

***Chapitre IV :***  
***Cartographie des zones***  
***instables***

## IV.1 Introduction

L'environnement naturel et ses divers composants constituent un grand obstacle face aux plusieurs projets et constructions élaborés par l'homme, cet obstacle est exprimé par le terme d'érosion quand il s'agit du milieu naturel. Il se manifeste sous différentes formes de mouvement des composants de surface, cela a poussé les chercheurs à s'intéresser au domaine d'érosion et risque de mouvement des masses, et planifier des plans précisant les différentes forme d'érosion en s'appuyant sur des méthodes et des techniques, y compris les différents plans ZERMOS (zones exposées aux risques de mouvements de sol et de sous-sol).

Au début des années quatre-vingt, s'est apparus les Plans d'Exposition aux Risques naturels (PER) dans les pays occidentaux, ces plans ont attiré l'attention de divers départements administratifs, ce qui les a poussés à la réalisation de ces plans, qui servent les intérêts de travaux publics. Ces plans sont associés aux plans d'occupation des sols.

Le fait que l'Algérie est parmi les pays qui souffrent de ce type de risques naturels, nous avons décidé d'établir le plan PER de la commune de Mila en suivant une méthode géomorphologiques qualitative où nous avons choisi la commune de Mila comme modèle pour l'application de cette méthode et ce, en raison de sa vulnérabilité aux actions géomorphologique intenses qui constituent un obstacle important face à l'extension de l'urbanisation et en plus la dégradation de ses terres agricoles.

## IV.2. Problématique de l'étude

La commune de Mila est parmi les premières communes touchées par les problèmes d'érosion des sols et d'instabilité des terrains de manière considérable, conduisant à l'endommagement de vastes terres agricoles et quartiers résidentiels.

La commune de Mila est caractérisée par une lithologie défavorable (roches tendres) et un relief topographique encourageant le mouvement et le déplacement de terres essentiellement dans les collines. En plus, une absence quasi-totale de couverture végétale et la présence de quantités importantes de précipitations (jusqu'à 633 mm par an), dont 50% concentrées en trois ou quatre mois consécutifs de la période hivernale. Ainsi que la situation géographique de la ville de Mila au piémont nord de Djebel Akhal semble être exposée aux fortes précipitations. Ces caractéristiques font du territoire de la commune de Mila une zone de faiblesse qui ne peut résister aux phénomènes d'érosion, et donnent une certaine vulnérabilité vis-à-vis les mouvements de masses. Cette vulnérabilité est une donnée très importante à laquelle les autorités se sont confrontés, c'est-à-dire les plans d'aménagement et de développement de la commune sont complètement compromis vu les difficultés de

L'élaboration des projets adéquats dont l'extension laisse supposer une menace à l'équilibre Naturel des versants qui d'ailleurs ceinturent la ville.

Donc les caractéristiques naturelles de la commune ont forcé les utilisateurs et les exploitants des milieux naturels, à l'impératif d'étudier l'évolution du relief, inventorier les zones endommagées et les quantifier, puis les évaluer selon des plans et cartes montrant les possibilités de l'utilisation des terres pour les exploitations éventuelles. Ces plans sont considérés comme des documents de base dans le processus d'estimation de l'aléa naturel pour l'allègement des risques associés et dans l'identification des zones potentiellement instables et/ou les terrains récupérables.

Les plans d'aménagement qui seront établis à l'avenir permettraient ainsi de mieux cerner, à priori, tous les problèmes affectant considérablement la région. La possibilité de mieux comprendre les mécanismes des phénomènes d'érosion constitue les paramètres essentiels quant à l'élaboration des plans de développement de la commune de Mila.

### **IV.3.Représentation cartographique des risques naturels**

Les cartes des risques naturels liés la dynamique des versants se considèrent d'une importance très particulière dans de nombreux pays où l'établissement de cartes de susceptibilité, de vulnérabilité et de risque est devenu une source qui alimente une grande partie de sujets de recherche.

#### **IV.3.1.Inventaire des indicateurs et des facteurs d'instabilité**

Selon D.J. Vernes (1978), la détection des facteurs à l'origine des risques naturels se base sur deux principes :

- **Premièrement** : le passé et le présent sont la clé de l'avenir.
- **Deuxièmement** : qui est moins significatif que le premier, c'est que les mêmes causes produisent les mêmes effets. À cet effet, les données du passé et les événements actuels nous conduisent à rechercher les facteurs qui expliquent cela.

La représentation cartographique des aléas naturels et l'estimation des risques associés constitue un but essentiel dans le recensement des principaux événements antérieurs et actuels : Par repérage ou localisation des zones actives ou réactivées (les mouvements déclarés). Ce repérage pourrait aider à mieux identifier les zones à risque, conformément aux deux principes énoncés précédemment, ainsi les zones de mouvements de masse seront jugées par leur faible résistance. De plus la représentation cartographique définit les différents types de mouvements touchant une région. Ces mouvements sont considérés comme des critères d'identification de la nature de la menace ou du risque courant. Elles peuvent éventuellement donner les éléments aidant à comprendre les degrés du risque naturel, soit à partir de son âge

et son évolution dans le temps ou par observation ou encore par l'ampleur des masses Emportées. Cet inventaire est basé sur la constatation des signes et indicateurs de mouvements de matériaux sur terrain, souvent facilement repérables sur les photo-aériennes.

#### **IV.3.2.Etablissement du plan d'exposition aux risques naturels de La commune de Mila :**

Le milieu naturel est constitué d'éléments composés et qui se compliment constituant ainsi un dynamisme qui apparaît sous diverses formes d'érosion et à différents degrés; le tout dépend des caractéristiques du milieu naturel. Dans le territoire de la commune de Mila, on peut distinguer deux types d'érosion :

- **Erosion en masse** : représentée par les mouvements de masses : les glissements de terrain, les coulées de boue, les solifluxions et les éboulis de pente.
- **Erosion linéaire** : il s'agit du ravinement et creusement qui cause la perte de sol par ruissellement (écoulement des eaux de surface) et sapement de berge, il apparaît sous forme de ravineaux (quelques centimètres), de ravines (quelques mètres) et de ravins (plus de 2 ou 3 m) dans certains cas.

