

Modélisation et cartographie des zones vulnérables à l'érosion hydrique à l'aide de la méthode **PAP/CAR** et les **SIG** dans le bassin versant des lacs Iffer, Ifrah et Afourgagh (Moyen Atlas, Maroc)

Réalisé par:

Abdellah EL HMAIDI

Habiba OUSMANA

Équipe sciences de l'Eau et Ingénierie
de l'Environnement

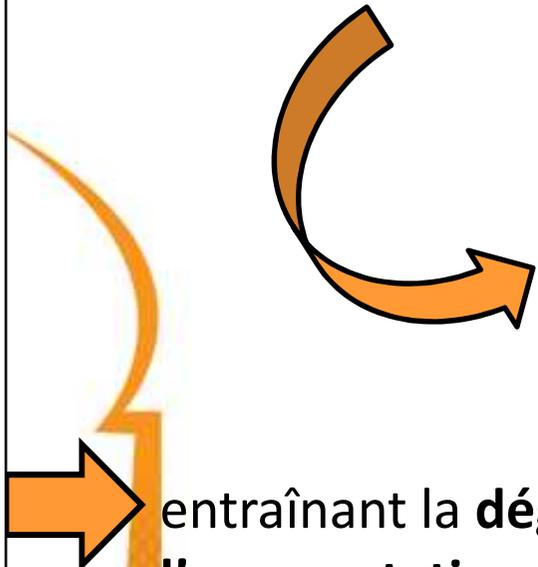
- ❑ Introduction
- ❑ Présentation de la zone d'étude
- ❑ Présentation de la méthodologie du travail
- ❑ Etude de la dégradation potentielle des sols dans le bassin versant des lacs Iffer, Ifrah et Afourgagh
- ❑ Conclusion

INTRODUCTION

L'érosion hydrique est une source de la **dégradation des sols** dans les régions semi arides et surtout en zone méditerranéenne. Elle constitue une **cause principale de la désertification**.

Au Maroc, **40%** (2 à 59 t/ha/an) des terres sont affectées par l'érosion hydrique.

les **problèmes d'érosion hydrique** se sont accentués ces dernières décennies

- 
- ❖ la **croissance démographique**,
 - ❖ La **déforestation**,
 - ❖ la **surexploitation** et le **surpâturage**,
 - ❖ l'**urbanisation**.

entraînant la **dégradation du couvert végétal** et par la suite l'**augmentation du ruissellement** et de l'**érosion**.

Effets de la dégradation des sols

❑ *Sur le plan environnemental*

- La perte de la fertilité des sols,
- La diminution de la capacité de rétention de l'eau.

❑ *Sur le plan socio-économique*

- La réduction de la productivité agricole de sol,
- Il peut également altérer la santé de la population.

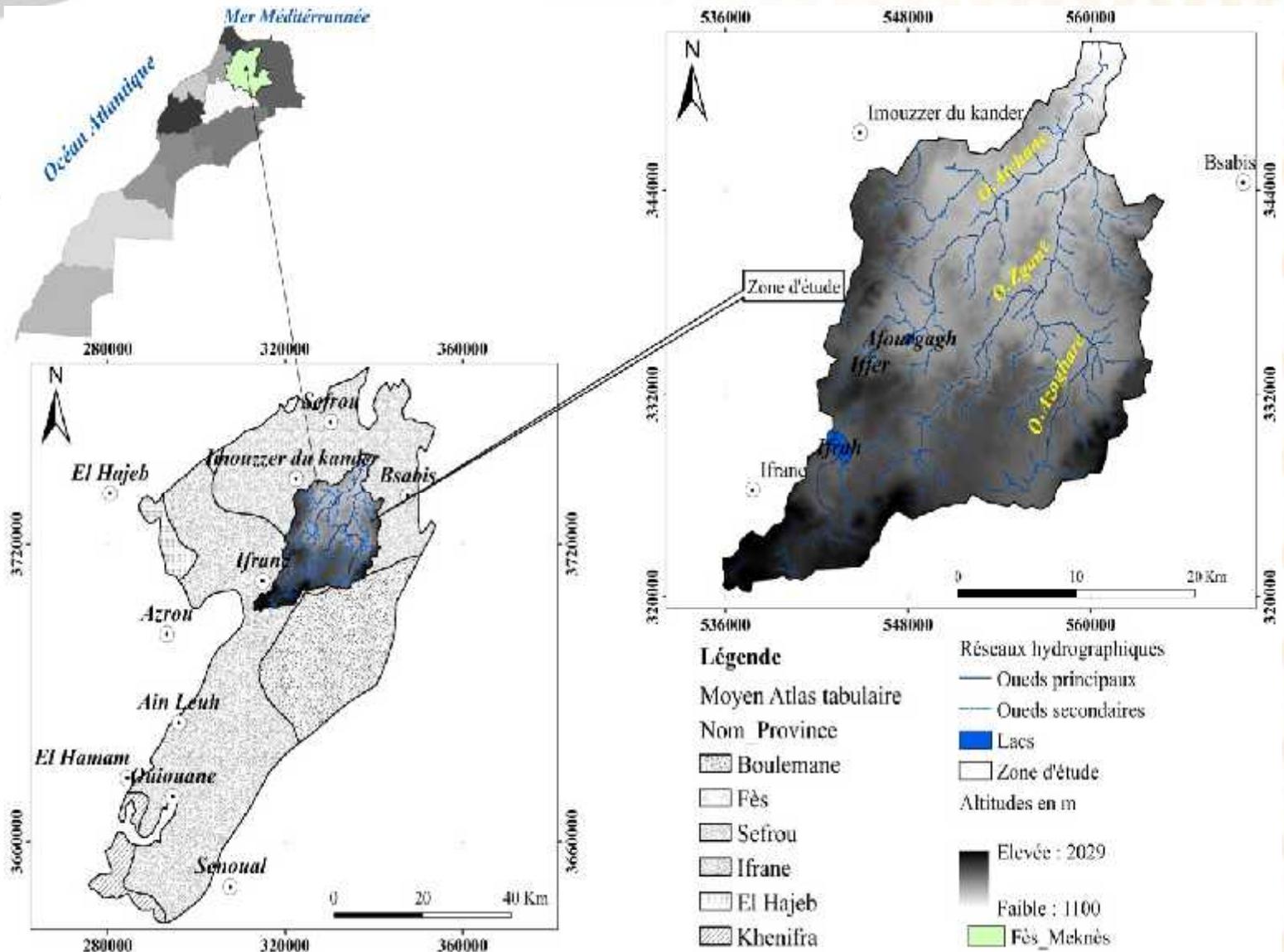
OBJECTIF

⇒ Développer une **méthodologie** utilisant les systèmes d'information géographique (SIG) et PAP/CAR pour **cartographier** les zones à **risque d'érosion hydrique** dans le bassin versant des lacs Ifrah, Iffer et Afourgagh (Moyen Atlas central, Maroc).

⇒ Produire une **carte de risque** qui peut être utilisée comme document de base pour les planificateurs et les décideurs dans **l'aménagement** de la région de **Moyen Atlas**.

