

## Introduction

Depuis son introduction en Algérie et dans tout le Maghreb très longtemps, le cerisier a tout de même été apprécié car il représente une excellente essence fruitière, principalement à cause de sa faible tendance à l'alternance de production et à son prix de vente élevé.

Parlant de la wilaya de Tlemcen ou on a choisit les Monts de Tlemcen comme région d'étude, qui offre d'après la direction de service agricole les cueillettes les plus florissantes, là où se combine toutes les facteurs indispensables pour une bonne maturation des cerises. Car c'est une espèce exigeante, qui n'est présente qu'à travers les zones présentant un bon sol, froid, avec absence de gelée, et bonne pluviométrie.

Exigeant patience et persévérance, la culture des cerisiers nécessite aussi du savoir-faire, puisqu'après les plantations, il faut patienter huit longues années pour que le cerisier commence à produire, mais avant de passer à la, il est indispensable de connaître le type de pollinisation pour savoir comment placer les différents arbres pour garantir une belle fructification.

Le présent travail consiste en la contribution à l'étude des problèmes de pollinisation et de fécondation chez le cerisier.

Ce travail poursuit les objectifs suivants :

- Détecter les problèmes de pollinisation et de fécondation de cerisier.
- Evaluation des techniques et des méthodes convenables pour une meilleure fructification.

Le texte du mémoire s'articule sur les chapitres suivant :

- Le premier chapitre consacré à une monographie du cerisier.
- Le deuxième chapitre présente la présentation de la région d'étude (Les Monts de Tlemcen).
- Le troisième chapitre consiste à une présentation des problèmes de pollinisation et de fécondation.
- Enfin, les recommandations.

Les résultats de cette étude sont susceptibles de participer à l'information des arboriculteurs aux conditions de gestion des différentes situations concernant la reproduction végétale de A à Z d'une cerisaie.

## Chapitre 1 : Monographie du cerisier

### 1-Originine :

L'origine précise du cerisier fait l'objet de discussions, mais on considère généralement que son berceau se situe en Asie mineure d'où il a émergé vers l'Europe (**Breton, 1972**). Donc l'hypothèse mythologique étant aussi incertaine que fantaisiste, l'origine du cerisier reste assez confuse (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

Botaniquement, il comprend 2 types (ou races) distinctes :

- *Prunus cerasus* .L ou *Cerasus acida*, spontané sur les bords de la mer Caspienne en Asie mineure, ainsi qu'en Europe centrale. C'est l'origine des griottes.
- *Prunus avium* ou *Cerasus avium* L : cerisier des oiseaux ou merisier, est à l'origine des variétés de cerises douces. Il est originaire de la région comprise entre la mer Noire et la mer Caspienne.il a été diffusé par les oiseaux dont il tire son nom (**Claverie, 2005**). Il serait à l'origine des guignes et bigarreaux (**Bretaudeau, 1963**).

Le cerisier s'était répandu dans le temps en Extrême-Orient où avaient été sélectionné parmi les variétés les plus importantes. Les cerisiers devinrent l'un des symboles du printemps, puisque cet arbre est le premier à produire ses fruits après le repos hivernal (**Benzi, 1999**).

L'indigénéité de *Prunus avium* en Algérie est tout à fait attesté aux en notamment aux secteurs Kabyle, Nuridien et Algérois (**Quèzel & Santa, 1962**).

### 2-Taxonomie :

Le cerisier cultivé appartient à famille des Rosacées, au vaste genre *Prunus* et au sous-genre *Cerasus* au sein duquel ils se rattachent à deux espèces :

- *Prunus cerasus*, espèce triploïdes ( $2n=32$ ) renfermant les variétés de cerises acides (griottes et Montmorancy) (**Breton, 1972**). Les arbres sont peu développés, au port assez étalé avec des charpentes divisées et des rameaux minces avec feuilles droites (**Bretaudeau, 1963**).
- *Prunus avium*, espèce diploïde ( $2n=16$ ) (**Breton, 1972**). Ce groupe est appelé cerisier doux en raison du caractère sucré de ses fruits (**Claverie, 2005**). Les arbres sont d'un grand développement au port dressé, à ramure un peu trapue et aux feuilles pendantes.

Il se subdivise lui-même en deux sous groupe (**Claverie, 2005**) :

- ✓ Les bigarreaux : fruits sucrés à chair ferme, blanc ou rouge (Burlat, Napoléon) ;
- ✓ Les guignes : fruits sucrés mais à chair molle (guigne Early Rivers).

La taxonomie du cerisier est la suivante :

<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
<u>Sous-règne</u>	<u>Tracheobionta</u>
<u>Division</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Classe</u>	<u>Magnoliopsida</u>
<u>Sous-classe</u>	<u>Rosidae</u>
<u>Ordre</u>	<u>Rosales</u>
<u>Famille</u>	<u>Rosaceae</u>
<u>Sous-famille</u>	<u>Prunoideae</u>
<u>Genre</u>	<u>Prunus</u>
<u>Espèces</u>	Prunus avium-Prunus cerasus

### 3- La production des plants :

#### a) Le semis :

Il n'est pas employé pour la multiplication directe des cultivars (**Bretaudeau, 1979**) car il ne reproduit pas fidèlement leurs caractéristiques (**Truet, 1950**). Le semis est réalisé à partir du mois de juin jusqu'au début janvier (**El Amami, 1977**).

