

EXPLOITATION DES SALINES AU MASSIF DIAPIRIQUE DE TISSA ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX (Prérf Central, Maroc septentrional)

Abdelghani Gartet¹, Jaouad Gartet² & Carmelo Conesa García³

Universidad Sidi Mohamed Ben Abdellah (Maroc)
Universidad de Murcia (Espagne)

RESUMEN

El diapiro de sal de Tissa, situado en el Prerif central marroquí, aflora en una zona de contacto estructural anormal donde la morfogénesis kárstica es muy activa. La solubilidad de las formaciones del complejo triásico es excesivamente fuerte. El macizo yesífero-salino representa un yacimiento de sal gema casi inagotable. Sin embargo, las aguas de Oued Lebène, en época de crecidas, socavan intensamente la base del macizo y terminan siendo afectadas por la contaminación química. La explotación de la cantera de sal, siendo tradicional, plantea numerosos problemas de planificación, a la vez que atenta severamente contra el medio ambiente (natural y urbano) y contra la sociedad humana. Las medidas de defensa del medio ambiente adoptadas al respecto resultan por el momento insuficientes dada la falta de una legislación práctica y rigurosa.

Palabras clave: Diapiro de Tissa, formación triásica, cantera de sal, explotación, impacto antrópico, gestión del medio ambiente, legislación, Prerif central.

RÉSUMÉ

Le diapir de sel de Tissa situé au Prérf central marocain, est reconnu comme une zone de contact structural anormal où la morphogénèse karstique est très active. La solubilité des formations du complexe triasique est excessivement forte. Le massif gypso-salin représente

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2006. Fecha de aceptación: 15 de diciembre de 2006.

1 Laboratoire d'Analyse Géo-Environnementales et d'Aménagement (LAGEA), Faculté des Lettres et Sciences Humaines Saïs-Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 30000 FÈS, Maroc. E-mail: gartet.a@hotmail.fr

2 Faculté Poly-Disciplinaire de Taza, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, TAZA, Maroc.

3 Departamento de Geografía, Facultad de Letras, Universidad de Murcia, Campus de La Merced, 30001 MURCIA (España). E-mail: cconesa@um.es

un gisement de sel gemme, quasiment inépuisable. Néanmoins, les eaux de l'Oued Lebène, en crues, sapent activement la base du massif et deviennent affectées par la pollution chimique. L'exploitation de la carrière de sel, étant traditionnelle, pose de nombreux problèmes quant à l'aménagement et porte sévèrement atteinte, à la fois, à l'environnement (naturel et urbain) et à la société humaine. Les mesures de protection de l'environnement demeurent défailtantes, faute de législation pratique et rigoureuse.

Mots-clès: Diapir de Tissa, formation triasique, carrière de sel, exploitation, impact anthropique, gestion de l'environnement, législation, Prérif central.

ABSTRACT

The diapir of salt of Tissa, in the Central Prerif of Morocco, is recognized like a zone of anomalous structural contact where morphogenesis karstic is very active. The solubility of formations of the complex triassic is excessively strong. The gypsum-salt massif represents a layer of salt gem therefore, nearly inexhaustible. Nevertheless, the waters of the Lebène river, in raw, actively undermine the basis of the massif and become affected by the chemical pollution. The exploitation of the salt career, being traditional, pose many problems as for the planning and door severely reach, at a time, to the environment (natural and urban) and to the human society. The protective measures of the environment stay faltering, for lack of convenient and rigorous legislation.

Keys word: Diapir of Tissa, Formation triassic, Career of salt, Exploitation, Impact anthropic, management of the environment, Legislation, Central Prerif.

INTRODUCTION

La région prériefaine se caractérise par l'abondance des pointements triasiques formés de complexe lithologique composé d'ophites et d'argiles gypso-salifères, d'inégales importances géochimiques. Les diapirs de Tissa au Prérif central situé à l'Est de Fès, de Aïcha Mougoutaya à l'Ouest et de M'soun au Nord de Taza, sont les principaux. Ces formations triasiques libèrent des quantités impressionnantes de sel gemme exploité dans les bassins de décantation des carrières dont l'impact anthropique porte sévèrement atteinte à l'environnement naturel et urbain, et à la société humaine.

À Tissa, le mode d'exploitation des carrières de sel gemme demeure traditionnel sans la moindre prise en compte des risques afférents au milieu naturel et à la société humaine. L'environnement naturel demeure menacé par suite des contaminations directes des eaux de l'Oued Lebène au pied du massif gypso-salin. Les aspects les plus spectaculaires concernent la pollution hydrique et édaphique le long de la vallée moyenne et inférieure de l'Oued Lebène et, au-delà, la vallée moyenne de l'O. Sebou. La législation pratique en matière d'exploitation des produits de carrières fait toujours défaut.

Les résultats escomptés visent l'étude des impacts environnementaux dus à l'usage abusif de l'extraction des produits de la saline de Tissa. La méthodologie utilisée - dans la présente étude - consiste en l'étude des aspects géologiques et géomorphologiques du

massif gypso-salin, en la caractérisation hydrochimique des eaux du Lebène, et aussi, en l'impact anthropique sur le milieu naturel et la société humaine, avec toutefois l'examen de la législation en la matière.

I. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CONTEXTE LITHO-STRUCTURAL

Le diapir de Tissa (figures 1 et 2) se situe au cœur du Prérif central, au milieu d'une topographie collinaire molle, dans un domaine bioclimatique méditerranéen semi-aride. Il se caractérise par la sécheresse excessive et l'humidité abondante hivernale. Le massif est affouillé à sa base par les courants de l'Oued Lebène en périodes des crues. Visible de la bifurcation de la nationale 8 (Fès - Al Hoceïma) et de la régionale 318 (RN 8 -Tissa), le dôme est d'une superficie importante. À son pied s'étalent les cônes de déjection argilo-salins et s'installent de nombreux bassins de décantation destinés à l'extraction du sel gemme.

