

L'EVALUATION DES RISQUES DE L'EROSION HYDRIQUE

(une nouvelle approche de cartographie en zone semi-aride méditerranéenne)

A. MTIMET et S. AGREBAOUI
(Ministère tunisien de l'Agriculture - Direction des Sols)

1 - Contexte Général

La Méditerranée est une mer, caractérisée par ses zones côtières en milieu plus ou moins fragile. Cette fragilité est accentuée par la rarefaction de la végétation pérenne, la sensibilité des sols à l'érosion et l'agressivité du climat qui se distingue par des averses brutales sur des sols parfois à forte pente et à faible couverture végétale. Ces facteurs morpho-climatiques voient leur effet dégradant s'accroître par le comportement de l'Homme. Ainsi certaines civilisations ont développé dans le temps des techniques de protection des sols efficaces qui malheureusement actuellement s'adaptent mal à la croissance démographique et aux modes d'utilisations des terres.

La pression de la population rurale caractérisée par une exploitation accrue des terres surtout céréalière aggrave la dégradation physique et chimique des sols. L'espace forestier est constamment menacé par le déboisement et les grandes superficies dénudées favorisent le ruissellement et limitent l'infiltration de l'eau dans le sol (au Nord et au Centre de la Tunisie) compte tenu de dégradation des terres avec une zone côtière qui s'étend sur 1300 Km et couvre 48,63 % du superficie totale du pays (carte N°2).

Un grand effort du gouvernement tunisien est déjà entrepris depuis les années soixante pour lutter contre les différents processus érosifs.

Ce fléau ne peut être jugulé que par les efforts conjugués des pays méditerranéens surtout limitrophes qui subissent le même phénomène à des degrés variables.

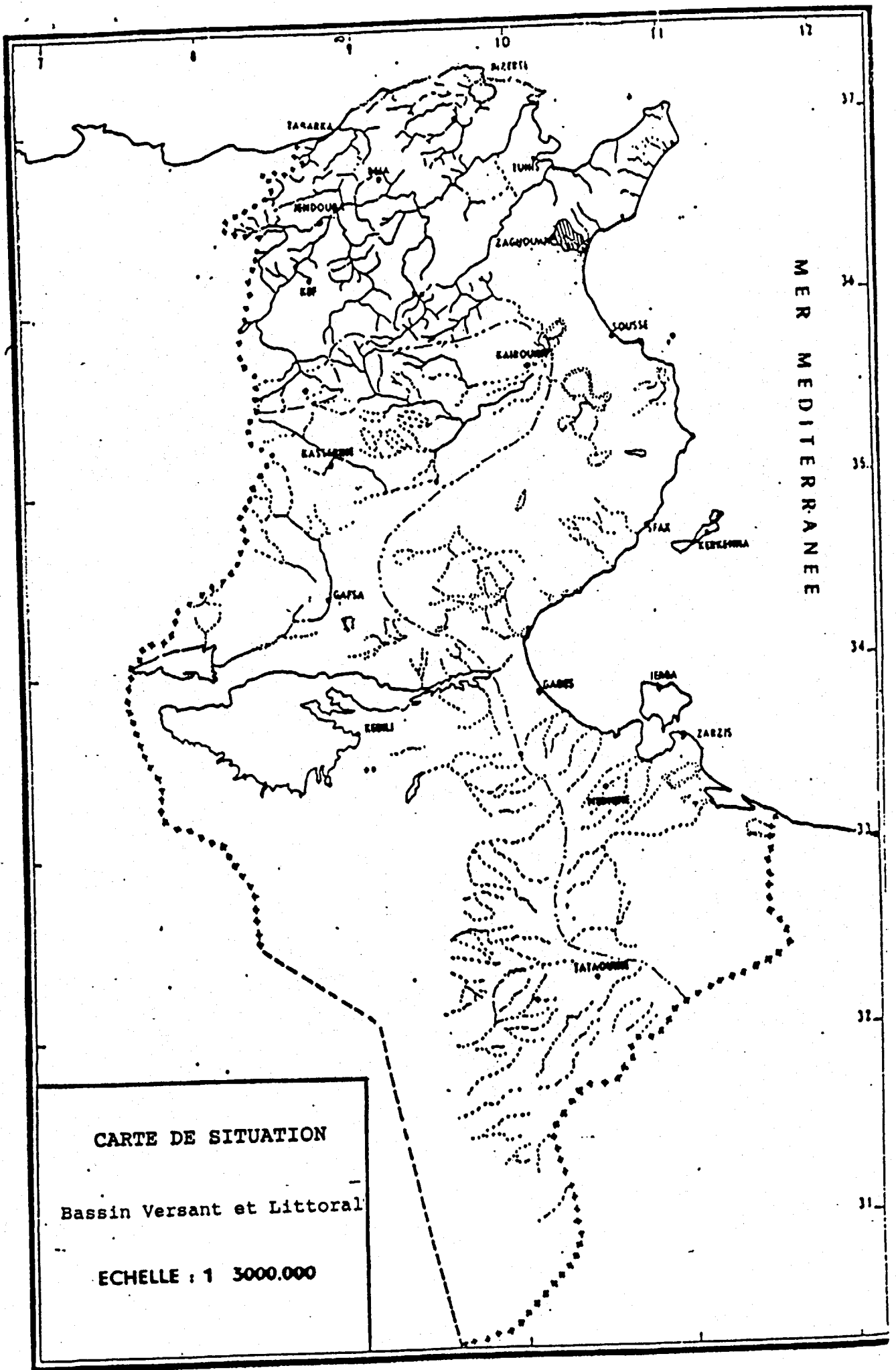
C'est dans ce cadre que ces pays sont appelés à arrêter une stratégie de lutte et de prévention contre la dégradation des processus de vie en Méditerranée et freiner la perte progressive des ressources naturelles . Pour y aboutir, il est nécessaire d'utiliser et de coordonner des action multiples pour une efficacité meilleure.