#### b) Le greffage :

Doit être pratiqué sur des porte-greffes son le diamètre au collet est suffisamment gros (8mm environ), mais pas trop bas par mesure des précautions contre les maladies cryptogamiques du collet (**Benettayeb ,2003**). La principale méthode est le greffage à œil dormant (**Rebour, 1968**). D'autres types de greffe sont utilisés : greffe en incrustation, en fente et en couronne à l'automne (septembre) (**Bretaudeau, 1979**). Il est conseillé de ne pas utiliser l'écussonnage à la greffe en fente car ce dernier occasionne une blessure à laquelle le cerisier risque de réagir par un écoulement de gomme nuisible au greffon (**Breton ,1972**).

#### 4- Les différents porte-greffes du cerisier :

Le comportement des porte-greffes du cerisier est très étroitement lié au terroir (sol, climat). Il convient donc de bien les étudier dans les sols où l'on compte les développer.

Selon les zones de production et les exploitations les qualités attendues d'un porte-greffe sont sensiblement différentes (Gautier, 2009).

On utilise couramment deux porte-greffes pour multiplier le cerisier : le merisier et le Mahaleb ou Sainte Lucie (Gautier, 2009) :

❖ **Merisier** (*Prunus avium*) ou franc donc issu de semis. Le merisier présente une excellente affinité avec les cerises douces : bigarreaux et guignes. Il confère aux arbres une forte vigueur, assure un grand développement et une importante longévité des arbres, mais la mise à fruits se fait attendre. Il préfère les sols silico-argileux et les terres franches, profondes, fraîches et perméables. Craint le calcaire, la sécheresse et les sols trop argileux. Le bigarreaux, plus exigeant que le guignier ou le griottier, préfère un sol de bonne constitution. Il se montre sensible aux rayons du soleil.

❖ **Le merisier F 12-1** c'est un clone de *Prunus avium*, c'est une sélection du merisier commun, obtenue à la station d'East Malling en Grande Bretagne. Multiplier végétativement par bouturage.

❖ **Sainte Lucie** (*Prunus mahaleb*), il se reconnaît aux caractères suivants :

- réputé de faible vigueur, il peut dans certaines situations prendre une force comparable à celle du merisier,
- l'affinité est bonne avec les cerises acides : griottes, amarelles, mais médiocre avec les cerises douces,
- il s'accommode des sols pauvres, mais redoute les terres humides ; on l'exclura des terrains lourds ou mal drainés,
- il induit une mise à fruits rapide, et donne des fruits de bonne grosseur,
- la multiplication par semis produit des types disparates.

❖ **Sainte Lucie 64 ®** c'est une sélection clonale de Mahaleb, le Sainte-Lucie 64, présente une grande régularité et une bonne vigueur. Bonne affinité avec les cerises acides et les cerises anglaises, de même avec les bigarreaux Burlat et Géant d'Hedelfingen. C'est un

bon porte greffe en sols sains chlorosants sujets à la sécheresse. Son enracinement pivotant lui permet de s'adapter aux sols secs et calcaires. La culture du cerisier sur ce porte greffe est déconseillée en sol humide (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

❖ **Pontaleb** ® Il confère aux variétés une bonne vigueur et également en général un calibre de fruit Supérieur avec une Productivité forte à très forte. Il a les mêmes autres caractéristiques que Sainte Lucie, peut être un peu plus résistant à l'asphyxie des racines.

De nouveaux porte-greffes, plus ou moins nanisant, ont fait leur apparition. Ces porte-greffes d'introduction récente réduisent plus ou moins le développement des cerisiers greffés.

❖ **Maxma Delbard 14** ® (brokforest) Cet hybride *Prunus Mahaleb* et *Prunus avium* est un porte-greffe semi-nanisant, confère aux variétés greffées une vigueur de 20 à 40 % plus faible que sur Sainte Lucie 64, une mise à fruit rapide (Fauré & Bretaudeau, 2008). La compatibilité est bonne avec la plupart des variétés. Ce porte-greffe s'adapte à différents types de sol. Il nécessite cependant de bonnes conditions de culture. Il résiste assez bien à la chlorose et est peu sensible à l'asphyxie.

❖ **Tabel** ® (**édabriz**) Porte greffe nanisant. Peut favoriser une mise à fruit plus précoce, bonne compatibilité avec les variétés de cerise. Il donne un bon ancrage aux arbres et ne drageonne que très peu.

## **5-Les principales variétés du cerisier :**

On trouve dans la gamme des variétés cultivées une très grande variabilité dans le port et le comportement. Un grand nombre présente deux caractéristiques considérées aujourd'hui comme négatives : forte vigueur intrinsèque et entrée en production très tardive (7 à 8 ans pour certain). Avec le renouvellement variétal la plupart de ces cultivars vont disparaître au profit de nouvelles sélections répondant aux exigences commerciales et agronomiques (**Claverie, 2005**).

En plus des quelques variétés locale telle que *Gaouar*, il existe :

- **BURLAT :**

- Variété de base pendant plus de 50 ans, elle a représenté jusqu'à 40 % du verger français, mais en raison de qualités insuffisantes (fermeté, calibre), elle est en nette régression. Calibre 8 à 9 g, réniforme, fermeté faible.
- Arbre vigoureux, port érigé, peu ramifié, mise à fruit lente, difficile à conduire, même en forme libre.