Très tôt, les prospections de Gentil (1912) et Pierrat (1914), et les observations de F. Daguin *et al.* (1934 et 1938) sur ce massif de sel ont évoqué son origine diapirique. En 1963, Dresch établit une comparaison morphologique entre le massif de l'Oudaya et celui de Tissa. Celui-ci affleure dans la zone de contact entre les nappes de charriage ultra-

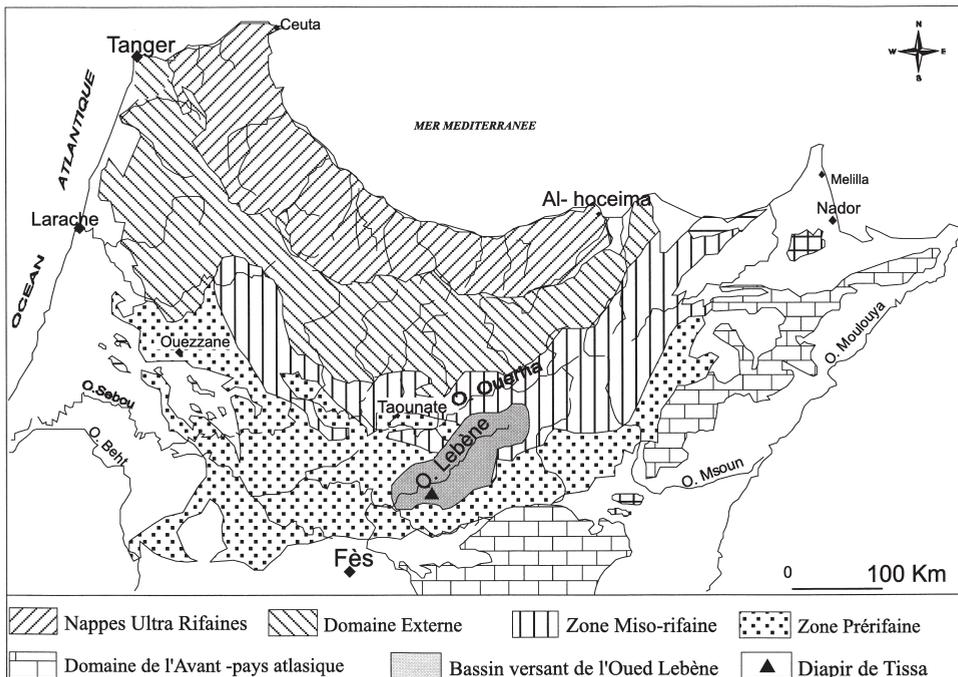


FIGURE 1
Localisation du massif diapirique de Tissa et de la carrière de sel.



(Cliché A. GARTET, 2001)

FIGURE 2

Vue générale de la montagne de sel de Tissa.

À droite, sur le versant Nord relativement stable, la dissolution superficielle multiplie les dolines. À gauche, sur le versant Sud, très instable, se combinent plusieurs formes morphogénétiques, où interfèrent ravines, monolithes instables, effondrement et où la dissolution est très active.

rifaines allochtones et les ensembles litho-structuraux pré-rifains autochtones (Andrieux, 1971 et Vidal, 1971). Les limites Nord et Sud du massif sont parfaitement marquées par les ensembles litho-structuraux situés de part et d'autre d'une faille majeure orientée Est-Ouest, où affleurent les formations d'origine diapirique. Les affleurements sont alignés Est-Ouest et pendent vers le Nord. Ces formations ont été qualifiées de «*couches savon*» (Suter, 1965) qui jalonnent les accidents tectoniques (Maurer, 1968; Boivon, 1980). Le diapir se situe donc sur un nœud de failles (Vidal, 1971 et Leblanc, 1979). Plus au Nord, dans le Rif Oriental, ces mêmes formations triasiques s'alignent le long de la faille majeure SW-NE de l'accident du Nekor (Maurer, 1968 et Barathon, 1989).

À l'exclusion des roches ophitiques, des grès sommitaux, des marnes blanches à silex, des marnes miocènes et des formations alluviales, constituant les abords du massif, les roches dominantes sont meubles et riches en matériaux particulièrement solubles. Les déformations internes de type fluage révèlent des phénomènes de glissement en masse; mais des cristaux de gypse automorphes de taille pluricentimétrique, sans orientation préférentielle, appartiennent probablement à la dernière génération de gypses (Asebriy,

1983). Ces roches tendres, regroupant les marnes triasiques (argiles gypso-salifères du complexe triasique) et les marnes crétacées plus tendres, sont très sensibles à l'érosion et affectées par des mouvements de masse. Ces formations (figure 3) sont constituées des évaporites, d'argiles rouges très gypsifères, d'argiles vertes, des marnes rouges et d'ophites altérés, emballés dans une matrice fine des argiles bariolées triasiques (Dupond *et al.*, 1938; Sebbag, 1957 et Jeannette, 1957).

Au pied du massif triasique, Oued Lebène suit les accidents tectoniques majeurs affectant les terrains tertiaires et quaternaires. Il dessine des méandres à grands axes de courbure avant qu'il n'ait été recoupé en 1988 (Gartet, 1994 et 1999).

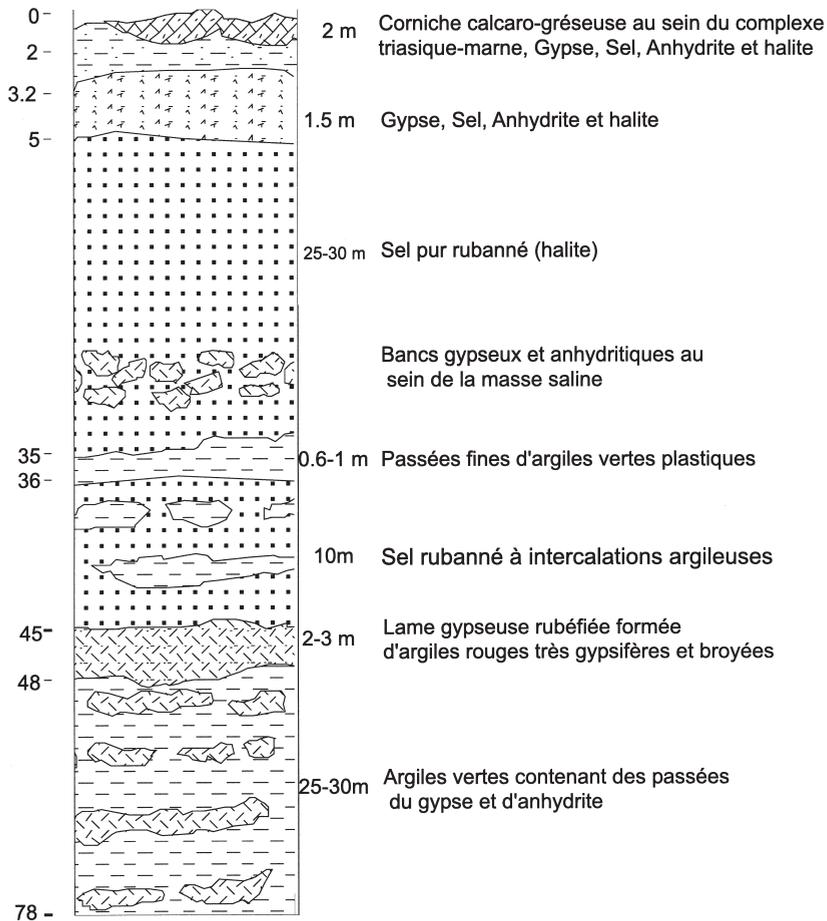
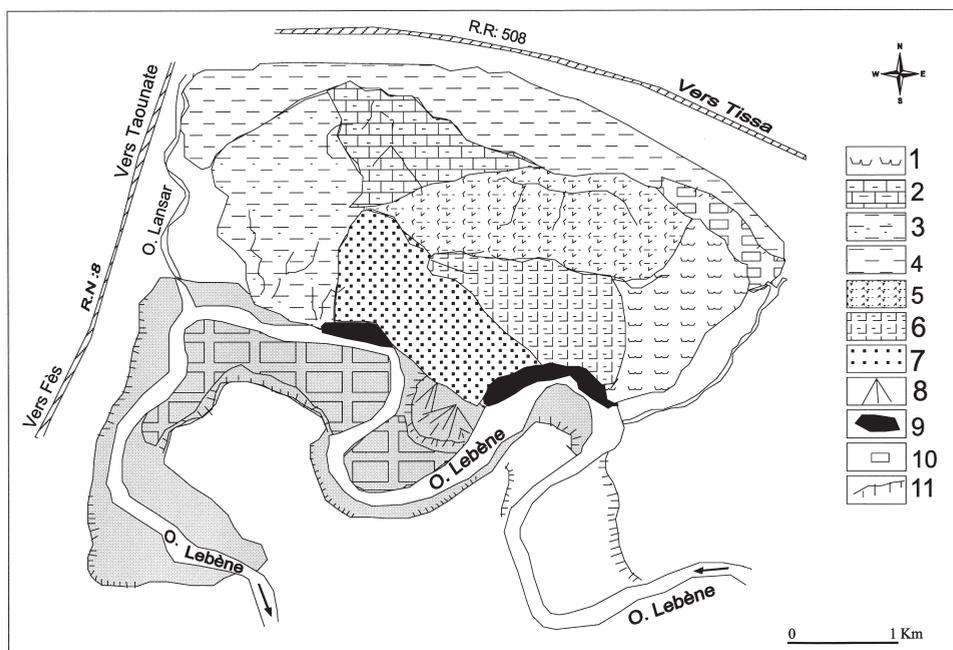


FIGURE 3

Coupe dans les formations du complexe triasique (D'après I. Sebbag, 1957).

II. ASPECTS DE LA KARSTOGENÈSE ET DE LA MORPHOGENÈSE ACTUELLE

La karstification dans les gypses et les évaporites associées affecte la totalité du massif triasique et ce, soit par l'instabilité du fond des dépressions karstiques, qui est en rapport avec le cavernement au sein du versant Nord, soit par les mécanismes d'effondrement quasi-permanent affectant le versant exposé au Sud. Les conditions de dissolution rapide rendent compte de l'apparition brutale des entonnoirs et des dolines d'effondrement, et de l'évolution rapide des formes existantes qui entraînent des effondrements localisés ou généralisés (El Bouzidi, 1987 et Gartet, 1994). Selon Nicod (1972), la solubilité des gypses est de l'ordre de dix fois celle des calcaires (saturation de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ est de l'ordre de 2 g/l). Elle est pour le sel gemme bien plus élevée (saturation 359 g/l à 20°C), de 1800 fois plus (*op. cit.*, Nicod). Du fait, les entonnoirs s'approfondissent très vite ; leur coalescence détermine de fragiles crêtes d'intersection. Cependant, lorsque la pente devient forte, ces entonnoirs se transforment en ravines de dissolution et évoluent selon les processus décrits et analysés par Nicod (1974, 1984, 1992 et 1993).



1- massif ophitique, 2- marno-calcaires crétacés, 3- marnes blanches à silex, 4- marnes miocènes, 5- argiles et marnes rouges du complexe triasique, 6- halite, gypse et anhydrite, 7- formation hétérogène à prédominance de gypses à aiguilles, 8- cône de déjection à matériaux séléniteux, 9- zone de contamination directe des eaux, 10- salines (bassin de décantation), 11- rebord de basse et très basse terrasse.

FIGURE 4
Les formations lithologiques du diapir de sel de Tissa.

Sur le versant Nord, l'évolution est lente. Le réseau de drainage est tronçonné par les dolines et des entonnoirs étagés en altitude. Le fond des dépressions karstiques est instable. Les phénomènes successifs de suffosion et de «piping» résultent de l'effondrement du toit des cavités, proches de la surface, facilité par la dissolution superficielle qui multiplie les dolines et deviennent coalescentes par l'évolution accélérée.

Sur le versant Sud règne une morphologie spectaculaire où interfèrent des formes de ravines et de monolithes instables, et ce, à cause des entonnoirs qui s'ouvrent subitement, des cavités dont le toit s'effondre. Ces entonnoirs géants ou puits absorbants dans le gypse, se serrent les uns contre les autres et se recourent mutuellement à mesure que des éboulements en paquet se produisent. Les aiguilles de gypse, constituent un relief résiduel, après dissolution des matériaux solubles. Les ravines se substituent aux entonnoirs lorsque les pentes deviennent fortes et, par éboulement, leur tête recule. L'abaissement de la surface piézométrique déstabilise les cavités façonnées dans le gypse et le sel au pied du massif lorsque les flux divagants du Lebène reprennent le méandre recoupé.

III. CARACTÈRES ET ÉVALUATION DE LA DISSOLUTION SPÉCIFIQUE

Le transport en solution des substances chimiques s'effectue par les eaux de ruissellement et par les débits de crues. Le flux des produits dissous, lié au lessivage des terrains salés, dépend des débits liquides ; les teneurs en sels sont très élevées en hautes-eaux. Les formations triasiques sont en mesure d'élever les concentrations en chlorures, en sulfates et en sodium. Les teneurs varient entre 500 et 1950 mg/l, avec une moyenne de 1200 mg/l (tableau 1).

TABLEAU 1
Évolution amont-aval des constituants chimiques des eaux du Lebène

Points de prélèvement	Ca ²⁺ Mg/l	Mg ²⁺ Mg/l	Na ⁺ Mg/l	K ⁺ Mg/l	Cl ⁻ Mg/l	SO ₄ ²⁻ Mg/l	HCO ₃ ⁻ Mg/l	Résidu sec Mg/l
-Secteur amont du BV	125	53	68	2,0	105	168	172	692
-Amont du diapir de Tissa	62	30	199	2,9	321	134	153	843
-Aval du diapir de Tissa	67	29	362	2,8	772	130	132	1569

Étant donné que le débit moyen annuel est de 7.400 l/s, avec un taux d'éléments rocheux de 1.428 mg/l, le tonnage exporté est évalué selon l'équation suivante:

$$\text{Débit (en l/s)} \times \text{concentration (en l)} \times \text{nombre de seconde du jour.}$$

La quantité est alors: $7.400 \times (1.428 / 10^9) \times 86.400 = 913$ tonnes/ jour. Pour une seule année, nous avons: $913 \times 365,25 = 333.473,25$ tonnes pour le bassin versant en amont de la station Tissa. En valeur spécifique, le taux d'érosion devient : $333.473,25 / 792$, soit 421,05 tonnes/ km²/ an. La densité moyenne adoptée est de 2,3 (valeur comprise entre la densité des carbonates qui est de 2,6 et celle des sulfates et des chlorures qui est de

2,1), le volume de roches dissoutes sera : $421 / 2,3 = 183 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{an}$, ce qui représente 183 mm par millénaire. Ce même procédé a été appliqué pour l'évaluation du volume de roches dissoutes à l'aval du massif de Tissa, le volume est alors de $225 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{an}$, soit 225 mm par millénaire.

Les éléments salins et gypseux, très solubles, constituent plus de 80% du total des roches dissoutes évacuées par le Lebène (tableau 2).

TABLEAU 2
Éléments de roches évacuées dans le bassin du Lebène

Points de prélèvement	Éléments carbonatés (E.C.)	Éléments salins et gypseux (E.G.S.)	Éléments de roches évacuées (E.R.E.)
- Secteur amont du BV	263	343,2	606,2
- Amont du diapir de Tissa	167	657,0	839,2
- Aval du diapir de Tissa	160	1.266,8	1.427,6
Moyenne	197	755,7	957,7

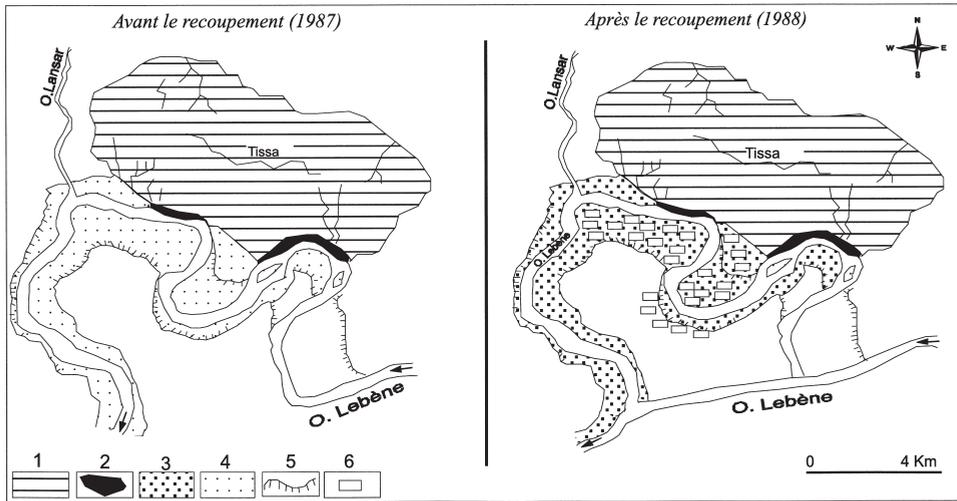
Source: Gartet et al. 2001

Cette évaluation concerne l'ensemble du bassin versant en amont et à l'aval du diapir de sel. Les valeurs (183 et 225 mm/ millénaire) sont loin d'être énorme ; car les affleurements d'évaporites n'occupent qu'une surface restreinte dans le bassin puisqu'elle est pratiquement insignifiante (0,01%). Le diapir de Tissa (soit $4,2 \text{ km}^2$) ne fait donc que majorer le taux des évaporites, en particulier celui des halites.

IV. IMPACTS DE L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES SUR L'ENVIRONNEMENT

Au pied du massif de Tissa, l'Oued Lebène serpente librement lors des grosses crues. Les nombreux bassins de décantation montrent l'importance de la dissolution ; d'ailleurs, le Lebène, dont le nom signifie "*petit lait*", est une allusion faite à sa couleur blanchâtre en crue. Les formations gypso-salifères se caractérisent par une aptitude particulière face aux processus de dissection, de solifluxion et de mouvement de masse. Le gypse, le sel et surtout les halites, très solubles, dispersent les argiles ; ce qui baisse considérablement leurs limites de plasticité et de liquidité. Les foirages dus au franchissement des limites de liquidité sont fréquents et les coulées ayant une faible viscosité s'écoulent sur le versant. Le ravinement généralisé, les cicatrices d'arrachement qui se ravinent aussitôt, le soutirage, les éboulements et les effondrements en masse coopèrent sur une même section. L'incision des ravins accroît la pente et favorise toutes les formes de mouvements. Il en résulte une instabilité quasi-permanente. Il suffit d'une averse d'intensité moyenne ($\leq 30 \text{ mm/j}$) pour que les mouvements de masse se déclenchent. Cette situation s'aggrave par les sapements

consécutifs du bas de versant, lorsque les courants fluviaux empruntent le lobe du méandre recoupé (figure 5), et par les éboulements en paquets, en période d'étiage, suite à l'arrosage intensif du versant pour la décantation du sel dans les bassins situés en contrebas.



1- Massif de sel de Tissa, 2- Concentration massive des sels, 3- Zone de propagation des bassins de décantation où galets et alluvions sont légèrement séléniteux, 4- Zone fortement salée avant le recoupement de méandre, 5- Recoupement artificiel de méandre, 6- salines.

FIGURE 5

Recoupement du méandre de l'Oued Lebène et diminution de la salinité.

4.1. Organisation et extension de la carrière de sel de Tissa

La carrière s'étend au pied du dôme triasique, dans un large plancher de l'ancien lit fluvial de l'Oued Lebène (figure 6). Le long du méandre (en forme d'oméga) recoupé en 1988, une centaine de bassins de décantation s'étale latéralement sur le contact versant - lit fluvial, le long d'environ 800 m, avec une superficie moyenne de 1,3 km². Selon la monographie de la Province de Taounate, la «Société Maroc-Sel» exploite la mine de sel de Tissa depuis plus de 10 ans. Elle dispose d'un permis minier, autorisé, avec un numéro d'exploitation (n° 2635). L'exploitation génère l'emploi pour 21 ouvriers permanents et 20 ouvriers saisonniers environs. La production varie entre 4000 à 14000 tonnes annuellement avec une moyenne de 10850 t/an. Les produits extraits assurent les besoins locaux et régionaux et sont destinés aux grandes villes du pays. Pour ce qui est des activités paraminières, la mine de sel comprend aussi des locaux de traitement de sel gemme (sel de table) enrichi d'iode, selon la norme nationale exigée. La mine dispose de locaux de remplissage, d'emballage, d'emmagasinement et de stockage.

Afin de respecter le cahier de charge, la mine dispose d'un plan d'exploitation. Il stipule que l'exploitation s'effectue du côté oriental du massif, où l'accès se fait par une piste carrossable en provenance du quartier M'halla à Tissa, longeant la rive droite de l'ancien chenal de l'Oued Lebène. Des locaux d'emmagasinage d'explosifs sont réservés dans la mine conformément aux prescriptions du cahier de charge sus-mentionné.

4.2. Extraction intensive du sel gemme dans la carrière

En contrebas du massif, la dissolution engendre une déstabilisation totale du versant. Elle a pour effet la multiplication de «désordres»: coulées de solifluxion, ravinements, glissements, éboulements et effondrements; de nouvelles formes morphologiques s'édifient.

L'exploitation du sel gemme par dissolution a donné lieu à l'aménagement de nombreux bassins de décantation qui s'étalent sur l'ancien plancher du lit fluvial du Lebène (figure 6). D'après les statistiques de 1998, la capacité de production annuelle s'est élevée à presque



(Cliché A. GARTET, 2001)

FIGURE 6.

Bassins de décantation au pied du massif de Tissa.

Au pied du massif de sel, les matériaux glissés et les blocs effondrés sont emballés dans les argiles rouges fines blanchies par le sel. Les petits cônes de déjection s'étalent en contrebas de la masse chaotique alimentant en sel gemme les nombreux bassins de décantation qui s'étalent sur le plancher du lit majeur de l'Oued Lebène.

11.000 tonnes et, selon les experts, le diapir de sel renferme des substances dont le stock de consommation en sel gemme est estimé à 400 ans environ.

4.3. Environnement naturel et urbain

Les manifestations des impacts des carrières sur l'environnement naturel dans le massif de Tissa et ses abords sont variées et nombreuses. Les principales sont:

- L'accélération des processus d'érosion mécanique, hydrique et chimique. Les uns sont liés à la déstabilisation du massif suite aux phénomènes répétés de ravinements, de glissements, d'écroulements et d'effondrements. Les autres, sont d'ordre chimique ou karstique par la dissolution rapide du groupe chlorure - sodium.
- Les dépôts de poussières et de déchets des carburants liés aux passages répétés des camions, sur la végétation constituée d'arbres fruitiers et forestiers, perpétrent sur la diminution de la production et la perturbation des activités biologiques.
- Le dépôt de masses rocheuses (ophites, roches vertes, marno-calcaires, marnes rouges argileuses, etc.) sur les terres cultivables augmente leur teneur en cette matière. Ces dépôts constituent des obstacles pour l'écoulement des eaux et permettent le recul progressif des lames d'eau, vers l'amont, inondant ainsi les bassins de décantation de sel.
- La pollution chimique des eaux de l'Oued Lebène à l'aval du diapir et tout au long de la vallée moyenne demeure importante puisqu'elle n'a diminué que de 1,45 mg/l pour le sodium et 7 mg/l pour les chlorures. Néanmoins, en périodes de hautes hydraulicités, les flux hydriques divagants empruntent les anciens chenaux ; les eaux deviennent donc salées, fortement polluées et ne sont utiles ni pour l'alimentation en eaux potable, ni pour l'usage domestique, ni encore pour l'irrigation.
- Sur plusieurs kilomètres, les plages de sables fins tapissent le plancher du lit mineur à l'aval du diapir. Le fond de vallée est blanchi de boue et de galets séléniteux. Ces matériaux de gisements, très fins et séléniteux, constituent un capital alluvionnaire sujet d'extraction de matériaux pour les constructions (briques et mortiers).
- Le site naturel de la vallée moyenne de l'Oued Lebène devrait offrir une vue panoramique, visible du centre administratif de Tissa. Il est actuellement endommagé par les effets néfastes de la salinité des eaux et de la salinisation des sols qui empêchent le développement de toute végétation naturelle.

Les principaux aspects de nuisances à l'environnement urbain dans la Municipalité de Tissa sont liés à la défiguration du paysage, du fait de la proximité de la carrière des quartiers d'habitation (Hay Es-souk, M'halla, Bab Tissa, Bab Larbâa et Hay El Massira) et les espaces périphériques limitrophes au lit de l'oued. La dégradation du site touristique de la vallée de l'Oued Lebène, visible du quartier administratif. Les nuisances diurnes et nocturnes portent gravement atteinte à la quiétude des habitants. Les dépôts de poussière sont fréquents sur les arbres d'alignement de la Municipalité et à l'intérieur des habitations des secteurs Est et Sud-Ouest du périmètre urbain. Les rejets des débris sur les voies gêne la circulation et cause des accidents. Ces rejets engendrent, en hiver, la dégradation des

infrastructures urbaines (dégradation de la voirie et colmatage du réseau d'assainissement, coulées de boues, eaux stagnantes empêchant la fluidité de la circulation, etc.) d'autant plus que la taxe sur la dégradation des chaussées prévue par la Loi n'a jamais été mise en œuvre à cause de la difficulté de son application.

4.4. Transformation sur place des produits extraits de la carrière

Dans le souci d'augmenter les effets d'entraînement socio-économiques de la mine de sel sur l'émergence de la Municipalité de Tissa, il convient de faire de celle-ci un vrai facteur de développement local et durable. Ce développement nécessite, d'abord, le passage par la modernisation de l'industrialisation des produits extraits par la chaîne : extraction - traitement - commercialisation; conséquemment, ce développement permettra la création de nouveaux emplois permanents et réglementés. Les mesures de gestion de cette carrière et du développement local doivent être minutieusement étudiées et devront faire l'objet d'annexe au cahier de charge et de prescriptions spéciales.

4.5. Les aménagements relativement récents

Le poids des actions anthropiques n'est pas seulement négatif. Les premières interventions d'aménagement relatives au massif de sel de Tissa ont débuté par des études d'impacts et de faisabilité d'un projet hydro-agricole depuis 1972 dans le cadre du «Projet moyen Sebou», lancé par le Ministère de l'Agriculture et de la mise en valeur agricole subventionné par la F.A.O-Maroc. L'action majeure a consisté en 1986-1987 en le recouplement du lobe de méandre de l'oued Lebène au pied du massif qui a touché plus de 2,5 km du cours sinueux, façonné dans la basse terrasse actuelle, l'endiguement du chenal artificiel et le boisement le long des nouvelles berges du lit de l'oued. Le but, étant la mise à l'abri des destructions massives du versant sud et la diminution des sels dans les eaux de l'oued lorsque celui-ci parcourt le domaine triasique, est de réduire l'ampleur des risques de pollution et les mécanismes d'effondrement. L'ensemble de ces actions s'inscrit dans l'optique de l'aménagement hydro-agricole dans la vallée inférieure et, au-delà, dans la vallée du Sebou. Depuis 1988, le cours actuel est devenu rectiligne, et le lobe de méandre est alors recoupé.

Sur le versant Nord du massif et ses abords, l'action de boisement (végétation à caractère phytique) a été initiée depuis 1997, en vue d'une stabilisation relative. Cette action est due aux recommandations du Plan d'Aménagement de la municipalité de Tissa et aux prescriptions du plan d'action de la protection de l'environnement.

4.6. Vulgarisation, sensibilisation et communication

La vulgarisation par tous les moyens doit viser la sensibilisation des gestionnaires de la mine de sel, des responsables administratifs concernés et de la population locale, à la fois, sur l'intérêt socio-économique et sur les dangers y afférents. L'organisation des journées d'étude sur les carrières avec la participation des Ministères concernés, des organismes et établissements privés, des enseignants- chercheurs universitaires et des

associations concernées à but lucratif, ainsi que les carriers de la région peuvent apporter des éléments de réponses et des recommandations relatives à l'exploitation rationnelle de la mine dans le cadre d'une protection efficace de l'environnement naturel et urbain. De la même occasion, la promotion des contractes entre l'administration, les carriers et le conseil municipal pourrait avoir un effet sur le développement d'une ambiance de confiance et de compréhension mutuelle.