L'intensité ou l'acuité de chaque phénomène d'érosion diffère d'une région à l'autre et selon leur composants naturels; pour cela nous avons voulu, dans notre approche de cartographie, séparer ces composants, puis essayer de déterminer l'ampleur de la contribution de chaque facteur dans l'activation ou l'accélération de ces phénomènes, on trouve que les facteurs de pente, de lithologie, de couvert végétal et d'hydrologie, constituent entre eux les principaux facteurs à l'origine de divers processus géomorphologiques.

Pour déterminer le degré d'influence de chaque facteur, ainsi que la localisation des zones endommagées (zones à risque), nous avons adopté la méthode de superposition des cartes de facteurs d'instabilité proposée par P. Gue Remy (1978) où nous avons pris la carte des formes actuelles d'érosion, comme document de base pour extraire les divers phénomènes, et ensuite la superposer sur les cartes des facteurs essentiels permettant l'activation des processus géomorphologiques. Mais la difficulté qui s'est posée c'est que ces deux phénomènes sont indissociables (mouvements de masse et érosion linéaire).

P. Gue Remy (1978) expose son organigramme de l'élaboration du plan d'exposition aux risques naturels (Figure.IV.1) qui comporte deux étapes :

##### **A/ Première étape :**

Dans cette étape, les formes d'érosion sont divisées en deux (mouvement de masses et ruissellement) et ensuite traitées suivant deux importants axes :

**A.1. Premier axe :** On expose les effets des mouvements de masse. Il consiste à faire caler la carte des mouvements de masse avec les cartes des pentes, (ou la carte d'occupation des sols dont on n'en dispose pas).

**A.1.1. Relation ou influence du facteur pente sur les des mouvements de masse :**

**a. Carte des mouvements de masses :**

Dans cette carte, on a divisé les mouvements de masses en trois catégories selon leur degré d'activité (Figure IV. 2):

- **Catégorie I :** comporte les mouvements rapides tels que les glissements rotationnels, les glissements en planche, les coulées boueuses et les éboulis.
- **Catégorie II :** comporte les mouvements de masses lents ou à temps espacés (mouvements récurrents) et les solifluxions.
- **Catégorie III :** comporte les mouvements inactifs ou figés c'est-à-dire les mouvements hérités du Quaternaire.

Le degré de vulnérabilité ou d'endommagement s'évalue à partir de l'intersection des catégories des degrés d'activité des mouvements de masses avec les différentes classes de pentes (matrice A).

**b. Classes de pentes :**

- La première classe de 0 à 3%.
- La deuxième classe de 3 à 12,5%.
- La troisième classe de 12,5 à 25%.
- La quatrième classe plus de 25%.

