



**Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques
Fès- Maroc**



**Conference international "Sediment Transport Modeling in Hydrological Watersheds
and Rivers**

Istanbul 14-15-16 Novembre 2012

**Modélisation et cartographie de l'érosion des
sols dans le bassin versant de Oued El Malleh
(Pré-Rif, Maroc), par l'utilisation de la
télédétection et le SIG**

**Modelling And Mapping Of Soil Erosion On
The Oued El Malleh Catchment (Pre-Rif,
Morocco), Using Remote Sensing And GIS**

Présenter par : Omar EL AROUSSI

Auteurs: O. EL AROUSSI, A. EL GAROUANI, & R. JABRANE ,

Objectives

- Détermination rapide du changement dans l'occupation et l'utilisation du sol ainsi que la modélisation de l'érosion par la modélisation des processus d'érosion et de déposition (sédimentation) dans le bassin d'Oued El Malleh.
- Cartographie de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol à partir des données de télédétection (images Landsat) sur une période de 24 ans (1987-2011).
- Estimation des pertes en sol par les modèles RUSLE et sédimentation intégré dans le SIG Idrisi Andes.
- Identification des secteurs à l'échelle du bassin où les interventions sont nécessaires pour limiter le processus de la dégradation des sols.

Données utilisées

- Cartes géologiques, topographiques et pédologiques.
- Données climatologiques.
- Images Landsat (une période de 24 ans 1987-2011)
- Images de google earth .
- Observations et mesures sur le terrain.
- Logiciels: ArcGis 9.3, Idrisi Andes
- Autres données.

PLAN

Cadre physique et géographique

Aperçu climatologie hydrologique, et géologique

Contexte pédologique de la zone d'étude

**L'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol
dans le bassin d'Oued El Malleh**

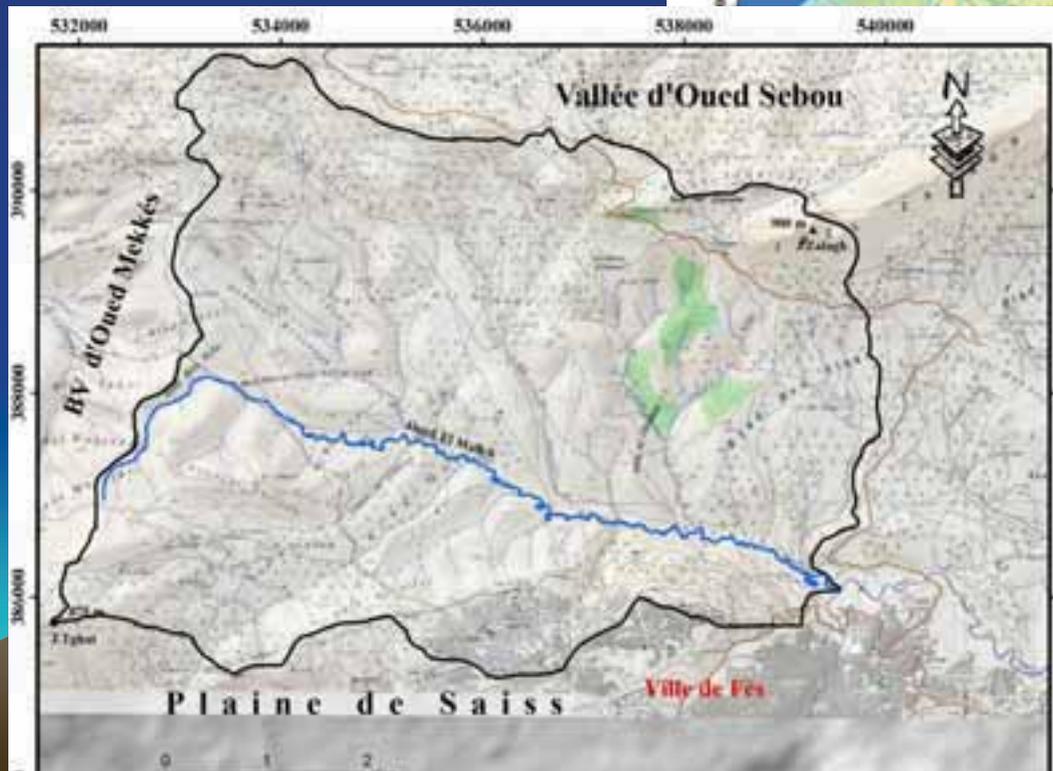
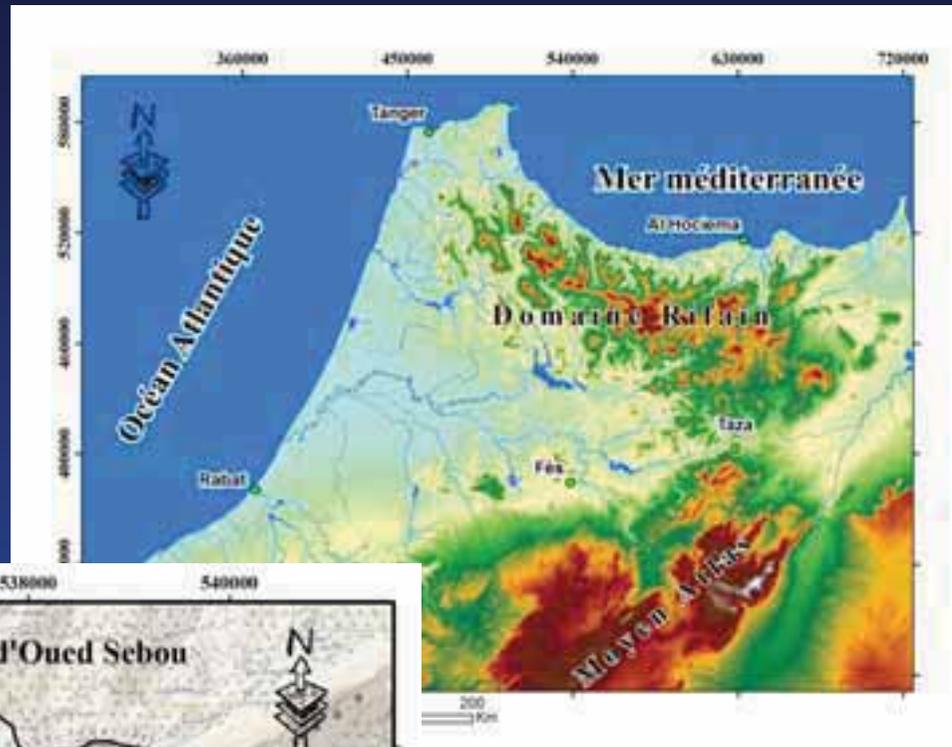
Cartographie de l'érosion nette
1-Modèle RUSLE
2-Modèle Sédimentation

