

I.1-La situation géographique

Notre zone d'étude s'intègre dans la wilaya de Tlemcen, celle-ci se situe à l'extrémité Nord-ouest de l'Algérie, entre le 34° et 35° 40' de latitude Nord et le 0° 30' et 2° 30' de longitude Ouest (carte 01).

Géographiquement, Elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, au Nord-Est par la Wilaya de Ain Temouchent, à l'Est par la Wilaya de Sidi Bel-Abbes, à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine et au Sud par la Wilaya de Naâma.

La wilaya de Tlemcen occupe une superficie de 9017 km², elle comprend 20 daïras subdivisées en 53 communes y compris notre zone d'étude la commune de Hennaya, elle regroupe le chef lieu Hennaya et les agglomérations (villages).

Elle est limitée par les communes suivantes (carte 02):

- *Beni mester
- *Zenata
- *Remchi
- *Ain youcef
- *Amieur
- *Remchi
- *Chetouane



I.2-Description du milieu physique

I.2.1 Reliefs

La région de Tlemcen est marquée par une hétérogénéité orographique offrant une diversité de son paysage.

On peut la subdiviser en zones suivantes :

I.2.1.1 Le littoral : Une zone homogène d'une superficie de 211000 ha, occupe la limite Nord. Il est constitué du massif montagneux des Traras et de côtes sableuses.

I.2.1.2 Les plaines telliennes : De 32100 ha, situées entre le littoral et les monts de Tlemcen, s'étendent de l'est à l'ouest de la wilaya, elles hébergent le grand cours de la Tafna. (MEKKIOUI, A. 1989). Notre zone d'étude s'intègre dans ses reliefs.

I.2.1.3 Les hauts plateaux : Ce sont de vastes étendues tabulaires de 24800 ha entre l'Atlas tellien représenté par les monts de Tlemcen au Nord et l'Atlas saharien au Sud. Ces hauts plateaux correspondent à la steppe. (MEKKIOUI, A. 1989).

I.2.2 La géologie

La wilaya de Tlemcen présente une grande diversité géologique dont il existe une prédominance des terrains jurassiques.

Les formations géologiques rencontrées dans notre milieu d'étude sont les suivantes :

I.2.2.1 Le jurassique : On distingue ;

- **Le jurassique inférieur (Lias) :** Il est constitué successivement et de bas en haut de dolomies rubanées, de calcaire à silex et d'alternances de calcaires gris et de marnes.
- **Le jurassique moyen (Dogger) :** Formé par un ensemble de calcaire surmonté par une épaisse série argilo-calcaire et enfin des calcaires micros gréseux. (KAZI TANI, C. 1995)
- **Le jurassique supérieur :** Il offre la gamme de roches suivantes ;
 - a. **Zagla A :** Calcaires et marno-calcaires (100 à 150 m) ;

- b. Dolomies de Terni :** Dolomies massives avec de nombreux bancs et lentilles calcaires (100 à 120 m). (COLLIGNON, B. 1986)
- c. Marno-calcaire de Raourai :** A une épaisseur de 60 à 120 m, cette formation est une alternance de calcaires et de marnes jaunes. (GHALMI, M. 1994)
- d. Les dolomies de Tlemcen :** Dolomies massive avec de rares bancs et lentilles calcaires (250 à 350 m).
- e. Grés de Boumediene :** Formé de grés intercalés de marnes calcaires.
- f. Callovo-oxfordien :** (les argiles de Saida) ; argiles et marnes avec de rares passés gréseuses (300 à 500 m). (COLLIGNON, B. 1986)

I.2.2.2 Le miocène : Comprenant une alternance de poudingues, de marnes grises et de grés sableux plus ou moins consolidés (200 à plus de 100 m). (KAZI TANI, C. 1995)

I.2.2.3 Le pilo-quaternaire : Représenté par des conglomérats bien cimentés, formations continentales, constituées d'éléments enroulés de nature lithologique variée et par des calcaires lacustres. (KAZI TANI, C. 1995)

I.2.2.4 Le quaternaire : Il est représenté par des dépôts non consolidés, et des travertins non friables, riches en débris végétaux, observés généralement au niveau des oueds, des sources ... (KAZI TANI, C. 1995)

I.2.2.5 Les dépôts pliocène : C'est une formation qui présente une intercalation de grés rouge brun avec grains fins et de marnes grises sombres. (GHALMI, M. 1994)

I.2.2.6 Le crétacé basal : Il s'agit d'une série d'alternances de marnes et de marno-calcaires avec de rares bancs gréseux (200 à 300 m). (COLLIGNON, B. 1986)

I.2.3 La pédologie

La notion de sol est un concept scientifique qui permet de prendre conscience de certaines propriétés du milieu. Le rôle de la pédologie dans une étude, nous permet de différencier les unités pédologiques homogènes et d'établir les aptitudes des sols aux cultures. (MARJULUS, H.1963)

Les différents sols caractérisant la wilaya de Tlemcen sont les suivants :

I.2.3.1 Les sols rouges méditerranéens

Sols usuellement déficient en humus, décalcifié, allant de brun rougeâtre au rouge, se rencontrant uniquement sur le calcaire, leur texture peut aller du sable à l'argile, riche en colloïdes inorganiques, contenant de l'hydroxyde ferrique sous forme de composé déficient en eau. (DURAND, J. H. 1959)

Ils constituent une grande masse au sud de Tlemcen, il s'agit des terres à envoûtement dans la plaine de Maghnia et de plateau d'Ouled Riah.

I.2.3.2 Les sols marron des steppes de climat chaud (sols iso humiques)

Ils ont une teinte rougeâtre qui transparait sous l'incorporation profonde de matière organique.

Ces sols sont moins polymérisés que les autres sols iso humiques, ce qui paraît dû à des phases d'hydromorphie hivernale moins complètes et moins marquées, le profil est riche en oxyde de fer plus ou moins déshydraté qui lui confère la nuance rouge qui lui est propre.

Enfin, la dynamique du calcaire est particulière et elle est à l'origine de la formation d'horizons calcaires indures dites croûtes calcaires. (DUCHAFOUR, P. 1968)

I.2.3.3 Les sols fersiallitiques

Ils sont caractérisés par la dominance des argiles riches en silices de types illite ou montmorillonite. (DUCHAFOUR, P. 1968)

Ce sont des sols forestiers caractéristiques des régions méditerranéennes humides.

L'évolution de l'argile et du fer, confère à ces sols une teinte rouge spécifique.

I.2.3.4 Les régosols

Constituent un groupe de sols peu évolués d'érosion qui se sont formés sous différents climats sur roche mère non consolidée (roche mère tendre). (AMRANI, S, M.1989)

Dans les zones steppiques algériennes, ces sols sont caractérisés par une petite couche de matière organique souvent absente sur des pentes trop fortes.

I.2.3.5 Tirs

Ils se trouvent surtout dans la région de Terni. Ils sont particulièrement fertiles et pour cette raison cultivée. Ce sont des vertisols topo morphes très riches en argiles gonflantes présentant un caractère iso humique. (KAZI TANI, C. 1995)

I.2.3.6 Les lithosols

Ils sont très répons, surtout dans le versant méridional des monts de Tlemcen. (KAZI TANI, C. 1995)

L'évolution des ces sols est freinée d'abord par la roche mère (roche mère dure) qui est en général difficilement altérable, mais morphologiquement le profil reste du type A-AC-C. Il en diffère par l'accumulation de l'humus dans un horizon plus ou moins évolué. (AMRANI, S, M.1989)

I.2.3.7 Les sols calcimagnésiques humifères (rendzines)

Il est caractérisé par un horizon A₁ très humifère de 30 à 40 cm d'épaisseur : la couleur brun-noir, la structure grumeleuse très stable et aérée sont liées à la formation des complexes humus-argiles-carbonates de calcium.

La teneur en matière organique est très élevée et peut atteindre 15 % en surface, mais décroît régulièrement vers la base de l'horizon, les cailloux calcaires diffus dans tout l'horizon sont généralement nombreux. La teneur en Ca CO₃ est très élevée dans tout le profil (5 à 10 % de calcaire actif), mais elle est plus faible au sommet d'A₁ qu'à la base, en raison du début de décarbonatation subi par le sommet du profil. (DUCHAFOUR, P. 1976)

I.2.3.8 La croûte calcaire

C'est une croûte calcaire de quelques centimètres, crayeuses dans l'intérieure, mais présentant une surface unie et plus dure. Cette croûte est présente dans toute l'Algérie.

On peut la définir comme un calcaire terreux qui recouvre une grande partie des terres de l'Algérie comme d'un immense linceul blanc.

Cette carapace existe aussi dans le Tell, mais elle n'y apparaît point seulement sur les limons quaternaires, elle s'y montre aussi sur beaucoup d'autre terrains, dont les parties tendres ou friables sont ainsi cimentées en une roche dure et résistante. (DURAND, J. H. 1959)

I.3-Hydrogéologique et hydrologique

I.3.1-L'hydrogéologie

D'après COLLIGNON, B. 1986 ; cinq formations géologiques ont des propriétés aquifères d'intérêt régional :

- **Les grés miocènes** : Ils sont localisés au pied des reliefs, formations des bancs gréseux pouvant devenir suffisamment abondants pour être exploitables par forage.
- **Les dolomies de Tlemcen** : Les propriétés transmissives de cette formation sont excellentes, ceci apparaît bien par la localisation des sources presque toujours situées

aux point bas affleurements, ce qui permet d'y chercher les aquifères exploitables par forage.

- **Les dolomies de Terni** : Même potentiel aquifère que les dolomies de Tlemcen.
- **Grés de Boumediene** : La perméabilité de ces grés est très médiocre, cela est dû aux nombreux bancs argileux.
- **Les calcaires et dolomies du Lias du Dogger** : Ce sont très Karstifiées et les ouvrages qui les traversent ont souvent de bons débits spécifiques.

I.3.2-L'hydrologie

Les cours d'eau dans notre milieu d'étude ont un régime caractérisé par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrologiques brutales.

Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau. (KAZI TANI, C. 1995)

A-Les grands flux d'eau

- **Les oueds et les bassins versants** : Les principaux bassins versants qui existent dans la wilaya de Tlemcen sont en nombre de huit, totalisant une superficie de 8 78005 ha, dont le plus important est cela de la Tafna avec une superficie de 315 393 ha, ce bassin versant s'étend sur la totalité de la wilaya de Tlemcen et débordant sur le Maroc. (ABBAS, M. 2006)

Le principal cours d'eau naissant de ce bassin est l'oued Tafna, qui prend sa source à Ghar boumaaza. (THINTOIN, R. 1984)

Ces principaux affluents sont :

- **Oued Khémis** : Où sa longueur est de 117 Km, avec sous bassin de 340 Km², draine une vallée dans les monts de Tlemcen et rejoint la Tafna au niveau de barrage de Beni Bahdel.
- **Oued Issir** : De 140 Km, avec une superficie du sous bassin de 1860 Km², son débit moyen annuel est de l'ordre de 3.67 m³/S. Ses deux principaux affluents ; Oued Sikkak et Oued Chouly.
- **Oued Mouillah** : Présente une superficie du sous bassin de 1680 Km², son confluence avec la Tafna se situe à 150 m d'altitude dans les plaines de Maghnia. (ABBAS, M. 2006)

Les coefficients d'écoulement de ces oueds sont faibles à cause des précipitations régionalement faibles, largement reprises par l'évaporation. (COLLIGNON, B. 1986)

- **Les sources :** 80 % des sources jaillissent des calcaires et des dolomies du jurassique supérieur. La plupart d'elles présentent un régime très irrégulier, typiquement Karstique.

Le temps de repousse aux précipitations est très court et le coefficient de tarissement fort. Ceci ne facilite pas bien entendu leur exploitation.

Quelques sources présentent la propriété de tarir complètement pendant de nombreux mois, exemple ; Ain Eldersd à Sidi Abdelli, Ain Bou Lardjoug à Sidi Senoussi. (COLLIGNON, B. 1986)

- **Les nappes d'eau :** Selon les données hydrologiques à travers la wilaya de Tlemcen ; quatre nappes au niveau régionale sont identifiées dont la plus importante est localisée dans les monts de Tlemcen et s'appelle « château d'eau de l'ouest ». Ainsi un ensemble de nappes alluviales se situe le long des cours d'eau comme :

- **La nappe de Maghnia :** la partie transmissive de cette nappe ne se développe que plusieurs kilomètres au Nord des monts de Tlemcen.

Le passage de l'eau, des aquifères karstique à la nappe de Maghnia est difficile. (COLLIGNON, B. 1986)

- **La nappe de Hennaya :** La partie transmissive de l'aquifère plio-quaternaire ne vas pas jusqu'aux reliefs jurassiques. L'alimentation latérale de cette nappe est très faible. (COLLIGNON, B. 1986) et finalement **la nappe de Zriga.**

B- L'hydraulique agricole

Les grands barrages que recèle la wilaya de Tlemcen se résument comme suite :

Tableau 1: Répartition des barrages hydrauliques dans la wilaya de Tlemcen

Appellation	Capacité théorique (Hm ³)	Réserve d'eau au 05/03/2007
Barrage Beni Bahdel	10	10
Barrage de Sidi Abdelli	110	2
Barrage Mefrouche	15	0
Hammam Bouhrara	177	55
Sikkak	38	9

Source : D.S.A, 2007

Tableau 2: Les ressources hydriques et leurs mobilisations

Types	nombre	Volume (Hm ³)	Superficies (Ha)
Forage	1 544	72,12	9 014
Puits	1 921	34,34	4 292
Petits barrages	7	3,16	395
Retenues collinaires	14		
Sources	280	17,28	2 159
Pompages au fil de l'eau	(Oueds)	59,75	7 468
Total	/	186,65	23 328

Source : D.S.A, 2007

Tableau 3: Affectation par type de cultures

Cultures	Superficie irriguée (Ha)
Culture maraîchère	13 415
Arboriculture	8 118
Vignoble	1 067
Culture fourragère	-
Céréales	190
Autres	538
Total	23 328

Source : D.S.A, 2007

I.4-Le couvert végétal

La végétation est le reflet de plusieurs facteurs, à savoir le climat local, la topographie et surtout la nature du sol.

De par situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente une grande variété floristique et paysagère. Nous pouvons la diviser en zones suivantes :

I.4.1-Le littoral

La nature du climat explique la prédominance de la strate arborescente de certaines essences forestières telles que Thuya, le pin d'Alep et le genévrier rouge. Leurs peuplements sont généralement plus denses à l'Est qu'à l'Ouest.

I.4.2-Les plaines

Les plaines sub littorales et intérieures (Maghnia, Hennaya, Remchi, ...) dotées d'un potentiel en sol de haute valeur agro-pédologique sont dominées par des activités agricoles.

Nous notons aussi la présence d'une strate arbustive qui forme des reliques épaisses entre lesquelles, se développe une pelouse très dense et riche en Thérophytes, avec la présence de quelques reliques de quelques reliques de *Quercus* et *Olea europea*.

I.4.3-Les monts

Sur son aspect forestier, la wilaya compte quelques 217000 ha, soit 24 % de la superficie de la wilaya, localisés dans les monts de Tlemcen et les monts de Traras. (D.S.A, 2007)

Grâce à la variété géographique, géologique et climatique qu'offrent les montagnes de Tlemcen, la végétation se caractérise par une diversité de structures physiologiques et de composition dans les strates arbustives et buissonnantes.

Les principales espèces formant le couvert forestier se résument à travers les arbres du Thuya de Berbère, de pin d'Alep, chêne vert, chêne Kermès, chaîne liège, dans la région de Khémis, Beni Bahdel et Tlemcen.

I.4.4-La steppe

Le couvert végétal steppique qui se situe dans de nombreuses communes Sebdou, Sidi Djilali, El Bouihi et El Aricha est dégradé dans l'ensemble.

En ce qui concerne la partie sud des monts de Tlemcen, nous pouvons distinguer deux principaux groupements, le premier est constitué surtout par des peuplements prés-forestiers à près-steppiques où nous trouvons la série de chêne vert et de pin d'Alep avec un sous bois constitué de Romarin, Palmier nain et Alfa arboré en zone montagneuses.

Le second caractérise le milieu steppique proprement dit où nous signalons la présence d'une végétation hydrophile ou halophile.

Les peuplements forestiers se localisent en zones montagneuses entre 1200 et 1500 m d'altitude, ils sont dégradés et constitués d'une strate arborescente à base de pin d'Alep, de Chêne vert, clairsemé mais à dominance alfatière. (ABBAS, M. 2006)

I.5-L'agriculture au niveau de la zone d'étude :

I.5.1-Introduction

Du point de vue Géo-agro-géologique, les terrains de la wilaya de Tlemcen se subdivisent en trois grandes zones homogènes :

I.5.1.1-Chaines de montagnes : zone composée de deux chaînes montagneuses d'une superficie globale de 515 996 Ha. Ces chaînes sont représentées par les monts de Tlemcen, les monts de Traras et les monts de Sebaa chioukh.

Cette zone présente des potentialités agricoles importants surtout dans le domaine de l'arboriculture rustique et l'apiculture.

I.1.5.1.2-Plaines et plateaux intérieurs : inclus entre les deux chaînes de montagnes et occupant une superficie de 188 550 Ha, cette zone regroupe les trois principaux périmètres de la wilaya, Maghnia, Yasser et Tafna c'est la zone a vocation agricoles par excellence où sont pratiqués les céréales, le maraîchage, viticulture, l'arboriculture fruitière...etc.

I.5.1.3-Steppe : occupant la partie Sud de la wilaya avec une superficie de 197 223 Ha les cultures pratiquées dans cette zone sont surtout les céréales avec une prédominance de l'élevage ovin et caprin conduit à l'intensif.

I.5.2-production végétale :

Sur sont aspect forestier, la wilaya de Tlemcen compte 217 000 Ha, soit 24% de la superficie de la wilaya, localisés dans les monts de Tlemcen et les monts de Traras.

Les principales espèces formants le couvert forestier résumant à travers les arbres de pin d'Alep, du chêne vert, du thuya, du genévrier, du chêne liège...etc.

Le secteur de l'agriculture occupe une superficie totale (SAT) de 551 947 Ha dont 352 790 Ha de la superficie utilisable.

I.5.2.1-Répartition de la superficie agricole totale

Tableau 4: Répartition de la superficie agricole par zone

S.A.T	551 947 Ha
S.A.U	352 790 Ha
Dont irrigué	23 328 Ha
Terres improductives	32 920 Ha
Parcours et pacages	166 237 Ha
Vignobles	6 206 Ha
Arboriculture	38 658 Ha
Cultures herbacées	159 517 Ha
Terres au repos	148 409 Ha
Zone steppique	197 223 Ha

Source : D.S.A, 2007

I.5.2.2-Occupation des sols

Tableau 5: Superficies des productions 2006 (Ha)

<u>1-cultures pérennes :</u>	
-Oléiculture	7 382
-Agrumiculture	2 476
-noyaux, pépins	16 303
-rustiques	12 445
-viticulture	6 077
<u>2-grandes cultures</u>	
-Céréales	118 000
-Légumes secs	11 752
- fourrages	15 820
<u>3-cultures maraîchères</u>	19 123
<u>4-cultures industrielles</u>	0

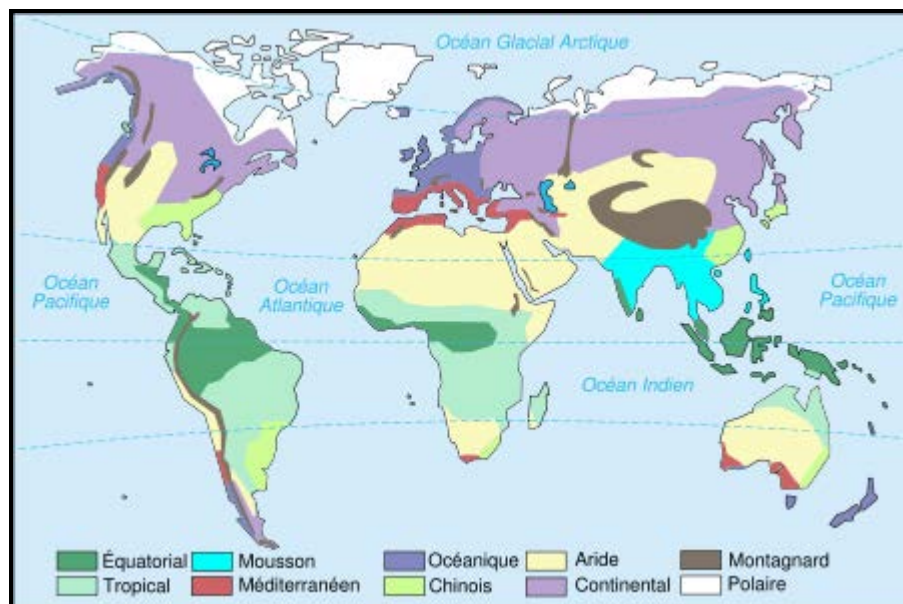
Source : D.S.A, 2007

I.6-Le climat :

I.6.1-Introduction

Est l'ensemble de tous les états ou l'état moyen que peut avoir l'atmosphère en un lieu donné au cours des années. L'étude climatique est basée sur des observations météorologiques archivées (évaluation momentanée et quotidienne), cette évaluation de l'atmosphère en un endroit donné peut être décrite avec de nombreux paramètres, en général elle se fait selon deux critères : la température et les précipitations.

Sur notre globe terrestre, notre région est sous l'influence du climat méditerranéen, qui est « un milieu transitoire entre la zone tempérée et la zone tropicale, ou c'est le climat subtropical de la façade ouest des continents » (**carte 3**) ; ce climat est caractérisé par la clémence des températures, le nombre élevé des jours ensoleillés sans pluies.



Carte 3 : Les climats mondiaux

Sous ce climat on peut distinguer plus ou moins deux périodes ou saisons différenciées ; un été très sec et très chaud, un hiver pluvieux et très frais. La température annuelle moyenne est de 25 °C, la pluviosité annuelle moyenne est de 600 mm, avec des vents périodiques violents comme le sirocco (un vent chaud et sec qui vient du sud rempli de sable) et le vent de l'Est.

Remarque : Le climat méditerranéen est connu par son irrégularité, on peut avoir par exemple des années de sécheresse, succédées par des années pluvieuses.

I.6.2-Méthodologie

I.6.2.1-Choix des stations :

Le climat régional est défini à l'aide des données de différentes stations météorologiques installées dans la wilaya de Tlemcen.

Nous avons pris en considération les composantes majeurs du climat méditerranéen : les facteurs hydriques et thermiques.

Tableau 6 : principales caractéristiques des stations météorologiques de références

stations	Longitude (w)	Latitude (N)	Altitude (m)	périodes
Zenâta	01°27'	35°01'	249 m	1982-2002
Saf-saf	01°17'	34°57'	592 m	1980-2000
Ghazaouet	01°52'	35°06'	4 m	1986-2002

Source : O.N.M

I.6.2.2-Facteurs climatiques :

A-les précipitations :

Le climat de la région de Tlemcen comme toute autre région méditerranéenne se caractérise par l'irrégularité de la pluviométrie dans l'espace, et par un non moins grande irrégularité dans le temps. (THINTOIN.R, 1948)

Tableau 7 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm).

stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Zenata	39,4	44,1	42,1	31,3	28,9	3,5	1,3	4,4	12,4	18,4	48,5	30,3	305,40
Saf-saf	56,6	58,4	71,2	35,7	39,7	6,72	3,02	1,87	20,7	29,4	43,2	37,93	404,73
Ghazaouet	42,7	44,0	38,2	25,9	28,9	5,76	0,76	3,84	20,6	25,6	52,6	27,42	316,56

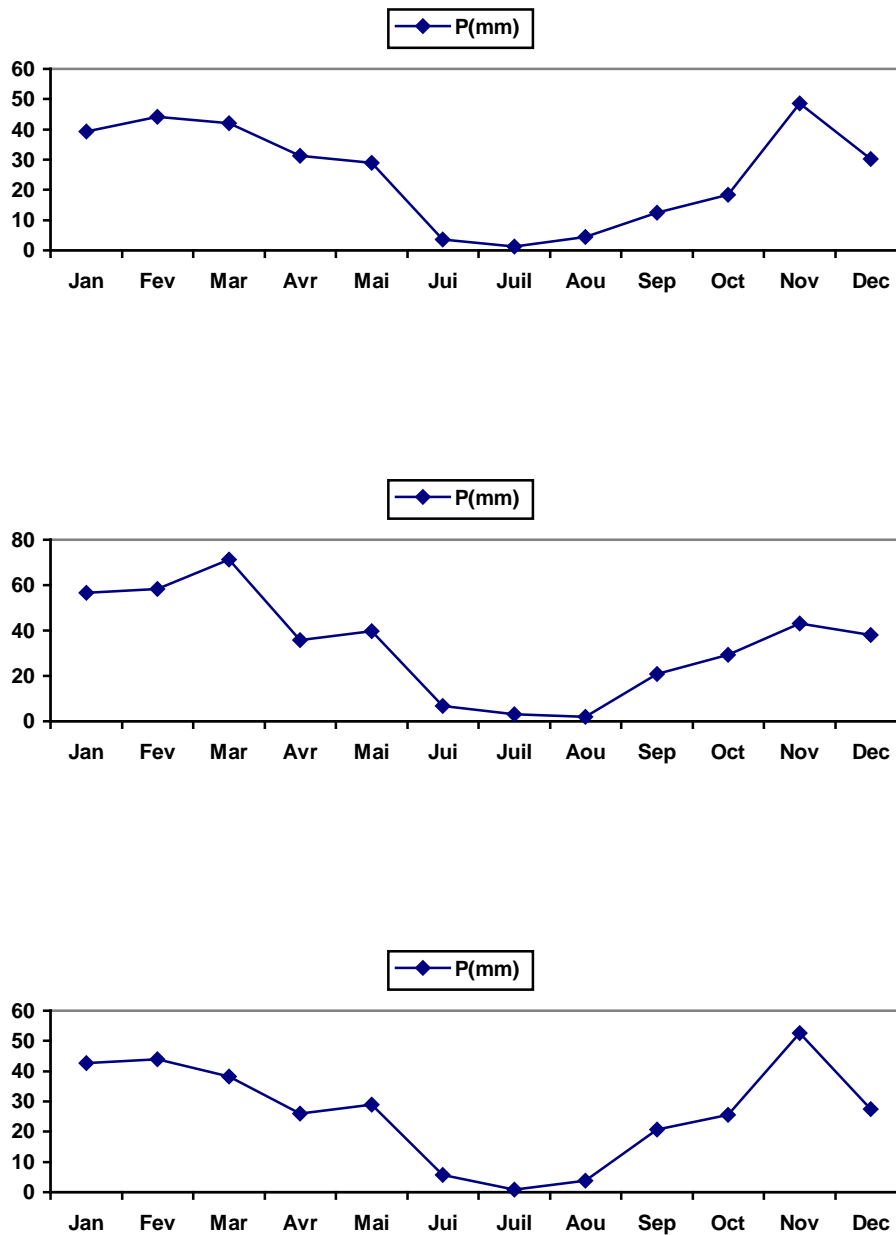


Fig4 : Variations des Précipitations moyenne mensuelle des trois stations

La pluviométrie est un facteur primordial dans le conditionnement de la nature. D'une part, elle permet le maintien et la répartition du tapis végétal, d'autre part, elle joue un rôle dans la dégradation du sol par le phénomène d'érosion.

Le tableau 7 montre que les précipitations varient de 305,4 à Zenâta jusqu'à 404,73 à Saf saf. Les précipitations n'atteignent pas les 500 mm annuellement.

On remarque aussi que la saison la moins arrosée s'étale pour les trois stations sur les mois de Juin, Juillet et Août.

D'une manière générale, le mois de juillet est celui qui reçoit le moins de précipitations.

Le rapport des précipitations moyennes entre le mois le plus pluvieux et le mois le plus sec est très élevé : 37,30 à Zenata, 23,58 à Saf saf et 69,25 à Ghazaouet. (Remanieras, 1972).

Tableau 8 : Régime saisonnier des précipitations

Stations	Répartition saisonnière des pluies en (mm)				Type
	H	P	E	A	
Zenâta	113,80	102,70	9,20	79,30	H.P.A.E
Saf saf	153	146,70	11,61	93,42	H.P.A.E
Ghazaouet	114,17	93,12	10,36	98,90	H.A.P.E

Le tableau 8 montre que les précipitations sont extrêmement variables d'une saison à l'autre, le maximum pluviométrique se déroule toujours pendant l'hiver.

On peut distinguer deux types de régime saisonniers des précipitations :

H.P.A.E : le plus répandu dans notre zone d'étude (station d'altitude où l'influence maritime est minime).

H.A.P.E : station de basse altitude sous l'influence maritime.

B -Températures

C'est l'horloge biologique de la plante .elles nous indiquent les différentes phases de la vie de l'arbre.

Il convient de noter que souvent les températures extrêmes plutôt que les moyennes jouent le rôle essentiel.

Tableau 9 : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et des minima du mois le plus froid (m)

Stations	M°C	m°C
Zenâta	32,80	5,6
Saf saf	33,42	5,4
Ghazaouet	32,65	6,1

1

Dans l'ensemble des stations les mois les plus chauds sont Juillet et Août, cette période coïncide avec une absence de pluviosité.

Cette notion de relation entre M°C et les précipitations nous amènent à définir la saison estivale, qui correspond au mois les plus secs (juin- juillet- août).

Le mois le plus froid est toujours enregistré en janvier. La période froide s'étale sur les mois de décembre, janvier et février.

- **L'amplitude thermique extrême moyenne** (indice de continentalité) :

Cet indice permet de préciser l'influence maritime ou continentale d'une région donnée.

On peut l'estimer par la méthode de DEBRACH (1953), cette dernière permet de définir le type de climat.

Climat insulaire $M - m < 15^{\circ}\text{C}$

Climat littoral $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$

Climat semi continental $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$

Climat continental $M - m > 35^{\circ}\text{C}$

Tableau 10 : Amplitudes thermiques et types de climat

Stations	M – m	Type de climat
Zenâta	27,20	Semi – continental
Saf saf	28,02	Semi – continental
Ghazaouet	26,55	Semi – continental

On remarque que l'ensemble des stations ont un climat semi – continental.

- **Températures moyennes mensuelles**

Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles en °C1982-2002

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	mo ye
Zenata	11,	12,	13,	15,	18,	22,	26	26,	24,	22,	15,	12,	18,4
	10	20	80	60	70	50		40	10	80	50	30	1
Saf saf	9,7	11,	12,	14,	16,	21,	25,	26,	22,	18,	14,	10,	16,9
	3	07	54	21	68	35	34	49	71	16	30	85	5
Ghazao uet	11,	12,	14,	15,	18,	22,	25,	26,	22,	19,	15,	12,	18,2
	26	15	10	69	96	65	98	67	84	49	49	68	4

On règle générale août est le mois le plus chaud et janvier le mois le plus froid.

Les températures moyennes annuelles varient entre $16,95^{\circ}\text{C}$ à Saf saf et $18,41^{\circ}\text{C}$ à Zenata.

La température moyenne annuelle T°C est combinée avec la température moyenne des minima du mois le plus froid m°C pour définir les étages de végétations méditerranéennes suivant DAGET, 1997 :

Thermo - méditerranéen : $T > 16\text{ °C}$, $m > +3\text{ °C}$ (variante tempérée) : Zenata, Saf saf Ghazaouet.

Méso – méditerranéen : $12\text{ °C} < T < 16\text{ °C}$, $0 < m < +3\text{ °C}$ (variante fraîche).

Supra – méditerranéen : $8\text{ °C} < T < 12\text{ °C}$, $-3\text{ °C} < m < 0\text{ °C}$ (variante froide).

C–Autres facteurs :

- **Le vent** : la région de Tlemcen connaît tout au long de l'année du vent de direction et de vitesse variable. Les plus fréquents arrivent de l'ouest, mais ceux du sud-ouest et du nord-ouest sont surtout présent en automne et même en hiver. Ces vents sont généralement chargés d'humidité. En été sur le « sirocco » venant du sud qui caractérise plus la région. Il est le plus redoutable pour la végétation
- **La neige** : Collignon 1986, note qu'à l'échelle régionale, les précipitations solides ne constituent qu'une faible part des précipitations totales.

Les neiges autres fois fréquentes, deviennent de plus en plus rares et restent variables selon les années. (Kazi tani. C, 1995).

D'une manière générale, la région de Tlemcen s'enneige presque annuellement et la fréquence d'enneigement varie d'une année a une autre et selon l'altitude et l'exposition des montagnes, entre les mois de décembre et février. Sont apparition est notée à partir de 800 m d'altitude où l'épaisseur de couverture neigeuse varie entre 15 et 30 cm, le maximum enregistré à HAFIR étant de 1,50m. (SELTZER, 1946).

La neige est signalée du 26 au 28 décembre 2004 sur les hauteurs de plus de 600m, une autre vague de neige a été enregistrée un mois plus tard, a partir de 300m soit le 26 et le 27 janvier 2005. (S.R.P.V, 2005).

- **Les gelées** : sont un phénomène ordinaire mais qui n'est pas moins préjudiciable; selon le moment où elles se produisent, elles peuvent avoir des conséquences plus ou moins importantes. (CARRETERO CANADO.I, 2003)

Elles sont présentes entre la fin du mois de décembre jusqu'à fin mars mais elles sont plus fréquentes durant le mois de janvier.

Durant l'année 2004 – 2005, l'hiver a été caractérisé par des températures nocturnes très basses se qui favorise la formation persistante de gelée a partir de 200m d'altitude a compter du mois de décembre. Ces gelées ont provoquées de fortes déshydratations au niveau des feuilles des cultures et des dommages physiques très importantes.

I.6.2.3–La synthèse bioclimatique :

Elle est basée sur six caractères :

A–Classification en fonction des précipitations

Tableau 12 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations

Précipitations en (mm)	Etage bioclimatique
600 – 800	Sub humide
400 – 600	Semi aride
300 – 400	Aride supérieur
200 – 300	Aride moyen
100 – 200	Aride inférieur
< 100	Saharien

Les précipitations moyennes annuelles dans nos stations varient entre 305,4 et 404,73 mm, donc on peut classer notre zone d'étude dans :

Le « semi aride », la station de Saf saf avec 404,73 mm ; l'aride supérieur la station de Ghezaouet avec 316,56 mm et celle de Zenata avec 305,40 mm.

B–Classification en fonction de la moyenne des minima :

Emberger 1955 et Sauvage 1963 subdivisent les étages bioclimatiques en sous étages en fonction de « m °C »

Tableau13 : Classification des sous étages en fonction de « m °C »

Moyenne des minima du mois le plus froid	- 3	0	3 - 7	11
Sous – étage	froid	frais	Tempéré	Chaud

La wilaya de Tlemcen est sous l'influence d'un hiver tempéré.

C-L'échelle thermo pluviométrique de Martonne

Cette valeur nous permet d'évaluer l'intensité de sécheresse dans notre zone d'étude elle répond a la formule suivante :

E marte = $P/T + 10$; **P** : pluviométrie annuelle en mm

T : température annuelle en °C

Tableau 14 : Classification climatique en fonction de l'échelle de Martonne

Echelle de Martonne	Classification climatique
0 – 5	Désert
5 – 10	Semi désert
10 – 20	Steppes et méditerranéen
20 – 30	Zone d'olive et de céréales
30 – 40	Zone humide
< 40	Zone très humide

Tableau 15 : Le type de climat selon l'échelle de Martonne

Stations	Indice de Martonne	Type de climat
Zenata	10,74	Steppe et méditerranéen
Saf saf	15,01	Steppe et méditerranéen
Ghazaouet	11,20	Steppe et méditerranéen

Remarque : l'influence maritime que subit la station de Ghazaouet ne permet pas d'éviter leurs tendances vers l'aridité.

A partir de l'échelle de Martonne on peut calculer le coefficient d'aridité mensuel, qui nous donnera une idée des besoins en eau durant une année en fonction des précipitations et des températures moyennes mensuelles.

Ce coefficient se calcul de la façon suivante :

$$EARI = 12P/(T+10)$$

Tableau 16 : les besoins en eau dans notre zone d'étude

Stations	Echelle d'aridité
Zenata	128,88
Saf-saf	180,12
Ghazaouet	134,40

D–Indice de sécheresse estivale (ISE) ou l'indice xérothermique

Pour apprécier l'intensité et l'importance de la saison sèche en climat méditerranéen EMBERGER (1942) a proposé cet indice :

ISE = P/M ; P : total des moyennes de précipitations estivales (mm)

M : moyenne des maxima de la période estivale (°C)

On peut dire que notre zone d'étude est sous l'influence du climat méditerranéen si **ISE** .

Tableau 17 : la variation des indices de sécheresse estivale dans notre zone d'étude

Stations	P(mm)	M°C	ISE
Zenata	9,20	32,80	0,28
Saf saf	11,61	33,42	0,34
Ghazaouet	10,36	32,65	0,31

Les valeurs de l'indice de sécheresse estivale dans notre zone d'étude sont faibles caractérisant un climat méditerranéen.

E–quotient pluviométrique d'Emberger (1952)

L'emploi du quotient pluviométrique Q2 est spécifique au climat méditerranéen, ce quotient permet d'apprécier l'aridité des régions méditerranéennes, les valeurs étant d'autant plus basses que le climat est plus sec. (MESLI. K 2001)

A partir du Q2, Emberger a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatique (Saharien, Aride, Semi aride, Sub humide, Humide).

Puis en 1952, il a proposé une formule plus simple pour calculer ce quotient :

$$Q2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

P : moyenne annuelle des précipitations (mm)

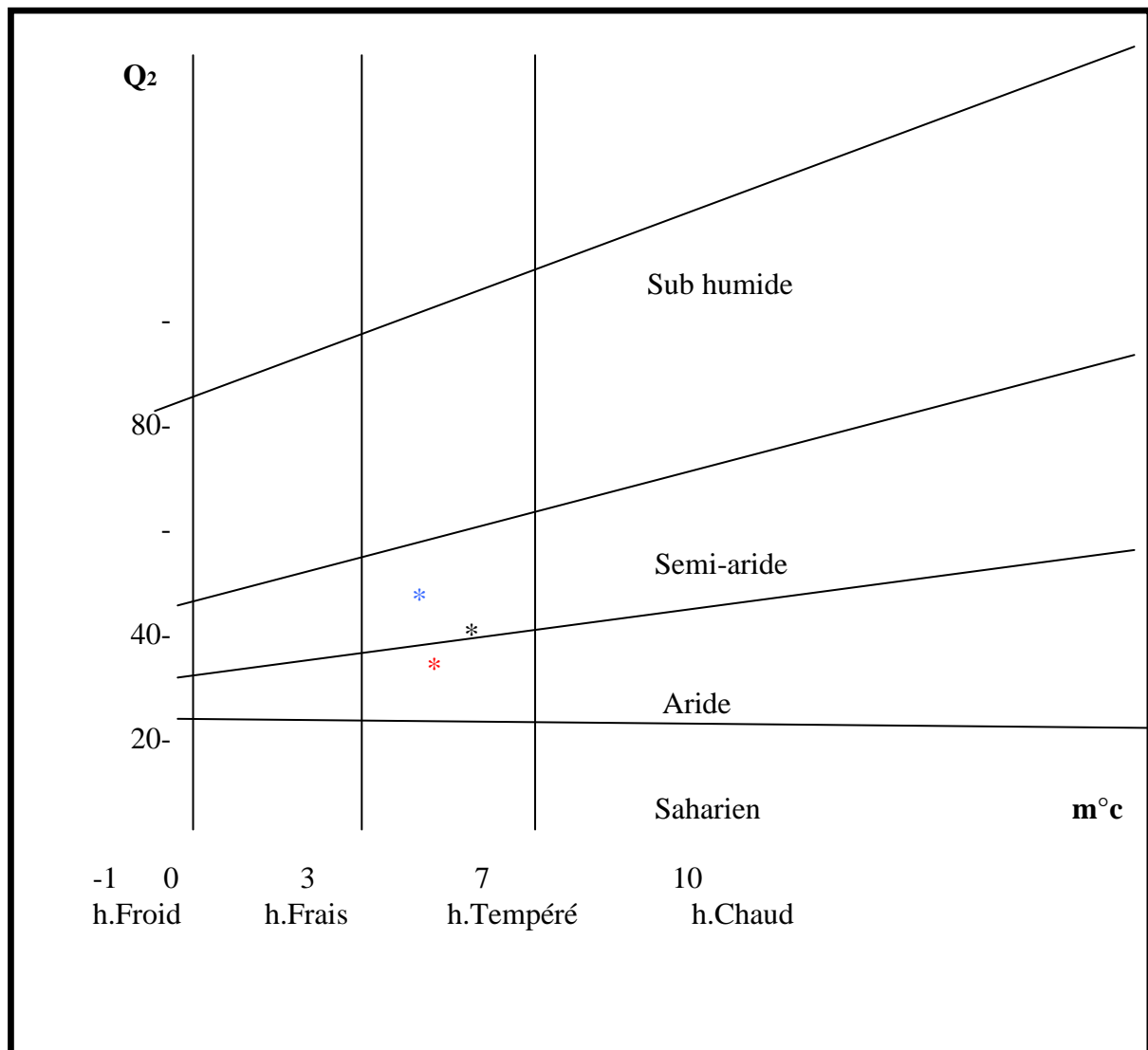
M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K ($M \text{ °K} = M \text{ °C} + 273$)

m : moyenne des maxima du mois le plus froid en °K ($m \text{ °K} = m \text{ °C} + 273$)

Cet indice nous permet de localiser les stations d'étude parmi les étages de végétation tracés sur le climagramme d'Emberger. (Voir Figure N° 01)

Tableau 18 : les valeurs de Q2 obtenus

Stations	M °C	Q2	Etage bioclimatique
Zenata	5,60	38,42	Semi aride supérieur a hiver tempéré
Saf saf	5,40	49,39	Semi aride moyen a hiver tempéré
Ghazaouet	6,10	40,78	Semi aride supérieur a hiver tempéré



- * **Zenâta**
- * **Saf saf**
- * **Ghazaouet**

Figure 5: Le climagramme pluviométrique d'Emberger

F-Diagramme ombrothermique de Bagoules et Gausсен :

Pour connaître l'interaction qui existe entre la température et les précipitations, et pour connaître l'aridité moyenne des différents mois, on peut réaliser un diagramme ombrothermique, qui exprime sur le même graphe les précipitations mensuelles et les températures moyennes, sous forme de courbe. Les mois secs ($P \text{ mm} < 2 T^{\circ}\text{C}$) sont ceux qui se situent dans l'espace entre les deux courbes (période sèche).

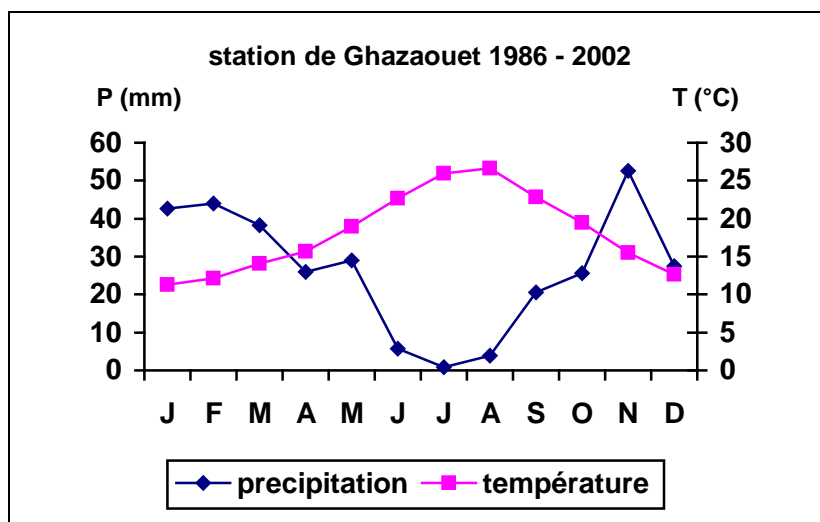
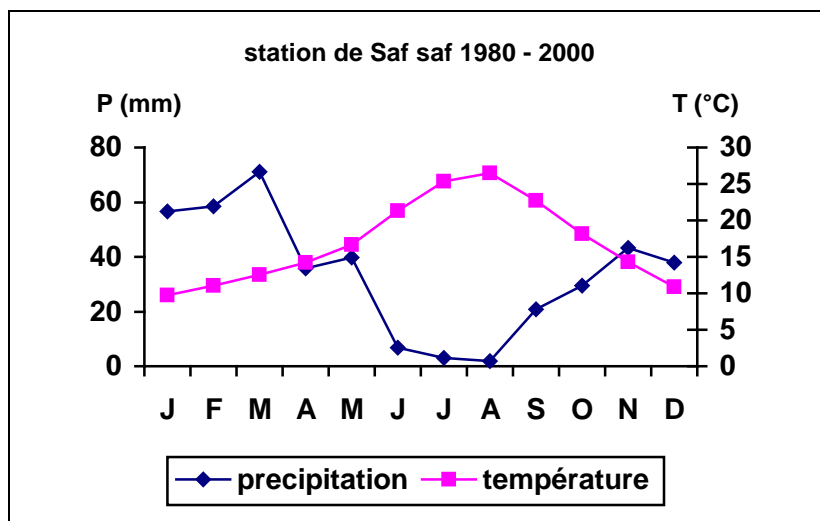
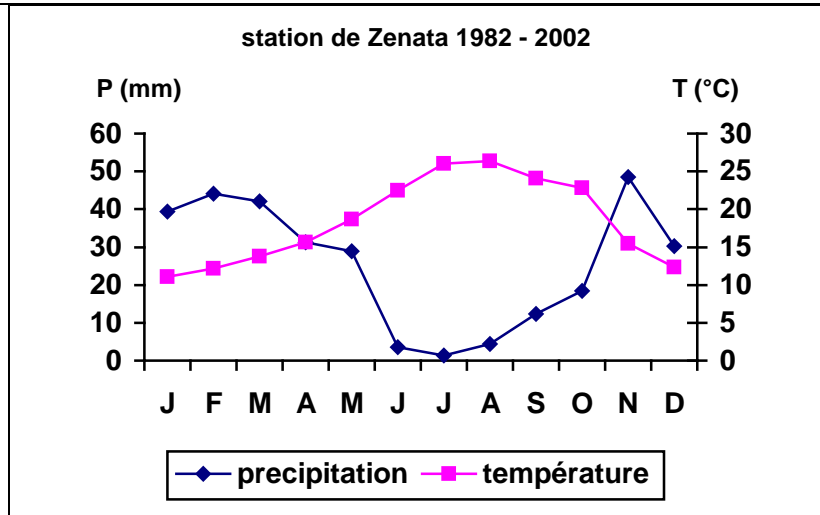


Figure 6 : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

A partir des diagrammes ombrothermiques, il est possible de caractériser les stations par une saison sèche ou période déficitaire s'étalant sur six à huit mois, cas de l'ensemble de nos stations.

Avec la comparaison des diagrammes établis pour chacune des stations de références, la région d'étude s'identifie par une sécheresse accentuée, car la surface comprise entre les deux courbes est importante.

I.6.3- Conclusion :

Notre région d'étude (Hennaya) appartient à un climat méditerranéen semi-aride caractérisé par deux saisons contrastées ; la première, plus ou moins chaude et sèche : c'est l'été, la deuxième, hivernale, froide, à pluviosité abondante -selon l'altitude.

L'Hiver est tempéré, ce qui veut dire que le froid excessif -s'il existera- sera perturbé soit par les pluies ou par une remontée brutale de la température ; donc l'occurrence du froid, qui est un élément essentiel pour le débournement dans le cycle végétatif, sera interrompue. Dans ce cas il est déconseillé de choisir des espèces :

- Qui demandent, une période hivernale (repos végétatif) très froide (inférieur à 5°C), et plus ou moins longue pour leurs débournements.

Dans notre région d'étude, les problèmes qui peuvent s'opposer à la végétation sont ; la gelée, la grêle, les orages, les vents périodiques et le brouillard. Ces derniers sont fréquents -surtout- durant le Printemps et l'Hiver, et causent de grands problèmes. Donc il est conseillé :

- D'éviter les cépages précoces et mêmes tardives, et choisir celles qui peuvent résister aux conditions climatiques notées ci-dessus ;
- D'exercer un traitement phytosanitaire curatif, contre les maladies pathogènes telles que : le mildiou, l'oïdium, ..., où une forte hygrométrie leurs sont favorable au développement et les vents qui sont pour eux un moyen de dissémination.

II.1-La plante

II.1.1-Introduction :

La vigne est un arbrisseau sarmenteux de la famille des Vitacées, précédemment appelée Ampélidacées largement cultivé pour ses fruits en grappes, le raisin, dont on tire le vin. Il en existe d'innombrables variétés cultivées appelées cépages : Alicante, Syrah, cabernet, chardonnay, merlot, pinot, sauvignon, etc. La culture de la vigne, ou viticulture, occupe environ 8 millions d'hectares dans le monde et produit près de 300 millions d'hectolitres de vin.

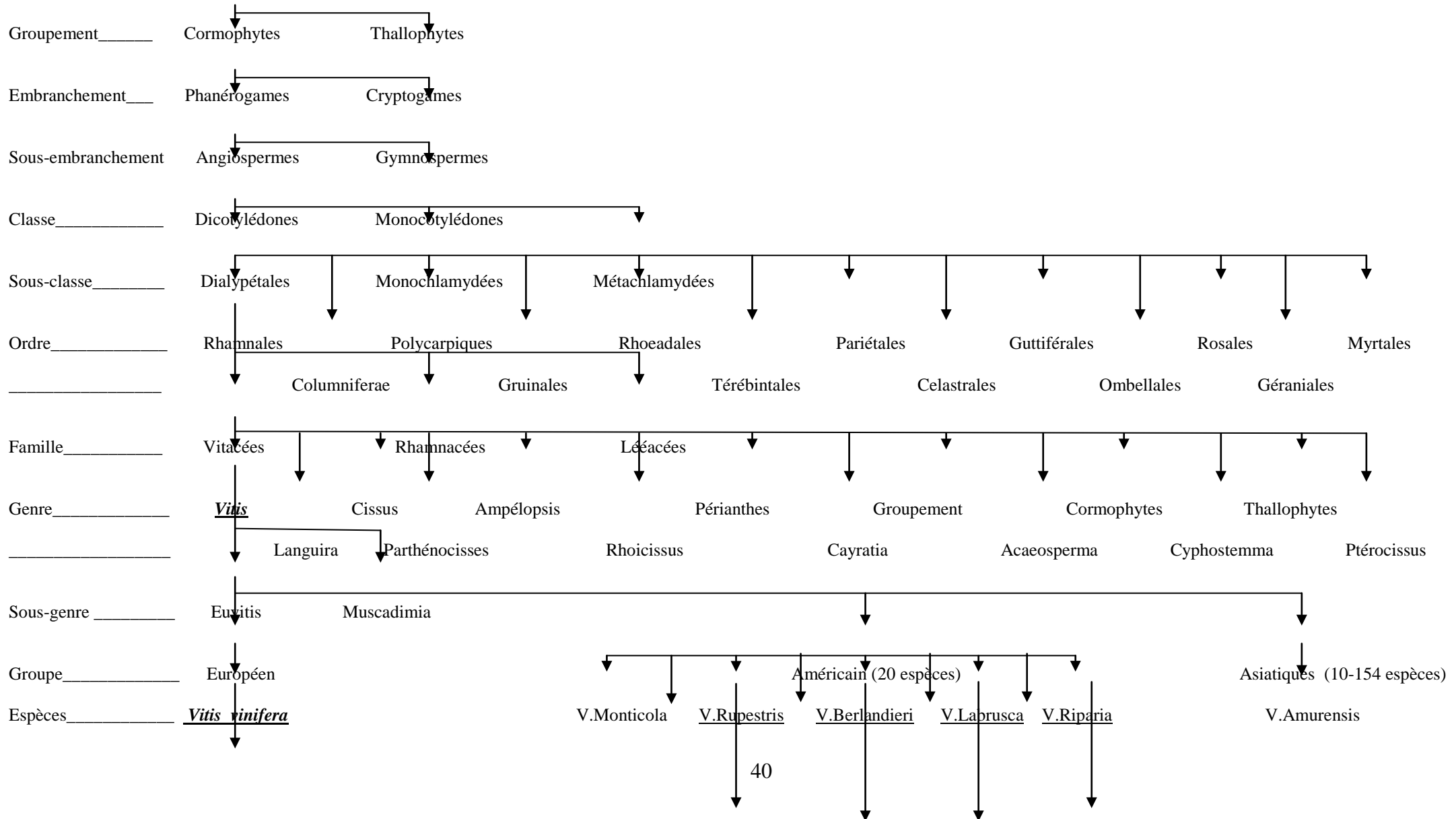
II.1.2-2-Origine et diffusion de la vigne

Elle est cultivée depuis des temps immémoriaux en Europe, dans l'ouest de l'Asie (Moyen-Orient, Caucase) et le nord de l'Afrique. La vigne eurasiennne est consommée depuis les temps préhistoriques ; des pépins de raisin ont été découverts dans les restes d'habitations lacustres de l'âge du bronze en Suisse et en Italie, et dans des tombes de l'Égypte antique. On admet que sa culture débuta, il y a quatre mille ans à partir des espèces sauvages du Proche-Orient (Caucase, Asie Mineure, Iran). La culture de la vigne, pratiquée en Palestine à l'époque biblique, fut introduite dans le reste du bassin méditerranéen par les marins phéniciens. Les Grecs cultivaient la vigne et cette plante fut plus tard adoptée par les Romains.

La vigne eurasiennne est maintenant cultivée dans les régions suffisamment chaudes du monde entier, en particulier en Europe occidentale, dans les Balkans, en Californie, en Australie, en Afrique du Sud et dans certaines régions d'Amérique du Sud. Elle fut introduite en Amérique du Nord à l'époque coloniale, mais cette première tentative échoua en raison des attaques de parasites et des maladies des plantes (BERTSCHINGER L 2004).

Pour l'Algérie spécialement et l'Afrique du Nord généralement (les pays du Maghreb), le raisin était consommé depuis la plus haute Antiquité, mais il s'agissait essentiellement de vignes sauvages dont les petites grappes, aux grains compacts et au goût âpre, étaient dégustées fraîches ou séchées au soleil. Les Romains ont apporté les premières techniques viticoles comme le montrent les nombreuses mosaïques d'époque représentant, notamment, des scènes de vendanges (site web n°1).

II.1.3-3-Systématique de la vigne : (voir schéma N°01) ; (Luis Hidalgo, 2005)



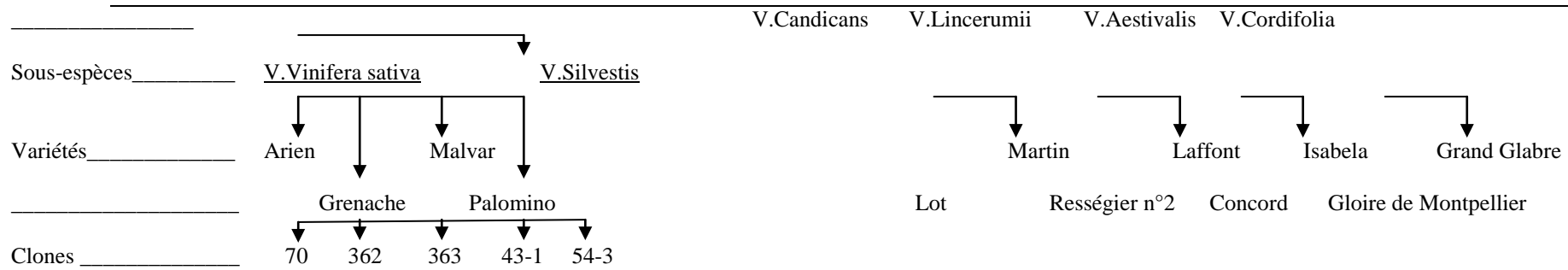


Schéma N°1 : Systématique de la vigne

II.1.4-Les organes de la vigne :

II.1.4.1-Les racines :

Les racines d'une souche de vigne sont des racines adventives nées en majeure partie sur le noeud inférieur de la bouture ou greffe –bouture dont elle est issue. Dans des conditions chaudes et humides on peut observer le développement des racines adventives aériennes (PIERRE HUGLIN 1986).

En examinant l'extrémité d'une radicelle au microscope, on observe tous au bout une sorte de capuchon ou de dé à coudre de tissus durs appelé *coiffe* qui lui permet de s'allonger et de pénétrer dans le sol sans abîmer la zone méristématique molle et délicate située à l'intérieur et qui génère cette croissance. (LUIS HIDALGO 2005)

II.1.4.2-Les troncs et les bras :

Au niveau du couvert ou parties aériennes de la vigne on distingue le tronc, les bras, plus ou moins long (qui peuvent être absent sur les vignes taillées) – les coursons ou long bois qui constituent les rameaux formés l'année précédente et *pampres* ou rameaux herbacés de l'année qui, au cours de leur aoûtement en automne, se transforment en sarments dotés de feuilles, de vrilles et de grappes (de fleurs et plus tard de fruits).

Le tronc et les bras de la vigne font partie du couvert ; on les appelle organes vivaces car ils subsistent quasiment toute la durée de vie de la plante (LUIS HIDALGO 2005).

Leurs fonctions outre la respiration, consistent à soutenir les sarments, les rameaux et leurs bourgeons, les feuilles, les grappes et les vrilles ainsi qu'à acheminer la sève brute vers les organes à travers un système de vaisseaux (ligneux et criblés) et, lorsque celle-ci est transformée en sève élaborée, à nourrir toute la plante. (LUIS HIDALGO 2005)

II.1.4.3-Les rameaux et les sarments :

Chez la vigne, comme chez d'autres plantes les pousses ici *les rameaux*, grossissent précisément à l'endroit où s'insèrent les feuilles, les bourgeons, les vrilles et les petites

grappes de fleurs qui se transformeront ultérieurement en grappes de fruits (raisins). Ce point de grossissement s'appelle *un nœud* ; les parties comprises entre deux de ces nœuds s'appellent les *entre-nœuds* (LUIS HIDALGO 2005).

II.1.4.4-Les feuilles :

Les feuilles sont composées d'une queue ou *pétiole* et d'une partie élargie et étalée, appelée *limbe*, sillonnée par des nervures de différents ordres.

Le pétiole et les nervures du limbe qui le prolongent forment des sortes de cordons ; on retrouve dans cette anatomie les deux systèmes de vaisseaux conducteurs de la sève brute et de la sève élaborée : le premier sert à transformer la sève brute en sève élaborée, le second permet à la sève élaborée d'alimenter les tissus de la feuille et du reste de la plante (LUIS HIDALGO 2005).

II.1.4.5-Les bourgeons :

Tous les bourgeons de la vigne sont constitués d'écailles externes brunes plus ou moins foncées et d'une bourre blanchâtre abondante (duvet) à l'intérieur. Ces écailles protègent les *cônes végétatifs* – véritables pousses miniatures – grâce à un *méristème* terminal qui assure la croissance du rameau et de tous ses organes – également minuscules : ébauches de feuilles, de vrilles, d'inflorescences et de bourgeons (LUIS HIDALGO 2005).

A l'aisselle du pétiole des feuilles on distingue deux types de bourgeons ; *prompt bourgeon* et *l'œil latent*.

Le prompt bourgeon ainsi que son nom l'indique a la propriété de pouvoir se développer l'année même de sa formation. Normalement, il ne donne que des pousses réduites désignées sous le nom d'entre cœur.

Le bourgeon latent n'évolue par contre presque jamais en pousse l'année de sa formation. Au cours du cycle végétatif, il change uniquement de volume ; d'abord plus réduit que le prompt bourgeon, il devient par la suite volumineux que ce dernier.

Alors que le prompt bourgeon est formé d'un seul bourgeon, la structure de l'œil latent est plus complexe (PIERRE HUGLIN 1986).

II.1.4.6-La fleur :

Dès l'apparition de bourgeons fertiles sur le rameau et dans les cônes végétatifs des bourgeons, des groupes spécifiques de cellules se multiplient rapidement. Le bourgeon et le rameau qui le porte poussent et donnent naissance aux fleurs. Il n'est pas inutile de rappeler que les inflorescences (ébauches de grappes) sont définitivement formées, en miniature, dans le bourgeon, c'est à dire que leur arborescence est le nombre de fleurs qui verront le jour à la fin de la phase de croissance de la vigne sont déjà établis.

Une fleur complète *hermaphrodite* (cas le plus courant sur nos vignes) est principalement formée : d'un petit pédoncule ou pétiole , conduit pourvu de systèmes vasculaires par lequel la sève brute circule et, principalement, la sève élaborée, nécessaire au développement et à la maturité des parties persistantes de la fleur qui, après fécondation, donnent naissance à un grain de raisin (fruit) ; d'un *calice* ; d'une *corolle* , qui après ouverture revêt habituellement la forme illustrée sur le dessin avant de tomber ; d'étamines au nombre de cinq, composées d'un *filet* et d'*anthères* doubles, qui contient les *grains de pollen* et tombent après fécondation ; et d'un *pistil* , en forme de bouteille, dont la *cavité ovarienne* est cloisonnée et contient quatre ovules . Le col de la bouteille, ou *style*, se termine par une sorte d'élargissement, appelé *stigmate*, qui secrète un liquide sucré épais.

Exceptionnellement, certaines variétés sont dotées de fleurs unisexuées masculines ou féminines, en raison d'une mauvaise conformation des étamines ou de pistil ; chez d'autres variétés, le pollen possède un pouvoir fécondant insuffisant, particularité dont il faut tenir compte lorsqu'on les cultive. (LUIS HIDALGO 2005)

II.1.4.7-Le grain de raisin :

Les fleurs fécondées donnent naissance à de petits grains de raisin ou *baies* qui grossissent rapidement. Elles sont formées d'une pellicule extérieure, la *peau*, d'une *pulpe*, qui remplit quasiment tout le grain, de *pépins* et d'une prolongation des canaux du pétiole court, appelée *pinceau*, par laquelle s'effectue l'afflux de sève qui alimente l'ensemble.

Jusqu'à un stade bien avancé de la végétation, le grain est vert, il contient de la chlorophylle. Il élabore une partie de la sève qui le nourrit, mais la majorité de la sève qu'il reçoit est produite par les feuilles (LUIS HIDALGO 2005).

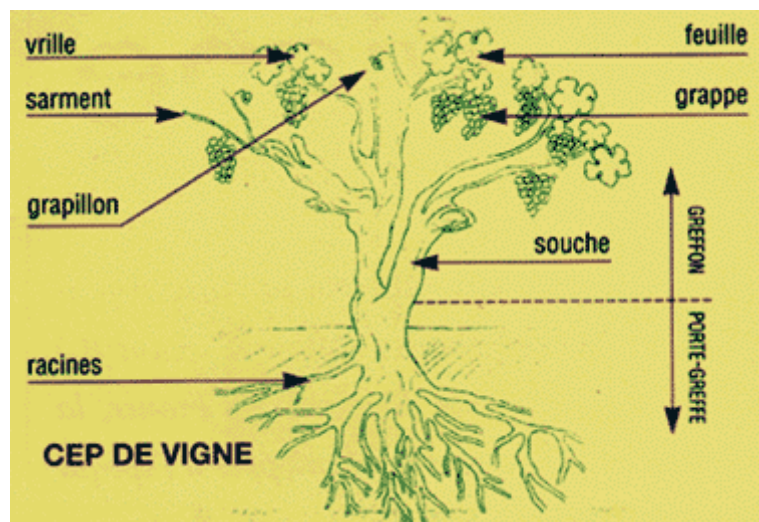


Figure 7 : les organes de la vigne

II.1.5-Le cycle végétatif :

Chaque année la vigne se développe en fonction des saisons. Elle suit un cycle végétatif qui se décompose en plusieurs étapes.

HIVER

De novembre à février, la vigne entre dans une période de sommeil, appelée aussi repos hivernal. La sève ne circule plus dans la plante. Le viticulteur taille la vigne, afin de supprimer les sarments et sélectionner les bourgeons qui donneront les pousses et les fruits de l'année suivante.

PRINTEMPS

En mars/avril, c'est le débourrement : les bourgeons commencent à se développer. C'est la période de croissance des rameaux et des feuilles. La vigne se réveille ; la sève circule à nouveau dans la plante. En mai/juin, c'est la floraison avec l'apparition de petites fleurs.

ETE

En juillet, le feuillage continu à se développer et les fleurs vont donner des grains de raisins : c'est la nouaison. En août, c'est la véraison ; les raisins verts grossissent et mûrissent, ils se colorent soit en rouge, soit en jaune, deviennent moins acides et s'enrichissent en sucres et en arômes...

AUTOMNE

En septembre/octobre, c'est l'époque des vendanges. Les raisins sont récoltés manuellement. En fin de saison, les feuilles tombent et sont emportées par le vent.

II.1.6-Les variétés (cépages) :

Qu'est-ce qu'un cépage ?

Un cépage est une variété de vigne qui produit soit du raisin de table (Italie, Alphonse La vallée, Chasselas, Muscat...), soit du raisin de cuve (Merlot, Cabernet-Sauvignon, Chardonnay, Sauvignon...).. Il existe plus de 6 000 cépages à travers le monde dont les raisins diffèrent par :

Leur goût : certains sont plus ou moins acides, plus ou moins sucrés, et développent diverses saveurs.

Leur couleur : la pellicule peut être blanche ou rouge, de même pour la pulpe.

Leur grosseur : en général, les baies de raisins de table sont plus grosses et plus charnues que les baies de raisins de cuve, destinées à l'élaboration du vin.

*Tableau 19 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES DES PRINCIPAUX
CEPAGES DE TABLE CULTIVES EN ALGERIE*

Cépage	Maturité	Aptitudes culturales	Porte-greffes	Zone de culture
Chasselas	Mi-juin début juillet	- Sols maigres de coteaux - Sols riches, sensible au mildiou, oïdium, siroco, vents chargés de sable et embruns ; bonne transportabilité	41 B	Zones littorales hiver doux et étés tempérés
Cardinal	1ère semaine de juillet	- Terres riches, sensibles au mildiou, oïdium, et gelées d'hiver	1103 P 41 B	Zones chaudes et bien exposées au soleil Zone littorales
Alphonse la vallée « Gros Noir »	Fin juillet Début août	- Terrains frais et fertiles, sensibles à l'oïdium, mildiou, bonne transportabilité	SO 4 99 R 110 R	Plaines sub-littorales vallées intérieures
Italie	Zone littorales : fin juillet Début septembre Zones de montagnes mi-octobre mi-novembre	- Sols riches et frais sensible au mildiou et l'oïdium, à la pourriture grise et aux gelées d'hiver	99 R 110 R 1103 P	Plaines littorales et zones de montagnes
Muscat D'Alexandrie	mi-août mi-septembre	- Redoute le sirocco, préfère la proximité de la mer	SO 4 41 B	Zones littorales
Sultanine	Début août	- Terre riches et irriguées, sensible au mildiou, facile à sécher	SO 4	Zones à étés chauds et secs
King's Ruby	Début août	- Très productif sur terrain profond et riche et en irrigué	SO 4	Zones à étés chauds et secs
Ahmar Bou-Amar	mi-Septembre à mi-novembre	- Sols riches, a besoin de nuits froides pour colorer ses grains	41 B 1103 P	Zones de montagne
Valens	mi-septembre à fin décembre	- Se conserve bien sur souche, résiste au transport	110 R 1103 P 41 B	Zones de montagne et plaines sèches

Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain T'émouchent); 2006

*Tableau 20 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES DES PRINCIPAUX
CEPAGES DE CUVE CULTIVES EN ALGERIE*

cépage	Utilisation	Aptitudes culturales	Zone de culture	Porte-greffes
Carignan	Cuve	Peu exigeant, très sensible à l'oïdium, régulièrement productif	Montagnes et coteaux	Tous les porte-greffes lui conviennent
Cinsault	Cuve et table	Productif, résiste au sirocco, assez sensible au mildiou et à l'oïdium	Plaines coteaux et montagnes	Porte-greffes moyennement vigoureux 99 R 41 B
Grenache	Cuve	Sensible à la coulure	Coteaux et montagnes	Hybrides Berlandieri
Alicante Bouchet	Cuve	Productif, sensible à la sécheresse, Résistant à l'oïdium sujet à coulure.	Plaines sèches et coteaux maigres	99 R 11OR 41 B
Clairette	Cuve et table	Sensible à la coulure, à l'eudémis et au mildiou. Résistant à l'oïdium.	Coteaux et montagnes	SO 4
Uni Blanc	Cuve	Rustique et résistant à l'oïdium, mais sensible au mildiou ; très vigoureux	Coteaux et montagnes	41 B
Merseguera	Cuve	Résiste bien au sirocco et aux maladies cryptogamiques	Plaines sèches et coteaux maigres	41 B SO 4
Farrana	Cuve et table	Très productif, sensible à la pourriture	Coteaux et montagnes	41 B 1103 P

Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain Témouchent); 2006

II.1.7.-La multiplication (BERTSCHINGER L 2004). :

Elle se reproduit par grains, boutures, greffes et marcottes ; le semis direct en plein champ n'est guère employé.

On la multiplie le plus ordinairement par une *bouture* qui se fait avec un sarment de l'année de 40 cm, que l'on détache du cep et que l'on plante en ligne en automne (en Décembre, ou en Avril) à 30 cm de profondeur, en laissant deux yeux hors de terre. On obtient ainsi le franc ou français, qui a le grand inconvénient de ne pas résister au phylloxéra.

La multiplication par *marcotte* se fait avec un sarment que l'on couche sans le détacher du pied, et que l'on recouvre à son milieu, en prenant soin de tailler l'extrémité à deux yeux hors de terre. On le détache de la tige mère (*sevrage*) au printemps ou en automne, lorsque la racine s'est bien développée.

Le plant franc obtenu ainsi ou par bouture ne résiste pas au phylloxéra ; mais on est parvenu à cultiver, de façon très rémunératrice, le plant dit Américain ou issu d'Américain (de par son origine) et dont les racines très résistantes empêchent le ravage du terrible champignon.

On la multiplie surtout par greffages : greffe en écusson, greffe anglaise ; cette dernière la plus employée, se pratique sur des plants enracinés ou sur des boutures sans racines, en place ou sur place et se fait en Février - Mars. On trouve même actuellement dans le commerce, des plants greffés qui abrègent le travail, et évitent de gros ennuis surtout au immense vignoble pour lequel la greffe paraît trop difficile.

II.1.7.1-Les portes greffes :

Les espèces d'origine américaine ayant chacune des caractéristiques et des aptitudes différentes en relation avec leur région d'origine ont été hybridées entre elles pour obtenir dans les combinaisons la prédominance des caractères recherchés.

Le ministère de l'Agriculture recommande les porte-greffes appartenant aux groupes suivant :

Hybrides RIPARIA	x	BERLANDIERI.
Hybrides RUPESTRIS	x	BERLANDIERI.
Hybrides VINIFIRA	x	BERLANDIERI.

*Tableau 21 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES CULTURALES
DES PORTES GREFFES RECOMMANDES EN ALGERIE*

<i>Aptitudes</i> Porte- Greffes	Résistance au calcaire	Résistance à la Sécheresse	Résistance à l'humidité	Résistance aux nématodes	Résistance au sel	Vigueur Communiquée	Action sur le cycle végétatif	Reprise au Greffage sur place	Type de sol	Zone de culture
SO 4	17 %	faible	bonne	élevés	non résistant	moyenne	avance	bonne	Humides profonds peu compacts	Plaines humides du centre et de l'Est
99 R	17 %	moyenne	très faible	Elevés	non résistant	vigoureux	retarde	bonne	Calcaires granuleux caillouteux semi- compacts	Plaines humides du l'Ouest et du Centre
110 R	17 %	élevés	sensible	moyenne	non résistant	très vigoureux	retarde	bonne	Très secs argilo- calcaires coteaux maigres	Ouest
1103 P	18 %	élevés	moyenne	moyenne	résistant jusqu'à 1%	très vigoureux	retarde	bonne	Argilo-calcaires compacts	Centre Ouest Est
140 Ru	30%	élevés	faible	moyenne	non résistant	très vigoureux	retarde	médiocre	Secs et calcaires	Côteaux secs Ouest et centre
41 B	40%	moyenne	faible	faible	non résistant	moyenne	avance	bonne	Très calcaires profonds drainés	Ouest et côteaux du Centre

Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain T'émouchent); 2006

II.1.8-Plantation :

La plantation peut se faire à partir de novembre lorsque la vigne est en repos végétatif (chute des feuilles). Selon les régions, elle peut s'étaler jusqu'à mai notamment dans les régions où il peut y avoir des gels tardifs. Le réveil végétatif dépend d'un cumul de températures au dessus de 10°C pendant un certain laps de temps.

Après défoncement et préparation du sol, on ouvre des trous de 30 cm/ 30 cm/1 m ; on taille les racines à une longueur de 7 à 10 cm, on place le plant (bouture ou marcotte enracinée, que soit greffée ou pas) en l'obliquant de sorte que le niveau de la greffe soit au niveau du sol. On comble le trou et on le tasse au même temps, puis on butte le plant pour empêcher son dessèchement par le soleil.

Toutes les pousses sont ensuite éliminées, sauf la plus robuste, qui est taillée pour qu'elle ne lui reste plus que deux ou trois bourgeons ; ce traitement est répété au printemps pendant les deux années suivantes. Le plant qui en résulte développe un tronc principal robuste : *le cep*, ressemblant à un petit tronc d'arbre. Avant qu'on le laisse fructifier ; le cep est capable de se soutenir tout seul.

La vigne peut se planter à une importante densité, mais il faut au moins avoir la précaution que l'intervalle entre les lignes soit de 3 m de distance, pour faciliter le travail mécanique (labour, sarclage, cueillette, ...) ; sur les lignes, la plantation peut se faire tous les 0.75 m jusqu'à 2 m.

Généralement, le vignoble est maintenu propre par 3 labours par an :

- Au voisinage du débourrement (Janvier Février).
- Un peu avant la floraison (Mai).
- À la nouaison (vers Juin).

Ces labours ont pour objectifs la destruction des mauvaises herbes, l'ameublissement et l'aération du sol. - BERTSCHINGER L., 2004

II.1.9-Les soins culturaux:

II.1.9.1-Fumure

La matière organique n'est pas directement un aliment pour la plante. Elle apporte au sol des éléments indispensables à sa fertilité. Elle doit être enfouie dans les premiers centimètres du sol, de façon à se décomposer toujours en présence d'un peu d'oxygène. Elle peut être d'origine animale ou (et surtout) végétale. La matière animale est plutôt à considérer comme un engrais

apportant principalement de l'azote. La matière végétale doit provenir de végétaux « murs » (c'est-à-dire lignifiés) et fermentescibles. Les besoins de restitution se calculent en fonction du type de sol et du climat. On donne comme moyenne, pour entretien, l'équivalent de 5 à 15 tonnes de fumier par an et par hectares.

II.1.9.1.2-La fumure d'entretien :

Éléments minéraux

Note : les besoins sont calculés en « unités » (ou kilos), qui représentent des kilos de l'élément indiqué, pour un hectare et par an. Exemple : 50 unités d'un élément « x » pourront être apportés par 100 kg d'un engrais contenant 50% de cet élément, ou bien par 500 kg d'un engrais en contenant 10%. Les quantités sont exprimées soit en élément pur (cas de l'azote, -N), soit en composé, oxyde ou autre (cas des phosphates P_2O_5 ou de la potasse K_2O)
Les quantités sont exprimées en grammes dans le cas des oligo-éléments, dont les besoins sont beaucoup plus réduits.

===== Besoins annuels approximatifs, pour un hectare de vigne « moyenne » =====

5 à 20 « kilos » d'azote;

10 à 50 « kilos » d'acide phosphorique (P_2O_5);

50 à 120 « kilos » de potasse (K_2O);

60 à 80 « kilos » de calcium (Ca);

Les quatre éléments ci-dessus sont appelés éléments principaux, ou majeurs.

15 à 20 « kilos » de magnésie (MgO), élément appelé « secondaire »;

Les éléments ci-dessous sont dénommés « oligo-éléments ». Leurs besoins moyens sont :

400 à 600 grammes de fer (Fe)

150 à 200 grammes de bore (B)

180 à 300 grammes de manganèse (Mn)

200 à 300 grammes de cuivre (Cu)

150 à 200 grammes de zinc (Zn)

4 à 10 grammes de molybdène (Mo).

Époque et mode d'apport

Époque : Souvent, selon les régions, les éléments minéraux sont apportés immédiatement après la vendange, pour favoriser la constitution de réserves nutritives avant la chute des feuilles.

Dans les régions les plus septentrionales, la récolte est plus tardive et la chute des feuilles est plus précoce. Les épandages d'engrais se font plutôt en fin d'hiver.

Mode d'apport : Les éléments majeurs s'épandent, en général, en surface, suivi ou non d'un enfouissement. Dans d'autres cas, ils sont enterrés directement à l'aide d'un semoir spécial, muni d'un soc enfouisseur, appelé « localisateur ». Cette technique est destinée à rapprocher l'engrais de la zone explorée par les racines, à le concentrer et aussi à limiter la concurrence des mauvaises herbes.

Compte tenu des quantités (besoins) relativement faibles, les oligo-éléments sont apportés soit au sol, dans les mêmes conditions que les éléments majeurs, soit en saison, par voie foliaire. Dans tous les cas, on doit s'assurer qu'ils resteront assimilables longtemps.

Forme et formulation

Azote : Azote organique (naturelle ou de synthèse (urée)), Nitrate d'ammoniaque (ammonitrate 33%), sulfate d'ammoniaque 21%, phosphate d'ammoniaque, etc.

Phosphates : selon le pH du sol, apports de phosphates naturels plus ou moins finement moulus, superphosphates de chaux, phosphate d'ammoniaque. Ce dernier produit est à conseiller dans les sols calcaires, car il sera plus longtemps assimilable par la plante.

Potasse : Chlorure et sulfate sont les deux formes les plus employées.

Calcium : à réserver aux sols acides ou décalcifiés. La finesse du produit à employer est notamment fonction de l'acidité des sols.

Magnésie : Sulfate de magnésie et patenkali apportent une forme de « MgO » longtemps assimilable.

Les oligo-éléments peuvent être apportés sous forme de chlorure, sulfate, nitrate, chélate, ou aussi sous forme organométallique. Veiller à leur assimilabilité dans le temps.

II.1.9.2-Taille

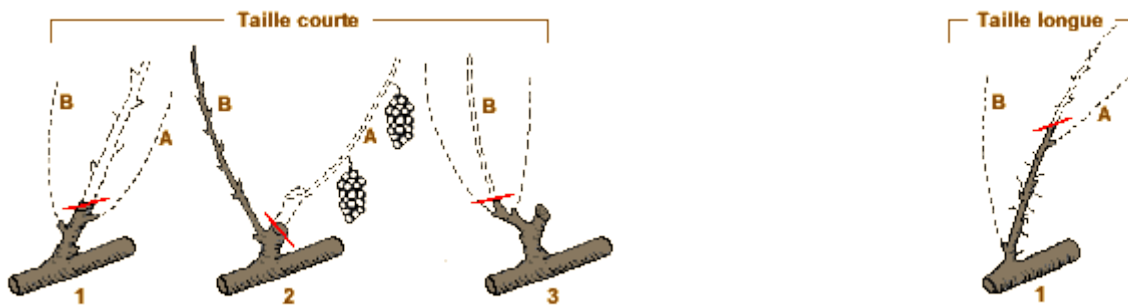
II.1.9.2.1-La taille de plantation :

À la plantation d'un jeune plant de vigne, on ne laisse que les deux premiers bourgeons : on parle de taille bi gemme. En limitant le développement à deux bourgeons seulement, on obtiendra des pousses vigoureuses plutôt que de nombreuses brindilles faibles.

L'année suivante, à la sortie de l'hiver, on enlèvera les gourmands à la base, et on ne conservera que la branche la plus forte, celle-ci sera taillée. Là encore, à 2 bourgeons pour avoir de nouvelles pousses vigoureuses. La taille doit être faite avant le débourrement. [23]

II.1.9.2.2-Taille sèche

La taille est le procédé par lequel le viticulteur influe sur la formation des sarments et la productivité quantitative ou qualitative selon les objectifs. On peut distinguer 2 sortes de taille : taille longue (on laisse 4 à 10 yeux par sarment) et taille courte (2 à 3 yeux par sarment)



1- 1ère année : A rameau fructifère taillé à 2 yeux.
B rameau de remplacement.

1ère année : A rameau fructifère. 1-

2- 2ème année : A suppression du rameau qui a fructifié.

B rameau de remplacement.

3- 2ème année : B même cas que la 1ère année (taillé à 2 yeux).

Figure N°8: la taille sèche

II.1.9.2.3-Taille en vert

Ou opérations en vert, ce sont les travaux réalisés durant l'été sur les vignes en production dans le but est de favoriser la maturation des baies ou d'améliorer les conditions sanitaires. On distingue notamment:

L'ébourgeonnage: ce n'est pas l'élimination des bourgeons (qui est l'éborgnage), mais la suppression des rameaux de la partie haute du cep, non souhaités lors de la taille d'hiver.

L'épamprage: correspond à la suppression des gourmands (=pousses) sur le tronc, afin d'éviter une consommation inutile de la sève.

Le désavantage: consiste à supprimer les repousses partant du porte-greffe.

Le palissage: cette action a pour but de maintenir la végétation, principalement pour les cépages à port retombant. De nombreux termes désignent cette étape selon la région où il est pratiqué.

L'élagage, on parlera plutôt d'écimage ou rognage.

éclaircissage ou vendange en vert.

II.1.9.3-L'irrigation :

II.1.9.3.1-Généralités

Malgré sa simplicité apparente, l'irrigation est l'une des opérations culturelles qui demande le plus d'attention pour être mise au point.

PROLORAN (1971) ajoute que les choix des systèmes d'irrigations dépendent de nombreux facteurs dont les principaux sont :

- **Les ressources en eau :** le nombre et le débit des ressources.
- **Le relief du terrain (pente).**
- **La nature du sol.**
- **Les systèmes culturaux (présence ou absence d'une couverture végétale)**
- **Le coût des divers systèmes.**

II.1.9.3.2- Epoches de l'arrosage : selon BOUHIER DE L'ECLUSE.R, 1967, elles peuvent être déterminées à partir :

a- du sol : mesure de l'humidité du sol : les quantités d'eau disponibles varient suivant la nature des sols argileux ou siliceux.

b- des adventices : si les adventices de surface fanent, c'est que l'eau disponible dans la couche 0 - 15 cm est insuffisante.

c- des arbres : lorsque le point de flétrissement est atteint sur les arbres il est trop tard pour arroser, mais il est possible de se servir des observations faites sur les arbres ayant un système racinaire peu développé par suite d'asphyxie.

II.1.9.3.3-- Principaux systèmes d'irrigation

Il existe deux moyens d'apporter l'eau à l'arbre :

- Soit en simulant la pluie (irrigation par aspersion) ;
- soit en alimentant directement les racines (irrigation gravitaire). (AUBINEAU.M, REMOND. A, 2002)

A- Irrigation par aspersion : elle est applicable à tous les sols même les plus légers. (BOUHIER DE L'ECLUSE.R, 1967)

L'arrosage est plus uniforme et peut être réalisé sur n'importe quelle surface sans la niveler (CARRETERO CANADO.I. 2003)

Elle est pratiquée soit sur frondaison, soit sous frondaison.

En sols légers, il faut éviter l'irrigation sur terrain nu qui augmente le risque d'érosion.

Sur sols argileux, une irrigation de 10 mm /ha ou plus peut provoquer le ruissellement et être difficilement absorbée. (BOUHIER DE L'ECLUSE.R, 1967)

B- Irrigation gravitaire : l'eau circule librement par gravité à la surface du sol. C'est le mode le plus ancien d'irrigation. (AUBINEAU.M, BERMOND.A, 2002)

◆ **Arrosage par infiltration** : il exige des quantités d'eau plus importantes que le premier système et assure une répartition moins régulière de l'eau.

il exige un sol bien nivelé et pas trop léger. L'infiltration dépend donc de la nature du sol.

La longueur des rigoles varie suivant la perméabilité : 50 à 60 m en terrain perméable ,120 à 180 m en sol compact.

Il faut une pente de 0.25 à 4‰ pour permettre l'écoulement. On ne doit pas dépasser une pente de 2.5 ‰ en sol compact pour éviter l'érosion.

Ce procédé évite le tassement du sol et le travail superficiel du sol est facilité mais il exige une main d'œuvre importante (BOUHIER DE L'ECLUSE.R, 1967).

◆ **Arrosage par dégouttement**

Avec l'irrigation localisée, une irrigation gravitaire appelée parfois goutte à goutte, on arrose qu'une faible partie du sol au voisinage des racines, avec un débit très faible (1 à 8L / ha) et une faible pression de l'ordre de 1 bar.

Les apports sont fréquents et fractionnés (AUBINEAU.M, BERMOND.A, 2002).

C'est un système d'arrosage qui profite au maximum de l'eau. De plus il permet de localiser précisément l'arrosage et de le doser avec exactitude mais sa mise en œuvre implique une excellente connaissance des sols, des plantes et des eaux. (CARRETERO CANADO.I, 2003 et AUBINEAU.M, BERMOND.A ,2002)

Actuellement, les arrosages par dégouttement sont souterrains, il n'y a donc pas de perte par évaporation.

Pour installer un système d'arrosage par dégouttement, il faut des canalisations en PVC ou en polystyrène. Ces canalisations supportent de fortes pressions internes, les tractions et les torsions, elles sont flexibles et pratiquement inertes à la corrosion. Ces systèmes sont très pratiques pour distribuer des engrais et des produits phytosanitaires dilués (irrigation fertilisante).

(CARRETERO CANADO.I, 2003)

II.1.9.4-Défenses sanitaires :

**Tableau N° 22 : Programme de traitement de la vigne
Année 2006 / 2007**

PERIODE D'INTERVENTION	TYPE DE TRAITEMENT	MARQUE DE PRODUIT	DOSE UTILISEE		
			l/ha	Kg/ha	
1 ^{er} TRAITEMENT	Du 12/04 au 30/04/07	Fongicide : Mildiou	Corneaux Cuprocafaro	/ /	2.5 2.5
	Du 12/04 au 30/04/07	Fongicide : Oïdium	Mecrothiol	/	13.5
	2 ^{ème} TRAITEMENT	Du 02/05 au 15/05/07	Fongicide : Mildiou	Armétil	/
Du 02/05 au 15/05/07		Fongicide : Oïdium	Mecrothiol Anvil	/ 0.2	12 /
3 ^{ème} TRAITEMENT	Du 16/05 au 05/06/07	Fongicide : Mildiou	Forum	/	1.8
	Du 16/05 au 20/05/07	Fongicide : Oïdium	Domak	0.3	/
	Du 21/05 au 07/06/07	Insecticide :	Fastac	0.4	/
4 ^{ème} TRAITEMENT	Du 08/06 au 21/06/07	Acaricide	Torque	0.4	/
	Du 21/06 au 29/06/07	Insecticide	Fastac	0.4	/

II.1.9.5-La récolte : La vendange

La vendange commence aux alentours du 15 septembre, le densimètre utilisé dès le XIXe siècle étant là pour attester la maturité du raisin. Une fois les grappes coupées, se déroule le foulage, accompli dans des grandes cuves à pieds d'hommes, selon une tradition séculaire, puis à l'aide d'instruments appelés fouloirs. Le premier vin obtenu après le foulage se nomme "vin de goutte". Le raisin foulé sera ensuite pressuré (de nombreux villages possédaient un pressoir communal allant de maison en maison), ce qui donne le "vin de pressurage". Puis vient la fermentation, qui transforme le sucre du raisin en alcool. Une fois celle-ci terminée, on procède au soutirage, c'est-à-dire que l'on transvase le vin dans d'autres fûts pour le débarrasser de la lie qui s'est déposée. Un second soutirage sera nécessaire avant de livrer le vin à la consommation, et cette opération s'accompagne du collage : on agite fortement le vin en y mêlant des blancs d'œufs et de la gélatine, de façon à précipiter au fond du tonneau les matières que le vin tient en suspension et qui le rendent trouble.

II.1.10-Maladies et ravageurs :

II.1.10.1-Les maladies cryptogamiques de la vigne

LE

MILDIOU

Le Mildiou de la Vigne est une maladie originaire d'Amérique qui fut observée en France vers 1878. Elle est due à un champignon (*Plasmoparas viticola*) qui se développe sur tous les organes verts : rameaux, feuilles, grappes, vrilles. Sur les feuilles la maladie se manifeste par l'apparition de tâches circulaires d'apparence huileuse (« tâches d'huile ») de couleur jaunâtre. A la face inférieure apparaît une poussière blanchâtre : ce sont les fructifications du champignon qui servent à la dissémination de la maladie.

La maladie entraîne la chute des feuilles et par conséquent un retard de maturité, un degré alcoolique plus faible, un mauvais aoûtement des bois, une plus grande sensibilité au gel, un retard au débourrement, et une incidence défavorable sur la production.

Les premiers traitements sont effectués lorsque les premières tâches de mildiou sont observées dans le vignoble. La lutte pourra être arrêtée au stade début véraison en condition normale.

Le dernier traitement se fera avec des produits de contact et appliqué sur le haut du feuillage afin de protéger celui-ci contre le mildiou tardif (dit « mosaïque »).



DRAF SRPV Alsace
Mildiou sur feuille (face inférieur)

L'OÏDIUM

L'Oïdium de la vigne fit son apparition en France en 1845. Il est dû à un champignon (*Uncinula necator*) qui se développe sur tous les organes verts. Sur les feuilles on observe des tâches diffuses de poussières grisâtres. La décoloration est moins marquée que dans le cas du mildiou, à la face inférieure apparaît un feutrage grisâtre. La partie atteinte du limbe croît plus lentement provoquant la déformation de la feuille qui se crispe. Sur les sarments, le même revêtement poussiéreux grisâtre se développe. Les grappes et les grains contaminés se recouvrent d'une fine poussière grisâtre qui provoque des nécroses noires. La croissance des parties atteintes est arrêtées, alors que la partie du grain sain continue de croître, par conséquent les baies éclatent et laissent apparaître les pépins. Ces lésions sont très favorables à la pénétration de la pourriture grise et compromettent la récolte.

Les grappes atteintes d'Oïdium peuvent transmettre des faux goûts au vin.

La conduite du vignoble devra privilégier l'aération de la végétation. Pour cela il faudra raisonner la fertilisation, pratiquer l'ébourgeonnage, faire un effeuillage au niveau de la zone des grappes.



DRAF SRPV Alsace – Oïdium

POURRITURE

GRISE

La pourriture grise est une maladie due à un champignon (*Botrytis cinerea*) qui se manifeste sur les organes herbacés et sur les grappes :

- la pourriture pédonculaire : qui se manifeste sur le pédoncule et la rafle de la grappe en entraînant un flétrissement et souvent leur chute avant la récolte.
- la pourriture noble : qui se manifeste en période de sur-maturation sous certaines conditions climatiques et qui est recherchée pour l'élaboration de vins liquoreux type Vendanges Tardives et Sélections de Grains Nobles.
- la pourriture grise : qui est la forme la plus grave et qui affecte les grains de raisins par temps humide entre la nouaison et la maturité.



DRAF SRPV Alsace - Pourriture Grise

II.1.10.2-Les maladies à virus :

La courte noue

COURT NOUE

Une vigne atteinte de court noué présente des symptômes caractéristiques : aspect buissonnant de la végétation (les rameaux sont plus petits que la normale), jaunissement / panachure des feuilles, les rameaux présentent des entre nœuds courts et parfois des doubles nœuds, les grappes présentent des troubles de la fécondation (millerandage, coulure). Cette dégénérescence est due à un virus qui se transmet soit par le matériel végétal contaminé, soit par l'intermédiaire de nématodes vivants dans le sol et porteurs du virus. Ces nématodes se nourrissent et survivent essentiellement sur les racines de la vigne qu'elles piquent pour se nourrir, transmettant ainsi le virus d'un cep à l'autre.

II.1.10.3-Maladies non parasitaires

Carences diverses (ou insuffisances plus ou moins graves) en :

Azote : Elle se manifeste par des feuilles petites et pâles, voire jaunâtres. Plante peu poussante, peu productive.

Potassium

Bore : manifestations: voir coulure et millerandage ci-après. Les feuilles ont un aspect crispé, épais. Les sarments présentent des déformations et des écorces anormales.

Magnésium : Les feuilles de la base surtout, présentent des décolorations inter-nervaires. Se manifeste tardivement en saison, à partir de la véraison.

Manganèse.

Zinc.

Fer (voir chlorose ferrique, ci-après).

Chlorose ferrique (carence en fer)

La chlorose ferrique est une décoloration plus ou moins prononcée des feuilles, due à une insuffisance de production de chlorophylle par la plante. La couleur va du vert pâle au blanc-jaunâtre, en fonction de la gravité. Elle apparaît en cours de végétation, sur les feuilles les plus jeunes, au fur et à mesure de leur sortie. Les nervures principales restent relativement vertes alors que le limbe est uniformément décoloré. Il arrive quelquefois que cette décoloration s'estampe, avec l'apparition de la chaleur, en saison. Les remèdes habituels sont la mise à disposition de la plante de fer *assimilable*, soit par voie racinaire, soit par voie foliaire.

Il existe d'autres chloroses, avec des symptômes de décoloration différents et assez typiques, dues notamment à des carences (ou insuffisances) en manganèse, azote, zinc...

Coulure (avortement des fleurs)

La coulure est souvent due à une insuffisance ou une carence en bore. La météo avant et pendant la floraison joue aussi un rôle important. La météo de l'année précédente, au moment de l'induction florale (en été), a également une influence. Les remèdes habituels sont la mise à disposition de la plante de bore *assimilable*, soit par voie racinaire, soit par voie foliaire (dans ce dernier cas, immédiatement avant floraison).

Certains cépages sont plus sensibles que d'autres à ce phénomène: merlot, grenache, ...

Millerandage (avortement partiel des raisins)

Typique, là aussi, souvent, d'une insuffisance en bore. Tous les stades existent, de l'avortement pur et simple de la fleur (cou lure), jusqu'à la formation pratiquement normale de grain. Les formes intermédiaires sont des grains qui grossissent plus ou moins et chutent, pour certains. La grappe a un aspect caractéristique avec des grains clairsemés, de toutes dimensions et pour les plus gros, à tous stades de maturité. Même remède que pour la coulure. Rougeot et flavescence (rougissement ou jaunissement du feuillage), attention, ce ne sont pas des carences ou insuffisances, mais une maladie cryptogamique pour le premier et une maladie à phytoplasme pour le deuxième.

II.1.10.4-Les ravageurs :

LA PYRALE

La Pyrale est un papillon dont la chenille peut causer des dégâts très graves.

Le papillon mesure 20 à 25 mm ailes déployées. Ses ailes antérieures, de couleur jaune paille, présentent trois bandes transversales brun-rougeâtre.

La chenille, qui peut atteindre 30 mm, est de couleur grise, vert sale ou rougeâtre, avec une tête noire et brillante.

Elle est très agile et se laisse choir au bout d'un fil lorsqu'on la dérange.

La chenille de La Pyrale dévore au débourrement, les ébauches de feuilles qu'elle réunit entre elles par des fils soyeux. Elle peut s'attaquer ensuite aux jeunes grappes sur lesquelles elle tisse des toiles.



COCHYLIS

L'adulte est un papillon de 7 à 8 mm d'envergure ; ses ailes antérieures, jaune ocre, sont traversées par une large bande transversale brunâtre. La chenille (10 mm de long), de couleur lie de vin avec une tête noire brillante, a des mouvements lents.

Au printemps, les chenilles de première génération perforent et dévorent les boutons floraux, qu'elles réunissent au préalable par des filaments soyeux formant des sortes de «nids» dans la grappe. Cette destruction des fleurs qui se traduit par de la coulure est d'autant plus importante que la floraison est longue. Parfois les chenilles pénètrent dans le pédoncule des jeunes grappes dont elles provoquent le dessèchement.

En été, les dégâts des chenilles de deuxième génération apparaissent sur les grains de raisin encore verts, qui se dessèchent ou pourrissent en période humide.



L'altise

Elle se reconnaît facilement par sa façon de sauter qui lui vaut le surnom de « Puce de la Vigne ». Ses cuisses sont fortes lui permettant le saut. Son corps ovale, long de 4 à 5 mm est bleu-vert métallisé.

Les larves noires, à tête brillante, atteignent 8 mm en fin d'évolution.

Les œufs de l'Altise sont pondus sur les feuilles.

Les larves s'y développent jusqu'à la nymphose

L'adulte de l'Altise, après avoir passé l'hiver sur le sol, se dirige vers les jeunes pousses.

Les dégâts de l'altise :

La surface foliaire est diminuée. Les ceps, dépouillés de leurs feuilles en cas d'attaque grave, ne peuvent plus assurer une production normale. Les raisins ne mûrissent pas.



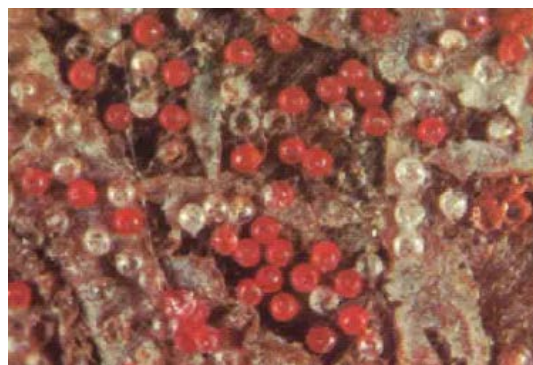
Les araignées rouges :

Les Araignées rouges peuvent causer des dégâts importants sur la vigne, en particulier en début de saison, la reprise d'activité du ravageur coïncidant avec le départ en végétation.

A la fin de l'été, les dégâts redeviennent visibles, les feuilles prenant une teinte jaune sale ; cet aspect « plombé » est dû aux pullulations de fin d'été, les nombreuses piqûres d'Araignées vidant les cellules végétales, qui se remplissent d'air, et provoquant le flétrissement des feuilles.

La chute prématurée des feuilles nuit à la maturité du raisin et au degré alcoolique du moût, ainsi qu'au bon aoûtement des sarments.

Les dégâts d'Araignées rouges nuisent donc non seulement à la récolte de l'année, mais souvent aussi à celle de l'année suivante.



Les araignées jaunes :

Très répandues dans les vignobles, les femelles actives sont légèrement allongées, jaune clair, avec quelques petits points noirs sur le côté.

Les femelles hivernantes sont entièrement jaunes et les œufs sont ronds, lisses et incolores.



II.2-Le Milieu

II.2.1-Climat et températures

La vigne préfère les climats semi-arides et subtropicaux, avec des étés secs et chauds sans précipitations, et des hivers frais. En période de repos végétatif, la vigne supporte des températures de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, mais les jeunes bourgeons sont très sensibles au froid, vers $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ils sont détruits. Pour la croissance des baies et leurs maturités, il est nécessaire de disposer d'une atmosphère sèche, d'une température modérément chaude ($15 - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) et d'un fort ensoleillement. Une forte hygrométrie, un temps couvert, des températures basses et des précipitations durant la phase floraison–croissance des baies, sont favorables au développement des maladies (Botrytis, Oïdium, Mildiou).

II.2.2-Le Sol :

La vigne s'adapte à une large gamme de sols mais préfère des sols argilo-limoneux, profonds, ayant une bonne structure riche en matière organique ; le pH doit être de 6.5 à 7.5 et une salinité faible

II.2.3-- Besoins en eau

Les besoins en eau de la vigne sont estimés entre 400 et 500 mm. Au cours de la période de floraison–nouaison, la vigne est très sensible à un déficit hydrique. En général, il faut maintenir une humidité suffisante et constante dans le sol au niveau du système racinaire, et surtout durant les périodes critiques (débourrement, floraison, nouaison, véraison).

III- Les aléas érosifs :

Introduction :

L'érosion résulte de la dégradation des couches superficielles de la couverture pédologique et du déplacement des matériaux les constituants. Ce processus généré sous l'action d'agents climatiques naturels (eau, vent, rivières, glaciers) est souvent renforcé par les pressions anthropiques exercées sur les sols (intensification de l'agriculture, surpâturage, déforestation, culture à faible recouvrement, artificialisation et imperméabilisation des surfaces). Notre étude porte sur l'érosion hydrique des sols agricoles. Celle-ci a été étudiée dans les régions tempérées et de grandes cultures du Nord-Ouest de l'Europe depuis les années 1980 (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2005).

L'érosion hydrique caractérise le départ de sol sous l'action du ruissellement des eaux de pluies ne pouvant s'infiltrer dans le sol. Ce phénomène est accentué sous les conditions suivantes : occupation du sol peu couvrante, sols limoneux enclins à la fermeture de la porosité de surface générant une croûte de battance, pentes fortes, forte érodabilité des matériaux, agressivité des pluies. L'érosion hydrique touche 26 millions d'hectares dans l'UE et concernerait 26 fois plus de surface que l'érosion éolienne (VAN CAMP *ET AL.* EUR21319 EN/1 2004).

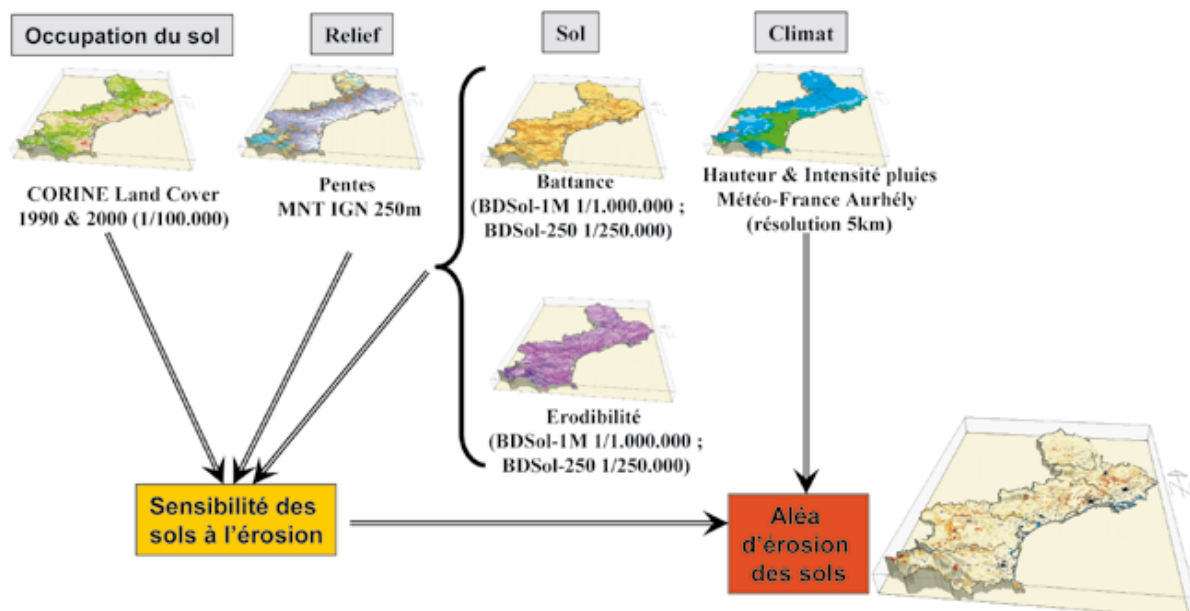
III-1- Principes de la modélisation de l'aléa érosif :

Le modèle empirique le plus largement utilisé pour modéliser l'aléa érosif se base sur l'« Universel Soil Loss Equation » (USLE) qui permet d'évaluer des moyennes de volumes de sols érodés à long terme. Ce modèle est basé sur des données expérimentales (WISCHMEIER ET SMITH, 1978 IN VRIELING, 2006). La spatialisation de l'équation empirique « Revised USLE » (RUSLE) a ainsi permis à MORSCHEL ET FOX (2004), VANDER KNIFFE *et AL.* (2000)... d'aboutir à une carte du risque érosif en contexte méditerranéen, en quantifiant les quantités de sol susceptibles d'être détachées par érosion.

D'autres modèles aboutissent à une spatialisation de l'aléa érosif à partir de données satellitaires et de MNT (Modèle Numérique de Terrain) comme le modèle « Soil Erosion Model for Mediterranean Regions » (SEMMED) appliqué en Ardèche (DE JONG AND

RIEZEBOS, 1997 *IN* VRIELING, 2006) et en Sicile (DE JONG *ET AL.* 1999 *IN* VRIELING, 2006), Le modèle de type système expert, hiérarchique et arborescent déjà utilisé pour modéliser l'aléa érosif à différentes échelles : France entière à 1/1 000 000e (LEBISSONNAIS *ET AL.*, 2002), régionale en Haute-Normandie à 1/50 000° (SOUADI *et AL.*, 2000), départementale dans l'Aisne à 1/25 000° (Le BUISSONNAIS *ET AL.*, 2004). Il est appliqué à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) par la combinaison logique de différents facteurs pris dans l'ordre de leur importance vis-à-vis du phénomène d'érosion des sols, à savoir (*planche 1*) : l'occupation du sol, la battance des sols, l'intensité de la pente, l'érodibilité des sols, l'érosivité des pluies (facteur combiné de leur hauteur et intensité) (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 1998, 2002).

Planche 1 - Présentation du modèle et des informations géographiques utilisés pour estimer et cartographier l'aléa érosif des sols en région Languedoc-Roussillon.



Les trois facteurs extrinsèques aux sols (occupation du sol, pente, érosivité des pluies), sont déterminés respectivement à partir des bases de données. Les deux facteurs intrinsèques aux sols (battance et érodibilité des sols), sont établis à partir de paramètres issus des bases de données pédologiques par des règles de pédotransfert (DAROUSSIN ET KING, 1996). La battance traduit la sensibilité des sols à la fermeture de la porosité, formant une croûte superficielle qui colmate la surface du sol et réduit l'infiltration des précipitations. L'érodibilité traduit la sensibilité d'un sol à l'arrachement et au transport des particules qui le composent sous l'action des gouttes de pluies et/ou de l'écoulement (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2005)

Seuls les horizons de surface sont susceptibles de subir les manifestations érosives (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2004).

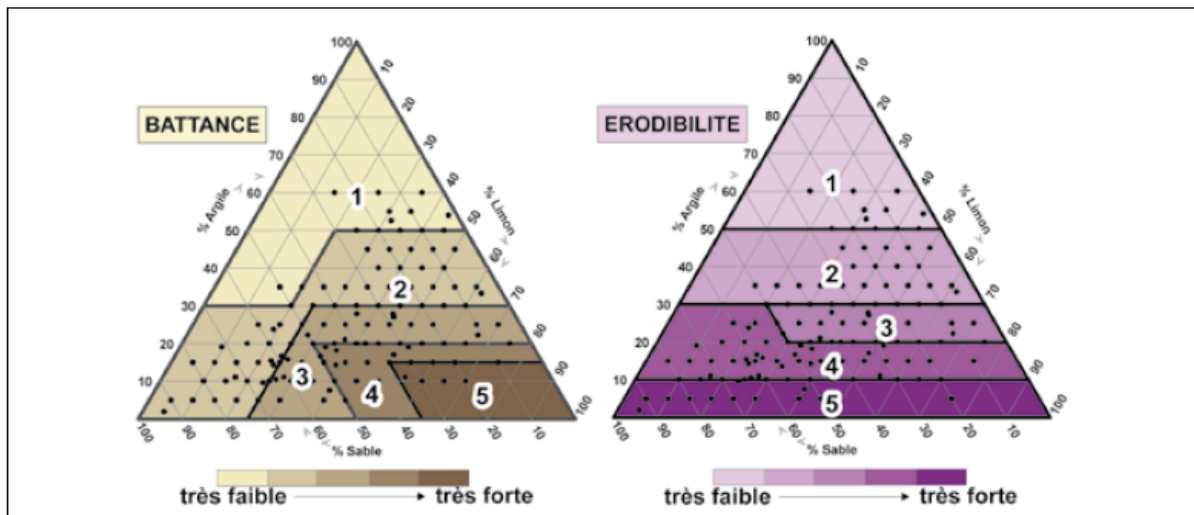
De nombreux travaux ont en effet montré que la présence d'éléments grossiers améliore la résistance au ruissellement en diminuant la dégradation physique de l'horizon de surface réduction de la fermeture de la porosité de surface et diminution de la désagrégation des agrégats - et en augmentant la rugosité de surface, diminuant ainsi les taux d'érosion (POESEN *ET AL.*, 1992 ; POESEN ET VAN WESEMAEL, 1995 ; VAN WESEMAEL *ET AL.*, 1995 ; CERDAN, 2001).

Les valeurs de battance et d'érodibilité sont ensuite affinées par les données texturales des strates projetées dans des triangles de battance et d'érodibilité établis pour cette étude (*planche 2*), à partir de règles basées sur les mêmes principes que ceux présentés dans les études précédentes (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2002 ; 2004 ; 2005)

Les classes de battance et d'érodibilité ainsi obtenues à partir de la teneur en éléments grossiers et de la texture sont à nouveau affinées par des règles de pédotransfert supplémentaires prenant en compte les teneurs en matières organiques et en fer qui favorisent la stabilité structurale des sols (LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2005) (*FIGURE 1*).

En effet, sous climat méditerranéen, on trouve des sols pour lesquels la faible teneur en matières organiques peut être compensée par des teneurs en oxydes de fer importantes, limitant la formation d'une croûte de battance et l'érodibilité (SINGER ET LE BUISSONNAIS, 1998)

Planche 2 - Règle 2 : règle de pédotransfert établie pour la région Languedoc-Roussillon permettant de convertir les données texturales des strates en classes de battance et d'érodibilité par projection dans les triangles de texture redécoupés en 5 classes de sensibilité :



Les quatre règles de pédotransfert retenues s'enchaînent de la manière suivante :

- La *règle 1* s'appuie sur le taux d'éléments grossiers qui est le paramètre d'ordre 1 pour la battance comme pour l'érodibilité.- La *règle 2* prend en compte la texture de la strate de surface ou la teneur en argile. Un horizon est d'autant plus battant que sa texture est limoneuse. De même, un horizon de surface présentant une faible teneur en argile favorise l'érodibilité (WISCHMEIER ET MANNERING, 1969 ; LE BUISSONNAIS *ET AL.* 2005).

Les règles suivantes ne s'appliquent que dans les sols où la charge en éléments grossiers est inférieure à 50 %.

- La *règle 3* affine l'estimation de la battance et de l'érodibilité en considérant le taux de matières organiques. Lorsqu'il est élevé il diminue le caractère érodible ou battant du sol.

La règle 4 affine les facteurs de battance et d'érodibilité en prenant en compte le taux de fer de la strate de surface. Pour spatialiser et quantifier les conséquences de l'érosion, on peut s'appuyer sur le recensement des coulées boueuses, dont la fréquence constitue un bon indicateur d'une érosion chronique importante (LE BUISSONNAIS ET AL., 2002.).

III-2- Erosion hydrique :

Processus naturel, l'érosion hydrique consiste au détachement des particules de sol par l'eau sous l'impact des gouttes de pluie et du ruissellement, à leur transport et à leur redéposition. L'importance du processus est proportionnelle à l'intensité, la durée et la fréquence des précipitations ainsi qu'à la vitesse de la fonte des neiges. La présence ou non d'un couvert affecte également l'importance de l'érosion hydrique. Les conditions de sol influençant le processus d'érosion sont le degré de saturation en eau, la capacité d'infiltration

Tableau 1. Modèle d'évaluation de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique

Pente (%)	Érodibilité (facteur K)			
	Négligeable à faible (K < 0,039)	Modérée (K = 0,039-0,053)	Élevée (K = 0,053-0,066)	Très élevée (K > 0,066)
Nulle (<0,5)	Nulle à faible	Nulle à faible	Modérée	Élevée
Très faible (0,5-2)	Nulle à faible	Nulle à faible	Modérée	Élevée
Faible (2-5)	Nulle à faible	Modérée	Modérée	Élevée
Modérée (5-9)	Modérée	Élevée	Élevée	Élevée
Forte (9-15)	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
Très forte (15-30)	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
Abrupte (>30)	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée

III-2-1- Estimation des taux d'érosion :

L'érosion hydrique des sols s'effectue en deux phases :

A / Une phase de détachement des particules, notamment sous l'impact des gouttes de pluies.

B/Une phase de transports des particules assurée par le ruissellement, soit diffus, soit concentré (W.D. ELLISON, 1945). Cette deuxième phase débute par l'apparition de petites griffures qui, en se concentrant, se transforment en rigoles et ravines.

III-2-1-1- Situation du vignoble et manifestation du ruissellement :

Depuis des siècles, les sols du vignoble sont remaniés par l'homme. Leur évolution conduit à des sols bruns sur colluvions ou à des rendzines sur craie. Sur ces sols, c'est la pénétration des racines dans les fissures de la craie qui assure l'alimentation en eau de la vigne. Très généralement les plantations sont effectuées dans le sens de la pente et les pluies d'orages provoquent d'importants ruissellements vers le bas des coteaux, tant sur les chemins que sur les parcelles. Ils sont susceptibles d'alimenter des torrents boueux inondant parfois les villages et se répandant dans les cultures.

III-2-1-2- Les mesures du ruissellement et de l'état structural du sol :

Lorsque le sol cesse d'absorber la totalité de la pluie, se déclenche le ruissellement. Selon l'intensité de la pluie, la nature du sol conditionne la répartition entre l'infiltration ou le ruissellement (HENIN, 1950). Il existe en effet pour un sol donné une capacité limite d'infiltration (FEODOROF, 1965). La pluie en excès va provoquer le ruissellement.

Pour évaluer le ruissellement issu des rangs de vigne et sa charge solide et dissoute, des dispositifs de mesures ont été mis en place au Fort-Chabrol à Epernay (51) à Ecueil (51), puis à Moussy sur le territoire de Vinay au sud-est d'Epernay (BALLIF, HERRE, 1985 ; BALLIF, MONCOMBLE, 1986).

A Moussy, le dispositif de mesure du ruissellement est installé, depuis mai 1985, sur un sol brun calcaire, développé sur des colluvions tertiaires argilo-calcaires du Sparnacien. Il consiste à isoler une rangée de vigne avec des plaques en tôle. Les parcelles ont 30 m de long, 1 m de large et leur pente est de 34 %. Les eaux de ruissellement sont recueillies, mesurées et ensuite collectées, afin de pouvoir déterminer la quantité de terre érodée ainsi que les

éléments chimiques. Un pluviographe est également installé sur le site de mesures. Ce dispositif correspond à quatre situations culturales, sans répétition : avec et sans apport de compost urbain et dans chaque cas avec passages fréquents de tracteurs (une vingtaine par an) et avec passages limités (rognages). Il faut rappeler que les ornières créées par le passage des tracteurs sont des lieux préférentiels du ruissellement. Il existe donc des situations favorables à l'érosion. L'état structural du sol a été apprécié par des mesures de densités et de potentiels hydriques. Ces dernières, en utilisant la loi de Jurin, servent à déterminer la taille et la répartition des pores.

III-2-1-3- Erodibilité du sol de vigne :

Le ruissellement, qui constitue le refus à l'infiltration, est la deuxième phase de l'érosion hydrique : la première étant la dégradation de l'état structural de la surface du sol par l'impact des gouttes de pluie (ELLISON, 1947). Parmi les facteurs provoquant le ruissellement, sont étudiés la pluie (facteur déclencheur) et le mode de couverture (facteur influant).

La quantité d'eau infiltrée dans le sol de vigne a été mesurée sur un lysimètre, en sol de craie non remanié, de la station d'Agronomie de Châlons-sur-Marne (BALLIF, DUTIL, 1983). On constate que :

1. Le drainage moyen du sol de vigne (234 mm), pendant la période 1974-1987, est plus élevé que celui du sol cultivé (131 mm) dans une rotation betterave-blé et plus faible que celui du sol nu (301 mm).
2. Pendant la période du repos végétatif, le comportement hydrique du sol de vigne est comparable à celui du sol nu (fig. 9)

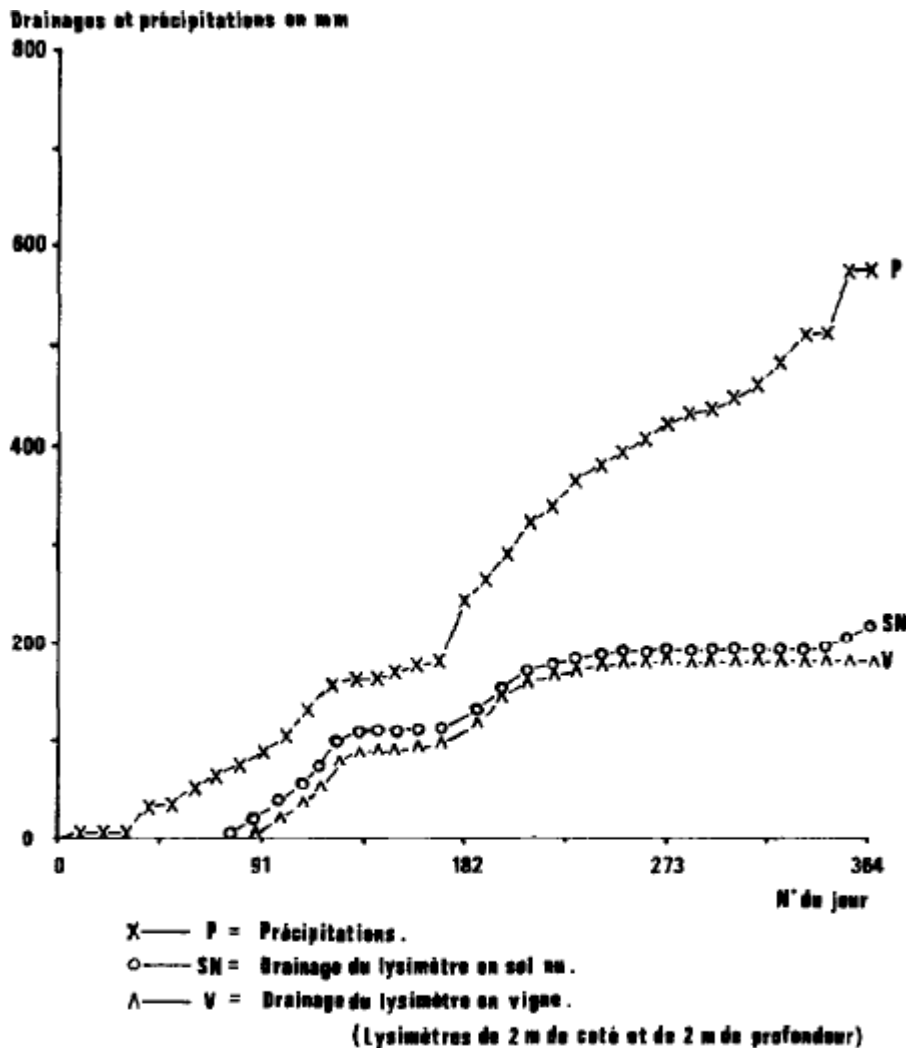


FIG. 1. — Précipitations et drainages cumulés du 1^{er} octobre 1985 au 30 septembre 1986.
Cumulated precipitations and land drainage (1-10-85 to 30-09-86).

III-2-1-4- Influence des pluies sur le ruissellement et l'érosion :

En bordure de la montagne de Reims, dans le vignoble, à Ecueil, la fréquence des fortes pluies, établie pour les années 1982 à 1984, est plus élevée : pour des pluies d'intensité comprise entre 10 et 20 mm/h, la fréquence est de 4 à 6 ; pour des pluies d'intensité moyenne supérieure à 20 mm/h, la fréquence est de 4 à 8 (BALLIF, HERRE, 1985).

En ce lieu, en cas de pluies printanières ou estivales supérieures à 16 mm, d'une intensité moyenne de 20 à 40 mm/h, le taux du ruissellement varie de 12 à 24 Vo. Pendant ces mêmes saisons, à Moussy, en cas de pluies supérieures à 12 mm, d'une intensité moyenne de 10 à 16 mm/h, le taux du ruissellement est de 10 à 22 Vo des précipitations, en sol sans couverture de compost urbain.

III-2-1-5- Effets d'une couverture de compact urbain :

Pour éviter le ruissellement dans les vignes conduites en non culture, la technique a consisté à épandre des composts urbains. Selon l'importance de la pente, des apports de 100 à 150 t/ha sont effectués. En fait, en supprimant l'impact de la pluie, cette couverture empêche la dégradation de l'état structural de la surface du sol. Sur les parcelles où le sol est recouvert de compost urbain le ruissellement est fortement diminué. C'est ce qui a été constaté au Fort-Chabrol et sur d'autres vignobles (RIVA, 1973).

A Moussy, dans les parcelles couvertes de compost urbain (120 t/ha en 1982-150 t/ha en novembre 1984). Le ruissellement est 9 à 10 fois moins élevé que celui des parcelles sans couverture de compost, la diminution du ruissellement s'atténuant la troisième année après l'épandage. Il est nécessaire de rappeler que cette réduction correspond à une augmentation de l'infiltration et que ces eaux d'infiltration peuvent être chargées en nitrates (LERGLANTIER, 1984).

Pendant la période printanière et estivale de 1986, les quantités de terre érodée par des pluies orageuses, de 10 à 16 mm/h d'intensité, sont de 0,8 à 1,3 t/ha en sols nus et de 3 à 5 kg/ha en sols avec compost urbain.

Sur ces derniers sols, pendant les mêmes saisons, en 1987, la perte de terre érodée est en moyenne 175 fois moins élevée que celle en sol nu

III-2-1-6- Effets du passage de roue :

En sol de vigne, la conséquence mesurable des passages répétés de roues de tracteurs enjambeurs est l'augmentation de la densité apparente ou de la compacité du sol. Il en résulte une diminution de la porosité et une répartition nouvelle des différentes classes de pores. En

sol avec passages fréquents la porosité totale est de 40 à 44 % entre 10 et 30 cm de profondeur. Par rapport au sol avec passages limités, la diminution est de 15 à 22 Vo.

L'espace poral est divisé en trois classes de dimensions de pores. Par rapport au volume total avec les passages fréquents de roues la proportion des macropores diminue, la microporosité varie peu et la porosité matricielle augmente. Cette nouvelle répartition modifie le comportement hydrique du sol. En effet, il existe une étroite liaison entre l'espace poral efficace et la perméabilité (BAKER, 1979). La réduction de la perméabilité empêche l'infiltration et favorise le ruissellement.

III-2-1-7- Risques de ruissellement et coût de l'érosion :

Il est connu que dans le vignoble la disposition des parcelles allongées et implantées dans le sens de la pente favorisent le ruissellement et l'érosion. Or le sol cultivable n'est jamais qu'une couche superficielle mince, essentiellement fragile et constamment menacée (GEZE, 1956).

Les risques de ruissellement dépendent principalement des fluctuations des précipitations et de leur répartition sur le territoire viticole, mais également des autres facteurs : la pente (sa forme et sa longueur), la nature des sols et leur érodibilité, et les techniques culturales. En hiver, les pluies, de faibles intensités, provoquent une érosion chronique, insidieuse, à laquelle les viticulteurs sont peu sensibilisés (SALLENAVE, 1987). Elle peut être réduite par des techniques agronomiques. Les pluies orageuses de l'été entraînent une érosion accidentelle ou une érosion catastrophique, qui peuvent causer de graves dégâts spectaculaires dans les parcelles et sur les chemins où la circulation devient difficile.

Certains d'entre eux construisent des chevets en amont de leurs parcelles pour dévier les eaux de ruissellement. D'un point de vue global, les aménagements hydrauliques existants sont peu nombreux, souvent anciens et détériorés ; implantés sans plan d'ensemble, ils occasionnent des dépenses d'entretien élevées. Leur coût en est donné par une enquête réalisée dans deux communes : à Bouzy et à Abonna (BEAUDOIN *et AL.*, 1985) :

III-3- Erosion éolienne :

L'érosion éolienne consiste à l'arrachement et au transport de particules fines de sol par le vent. Elle est fonction de la texture et du contenu en matière organique de la couche de surface, de l'humidité du sol, du relief et de la vitesse du vent. L'exposition au vent et la longueur des champs, la rugosité de la surface et la présence d'un couvert végétal influencent également l'importance du processus. L'érosion éolienne entraîne une baisse de fertilité des sols et endommage les semis et les jeunes plants.

Les sols organiques sont particulièrement vulnérables en raison de la légèreté des particules et de l'absence de structure (GOSSELIN *et AL.* 1986).

Aussi dans ces sols, le contrôle de la hauteur de la nappe est important afin d'augmenter la cohésion du sol, surtout ceux ayant une couche de surface humique (horizon Oh) fraîchement remuée et asséchée.

Les critères retenus pour le modèle général d'évaluation sont la classe de drainage, la teneur en matière organique et le pourcentage de sable moyen, fin et très fin de la couche de surface, ou la texture de surface en cas de données manquantes (Tableau 24)

Tableau 24 Modèle dévaluation de la vulnérabilité des sols à l'érosion éolienne								
Classe de Drainage de la surface*	de texture de couche		Teneur en matière organique de la couche de surface					
			Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	Extrêmement élevée	
			<1 7 % C org.	1 7-4 % C org.	4-9 % C org.	9-17 % C org.	élevée	
			□17%Corg.					
Très rapidement à Bien drainé T	1		Elevée	Elevée	Elevée	Elevée	-	
	2	-	Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	-	
	3		Modérée	Nulle à faible	Nulle à faible	Modérée	-	
	4	—	5	----- Elevée				
Modérément Bien à Imparfaitement drainé T	1		Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	-	
	2	-	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	-	
	3		Modérée	Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	-	
	4	—	5	----- Elevée				
1 Mal drainé T	2	-	Modérée	Nulle à faible	Nulle à faible	Modérée	-	
	3		Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	-	
	4	-	5	Nulle à faible	Modérée	Modérée	Nulle à faible	-
				----- Modérée				
Très mal drainé			Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	Nulle à faible	

III-3-1-Erosion par le vent :(Anonyme,7).

La disparition de terres végétales superficielles est le principal effet de l'érosion éolienne. L'élimination des matériaux constitutifs du sol est encore plus sélective que pour l'érosion hydrique, car seules de fines particules (argile, substances organiques avec leurs nutriments adsorbés) sont emportées, ne laissant que des particules de sol appauvries et à texture grossière. Les effets hors site sont une pollution atmosphérique aggravée à cause de la présence de particules de poussière, le recouvrement de couches de sol fertiles et, dans des cas extrêmes, un enfouissement complet et la formation de dunes. Peut également s'ensuivre une déformation de terrain sous forme de dépressions creusées par le vent. Les dégâts causés par l'érosion éolienne sont quasiment irréversibles.

D'importantes mesures de conservation telles que l'installation de coupe-vent ont permis de réduire les risques de façon considérable. L'érosion éolienne, fréquente et sévère dans le sud-est de l'Europe (y compris le sud de la plaine russe) s'explique en partie par le climat continental sec et par la fragilité des sols, auxquels s'ajoutent des pratiques agricoles non appropriées. Un drainage excessif est une cause majeure favorisant l'érosion éolienne mais, ici aussi, les activités humaines entrent en jeu. Le surpâturage semble être un facteur décisif, en partie parce que les régions les plus vulnérables à l'érosion éolienne (régions semi-arides à sols sablonneux) se prêtent moins bien à d'autres types d'utilisation des sols.

III-4- Moyens de lutte antiérosifs :

Introduction :

Le phénomène d'érosion est un vieux problème relevant de l'exploitation de l'homme de son territoire. A travers l'histoire, l'homme a essayé de remédier à ce problème avec des moyens variables en inventant des techniques de lutte anti érosive adaptées à leur environnement. Actuellement, le problème est devenu un objectif prioritaire en raison des dommages causés par la perte des sols et pesant sur les ressources naturelles des pays.

III-4-1- Détermination des zones vulnérables a l'érosion par la méthode magnétique :

La méthode utilisée a été développée par les sédimentologues pour pouvoir reconnaître l'origine des sédiments au niveau d'un bassin versant (THOMPSON ET OLFIED, 1986; MAHER, 1988; YU ET OLFIELD, 1989). En effet la susceptibilité magnétique utilisée pour caractériser un sédiment (Mullins, 1977)

Cette méthode a été appliquée à l'étude de deux bassins versants de la chaîne de l'Atlas: Ait Youb (40Km²) (AZENFAR, 1993) et Masser (180Km²) (LAHLOU, 1997). Dans les deux cas étudiés, la représentation de la susceptibilité magnétique des échantillons en fonction de la profondeur, a permis de mettre en évidence deux groupes d'échantillons distincts: le premier à faible variation de la susceptibilité magnétique (courbe linéaire) qui correspond à érosion faible et un deuxième à susceptibilité très variable (courbe en dent de scie) appartenant à une zone très dégradée. En outre, cette méthode appliquée dans le bassin versant Dakhla du Rif occidental, en comparant les susceptibilités magnétiques des sédiments de la retenue du barrage et des sols du même bassin versant, a permis de mettre en évidence trois sources de sédiments qui participent, avec des taux différents, à l'envasement du barrage (MOUKHCHANE ET AL.,1998). Par ailleurs, cette approche servi à valider l'étude de l'érosion par la méthode duSIG et de la télédétection dans le bassin du Tlata, voisin du bassin d'El Hachef dans la région de Tanger (AIT FORA, 1995 IN BONN, 1998).

Les premiers résultats, de cette méthode, ont permis d'appliquer cette technique dans le bassin d'El Hachef pour trouver des solutions aux Problèmes d'envasement du barrage «9 avril » qui alimente en eau les centres urbains d'Avila et de Tanger (Nord Ouest du Maroc).

L'approche magnétique, par ses mesures rapides et fiables de la susceptibilité magnétique, est plus rapide que l'acquisition des données par des méthodes conventionnelles (modèle de Wischmeier par exemple) ou isotopique (méthode du césium 137), permet un diagnostic préliminaire, de l'état d'érosion dans un bassin donné, avant toute quantification complète des pertes en terre qui est l'objectif principal de l'étude de ce phénomène. En effet, d'une part le modèle de Wischmeier est basé sur l'affectation de valeurs empiriques aux différents paramètres qui interviennent dans l'équation universelle de perte enterre, et d'autre part la technique du césium 137 (selon le modèle de Ritchie), qui appréhende les pertes en terre par l'intermédiaire des mesures de l'activité isotopique des échantillons des sols à l'aide d'une chaîne spectrométrique à Iodure de Sodium (NaI).

III-4-2- Méthodologie d'évaluation de la dégradation du bassin versant :

La méthode consiste à élaborer, en premier lieu, les cartes des principaux facteurs qui interviennent dans le processus de l'érosion. Il s'agit de dresser les cartes géologiques (Fig. 10), d'occupation du sol (Fig. 11) et des classes de pentes (Fig. 12), ensuite la superposition manuelle ou à l'aide du système d'informations géographiques (SIG) de ces documents, à la même échelle. On délimite sur une même carte (Fig. 13) des unités homogènes caractérisées par la lithologie, la pente et le type d'occupation du sol les plus représentatifs de ces unités. Ce nombre d'unités est fonction de la variation des 3 facteurs qui sont supposés intervenir massivement sur le phénomène d'érosion.

Ce procédé a permis de découper le bassin en 43 unités homogènes de superficie variable.

Par ailleurs, pour chercher les zones sources d'érosion, nous avons réalisé un carottage dans chacune de ces unités à l'aide d'un carottier de 5.5 cm de diamètre et 35 cm de longueur. Les résultats obtenus vont permettre de suivre l'itinéraire suivi par les particules des sols, de l'amont vers l'aval du bassin versant. Ces carottes, prélevées lors de la campagne de sondages, ont subi un séchage à 40°C, un tamisage à travers un tamis de maille égale à 2 mm et des mesures de susceptibilité magnétique à l'aide d'un magnétomètre. L'objectif de cette opération est d'éliminer l'eau des sols qui fausse les mesures magnétiques et d'effectuer des mesures sur des particules fines (< 2mm) qui contiennent des traces d'oxydes et hydroxydes de fer.

