

ROYAUME DU MAROC
PROJET DE DEVELOPPEMENT HYDRO-AGRICOLE
DU BASSIN VERSANT DE L'GUERGHA

RAPPORT FINAL
PARTIE I

AGENCE FRANCO-ARABE D'ASSISTANCE INTERNATIONALE

411
807
AFA
LIBRARY
92-46

A F A
92-46

JICA LIBRARY



1101777(9)

24433

ROYAUME DU MAROC
PROJET DE DÉVELOPPEMENT HYDRO-AGRICOLE
DU BASSIN VERSANT DE L'OUERGHA

RAPPORT FINAL
ANNEXE I

Novembre 1992

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

国際協力事業団

24433

INDEX DE L'ANNEXE I

ANNEXE A1	TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE & PEDOLOGIE
ANNEXE A2	METEO - HYDROLOGIE
ANNEXE A3	UTILISATION DES TERRES ET PEDOLOGIE
ANNEXE A4	AGRICULTURE ET ELEVAGE
ANNEXE A5	IRRIGATION ET DRAINAGE
ANNEXE A6	ECONOMIE AGRICOLE
ANNEXE A7	CONVERSION DU BASSIN VERSANT
ANNEXE A8	INVENTAIRE DES SITES DE BARRAGE
ANNEXE A9	PLANIFICATION DES OUVRAGES
ANNEXE A10	EVALUATION DES TRAVAUX
ANNEXE A11	CARTES DES OUVRAGES

ANNEXE A1 TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE & PEDOLOGIE

Table des matières

1. Topographie et géologie de la région étudiée	A1-1
1.1 Présentation	A1-1
1.2 Topographie	A1-1
1.2.1 Chaînes de montagnes et cours d'eau	A1-1
1.2.2 Montagnes et collines	A1-2
1.2.3 Replats	A1-3
1.2.4 Topographie et utilisation des terres	A1-3
1.2.5 Division topographique avec les données de satellite Landsat	A1-12
1.3 Géologie	A1-26
1.3.1 Structure géologique	A1-26
1.3.2 Ordre des couches géologiques	A1-26
1.3.3 Roches sédimentaires (triasique ~ miocène moyen)	A1-37
1.3.4 Roches sédimentaires récentes (Miocène supérieur ~ Pliocène)	A1-37
1.3.5 Quaternaire	A1-37
1.4 Eau souterraine et géotechnique	A1-38
1.4.1 Eau souterraine	A1-38
1.4.2 Assise rocheuse de fondation des barrages	A1-40
2. Etude géologique des sites de barrage représentatifs	A1-43
2.1 Présentation de l'étude	A1-43
2.2 Fondation rocheuse des barrages	A1-43
2.3 Matériaux de construction des digues	A1-51

A1 TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE & PEDOLOGIE

1 Topographie et géologie de la région étudiée

1.1 Présentation

L'étude couvre l'ensemble du bassin versant de l'Ouergha (superficie totale de 6 100 km² environ) en amont de M'JAARA, à l'exception du réservoir du barrage de M'JAARA.

Lors de notre mission, nous avons effectué les investigations suivantes, afin d'avoir une vue d'ensemble de la topographie, de la géologie et de la pédologie de l'ensemble du secteur, et de constituer une documentation géotechnique pour chaque site de barrage.

- 1) Analyse topographique et géologique des photographies du satellite Landsat (échelle 1/100.000ème - ensemble du secteur étudié)
- 2) Etude documentaire et étude prévisionnelle sur place de la topographie, de la géologie et de la pédologie de l'ensemble du secteur étudié
- 3) Etablissement d'un inventaire de barrages à partir des photographies aériennes des sites de barrage (environ 400 sites)
- 4) Reconnaissances topographiques, géologiques et pédologiques des sites de barrages représentatifs (50 emplacements, 46 sites)
- 5) Sondages des sites de l'étude de pré-faisabilité, puits de reconnaissance (5 puits) et topographie (4 sites)

Nous indiquons en annexe les résultats des reconnaissances 5) effectuées sur les sites de pré-faisabilité et commenterons les résultats des volets 1 à 4.

1.2 Topographie

1.2.1 Chaînes de montagnes et cours d'eau

Les chaînes de montagne et le système des cours d'eau sont fortement déterminés par la structure géologique. La région de l'étude présente une structure en forme d'arc qui dans l'Ouest du secteur, constitué de roches sédimentaires, s'oriente dans le sens NE, et se dirige dans le sens E-N-E dans la partie Est du secteur. Sur la bordure Nord de l'arc, constituée de roches solides (alternance de schistes et de grès), des régions de haute montagne se sont développées, formant ainsi la ligne de partage des eaux. En revanche, dans les environs de la

bordure Sud de l'arc, constituée de roches tendres (marnes), des replats se sont formés sous l'effet de l'érosion de l'Ouergha, fleuve dont les 9 principaux affluents prennent tous leur source dans le Nord et coulent vers le Sud. Un peu avant la jonction des affluents et du cours principal, un passage étroit (une vallée transversale) coupe les monts de moyenne altitude dans le sens transversal.

1.2.2 Montagnes et collines

Les montagnes et les collines se divisent en 3 secteurs, sur une ligne de 400 m et de 1 200 m environ, soit par ordre progressif :

- (1) les collines
- (2) les montagnes de moyenne altitude
- (3) les hautes montagnes

L'altitude augmente à mesure que l'on se dirige vers l'amont du fleuve Ouergha. Les collines (1) sont de basse altitude, avec des pendages en général faibles, alors que les hautes montagnes (3), constituées de roches solides (grès solides, schiste, calcaire), ont des pendages abrupts formés par l'érosion de l'actuelle vallée fluviale. La région de moyenne altitude (2) présente des caractéristiques intermédiaires, avec un relief doux près des sommets et quelques pendages abrupts formés par l'érosion du fleuve. Seules les vallées transversales laissent apparaître de nombreux pendages.

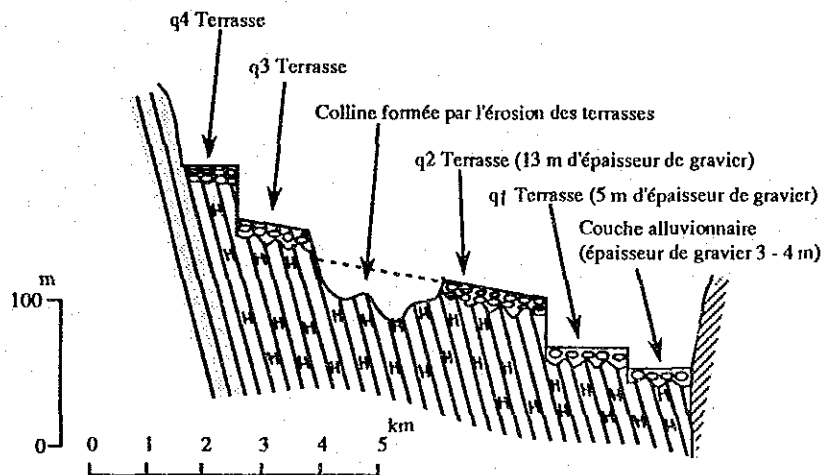
Les pendages des montagnes et des collines proviennent de deux âges différents. Les plus récents se sont formés au cours de l'érosion de la vallée fluviale, lors de la descente du lit des fleuves qui a accompagné la descente du niveau de référence des marées au cours du glaciaire de la fin du quaternaire, et aussi du fait de l'érosion transversale. Les pendages récents se répartissent principalement sur les hautes montagnes (3), mais on les retrouve aussi souvent dans les vallées transversales, ou bien encore sur les rives de l'Ouergha et ses environs. Le gradient des pentes est abrupt, la couche d'altération mince et le socle affleure en surface.

Les pendages anciens ont un faible gradient et sont en général recouverts d'altérations épaisses. Ils se sont formés lors de la période glaciaire du quaternaire, et sont stables car ils forment souvent une transition avec les replats anciens du quaternaire. On les trouve surtout sur les collines et sur les montagnes de moyenne altitude, rarement sur les hautes montagnes.

1.2.3 Replats

Les figures A1.1.2.1~A1.1.2.8 indiquent le schéma de distribution des principaux replats, formés de couches alluvionnaires et de terrasses du diluvium qui se sont développées dans les vallées et sur les cônes de déjection des hautes montagnes. On retrouve parfois dans les hautes montagnes des vallées érodées datant d'une époque très ancienne. Citons par exemple le replat des environs de Ketama.

Comme exemple de replat se développant dans les vallées, nous avons schématisé ci-dessous celui de Taounate à Ain Aicha, au centre de notre zone d'étude.



La terrasse q1 et les alluvions s'étendent sur de grands replats de vallées, suivis par la terrasse q2. Toutes les autres terrasses élevées sont dispersées.

1.2.4 Topographie et utilisation des terres

La région de l'étude peut se diviser en trois zones topographiques : les hautes montagnes, les montagnes de moyenne altitude, les collines et plaines de vallées. L'utilisation des terres présente les spécificités suivantes :

Les zones de vallées et de collines (altitude inférieure à 400 m) bénéficient de terres très fertiles et sont utilisées comme champs ou comme vergers.