Conclusion

Cadre physique et géographique

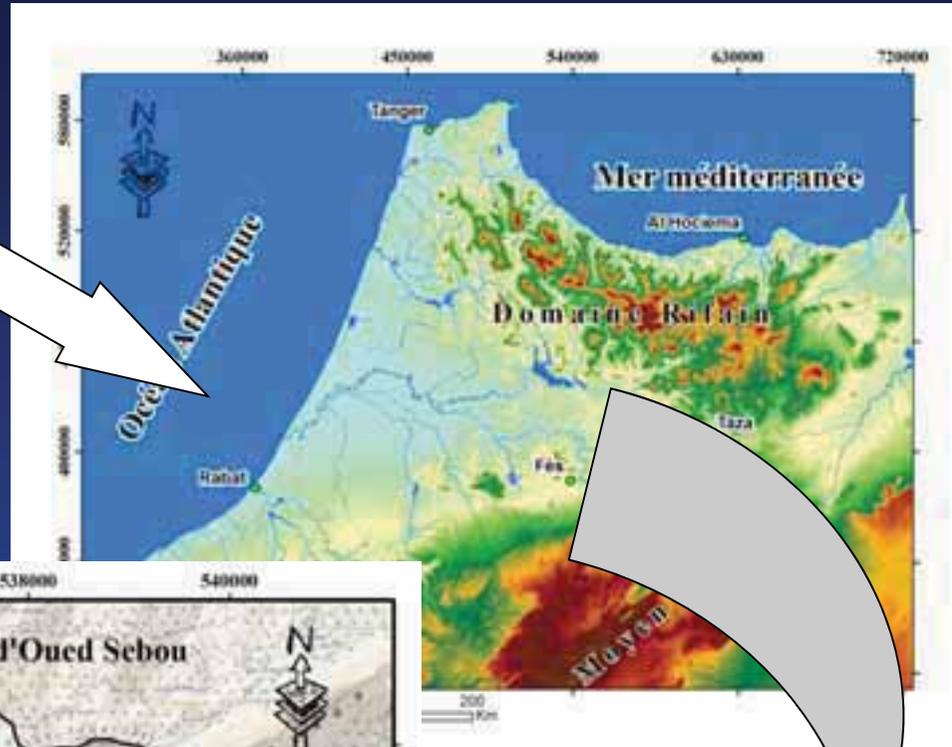


Localisation de la zone d'étude

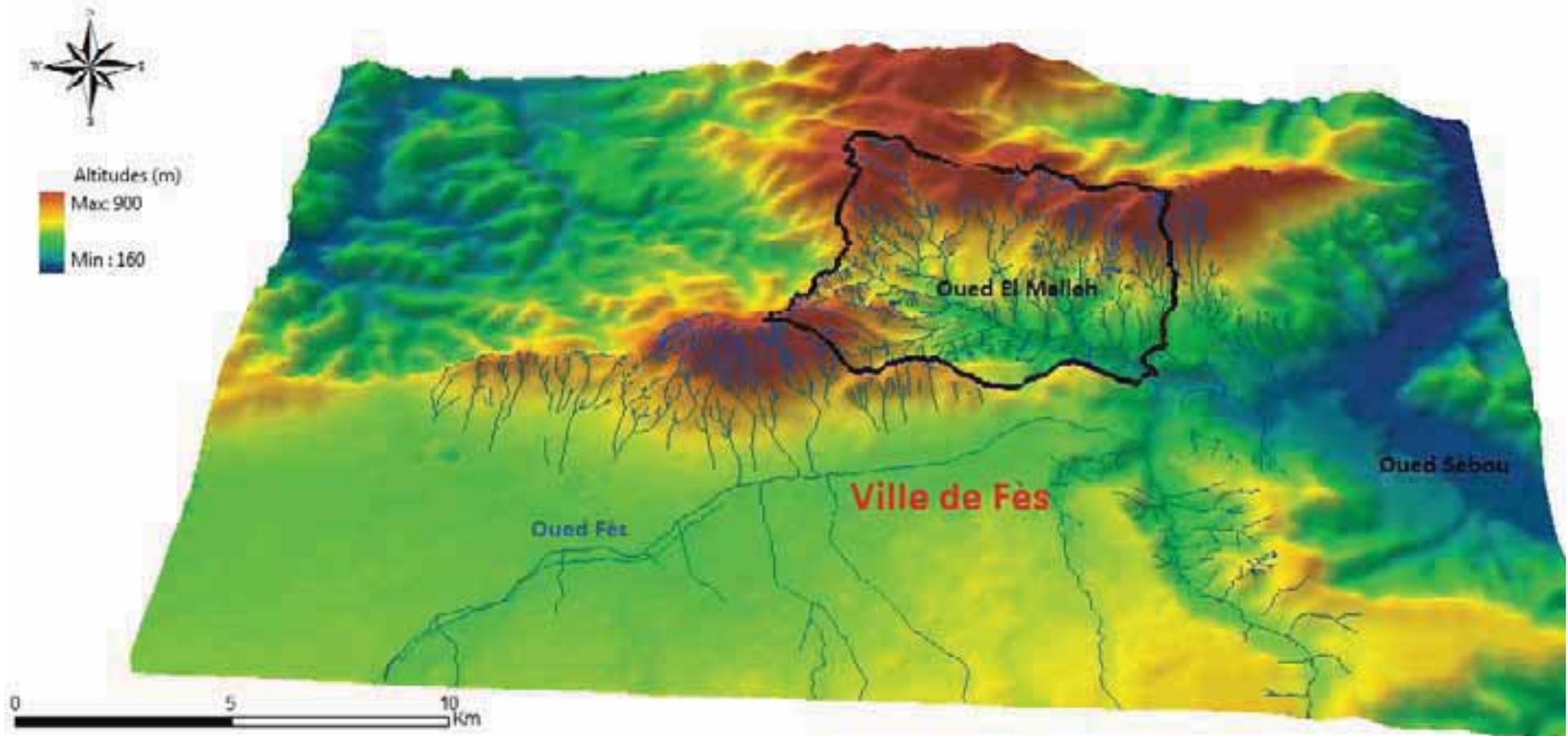


S=33.85 km²
P=27.64 Km

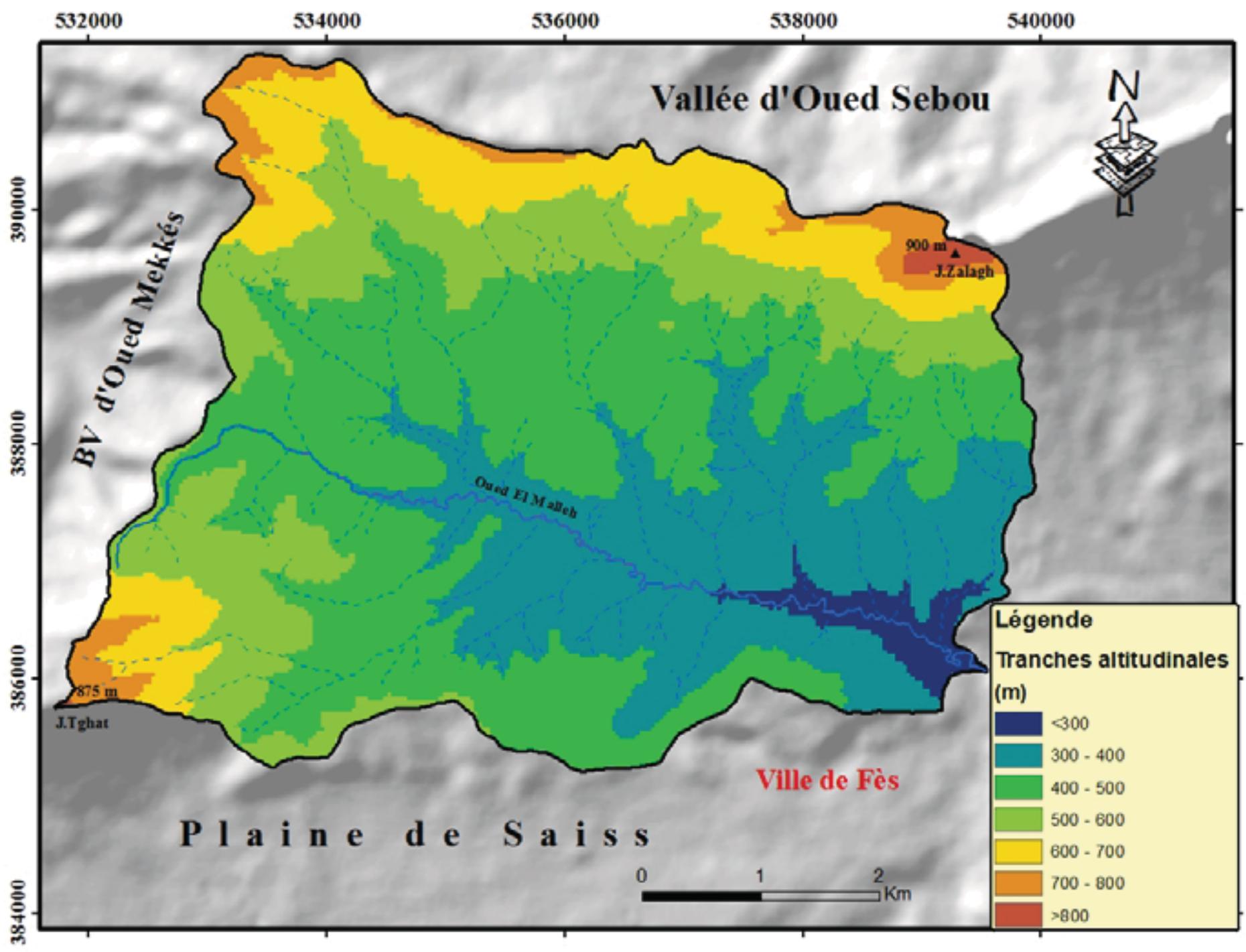
Localisation de la zone d'étude

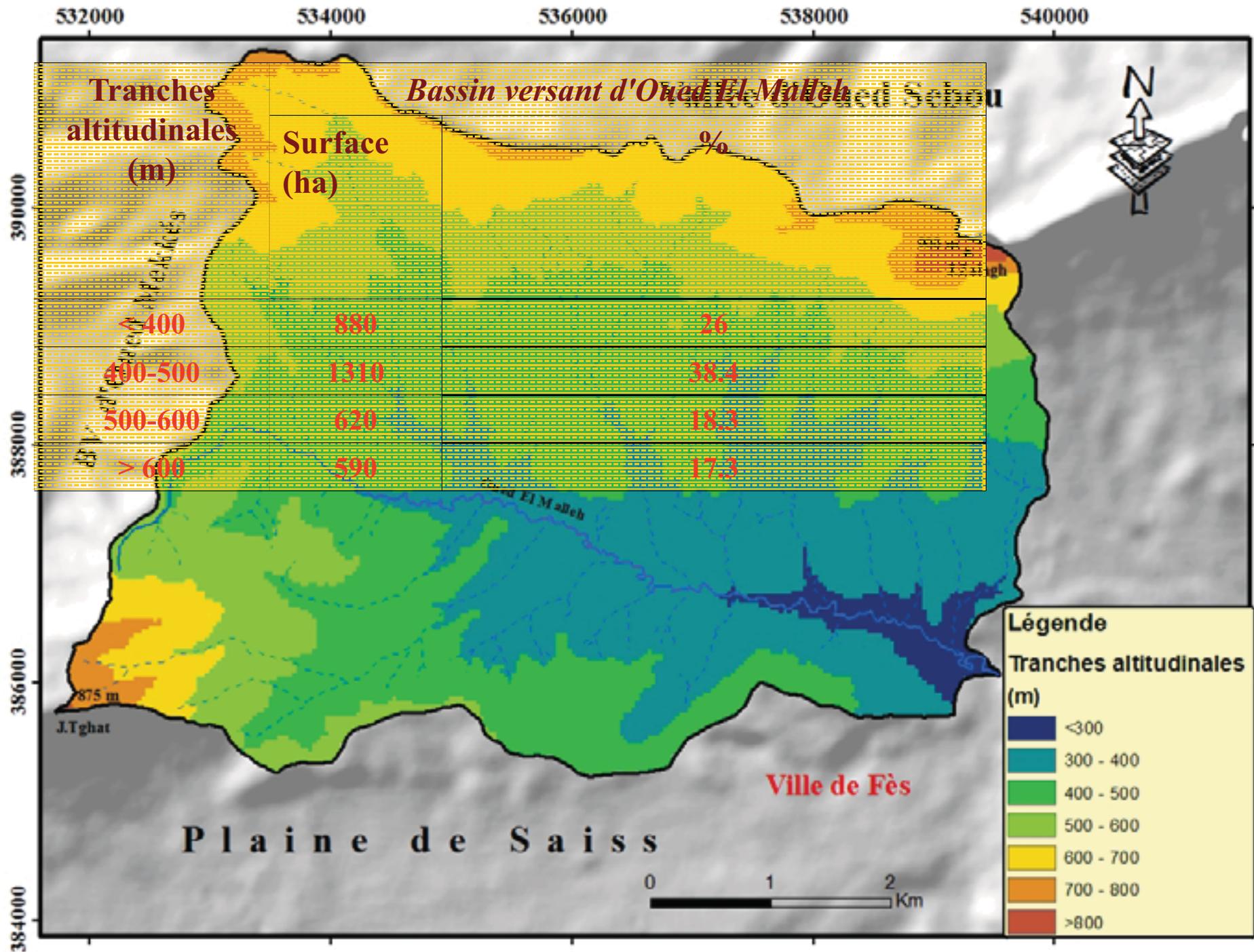


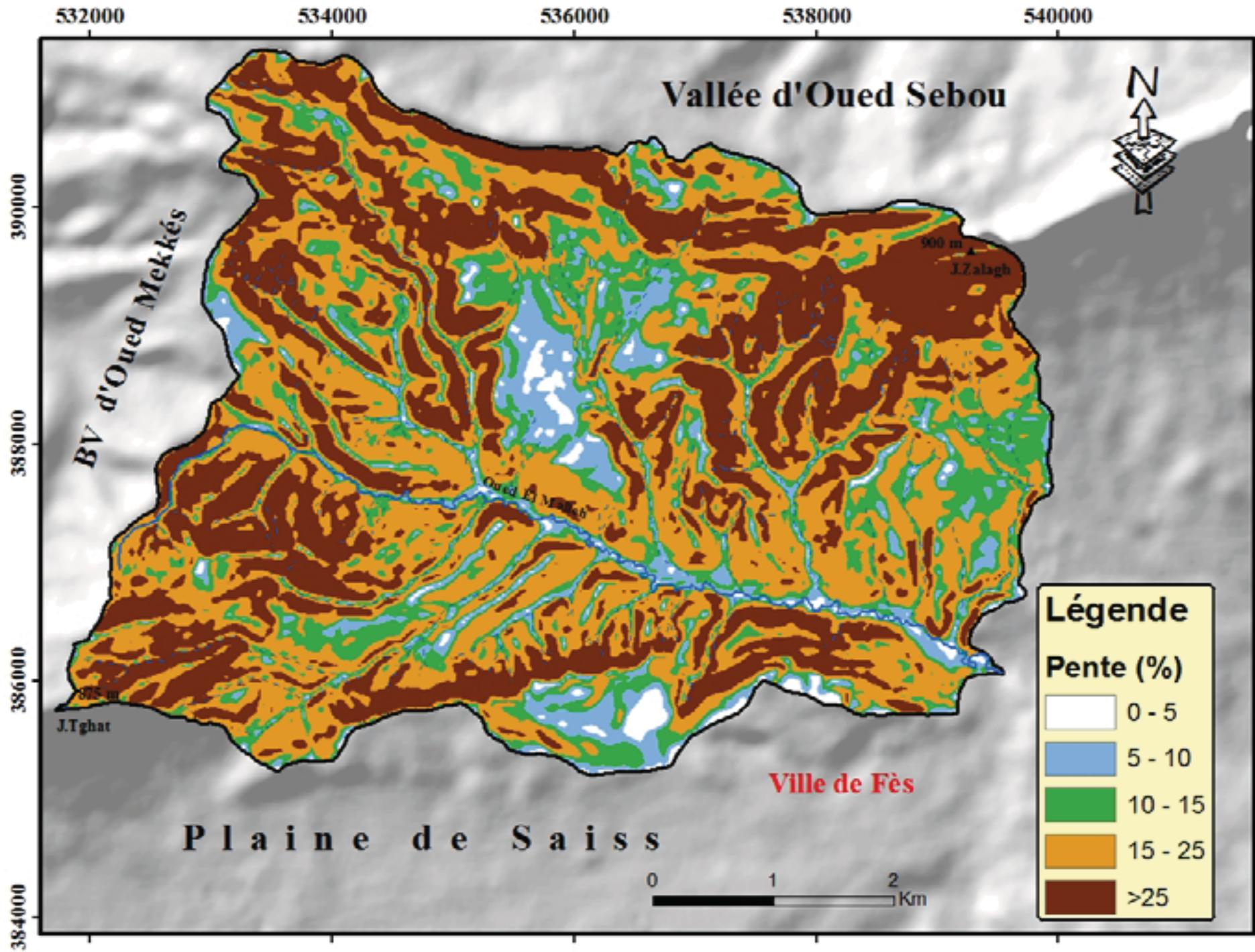
S=33.85 km²
P=27.64 Km

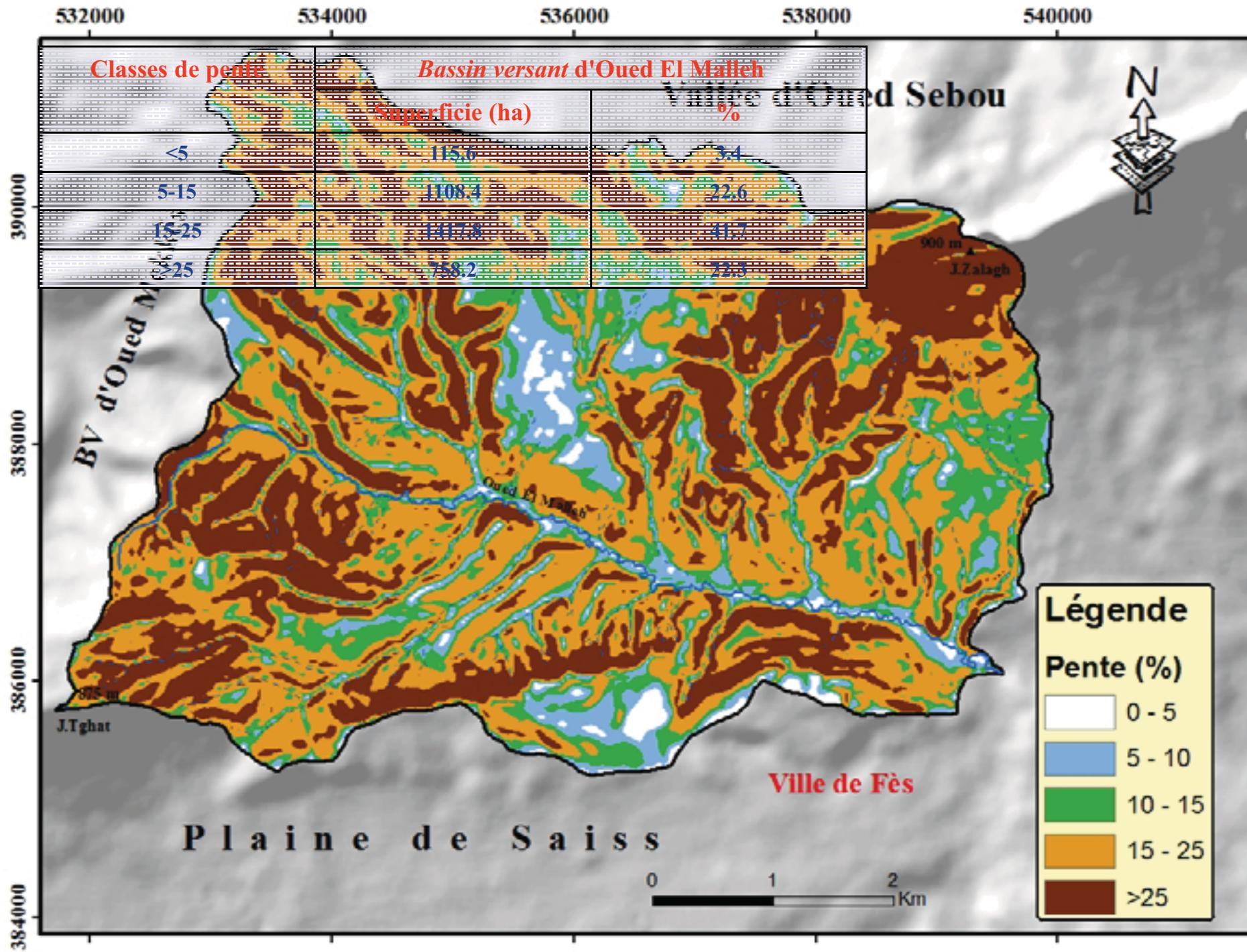