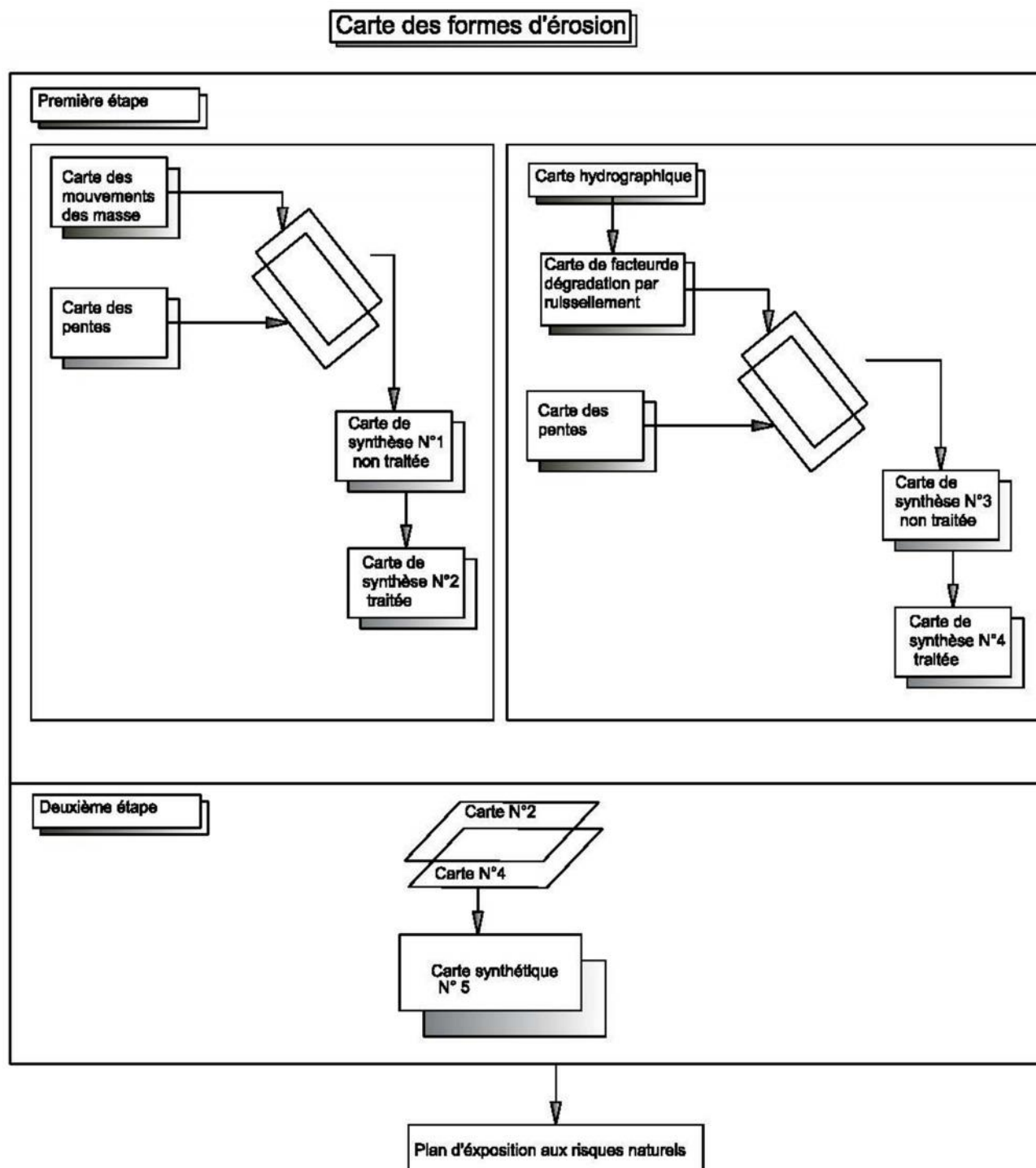


Figure VI. 1 : Organigramme d'établissement du plan d'exposition aux risques

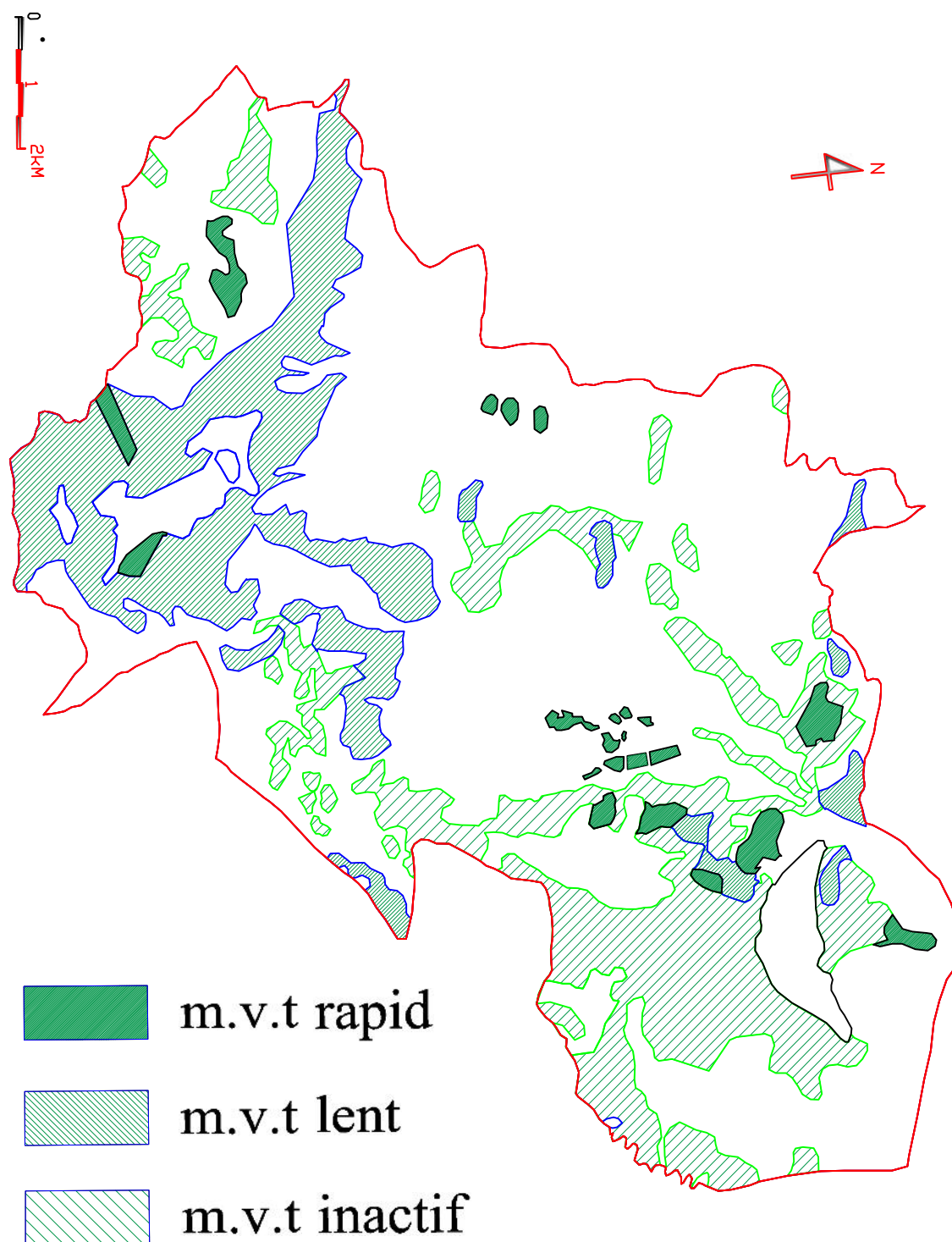


Figure.VI.2 : degrés d'activité des mouvements de masse dans la commune de Mila

### C. Processus de superposition :

Cette opération se traduit en calant la carte des mouvements de masses avec la carte des pentes, ainsi nous avons abouti aux résultats énoncés dans la matrice A et (Fig.VI.3)




: la matrice (A) est une matrice brute composée de quatre lignes et trois colonnes, elle montre les premiers résultats de l'intercalation, où les différentes catégories de mouvement de masses et de pente s'insèrent complètement, ainsi on en tire douze cas représentés sur la carte de synthèse N° I (Fig.VI.4). Toutefois, en cartographie ce nombre de cas est très grand et donc ne permet pas la comparaison, pour cela, on a simplifié ce nombre de groupe de catégorie en trois (3) groupes principaux mentionnés dans la matrice (B) et représentés sur la figure VI.5.

	Mouvements de masses			
Degrés De pentes		M0	M1	M3
	A			
	B			
	C			
	D			

	Mouvements de masses			
Degrés De pentes		M0	M1	M3
	A			
	B			
	C			
	D			

Matrice A : Données brutes de la superposition

Matrice B : Résultats du traitement de la matrice A

	: Zones faiblement endommagées
	: Zones moyennement endommagées
	: Zones très endommagées

**Figure VI.3 Les matrices A et B représentent la relation pente-mouvements de masses**

Ces trois groupes représentent les degrés de vulnérabilité et de sensibilité aux mouvements de masse selon la pente :

- \* Degré I : représente les terrains très sensibles et fortement vulnérables.
- \* Degré II : reflète les terrains moyennement sensibles et peu vulnérables.
- \* Degré III : reflète les terrains stables à stabilité limite.

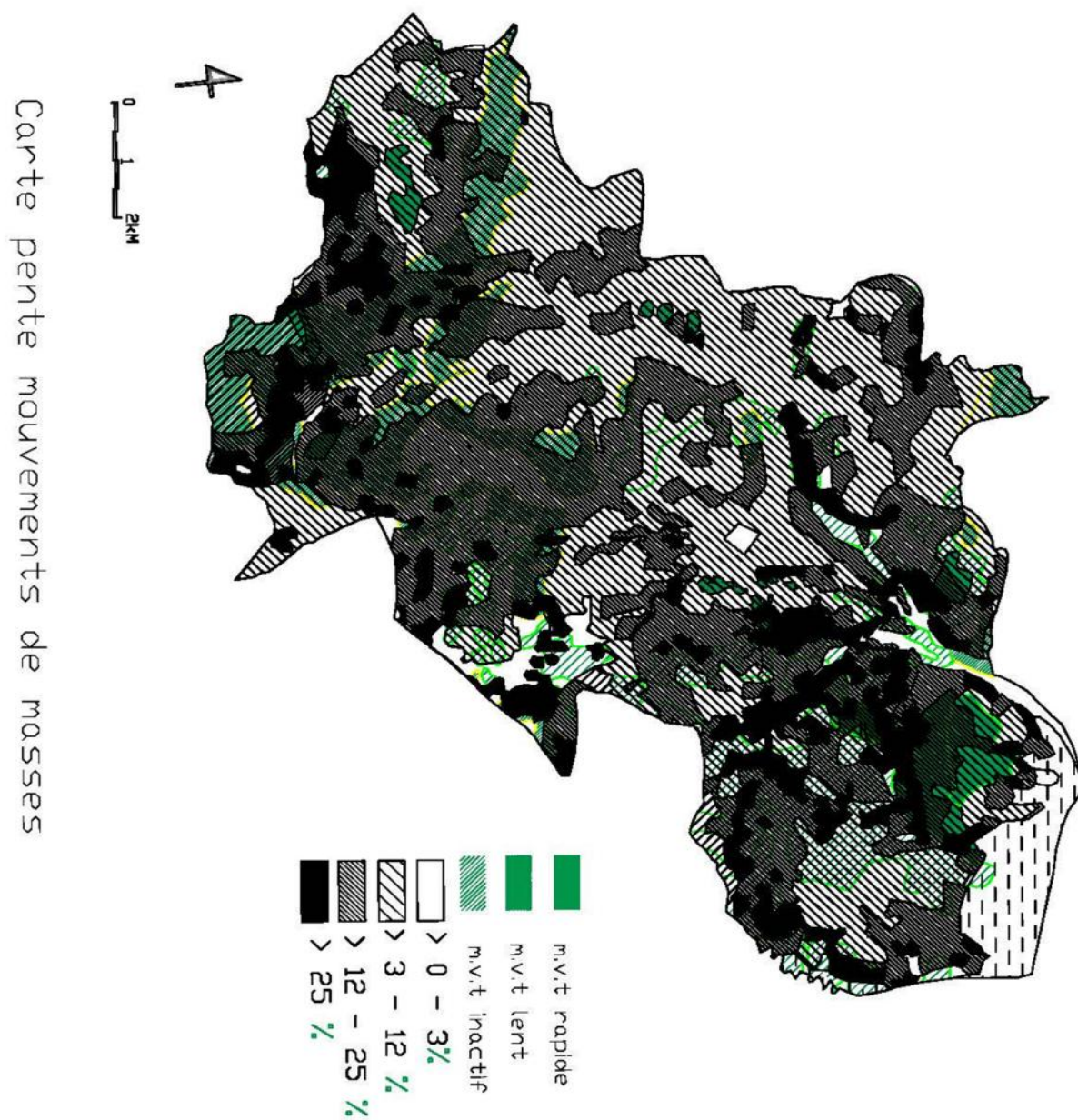


Fig. VI.4 : Carte de synthèse N° 1 : Mouvement de masses selon la pente

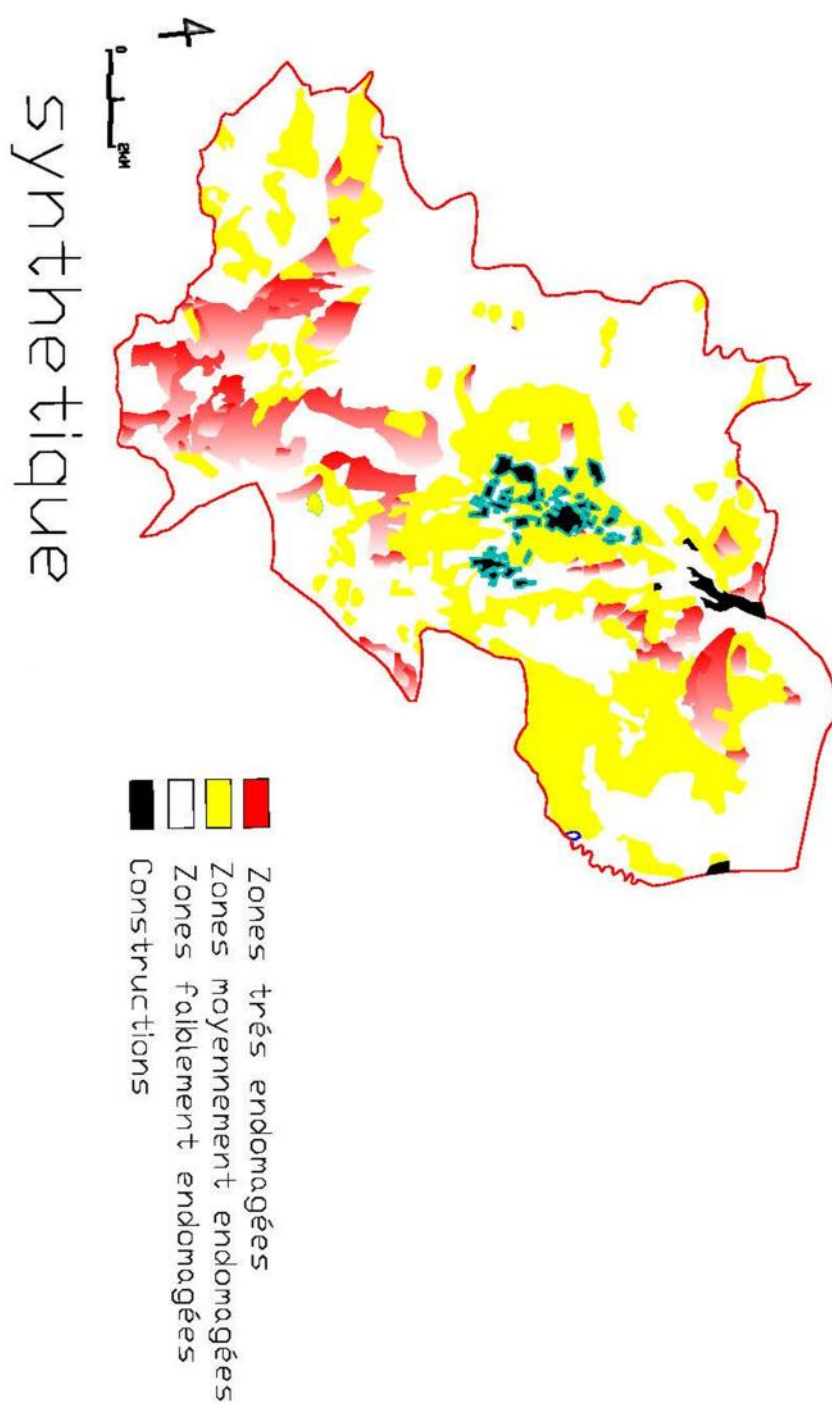


Figure.VI.5 : carte synthétique N° II : mouvements de masse selon la pente.

#### A.1.4. Résumé du premier Axe :

A partir de la carte synthétique N°II (Figure. IV.5), on conclut que le territoire la commune de Mila peut être classé en trois unités :

- **La première unité** se localise dans la partie orientale endommagée, qui est séparée du centre de la commune par Oued El Mekhaoud.
- **La deuxième unité**: elle représente les terrains répartis dans la partie centrale de la Commune.

Elle est séparée de la première unité par Oued El Mekhaouad.

- **La troisième unité**: se situe dans la partie occidentale du territoire de la commune, elle est séparée de la deuxième partie par Oued Ouled Bouhama, c'est une unité endommagée

#### A.2/ Deuxième Axe :

##### A.2.1/ détermination du coefficient de dégradation par ruissellements:

Dans cet axe, on va s'intéresser aux effets qui peuvent être causés par le ruissellement (écoulement de surface), il engendre la dégradation et la perte des terres et sols sous forme de ravinement et surcreusement.

Mais quand nous avons essayé d'analyser ce phénomène et sa relation avec d'autres facteurs comme la pente, nous avons constaté que le processus de superposition de ces facteurs ne donne pas des résultats fiables parce que le facteur pente influe d'une manière surfacique et le creusement influe sous forme linéaire.

Pour cela nous avons essayé de déterminer l'impact spatial de l'érosion linéaire par la manière suivante

- A - diviser le domaine communal en petits bassins hydrographiques ou sous bassins versants.
- B - calculer la surface de chaque sous bassin pour estimer sur la quantité d'eau reçue.
- C - calculer la longueur du réseau hydrographique dans chaque sous bassin, ce chevelu reflète l'étendue ou l'ampleur de l'activité du creusement linéaire.
