

Première approche de la GCES au Maroc

2. Enquête sur la répartition spatiale des techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols dans le RIF.

**Projet PRAD 90-06 : mission du 18/9 au 4/10/2000
Coopération IRD Montpellier et ENFI Salé**

par

Eric Roose et Mohamed Sabir

Said Abd El Ali et Mourad Maddi

Montpellier, octobre 2000

Première approche de la GCES au Maroc

2. Enquête sur la répartition spatiale des techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols dans le RIF.

Projet PRAD 90-06 : mission du 18/9 au 4/10/2000

par

Eric Roose*, **Mohamed Sabir****,

Said Abd El Ali*** et **Mourad Maddi*****

*IRD, BP.34032 Montpellier France, Fax : (33) 467.41.62.94 ; E mail : roose@mpl.ird.fr

**ENFI, BP 511 Salé, Maroc, Fax : (212) 770.44.31.; Email : sabirenfi@wanadoo.net.ma

*** Elèves Ingénieurs forestiers, 6^{ème} ENFI

Résumé

Le Rif connaît une crise de société (forte population très pauvre et sans travail), en même temps qu'une crise environnementale. Sous la pression démographique récente, on observe l'extension des défrichements en faveur de la céréaliculture ou du kif, le surpâturage des parcours et la dégradation des terres : il s'en est suivi une augmentation du ruissellement, le décapage des terres par le labour ou le surpâturage, le ravinement des versants, le sapement des berges des oueds, des glissements de terrain et l'envasement accéléré des réservoirs : la durée de vie des barrages ne dépasse pas 20 à 50 ans. L'eau est devenue un enjeu stratégique pour la survie des montagnards et l'irrigation des plaines, le développement des villes et de l'industrie. Depuis le début du siècle, les forestiers ont développé une stratégie de défense et restauration des sols (DRS) pour protéger les aménagements public (barrages , routes , villes) et la qualité des eaux. Les hautes vallées ont été reforestées, les ravines corrigées et les champs couverts de banquettes et gradins : un million d'hectares auraient été aménagés dans les montagnes du Maghreb (Heusch, 1986). Mais les terres continuent à se dégrader, les lacs à s'envaser et les dégâts d'érosion à s'accumuler.

Depuis le séminaire de Porto Rico en 1987, une nouvelle stratégie participative a été proposée (Land husbandry ou gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols : GCES) qui cherche à relever le défi de maintenir le plus de monde possible en montagne pour maintenir son rôle de château d'eau, d'augmenter sa productivité tout en améliorant sa protection. Il s'agit de gérer le terroir en vue de valoriser la terre et le travail. L'objet de ce projet PRAM est d'introduire cette approche au Maroc en commençant un dialogue avec les forestiers et les paysans pour définir ensemble un diagnostic des problèmes de dégradation du milieu et pour rechercher les méthodes adaptées aux conditions physiques et humaines de chaque région.

Ce document rapporte les résultats d'une deuxième mission dans le Rif pour explorer la distribution spatiale des techniques traditionnelles de gestion des eaux et de la fertilité des sols. La méthode consiste à observer les indicateurs des risques de ruissellement et d'érosion sur le terrain, à mesurer la dynamique de l'infiltration à l'aide d'un simulateur de pluies manuel très simple et à effectuer des enquêtes rapides auprès des populations des villages concernant la gestion des ressources en eau, bois, fertilité des sol, les systèmes de production et finalement leur diagnostic sur les priorités du développement sur leur terroir.

La mission a pu observer et photographier de nombreuses techniques traditionnelles de capture du ruissellement issus des parcours et des sommets de collines qui irriguent les terres riches, aménagées en gradins autour des fermes. Dans la zone semi-aride, on a observé une dominance des cordons de pierres, des amandiers et la présence de citernes et de jardins le long des oueds. En haute montagne, le kif qui était jadis limité à quelques terroirs, a envahi toutes les vallées et beaucoup de versants. Les terrasses en gradins irrigués sont nombreuses près des points d'eau et généralement couvertes d'une grande variété d'arbres fruitiers ou fourragers. Mais plus on s'éloigne de l'habitat et des sources, plus les aménagements sont légers, la culture extensive et les arbres dispersés. Dans le Pré-Rif, nous n'avons observés que des talus enherbés : la grande culture a peut-être effacé une partie des techniques traditionnelles.

Dans le Rif, la forêt naturelle et le matorral sont en voie de disparition (<3% de la surface), mais une nouvelle forêt agro-forestière se développe à partir des vallées, des villages et des points d'eau. Pour qu'elle soit aussi efficace que la forêt primitive pour protéger le sol, il faut encore mettre au point des techniques culturales qui réduisent le travail du sol, améliorent la richesse en nutriments et respecte la litière qui recouvre le sol.

Mots-clés : Rif, Techniques traditionnelles, Gestion des eaux de surface et de la fertilité, Enquêtes, Simulation de pluies, Indicateurs des risques de ruissellement et d'érosion.

1. La problématique : une crise de société et de l'environnement

Depuis le début du 20ème siècle, l'érosion et la gestion des ressources en eau et en sol posent des problèmes sur les montagnes méditerranéennes du Maghreb. La pression démographique entraîne l'extension des défrichements, le surpâturage et la dégradation du couvert végétal : il s'en est suivi une augmentation du ruissellement, le décapage des terres agricoles par le labour ou le surpâturage, le ravinement, le sapement des berges des oueds, des glissements de terrains et l'envasement accéléré des réservoirs : la durée de vie des barrages ne dépasse pas 30 à 50 ans. L'eau devient un enjeu stratégique pour les montagnards ainsi que pour le développement des villes, l'irrigation des plaines fertiles et pour l'industrie (Heusch, 1970 ; Roose, 1972-94; Laouina, 1998).

Devant l'ampleur des problèmes, une stratégie de « défense et restauration des sols » (DRS) a été développée par les ingénieurs du pouvoir central pour protéger de l'érosion les aménagements d'intérêt public (barrages, routes, habitats) et la qualité des eaux (périmètres irrigués, alimentation hydrique des villes). Les forestiers ont été chargés de reforester les hautes vallées, de corriger les ravines et torrents et d'imposer la culture entre banquettes aux agriculteurs dispersés dans les montagnes (Lilin, 1986) : un million d'hectares auraient été aménagés de la sorte dans le Maghreb (Heusch, 1986).

Dès les années 1980, cette stratégie de DRS a été remise en question à cause de sa faible efficacité sur l'envasement des barrages, de la dégradation continue des terres agricoles et de la résistance des agriculteurs. En Algérie, plus de 25% des banquettes auraient été effacées volontairement par les charrues des paysans et 50% n'ont jamais été entretenues (enquête INRF).

Depuis le séminaire de Porto Rico (1987), une nouvelle stratégie participative (GCES ou Land husbandry, Shaxson et al, 1989) a été proposée et testée en de nombreux pays par des chercheurs, des ONG et la FAO. Elle reconnaît le rôle de l'Etat dans la protection contre des phénomènes d'érosion catastrophiques (ravinement torrentiel, glissements de terrains, envasement des barrages) et la sauvegarde de la qualité des eaux, mais suggère que les paysans deviennent responsables du maintien de la productivité des sols de leur terroir et doivent à

terme piloter eux même la gestion conservatoire des eaux de surface, de la biomasse et de la fertilité de leurs terres (Roose, 1994).

Ce document rapporte les résultats d'une deuxième mission dans le Rif en vue de confirmer l'extension spatiale des techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols observées l'an passé entre Tétouan et Chaouen (Roose, Sabir, Machouri et Nouri, 1999). Cette mission d'enquête rapide et d'observation du milieu physique et humain a permis la comparaison du diagnostic paysan (les stratégies traditionnelles et les priorités paysannes) et du diagnostic scientifique (observation des indicateurs des processus d'érosion, mesures sur parcelles d'érosion et au simulateur de pluies, tests d'érodibilité des sols au laboratoire) : elle a profité à la formation de deux élèves ingénieurs forestiers et à un ingénieur forestier chargé d'études sur l'aménagement de bassins versants (candidat thésard à la Faculté des Sciences de Tétouan).

Nous remercions la coopération franco-marocaine du financement de cette mission par le projet PRAD 1999-06 et tous ceux qui ont permis cette mission, en particulier les directeurs de l'ENFI et de l'IRD qui ont compris l'originalité de notre démarche méthodologique, l'ingénieur Kamal Moufadel (SAFBV de Tétouan) qui a orienté le choix des villages, Feith Allah El Boukhari, directeur des études du Centre de recherche et formation professionnelle (CRFP), le directeur provincial d'agriculture (CREPA) de Chaouen et ceux qui nous ont hébergés et enfin les mokadems et les paysans qui ont répondu à nos nombreuses questions sur les systèmes de production et les problèmes des villages.

2. Les méthodes : l'observation d'indicateurs, des tests et des enquêtes rapides.

Durant les 11 jours de terrain, nous avons parcouru plus de 2700 km à travers le Rif occidental semi-humide, le Rif oriental plus aride, les zones montagneuses du cèdre et les vallons du Pré-Rif. Nous avons visité plus longuement 5 hameaux et mené 4 enquêtes (avec 3 à 12 paysans) cherchant à préciser les dix points suivants : la situation administrative, démographique, socio-économique et l'émigration, le système de culture, le système d'élevage, les ressources fourragères et la production de fumier, la classification paysanne des sols, de leur fertilité et leur érodibilité, la gestion des ressources en eau, les arbres, l'agroforesterie et les ressources énergétiques, les problèmes d'érosion et les stratégies traditionnelles de lutte antiérosive (LAE), l'avenir de l'agriculture de montagne et les problèmes majeurs ressentis par les paysans.