MNT du bassin versant d'Oued El Malleh

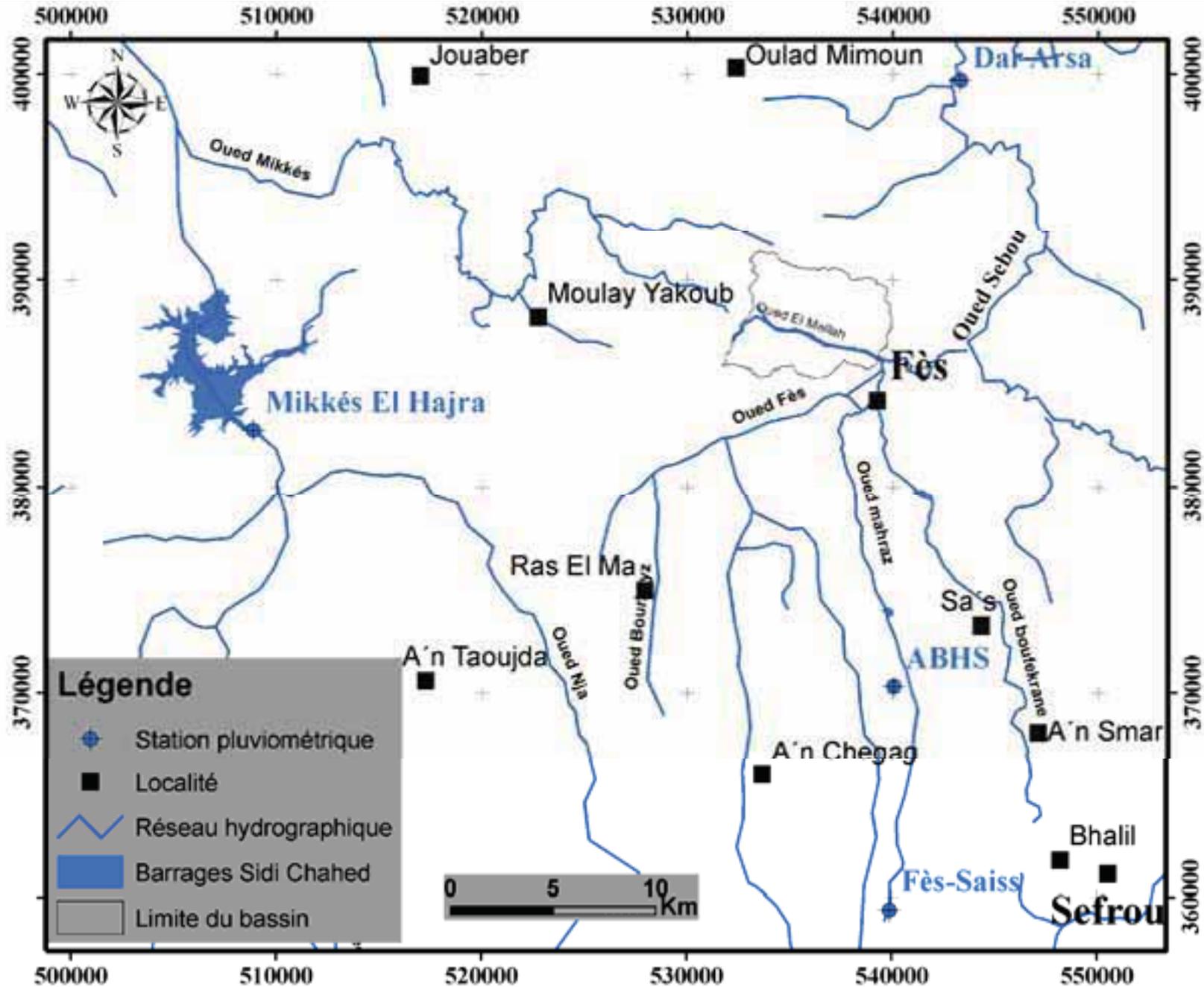




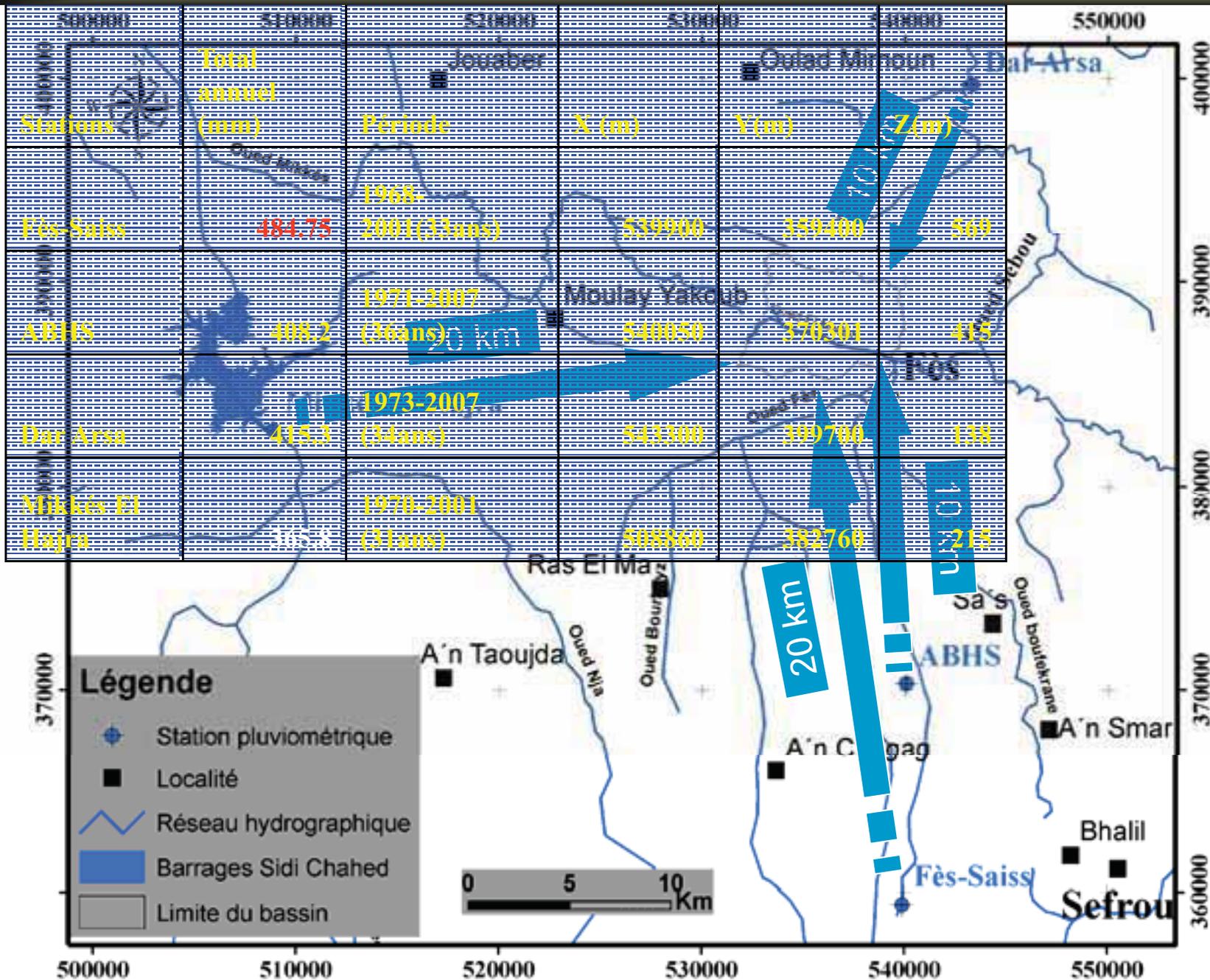




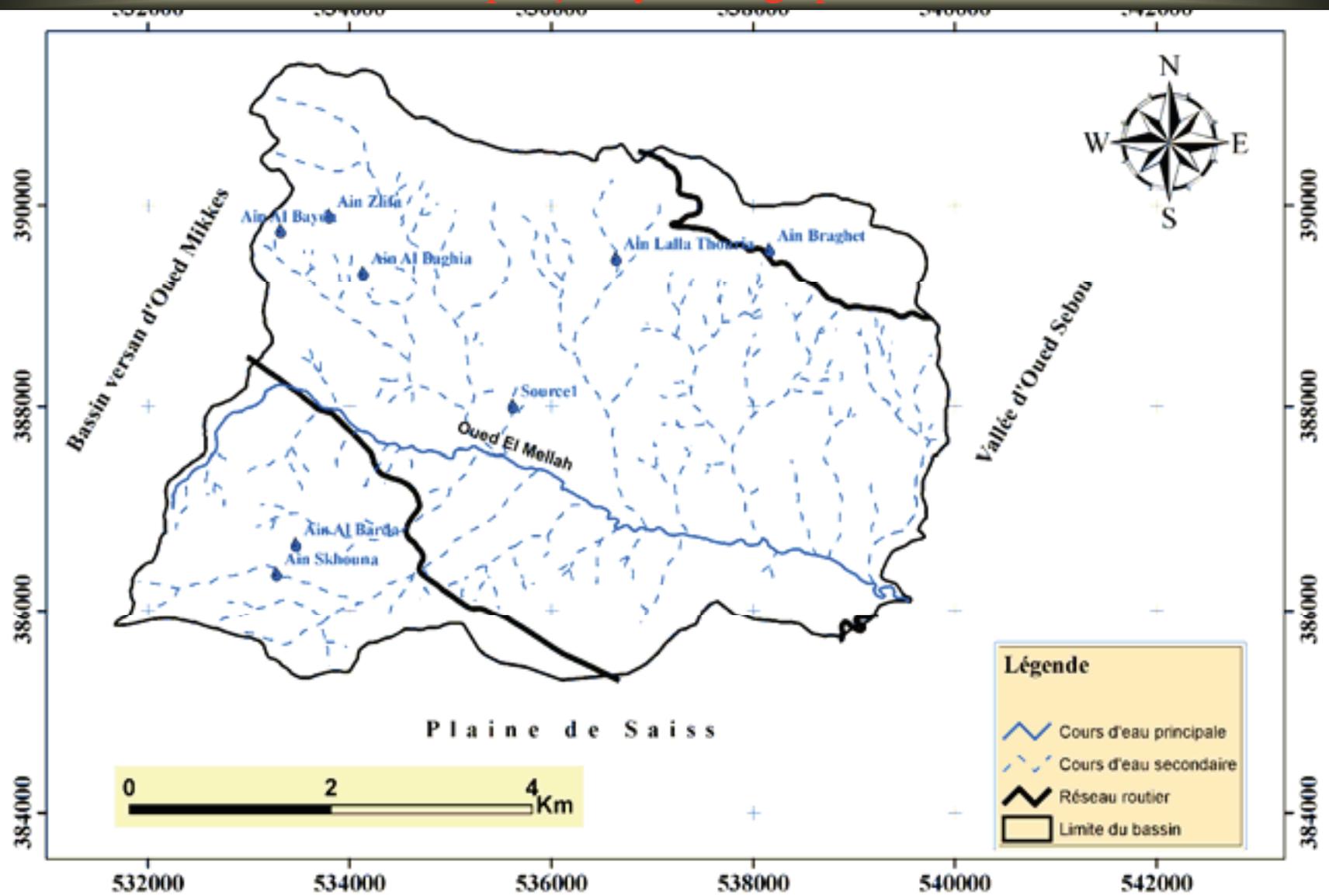
Aperçu Climatologique



Aperçu Climatologique

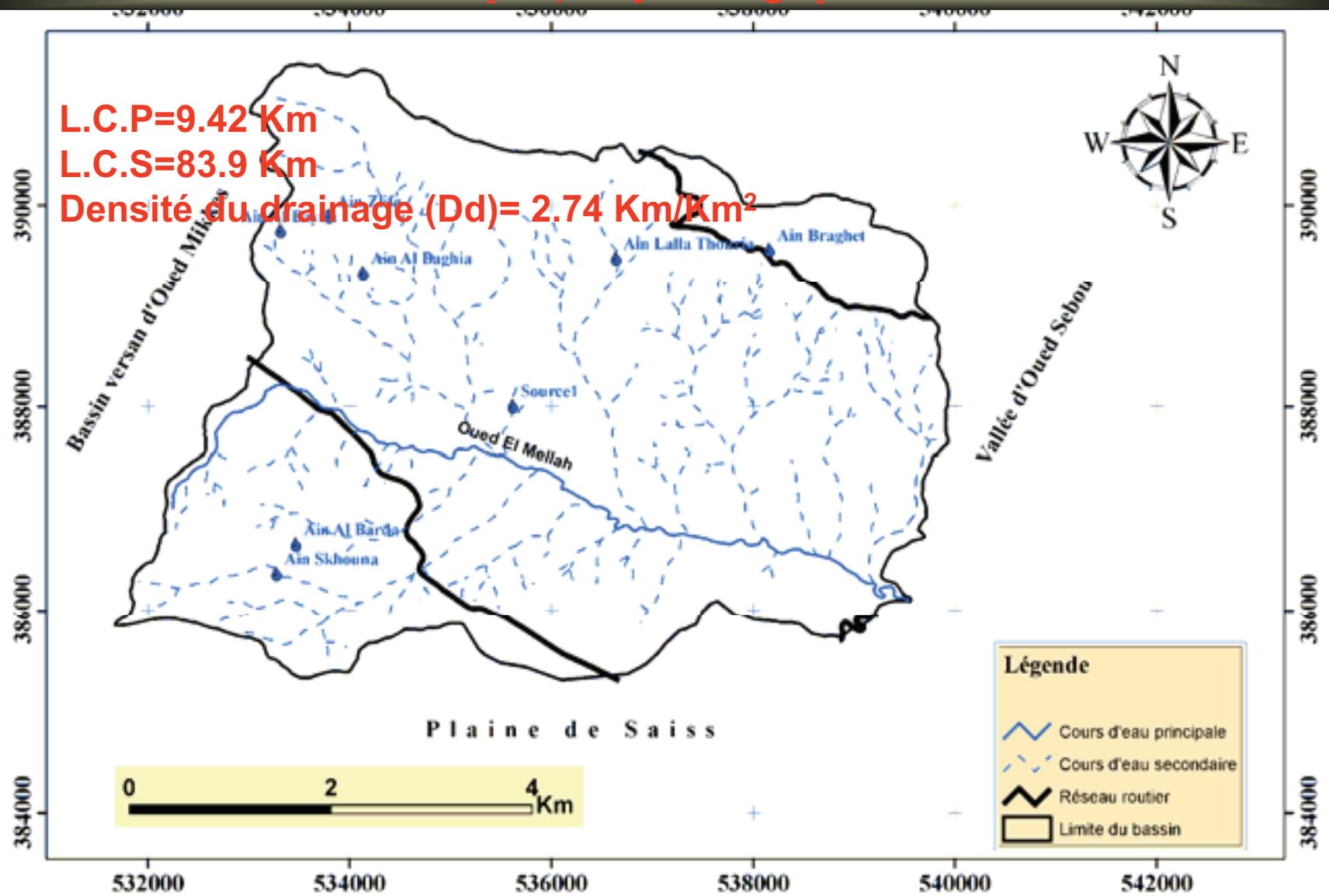


Aperçu hydrologique



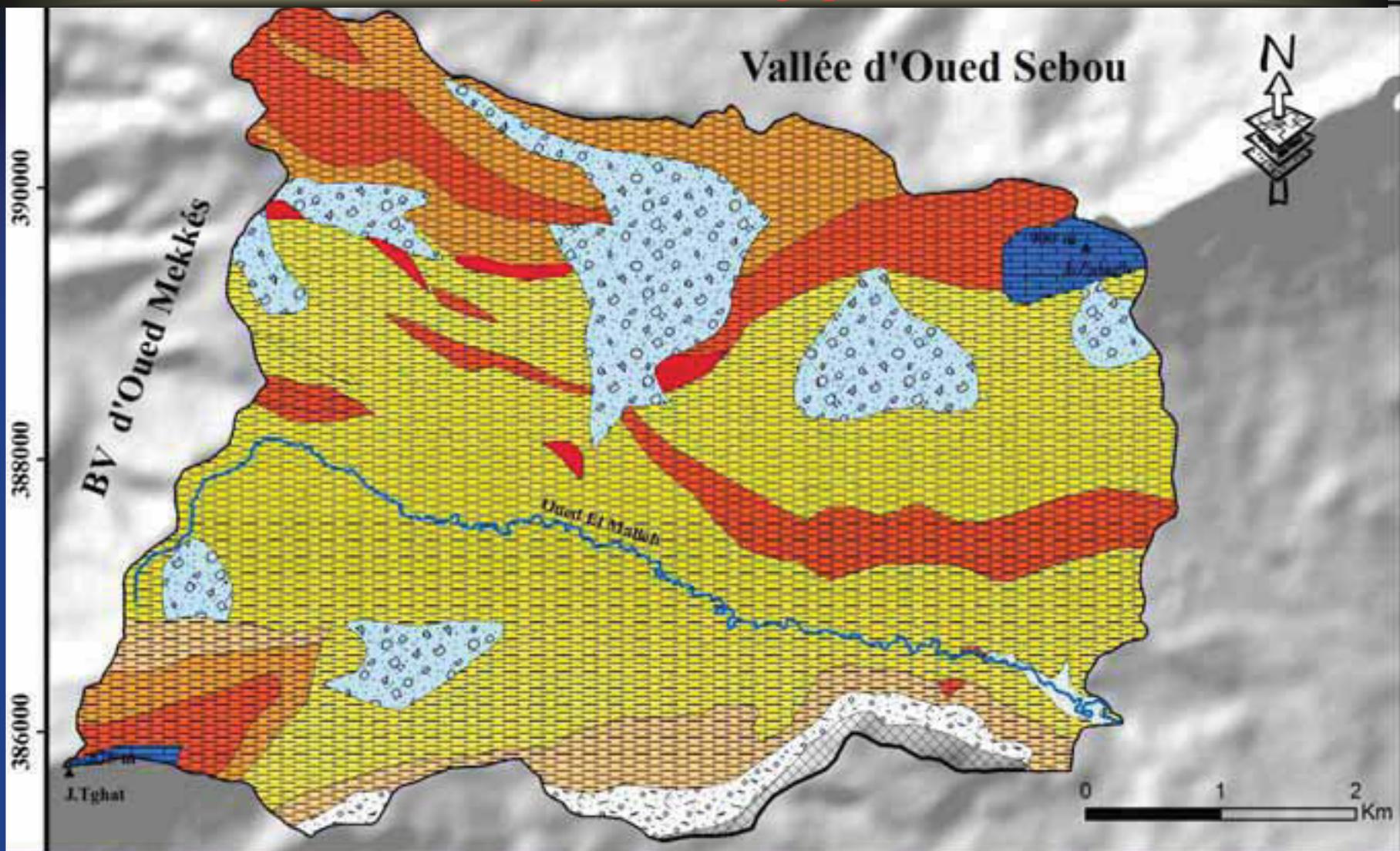
Réseau hydrographique du bassin d'Oued El Melleh