1.1.- Le Bilan de l'érosion des Sols en Tunisie.

Environs trois millions d'hectares sont au prise aux processus d'érosion hydrique et éolienne (soit 20% de la surface totale des pays) dont 1 millions d'hectares sont menacés par une érosion hydrique particulièrement intense.

L'ampleur de l'impact produit par ces processus sur les terres varie d'une région à l'autre en fonction de leur nature d'activité et des conditions écologiques qui influent sur le degré d'équilibre des sols avec les autres composantes des écosystèmes, à partir d'une réalité edaphique du pays.

Les différents systèmes d'érosion hydriques en Tunisie se composent de la même panoplie de processus, à savoir le décapage (érosion en nappe), les ravinements et sapements de berge (érosion linéaire) les mouvements de masse pour ne citer que les plus importants. Ces systèmes se distinguent les uns des autres par le type et l'agressivité de ou des processus actifs et des dynamiques qui prédominent sur l'ensemble de ces actions érosives



En se basant sur ces derniers concepts, la réalité de l'érosion hydrique dans le pays pourrait être présentée en fonction des systèmes d'érosion actifs. Ces derniers se répartissent spatialement ainsi:

- *Les sols dans les régions du Nord concernés par les bioclimats subhumides et humides sont agressés par un système d'érosion où prédominent en permanence les actions du ravinement et des mouvements de masse. L'effet de ces deux processus se relayent dans le temps et l'espace pour exercer une dégradation profonde des terres même dans les secteurs déboisés des forêts à pentes fortes.*
- *Dans les régions semi-arides (Tunisie Centrale) en partie septentrionale) les processus liés aux ruissellements diffus et concentrés (ravinement, décapage superficiel, sapement des berges) occasionnent la proportion la plus importante de l'érosion hydrique qui affecte les terres. La fréquence de ces phénomènes est encore plus grave dans les régions sub-arides.*
- *Dans ces régions qui occupent de larges espaces en Tunisie steppique, le décapage superficiel et les sapements de berge le long des oueds commandent la dynamique du système d'érosion hydrique qui est par endroit contrarié ou activé selon les conditions d'occupation des sols par les processus de déflation-accumulation à courte distance. Ainsi devant une association des divers processus de dégradation liés à la fois au climat et à l'homme, les pertes en sol restent considérables ces dernières décennies et on a pu dans une large mesure quantifier l'érosion hydrique au Nord et au Centre du pays (une moyenne de 10.000 ha/an au Nord à moins 10 t/ha/an au Sud soit l'équivalent de 10.000 ha de 3 cm d'épaisseur. Aussi et à partir de résultats de stations de mesure de l'érosion hydrique sur les terres cultivées en céréales associées à des pentes moyennes à fortes nous avons constaté la grande sensibilité de ces terres à l'érosion. Par contre les terres en jachère ou pastorales favorisent moins le ruissellement et la dégradation (matière solide), respectivement 15 fois moins (MTIMET, 1993).
Carte N° 1 et 2 Tab N° 2*