4.7. Cadre législatif et responsabilités administratives

La responsabilité juridique ainsi que la gestion et la protection des carrières de sel au Maroc remontent au début du protectorat. Le Ministère des mines a toujours été le tuteur principal. Le premier texte législatif régissant les substances classées mines remonte au Dahir du 1 juillet 1914. Les prescriptions du Dahir du 16 avril 1951 portant règlement minier au Maroc constitue la plate-forme juridique de l'ouverture, la recherche, l'exploitation et la protection des carrières ou mines, puisque les carrières ou mines de sel rentrent dans la catégorie des gîtes naturels. Ce même Dahir (1951) a été modifié et complété par le Dahir n° 1-58-229 du 21 juillet 1958, le Dahir du 1-63-193 du 24 octobre 1962, le Dahir n° 1-62-70 du 7 mars 1963 et le Dahir n° 1-69-272 du 26 juillet 1970.

Par ailleurs, la saline de Tissa (située dans un lit fluvial périodiquement fonctionnel) appartient intégralement au domaine public hydraulique et se trouve donc régie aussi par la Loi 10-95 relative à l'eau. L'innovation de cette loi réside dans la consécration législative de la planification de la ressource, d'une part et, d'autre part, la création de nouveaux organes de gestion de l'eau. Les lois relatives aux collectivités territoriales (le Dahir du 16 juin 1971 portant création des régions économiques, complété par la constitution révisée de 1992 et la Charte communale de 1976 ainsi que la Loi 47-96 relative à l'organisation de la région) stipulent aussi qu'il est du ressort de ces collectivités territoriales la gestion et la protection des carrières. Les grandes lignes de la répartition des compétences sont spécifiées surtout par la Loi 10-95 relative à l'eau et la Loi 47-96 relative à l'organisation de la région.

Dans le souci de contrôle et du suivi des mines, le législateur a concrétisé l'application des dahirs de 1914 et de 1951, complétés par les dahirs susmentionnés. Néanmoins, la récente Loi n° 08-01 (promulguée par Dahir n° 1-02-13 du 13 juin 2002) relative à l'exploitation des carrières n'intègre pas les salines, puisque celles-ci rentrent dans la catégorie des mines et gîtes naturels régies par le règlement minier du 16 avril 1951 complété par les dahirs ultérieurs. En attendant de la promulgation d'une nouvelle loi, le schéma de gestion des salines qui complète la Loi de 1951 doit être établi par le comité régional qui est constitué des représentants des administrations concernées, coiffé par les représentants de la délégation régionale de l'énergie et mines.

CONCLUSION

Les formations gypso-salifères du massif triasique de Tissa se caractérisent par une aptitude trop forte à la dissolution. Par conséquent, la karstogenèse est très active du fait de l'évolution accélérée des formes existantes qui entraîne des effondrements généralisés

et l'apparition brutale des entonnoirs géants ou puits absorbants et des dolines liées à la grande solubilité du gypse et du sel. Les formes morphologiques engendrées représentent un désordre absolu où coopèrent sur un même versant: glissement, effondrement, écoulement, éboulement, foirage, soutirage et piping. Au pied du versant, s'étalent une multitude de cônes de déjection argilo-salin.

Dans les eaux de l'Oued Lebène, la forte dissolution des sels multiples (estimée à $180 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$) engendre une pollution chimique dont les impacts environnementaux sur la vallée moyenne et inférieure du Lebène et, au-delà, dans la vallée moyenne du Sebou sont néfastes.

L'exploitation de la carrière – bien qu'elle soit traditionnelle – est importante (10.000 tonnes/ an) destinée à assurer les besoins locaux et régionaux. La commercialisation se fait également vers les principales villes du pays. Néanmoins, afin de respecter l'environnement naturel (vallée du Lebène et périphérie du périmètre urbain de la ville de Tissa), le plan d'exploitation de la mine doit être de nouveau établi et un cahier de charge vigoureusement respecté. Ces mesures permettront de diminuer les nuisances portées au milieu naturel, à la société humaine et d'hygiène et de santé. Le financement pour la réalisation d'un tel projet peut parvenir d'une partie des recettes des produits d'extraction, réinjectées dans le cadre d'un développement local et durable.

Au-delà de l'étude morphogénétique du diapir de Tissa, de la dissolution spécifique, l'exploitation de la carrière et les impacts sur l'environnement du milieu naturel et de la société humaine doivent être pris en compte dans tous travaux d'aménagement du territoire, de planification urbaine, de génie civil et de génie de l'environnement. Un aménagement paysager, particulier, doit être conçu et une zone de protection de l'Oued Lebène, aux environs du massif de sel de Tissa, doit être impérativement réalisée.

RÉFÉRENCES

- ANDRIEUX, J. (1971) - 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 et mémoires du Service Géologique du Maroc* n° 235, Rabat.
- BOIVON, P. (1980) - Sur un pointement intra-miocène de coulée à pillow-lavas (triasique ?) dans la zone pré-rifaine externe dans la vallée du bas Ouerrha (Rif). *Notes du Service Géologique du Maroc* n° 285, p. 39-46, Rabat.
- DAHIR DU 16 AVRIL 1951 portant règlement minier au Maroc. Ministère de l'énergie et des mines. Direction des Mines, Royaume du Maroc.
- DAHIR DU 13 JUIN 2002 n° 1-02-130 portant promulgation de la Loi n° 08-01 relative à l'exploitation des carrières (Bulletin officiel n° 5036 du 15 septembre 2002).
- DAGUIN, F. (1934) - Recherches géologiques sur la feuille Fès (Quart Nord-Est). *Notes du Service Géologique du Maroc* n° 32, Rabat, 37 p.
- DÉCRET N° 2.57.1647 du 17 décembre 1957 fixant certaines règles d'application des dispositions du Dahir du 16 avril 1951 portant règlement minier au Maroc, relatives aux taxes d'institution ou de renouvellement des titres miniers, à la taxe annuelle des concessions, ainsi qu'aux obligations de travaux à la charge des concessionnaires et des permissionnaires de recherche ou d'exploitation de mines.