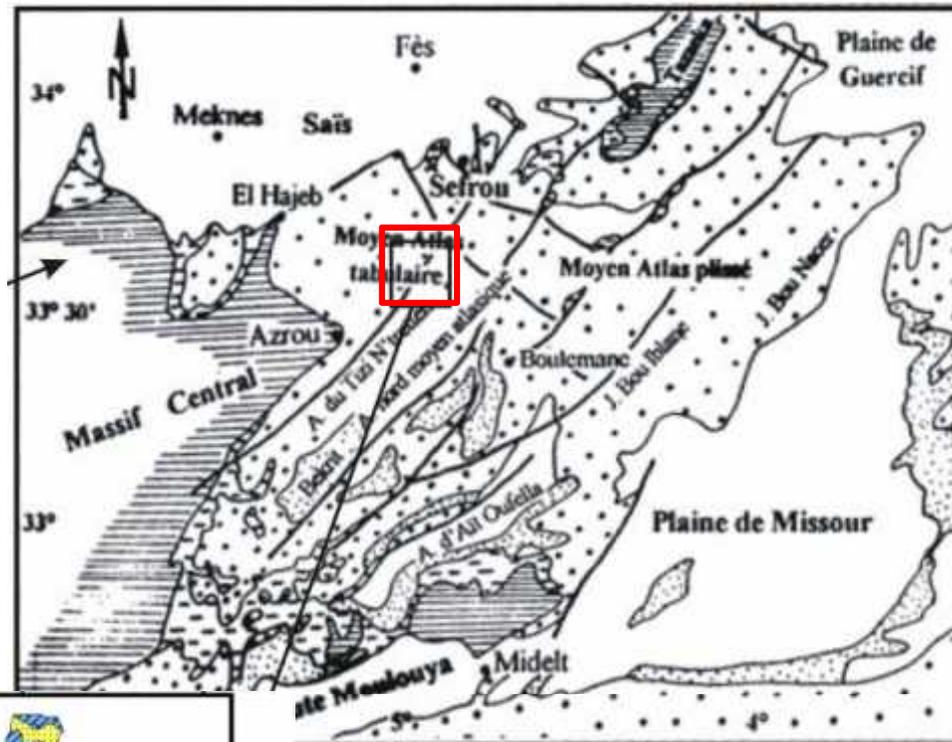
Présentation de la zone d'étude

➤ Situation géographique

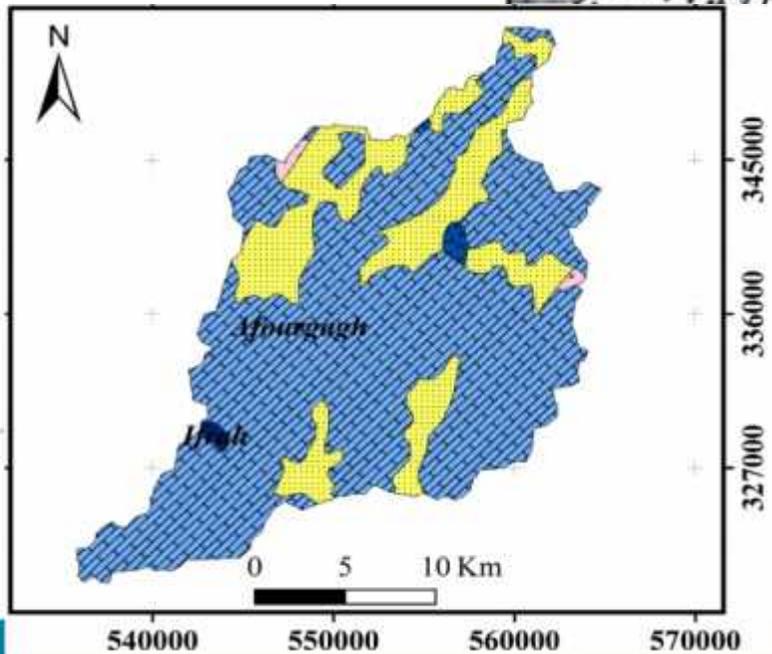


Situation géographiques des lacs Ifrah , Iffer et Afourgagh.

- Le bassin versant étudié marqué par un ensemble dolomitique à calcaro- dolomitiques du Lias inférieur et moyen, recouvrant des argiles du Trias



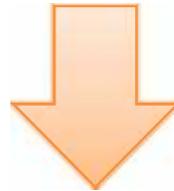
- Legend**
- Lakes
 - Quaternary basalt
 - Basalt of Upper triassic
 - Liassic limestone
 - Quaternary clayey sands



- Faïlle
 - Néogène-Quaternaire
 - Crétacé-Eocène
 - Jurassique
 - Trias et Infra-Lias
 - Paléozoïque
- 20 Km

Situation géologique de la zone d'étude.

Le **climat** de la zone d'étude est de type méditerranéen **sub-humide** à hiver froid.



La température moyenne se situe entre **3** et **22°C**. La température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois **d'août (22,8°C)** alors que la plus basse est celle du mois de **janvier (3,2°C)**.

Méthodologie adoptée

Méthode PAP/CAR

(Programme d'Activité Prioritaire / Centre d'Activités Régionales)

- basée sur les facteurs naturels
(Lithologie, pente, couvert végétal ...)
- Fondée techniquement sur 3 approches
 - L'approche prédictive
 - L'approche descriptive
 - L'approche d'intégration

1. Approche prédictive

- Cette phase contrôle l'érosion à partir de la **cartographie thématique** des **facteurs** (**pente, lithologie, occupation des sols et degré de couvert végétal**).
- Elle se termine par la **déduction de la carte d'état érosif** qui donne une idée sur le degré d'érosion dans toute la zone d'étude.

2. Approche descriptive

- Elle donne une **image réelle** sur les **différentes formes d'érosion** se trouvant sur la zone d'étude ainsi que leurs degrés d'exposition à la dégradation.

3. Approche d'intégration

L'approche d'intégration est la **superposition des cartes** des **états érosifs** obtenues par la cartographie thématique et la carte des **formes d'érosion** obtenue par la cartographie descriptive directe des formes d'érosion sur le terrain ou par les images satellites.

Programme d'Activité Prioritaire / Centre d'Activités Régionales

Approche
prédictive

Déduction de la *carte d'état érosif* qui donne une idée sur le *degré d'érosion*.

Approche
descriptive

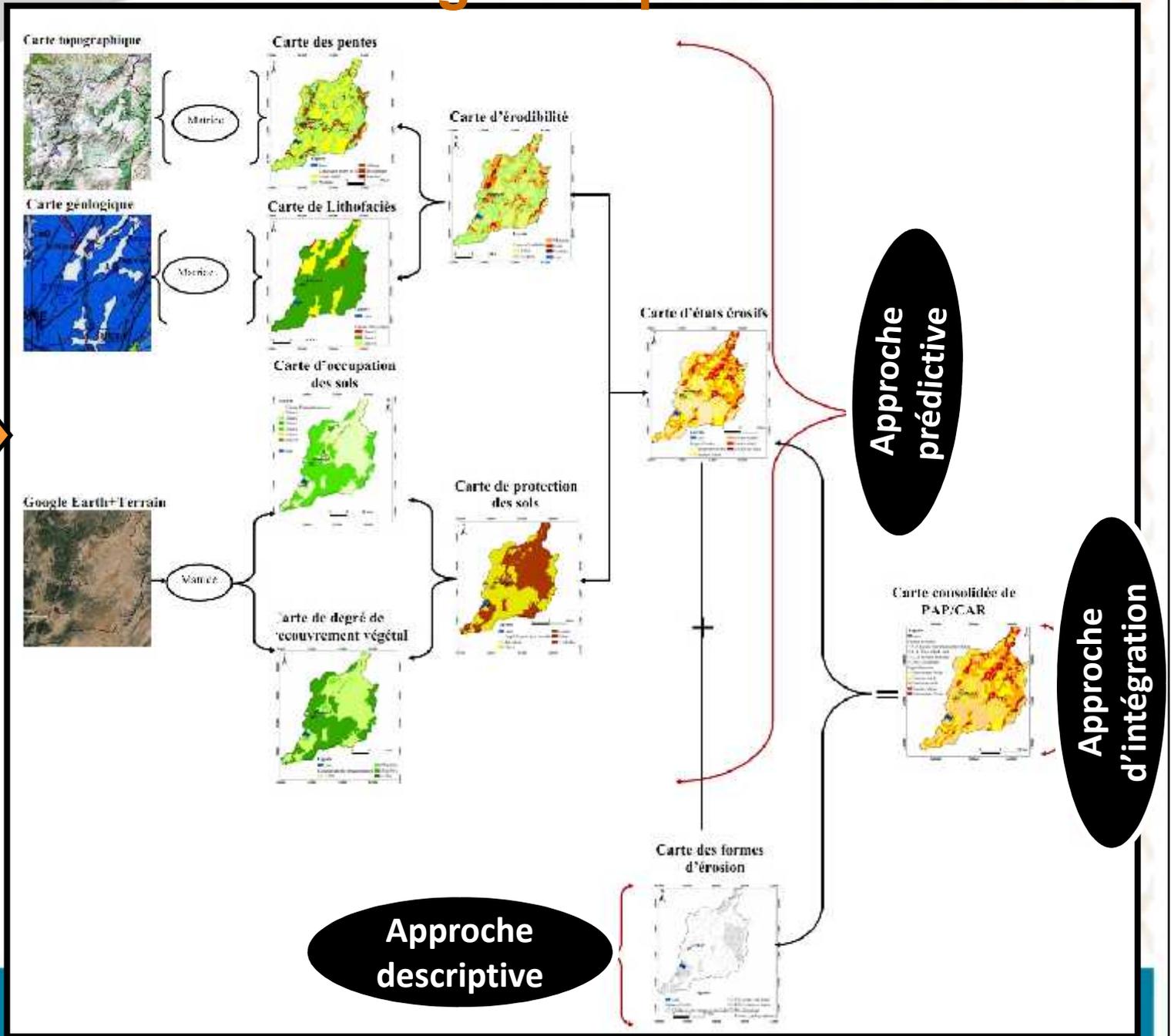
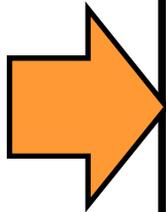
Déduction la carte des **formes d'érosion**.
Elle donne une *image réelle* sur les différentes formes d'érosion.

