1070 m d'altitude. Les apports annuels y varient de 277 mm (en 1992-1993) à

1062 mm (1971-1972). Le coefficient de variation est de l'ordre de 30 %. Il témoigne d'une irrégularité pluviométrique modérée dans ce milieu semi-aride (Fig. 10).

Ces hauteurs relativement élevées enregistrées à la station d'Aghbalou témoignent de l'importance du rôle de l'altitude, et surtout de l'exposition du bassin versant vis-à-vis des courants aériens humides. A l'aide des données de stations voisines et de la relation altitude-hauteurs des précipitations annuelles (Tab. II et Fig. 6) (Saïdi & Daoudi 2000), une carte des isohyètes moyennes de l'ensemble du bassin a pu être tracée (Fig. 11). Celle-ci montre des zones de forte pluviosité situées sur les hauts reliefs de la partie amont où la pluviométrie dépasse 700 mm par an.

La situation change complètement dans le bassin versant du Marghène. Les précipitations moyennes annuelles y sont de l'ordre de 133 mm à Aguillal pendant la période de 1975-1976 à 1998-1999 (Agoussine *et al.* 2004). Le maximum enregistré a été de 270 mm en 1987-1988, tandis que le minimum a été de l'ordre de 29 mm seulement en 1983-1984 (Fig. 10). Le coefficient de variation de ces précipitations annuelles est de l'ordre de 54 %. Il est sensiblement plus élevé que celui enregistré par la station d'Aghbalou.

La comparaison entre les pluviométries des stations d'Aguillal et d'Aghbalou sur la période 1975-1976 à 1998-1999 (Fig. 10) montre que la station d'Aghbalou a recueilli une moyenne annuelle de 525 mm, loin devant Aguillal (133 mm pendant la même période).

Les différences d'altitude et d'exposition sont en grande partie à l'origine de ce contraste pluviométrique de part et d'autre de la chaîne, et induisent un second contraste dans les écoulements superficiels sur les deux bassins, cela étant