Aperçu hydrologique



Réseau hydrographique du bassin d'Oued El Melleh

Aperçu Géologique

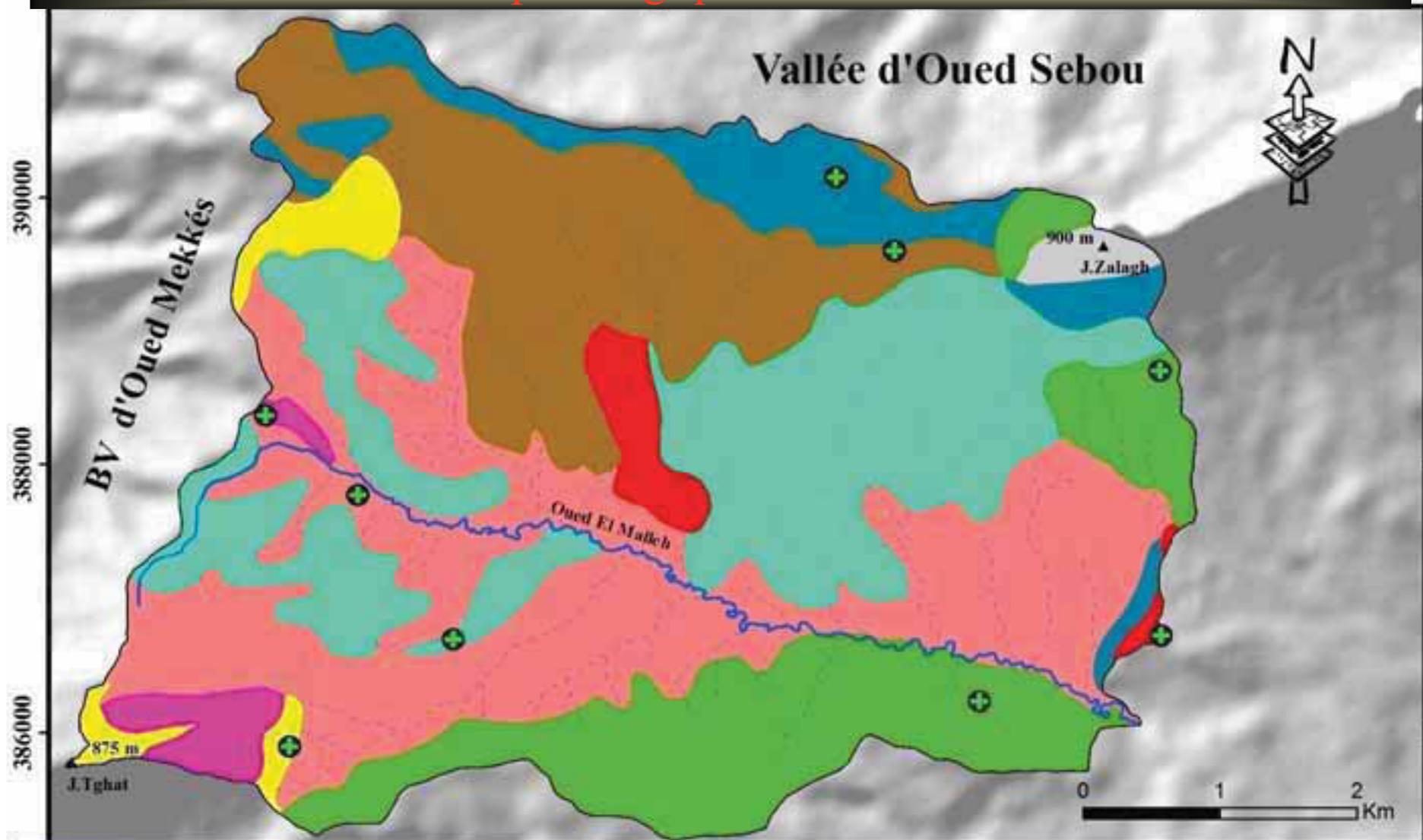


Légende

Lithologie

Argiles rouges salifères, Trias	Marnes blanches, Miocène moyen	Conglomérats, Pliocène
Calcaires, Jurassique	Marnes gréseuses fines, Miocène moyen a supérieur	Limons, tufs et cailloutis, Quaternaire
Calcaires microcristallins, Miocène inférieur	Marnes, Miocène supérieur	Limons argileux, Quaternaire
	Travertins, Quaternaire	

Contexte pédologique de la zone d'étude



Légende

Pedologie

Minéraux brutex, Lithosols

Peu évolués, Régosoliques

Peu évolués, Régosoliques avec tendance à la tirstification

Vertique, érodés

Calcimagnisiques, modaux localement érodés

Calcimagnisiques, modaux

Isohumiques, Vertiques

Complexe des unités 2, 3, et 4

Complexe des unités 3 et 16

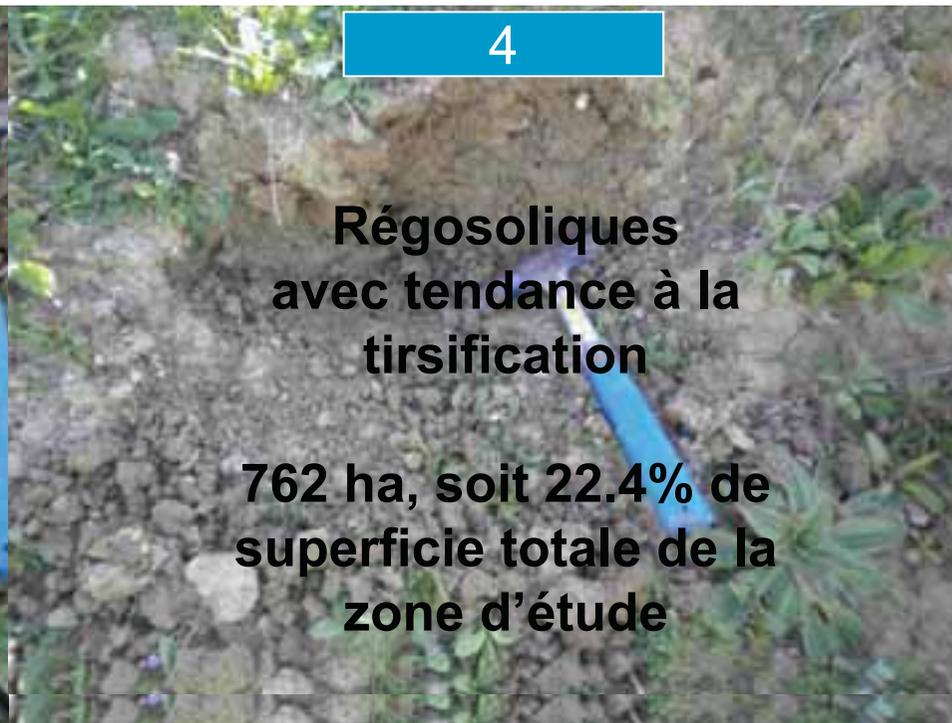
Point d'échantillonnage



3

**Peu évoluée
Régosoliques**

**241 ha, soit 7% de
superficie totale de la
zone d'étude**



4

**Régosoliques
avec tendance à la
tirsification**

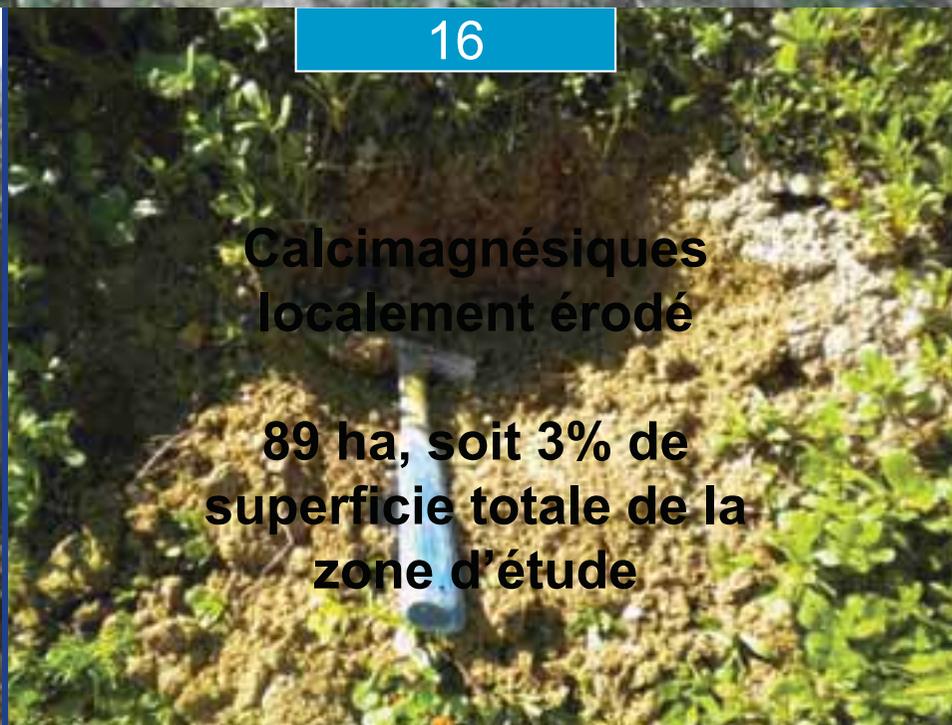
**762 ha, soit 22.4% de
superficie totale de la
zone d'étude**



10

**Modaux
d'apport colluvial**

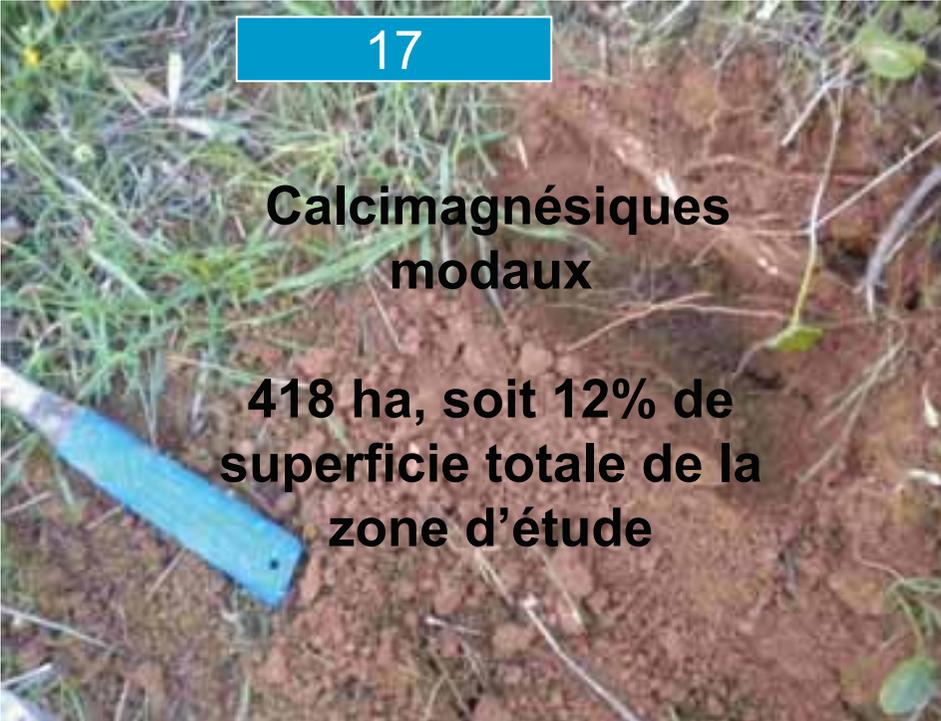
**108.15 ha, soit 3.18% de
superficie totale de la
zone d'étude**



16

**Calcimagnésiques
localement érodé**

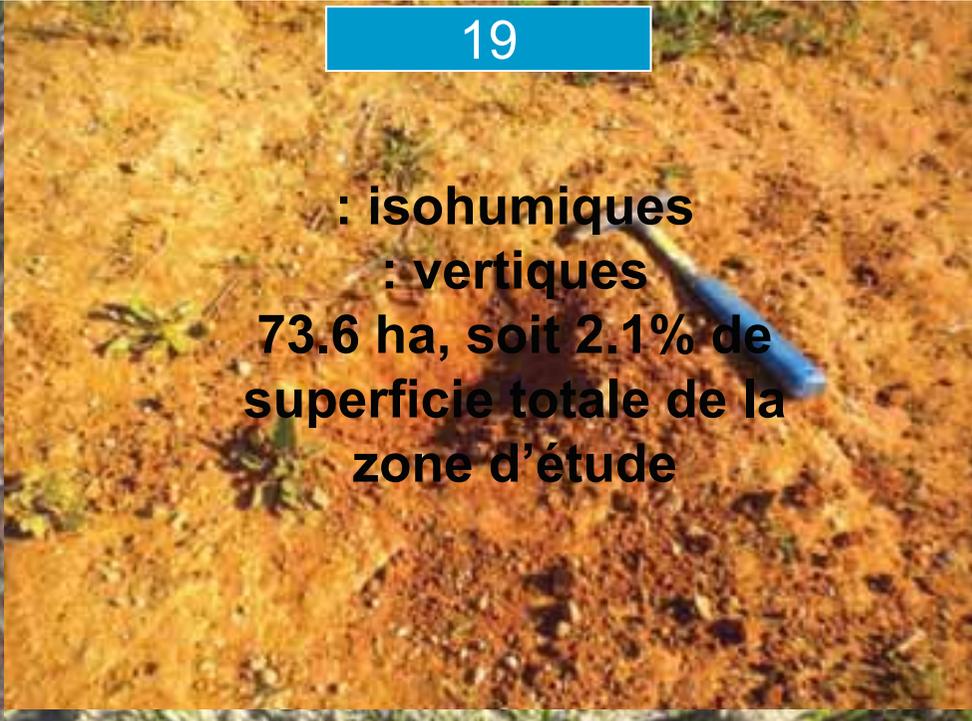
**89 ha, soit 3% de
superficie totale de la
zone d'étude**