Approche
d'intégration

- Carte d'états érosifs
- Carte des formes d'érosion.

Méthodologie adoptée

➤ Méthode PAP/CAR



**Modélisation et cartographie du risque de
l'érosion hydrique par l'application des SIG et
directives PAP/CAR, cas du bassin versant des
lacs Iffer, Ifrah et Afourgagh
(Moyen Atlas, Maroc)**

10/05/2017

□ APPROCHE PRÉDICTIVE

I. Elaboration de la carte d'érodibilité

1. Élaboration de la Carte des pentes

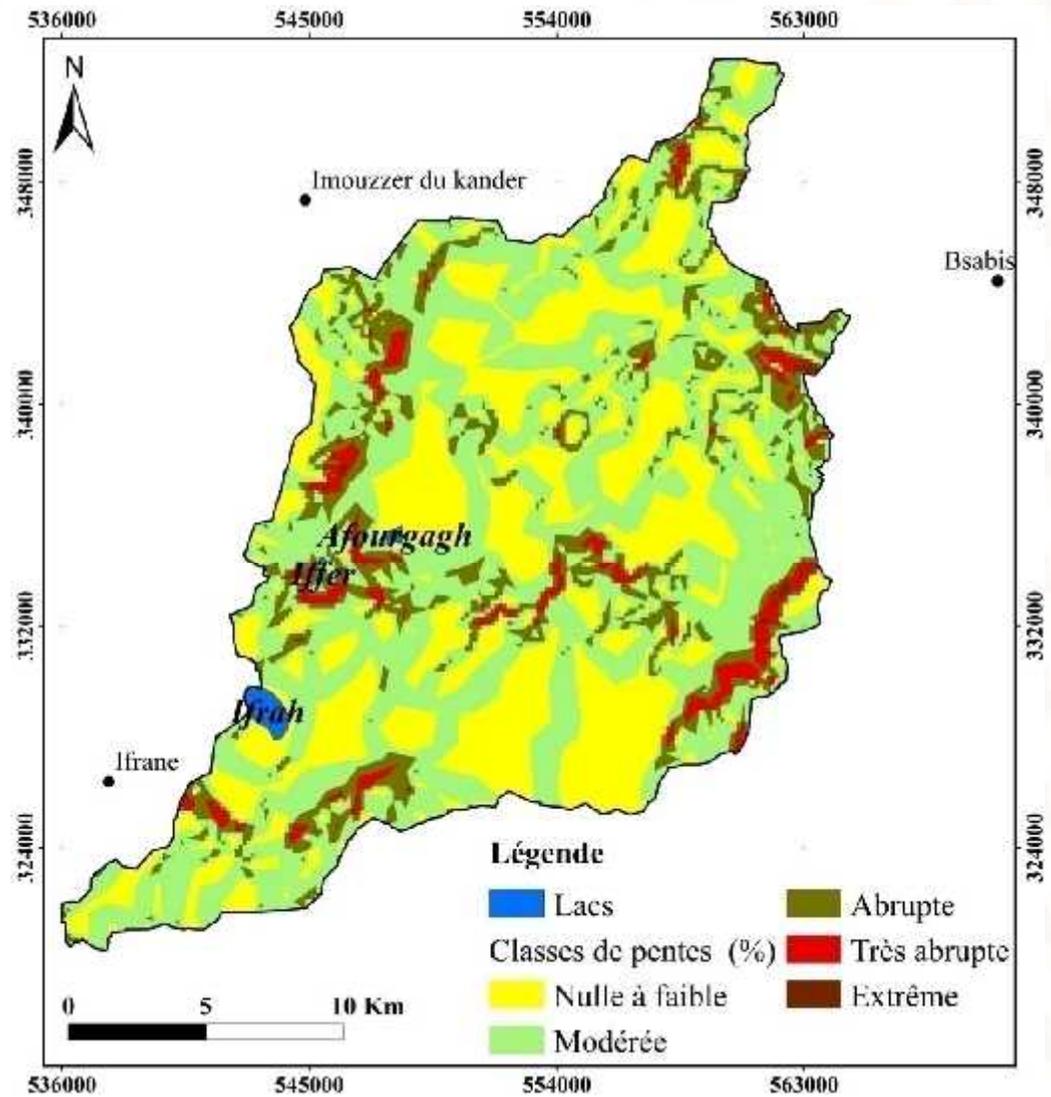
Démarche :

commence par une délimitation de la zone d'étude géoréférenciée, après le polygone résultant est superposé au l'image SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) du Maroc pour délimiter et découper le MNT (Modèle Numérique du Terrain) de la zone d'étude. Ensuite la carte des pentes est créée de ce MNT.

Selon PAP/CAR, on répartie les pentes selon 5 classes principales

Code PAP/CAR	Classe des pentes
1	Nulle à faible (0-3%)
2	Modérée (3-12%)
3	Abrupte (12-20%)
4	Très abrupte (20-35%)
5	Extrême (>35%)