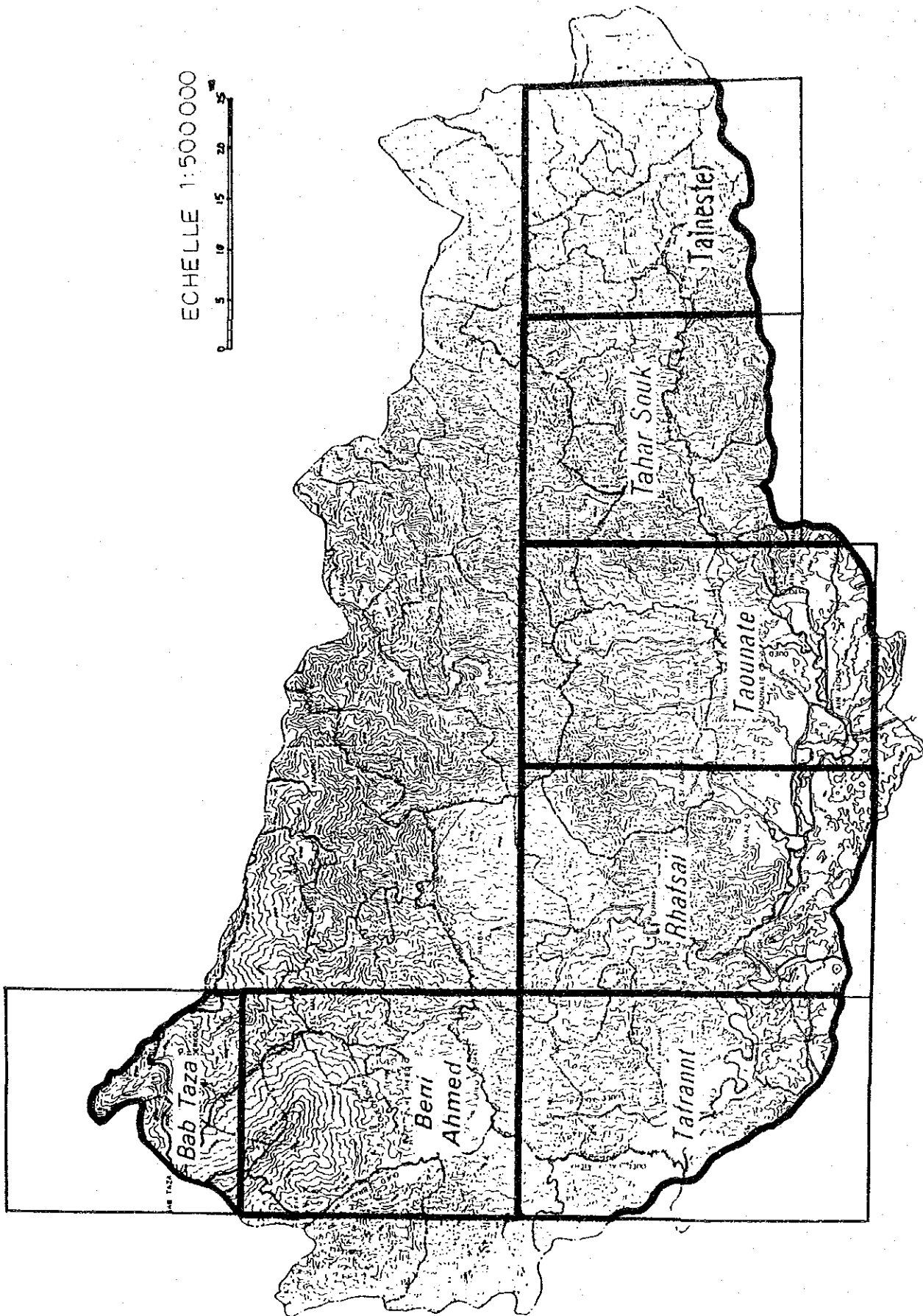


Figure A1.1.2.1 Schéma de distribution des principaux replats

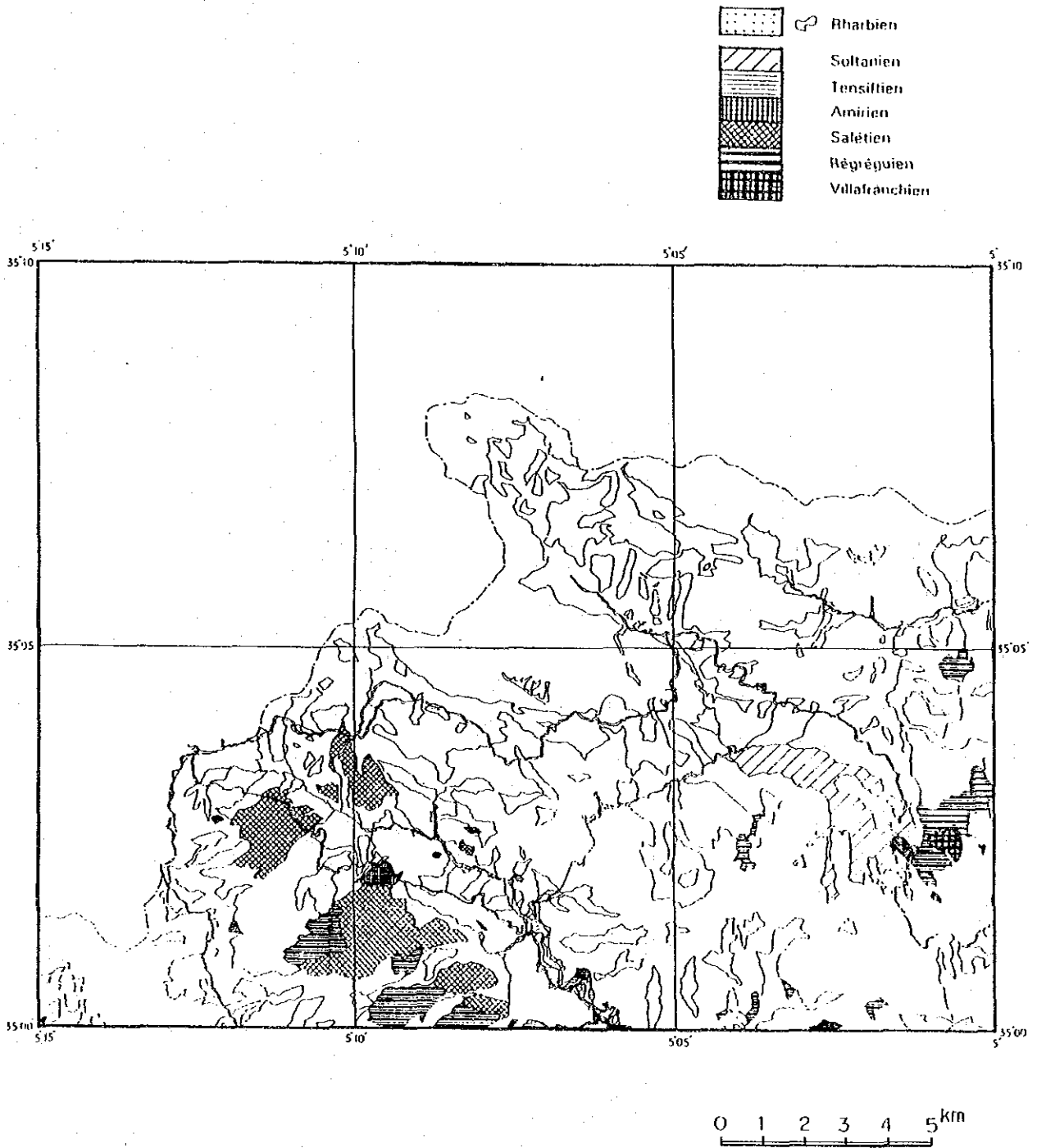


Figure A1.1.2.2 Schéma de distribution des principaux replats – Bab Taza

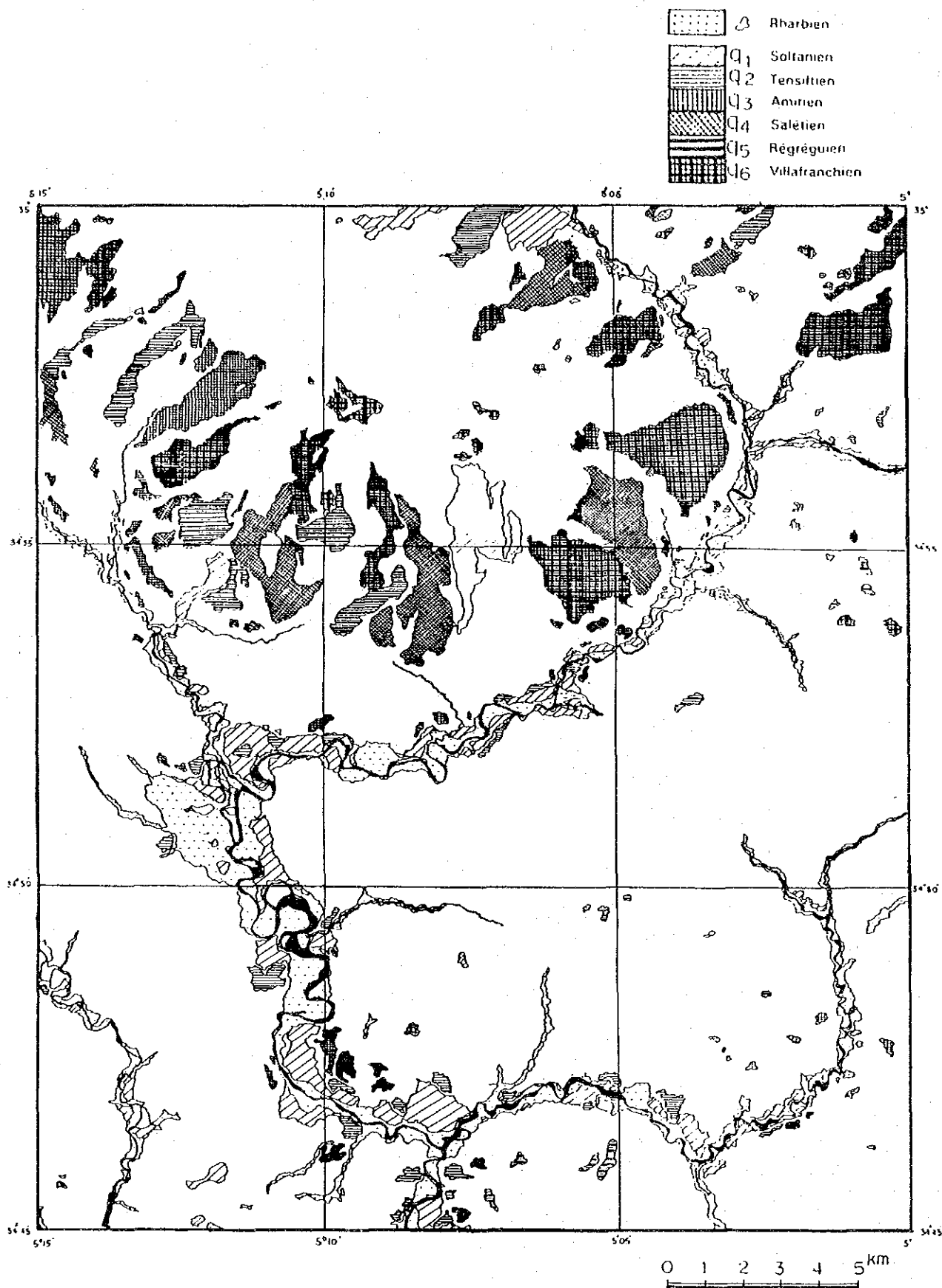


Figure A1.1.2.3 Schéma de distribution des principaux replats – Beni Ahmed

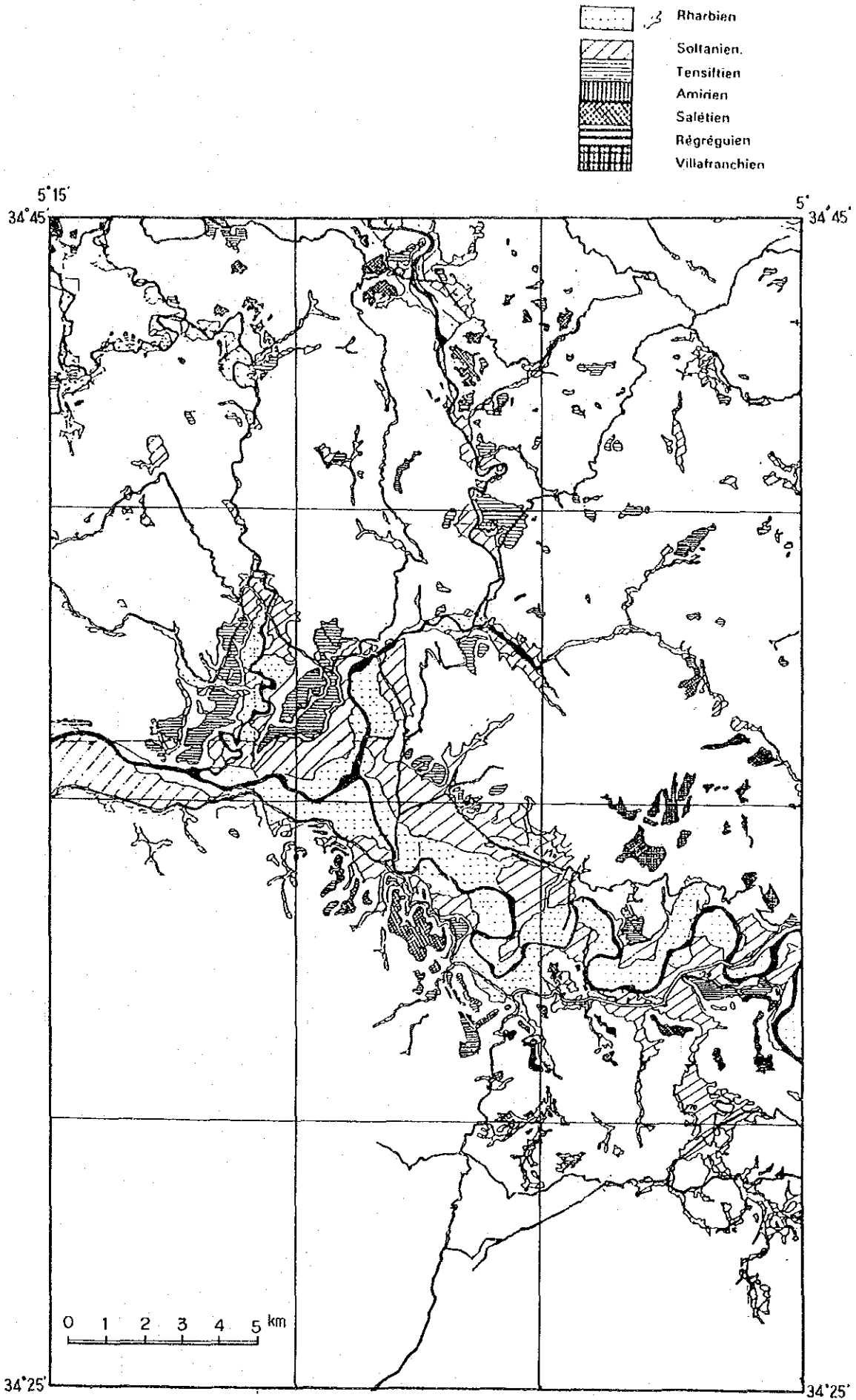


Figure A1.1.2.4 Schéma de distribution des principaux replats – Tafrannt
A1-7

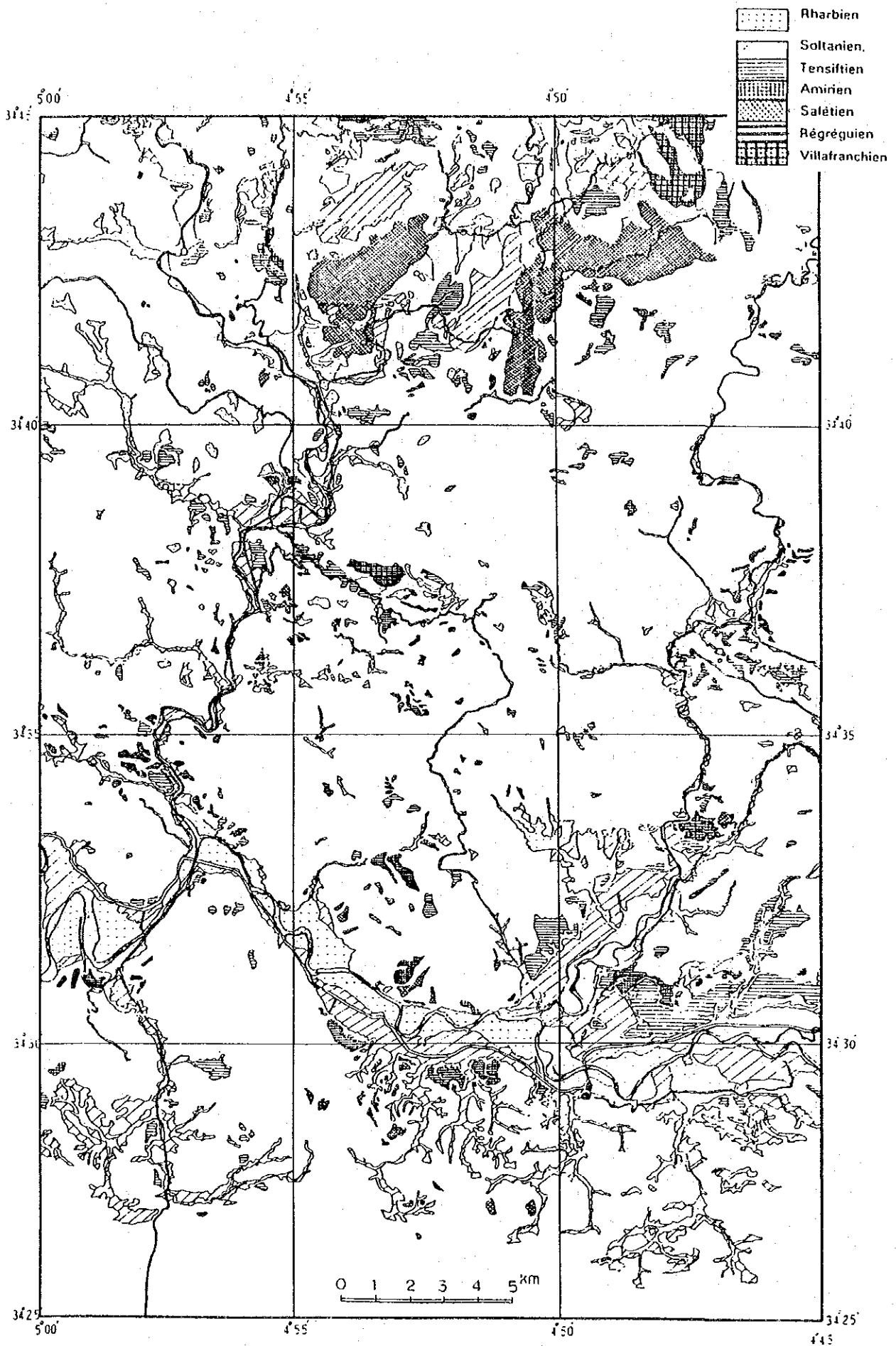


Figure A1.1.2.5 Schéma de distribution des principaux replats — Rhafsaï

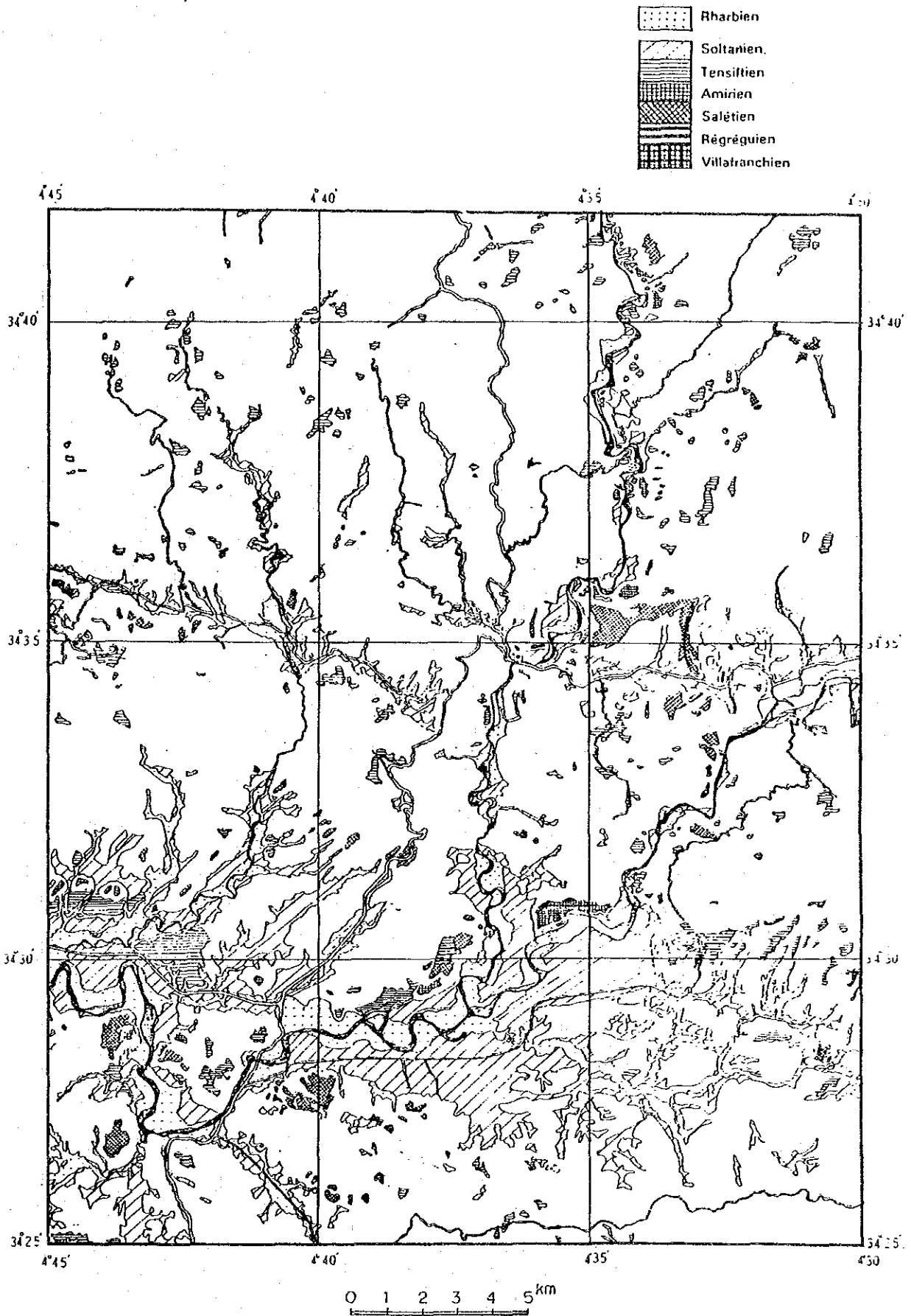


Figure A1.1.2.6 Schéma de distribution des principaux replats – Taounate

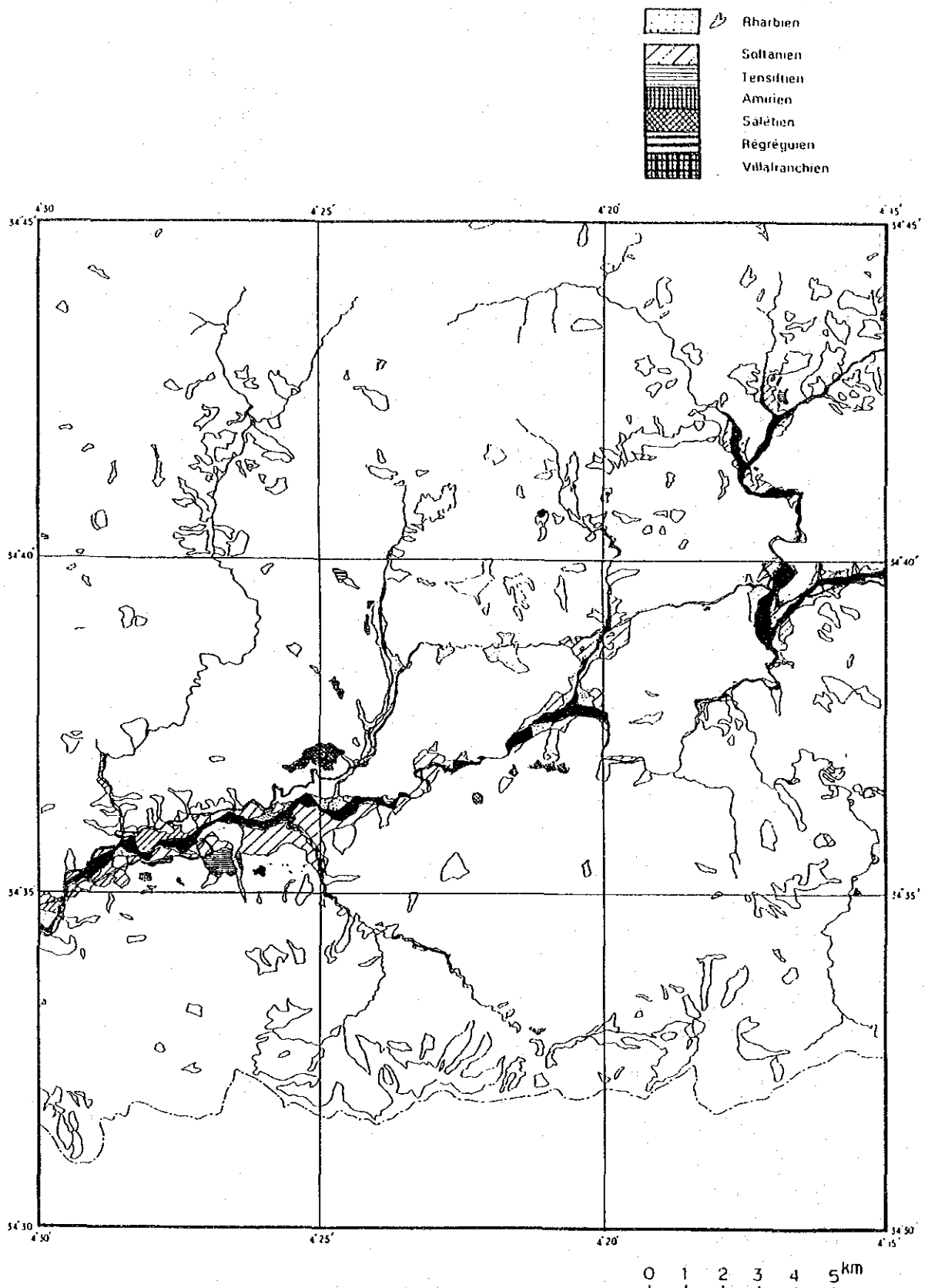


Figure A1.1.2.7 Schéma de distribution des principaux replats – Tahar Souk

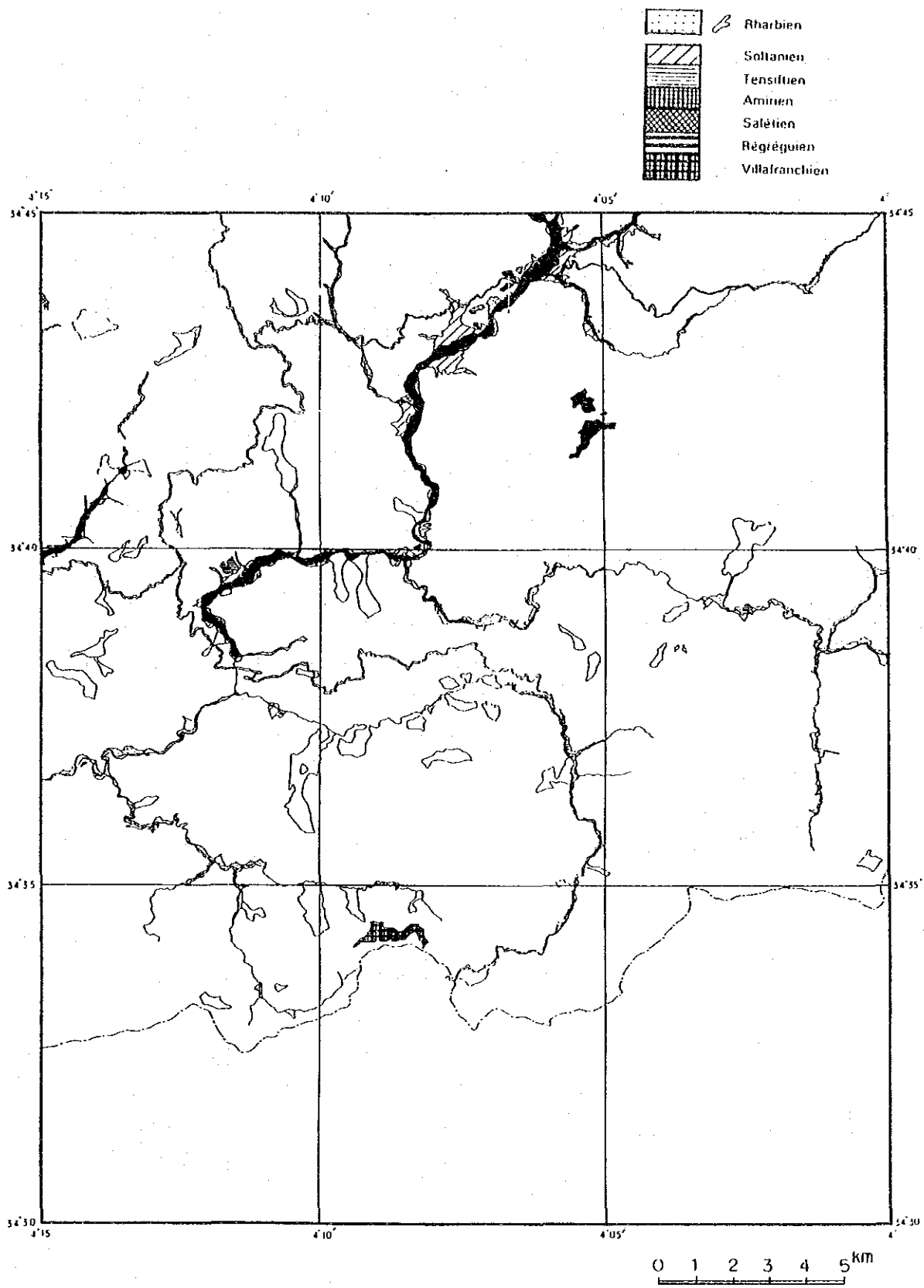


Figure A1.1.2.8 Schéma de distribution des principaux replats – Tainste

Les champs et les vergers sont également nombreux dans les zones de moyenne altitude (400 à 1200 m), avec toutefois des superficies beaucoup plus réduites que dans les zones précédentes ; les cultures sont en effet implantées sur les monts en pente relativement douce, à flanc de montagne et sur les anciens cônes de déjection ; les nombreuses pentes abruptes sont souvent impropres aux cultures.