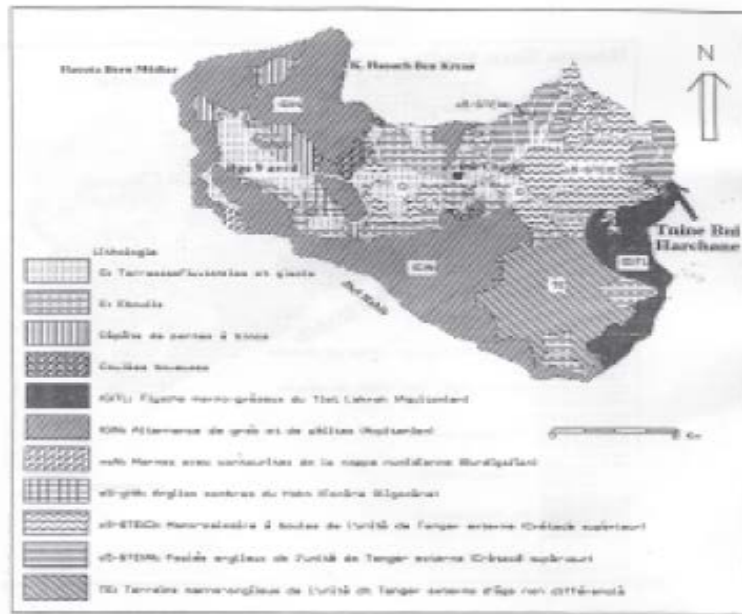


Figure 10- Carte géologique du bassin versant d'El Hachef.



Figure 11.- Carte d'occupation des sols du bassin versant d'El Hachef.

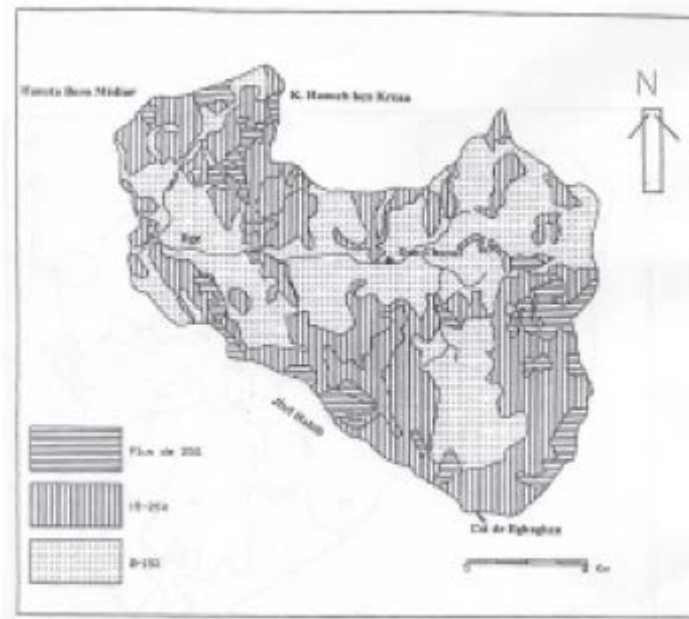


Figure 12.- Carte des pentes du bassin versant d'El Hachef



Légende synthétique de la carte des unités homogènes

Lithologie (voir carte lithologique)	Classes de Pentes (%) et types d'écarts de sol	Unités homogènes
Terrasses fluviales	0-15% C 0-15% P	6, 11, 36, 39, 45, 50 40bis
E : Ecouls Dépôts de pente à blocs	0-15% P 0-15% C >25% P	12, 17, 18, 20, 21, 33, 35 40 7
Craieuses hautes et Collines	15-25% P	39
CGTL : Flysch marne-grés de Tia Lakrah	>25% P	64
meN : Marnes avec conglomérats de la nappe nordienne (Burdigalien) CGN : Flysch nantais (Aquitain) c5-6-gfA : Argiles sombres du Haut (Eocene - Oligocène)	15-25% P	4, 8, 10, 10bis, 41, 44, 47, 58
c5-6TE (C) : Marno-éolique à bords de l'unité de Tanger externe (Cétois supérieur)	0-15% C 15-25% C 15-25% P	34, 42, 46 26, 63 30, 32, 43, 62, 45
c5-6TE (A) : Faciès argileux de l'unité de Tanger externe (Cétois supérieur)	0-15% C 15-25% C	23, 31, 35 24, 27
TE : Terrains marne-argileux de l'unité de Tanger externe d'âge non différencié	15-25% C 15-25% P	56 57
0-15%, 15-25%, >25% : classes de pente C : terrain de calcaire	P : terrain protégé (Substrat, maquis ou Rebroussement) 6, 11, 36... n° des caresses et unités homogènes	

Figure 13- Carte des unités homogènes du bassin versant d'El Hachef.

III-4-3- Semis direct :

Introduction :

Depuis les années 60, des Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL) ont été développées notamment pour faire face aux problèmes d'érosion hydrique intra-parcellaire et de versant liés aux processus soit d'érosion diffuse, soit mixte d'érosion diffuse et linéaire en rigole dans les conditions américaines. A partir des années 80 en Europe, les TCSL commencent à être développées d'une part dans le canton de BERNE (1989) pour répondre au concept de protection des sols et de lutte contre l'érosion (VOKT, 2001) et en Belgique vis-à-vis de l'érosion des sols (DE PLOEY, 1988).

En 1991, Boiffin J. et Monnier G. faisaient la première synthèse sur les impacts de ces techniques sous les conditions françaises. Le semis direct (no tillage ou mulch tillage) ; *C'est l'implantation d'une culture en un seul passage sans travail du sol. Ces pratiques peuvent laisser plus ou moins de résidus en surface selon les rotations.*

III-4-3-1- Analyse des facteurs modifiés par les TCSL :

Aucune mesure directe de ruissellement et de perte en terre n'a été réalisée, mais où des paramètres du sol modifiés par les TCSL ont été mesurés.

Ces paramètres sont :

_ D'une part le couvert du sol, la stabilité structurale, la matière organique et la porosité de surface, influant indirectement sur les phénomènes de ruissellement et d'érosion par la modification des états de surface.

_ D'autre part, la perméabilité de la couche équivalente au labour, sa porosité, sa densité apparente et son activité biologique, qui ont une influence sur le transfert vertical de l'eau dans le sol.

1-Influence des TCSL sur le taux de couverture du sol :

Les résultats de la partie I ont montré qu'avant le mode de travail du sol, c'est la présence d'un couvert végétal significatif en surface qui entraîne une limitation du ruissellement et de l'érosion, que ce couvert soit vivant (couvert d'interculture semé) ou mort (résidus de la culture précédente ou couvert d'interculture détruit chimiquement).

Dans certaines conditions, les TCSL favorisent la présence de végétaux ou de résidus en couverture par rapport à un système labouré. D'après *TEBRÜGGE ET AL. (1999)* (Tableau 25), dans des assolements présentant beaucoup de céréales, les TCSL augmentent le pourcentage de résidus sur 0-5 cm par rapport à un labour

Tableau 25 : Pourcentage de résidus sur 0-5 cm après différentes modalités de travail du sol sur une rotation riche en céréales.

	Prof. de travail du 1 ^{er} outil	Prof. de travail du 2 ^{ème} outil	% résidus sur 0-5 cm
Labour + Travail secondaire	25 cm	10 cm	0-10
Chisel + Herse rotative	25 cm	10 cm	60
Outil à dents + Herse rotative	15 cm	10 cm	70
Herse rotative	10 cm		80
Semis direct	3 cm		100

Ainsi, on peut classer les techniques de travail du sol par ordre croissant de résidus laissés en surface :

Labour < Chisel + HR < Outil à dents + HR < Strip till ou Ridge till < Semis direct

Les résultats DE *VULLI OUD P. ET AL. (2006)* présentés dans le Tableau 26, détaillent et confirment ce classement. On remarque aussi le rôle de la succession des cultures sur les chiffres.

Tableau 26 : Couverture du sol par les résidus végétaux en/.Les valeurs supérieurs au seuil de30/ de couverture figurent en gras (Source : Vulliod 2006)

Sol argileux										
Année / Culture	1996 Maïs		1997 Blé		1998 Colza		2000 Maïs		2004 Maïs	
Sous-traitement	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Labour	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0
Chisel ²	13	28	34	31	19	25	21	28	18	17
Cultivateur	11	20	47	42	15	18	23	19	16	12
Travail minimum	31³	50³	53	51	27	39	38^{3,4}	42^{3,5}	24 ⁶	32⁹
PPDS entre procédés (P0,05/P0,01)	25/37	25/37	24/36	24/36	9/14	9/14	9/13	9/13	14/21	14/21
PPDS entre sous-procédés (P0,05/P0,01)	ns		ns		5/7		ns		ns	
Sol limoneux										
Année / Culture	1996 Maïs		1997 Blé		1998 Colza		2000 Maïs		2004 Maïs	
Sous-traitement	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Labour	1	0	2	1	0	0	0	0	1	2
Chisel (2)	11	23	46	39	13	22	17	21	20	23
Cultivateur	10	17	44	41	13	18	12	25	17	21
Travail minimum	26 ³	42³	50	44	22	21	42^{3,6}	44^{3,7}	25 ¹⁰	30¹¹
PPDS entre procédés (P0,05/P0,01)	15/21	15/21	9/12	9/12	8/ns	8/ns	11/15	11/15	8/11	8/11
PPDS entre sous-procédés (P0,05/P0,01)	12/16		ns		6/ns		ns		5/ns	

¹Valeur de seuil généralement admise dans le concept de «travail de conservation du sol».

²Décompacteur + herse rotative en 2004.

³Moyenne «bandes fraisées» / «sol non travaillé».

⁴Sur les bandes fraisées: 10%; entre les rangs: **57%**.

⁵Sur les bandes fraisées: 21%; entre les rangs: **62%**.

⁶Sur les bandes fraisées: 15%; entre les rangs: **68%**.

⁷Sur les bandes fraisées: 14%; entre les rangs: **73%**.

⁸Sur les bandes fraisées; entre les rangs: **48%**.

⁹Sur les bandes fraisées; entre les rangs: **79%**.

¹⁰Sur les bandes fraisées; entre les rangs: **42%**.

¹¹Sur les bandes fraisées; entre les rangs: **77%**.

De plus, cette variation du taux de résidus sur 0-5 cm s'accompagne d'une modification du profil de répartition des résidus sur 0-25 cm selon le travail du sol réalisé, comme le montre la figure14 :

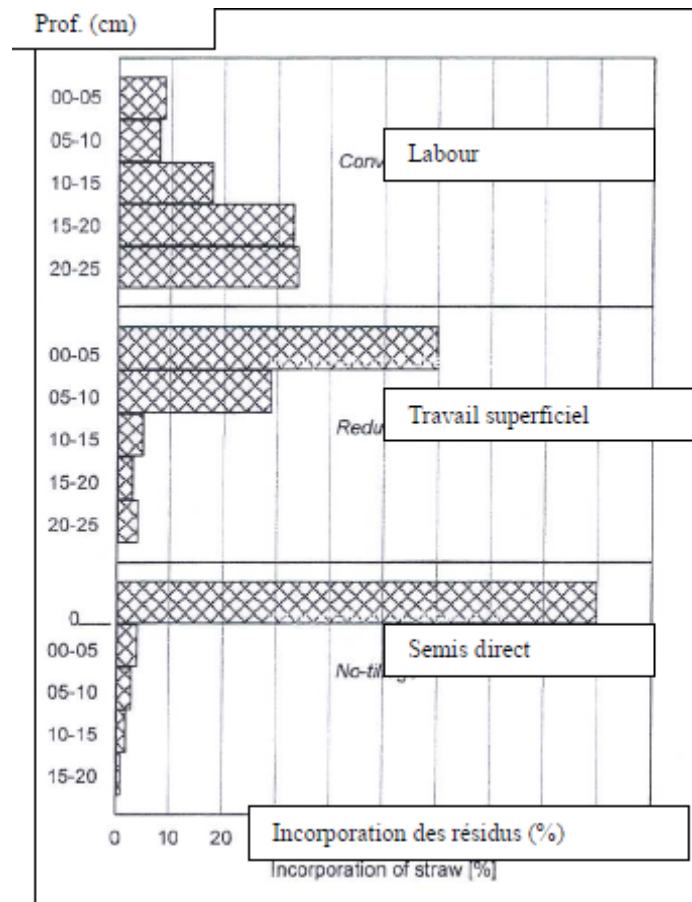


Figure 14: Degré d'incorporation des résidus (%) dans le sol, en fonction de différentes modalités de travail du sol (Source : SCHMIDT ET TEBRÜGGE, 1989).

Le rôle du couvert végétal en surface sur ruissellement et érosion dépend de l'assolement choisi, laissant plus ou moins de résidus de culture permettant de couvrir le sol, non seulement pendant l'interculture, mais aussi au cours du printemps suivant

1.1 Limitation de la dégradation de surface :

La présence d'un couvert végétal en surface, liée ou non à l'usage des TCSL, réduit la dégradation superficielle du sol et permet ainsi de limiter la formation et l'extension d'une croûte de battance.

En l'absence de couvert et sous l'action des pluies naturelles, les particules de surface se recombinaient en une mince couche de quelques millimètres peu perméable, c'est à dire dont la

perméabilité est comprise entre 10 mm/h et 1 mm/h selon l'épaisseur, l'humidité, la texture du sol, BOIFFIN ET AL. (1988).

Sous simulation de pluie sur deux sols limoneux, Fox et LE BUISSONNAIS (1998) obtiennent des valeurs de perméabilité comprises entre 4.2 et 7.5 mm/h au bout de 4 heures.

La vitesse de formation de ces croûtes dépend des paramètres liés à la stabilité structurale, à l'intensité des pluies (seuil d'intensité minimale en relation avec les teneurs en argile et en matière organique), à l'histoire hydrique de la parcelle et au degré d'affinement initial du lit de semence. L'accroissement de son épaisseur sous l'action des pluies cumulées accélère l'apparition de ruissellements diffus (NORTON ET AL. 1985; MAH ET AL., 1992). Par contre, il conduit à une diminution de l'érosion diffuse car la croûte est plus compacte que les agrégats initiaux (MOORE ET SINGER, 1990). Le volume ruisselé se concentre ensuite dans les motifs linéaires de versants, comme les traces deroues, ou dans les micro-talwegs, et entraîne une érosion de type linéaire - griffures et rigoles- susceptible d'aboutir à la formation de ravines.

BOIFFIN ET AL. (1984) suit l'évolution de la dégradation des états de surface en fonction du taux de couverture végétale du sol.

Ses résultats ayant été obtenus sous un système en labour, on retiendra pour cette synthèse l'effet de la couverture végétale mais pas celui du travail du sol, comme ceux tirés DE GALLIEN ET AL. (1995) ET OUVRY (1989-90) (figures 15a, 15b, 15c, 16), démontrent l'effet du couvert sur le ralentissement de la formation de la croûte comme sur la diminution de son extension. Ce point est fondamental pour maintenir une forte infiltrabilité des surfaces travaillées.

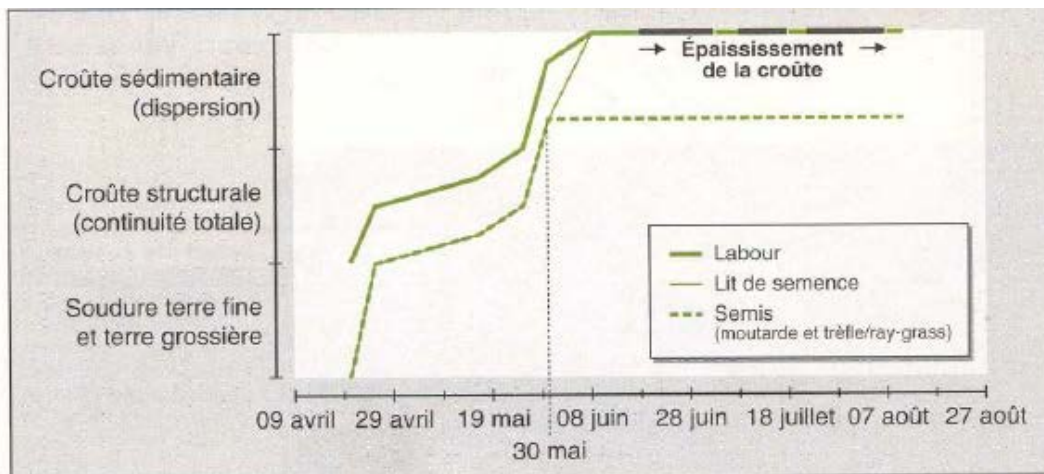


Figure 15a : Formation de la croûte de battance. Avant le 30 mai, les placettes sont différenciées par leur état de surface initial ; après le 30 mai, les surfaces sont différenciées par le couvert végétal. (E. GALLIEN ET AL., 1995

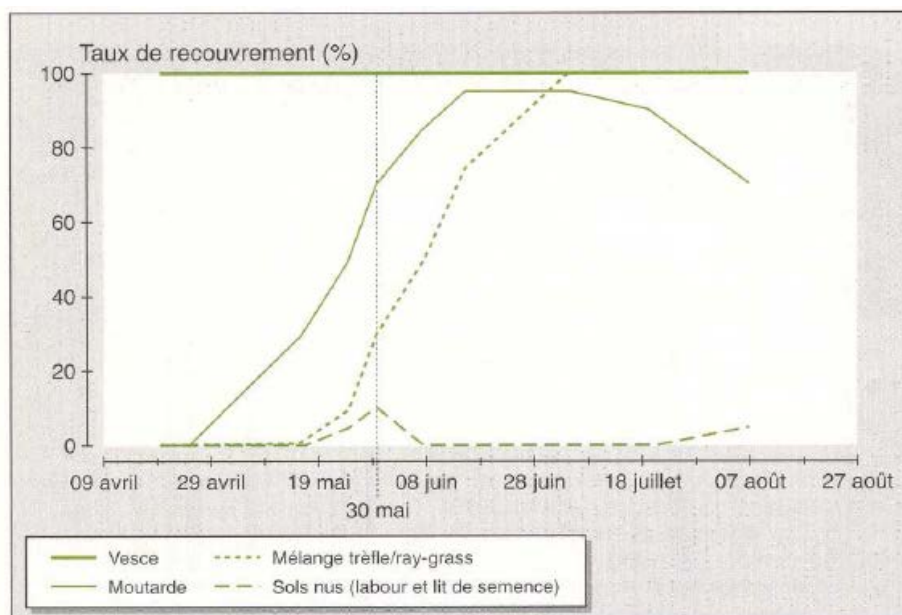


Figure 15b-Evolution du couvert végétal. A noter les cinétiques différentes entre le mélange trèfle/ray-grass et la moutarde. (E.GALLIEN ET AL., 1995)

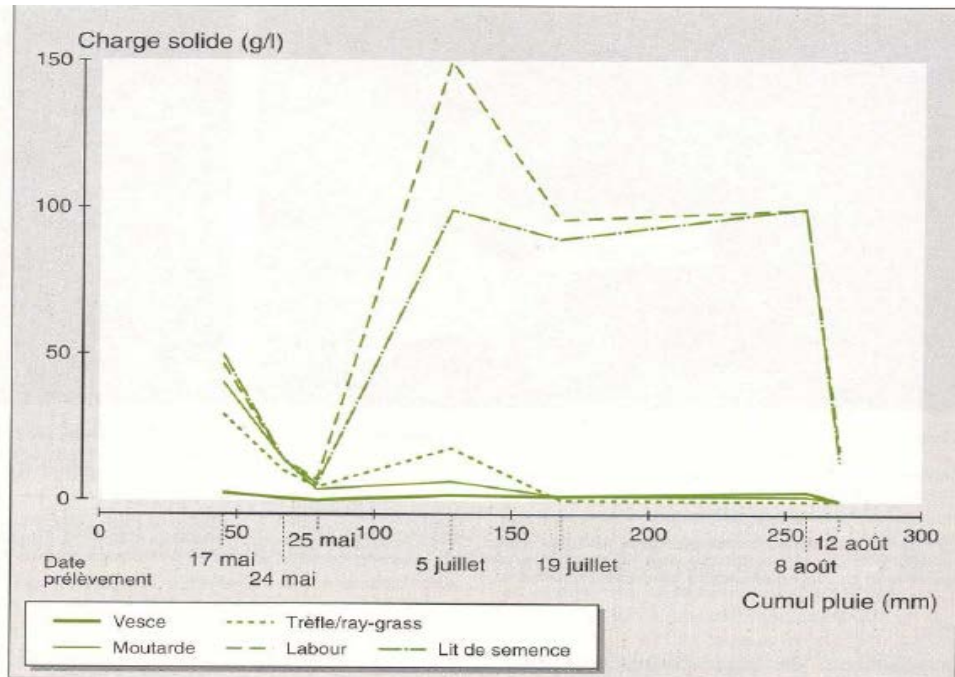


Figure 15c- Concentration en terre des ruissellements recueillis pour chaque traitement (moyenne de deux répétitions) et chaque événement, représentée en fonction du cumul pluviométrique avant pluie (E. GALLIEN ET AL. 1995)

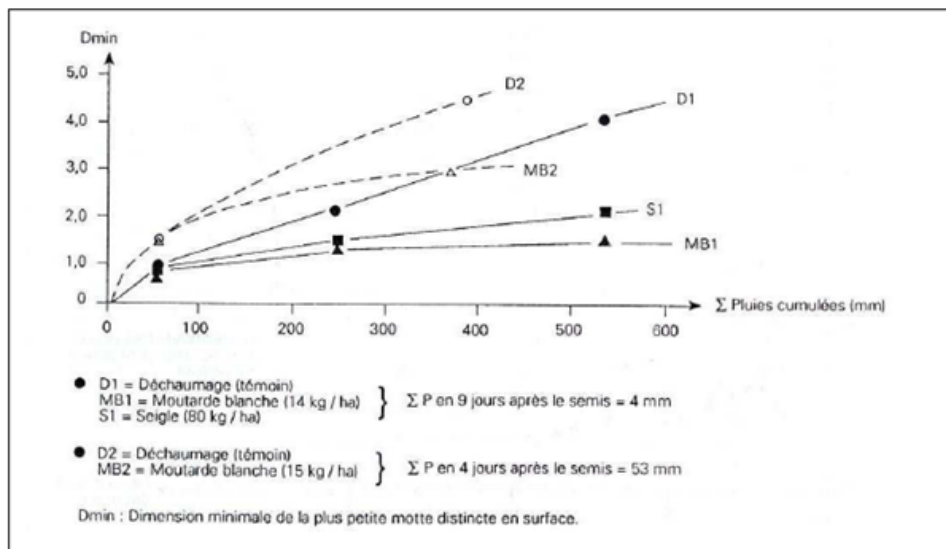


Figure 16: Evolution du Dmin (mm) au cours du temps, pour différents taux de couverture du sol (OUVRY, 1989-90)

KWAAD ET AL. (1998) étudie aussi la relation entre couverture végétale de surface et extension de la croûte de battance. Il mesure la dégradation de la surface du sol (méthode BOEKEL, 1973), en fonction des différents taux de couvert laissés par différentes modalités de travail du sol (en labour ou en TCSL). Il mesure aussi la capacité d'infiltration qui en résulte.

Tableau 27 : Extension de la croûte de battance et capacité d'infiltration pour différentes modalités de travail du sol (KWAAD, 1998)

Modalité (% couv. vég.)	Extension croûte (classes de Boekel)	Capacité d'infiltration (mm/h)
Labour (0%)	4	31,2
Décompacteur (31%)	3,7	32,6
Travail superficiel (22%)	3,7	27,1
Strip till (34%)	3,3	18,8
Semis direct (37%)	3,4	31,2

Quant à SCHALLER B. ET AL. (2007), ils estiment le nombre de jours à risque d'érosion élevé, calculé entre la date d'un travail du sol et celle où le taux de couvert atteint un minimum de 10%. Avec la rotation pratiquée en Suisse (Essai Oberacker à Zollikofen : Maïs Ensilage - Orge d'hiver - Inter Culture puis Pois – Betteraves – IC puis Blé d'hiver – IC puis Pois – IC puis Seigle – IC) le nombre moyen de jours à risque d'érosion élevé est de 13 par an pour le semis direct et de 68 par an pour le labour, soit 5 fois plus. Cela ne tient qu'au couvert végétal superficiel. CHEVERT A. ET AL. (2005) donnent des proportions plus élevées avec le cumul sur toute la rotation : le système labour compte 19 fois plus de jours à risque. On doit noter qu'en Suisse, la pratique de l'interculture est conseillée même sur des périodes courtes. Enfin, d'après les résultats d'expérimentation de plusieurs auteurs (KWAAD, BUNDY, GIUPPONI, BONARI, KAINZ), l'impact du couvert végétal sur la dégradation des états de surface dépend de la période de l'année : en effet, s'il s'agit d'un couvert vivant, l'effet sera fonction du stade de développement de la plante ; s'il s'agit d'un mulch, l'effet dépendra du degré de dégradation de ce mulch.

1.2 Le couvert végétal favorise et améliore la porosité de la surface du sol :

En surface, FRIEBE ET HENKE (1992) comptent dix fois plus de bio pores en semis direct avec résidus de culture qu'en labour. En effet, les résidus maintenus dans la couche supérieure du sol procurent des matières organiques et de la nourriture à la faune, notamment les vers de terre qui remontent jusqu'en surface pour s'en emparer. Ainsi, par leur activité, ces vers perforent et ameublissent la couche de surface comme celles situées plus en profondeur. Cette augmentation de la porosité permet aux eaux de pluie de commencer à pénétrer dans le sol. Il est nécessaire ensuite qu'il n'y ait pas de frein majeur à la percolation sinon cet effet est annihilé

1.3 Accroissement du flaquage superficiel :

Parfois il est signalé que le mulch posé en surface (exemple de pailles broyées) constitue de petits obstacles à l'écoulement, et de ce fait, favorise le flaquage de l'eau. Ceci pourrait compenser la faible rugosité généralement créée par les outils de TCSL.

1.4 Réduction de la vitesse des ruissellements diffus :

Après labour et semis avec différents taux de couvert, KWAAD ET AL. (1998) a mesuré les vitesses d'écoulement de 0,04 m/s pour un sol couvert à 44% par le mulch contre 0,11 m/s pour un très faible taux de couverture. Il conclut que la présence de mulch suffisamment couvrant **diminue la vitesse d'écoulement superficiel de l'eau** soit par amélioration de l'infiltration, soit en faisant office de barrage au ruissellement.

1.5 Réduction de l'érosion diffuse :

D'après tous les résultats de mesure de l'érosion diffuse sur un couvert végétal présentés, la présence de ce couvert limite la mobilisation des particules de terre par effet « splash » en interceptant l'énergie cinétique des gouttes de pluie.

KWAAD ET AL. (1998) mesure directement l'érosion par effet « splash ». Il note un coefficient de corrélation de -0,82 entre le taux de couverture à la surface du sol (pour différentes modalités de TCSL) et ce type d'érosion.

ROSE ET CAVALIER (1988) mesurent une diminution de l'érosion diffuse de 62% au cours d'une simulation de pluie sur lit de semence d'un maïs, entre un labour d'automne repris au printemps (6,89 T/ha de perte en terre) et un décompactage suivi d'un semis après fraissage localisé sur le rang, laissant les résidus de culture en surface (0,26 T/ha).

DÖRING ET AL. (2005) confirme l'effet protecteur d'un mulch par un test comparant plusieurs quantités d'apport de paille dans les sillons de pommes de terre (Tableau 28).

Tableau 28 : Pertes en terre et concentration en sédiments pour différentes quantités de mulch en surface (DÖRING ET AL, 2005)

Qté de mulch apportée sur la parcelle test (T/ha)	Taux de couvert %	Perte en terre (T/ha)	Concentration moyenne en Sédiments g/l	Concentration max en Sédiments g/l
0	0	16,06	69.0	101.7
1,25 brin court	50 à 75	0.31	3.4	5.1
2,5 brin court	80 à 90	0.27	2.2	8.0
2.5 brin long	75 à 80	1.33	10.5	1.9
5 brin court	90 à 98	0.26	1.1	41.4

2. Stabilité structurale et teneur en matière organique :

2.1 TCSL et résultats sur la stabilité structurale

Outre l'influence du taux de couverture du sol, la dynamique de développement de la croûte de battance est fortement conditionnée par la stabilité structurale de la surface du sol et la teneur en Argile. (BARTHES ET AL. 1998 ; LE BUISSONNAIS Y. ET AL. 1995 ; LE BUISSONNAIS Y., 1996 ; LE BUISSONNAIS ET ARROUYAS, 1997 ; ROTONS ET AL., 2002). Vulli oud et al. (2006) montre que la hiérarchie des valeurs de stabilité structurale est : Labour < Chisel < Cultivateur < Travail minimum. Par ailleurs, les résultats d'essais ont aussi montré un accroissement plus ou moins fort de la teneur en MO avec l'ancienneté des TCSLce qui signifie que la stabilité structurale de la couche travaillée en TCSL peut s'améliorer au fil des ans.

Succinctement, selon GROSS (1995) ET VULLI OUD (2006), l'impact des TCSL sur la stabilité structurale est plus ou moins marqué selon le type de sol. Il est surtout visible pour les sols de nature fragile, à faible stabilité structurale, comme le montrent les résultats du Tableau 29.

Tableau 29 : Index de stabilité structurale (GROSS, 1995)

Taux d'argile dans le sol	Labour	Travail « réduit » (pseudo-labour ou travail superficiel)	Semis direct
33%	55,3	64,2	60,6
27%	33,4	50,9	56,3
21%	25,1	39,3	53,4
16%	18,6	53,7	54,1

2.1.1 Cas des sols limoneux :

Plusieurs auteurs mettent en évidence une liaison entre TCSL et stabilité des agrégats de l'horizon superficiel : moins le sol est travaillé en profondeur, plus la stabilité structurale de surface croît.

Lors d'essais de moyenne ou longue durée sur des sols limoneux, le taux de macro agrégats stables (>0,25 mm) est ainsi plus élevé dans les parcelles en semis direct que dans celles travaillées (WEST ET AL. 1991 ; ANGERS ET AL., 1997 ; MAHBOUBI ET AL., 1993 IN BARTHES, 1998). ROTONS ET AL. (2002) note une amélioration de la stabilité structurale en semis direct par rapport à un labour. En effet, la stabilité structurale apparaît comme le premier facteur explicatif du ruissellement sur labour (51% de la variabilité par régression linéaire), alors que sur un semis direct, il est devancé par la densité apparente.

2.1.2 Cas des sols argileux :

LONGUE VAL (2005) suit des essais avec des couples de parcelles labour/TCSL (comprenant une diversité d'outils) de plus de quatre ans sur des sols de Midi-Pyrénées. Les résultats des analyses de stabilité structurale sur sols argilo-calcaires ne sont pas nettement en faveur des TCSL puisque seulement dans 2 cas sur 4 il y a une amélioration de la stabilité structurale qui est en fait attribuée à une teneur en matière organique supérieure de 0.5% sur le non-labour

2.2 Influence des TCSL et de leur ancienneté sur la matière organique :

De nombreux auteurs ont établi que la stabilité structurale des sols est corrélée positivement au taux de C organique (HAYNES, 1993 ; LE BUISSONNAIS ET ARROUYAS, 1997). Mais cette corrélation est plus ou moins prononcée selon la méthode de mesure de la stabilité structurale (HAYNES, 1993). Selon TISDALL ET OADES, 1982 ; FRANZLUEBBERS ET ARSHAD, 1996 ; FRANCIS ET AL. (1999) ; ROTONS (2002),

C'est l'accumulation de matière organique en surface par les TCSL qui améliore la stabilité des agrégats. (Figure 17).

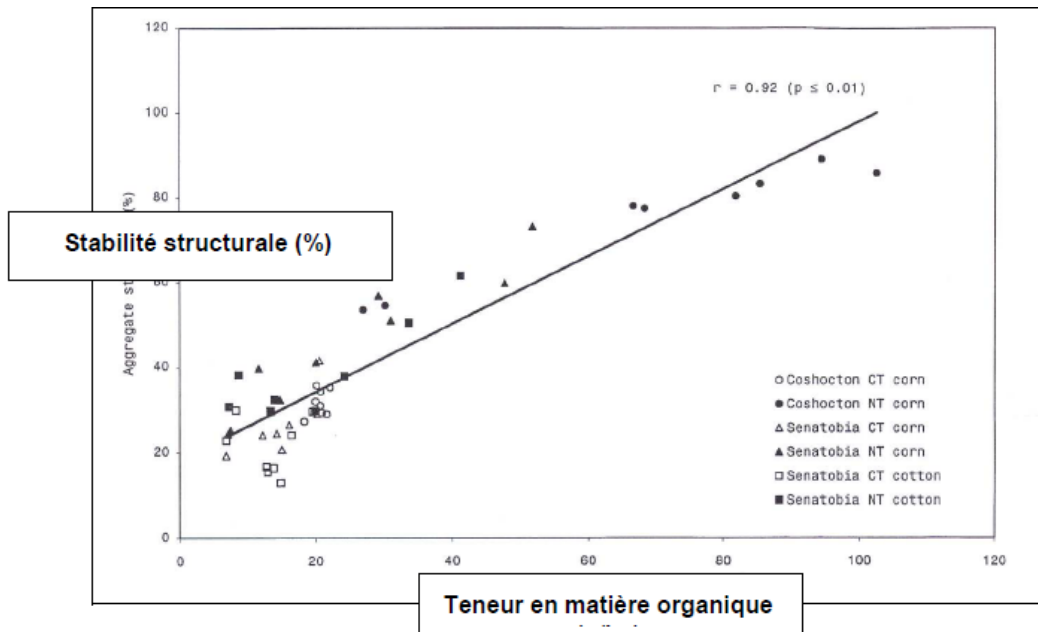


Figure 17: Coefficient de corrélation entre stabilité structurale et teneur en matière organique pour deux sites (Cosmotron et Sanatoria, US) (Source : ROTONS ET AL. 2002)

BARTHES ET AL. (1998) ET TEBRÜGGE ET AL. (1999) citent notamment d'autres références concernant cette accumulation de matière organique en surface : GRIMONS ET AL., 1994 ; ALVAREZ ET AL., 1995 ; BALL ET AL., 1996, BLAVINS, 1983 ; SINGH, 1994 ; ARSHAD ET AL. (1999); DICK, 1983 ; FRANZLUEBBERS, 1995 ; EDWARDS, 1992 ; ISMAIL, 1994 ; ALL, 1994.

TEBRÜGGE (2001) indique que l'accumulation de la matière organique est de l'ordre de 0,8 à 1,5 T/Ha/an (soit +0,8 à +1,7%) sur les essais européens âgés de 4 à 12 ans. Longue val (2005) constate, après plus de 4 ans d'adoption des TCSL en Midi-Pyrénées, une augmentation moyenne de +0,33% du taux de matière organique sur les 10 premiers centimètres de tous les types de sols en non labour, par rapport aux sols labourés (moyenne de la comparaison de 19 couples de parcelles).

2.2.1 Cas des sols limoneux :

La corrélation entre stabilité structurale et matière organique est particulièrement élevée sur les sols limoneux (MONNIER, 1965 ; BOIFFIN ET SEBIL LOTTE, 1976 ; CHENEY ET SWIFT, 1984).

Enfin, ROTONS ET AL. (2002) mesure une concentration en carbone organique 4,5 fois plus élevée sur 0-3 cm de profondeur en semis direct qu'en labour, après 9 ans de test.

Sur le long terme, des auteurs mesurent aussi des teneurs en matière organique plus élevées sur l'horizon 0-20 cm des parcelles en semis direct par rapport à celles en labour (BALA BANE, 2005, ARSHAD ET AL. 1999, GROSS, 1995).

Sur le court terme, BARTHES ET AL. (1998) observe aussi une accumulation de matière organique en surface avec l'usage du semis direct. (Figure 18). Il démontre que cette accumulation accroît la proportion de macro-agrégats stables et réduit les ruissellements sous pluie simulée. L'accumulation de matière organique est visible, mais moindre, avec un travail superficiel plutôt qu'avec les techniques de semis direct. Cette différence entre semis direct et travail superficiel est confirmée par ROTONS ET AL. (2002).

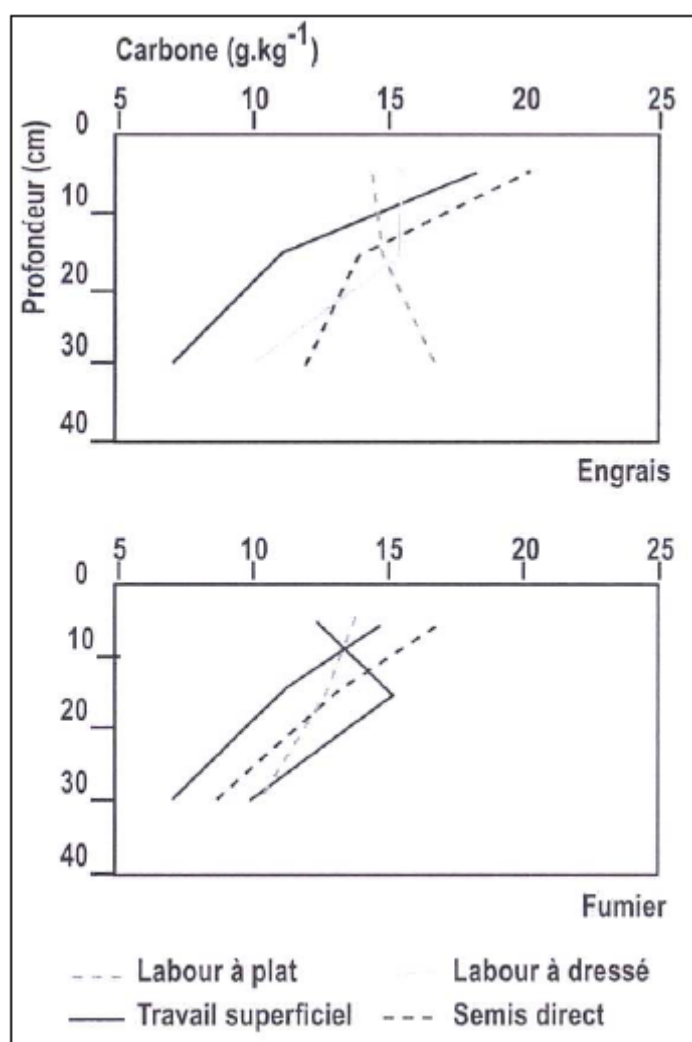


Figure 18 : Profils des teneurs en carbone deux mois et demi après l’installation des tests. (Source : BARTHES, 1998 ARSHAD ET AL. (1999) réalise des mesures très précises sur la concentration en carbohydrates, qui sont des composants d’origine microbienne et végétale, participant à la stabilisation des macro-agrégats du sol d’après ODES (1993). Pour une profondeur de 0-75 mm, les résultats sont supérieurs de 10% sous semis direct que sous labour.

2.2.2 Cas des sols argileux :

Sur sol argileux, c’est la forte teneur en argile qui donne une stabilité structurale plus élevée. L’influence de la matière organique sur la stabilité des agrégats est peu sensible (LE BUISSONNAIS, 1996).

2.3 Influence des TCSL sur la détachabilité des particules :

Les processus de détachement des particules sont influencés par la cohésion des agrégats. Il existe 2 cas de figure : les détachements sont soit généralisés sur toute la surface (érosion souvent dite diffuse), soit localisés sous forme linéaire (rigole).

2.3.1 Pour l'érosion dite diffuse :

Nombre d'auteurs les ont décrits dont AUZAT ET AL. (1990), BOIFFIN (1984) ; LE BUISSONNAIS (1988) ; KIRBY ET AL. (1980). A l'échelle du mètre carré, le détachement des particules est essentiellement lié à la stabilité structurale des sols au regard de critères plus dépendants du climat (intensité des pluies, humidité du sol, histoire hydrique de la parcelle) Quelles que soient les techniques culturales adoptées, BOIFFIN (1984), MARTIN (1997) ET LECOMTE (1999) démontrent que le degré d'affinement initial de la surface du sol conditionne aussi la quantité de particules mobilisables :

2.3.2 Pour l'érosion linéaire :

L'incision des rigoles commence quand la force tractrice hydraulique dépasse le seuil de résistance du sol (RAUWS, 1987 ; RAUWS ET AL. 1988 ; FOSTER ET AL. 1982A, 1982B ; KIRBY, 1980.)

Aussi, toute pratique culturale capable de réduire le ruissellement pourra avoir un impact direct sur la réduction de la force tractrice et de la section des rigoles.

POSENT ET GOVERS (1990) ont comparé en novembre sous semis de céréales les valeurs de force de cisaillement de surface du sol de 2 techniques culturales (Tab N° 30). En semis direct la résistance au cisaillement est 1,2 fois plus élevée.

Tableau 30 : Effet de TCSL sur la force de cisaillement critique en limon battant (POSENT ET GOVERS, 1990).

	Travail profond conventionnel (n=5)	Semis direct (n=6)
Couvert végétal %	5 - 15	15 - 20
Humidité pondérale %	23.3	22.6
Densité apparente à sec g/cm ³	1.35	1.56
Force de cisaillement kPa	15.4	18.4

Gilly *et al.* (IN POESEN, 2003) indiquent que la force de cisaillement critique est environ 2 fois plus élevée en semis direct qu'en labour, ce que constatent aussi BOIFFIN ET MONNIER (1991), DE PLOEY (1988) ET WISCHMEIER ET SMITH (1965) (IN BOARDMAN ET AL, 1990).

Les Techniques de semis superficiel peuvent diminuer l'érosion intra parcellaire en rigoles, mais les risques de ruissellement peuvent être accrus si la porosité n'est pas recréée par un autre moyen que les outils. Le risque d'érosion s'en trouve alors déplacé sur les parcelles et talwegs situés en aval lorsque ces derniers sont ameublés (BOIFFIN ET MONNIER, 1991 ; LUDWIG ET AL. 1995.)

Dans ce cas soit les débits restent faibles et un retassement réalisé sur l'axe des talwegs limitera l'incision (OUVRY, 1989-90) soit la création de bandes ou chenaux enherbés permettra d'éviter la formation de rigoles et ravines (AUZET ET AL. 1990 ; BOIFFIN ET MONNIER, 1991 ; OUVRY 1989-90).

3. Fonction de transfert vertical de l'eau dans le sol :

La capacité de l'eau pluviale à pénétrer dans le sol influence fortement la production du ruissellement (et par suite l'érosion linéaire).

3.1 Influences des TCSL sur la perméabilité :

ARSHAD ET AL. (1999) mesure une légère augmentation à faible profondeur de la capacité d'infiltration lors du passage d'un pseudo-labour à un semis direct (Figure 19), mais l'état de la surface au moment de la mesure n'est pas précisé

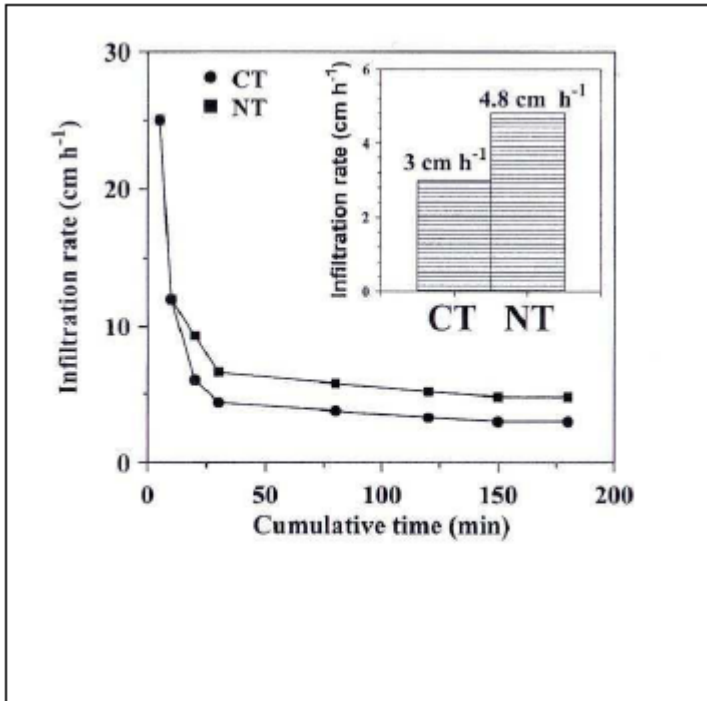


Figure 19 : Infiltration en fonction du temps pour deux modalités de travail du sol (CT=Pseudo-labour ; NT=Semis direct)

(ARSHAD ET AL., 1999)

KRAMER E. (1983) CITE DANS CHERVET A. ET AL. (2001), démontre que la vitesse d'infiltration mesurée avec un infiltromètre à anneau simple (moyenne de 9 répétitions) est fortement influencée par la présence de cultures sarclées. Les surfaces en semis direct sur parcelles sans cultures sarclées présentent des valeurs d'infiltration 10 à 20 fois supérieures par rapport à celles en labour. 17 à 18 mm/h en moyenne contre 1 à 2 mm/h.

3.2 Modification de la densité apparente des couches travaillées en TCSL :

Globalement chez les auteurs, les mesures de densité apparente ne comparent que labour, pseudo labour et semis direct. Les mesures pour des modalités intermédiaires telles que le travail superficiel sont rares, hormis VULLI OUD ET AL. (2006) à Changions.

Premier constat : en dessous de la couche de surface (0-5 à 8 cm), quelques auteurs (AZOOZ ET AL. 1996, Franzluebbbers et al. 1996, ANKEN ET AL., 1997, et ROTONS ET AL., 2002) n'observent pas de variation significative de la densité apparente en fonction du type de travail appliqué au sol à plus ou moins long terme. AZOOZ ET AL. 1996, FRANZLUEBBERS ET AL. 1996 arrivent à cette conclusion après une comparaison de 20 ans entre pseudo-labour et semis direct. VULLI OUD ET AL. (2006) note quand même quelques différences significatives pour le sol limoneux où la densité sur 10-20cm du travail minimum est plus élevée que celle du labour.

Deuxième constat : dans la fine couche de surface, les auteurs notent une diminution de la densité apparente. ROTONS ET AL. (2002) analyse la relation entre densité apparente et matière organique dans l'horizon de 0 à 3,8 cm. Il note une diminution de la densité apparente avec l'augmentation de la teneur en matière organique (Figure 20)

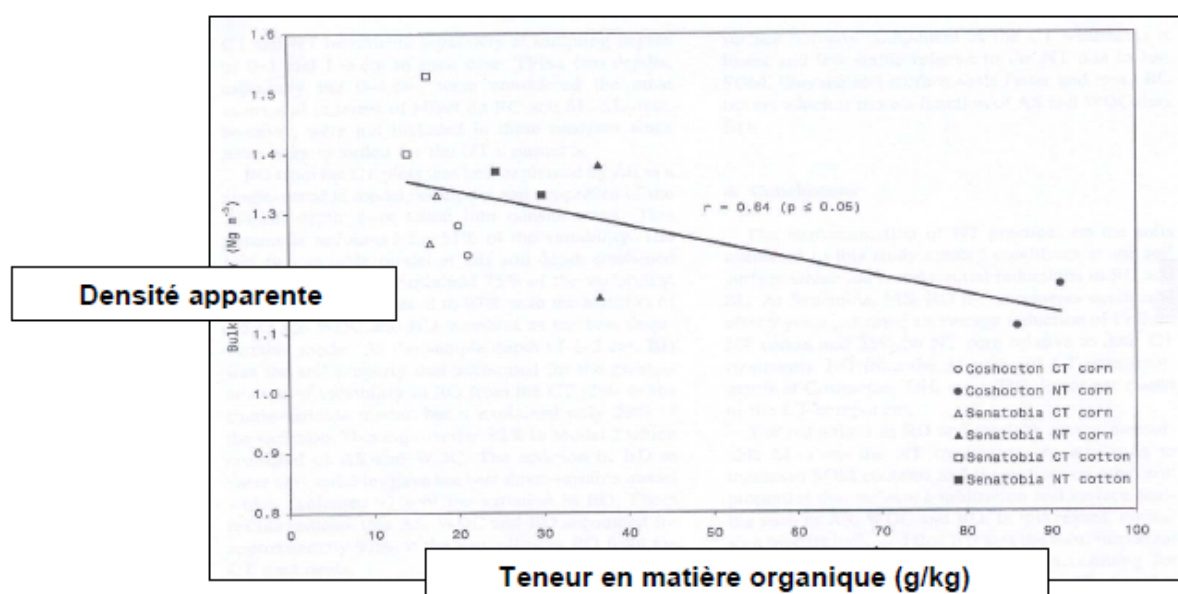


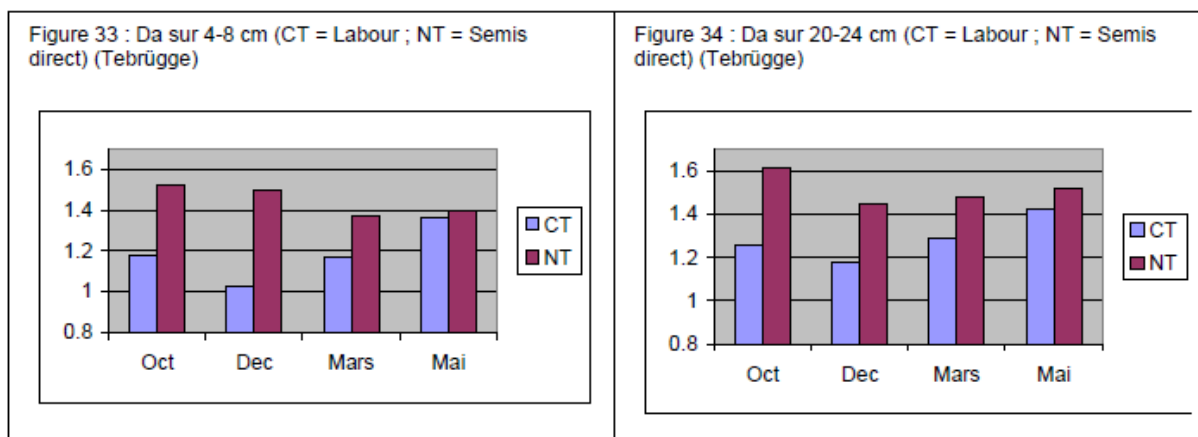
Figure 20: Relation entre teneur en matière organique et densité apparente dans l'horizon 0-3,8 cm, sur deux sites (Cosmotron et Sanatoria, US) (Source : ROTONS ET AL., 2002)

Troisième constat : d'autres auteurs concluent à une augmentation de la densité apparente de la couche équivalente au labour de 30 à 40% lors de la conversion du labour ou du pseudo-

labour au semis direct, (HILL, 1990 ; WU ET AL. 1992 ; GREGORCIC ET AL. 1993 ; BISSECTER, 1994 ; RICHTER, 1995).

Toutefois, BISETER (1994) note que la densité apparente a plutôt tendance à diminuer sur les trois premiers centimètres de sol lors du passage du labour au semis direct.

Par ailleurs, TEBRÜGGE ET AL. (1999) montre aussi qu'au cours d'une année, la densité apparente évolue différemment entre un sol labouré et un semis direct (Figures 21 et 22).



Enfin, une étude menée dans le Minnesota par VOORHEES ET LUNDSTROM (1984) conclut qu'après plusieurs années d'usage du semis direct, et en effectuant les mesures hors traces de roues la densité apparente, élevée au départ, s'amointrit, jusqu'à devenir plus faible que sous un labour

3.3 Modification de la porosité et de l'activité biologique :

3.3.1 Porosité et évolution selon le travail du sol :

D'une manière générale, tout passage d'outil augmente la porosité du sol
 TEBRÜGGE (Figure 23) note que dans la couche travaillée, le volume des pores représente 50 à 55% du volume total de sol (modalité CT correspondant au labour). Mais cette porosité n'est pas stable dans le temps et se réduit assez rapidement. Dès lors qu'un horizon n'est plus travaillé par des outils (modalité NT correspondant au semis direct), la macroporosité (>120µm) est toujours plus faible et la porosité totale est plus stable dans le temps. Elle résulte essentiellement de l'activité lombricienne

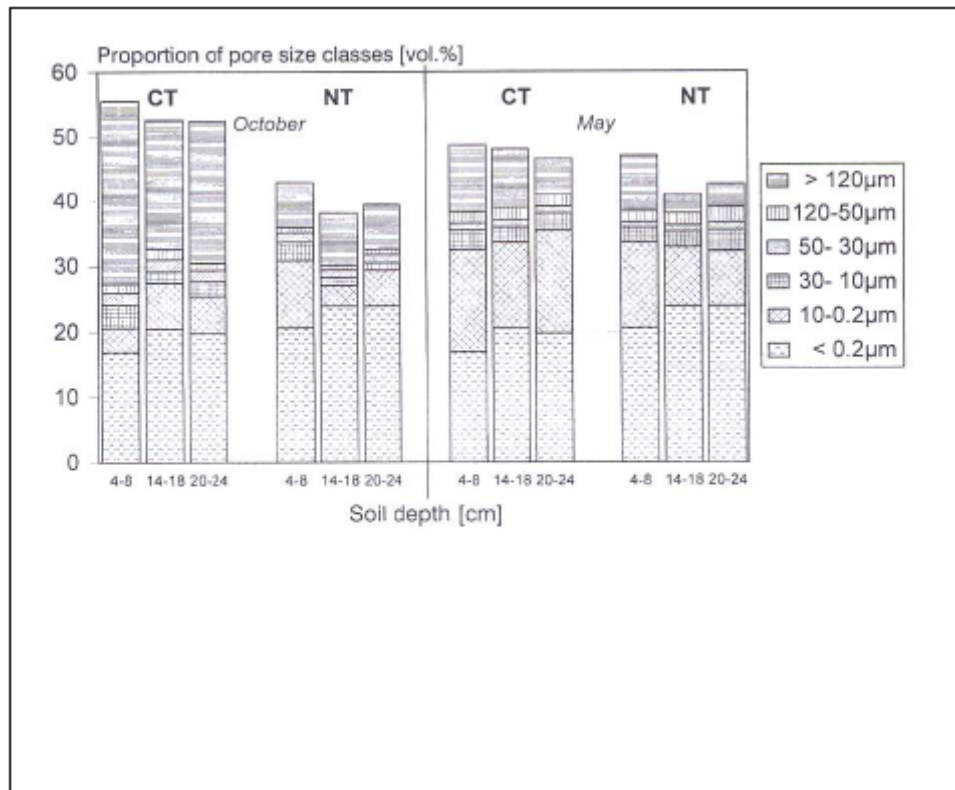


Figure 23: Evolution de la porosité entre octobre et mai selon deux modalités de travail du sol (CT=Labour ; NT=Semis direct) (TEBRÜGGE ET AL., 1999)

WEISSKOPF P. ET AL. (2006) montre que l'évolution du volume des pores est différente entre horizons supérieurs (travaillés) et horizons inférieurs tant pour le labour que le semis direct sur une longue période.

3.3.2 Porosité et ruissellement selon le travail du sol :

En semis direct, lorsqu'il y a augmentation de la quantité de biopores, ETHERS (1975) ET EDWARDS ET AL. (1992) constatent une amélioration significative de l'infiltration de l'eau.

3.3.3 Porosité et activité lombricienne :

Ce point a fait l'objet de plusieurs recherches : KAINZ (1989) ; TEBRÜGGE (1999) ; DELAUNOIS (2000) ; CHEVERT A. ET AL (2001), ANKEN ET AL. (2004) ; Longue val (2005). Ils constatent que la porosité mesurée en travail superficiel ou en semis direct est due à une augmentation de la population lombricienne.

Le Tableau 31 recense les différentes mesures directes ou indirectes de l'activité des vers de terre et donc de la bio porosité qui en résulte selon diverses modalités de travail du sol. LONGUE VAL (2005) présente des comparaisons de comptage de galeries sur des couples de parcelles en labour et non labour, dans une tranche de 8 à 15 cm de profondeur : sur 14 comparaisons, 10 présentent plus de galeries en non-labour (moyenne = +52 %) et 4 présentent moins de galeries (moyenne : moins 28%).

Tableau 31: Expérimentations mesurant l'activité lombricienne en Labour et TCSL

Auteurs	Facteur mesuré		Diamètre	Période de mesure	Labour (T)	Pseudo labour	Travail superficiel	Semis direct	Prof.
Kainz, 1989	Nbre de lombrics /m ²		adultes juvéniles	Août	53		48 (-10%)		
					79		141 (+78%)		
Tebrügge, 1999	Nbre de galeries		> 1 mm	?	400			450 (+12%)	Prof. 10 cm
					400			1100 (+175%)	Prof. 40 cm
Delaunoy, 2000	Nbre de lombrics /m ²		X	Mai	110		320 (+191%)		
	Biomasse lombricienne (g/m ²)		X	Mai	20		115 (+475%)		
	Nbre de galeries /m ²		> 0,5 mm	Mai	95			3750 (+3847%)	Prof. 0 cm
					650			20 000 (+2976%)	Prof. 5 cm
					400			900 (+125%)	Prof. 25 cm
				500			1 070 (+114%)	Prof. 40 cm	
Anken, 2004	Nbre de lombrics /m ²		X	Mars	4,2	11,1 (+164%)		19,2 (+357%)	
	Biomasse lombricienne (g/m ²)		X	Mars	18,5	44,2 (+139%)		130,7 (+606,4%)	
Longueval, 2005 (14 couples de parcelles L/NL)	Nbre de galeries /m ²		> 1mm	?	560		258 (-54%)		
					466		428 (-8%)		
					571		769 (+35%)		
					425		892 (+110%)		
					800		617 (-23%)		
					1208		1457 (+21%)		
					225		425 (+89%)		
					307		446 (+45%)		
					267		283 (+6%)		
					250		458 (+83%)		
					333		542 (+63%)		
					108		158 (+46%)		
				592		767 (+29%)			
				492		3 (-26%)			
				Moyenne			562		
Maurer-Troxler, 2006	Biomasse lombricienne (g/m ²)	Toute Parcelle	Epigés	octobre	11			16	
			Endogés		61			84	
			Anéciques Nicodrilus		17			38	
			Anéciques Lumbricus		5			52	
			Total		94			190 (+202%)	
		Parcelle sans pomme de terre	Epigés		8			15	
			Endogés		73			97	
			Anéciques Nicodrilus		31			71	
			Anéciques Lumbricus		7			72	
			Total		120			255 (+212%)	

La grande majorité des résultats montrent que les techniques de travail superficiel et de semis direct multiplient par 0,8 à 3,6 le nombre des vers de terre, et par 1,4 à 6 leur masse, ce qui se traduit en général par une augmentation moyenne du nombre de galeries verticales de 486% (-26% à +3800%). Mais, il peut arriver pour le travail du sol superficiel, voir LONGUE VAL (2005) ET KAINZ (1989), que l'on trouve aussi quelques cas de diminution de l'activité lombricienne avec le passage aux TCSL

Pour TEBRÜGGE ET AL. (1999) ET KAINZ (1989), l'augmentation du nombre de vers de terre dépend du degré de perturbation de l'écosystème sol : moins il est perturbé, plus il y a de lombrics.

La bio porosité est surtout créée en période printanière et estivale (TEBRÜGGE ET AL. 1999), période d'activité lombricienne maximale.

MAURE-TROLER C. ET AL (2006), FRIEBE ET HENKEL (1992) cités par TEBRÜGGE, remarquent que certains types de lombrics, tels que *Lumbricus terrestris*, sont 10 fois plus nombreux sous semis direct que sous labour.

3.3.4 Transferts verticaux et tassements des sols en TCSL :

CHERVET ET AL. (2001) montre que le passage au semis direct réduit de 50 à 100% le nombre de passages pour préparer le sol en passant de 50% à 0% de plantes sarclées dans la rotation.

Pour un même nombre de passages de tracteur, TEBRÜGGE ET AL. (1999) compare les valeurs de la porosité entre un labour et un semis direct avant et après un tassement lié au trafic de matériel agricole. (Figure 24)

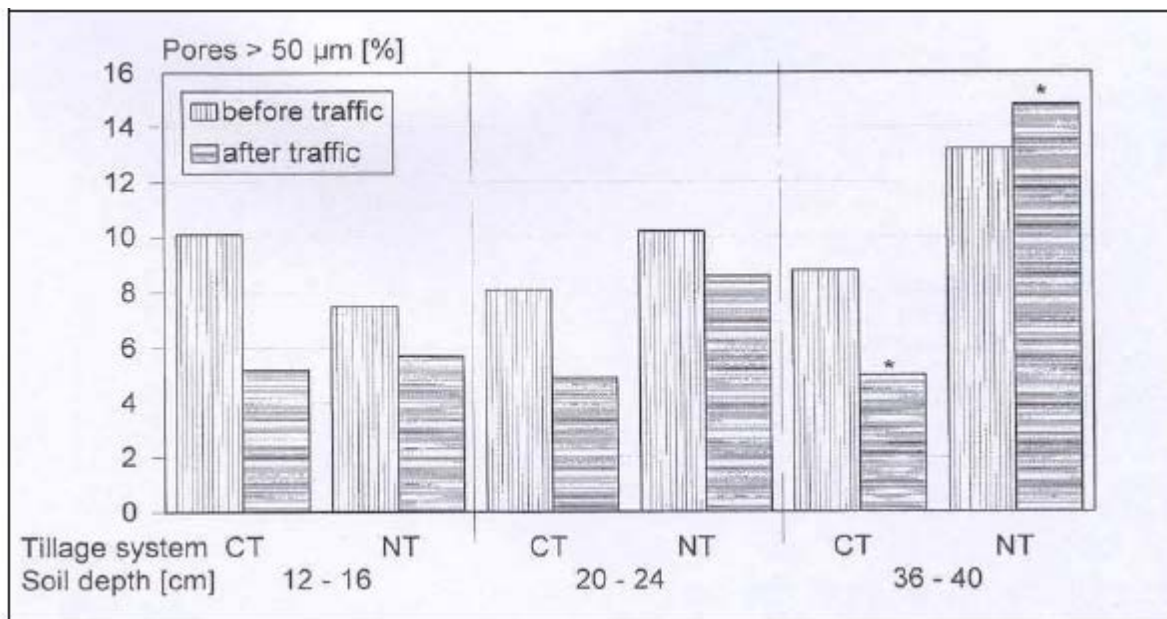


Figure 24: Mesure de la porosité avant et après passage de roues pour deux modalités de travail du sol. CT= Labour ; NT= Semis direct. (Source : TEBRÜGGE ET AL, 1999)

Note que la réduction de la porosité (pores > 50 μm) est plus prononcée en système labouré qu'en semis direct jusqu'à 40 cm de profondeur : 50% du volume occupé par les macro-pores (> à 50 μm) disparaît sous la pression des roues contre 24% en semis direct entre 12 et 16 cm de profondeur.

4. Rugosité superficielle et TCSL :

L'impact de la rugosité de la surface du sol sur le ruissellement et l'érosion diffuse a été largement décrit (MARTIN, 1997 ; ROSE, 1994 ; TREVISAN, 1986 ; ONSTAD ET AL, 1984 ; BOIFFIN, 1984 ; BOIFFIN ET AL. 1988 ; CERDAN, 2001).

Lorsque les eaux de pluie ne s'infiltrent plus dans le sol, cette rugosité crée une détention superficielle ou un stockage temporaire. Elle est principalement créée et modifiée par le travail du sol et la dégradation de l'état de surface sous l'action de la pluie.

ONSTAD ET AL. (1984) établit une relation entre rugosité et volume ruisselé telle que présentée sur la Figure 25.

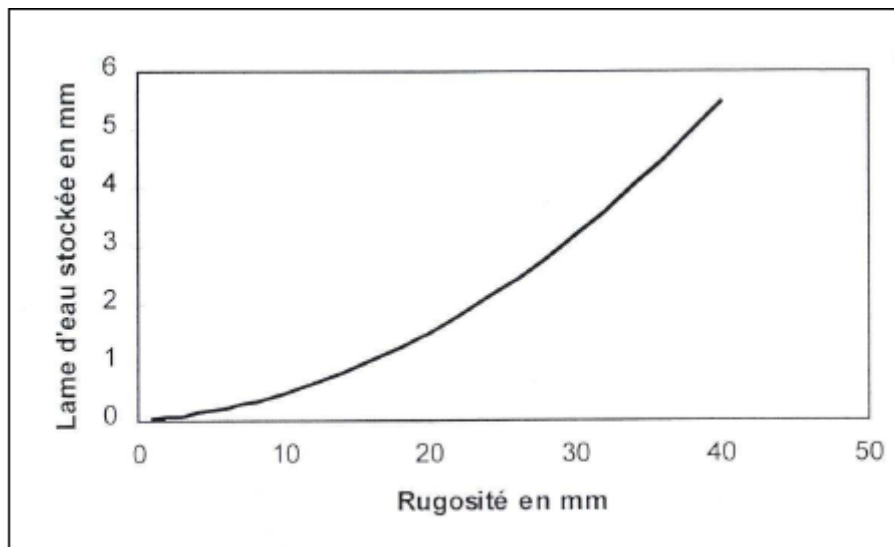


Figure 25: Corrélation entre ruissellement et rugosité (ONSTAD ET AL. 1984)

Ainsi, cette rugosité peut disparaître rapidement sous l'action de la pluie si la stabilité structurale est faible comme c'est le cas des sols limoneux, et si de surcroît, le sol n'est pas protégé par un couvert végétal. (MARTIN, 1997).

I-4-3-2-Cas de la viticulture : Impacts des techniques culturales sans labour sur ruissellement et érosion Problématique, définitions et mécanismes

1.1. Typologie des phénomènes érosifs

Contrairement à l'usage du travail du sol en grandes cultures, dans les vignobles, le travail du sol est essentiellement utilisé dans un objectif de désherbage mécanique des inter-rangs. Cette pratique s'oppose à une conduite de la vigne sans travail, avec un entretien chimique du sol.

1.2. Facteurs et processus déclenchant de l'érosion

De manière générale, il est clairement démontré par de nombreux essais que les pratiques d'entretien des sols qui visent à maintenir une couverture du sol la plus complète possible dans le temps et l'espace (mulch ou engazonnement) limitent la dégradation de la structure des sols et réduisent significativement les risques de ruissellement et d'érosion (LITZLER, 1988).

1.3. Travail du sol et l'érosion

La pratique traditionnelle d'entretien par le travail du sol, présente l'avantage de générer une porosité (REY NIER, 1986) et une rugosité de la surface du sol qui favorisent, d'une part l'infiltration (MESSER, 1978) et d'autre part la détention superficielle de l'eau et le ralentissement du ruissellement éventuel

MOUSSA ET AL. (2002) mesure une réduction du coefficient de ruissellement d'un facteur 10 par rapport à un sol non travaillé, après usage d'un cultivateur rotatif lors d'un événement pluvieux de printemps

1.4. Désherbage chimique (= non-culture) et l'érosion

L'effet du désherbage chimique total est relativement plus simple à analyser dans la mesure où les propriétés de surface résultantes sont plus homogènes et plus stables : le sol reste normalement en permanence nu, avec une faible rugosité, compacté par le passage des engins et présente donc une in filtrabilité et une capacité de détention superficielle de l'eau réduites, ce qui augmente fortement les risques de ruissellement même pour des pluies relativement faibles.

1.5. Mulchs et l'érosion

Les mulchs favorisent la dissipation de l'énergie des gouttes de pluie, augmentent l'infiltration de l'eau et limitent la vitesse du ruissellement comme le départ des particules de terre.

1.6. Engazonnement et érosion

Photo 1 : Une parcelle enherbée dans le bassin de la Peyne (Hérault) (Cliché : Y. LE BUISSONNAIS)



A plus long terme, l'engazonnement a aussi un effet sur l'amélioration de la stabilité structurale du sol (GOULET ET AL. 2004), par l'augmentation de la matière organique en surface, et en particulier par l'effet des exsudats racinaires.

2. Résultats expérimentaux :

Tout d'abord, des mesures réalisées en Champagne de 1981 à 1984 (BAILLIF ET AL. 1986), permettent d'avoir des mesures dans les conditions naturelles (642 mm de précipitations annuelles en moyenne). Elles ont été réalisées sur sol brun calcaire hydro morphe. La pente moyenne est de 18 %. Les résultats sont présentés dans le Tableau 32.

Tableau 32: Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne en conditions naturelles (BAILLIF ET AL. 1986)

	Non-culture	Culture (labour superficiel)
Ruissellement (%)	1,3	1,3
Erosion (kg/ha)	3012	2545

On ne note pas de différence au niveau du ruissellement alors que la non-culture provoque une érosion plus intense.

De plus, des expérimentations menées en Beaujolais (CEMAGREF, 1986) en 1984 et 1985 soulignent l'intérêt de l'enherbement vis-à-vis du ruissellement et de l'érosion, par rapport à non culture (Tableau 33).

Tableau 33 : Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne sous simulation de pluie (CEMAGREF, 1986)

Pluie simulée 60 mm/h pendant 1 h	Lucenay (sol limono-argileux)		Theizé (sol limono-argilo-sableux)	
	Non culture	Enherbement inter-rang	Non-culture	Enherbement inter-rang
Ruissellement (%)	77,6	9,9	35,8	19,7
Erosion (kg/ha)	11 240	39	209	25

L'effet de l'enherbement est également significatif par rapport au travail du sol, comme le montrent les résultats obtenus en Allemagne (SCHALLER ET AL. 2000), sur sol sablo-limoneux en conditions naturelles (Tableau 34).

Tableau 34: Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne en conditions naturelles (SCHALLER ET AL)

	Culture	Enherbement
Ruissellement (%)	5,3	0,2
Erosion (kg/ha) suite à orage de 55 mm	50 000	3.1

Les résultats mesurés durant 2 saisons pour un enherbement en plein montrent des réductions de ruissellement de 20 à 50 % par rapport au sol travaillé lors des fortes pluies d'automne, alors que les coefficients de ruissellement dépassent souvent 35 % sur les parcelles travaillées ; du point de vue de l'érosion, la réduction est d'un facteur 7 à 22 en faveur de l'enherbement, ce dernier étant d'autant plus efficace que les pluies sont agressives (IGOUNET, 1997).

III-4-3-3- Enherbement de la vigne :

En viticultures, la pratique de l'enherbement et ses effets est étudiée depuis les années 1950. La plupart des travaux portent sur des enherbements permanents à base de graminées ou sur les techniques dites « d'enherbement naturel maîtrisé », dans les vignobles septentrionaux (au-delà du 45ème parallèle Nord) et dans les régions océaniques. En général, les objectifs visés par la pratique de l'enherbement sont : réduction de la vigueur et du rendement de la vigne, amélioration des propriétés physicochimiques des sols, lutte contre l'érosion des sols et diminution des intrants phytosanitaires.

En climat méditerranéen, la problématique est sensiblement différente de celle des vignobles précédents. Outre la concurrence azotée, la vigne enherbée peut subir une forte concurrence hydrique causée par des précipitations peu fréquentes et peu abondantes (moins de 100 jours de pluie par an et des cumuls variant de 300 à 1000 mm) mais pouvant prendre la forme d'orages violents entraînant une érosion importante en sols maigres et pentus. (Anonyme,4)

1-Enherbement avec des espèces peu concurrentielles :

1-1 : Introduction :

Un enherbement pratiqué dans tous les interlignes au moyen de graminées pérennes peut exercer dans certains sites une concurrence excessive en eau et en azote pour la vigne, susceptible d'entraîner une diminution de la qualité des vins de Chasselas (MAIGRE *ET AL.* 1995).

La possibilité de gérer le stress hydro azoté par le choix des espèces botaniques utilisées pour l'enherbement a déjà fait l'objet d'une étude dans les conditions du bassin lémanique (SPRINGS, 2001; SPRINGS, 2002). Suite à cette première expérimentation, la recherche d'espèces potentiellement peu concurrentielles pour l'alimentation hydrique et azotée de la vigne a été poursuivie (DELABAYS *ET AL.* 1999).

1-2 : Matériel et méthodes :

L'essai a été implanté sur le domaine expérimental de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Nyon (VD). La moyenne des températures durant la période de végétation (15 avril au 15 octobre) s'élève pour ce site à 14,9 °C et les précipitations annuelles sont de 1009 mm. Le sol (0-20 cm) est moyen, peu calcaire (4% de Ca CO₃) et contient un taux de matière organique satisfaisant. L'analyse chimique du sol montre qu'il est riche en phosphore et en potassium et normalement pourvu en magnésium.

Le sol sous les ceps (un tiers de la surface) a été maintenu libre de végétation par l'application d'herbicides. Les variantes d'enherbement ont été les suivantes :

- Graminées pérennes (mélange L'enta® de la maison Schweizer; variante témoin)
- *Bromus tectorum* (brome des toits)
- *Hordeum murinum* (orge des rats)
- *Trifolium subterraneum* (trèfle souterrain)
- *Trifolium repens* (trèfle rampant)

Ces différents types d'enherbement, ainsi que leur évolution tout au long de la période d'expérimentation, ont été décrits par DELABAYS *ET AL.* (2006).

Les observations agronomiques qui font l'objet de cet article ont été effectuées durant les années 2002-2004. Les contrôles ont été les suivants

Détermination des taux de N, P, K, Ca et Mg de feuilles situées dans la zone des grappes à la véraison (diagnostic foliaire);

- Expression végétative par pesage des bois éliminés à la taille;
- relevé des composantes du rendement: fertilité des bourgeons, poids des baies et poids des grappes (la récolte a fait l'objet d'une limitation de rendement par le maintien de cinq grappes par cep en juillet);
- Détermination dans les moûts après foulage du taux de sucre, du pH, de l'acidité totale exprimée en acide tartrique, des acides tartrique et malique, ainsi que de la teneur en azote selon la méthode proposée par AERNY (1996).

En 2003, un suivi de la disponibilité en azote minéral (Nmin) sous les différents types d'enherbement a été conduit de début mai à fin août dans les premiers 50 cm du sol (JOBIN, 2004)

En outre, un suivi du potentiel hydrique de base du feuillage a été effectué au moyen d'une chambre à pression de marque PMS Instrument Co., modèle 1002 (SCHOLA DER ET AL., 1965). Ces mesures ont été faites durant la période de sécheresse et de canicule de la mi-juillet à la fin d'août, afin de déterminer des différences éventuelles de stress hydriques induits par le type d'enherbement sur la vigne (JOBIN, 2004). En 2004, un suivi de l'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester) a été effectué sur les feuilles principales situées dans la zone des grappes, du mois de juin au mois d'octobre, selon la méthode proposée par Springs et ZUFFEREY (2000) et SPRINGS (2002B).

1-3 : Résultats et discussion :

1-3-1 : Indicateurs d'alimentation azotée :

1-3-1-1 : Diagnostic foliaire N :

La teneur en azote des feuilles, déterminée à la véraison, figure dans le tableau 1. Par rapport aux graminées pérennes (mélange L'enta®), l'enherbement constitué de graminées annuelles (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) n'a que peu amélioré l'alimentation azotée de la

vigne. En revanche, les légumineuses annuelles (trèfle souterrain) et pérennes (trèfle rampant) ont entraîné des taux d'azote nettement plus élevés.

L'alimentation azotée de la plante peut être qualifiée de très insuffisante pour la variante avec graminées pérennes (mélange L'enta®), d'insuffisante pour les deux variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) et de satisfaisante pour les deux variantes avec légumineuses (trèfle souterrain et trèfle rampant). Cela confirme l'intérêt des légumineuses dans l'enherbement de vignobles soumis à de fortes concurrences en azote (MASSON ET BERTONI, 1996; STOTZ, 1994)

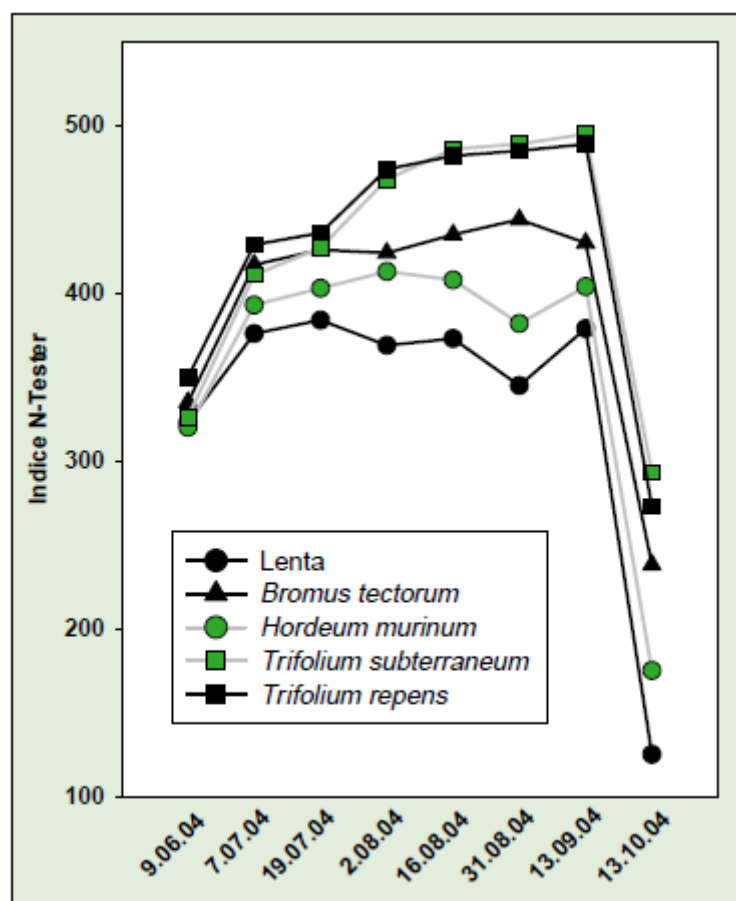


Fig26. Essai de _types d'enherbement sur Chasselas. Indice chlorophyllien Du feuillage (N-tester). Feuilles de la zone des grappes. CHANGINS, 2004.

1-3-1-2 : Indice de formol des moûts au foulage :

Pour le Chasselas, l'indice de formol des moûts déterminé à la vendange selon la méthode proposée par AERNY (1996) est un bon indicateur du stress hydro-azoté subi par la vigne. Les seuils de l'indice de formol déterminés par LORENZINI (1996) pour le Chasselas sont les suivants:

< 10: carence azotée marquée

10-14: carence azotée modérée

> 14: alimentation azotée non limitant.

Les moyennes 2002-2004 sont reportées dans le tableau 35. Les tendances confirment les observations faites avec le diagnostic foliaire. La variante avec graminées pérennes (mélange L'enta®) a fourni les valeurs les plus basses, les deux variantes avec les graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) n'ont apporté qu'une amélioration non significative, tandis que les légumineuses ont entraîné les valeurs les plus élevées. De manière générale, les taux d'azote dans les moûts étaient nettement en deçà des valeurs optimales, indiquant une carence en azote marquée.

Variantes	Diagnostic foliaire (% matière sèche)	Indice de formol des moûts
	N	
Mélange Lenta®	1,66	6,2
<i>Bromus tectorum</i>	1,79	7,0
<i>Hordeum murinum</i>	1,75	6,5
<i>Trifolium subterraneum</i>	1,99	8,9
<i>Trifolium repens</i>	2,00	9,6
ppds (p = 0,05)	0,13	1,8

Tableau 35. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Diagnostic foliaire N à la véraison et indice de formol des moûts à la vendange. CHANGINS, moyennes 2002-2004.

1-3-1-3 : Teneur en chlorophylle du feuillage (indice N-Tester) :

La figure 29 représente l'évolution de l'indice chlorophyllien du feuillage observé durant la saison 2004 pour les cinq types d'enherbement considérés. Conformément aux résultats d'azote dans les feuilles et dans les moûts,

L'enherbement constitué de graminées pérennes (mélange L'enta®) est celui qui concurrence le plus la vigne. Les variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) ont présenté un feuillage un peu plus vert. Cela a été particulièrement le cas pour la variante avec *Bromus tectorum*, espèce plus précoce qui concurrence la vigne moins longtemps que *Hordeum murinum* en cours de saison (DELABAYS ET AL. 1999).

L'amélioration la plus nette de la teneur en chlorophylle du feuillage a été obtenue avec les deux types de légumineuses. Azote minéral (Nmin ; fig27)

En 2003, l'évolution de la teneur en azote minéral (Nmin) du sol dans les 50 premiers centimètres a été suivie de début mai à fin août (JOBIN, 2004). Les valeurs les plus basses et les plus stables ont été constatées avec les graminées pérennes (mélange L'enta®). Les variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) et avec la légumineuse annuelle à ressemis (*Trifolium subterraneum*) ont présenté des valeurs proches de la variante avec graminées pérennes jusqu'en juin; après la fin de leur cycle et avant leur ré-germination, c'est-à-dire en juillet et en août, elles ont fourni des teneurs en azote plus élevées. Les valeurs enregistrées avec *Bromus tectorum* sont à considérer avec réserve car cette espèce s'est relativement mal réinstallée au printemps 2003 et a même nécessité un res- ressemis en août de la même année. Les valeurs les plus élevées ont été observées avec le trèfle rampant (*Trifolium repens*) qui a laissé un reliquat considérable d'azote pratiquement tout au long de la saison.

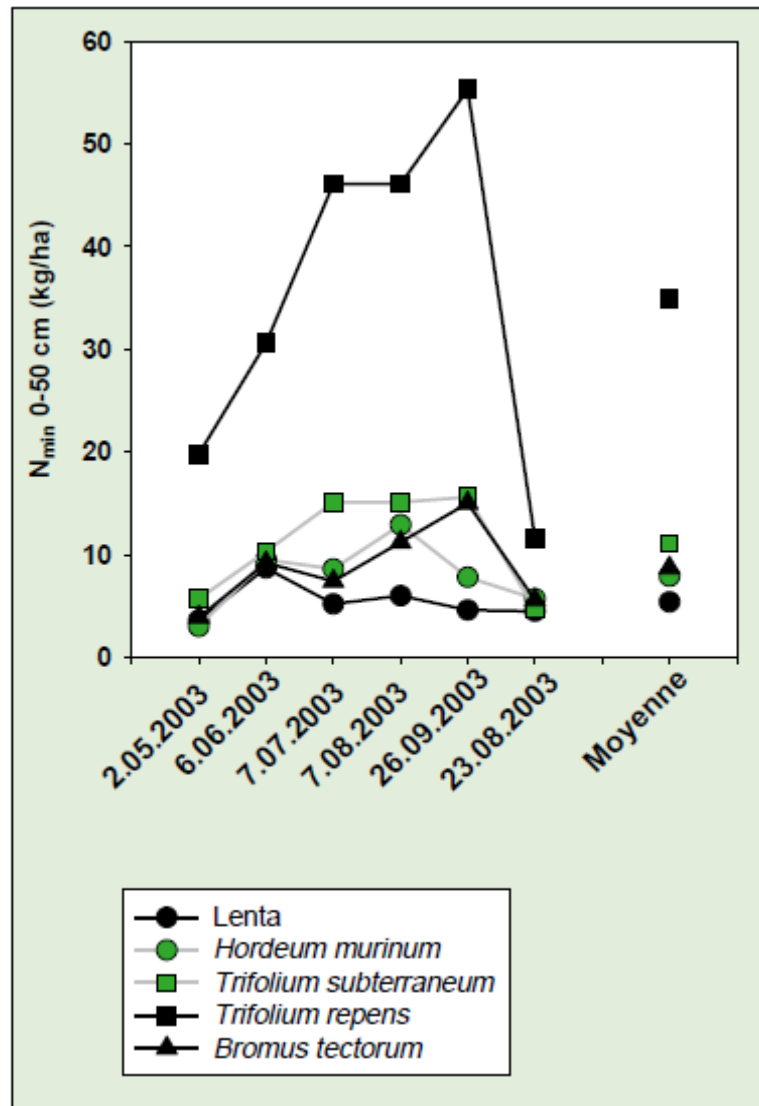


Fig. 27. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. N_{min} 0-50 cm. CHANGINS, 2003

1-3-1-4 : Potentiel hydrique du feuillage :

Durant la période de sécheresse et de canicule de l'été 2003, un suivi du potentiel hydrique du feuillage a été entrepris (JOBIN, 2003). Ce suivi effectué en fin de nuit permet de bien caractériser le niveau de stress hydrique subi par la plante en cours de saison (CARBONNEAU, 2001). La détermination de ce potentiel hydrique de base a été effectuée à trois reprises: mi-juillet, début août et fin août. Pour la variante avec *Bromus tectorum*, qui présentait un taux de couverture faible au printemps 2003, seule une mesure à fin août a été effectuée, comme on peut le voir sur la figure 28. Des différences considérables de stress hydrique de la plante ont été observées durant cette période de sécheresse selon les types

d'enherbement. Les variantes qui ont le moins concurrencé la plante en eau ont été les espèces annuelles à ressemis et en particulier les graminées (*Hordeum murinum* et *Bromus tectorum*), probablement en raison de leur cycle végétatif décalé par rapport à celui de la vigne et de leur développement végétatif relativement limité au printemps (peu de consommation en eau). Le trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*), qui disparaît également durant l'été, semble avoir un peu plus concurrencé la vigne en eau, probablement en raison de son développement végétatif luxuriant au printemps. La concurrence en eau la plus élevée a été enregistrée, comme on pouvait s'y attendre, avec les espèces pérennes (graminées et trèfle rampant). Selon les seuils d'interprétation du potentiel hydrique de base proposés par RIOUX ET PAYAN (2001), la vigne a été soumise à une contrainte hydrique modérée avec les enherbements annuels à ressemis (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum* et *Trifolium subterraeum*) et forte avec les types d'enherbements permanents (graminées pérennes et *Trifolium repens*).

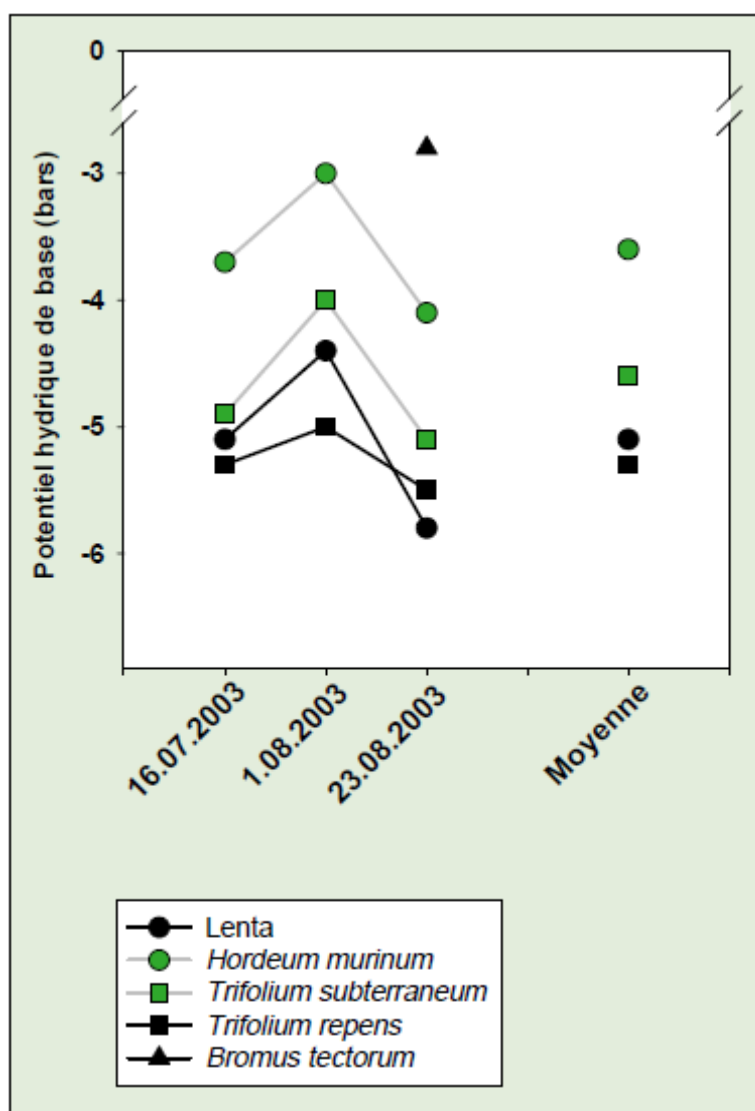


Fig. 28.Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Potentiel Hydrique du feuillage en période de sécheresse. CHANGINS, été 2003.

1-3-1-5 : Diagnostic foliaire P, k, ca et mg

Les taux de phosphore les plus bas ont été observés chez les variantes avec légumineuses qui ont assuré la meilleure alimentation azotée. Ce comportement est à mettre en relation avec l'antagonisme N/P relevé par plusieurs auteurs (MAIGRE *ET AL*, 1995; MAIGRE ET MURISSIEZ, 2000; L'ARCHEVEQUE *ET AL*. 1998; SPRINGS, 2001). Aucune différence significative n'a été enregistrée en ce qui concerne les autres éléments minéraux analysés.

1-3-1-6 : Influence sur la vigueur de la vigne et les composantes du rendement (tab.36) :

Par rapport à l'enherbement constitué de graminées pérennes (mélange L'enta®), l'ensemble des variantes expérimentées (poids des bois de taille) et augmenté le poids des baies et des grappes, ainsi que le rendement. L'amélioration la plus marquée a été notée avec la variante brome des toits (*Bromus tectorum*), toutefois il faut mentionner sa présence discrète en 2003 (ressemis très lacunaire, forte proportion de sol nu).

L'augmentation de la vigueur et celle du potentiel de production de la vigne sont liées aux différences signalées plus haut en ce qui concerne l'alimentation en eau et en azote.

Par rapport à l'enherbement constitué de graminées pérennes (mélange L'enta®), l'ensemble des variantes expérimentée sont favorisé la vigueur de la vigne (poids des bois de taille) et augmenté le poids des baies et des grappes, ainsi que le rendement.

Tableau 36. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Poids des bois de taille et composantes du rendement. CHANGINS, moyennes 2002-2004

Variantes	Poids des bois de taille (g/oepe)	Fertilité des bourgeons (nombre grappes/bois)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
Mélange Lenta®	356	2,04	2,8	286	0,777
<i>Bromus tectorum</i>	506	2,11	3,3	357	0,983
<i>Hordeum murinum</i>	419	2,15	3,2	356	0,976
<i>Trifolium subterraneum</i>	409	2,04	3,1	336	0,925
<i>Trifolium repens</i>	436	1,98	3,0	348	0,938
ppds (p = 0,05)	51	n.s.	0,3	58	0,188

1-3-1-7 : Analyse des mouts :

Le tableau 37 réunit les résultats d'analyse des teneurs en sucre et en acidité des moûts au foulage. Pratiquement aucune différence n'a pu être notée concernant ce paramètre.

Tableau 37. Essai de types d'enherbement sur CHASSELAS. Analyse des moûts au foulage. CHANGINS, moyennes 2002-2004.

Variante	Indice réfractométrique	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH
Mélange Lenta®	79,0	5,0	5,6	1,5	3,33
<i>Bromus tectorum</i>	79,0	5,3	5,6	1,7	3,32
<i>Hordeum murinum</i>	78,4	5,2	5,6	1,7	3,33
<i>Trifolium subterraneum</i>	77,7	5,2	5,6	1,7	3,35
<i>Trifolium repens</i>	78,6	5,0	5,6	1,7	3,36
ppds (p = 0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,03

1-3-1-8 : Conclusion :

(Des enherbements dans tous les interlignes constitués de graminées ou de légumineuses annuelles à ressemis *Bromus tectorum*, *Hordeum murinum* et *Trifolium subterraneum*), ainsi que de légumineuses pérennes (*Trifolium repens*), ont augmenté la vigueur de la vigne et son potentiel de production par rapport à l'utilisation de graminées pérennes (mélange L'enta®).

□ L'amélioration de l'alimentation azotée de la vigne (N minéral du sol et teneur en azote des feuilles et des moûts, indice chlorophyllien des feuilles) a surtout été notée avec l'utilisation des légumineuses (*Trifolium repens* et *Trifolium subterraneum*).

□ La concurrence hydrique a été moins marquée avec les espèces annuelles à ressemis, qui ont un cycle végétatif décalé par rapport à celui de la vigne.

□ Peu de différences ont été notées au niveau de la teneur en sucre et en acidité des moûts au foulage.

L'introduction de certaines de ces espèces pour l'enherbement des vignes nécessitera encore des études complémentaires (sélection des biotypes les mieux adaptés, modalités de gestion de ces types d'enherbements, production de semences).

V.1-Interprétation et description de station d'étude

V.1.1- Introduction

Notre étude est faite sur des sols en relation avec la vigne. Les prélèvements des échantillons sont effectués dans le vignoble situé dans la même exploitation (Hennaya).

Nous avons choisi le nombre de profils en fonction de l'homogénéité des sols du vignoble.

Pour le vignoble choisis, le sol est homogène, donc on a ouvert une seule tranchée par parcelle.

V.1.2-La description du vignoble

Le vignoble se trouve dans le domaine nommé Drissi (Hennaya).

La culture de la vigne occupe une superficie de 1,5ha, dont le cépage cultivé est la variété VALENSI.

Fiche d'examen du profil cultural N°1

- ✓ *Date de prélèvement : 21 /04/2010.*
- ✓ *Localité : Hennaya.*
- ✓ *Propriétaire : Drissi*
- ✓ *Exposition : sud-est*
- ✓ *Pente : légère*
- ✓ *Année de plantation : 1972*
- ✓ *Végétation : vigne (Cépage : VALENSI, porte- greffe : RICHTER)*

0 - 20 cm : La texture de cet échantillon est de nature limono-argileuse avec une quantité moyenne de CaCO_3 qui est de l'ordre de 11,13 %, le pH est alcalin, il atteint 8,09. Par ailleurs, la matière organique est faible 1,103 %, la conductivité électrique est de 0,19 ms/cm donc notre échantillon est non salé et sa couleur est de type 2,5YR 4/3.

20 – 60 cm : La texture est limono-argilo-sableuse, le calcaire est d'une quantité moyenne de l'ordre de 13,77 %, cependant le pH est alcalin (8,03), sa matière organique est de 0,413 %. La conductivité électrique est de 0,19 ms/cm ; notre sol est non salé et sa couleur est de type 10YR 5/3.

Interprétation des résultats et discussion

60 – 100 cm : La nature de la texture est limono-argileuse. La quantité du calcaire est moyenne de l'ordre de 15,26%, le pH est alcalin atteint (8,05); cet échantillon contient 0,689% de matière organique, il n'est pas salé car la conductivité électrique est de 0,21ms/cm, par ailleurs la couleur du sol est de type 5YR 5/2.

Fiche d'examen du profil cultural N°2

- ✓ *Date de prélèvement : 21 /04/2010.*
- ✓ *Localité : Hennaya.*
- ✓ *Propriétaire : Drissi.*
- ✓ *Exposition : sud-est*
- ✓ *Pente : légère.*
- ✓ *Année de plantation : 1972*
- ✓ *Végétation : vigne (Cépage : VALENSI, porte- greffe : RICHTER)*

0 – 25 cm : La granulométrie est argilo-limoneuse, la quantité du calcaire est moyenne de l'ordre de 7,83, le pH est peu alcalin de (7,85), cet échantillon contient une forte teneur en matière organique (3,34%), la conductivité électrique présente une valeur de 0,15 ms/cm (non salé) et sa couleur est de type 10YR 4/2.

25 – 70 cm : La texture de cet échantillon est de nature limono-argileuse avec une quantité moyenne de CaCO₃ qui est de l'ordre de 11,07%, le pH est peu alcalin, il atteint 7,82. Par ailleurs la matière organique est moyenne (2,896%), la conductivité électrique est de 0,18 ms/cm (non salé) et sa couleur est de type 10YR 4/2.

70 - 100 cm : La texture est limono-argileuse fine, la quantité du calcaire est moyenne avec une teneur de 12,66%, le pH est peu alcalin (7,96) et sa matière organique est de l'ordre de 0,62%. La conductivité électrique est de 0,12 ms/cm (non salé) et sa couleur est de type 10YR 7/4.

V.1.3-L'interprétation des résultats :

V.1.3.1-L'Interprétation des résultats du profil 1

Ce profil comporte deux horizons, d'épaisseur variable, la texture varie entre limono-argileuse pour l'horizon A et C et limono-argilo-sablonneuse, pour l'horizon B. On remarque que le taux d'argile est élevé en profondeur qu'en surface. Cela explique que l'argile est entraînée par les eaux de ruissellements (érosion hydrique).

A partir du tableau récapitulatif des résultats on peut dire que le taux de la matière organique est élevé en horizons superficiels qu'en profondeur.

Sa teneur en calcaire total est moyenne à travers tous les horizons du profil. Le pH est Alcalin pour les horizons A et B.

D'après l'échelle d'estimation on constate que la salinité est faible dans nos sols, ce qui signifie qu'il n'y a pas une accumulation de sel.

V.1.3.2-L'Interprétation des résultats du profil 2

L'analyse granulométrique du profil 2. Nous révèle la présence de deux horizons (A et B) d'une épaisseur variable. La texture varie entre Argilo-limoneuse pour l'horizon A, limono-argileuse pour l'horizon B.

On remarque que le taux d'argile est élevé dans l'horizon A en le comparant avec les autres horizons.

Les analyses chimiques indiquent que le taux de la matière organique diminue en allant vers la profondeur.

Le pH est peu alcalin pour les trois horizons.

Sa teneur en calcaire total est moyenne sur tous les horizons.

La salinité du sol est faible, ce qui signifie que le sol est non salé.

- La qualité de cette matière organique est très élevée pour tous les échantillons, les acides humiques sont largement dominants sur les acides fulviques d'où un sol relativement très bon.

Discussion

Deux sols de la région de Hennaya sont étudiés :

Pour effectuer une analyse du sol, il suffit de prélever les échantillons dans les vingt premiers centimètres du sol car la vigne présente un chevelu racinaire plus ou moins traçant. Mais dans

Interprétation des résultats et discussion

notre étude on a fait un profil pour mieux connaître les propriétés physico-chimiques des couches inférieures.

Profil 1 :

L'échantillon A est un sol à texture Limono-argileuse (La), avec une faible teneur en argile et en humus.

Le taux faible d'argile et de l'humus témoignent d'une présence très limitée du complexe Argilo-humique, ce qui diminue la fixation et l'échange d'ions dans le sol.

Le lessivage de sels minéraux est important ; donc l'utilisation d'engrais facilement lessivable est déconseillée.

La teneur en calcaire total est moyenne, donc c'est une réserve moyenne pour le sol et la plante, mais la forme active est faible et n'induit aucune chlorose tant qu'elle ne dépasse pas les 10 %.

Son pH est alcalin, pour cet intervalle l'assimilation des éléments nutritifs est plus ou moins difficile ; il faut garder le pH au voisinage de 6.5, en évitant d'utiliser les engrais qui ont une action alcalin ante sur le sol. Son pouvoir tampon est faible, dû à la faible présence de l'argile et de l'humus, donc le sol ne pourra pas neutraliser ou équilibrer facilement sa réaction, et il sera soumis aux variations brutales du pH, un apport de matière organique résoudra le problème sur le long terme.

La salinité du sol est faible, ce qui signifie qu'il n'y pas une accumulation de sel.

À la fin, on remarque une grande nécessité en humus pour ce sol, sous forme d'apport d'engrais organiques. L'humus par ces actions bénéfiques diverses améliorera les propriétés de sol. [17]

L'échantillon B a une texture limono – argilo – sableuse avec une très faible teneur en humus. Le taux faible d'argile et d'humus peut nous indiquer une présence très limitée du complexe argilo-humique. Son pH est alcalin et la salinité est très faible ce qui signifie qu'il n'y a pas une accumulation de sel.

Profil 2

L'échantillon A est un sol à texture Argilo-limoneuse (Al), avec une forte teneur en argiles et en humus.

La teneur en argile est excellente et bien que de la matière organique soit très forte et sa teneur est aussi bien dans le sol, elle est convenable. Cette matière organique augmente la

Interprétation des résultats et discussion

fertilité du sol, c'est-à-dire, améliore à la fois ses qualités physiques, chimiques et biologiques.

Le complexe argilo humique est très stable en raison de la floculation de l'argile et de l'humus dû à la présence de quantité importante de calcium (tous les sols algériens sont riches en cet élément).

Ce complexe argilo- humique stable est primordial car il régit l'ensemble des propriétés physiques et chimiques du sol.

Dans le cas de nos sols (pH favorable à la vie microbienne, texture équilibrée), la matière organique évolue très rapidement vers l'humus stable colloïdal, le seul valable sur le plan de la stabilisation structurale, mais cette évolution amènera un besoin en matière organique brute important, qu'il faudra satisfaire sous peine de voir se dégrader les qualités actuelles de cette terre. (MAGNY.J et BAUR.J, 1962)

Ce sol présente une bonne capacité de rétention due à sa forte teneur en argile et en humus.

Afin d'éliminer les pertes d'eau et le lessivage des sels, et en même temps assurer une bonne nutrition minérale et hydrique, il est conseillé :

- Soit de fractionner les apports d'engrais facilement assimilables en les localisant (exemple, la fertilisation foliaire), soit d'utiliser des engrais solides (moins mobiles et se solubilisent petit à petit) ;
- De faire des irrigations plus fréquentes mais avec de faibles doses (surtout en période sèche et chaude).

Sa teneur en calcaire total est moyenne, mais la fraction du calcaire actif est peu importante et ne représente aucun problème (chlorose, blocage, ...) tant qu'elle ne dépasse pas les 10 % dans le sol. Si on remarque un abaissement en taux du calcaire actif, on pourra faire des apports calciques, mais ce choix peut aggraver l'alcalinité du sol, le mieux est de faire un apport de matière organique. Celui-ci capte les ions Ca^{2+} et favorise la polymérisation de la matière organique.

Son pH peut varier du peu alcalin au neutre, ce qui peut bloquer l'assimilation de quelques éléments, son pouvoir tampon est fort dû à une grande présence du complexe adsorbant ; donc le sol pourra facilement neutraliser sa réaction.

Interprétation des résultats et discussion

Enfin, on remarque une nécessité moyenne en humus pour ce sol, un apport d'engrais organiques serait à conseiller. L'humus par ces actions bénéfiques diverses améliorera les propriétés de sol, notamment l'augmentation de C.E.C.

L'échantillon B à une texture limono – argileuse avec une teneur moyenne en humus. Le taux moyen d'humus peut nous indiquer une présence limitée du complexe argilo-humique. Son pH est peu alcalin et la salinité est très faible ce qui signifie qu'il n'y a pas une accumulation de sel.

La texture de l'échantillon C est de type Limono – argileuse – fine avec une quantité très faible de matière organique et un pH peu alcalin, sa salinité est très faible donc les sels ne s'accumulent pas en profondeur.

Remarque : il existe toutefois, et d'une manière plus nette, quelques interdits qui concernent d'ailleurs parfois les variétés autant que les espèces. C'est le cas de la teneur en calcaire et en particulier de calcaire actif qui détermine la chlorose et une autre limite liée à la dimension des matériaux, ce sont la semble-t-ils les deux seules limites quasi- absolues à la culture d'une plante donnée, toutes les autres : pH, salinité, humidité, teneur en éléments fertilisants pouvant être corrigés par des amendements des fumures et enfin des techniques de cultures convenables. (GRAS.R et MONNIER.G, 1969)

En comparant les deux sols :

	Horizon A (profil 1)	Horizon A (profil 2)
Texture	Limon - argileux	Argilo - limoneux
M.O	Faible	Forte
Calcaire total	Moyenne	Moyenne
Calcaire actif	Faible	Très faible
Solution du sol	Alcaline	Peu alcaline

De ce tableau ressort que le sol 2 est plus favorable que le sol 1 du point de vue :

- Propriétés texturales.
- Réserves en matières organiques.
- Calcaire actif.
- Solution du sol.
- Taux du complexe argilo humique.

Selon les résultats :

- De l'étude climatique de la zone de prélèvement.

- Des analyses du sol des deux échantillons.

Et à partir des exigences de la culture viticole

- Préfère les climats semi arides,
- Craint les frais et les gelés,
- Préfère des sols argilo - limoneux,
- Besoin en eau estimée entre 400 et 500 mm,
- pH compris entre 6 et 7.

On a conclu que le sol 2 (Horizon A profil 2) est plus favorable pour la culture de la vigne.

V.2-Estimation de l'érosion par la mesure du collet :

V.2.1-Introduction :

L'érosion débute par une dégradation structurale des horizons de surface qui crée une croûte de battance lisse qui contribue au ruissellement des eaux de pluie (Cros-Cayon, 1996). Les processus érosifs dépendent de nombreux facteurs interagissant entre eux et sont complexes à modéliser (IFEN, 1998 ; Cerdan, 2001). Ces facteurs sont : le climat, la topographie, le sol, l'occupation du sol et les pratiques culturales (Wischmeier, 1974).

En zone viticole, les facteurs naturels correspondent à l'intensité et à la longueur de la pente, ainsi qu'à la sensibilité à la battance des sols.

V.2.2-Application de mesure sur le vignoble :

La superficie de notre vignoble est de 1,5ha, pour faire un bon calcul de la quantité de terre érodée (estimation de l'érosion), on procède à des mesures du collet des ceps de vigne.

La méthode est la suivante :

On délimite un carré, divisé, en 10 rangs chacun contient 10 ceps.

Le nombre d'échantillon au total est 100.

On mesure par la suite le collet de l'ensemble des ceps constituant le vignoble, la mesure se fait à partir du sol, jusqu'au collet, voir tableau suivant :

Tableau42 : Mesure du collet des 100 ceps de vigne.

18	21.50	44	27	7	0	27	24.60	16	22
21	6	0	0	7	3.90	4.50	0	4.80	5.50
3	0	18.70	0	5	12.90	4	8	10.90	0
15.40	7.50	23	25	28	7.20	11.10	4	7.30	0
5.50	19	4	4	8.40	4.30	0	13	0	5

Interprétation des résultats et discussion

8	5.40	7.50	3	4	4	0	12	8.80	6
18	13	0	15.60	0	8.80	7.20	11.20	22.70	0
0	17.90	4	5	4	8.80	0	19	0	15.70
6	0	0	0	4	15.20	3	0	0	4
7	6	15	8.90	6.80	8	6	13.50	4	27.90

A partir des résultats de ce tableau on peut calculer les moyennes, pour une bonne estimation de la quantité de terre érodée dans le vignoble, d'où une évaluation de l'érosion.

V.2.3-Résultats et synthèses :

V.2.3.1-Moyenne ou Espérance :

La **moyenne arithmétique** ou **moyenne empirique** d'une série statistique est la *moyenne* ordinaire, c'est-à-dire le rapport de la somme d'une distribution d'un caractère statistique quantitatif discret par le nombre de valeurs dans la distribution.

Sa formulation mathématique peut se faire comme suit :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Nombre d'échantillons	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Somme	101.9	96.3	116.2	88.5	74.2	73.1	62.8	105.3	74.5	86.1
Moyenne	10.19	9.63	11.62	8.85	7.42	7.31	6.28	10.53	7.45	8.61

Discussion :

L'érosion par ruissellement concentré des eaux pluviales dans le vignoble crée des dégâts importants dans les parcelles de vigne, par les écoulements boueux qu'elle déclenche, les pertes en terre occasionnées et les atterrissements au bas des parcelles. Ces phénomènes sont d'autant plus préoccupants que, dans le cadre d'une agriculture durable, la protection des terroirs s'avère être un enjeu non seulement économique mais également qualitatif.

Calcul de la quantité de terre érodée :

$$\text{Poids de terre érodée} = M1 - M10 \times S$$

$$\text{Poids de terre érodée} = 10.1 - 8.61 \times 1.50 = 2,23 \text{ t /ha /an.}$$

Ainsi, les eaux de pluie s'additionnent de cep en cep jusqu'en bas de la pente, provoquant un ruissellement et une érosion importante. On peut atteindre des valeurs de 2 à 10 tonnes par an

Interprétation des résultats et discussion

selon les précipitations, au lieu de moins de 0,5 tonnes quand les ceps sont plantés en quinconce pour empêcher ce phénomène de ruissellement additionné.

Dans le cas de notre vignoble, la valeur est de 2.23t de terre érodée, pour une surface de 1.5ha.

C'est une érosion importante, d'où une chute de rendement.

En 2007, le cep de vigne donnait 6-7 kg de raisins, cette quantité a diminué en 2010 pour donner que 2-3kg et un rendement de 3 quintaux à l'hectare seulement selon le propriétaire du vignoble.

Conclusion :

Les facteurs responsables des phénomènes d'érosion sont très variables selon les vignobles, mais aussi, au sein d'un même vignoble, où leur modélisation s'avère complexe. La pente et la texture se combinent et caractérisent, pour chaque parcelle, un degré de sensibilité à l'érosion potentielle. Le viticulteur peut alors raisonner l'entretien de sa parcelle et le sens de plantation de la vigne pour limiter l'ampleur de l'érosion inhérente à la parcelle. De manière plus générale, nous confirmons que les pratiques culturales ont un rôle non négligeable dans le déclenchement de l'érosion, en particulier, le taux de couverture végétale, va avoir un rôle fondamental sur l'intensité de l'érosion des sols en retardant ou en accélérant ces phénomènes. L'enherbement raisonné apparaît comme une excellente technique, mais celui-ci n'est pas toujours réalisable pour ses autres conséquences sur la vigne, notamment la concurrence pour l'alimentation hydrique et le risque accru de gelées de printemps. . (Bouchetal, 1999).

CONCLUSION

Conclusion générale :

Une autre richesse est pour l'Algérie la culture de la vigne. On ne saurait nier la répercussion qu'elle a eue dans le développement de l'Algérie. Cependant, l'on peut dire que d'ores et déjà la vigne a repris toute son importance économique et sociale d'autrefois.

Les résultats obtenus par la viticulture algérienne montrent que les techniques culturales sont au point. Mais cela ne veut pas dire qu'il ne reste rien à faire en la matière. Des améliorations sont toujours possibles

De ce modeste travail, il en ressort que le sol le plus favorable pour les différents cépages qui se localisent dans le vignoble de Drissi (région de Hennaya) ; on a effectués trois études : l'une climatique afin d'évaluer les caractéristiques du microclimat de la région. L'autre était pédologique pour déterminer les propriétés physico-chimiques des deux sols. Une troisième étude pour estimer l'érosion et son impact sur le développement de la vigne.

Nous retiendront de cette étude que :

- * Le travail du sol ne sera guère appliqué qu'au moment de la stabilité mécanique de la fraction solide.

- * La présence des colloïdes dans le sol, influe sur la capacité de rétention en eau.

- * Le CaCO_3 est toujours présent en quantité, cela influe sur le PH et les échanges (plante - sol)

- *L'érosion est un problème majeure ont peut remedier par des méthodes appropriées.

Finalement, on peut dire que les qualités de sol ne se manifestent qu'associent à des conditions climatiques particulières et à des potentialités d'adaptation d'une espèce donnée, si les conditions climatiques sont favorables, la gamme des sols acceptable s'élargit considérablement, et pour lutter contre l'érosion, il faut appliquer certaines techniques mises au point par les chercheurs.

Références Bibliographiques :

Anonyme 1 –[http:// www.wikipedia.fr](http://www.wikipedia.fr)

Anonyme 2 –[http:// www.rue-des vignes.fr/morphologie.pdf](http://www.rue-des-vignes.fr/morphologie.pdf)

Anonyme 3 –[http:// www.rue des vignes.fr/le cycle végétatif de la vigne.pdf](http://www.rue-des-vignes.fr/le-cycle-vegetatif-de-la-vigne.pdf)

Anonyme4 –[http:// www.aude.chambagri.fr](http://www.aude.chambagri.fr)

Anonyme5–[http:// www.tyflo.org/maladies-vigne-phi](http://www.tyflo.org/maladies-vigne-phi)

Anonyme6–<http://www.vulgarisation.net/but109.htm>.

Anonyme7–[http://www.ec.europa.eu /agriculture/envi/](http://www.ec.europa.eu/agriculture/envi/)

AZNAR, A. (1993): Conjugaison de la méthode du 137Cs, des techniques magnétiques et des systèmes d'information géographique pour l'élaboration de la carte nette dans une partie du bassin versant d'Ait Youb (cas du sous bassin de Revisita de la Societal Geológica de España, 18(3-4), 2005

AIT-FORA, A. (1995): Modélisation spatiale de l'érosion hydrique dans un bassin versant du Rif marocain: Validation de l'approche géomantique par la sédimentologie, les traceurs radioactifs et la susceptibilité magnétique des sédiments. Thèse de Ph. D. en Télédétection, Uni. De Sherbrooke, Québec.

ANGERS DA, BLINDER MA, CARTER MR, GREGORIC EG, DURUY CF, LAING BC, VOVONEY RP, SIMARD RR, DONALD RG, BEYAERT RP, MARTEL J, 1997 – Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada. *Soil Tillage Res.*, 41, pp 191-201

ARSHAD M.A., FRANZLUEBBERSA.J., AZOOZ R.H., 1999 – Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in Northwestern Canada, *Soil and Tillage Research* 53, pp 41-47.

AUZAT A.V., BOIFFIN J., PAPPY F., MAUCORPS J., OUVRYJ.F., 1990 – An approach to the Assessment of Erosion Forms and Erosion Risk on Agricultural Land in the Northern Paris Basin, France. In: *Soil erosion on agricultural land. Ed. J. Boardman et al*

AZOOZR.H., ARSHAD M.A., FRANLUEBBERSA.J., 1996 – Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in northwestern Canada. *Soil Sc. Soc. Am. J.* 60, pp 1197-1201

ANKEN T., HEUSSERS J., 1997 – Systèmes de travail du sol : le semis direct impose des contraintes élevées. *Rapport n°501 Station fédérales de recherches en économie et technologie agricoles (FAT)*.

ANKENT., WEISKOPF P., ZELMANNU., FORER H., JANS J., PRAHOVA K, 2004 - Long term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland, *Soil and tillage research* 78 pp 171-183

Références bibliographiques

- ARANY J., 1996.** Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arborai., Hortic.* **28** (3), 161-165.
- J.B. ARNOLD-** Direction de la gestion du sol et de l'eau/MAAARO; G. Wall - Institut ontarien de pédologie; N. Moore - Direction de la gestion du sol et de l'eau/MAAARO; C.S. Baldwin - Collège de technologie agricole de Bridgetown/MAAARO; I.J. Shelton - Institut ontarien de pédologie
- AMRANI S.M(1989)**-Contribution à l'étude de la mise en valeur de la zone stéppiques.Thèse de magistère et écologie.Fac, Sci.Uni.Tlemcen.24, 26,53p.
- ABBAS. (2006)**-Etude de la croissance et les possibilités de extension du cèdre d'atlas dans la région de Tlemcen. Thèse d'ingénieur en foresterie.Fac.Sci, Uni Tlemcen.98p.
- AUBINEAU M. (2002)**-Larousse agricole. Edit Larousse 767 p.
- BONN, F. (1998):** La spatialisation des modèles d'érosion des sols à l'aide de la télédétection des SIG: possibilité, erreurs et limites. *Sécheresse*, 3: 185-192.
- BALLIF (J.L.), HERRE (C.), 1985.** - Ruissellement et érosion dans le vignoble champenois. Synthèse des mesures effectuées en 1981 et 1984. *Le Vigneron Champenois*, no II : 573-581
- BALLIF (J.L.), MONCOMBE (D.), 1986.** - Ruissellement et érosion dans le vignoble champenois. Incidences du désherbage et des couvertures de matières organiques. Zed Sympa. Interna. Sur la non-culture de la vigne - 26-28 novembre - Montpellier : 353-358
- BALLIF (J.L.), DUTIL (P.), 1983.** - Lysimétrie en sol de craie non remanié. 1 - Drainage, évaporation et rôle du couvert végétal. Résultats 1973-1980. *Agronomie*, **3** (9) : 857-866.
- BALLIF (J.L.), HERRE (C.), 1985.** - Ruissellement et érosion dans le vignoble champenois. Synthèse des mesures effectuées en 1981 et 1984. *Le Vigneron Champenois*, no II : 573-581
- BACKERS (S.W.), 1979.** - Pore size distribution. A factor to be considered in infiltration studies *Journal of Hydrologie*, 41: 297-290
- BEAUDOIN (F.), MARQUIS (N.), VERJUS (E.), 1985.** – Etude par enquêtes de l'érosion dans le vignoble champenois. Rapport INAPG-DDAF de la Marne. 113 p.
- BOIFFIN J., MONNIER G., 1991** – Simplification du travail du sol et érosion hydrique, *Perspectives agricoles n°162*, pp 24-30.
- BOIFFIN J., Papy F., EIMBERCKM., 1988** – Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, *Agronomie* 8 (8), pp 663-673
- BOIFFIN J., 1984** – La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. *Thèse Docteur Ingénieur INAPG*.
- BOECKEL P., 1973** – De betekenis van d'ontwatering vor de bodemstructuur op de Havel – en liche kleigronden. *Rapport 5, Institut vor Bodemvruchtbaarheid. Hareng*.

Références bibliographiques

- Bouchetal B., 1999.** Influence de l'enherbement de l'inter rangs de vigne sur l'érosion en zone viticole. Mémoire EGID, Université de Bordeaux III. 60 p. + annexes
- BARTHES B., DE ENONI G., ROSE E, ASSELIN J., ALBRECHT A., VIENOT M, 1998** - Pratiques culturales et érodibilité du sol dans les Rougiers de Camarés (Aveyron), *Etude et gestion des sols* 5, 3, pp 157-170.
- BLEVINS RL, THOMAS GW, SMITH MS, FREY WW, CORNELIUS PL, 1983** – Changes in soil properties after 10 years of continuous non-tilled and conventionally-tilled corn. *Soil Tillage Res.* 3, pp 135- 136.
- BOIFFIN J., SEBILLOTE M., 1976** – Climat, stabilité structurale et battance. Essai d'analyse d'un comportement au champ. *Ann. Argon.*, 27 (3), 295-325
- BALABANE M., 2005** – Restauration de fonctions et propriétés des sols de grande culture intensive : effets de systèmes de culture alternatifs sur les matières organiques et la structure des sols limoneux, et approche du rôle fonctionnel de la diversité biologique des sols. *Projet Mostra, publication INRA*
- BOIFFINJ., 1984** – La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. *Thèse Docteur Ingénieur INAPG*
- BOIFFIN J., MONNIER G., 1991** – Simplification du travail du sol et érosion hydrique, *Perspectives Agricoles n°162, pp 24-30.*
- Beisecker R., 1994 – Einfluss Langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf das Bodengefüge, die Wasserinfiltration und die Stoffverlagerung eines Löss- und eines Sandboxes. *Bodenökologie und Bodengenese* 12, 195.
- BERTSCHINGER LET ALL(2003)**-Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière, Eidgenössische Forschungsanstalt, postfach, Wädenswil.48p.p (7, 16, 18,24)
- BAGNOULS .F, GAUSSEN(1953)**-Saison sèche et indice xéothermique.Doc, cartes, product veget, ser : généralités 3(1).Art.8 :1-47.
- CHEVERT A., RAMSEYER L., SATURNIE W.G., TSHANE S., 2005**– Comparaison du semis direct et du labour pendant 10 ans. *Revue suisse d'agriculture, Volume 37 (6), pp 249-256.*
- CHENEY K., SWIFT R.S., 1984** – The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils. *Journal of Soil Science, 35, pp 223-230.*
- CHEVERT A., MAURIER C., SATURNIE W.G., MÜLLER M., 2001** – Semis direct en grandes cultures. II. Effets sur la structure du sol. *Revue suisse d'agriculture, Volume 33, pp 15-19.*
- CERDAN O., 2001** – Analyse et modélisation du transfert de particules solides à l'échelle de petits bassins versants cultivés. *Thèse Université d'Orléans*
- CEMAGREF, 1986** – Etude de l'érosion dans le vignoble du Beaujolais 1983-1985. 70 p.
- CARBONNEAU A., 2001.** Gestion de l'eau dans le vignoble: théorie et pratique. Compte rendu des 12es journées du GESCO, 3-7 juillet 2001, Montpellier, France, 3-21.

Références bibliographiques

COLLIGNON B. (1986)-Hydrogéologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen(Tome1) : Thèse de doctorat nouveau Régime.FacSci.Uni.Avignon 116p.

CAR RETRO CANADA I.ET ALL (2003): Technician en agriculture (I II° Edit Cultural S.A506P.

Cros-Cayot F., 1996. Distribution spatiale des transferts de surface à l'échelle du bassin versant. Contexte Armoricaïn. Thèse de docteur de l'ENSAR. 218 p. + annexes.

Cerdan O., 2001. Analyse et modélisation du transfert de particules solides à l'échelle de petits bassins versants cultivés. Thèse de Docteur de l'Université d'Orléans, 175 p. + annexes.

DE PLOEY, 1988 – No-tillage experiments in the central Belgian loess belt, *Soil Technology*, 1, p 181-4.

DORINE T.F., BRANDT M., HESS J., FINCK M.R., SAUKE H., 2005 – Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field crops research* 94, pp 238-249

DATA BASE USINA PEDOTRANSFER ROULES. AVANCES IN ENVIRONNEMENTAL MONITORING AND MODELLING, VOL.2 N° 1 (2005) pp.1-1

DA ROUSSIN J. ET KING D., 1996 - A pedotransfer rules database to interpret the soil Geographical Database of Europe for environmental purposes. In: The use of pedotransfer in soil hydrology research in Europe. Workshop Proceedings. Orleans, France. 10-12 October 1996, pp. 25-40.

DATA BASE USINA PEDOTRANSFER RULES. AVANCES IN ENVIRONNEMENTAL MONITORING AND MODELLING, VOL.2 N° 1 (2005) pp.1-15

DICK W.A., 1983 – Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, pp 102-107.

DE PLOEY, 1988 – No-tillage experiments in the central Belgian loess belt, *Soil Technology*, 1, p 181-4.

DELAUNOIS A., 2000 - Erosion hydrique et biologie du sol. Comparaison de 3 couples de parcelles (L/NL) dans les coteaux molassiques du Lauragais. Mise en place et suivi des parcelles en 1998 et 1999. *Chambre d'agriculture du Tarn*, 120 p.

DELABAYS N., SPRINGS J.-L. & MOSIMANN E., 1999. Selection of species for ground cover in vineyards. In: Proceedings 11th EWRS Symposium, 28 June - 1st July, 1999, Basel, Switzerland

DELABAYS N., SPRING J.-L. & MERMILLOD G., 2006.Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques. *Revue suisse VI tic. Arborai., Horti.* 38 (6), 343-354.

Références bibliographiques

EN/1, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

DURAND JR. (1959)-Les sols rouges et les croutes en Algérie édit. Service des études scientifiques pp143-12.

DUCHAUFFOUR p(1968)-L'évolution des sols (essai sur la dynamique des profils) édit. Masson et Clé94p.

DUCHAUFFOURP (1976)-Pédologie, Masson, paris.392p.

D.S.A(2007)-Présentation de la willaya de TLEMENEN.

ELLISON W.D. (1945) - Some effects of raindrops and surface flow on soil erosion and infiltration. Trans. Am. Geophys. Un., vol. 26, 415 p.

ELLISON (W.D.), 1947. - Soil érosion. *Soil SC. Soc. Am. Proc.*, V 12 : 479-784

EDWARDS W.M., SHIPITALO M.J., DICK W.A., and OWENS L.B., 1992 – Rainfall intensity affects transport of water and chemicals through macropores in no-till soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, pp 52-58

EHLERS W., 1975 – Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled soil. *Soil Sc.* 119, pp 242-249.

EDWARDS W.M., SHIPITALO M.J., DICK W.A., and OWENS L.B., 1992 – Rainfall intensity affects transport of water and chemicals through macropores in no-till soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, pp 52-58

EMBERGER.L. (1942)-Un projet de classification des climats du point de pytogéographique.Bull.Soc. Hist. Nat. Toulouse77pp1-124.

EMBERGER.L(1955)-Une classification biogéographique des climats.Rev.

TRAV.Lago.Bot.Geol.Zool.FacSci.MONTPELLIERpp1-43.

FEODOROFF (A.), 1965. - *Mécanisme de l'érosion par la pluie. Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Paris. (2). Vol. 7. fasc. 2 : 149-163*

FOX D.M., LEBISSONNAIS Y., 1998 – Process Based Analysis of aggregate stability effects on sealing, infiltration, and integral erosion, *Soil Sci. Soc. Am. J.*62, pp 717-72

FRIEBE B., HENKEL W., 1992 – Regenwürmer und deren Abbauleistung bei abnehmender Bearbeitungsintensität. In *Friebe B. (Ed.), Wechselwirkungen vonBodenbearbeitungssystemen auf das Ecosystem Borden. Wises. Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen, pp 139-146.*

FRANZLUEBBERS A.J., ARSHAD M.A., 1996 – Soil organic matter pools during early adoption of conservation tillage in northwestern Canada. *Soil Sc. Soc. Am. J.* 60, pp 1422-1427

FRANCIS G.S., TABLEY F.J., and WHITE K.M., 1999 – Restorative crops for the amelioration of degraded soil conditions in New Zealand. *Aust. J. Soil Res.* 37, pp 1017-1034

Références bibliographiques

FRANZLUEBBERS A.J., HONS F.M., ZUBERER D.A., 1995 – Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59, pp 460-466.

FOSTER G.R., JOHNSON C.B., MOLDENHAUER W.C., 1982A – Critical slope lengths for unanchored cornstalk and wheat straw residue. *Transactions of the American society of agricultural Engineers* 25 (4), pp 935-939

FOSTER G.R., JOHNSON C.B., MOLDENHAUER W.C., 1982B – Hydraulics of failure of unanchored cornstalk mulches for erosion control. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 25(4), pp 935-939, 947.

GALLIEN E., LE BUISSONNAIS Y., EIMBERCK M., BERNHARD H., LAGNEAU L., OUVRY J.F., MARTIN P., 1995. Influence des couverts végétaux de jachère sur le ruissellement et l'érosion diffuse en sol limoneux cultivé. *Cahiers Agricultures*, 4 : 171-183.

GROSS U., 1995 - No-tillage as a tool to protect soil surface structure, *concerted action n°2*, pp 93-99.

GREGORCIC E.G., REYNOLDS W.D., COLLEY J.L.B., MC GOVERN M.A., CURNOE W.E., 1993 – Changes in soil physical properties with depth in a conventionally tilled soil after no-tillage. *Soil tillage Res.* 26, pp 289-299

GOULET E., DAUSSET S., CHAUSSON R., BARTOLI F., DOLEDEC AF, ANDREUX F., 2004 – Water-stable aggregates and organic matter pools in a Calcareous vineyard soil under four soil-surface management systems, *Soil Use and Management* 20, pp 318-324

HENIN (S.), 1950. - Le mécanisme de l'érosion par l'eau dans la conservation du soi. Le problème français. Extrait du *Bulletin Technique d'Information*, no 50 et 51

HAYNES R.J., 1993 – Effect of sample pretreatment on aggregate stability measured by wet sieving or turbidimetry on soils of different cropping history. *Journal of soil science* 44, p 261-270.

HILL R.L., 1990 – Long-term conventionnal and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54, pp 161-166.

IGOUNET O., 1997 - Modification des états de surface des sols viticoles par paillages artificiels et par enherbement : incidences sur le microclimat de la vigne et la conservation des sols. Géographie physique. Strasbourg, université Louis Pasteur (Strasbourg 1).

ISMAIL I., BLEVINS R.L., and FRYE W.W., 1994 – Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, pp 193-198

JOBINE A., 2004. Etude comportementale d'espèces prometteuses pour l'enherbement et expérimentation de différentes variantes d'enherbement dans des cultures de vignes et de framboises. Travail de diploma, Ecole d'ingénieurs de Lillian, 71 p.

JANSEN RK, KAFTANS C, SASKI C, LEE S-B, TOMKINS J, ALVERSON AJ, DANIELL H. « Phylogenetic analyses of *Vitis* (Vitaceae) based on complete chloroplast genome sequences : effects of tax on sampling and phylogenetic methods on revolving relation ships among rosids. » *BMC Evolutionary Biology*. 2006. 6: 32L

Références bibliographiques

- KAINZ M., 1989** – Runoff, erosion and sugar beet yields in conventional and mulched cultivation. Results of the 1988 experiment, *Soil technology series 1*, pp 103-114.
- KWAAD F.J.P.M., VAN DER ZIJP M., VAN DIJK P.M., 1998** - Soil conservation and maize cropping systems on sloping loess soils in the Netherlands, *Soil and tillage research 46*, pp 13-21
- KIRBY M.J., MORGAN R.P.C., 1980** – Soil Erosion, *Wiley Interscience Publication*, 312 p.
- KAZI TANI.C(1995)**-*Possibilités d'enrichissements par introduction d'essences feuillues dans les monts de tlemcen.Thèse d'ingénieur d'état en foresterie.Fac.Sci.Uni.tlemcen 93p.*
- LE BUISSONNAIS Y., DA ROUSSIN J., JAMAGNE M., LAMBERT J.-J., LE BAS C., KING D., CERDAN O., LEONARD J., BRESSON L.-M., JONES R.J.A., 2005** - Paneuropéen soil crusting and erodibility assessment from the European Soil Geographical
- LE BUISSONNAIS Y., MONTIER C., JAMAGNE M., DA ROUSSIN J., KING, D., 2002** – Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *Catena 46* (2002) pp. 207-220.
- LE BUISSONNAIS Y., THORETTE J., BARDAIT C., DA ROUSSIN J., 2002** - L'érosion hydrique des sols en France. INRA Orléans - IFEN 108 p.
- LE BUISSONNAIS Y., DUBREUIL N., DA ROUSSIN J., GORCE M., 2004** - Modélisation et cartographie de l'aléa d'érosion des sols à l'échelle régionale. *Etude et Gestion des Sols*, Volume 11,3, 2004, pp. 307-321
- LE BUISSONNAIS Y., KING D., DA ROUSSIN J., THORETTE J., MONTIER C., 1998** - Cartographie de l'aléa « Erosion des sols » en France. *Etudes et travaux* : INRA Orléans - IFEN 63 p.
- LE BUISSONNAIS Y., DA ROUSSIN J., JAMAGNE M., LAMBERT J.-J., LE BAS C., KING D., CERDAN O., LEONARD J., BRESSON L.-M., JONES R.J.A, 2005** - Paneuropéen soil crusting and erodibility assessment from the European Soil Geographical
- LAHLOU, Y. (1997)** approche et quantification (cas du bassin versant Mhasser). D.E.S., Faculté Sciences Rabat, 161 p.
- LERGLANTIER (S.), 1984.** - Minéralisation de l'azote organique apporté par les composts urbains. *Travx St. SC. Sol.*, INRA, Châlons-sur-Marne, **Publ.** no 106 bis.
- LE BUISSONNAIS Y., RENAUX B., DELOUCHE H., 1995** – Interactions between soil properties and moisture content in crust formation, runoff and interrill erosion from tilled loess soils. *Catena, 25*, pp 33- 46.
- LE BUISSONNAIS Y., 1996** – Aggregate stability and assessment of crust ability and erodability. 2. Application to humic loamy soils with various organic carbon content. *European Journal of Soil Science*, 47, pp 425-437

Références bibliographiques

- LE BUISSONNAIS Y., ARROYOS D., 1997** – Aggregate stability and assessment of crust ability and erodability. 2. Application to humic loamy soils with various organic carbon content. *European Journal of Soil Science*, 48, pp 39-48
- LONGUE VAL C., 2005** – Gestion durable des sols cultivés : intérêt des techniques culturales sans labour dans l'amélioration de la qualité des sols. *Publication CR Midi-Pyrénées*
- L'AL R., MAHBOUBI A.A., FAUSSE N.R., 1994** – Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, pp 517-522.
- LONGUE VAL C., 2005** – Gestion durable des sols cultivés : intérêt des techniques culturale sans labour dans l'amélioration de la qualité des sols. *Publication CR Midi-Pyrénées*
- LE BUISSONNAIS Y., 1988** – Analyse des mécanismes de désagrégation et de la mobilisation des particules de terre sous l'action des pluies. *Thèse Univ. D'Orléans, INRA*, 225 p
- LECOMTE V., 1999.** Transfert de produits phytosanitaires par le ruissellement et l'érosion de la parcelle au bassin versant. *Theses*, 235 p.
- LUDWIG B., BOIFFIN J., CHADOEUF J., AUZET A.V., 1995** – Hydrological structure and erosion damage caused by concentrated flow in cultivated catchments. *Catena* 25, pp 227-252.
- LITZLER, 1988** - Maitrise de l'érosion en vignoble de coteaux. Aspects agronomiques. Ministère de l'Agriculture- Ministère de l'environnement-ITV- Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loir
- LORENZINI F., 1996.** Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 27, 237-251.
- L'ARCHEVEQUE C., CASANOVA A. & DUPUCH V., 1998.** Relation entre la fermentescibilité des moûts et la teneur en composés azotés. Influence d'une fumure azotée sur la nature et la concentration des principaux acides aminés des moûts d'une vigne de *Vitis vinifera* L. var. Muscadelle avec enherbement permanent. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 32, 137-151.
- MORSCHER J., FOX D., 2004** - Une méthode de cartographie du risque érosif : application aux collines du Terrefort lauragais. Mappemonde°76(42004).Disponiblesous<http://mappemonde.mgm.fr/num4/articles/art04404.html> (vérifié le 24 octobre 2006).
- MAHER, B.A., (1988):** Magnetic properties of some synthetic submicron magnetites. *Journal of Geophysical Research*, 94: 83-96
- MULLINS, C.E., (1977):** Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science: A review. *Journal of Soil Science*, 28: 223- 246.
- MOUKHCHANE, M., BOUHLASSA, S. ET CHALOUAN, A. (1998):** Approche cartographique et magnétique pour l'identification des sources de sédiments: cas du bassin versant Nakhla (Rif, Maroc). *Sécheresse*, 3 (9): 227-232.
- MAH M.G.C., DOUGLAS L.A., RINGROSE-VOASE A.J., 1992** – Effects of crust development and surface slope on erosion by rainfall. *Soil Sci.*, 154 (1), pp 37-43

Références bibliographiques

- MOORE D.C., SINGER M.J., 1990** – Crust formation effects on soil erosion processes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54, 1117-1123
- MAHBOUBI A.A., LAL R., FAUSSEY N.R., 1993** – Twenty-eight years of tillage effects on two soils in Ohio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57, pp 506-512
- MONNIER G., 1965** – Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. *Thèse Doct. Ing. Sc. Université de Paris*
- MARTIN P., 1997** - Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du Nord Ouest de l'Europe: applications aux intercultures du Pays de Caux, *Thèse INAPG, Paris.*
- MAURER-TROXLER C., CHERVET A., RAMSEYER L., STURNY W.G., OBERHOLZER H.R., 2006** – Biologie du sol après 10 ans de semis direct ou de labour. *Revue suisse d'agriculture, Volume 38 (2), pp 89- 94.*
- MARTIN P., 1997** - Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du Nord Ouest de l'Europe: applications aux interculturels du Pays de Caux, *Thèse INAPG, Paris*
- MESSER T., 1978** – Influence de trois techniques culturales sur l'érosion des sols dans le vignoble alsacien, *Etude expérimentale, Recherches Géographiques à Strasbourg, n° 9.*
- MOUSSA R., VOLTZ M., and ANDRIEUX P., 2002** – Effects of the spatial organization of agricultural management on the hydrological behavior of a farmed catchment during flood events, *Hydrol. Process. 16, pp 393-412.*
- MAIGRE D., AERNY J. & MURISIER F., 1995.** Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 27, 237-251.
- MASSON P. & BERTON G., 1996.** Essai d'enherbement d'un vignoble méridional à base de trèfle souterrain, synthèse de six semaines d'expérimentation. Actes du 11^e colloque «Begrünung im Weinbau», 28-31 août 1996, Kaltern, 140- 142.
- MAIGRE D. & MURISIER F., 2000.** Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. Résultats agronomiques. *Revue Suisse Vitic., Arboric. Hortic.* 32 (3), 145-151.
- MEKKIOUI A. (1989)-Etude bioclimatique des méditerranéennes occidentales et de l'ouest algerien.** *Thèse D.E.S Dep.Bio.Fac.Sci.Uni.Tlemcen 111p.*
- MESLI K. (2001)-** Contribution à une étude syntaxonomique et écologique Des Mattorals de la region de Tlemcen. *Thèse de magistère en écologie végétale. Univ de Tlemcen pp 26, 24, 13.*
- NORTON D., SCHROEDER S.L., MOLDENHAUER W.C., 1985** – Differences in surface crusting and soil loss as affected by tillage methods. *International symposium on the assessment of soil surface sealing and crusting. Ghent, Belgium, 1985, pp 64-71.*
- OUVRY J.F., 1989-90** – Effet des techniques culturales sur la susceptibilité des terrains à l'érosion par ruissellement concentré. Expérience du Pays de Caux (France). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXV, n°1-2, pp 157-169*

Références bibliographiques

- OADES J.M., 1993** – The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma* 56, pp 377-400.
- OUVRY J.F., 1989-90** – Effet des techniques culturales sur la susceptibilité des terrains à l'érosion par ruissellement concentré. Expérience du Pays de Caux (France). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXV, n°1-2*, pp 157-169.
- ONSTED C.A., WOLFE M.L., LARSON C.L., SLACK D.C., 1984** – Tilled soil subsidence during repeated wetting. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 27, pp 733-736.
- POSENT J.W.A., PARSONS A.J., ABRAHAMS A.D., 1992** - Mechanisms of overland flow generation and sediment production on loamy and sandy soils with and without rock fragments. University College London Press, 1992, pp. 275-305
- POESEN J., GOVERS G., 1990** – Gully erosion in the loam belt of Belgium: Typology and Control Measures. In: *Soil Erosion on agricultural land*. Ed. J. Boardman et al
- POESEN J., NACHTERGAELE J., VERSTRAETEN G., and VALENTIN C., 2003** – Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 30, pp 91-133.
- RIVA (A.), 1973.** - Etude de la protection du sol contre l'érosion dans les vignobles au moyen de compost de gadoues. IGR, no 116, Lausanne
- ROOSE E. ET CAVALIE J., 1988** – New strategy of water management and soil conservation. Application in developed and developing countries. *ISCO 5: Land Conservation for future generations*. Rimwanish (Ed.). Ministry of Agriculture, Bangkok, Thailand. pp 913-924
- RHOTON F.E., SHIPITALO M.J., LINDBO, and D.L., 2002** - Runoff and soil loss from Midwestern and southeastern US silt loam soils as affected by tillage practice and soil organic matter content. *Soil and tillage research*, 66, 1-11.
- ROTONS F.E., SHIPITALO M.J., LINDBO, and D.L., 2002** - Runoff and soil loss from Midwestern and southeastern US silt loam soils as affected by tillage practice and soil organic matter content. *Soil and tillage research*, 66, 1-11.
- RAWS G., 1987** – The initiation of rills on plane beds of non-cohesive sediments. In: *Rill-erosion: Processes and Significance* (Eds R. Bryan) *Catena supplement* 8, pp 107-118
- RAWS G., GOVERS G., 1988** – Hydraulic and soil mechanical aspects of rill generation on agricultural soils. *Journal of soil science* 39, pp 111-124.
- RICHTER U., 1995** – Infuses langjährig differenzierter Bodenbearbeitungssysteme auf das Bodengefüge und den Stickstoffhaushalt, Boden und Landschaft, Schriftenreihe zur Bodenkunde. *Landeskultur und Landschaftsökologie*, vol. 4, 178 pp
- ROOSE E., 1994** – Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES), *Bulletin pédologique de la FAO* n° 70.
- REYNIER A., 1986** – Manuel de viticulture, *Editions Lavoisier tec. et doc.* 365 p (p 25
- RIOU C. & PAYAN J. C., 2001.** Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. Compte rendu des 12es journées du GESCO, 3-7 juillet 2001, Montpellier, France, 125-133.

Références bibliographiques

SOUADI T., KING C., BOURGUIGNON A., MAURIZOT P., DENIS L., LE BUISSONNAIS Y., SOUCHERE V., LECOURT A., 2000 - Cartographie Régionale de l'aléa érosif des sols en région Haute-Normandie. BRGM - INRA, Rapport BRGM.

SINGER M.J., LE BUISSONNAIS Y., 1998 - Importance of surface sealing in the erosion of some soils from a Mediterranean climate. *Geomorphology* 24 (1998) pp. 79-85

SALLENAVE (M.), 1987. - Approche économique de l'érosion dans le vignoble champenois. Le prix de la terre. *Génie Rural*, no 5-6 : 29-32.

SCHALLER K., EMDE K., 2000 – Investigation on the different soil tillage systems on soil erosion and surface runoff in hilly sites. *Coord. OIV, XXVe Congrès mondial de la Vigne et du Vin, Paris, 19-23 juin 2000, pp 107-114.*

SCHILLER B., NEMECEK T., STREIT B., ZELMANN U., CHERVET A., STURNY W.G., 2007 – Bilan écologique comparatif du semis direct et du labour. *Revue suisse d'agriculture, Volume 39 (2), pp 73-79.*

SCHMIDT D., TEBRÜGGE F., 1989 – Stand der Technik, Entwicklungstendenzen und Forschungsbedarf bei der Sätechnik Mulchsaat von Getreide *KTBL-Arbeitspapier Nr. 130, pp. 32-47.*

SINGH B., CHANASYK D.S., MCGILL W.B., and NYBORG M.P.K., 1994 – Residue and tillage management effects on soil properties on a typical cryoboroll under continuous barley. *Soil till Res, 32, pp 117-133.*

SPRING J.-L., 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse VI tic. Arboric., Hortic.* **33** (5), 253-260.

SPRINGS J.-L., 2002A. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 2. Résultats œnologiques. *Revue suisse VI tic. Arboric., Hortic.* **34** (2), 111-116.

SPRINGS J.-L., 2002B. Nutrition azotée de la vigne: intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien pour les cépages Chasselas, Pinot noir et Gamay. *Revue suisse VI tic. Arboric., Hortic.* **34** (1), 27-29.

SPRINGS J.-L. & ZUFFEREY V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. *Revue Suisse Vitic., Arboric. Hortic.* **32** (6), 323-328.

STOTZ J., 1994. Die Stickstoffversorgung der Rebe durch Begrünung mit Leguminosen in dried Weinbauereichen Badens. Dissertation, Universität Hohenheim, Deutschland, 169 p.

SELTZER, (1946)-Le climat d'algérie. Alger, Ins, Météo-phys, globe, p216.

S.r.p.v (2005)-Service regional de la protection des végétaux.

THOMPSON, R. AND OLFIED, F. (1986): Introduction to environmental magnetism. George Allen and Unwin, London P

Références bibliographiques

- TEBRÜGGE F., DÜRING R.A., 1999** - Reducing tillage intensity: a review of results from a long term study in Germany, *Soil and tillage research* 53; 15-28.
- TISDALL J.M., OADES J.M., 1982** – Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.* 33, pp 141-163.
- TEBRÜGGE F., 2001** – No-tillage visions-Protection of soil, water and climate and influence on management and farm income, *World Congress on Conservation Agriculture, Madrid 1-5 October 2001*; pp 303-316
- TEBRÜGGE F., DÜRING R.A., 1999** - Reducing tillage intensity: a review of results from a long term study in Germany, *Soil and tillage research* 53; 15-28.
- TREVISAN D., 1986** – Comportement hydrique et susceptibilité à l'érosion de sols limoneux cultivés. Etude expérimentale au champ sous pluie simulée. *Thèse Docteur 3e cycle*
- TINTOIN R. (1984)**-Les aspects de tell oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride, ouvrage publié avec le concours du C.N.R.S, édit, FOUQUET.oran.606p.
- VAN-CAMP L., BUJARRABAL B., GENTILE A-R., JONES R.J.A., MONTANARELLA L., OLAZABAL C. AND SELVARADJOU S-K., 2004** - Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319
- VAN DER KNIJFF J.M., JONES R.J.A., MONTANARELLA L., 2000** - Estimation du risqué d'érosion en Italie, EUR 19022 FR Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 47 p
- VULLIoud P., NEYROUD J.A., MERCIER E., 2006** – Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. *Revue suisse d'agriculture, Volume 38 (1), pp 1-16*
- VOORHEES W.B., LINDSTROM M.J., 1984** – Long-term effects of tillage method on soil tilth independent of wheel traffic compaction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48, pp 152-156.
- WISCHMEIER, W. H., MANNERING J. V., 1969.** Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33, 131-137.
- WEST L.T., MILLER W.P., LANGDALE G.W., BRUCE R.R., LAFLEN J.M., THOMAS A.W., 1991** Cropping system effects on interrill soil loss in the Georgia piedmont – *Soil Science Society of America journal, vol. 55-2, pp 460-466*
- WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1965** – Predicting rainfall erosion losses from cropland east of Rocky Mountains, *USDA Agriculture Handbook*, 282.
- Wu L., Swan J.B., Paulson W.H., Randall G.W., 1992 – Tillage effects on measured soil hydraulic properties. *Soil Tillage research* 25, pp 17-33.
- WEISSKOPF P., ZIHLMANN U., CHERVET A., STURNY W.G., MÜLLER M., 2006** – Evolution de la structure du sol avec le semis direct et le labour. *Revue Suisse d'agriculture, Volume 38, pp 41-46.*
- Wischmeier W.H. 1974.** New developments in estimating water erosion. 29th annual meeting of the soil conservation society of America. Proceedings, 179 -186.

.

.

.

.

.

.

.

Références bibliographiques

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

Références bibliographiques

.

.

.

.

.

.

.

.

Références bibliographiques

.

.

.

.

.

.

IV. Etude expérimentale :

IV.1-Introduction

Le sol est défini comme étant une formation superficielle meuble et relativement stable du terrain, contenant une certaine végétation; il compte une fraction minérale et une fraction organique JACQUES-FELIX, (1960) in GUINOCHE, (1973) .

En effet, les recherches effectuées ces dernières décennies ont prouvé que le sol est un milieu complexe dynamique, en perpétuelle évolution, caractérisé par des propriétés physiques et chimiques, par une flore, une faune, une économie en eau et une atmosphère spécifique. Tous ces caractères qui confèrent au sol une individualité propre, sont déterminés par l'action de longue durée des facteurs locaux sur la roche mère et notamment par l'action de la végétation, du climat, du relief et de l'eau de la nappe phréatique (MIHAÏ,1973) .

Pour ce qui est de la région de Tlemcen, les travaux de BRICHETAUX (1954), GAOUAR (1980), BOUABDELLAH (1991) ET BOUAZZA (1991) nous donnent un aperçu sur les caractères du sol. Les changements survenus dans cette région imposent, la réflexion sur les stratégies possibles à entreprendre pour restaurer ces sols.

Pour approcher ces différents aspects liés aux relations sol végétation, nous avons jugé utile d'aborder dans un premier temps l'édaphologie dans cette partie du mémoire. Nous développerons dans ce chapitre:

Matériels et méthodes des études,
Analyse physique des échantillons,
Analyse chimique des échantillons,

IV.2-Méthodologie

Nous avons réalisé un certain nombre d'analyses physico-chimiques quantitatives et qualitatives du sol au niveau de la station d'étude .

Nous avons ainsi pris en considération les paramètres suivants :

La composition granulométrique (texture),

La couleur,

La matière organique,

Le pH,

La conductivité électrique qui exprime aussi la salinité,

Les carbonates (CaCo₃),

La méthode d'étude est subdivisée en deux étapes, la première sur le terrain, la seconde au laboratoire où les échantillons seront analysés suivant les méthodes d'Aubert (1978) et de Valla (1984).

IV.2.1-Étude du sol sur le terrain

« La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs du milieu conduisent à la différenciation de strates successives de texture et /ou de structure et/ou de couleur différentes. Ces couches sont appelées horizons, l'ensemble des horizons qui se succèdent sur une même tranche de sol s'appelle profil » (MAGNIEN R, 1969)

Ainsi l'étude des profils apparaît comme une opération délicate, mais c'est une opération fondamentale qui est à la base de toute la pédologie. Une bonne observation des faits fournit un grand nombre de renseignements indispensables à l'utilisateur. Aussi la description des profils doit toujours être menée avec un très grand soin dans un esprit objectif.

Le sol se définit donc par son profil, lequel se caractérise par un aspect spécifique, une morphologie qu'il s'agit de décrire en notes cette description contribue à l'identification du sol.

Pour chaque profil effectué, nous avons choisi, des sols qui nous ont apparus les plus représentatifs sur le terrain, de préférence au niveau de l'implantation des pieds de vignes. Pour chaque profil on a creusé près de 1 m de profondeur. Nous avons effectué par la suite

nos prélèvements au niveau de chaque couche qui nous a apparu de couleur différente par rapport à d'autres.

IV.2.1.1-Matériel pour l'étude en place

Pour mener à l'examen du sol en place, il n'est besoin que d'un matériel relativement simple.

A - Matériel d'étude et d'observation

Ce matériel constitue l'équipement de base. Il doit être limité à l'essentiel d'un poids léger, peu encombrant, pouvoir être groupé dans une sacoche de faible volume, et toujours à portée de la main.

- Pioche de pédologue : utilisée pour rafraîchir les profils et prélever les échantillons.
- Outils coupant divers : pour faire apparaître la structure, on dégage certaine formation, il est bon de disposer d'un instrument pointu et coupant.
- Double Mètre : il a pour objet la mesure de la profondeur et l'épaisseur des horizons.
- Flacon d'acide chlorhydrique 1/10 : il s'agit d'une petite pissette en matière plastique contenant de l'acide chlorhydrique au 1/10 pour apprécier la présence de la charge en calcaire.
- Code de couleur : pour déterminer la couleur on a utilisé le code Mansell.
- Carnet de note : ce carnet sert à noter toutes les observations concernant les profils étudiés. Il est indispensable.
- Crayons : le crayon noir est utilisé pour noter les observations.

B- Matériel pour recueillir et transporter les échantillons

Il est plus fréquent, en vue d'analyse chimique, de recueillir les échantillons dans des sachets en film plastique, leur imperméabilité offre un certain nombre d'avantages (risque de pertes limité, conservation de l'humidité).

C - Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons est une opération fondamentale au même titre que la description du profil. Elle est simple, mais elle demande cependant quelques précautions :

- On prélève l'échantillon avec un outil propre.
- On commence les prélèvements par l'échantillon le plus profond pour terminer vers la surface, on évite ainsi de prélever des échantillons contaminés par des débris provenant de la prise d'échantillons subjacents.

- Les échantillons prélevés sont étiquetés avec soin, une petite fiche pliée avec les marques d'identification est mise à l'intérieur du sachet, lequel est marqué aussi extérieurement du même signe.

IV.2.2-Méthodologie au laboratoire

IV.2.2.1-Préparation des échantillons

Nous avons commencé par faire sécher les échantillons à l'air pendant 8 jours. Les échantillons ont été émiettés à la main puis étalés sur des journaux. La matière organique non décomposée a été enlevée.

Après séchage, on a procédé au tamisage à sec (tamis à maille de 2 mm) afin de séparer les éléments grossiers de la terre fine qui sera utilisée pour les dosages physico-chimiques.



Figure 29 : Tamis d'analyses (2 mm).

IV.2.2.2-Analyses physiques

Détermination du pourcentage des éléments grossiers :

Les éléments grossiers retenus par le tamis sont enlevés et séchés. On les sépare en gravier (particules entre 2 et 20 mm) et cailloux (particules entre 20 et 200 mm), le pourcentage de chaque groupe est alors calculé.

A - Analyse Granulométrie : La granulométrie selon GUILLET ET ROUILLER (1973), a pour but de quantifier pondéralement les particules minérales élémentaires

cristallines, groupées en classe et définir la texture ou la composition granulométrique des sols. Cette dernière est importante car elle régit les propriétés physiques d'un sol.

- ***L'analyse granulométrique par sédimentation*** ; qui utilise la décontraction de grains solides en suspension dans l'eau, cette chute est liée directement à leurs diamètre (loi de Stocke) ; cette méthode s'adresse à des échantillons de sols qui ne contiennent que des éléments de diamètre inférieur à 100 μm .

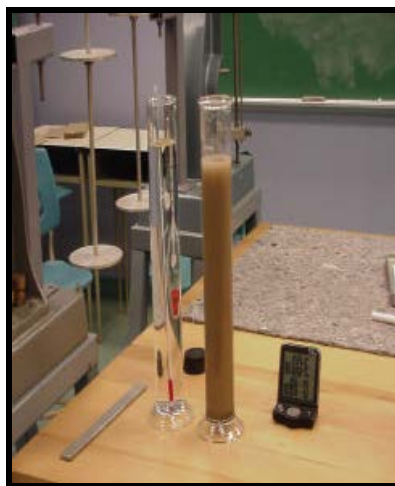


Figure 30 : La sédimentation

Principe de cette analyse :

Cette opération nécessite d'abord la destruction des agrégats par dispersion des colloïdes floculés et en cas des horizons humifères et la destruction de matière organique. La matière humique est détruite par le traitement H_2O_2 (eau oxygénée). Les ions qui maintiennent les colloïdes floculés sont éliminés par un traitement avec un sel neutre Hexamétaphosphate de sodium qui est un agent de dispersion (c'est-à-dire, il disperse les graines) et qui détruit les ions.

Après cette dispersion, les éléments texturaux se trouvent à l'état libre dans la solution. les particules tombent avec des vitesses constantes d'autant plus grandes si elles sont plus grosses.

l'analyse granulométrique est la détermination de la texture d'un sol après destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes floculés.

Le but de cette analyse est de déterminer le pourcentage d'argiles, de sables et de limons caractérisant l'échantillon prélevé.

Enfin les résultats obtenus de laboratoire.

- Il faut porter sur les trois axes les pourcentages d'argile, de limons et de sables.
- Pour chacun des points ainsi trouvés, mener une parallèle de l'axe précédent.
- L'intersection de ces trois parallèles désigne la classe du sol.

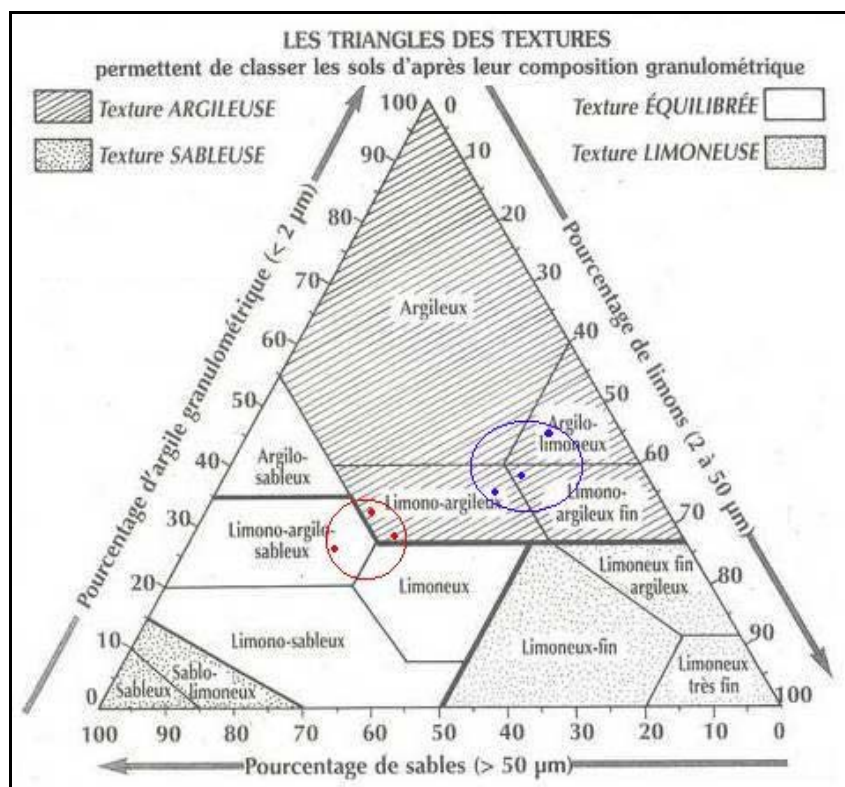


Figure31: les différentes classes texturales des horizons

B- Couleur : La couleur a une grande importance, c'est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse et parfois les vocations possibles du sol considéré.

La couleur de nos échantillons de sol a été déterminée à l'aide du **code international de « Mansell »** ; elle est déterminée sur les échantillons à l'état sec et à la lumière du jour.

C- Matière organique : Le taux de matière organique a été déterminé après préparation de la terre fine (<0,2 mm) par la méthode Tjurin modifiée (Valla et al. ,1980). Il

s'agit de l'oxydation du carbone organique par l'oxygène de $K_2Cr_2O_7$ en milieu sulfurique avec le dosage de l'excès de bichromate de potassium par la solution du sel de Mohr.

Mode opératoire :

1. Broyer une petite quantité de terre fine sèche à l'air,
2. Passer au tamis 0,2 mm,
3. Peser une prise d'essai de 0,3 à 1,5 g de cette terre (selon la richesse de l'échantillon en carbone organique) et la placer dans un bêcher de 100ml,
4. Ajouter 10 ml de $K_2Cr_2O_7$, 0,4N couvrir à l'aide d'un verre de montre,
5. Placer dans une étuve 45' à 125°C,
6. Laisser refroidir,
7. Rincer avec l'eau distillée,
8. Additionner 10 ml de sel de morh, 0,1N,
9. Ajouter 7 à 8 cm³ d'acide ortho-phosphorique concentré qui rend le virage plus visible, et 3 à 4 gouttes de diphénylamine
10. Titrer par $K_2Cr_2O_7$ (une solution de sulfate double d'ammonium et de fer), 0,4N jusqu'à virage au violet

$$\% C_{ox} = \frac{C \times 4 \times 0,3}{g} \times 100$$

C : le volume de $K_2Cr_2O_7$ en ml et

g : la prise d'essai en mg

Tableau38: Echelle d'interprétation de la qualité de l'humus

Cox (%)	Humus (%)	Quantité
< 0,6	< 1	Très faible
0,60 – 1,15	1 – 2	Faible
1,15 – 1,75	2 – 3	Moyenne
1,75 – 2,90	3 – 5	Forte
> 2,90	> 5	Très forte

D- Qualité de la matière organique : La qualité de la matière organique est déterminée à partir des propriétés optiques des extraits alcalins :

- On a effectué l'extraction des composées humiques par la solution de pyrophosphate de sodium 0,05 M à pH 12 en gardant le rapport sol/liquide égale a 1/20. Une partie de l'extrait ainsi obtenue est soumise aux mesures de l'absorbance (spectrophotomètre Beckmann du G) correspondantes aux = 400, 450, 500, 550 et 600 mm.

- Ces données sont utilisées pour l'élimination des inexactitudes possibles de mesure par la méthode de moindres carrés et le quotient Q 4/6 (absorbance à 400/absorbance à 600mm). Lorsqu'il y a diminution de ce dernier c'est le degré de condensation et de polymérisation du noyau aromatique qui augmente a partir de 4/6 on na pu déterminer la rapport acides humiques sur acides fulviques (AH/AF).

$$AH/AF = 17,2 \times Q_{4/6}^{-2.19}$$

1.1.3.3 Analyses chimiques

A. Acidité du sol (pH) : Afin d'estimer l'alcalinité ou l'acidité des échantillons, une mesure du pH à l'aide d'un pH mètre à électrodes est faite sur une solution du sol dont le rapport sol/eau est égal à 1 /2,5 soit 10g de terre fine dans 25 ml d'eau distillée.

Tableau 39 : Echelle d'interprétation du PH

pH/H2O	Sol
<4,9	Très acide
4,9 – 6,0	Acide
6,0 – 7,0	Peu acide
7,0	Neutre
7,0 - 8,0	Peu alcalin
8,0 - 9,4	Alcalin
> 9,4	Très alcalin

B- Calcaire total (CaCO₃) : Nous avons utilisé la méthode volumétrique de Bernard ; la décomposition des carbonates a été effectuée par HCl à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur. Les valeurs du CaCO₃ sont déterminées à l'aide de l'échelle d'interprétation (**Tableau 40**).

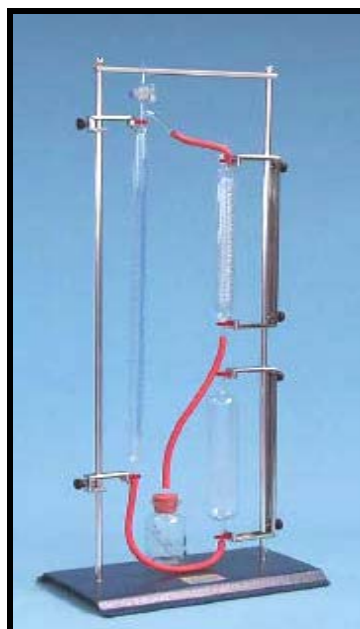


Figure 32 : Calcimètre de Bernard.

Tableau 40: Echelle d'interprétation des carbonates

% Carbonates	Charge en calcaire
< 0,3	Très faible
0,3 - 3	Faible
3 - 25	Moyenne
25 - 60	Forte
> 60	Très forte

C- Calcaire actif : suivant sa nature et son origine, le calcaire est réparti dans différentes fractions granulométriques. Celui qui est présenté dans la fraction inférieure à 20 Mm, susceptible de se solubiliser facilement et d'être à l'origine d'une teneur en Ca²⁺ élevée dans la solution du sol, correspond au calcaire actif. (SCHVARIÉS.C, MULLER.J.C, 2005)

Celui-ci est mesuré généralement par l'oxalate d'ammonium (méthode Drouin eau – GALET 1942)

On pèse 10 g de terre fine (représentatif et homogène) sèche et on la met dans un bêcher de 500 ml et on lui ajoute 250 ml d'oxalate d'ammonium à 0.2 N, puis on agite le tout pendant 2 heures par un agitateur magnétique, après on le filtre en rejetant les premiers ml du filtrat.

- On prélève 10ml du filtrat et on le met dans un bêcher de 100 ml, en lui rajoutant 10 ml de H_2SO_4 pur (réaction exothermique), avant l'abaissement de la température, on place le bêcher sur un agitateur magnétique surmonté d'une burette graduée contenant du permanganate de potassium.

- On effectue le titrage jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante, on lit sur la burette avec les précautions de lecture ; soit n le nombre de $KMnO_4$ versé (ml).

D- Conductivité électrique : La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl^- , CO_3^{2-} , Na^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} et Mg^{2+}). Un autre trait caractéristique des sels, permet de les qualifier, est l'état chimique d'une solution de sel présentant une certaine conductivité électrique, et s'exprime en mS/cm. Sa mesure permet d'obtenir rapidement, à l'aide d'un conductimètre, une estimation de la teneur globale en sels dissous de l'extrait aqueux d'une solution dont le rapport sol eau est de 1/5.

L'interprétation a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols (**Tableau 41**).

Conductivité mS/cm	Salure
<0,60	Non salé
0,60 – 1,20	Peu salé
1,20 – 2,40	Salé
2,40 – 6,00	Très salé
>6,00	Extrêmement salé

Tableau 41 : Echelle d'interprétation de la salinité

CONCLUSION

INTRODUCTION :

L'érosion du sol est une forme de dégradation au même titre que la compaction, la réduction des taux en matière organique, la détérioration de la structure du sol, le drainage souterrain insuffisant, la salinisation et l'acidification du sol. Toutes ces formes de dégradation, sérieuses en elles-mêmes, accélèrent l'érosion du sol.

L'érosion est un processus naturel sur toutes les terres. Les agents de l'érosion sont l'eau et le vent, chacun provoquant une perte importante de sol chaque année. L'érosion peut être un processus lent et insoupçonné, ou encore prendre des proportions alarmantes, entraînant une perte énorme de sol arable. Le lessivage de la terre arable peut résulter en une réduction du potentiel de production, en une réduction de la qualité de l'eau de surface et en l'encrassement des réseaux de drainage. ARNOLD ET AL, (1989).

En milieu agricole, l'érosion a des effets néfastes sur la vigne, sa croissance, la qualité de ses fruits et son rendement.

Par ailleurs de nombreux chercheurs ont axé leurs travaux sur l'étude de l'érosion, les causes, les conséquences, la lutte antiérosive par des techniques qui permettent une bonne conservation du sol.

Parmi eux on peut citer : AZENFAR, A. (1993) ; BONN, F. (1998) ; ELLISON W.D. (1945) ; LE BUISSONNAIS Y., DUBREUIL N., DA ROUSSIN J., GORGE M., 2004 ; LAHLOU, Y. (1997).

Nous allons à travers ce modeste mémoire tenter de montrer l'impact de l'érosion, sur la vigne et les techniques qui permettent de lutter efficacement, pour un bon développement et une bonne production.

Axée sur les méthodes et pratiques culturelles anti-érosifs :

Introduction :

Le phénomène d'érosion est un vieux problème relevant de l'exploitation de l'homme de son territoire. A travers l'histoire, l'homme a essayé de remédier à ce problème avec des moyens variables en inventant des techniques de lutte anti érosive adaptées à leur environnement. Actuellement, le problème est devenu un objectif prioritaire en raison des dommages causés par la perte des sols et pesant sur les ressources naturelles des pays

Cas de la viticulture :

1.1. Facteurs et processus déclenchant de l'érosion

De manière générale, il est clairement démontré par de nombreux essais que les pratiques d'entretien des sols qui visent à maintenir une couverture du sol la plus complète possible dans le temps et l'espace (mulch ou engazonnement) limitent la dégradation de la structure

des sols et réduisent significativement les risques de ruissellement et d'érosion (LITZLER, 1988).

1.2. Travail du sol et l'érosion

La pratique traditionnelle d'entretien par le travail du sol, présente l'avantage de générer une porosité (REY NIER, 1986) et une rugosité de la surface du sol qui favorisent, d'une part l'infiltration (MESSER, 1978) et d'autre part la détention superficielle de l'eau et le ralentissement du ruissellement éventuel

MOUSSA ET AL. (2002) mesure une réduction du coefficient de ruissellement d'un facteur 10 par rapport à un sol non travaillé, après usage d'un cultivateur rotatif lors d'un événement pluvieux de printemps

1.3. Désherbage chimique (= non-culture) et l'érosion

L'effet du désherbage chimique total est relativement plus simple à analyser dans la mesure où les propriétés de surface résultantes sont plus homogènes et plus stables : le sol reste normalement en permanence nu, avec une faible rugosité, compacté par le passage des engins et présente donc une in filtrabilité et une capacité de détention superficielle de l'eau réduites, ce qui augmente fortement les risques de ruissellement même pour des pluies relativement faibles.

1.4. Mulchs et l'érosion

Les mulchs favorisent la dissipation de l'énergie des gouttes de pluie, augmentent l'infiltration de l'eau et limitent la vitesse du ruissellement comme le départ des particules de terre.

1.5. Engazonnement et érosion

Photo 1 : Une parcelle enherbée dans le bassin de la Peyne (Hérault) (Cliché : Y. LE BUISSONNAIS)



A plus long terme, l'engazonnement a aussi un effet sur l'amélioration de la stabilité structurale du sol (GOULET ET AL. 2004), par l'augmentation de la matière organique en surface, et en particulier par l'effet des exsudats racinaires.

Enherbement avec des espèces peu concurrentielles :

1-1 : Introduction :

Un enherbement pratiqué dans tous les interlignes au moyen de graminées pérennes peut exercer dans certains sites une concurrence excessive en eau et en azote pour la vigne, susceptible d'entraîner une diminution de la qualité des vins de Chasselas (MAIGRE ET AL. 1995).

Les variantes d'enherbement ont été les suivantes :

- Graminées pérennes (mélange L'enta® de la maison Schweizer; variante témoin)
- *Bromus tectorum* (brome des toits)
- *Hordeum murinum* (orge des rats)
- *Trifolium subterraneum* (trèfle souterrain)
- *Trifolium repens* (trèfle rampant)

Conclusion :

(Des enherbements dans tous les interlignes constitués de graminées ou de légumineuses annuelles à ressemis *Bromus tectorum*, *Hordeum murinum* et *Trifolium subterraneum*), ainsi que de légumineuses pérennes (*Trifolium repens*), ont augmenté la vigueur de la vigne et son potentiel de production par rapport à l'utilisation de graminées pérennes (mélange L'enta®).

□ L'amélioration de l'alimentation azotée de la vigne (N minéral du sol et teneur en azote des feuilles et des moûts, indice chlorophyllien des feuilles) a surtout été notée avec l'utilisation des légumineuses (*Trifolium repens* et *Trifolium subterraneum*).

□ La concurrence hydrique a été moins marquée avec les espèces annuelles à ressemis, qui ont un cycle végétatif décalé par rapport à celui de la vigne.

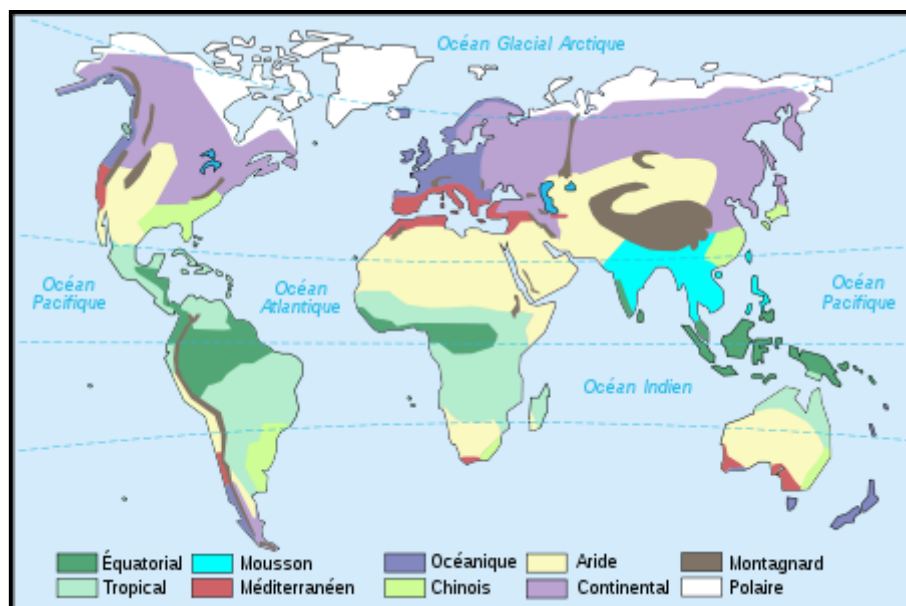
□ Peu de différences ont été notées au niveau de la teneur en sucre et en acidité des moûts au foulage.

L'introduction de certaines de ces espèces pour l'enherbement des vignes nécessitera encore des études complémentaires (sélection des biotypes les mieux adaptés, modalités de gestion de ces types d'enherbements, production de semences).

Bioclimatique :

Introduction

Sur notre globe terrestre, notre région est sous l'influence du climat méditerranéen, qui est « un milieu transitoire entre la zone tempérée et la zone tropicale, ou c'est le climat subtropical de la façade ouest des continents » (**carte 3**) ; ce climat est caractérisé par la clémence des températures, le nombre élevé des jours ensoleillés sans pluies.



Carte 3 : Les climats mondiaux

Diagramme ombrothermique de Bagoules et Gaussen :

Pour connaître l'interaction qui existe entre la température et les précipitations, et pour connaître l'aridité moyenne des différents mois, on peut réaliser un diagramme ombrothermique, qui exprime sur le même graphe les précipitations mensuelles et les températures moyennes, sous forme de courbe. Les mois secs ($P \text{ mm} < 2 \text{ T}^\circ\text{C}$) sont ceux qui se situent dans l'espace entre les deux courbes (période sèche).

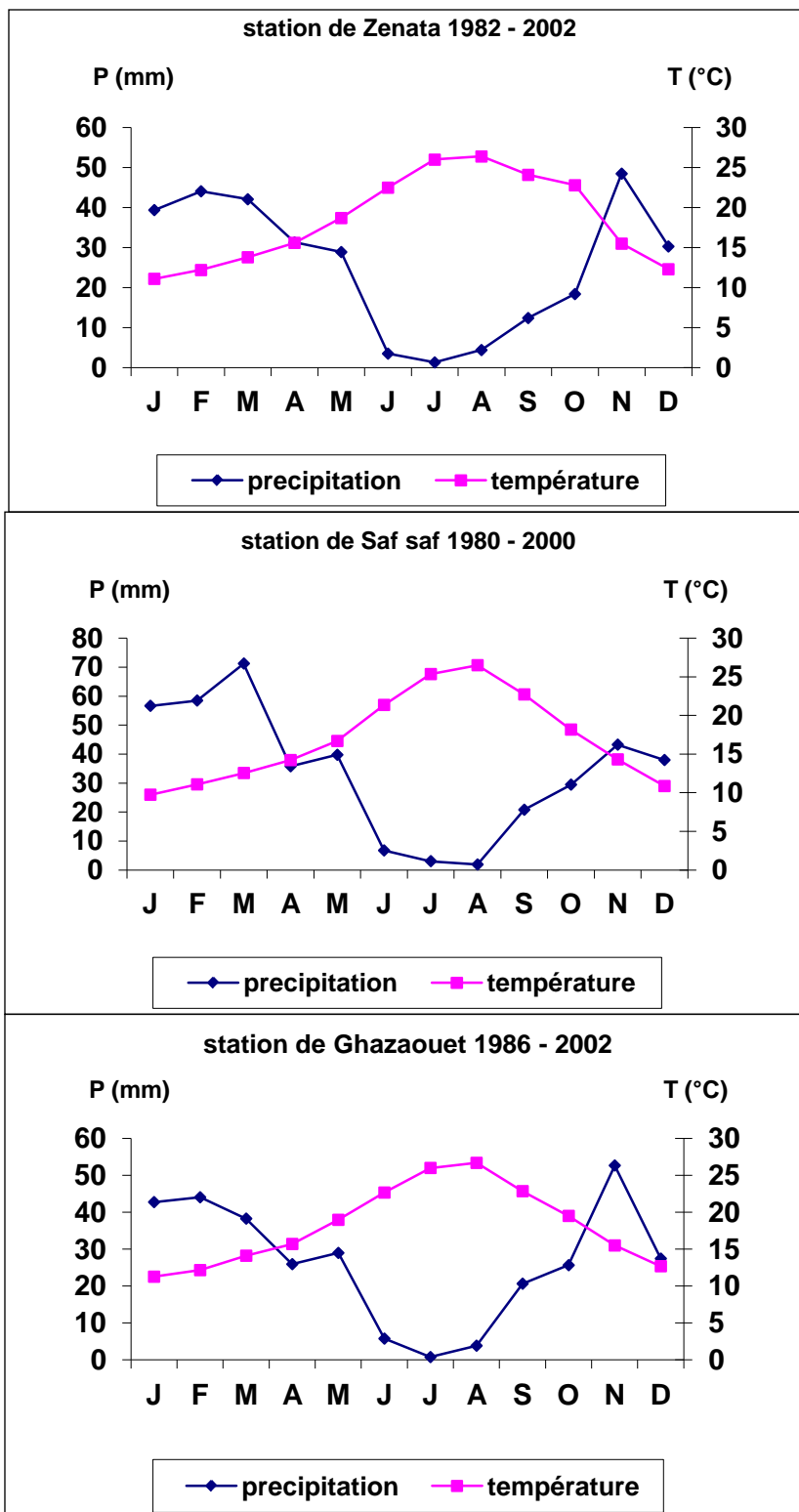


Figure 6 : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSEN

A partir des diagrammes ombrothermiques, il est possible de caractériser les stations par une saison sèche ou période déficitaire s'étalant sur six à huit mois, cas de l'ensemble de nos stations.

Avec la comparaison des diagrammes établis pour chacune des stations de références, la région d'étude s'identifie par une sécheresse accentuée, car la surface comprise entre les deux courbes est importante.

Notre région d'étude (Hennaya) appartient à un climat méditerranéen semi-aride caractérisé par deux saisons contrastées ; la première, plus ou moins chaude et sèche : c'est l'été, la deuxième, hivernale, froide, à pluviosité abondante -selon l'altitude.

Matériel et méthodes :

L'analyse granulométrique est la détermination de la texture d'un sol après destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes floculés.

Le but de cette analyse est de déterminer le pourcentage d'argiles, de sables et de limons caractérisant l'échantillon prélevé

	Horizon A (profil 1)	Horizon A (profil 2)
Texture	Limon - argileux	Argilo - limoneux
MO	Faible	Forte
Calcaire total	Moyenne	Moyenne
Calcaire actif	Faible	Très faible
Solution du sol	Alcaline	Peu alcaline

Estimation de l'érosion par la mesure du collet :

La superficie de notre vignoble est de 1,5ha, pour faire un bon calcul de la quantité de terre érodée (estimation de l'érosion), on procède à des mesures du collet des ceps de vigne.

La méthode est la suivante :

On délimite un carré, divisé, en 10 rangs chacun contient 10 ceps.

Le nombre d'échantillon au total est 100. On mesure par la suite le collet de l'ensemble des ceps constituant le vignoble, la mesure se fait à partir du sol, jusqu'au collet.

Résultats et discussion :

Tableau42 : Mesure du collet des 100 ceps de vigne.

18	21.50	44	27	7	0	27	24.60	16	22
21	6	0	0	7	3.90	4.50	0	4.80	5.50
3	0	18.70	0	5	12.90	4	8	10.90	0
15.40	7.50	23	25	28	7.20	11.10	4	7.30	0
5.50	19	4	4	8.40	4.30	0	13	0	5
8	5.40	7.50	3	4	4	0	12	8.80	6
18	13	0	15.60	0	8.80	7.20	11.20	22.70	0
0	17.90	4	5	4	8.80	0	19	0	15.70
6	0	0	0	4	15.20	3	0	0	4
7	6	15	8.90	6.80	8	6	13.50	4	27.90

A partir des résultats de ce tableau on peut calculer les moyennes, pour une bonne estimation de la quantité de terre érodée dans le vignoble, d’où une évaluation de l’érosion.

Moyenne ou Espérance :

Sa formulation mathématique peut se faire comme suit :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Nombre d'échantillons	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Somme	101.9	96.3	116.2	88.5	74.2	73.1	62.8	105.3	74.5	86.1
Moyenne	10.19	9.63	11.62	8.85	7.42	7.31	6.28	10.53	7.45	8.61

Discussion : L'érosion par ruissellement concentré des eaux pluviales dans le vignoble crée des dégâts importants dans les parcelles de vigne, par les écoulements boueux qu'elle déclenche, les pertes en terre occasionnées et les atterrissements au bas des parcelles

Calcul de la quantité de terre érodée :

Poids de terre érodée = $M1 - M10 \times S$

Poids de terre érodée = $10.1 - 8.61 \times 1.50 = 2,23t /ha /an.$

Ainsi, les eaux de pluie s'additionnent de cep en cep jusqu'en bas de la pente, provoquant un ruissellement et une érosion importante. On peut atteindre des valeurs de 2 à 10 tonnes par an

Selon les précipitations, au lieu de moins de 0,5 tonnes quand les ceps sont plantés en quinconce pour empêcher ce phénomène de ruissellement additionné.

Dans le cas de notre vignoble, la valeur est de 2.23t de terre érodée, pour une surface de 1.5ha.

C'est une érosion importante, d'où une chute de rendement.

En 2007, le cep de vigne donnait 6-7 kg de raisins, cette quantité a diminuée en 2010 pour donnée que 2-3kg et un rendement de 3 quintaux à l'hectare seulement selon le propriétaire du vignoble.

Conclusion générale :

Une autre richesse est pour l'Algérie la culture de la vigne. On ne saurait nier la répercussion qu'elle a eue dans le développement de l'Algérie. Cependant, l'on peut dire que d'ores et déjà la vigne a repris toute son importance économique et sociale d'autrefois.

Les résultats obtenus par la viticulture algérienne montrent que les techniques culturales sont au point. Mais cela ne veut pas dire qu'il ne reste rien à faire en la matière. Des améliorations sont toujours possibles

De ce modeste travail, il en ressort que le sol le plus favorable pour les différents cépages qui se localisent dans le vignoble de Drissi (région de Hennaya); on a effectués trois études: l'une climatique afin d'évaluer les caractéristiques du microclimat de la région. L'autre était pédologique pour déterminer les propriétés physico-chimiques des deux sols. Une troisième étude pour estimer l'érosion et son impact sur le développement de la vigne.

Nous retiendront de cette étude que :

* Le travail du sol ne sera guère appliqué qu'au moment de la stabilité mécanique de la fraction solide.

* La présence des colloïdes dans le sol, influe sur la capacité de rétention en eau.

* Le CaCO₃ est toujours présent en quantité, cela influe sur le PH et les échanges (plante - sol)

*L'érosion est un problème majeure ont peut remedier par des méthodes appropriées.

Finalement, on peut dire que les qualités de sol ne se manifestent qu'associent à des conditions climatiques particulières et à des potentialités d'adaptation d'une espèce donnée, si les conditions climatiques sont favorables, la gamme des sols acceptable s'élargit considérablement, et pour lutter contre l'érosion,il faut appliquer certaines techniques mises au point par les chercheurs.

ETUDE BIOLOGIQUE ET
EROSIF

ETUDE EXPERIMENTALE

INTRODUCTION :

L'érosion du sol est une forme de dégradation au même titre que la compaction, la réduction des taux en matière organique, la détérioration de la structure du sol, le drainage souterrain insuffisant, la salinisation et l'acidification du sol. Toutes ces formes de dégradation, sérieuses en elles-mêmes, accélèrent l'érosion du sol.

L'érosion est un processus naturel sur toutes les terres. Les agents de l'érosion sont l'eau et le vent, chacun provoquant une perte importante de sol chaque année. L'érosion peut être un processus lent et insoupçonné, ou encore prendre des proportions alarmantes, entraînant une perte énorme de sol arable. Le lessivage de la terre arable peut résulter en une réduction du potentiel de production, en une réduction de la qualité de l'eau de surface et en l'encrassement des réseaux de drainage. ARNOLD ET AL, (1989).

En milieu agricole, l'érosion a des effets néfastes sur la vigne, sa croissance, la qualité de ses fruits et son rendement.

Par ailleurs de nombreux chercheurs ont axé leurs travaux sur l'étude de l'érosion, les causes, les conséquences, la lutte antiérosive par des techniques qui permettent une bonne conservation du sol.

Parmi eux on peut citer : AZENFAR, A. (1993) ; BONN, F. (1998) ; ELLISON W.D. (1945) ; LE BUISSONNAIS Y., DUBREUIL N., DA ROUSSIN J., GORGE M., 2004 ; LAHLOU, Y. (1997).

Nous allons à travers ce modeste mémoire tenter de montrer l'impact de l'érosion, sur la vigne et les techniques qui permettent de lutter efficacement, pour un bon développement et une bonne production.

INTRODUCTION

IV. Etude expérimentale :

IV.1-Introduction

Le sol est défini comme étant une formation superficielle meuble et relativement stable du terrain, contenant une certaine végétation; il compte une fraction minérale et une fraction organique JACQUES-FELIX,(1960) in GUINOCHE, (1973) .

En effet, les recherches effectuées ces dernières décennies ont prouvé que le sol est un milieu complexe dynamique, en perpétuelle évolution, caractérisé par des propriétés physiques et chimiques, par une flore, une faune, une économie en eau et une atmosphère spécifique. Tous ces caractères qui confèrent au sol une individualité propre, sont déterminés par l'action de longue durée des facteurs locaux sur la roche mère et notamment par l'action de la végétation, du climat, du relief et de l'eau de la nappe phréatique (MIHAÏ,1973) .

Pour ce qui est de la région de Tlemcen, les travaux de BRICHETAUX (1954), GAOUAR (1980), BOUABDELLAH (1991) ET BOUAZZA (1991) nous donnent un aperçu sur les caractères du sol. Les changements survenus dans cette région imposent, la réflexion sur les stratégies possibles à entreprendre pour restaurer ces sols.

Pour approcher ces différents aspects liés aux relations sol végétation, nous avons jugé utile d'aborder dans un premier temps l'édaphologie dans cette partie du mémoire. Nous développerons dans ce chapitre:

Matériels et méthodes des études,
Analyse physique des échantillons,
Analyse chimique des échantillons,

IV.2-Méthodologie

Nous avons réalisé un certain nombre d'analyses physico-chimiques quantitatives et qualitatives du sol au niveau de la station d'étude .

Nous avons ainsi pris en considération les paramètres suivants :

La composition granulométrique (texture),

La couleur,

La matière organique,

Le pH,

La conductivité électrique qui exprime aussi la salinité,

Les carbonates (CaCo₃),

La méthode d'étude est subdivisée en deux étapes, la première sur le terrain, la seconde au laboratoire où les échantillons seront analysés suivant les méthodes d'Aubert (1978) et de Valla (1984).

IV.2.1-Étude du sol sur le terrain

« La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs du milieu conduisent à la différenciation de strates successives de texture et /ou de structure et/ou de couleur différentes. Ces couches sont appelées horizons, l'ensemble des horizons qui se succèdent sur une même tranche de sol s'appelle profil » (MAGNIEN R, 1969)

Ainsi l'étude des profils apparaît comme une opération délicate, mais c'est une opération fondamentale qui est à la base de toute la pédologie. Une bonne observation des faits fournit un grand nombre de renseignements indispensables à l'utilisateur. Aussi la description des profils doit toujours être menée avec un très grand soin dans un esprit objectif.

Le sol se définit donc par son profil, lequel se caractérise par un aspect spécifique, une morphologie qu'il s'agit de décrire en notes cette description contribue à l'identification du sol.

Pour chaque profil effectué, nous avons choisi, des sols qui nous ont apparus les plus représentatifs sur le terrain, de préférence au niveau de l'implantation des pieds de vignes. Pour chaque profil on a creusé près de 1 m de profondeur. Nous avons effectué par la suite

nos prélèvements au niveau de chaque couche qui nous a apparu de couleur différente par rapport à d'autres.

IV.2.1.1-Matériel pour l'étude en place

Pour mener à l'examen du sol en place, il n'est besoin que d'un matériel relativement simple.

A - Matériel d'étude et d'observation

Ce matériel constitue l'équipement de base. Il doit être limité à l'essentiel d'un poids léger, peu encombrant, pouvoir être groupé dans une sacoche de faible volume, et toujours à portée de la main.

- Pioche de pédologue : utilisée pour rafraîchir les profils et prélever les échantillons.
- Outils coupant divers : pour faire apparaître la structure, on dégage certaine formation, il est bon de disposer d'un instrument pointu et coupant.
- Double Mètre : il a pour objet la mesure de la profondeur et l'épaisseur des horizons.
- Flacon d'acide chlorhydrique 1/10 : il s'agit d'une petite pissette en matière plastique contenant de l'acide chlorhydrique au 1/10 pour apprécier la présence de la charge en calcaire.
- Code de couleur : pour déterminer la couleur on a utilisé le code Mansell.
- Carnet de note : ce carnet sert à noter toutes les observations concernant les profils étudiés. Il est indispensable.
- Crayons : le crayon noir est utilisé pour noter les observations.

B- Matériel pour recueillir et transporter les échantillons

Il est plus fréquent, en vue d'analyse chimique, de recueillir les échantillons dans des sachets en film plastique, leur imperméabilité offre un certain nombre d'avantages (risque de pertes limité, conservation de l'humidité).

C - Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons est une opération fondamentale au même titre que la description du profil. Elle est simple, mais elle demande cependant quelques précautions :

- On prélève l'échantillon avec un outil propre.
- On commence les prélèvements par l'échantillon le plus profond pour terminer vers la surface, on évite ainsi de prélever des échantillons contaminés par des débris provenant de la prise d'échantillons subjacents.

- Les échantillons prélevés sont étiquetés avec soin, une petite fiche pliée avec les marques d'identification est mise à l'intérieur du sachet, lequel est marqué aussi extérieurement du même signe.

IV.2.2-Méthodologie au laboratoire

IV.2.2.1-Préparation des échantillons

Nous avons commencé par faire sécher les échantillons à l'air pendant 8 jours. Les échantillons ont été émiettés à la main puis étalés sur des journaux. La matière organique non décomposée a été enlevée.

Après séchage, on a procédé au tamisage à sec (tamis à maille de 2 mm) afin de séparer les éléments grossiers de la terre fine qui sera utilisée pour les dosages physico-chimiques.



Figure 29 : Tamis d'analyses (2 mm).

IV.2.2.2-Analyses physiques

Détermination du pourcentage des éléments grossiers :

Les éléments grossiers retenus par le tamis sont enlevés et séchés. On les sépare en gravier (particules entre 2 et 20 mm) et cailloux (particules entre 20 et 200 mm), le pourcentage de chaque groupe est alors calculé.

A - Analyse Granulométrie : La granulométrie selon GUILLET ET ROUILLER (1973), a pour but de quantifier pondéralement les particules minérales élémentaires cristallines, groupées en classe et définir la texture ou la composition granulométrique des sols. Cette dernière est importante car elle régit les propriétés physiques d'un sol.

- ***L'analyse granulométrique par sédimentation*** ; qui utilise la décontraction de grains solides en suspension dans l'eau, cette chute est liée directement à leurs diamètre (loi de Stocke) ; cette méthode s'adresse à des échantillons de sols qui ne contiennent que des éléments de diamètre inférieur à 100 μm .

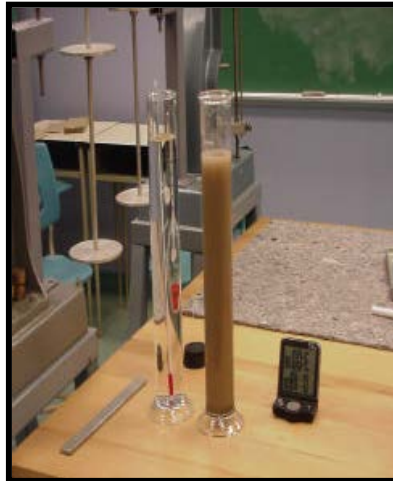


Figure 30 : La sédimentation

Principe de cette analyse :

Cette opération nécessite d'abord la destruction des agrégats par dispersion des colloïdes floculés et en cas des horizons humifères et la destruction de matière organique. La matière humique est détruite par le traitement H_2O_2 (eau oxygénée). Les ions qui maintiennent les colloïdes floculés sont éliminés par un traitement avec un sel neutre Hexamétaphosphate de sodium qui est un agent de dispersion (c'est-à-dire, il disperse les graines) et qui détruit les ions.

Après cette dispersion, les éléments texturaux se trouvent à l'état libre dans la solution. les particules tombent avec des vitesses constantes d'autant plus grandes si elles sont plus grosses.

l'analyse granulométrique est la détermination de la texture d'un sol après destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes floculés.

Le but de cette analyse est de déterminer le pourcentage d'argiles, de sables et de limons caractérisant l'échantillon prélevé.

Enfin les résultats obtenus de laboratoire.

- Il faut porter sur les trois axes les pourcentages d'argile, de limons et de sables.
- Pour chacun des points ainsi trouvés, mener une parallèle de l'axe précédent.
- L'intersection de ces trois parallèles désigne la classe du sol.

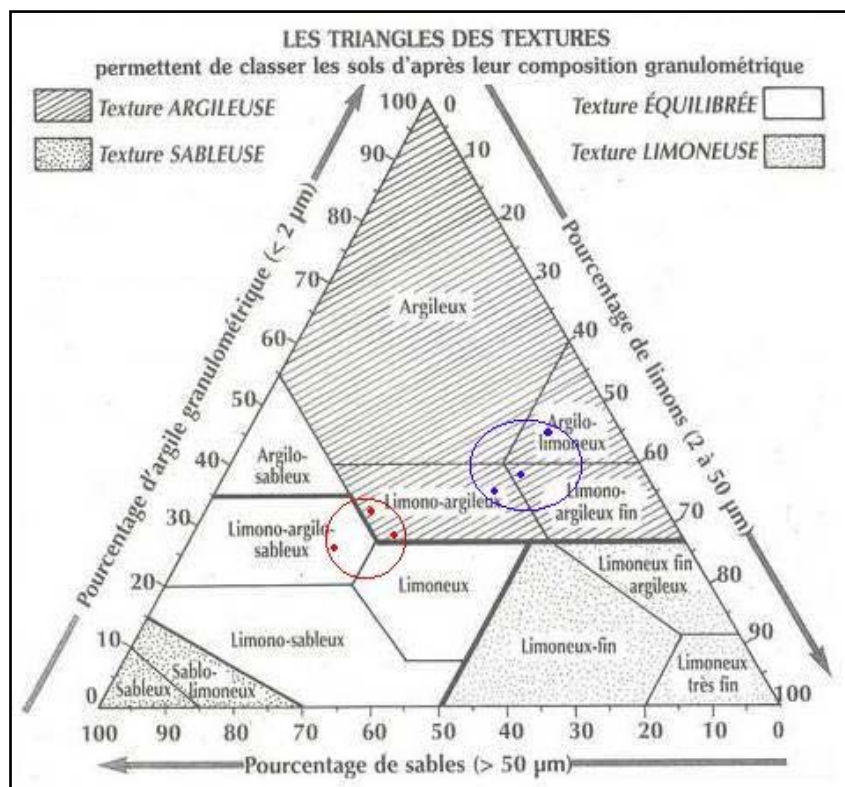


Figure31: les différentes classes texturales des horizons

B- Couleur : La couleur a une grande importance, c'est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse et parfois les vocations possibles du sol considéré.

La couleur de nos échantillons de sol a été déterminée à l'aide du **code international de « Mansell »** ; elle est déterminée sur les échantillons à l'état sec et à la lumière du jour.

C- Matière organique : Le taux de matière organique a été déterminé après préparation de la terre fine (<0,2 mm) par la méthode Tjurin modifiée (Valla et al. ,1980). Il s'agit de

l'oxydation du carbone organique par l'oxygène de $K_2Cr_2O_7$ en milieu sulfurique avec le dosage de l'excès de bichromate de potassium par la solution du sel de Mohr.

Mode opératoire :

1. Broyer une petite quantité de terre fine sèche à l'air,
2. Passer au tamis 0,2 mm,
3. Peser une prise d'essai de 0,3 à 1,5 g de cette terre (selon la richesse de l'échantillon en carbone organique) et la placer dans un bêcher de 100ml,
4. Ajouter 10 ml de $K_2Cr_2O_7$, 0,4N couvrir à l'aide d'un verre de montre,
5. Placer dans une étuve 45' à 125°C,
6. Laisser refroidir,
7. Rincer avec l'eau distillée,
8. Additionner 10 ml de sel de morh, 0,1N,
9. Ajouter 7 à 8 cm³ d'acide ortho-phosphorique concentré qui rend le virage plus visible, et 3 à 4 gouttes de diphénylamine
10. Titrer par $K_2Cr_2O_7$ (une solution de sulfate double d'ammonium et de fer), 0,4N jusqu'à virage au violet

$$\% \text{ Cox} = \frac{C \times 4 \times 0,3}{g} \times 100$$

g

C : le volume de $K_2Cr_2O_7$ en ml et

g : la prise d'essai en mg

Tableau38: Echelle d'interprétation de la qualité de l'humus

Cox (%)	Humus (%)	Quantité
< 0,6	< 1	Très faible
0,60 – 1,15	1 – 2	Faible
1,15 – 1,75	2 – 3	Moyenne
1,75 – 2,90	3 – 5	Forte
> 2,90	> 5	Très forte

D- Qualité de la matière organique : La qualité de la matière organique est déterminée à partir des propriétés optiques des extraits alcalins :

- On a effectué l'extraction des composées humiques par la solution de pyrophosphate de sodium 0,05 M à pH 12 en gardant le rapport sol/liquide égale a 1/20. Une partie de l'extrait ainsi obtenue est soumise aux mesures de l'absorbance (spectrophotomètre Beckmann du G) correspondantes aux = 400, 450, 500, 550 et 600 mm.

- Ces données sont utilisées pour l'élimination des inexactitudes possibles de mesure par la méthode de moindres carrés et le quotient Q 4/6 (absorbance à 400/absorbance à 600mm). Lorsqu'il y a diminution de ce dernier c'est le degré de condensation et de polymérisation du noyau aromatique qui augmente a partir de 4/6 on na pu déterminer la rapport acides humiques sur acides fulviques (AH/AF).

$$AH/AF = 17,2 \times Q_{4/6}^{-2.19}$$

1.1.3.3 Analyses chimiques

A. Acidité du sol (pH) : Afin d'estimer l'alcalinité ou l'acidité des échantillons, une mesure du pH à l'aide d'un pH mètre à électrodes est faite sur une solution du sol dont le rapport sol/eau est égal à 1 /2,5 soit 10g de terre fine dans 25 ml d'eau distillée.

Tableau 39 : Echelle d'interprétation du PH

pH/H2O	Sol
<4,9	Très acide
4,9 – 6,0	Acide
6,0 – 7,0	Peu acide
7,0	Neutre
7,0 - 8,0	Peu alcalin
8,0 - 9,4	Alcalin
> 9,4	Très alcalin

B- Calcaire total (CaCO₃) : Nous avons utilisé la méthode volumétrique de Bernard ; la décomposition des carbonates a été effectuée par HCl à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur. Les valeurs du CaCO₃ sont déterminées à l'aide de l'échelle d'interprétation (Tableau 40).

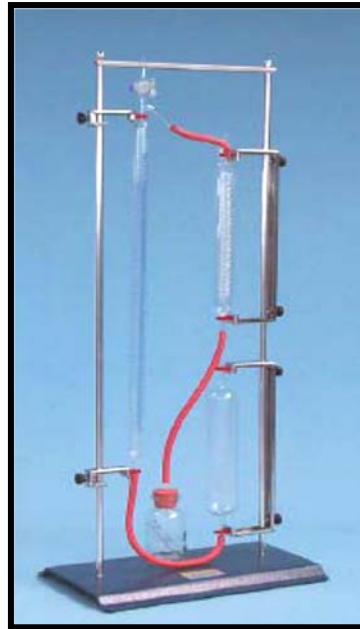


Figure 32 : Calcimètre de Bernard.

Tableau 40: Echelle d'interprétation des carbonates

% Carbonates	Charge en calcaire
< 0,3	Très faible
0,3 - 3	Faible
3 - 25	Moyenne
25 - 60	Forte
> 60	Très forte

C- Calcaire actif : suivant sa nature et son origine, le calcaire est réparti dans différentes fractions granulométriques. Celui qui est présenté dans la fraction inférieure à 20 Mm, susceptible de se solubiliser facilement et d'être à l'origine d'une teneur en Ca²⁺ élevée dans la solution du sol, correspond au calcaire actif. (SCHVARIÉS.C, MULLER.J.C, 2005)

Celui-ci est mesuré généralement par l'oxalate d'ammonium (méthode Drouin eau – GALET 1942)

On pèse 10 g de terre fine (représentatif et homogène) sèche et on la met dans un bêcher de 500 ml et on lui ajoute 250 ml d'oxalate d'ammonium à 0.2 N, puis on agite le tout pendant 2 heures par un agitateur magnétique, après on le filtre en rejetant les premiers ml du filtrat.

- On prélève 10ml du filtrat et on le met dans un bêcher de 100 ml, en lui rajoutant 10 ml de H₂SO₄ pur (réaction exothermique), avant l'abaissement de la température, on place le bêcher sur un agitateur magnétique surmonté d'une burette graduée contenant du permanganate de potassium.

- On effectue le titrage jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante, on lit sur la burette avec les précautions de lecture ; soit **n** le nombre de KMnO₄ versé (ml).

D- Conductivité électrique : La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl⁻, CO₃²⁻, Na²⁺, SO₄²⁻, Ca²⁺ et Mg²⁺). Un autre trait caractéristique des sels, permet de les qualifier, est l'état chimique d'une solution de sel présentant une certaine conductivité électrique, et s'exprime en mS/cm. Sa mesure permet d'obtenir rapidement, à l'aide d'un conductimètre, une estimation de la teneur globale en sels dissous de l'extrait aqueux d'une solution dont le rapport sol eau est de 1/5.

L'interprétation a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols (**Tableau 41**).

Conductivité mS/cm	Salure
<0,60	Non salé
0,60 – 1,20	Peu salé
1,20 – 2,40	Salé
2,40 – 6,00	Très salé
>6,00	Extrêmement salé

Tableau 41: Echelle d'interprétation de la salinité

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : situation géographique de la wilaya da Tlemcen.....	4
Figure 2 Les commune de la wilaya de Tlemcen.....	5
Figure 3 : Les climats mondiaux	16
Figure 4 : Variations des Précipitations moyenne mensuelle des trois stations	18
Figure 5: Le climagramme pluviométrique d'Emberger.....	25
Figure 6 : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	27
Figure 7 : les organes de la vigne.....	32
Figure 8: la taille sèche.....	41
Figure 9- Règle 2 : règle de pédotransfert établie pour la région Languedoc-Roussillon permettant de convertir les données texturales des strates en classes de battance et d'érodibilité par projection dans les triangles de texture redécoupés en 5 classes de sensibilité : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4 =forte, 5 = très forte.....	55
Figure 10- Carte géologique du bassin versant d'El Hachef.....	67
Figure 11.- Carte d'occupation des sols du bassin versant d'El Hachef.	67
Figure 12.- Carte des pentes du bassin versant d'El Hachef.....	68
Figure 13- Carte des unités homogènes du bassin versant d'El Hachef.....	69
Figure 14: Degré d'incorporation des résidus (%) dans le sol, en fonction de différentes modalités de travail du sol (Source : SCHMIDT ET TEBRÜGGE, 1989).....	73
Figure 15a : Formation de la croûte de battance. Avant le 30 mai, les placettes sont différenciées par leur état de surface initial ; après le 30 mai, les surfaces sont différenciées par le couvert végétal. (E. GALLIEN ET AL., 1995.....	75
Figure 15b-Evolution du couvert végétal. A noter les cinétiques différentes entre le mélange trèfle/ray-grass et la moutarde. (E.GALLIEN ET AL., 1995).....	75
Figure 15c- Concentration en terre des ruissellements recueillis pour chaque traitement (moyenne de deux répétitions) et chaque événement, représentée en fonction du cumul pluviométrique avant pluie (E. GALLIEN ET AL. 1995).....	76
Figure 16: Evolution du Dmin (mm) au cours du temps, pour différents taux de couverture du sol (OUVRY, 1989-90).....	76
Figure 17: Coefficient de corrélation entre stabilité structurale et teneur en matière organique pour deux sites (Cosmotron et Sanatoria, US) (Source : ROTONS ET AL. 2002).....	81
Figure 18 : Profils des teneurs en carbone deux mois et demi après l'installation des tests. (Source : BARTHES, 1998 ARSHAD ET AL. (1999).....	83
Figure 19 : Infiltration en fonction du temps pour deux modalités de travail du sol (CT=Pseudo-labour ; NT=Semis direct)	

(ARSHA ETAL.,1999).....	86
Figure 20: Relation entre teneur en matière organique et densité apparente dans l'horizon 0-3,8 cm, sur deux sites (Cosmotron et Sanatoria, US) (Source :ROTONSETAL.,2002).....	87
Figure 21 : Da sur 4-8 cm (CT= Labour : NT=Semisdirect)(Tebrugge).....	88
Figure 22 : Da sur 20-24 cm (CT= Labour : NT =Semisdirect)(Tebrugge).....	88
Figure 23: Evolution de la porosité entre octobre et mai selon deux modalités de travail du sol (CT=Labour ; NT=Semis direct) (TEBRÜGGE ET AL. 1999).....	89
Figure 24: Mesure de la porosité avant et après passage de roues pour deux modalités de travail du sol. CT= Labour ; NT= Semis direct. (Source : TEBRÜGGE ET AL,1999).....	93
Figure 25: Corrélation entre ruissellement et rugosité (ONSTADETAL.1984).....	94
Figure 26 : Essai de _types d'enherbement sur Chasselas. Indice chlorophyllien Du feuillage (N-tester). Feuilles de la zone des grappes. CHANGINS,2004.....	100
Figure. 27 : Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Nmin 0-50 c. CHANGINS, 2003.....	103
Figure. 28 : Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Potentiel Hydrique du feuillage en période de sécheresse. CHANGINS, été 2003....	105
Figure 29 : Tamis d'analyses (2 mm).....	111
Figure 30 : La sédimentation	112
Figure31: les différentes classes texturales des horizons.....	113
Figure 32 :Calcimètre de Bernard.....	116

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des barrages hydrauliques dans la wilaya de Tlemcen.....	11
Tableau2: Les ressources hydriques et leur mobilisations.....	12
Tableau 3: Affectation par type de cultures.....	12
Tableau4: Répartition de la superficie agricole par zone.....	14
Tableau5: Superficies des productions 2006 (Ha) Source : D.S.A, 2007.....	15
Tableau 6 : principales caractéristiques des stations météorologiques de référencesSource : O.N.M.....	17
Tableau 7 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm).....	17
Tableau 8 : Régime saisonnier des précipitations.....	18
Tableau 9 : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et des minima du mois le plus froid (m).....	19
Tableau 10 : Amplitudes thermiques et types de climat.....	20
Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles en °C1982-2002.....	20
Tableau 12 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations.....	22
Tableau13 : Classification des sous étages en fonction de « m °C ».....	22
Tableau 14 : Classification climatique en fonction de l'échelle de Martonne.....	22
Tableau 15 : Le type de climat selon l'échelle de Martonne.....	23
Tableau 16 : les besoins en eau dans notre zone d'étude.....	23
Tableau 17 : la variation des indices de sécheresse estivale dans notre zone d'étude.....	23

Tableau 18 : les valeurs de Q2 obtenus.....	25
Tableau 19 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES DES PRINCIPAUX CEPAGES DE TABLE CULTIVES EN ALGERIE Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain T'émouchent); 2006.....	33
Tableau 20 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES DES PRINCIPAUX CEPAGES DE CUVE CULTIVES EN ALGERIE.....	34
Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain Témouchent); 2006	
Tableau 21 : CARACTERISTIQUES ET APTITUDES CULTURALES DES PORTES GREFFES RECOMMANDES EN ALGERIE.....	36
Source : Institut de technologie moyen agricole spécialisé (Ain T'émouchent); 2006	
Tableau 22 : Programme de traitement da la vigne Année 2006 / 2007.....	43
Tableau 23 : Modèle d'évaluation de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique.....	56
Tableau 24 : Modèle dévaluation de la vulnérabilité des sols à l'érosion éolienne.....	63
Tableau 25 : Pourcentage de résidus sur 0-5 cm après différentes modalités de travail du sol sur une rotation riche en céréales.....	71
Tableau 26 : Couverture du sol par les résidus végétaux en/.Les valeurs supérieurs au seuil de30/ de couverture figurent en gras (Source : Vulli oud 2006.....	72
Tableau 27 : Extension de la croûte de battance et capacité d'infiltration pour différentes modalités de travail du sol (KWAAD, 1998)77	
Tableau 28 : Pertes en terre et concentration en sédiments pour différentes quantités de mulch en surface (DÖRING ET AL, 2005)..	79
Tableau 29 : Index de stabilité structurale (GROSS, 1995).....	80
Tableau 30 : Effet de TCSL sur la force de cisaillement critique en limon battant (POSENT ET GOVERS, 1990.....	84
Tableau 31: Expérimentations mesurant l'activité lombricienne en Labour et TCSL.....	91
Tableau 32: Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne en conditions naturelles (BAILLIF ET AL.1986).....	96
Tableau33: Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne sous simulation de pluie (CEMAGREF, 1986).....	96

Tableau 34 : Résultats sur ruissellement et érosion sur vigne en conditions naturelles (SCHALLER ET AL).....	97
Tableau 35: Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Diagnostic foliaire N à la véraison et indice de formol des moûtàlavendange.CHANGINS,moyennes20022004.....	101
Tableau 36 : Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Poids des bois de taille et composantes du rendement. CHANGINS,moyennes20022004.....	106
Tableau37 : Essai de types d'enherbement sur CHASSELAS. Analyse des moûts au foulage. CHANGINS, moyennes 2002-2004.....	107
Tableau38: Echelle d'interprétationde la qualité de l'humus.....	114
Tableau39:Echelled'interprétationduPH.....	115
Tableau40:Echelled'interprétationdescarbonates.....	116
Tableau41:Echelled'interprétationdelasalinité.....	117
Tableau42 :Mesureducolletdes100cepsdevigne.....	124

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE, DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE ET DES FORÊTS



MEMOIRE
Présenté par :
M. BOUGUETTAYA KARIM

Pour l'obtention du diplôme de Magister en sciences Agronomiques
Option : Systèmes de cultures intégrés et gestion conservatoire

THEME

« Contribution à l'étude de l'aléa érosif sur la biologie de *Vitis vinifera* L. dans la région de Tlemcen »

Soutenu le : / / 2011.

Devant le jury composé de :

Président : M. Letreuch Belarouci. *Professeur, Université de Tlemcen.*

Promoteur : M.El Haitoum A *Maitre de conférences, Université de Tlemcen.*

Examineurs : M.Amrani S.M *professeur, Université de Tlemcen.*
: M.Merzouk A *Maitre de conférences, Université de Tlemcen.*

Année Universitaire : 2010/2011

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RESUME

Les connaissances autour de l'action des aléas érosifs sur la biologie de la vigne sont d'une importance capitale dans les milieux méditerranéens où le climat est capricieux.

La première partie s'intéresse à l'aspect biologique de la vigne *Vitis vinifera*, du point de vue, botanique, agronomique, phytosanitaire, tout en précisant la systématique, par un schéma explicative, ainsi qu'une étude du milieu.

La deuxième partie : concerne l'aspect érosif, cause de l'érosion, et ses effets sur la vigne et les moyens de lutte antiérosifs.

La troisième partie : étude expérimentale, analyse du sol, ainsi que l'estimation de l'érosion, de notre station et son impact sur le rendement et le développement de la vigne.

Mots clés :

Vitis vinifera, érosion, biologie, climatologie, maladies, aléas érosif, lutte anti érosif, échantillonnage, station, rendement, estimation.

ملخص

المعرفة حول عمل مخاطر التآكل على بيولوجيا الكرمة هو من أهمية كبرى في وسائل البحر الأبيض المتوسط حيث المناخ

متقلبة. يهتم الجزء الأول 0 الجانب البيولوجي للكرمة كرمة العنب الأوروبي سوف ، من وجهة نظر ، علم النبات ، الزراعية الصحة النباتية ، في حين يحدد systématique واحد ، من خلال رسم تخطيطي توضيحية ، فضلا عن دراسة المتوسطة. الجزء الثاني : يتعلق بالجانب التآكل ، وأسباب تآكل ، وآثاره على الكرمة ووسائل antiérosifs القتال. الجزء الثالث: دراسة تجريبية، ويحلل أرض الواقع، فضلا عن تقدير للتآكل، لدينا محطة وأثرها على الإنتاج وتطوير الكرمة. الكلمات الدالة: سوف كرمة العنب الأوروبي، وتآكل، وعلم الأحياء، علم المناخ، والأمراض، ومخاطر التآكل، ومكافحة التآكل القتال، وأخذ العينات، ومحطة، والنتائج، وتقدير

summary

Knowledge around the action of the erosive risks on the biology of the vine is of a major importance in the Mediterranean mediums where the climate is capricious. The first part is interested the 0 biological aspect of the *Vitis vine will vinifera*, from the point of view, botany, agronomic, plant health, while specifying the systématique one, by a diagram explanatory, as well as a study of the medium. The second part: relate to the erosive aspect, causes erosion, and its effects on the vine and the means of fight antiérosifs. The third part: experimental study, analyzes ground, as well as the estimate of erosion, of our station and its impact on the output and the development of the vine. Key words: *Vitis will vinifera*, erosion, biology, climatology, diseases, risks erosive, anti fight erosive, sampling, station, output, and estimate.

Sommaire

INTRODUCTION.....	2
Première partie :.....	3
I.1-La situation géographique :.....	4
I.2-Description du milieu physique :.....	6
I.2.1Reliefs :.....	6
I.2.1.1 Le littoral :.....	6
I.2.1.2 Les plaines telliennes :.....	6
I.2.1.3 Les hauts plateaux :.....	6
I.2.2 La géologie :.....	6
I.2.2.1 Le jurassique.....	6
I.2.2.2 Le miocène.....	7
I.2.2.3 Le pilo-quaternaire.....	7
I.2.2.4 Le quaternaire.....	7
I.2.2.5 Les dépôts pliocène	7
I.2.2.Lecrétacèbasal.....	7
I.2.3 La pédologie.....	7
I.2.3.1 Les sols rouges méditerranéens.....	7
I.2.3.2 Les sols marron des steppes de climat chaud (sols iso humiques).....	8
I.2.3.3 Les sols fersiallitiques.....	8
I.2.3.4 Les régosols.....	8
I.2.3.5 Tirs.....	8
I.2.3.6 Les lithosols.....	8

I.2.3.7 Les sols calcimagnésiques humifère (rendzines).....	9
I.2.3.8 La croûte calcaire.....	9
I.3-Hydrogéologique et hydrologique.....	9
I.3.1L’hydrogéologie.....	9
I.3.2-L’hydrologie.....	10
A-Les grands flux d’eau.....	10
B- L’hydraulique agricole.....	11
I.4-Le couvert végétal.....	12
I.4.1-Le littoral.....	12
I.4.2Lesplaines.....	12
I.4.3-Les monts.....	13
I.4.4-La steppe.....	13
I.5-L’agriculture au niveau de la zone d’étude	13
I.5.1-Introduction.....	13
I.5.1.1-Chaines de montagnes	14
I.1.5.1.2-Plaines et plateaux intérieurs	14
I.5.1.3-Steppe	14
I.5.2-production végétale.....	14
I.5.2.1-Répartition de la superficie agricole totale.....	14
I.5.2.2-Occupation des sols.....	15
I.6-Le climat.....	15
I.6.1-Introduction.....	15
I.6.2-Méthodologie.....	16

I.6.2.1-Choix des stations.....	16
.6.2.2-Facteurs climatiques.....	16
A-les précipitations.....	16
B –Températures.....	19
C–Autres facteurs.....	21
I.6.2.3–La synthèse bioclimatique.....	21
A–Classification en fonction des précipitations.....	22
B–Classification en fonction de la moyenne des minima.....	22
C–L’échelle thermo pluviométrique de Martonne.....	22
D–Indice de sécheresse estivale (ISE) ou l’indice xérothermique.....	23
E–quotient pluviométrique d’Emberger (1952).....	23
F–Diagramme ombrothermique de Bagoules etGausсен.....	25
I.6.3- Conclusion	27
II.1-La plante.....	26
II.1.1-Introduction	26
II.1.2-2-Origine et diffusion de la vigne.....	26
II.1.3-3-Systématique de la vigne	27
II.1.4-Les organes de la vigne.....	28
II.1.4.1-Les racines.....	28
II.1.4.2-Les troncs et les bras	28
II.1.4.3-Les rameaux et les sarments.....	28
II.1.4.4-Les feuilles	29
II.1.4.5-Les bourgeons.....	29

II.1.4.6-La fleur	30
II.1.4.7-Le grain de raisin.....	30
II.1.5-Le cycle végétatif	31
II.1.6-Les variétés (cépages).....	32
II.1.7.-La multiplication.....	35
II.1.7.1-Les portes greffes.....	35
II.1.8Plantation	37
II.1.9-Les soins culturaux.....	37
<i>II.1.9.1Fumure.....</i>	<i>37</i>
II.1.9.1.2-La fumure d'entretien	38
<i>II.1.9.2-Taille</i>	<i>39</i>
<i>II.1.9.2.1-La taille de plantation.....</i>	<i>39</i>
<i>II.1.9.2.2-Taille sèche.....</i>	<i>39</i>
II.1.9.2.3-Taille en vert.....	40
II.1.9.3-L'irrigation	41
II.1.9.3.1-Généralités.....	41
II.1.9.3.2- Epoques de l'arrosage.....	41
II.1.9.3.3-- Principaux systèmes d'irrigation.....	41
A-Irrigation par aspersion.....	41
B- Irrigation gravitaire.....	42
II.1.9.4-Défenses sanitaires	43
II.1.9.5-La récolte : La vendange.....	44
II.1.10-Maladies et ravageurs.....	44
II.1.10.1-Les maladies cryptogamiques de la vigne.....	44

II.1.10.2-Les maladies à virus	46
II.1.10.3-Maladies non parasitaires.....	47
II.1.10.4-Les ravageurs.....	48
II.2-Le Milieu.....	51
II.2.1-Climat et températures.....	51
II.2.2-Le Sol.....	51
II.2.3-- Besoins en eau.....	51
Deuxième partie	52
III- Les aléas érosifs.....	52
Introduction.....	52
III-1- Principes de la modélisation de l'aléa érosif	52
III-2- Erosion hydrique	56
III-2-1- Estimation des taux d'érosion.....	56
III-2-1-1- Situation du vignoble et manifestation du ruissellement	57
III-2-1-2- Les mesures du ruissellement et de l'état structural du sol	57
III-2-1-3- Erodibilité du sol de vigne.....	58
III-2-1-4- Influence des pluies sur le ruissellement et l'érosion	59
III-2-1-5- Effets d'une couverture de compact urbain	60
III-2-1-6-Effets du passage de roue.....	60
III-2-1-7- Risques de ruissellement et coût de l'érosion.....	61
III-3- Erosion éolienne	62
III-3-1-Erosion par le vent.....	64
III-4- Moyens de lutte antiérosifs	65
Introduction	65
III-4-1- Détermination des zones vulnérables a l'érosion par la méthode magnétique ..65	
III-4-2- Méthodologie d'évaluation de la dégradation du bassin versant	66
III-4-3- Semis direct.....	70
Introduction	70
III-4-3-1- Analyse des facteurs modifiés par les TCSL.....	70
1-Influence des TCSL sur le taux de couverture du sol	70
1.1Limitation de la dégradation de surface	73
1.2Le couvert végétal favorise et améliore la porosité de la surface du sol	78
1.3Accroissement du flaquage superficiel	78

1.4 Réduction de la vitesse des ruissellements diffus	78
1.5 Réduction de l'érosion diffuse.....	78
2. Stabilité structurale et teneur en matière organique.....	79
2.1 TCSL et résultats sur la stabilité structurale.....	79
2.1.1 Cas des sols limoneux.....	80
2.1.2 Cas des sols argileux.....	80
2.2 Influence des TCSL et de leur ancienneté sur la matière organique.....	80
2.2.1 Cas des sols limoneux.....	82
2.2.2 Cas des sols argileux	83
2.3 Influence des TCSL sur la détachabilité des particules	84
2.3.1 Pour l'érosion dite diffuse	84
2.3.2 Pour l'érosion linéaire.....	84
3. Fonction de transfert vertical de l'eau dans le sol	85
3.1 Influences des TCSL sur la perméabilité	86
3.2 Modification de la densité apparente des couches travaillées en TCSL.....	86
3.3 Modification de la porosité et de l'activité biologique.....	88
3.3.1 Porosité et évolution selon le travail du sol.....	88
3.3.2 Porosité et ruissellement selon le travail du sol	89
3.3.3 Porosité et activité lombricienne	89
3.3.4 Transferts verticaux et tassements des sols en TCSL	92
4. Rugosité superficielle et TCSL	93
I-4-3-2-Cas de la viticulture : Impacts des techniques culturales sans labour sur ruissellement et érosion Problématique, définitions et mécanismes.....	94
1.1 Typologie des phénomènes érosifs.....	94
1.2 Facteurs et processus déclenchant de l'érosion.....	94
1.3 Travail du sol et l'érosion.....	95
1.4 Désherbage chimique (= non-culture) et l'érosion.....	95
1.5 Mulchs et l'érosion.....	95
1.6 Engazonnement et érosion.....	95
2. Résultats expérimentaux	96
III-4-3-3- Enherbement de la vigne	97

1-Enherbement avec des espèces peu concurrentielles.....	98
1-1.Introduction.....	98
1-2. Matériel et méthodes.....	98
1-3 : Résultats et discussion	99
1-3-1 : Indicateurs d'alimentation azotée.....	99
1-3-1-1 : Diagnostic foliaire N	99
1-3-1-2 : Indice de formol des mouts au foulage.....	101
1-3-1-3 : Teneur en chlorophylle du feuillage (indice N-Tester)	102
1-3-1-4 : Potentiel hydrique du feuillage	103
1-3-1-5 : Diagnostic foliaire P, k, ca et mg	105
1-3-1-6 : Influence sur la vigueur de la vigne et les composantes du rendement.....	106
1-3-1-7 : Analyse des mouts.....	106
1-3-1-8 : Conclusion.....	107
Troisième partie	106
IV. Etude expérimental.....	108
IV.1-Introduction.....	108
IV.2-Méthodologie.....	109
IV.2.1-Étude du sol sur le terrain.....	109
IV.2.1.1-Matériel pour l'étude en place.....	110
A-Matérield'étudeet d'observation.....	110
B- Matériel pour recueillir et transporter les échantillons.....	110
C -Prélèvement des échantillons.....	110
IV.2.2-Méthodologie au laboratoire.....	111
IV.2.2.1-Préparation des échantillons	111
IV.2.2.2-Analyses physiques.....	111
A – Analyse Granulométrie.....	112
B- Couleur	113
C- Matière organique.....	113
D- Qualité de la matière organique.....	116
I.1.3.3 Analyses chimique.....	115
A. Acidité du sol (pH)	115
B- Calcaire total (CaCO₃).....	116
C- Calcaire actif	116
D- Conductivité électrique.....	117

V.1-Interprétation et description de station d'étude.....	118
V.1.1- Introduction.....	118
V.1.2-La description du vignoble.....	118
V.1.3-L'interprétation des résultats.....	120
V.1.3.1-L'Interprétation des résultats du profil 1.....	120
V.1.3.2-L'Interprétation des résultats du profil 2.....	120
V.2-Estimation de l'érosion par la mesure du collet.....	124
V.2.1 Introduction.....	124
V.2.2-Application de mesure sur le vignoble.....	124
V.2.3-Résultats et synthèses	125
V.2.3.1-Moyenne ou Espérance	125
Conclusion générale	128
Références Bibliographiques	128