Malgré les investissements réalisées depuis l'indépendance et la forte mobilisation pour combattre ce fléau (plus de 900.000 ha traités), le rythme de dégradation des terres reste préoccupant en Tunisie.

Derrière cet état, les conditions physiographiques, climatiques et socio-économique sont favorables au déclenchement et à l'accélération du phénomène érosif (prédominance des formations meubles, irrégularité climatique faible densité du couvert végétal, sur exploitation et mauvaise utilisation des ressources en sols.

Ainsi la stratégie nationale de conservation des eaux et du sol prévoit d'ici l'an 2001 la protection de 1.000.000 ha gravement menacés dont 400.000 ha des terres à céréales dans le Nord du pays

Tableau N° 1

1.2.- L'Expérience acquise en cartographie de l'érosion des sols

Depuis plus de trente ans la cartographie de l'érosion en Tunisie a été effectuée selon plusieurs méthodes et à différentes échelles selon les besoins.

En ce qui concerne les échelles, elles se différencient en fonction des superficies des zones étudiées à cartographier.

On trouve les échelles qui vont des 1/500.000 au 1/100.000 utilisées pour les études d'inventaire de l'érosion. Alors que les études cartographiées à des échelles moyennes comprises entre le 1/100.000 et le 1/50.000 concernent les grands bassins versants prévus pour des aménagements, les petits bassins sont cartographiés à grandes échelles (environ 50 Etudes sur l'érosion).

Les cartes à petites échelles (carte de l'érosion de la Tunisie au 1/500.000 élaborée en 1967 et la carte de l'érosion au 1/200.000 dressée en 1980), couvrent des superficies importantes alors que le reste des études et des cartes n'intéressent que des petits bassins versants. Ces cartes ont été élaborées selon des approches très variées.

Cette diversité des méthodes a rendu la tâche des utilisateurs relativement difficile et parfois impossible.

2- Caractéristiques Géographiques générales de la zone d'étude.

Le bassin versant de l'oued Rmel est situé entre 36° 30' et 36°15' Latitude Nord et 10°30' et 10°10' Longitude Est. Il couvre 73.000 ha limité à l'ouest par le djbel zaghouan (1293 d'altitude) à l'Est par la mer Méditerranée.

Les 73.000 ha se répartissent sur trois gouvernorats 62.950 ha gouvernorat de Zaghouan, 6.300 ha gouvernorat de Nabeul et 4.450 ha gouvernorat de Ben Arous.

Ce bassin versant est situé dans l'étage semi-aride moyen avec seulement la zone Ouest faisant partie du semi-aride supérieur. Les limites au Sud Ouest se trouvent dans le subhumide. La pluviométrie moyenne est comprise entre 350 mm et 600 mm le bassin versant est formé de huit micro-bassins.

- Oued Aïn Saboun :	10.750 ha.
- Oued Zit:	30.000 ha.
- Oued Sabhia	4.400 ha.
- Oued Es Smar	12.700 ha.
- Oued El Hadjar	9.300 ha.
- Oued El Hamman	8.800 ha.
- Oued Ramla	9.700 ha.
- Oued El Guerade	7.600 ha.

Le bassin versant de l'Oued Rmel occupe une grande partie du Sud Est du Jbel Zaghouan et Jbel Zriba qui présentent aux sommets des falaises abruptes avec des crêtes dissymétriques formées de roche calcaire. L'ensemble est sans couvert végétal. Cette zone qui constitue la partie Nord Ouest et Sud Ouest du bassin est caractérisée par un relief accidenté surtout les massifs montagneux de direction Sud Ouest , Nord Est à pentes très fortes.