Les zones de haute altitude (supérieure à 1200 m) sont peu propices à l'agriculture, et l'on retrouve très peu de champs dans les vallées étroites et sur les versants abrupts. Il est à souligner cependant qu'il subsiste quelquefois de très anciens replats sur lesquels sont cultivés plusieurs dizaines d'ha, ce qui constitue une exception. De plus, ces régions d'altitude sont froides et la culture du blé d'hiver y est par conséquent extrêmement rare.

Sur l'ensemble du secteur étudié, à l'exception cependant des hautes montagnes, la répartition de la population est très homogène et reflète bien la répartition des terres de culture ; on trouve ainsi des villages jusqu'au fin fond de la montagne. Le réseau routier, qui accuse un certain retard, devient un facteur de contrainte pour le développement régional.

A part l'axe routier qui suit le cours de l'Ouergha sur le plat, la plupart des routes loongent les arêtes de montagnes ; ceci afin qu'elles soient inaccessibles aux crues et d'éviter que la circulation ne soit interrompue pendant la saison des pluies. Ainsi il y a peu de routes sur les monts, les pentes de montagnes ou sur les plaines basses où l'on retrouve de nombreux cônes d'éjection.

1.2.5 Division topographique avec les données de satellite Landsat

(1) Généralités

Dans le cadre de l'étude du projet de développement hydroagricole du bassin versant de l'OuerghaLa, la mission de la JICA a effectué une analyse topographique et une classification du couvert végétal en utilisant les photos du satellite Landsat. Les données finales de ces analyses ont été rassemblées en juin 1991 (Rapport d'étude du couvert végétal par Landsat). Lorsque cela était nécessaire, des analyses complémentaires ont été effectuées à partir des résultats de cette étude pour avoir des documents utiles à l'établissement du plan de développement.

(2) Classification du couvert végétal

Nous avons dressé une carte du couvert végétal en utilisant les données du satellite Landsat obtenues lors de l'étude effectuée en saison sèche et en saison humide. Nous avons ensuite vérifié les normes de classification de couvert végétal par une investigation visuelle sur place, et avons utilisé un système de traitement par ordinateur (voir rapport de l'étude du couvert végétal par satellite Landsat).