- D - calculer le coefficient de dégradation par ruissellement et ce par division de la longueur du réseau hydrographique sur la surface du sous bassin, ce facteur reflète la relation entre la quantité d'eau reçue par chaque sous bassin et l'intensité des cours d'eau.

Nous avons obtenu les résultats présentés dans le tableau (IV.1) et sur la (figure VI.6).

Catégories	1	2	3
Surface (km <sup>2</sup> )	11,02	45,53	74,27
Coefficient de dégradation	< 1	> 1 et < 2	> 2

**Tableau.IV.1 : Valeurs du coefficient de dégradation par ruissellement.**

Les résultats de ce tableau sont issus de l'équation  $R = L_i / S_i$  où : R

: Coefficient de dégradation par ruissellement (écoulement).

$L_i$  : Longueur du réseau hydrographique à l'intérieur de chaque bassin en km.  $S_i$

: La surface de chaque bassin versant en km<sup>2</sup>.

Le but de cette opération est d'essayer de déterminer la sensibilité des sous bassins au ruissellement selon la surface de réception de chaque sous bassin, plus la surface de réception est grande plus augmente le débit dans les cours d'eau, cela constitue une énergie érosive des eaux surtout si elles sont soutenues par le gradient de pente, qui est le principal moteur de l'énergie cinématique des eaux.

À cette fin, nous avons procédé à la superposition de la carte des pentes avec la carte du coefficient dégradation par ruissellement (voir carte synthétique N°III, figure VI.7) et par conséquent nous pouvons identifier les zones vulnérables. Les résultats du calage sont présentés dans les matrices C et D (figure.VI.9) : la matrice (C) composée de trois (3) colonnes et quatre (4) lignes constitue les premiers résultats (résultats bruts) du calage, elle contient douze (12) cas. La matrice (D) présente le résultat du traitement de la matrice (C) et exprime les degrés de vulnérabilité ou d'endommagement dûs au ruissellement selon la pente où il a été en mesure d'identifier trois catégories :

- **Catégorie I** : comporte les zones peu ou faiblement vulnérables à quasi-stables.
- **Catégorie II** : représente les zones endommagées.
- **Catégorie III**: comporte les zones fortement vulnérables (gravement endommagées).