Carte de Répartition des pentes dans le bassin versant des trois lacs étudiés



10/05/2017

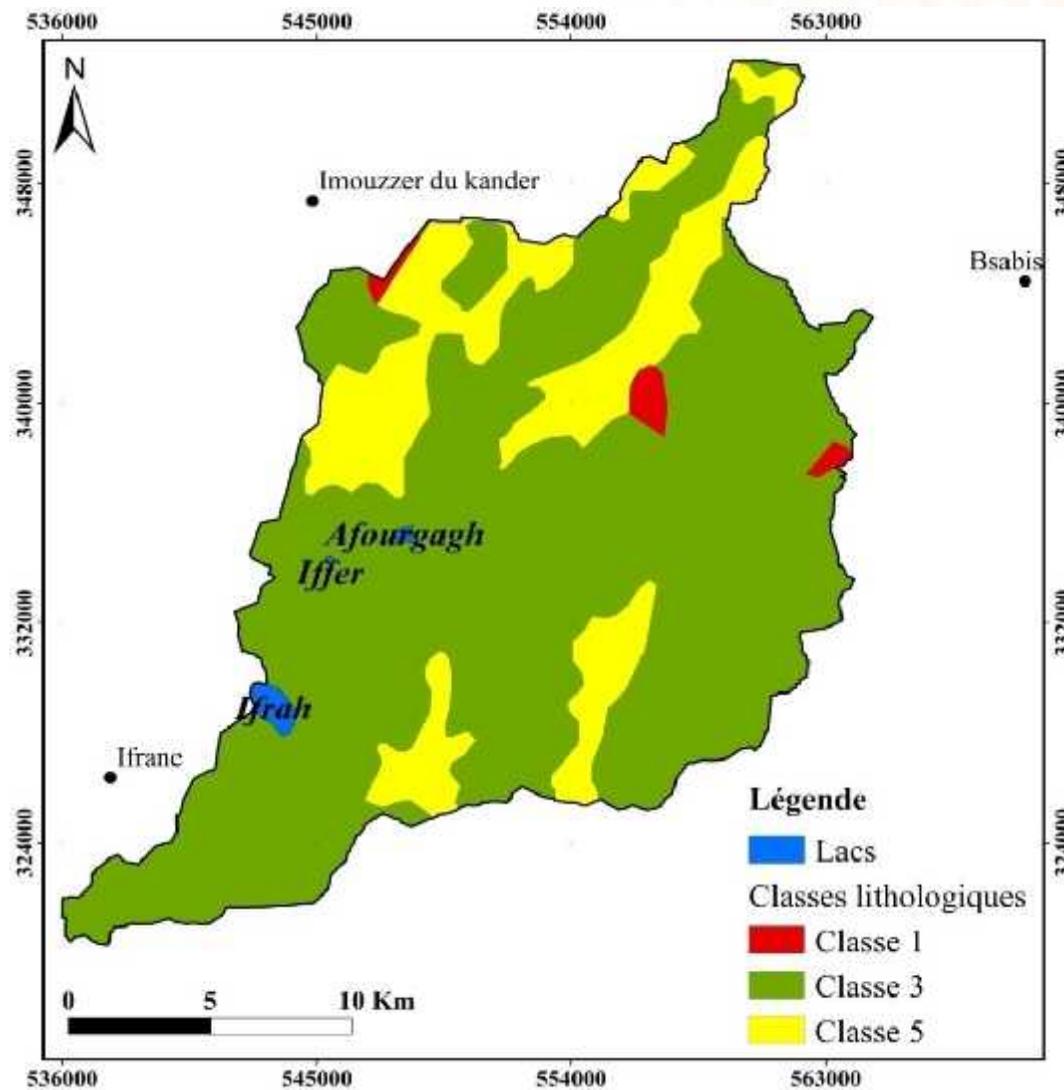
□ APPROCHE PRÉDICTIVE

2. Élaboration de la Carte de Lithofaciès

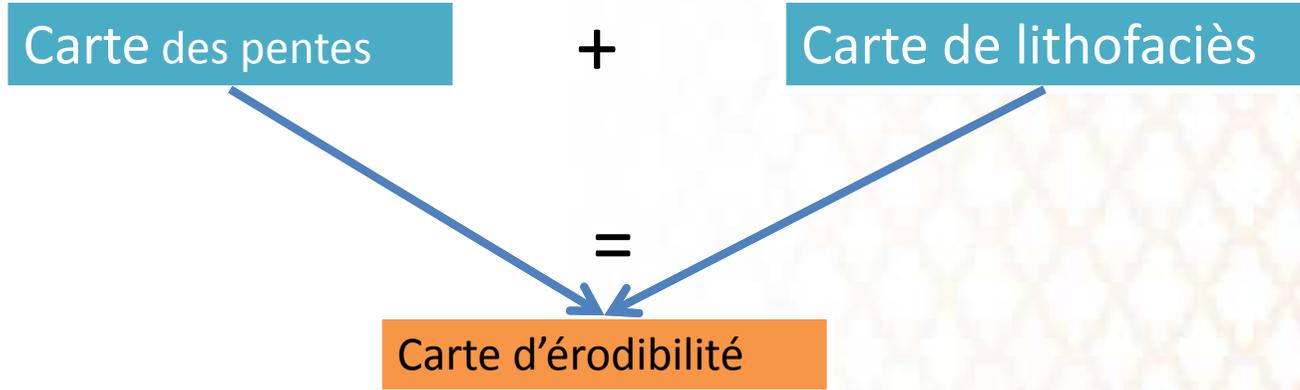
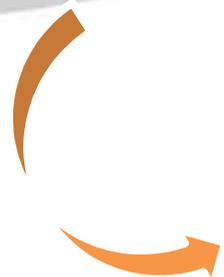
Classe des lithofaciès	Degré de cohésion des sols
1	Sols compactée non altérée à minéraux bruts
2	Sols cohésifs fracturée ou modérément altérée
3	Sols faiblement ou modérément compacté
4	Sols peu résistant est fortement altérée
5	Sols meuble, non cohésif et matériel détritique

- La carte de Lithofaciès est réalisée à partir des données géologiques, lithologiques ou **pédologiques**.
- Dans notre cas, on s'est basé sur les données géologiques :
- Cette carte identifie les **différents types de roches ou de sédiments de surface**.
- montre la **répartition des terrains** en fonction de leurs **degrés de friabilité**
- Les différents affleurements des sols sont répartis en **5 classes**, et on affecte un code à chaque degré de friabilité.

Carte de Répartition des sols selon le degré de friabilité



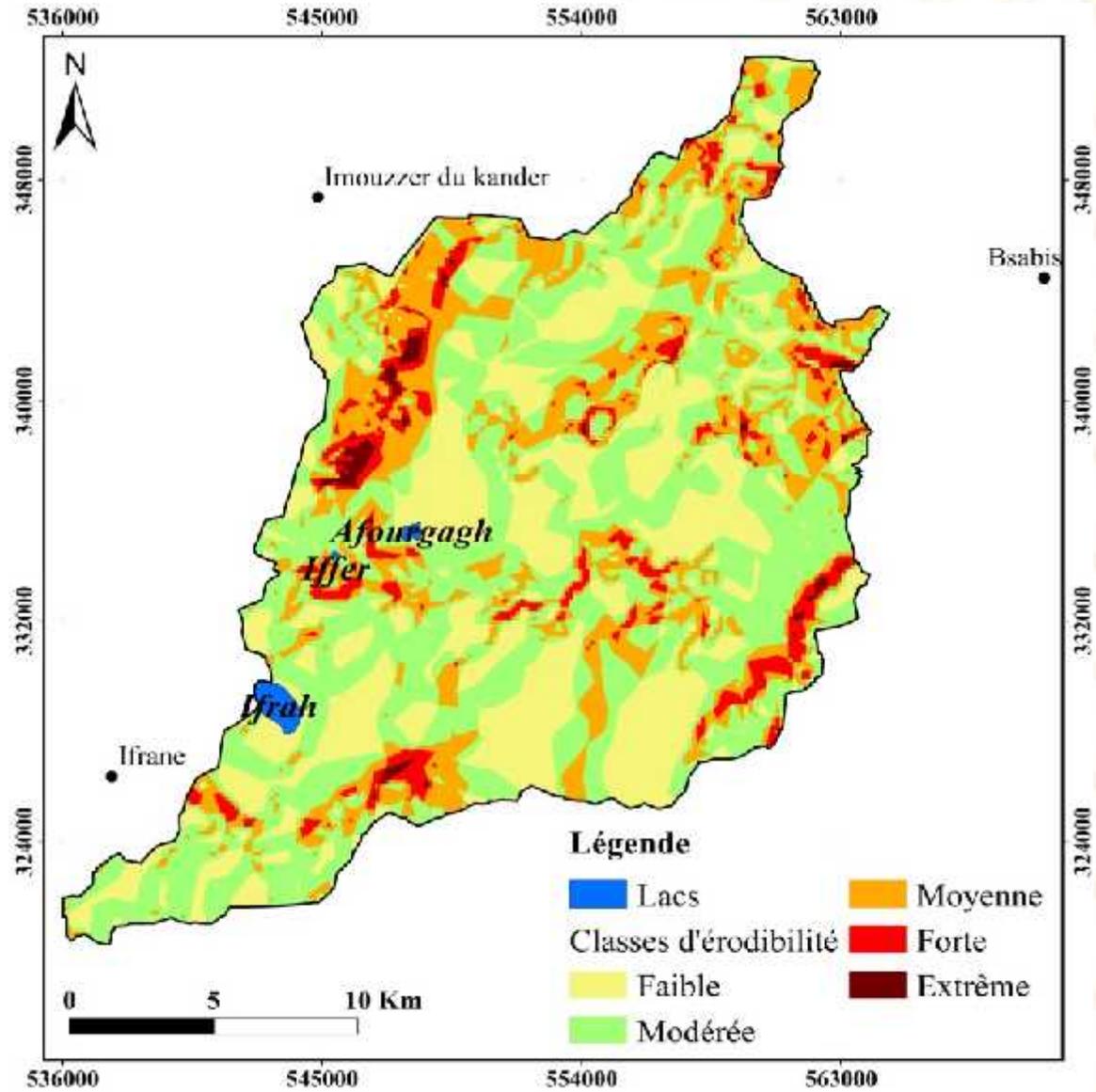
Carte d'érodibilité



Les polygones résultant du produit croisé des deux tables sont classés selon **une matrice** pour hiérarchiser le terrain en fonction du **degré d'érodibilité**

Classe des pentes	Classe de Lithofaciès				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	2
2	1	1	2	3	3
3	2	2	3	4	4
4	3	3	4	5	5
5	4	4	5	5	5