17

**Calcimagnésiques
modaux**

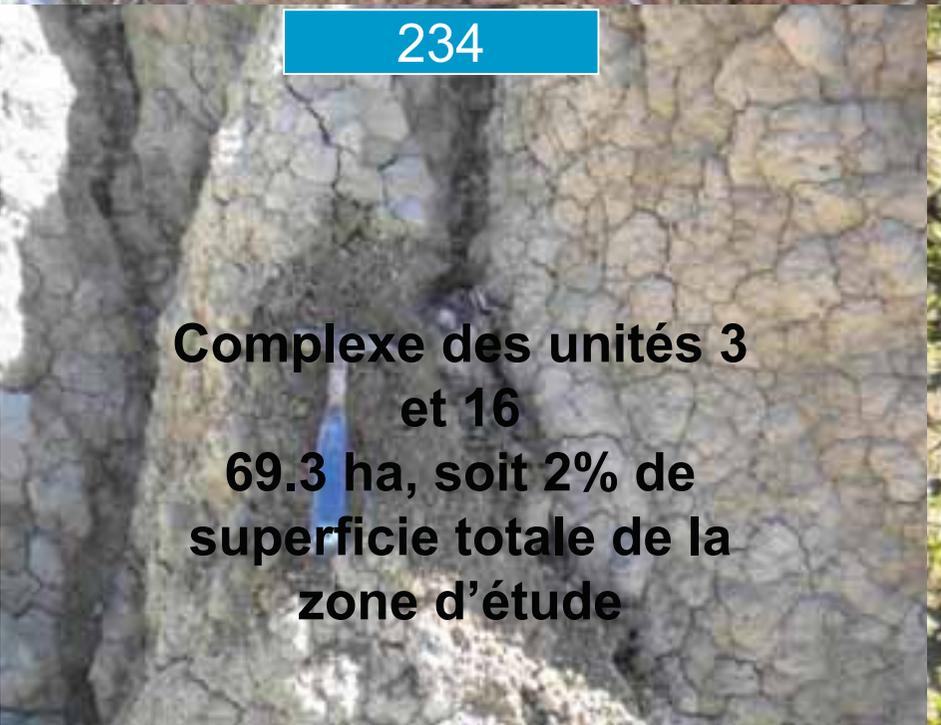
**418 ha, soit 12% de
superficie totale de la
zone d'étude**



19

**: isohumiques
: vertiques**

**73.6 ha, soit 2.1% de
superficie totale de la
zone d'étude**



234

**Complexe des unités 3
et 16**

**69.3 ha, soit 2% de
superficie totale de la
zone d'étude**



316

**Complexe des unités 3
et 16**

**601.5 ha, soit 18% de
superficie totale de la
zone d'étude**

17

**Calcimagnésiques
modaux**

418 ha,
superficie
zone

19

**: isohumiques
: vertiques**

soit 2.1% de
e totale de la
d'étude

15

**Peu évoluée
Vertisols**

1005 ha, soit 29% de
superficie totale de la
zone d'étude

23

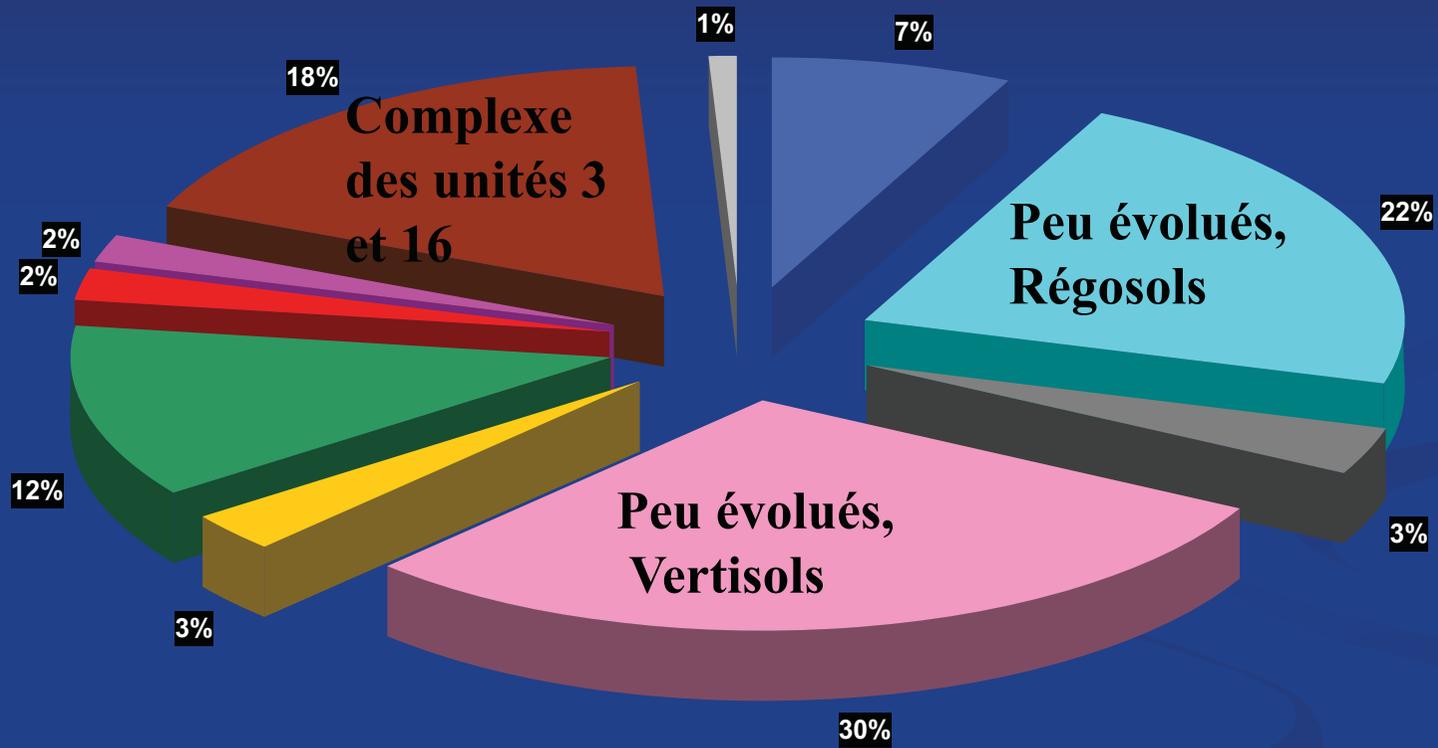
**Complexe des unités 3
et 16**

69.3 ha, soit 2% de
superficie totale de la
zone d'étude

16

**e des unités 3
et 16**

601.5 ha, soit 18% de
superficie totale de la
zone d'étude



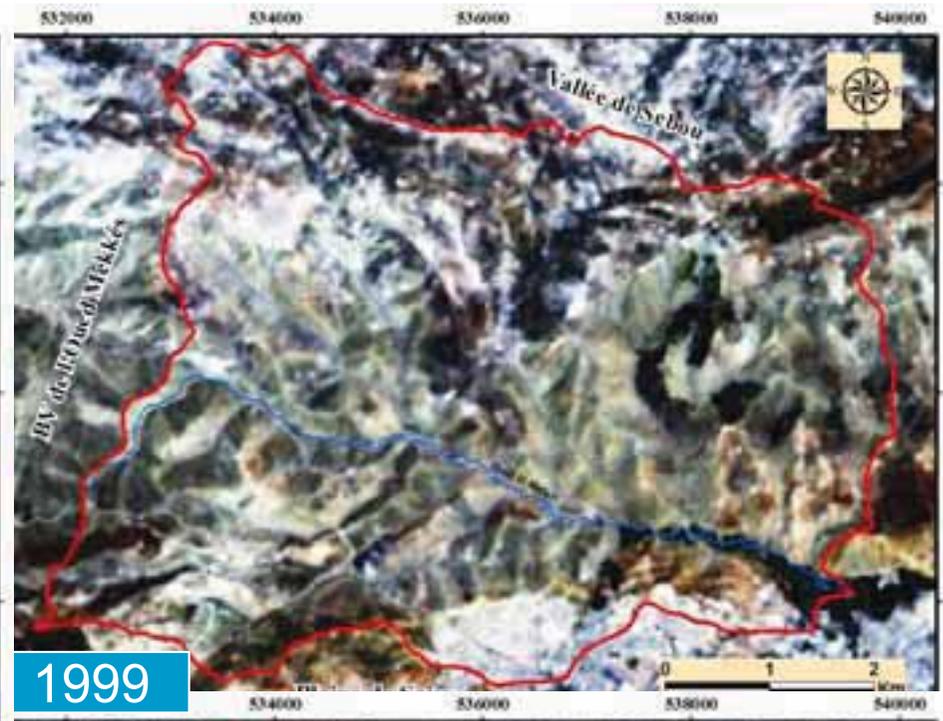
L'évolution spatio-temporelle de
l'occupation du sol
dans le bassin d'Oued El Malleh

Traitement, analyse et interprétation visuelle des images satellitaires

- L'identification de la variation spatio-temporelle de l'occupation des sols dans la zone d'étude a été réalisée à partir de la réalité de terrain et de l'interprétation visuelle des images satellitaires Landsat-5 et Landsat-7 ETM+ (entre 1987 et 2011).
- Toutes les images sont prises en saison sèche (Été) pour ne pas comparer des images de saisons différentes, ce qui pourrait donner lieu à des résultats non comparables.
- L'interprétation visuelle des images satellitaire a été effectuée par le logiciel de traitement d'image IDRISI Andes qui possède une série de modules très complets autant pour les méthodes numériques qu'analogiques.

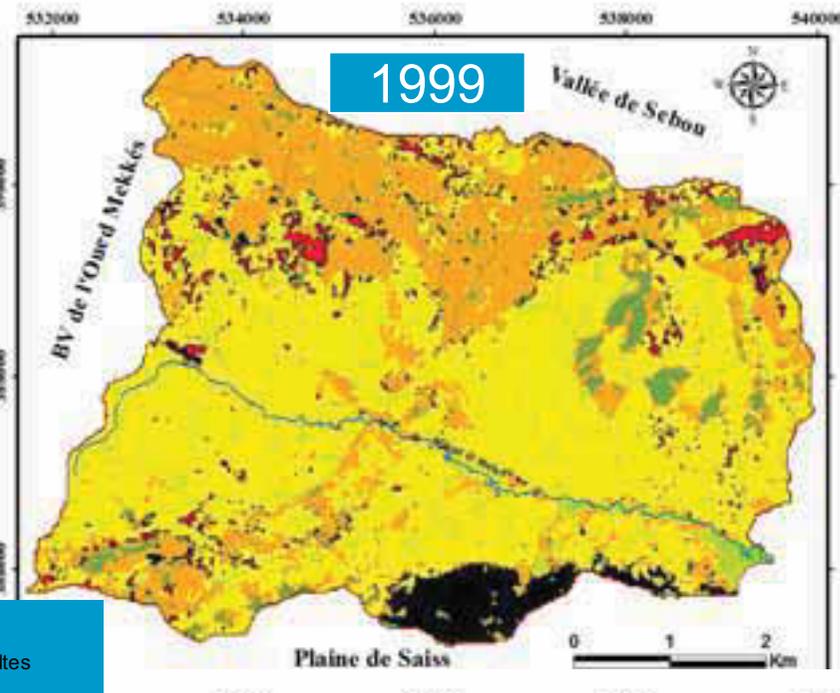
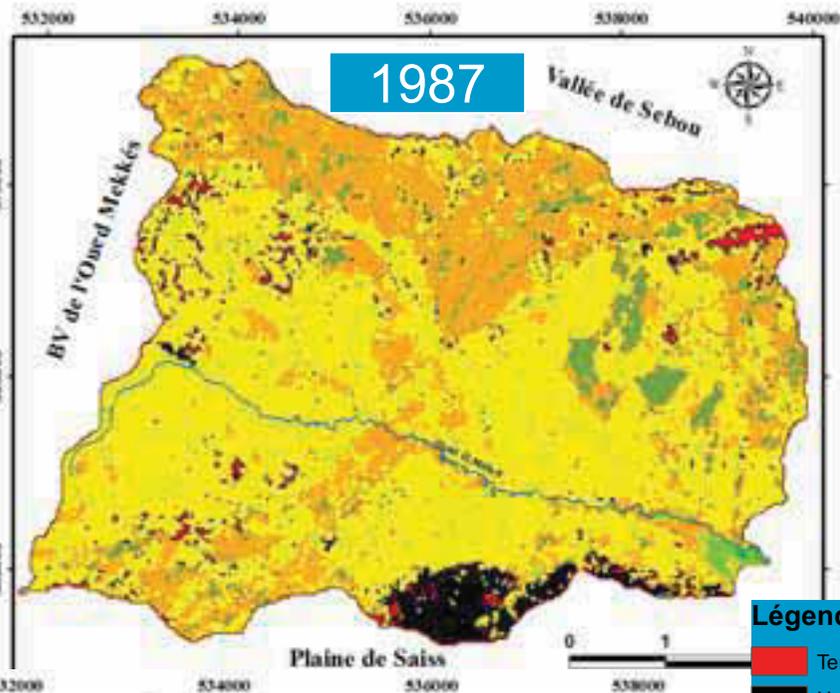
a) Classification non supervisée

- La classification non supervisée a pour but de fournir les échantillons et la taxinomie pour initialiser la classification supervisée.
- Le choix des zones d'entraînement a été effectué en fonction des plages de couleurs homogènes des observations effectuées sur le terrain et de l'interprétation visuelle de la composition colorée.
- L'apprentissage est réalisé par la fonction MAKESIG d'IDRISI ANDES. Cette dernière a permis de créer en outre les fichiers des signatures spectrales de chaque classe thématique définie.

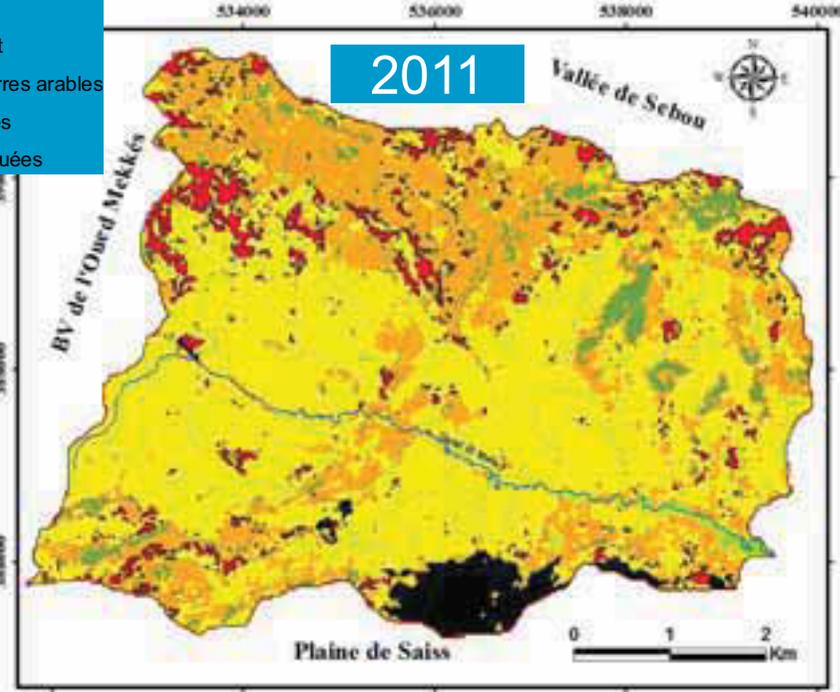
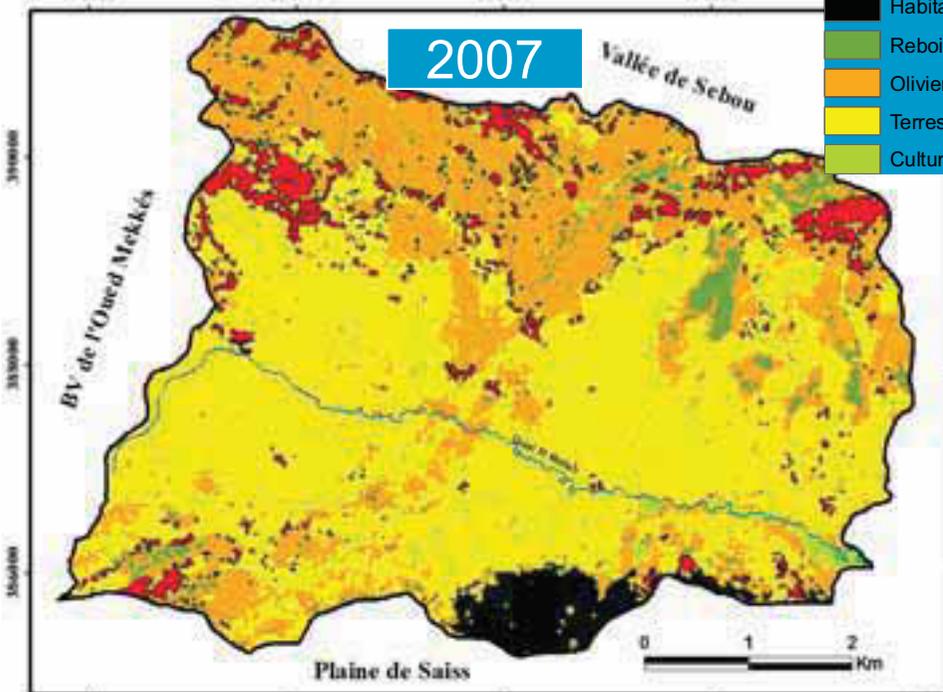