- **PRECOCE BERNARD/BIGARREAU MOREAU :**

- De même date de maturité que burlat, fruit un peu plus ferme, niveau de production inférieur.
- Calibre 7 à 8 g, arrondie/réniforme.
- Port moins érigé, angles plus ouverts, conduite en forme libre facilitée.

- **VAN :**

- Burlat + 20 jours, calibre 7 à 9 g, arrondie, première variété ferme, a été beaucoup plantée mais a tendance à produire du petit calibre en cas de surproduction.
- Arbre de bonne vigueur, semi-érigé avec des ramifications peu ouverts, sa mise à fruit très rapide et sa faculté de produire sur des branches en position verticale permettent de la cultiver en Goblet.

- **STARK HARDY GEANT :**

- Burlat + 15 à 20 jours, calibre 8 à 9 g, bonne fermeté et excellente qualité, arrondie à réniforme.
- Arbre de bonne vigueur à port étalé, moyennement ramifié, mais avec des angles très ouverts : c'est le type d'arbre idéal pour une conduite en forme libre.

- **HEDELFINGEN :**

- Burlat + 25 jours, calibre 7 à 8 g, cordiforme allongée, fermeté moyenne. C'était la variété la plus tardive, elle est en net recul.
- Arbre vigoureux, érigé, très ramifié, les rameaux fruitiers sont retombants. Très adapté aux formes libres.

- **LAPINS :**

- Burlat + 25 jours, calibre 7 à 9 g, légèrement allongé, de bonne fermeté.
- Arbre très vigoureux, très érigé, peu ramifié, extrêmement difficile à conduire.

- **REVERCHON :**

- Burlat + 25 jours, calibre 7 à 9 g, forme cordiforme typique, excellente fermeté, mise à fruit lente et productivité insuffisante.

- **NAPOLEON :**

- Variété bicolore destinée à l'industrie de transformation, Burlat + 25 jours, 7 à 9 g, fruit arrondi.
- Variété érigé à angles fermés, très bien adapté a la conduite en Goblet pour le secouage mécanique.

## **6- Morphologie et physiologie :**

### **a. Caractères botaniques (Figure n°1) :**

#### **1) Tronc (écorce) :**

A écorce lisse et grisâtre se détachant circulairement sa hauteur dépend de port greffe et de la fertilité du sol.

#### **2) Feuille :**

Caduque, elliptiques, de 12 cm de long, à base légèrement cordée chez certaines variétés (Cerisier à grappes, *Prunus padus*), pointe aiguë, bordure grossièrement dentée. Sur la face inférieure, les côtés de la nervure sont garnis de poils roux. A la base du limbe, deux ou trois nectaires (glandes mellifères) sécrètent un liquide sucré qui attire les fourmis, lesquelles remercient le cerisier en le protégeant des insectes susceptibles de ronger les feuilles (caractéristique des espèces du genre *Prunus*).