La partie centrale du bassin est formée essentiellement d'une roche meuble constituée d'alluvions récentes (dépôt de sable et d'argile) dans les dépressions et les plaines environnantes qui sont dominées par des massifs à substrat peu résistant formé par l'alternance de roches meubles variées: argile, grès, marnes, écailles calcaires.

Cette structure est visible à Jbel Djidi, Jbel Sidi Zidi et Jbel Rebaia .

Cet alignement constitue la limite Nord du bassin versant. Dans la plupart des bas piemonts de ces massifs domine un ravinement hiérarchisé. La majorité de ces unités ont évolués en badlands.

Les sols développés sont de type peu évolués d'apport alluvial occupant l'axe du bassin, des rend zines qui se développent sur les glacis, les aires surélevées ont dominées par les lithosols et les régosols. Quelques reliques de sols rouges apparaissent dans la partie Nord du bassin.

Les plaines et les glacis plus ou moins encroûtés sont cultivés en cultures annuelles avec parfois l'arboriculture. Les Jbels sont couverts de maquis ou garrigues dégradées avec, par endroits, des reliques de forêt de pin d'Alep.

- *Les 70 % de la superficie du Bassin sont menacées par une érosion moyenne à grave.*
- *L'apport moyen annuel du bassin s'évalue à 16,5 millions de m³ d'eau .*

Les débits maximum enregistrés au cours des crues sont:

- *Crue de décembre 1949 1.200 m³ / S.*
- *Crue d 'octobre 1950 60 m³ / S.*
- *Crue de Novembre 1970 750 m³ / S.*

La charge solide est estimée à 32 gr /l selon les mesures faites au cours de cinq années de suivi. L'apport solide a été estimé de 160.000 tonnes de terres en 1976-1977.

3- Modalités Cartographiques

3.1.- Schéma méthodologique général

La cartographie du bassin versant de l'oued Aïn Saboun affluent de l'Oued Rmel a connu les deux approches cartographiques à savoir :

L'approche prédictive et l'approche descriptives

- La première étape (Prédictive).

Cette approche prend en compte trois facteurs:

- Les valeurs de pentes*
- Les formations superficielles (lithologie)*
- Le degré de protection des sols*

La combinaison de ces facteurs abouti à la réalisation de la carte d'érodabilité et en fin d'étape la carte des états érosifs. (stade final de la phase prédictive).

Cette dernière, nous permet de sélectionner les différentes classes d'érosion qui sont les suivantes.

- 1 très faible.*
- 2 Faible.*
- 3 Moyenne.*
- 4 Grave.*
- 5 Très grave.*

- La deuxième étape (descriptive).

Elle se base sur la description directe des formes actuelles de l'érosion et l'évolution future des paysages.

Le principe de cette phase se résume comme suit:

I - Milieux Stables ou Stabilisés (comprend 4 milieux)

- Degré du risque d'érosion avec 4 degrés de risque.*

Chaque milieu est renseigné par son degré du risque d'érosion

Ex : 042 = Milieu stabilisé avec risque d'érosion élevé

II - Milieux Instables

- Par érosion aréolaire et diffuse (comprend 4 formes d'érosion).
- Par érosion laminaire en nappe ou par décapage du sol (comprend 4 formes)
- Par érosion linéaire concentré (comprend 4 formes)
- Par gravité et mouvement de masse (comprend 4 formes)
- Par processus periglaciaires et niveaux (comprend 4 formes)
- Par érosion éolienne (comprend 2 formes)
- Par excès d'eau ou de sédiments (2 formes)
- Par dégradation de cultures ou plantations aménagées (2 formes)
- Par processus multiples associés.

Chaque type de processus est représenté par un symbole, ainsi que son état actuel et sa tendance évolutive.

Ex: L23 : Erosion laminaire généralisée + tendance à une dégradation généralisée et à évolution vers les milieux irréversibles.

3.2.- Résultats et produits

Cas du bassin de l'oued Aïn Saboun

Le bassin versant de l'oued Aïn Saboun qui a fait l'objet d'une étude cartographique détaillée : Il est situé dans la partie Est du bassin de l'oued Rmel. Il couvre 10.750 ha soit 14,72 % du grand bassin (Oued Rmel).