Ces travaux nous ont permis d'obtenir les superficies par type d'utilisation de terre (cf. Tableau A1.1.2.1) pour un couvert végétal de saison sèche et de saison humide (cf. figure A1.1.2.9).

Tableau A1.1.2.1 Pourcentage des surfaces pour chaque couvert végétal

Rubrique		Eté 1989	Hiver 1988
Villes et agglomérations	Forte densité	0	0
	Faible densité	2,1	2,4
SAU	Champs	16,6	5,4
	Vergers	17,3	18,8
	Pâturages	26,3	32,9
Forêts	A feuilles latifoliées	13,0	9,5
	Cônifères	8,2	8,6
Divers	Sols dénudés (1)	1,5	0,5
	Sols dénudés (2)	14,0	21,2
	Rivières et étangs	0,7	0,5
	Routes principales	0,1	0,1
	Divers	0,2	0,1
Total		100%	100 %

(3) Division altitudinale

Nous avons effectué une division altitudinale à partir des données numériques en utilisant la carte topographique au 1/100.0000 ème. Nous indiquons cette carte des divisions topographiques à la figure A1.1.2.10 avec maillage de 500 x 500 m.

Cette classification nous permet de mieux saisir la situation de la région de notre étude.

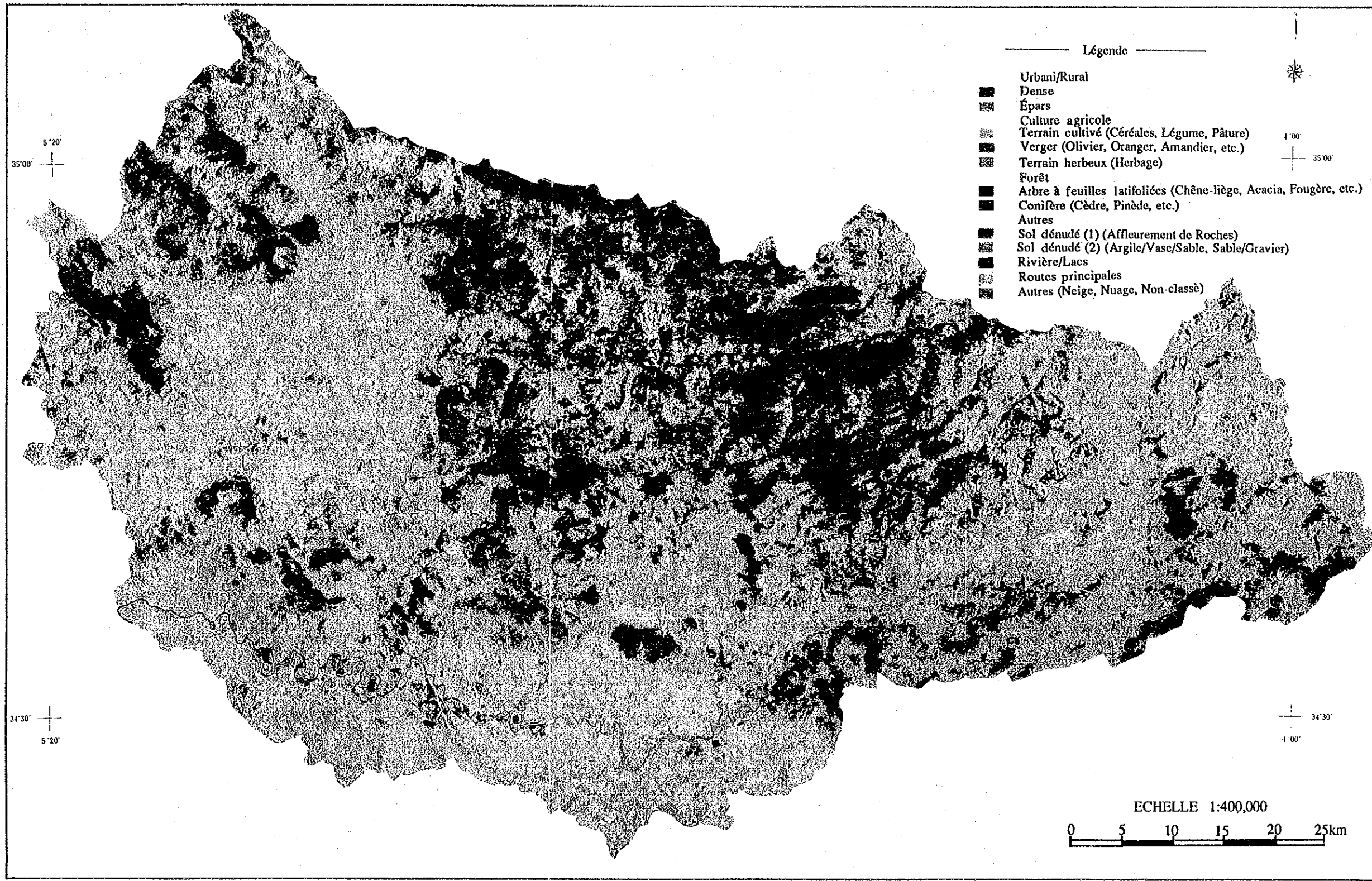


Figure A1.1.2.9 Carte de classification de la couverture du Végétale (Juin/Juillet)

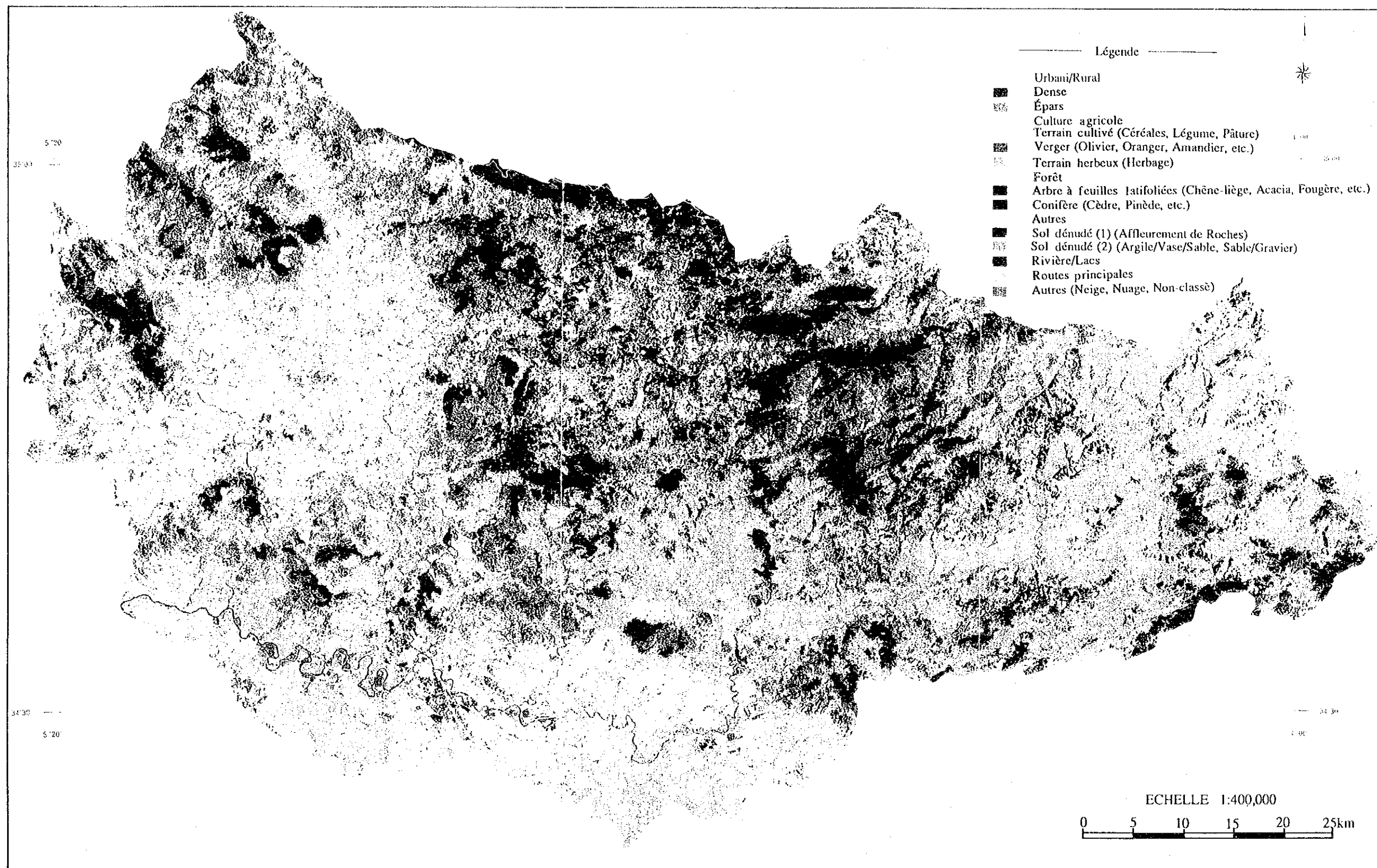


Figure A1.1.2.9 Carte de classification de la couverture du Végétale (Juin/Juillet)

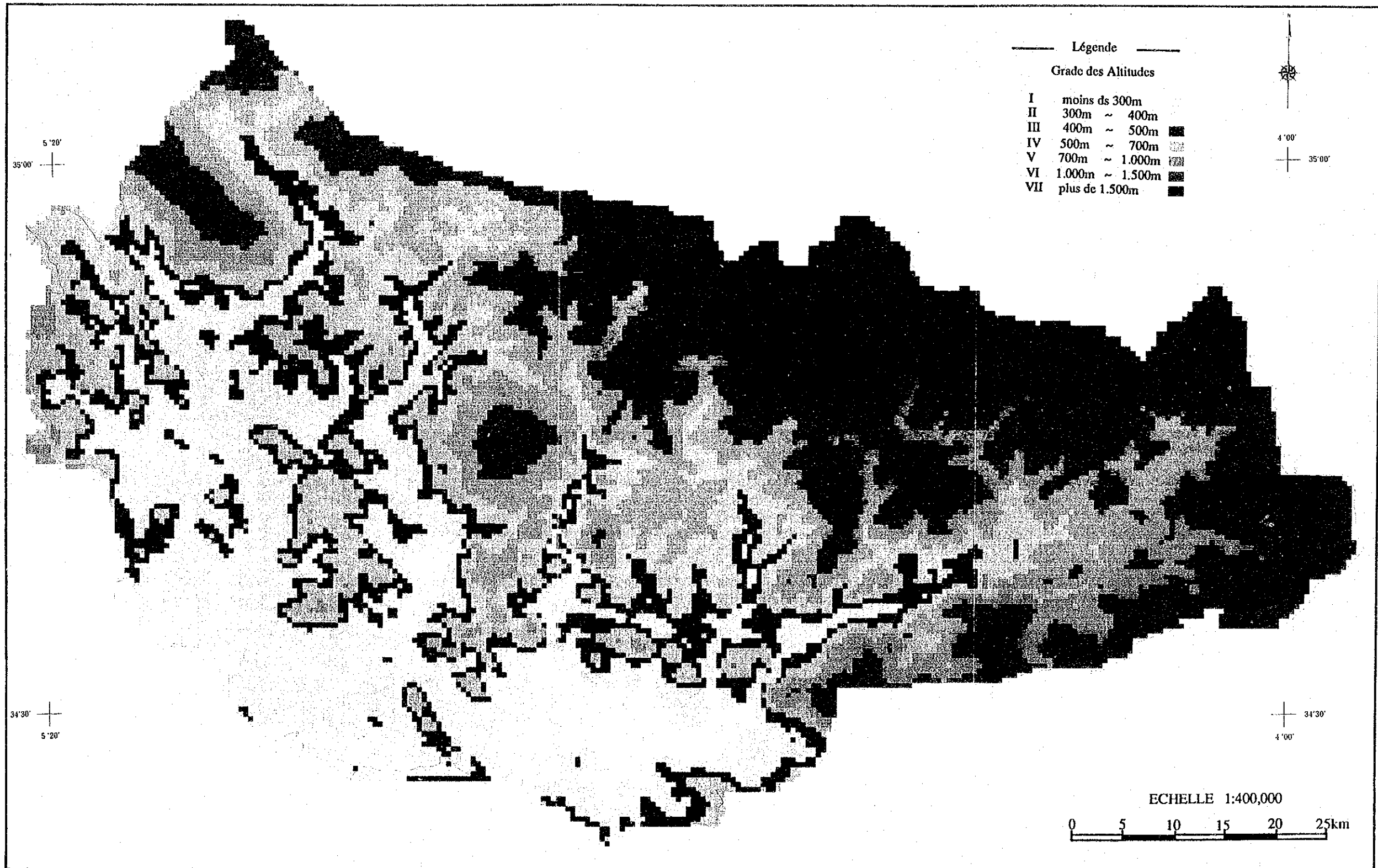


Figure A1.1.2.10 Grade des altitudes élévation - grade

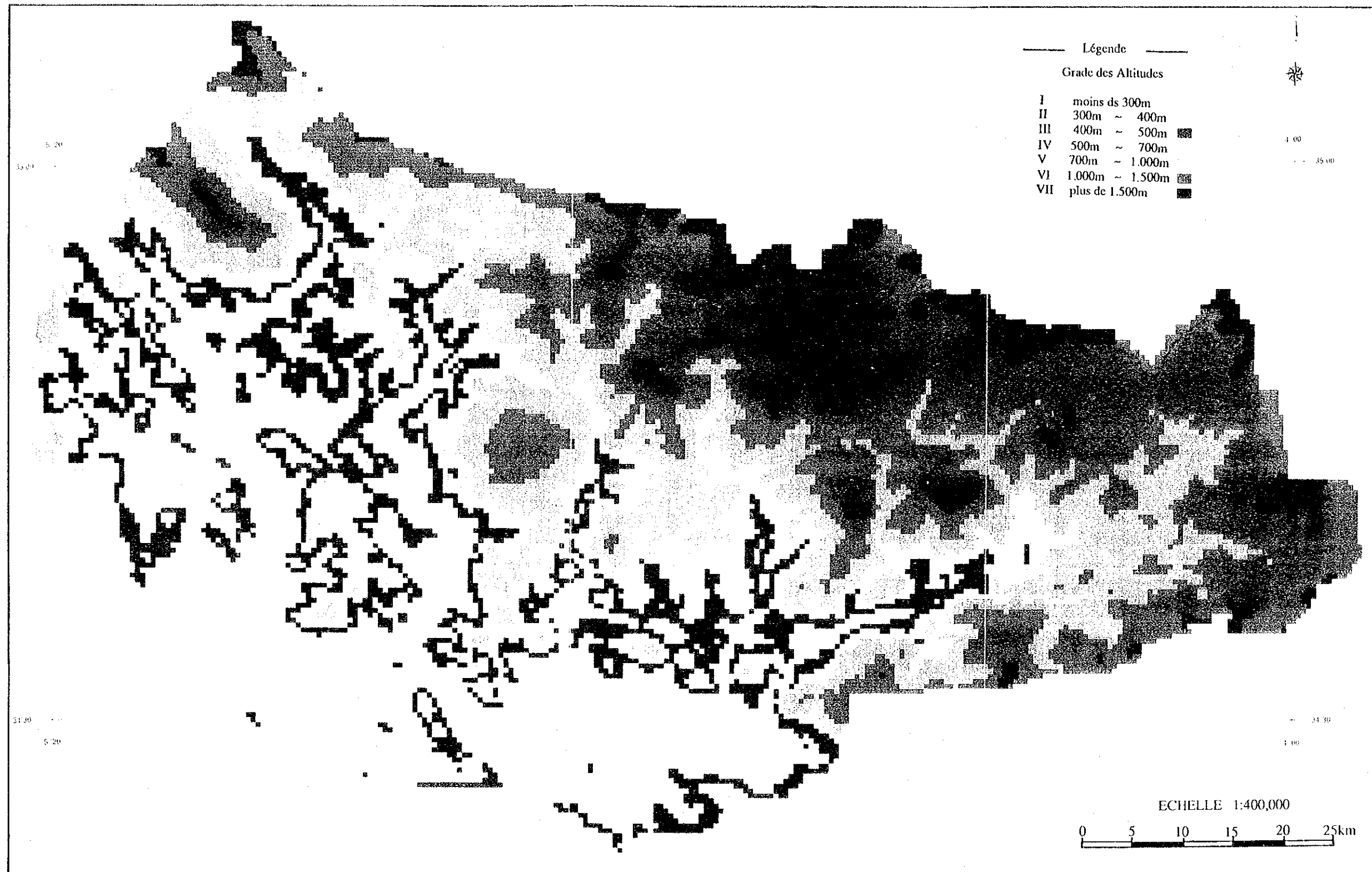


Figure A1.1.2.10 Grade des altitudes élévation - grade

Tableau A1.1.2.2 Division altitudinale de la région de l'étude

Altitude		Pourcentage
I	Inférieure à 300 m	12,6
II	300 ~ 400 m	11,0
III	400 ~ 500 m	11,5
IV	500 ~ 700 m	17,4
V	700 ~ 1.000 m	16,8
VI	1.000 ~ 1.500 m	23,6
VII	Supérieure à 1.500 m	7,1
TOTAL		100 %

(4) Division des gradients

Nous avons calculé les grades de pente pour chaque maille de 500 m x 500 m. Pour cela nous avons transformé les données numériques altitudinales en données vectorielles altitudinales. La carte de classification est indiquée à la figure A1.1.2.11.

Nous indiquons au tableau A1.1.2.3 la division par gradients de l'ensemble de la région de l'étude. Cependant, dans cette étude, nous avons également effectué une division pour chaque commune rurale que nous indiquons au tableau A1.1.2.4.

Tableau A1.1.2.3 Grade des pentes de la région étudiée

Grade		Pourcentage
I	0 ~ 3°	9,8
II	3 ~ 8°	29,6
III	8 ~ 15°	38,5
IV	15 ~ 20°	13,8
V	20 ~ 30°	7,8
VI	30 ~ 40°	0,5
VII	Plus de 40°	0
TOTAL		100%

Dans l'Annexe A4 qui concerne le secteur agricole, nous avons effectué une division en trois zones, zone de plaines, zone intermédiaire et zone de montagnes pour chaque commune rurale en fonction de la morphologie des exploitations et des conditions topographiques des lieux. Dans ce cas, la classification des zones est déterminée en fonction du pourcentage de superficie de terres cultivées pour chaque commune rurale (pourcentage de terres SAU à l'intérieur d'une commune rurale par rapport à la superficie totale de la commune rurale). Par exemple les communes rurales qui ont plus de 50% de terres SAU sont classées dans les types de zone de plaines.

Cependant, les types de zone ainsi obtenus ne montrent que le pourcentage de terres SAU ; elles ne mettent pas en évidence le rapport avec la topographie.

Nous avons comparé la géomorphologie de chaque commune rurale telle qu'indiquée au Tableau A1.1.2.4 et le pourcentage de terres SAU de chaque commune rurale. Les résultats de cette comparaison sont indiqués à la figure A1.1.2.12. On voit que la corrélation est très forte entre la géomorphologie et le pourcentage des surfaces SAU. Ainsi on peut dire que le pourcentage de terres SAU est déterminé par la situation topographique ou par le gradient des pentes.

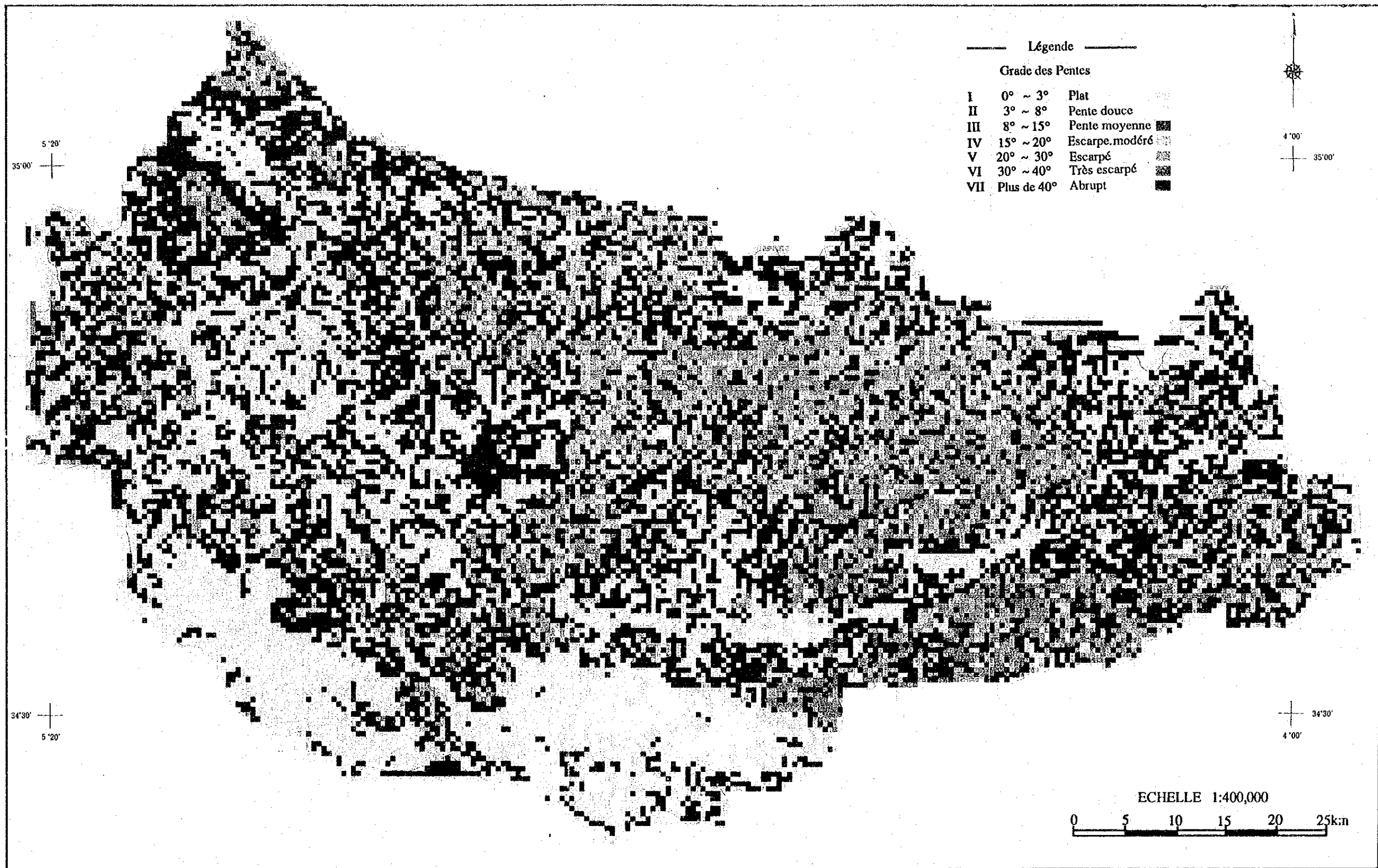
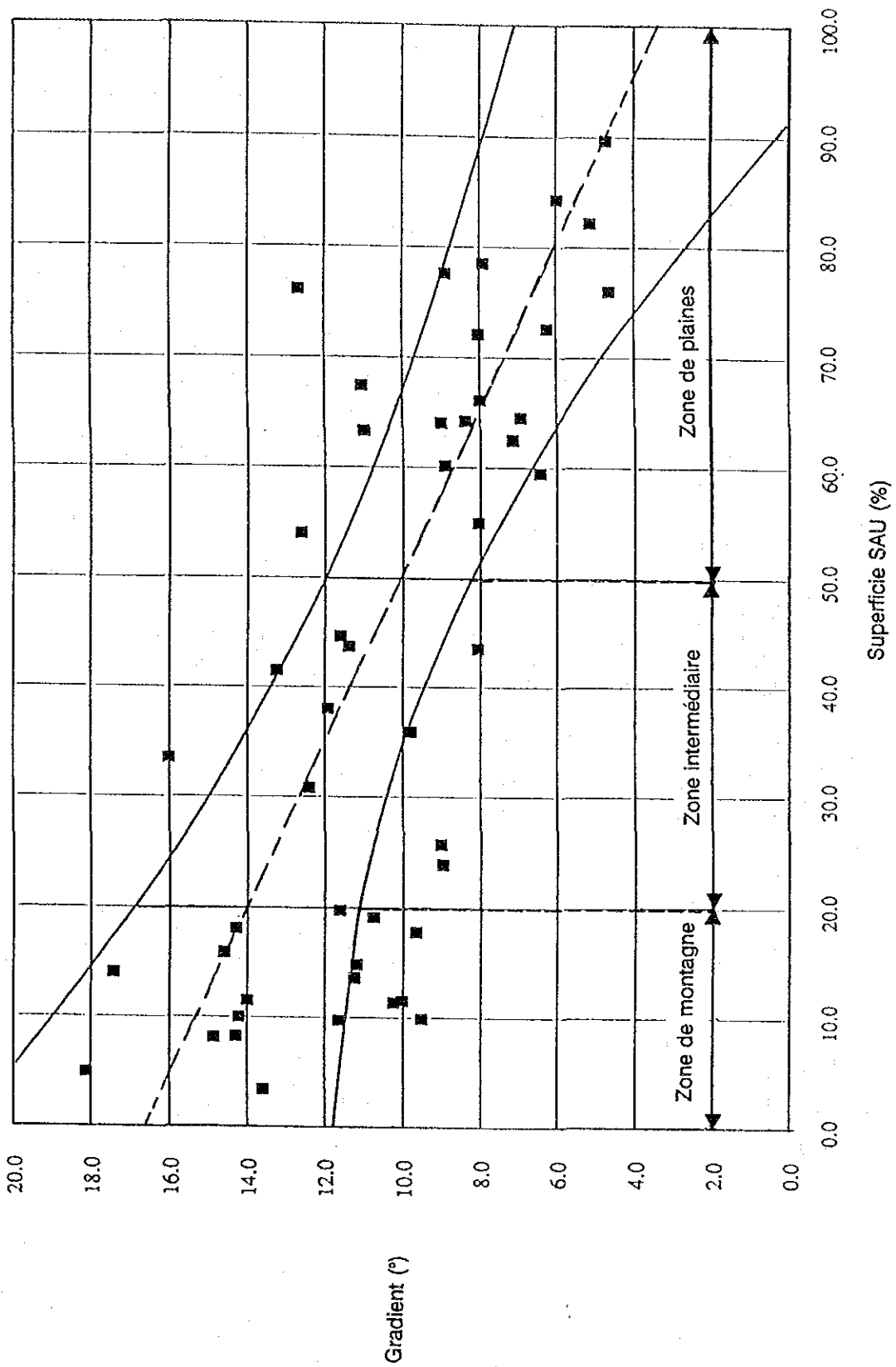


Figure A1.1.2.11 Grade des pentes



Figure A1.1.2.11 Grade des pentes

Figure A1.1.2.12 Rapport entre les gradients topographiques moyens et les superficies de terres SAU par commune rurale



* : Gradient topographique moyen des communes rurales

Tableau A1.1.2.4 (1) Gradients topographiques des communes rurales de chaque sous-bassin (%)

Province	Cercle	Commune Rural	Gradients topographiques (%)									
			0° - 3° Plat Bleu clair	3° - 8° Pente douce Jaune	8° - 15° Pente moyenne Vert	15° - 20° Escarpement modéré Orange	20° - 30° Escarpé Rose	30° - 40° Très escarpé Rouge	+ 40° Abrupt Marron	TOTAL		
TAOUNATE	KARIA	Moutay Bouchtia	17,3	34,6	33,6	9,1	5,2	0,4	0,0	100,0		
		Bouchabel	36,4	54,3	9,1	0,3	---	---	---	100,0		
		Tafraït	36,8	51,7	11,5	---	---	---	---	100,0		
		Kissane	19,8	31,6	42,1	5,9	0,5	---	---	100,0		
		Ourtzarn	20,1	33,4	38,1	7,6	0,7	---	---	100,0		
	RHAFSAI	Ourtzarn	27,6	47,2	17,4	7,0	0,9	---	---	100,0		
		Galaz	15,5	11,0	49,7	19,2	4,5	---	---	100,0		
		Rhafsaï	7,7	40,5	44,2	5,9	1,8	---	---	100,0		
		Sidi Mokhti	5,2	13,9	50,0	22,4	8,5	---	---	100,0		
		Tabouda	11,6	43,9	39,3	4,4	0,7	---	---	100,0		
	TISSA	Ratba	6,0	40,9	46,7	5,1	1,3	---	---	100,0		
		Bouatouss	30,5	55,5	14,0	---	---	---	---	100,0		
		Ain Aïcha	26,0	45,8	27,0	1,3	---	---	---	100,0		
		Ain Mediounis	31,0	36,8	14,0	8,7	9,5	---	---	100,0		
		Taounate	39,0	35,2	20,2	3,5	2,1	---	---	100,0		
	TAOUNATE	Bouadel	10,1	27,4	41,6	10,5	9,5	1,0	---	100,0		
		Zrizar	9,5	44,2	39,4	5,9	1,0	---	---	100,0		
		Bouhouda	6,7	21,6	39,9	16,1	14,5	1,2	---	100,0		
		Beni Oulid	6,1	19,1	44,0	17,0	13,0	0,7	---	100,0		
		Fernassa	3,7	19,1	34,4	19,1	21,1	2,7	---	100,0		
Bab el Hoït		---	---	---	---	---	---	---	0,0			
Beni Ourjel		8,1	29,6	33,5	13,7	13,7	1,4	---	100,0			
Thar Souk		5,1	23,3	49,1	17,2	5,0	0,4	---	100,0			
Bouadel		4,6	21,6	45,9	16,9	9,5	1,5	0,0	100,0			
Zrizar		6,4	36,2	46,6	8,1	2,7	---	---	100,0			
TAINESTE	Bouredd	3,7	26,7	43,6	19,1	6,9	---	---	100,0			
	Arbaa Beni F'ha	3,6	16,1	53,6	14,3	7,1	5,4	---	100,0			
	Ker el Khar	1,8	11,8	34,6	24,2	25,2	2,4	---	100,0			
	Taineste	7,5	17,0	50,9	18,9	5,7	---	---	100,0			
	Taineste	7,5	17,0	50,9	18,9	5,7	---	---	100,0			
TAZA												
Sous-Total	(A)		10,9	28,1	39,7	13,0	7,3	0,9	0,0	100,0		

Tableau A1.1.2.4 (2) Gradients topographiques des communes rurales de chaque sous-bassin

Province	Cercle	Commune Rural	(%)									
			0° - 3° Bieu clair	3° - 8° Pente douce Jaune	8° - 15° Pente moyenne Vert	15° - 20° Escarpement modéré Orange	20° - 30° Escarpé Rose	30° - 40° Très escarpé Rouge	+ 40° Abrupt Marron	TOTAL		
AL HOCEIMA	TARGUIST	Bri Ammart	3,4	16,5	34,6	28,3	16,2	1,0	0,0	100,0		
		Ain Ben Abbou	6,2	31,4	44,8	15,3	2,4	---	---	100,0		
		Tabarrant	1,2	14,8	38,5	31,4	14,2	---	---	100,0		
		Bri Bounsar	2,1	10,6	18,1	29,6	36,3	3,3	---	100,0		
		Tartzout	2,5	13,1	32,3	35,8	15,8	0,5	---	100,0		
		Issaguen	2,5	10,6	23,2	27,8	32,8	3,0	---	100,0		
		Abdelghaya S.	7,4	21,2	42,0	24,2	5,2	---	---	100,0		
		Ketama	2,4	14,0	37,8	33,6	10,6	1,3	0,1	100,0		
			2,6	16,5	40,0	28,7	12,1	---	---	100,0		
		CHEFCHAOUEN	BAB BERRED	Tamorot	6,2	33,2	46,5	9,8	4,2	0,2	0,0	100,0
El Melha	2,5			13,9	41,4	28,0	14,2	---	---	100,0		
B.A. Charbia	5,4			28,1	59,4	5,4	1,6	---	---	100,0		
B.A. Charbia	11,7			43,2	42,1	3,0	0,0	---	---	100,0		
Bab Berred	13,9			51,8	32,0	2,0	0,3	---	---	100,0		
Beni Derkoul	2,4			29,8	49,0	11,7	5,8	1,2	---	100,0		
Fifi	3,7			30,2	46,4	11,3	7,9	0,6	---	100,0		
Bab Taza	5,5			32,5	53,0	7,2	1,8	---	---	100,0		
Zoumi	1,2			31,4	55,0	5,4	7,0	---	---	100,0		
Mokrisset	9,2			38,4	42,1	9,1	1,2	---	---	100,0		
SIDI KACEN	OUAZZANE	Mokrisset	6,7	32,3	44,4	14,8	1,8	---	---	100,0		
		Teroual	20,0	44,8	33,0	2,1	0,0	0,0	0,0	100,0		
Sous-Total	(B)	9,9	31,5	38,0	13,4	6,8	0,4	0,0	100,0			
Total	(A) + (B)	10,4	29,8	38,9	13,2	7,1	0,7	0,0	100,0			