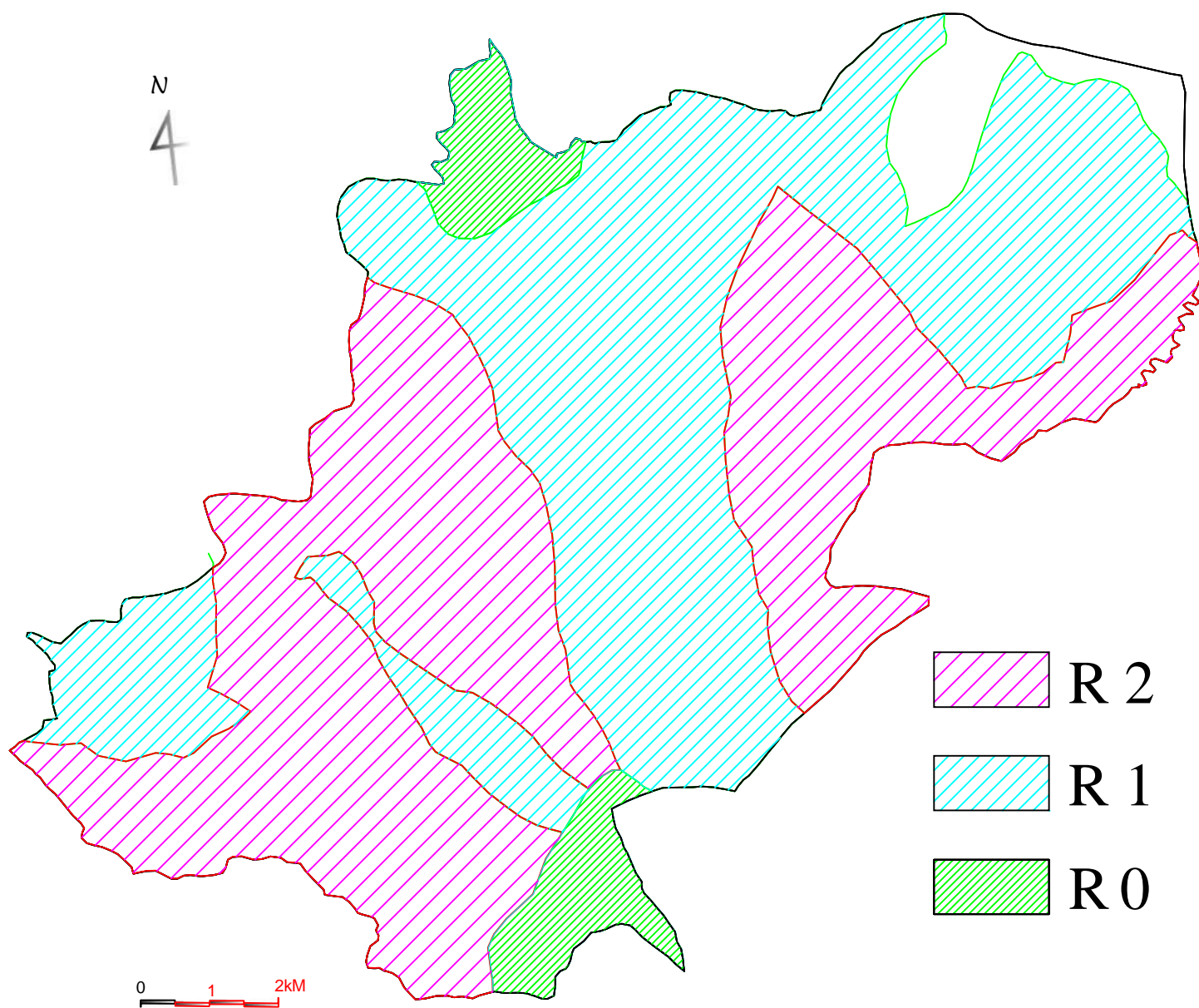


Figure IV.6. Carte de facteur de dégradation par ruissellement.