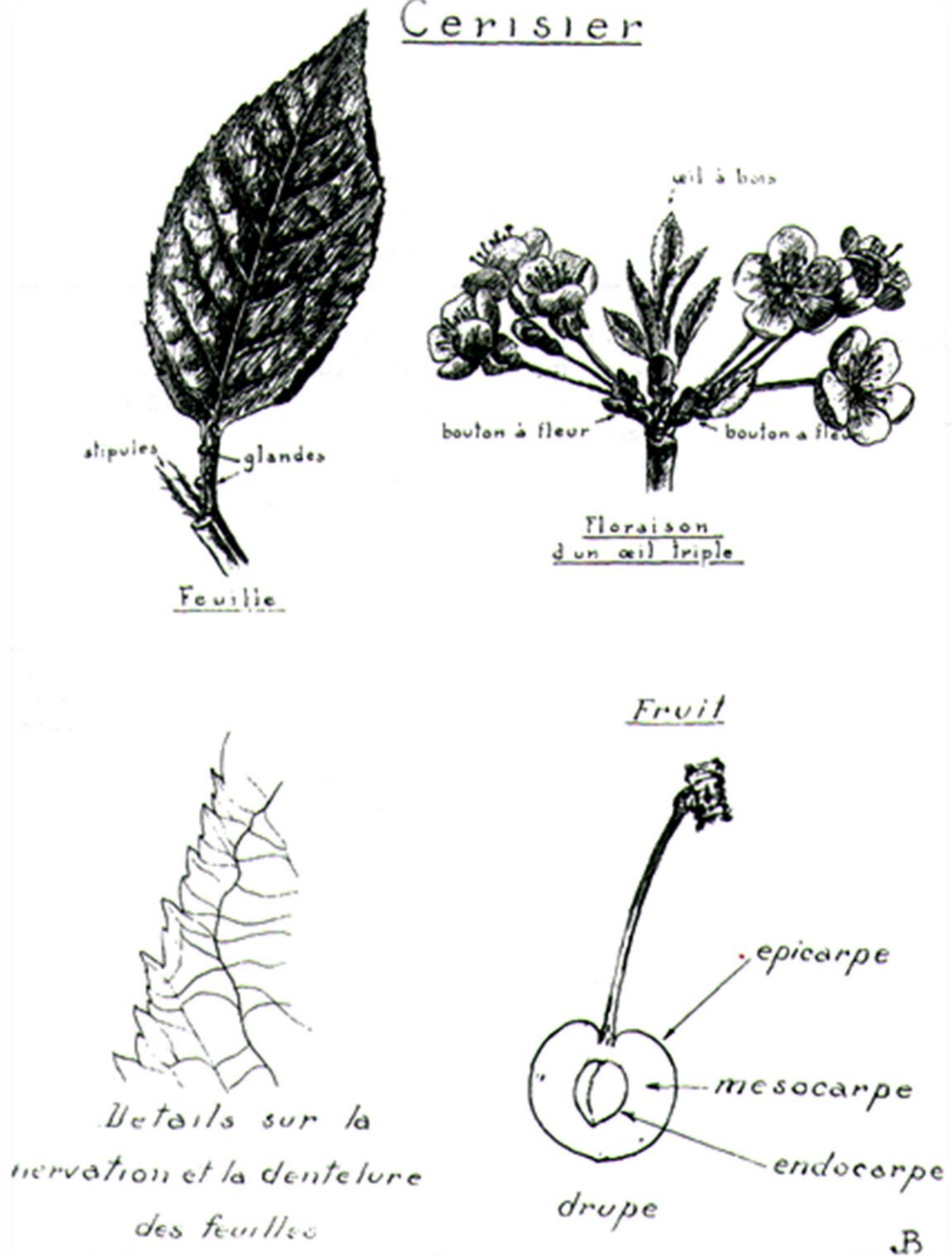
#### **3) Fleurs :**

De couleur blanche, Parfois solitaire (généralement stériles) sur les rameaux, sont souvent réunies par 2 en accompagnement d'un œil à bois, ou encore par 6 à 8, formant une inflorescence en ombelle simple (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

#### **4) Fruits :**

C'est une drupe sphérique parfois légèrement cordiforme a épiderme lisse, brillant, chaire molle ou ferme de couleur pourpré ou jaunâtre renfermant un noyau contenant une amande amère (**Breton, 1972; Fauré & Bretaudeau, 2008**). Le pédoncule est nettement adhérent (**Coutenceau, 1962**).