Face au diagnostic paysan, nous avons tenté d'établir un diagnostic scientifique rapide en précisant :

- les indicateurs des processus d'érosion (en nappe, en rigole, en ravine, en masse par les techniques culturales ou par glissement de terrain : soit 5 niveaux), les indicateurs d'érodibilité des sols (texture, stabilité de structure sur le terrain et au labo, test des mottes plongées dans l'eau sur le terrain,
- les indicateurs de ruissellement (surface du sol fermée encroûtée, surface couverte par les cailloux, les pailles, adventices et cultures, griffes, rigoles, ravines et ravins) et mesure de la pluie d'imbibition et de l'infiltration finale lors d'une pluie simulée de 40 mm avec une intensité de 70 mm/h) (simulateur manuel de Roose et Smolikowski, 1997),
- l'observation des formes d'érosion en fonction des seuils de pente, des formes des versants et de la position topographique, de la nature des roches et des sols, de la gestion de la couverture végétale en relation avec la pression démographique,
- la description et la photographie des techniques traditionnelles ou modernes de LAE et des systèmes agroforestiers.

Par ailleurs, nous disposons de quelques résultats de mesure de l'érosion sur parcelles d'érosion classiques (100 m²) sur sols bruns vertiques argileux sur schistes et sur lithosols sableux caillouteux sur grès près de Tétouan (Rif occidental) (communication orale de K.Moufadel), et sur sols brun rouge argilo-limoneux ou sableux caillouteux sur flysh dans le bassin de Beni Boufrah dans le Rif oriental (travaux de thèse de Jamal Karkouri). Durant les trois dernières années l'érosion en nappe et rigole mesurée sur champs de 100 m² a varié de 0,3 à 5 t/ha/an suivant le couvert végétal, la pente et les précipitations. Bien qu'elle participe à la charge en suspensions fines et à la réduction de l'infiltration, l'érosion en nappe n'est pas la principale source des transports solides importants observés dans les oueds et les barrages, mais les versants produisent les eaux de ruissellement qui entraînent le ravinement, les glissements et sapements de berges lors des crues des oueds. Ces résultats confirment ceux de Heusch (1970), de Laouina (1992), de Chaker (1993), Nafaâ (1997) au Maroc, de M. Arabi (1992) et de Roose *et al.*, (1993) en Algérie.

3. Les milieux

De Rabat nous avons rejoint Tétouan (voir la carte) et prospecté les douars situés entre Tétouan et Chaouen dans le Rif occidental: (Douars de Afkiren, Tarhbaloute, Mokrisset, vallée de l'oued Laou, Bou Ahmed). Puis nous avons rejoint le Rif oriental par Bab Taza, Bab Berred, Chrafate, Targuist et El Kaiton (barrage collinaire), Al Hoceima (dominance des amandiers), Beni Boufrah (sols rouges /calcaire), douar de Matfra, (citernes 1 espagnole et 2 traditionnelles nourries par le ruissellement de la route, enquête), versant de Maamar (succession d'aménagements forestiers de pins, Eucalyptus et paysans d'amandiers), série d'épis protégeant la route ainsi que des jardins, Targuist et montés vers la maison forestière de Beni Bounsar, bassin du haut Ouergha, milieu forestier de haute altitude où se développent des massifs de cèdres, des versants schisteux très raides complètement défrichés (glissements), mais partiellement aménagés en gradins irrigués, puis cordons de pierres. Enfin Taounat et le pré Rif, barrage de Wahda sur l'oued Ouergha, Meknès (Ecole nationale d'agriculture) et retour à Rabat.

3.1. *Les villages méditerranéens semi-humides de moyenne montagne du Rif occidental* (douars de Bettara, Afkiren, Taghbalout)

Le bioclimat est du type humide à variante tempérée. Les précipitations moyennes annuelles varient de 600 à 900 mm/an. L'ETP est de 1600 à 2000 mm/an. La pluie journalière de fréquence décennale est de 100 mm. La température moyenne annuelle est de 20°C. La saison sèche selon Bagnols et Gausson est de 3 à 4 mois. Sur des substrats calcaires (dorsale calcaire) et gréseux (chaîne numidienne) sont développés des sols calcimagnésiques (rendzines) et des sols à caractères vertiques. On rencontre une dominance de sols minéraux bruts et peu évolués d'érosion sur schistes, flysch et marnes, des sols alluviaux et colluviaux dans les fonds des vallées et sur glaci. Le relief est constitué de montagnes et collines d'altitude variable entre 700 et 900 m. La végétation naturelle relique est composée de nappes de cistes (de Montpellier), de *Calicotum villosae*, de lentisque (*Pistacia lentiscus*), d'oléastre, de doum et de reste de forêt de chêne liège, chêne vert et de thuya (localisé dans les vallons chauds).

Les ressources en eau sont relativement abondantes. Au contact entre la dorsale calcaire et la marne, sur des dizaines de kilomètres, plusieurs sources d'eau permettent l'installation de groupements humains (douars) et l'irrigation d'une superficie importante de terrasses agroforestières sur lesquelles se développe une grande diversité en arbres fruitiers et forestiers : pruniers, oliviers, cognassiers, figuiers, chênes verts, frênes et très peu d'Eucalyptus et Acacia.

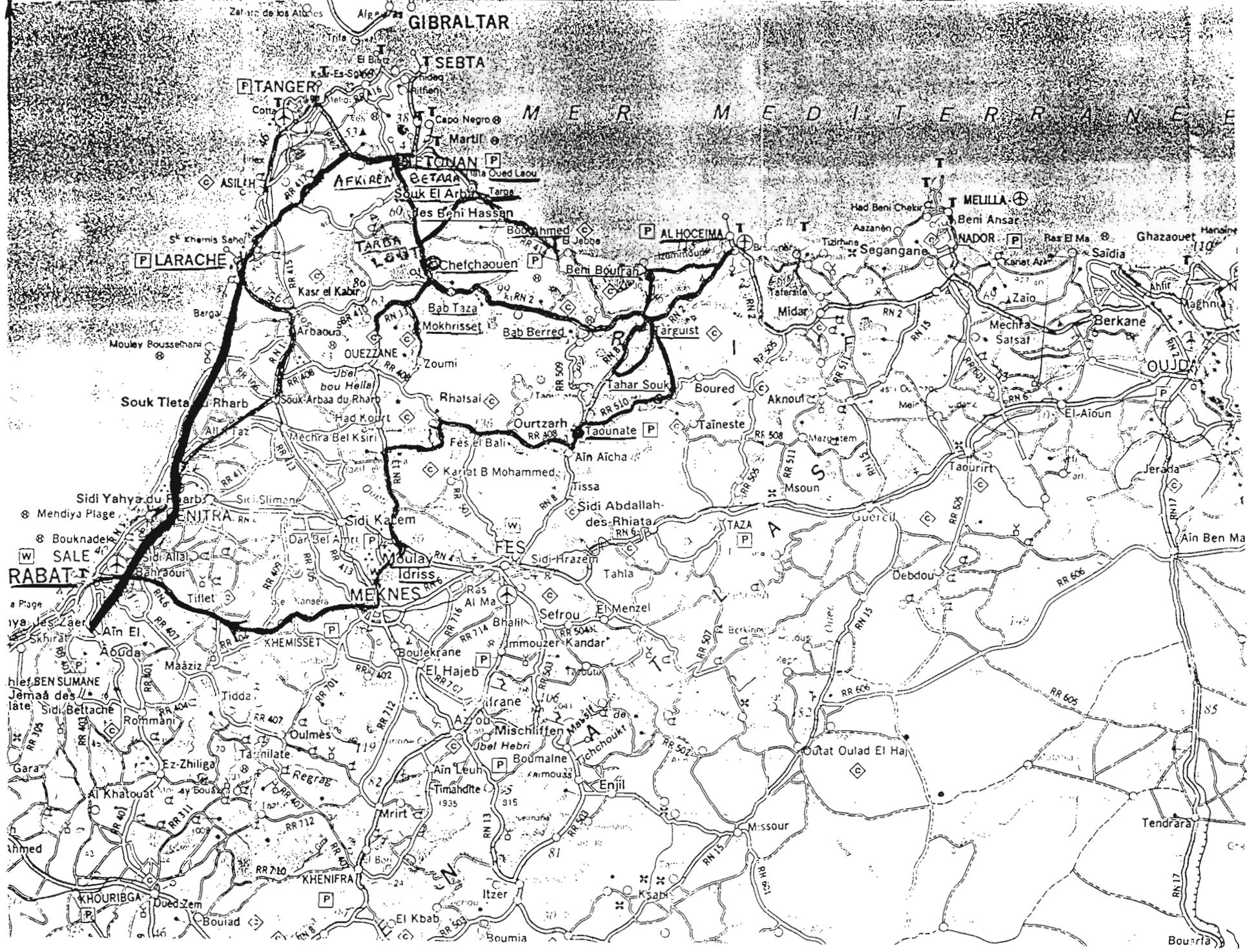


Figure 1. Carte de situation et de prospection du Rif (échelle au 1/1000 000)

Une nouvelle forêt d'oliviers s'étend chaque année, mais il reste à mettre au point une couverture au ras du sol pour le protéger de la battance des pluies et du ruissellement. Les céréales et le kif sont les cultures dominantes. Les rendements annuels du blé dur et de l'orge varient entre 1 et 5 qx/ha, selon la pluviométrie. L'élevage est extensif, avec en moyenne 2 à 4 caprins et ovins, 1 à 2 vaches et 1 à 2 mulets par exploitation. Le matorral est la source principale en fourrage, gratuit. Le bois constitue une source d'énergie dominante, avec en moyenne 8 stères/an/foyer. Le gaz est utilisé essentiellement pour la lumière et la préparation du thé.

