
	<p>Préserver le patrimoine agronomique des sols Projet commandité par la Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAAF LR)</p>	
--	---	--

Aide à l'interprétation des indicateurs s'appuyant sur l'exploitation de l'Indice de Qualité des sols

Exploration des méthodes et données mobilisables pour construire un indice de qualité des sols

L'analyse uniquement quantitative des surfaces consommées par le développement de l'habitat ne saurait à elle seule constituer une base suffisante pour orienter les décisions en matière de préservation d'un patrimoine agronomique des sols. Les sols sont en effet extrêmement variables dans l'espace compte tenu de la multiplicité et de la variabilité des facteurs du paysage qui interagissent à leur formation (relief, géologie, occupation du sol, etc.).

Objectif

L'objectif consistait à caractériser chaque surface agricole perdue à cause de l'extension de l'urbanisation ou susceptible de l'être par un degré de qualité qui permette aux décideurs de mieux apprécier le préjudice que cette perte fait subir à la collectivité.



Deux problèmes successifs doivent être résolus pour répondre à cet objectif :

- définir un indicateur de qualité des sols qui réponde aux préoccupations des décideurs et qui soit adapté au contexte régional ;
- mettre en œuvre cet indicateur sur une région donnée en utilisant les données spatiales sur les sols disponibles.

Dans cette étude, un indicateur de qualité spécifique au problème posé, adapté à l'agriculture régionale et aux données pédologiques disponibles a été proposé. Nous avons testé sa mise en œuvre sur la zone d'étude du projet en utilisant comme données sources le référentiel Pédologique Régional du Languedoc-Roussillon (Bornand et al, 1994).

L'indicateur de qualité des sols devait remplir les conditions suivantes :

- permettre d'apprécier le potentiel d'utilisation globale d'un sol à long terme ou très long terme. A ce titre aucune aptitude particulière à une culture ou aucune fonction du sol n'était à privilégier par rapport à une autre. S'agissant d'un impact s'exerçant au delà de plusieurs dizaines d'années, il est en effet impossible de se référer à tel ou tel agro système de référence ou usage agricole et/ou environnemental du sol ;
- proposer des modalités permettant de comparer un maximum de sols du Languedoc-Roussillon entre eux tout en restant simple. Il s'agissait pour cela de proposer une classification avec un nombre limité de modalités, ces modalités ayant des effectifs comparables entre elles ;
- être facilement mis en œuvre dans un délai très court. Il s'agissait de privilégier un indicateur utilisant des données spatiales pédologiques déjà disponibles sur l'ensemble du Languedoc-Roussillon.

	<p>Préserver le patrimoine agronomique des sols Projet commandité par la Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAAF LR)</p>	
--	---	--

Les méthodes d'évaluation de la qualité des sols (d'après Rémy, 2005)

L'évaluation des terres consiste en un classement ordonné de la qualité des sols en vue d'un usage donné. Elle est donc une démarche contingente qui s'inscrit dans un contexte d'utilisateurs, pour comparer des aptitudes à une utilisation donnée, pour évaluer la pertinence et le coût d'amélioration structurelle en vue d'un usage donné ou pour surveiller globalement et protéger les sols et les autres ressources naturelles. Il est donc illusoire de rechercher une méthode de classement universelle qui s'appliquerait à tous les contextes pédologiques et tous les problèmes posés. Il est cependant possible de classer ces méthodes en deux grands groupes: 1) Combinaison logique de classe de sol et 2) approches quantitatives.

La combinaison logique de classe de sol répartit les critères pédologiques en classes sur lesquelles on applique des combinaisons logiques et hiérarchisées, élaborées le plus souvent par dire d'expert. Les exemples les plus aboutis de ces classifications sont la classification USDA (Klingebiel, 1958) et la classification FAO (FAO, 1986). Ces classifications sont le plus souvent élaborées en référence à l'aptitude à plusieurs cultures identifiées et à des fonctions du sol précises. Récemment, des améliorations de ce type de classification utilisant la logique floue ont été proposées (Groenemans et al, 1997) pour rendre compte des imprécisions de classement des critères de sol.

Les approches quantitatives évaluent les sols sur une échelle numérique continue soit en construisant des relations empiriques par dire d'expert (ex: l'équation universelle de perte en sol de Wismeier, 1958), soit en élaborant des relations statistiques à partir de larges enquêtes régionales (Olson, 1986) soit par construction mécaniste à partir des paramètres du milieu et des caractéristiques des cultures (Van Diepen et al, 1991). Les fonctions construites prennent la forme soit de modèles multiplicatifs, soit de modèles additifs ou combinaisons linéaires. Ces approches concernent plutôt des évaluations plus spécifiques à un risque (ex: érosion) ou à l'aptitude à une culture donnée. Elles nécessitent généralement plus de données que les approches précédentes ce qui rend leur généralisation plus difficile.

Méthode retenue pour la définition d'un indice de qualité des sols

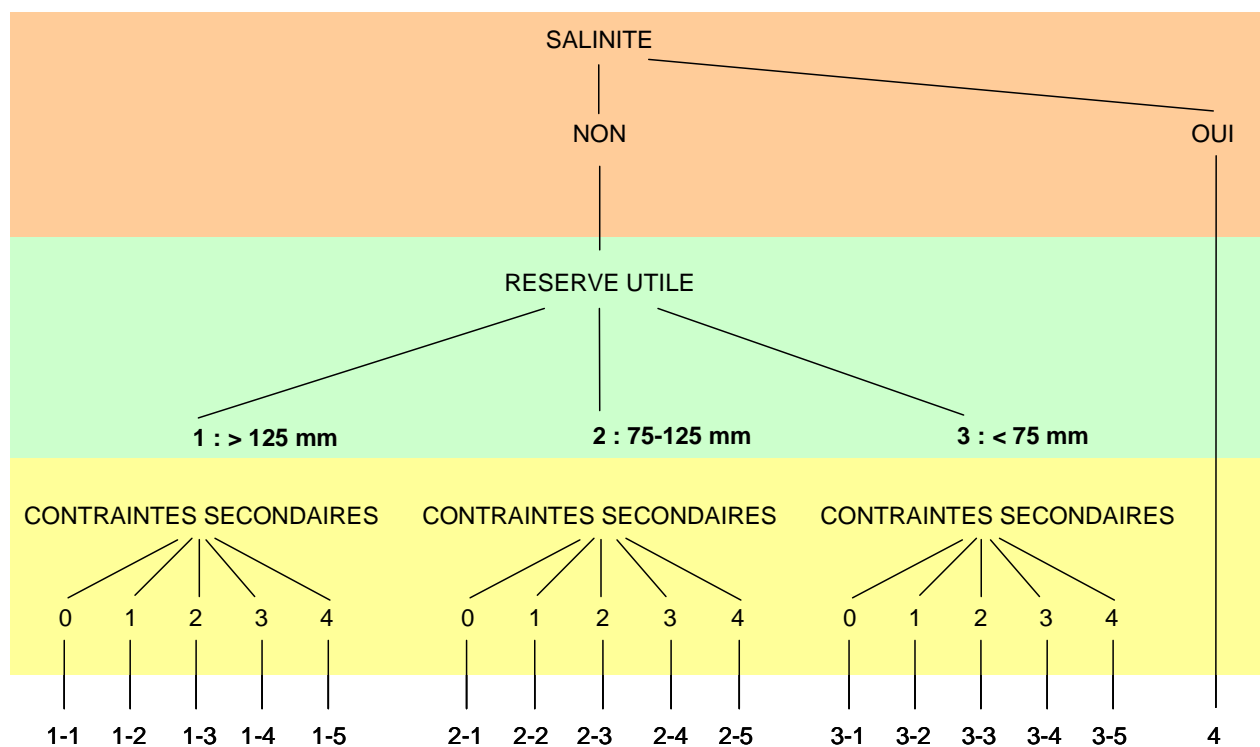
Après examen de la bibliographie et des objectifs spécifiques rappelés ci-dessus, il est proposé d'évaluer une qualité « globale » du sol pour un usage futur d'ici à un siècle en privilégiant le potentiel agronomique du sol et la capacité maximum de diversification des usages du sol.

L'approche retenue est une approche par combinaison logique de classes de sol qui prend en compte les contraintes rencontrées en milieu méditerranéen. L'indicateur est présenté dans la figure suivante sous forme d'un arbre de décision avec trois niveaux hiérarchisés de classification.

1. La contrainte « absolue » qui discrédite systématiquement et entièrement le potentiel du sol lorsqu'elle existe (classe 4). Il s'agit de la présence de salinité.
2. La réserve utile qui constitue le paramètre principal de hiérarchisation, représentée en trois classes (classes 1,2 et 3).

3. Les contraintes « secondaires » (battance, hydromorphie, pierrosité ou abondance des éléments grossiers et pH) dont la prise en compte permet de moduler la qualité des sols au sein de chaque classe de réserve utile. Ainsi, la présence de n ($n = 0$ à 4) contraintes sur un sol de classe de réserve utile p ($p=1$ à 3), permet de classer le sol en classe $n.p$ avec $n.p.$ d'autant plus défavorable que n (le nombre de contraintes secondaires) est grand et que p est grand.

Arbre de décision de détermination du score « de la qualité des sols »



Contraintes absolues :

Salinité : présente lorsque détectée

Contraintes secondaires :

Battance : présente lorsque élevée ou moyenne

Hydromorphie : présente lorsque l'abondance des taches d'oxydation > 2% jusqu'à 80 cm de profondeur

Pierrosité ou abondance des éléments grossiers : présente lorsque > 20 %

ph : présente lorsque $pH < 5$ ou $pH > 8$

Méthode de calcul de la réserve utile des sols du Languedoc-Roussillon

La carte des réserves utiles du Languedoc-Roussillon a été produite à partir des données de la Bdsol LR dont on trouvera une description sur le site <http://sol.ensam.inra.fr/BdSolLR>. Cette note résume brièvement la procédure utilisée pour obtenir cette carte. Deux étapes sont distinguées :

- le calcul de RU pour les Unités Typologiques de Sol (UTS) de la Bdsol LR ;
- l'agrégation spatiale des RU au niveau des Unités Cartographiques de sol de la Bdsol LR.

Calcul de RU pour les Unités Typologiques de Sol (UTS) de la Bdsol LR

La formule utilisée pour calculer la réserve utile est la suivante :

$$RU = H \times TE \times (1 - (EG/100))$$

RU : réserve utile exprimée en millimètres

H : épaisseur du sol exprimée en centimètres



TE : facteur ou indice de texture déterminé à partir de la classe de texture

EG : éléments grossiers exprimés en pourcentage

AISNE	TE
A	1,75
ALO	1,7
AL	1,8
AS	1,7
LAS	1,75
LA	1,95
SA	1,35
LSA	1,65
S	0,69999
SL	1
LLS	1,2
LL	1,3
LS	1,45
LMS	1,6
LM	1,75
R	0
null	0

Tableau 1 : Détermination du facteur de texture (TE) par classe de texture (d'après Jamagne et Betremieux, in Lemonnier, 1992)

La réserve utile est calculée par unités typologiques de sol (UTS). Elle correspond à la somme des réserves utiles des strates correspondant de l'UTS concernée :

	<p>Préserver le patrimoine agronomique des sols Projet commandité par la Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAAF LR)</p>	
--	---	--

$$RU(uts) = \sum RU(strates)$$

Pour éviter des biais liés à des profondeurs de description différentes des UTS, les RU sont calculées pour une profondeur de références données. Trois profondeurs sont considérées : 100 cm, 150 cm, 200 cm. Lorsque les profondeurs sur lesquelles les UTS sont décrites (sans mention d'apparition de la fin de la zone exploitable par les racines) sont inférieures à ces profondeurs de référence, la valeur de la strate de sol la plus profonde est extrapolée jusqu'à la profondeur de référence. En conséquence, plus la profondeur de référence est grande, plus le risque d'erreur liée à cette extrapolation est grand.

Les données granulométriques des strates sont transposées dans le triangle de texture de l'Aisne. On attribut à chaque strate l'indice de texture en relation avec la classe de texture correspondante (tableau 1).

Agrégation spatiale des RU au niveau des Unités Cartographiques de sol de la Bdsol LR

Les Unités Typologiques de Sol traitées précédemment n'ont pas de contours géographiques propres mais sont regroupées dans des Unités Cartographique de sol (ou unités de pédopaysage) dont on connaît la liste des UTS qu'elles englobent avec leur proportion respective. Pour spatialiser la réserve utile, on calcule donc, pour chaque UCS, une moyenne des RU calculées par UTS pondérée par les proportions de chaque UTS.

Soit une UCS composée des UTS $u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n$ avec les RU $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$ et des proportions respectives $p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n$

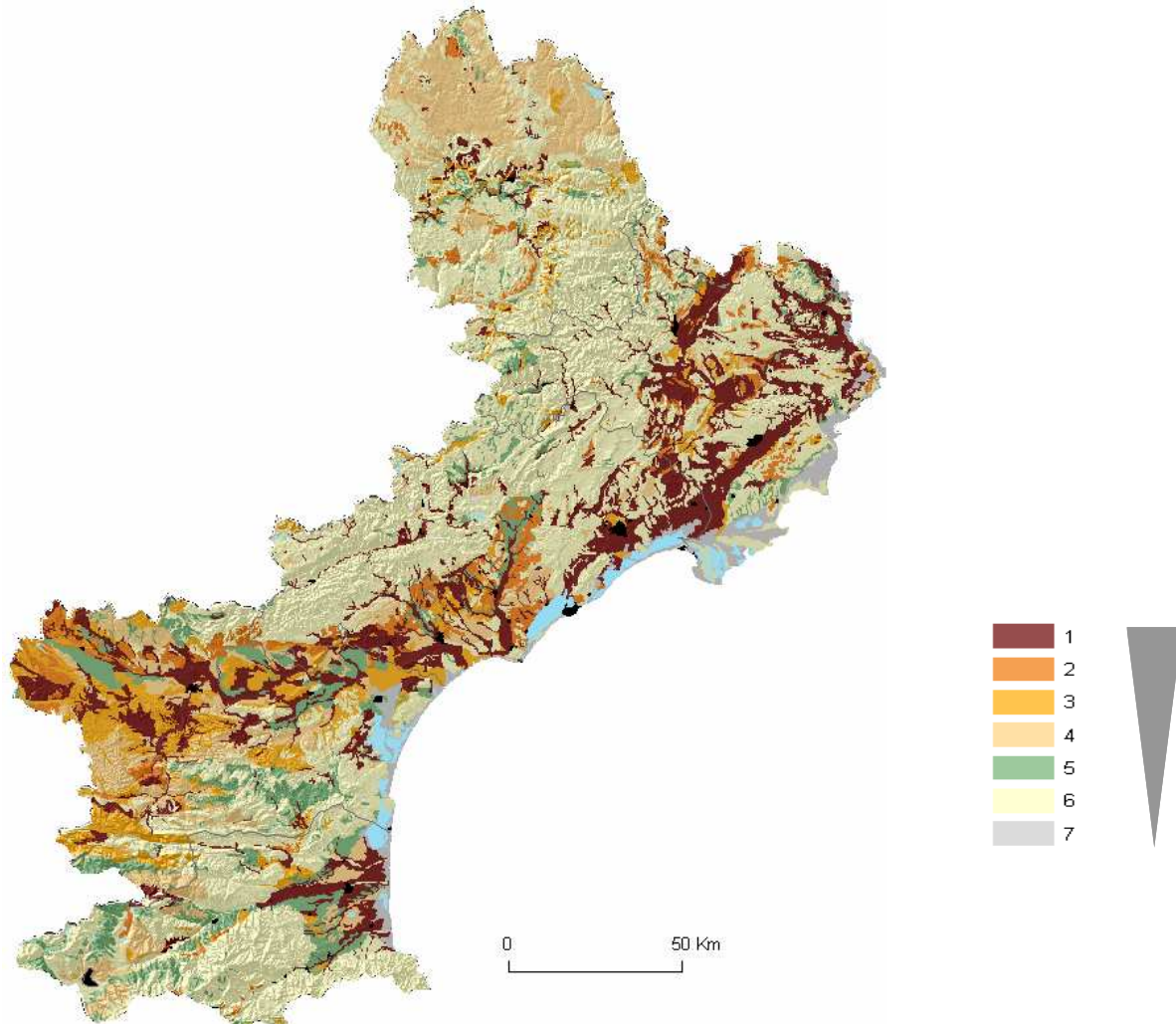
$$RU_{UCS} = \sum p_i * r_i$$

Référence : Bornand, M., Legros, J. P., and Rouzet, C. (1994). Les banques régionales de données-sols. Exemple du Languedoc-Roussillon. Etude et Gestion des Sols, 1, 67-82.

Choix de la nomenclature de restitution

La figure ci-dessous présente la nomenclature retenue pour la représentation de l'IQS à l'échelon régional. Elle s'appuie sur un gradient numérique de 1 (sols à haute valeur agronomique) à 7 (sols à faible valeur agronomique). La réserve utile des sols a été retenue comme un critère déterminant du fait de l'irrégularité de l'approvisionnement en eau duquel dépend l'agriculture en Languedoc-Roussillon. C'est donc une classification essentiellement basée sur la capacité des sols à stocker l'eau qui a été retenue.

Exemple de classification en groupes de qualités des sols selon un gradient de réserve utile dans les unités cartographiques des sols (par ordre décroissant)





Réserve utile en eau	Supérieure à 125 (mm)	Entre 75 et 125 (mm)	Inférieure à 75 (mm)	Sols salins
Classe de potentiel agronomique des sols	%surface IQS1 / UCS	%surface IQS 2 / UCS	%surface IQS 3 / UCS	%surface IQS 4 / UCS
0	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé
1	70-100	0-30	0-30	0-5
2	50-70	0-50	0-50	0-50
3	30-50	0-70	0-70	0-60
4	10-30	0-90	0-90	0-90
5	0-10	50-100	0-50	0
6	0-10	0-50	50-100	0-20
7	0	0	0-35	65-100

IQS = Indice de qualité des sols (calcul basé sur une pondération des critères : salinité, pente, réserve utile, battance, hydromorphie, granulométrie, PH)

UCS = Unité cartographique de sol (permet de spatialiser l'IQS par agrégation)

CPAS : Classe de Potentiel Agronomique des Sols

	<p>Préserver le patrimoine agronomique des sols Projet commandité par la Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAAF LR)</p>	
--	---	--

Bibliographie

- Antoni, V., Le Bissonnais, Thorette, J., Zaidi, N., Laroche, B., Barthès, S., Daroussin, J.
- Arrouays, D., Modélisation de l'aléa érosif des sols en contexte méditerranéen à l'aide d'un référentiel pédologique régional au 1/250 000 et confrontation aux enjeux locaux. *Etude et Gestion des Sols* 13 (3). 201-22
- Bornand, M., Legros, J. P., and Rouzet, C. (1994). Les banques régionales de données-sols. Exemple du Languedoc-Roussillon. *Etude et Gestion des Sols*, 1, 67-82.
- FAO, 1986. Agro-Ecological Zoning System, Sales and marketing group FAO, Viale delle Terme di Caracalla, Roma Italy. System.
- Groenemans, R., Van Ranst, E., Kerre, E., 1997. Fuzzy relational calculus in Land Evaluation. *Geoderma* 77, 3. 283-298
- Klingebiel, A.A., 1958. Soil Survey Interpretation. Capability grouping. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 22, 160-163
- Olson, K.R. And Olson, G.W., 1986. Use of multiple regression analysis to estimate average corn yields using selected soil and climate data. *Agric. Syst.*, 20, 105-120
- Rémy, 2005. Méthodologie pour l'évaluation des terres: contraintes pédologiques et facteurs limitant d'utilisation des sols. *Sols et environnement. Cours, exercices et études de cas*. M. C. Girard, C.
- Walter, J. C. Remy, J. Berthelin and J.-L. Morel. Paris, Dunod: 694-714 (chapter 31).
- Van Diepen C.A., van Keulen, H., Wolf, J., Berkhout, J.A.A., 1991. Land evaluation. From intuition to quantification. *Advances in Soil Sciences*, 15, 139-204