# Cerisier



**Figure 1** : les différents organes de cerisier (Fauré & Bretaudeau, 2008).

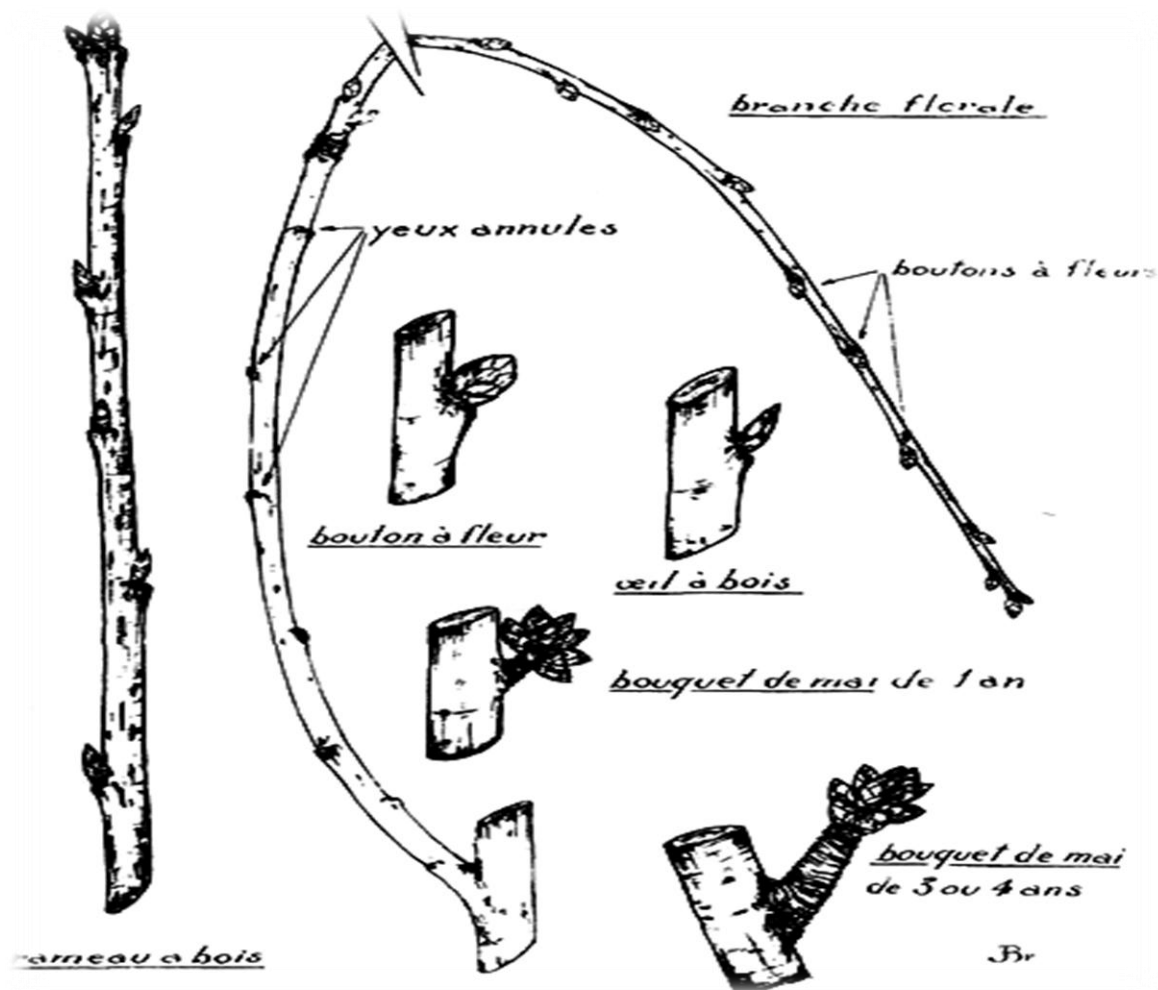


## 5) Principales productions du cerisier :

-**Les branches florales** (Figure n°2) ; sortes de brindilles plus ou moins longues, dépourvues de toute végétation à leur partie inférieure, seulement des fruits sur la partie moyenne et une pousse feuillée en extrémité (Fauré & Bretaudeau, 2008).

-**Les rameaux mixtes** (Figure n°2) ; sont garnis à la fois par des yeux à bois et des boutons à fleurs, les yeux à bois de la base ne sont pas toujours existants.

- **Bouquet de mai** (Figure n°2) ; (rameau bouquet) assurant la plus grosse part de la fructification de cette essence (Fauré & Bretaudeau, 2008). C'est une production très courte, garnie de bouton à fleur, assurant chaque année une grosse partie de la production (donnant naissance aux bouquets de cerises bien connus) (Bretaudeau, 1979).



**Figure 2** : les différentes productions du cerisier (Fauré & Bretaudeau, 2008).

## **b. Caractères végétatifs :**

La croissance végétative des arbres fruitiers à feuilles persistantes est différente par rapport à celle des arbres à feuilles caduques. Ce dernier cas se distingue par trois phases distinctes :

- ✓ une phase de repos végétatif caractérisée par une croissance nulle des rameaux, cette phase correspond à la période de repos hivernale de novembre à février.
- ✓ une autre phase de croissance active caractérisée par une élongation des rameaux.
- ✓ une dernière phase de croissance ralentie sinon partiellement arrêtée par la condition de température et sécheresse estivale.

### **1) Feuillaison défeuillaison :**

La chute des feuilles s'effectue entre novembre et décembre et est liée à l'arrivée des premiers froids d'automne. L'effet de leur inhibition corrélative s'efface progressivement et les bourgeons entament une période de dormance plus ou moins intense. La sortie de cette période se déroule d'une manière différente selon les variétés. La difficile élimination de la dormance apparaît bien liée au manque de froid, d'autant plus que les premiers froids d'automne ont un rôle d'intensification de la dormance.

Sur le plan physiologique, lorsque la dormance est incomplète et perturbée, le débourrement est donc déficient et étalé et une forte dominance apicale caractérise la croissance végétative des arbres (**Oukabli, 2004**).

### **2) Floraison :**

La floraison du cerisier est précoce, elle arrive au terme d'une phase hivernale de dormance, correspondant à la satisfaction des besoins en froid, suivie d'une phase de réactivation des tissus, correspondant à la satisfaction de besoins en chaleur. Ces besoins en froid et en chaleur sont considérés comme stables. Le cerisier commence à fleurir à température moyenne journalière supérieur à 9°C où se maintenaient au dessus de 7°C pendant cinq jours (Tableau n°1) (**Itikava, 1965**).

**Tableau 1** : Températures supportées au maximum durant une demi-heure par le cerisier et quelques arbres à noyaux (Calvet, 1979).

Espèces fruitières	Stades végétatifs		
		F (floraison)	H (fruit formé)
Abricotier	- 3,9°	- 2,2°	- 0,6°
Cerisier	- 2,2°	- 2,0°	- 1,1°
Pêcher	- 3,9°	- 2,8°	- 1,1°
Prunier	- 3,9°	- 2,2°	- 1,1°
Amandier	- 3,3°	- 2,8°	- 1,0°

La floraison s'observe à partir de la mi-mars jusqu'à la mi-avril selon les régions et les variétés et de la précocité de la saison, ce qui augmente les risques de gelées de début de printemps. L'ensemble de la période pour toutes les variétés dure un peu plus de 1 mois. Les fleurs sont essentiellement localisées sur les bouquets de mai et sur les rameaux d'un an. L'abondance des fleurs dépend de la densité des bouquets de mai dont la production devient de plus en plus importante avec l'âge des arbres. La connaissance des périodes de floraison est nécessaire pour optimiser la pollinisation (Oukabli, 2004).

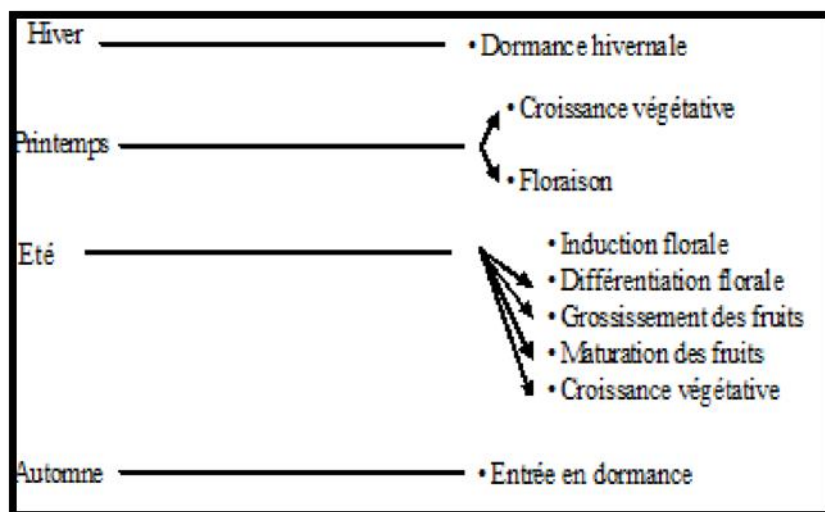
Le phénomène de floraison se déroule en 3 phases fondamentales (Tableau n°2):

✓ induction florale : c'est le passage de la plante de l'état végétatif à l'état reproducteur (transformation du bourgeon végétatif en bourgeon florale).