3.2.1.- Les résultats de la cartographie prédictive

Le schéma cartographique a été basé sur l'établissement de trois cartes, qui sont les suivantes:

- La carte des pentes

Elle comprend cinq classes

- 1: 0 - 3 %
- 2: 3 - 7 %
- 3: 7 - 15 %
- 4: 15 - 30 %
- 5: > à 30 %

- La carte des formations superficielles (lithologie).

La lithologie de la zone nous a permis de sélectionner trois classes, qui sont les suivantes:

- 1: Formation consolidée**
- 2: Formation peu consolidée.**
- 3: Formation meuble.**

- La carte de degré de protection des sols:

Cinq niveaux de protection ont été retenus, ils se résument comme suit:

- 1: Très faible.**
- 2: Faible**
- 3: Moyen**
- 4: Elevé**
- 5: Très élevé**

Les cartes de synthèse de cette étape ont été obtenues suite à une confrontation des données de trois première cartes:

- La carte d'érodabilité : C'est le produit de la carte lithologique et la carte des pentes.

- La carte des états érosifs : C'est le résultat de la carte de degrés de protection du sol et la carte des indices d'érodabilité.

Cette carte qui constitue la phase finale de cette étape (Prédictive) nous a permis d'avoir cinq classes:

- 1: Très faible.**
- 2: Faible.**
- 3: Moyen.**
- 4: Grave.**
- 5: Très grave.**

3.2.2.- Les résultats de la phase descriptive

C'est la phase complémentaire de la première étape (Prédictive) . Elle se base sur la description directe de processus actuels de l'érosion et son évolution future, tout en tenant compte des facteurs influants sur l'état actuel de la dégradation des sols.

Les unités rencontrés dans la zone étudiée se répartissent comme suit:

*** Les zones stables**

<i>Forme de l'Erosion</i>	<i>Localisation</i>	<i>Code</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Zone stables naturels sans potentiel agricole avec risque d'érosion faible à modéré. - Zone stables naturels sans potentiel agricole avec risque d'érosion élevé. - Milieux stabilisés occupés avec risque d'érosion faible à modéré. 	<i>Zone forestière</i>	<i>011</i>
	<i>Zone forestière</i>	<i>012</i>
	<i>Piemont</i>	<i>031</i>

*** Les zones instables**

<i>Forme d'Erosion</i>	<i>Localisation</i>	<i>Code</i>
<p>* Erosion en nappe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erosion en nappe localisée avec risque faible - " " " " tendance élevée - " " " généralisé sans risque - " " " avec risque élevé - " " " très élevé 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Zones plates cultivée</i> <i>peu consolidée et aménagée</i> <i>Zone meuble</i> <i>Zone meuble</i> <i>non aménagé</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>L 11</i> <i>L 12</i> <i>L 20</i> <i>L 21</i> <i>L 23</i>
<p>* Erosion linéaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ravinement en rigoles ou individualisés - " dendrifique localisés 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Zone rocheuses</i> <i>Zone meubles en pente</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>C 12</i> <i>C 2</i>
<p>* Sédimentation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zones inondées périodiquement - " " en permanence avec sédimentation élevé 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Zone basse</i> <i>et les cuvettes</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>S 12</i> <i>S 2</i>

3.2.3. - La phase cartographique finale (Intégration)

Cette phase est le produit de deux étapes précédentes. Il s'agit de compléter les résultats obtenus lors de la phase édictive par les données descriptives des processus d'érosion cartographiées et réalisées au cours de la deuxième phase.

La combinaison de deux résultats nous fournit un produit cartographique très précis et reflète la réalité de l'état de dégradation du sol et l'évolution future de l'érosion.

4 - Problèmes et mesures envisagées

Dans la réalisation des différents produits cartographiques du projet nous avons utilisé des documents qui se différencient d'un document à un autre du point de vue dates de réalisation et approches utilisées..

En effet les cartes pédologiques qui couvrent la zone étudiée ont été effectuées à des dates et des échelles différentes. On trouve des cartes au 1/25.000, élaborées au cours des années cinquante alors que d'autres aux 1/50.000 et 1/10.000 réalisées à la fin des années soixante. Le réajustement des échelles et l'unification des légendes de ces cartes ont posé des problèmes pour l'obtention d'un document interprétable.