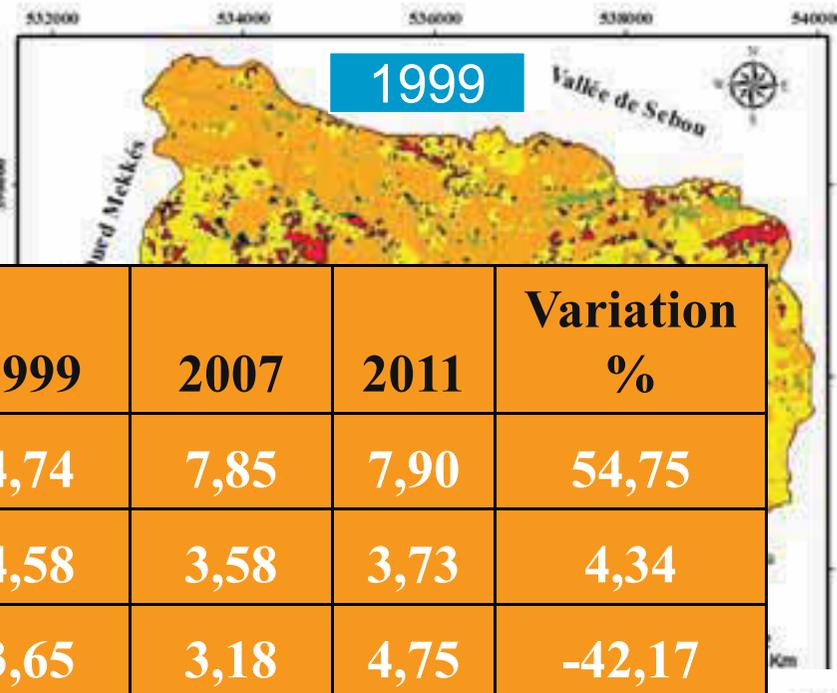
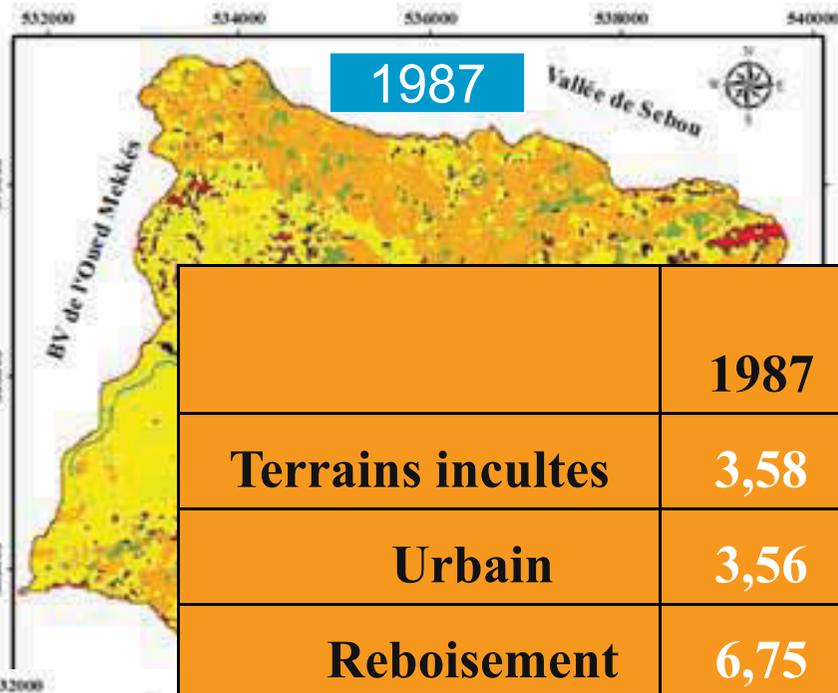
b) Classification supervisée

- La classification supervisée consiste à affecter à une classe thématique les pixels qui appartiennent à une classe spectrale définie par les parcelles d'entraînement.
- C'est une étape qui nécessite le choix d'un algorithme de classification le mieux adapté aux données traitées. La classification supervisée a été lancée à l'aide de la fonction MAXLIKE de IDRISI ANDES. Elle utilise l'algorithme du maximum de vraisemblance basé sur des fichiers de signatures spectrales.
- On considère que toutes les classes ont une probabilité a priori identique. Les pixels sont attribués à la classe à laquelle ils ont la plus grande probabilité d'appartenir. MAXLIKE a aussi la possibilité de rejeter un certain nombre de pixels dont la possibilité d'appartenance à une classe est très faible.

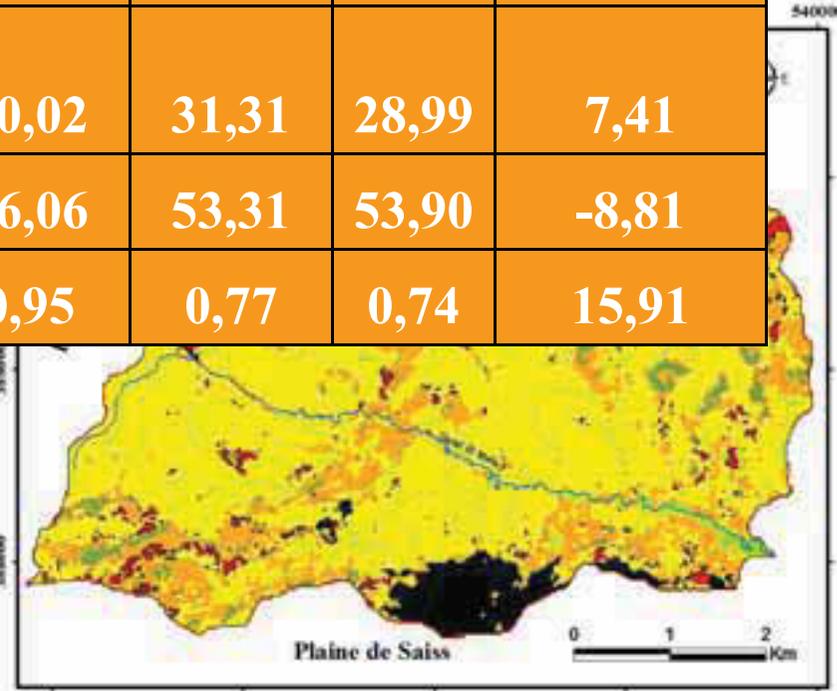
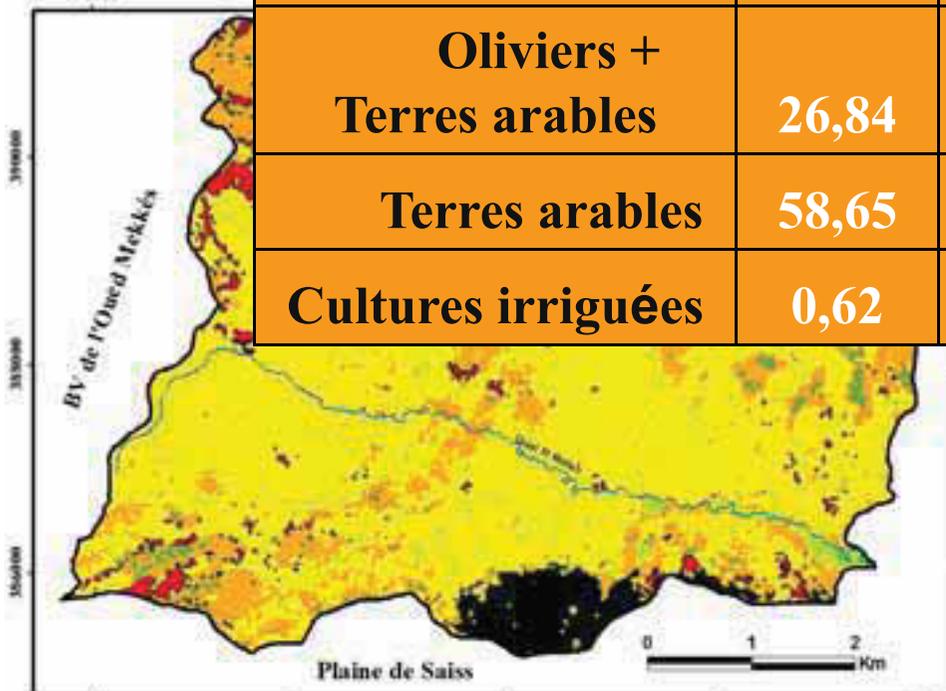


- Légende**
- Terrains incultes
 - Habitations
 - Reboisement
 - Oliviers + Terres arables
 - Terres arables
 - Cultures irriguées



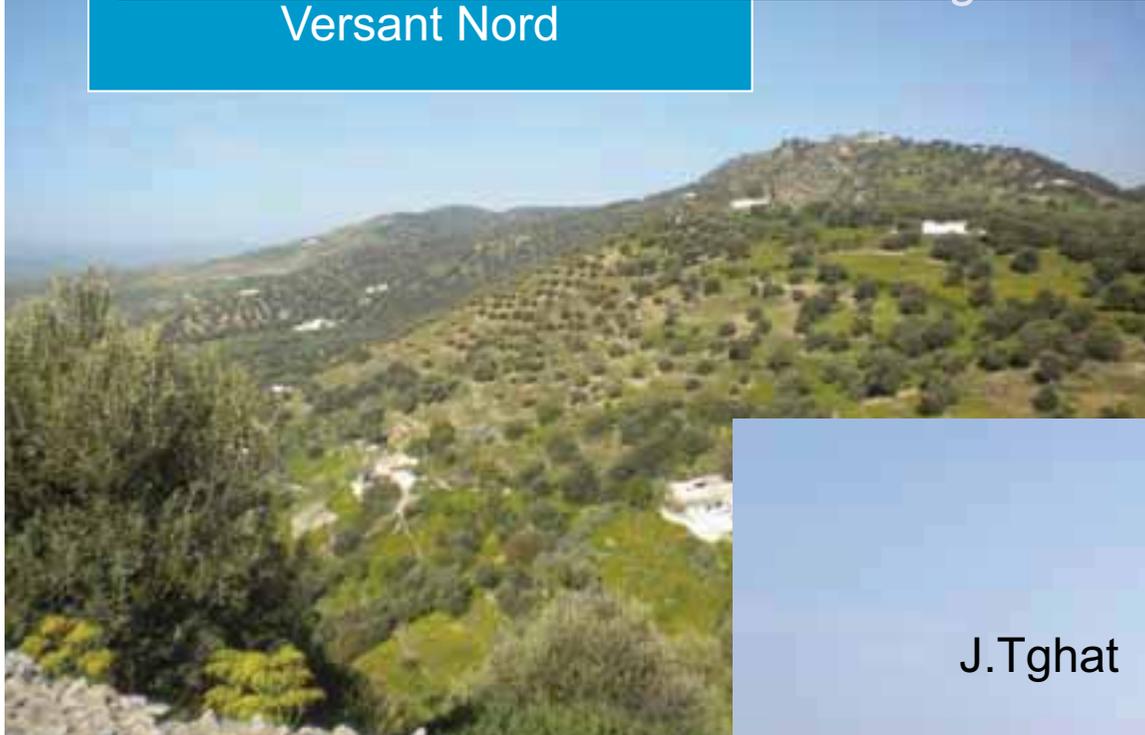


	1987	1999	2007	2011	Variation %
Terrains incultes	3,58	4,74	7,85	7,90	54,75
Urbain	3,56	4,58	3,58	3,73	4,34
Reboisement	6,75	3,65	3,18	4,75	-42,17
Oliviers + Terres arables	26,84	30,02	31,31	28,99	7,41
Terres arables	58,65	56,06	53,31	53,90	-8,81
Cultures irriguées	0,62	0,95	0,77	0,74	15,91



*Exemples de paysages
dans la région d'étude*

Versant Nord



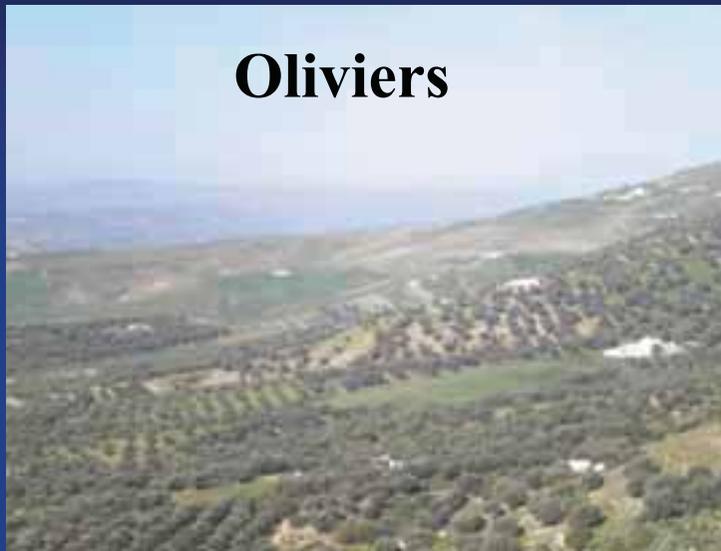
J.Tghat

Versant Sud



*Exemples de paysages correspondant aux différents types
d'occupation du sol identifiés
dans la région d'étude*

Oliviers



Reboisements



*Exemples de paysages correspondant aux différents types
d'occupation du sol identifiés
dans la région d'étude*



Badlands/terrains incultes



Céréaliculture

Modèle d'évaluation de l'érosion:

1-RUSLE

Équation universelle des pertes en sol révisée (RUSLE)

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$



L'équation RUSLE a été établie d'après les travaux de Wischmeier et Smith (1965). Il s'agit d'un modèle empirique dans lequel l'érosion (A), exprimée en T/ha /an, est le produit de 6 facteurs:

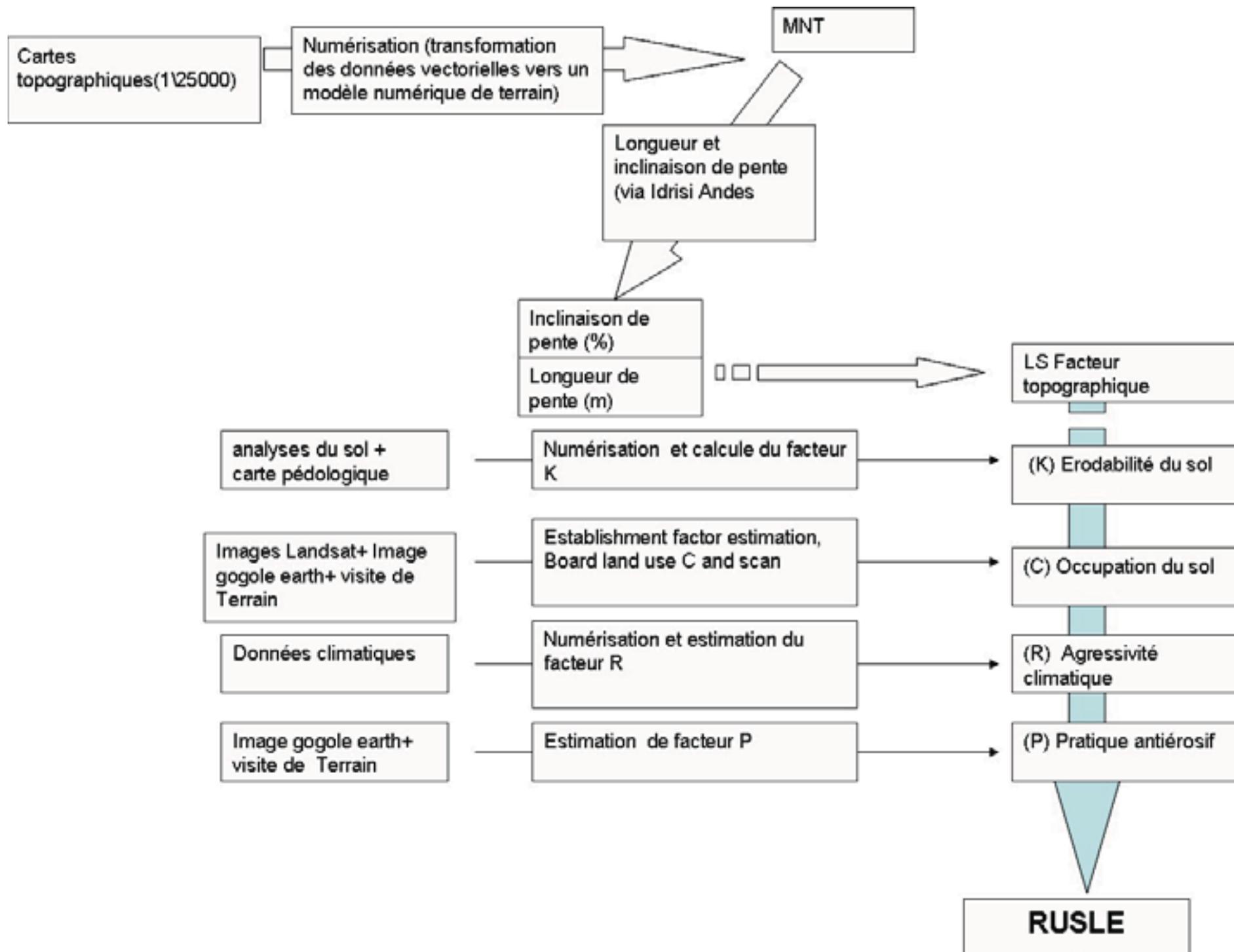
R = érosivité des précipitations;

K = érodibilité des sols;

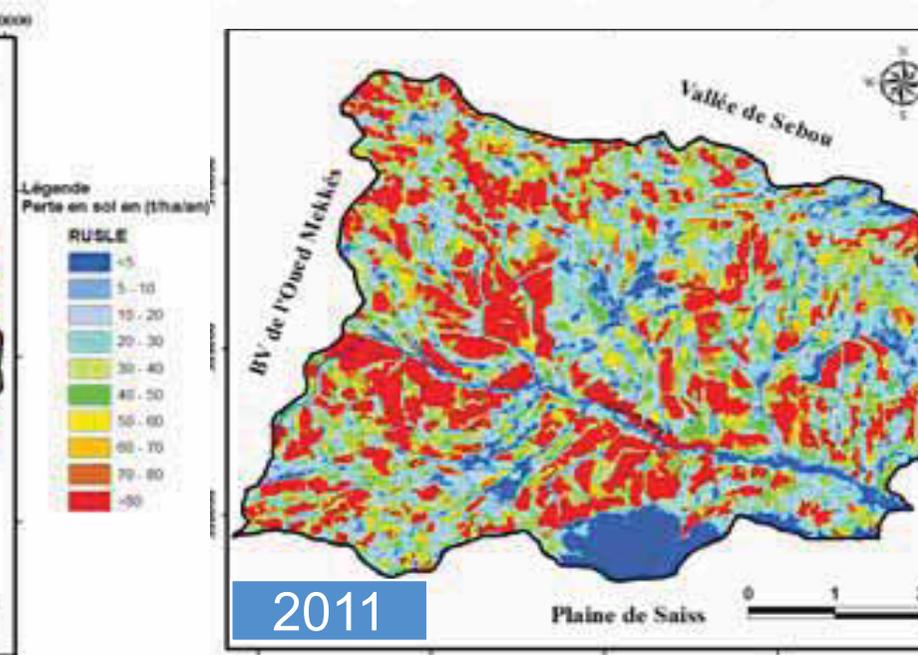
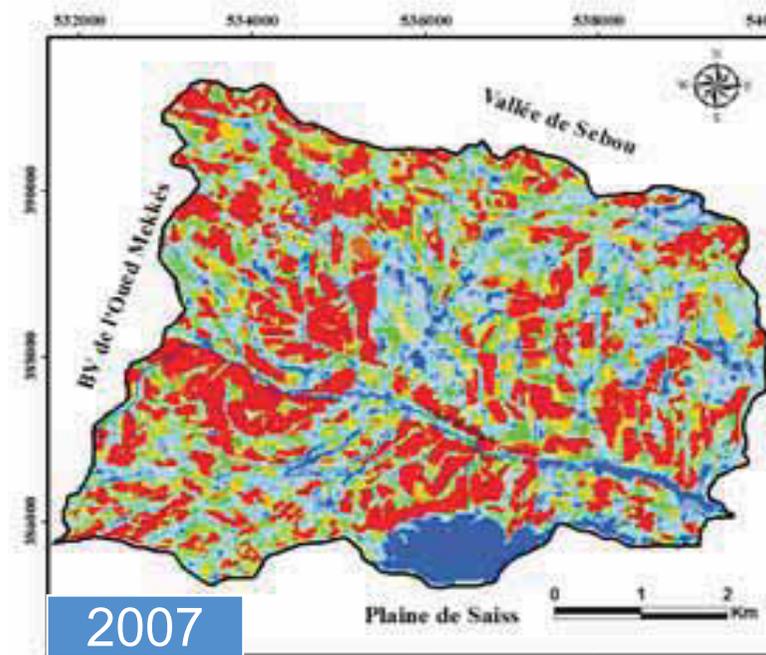
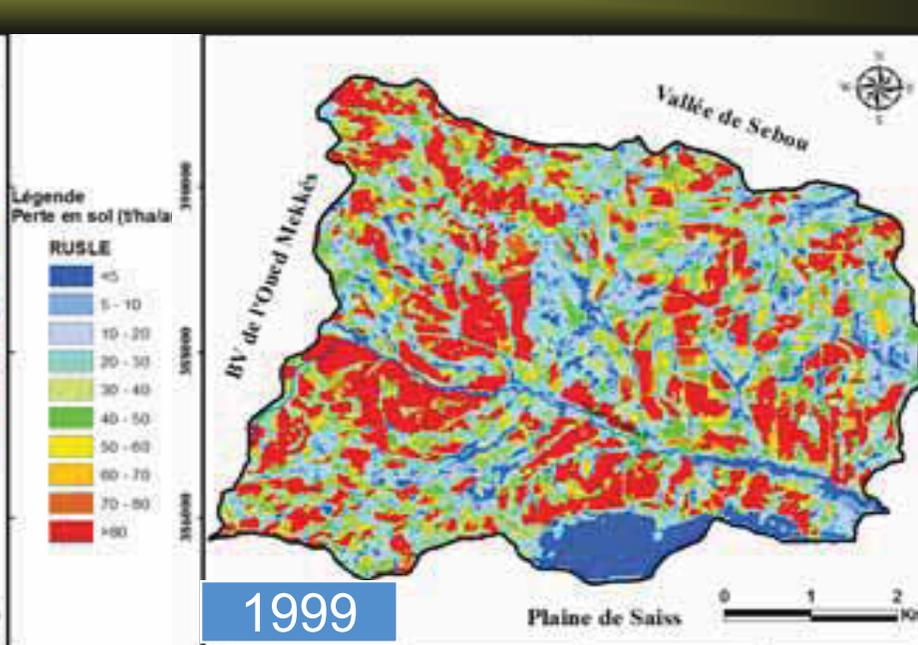
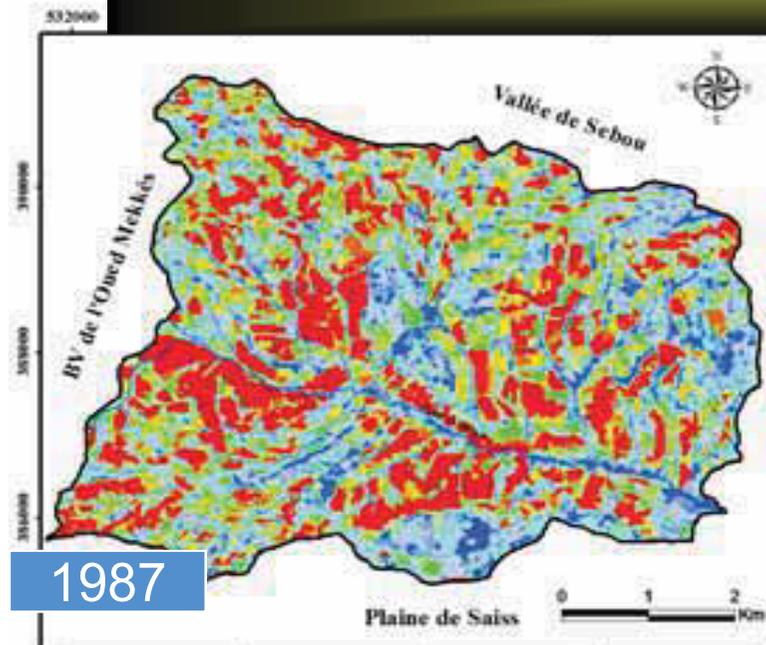
LS = longueur et inclinaison de pente ;

C = couverture végétale

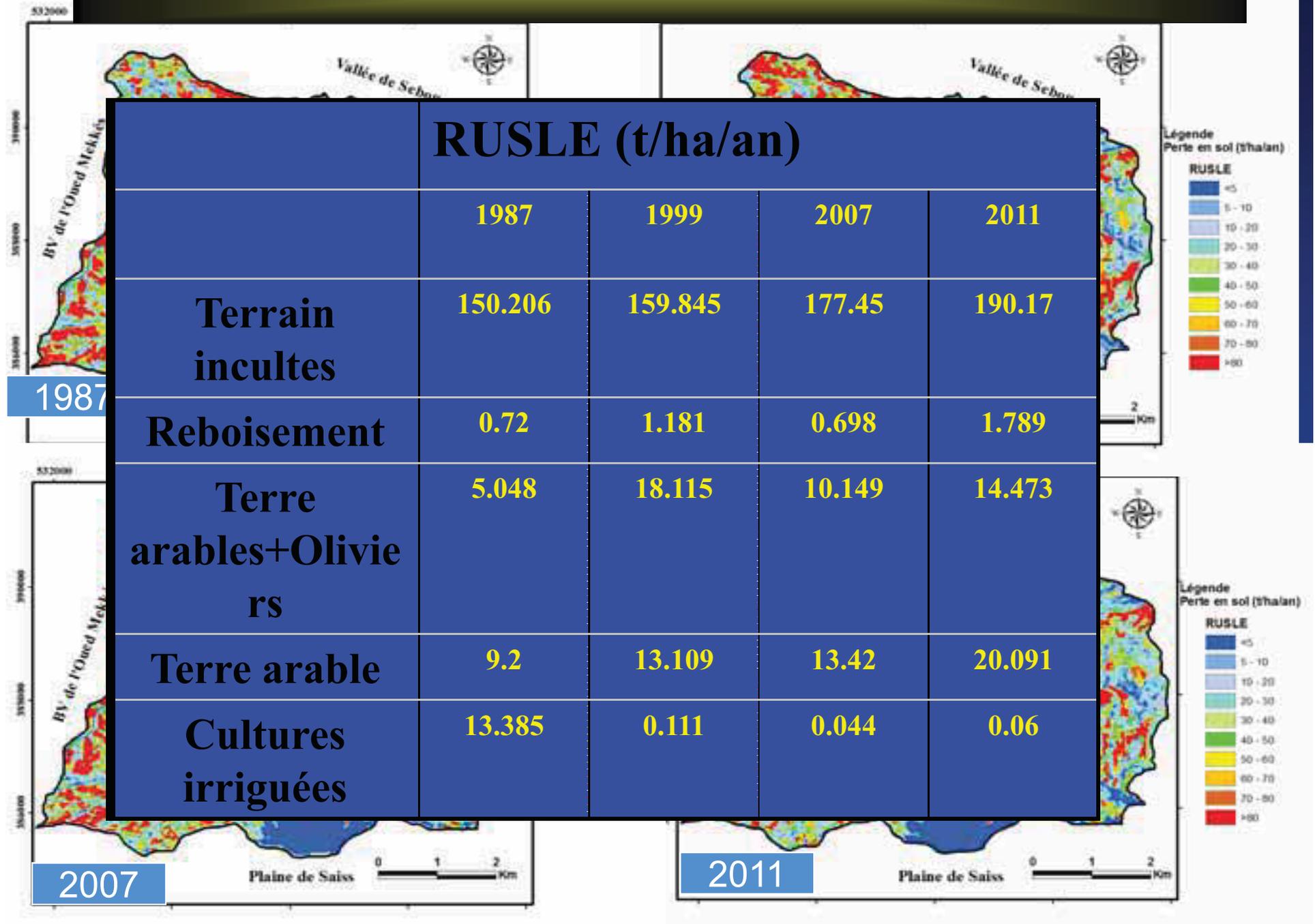
P = pratiques anti-érosives



Carte des pertes en sol établie par le modèle RUSLE (t/ ha/an)



Carte des pertes en sol établie par le modèle RUSLE (t/ ha/an)



- Ces évaluations statiques des pertes de sol ont été ensuite utilisées dans un algorithme de déposition (Sédimentation) qui modélise le mouvement de ces pertes en sol vers l'exutoire.



2-Le modèle Sédimentation

- Le modèle Sédimentation est basé sur les résultats du modèle RUSLE pour calculer le bilan d'érosion dans chaque parcelle élémentaire considérée homogène.
- Il utilise des polygones homogènes résultant du calcul du module RUSLE pour évaluer le mouvement net du sol (érosion ou dépôt) dans des parcelles ou des sous bassins versants (Lewis et al., 2005).



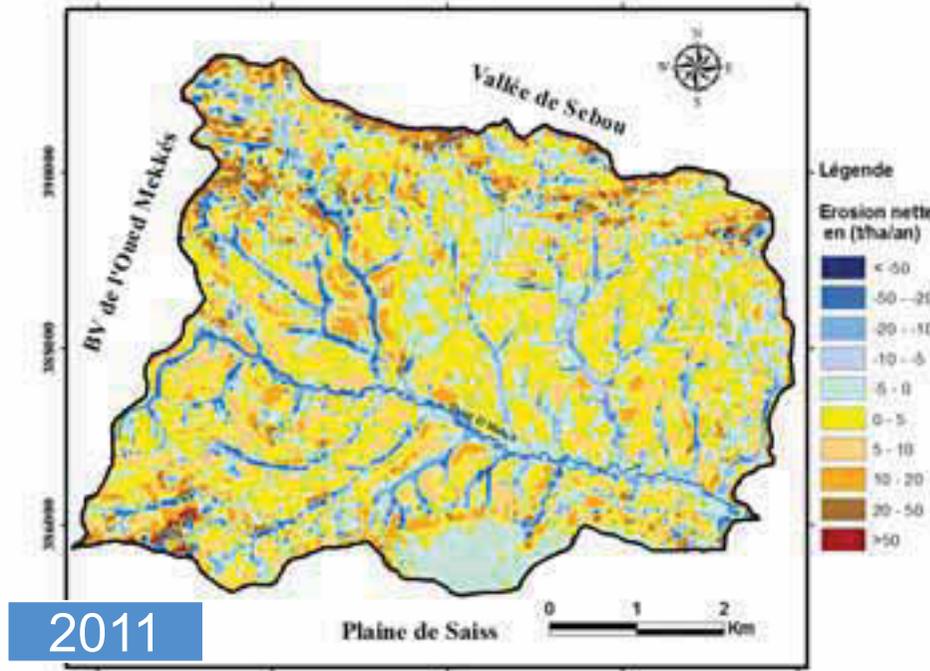
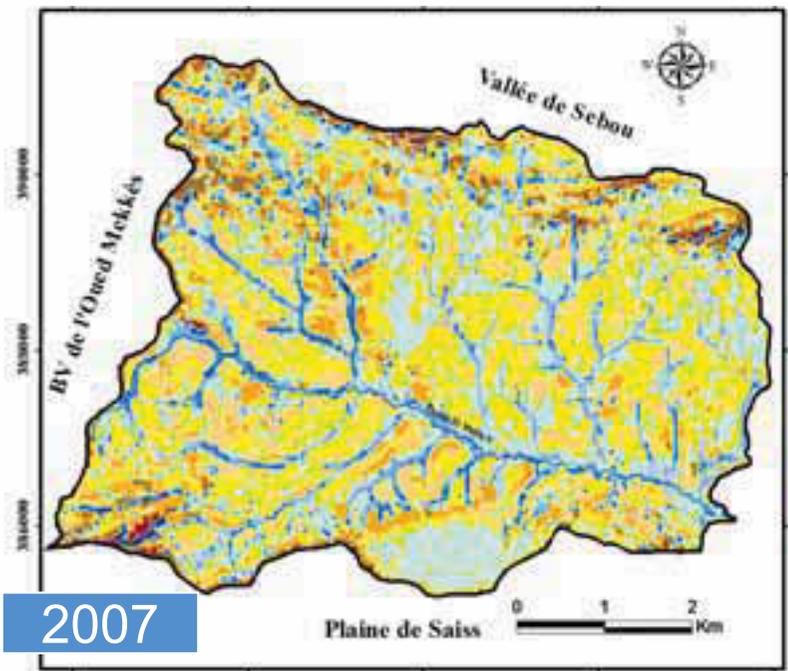
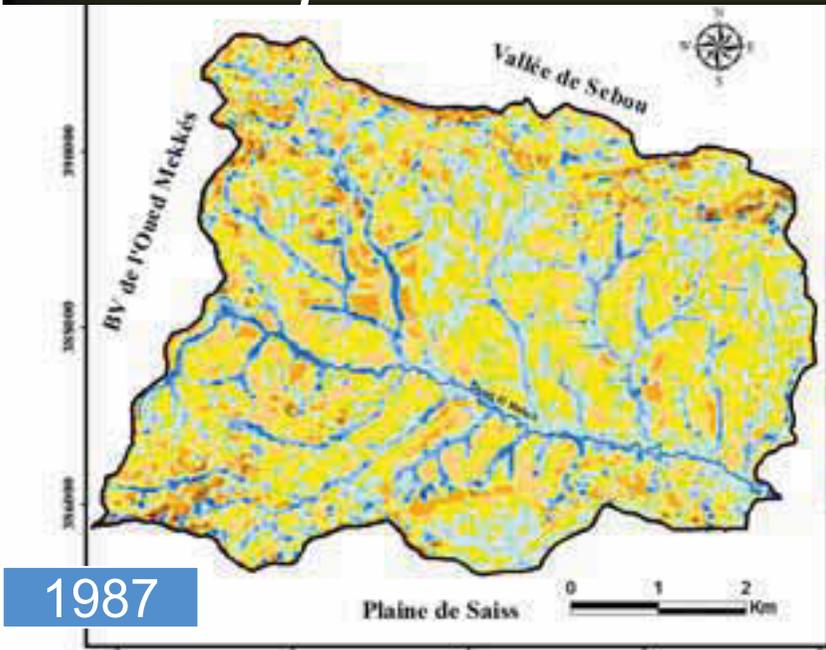
Principe du modèle de déposition : Sédimentation

. Le module Sedimentation détermine d'abord l'altitude moyenne pour chaque polygone puis la localisation de la plus grande altitude dans le bassin versant ou dans la parcelle considérée.

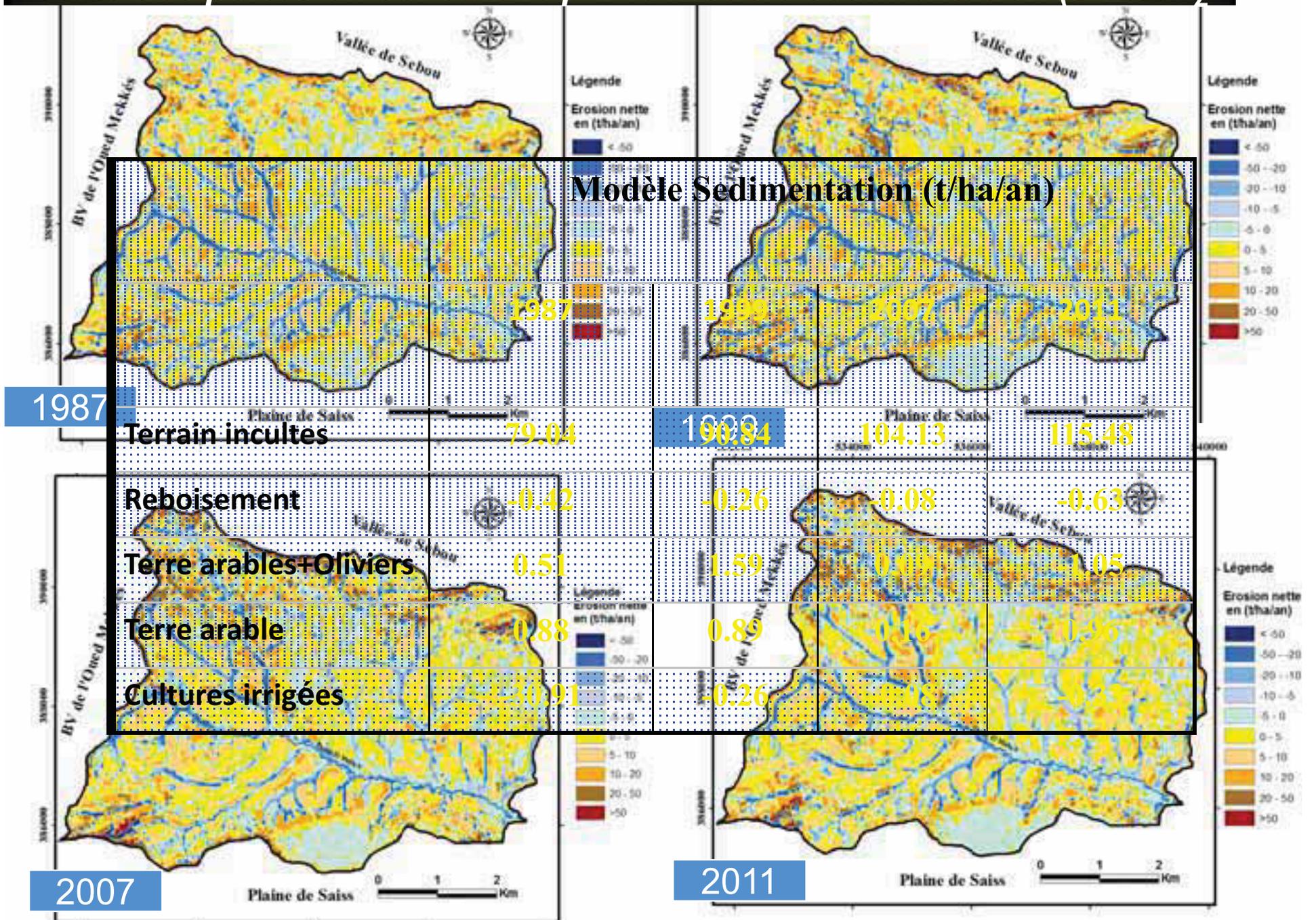
La direction du mouvement du sol est alors établie par les différences relatives des altitudes entre les polygones contigus. Ainsi le mouvement est toujours dans la direction de la pente descendante.

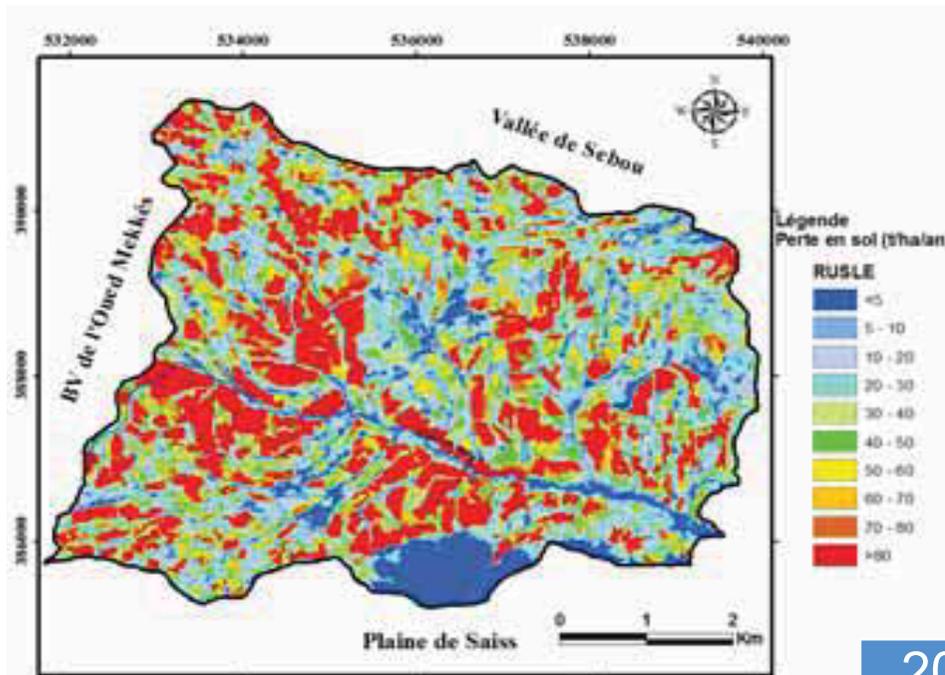


Carte des pertes en sol établie par le modèle sédimentation (t/ ha/an)

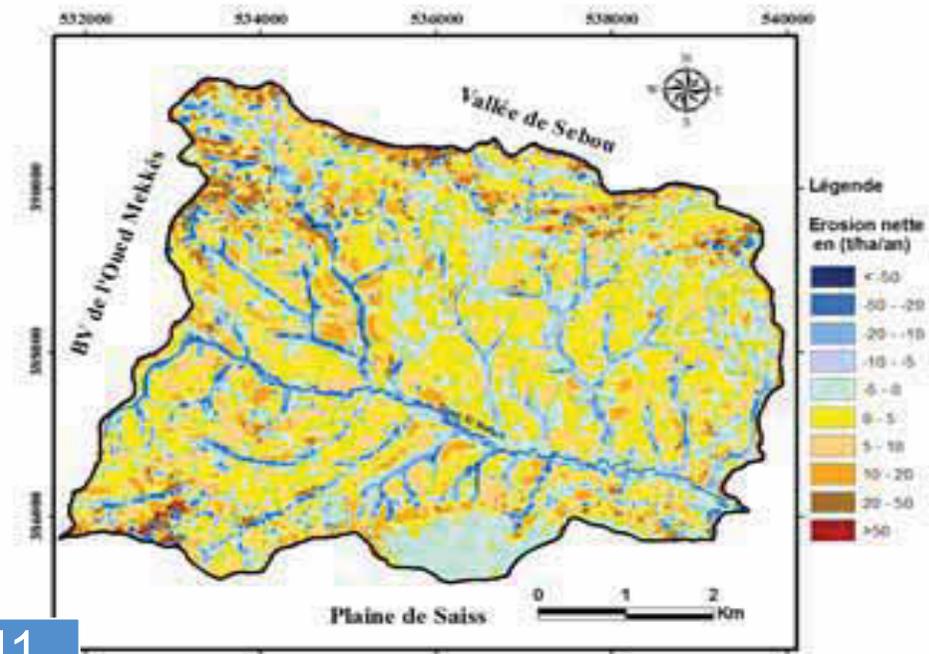


Carte des pertes en sol établie par le modèle sédimentation (t/ha/an)





2011



		2011 (t/ha/an)	
		RUSLE	RUSLE + Sedimentation
	Terrain incultes	190.17	115.48
	Reboisement	1.789	-0.63
	Terre arables+Oliviers	14.473	-1.05
	Terre arable	20.091	0.96
	Cultures irriguées	0.06	-0.33

Conclusion

- La prise en compte de la variabilité temporelle des processus d'érosion et de déposition en même temps a conduit à une diminution des valeurs d'érosion du sol calculées par le modèle RUSLE en comparaison avec des études antérieures.
- Malgré cette baisse, il y a toujours un problème de dégradation des sols due au type d'utilisation des terres et à la lithologie locale.
- La technique utilisée permet l'évaluation rapide de l'érosion nette à l'échelle du bassin et l'identification des secteurs qui nécessitent des interventions pour lutter contre la dégradation des sols.



An aerial photograph of a vast agricultural landscape, likely a vineyard or orchard, with rows of crops stretching across rolling hills. The terrain is a mix of green and brown, suggesting different stages of growth or soil types. A large, 3D, metallic-looking logo with the letters 'FIN' is superimposed in the center. The letters are blue and silver on top, transitioning to red and yellow on the bottom. Below the 'FIN' text, there are large, stylized, yellow letters that appear to be 'M', 'C', and 'C', though they are partially obscured and less legible. A small figure of a person is visible in the lower-left foreground, providing a sense of scale to the vastness of the landscape.

FIN
MCC