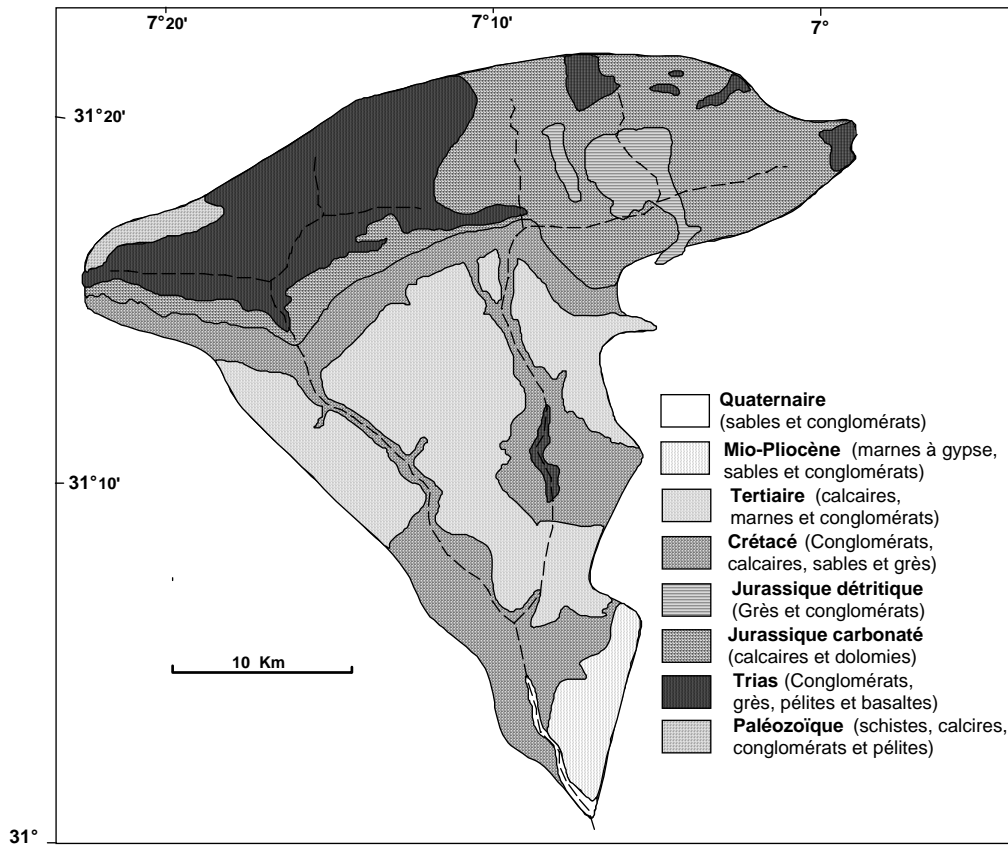


Figure 9. Géologie du bassin de Marghène (Inspirée de la carte géologique du Maroc, feuille Ouarzazate).

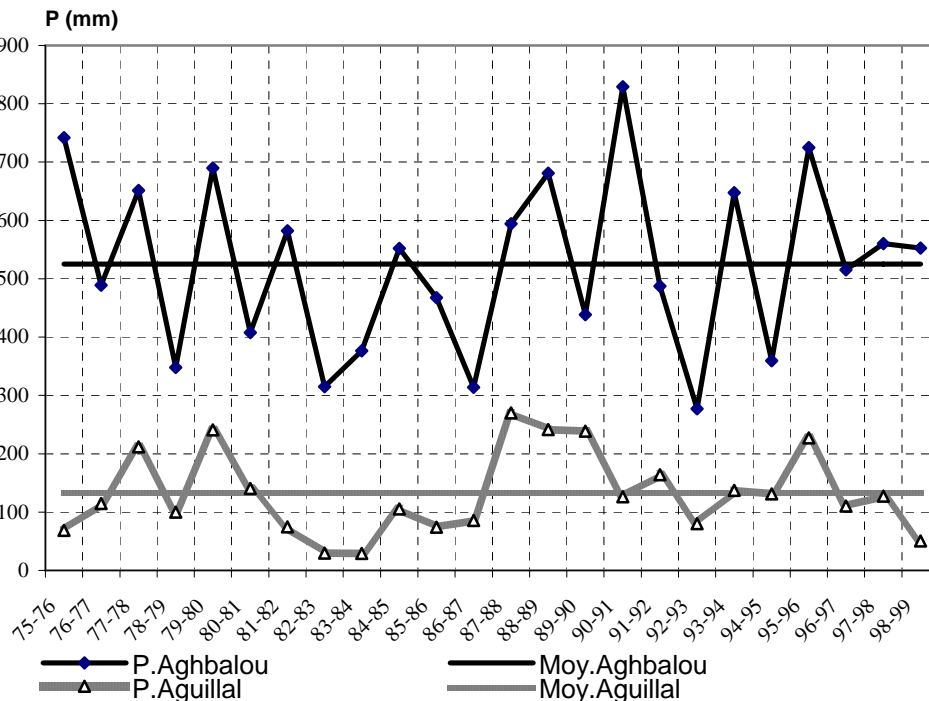


Figure 10. Hauteurs et moyennes des précipitations annuelles aux stations d'Aghbalou et Aguilal de 1975-1976 à 1998-1999.

accentué par les autres paramètres géomorphologiques tels que la forme, les pentes et la lithologie. Ainsi, l'oued Marghène à Aguilal n'a enregistré de 1976-1977 à 1996-1997 qu'un débit moyen journalier de l'ordre de 1,29 m³/s (Agoussine *et al.* 2004), soit un volume de 40,7 Mm³ et un

débit spécifique de 1,72 l/s/km²; alors que pendant la même période, le débit moyen journalier de l'Ourika à Aghbalou a été de l'ordre de 6,54 m³/s, soit un volume annuel de 206 Mm³ et un débit spécifique de 13 l/s/km².