Carte d'érodibilité



10/05/2017

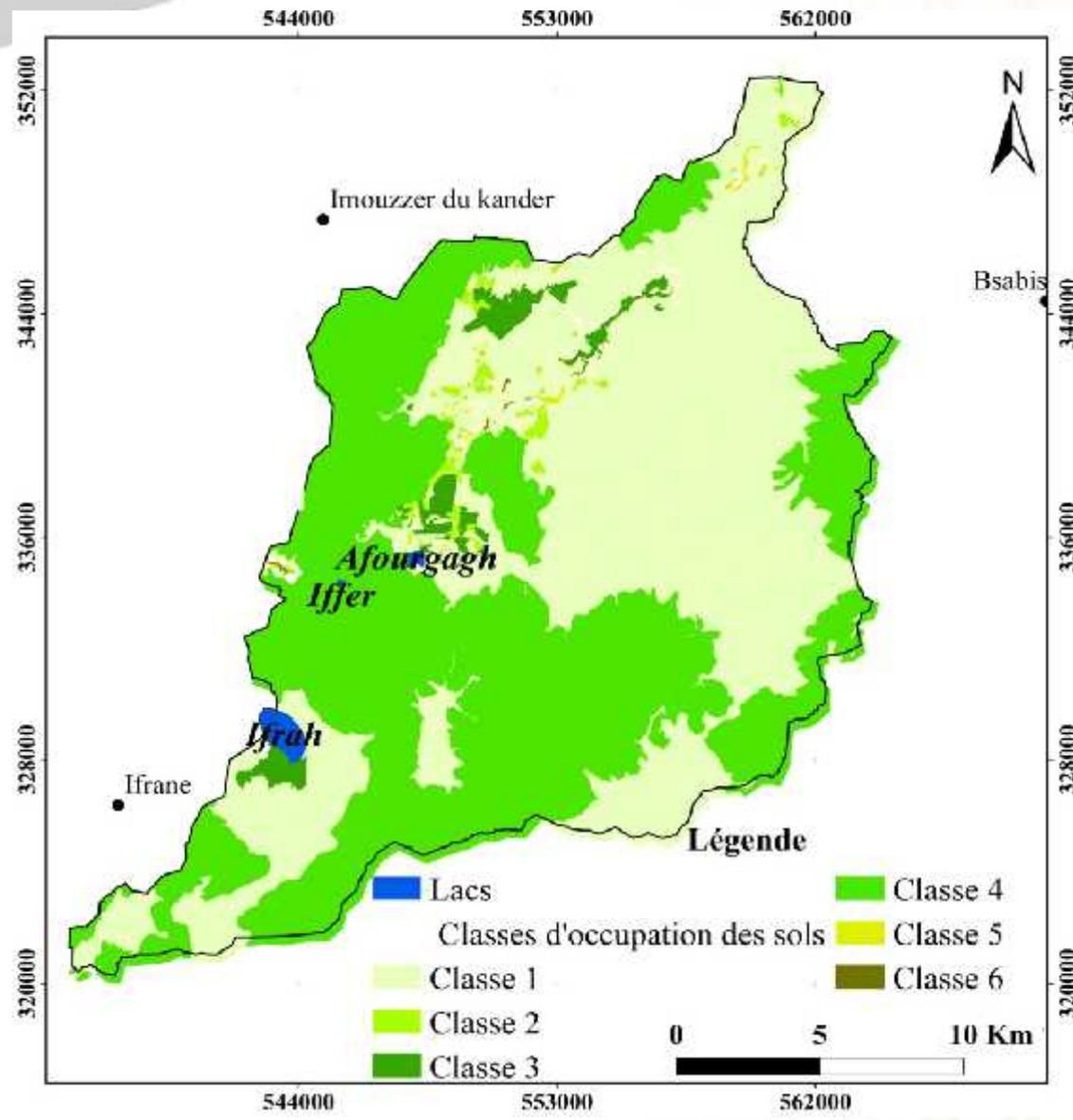
II. Elaboration de la carte de protection des sols

1. Élaboration de la Carte d'occupation des sols

Classes	Occupation des sols
1	Culture en sec ou terrain nu
2	Arboriculture et Reboisement
3	Culture intensive à proximité d'habitation
4	Forêt naturelle
5	Matorral à couvert dense
6	Matorral à couvert claire

□ objectif de diviser le terrain selon le type de couvert végétal (matorral claire ou dense, forêt, reboisement, etc.) ou de culture (arboriculture, culture sèche, culture intensive maraîchage, etc.).

LA CARTE D'OCCUPATION DES SOLS



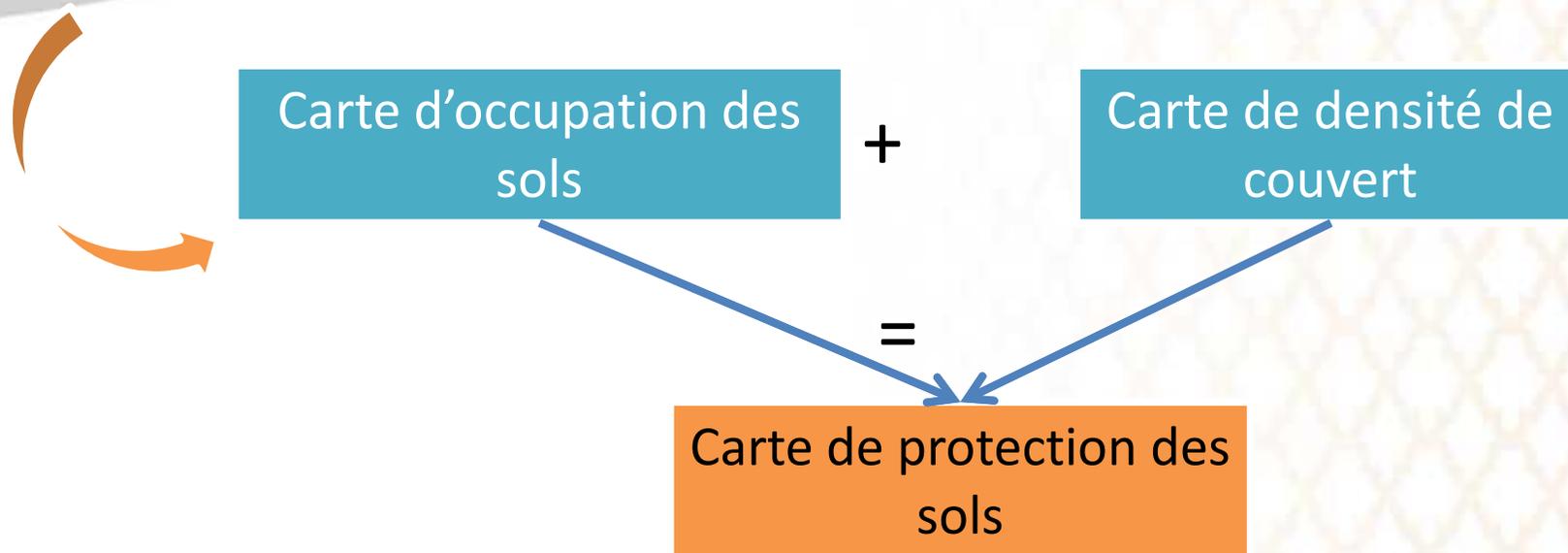
10/05/2017

2. Élaboration de la Carte de densité de couverture

Classe PAP/CAR	Degré de couvert végétal
1	Végétation épars (<25%)
2	Végétation de densité moyenne (25%-50%)
3	Végétation dense (50%-75%)
4	Végétation très dense (>75%)

□ La réalisation de la carte de densité de recouvrement a fait appel au navigateur satellitaire **Google Earth** développé par Google.

II. Elaboration de la carte de protection des sols



L'objectif de cette carte est **d'hiérarchiser** le bassin versant étudié selon le degré de **protection** que peut conférer le couvert végétal

L'utilité de cette **étape** s'avère nécessaire dans la mesure où elle permet de **détecter les zones à faible ou à forte protection**.