3.2. Les paysages méditerranéens semi-arides du Rif central- oriental (Targuist, Kaiton, Al Hoceima, Beni Boufrah).

La céréaliculture est l'utilisation dominante des terres, avec un stockage des pailles les bonnes années pour assurer l'élevage extensif (ovins et caprins). Le paysage est caractérisé par une disparition presque généralisée de la forêt. De rares matorrals dégradés existent encore. La végétation naturelle était constituée de forêt de thuya, qui n'existe actuellement que sous forme de quelques arbres isolés et éparpillés dans une nappe de céréales sur pente forte. Les rendements en grains sont faibles et dépendent de la pluviométrie (entre 0 et 5 qx/ha/an). La production de paille a beaucoup d'importance aux yeux des paysans (alimentation du bétail). On note une dominance des amandiers sur des versants rouges sur calcaires, caillouteux : Tas de pierres, éléments de cordons de pierres en quinconce, seuils de pierres dans les ravines.

Fortes carences en eau : quelques puits, mais leurs eaux sont souvent salées, quelques citernes récupérant le ruissellement des toits, de la route, mais ils ne suffisent pas durant les saisons sèches... (alimentation par citernes ou pompage dans l'oued). Oueds très larges attaquant les terres les plus productives des terrasses des vallées (épaves de protection de la route et des jardins de Beni Boufrah)

Les substrats sont à dominance de flysch (marnes, pellicules, schistes, grès) sur lesquels on rencontre essentiellement des lithosols et des rendzines. La pluie annuelle varie de 200 à 400 mm selon l'altitude et les années. La pluie journalière de récurrence 10 ans est de 30 mm.

3.3. Les paysages montagnards et forestiers du haut Ouergha.

Lithologie de flysch composé essentiellement de schistes lustrés très redressés, avec quelques bancs de calcaire ou de grès. Versants très raides, très instables dès que le couvert forestier est défriché. Il reste quelques 9000 ha de cèdres dans la province d'Al Hoceima (pour 30 000 ha de kif), mais localement le matorral est en train de disparaître pour laisser la place aux céréales et aux amandiers... Dans les vallées très étroites et autour des sources sont développées des terrasses en gradins parfois renforcées de murets de pierres ou de ronces et divers arbres fruitiers ou forestiers (noyers, amandiers, oliviers, pruniers, poiriers et figuiers, Eucalyptus rares, peupliers et frênes). Cette zone en gradins irrigués (agroforesterie) est limitée autour des points d'eau ; à mesure qu'on s'éloigne de l'habitat, la culture est de plus en plus extensive et les aménagements réduits à des cordons pierreux, la densité et l'âge des arbres diminue jusqu'à la zone de matorral brûlée récemment pour étendre la surface cultivée en fonction de l'extension de la famille.

3.4. Les paysages plus arrondis sur marnes du Pré-Rif. (Ouezzane, Tanout, Sidi Kassem, Moulay Idriss)

Dominance de l'olivier et des cultures céréalières à bon rendement sur les terres noires et les vertisols sur marnes. Envahissement localisé par des nappes de jujubier (*Ziziphus lotus*).

Localement se développent des pentes fortes sur des zones renforcées par des bancs de calcaire ou de schiste : le ravinement et les glissements de terrain sont alors fréquents.

La forêt a totalement disparu et de même qu'une bonne partie du matorral qui est converti en terre de culture à l'aide des tracteurs ou de bulldozers : la nouvelle forêt d'oliviers s'étend chaque année, mais il reste à mettre au point une couverture au ras du sol pour le protéger de la battance des pluies et du ruissellement.

4. Quelques résultats

4.1. Confirmation des observations effectuées en 1999 sur le Rif occidental :

Les principales observations effectuées dans deux terroirs du Rif occidental en 1999 se trouvent confirmées et complétées lors de cette mission de prospection sur l'ensemble du Rif.

- * De nombreuses techniques de gestion de l'eau se succèdent le long des versants,
- * La forêt est en voie de disparition (il reste 3% de surface occupée par le chêne liège, le cèdre de l'Atlas et le matorral surpâturé) mais il se développe une nouvelle forêt agroforestière qui gagne de la vallée vers le haut des versants.
- * L'élevage reste un agent très important dans la gestion de la biomasse, la production de fumier et l'entretien de la fertilité du sol : malheureusement l'élevage extensif joue aussi un rôle majeur dans le décapage des horizons humifères des sols, le développement du ruissellement et du ravinement.

4.2. Classification paysanne des sols : leur vocation, leur fertilité et leur érodibilité.

Les paysans distinguent six types de sols en fonction de leur couleur, texture, pierrosité, de leur potentiel de production et de leur érodibilité (tableau 1).

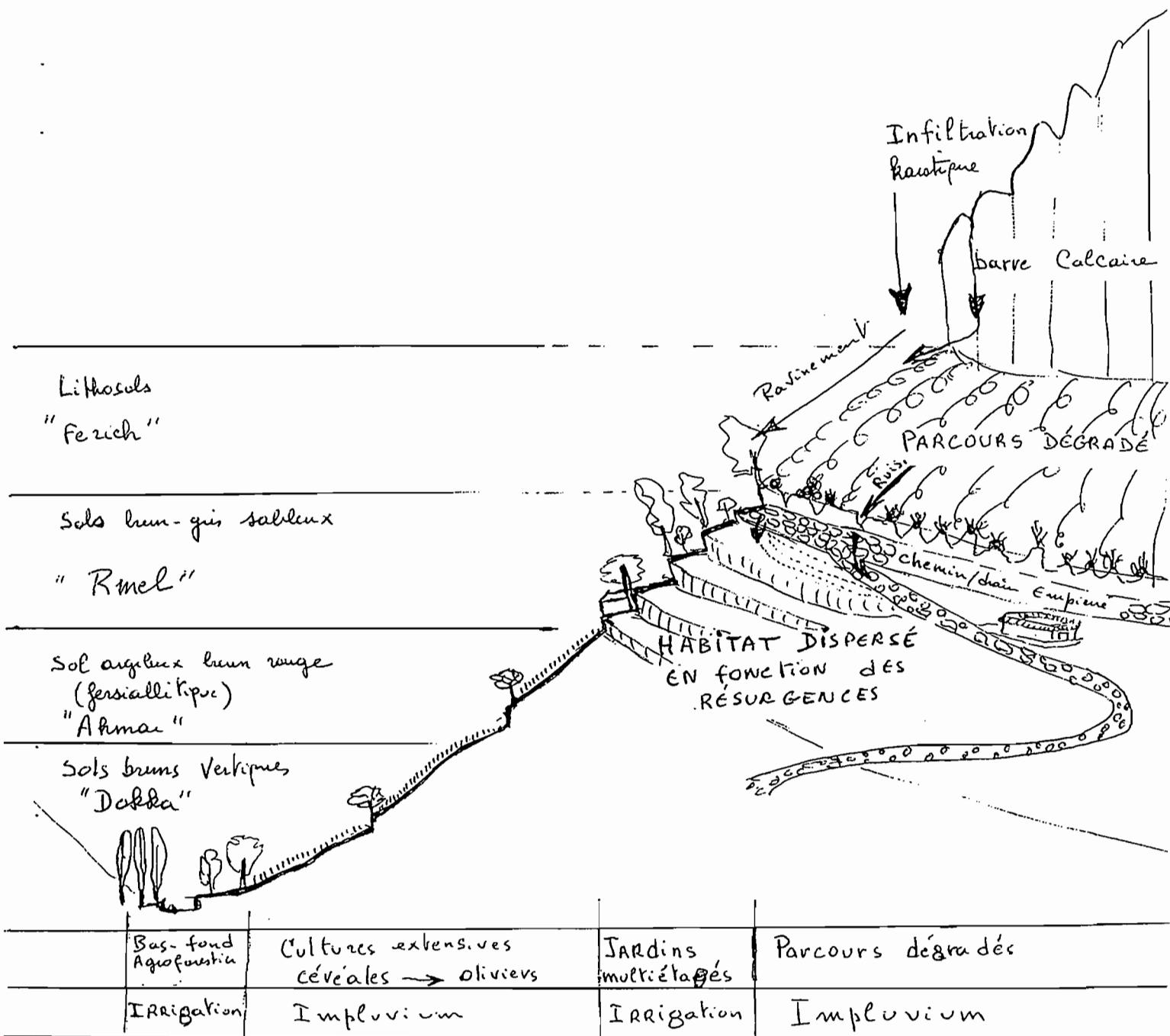
Tableau 1. La classification paysanne des sols dans le Rif.

Noms traditionnels	couleur	texture	productivité	érodibilité	cultures
Toirisse	noir	argileux	x x x	x	blé dur
Ferich	ocre-beige	rocailleux	x x	x	matorral/olivier
Ahmar	rouge	S-A-battant	x x	x x x	céréales/fruits
Rmel	brun	sableux:battant	x	x x x	orge/blé tendre
Dokka	gris-brun	A.L./vertisol	x x x	x	céréales
Beida	blanc	L.A./marnes	x x x	x x	céréales

Suivant la toposéquence et surtout la lithologie, on peut trouver les sols suivants :

- * des rendzines noires peu épaisses, en poches entre les lapiaz, sur la dorsale calcaire,
- * des rankers noirs argileux, sols jeunes sur roche argileuse, ou nappes colluvionnaires,
- * des lithosols bruns caillouteux argilo-sableux selon la nature locale du flysch,
- * des sols brun rouges sablo-argileux fersiallitiques battant, formant souvent des colluvions très ravinées (Bettara, Beni Boufrah),
- * des sols bruns/gris vertiques sur les replats sur flysh argileux, très ravinés sur les bas de pente
- * des sols colluviaux argilo-sableux, caillouteux sur fortes pentes, servant de parcours,
- * des sols alluviaux sableux brun-grisâtres très pauvres, tassés, dans la vallée de Afkiren, (arachides, céréales, parcours à Afkiren).
- * des altérites argileuses blanchâtres sur marnes décapées.