En ce qui concerne les photographies aériennes, qui constituent un support de base pour réaliser une grande partie du projet (carte d'occupation du sol, carte lithologique...). Il y a seulement deux missions qui couvrent le territoire : Celle de 1962 - 1963 à l'échelle 1/25.000 et celle de 1985 à l'échelle 1/80.000. Cette dernière a été utilisée pour la réalisation des cartes établies dans notre étude.

Les données fournies par l'échelle de cette mission restent insuffisantes pour aboutir à un document très détaillé. Ceci nous a obligé de faire plus de travaux de vérification sur le terrain et un réajustement de l'échelle des documents à partir des photographies aériennes.

5 - Conclusion

Malgré les difficultés rencontrées (différentes échelles et méthodologies) des documents interprétés : Le produit final de la cartographie réalisée (approche prédictive et descriptive), nous avons pu réaliser un document complet et détaillé pour une zone test tunisienne selon une méthodologie unifiée, interprétable à l'échelle et qui pourrait être généralisée à d'autres régions de la Tunisie.

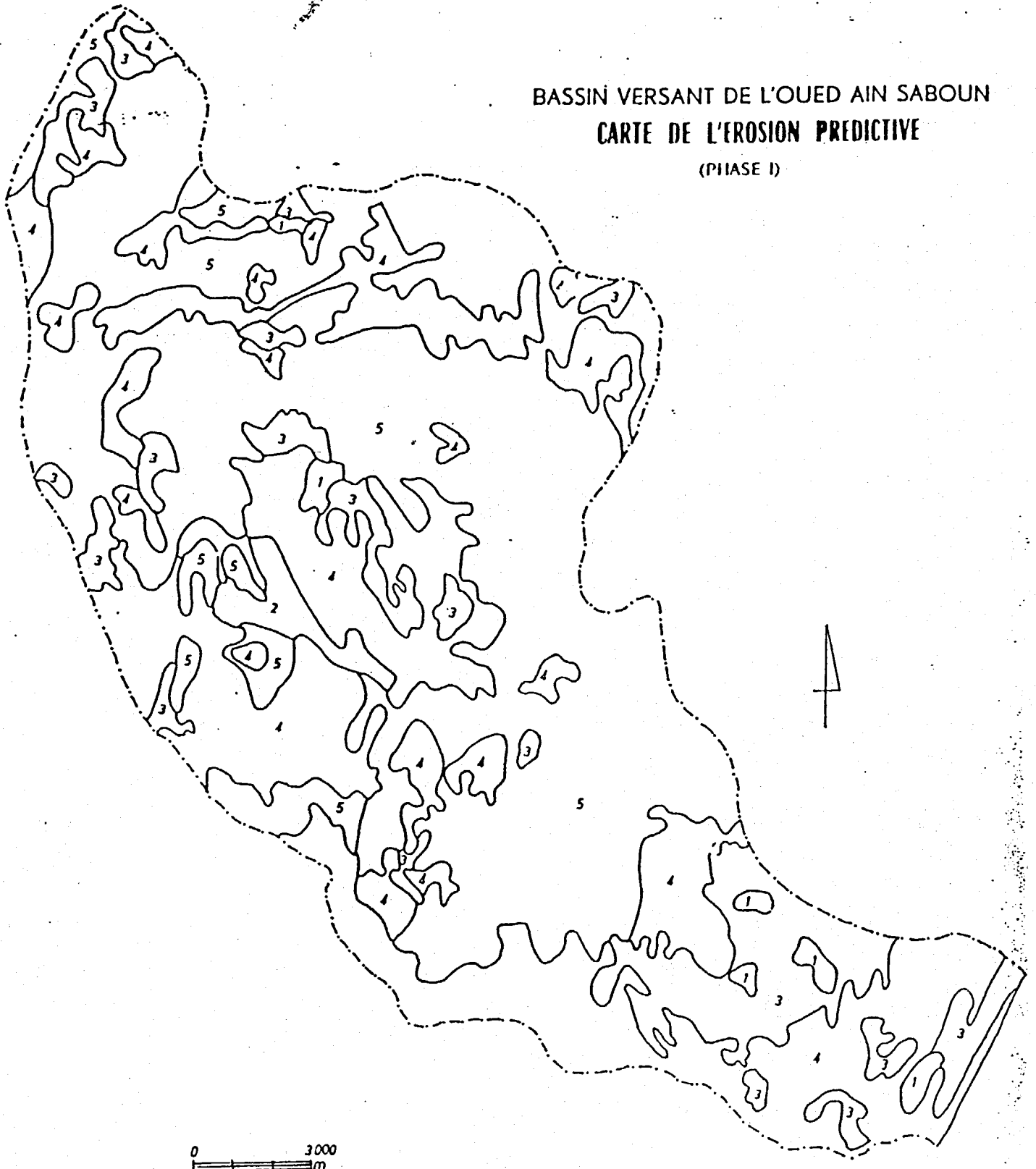
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- ABDALLAH R., CAMUS H., RAJHI A., 1990 - Evaluation de l'impact de travaux anti-érosifs. Résultats de la deuxième campagne de mesures sur les micro-bassins de Tebaga (région de Sbeitla). DGRE.
- 2- AGREBAOUI S., ATTIA R., DRIDI B., MTIMET A., 1995 - Cartographie de l'érosion des bassins versants Jbel Dyr El Kef et Jebel Kecherid région du Kef. ES 278, D/S.
- 3- ASSELINE J., ESCADAFAL R., MTIMET A., 1989 - Etude expérimentale de la dynamique superficielle d'un sol aride (Bir Lahmar - Sud Tunisien D/Sols).