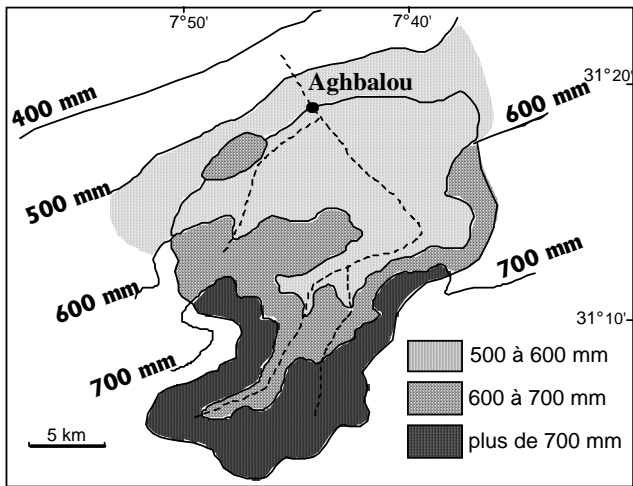


Figure 11. Carte des isohyètes moyennes annuelles du bassin de l'Ourika.

Les débits du Marghène varient à Aguillal de 0 m³/s en 1982-1983 à 3,4 m³/s en 1988-1989 soit un volume maximum de 107 Mm³. Pendant plusieurs années, le module annuel n'a guère excédé la valeur de 1 m³/s (Fig. 12).

Dans le bassin de l'oued Ourika, l'abondance hydrologique est mise en relief par la pérennité des écoulements superficiels et leur importance. En effet, sur une période d'observation de 28 ans, les débits annuels ont varié à Aghbalou entre 0,6 m³/s pendant l'année sèche 1982-1983 et 29,8 m³/s pendant 1979-1980, et plusieurs années humides sont marquées par des débits importants (Fig. 12).

A l'échelle saisonnière, les écoulements et les débits de l'oued Ourika sont plus abondants au printemps, lorsque les écoulements pluviaux sont couplés à ceux issus de la fonte des neiges. Ces écoulements persistent également pendant la saison d'été grâce à des débits de base qui régularisent le régime de l'oued.

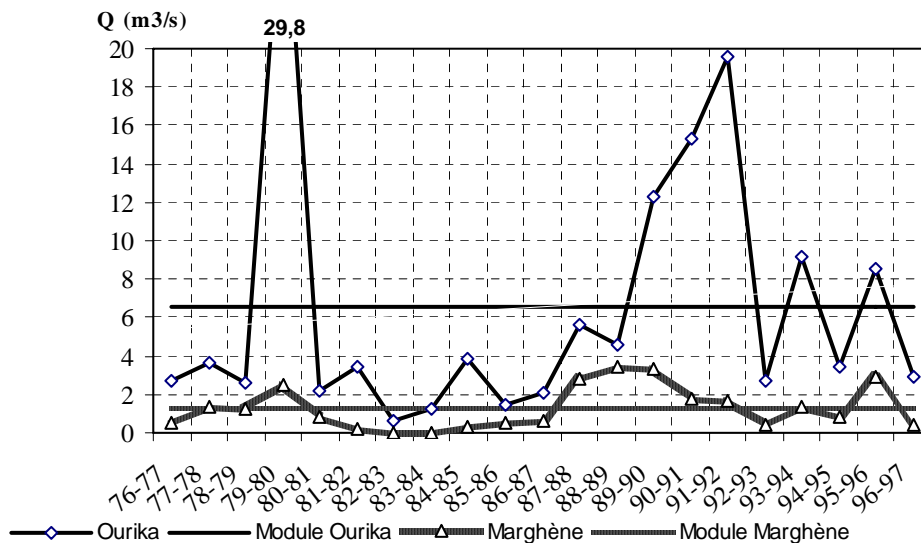


Figure 12. Débits moyens annuels à Aghbalou (bassin de l'Ourika) et à Aguillal (bassin de Marghène).

CONCLUSIONS

Les différences géomorphologiques et pluviométriques des bassins versants de l'oued Ourika à Aghbalou et de l'oued Marghène à Aguillal, sont nettement exprimées par l'abondance ou la pénurie des ressources en eau superficielles dans ces bassins. L'oued Ourika mobilise des volumes d'eau plus abondants toute l'année, alors que l'oued Marghène peut tarir complètement plusieurs mois pendant les années à faible pluviométrie ; les écoulements n'y sont assurés que par quelques apports pluviaux et le drainage d'une nappe souterraine pendant la saison sèche.