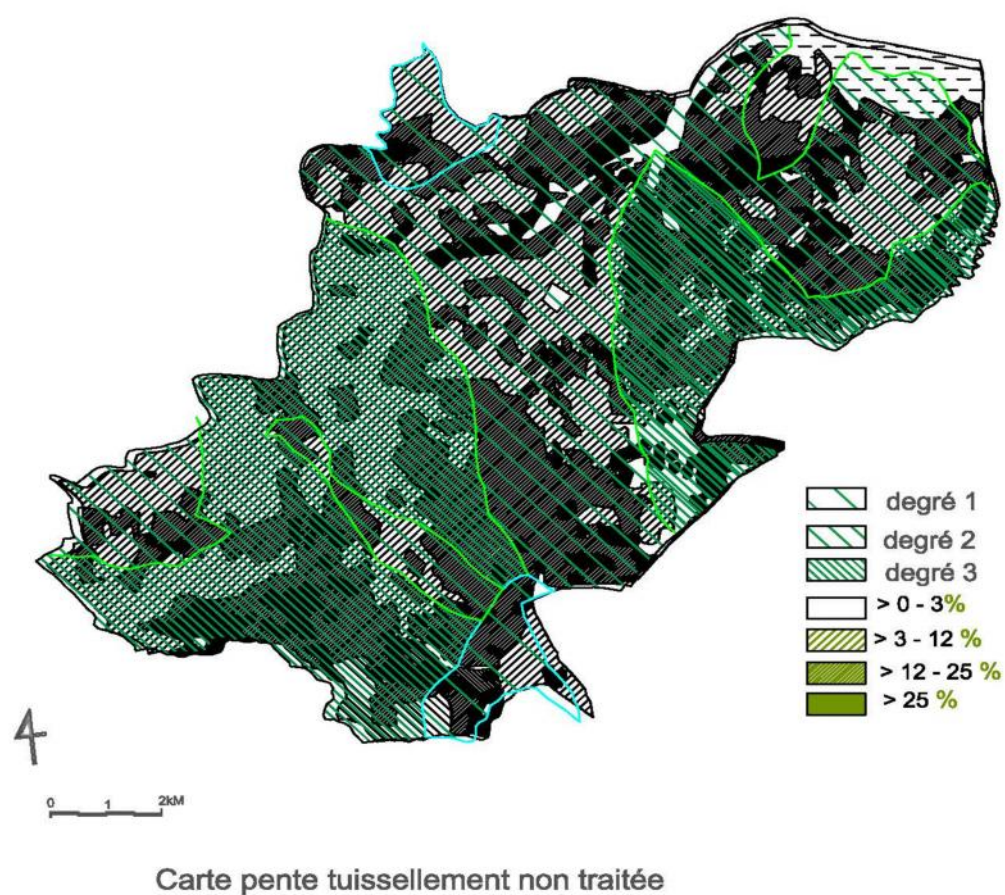
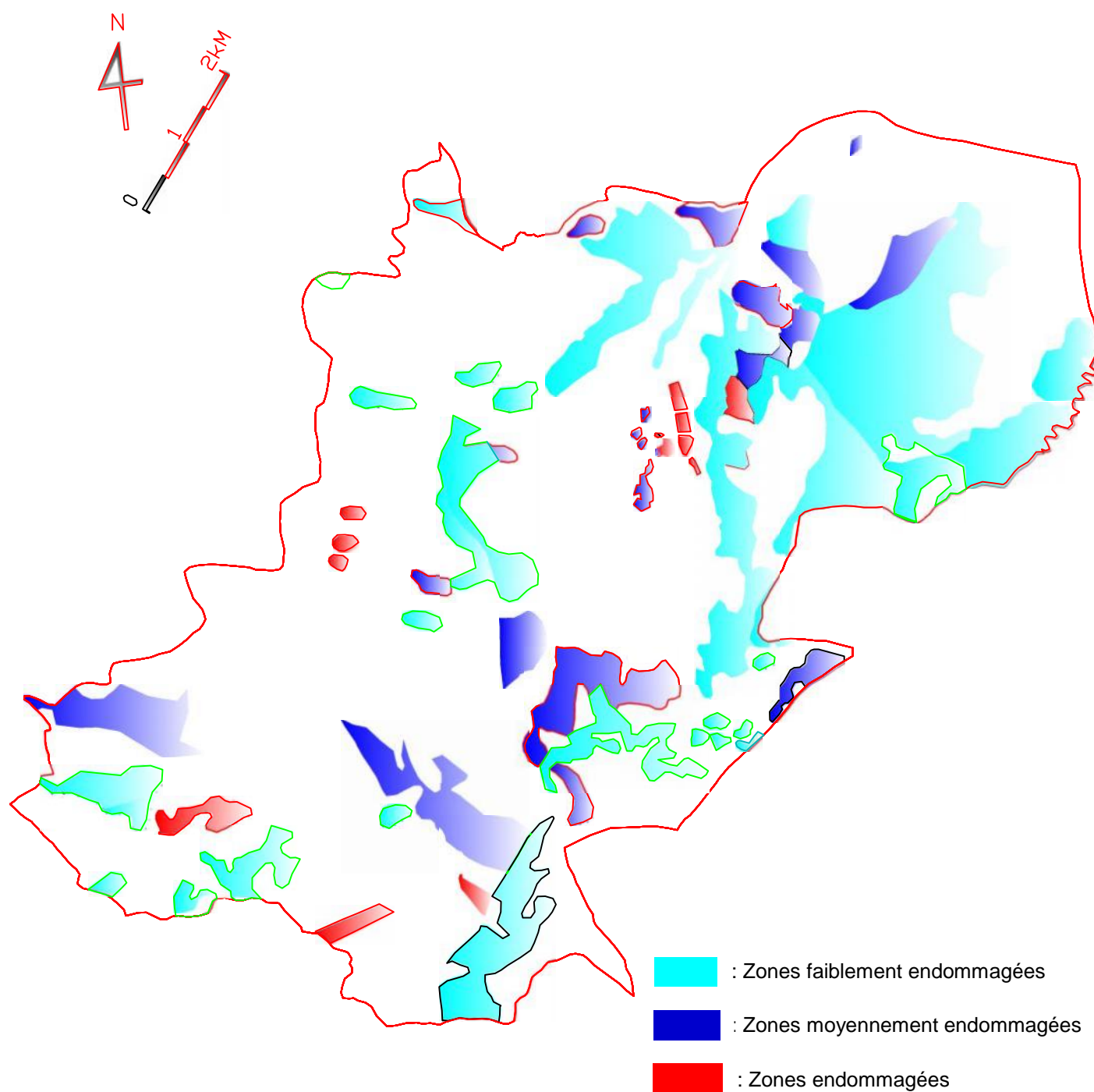


Figure.VI.7 : commune de Mila : carte synthétique N° III du ruissellement selon la pente.



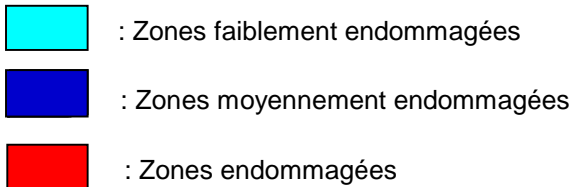
**Fig.VI.8 : carte synthétique N° IV : ruissellement et pente.**

		coefficient de dégradation		
Degrés De pentes		R0	R1	R2
	A			
	B			
	C			
	D			

		coefficient de dégradation		
Degrés De pentes		R0	R1	R2
	A			
	B			
	C			
	D			

Matrice :C données préliminaires du calage

Matrice D : Résultats de traitement de la matrice C



**Figure.VI.9: Les matrices C et D représentent la relation entre les mouvements de masses et le ruissellement.**

Les résultats de ce processus sont représentés par la carte de synthèse N° IV (figure VI.9) par laquelle nous avons pu identifier les zones vulnérables (endommagées) à cause du ruissellement, autrement dit, les zones à forte concentration du chevelu hydrographique.

#### A.2.4/ Résumé du deuxième axe :

A partir de la carte de synthèse N° IV (figure VI.8), nous avons pu diviser le domaine de la commune de Mila en trois unités de base :

- **La première unité** se situe dans l'Est de la commune, c'est une zone endommagée à cause du ruissellement intense.
- **La deuxième unité:** est située dans partie centrale de la commune, elle est faiblement endommagée, séparée de la première unité par la vallée de Oued El Mkhaoud.
- **La troisième unité:** limitée dans à l'Ouest du territoire municipal et séparée de la deuxième unité par Oued Ouled Bouhamma, c'est une unité endommagée par le ruissellement.

#### B/ Deuxième étape : Superposition des cartes synthétiques N° II et IV :

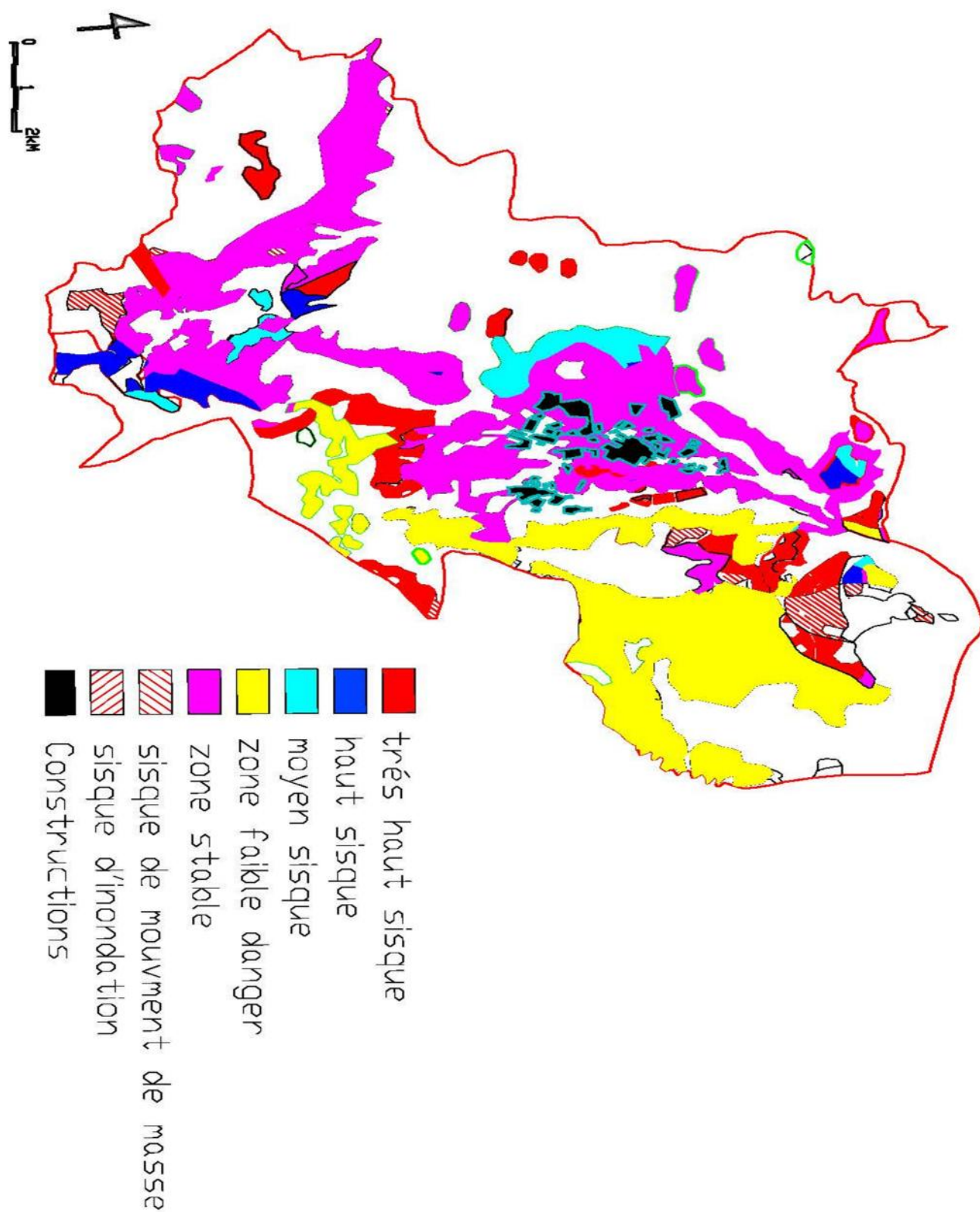
Cette étape consiste à établir le Plan d'Exposition aux Risques naturels de la commune de Mila à partir de la superposition finale entre les résultats de la premier étape représentés par la carte synthétique N°II et la carte synthétique N°IV de la commune de Mila qui est le substrat de tous les phénomènes géomorphologiques, Les résultats seront en fonction des matrices A et B (figure VI.12) : la matrice (B) composée de quatre colonnes et quatre lignes représente la relation pente-mouvements de masses, la matrice (D) composée de quatre colonnes et quatre lignes représente la relation carte des pentes avec la carte du coefficient dégradation par ruissellement.

Nous avons eu seize cas, cependant, la plupart de ces cas pourrait être incluse dans une seule catégorie, à cette fin, nous avons examiné et traité cette matrice.

		Ruissellent			
		0	1	2	3
Mvt de masse	0				
	1				
	2				
	3				

	Très haut risque
	Haut risque
	Moyen risque
	Zone faible danger
	Zone stable
	Risque de mvt de masse
	Risque d'inondation

**Figure.VI.10: Superposition de la carte synthétique II et synthétique IV**



**Fig.VI.11 : Carte d'exposition aux risques naturels de la commune de Mila.**