- 4- ASSELINE J., ESCADAFAL R., MTIMET A., 1989 - Infiltromètre à aspersion. Dépouillement des données de terrain par micro-ordinateur DS.
- 5- ASSELINE J., BAHRI A., HENTATI A., MTIMET A., PONTANIER R., 1989 - Contribution à l'établissement de normes édaphiques et hydriques à l'aide de la simulation de pluie en vue du développement d'une agriculture, Tunisie aride. Bulletin N° 14, D/Sols.
- 6- BAHRI A., HENTATI A., MTIMET A., PONTANIER R., 1989 - Etude de l'érodibilité des variables physico-hydriques et du fonctionnement hydrique des terres cultivées en vue de l'établissement de documents cartographique. Bulletin N° 14, D/Sols.
- 7- BULLETIN de la Direction des Sols N° 14/1989
- 8- DELHOUME J.P., 1985 - Etude en milieu méditerranéen semi-aride ruissellement et érosion, en zone de piedmont de Tunisie Centrale (Djebel Semmana) : résultats 1976 à 1982. D/Sols.
- 9- EL AMAMI S., HADRI H., CHABBI A., MTIMET A., MAMOU A., 1984 - Les aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie, CRGR, Tunis 76 p.
- 10- ESCADAFAL R., MTIMET A., 1981 - Installation d'une station d'expérimentation sur la dynamique de la surface du sol. Bir Lahmar - Medenine ES 178 - Division des Sols - Tunis, 10 p.
- 11- ESCADAFAL R., MTIMET A., ASSELINE J. 1986 - Etude expérimentale de la dynamique superficielle d'un sol aride (Bir Lahmar - Sud Tunisie). Résultats de campagnes de mesures sous pluies simulées. ES 231 - D/Sols, Tunis, 63 p.
- 12- MTIMET A., 1985 - L'érosion hydrique dans les Matamat: (une nouvelles approche de caractérisation du matériau dans une optique d'un aménagement anti-érosif:). Direction des Sols.