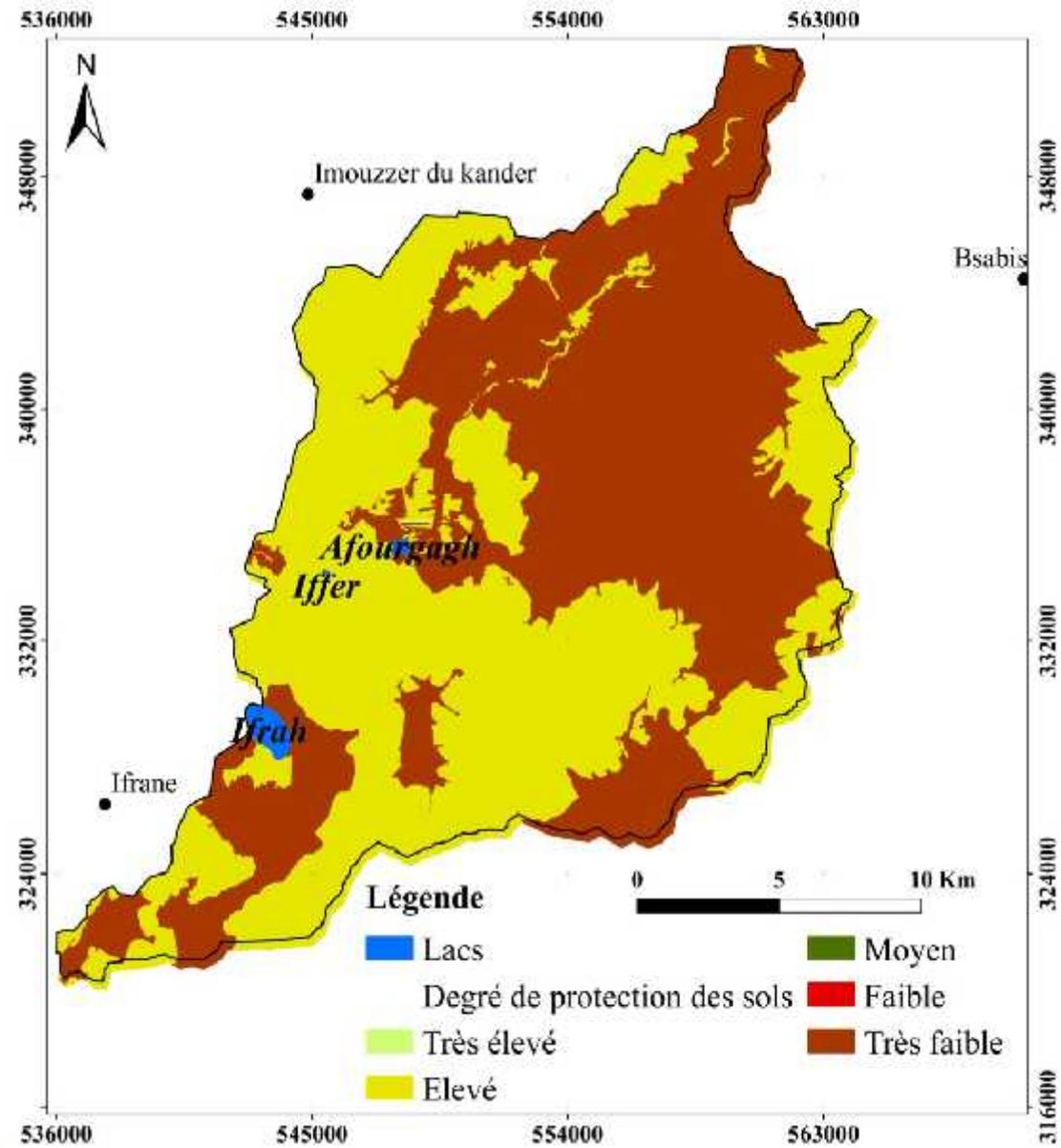
Elaboration de protection des sols

Occupation du sol	Degré de recouvrement végétal			
	1	2	3	4
1	5	5	4	4
2	5	5	4	3
3	3	2	1	1
4	4	3	2	1
5	5	4	3	2
6	5	4	3	2

❖ La superposition des deux cartes, se fait en appliquant **la matrice représentative** dans le tableau (matrice de protection des sols).

Classes PAP/CAR	Degrés de Protection des sols
1	Très élevé
2	Elevé
3	Moyen
4	Faible
5	Très faible

CARTE DE PROTECTION DES SOLS



10/05/2017

Elaboration de la carte des états érosifs

Carte des pentes

+

Carte de lithofaciès



=

Carte d'érodibilité

Les polygones résultant sont classés selon la matrice degré de protection des sols - degrés d'érodibilité

Carte d'occupation des sols

+

Carte de densité de couvert



=

Carte de protection des sols

Carte des états érosifs prédictive

Degré de protection des sols	Degré d'érodibilité				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	2
2	1	1	2	3	4
3	1	2	3	4	4
4	2	3	3	5	5
5	2	3	4	5	5

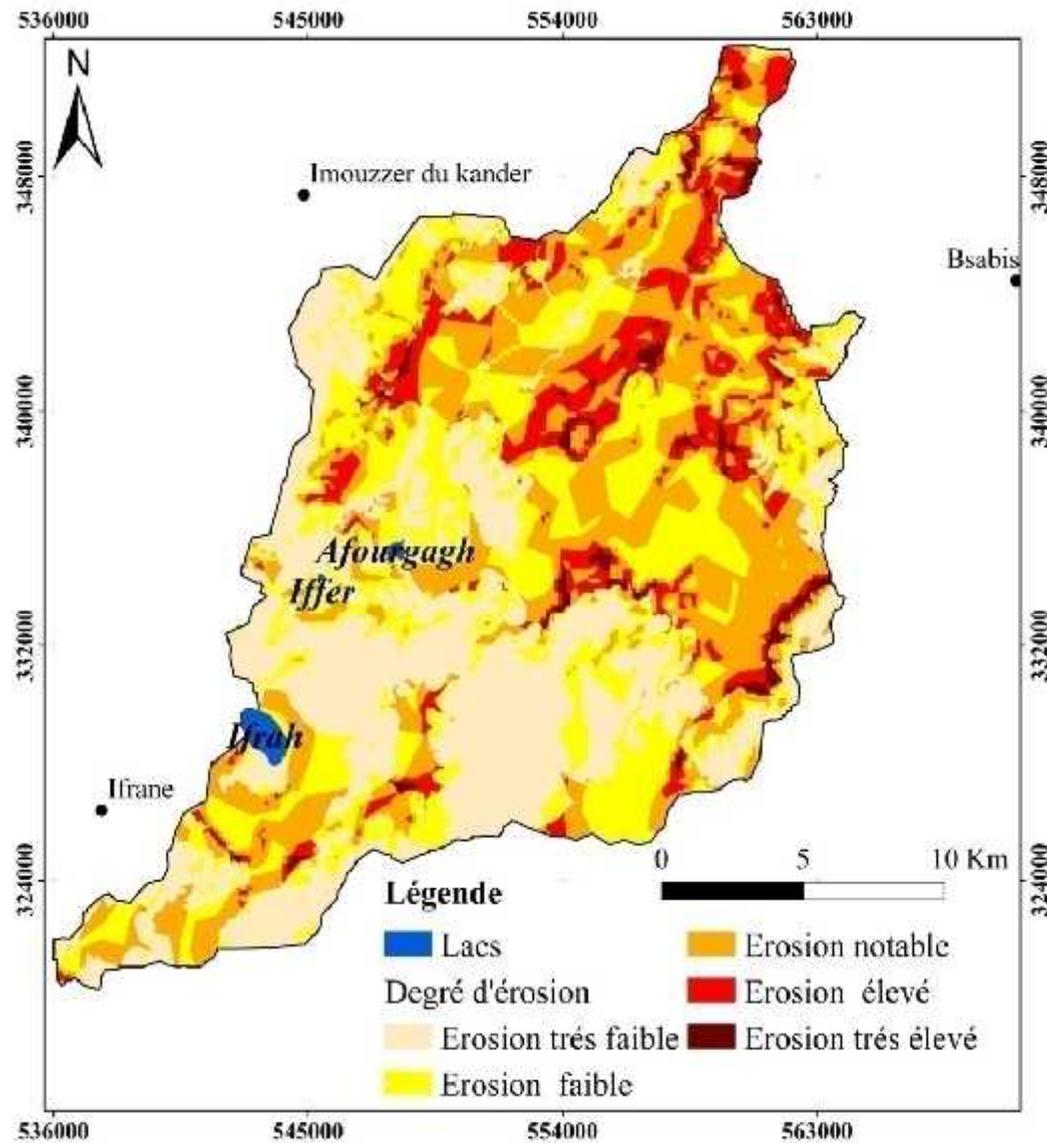
Elaboration de la carte des états érosifs

Cette carte a pour but de :

-ressortir les différentes combinaisons des degrés d'influence des facteurs qui contrôlent l'érosion hydrique : Pente, type de sols, densité de couvert, type d'occupation.

-hiérarchiser la surface du bassin versant des trois lacs étudiés, en unité selon le degré de l'état érosif.