Figure 2. Coupe schématique du versant à hauteur de BETTARA.



A l'aide d'un simulateur manuel de pluies (Roose et Smolikowski, 1998), on a testé la dynamique de l'infiltration sur un sol brun rouge argileux, caillouteux (ahmar) sur un parcours tassé et un vieux labour encroûté (à Bettara) ainsi que sur un sol brun caillouteux sur schiste (ferich) nu après culture de kif (Tarhabalout)

Tableau 2. Caractéristiques de l'infiltration sur deux types de sol du Rif occidental observées lors d'une averse simulée de 40 mm de hauteur et 75 mm/heure d'intensité (+ 5).

Types de sol Aménagement	Rouge caillouteux (Ahmar)		Lithosol brun/schiste (Ferich)
	parcours dégradé	vieux labour	nu, vieux labour /Kif
Surface couverte (%)	60%	6%	53%(cailloux)
Surface fermée (%)	48%	40%	07%
Compaction(kg/cm ²)	3 à >5	0.5 à 1.5	(<1)
Résistance au cisaillement(kg/cm ²)	0.5	0.2	-
Pluie d'imbibition en humide (en mm) en sec	0.5	1.3	-
Infiltration finale stabilisée (mm/heure)	7	30	66 mm/h
Coefficient de ruissellement max (%)	90%	40%	12%

Sur une pente d'environ 35 %, l'influence du type de sol se fait nettement sentir sur la sensibilité à la battance (% de surface fermée par les pellicules de battance), la pluie d'imbibition (rôle de l'humidité préalable du sol) et l'infiltration finale après une averse orageuse de 40 mm de hauteur et 75 mm/h d'intensité (Fn varie de 7 à 66 mm/h).

Sur un même sol (Ahmar), le ruissellement final peut varier de 40% sur un vieux labour (déjà fermé par la battance, mais peu tassé) à 90% sur un parcours dégradé tassé. En modifiant la porosité et la compaction de l'horizon superficiel (10 cm avec l'araire ou la houe sur ces fortes pentes), le travail du sol a donc un rôle important à jouer sur la dynamique du ruissellement et par conséquent sur les risques d'érosion qui dépendent étroitement du ruissellement en montagne. **Sur fortes pentes, les pellicules de battance joueraient un rôle moins important que la compaction** : d'où le rôle majeur du pâturage qui non seulement réduit le taux de couvert végétal, mais surtout tasse la surface du sol et détruit la macroporosité (Sabir et al., 1994-96).

Vu la texture (sableuse et fragile, à argileuse ou caillouteuse et résistante) et le faible taux de matières organiques, la résistance des sols à la battance varie considérablement : la stabilité des mottes jetées brutalement dans l'eau en témoigne.

Les forts taux de ruissellement mesurés et la fréquence des rigoles évoluant rapidement en ravines, indiquent que les sols rouges méditerranéens (Ahmar) sont sensibles à la battance et à l'érosion linéaire. Par contre, les lithosols (Ferich) et bruns vertiques argileux sur fortes pentes sont plutôt sujets à des glissements de terrain en planche ou en coup de cuillère, en particulier sur les zones les plus argileuses du flysch (voir le glissement récent jusqu'au pied de la mosquée de Afkiren en 1987, et les versants ondulés sur marne).

On observe aussi fréquemment des talus de 0.5 à 2 m de hauteur à la limite des champs, témoins de l'érosion mécanique sèche par le travail du sol et le décapage de l'horizon humifère dès le haut des versants par le surpâturage. Le décapage des horizons humifères des sols sur fortes pentes peut se faire non seulement par le jeu du labour qui tente d'effacer les rigoles, mais aussi par le pâturage répété du matorral jusqu'à sa destruction. D'après les résultats des mesures sur parcelles d'érosion, l'érosion en nappe est modeste (0.01 à 0.3 mm/an) au regard de l'érosion mécanique sèche due aux travaux culturels. (0.5 à 5 mm/an).

Vu les pentes fortes défrichées (>50%), la longueur des versants, la dégradation très avancée du couvert végétal, le surpâturage sur les parcours dont la surface est réduite chaque année par les défrichements, le décapage des horizons humifères les plus stables et les plus poreux, l'érosivité des pluies, orageuses et intenses mais localisées des intersaisons, ou longues sur des sols détremés, le milieu est très érodable, en particulier les sols dénudés vers la fin de l'hiver et au printemps. **Le Rif constitue un fantastique théâtre didactique où sont réunis tous les types d'érosion** des plus modestes aux plus spectaculaires (témoin le gigantesque pierrier dont les blocs de plusieurs m³ ont dévallé en 1969 sur le douar de Chrafat sur la route de Chaouen à Targuist.

4.3. Le mode d'exploitation extensif pour assurer l'autosubsistance de la famille.

Dans le Rif occidental, la forêt naturelle (divers chênes et oléastre) a été défrichée depuis longtemps (50 ans à plusieurs siècles) en particulier par les espagnols et surtout après l'indépendance. Localement elle a été remplacée par un matorral surpâturé en touffes (palmier doum, chêne vert, oléastre, arbousier, ciste) protégeant partiellement le sol tandis qu'entre touffes, les sabots des animaux ont tassé le sol et le ruissellement l'a creusé jusqu'à l'altérite (ex : Bettara). Finalement les touffes finissent par crever et la couche humifère du sol par être entièrement décapée.

En contrebas du parcours dégradé, autours des fermes ont été aménagés des chemins pavés, sorte de draille entre deux murettes de pierres, qui servent à la fois au passage des gens et des troupeaux et à la collecte des eaux de ruissellement. Le sol est aménagé en terrasses en gradins, souvent irrigués par les sources et par le ruissellement capté sur les pistes. Les talus en terre sont localement renforcés par des murettes en pierres ou par des végétaux (ronces, herbes, arbustes fourragers). Localement ont été aménagés des sillons guidant les eaux d'irrigation sur les terrasses, et des fossés de drainage conduisant les excès d'eau vers les ravins les plus proches.

Un système agro-sylvo-pastoral original y a été développé : mélange d'arbres fruitiers (oliviers, amandiers, pruniers, poiriers, pêchers, abricotiers, cognassiers et quelques citrus), d'arbres fourragers (chênes verts + lierre, frênes, oléastres) et forestiers (peupliers blancs et noirs, chênes verts ou liège et rarement des eucalyptus). Les cultures de divers légumes et de tabac (ou de Kif) profitent de la fumure organique et de l'irrigation. Quoique fort pentu à l'origine, ce milieu aménagé pour une production intensive aux alentours immédiats de la ferme, semble assez stable : un nouvel agrosystème équilibré a été créé, mais sa production reste limitée par le manque de taille des arbres, les maladies et le manque d'engrais.

Plus bas s'étend un long versant concave cultivé extensivement en céréales parfois associées à quelques oliviers ou amandiers qui protègent mal le sol (pas de litière). Le décapage et le ravinement y sont intenses. Le bas des champs est souvent souligné par un petit talus (50 cm) mal protégés. La production y est très modeste : 1 à 5 quintaux de grains et autant de paille, qui sont stockées près des fermes et qui servent à l'élevage en période trop froide.

Enfin les colluvions de bas de pente sont intensément exploitées : trèfles, oignons et divers légumes sont fumés et irrigués en contre saison, des arbres fruitiers et fourragers sont

taillés en têtard. La divagation des oueds et les drailles qui relient les points d'eau aux pâtures mettent souvent en danger ces bonnes terres qui couvrent généralement moins de 20% de la surface du terroir.

L'élevage est une source importante du revenu familial. Chaque famille possède en moyenne 1 à 4 vaches, 2 mulets, une quinzaine d'ovins-caprins et une demi-douzaine de poulets, de canards et quelques oies. L'élevage est totalement extensif. Dans la journée le troupeau parcourt le matorral librement ou avec un jeune berger. En été, le troupeau complète sa ration avec les résidus de culture (toutes les pailles ont été coupées vers 10 cm, battues et rassemblées dans des granges ou conservées en meule sous une bache). En hiver, il profite des branchages verts ramassés par les femmes ou coupés par les bergers : les rameaux desséchés et rangés le long de l'habitat fourniront la réserve de bois pour la saison froide et la périodes des récoltes. Le soir les bêtes sont rentrées à la ferme : les éleveurs les plus riches donnent un petit complément de foin à l'étable (1kg/tête). L'étable est brossée le matin. La litière est jetée en tas en plein soleil et l'urine est évacuée par un drain vers l'extérieur : il se perd donc beaucoup d'azote par gazéification et de potasse par lessivage par les pluies.

Le mode d'exploitation est manifestement orienté vers l'autosubsistance : « produire de tout un peu pour nourrir la famille et faire face aux aléas climatiques ». Les rendements sont faibles (4 à 5 quintaux de grains les bonnes années et autant de paille) avec un minimum d'engrais (100 kg/an de NPK(14/28/14) pour 100 kg de grains semés sur 1 ha, plus 50 kg d'urée si les pluies sont suffisantes et si la croissance en vaut la peine).