- 13- MTIMET A., 1993 - Eau pluviale et ressources en sols " Retention par les ouvrages et par les terres ". Extrait du cahier du CERES : Série géographique N°7.
- 14- MTIMET A., 1993 - Connaître et exploiter nos sols pour mieux les protéger : ressources, distribution géographique et contraintes - ES 272 - Direction des Sols, 85 p + annexes.
- 15- MTIMET A., AGREBAOUI S., 1993 - Cartographie de l'érosion potentielle des bassins versants de l'Oued El Khirat et Oued Er Rmel (Zaghouan - Sousse) ES 269 , D/Sols.

BASSIN VERSANT DE L'OUED AIN SABOUN
CARTE DE L'EROSION PREDICTIVE

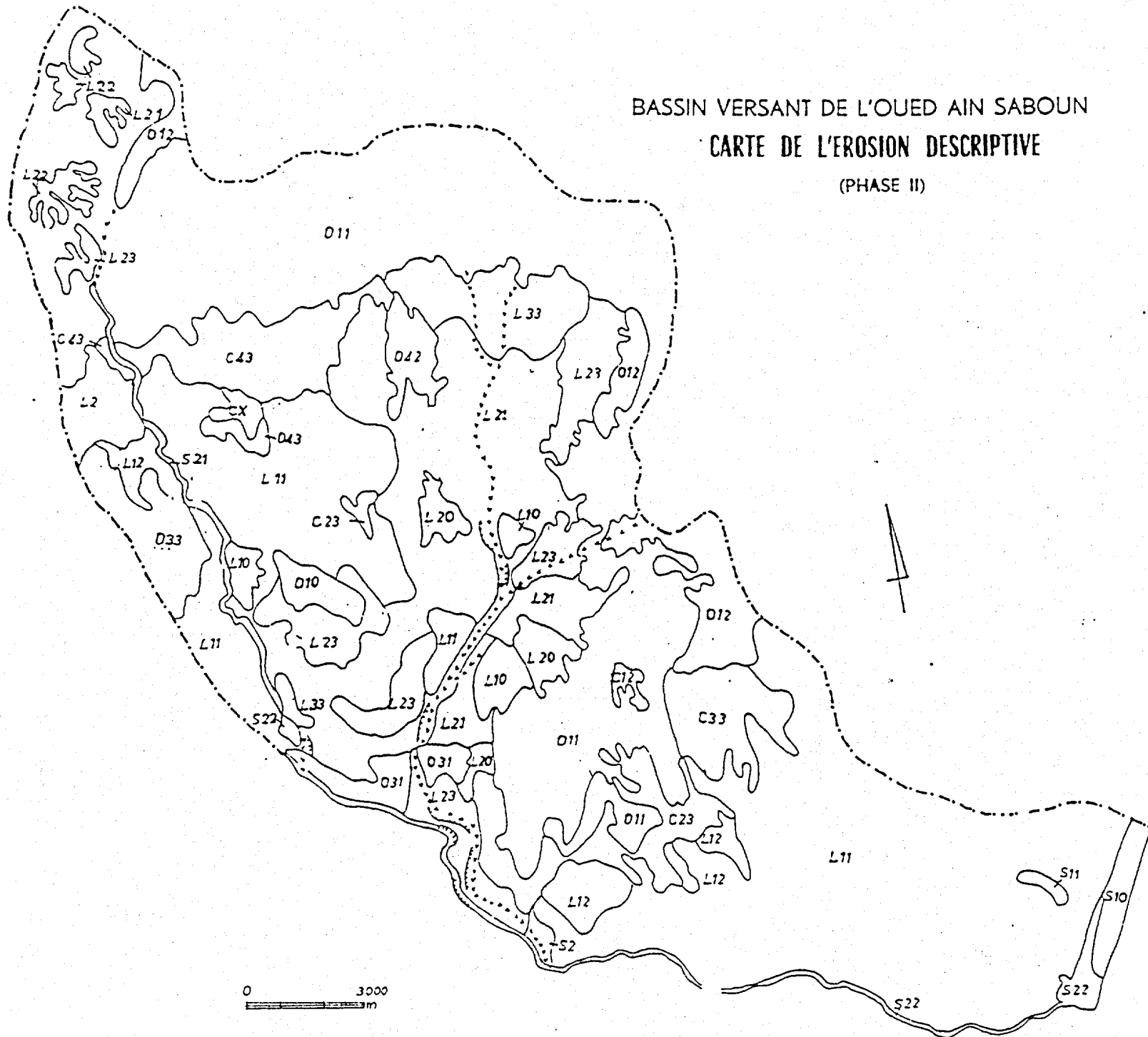
(PHASE I)



BASSIN VERSANT DE L'OUED AIN SABOUN

CARTE DE L'EROSION DESCRIPTIVE

(PHASE II)



356

BASSIN VERSANT DE L'OUED AIN SABOUN

CARTE DE L'EROSION FINALE

(PHASE I ET II)



**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Mtimet, A.; Agrebaoui, S. - L'évaluation des risques de l'érosion hydrique : une nouvelle approche de cartographie en zone semi-aride méditerranéenne, pp. 343-357, Bulletin du RESEAU EROSION n° 16, 1996.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr