

Sols et histoire récente de l'agriculture sur le Plateau de Valensole

Constats et perspectives

M. Bornand⁽¹⁾ et M. Dosso^(2*)

- 1) INRA / ENSAM, UMR0388 Science du Sol et Environnement, F-34060 Montpellier Cedex 02
- 2) Montpellier SupAgro, Institut des Régions Chaudes, F-34093 Montpellier Cedex 05

* : Auteur correspondant : mireilledosso@gmail.com

RÉSUMÉ

La carte pédologique de Digne au 1/100 000^e, de Bornand, Fléché et Guyon (2001), inclut tout le Plateau de Valensole (plus de 100 000 ha) (*figure 1*). Cet article présente les sols du Plateau, vaste surface très incisée par les ruisseaux et les ravins locaux (*figure 4*). La séquence de sols observée est en liaison avec la topographie et la composition des roches associées (*figure 5*). Le sol typique des replats est décrit (*figure 6*) ; de par sa nature et sa position topographique, il représente la richesse de l'agriculture locale ; cependant, il subit une érosion régressive sur plus de 50 % de la surface du Plateau. On explicite les contraintes de ces différents sols pour leur mise en culture. Puis, sur la base du travail de Lang et Ramseyer (2011), on analyse l'évolution des modes de mise en valeur agricole du Plateau et de ses vallons de 1945 à nos jours. Autrefois, les têtes de ravins étaient souvent aménagées et correspondaient aux lieux de vie des nombreux agriculteurs (lieux d'implantation des fermes), mais, elles sont aujourd'hui abandonnées et rendues à la forêt. Le Plateau, entièrement défriché, est cultivé à l'échelle de vastes parcelles de plus de 100 hectares (*photo 1*). Cette évolution est liée à la révolution agricole qui, dans les années 50, a permis de passer du cheval au tracteur motorisé. L'incidence de ces bouleversements s'observe aujourd'hui sur les sols (*photos 2, 3, 4*) et les eaux (*figure 7*) et conduit à leur dégradation progressive. Au total, on montre qu'à la dégradation anthropique des sols qui s'est exercée depuis le néolithique vient s'adjoindre depuis une trentaine d'années seulement une dégradation rapide et profonde, inquiétante pour l'avenir. De nouvelles orientations sont à prendre pour l'agriculture dominante : si les pratiques de gestion du sol ne le préservent pas mieux, alors l'agriculture ne sera pas durable.

Mots clés

Climat méditerranéen, Plateau de Valensole, Sols bruns calcaires à galets calcaires, Sols rouges fersiallitiques à galets calcaires, Révolution agricole, Agriculture contemporaine, Dégradation anthropique des sols et des eaux.

SUMMARY

SOILS AND RECENT HISTORY OF AGRICULTURE ON "PLATEAU DE VALENSOLE". Findings and outlooks

The soil map 1/100,000 of Digne, from Bornand, Fléché and Guyon (2001), includes the whole Valensole Plateau (over 100,000 ha) (figure 1). This paper presents the Soils of the Plateau, very large area incised by streams and local ravines (figure 4). The sequence of observed soils is related to the topography and the composition of the associated rocks (figure 5). The typical soil of flat and tabular areas is described (figure 6). This soil, interesting for agriculture, because of its nature and topographic position, undergoes a regressive natural evolution over 50 % of the surface of the Plateau. Constraints of these soils for local agriculture are explained. Then, based on the work of Lang and Ramseyer (2011), we analyze the changing patterns of agricultural development on the Plateau and its valleys, from 1945 to the present day. Formerly, the heads of gullies were often worked, being most of the time the farms locations, but they are now abandoned and have returned to the forest. The Plateau, fully cleared, is now cultivated with large (more than 100 hectares) plots (photo 1). This is linked to the agricultural revolution which in the 50s allowed to move from horse to power tractor. The impact of these changes is now observed on soil (photos 2, 3, 4) and water (figure 7) and led to their gradual degradation. Finally, we observe that in addition to the anthropic degradation exerted since the neolithic period, there has been recently for about thirty years only, a very fast and deep degradation, worrying for the future. New orientations for agriculture are needed : if the soil resource management does not become sustainable, agriculture will not be preserved in the long term.

Key-words

Mediterranean climate, Valensole Plateau, France, Calcareous brown soils with calcareous pebbles and pans, Fersiallitic red soils with calcareous pebbles, Agricultural revolution, Contemporary agriculture, Anthropic soil and water degradation.

RESUMEN

SUELOS E HISTORIA RECIENTE DE LA AGRICULTURA EN LA MESETA DE VALENSOLE. Constatación y perspectivas

El mapa pedológico de Digne al 1/100 000^e, de Bornand, Fléché y Guyon (2001), incluye toda la meseta de Valensole (más de 100 000 ha) (figura 1). Este artículo presenta los suelos de la meseta, amplia superficie muy entallada por arroyos y barrancos locales (figura 4). La secuencia de suelos observada es en relación con la topografía y la composición de las rocas asociadas (figura 5). Se describe el suelo típico de rellanos (figura 6); por su naturaleza y su posición, representa la riqueza de la agricultura local; sin embargo, se somete a una erosión regresiva sobre más de 50% de la superficie de la meseta. Se explicita los factores limitantes de estos diferentes suelos para su puesta en cultivo. Luego, sobre la base del trabajo de Lang y Ramseyer (2011), se analiza la evolución de los modos de mejoramiento agrícola de la meseta y de sus valles pequeños de 1945 hasta hoy. Antaño, se aprovechaban a menudo las cabezas de barrancos que correspondían a los lugares de vida de muchos agricultores (lugares de implantación de granjas), pero, hoy en día, están abandonadas y volvieron a la selva. La meseta, enteramente roturada, se cultiva en amplias parcelas de más de 100 hectáreas (foto 1). Se ligó esta evolución a la revolución agrícola que, en los años 50, permitió pasar del caballo al tractor motorizado. La incidencia de estos trastornos se observa hoy en día sobre los suelos (fotos 2, 3, 4) y las aguas (figura 7) y conduce a su degradación progresiva. En total, se mostró que a la degradación antrópica de los suelos que se ejerció desde el neolítico viene añadirse desde solamente una trentena de años una degradación rápida y profunda, alarmante para el futuro. Se necesitan tomar nuevas orientaciones para la agricultura dominante: si las prácticas de gestión del suelo no lo preservan mejor, entonces la agricultura no será sostenible..

Palabras clave

Clima mediterráneo, Meseta de Valensole, Suelos pardos calcáreos con guijarros calcáreos, Suelos rojos fersiallíticos con guijarros calcáreos, Revolución agrícola, Agricultura contemporánea, Degradación antrópica de suelos y aguas.

LE MILIEU ÉTUDIÉ

Situation géographique

La zone d'étude se situe dans le sud-est de la France (Alpes de Haute Provence) et fait partie du Bassin de Valensole qui s'étend, en rive gauche de la Durance, entre les villes de Digne au Nord-Est et celles de Forcalquier -Manosque à l'Ouest, (*figure 1*).

Elle est soumise à un climat méditerranéen, caractérisé par des été chauds et secs (moyenne estivale : 22 °C), un fort ensoleillement (300 jours par an) et des hivers relativement rudes. L'influence alpine se fait sentir, surtout dans les secteurs orientaux d'altitude plus élevée, avec des risques de gelées fréquents jusqu'en avril. La pluviométrie annuelle oscille autour de 700 mm par an, mais ces pluies sont très irrégulières (concentrées sur 70 jours), avec deux pics au printemps et à l'automne ; ces précipitations tombent souvent sous forme de pluies violentes et d'orages d'été, entraînant des forts risques d'érosion dans les zones sensibles.

Ensemble de près de 100 000 hectares, le bassin de Valensole s'étale entre plusieurs massifs montagneux (*figure 2*). A l'Est, les massifs alpins internes, vaste zone plissée où alternent synclinaux et anticlinaux de l'Arc de Digne-Castellane, avec des zones culminant à 1500-2500 mètres ; à l'Ouest, les chaînons préalpins des Monts du Vaucluse, de la montagne de Lure et des massifs du Luberon. Cette position géographique explique en grande partie la mise en place particulière des divers types de matériaux constitutifs.

Les grandes étapes de la mise en place des matériaux originels

Cette mise en place est une longue histoire (Carte géologique de Manosque au 1/50 000^e. Ed. BRGM) s'étalant sur plus de 20 millions (Mo) d'années (depuis l'Oligocène : -30 Mo, jusqu'au Mio-Pliocène : -5 Mo).

Au Miocène (- 35 Mo), à la place du bassin actuel, existe un vaste fossé, dont la profondeur va s'accroître au fur et à mesure de la surrection des massifs alpins et préalpins. Ces montagnes jeunes vont être cassées et fracturées par les processus tectoniques successifs, et vont subir une érosion d'autant plus violente et agressive qu'il s'agit de massifs jeunes, instables et d'altitude élevée. Ces processus génèrent de grosses masses de matériaux détritiques, qui sont repris par les débâcles, et par les écoulements d'eaux et de boues. Ces matériaux viennent remplir ce fossé en 2 phases principales :

- une phase ancienne datant de 10 millions d'années, composée de matériaux alpins à composante cristalline ;
- une phase plus récente, il y a 5 millions d'années, composée de matériaux exclusivement calcaires.

Au total, une masse considérable de sédiments s'est accumulée

sur des épaisseurs allant de 400 à 800 mètres. Finalement, ce bassin se compose de 2 entités territoriales, bien distinctes, au relief bien différencié (*figure 2*) :

- au Nord-Est., des collines peu étendues qui se développent sur des argiles et des marnes, formations meubles faciles à modeler par l'érosion (Argiles rouges d'Ajoncs ; conglomérats, marnes et grès d'Espinouze) ;

- au Sud, dans toute la partie centrale et méridionale du bassin, s'étale sur près de 80 000 hectares le vaste plateau de Valensole, qui, seul, fait l'objet de notre étude. Au quaternaire, il est fortement ré-entaillé et recréusé par les affluents de rive gauche de la Durance (Bléone, Asse, Verdon) et par de nombreux ruisseaux locaux (ex : le Colostre).

Le Plateau de Valensole : composition des matériaux originels et topographie générale

Cailloutis roulés calcaires. La *figure 3* schématise la composition des matériaux originels. Il s'agit de cailloutis roulés calcaires, très épais (400 à 600 mètres), au sein desquels sont disséminés des lits marneux, d'épaisseur irrégulière. A la base, ces cailloutis sont consolidés en conglomérat à ciment calcaire, dur et résistant à l'érosion ; ce dernier forme des falaises, quelquefois visibles dans les pentes.

Glacis tabulaire. A l'échelle du paysage, ces formations génèrent un vaste glacis tabulaire présentant une pente régulière ; l'altitude y décroît progressivement de 800 m à l'Est jusqu'à 400-450 m à l'Ouest (*figure 3*).

Le pendage de ces dépôts est légèrement incliné vers l'Est ; autrement dit, ces dépôts sont en contre-pente par rapport aux replats de surface du Plateau, ceci à la suite d'un basculement général des dépôts, postérieur à leur mise en place, et lié aux dernières phases actives du plissement alpin. Cette contre-pente explique l'existence de sources localisées sur les bordures du plateau ; les eaux qui proviennent de l'amont peuvent se conserver au-dessus des passées marneuses imperméables et ressortir localement, dans les zones de ruptures de pentes du plateau, au lieu de se perdre, plus en aval, dans la Durance.

Incision des vallées. La *figure 4* montre bien les fortes incisions du plateau par les grandes vallées affluentes de la Durance et par les rivières locales ; c'est le résultat de leur long encaissement depuis plus de 5 millions d'années, qui ont entraîné une lente érosion régressive.

Au total, la figure présentée schématise la topographie locale, avec des zones de replats, en rouge, (35 % des surfaces) et des secteurs de bordures du plateau, en orange, (25 %), qui se partagent l'espace avec les pentes fortes, en blanc (40 %).

Cette lente érosion a fortement modelé et imprégné les paysages locaux, si bien qu'en vues aériennes ou en plan, on observe un découpage typique en « feuilles de chênes ».

Figure 1 - Plan de situation du Plateau de Valensole. Les limites du rectangle hachuré correspondent aux limites de la carte pédologique de France au 1/100 000^e, feuille de Digne, réalisée par Bornand, Fléché et Guyon (2001).

Figure 1 - Location map for Valensole Plateau. The limits of the rectangle are those of the soil map of France, scale 1/100 000, Digne sheet, produced by Bornand, Fléché and Guyon (2001).

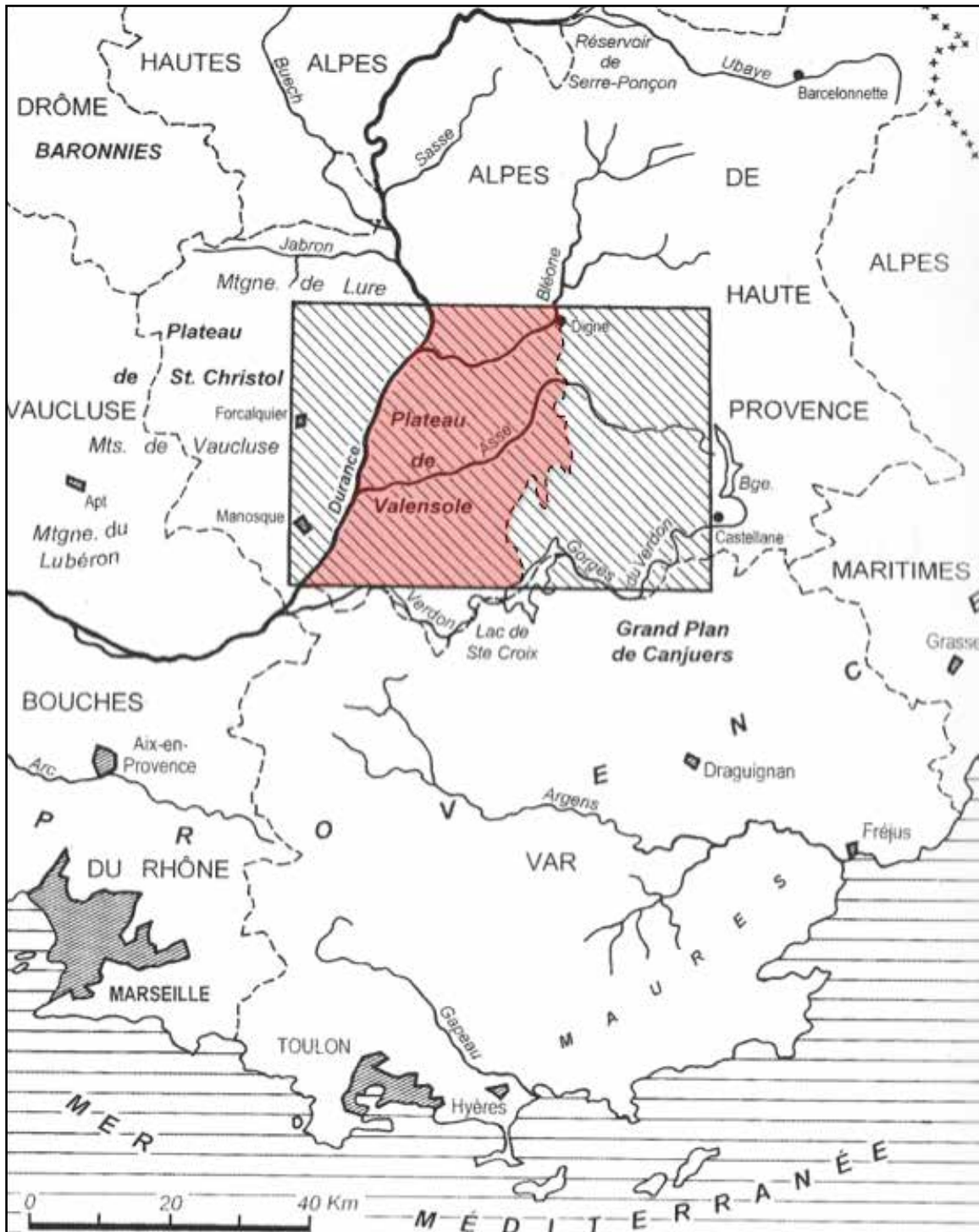
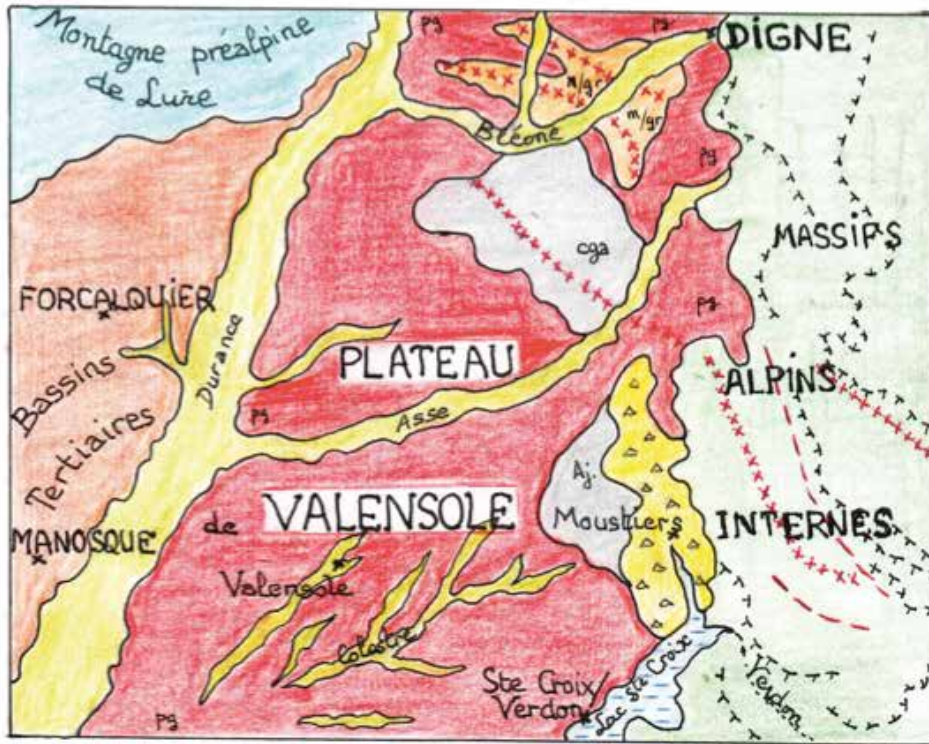




Figure 2 - Les principaux ensembles géographiques dans la région du Plateau de Valensole.

Figure 2 - The major geographical areas of the Valensole Plateau region.





Situation générale: grands types de matériaux

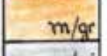
 Vallées Durance et affluents.
Sables, limons, cailloux

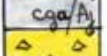
 Bassins tertiaires-Manosque-Forcalquier.
Grès, marnes, mégabriches.

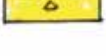
Bassin de Digne-Valensole:


 Massifs Préalpins: Mtgne de Lure.
Calcaire dur

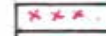
 Conglomérats de Valensole


 Marnes et grès de Digne

 Conglomérat, marnes et grès d'Espinasse (cga), Argil. Bes d' Ajonc (Aj)

 Cônes périglaciaires, éclats calcaires

 Massifs alpins internes (Arc de Digne-Castellane)
Calcaires durs, siliceux ou craeux
Calc. marneux, marnes rares, conglomérat

 Axes anticlinaux

 Axes synclinaux


 Cuestas majeures

Figure 3 - Topographie générale et pendage des roches (cx = conglomérat à cailloutis roulés calcaires) ; pg = poudingue induré cimenté par CaCO_3 ; m = marne à lits argilo-sableux).

Figure 3 - General topography and rocks dip (cx = calcareous rounded pebbles) ; pg = hard puddingstone cemented by CaCO_3 ; m = marl with sandy-clay beds).

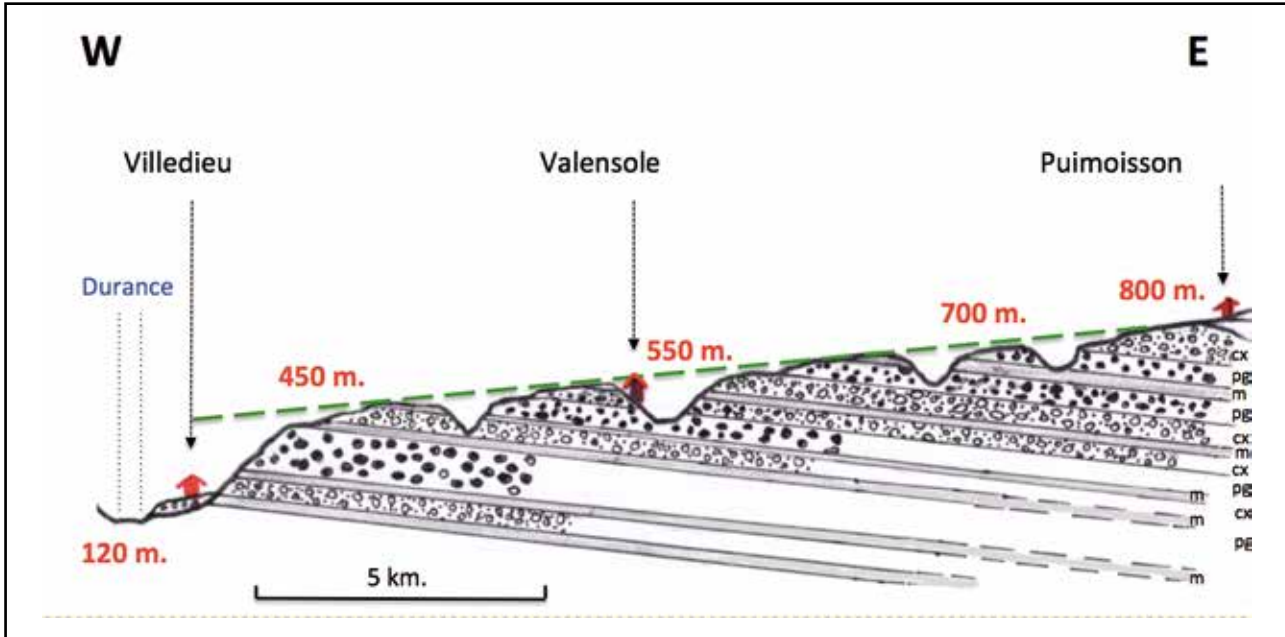
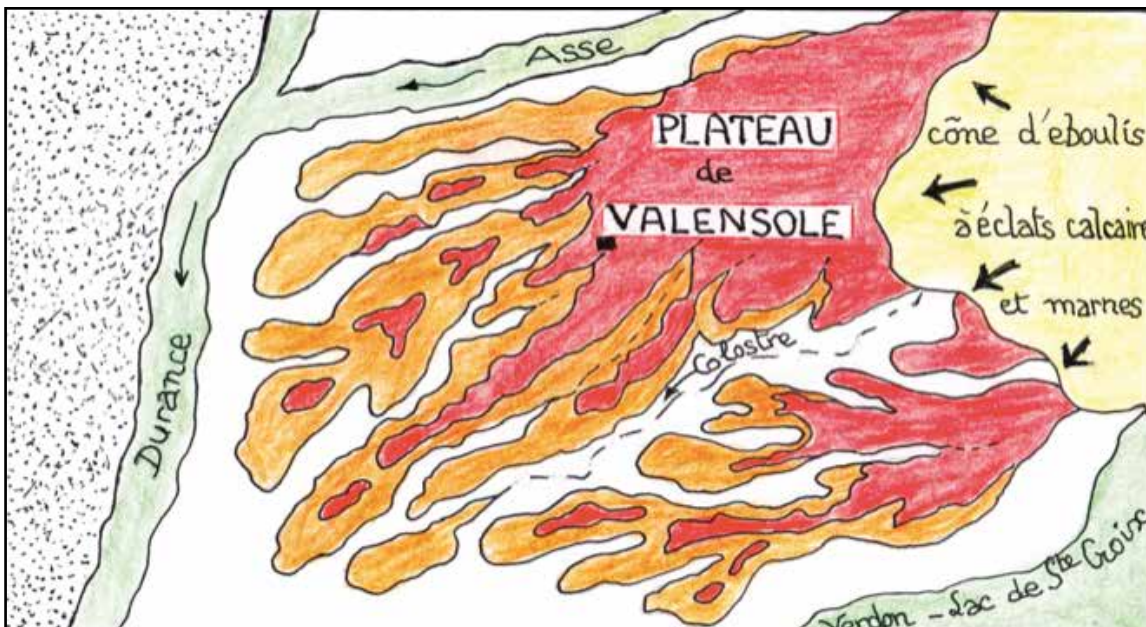


Figure 4 - Spectaculaire incision des vallées et ruisseaux locaux dans le Plateau de Valensole. Cette empreinte commande l'allure des paysages et la distribution géographique des espaces (replats préservés en rouge ; bordures érodées en orange ; pentes fortes en blanc).

Figure 4 - Spectacular incision from valleys and local streams in the local Valensole Plateau. This imprint controls the appearance of landscapes and the geographical distribution of the different areas (flat preserved areas in red, eroded borders in orange, steep slopes in white).



Cette distribution ordonnée du paysage est une des clefs fondamentales pour comprendre la distribution spatiale des grands types de sols sur le plateau de Valensole et ses bordures de pentes.

LES SOLS DU PLATEAU DE VALENSOLE

A l'échelle régionale, les dépôts mio-pliocènes et quaternaires locaux (Bonifay, 1962 ; Dubar, 1969, 72, 73, 74, 75, 84 ; Mercier, 1964, 1972 ; Redondo, 1973), comme les sols associés, ont fait l'objet de plusieurs études et travaux (Cadillon, 1974 ; Duclos, 1994 ; Fedoroff, 1969 ; Fedoroff, Redondo 1979 ; Bornand, Fleché, Guyon, 2001 ; Bornand *et al.*, 2012) portant à la fois sur la distribution spatiale des sols, mais aussi sur la caractérisation de leurs propriétés et sur leurs possibilités d'exploitations agricoles et forestières (Algret, 1983 ; Bonfils, 1978, 1983 ; Duclos, 1973). La cartographie complète des sols du plateau de Valensole a été réalisée pour la couverture pédologique du territoire français (feuille au 1/100 000ème de Digne et sa notice : Bornand *et al.*, 2001) ; ces données ont été présentées sur le terrain, lors d'une tournée A.F.E.S ouverte à un large public (Bornand *et al.*, 2012). Tous ces travaux ont permis de bien préciser l'extension spatiale des différents types de sols et de les caractériser au mieux, du point de vue de leur genèse et de leurs caractéristiques agronomiques. Ces données sont schématisées dans la *figure 5*.

La toposéquence des sols du Plateau de Valensole : les grands types de sols

La *figure 5* illustre la distribution des principaux types de sols existants sur le plateau et sur ses bordures. Cette répartition est en lien avec la composition lithologique des matériaux originels, mais elle est surtout commandée par la topographie observée, liée à l'incision profonde des vallées, qui ont érodé et redécoupé les zones planes. On peut ainsi distinguer les zones de replats et celles de pentes, avec des sols bien différents.

Dans les paragraphes suivants, la dénomination des sols se fera selon la référence CPCS (Commission de Pédologie et de Cartographie des sols) (1967), ainsi qu'il a été fait lors de l'établissement de la carte pédologique de Digne. Les équivalents RP (Référentiel Pédologique) (2008) et WRB (World Reference Base) (1998) seront mentionnés.

Les sols du plateau.

Deux types de sols existent, selon que l'on se situe, soit en position de milieu de plateau ou zone de replat strict, soit sur les zones de bordures voisines des pentes.

- Le sol des replats : c'est un sol rouge, fersialitique¹, irrégulièrement caillouteux, peu calcaire, de texture fine argilo-

sableuse, de structure polyédrique anguleuse fine à moyenne, profond à moyennement profond (80 - 100 cm), avec une croûte calcaire à la base du profil, plus ou moins indurée.

C'est le sol résiduel qui résulte de la lente « dissolution-altération » des cailloutis calcaires originels, comme a pu le démontrer Bornand (1978) dans son travail sur les vieux sols quaternaires de la vallée du Rhône ; le sol représente le « résidu conservé », qui a échappé à l'érosion et pu résister aux attaques du temps (4-5 Mo d'années).

- Le sol des bordures du Plateau : c'est un sol calcaire, brun jaunâtre, à charge en cailloux irrégulière, terre fine de texture moyenne (limon sablo-argileux), encroûtement calcaire diffus à profondeur irrégulière (40 à 80 cm).

C'est le sol des replats qui a été plus ou moins décapé par l'érosion naturelle et/ou anthropique. L'érosion anthropique a débuté dès que l'Homme s'est attaqué à la couverture forestière. Le phénomène a démarré dès le néolithique, s'est intensifié lors des différents pics démographiques, notamment aux 18^e et 19^e siècles, et se poursuit de nos jours. En effet, la multiplication récente des labours profonds à partir des années 80 a accentué les processus de décapage, en remontant en surface la croûte calcaire et en diminuant les taux de matières organiques de surface, déjà très bas.

Les sols de pentes

Trois types de sols majeurs existent dans ces situations ; ils sont en liaison directe avec la nature de la roche sous-jacente (cailloutis - poudingues) et avec l'intensité de la pente.

(1) Sur les pentes les moins fortes : des colluvions de terre fine ont pu se conserver, en liaison avec l'existence de passées argilo-marneuses, plus ou moins épaisses, intercalées au sein des cailloutis. Se développent alors des sols bruns fortement calcaires, argileux à argilo-limoneux ; ils sont irrégulièrement profonds, selon la densité de la couverture forestière, qui a pu permettre leur conservation (stabilisation des colluvions par le système racinaire forestier).

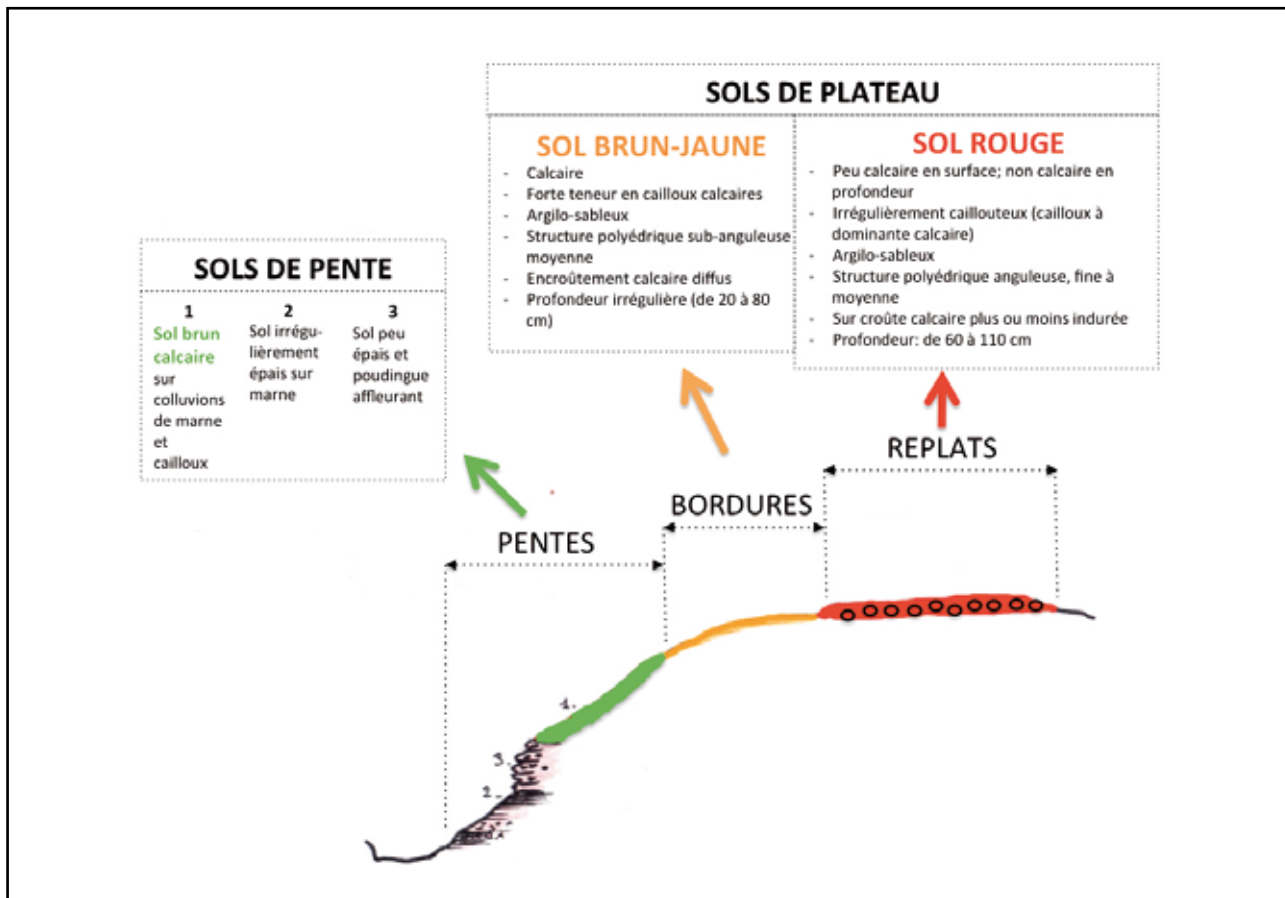
(2) Sur les passées marneuses en affleurements existent des sols peu épais, souvent mal structurés, battants, et très riches en calcaire. Ils sont très sensibles à l'érosion.

(3) Dans les secteurs où les poudingues calcaires dominent, les roches affleurantes alternent dans les zones les plus consolidées avec des sols peu épais, très caillouteux, et très sensibles à l'érosion lors des pluies violentes de printemps et d'automne.

¹ « fersialitique » : dénomination selon la classification CPCS (1967) ; équivalent WRB : « cambisol rubéfié décarbonaté » ; équivalent RP : « Fersialsol calcique à croûte calcaire indurée »

Figure 5- Séquence de sols observée en liaison avec la topographie et la lithologie associée.

Figure 5 - Sequence of soils observed in association with topography and related lithology.



Les sols de milieu de plateau (replats) : géographie du sol rouge (préservé) et du sol brun-jaune (décapé) et signification

Les paragraphes qui précèdent résument de manière très schématique les données sur les sols que l'on peut trouver dans la carte de Digne et sa notice. Rappelons que les levés de terrain, effectués dans les années 1975-80, éclairent sur l'état des sols à cette période.

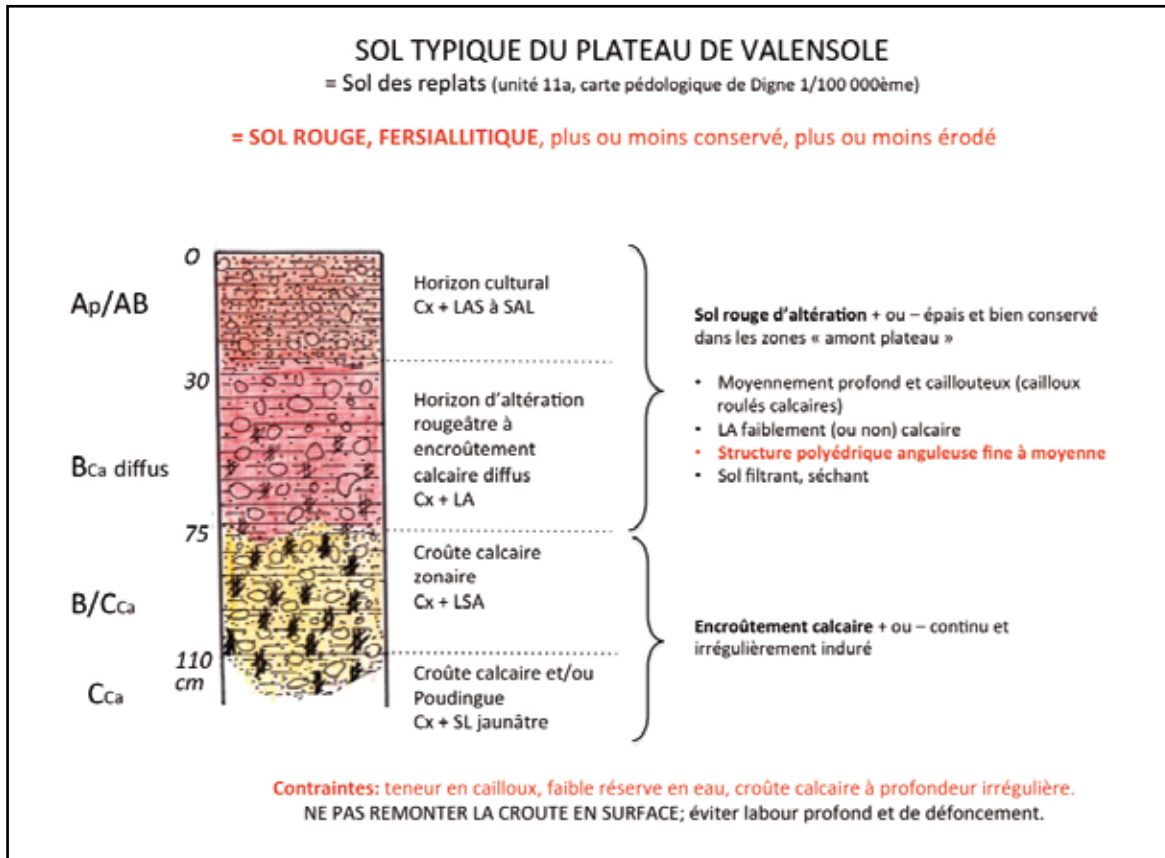
L'échelle du 1/100 000 ne permet pas de représenter les 3 types de sols que l'on sait exister sur les pentes du Plateau ; de même, on ne rend compte de la dissymétrie des versants (Adret - Ubac) qu'au travers des longueurs de pente représentées de manière imparfaite. Mais des enseignements plus importants peuvent être tirés d'une lecture approfondie de cette carte concernant la représentation du sol des replats (sol rouge résiduel) et du sol des bordures du Plateau (sol tronqué-décapé). Ces deux sols ont pu être délimités et cartographiés et la carte donne déjà une bonne idée de leur type de répartition dans les paysages.

Lorsqu'on se déplace des « zones amont » (Puimoisson) vers les « zones aval » du plateau (ouest / sud-ouest de Valensole) les quelques 50 profils qui ont été réalisés (aux fins de caractérisations morpho-analytiques) suffisent pour donner une bonne idée de l'importance respective de ces 2 types de sols :

- en zone « amont » du Plateau, le sol rouge préservé domine largement (70 à 80 % des surfaces) ;
- au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'Ouest et la Durance, le sol décapé prend une importance de plus en plus grande ; d'abord, il n'occupe que l'extrémité occidentale des interfluvés ; puis, il occupe presque la totalité des espaces, comme on peut le constater sur la carte au sud-ouest d'une ligne passant par Valensole, Allemagne en Provence, Riez, où le sol rouge a presque totalement disparu des replats.

Au total, sur l'ensemble du plateau de Valensole, la carte pédologique de Digne nous permet d'évaluer à quelques 40 000 hectares la superficie totale des replats ; on en déduit que le sol rouge n'est plus préservé que sur environ 22 000 ha, bien circonscrits aux zones « amont » du Plateau.

Figure 6 - Le sol rouge typique du Plateau de Valensole (LAS, SAL, etc. = Limono-Argilo-Sableux, Sablo-Limono-Argileux, etc.). CX = Cailloux. Ap/AB, BCa, BCCa, CCa : dénomination des horizons du sol selon le système de classification des sols CPCS (1967).
Figure 6 - The typical red soil of the Valensole Plateau (LAS, SAL, etc. = silty-clayey-sand, sandy-silty-clay, etc.). ...). CX = stones. Ap/AB, BCa, BCCa, CCa : soil horizons named after the french soil classification system CPCS (1967).



Autrement dit, dès les années 1980, les zones à fort risque d'érosion (décapage) des sols atteignent des surfaces de près de 18 000 ha (figure 4) presque équivalentes à celles des secteurs de sols rouges encore préservés. Elles se situent dans les retombées occidentales du plateau, qui surmontent les vallées de la Durance et des affluents (Asse-Bléone). Dès les années 75-80, la fragilité du milieu est déjà inscrite dans la carte de Digne, bien évaluée et repérée géographiquement. L'érosion gagne inexorablement de l'aval vers l'amont du plateau, en lien avec son évolution morphologique. Plus de 50 % des sols du plateau à fort potentiel agricole sont menacés.

Les caractéristiques des sols du Plateau (replats et zones de bordures) ; contraintes majeures ; fragilités.

Tirée de la carte des sols et de sa notice, la figure 6 schématise les caractéristiques essentielles de ces sols de plateau. On les

rappellera d'abord pour pouvoir mieux souligner quelques unes de leurs fragilités. Pour les caractéristiques chiffrées (C, pH, CEC, taux d'argile, taux de calcaire), on pourra se reporter à la notice de la carte pédologique de Digne et aux descriptions des unités de sol 11a, 11b, et 12. Toutes ces données synthétisent observations et analyses réalisées sur près de 50 profils pour les unités de sols concernées.

Caractéristiques

- Forte teneur en cailloutis calcaires roulés (plus de 50 %) sur l'ensemble des horizons.
- Teneur en terre fine assez faible en surface (<30-40%).
- Faible taux de matières organiques dans l'horizon de surface (souvent moins de 2 %), surtout dans les sols de bordures du Plateau.
- Présence d'un encroûtement calcaire, souvent induré, et peu perméable (entre 70 cm et 1 m de profondeur).

Fragilités et contraintes.

Pour les horizons de surface, toutes ces caractéristiques entraînent :

- de faibles teneurs en eau ;
- une mauvaise stabilité structurale, d'où une tendance à la prise en masse et à la battance et une saturation rapide en eau, lors des épisodes pluvieux méditerranéens (plus de 50 mm en moins de 2 jours de précipitations), qui risquent de provoquer l'entraînement et le départ de ces couches.

A l'échelle du profil, ces caractéristiques génèrent une discontinuité marquée de l'écoulement des eaux entre l'horizon de surface et les 2 horizons profonds (horizon B, à plus forte teneur en argile et moins perméable ; niveaux encroutés et/ou poudingues pratiquement imperméables) ; ce qui contribue au risque d'entraînement latéral des horizons de surface lors de pluies violentes.

Le devenir des sols du Plateau de Valensole, et en particulier, de leur aptitude à produire, dépend directement des pratiques agricoles, qui vont leur être imposées. Or l'histoire des transformations récentes de l'agriculture (Lang et Ramseyer, 2011) montre que la ressource en sol a déjà largement subi le poids des bouleversements advenus en cette fin de 20^e siècle. Cette histoire est résumée ci-dessous, après la description de l'écosystème cultivé actuel.

LE ZONAGE DU SYSTÈME AGRAIRE ACTUEL

Le système agraire (Mazoyer M. *et al.*, 1997) actuel se décline différemment, en termes de paysages, selon que l'on se situe sur le Plateau, en fond de vallée ou sur les versants.

Le plateau. Sur ces zones planes, on observe un paysage agricole ouvert avec un parcellaire de grande taille ; la taille moyenne des exploitations y est de 100 ha (PNR Verdon, 2008). Les sols, fersialitiques et bruns calcaires y sont caillouteux, peu profonds et séchant ; l'essentiel des terres y est occupé par des cultures adaptées à ces conditions : blé dur, lavandin, sainfoin. On trouve aussi quelques plantations arboricoles (oliviers, pommiers, chênes truffiers).

Les fonds de vallées. Ces vallées sont à fond plat, et les sols, développés sur alluvions, peuvent être cultivés. Les cours d'eau, au régime intermittent, prennent en général leur source dans la zone de contact entre massifs alpins et Plateau. Les canaux de dérivation permettant une irrigation gravitaire sont peu entretenus. La forme et la taille des parcelles, longues, étroites, pas très accessibles, limitent aujourd'hui leur mise en culture par les exploitants en grandes cultures, très équipés. Ce sont souvent des zones en déprise (friches, prairies permanentes pour chevaux) ou cultivées en blé dur. On trouve aussi des productions nécessitant un accès à l'eau, et créatrices d'une forte valeur

ajoutée par unité de surface : fraises, framboises, maraîchage, horticulture, et surtout pépinières de boutures de lavandin.

Les versants : adrets et ubacs. Ces versants pentus, en général non cultivés, restent boisés. Les sols sont divers : sols bruns calcaires localisés, ou le plus souvent érodés, ou sols colluviaux. Ces espaces sont des lieux de pâturage importants pour les élevages ovins et caprins. Ils peuvent aussi être exploités pour le bois et pour la chasse. La végétation souligne la différence d'exposition entre adret et ubac : pins et chênes blancs sur ubacs, et chênes verts sur adrets. Sur les adrets, on trouve aussi d'anciennes oliveraies situées sur d'étroites parcelles en terrasses, non mécanisables, et parfois abandonnées. Les villages sont situés sur ces versants au soleil, à l'abri du vent, et à proximité d'une source d'eau. Le développement urbain récent (proximité du littoral et du centre de Cadarache) a provoqué l'extension de certains villages et la construction de nombreuses villas et lotissements, parfois jusque sur les zones de plateau ou sur certains ubacs.

Complémentarité et répartition de ces zones. La complémentarité entre ces zones a longtemps été au cœur de l'organisation du système agraire du Plateau de Valensole. Les zones de plateau proches des vallées ont été très vite cultivées par l'Homme. Sur les parties les plus éloignées, le défrichement et la mise en valeur agricole ont été plus tardifs.

HISTOIRE DE LA MISE EN PLACE DE L'AGRICULTURE CONTEMPORAINE

L'agriculture avant les années 50 : complémentarité Plateau/Vallons

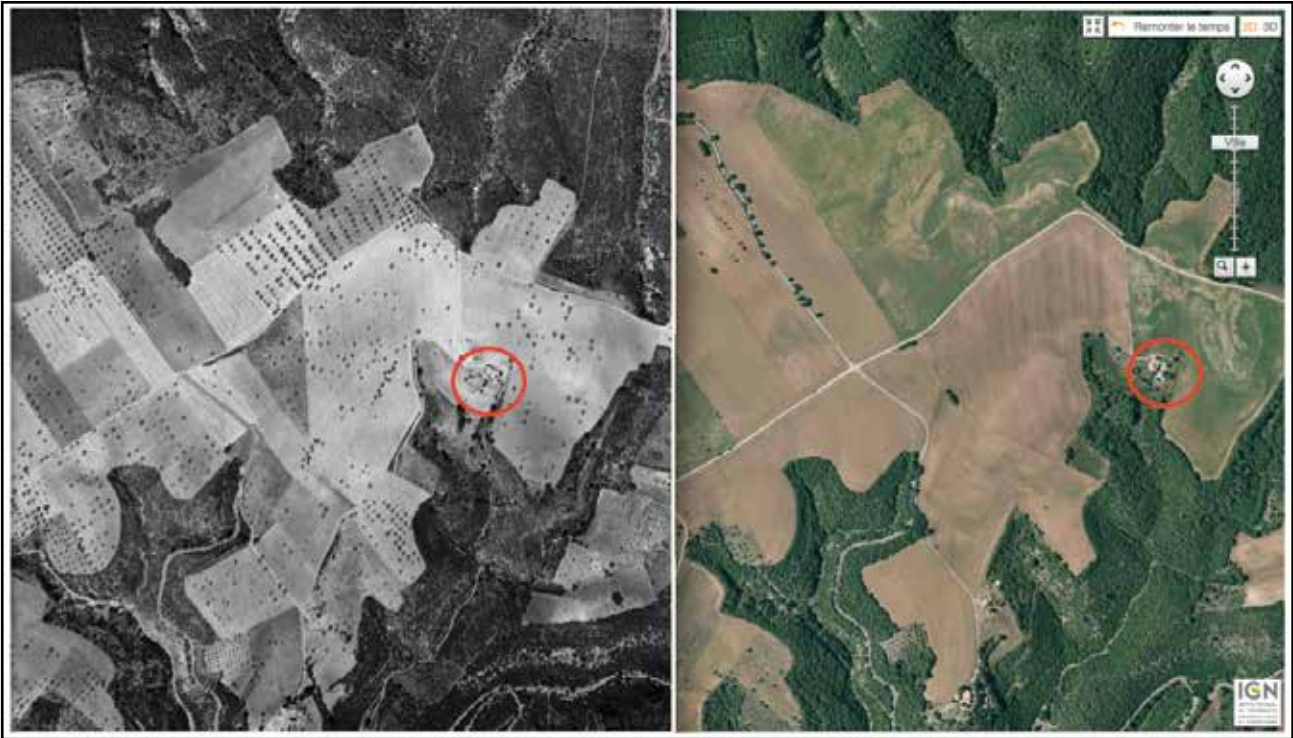
Le mode d'exploitation dominant. Au sortir de la dernière guerre, le mode d'exploitation dominant consiste en l'association de la culture de céréales, de l'élevage ovin et d'une culture de rente, l'amandier, grâce à la complémentarité entre zones de plateau, de vallées et de versants boisés.

- Les zones cultivées du plateau sont complantées en céréales et en amandiers. La présence des amandiers, très importante pour ces sols où le manque d'eau en été est une contrainte forte, crée un microclimat favorisant la culture des céréales et permet de les exploiter au mieux. Leur système racinaire profond leur permet en effet d'échapper à la sécheresse estivale et favorise l'infiltration de l'eau pour les cultures ; de plus leur ombre limite l'évapotranspiration.

- L'utilisation de ces terres de plateau, soumises à un fort déficit hydrique, est combinée avec celle des fonds de vallée. Ces espaces sont irrigués grâce au détournement des cours d'eau pour l'arrosage de prairies permanentes ou temporaires. Ces

Photo 1 - Le Plateau de Valensole et la ferme de La Guérine : à gauche en 1950 ; à droite aujourd'hui. On notera qu'il y a eu peu de surface gagnée par défrichage entre les deux dates. La couverture d'amandiers est aujourd'hui presque totalement inexistante ; le parcellaire s'est considérablement agrandi, en effaçant les limites de l'ancien. On note aussi l'effacement de sentiers qui reliaient les fermes entre elles (notamment celui conduisant à La Guérine). (photos obtenues sur le site de l'IGN, www.geoportail.gouv.fr, en Juin 2014).

Photo 1 - Valensole Plateau and Farm « La Guérine »: left in 1950; right now. It should be noted that there was little surface gained by clearing between the two dates. The almond trees coverage is now almost nonexistent; the plots size has grown considerably, erasing the boundaries of the former ones. We also note the deletion of trails that connected farms (for example, the one leading to « La Guérine »). (Images from IGN website, www.geoportail.gouv.fr, June 2014).



prés sont destinés à l'alimentation des troupeaux de brebis et de chevaux de trait.

- Les terres non cultivées se trouvent dans les versants des vallées et sur les grandes étendues de plateau situées loin des vallées. Elles sont couvertes de forêts en taillis de chênes blancs, qui sont outre un lieu de pâturage important, une réserve de bois de chauffage, de chasse et le lieu de ramassage des truffes, revenu complémentaire parfois significatif.

L'accès aux ressources conditionne différents systèmes de production. Toutes les exploitations ne jouissent pas d'un même accès aux ressources en terre, en capital ou en main d'œuvre : une diversité d'exploitations existe, depuis les petits propriétaires cultivant de très petites surfaces à côté du village sur le plateau et possédant un pré dans la vallée, jusqu'aux sociétés possédant plusieurs centaines d'hectares sur le plateau. Le mode d'exploitation dominant est celui des exploitations familiales installées sur le plateau, avec 20 à 40 hectares cultivables dont l'essentiel est situé autour du corps de ferme. Ces exploitants ont

aussi accès à des terres en fond de vallée et à des zones boisées, sur le plateau ou les versants, essentielles à l'alimentation de leur troupeau d'une centaine de brebis et de leurs chevaux. Ces fermes sont, dans la mesure du possible, implantées à proximité d'un point d'eau (puits ou source) mais ce sont parfois les seules citernes récupérant les eaux de pluie qui les alimentent. Autour de la ferme se trouve un jardin potager, quelques vignes, une basse-cour et quelques cochons à l'engrais, ainsi que quelques oliviers sur les adrets : toutes ces productions sont destinées à la consommation familiale.

Des années 50 aux années 70 : la spécialisation du Plateau

Le mouvement de moto-mécanisation et de chimisation de l'agriculture qui suit la guerre de 1945 va bouleverser le fonctionnement du système agraire du Plateau de Valensole. La nature des productions, l'utilisation des différents étages agro-écologiques et l'accès au foncier sont modifiés. L'accès aux

Photos 2 et 3 - Témoignages de l'érosion des sols du Plateau à l'échelle de la parcelle. La couleur plus rouge (Photo n°2, sur parcelle de lavandin) ou plus brune au creux des vallonnements (Photo n°3) résulte de l'accumulation des particules argileuses provenant des points hauts appauvris et donc éclaircis. (Photos M.Dosso).

Photos 2 et 3 - Evidence of soil erosion on the Plateau at the scale of the plot. The redder color (Photo 2, on the lavender plot) or brown in the hollow of vallonnements (Photo 3) results from the accumulation of clay particles from the high points impoverished and thus becoming paler. (Photos M.Dosso).



Photo 4 - Témoignage de l'érosion des sols du Plateau à l'échelle du paysage : en bordure nord du Plateau, à l'aplomb de la vallée de l'Asse, l'enrichissement en argile des points bas du modelé, de couleur brune ou plus rouge (selon les sols bruns calcaires du bord du Plateau ou les sols rouges fersiallitiques plus au centre du Plateau) est la conséquence de l'appauvrissement des parties hautes du modelé. (Image Google Maps 2014).

Photo 4 - Evidence of soil erosion on the Plateau at the scale of the landscape: on the northern edge of the plateau, dominating the valley of the Asse, the enrichment with clay of the lower parts of the hills, brown or red (depending on the brown calcareous soils on the edge of the Plateau, or on the fersiallitic red soils towards the center of the Plateau) is a consequence of the depletion of the upper parts of the modeling. (Image Google Maps 2014).



terres du plateau devient un enjeu majeur pour les exploitants. La structure des exploitations va également changer, en ne permettant qu'à ceux qui ont les capacités d'investir de continuer leur activité agricole.

Des années 50 aux années 60 : le bouleversement de l'agriculture

- La motorisation : disparition des chevaux et des amandiers. Le début des années 50 marque l'arrivée des tracteurs : en quelques années, les chevaux disparaissent des exploitations. La conséquence la plus visible en est l'arrachage des amandiers du plateau (*photo 1*) : les arbres deviennent gênants pour les opérations culturales motorisées et le labour abîme les racines.

- L'essor du lavandin et le bouleversement du marché foncier. La disparition de l'amandier laisse place à l'expansion d'une autre culture de rente : le lavandin. L'essence de lavandin, production destinée à la fabrication industrielle de lessives en plein développement, se vend à des prix très attractifs. Des surfaces importantes sont plantées sur les terres de plateau. L'essence est obtenue dans des distilleries situées dans les vallées.

- La chimisation : apparition du blé dur sur le Plateau. Après guerre, les rendements en blé tendre augmentent grâce à l'introduction de nouvelles variétés et à l'utilisation d'engrais chimiques. Ce blé est en majorité destiné à la vente, mais il ne peut pas soutenir la concurrence des blés du bassin parisien. Les agriculteurs sèment alors du blé dur, mieux adapté, et résistant à la sécheresse.

- Conséquences sur l'évolution des systèmes de production familiaux. Les exploitations familiales du type dominant sont celles qui subissent le changement le plus radical. La moitié d'entre elles disparaît ; les exploitations restantes investissent dans un tracteur et arrachent leurs amandiers. Les exploitants abandonnent leur activité d'élevage ; ils défrichent les bois situés sur le plateau et y plantent d'importantes surfaces de lavandin (20 à 25 ha). Ils abandonnent la culture de sainfoin et pratiquent sur leurs terres de plateau une rotation basée uniquement sur lavandin et céréales (lavandin 8ans/céréales 12 ans). Le renouvellement de la fertilité, autrefois essentiellement assuré par les ovins (les brebis sortaient toute l'année, parcouraient les bois, pâturaient les chaumes, et étaient gardées la nuit en bergerie sur de la paille qu'on récupérait et qui servait de fumier), y est désormais assuré par les engrais chimiques. Les surfaces de versants et de fonds de vallée, jusqu'alors exploitées en complémentarité avec les zones de plateau, deviennent des espaces en marge du fonctionnement de ces exploitations qui se concentrent sur les étendues planes. Cependant ces espaces restent utiles car ils permettent un accès à l'eau indispensable à la production de boutures de lavandin ainsi qu'au fonctionnement des distilleries.

Des années 60 aux années 70 : agrandissement des exploitations ayant pu mécaniser les récoltes de lavandin.

Les prix très fluctuants de l'essence de lavandin vont déterminer la différenciation des exploitations : ceux qui disposent de stocks d'essence de lavandin dans les périodes de prix élevés vont pouvoir investir dans la moto-mécanisation de la récolte du lavandin ; les autres, avec une récolte manuelle, ne peuvent continuer à maintenir leurs revenus (coût de la main d'œuvre) et finissent par disparaître. Par ailleurs, l'autre activité très demandeuse en main d'œuvre, le désherbage des plants à la pioche, est remplacée par un désherbage chimique très efficace. Ces produits, très rémanents, sont aujourd'hui des sources importantes de pollutions des nappes phréatiques du Plateau. La plupart des exploitations restantes vont pouvoir s'agrandir. Ces importants mouvements fonciers engendrent la formation d'un parcellaire très morcelé et très dispersé. Le remembrement devient nécessaire qui permettra de regrouper les terres autour de l'exploitation.

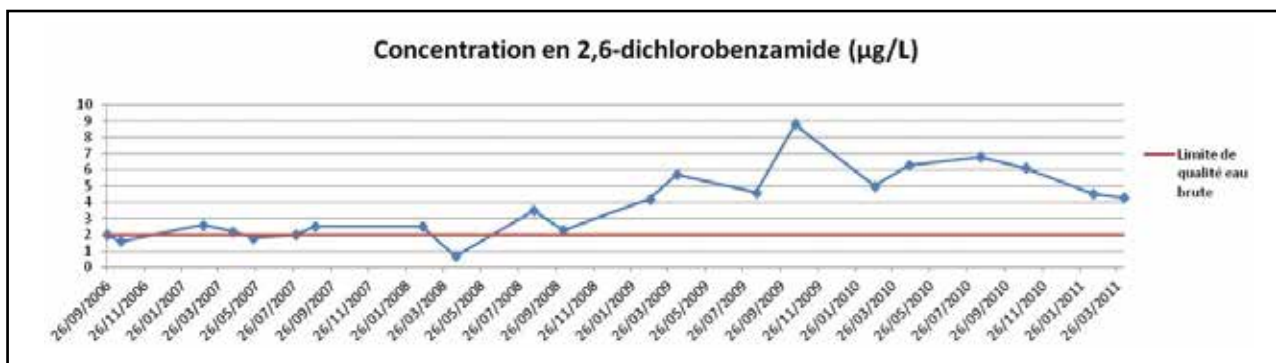
Des années 80 jusqu'à aujourd'hui : l'ultra spécialisation du Plateau

Les années 80 : projet d'alimentation en eau du plateau. Selon les communes, le remembrement a lieu entre 1980 et 1985 ; c'est aussi dans les années 80 que naît le projet d'alimentation en eau du Plateau. Confié à la SCP (Société du Canal de Provence), il sera réalisé de 1989 à 2000 et permettra l'approvisionnement en eau de toutes les communes ainsi que l'équipement de 3 000 ha de terres de plateau (soit 16 % de la surface cultivable du plateau). Mais les espoirs de diversification des productions grâce à l'irrigation seront déçus.

Les années 90 : concurrence productions irriguées/ système céréales-lavandin. En 1992 la réforme de la PAC favorise la production de blé dur, ce qui va être très défavorable aux cultures irriguées pour lesquelles aucune aide spécifique n'est versée dans le département. De plus, la révolution du mode de récolte du lavandin entre 1996 et 2000 permet à nouveau de rendre cette culture très rémunératrice et plus compétitive face aux produits de synthèse.

Les années 2000 : marquées par des sécheresses importantes (2003, 2005, 2007). Les plantations de lavandin souffrent, mais l'impact des apports d'eau par irrigation est encore en expérimentation, sur lavandin, comme sur blé dur. A ce jour, l'irrigation du lavandin reste peu répandue. Avec 12 à 20 % des surfaces équipées effectivement irriguées, et une consommation annuelle qui représente 6 % du volume total disponible, le réseau est donc aujourd'hui sous-utilisé.

Figure 7 - Exemple de contamination : suivi d'analyses de l'eau du captage de Saint-Julien (code national du point d'eau : 09438X0006HY).
Figure 7 - Exemple of contamination observed through time with analyzes of the water catchment of Saint-Julien (national code point of water: 09438X0006HY).09438X0006HY.



LES CONSÉQUENCES DE LA TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE

La diversité des systèmes de production

Aujourd'hui le système agricole montre une ultra-spécialisation sur le Plateau (systèmes de production céréales/lavandin) et une diversité de systèmes de production sur les versants et dans les vallées (céréales/lavandin avec élevage ovin, ou élevage ovin, ou élevage caprin sur les versants, et systèmes intensifs en travail en vallée). Or la spécialisation céréales /lavandin s'est faite aux dépens de la qualité des sols et des eaux du Plateau.

Les impacts négatifs sur les sols et les eaux

Le passage du cheval au tracteur a totalement modifié le rapport au sol ; et depuis les années 80 :

- le travail du sol se pratique sur des parcelles de plus en plus grandes,
 - avec des machines de plus en plus lourdes et puissantes (tableau 1),
 - qui labourent, compactent, décompactent les sols de plus en plus profondément (FranceAgrimer / Montpellier SupAgro, 2013),
 - sur des distances de plus en plus grandes, de l'amont du modelé vers l'aval (les talus morcelant les pentes sont détruits).
- En conséquence, on peut voir aujourd'hui, en hiver, les marques caractéristiques de l'érosion des sols : les ondulations du Plateau montrent bien souvent des points hauts (où les horizons argileux ont été décapés) de couleur claire tandis que les points bas (enrichis en argile) sont de couleur plus rouge ou plus brune selon qu'il s'agit de sols fersiallitiques ou de sols bruns calcaires (photos 2 et 3). La photo 4 montre l'ampleur du phénomène à l'échelle du paysage.

Cette érosion s'est déclenchée d'autant mieux que les horizons supérieurs des sols se sont rapidement appauvris en matière

organique et sont ainsi devenus peu résistants à l'entraînement par l'eau : les restitutions au sol via le fumier de mouton, qui étaient la règle sur tout le plateau, n'ont plus été pratiquées ; de même, les rotations céréales/légumineuses ont été abandonnées à la disparition des chevaux et la diminution drastique des troupeaux d'ovins. Depuis plus de 50 ans, la fertilisation des terres est devenue essentiellement chimique.

Le désherbage du lavandin, au départ manuel, a vite été remplacé par des herbicides. Insecticides, fongicides et herbicides sont couramment employés. D'après un rapport du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire de 2006-2007, le suivi régulier de la teneur en pesticides des eaux souterraines à l'échelle des bassins Rhône-Méditerranée et Corse, mené sur un réseau de 155 points, a montré que les points situés sur le Plateau de Valensole faisaient partie des points les plus contaminés. L'exemple du suivi des eaux du captage de Saint Julien (figure 7) montre que la tendance à l'amélioration est lente à venir. Engrais et pesticides ont ainsi conduit à la contamination des eaux de nappe et donc des sources.

En effet, les sols du Plateau de Valensole étant pauvres en matière organique, ils ne fixent que peu les éléments fertilisants (dont les nitrates) ou les pesticides. Les précipitations souvent violentes (orages) sont alors à l'origine de leur entraînement rapide et important vers l'aquifère et donc vers les sources. De plus, l'aquifère de la zone du Plateau, développé dans des poudingues fracturés a de ce fait une grande perméabilité ce qui le rend très vulnérable (Rampoux, 1999). Cette fracturation a pour conséquence l'existence de très nombreuses sources de faibles débits en bordure de ces plateaux. Et en fond de vallon, l'aquifère, constitué de petites nappes alluviales peu puissantes, est lui aussi vulnérable, car alimenté en partie par des écoulements dans les colluvions de pente (issues du Plateau). Dégradation des sols et pollution des eaux sont les conséquences directes de cette transformation récente de l'agriculture.

PERSPECTIVES POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DES SOLS ET DES EAUX ?

Face à la dégradation patente des ressources en sol et en eau, de nouvelles pratiques culturales se développent.

Protection des sols contre l'érosion hydrique. Ce problème a toujours existé, mais s'est déplacé dans l'espace car l'agriculture s'est transformée. Avant l'apparition des tracteurs, et avec des densités de population plus fortes qu'aujourd'hui, les têtes de thalweg, aménagées en terrasses, étaient cultivées (c'était le jardin-verger de la ferme implantée à proximité, à l'abri des vents). Un réseau de ravins collecteurs des pluies d'orage à l'amont protégeait l'ensemble ; c'était le cas pour la ferme de « La Guérine » ; et dans cette région, une douzaine d'aménagements analogues ont été répertoriés par Charles Chabot (Bornand *et al.*, 2012). Aujourd'hui, ces espaces abandonnés se sont boisés ; tandis que l'espace du plateau, entièrement défriché, est cultivé avec un parcellaire de grande taille et montre actuellement des problèmes d'érosion intraparcellaire (*photos 1, 2, 3 et 4*). Pour réduire ce risque de dégradation de la ressource en sol, plusieurs pistes sont envisageables.

Modification des pratiques du travail du sol : Les machines actuelles, performantes, ne semblent pas bien adaptées à la nature des sols du Plateau. En particulier, elles favorisent les pratiques de labour profond qui ont pour effet de remonter en surface les encroûtements calcaires localisés qu'elles détruisent, et qui jouent souvent un rôle de réserve d'humidité. D'autre part, l'excès de calcaire en surface n'est pas localement souhaitable pour la culture. Les pratiques de défoncement, qui vont encore plus profond, ont les mêmes impacts négatifs. De plus, le labour, souvent pratiqué dans le sens de la pente depuis les années 80, serait à éviter car, joint aux effets négatifs précédemment cités, il accentue considérablement les phénomènes d'érosion (*photos 2, 3 et 4*).

Les techniques de semis direct sous couvert : elles permettent une économie d'énergie et une préservation de la structure et de l'activité biologique du sol. Cependant, l'implantation d'un couvert végétal en été, en inter-culture, nécessite un apport d'eau en juillet, pour permettre la levée.

La gestion des rotations : si, depuis les années 60, le système de culture lavandin/céréales s'est largement développé sur le Plateau, sa rentabilité reste à sécuriser. En cas de sécheresses importantes, au printemps et en été, les jeunes plantations de lavandin souffrent, et les agriculteurs sont parfois contraints à l'arrachage. La gestion des mauvaises herbes dans les jeunes plantations est délicate ; la solution adoptée, le désherbage chimique, s'est généralisée et a contribué à la pollution des nappes, tandis que la monoculture de blé dur a entraîné le développement de problèmes phytosanitaires ainsi qu'une baisse des rendements. A l'avenir, une meilleure gestion des

rotations permettrait de limiter les problèmes phytosanitaires actuels, notamment le développement d'adventices sur les parcelles de blé dur. Cela permettrait dans le même temps de mieux gérer le renouvellement de la fertilité.

La culture de légumineuses fourragères : à condition d'avoir des débouchés pour la vente du foin à proximité, la ré-introduction de légumineuses dans les rotations contribuerait à l'apport d'azote dans les sols.

L'épandage de boues d'épuration des eaux urbaines : outre les économies financières qu'elles induisent par des économies d'engrais, les boues sont l'un des rares moyens d'apporter de la matière organique au sol sur ce territoire. De plus, le co-compostage avec des déchets agricoles locaux (paille de lavandin) augmente la quantité et la qualité de la matière organique. L'intérêt des agriculteurs et des exploitants de station d'épuration pour le compostage se développe actuellement : il existe une plateforme de compostage importante à Manosque, et la création de nouvelles plateformes locales est envisagée. Un suivi des teneurs en métaux lourds serait à mettre en place pour suivre et mieux maîtriser les risques provoqués par le développement de ces épandages.

Les pratiques de l'agriculture biologique : il existe déjà des systèmes de production céréales/lavande et oliviers en agriculture biologique : ces systèmes innovants restent encore pionniers et peuvent inspirer des pratiques futures à développer : travail du sol, gestion des rotations, enrichissement du sol en matière organique, fertilisation, lutte contre les prédateurs..., ces pratiques n'étant pas indépendantes. En effet, améliorer le sol en l'enrichissant en matière organique le rend moins sensible à l'entraînement lors des fortes pluies ; les plantes, mieux nourries ont moins besoin d'engrais, résistent mieux aux prédateurs, à la sécheresse ; la nappe phréatique reçoit d'autant moins de polluants éventuels, etc.

En conclusion, si toutes ces pistes existent et sont explorées, elles restent pourtant minoritaires ; à terme, elles devraient conduire à la pratique d'une agriculture qui restaure la qualité des sols du Plateau. Au vu du travail cartographique déjà réalisé, on estime qu'à l'heure actuelle sur le Plateau, plus de 50 % des sols sont en voie de dégradation. Or, outre les sols de bordure du Plateau qui sont érodés plus ou moins sévèrement, ce sont les sols les plus intéressants, soit les sols fersiallitiques du centre du Plateau, qui ont eu à subir les agressions les plus sévères durant ces trente dernières années. Le devenir de ces sols, et en particulier de leur aptitude à produire durablement, est désormais dépendant des pratiques agricoles qui s'y exerceront. Si la gestion de la ressource en sol n'est pas durable, l'agriculture ne le sera pas non plus.

BIBLIOGRAPHIE

- A.F.E.S., 2008 - Référentiel Pédologique Régional. Association Française pour l'Etude des Sols. Ed. Quae. 480 p.
- Algret H., 1983 - Analyse de l'aptitude au reboisement en cèdres sur les bordures du Plateau de Valensole. DA ENSA Montpellier. 61 p. + 7p.annexes.
- Bonfils P., 1978 - Le classement des sols en vue de la reforestation en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française*, n° 4, pp. 271-282.
- Bonfils P., 1983 - Zonage pédoclimatique et orientations agricoles en région méditerranéenne. *Agriculture*, n° 473, pp.105-109.
- Bonifay E., 1962 - Les terrains quaternaires dans le Sud-Est de la France. Publication Institut de Préhistoire. Université de Bordeaux. 194 p.
- Bornand M., 1978 - Altération des matériaux fluvioglaciers. Genèse et évolution des sols sur terrasses quaternaires dans la moyenne vallée du Rhône. Doctorat d'Etat es sciences. Université de Montpellier II. 329 pages + planches.
- Bornand M., Fleché C., Guyon A., 2001 - Carte pédologique de France au 1/100 000 ème, feuille de Digne, et sa notice explicative. INRA. 256 p.
- Bornand M., Chabot C., Dosso M., Lacassin J.C., 2012 - Sols et paysages du sud du Plateau de Valensole : diversité et modes d'utilisations agricoles actuels et passés. Brochure d'accompagnement de la sortie terrain du 19 Septembre 2012 ; Association Française pour l'Etude des Sols / Société du Canal de Provence. 40 p.
- Cadillon M., 1974 - Etude des sols en vue de leur utilisation pour l'épuration des effluents. Bassin Inférieur du Verdon. S.C.P. Service Protection du milieu naturel. Doc. S.C.P. 59 p. + 2 cartes au 1/25000°.
- Dubar M., 1969 - Le quaternaire du Plateau de Valensole, région de Puimoisson. *AFEQ*, 4, pp. 269-278.
- Dubar M., 1972 - Stratigraphie des formations plio-pléistocènes de la région de Puimoisson, St Jurs-Ségriès. *Bull. AFEQ*, 3, pp. 185-194.
- Dubar M., 1973 - Terrains quaternaires au pied des Alpes de Digne. Edition du CNRS Marseille, pp. 141-151.
- Dubar M., 1974 - Les industries paléolithiques des vieux sols de surface du Plateau de Valensole. *Bulletin du Musée Anthropologique préhistorique de Monaco*, 19, pp. 38-65.
- Dubar M., 1975 - Les formations quaternaires de la rive gauche de la moyenne Durance des Mées à Oraison. *Géologie méditerranéenne*, t.II, pp.49-58.
- Dubar M., 1984 - Chronologie et signification des dépôts continentaux du Néogène supérieur des bassins de Riez-Valensole. *Bull. Soc. Géol. Fr* (7), t. XXVI, N°5, pp. 971-978.
- Duclos G., 1973 - Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence. *Bull. AFES* N° 6, pp. 33-46.
- Duclos G., 1994 - Atlas des sols de la Région PACA. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 949 p.
- Fedoroff N., 1969 - Etude géologique et pédologique des formations supérieures continentales du Bassin de Digne. Thèse 3^e cycles ENSA. 42 Fig., 207 p.
- Fedoroff N., Redondo C., 1979 - Contribution de la micromorphologie à l'étude des paléosols du Plateau de Riez-Valensole et des vallées de la Bléone et de la Durance. *Bull. AFEQ*, 3, pp. 127-137.
- FranceAgriMer / Montpellier SupAgro, 2013 - Analyse de la structure du sol en parcelles de lavandin sur le Plateau de Valensole, par les 18 étudiants de l'option de 3^e année ingénieur « Production Végétale Durable » et du Master2 « Agronomie et systèmes de culture Innovants » du 25 Oct. au 4 Nov. 2013. Novembre 2013. 25 p.
- Lang A., Ramseyer M., 2011 - Analyse - diagnostic de l'agriculture du Plateau de Valensole. Synthèse. AgroParisTech / Société du Canal de Provence. Novembre 2011. 27 p.
- Mazoyer M., Roudart L., 1997 - Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Editions du Seuil, 545 p.
- Mercier H., 1964 - Sur la disposition des galets du poudingue de Valensole. *Bull. Soc.Géol. Fr.* (7)t. VI. pp. 650-657.
- Mercier H., 1972 - Détermination des directions d'écoulements des cours d'eau ayant participé à la mise en place des conglomérats de Valensole sur la feuille de Manosque au 1/50000°. *Annales de l'Université de Provence*. 7 p.
- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire / Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse - Pesticides dans les eaux superficielles et souterraines des bassins Rhône-Méditerranée et de Corse - Données 2006 et 2007. 20 p.
- Parc Naturel Régional du Verdon, 2008 - Charte du Parc naturel régional du Verdon 2008 - 2020 - « Un projet pour le Verdon ».
- Rampnoux N., 1999 - Analyse des données sur les pollutions nitrées sur le sud du Plateau de Valensole. Département des Alpes de Haute Provence. Rapport BRGM R 40522, octobre 1999, 11 fig., 9 tab., 4 ann., 37 p.
- RA2000-RGA88 - Service Statistique agricole des Alpes de Haute Provence.
- Redondo C., 1973 - Contribution à l'étude des formations quaternaires et des paléosols des vallées de la Bléone et de la Durance (de Digne à Malijai et de Mison à Vinon sur Verdon). *Bull. AFEQ*. 2, pp. 81-98.
- WRB, 1998 - World Reference Base for Soil Resources/ Introduction (J.A. Deckers, F.O. Nachtergaele and O.C. Spaargaren, Eds). First edition. International Society of Soil Science (ISSS), International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Acco. Leuven. 165 p.