CARTE DES ÉTATS ÉROSIF PREDICTIF



10/05/2017

□ APPROCHE DESCRIPTIVE

Elaboration de la carte des formes d'érosion

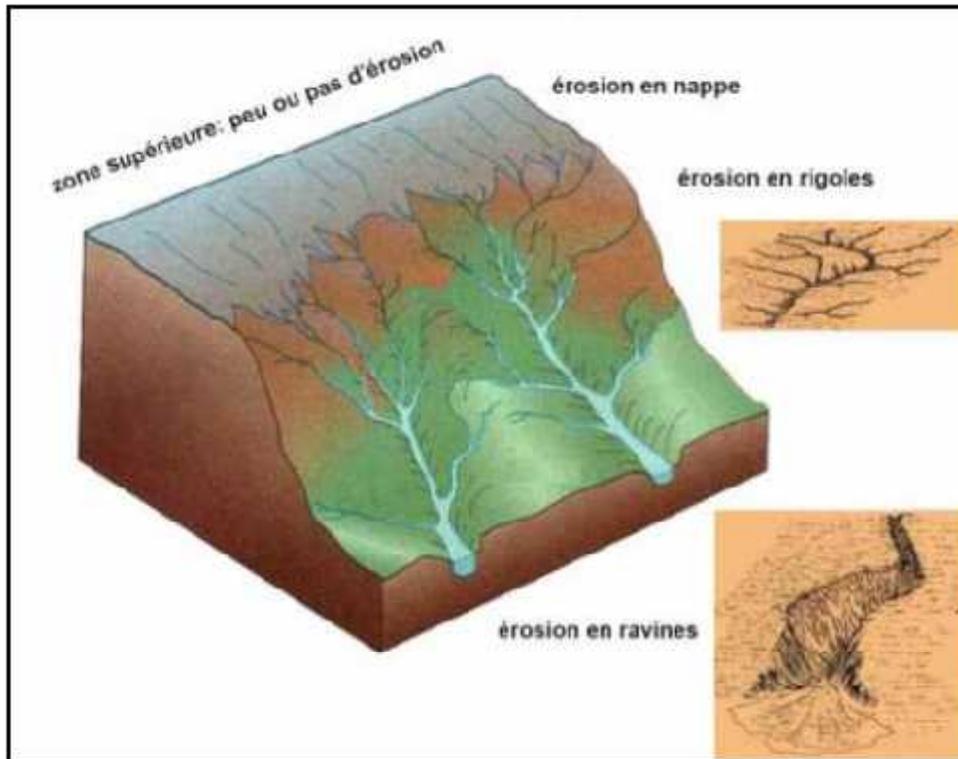
La carte des **formes de l'érosion** est réalisée à partir d'un navigateur **satellitaire Google Earth**, rectifié par les observations **du terrain**.

Cette méthode permet de donner une **idée sur les différentes formes d'érosion** sur la zone d'étude

Elaboration de la carte des formes d'érosion

Indication PAP/CAR	Forme d'érosion
L1	Erosion faible, couvert végétal restreint, érosion en nappe
L2	Erosion faible, érosion en nappe intense
L3	Erosion lente, découpage, ruissèlement diffuse, érosion en nappe
D1	Erosion lente, rigoles, ravinements superficielle sur versant.
C1	Erosion grave, ravinement moyennement profond.
MX	Erosion importante, Solifluxion.
CX	Erosion grave, zone à Bad-lands.

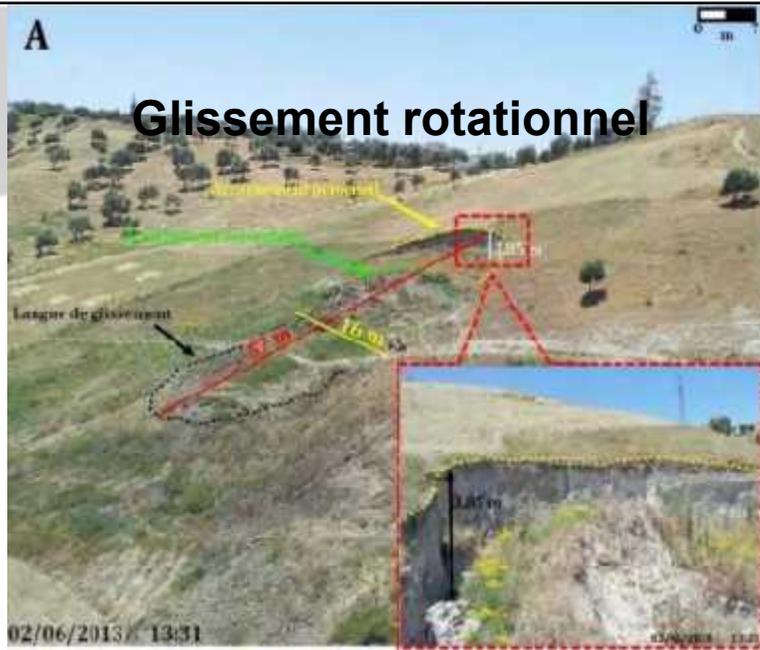
- Consiste à désigner l'intensité du processus érosif.
- Il s'agit principalement d'évaluation qualitative qui doit être considérés comme complémentaire à la phase prédictive.



Principaux types de l'érosion hydrique (**CHEGGOUR**, 2008)

A

Glissement rotationnel



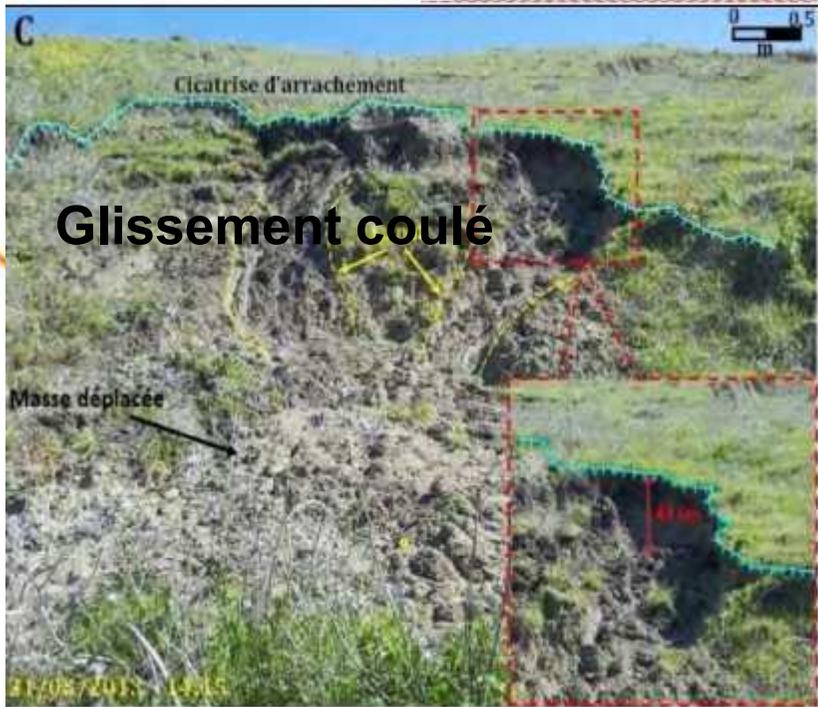
B

Rigoles



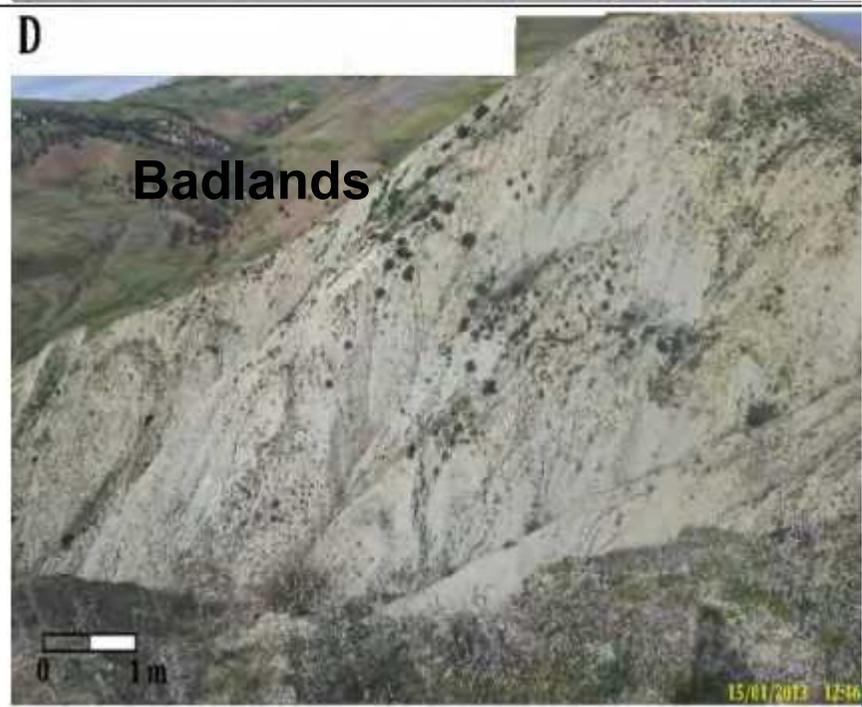
C

Glissement coulé

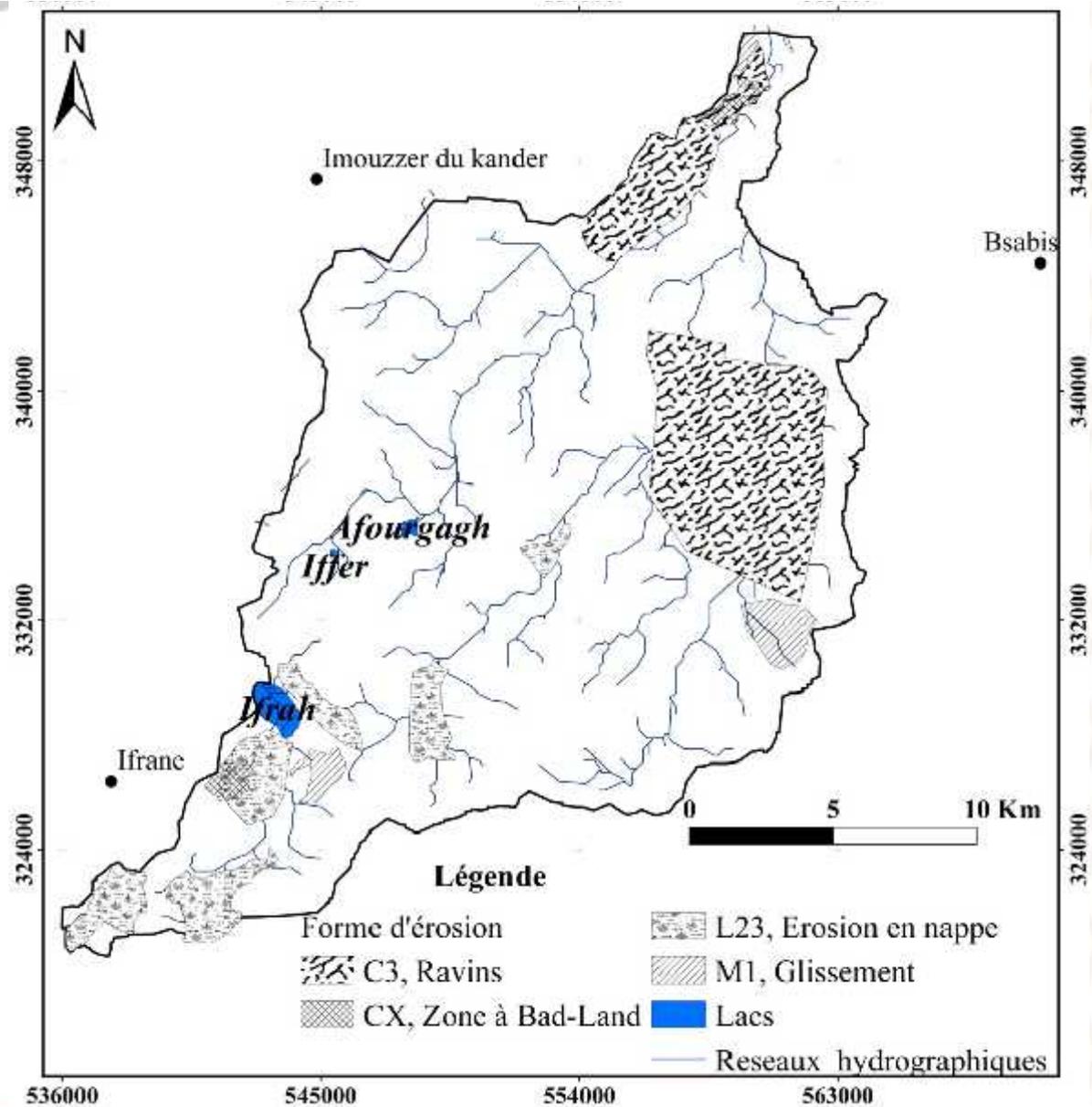


D

Badlands



CARTE DE L'ÉROSION RÉELLE DU BASSIN VERSANT ETUDIE



10/05/2017

□ APPROCHE D'INTEGRATION

Réalisation de la carte consolidée d'érosion PAP/CAR

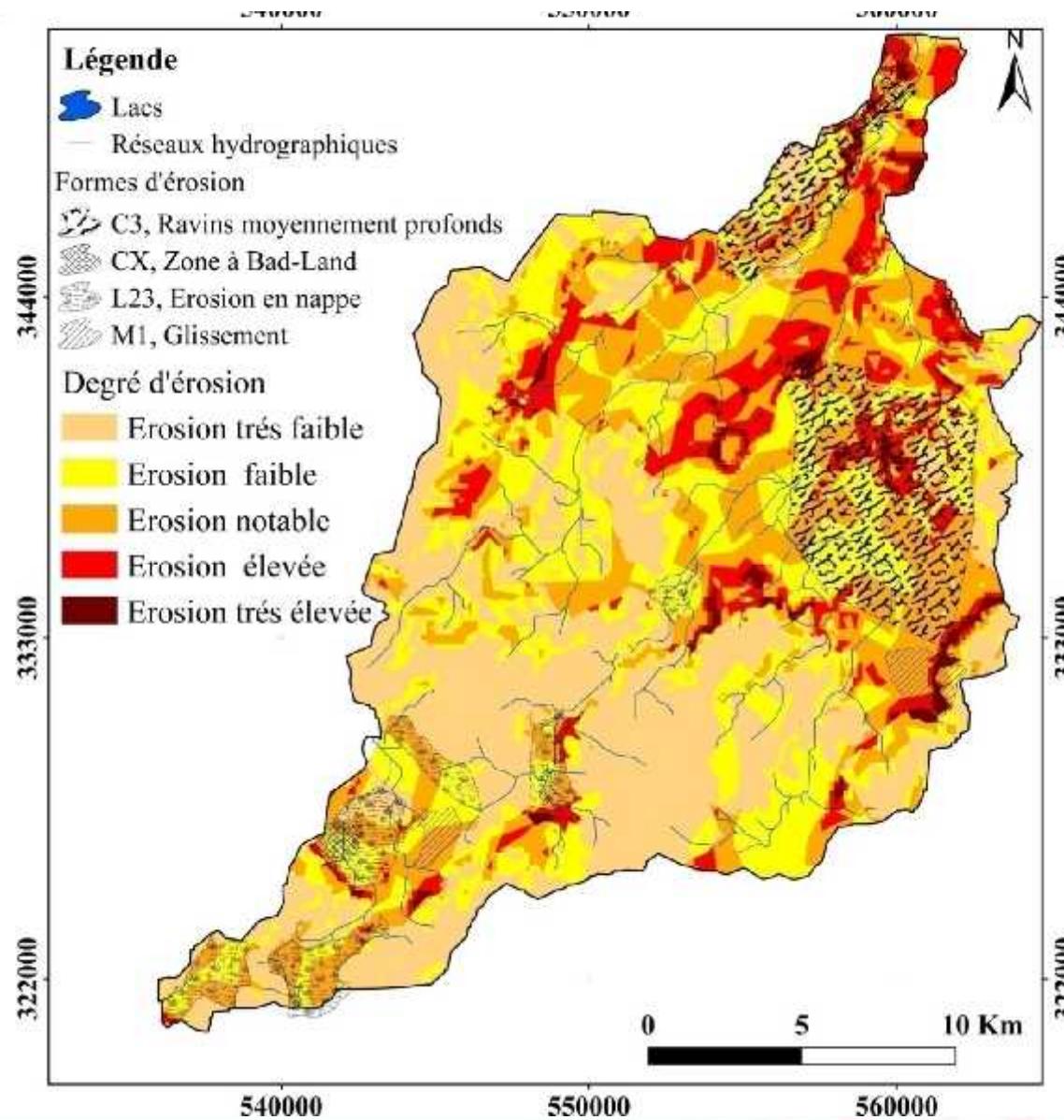
- La carte consolidée d'érosion PAP/CAR est une carte qualitative obtenue par la combinaison des deux étapes précédentes.
- La superposition de la table de la carte d'états érosifs et de celle de la carte des formes d'érosion fournit un produit cartographique très précis qui reflète la réalité de l'état de dégradation du sol et l'évolution future de l'érosion

Carte des états érosifs prédictive

Carte des formes d'érosion

Carte consolidée d'érosion PAP/CAR

CARTE CONSOLIDÉE D'ÉROSION



10/05/2017

➤ La cartographie et l'estimation de l'érosion potentielle par la **méthode PAP/CAR** basée sur les **facteurs naturels** (**pente, couvert végétal et lithologie**) a permis d'analyser et de comprendre la problématique de la zone d'étude sur le plan risque érosif.

➤ Les cartes de la **phase prédictive** fournissent des informations sur l'état actuel de la dégradation des sols en se basant sur le degré **d'influence des différents facteurs** qui contrôlent **l'érosion hydrique**.

➤ L'approche descriptive a montré que cette dégradation se manifeste par différentes formes d'érosion hydrique.

➤ La superposition de la cartographie prédictive et descriptive a permis de montrer les **tendances globales de l'évolution superficielle** des sols du bassin versant ainsi on a pu faire sortir la coïncidence de certains états très dégradés avec des formes d'érosion spectaculaires et d'autres états plus stables avec des formes d'érosion mineurs ou carrément des zones stables.