- DUPOND, G. ; BONICHON, P. et DAGUIN, F. (1938) - Quelques observations sur les montagnes de sel du Prérif (Maroc septentrional). *Notes et Mémoires* n° 50, 9 p. Dunod, Paris.
- DRESCH, J. (1933) - Essai sur l'évolution du relief dans la région préريفaine. *Institut des Hautes Études Marocaines*, t. XXVI, Paris, 156 p.
- EL BOUZIDI, A. (1987) - Vallée moyenne de l'Oued Lebène (Prérif, Maroc) : Étude de cartographie géomorphologique. *Thèse Doct. 3^e cycle*, 140 p., Univ. Poitiers.
- GARTET, A. (1994) - Morphogenèse et hydrologie dans le bassin versant de l'Oued Lebène, Rif méridional et Prérif central et oriental (Maroc). *Thèse Doctorat de l'université d'Aix-Marseille I*. 342 p., Aix-en-Provence.
- GARTET, A. (1995) - Processus et formes de la morphodynamique actuelle dans le bassin versant de l'Oued Bou Médine (Prérif Central, Maroc). *Rev. «Études de géographie physique n° XXIV-1995»*, pp : 11-18, Aix-en-Provence.
- GARTET, A. (1995) - Risques naturels et habitats dans le Prérif central marocain : cas du centre urbain de Tissa. Carte et notice explicative, Section Habitat, développement et aménagement. Ecole d'architecture Marseille-Luminy, Marseille.
- GARTET, A. (1998) - Exploitation des carrières et dynamique fluviale des Oueds Lebène et Ouergha. Communication présentée à la Table ronde sur «*le pays Jbala*», Organisée les 4 et 5 décembre par la FLSH. Saïs-Fès et le Groupe Pluridisciplinaire d'Etudes sur les JBALA. (à paraître).
- GARTET, A. (1999) - Violence des crues de l'Oued Lebène et évolution des lits fluviaux (Prérif central). In «Risques naturels» Sous la direction de P. Gabert et J. Vaudour, *Comité des travaux historiques et scientifiques (CTHS)*, 120^e Congrès, pp : 67-85, Paris.
- GARTET, A., GARTET, J. & CONESA GARCÍA, C. (2001) - Hydrochimie des eaux, dissolution spécifique et salinité des cours d'eau dans le bassin de l'oued Lebène (Prérif central, Maroc septentrional). *Papeles de Geografía* n° 34-2001, Revue de l'Université de Murcia, pp : 143-161, Murcia.
- GARTET, A., GARTET, J. & CONESA GARCÍA, C. (2005) – Dégradation spécifique et transports solides dans le bassin de l'oued Lebène (Prérif central, Maroc septentrional). *Papeles de Geografía* n° 41-42 (2005), Revue de l'Université de Murcia, pp : 85-100, Murcia.
- GARTET, A. & GARTET, J. (2003) – Exploitation des carrières alluvionnaires et impacts sur la dynamique fluviale des cours d'eau rifains : cas des Oueds Lebène et Ouergha. Actes du colloque «les carrières : exploitation et impacts sur l'environnement» 5-6 décembre 2003, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir (à paraître).
- JEANNETTE, A. (1957) - Rapport préliminaire de visite aux salines de Zaklit. *Rapport inédit*, S.R.G. n° 50 Dir. Mines Géol. Division de Géologie Régionale de Meknès.
- JENNINGS, J.-N. (1983) - The disregarded karst of the arid and semiarid domain. *Karstologia* n° 1, pp: 61-73.
- LEBLANC, D. (1979) - Mise en évidence d'une tectonique diapirique tardive dans le Rif oriental (Maroc), conséquences. *C. R. Acad. Sc.*, t. 289, Série D, pp : 571-574, Paris.
- MARGAT, J. (1960) - Répartition des eaux salées au Maroc. Atlas du Maroc, Planche 14 b et notice explicative. Sect. V, Hydrol. Continent. Hydrogéol. Comité Géogr. Maroc, Rabat, 20 p.

- NICOD, J. (1976) - Karsts des gypses et des évaporites associées. *Annales de Géographie* n° 471, Paris, p. 513 - 554.
- NICOD, J. (1992) - Recherches nouvelles sur les karsts des gypses et des évaporites associées; première partie : processus et cavernement. *Karstologia* n° 20, pp : 1-10.
- NICOD, J. (1993) - Recherches nouvelles sur les karsts des gypses et des évaporites associées ; seconde partie : géomorphologie, hydrologie et impact anthropique. *Karstologia* n° 20, pp: 15-30.
- PIERRAT, C. (1914) - Étude sur le rocher de sel de Tissa. *Bull. Soc. Topogr. France.*, 38^e année, mars - avril n° 2, Paris, p. 63-68.
- SEBBAG, I. (1957) - Compte-rendu de mission : Indice de pyrite d'Outa-Bouâbane, région de Tissa. *Rapport inédit, S.R.G.* n° 50, Direction des Mines. Division de la Géologie Régionale de Meknès.
- VIDAL, J.-C. (1971) - Une interprétation nouvelle des nappes du Préfif central et ses conséquences sur la structure de leur substratum autochtone. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 272, série D, p. 24-27.