Les paysans manquent de moyens financiers car ils ne disposent ni de caisse d'épargne, ni de culture de rente permettant d'avancer les intrants. Les légumineuses sont attaquées par les parasites (orobanche des fèves), des insectes et diverses maladies (tomates) : pas de produits phytosanitaires. La fumure organique est très réduite (2 à 10 m³ par famille), de mauvaise qualité et bourrée de graines d'adventices qui n'ont pas été détruites car la température de fermentation n'a pas atteint les 70°C nécessaires pour les détruire. De toute façon le fumier devrait être complété par un apport de phosphore et d'azote pour compenser les exportations. Sans l'apport monétaire de deux travailleurs émigrés (ou du kif), il est difficile de boucler le budget familial.

Dans le Rif oriental nettement plus aride, la situation est encore plus tendue : la forêt a disparue et les parcours sont très dégradés. La taille des troupeaux diminue : « on achète le mouton pour la fête de l'Air ». La végétation arborée est plus rabougrie, limitée aux abords des fermes et des oueds et moins diversifiée (dominance des amandiers, des pins d'Alep et des *Eucalyptus gonfocephala* ou *camaldulensis*). La majorité de la surface du terroir est consacrée aux céréales : cela fait deux années que les pluies n'ont pas été suffisantes pour qu'on engrange la récolte : les troupeaux se chargent de valoriser la maigre biomasse sur pied. Les amandiers produisent au mieux un kg/arbre d'amandes décortiquées vendues 35 dirhams le kg : en année sèche, beaucoup d'amandes avortent. Pour survivre, les familles s'appuient sur l'émigration (aux Pays Bas, en Belgique et en France) ainsi que sur le kif. Les techniques de gestion des eaux sont moins diverses que dans le Rif occidental: on n'y trouve que des cordons de pierres alternés en quinconce et divers modèles de citernes qui stockent l'eau de pluie du toit ou le ruissellement sur les pistes ou dans l'oued (vallée de Béni Boufrah).

Dans la montagne, la forêt est nettement plus présente. Si les chênes lièges et verts ont pratiquement été défrichés pour planter le kif, il reste encore quelques bouquets de cèdres élagués sur les sommets des montagnes (9000 ha au CDF de Targuist) et des plantations de Pins d'Aleps et de Pins maritimes. La situation est aussi très difficile car la surface aménageable est très limitée : les maladies, le gel et les pluies abondantes détruisent souvent les fleurs avant la fructification. Autours des points d'eau s'organisent des petites terrasses en gradins irriguées et un système agroforestier (noyers, oliviers, amandiers), certes admirables,

mais bien peu rentables. Jadis la culture du kif était limitée à quelques douars, mais depuis une vingtaine d'années, devant l'explosion de la demande, cette culture s'est répandue depuis les terrasses sur les versants à peine défrichés (chênes liège), sans aménagement des pentes, avec fumure minérale localisée. Plus on s'éloigne des habitats, plus les aménagements sont rudimentaires (épierrage, tas ou minces cordons de pierres, plantation ou greffage de quelques oliviers). On trouve du kif partout dans le paysage où il occupe 30 000 ha dans la province de Al Hoceima et 120 000 ha dans l'ensemble du Rif : on craint que devant le succès des revendeurs, cette culture s'étende dans l'Atlas.

Dans le Pré-Rif, l'absence d'arbre est impressionnante dans ces grands paysages collinaires marneux voués aux céréales (et localement aux oliviers). Les sols sont nettement plus riches et les récoltes dépassent 25 à 30 quintaux de grains. Par contre, on n'a pu observer de technique traditionnelle de LAE, à part les reliquats presque effacés des banquettes du Derro.

4.4. Une société en crise dans un environnement en crise

La ferme abrite trois générations sous la responsabilité d'un chef d'exploitation, rarement d'une femme veuve. La proximité des autres familles du bourg assure une entraide pour les gros travaux, mais pas pour les ressources financières : il n'existe ni caisse d'épargne, ni tontine comme en Afrique occidentale. Avec la pression foncière, il n'y a pas assez de revenus et les hommes doivent chercher en ville un complément de ressources comme maçons ou manœuvres.

Les femmes assurent la majorité des travaux domestiques, l'élevage, les corvées eau (30 minutes à 3 heures de queue et de portage en montagne) et bois (3 à 6 heures pendant 3 mois, 4 jours par semaine en dehors des périodes de semis et récolte), l'éducation des enfants et participent aux semailles, récoltes et battage. Le chômage des jeunes est particulièrement préoccupant : le contact avec la ville sans la famille les amène à une vie oisive et à la drogue omniprésente. La sécurité des femmes n'est plus assurée durant les corvées. Le bus qui passe sur la route et les taxi en brousse permettent le voyage à Tétouan ou Chaouen dans la journée. L'école primaire du village est surchargée : les enfants en sortent sans savoir lire, ni écrire, ni compter. Pour l'école secondaire, il faut trouver une pension en ville : mais l'absentéisme des professeurs est décourageant. Finalement, quant à force de privations des familles les enfants rapportent un diplôme, ils ne trouvent pas de travail : le chômage rural dépasse 25%.

La société est en pleine crise. Impossible de continuer de vivre d'une agriculture extensive, mais il manque de crédits et de formation pour inventer une exploitation intensive rentable spécifique en montagne. La formation est à revoir pour apprendre aux jeunes le goût du travail bien fait. Les vieux sont fatigués d'avoir aménagé un cadre de vie austère mais viable depuis un siècle. Les jeunes vont à l'école puis traînent au village alors qu'il faudrait remettre le terroir en état et inventer de nouveaux modes de vie : lancer l'artisanat, le tourisme à la campagne, le commerce intégré des produits « biologiques » spécifiques à la montagne... L'émigration et le kif paraissent les seules solutions qui amènent une fortune visible (Mercedes et grosses villas).

La crise environnementale est à l'image de la crise de la société rurale. L'érosion sape le capital foncier : il faudrait un sursaut d'énergie pour réhabiliter le paysage, mais on voit partout des chômeurs qui attendent, sans y croire, l'aide de l'Etat.

4.5. Les stratégies traditionnelles de gestion de l'eau.

Les forêts des hauts de versant ont été défrichées, puis le matorral surpâturé : ces sommets fonctionnent dorénavant comme un impluvium qui recharge les sources au contact avec les couches argileuses du flysch ou irrigue les zones cultivées en contrebas.

Dans le Rif occidental, à Betara, on compte une vingtaine de sources dont la moitié sont pérennes : une partie a été aménagée pour l'irrigation à travers des séguias remises en état en juin par la communauté, ou par des prises d'eau sur les pistes pavées. Un tour d'eau est organisé tous les 6 jours : il peut faire l'objet de location (2000 dirhams /5 heures/an), d'héritage (pour les hommes seulement) et de vente. A Afkiren , on compte 22 sources aménagées dont 9 pérennes : autours d'elles se sont rassemblés des quartiers qui tentent de se rendre autonomes (mosquée, épicerie). A Tarhbalout, une séguia ramène l'eau de la source de l'oued Rha : le tour d'eau dure une demi-journée (12 h) mais ne revient que tous les 17 jours car la population est passée de 15 foyers en 1944 à 140 ménages en 2000. Vu le gros débit de la séguia en fin de saison sèche, il vaudrait mieux réduire le temps d'irrigation pour augmenter la fréquence du tour. Un responsable de la séguia est désigné et financé par les consommateurs pour entretenir la séguia pendant toute la saison d'utilisation (avril - septembre).

Dans ces douars, la zone d'habitat est cernée par un chemin pavé qui sert à la fois au drainage du ruissellement venant des parcours d'en haut, mais aussi à la circulation des gens et du bétail. Les jardins sont aménagés en terrasses irriguées par des séguias ou des fossés amenant le ruissellement ; ils peuvent être irrigués par des sillons d'infiltration ou drainés par des fossés qui mènent l'excès d'eau vers les parcelles voisines ou vers un exutoire naturel.

Plus bas sur le versant, les arbres fruitiers sont entourés de cuvettes qui captent les eaux de ruissellement, surtout durant les premières années. Après labour, on observe dans de nombreux champs des sillons tracés à la charrue en travers de la pente, tous les 5 à 10 mètres pour évacuer rapidement les eaux excédentaires qui s'accumulent à la surface du sol. Cette technique très fréquemment utilisée semble indiquer la crainte d'excès d'eau à certaines périodes de l'année, mais si elles suivent une pente trop forte (>30%), elles risquent d'entraîner la formation de ravines difficiles à maîtriser.

Certaines familles ont un puits de 5 à 20 m de profondeur. La corvée eau dure chaque jour de 30 minutes à 3 heures selon la distance et la fréquentation des puits. Nous n'avons observé qu'une fois la collecte traditionnelle des eaux de pluie du toit vers un fût de 200 litres. Le projet PREM a installé quelques citernes cimentées pour recueillir les eaux de ruissellement dans les ravines en vue d'arroser quelques oliviers durant leur jeunesse.

Dans le Rif oriental, les problèmes d'eau sont plus importants encore. Les sources pérennes sont rares et les puits donnent souvent des eaux salées. Aussi trouve-t-on plus de citernes alimentées par les pluies, par le ruissellement des pistes ou par pompage dans un puit ou dans l'oued (vallée de Beni Boufrah), ou par des citernes mobiles de l'Etat. Les barrages collinaires jouent localement un rôle majeur pour l'abreuvement du bétail et des gens.

Dans les montagnes les sources sont nombreuses et souvent captées dans des mares ou des bassins et siphonnées dans des tuyaux en plastique pour irriguer des terrasses en gradins destinées au kif et aux légumes de contresaison.

Dans le Pré-Rif, nous avons admiré le barrage de Wahda sur l'oued Ouergha sur marnes, qui peut retenir 3,8 milliards de m³ pour la production d'électricité, l'irrigation des plaines du Rharb et l'alimentation hydrique des grandes villes comme Kénitra, Rabat, Casablanca. Malgré deux années sèches, les réserves d'eau semblent suffisantes. Mais les transports solides dans ces paysages schisteux et marneux sont préoccupants (Estimés à 26t/ha/an à la station hydrologique de Mjara). Le lac de Talembot sur l'oued Laou est comblé de sédiments et le lac Nakhla est déjà envasé à 30 %!

4.6. Les stratégies de lutte antiérosive : organiser le drainage sur les versants

Au cours des deux missions dans l'ensemble du Rif, nous avons observé une grande variété de techniques traditionnelles de lutte antiérosive visant à couvrir les zones fragiles, à réduire la pente et à ralentir les eaux de ruissellement (les 3 facteurs les plus efficaces pour

réduire l'érosion). Mais il est apparu que certaines techniques sont particulières à certaines régions et absentes ou moins fréquentes dans les autres, en fonction des conditions climatiques et lithologiques. La plupart ont été décrites par Sabir et al., (1999) : nous nous limiterons donc à les citer dans les 4 zones prospectées.

Dans le Rif occidental, nous avons observé fréquemment les techniques suivantes :

* **des chemins pavés** (naturellement, mais aussi enrichis en pierres plates dans les zones humides) servant à la circulation des gens et du troupeau et d'exutoire pour les eaux de ruissellement. Ces chemins servant de draille, ils sont généralement encadrés de murettes et renforcés d'arbustes pâturés (aubépine, chêne vert, oléastres, acacias et genêts épineux, etc.) et de haies mortes d'épineux (*Ziziphus lotus*). Les eaux qui s'y accumulent sont évacuées dans les exutoires naturels, mais aussi dans certains champs qu'ils irriguent.

(Voir à Betara, Afkiren, Tarhbaloute, Ayaden, Bab Berred, etc.). Ils ressemblent aux drailles de Provence et du Languedoc.

* **des talus enherbés dans les champs en pente**, fixés par des ronces et des arbres (frênes, chênes verts, etc) ou des cactus (opuntia et agaves). Ce sont souvent des limites de parcelles cultivées, mais qui, protégées du labour, se sont constitués en talus accumulant en amont les terres poussées par l'érosion hydrique et surtout par le travail du sol. Décapés à l'aval par les labours du voisin, ils absorbent une bonne partie du ruissellement venant du champs cultivé. Ces talus réduisent la pente du terrain, s'élèvent de 10 à 25 cm par an et forment sur le versant des concavités favorables à la sédimentation des particules (surtout les grossières) : ils freinent et étalent le ruissellement dont ils absorbent la majeure partie de l'énergie cinétique (Roose et Bertrand, 1971). Les racines des arbres limitent les risques de glissement de terrain en absorbant l'humidité au contact des altérites et de la roche en place. Ces bandes enherbées sont d'autant plus efficaces à filtrer et infiltrer le ruissellement que le nombre de tiges par m² et la biodiversité sont élevés. Il faut prendre soin d'en chasser les rongeurs et fousseurs qui risquent d'offrir des passages préférentiels au ruissellement dans leurs tunnels (tunneling à l'origine de certaines ravines).

* **des versants caillouteux aménagés avec des entassements, des cordons de pierres ou des murettes**. Le travail du sol à l'araire fait ressortir de grosses pierres (diamètre >10 à 20 cm) qui sont entassées temporairement sur des rochers non transportables. Il s'agit de gagner de la surface cultivable dans le champs car ces grosses pierres empêchent la germination des graines et réduit la densité des cultures. Ces pierres peuvent être reprises ultérieurement pour constituer des cordons ou tout simplement pour la construction de nouvelles habitations. Ces empilements peuvent croître latéralement en formant des éléments de cordons qui ralentissent le ruissellement et accumulent déjà les terres déplacées par le travail du sol ou l'érosion. Ailleurs les cordons de pierres (empilements isohypses et continus de pierres de tailles diverses et sans effort de rangement) sont construits directement en lignes isohypses continues et leur hauteur augmente (max 1 m) à mesure que « les pierres poussent » dans le champs. Généralement l'écartement (10 à 25 m) est tel que la parcelle cultivée n'atteint jamais l'horizontalité. Les cordons donnent naissance à des terrasses progressives, à pente amoindrie concave : ils cassent l'énergie du ruissellement et provoque le dépôt des sédiments mieux que les bandes enherbées. Par contre les cordons peuvent se colmater et accumuler des eaux qui peuvent créer des rigoles à l'aval. Noter qu'il faut laisser les petites pierres (<10 cm de diamètre) sur le sol où elles jouent le rôle de mulch très efficace pour ralentir le ruissellement et protéger la surface de la battance des pluies : 25 % de surface couverte de pierres entraîne la réduction de 50% de l'érosion (Wischmeier in Roose, 1994).

* Lorsque les pierres disponibles à la surface du sol sont plates, le paysan peut monter une murette sur une petite terrasse assurant la solidité des fondations: la construction de murette

exige moins de pierres mais des pierres de bonne qualité et un certain savoir faire pour assurer le drainage et amortir la pression des terres humides à l'amont (lit de graviers et fruit de 10% du mur). Il ne faut pas confondre ces murettes qui modifient la pente du versant et ralentissent le ruissellement avec les murettes « en dentelles » (très perméables) qui clôturent des parcours sur la dorsale calcaire : il s'agit de barrières pour le bétail qui suivent les limites des parcelles et non de techniques de LAE (ex près de Tétouan).

*** des lignes isohypses de végétation en cactus (opuntia, agaves), frênes taillés en têtards.**

Bien qu'elles fassent généralement partie des limites de propriétés, ces lignes de défense se transforment rapidement en talus qui ralentissent et étalent le ruissellement. C'est l'association d'arbres et d'herbes qui s'avère la plus efficace à la fois pour fixer le sol et provoquer des dépôts. On peut imaginer l'introduction de toute une série d'espèces arborées fruitières (oliviers et amandiers) ou forestières (frênes, eucalyptus) dont il faut maîtriser le réseau racinaire superficiel (labour profond à < de 1 m du tronc les premières années) et exploiter les branches basses pour éviter la concurrence hydrique.

*** des ravines pavées ou végétalisées formant des « oasis linéaires ».** En montagne le ruissellement creuse rapidement des ravines qui servent de drain au versant. Il ne s'agit donc pas de les reboucher, mais de stabiliser le canal par où le drainage doit se faire : c'est le rôle du pavage du fond, plus ou moins naturel ou aidé. Mais il arrive que certains paysans réussissent à stabiliser des jeunes ravines à l'aide de petits seuils en pierres sèches, à arrondir les talus et à végétaliser l'ensemble avec des herbes (cannes de Provence, roseaux, lauriers roses) dans le chenal et des arbres divers sur les berges (peupliers divers, frênes, oliviers, eucalyptus camaldulensis, cerisiers, noyers, poiriers, cognassiers et amandiers). De beaux exemples sont visibles à Afkiren de ces « oasis linéaires » où le ruissellement, ailleurs destructeur, est ici maîtrisé et utilisé pour la production. Comme ces aménagements demandent une surveillance rapprochée du bétail et un travail de jardinage pour suivre son évolution (entretien et enrichissement), ces aménagements réussissent surtout près des fermes.

*** des sillons de drainage tracés à l'araire en oblique à la pente.** Sur fortes pentes on observe couramment des sillons obliques dont le rôle serait d'évacuer rapidement le ruissellement dès sa naissance, avant qu'il ne prenne trop de volume et de vitesse. Ces petits drains rapidement ébauchés après la préparation du sol (destruction des adventices, semis, engrais et labour d'enfouissement à l'araire qui laisse en surface les cailloux et quelques résidus de culture) sont fréquents tant au Maroc qu'en Algérie sur marnes, en France dans les terres rouges argileuses de Lozère et en Equateur sur cendres volcaniques. Mais certains donnent une pente trop forte aux sillons de telle sorte qu'ils se transforment rapidement en ravines. A la longue les versants deviennent ondulés et les courbes de niveau se compliquent. Nous n'avons aucune preuve de leur réelle efficacité.

Dans le Rif central oriental, les techniques sont beaucoup moins diversifiées. On y observe essentiellement des cordons de pierres peu élevés,

* des éléments de cordons de pierres en quinconce (moins de travail),

* des seuils de pierres dans les ravines ou une végétalisation à l'aide de cannes et d'agaves et la plantation de quelques arbres sur les berges (eucalyptus, amandiers, oliviers, peupliers),

* quelques terrasses en gradins jardinées et irriguées près des petits oueds,

* rares sont les pieds d'amandiers qui sont protégés par une cuvette qui rassemblent les eaux de ruissellement et concentrent un peu de fertilité,

* des épis en gabions pour protéger la route, pour réduire l'extension des gros oueds et fixer des sédiments à l'aide de cannes de Provence et de lauriers pour construire des petits jardins agro-forestiers, (près de Beni-Boufra),

* quelques citernes de quelques dizaines de m³, en béton, relais du puit pour irriguer un jardin,

* deux « matfia » (appelées madgen ou djeboub en Algérie), mares traditionnelles qui récupèrent le ruissellement provenant de la route: celle de la vallée de Snada est tapissée de cailloux et grossièrement enduite de ciment pour l'abreuvement du bétail . Leur fond est plein de vase qui pourraient servir pour produire des briques crues,

* une citerne cimentée de 108 m³ stockant les pluies tombant sur un impluvium cimenté et chaulé de 196 m²(coût 1 million de dirhams) : en année normale elle alimente une famille étendue de 60 personnes. Cette année particulièrement sèche, il a fallu chercher de l'eau à la fontaine avec une citerne et un tracteur.

* quelques terrasses en gradins près des sources.

Dans les montagnes on observe de nombreux gradins méditerranéens.

Il s'agit de terrasses en escalier à talus subverticaux, renforcés de pierres ou d'herbes. Comme elles servent à l'irrigation des cultures (légumes et kif), elles sont situées près de l'oued ou des sources sur les versants. Ces espaces sont intensément cultivés sous une canopée agroforestière (noyers, frênes, figuiers, oliviers, amandiers, pruniers, poiriers, vigne et quelques chênes verts ou liège) qui les protègent et fertilisent le sol. Plus on s'éloigne de l'habitat et des gradins, plus la culture est extensive, les arbres jeunes et distants, les murettes de pierres sont peu garnies et la fumure rare ou absente. Les talus peuvent atteindre 250 cm de haut et 20 à 100 m de long. La terrasse cultivée varie de 1 à 20 m de large selon la pente : dans les vallées un peu plus larges, on distingue un réseau de canaux d'irrigation primaire (segua) et secondaire, avec de petites cuvettes permettant de bien humecter le sol.

Dans le Pré-Rif, on n'a vu que les reliquats des banquettes de DRS du DERRO, quand ils n'ont pas été totalement effacés, et quelques talus de terre et très peu de cordons de pierres car les marnes dominent largement ces paysages ondulés. Il nous a manqué du temps pour prospecter plus en détail cette zone sensible.

4.7. Stratégie de gestion de la fertilité des sols.

« Après le défrichement du matorral, les rendements sont bons la première année, puis diminuent rapidement (surtout le stock d'éléments assimilables). Après trois années de culture, on abandonne le champs à la jachère pâturée pour trois ans : il évolue vers un matorral dégradé. Comme il n'y a plus de réserve en terre, on est obligé de revenir au bout de trois ans. Sans fumier, on ne récolterait rien. Avec 50 à 100 kg de N14, P28, K14 pour 100 kg de semences (sur ~ 1 ha) et 50 kg d'urée, on obtient 4 à 5 quintaux de grains les bonnes années ». L'étable est brossée chaque matin et la litière est jetée sur le tas de fumier dehors par les femmes pour éviter les odeurs dans la maison.. Le purin est évacué vers l'extérieur par des drains et perdu. Soumis aux intempéries, le fumier perd l'azote par gazéification au soleil et la potasse + l'azote peuvent être lessivés par les pluies battant le talus. Comme les sols sont carencés en Phosphore, les plantes et le fumier le sont aussi et il faut prévoir des compléments phosphatés pour compenser les exportations par les récoltes. Les fumiers sont donc pauvres en nutriments, sauf en bases et en carbone (C/N > 20) : ils améliorent le pH du sol, mais, mal fermentés apportent beaucoup de graines d'adventices.

Le fumier des ovins et caprins et surtout de poulets est bien plus riche en azote (> de 3 fois) que celui des vaches et des mulets. Il est mélangé à quelques ordures ménagères non triées et transporté en paniers par les femmes ou les mules sur les champs proches des fermes avant les labours d'octobre. Il est visiblement peu abondant (2 à 3 m³ pour 4 vaches et quinze ovins/caprins) et peu riche en azote et phosphore. Certains y mélangent les cendres du foyer, tandis que d'autres réservent les cendres pour les cultures exigeantes en potasse (pommes de terre, ail, oignons, etc.).

En ramassant la biomasse dispersée dans le paysage, le troupeau participe à la concentration des nutriments du terroir dans les zones cultivées, surtout autour des fermes. En pratique, la récupération est très faible car la moitié des déjections est libérée dans le parcours et l'autre moitié libérée à l'étable la nuit minéralise dans de mauvaises conditions (soleil et pluies) si bien qu'on ne récupère que 10 à 30% maximum de la biomasse consommée. On pourrait améliorer nettement la qualité et la quantité du fumier en le compostant dans une ambiance humide forestière, à l'abri du soleil sous des arbres fruitiers, dans une fosse (de 4 à 10 m³), où le bétail est parqué de nuit sur une litière, qu'il va tasser et humecter de ses urines, améliorant ainsi les conditions d'humification et stockant mieux l'azote. Les déchets familiaux putrescibles et les cendres peuvent y être mélangés pour améliorer leur qualité.

Dans le Rif aride, la fumure organique et minérale est encore plus réduite car elle risque de brûler la récolte si la saison s'arrête trop vite.

En montagne, seul le Kif reçoit une fumure minérale. Dans les plaines céréalières du Pré-Rif, la fumure minérale est presque exclusive.

4.8. Une nouvelle forêt de fruitiers pour améliorer le bilan énergétique.

Il y a longtemps que la forêt primitive a été coupée. Officiellement, il n'en reste que 3% de la surface du Maroc et encore le matorral du Rif est-il compté comme forêt. Les forestiers se lamentent avec raison de la disparition des derniers massifs forestiers rongés par le pâturage et les coupes privées illicites, mais ils ne voient pas le développement d'un système agro-sylvo-pastoral original qui envahit les bonnes terres cultivées. Dans ces villages du Rif occidental on peut apercevoir des versants dénudés pour les cultures céréalières ou pour le kif, mais aussi des reliques ou mieux des noyaux agro-forestiers très riches en diverses essences fruitières, forestières ou fourragères.

Les pépinières de l'Etat distribuent chaque année 300 000 plants d'olivier de bonne race et d'amandiers qui couvriront 3000 ha de terres arables. Certes, leurs effets sur la protection de l'eau et des sols n'est pas aussi bonne que ceux d'une forêt dense, mais leur plantation par les paysans sur leurs terres permet d'espérer qu'ils seront mieux préservés que ceux que les grands projets de DRS leur ont imposés il y a 30 ans. Encore faudrait-il diversifier les espèces proposées avant que le marché saturé fasse chuter le prix des olives ou qu'une maladie ne décime cette espèce.

La consommation de bois de feu est importante, car si chaque famille dispose de deux bouteilles de gaz, elles sont réservées à l'éclairage et au rite du thé d'accueil. Tout le reste est chauffé au bois. Le temps de collecte du bois dépend de la distance de la « forêt ». A Bettara, les femmes déclarent passer 1 à 3 heures pendant 4 jours par semaine pour collecter les fagots nécessaires pour les périodes de travail intensif (labours et récoltes). A Afkiren la situation est pire : les hommes et femmes passent trois mois d'été à collecter des branchages verts dans la forêt lointaine qui servent à la fois de réserve fourragère pour l'hiver et une fois sec, au chauffage et à la cuisine. Nous n'avons observé ni commerce de fagots ni de charbon de bois.

Par contre, les perches de 4 m d'Eucalyptus qui servent à la réfection des toits valent 15 dirhams au marché. Il n'existe que peu de poutres de chêne ou de peuplier (moins solide) : l'Eucalyptus est peu répandu dans la région, bien qu'il y pousse rapidement. On manque donc aussi de bois d'œuvre et la dégradation du matorral est un indicateur très clair du manque de bois de feu et de fourrage.

Le bois des fruitiers entre progressivement dans le bilan énergétique des exploitations : « leur bois appartient au propriétaire du lieu, mais les fruits sont souvent consommés par les enfants du village ». Ceci démontre que le marché local n'est pas encore saturé de fruitiers. Cependant les arbres fruitiers n'étant pas taillés, ils produisent plus de gourmands et de bois que de fruits en se gênant mutuellement. Même l'olivier si souvent demandé par les villageois,

n'est pas taillé. Les pruniers et poiriers sont fréquents mais dépérissent après 20 ans, faute de soins. Les pommiers sont rares comme les pêchers, les vignes et les abricotiers dont on pourrait sécher les fruits excédentaires.

Finalement une nouvelle forêt est en train de naître qui manque de soins et de gestion. On pourrait imaginer une évolution progressive du paysage vers un bocage formé de fruitiers plantés sur des talus distants de 12 à 20 m pour permettre d'intercaler un minimum de cultures annuelles. Les zones humides seraient plantées d'essences forestières à croissance rapide (Peupliers, Frênes, Eucalyptus, etc.) qui fourniraient le bois d'œuvre. Il reste à mettre au point un système fourrager ou cultural qui couvre la surface du sol, aussi bien que la forêt naturelle.

5. Propositions d'actions de développement rural et de protection des sols.

5.1. Le choix des actions prioritaires par les paysans de trois douars.

Tableau 3. Classification des actions prioritaires par les villageois de Afkiren, Bettara et Tarbalout dans le Rif occidental.

Villages	AFKIREN		BETTARA		TARBALOUT
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
1/	aménager l'eau: pour irriguer	Eau pour la maison	Eau des sources irrigation	pour la maison	Chômage
2/	Arbres fruitiers et LAE= gabions/ravines	Bois de chauffe	chômage	Bois de chauffe	Oliviers/banquettes
3/	Extension école primaire	Ecole village	LAE, ravine pont	Artisanat	Aménagement de l'eau séguia+puits
4/	Centre de formation aux métiers artisanaux pour adolescents et chômeurs				Ecole village + terrain de foot

Notons que l'eau et le bois sont des préoccupations bien plus urgentes que la lutte antiérosive, laquelle n'est conçue qu'à travers la stabilisation des ravines et l'installation des oliviers. Nous n'avons pas voulu aborder l'effet de la battance et de l'érosion en nappe (notion méconnue des paysans) sur la fertilité des sols : au cours de ce premier contact, il s'agissait de les écouter exprimer leur façon de voir leurs problèmes de société et d'environnement.

La formation vient en deuxième priorité, car les parents se rendent compte qu'il y a peu d'avenir dans l'agriculture extensive que leurs anciens leur ont enseignée. Il faut donc introduire de nouveaux métiers dans la société villageoise (vive demande de formation à l'artisanat). Curieusement la migration s'est ralentie en 1995. Le Kif aurait-il fait prendre conscience de la valeur du foncier, ou ses rentrées d'argent permettent-elles de boucler le budget familial? D'après les producteurs de Bettara, la raison serait l'existence d'un service de bus (Tetouan<->Chaouen) qui permet aux hommes d'aller travailler en ville et de revenir au foyer le soir.

5.2. Les propositions du groupe multidisciplinaire.

52.1. L'eau.

- * Aménager une source ou un puit pérenne par hameau,
- * Protéger son environnement des pollutions par les animaux et le ruissellement,
- * Construire des citernes (5 à 10 m³) pour capter les eaux de pluie sur les toits,
- * Cimenter les séguias pour réduire les pertes d'eau et protéger l'amont.

52.2. La lutte antiérosive

- * Aménager des talus tous les 10 à 20 m sur les versants et champs trop longs pour casser l'énergie du ruissellement;
- * Stabiliser les talus par des légumineuses fourragères basses et des lignes d'arbres fruitiers,
- * Stabiliser les ravines : empierrer les têtes actives et planter des petits seuils légers,
- * Végétaliser les ravines : des herbes au centre et des arbres le long des berges,
- * Transformer ces ravines en jardins écologiques (diversité des espèces = arboretum),
- * Amélioration foncière : enlever les grosses pierres, mais garder un mulch de cailloux,
- * Améliorer le bilan des MO : rotations céréales/légumineuses, amélioration du fumier,
- * Fertiliser au moment où les plantes en ont besoin,
- * Améliorer les techniques culturales : travail grossier réduit à la ligne de plantation,
- * Gestion en surface des résidus de récolte et des adventices,
- * Entretien des pistes empierrées et des fossés de drainage sous le parcours.

52.3. Le bois, source d'énergie, de fourrage et de fruits

- * Favoriser la consommation du gaz pour réduire la surexploitation des forêts,
- * Protéger la forêt de cèdre et les plantations sur fortes pentes,
- * Entretien et amélioration du bocage fruitier et fourrager (Frênes têtards),
- * Planter en arbres (fruitiers, fourragers, forestiers) les ravines et bordures des champs,
- * Installer des pépinières villageoises, favoriser la biodiversité, livrer des plants jeunes, diffuser les sécateurs pour tailler les gourmands et bois malades.

52.4. L'élevage

- * Introduire l'élevage intensif en étable pour valoriser le lait et la viande,
- * Réduire la divagation du bétail en période de travaux intensifs,
- * Améliorer le parcours par mise en défens de quartiers et enrichissement en légumineuses,
- * Améliorer le fumier et son transport par les mules (fontes),
- * Développer le portage du bois, de l'eau et des fourrages par les ânes et les mulets.

52.5. La formation artisanale

- * Ecole rurale préparant les adolescents à la vie rurale,
- * Apprentissage des métiers de maçons, ferronniers, menuisier, mécanique, tissage de tapis,
- * Puisqu'il y a trop peu de terre pour survivre en autosuffisance, introduire des cultures intensives particulières à la montagne ou se lancer dans l'artisanat, le tourisme écologique, guide de randonnées, fromages, transformation des fruits, produits protégés en A.O.C., etc.

6. Conclusions

* Cette année encore, il n'a pas été possible de réunir sur le terrain l'équipe multidisciplinaire initialement prévue, vu le retard dans la restructuration de l'IRD, mais nous espérons revenir en décembre 2000.

* Cependant les enquêtes de terrain pour réaliser un diagnostic rapide du milieu humain et physique se sont avérées très enrichissantes tant pour les seniors (chercheurs et ingénieurs) que pour les étudiants de l'ENFI, les forestiers et les thésards (inscrits en facultés de Rabat et de Tétouan).

* La moisson de stratégies traditionnelles de gestion de l'eau et de lutte antiérosive a été abondante, grâce à la coopération des paysans, des mokadems et des forestiers.

Il nous faudra à l'avenir attacher plus d'importance à la gestion et à la restauration de la fertilité des sols.

* Cette mission de prospection dans le Rif a bien montré que certaines techniques traditionnelles de gestion des eaux sont appliquées partout et d'autres seulement dans des zones écologiques particulières. Nous avons distingué quatre zones dans le Rif, mais il nous faudra probablement prospecter plus avant le Rif oriental, vers la frontière algérienne et le Pré - Rif : cela fera l'objet des missions demandées au PRAD pour l'année 2001.

* La mesure des indicateurs de ruissellement sur le terrain a été brève au cours de cette mission de prospection, mais elle sera poursuivie par les deux candidats forestiers (mémoires d'ingénieur) et un thésard au cours des mois prochains, pour les comparer aux résultats disponibles des parcelles d'érosion. Les résultats des mesures en vallée de Beni Boufrah par J. Karkouri, suite à nos démonstrations du simulateur manuel de pluies, sont très encourageantes pour mieux comprendre l'origine du ruissellement et les paramètres modifiant l'érosion en montagne : la pluie d'imbibition serait un bon indicateur tant des risques de ruissellement (porosité initiale) que de l'érosion (stabilité du sol).

* La nouvelle approche (GCES et enquête rapide sur le milieu humain et physique auprès des paysans) intéresse beaucoup les ingénieurs d'étude de la direction des Forêts de Tétouan. Les résultats des enquêtes ont déjà fait l'objet d'un rapport et de deux articles publiés dans les Annales des Recherches Forestières du Maroc et en France dans le Bulletin du Réseau Erosion n° 19.

* A terme, nous espérons rédiger un manuel sur la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols au Maroc, avec la coopération de tous les chercheurs et praticiens qui voudront s'associer à notre démarche de recherche pour un développement rural durable.

Ceci pourrait faire l'objet d'un nouveau projet à proposer au PRAD pour les années 2002 à 2004.

Eléments de bibliographie

- Abbassi H., (1999). Les campagnes du Rif oriental : géomorphologie, occupation humaine et érosion des sols : le site des Matfia Sappelli-Amayer.
Thèse d'Etat Univ. de Al Jedida, Fac de Lettres, Dépt. de Géographie, 528 p.
- Chaker M., (1993). Quelques aspects quantitatifs de l'érosion en nappe au Maroc oriental.
Travaux du Labor. Géomorphologie de Rabat, n°2 : 1-12.
- Heusch B., (1970). L'érosion du Pré-Rif : une approche quantitative.
Ann.Recherche Forestière du Maroc n°12 : 9-176.
- Heusch B., (1986). Cinquante ans de banquette de DRS en Afrique du Nord : un bilan.
Cah. ORSTOM Pédol.Paris, 22, 2 : 153-162.
- Karkouri J.(1999). L'érosion aréolaire dans la vallée de Beni Boufrah (Rif central du Maroc).
Rapport Université de Kénitra, Dept de Géographie, 38 p. + annexes.
- Laouina A., (1992). Recherches actuelles sur les processus d'érosion au Maroc.
Bull. Réseau Erosion 12 : 292-299.
- Laouina A., (1995). Démographie et dégradation des sols dans le Rif.
Bull. Réseau Erosion 15 : 70-77.
- Laouina A.(1998). Dégradation des terres dans la région méditerranéenne du Maghreb.
Bull. Réseau Erosion 18 : 33-54.
- Lilin Ch.(1986). Histoire de la restauration des terrains en montagne au 19 ème siècle.
Cah. ORSTOM Pédol., Paris, 22, 2 : 139-146.
- Merzouk A., (1985). Relative erodibility of nine selected moroccan soils as related to their physical, chemical and mineralogical properties. Ph. Doct.thesis Univ. Minnesota, 114 p
- Merzouk A., Fenjiro I., Laouina A., (1996). Cartographie de l'évolution des formes d'érosion dans le Rif Occidental (Maroc°). Bull. Réseau Erosion 16 : 444-456.
- Nafaâ R., (1997). Dynamique du milieu naturel de la Maâmora et ses bordures.
Thèse doct.ès lettres. Univ.Mohammed V de Rabat, 295 p.
- Roose E.(1972). L'origine de l'érosion et la IAE en milieu subéquatorial, tropical sec et méditerranéen. In « CR des 25 journées du Génie Rural »,
Florence, Italie : 234 -245.?
- Roose E.(1992). Contraintes et espoirs de développement d'une agriculture de montagne.
Bull. Réseau Erosion 12 : ?
- Roose E.(1994).Introduction à la GCES. Bull Pédologique FAO n°70 , 420 p.
- Roose E. (1996). Méthodes de mesure des états de surface du sol et des autres caractéristiques qui peuvent servir au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion sur les versants cultivés des montagnes. Bull. Réseau Erosion 16 : 87-97.
- Roose E. & Smolikowski B.(1987). Comparaison de trois tests d'infiltration sur fortes pentes : monocylindre et deux simulateurs de pluies. Bull. Réseau Erosion 17 : 282-296.
- Roose E., (1999). Evolution des stratégies de lutte antiérosive : la GCES
Annales des Recherches Forestières du Maroc, sous presse.
- Sabir M., Merzouk A., Berkat O., (1994). Impact du pâturage sur les propriétés hydriques du sol dans un milieu pastoral aride de la Haute Moulouya, Maroc.B.R.E.14 : 444-462.
- Sabir M., Merzouk A., Berkat O., Roose E. (1996). Effet de la maximisation du pâturage sur certaines caractéristiques dec la surface du sol en milieu steppique (Maroc).
Bull. Réseau Erosion 16 : 47-57.
- Sabir M., Roose E., Merzouk A., Nouri A., (1999). Techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de LAE dans deux terroirs du Rif occidental. Bul. Rés. Erosion 19 : 456-471.
- Shaxson F., Hudson N., Sanders D., Roose E., Moldenhauer W.(1989). Land husbandry,a framework for soil and water conservation. SWCSOC, WASWC, Ankeny, Iowa, 64 p.