Aux paramètres d'exposition et d'altitude, s'ajoutent des facteurs favorisant davantage les ruissellements sur le bassin de l'Ourika. Il s'agit des pentes relativement plus élevées et de l'importance de la superficie occupée par un substratum cristallin relativement imperméable. Les pentes sur le bassin du Marghène sont moins importantes (19 % contre 35 %) et la lithologie est dominée par une couverture sédimentaire plus perméable.

Le contraste hydrologique observé sur les deux bassins se répercute sur l'utilisation anthropique de ces eaux superficielles. Ainsi, les populations ont pu aisément, et d'une façon continue, dériver l'eau de l'oued Ourika par les seguias pour des fins domestiques et agricoles. Ce contraste a affecté les conditions naturelles offertes à l'irrigation avec des possibilités de cultures pérennes dans le bassin de l'Ourika, alors que la faiblesse et l'irrégularité des ressources en eau superficielles dans le bassin de Marghène se sont traduites par des superficies cultivées et des rendements agricoles plus réduits.

Par ailleurs, l'adoption d'un système de canalisation plus dense et bien organisé dans le bassin de l'Ourika a davantage assuré tous les besoins en eau à l'irrigation des vergers qui parsèment la vallée et de tous les terrains cultivés d'une façon générale. Toutefois, ces canaux de dérivation devraient aussi être conçus et installés de façon à faire face aux crues de l'oued qui sont parfois brutales et dévastatrices (Saïdi *et al.* 2003).

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance aux deux évaluateurs pour leurs remarques et suggestions, ainsi qu'à l'Agence de Bassin Hydraulique de Tensift pour les données hydrologiques et pluviométriques qu'elle nous a fournies.

Cette étude a été menée dans le cadre du Programme Thématique d'Appui à la Recherche Scientifique (Protars II N° P23/04), et du Programme de Soutien à la Recherche à l'Université Cadi Ayyad (PSR 2001).

Références

- Agoussine M., Saïdi M.E. & Igmoullan B. 2004. Reconnaissance des ressources en eau du bassin d'Ouarzazate (Sud-Est marocain). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, section Sci. Terre, 26, 81-92.
- Biron P.E. 1982. *Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc)*. Thèse de 3ème Cycle, Université de Grenoble, 170 p.
- Cappetta H., Jaeger J.J., Sabatier B., Sigé B., Sudre J. & Vianey-Liaud M. 1987. Complément et précisions biostratigraphiques sur la faune paléocène à Mammifères et Sélaciens du bassin d'Ouarzazate (Maroc). *Tertiary Res.*, 8, 4, 625-648.
- El Harfi A. 1994. *Dynamique sédimentaire des séries continentales tertiaires au Sud du Haut Atlas central (région d'Ouarzazate et Anzal, Maroc). Faciès et milieu de dépôt - évolution diagénétique et pédogénétique*. Thèse Doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, France, 313 p.
- Jossen J.A. & Filali Moutei J. 1988. Bassin d'Ouarzazate, Synthèse stratigraphique et structurale. Contribution à l'étude des aquifères profonds – Projet PNUD – DRPE (Direction de la Recherche et de la planification de l'Eau); MOR /86/004-Exploration des eaux profondes. Rapp. Inédit., 38 p., 1 carte, 3 coupes.
- Service géologique du Maroc 1959. Carte géologique du Maroc, feuille Ouarzazate au 1/500.000' *Notes & Mém. Serv. géol. Maroc*, 70.
- Pascon P. 1983. *Le Haouz de Marrakech*. 2 tomes, Rabat, 693 p.
- Saïdi M.E. & Daoudi L. 2000. Risques naturels dans le Haouz de Marrakech, Exemples des crues de l'Ourika, de la Ghiraya et du N'Fis. *Colloque international des Chaires maghrébines Unesco-Gas Natural* « Le développement durable du Maghreb, l'Ouverture sur la Méditerranée et la valorisation du patrimoine écologique, humain et culturel ». Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Rabat.
- Saïdi M.E., Daoudi L., Aresmouk M.E. & Blali A. 2003. Rôle du milieu physique dans l'amplification des crues en milieu montagnard : exemple de la crue du 17 août 1995 dans la vallée de l'Ourika (Haut Atlas, Maroc). *Sécheresse*, Paris, 14, 2, 107-114.

Manuscrit reçu le 18 mai 2004

Version modifiée acceptée le 9 mars 2006