

IDENTIFICATION DE LA TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN DU RIF CENTRAL (MAROC) A L'AIDE D'UNE DEMARCHE METHODOLOGIQUE PLURIDISCIPLINAIRE : RESULTATS DE L'ETUDE PRELIMINAIRE

EL KHATTABI Jamal¹, COLBEAUX Jean Pierre², VAN LAETHEM Francis³, BOULEMIA Chérif¹

¹ Laboratoire Artois Mécanique et Habitat – Equipe Hydrologie Sol et Environnement, Université d'Artois, FSA, Technoparc Futura 62400 Béthune, Jamal.el-khattabi@fsa.univ-artois.fr

² Université de Lille 1, UFR des Sciences de la Terre 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

³ Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Nord Picardie, LRPC de Lille 59482 Haubourdin Cedex.

Résumé

Dans le nord du Maroc, les versants naturels ainsi que les talus routiers sont souvent affectés par différents mouvements de terrain. L'application d'une approche transversale basée sur une démarche méthodologique pluridisciplinaire, associant géomorphologie, géologie, hydrogéologie et géotechnique, s'avère nécessaire pour comprendre la genèse des mouvements de terrain dans la région du Rif Central (domaine des flyschs). Dans cette note sont présentés les résultats préliminaires qui ont permis à la fois de distinguer la dynamique superficielle de la dynamique profonde et d'orienter l'étude sur les glissements plans profonds. Il est montré que ces glissements impliquent le contact tectonique (charriage) qui sépare les nappes de Tisirène et Chouamat et les matériaux schisteux de cette dernière série.

Mots clefs : pluridisciplinarité, Rif Central, glissement plan profond, charriage.

Abstract

In the north of Morocco, the natural slopes as well as the road embankments are often affected by various ground movements. The transverse approach application is based on a multidisciplinary methodology combining geomorphology, geology, hydrogeology and geotechnics in order to understand how such slope instabilities are generated in the Central Rif sector (the flyschs field). The preliminary results which are presented in this paper allowed us, at the same time, to distinguish superficial and deep dynamics and to develop the study of the deep plane slips. It is shown that these slips involve the tectonic contact which separates the Tisirène and Chouamat thrust nappes and materials with schistose structure of this last series.

Key words : pluridisciplinary, Central Rif, deep plane slip, thrust.

1. Introduction

Les mouvements de terrain, phénomènes naturels ou liés aux actions anthropiques, sont souvent à l'origine de nombreux dégâts tant matériels qu'humains. La prévention de ces dégâts se concrétise par une modélisation prédictive fiable et par la réalisation des cartes de risques nécessaires à tout aménagement. Pour y aboutir, il est indispensable de définir les facteurs et les mécanismes qui engendrent ces mouvements afin de mieux approcher les phénomènes d'instabilités et évaluer les risques.

Compte tenu de la complexité des phénomènes d'instabilité, nous avons opté pour la mise en place d'une démarche méthodologique pluridisciplinaire associant géomorphologie, géologie, hydrogéologie et géotechnique. Cette démarche (Fig. 1) se compose d'une phase d'analyse de l'instabilité (*phase 1*) suivie d'une modélisation et d'une cartographie des risques (*phase 2*).

Pour valider notre démarche, nous l'avons appliquée à la région du Rif Central située dans le nord marocain. Cette région est caractérisée par de fréquents mouvements de terrain endommageant régulièrement l'habitat, ainsi que le réseau routier et ses infrastructures.

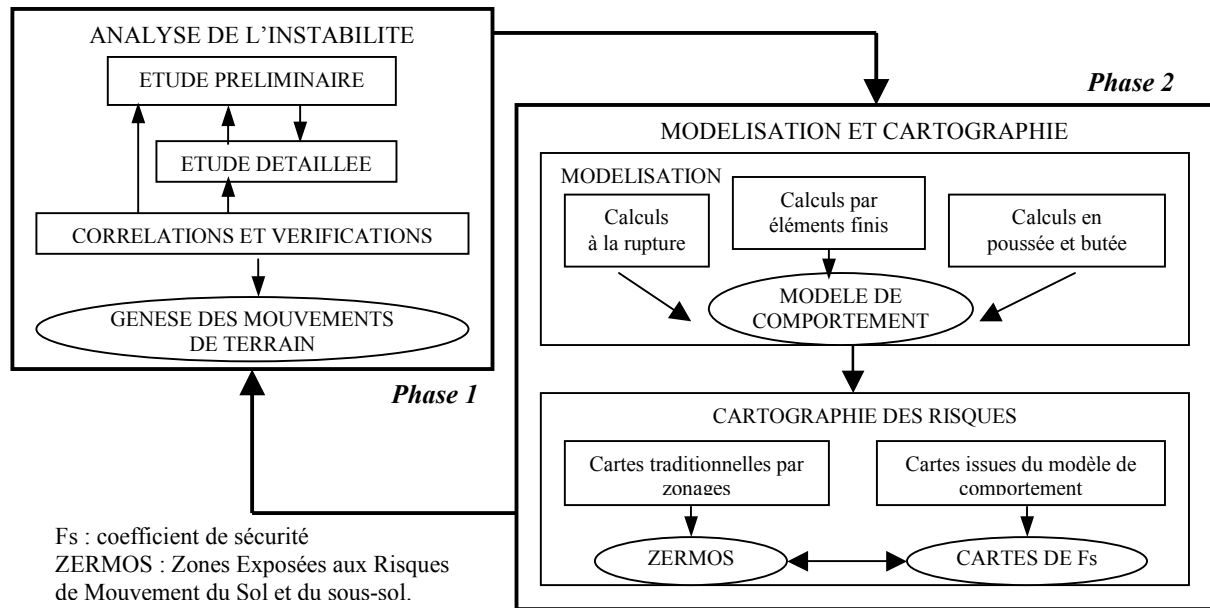


Figure 1. Schéma global de l'étude des instabilités de versants.

Dans cet article nous présentons les résultats de l'étude préliminaire issue de la phase « analyse de l'instabilité » et dont l'objectif est de dresser la typologie et la répartition géographique des mouvements de terrain.

2. Présentation de la région d'étude.

Située sur la bordure Nord du Rif Central (Fig. 2), la région est limitée, à l'Ouest, par l'oued Mestasa et à l'Est, par l'oued Tarmast.

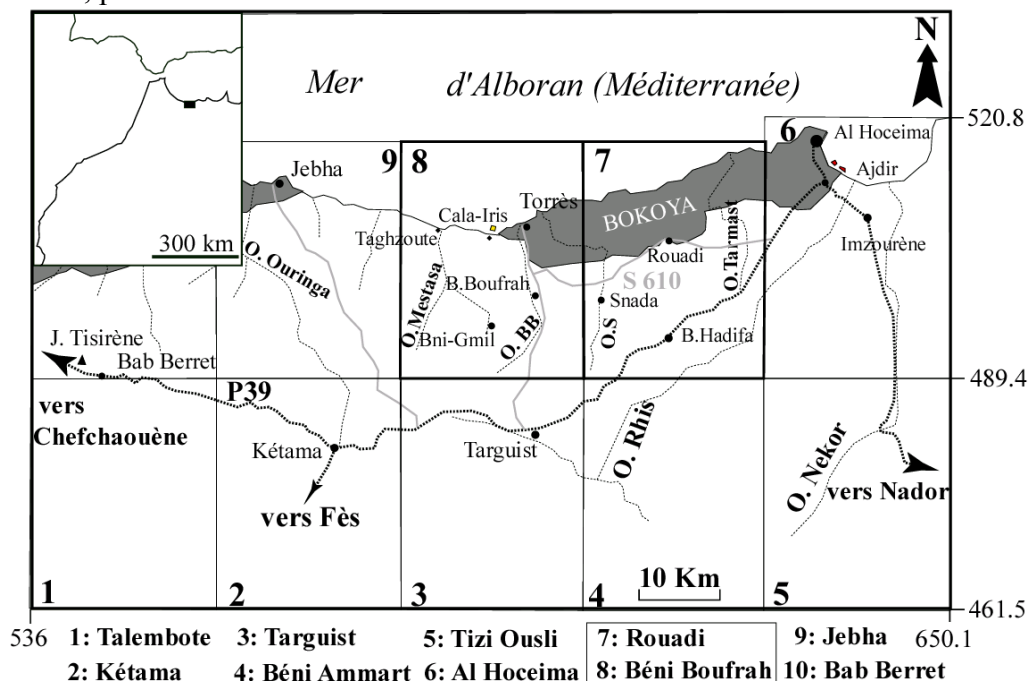


Figure 2. Localisation de la région étudiée par rapport aux feuilles topographiques à 1/50 000 (feuilles 7 et 8).

Située sur le versant méditerranéen, la région se distingue par un climat semi-aride marqué par une alternance de saisons sèches (juin à septembre) et de saisons humides (octobre à mai) (El Khattabi, 1997). Toutefois, sur les hauts versants du sud (arrière pays), ce climat est de type sub-humide (Maurer, 1968). En examinant les cartes topographiques, on peut s'apercevoir rapidement que le

relief est très accentué et contrasté. Les observations de terrain montrent principalement une succession lithologique avec des alternances très irrégulières de schistes et de grès, et parfois de niveaux calcaires ou marneux. Ces alternances lithologiques appartiennent aux formations géologiques des nappes de charriage de Tisirène et Chouamat (Andrieux, 1971) (Fig. 3).

Alors que les connaissances en matière de géologie structurale du secteur sont avancées, celles relatives à l'hydrogéologie sont limitées (Thauvin 1971; Pascon et Vander Wusten 1983 et Direction de l'Hydraulique 1982 et 1983-1984).

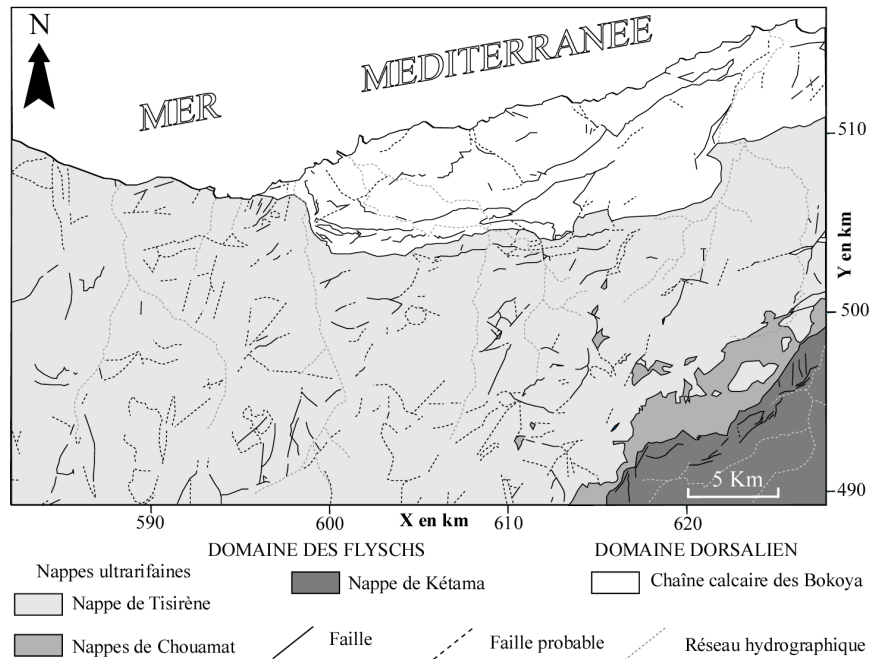


Figure 3. Eléments structuraux tirés de la carte géologique du Rif Central (Andrieux et Mégard, 1973).

Sur le plan hydrologique, la région est bien drainée par un réseau hydrographique très dense et bien hiérarchisé. Deux domaines hydrogéologiques se distinguent : la zone amont caractérisée par des précipitations importantes et surtout par des infiltrations facilitées par les bancs gréseux fracturés. La zone aval est marquée par des précipitations et des infiltrations moins importantes, sauf dans les vallées (El Khattabi, 2001).

3. Analyse de l'instabilité des versants rifains : étude préliminaire

Avant d'entamer la caractérisation et l'analyse, il faudrait auparavant identifier les différents types d'instabilités et leur localisation ainsi que les matériaux impliqués. Cet objectif est celui de l'étude préliminaire (Fig. 4).

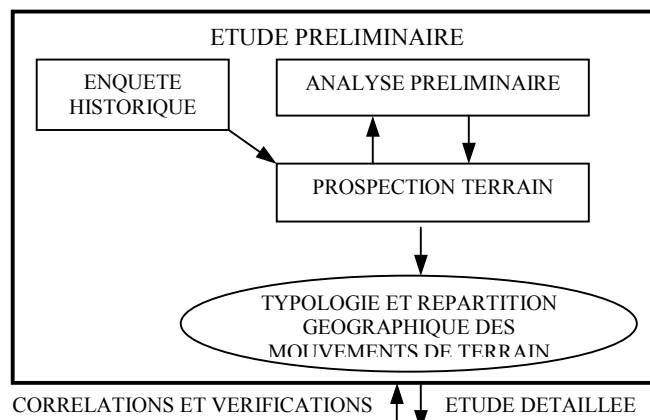


Figure 4. Composition de l'étude préliminaire.

Elle consiste à collecter des informations à partir d'études bibliographiques, de supports cartographiques et photographiques et à partir d'observations sur le terrain renforcées par les enquêtes historiques. Dans le cas du Rif, ces dernières n'ont pas donné d'informations utiles, en raison de l'isolement des mouvements étudiés et de leur ancienneté. Au terme de cette étude, les mouvements peuvent être identifiés suivant leur typologie et cartographiés.

3.1. Analyse préliminaire

L'analyse préliminaire consiste à réaliser un repérage pré-terrain à base de documents cartographiques et photographiques précédés auparavant par la consultation et l'analyse des travaux existants (Fig. 5). Ce travail permet de faciliter et d'orienter l'étude de terrain, surtout quand il s'agit d'un secteur très vaste où les observations sont limitées.

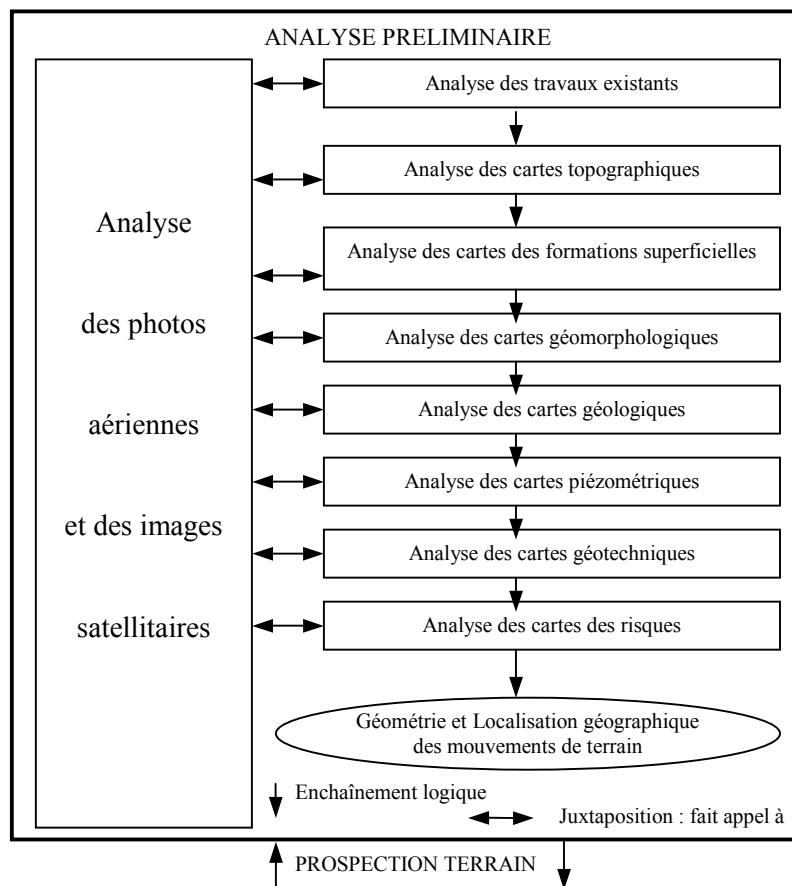


Figure 5. Composition des tâches de l'analyse préliminaire.

Au niveau régional plusieurs renseignements ont été obtenus à partir des travaux existants, notamment ceux de Milliès-Lacroix (1968) ; Maurer (1968), Pascon et Vander Wusten (1983) ; Mansour (1998) ;...

L'analyse des cartes et des photos aériennes a permis, quant à elle, de compléter ces informations par un repérage d'indices d'instabilité, voire des mouvements de terrain.

3.1.1. L'analyse des cartes topographiques

Plusieurs indices indiquant une dynamique de versants ont été relevés sur les différentes cartes. Ces indices ont constitué un des axes d'orientation du choix des sites à étudier. Parmi ces indices figurent :

- **la ligne de rivage et les plages (relevées au niveau des cartes à 1/5000 et à 1/50 000)**, les plages comme les lignes de rivage peuvent fournir des renseignements utiles sur la

dynamique des versants. Un changement brutal de la ligne de rivage peut correspondre à l'avancée d'un front du glissement ou d'une coulée récente.

- **les replats et les corniches (relevés au niveau des cartes à 1/5 000 et à 1/50 000)**, sont également de bons indicateurs de l'instabilité. Dans une telle région où les pentes sont très importantes, les replats peuvent être liés à des glissements ou à des coulées. Quant aux corniches, elles caractérisent souvent les arrachements au niveau des ensembles gréseux (Fig. 6).

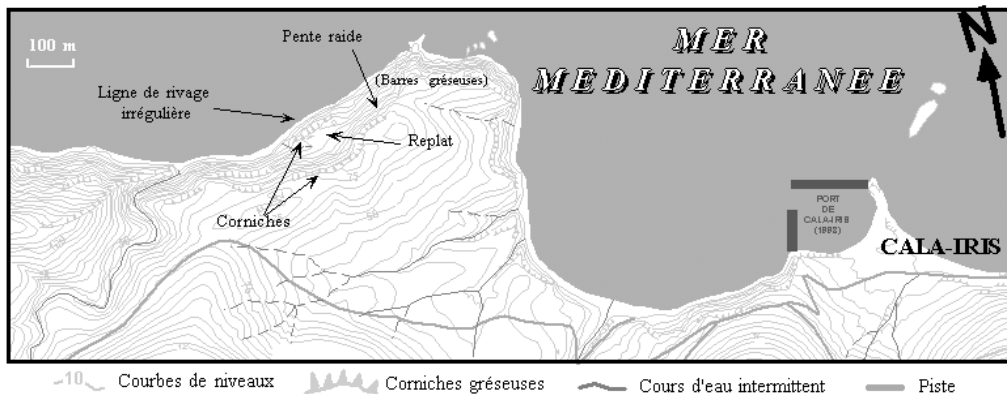


Figure 6. Exemple de lecture sur carte topographique (carte reproduite sur celle au 1/5 000).

- **les conditions hydrologiques (relevées au niveau des cartes à 1/5000, 1/50 000 et à 1/100000)**, il s'agit de repérer les signes hydrologiques (sources, eau stagnante et réseau hydrographique,...) en relation avec les mouvements de terrain. Plusieurs indices ont été relevés sur certains sites.

3.1.2. Analyse de la carte géomorphologique et géologique.

La carte géomorphologique du Rif (Maurer, 1965) illustre une activité morphologique très intense. Par la forte densité d'indices liés à la dynamique superficielle, cette carte ne constitue pas un axe majeur d'orientation du choix des sites à étudier. Au niveau de la carte géologique du Rif Central (Andrieux et Mégard, 1973), on relève un certain nombre d'informations, notamment sur la lithologie et la structure. En particulier, des formations superficielles de type éboulis récents et anciens sont repérées. Ces dernières sont un bon indicateur de l'instabilité.

3.1.3. Analyse de la photographie aérienne.

La photographie aérienne a été consultée tout au long de cette étude. Elle a révélé plusieurs sites, comme elle en a confirmé d'autres. Elle a permis de faire les mêmes analyses qu'à partir de la carte topographique. Mais en plus nous avons relevé des formes onduleuses, des replats, des niches d'arrachements, des glissements et des coulées.

Les formes onduleuses, sont liées à la cinétique des mouvements de terrain.

Les niches d'arrachements, s'observent régulièrement dans les matériaux durs. C'est le cas des grands ensembles gréseux ou calcaires comme le montre la photographie 1 prise dans le massif calcaire des Bokoya (glissement de Badès).

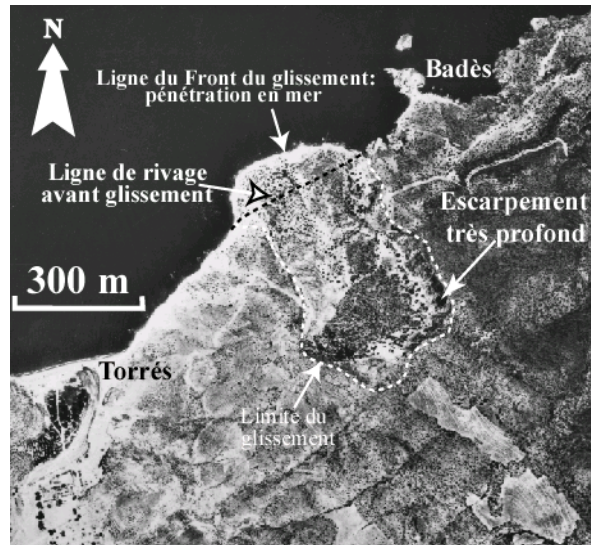


Photo. 1. Glissement de Badès (Photo aérienne 3350, 1966).

La distinction entre les différents mouvements, à l'image des glissements et des coulées, est également relativement facile à réaliser sur les supports aériens. Ainsi, entre Jebha et Sidi Fettôh, on repère une succession de mouvements dont une coulée se distinguant par un aspect longiforme. Le déclenchement du mouvement semble être lié au défrichement situé en haut de versant (Photo. 2).



Photo. 2. Coulée repérée (Photo : 085, 1986).

3.1.4. Synthèse de l'analyse préliminaire

L'analyse préliminaire a apporté énormément d'informations. Ainsi, plusieurs sites repérés sont étudiés en priorité. Malgré ces apports importants, notamment sur le plan de l'identification des mouvements, cette analyse ne permet pas, à elle seule, d'élaborer une typologie des mouvements de terrain de la région. Cependant, un retour à cette analyse après le passage sur le terrain peut confirmer certaines hypothèses, par exemple par la vérification de la géométrie des mouvements.

3.2. Prospection terrain

La prospection terrain (Fig. 7) consiste à définir la typologie des mouvements rencontrés. Le passage par la distinction entre la dynamique superficielle et profonde est une étape importante dans ce processus. Cette distinction repose sur un certain nombre d'observations. La dynamique superficielle se base sur les observations au niveau des formations superficielles, la végétation ainsi

que l'hydrologie et l'hydrogéologie. Quant à la dynamique profonde, elle nécessite en plus des observations de la lithostratigraphie et de la structure géologique. La distinction des dynamiques des versants et la reconnaissance des types de mouvements sont essentielles pour la suite de l'analyse et pour la modélisation.

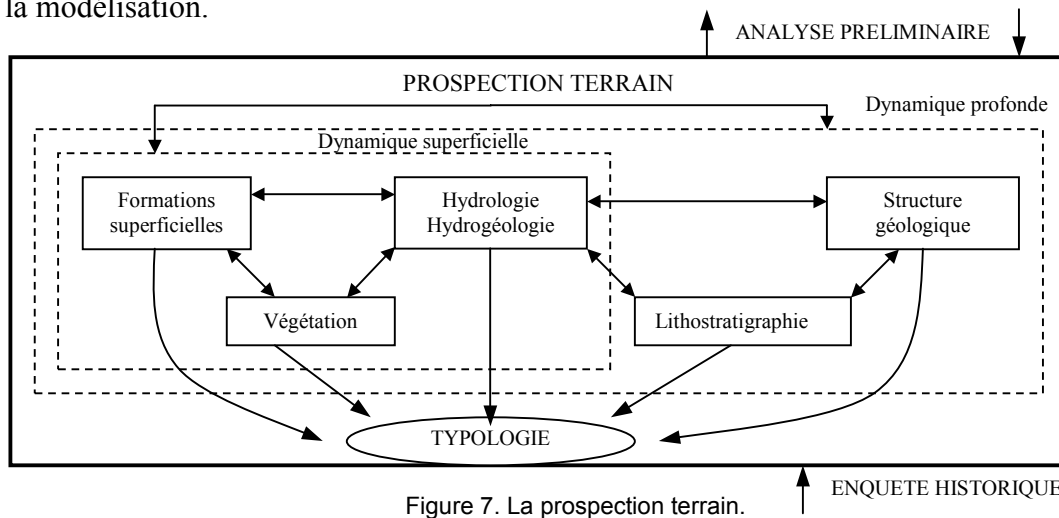


Figure 7. La prospection terrain.

3.2.1. Identification des mouvements

Compte tenu de l'ampleur des mouvements liés à la dynamique profonde et les dégâts causés, nous avons orienté notre étude sur ce type de phénomène. Les observations de terrain ont montré que les mouvements dans le Rif Central affectent des matériaux marqués par des alternances de grès et des schistes (domaine des flyschs) : des binômes identifiés par Marre (1987) en Algérie comme « roche perméable sur roche imperméable ». Cette disposition donne naissance à des mouvements complexes, quelquefois indissociables et surtout difficilement identifiables. Flotte (1984, in Flageollet, 1989) les a défini dans toute l'Afrique du Nord, où les glissements se transforment souvent en coulées mixtes, de boue et de débris. C'est pourquoi au niveau de la carte géologique du Rif Central (Andrieux et Mégard, 1973), la dénomination de certaines formations superficielles (quaternaires) d'éboulis anciens et récents pourrait éventuellement correspondre à des glissements de terrain qui ont évolué en coulées. Les observations actuelles au niveau de ces mouvements sont embrouillées par l'intense activité superficielle qui leur a succédé. La prospection terrain a montré que ces mouvements correspondent à des glissements. Une de nos missions était de vérifier la typologie de ces glissements et leur lien avec les formations d'éboulis.

Afin de mieux illustrer cette étude de terrain, nous développerons dans le détail l'étude de deux glissements : celui du Poste de la Marine Royale (PMR ou G1) et celui d'Agni (G3) (Cf. Fig. 11).

➤ *Glissement du PMR (G1).*

Ce glissement se distingue assez bien par ces variations topographiques (Fig. 6). Les escarpements montrent une série lithologique de la Nappe de Tisirène marquée de haut en bas par de gros bancs de grès très fracturés d'orientation N90°, d'épaisseur d'une dizaine de mètres, parfois supérieure à cinq mètres, interrompus par des joints schisteux (de quelques centimètres d'épaisseur). Sous ces bancs gréseux apparaissent des schistes intercalés de bancs gréseux (N130°). Ces schistes sont charriés sur d'autres schistes bleus très remaniés avec des interbancs grésos-quartzitiques d'orientation (N115°) et attribués à la Nappe de Chouamat.

La masse s'est déplacée quasiment sur l'escarpement principal et présente un seul replat. Lors de son déplacement, le mouvement s'est réalisé sur une surface qui tend à être courbe. Cette surface est caractérisée par une pente forte à faible variation (75°-60°). Pour des raisons liées au positionnement du glissement en bordure littorale, son mouvement s'apparente au type rotationnel (Fig. 8 et Photo. 3).

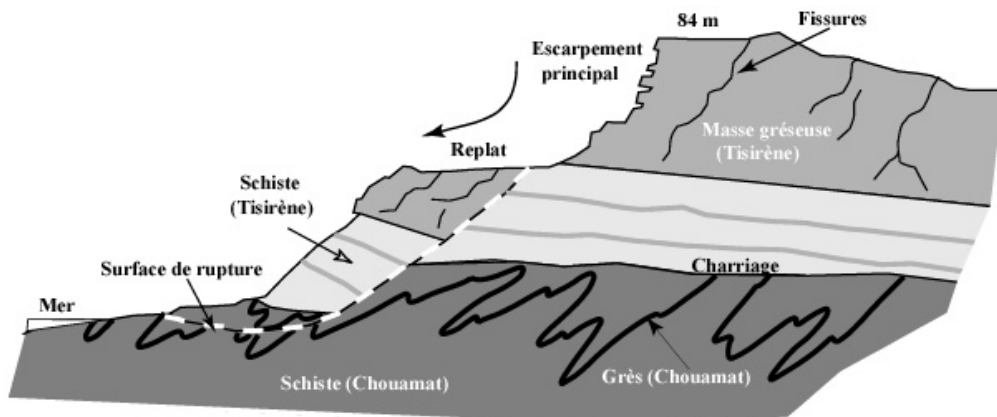


Figure 8. Glissement du PMR « G1 ».

Il s'agit d'un glissement conditionné par une surface pré-existante, qui laisse penser à un glissement plan dont on ne distingue que la niche d'arrachement. la zone de faiblesse se situe dans la zone de charriage et plus exactement au niveau des formations sommitales de la Nappe de Chouamat.

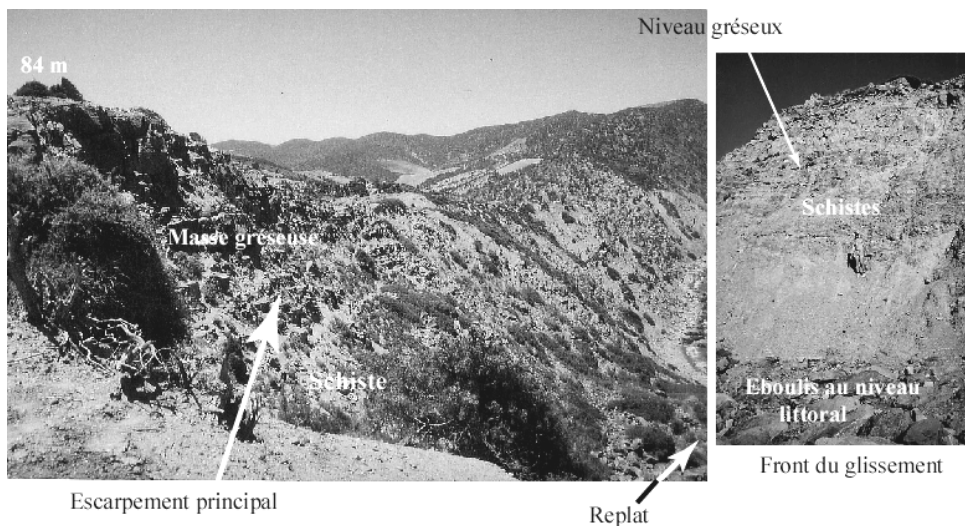


Photo. 3. Illustration des différentes entités constituant le glissement.

➤ **Glissement d'Agni (G3).**

A la différence du glissement précédent situé au niveau du littoral, les glissements d'Agni se placent à l'amont de la région. Ici l'étendue des glissements est beaucoup plus importante, on y constate des



Photo. 4. Activité érosive au sein du glissement d'Agni.

mouvements complexes où se mélangent glissements et coulées (Photo. 4 et 5).

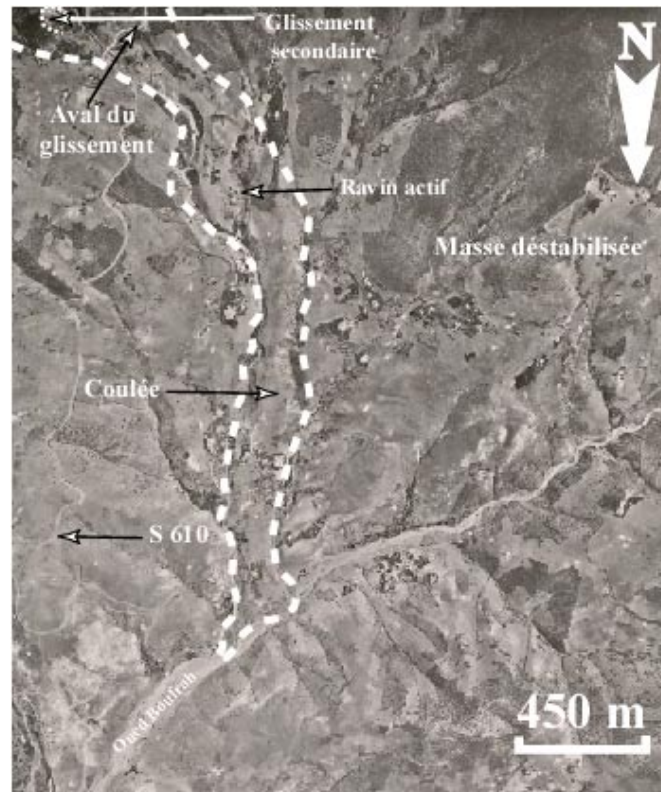


Photo. 5. Glissement-coulée d'Agni G3 (Photo : 3714, 1966).

La zone de rupture se démarque par la présence des matériaux appartenant aux séries de la Nappe de Chouamat avec leur aspect très remanié.

Au point de vue descriptif, le mouvement est caractérisé par la présence à son amont d'une corniche très importante formée dans une succession de bancs gréseux. Celle-ci constitue l'escarpement principal du glissement. Grâce à leur fracturation, ces niveaux gréseux accueillent et conservent les eaux d'infiltration, alimentant ainsi les versants sous-jacents où les sources apparaissent à différents niveaux. La transformation du glissement en coulée induit un étalement d'éboulis gréseux le long du versant, ce qui explique la dénomination de formations superficielles d'éboulis (Andrieux et Mégard, 1973).

3.3. Typologie des mouvements

Les glissements de terrain dans la région semblent être liés à des facteurs géologiques précis, parmi lesquels figure le charriage tectonique. Dans la zone du glissement d'Agni, et inspiré du modèle présenté par Maltrait (1975), nous avons fait un essai chronologique de reconstitution des différents événements ayant affecté le versant (Fig. 9).

Des infiltrations importantes s'opèrent dans les grès en haut du versant. Ces infiltrations sont à l'origine de l'apparition d'une surface de rupture à l'interface des deux nappes, Tisirène et Chouamat, et son allure suit donc le plan du charriage tectonique (étape I). Au cours de cette même étape, la transformation progressive des matériaux sous l'action de l'eau concentrée à ce niveau, est à l'origine d'une cinétique très lente, et de l'apparition des sources à l'aval de la zone instable.

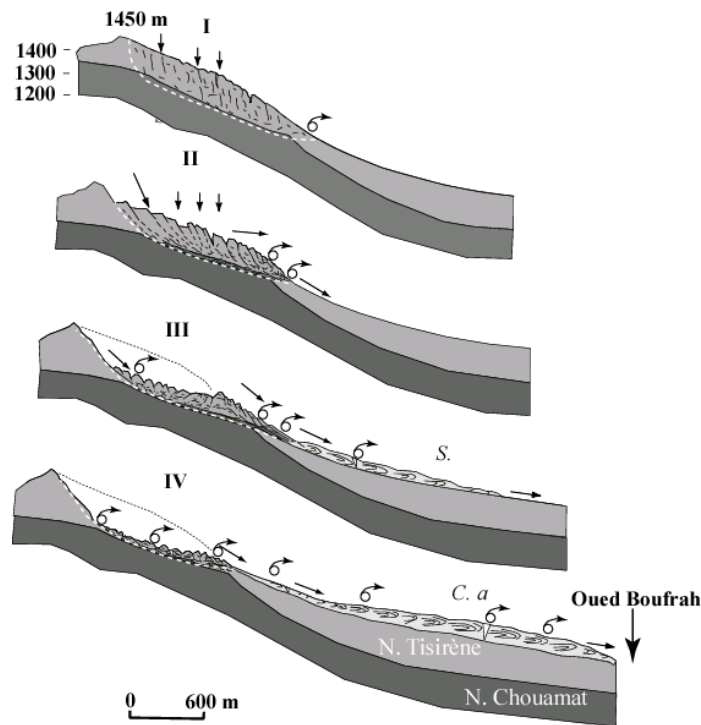


Figure 9. Etapes d'évolution du glissement d'Agni (S : saturation ; C. a: coulée active).

Cette zone peut être identifiée par les formes onduleuses des versants. Puis la réalisation du glissement change complètement les conditions hydrologiques et hydrogéologiques du massif. Ceci est à l'origine de l'apparition de nombreuses sources et de l'infiltration intense des eaux de surface, accentuant ainsi les transformations des matériaux (étape II). Sous l'influence répétitive des eaux des précipitations, cette masse est sujette, et de manière continue, à des mouvements de type glissements et coulées (étape III). Enfin, les coulées étant liées directement aux glissements, elles demeurent par leur activité le phénomène principal affectant les versants (étape IV). Néanmoins, il convient d'ajouter que ces dernières sont très affectées par l'érosion qui engendre des ravins importants (Photo. 7.). Ces matériaux sont également affectés par des glissements plus récents. En fin de parcours, la coulée est évacuée par l'oued principal (ici Oued Boufrah).

Les glissements sont donc de type plan, leur surface de rupture se situe le long du plan de charriage où l'on distingue les matériaux remaniés de Chouamat. Ceci explique l'aspect rotationnel très marqué des glissements littoraux liés à une longueur assez faible pour repérer la forme plane : il s'agit donc d'un arrachement circulaire, montrant un début de glissement plan. Cette surface rappelle (cas B et C) celle définie par Milliès-Lacroix (1969) dans le cas d'un talus constitué de deux formations dont une est compacte à la base (Fig. 10).

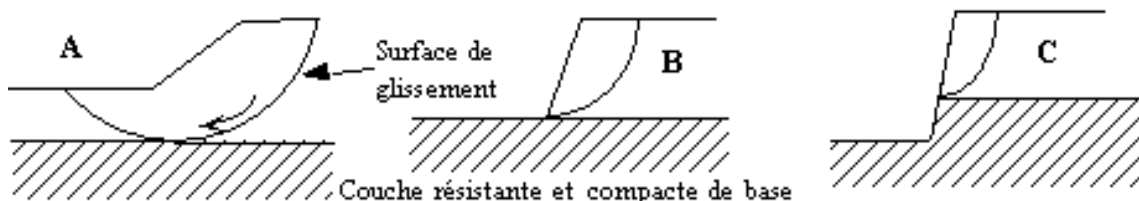


Figure 10. Types de glissements circulaires.

A : Glissement avec « cercle de base », B : Glissement avec « cercle de pied », C : Glissement avec « cercle à mi-pente » (ou « cercle amont »).

3.4. Synthèse de l'étude préliminaire

L'étude préliminaire qui est composée de l'analyse préliminaire, de la prospection terrain et de

l'enquête historique a permis de définir la typologie des mouvements et leur répartition géographique. Lors de l'analyse préliminaire, plusieurs mouvements ont été localisés. La prospection terrain achève la première étude par la distinction entre la dynamique superficielle et la dynamique profonde. Par la suite, les glissements plans profonds et les matériaux impliqués ont été identifiés par une description approfondie (El khattabi, 2001).

Le croisement de ces deux tâches (analyse préliminaire et prospection terrain) permet la réalisation de la carte de répartition des glissements plans profonds, qui a été élaborée à partir de différents critères d'identification (Tableau 1).

Tableau 1. Critères et supports d'identification des instabilités des versants de types profonds dans le Rif central.
 XXX : fort, XX : moyen, X : faible, sans : nul.

Critère d'identification	Lié à l'activité	Moyen de repérage				
		ANALYSE PRELIMINAIRE				P. TERRAIN
		Cartes Topo.	Carte Géomorpho.	Carte géologique	Photos aériennes	Observations de terrain
Formations superficielles d'éboulis	Naturelle : dislocation et dépôt		XXX	XXX	XX	XXX
Niches d'arrachements et escarpements	naturelle	X	XXX	XXX	XXX	XXX
Irrégularités topographiques	naturelle	XXX	XX	X	XXX	XXX
Ligne de rivage	naturelle	XXX			XXX	XX
Amas d'éboulis	anthropique				XXX	XXX
Sources	naturelle	XX				XXX
Habitations et agriculture	anthropique	XXX		X	XXX	XXX
Evolution actuelle		X	XXX	XX	XXX	XXX

Pour des raisons liées à la difficulté de dissocier les coulées des glissements dans les mouvements complexes, nous avons opté pour la matérialisation de toute la zone affectée. Le support principal de cette représentation est la carte géologique (Fig. 11).

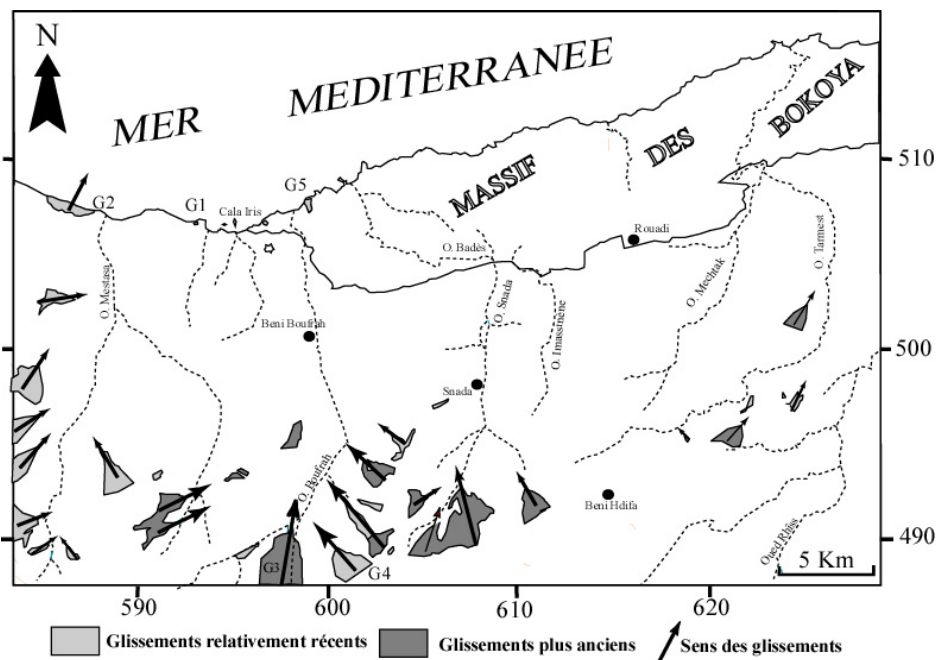


Figure 11. Répartition géographique des glissements de terrains profonds dans le Rif central (domaine des Flyschs).
 Glissements : G1 : PMR, G2 : Taghzoute, G3 : Agni, G4 : Azrhâr Iztoûtene, G5 : Badès.

4. Conclusions et perspectives

Au terme de cette étude préliminaire, les glissements de terrain dans la région du Rif Central ainsi que les matériaux mis en jeu ont été identifiés. Cependant, il convient de signaler que la dynamique intense des versants rifains se traduit par différents mouvements où se mêlent les activités superficielles et profondes. Pour mieux caractériser les phénomènes dans la région, nous avons donc fait abstraction des phénomènes superficiels, dont le cycle de retour est beaucoup moins important, pour faire une reconstitution chronologique.

La présence systématique d'un matériau remanié à la base des glissements appartenant à la Nappe de Chouamat, dont le comportement change énormément au contact de l'eau, met en évidence le rôle de la zone du charriage dans la déstabilisation des versants. Cette zone se démarque aussi par l'abondance des eaux, à l'origine des multiples sources que l'on y trouve. Les glissements profonds sont donc de type plan, leur surface de rupture se réalisant le long du charriage préexistant. Cette allure plane a été confirmée par l'analyse des photos aériennes et des cartes topographiques. Sur ces dernières, on peut constater l'aspect longiforme des glissements, avec un arrachement circulaire au départ.

Ainsi, selon leur dimension, deux types de glissements plans profonds ont été repérés :

- au niveau du littoral, des glissements peu importants marqués par une surface circulaire dominante liée à l'arrachement ;
- dans l'arrière pays, des glissements de dimensions plus importantes et longiformes.

Enfin, la réalisation de la carte de répartition géographique des glissements de terrain concrétise cette première partie. Celle ci sera le support pour les corrélations entre différentes cartes de facteurs d'instabilité qui seront déterminées par l'étude détaillée.

Toutefois, il reste à démontrer le rôle des matériaux schisteux de Tisirène et Chouamat, et surtout l'origine de leur remaniement et les mécanismes qui peuvent s'y développer. L'abondance des eaux à ces endroits mérite également d'être examinée au niveau des forages hydrauliques. Ces questions seront traitées lors de l'étude détaillée qui succède à l'étude préliminaire.

5. Bibliographie

- Andrieux J., *La structure du Rif central : étude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine*, Notes. Mém. Serv. Géol. Maroc, N°235, Rabat, 152p, 1971.
- Andrieux J. et Mégard F., *Carte géologique : Feuille de Béni Boufrah (Maroc) à 1/100 000*, Direction des Mines et de la Géologie, Division de la Géologie, Editions du Service Géologique du Maroc, Notes et Mémoires N°217, 1973.
- Direction de l'Hydraulique, *Campagnes de forages de reconnaissance hydrogéologique*, Ministère de l'Equipement, Division des Ressources en Eau, 19p, 1982.
- Direction de l'Hydraulique, *Campagnes de forages de reconnaissance hydrogéologique*, Ministère de l'Equipement, Direction de la Région Hydraulique Moulouya-Nekor, 27p, 1983-1984.
- El Khattabi J., *Caractérisation des zones à risques le long du tracé routier Tétouan-Al Hoceima : application au tronçon Cala Iris- Taghzoute (Rif, Maroc)*, Mém. DEA, Univ. Lille I, 152p, 1997.
- El Khattabi J., *Démarche méthodologique pluridisciplinaire intégrant une approche transversale pour l'étude des instabilités de versants : application aux versants du Rif Central (Maroc)*, Thèse de Doctorat, Univ. Artois, 258p, 2001.
- Flageollet J-C, *Les mouvements de terrain et leur prévention*, Collection Géographie, 224p, 1989.
- Malatrait A. M., *Mouvements gravitaires dans le territoire couvert par la feuille de St-Jean-de Maurienne (Savoie) à 1/50 000*, B.R.G.M 75, S.G.N. 229 AME, 218p, 1975.
- Mansour M., *Processus géodynamiques et cartographie des mouvements de terrain dans la région de Chaouene (zone Bouhalla – Amatrasse), Application à la confortation de la route principale N°39 (Rif occidental, Maroc)*, Thèse de Doctorat, Univ. Paris 7 – Denis Diderot, 182p, 1998.

- Marre A., *Les mouvements de terrain dans le Tell oriental algérien*, Travaux de l'Institut de Géographie de Reims, n° 69-70-71-72, pp 173-189, 1987.
- Maurer G., *Carte géomorphologique du Rif central*, Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, Rabat, Service Géographie Physique, 1965.
- Maurer G., *Les montagnes du Rif central : étude géomorphologique*, Thèse d'Etat, Travaux de l'Institut Scientifique Cherifien, Service de la Géographie Physique, Rabat, 500p, 1968.
- Milliés-Lacroix A., *Les glissements de terrain, présentation d'une carte prévisionnelle des mouvements de masses dans le Rif (Maroc septentrional)*, Min. et Géol., N° 27, pp 45-54, 1968.
- Milliés-Lacroix A., *Les glissements de terrains Principes et méthodes d'analyse de stabilité*, Mines et Géologie n° 30, pp 41-55, 1969.
- Pascon P, Vander Wusten H., *Essai d'écologie sociale d'une vallée rifaine (Maroc)*, Ouvrage publié avec le concours de l'Institut Universitaire de la Recherche Scientifique (IURS, Rabat), de la faculté de Géographie Sociale de l'Université d'Amsterdam (Pays-Bas) et de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (INAV, Rabat), 297p, 1983.
- Thauvin J-P., *Ressources en eau du Maroc*, Tome 1 : Domaines du Rif et du Maroc oriental, Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, N° 231, Rabat, 1971.