✓ Différentiation florale : c'est un processus dont l'ensemble des événements anatomique et histologiques permettant aux bourgeons d'acquérir l'état floral.

✓ Développement floral : est caractérisé par la croissance des ébauches florales et la maturation des cellules reproductrices qui aboutissent à l'éclatement du bouton à fleur. Le schéma suivant va illustrer le cycle évolutif des arbres fruitiers caducs.

**Tableau 2** : Cycle évolutif des arbres fruitiers caducs (**Bentayeb, 1993**)



### 3) Fructification :

La fructification est extrêmement rapide puisque terminée environ deux mois après la fécondation, ce qui laisse d'ailleurs supposer qu'il y a une mobilisation importante d'éléments nutritifs dont une grande partie doit provenir des réserves de l'arbre (**Ulrich, 1952**). A partir de la véraison, stade où le fruit change de couleur, le fruit évolue vers sa maturité.

La phase de multiplication cellulaire achevée est suivie d'une phase de grossissement de la taille des cellules de la pulpe. Le calibre maximal est atteint lors de la maturité physiologique. En générale, la fermeté diminue au fur et à mesure que la maturité approche (moins appréciable pour les variétés très fermes). La chaleur excessive (plus de 30°C) nuit à la fermeté (**Claverie, 2005**).

#### c) Les stades phénologiques :

Bien que peu employés présentement, les stades repères du cerisier ont été établis de façon identique à ceux des pruniers et il est certain que leur observation résulterait des traitements plus efficaces puisque effectués au moment opportun comme pour les autres essences, les différents stades fixent l'état d'avancement des organes depuis le bourgeon d'hiver jusqu'au jeune fruit. Ils se décomposent ainsi (**Figure n°3**):

**A: bourgeon d'hiver**; Caractérise l'état de repos de l'arbre. Bourgeon entièrement brun, aigu et complètement fermé

**B: bourgeon gonflé;** Le bourgeon s'arrondit sensiblement et prend à son sommet une coloration vert clair.

**C: boutons visibles;** Les écailles du sommet s'écartent et laissent voir les boutons verts encore rassemblés.

**D: les boutons se séparent;** Les boutons se séparent entre eux, tout en restant enveloppés à leur base par les écailles du bourgeon, la pointe blanche de la corolle est visible

**E: on voit les étamines;** Les premiers boutons s'ouvrent partiellement et laissent apparaître les étamines

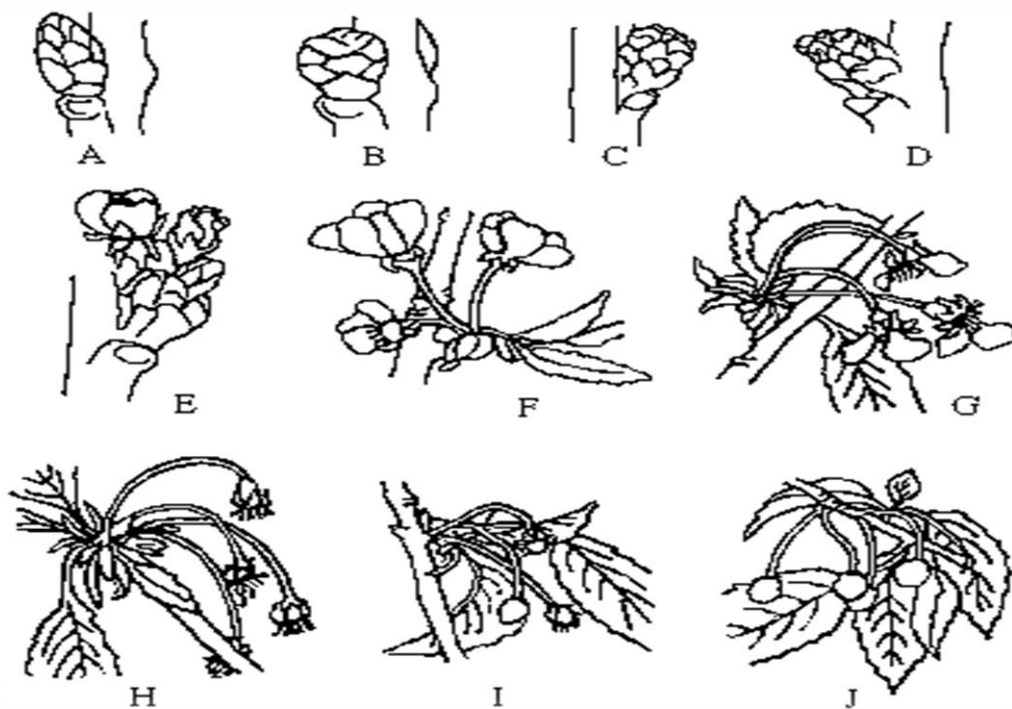
**F: fleur ouverte;** Toutes les fleurs sont ouvertes; c'est la pleine floraison.

**G: chute des pétales;** Les pétales flétrissent et commencent à tomber; les étamines s'enroulent.

**H: nouaison;** Tous les pétales sont tombés; la base du calice commence à grossir, la nouaison a eu lieu.

**I: le calice tombe;** La collerette du calice se dessèche, se détache et finit par tomber, laissant le petit fruit à nu.

**J: jeune fruit ;** Le jeune fruit grossit rapidement et prend bientôt sa forme normale.



**Figure 3 :** Les stades phénologiques (Fauré & Bretaudeau, 2008).

## 7- Exigences du cerisier :

### a. Exigences pédologiques :

Tous les sols lui conviennent, sauf ceux trop argileux et imperméables. Une bonne terre franche silico-argileuse est idéale. Ne craignant pas le calcaire, il permet la mise en valeur des sols déshérités.

Donc les sols à forte rétention en eau, où les risques d'asphyxie existent, et les bas fonds sont à éviter. En terrain plat, à forte hydromorphie, l'aménagement de drains est indispensable pour le ressuyage du sol et la réduction des risques de dépérissement des arbres. Cette opération doit être combinée avec l'utilisation du porte-greffe Saint Lucie 64, tolérant à l'hydromorphie.

En sol lourd après une pluie abondante, les fruits risquent d'éclater, surtout les bigarreaux.

### b. Exigences climatiques :

Arbre très rustique, le cerisier est exigeant en froid hivernal pour lever sa dormance. Il est considéré comme l'arbre de haute altitude où les quantités de froid sont suffisantes (>1500 heures à  $t^{\circ} < 7,2^{\circ}\text{C}$ ) pour satisfaire les besoins de la plupart des variétés commerciales. Avec son feuillage caduc, cette espèce supporte la rigueur du froid en période de repos végétatif mais sous notre climat méditerranéen, il souffre plus de la chaleur que des froids de nos hivers, l'excès de chaleur d'été peut entraîner des anomalies sur les bourgeons floraux, amenant la formation de fruits doubles à la récolte de l'année suivante (**Claverie, 2005**).

Par son époque de floraison, les risques de gelée des fleurs et des jeunes fruits sont fréquents. Ces stades phénologiques se déroulent souvent sous des conditions de températures critiques de gel qui sont  $-1,7^{\circ}\text{C}$  à la pleine floraison et  $-1,1^{\circ}\text{C}$  au stade petit fruit. Les basses températures gênent aussi l'activité des abeilles et ralentissent la progression des tubes polliniques dans le style. La grêle est également redoutable et occasionne parfois des dégâts importants sur les fruits. Quoique ces deux facteurs constituent un risque aléatoire, ils ne sont pas cependant limitant pour la production des cerises dans plusieurs régions (**Oukabli, 2004**).

Le cerisier est très sensible à la lumière directe celle-ci étant très importante pour une bonne fructification (**Claverie, 2005**). Il peut donc être planté à des expositions bien ensoleillées et bénéficiant d'un bon éclairage (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

### c. Besoins en eau :

Comme pour les autres espèces fruitières, le cerisier exige des quantités importantes en eau (3000 à 5000 m<sup>3</sup>) pour une croissance et un développement régulier. Dans plusieurs exploitations, les ressources hydriques sont souvent limitantes et les apports d'eau sont réduits après la récolte. Les arbres sont alors soumis à des stress hydriques qui affectent la mise à fruit et la fructification durant le cycle suivant (**Oukabli, 2004**).

Dans un cas contraire où la pluie est le facteur physique le plus contraignant pour la production de cerises car imprévisible aux époques de la floraison et de la maturité. À la floraison, la pluie perturbe les pollinisations empêchant le vol des insectes et en provoquant des dégâts sur les fleurs. À maturité, la pluie provoque l'éclatement des fruits des variétés sensibles, les rendant impropres à la vente. Il n'existe pas de parade efficace contre cet accident climatique. Le stade où le fruit présente le maximum de sensibilité à la pluie est celui de la véraison, lorsqu'il commence à changer de couleur (**Claverie, 2005**).

### 8- Ennemies du cerisier :

Le cerisier est sujet à des attaques de plusieurs maladies et ravageurs. Une attention particulière doit être donnée aux maladies du sol (*Armillaria*), au dépérissement bactérien et aux attaques du capnode. La moniliose, le coryneum, les pucerons et les acariens sont également fréquents sur la culture. Des traitements préventifs et curatifs sont à envisager et à adapter à chaque situation de culture (**Oukabli, 2004**).

En respectant le mieux possible les exigences de l'arbre et ces conditions de plantation on peut enrayer totalement les attaques parasitaires et les ravageurs.

#### a. Ravageurs du cerisier :

**Tableau 3** : les principaux parasites qui attaquent le cerisier

	Insecte	Effet sur la plante	Remède	Epoque	Auteurs
Racine et collet	Capnode ( <i>Capnodis tenebrionis</i> )	Présence de galeries sinueuses, remplie d'une fine	Apport du lindane en solution ou en poudre au pied de	mar s Juill	BRETAUDEAU, 1979 BONNEMAISO
	Cossus Gâte-bois ( <i>Cossus cossus</i> )	attaques de cossus à partir des blessures sur le tronc par le matériel de récolte	Introduire un fil de fer recourbé à son extrémité dans la galerie pour détruire	au débour ement	FAUDRIN, 1987 BRETAUD EAU,

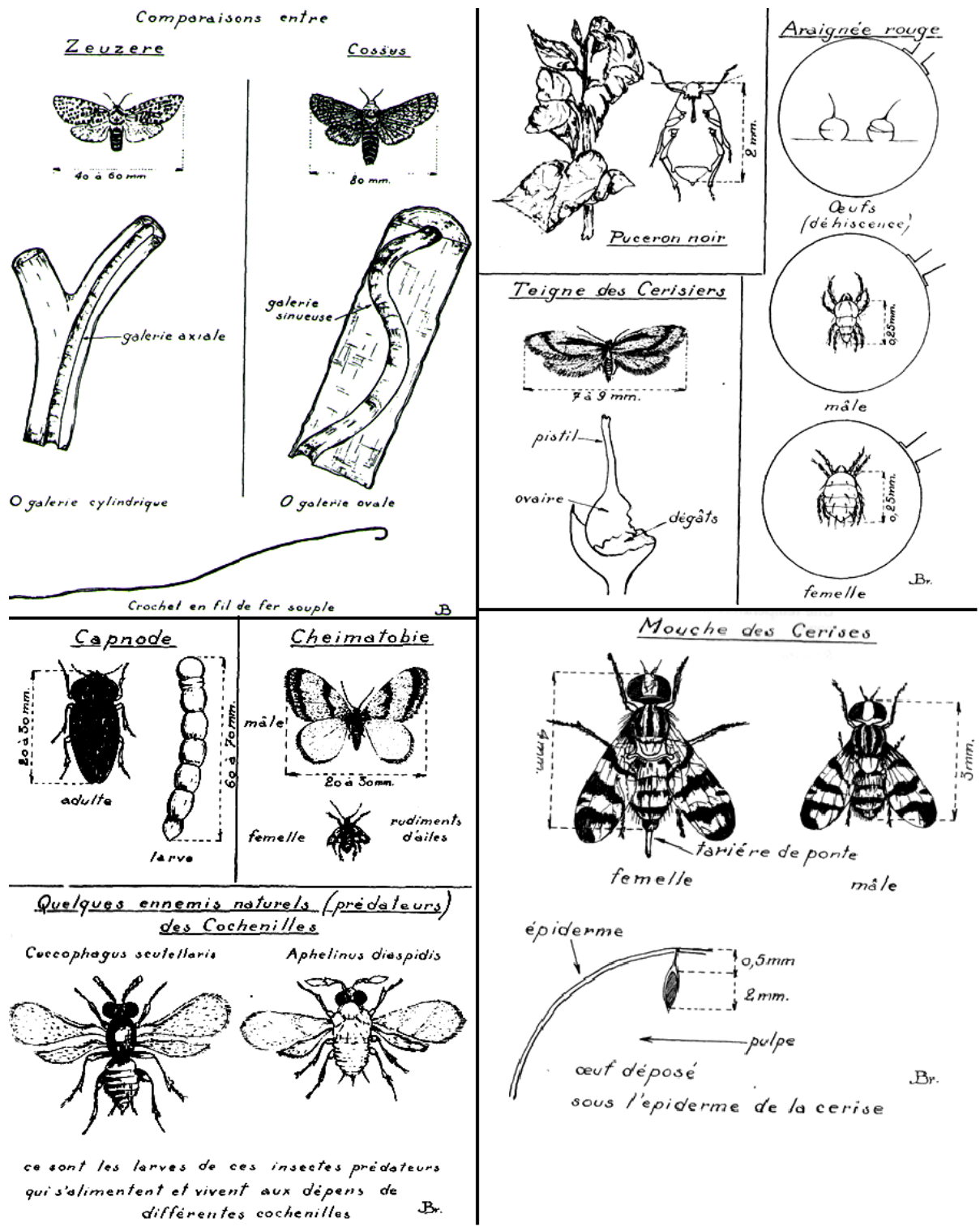
Tronc et branche	Scolytes (Scolytus rugularis)	Parasite des arbres dépérissants, en creusant des	Pulvérisations avec les esters phosphoriques.	mar s avril	BONNEM AISON, 1972
	Zeuzère (Zeuzera pyrina)	C'est un Lépidoptère dont la chenille occasionne des dégâts très voisins de ceux du	Dans les vergers peu infestés de Cossus gâte-bois et de Zeuzère, un piégeage avec 10 à 15 pièges		Fauré & Bretaude au, 2008
	Cochenille rouge (Epidiapislepirii)	Rameaux encroûtés par les revêtements	Insecticides systémiques, aléoparathion.	En cours de végétatio	BRETAU DEAU, 1979
Jeunes pousses et feuilles	Cheimatobie (Opérophtera brumata).	gros trous occasionnés dans le parenchyme, par	pulvérisation d'huile jaune et d'arséniate de plomb ;	en hiver après	BRETAUD EAU, 1979.LEN
	Chenilles mineuses : *Lyonetia	Entre les 2 épidermes des feuilles, galeries sinueuses ou	ester phosphorique ou systémiques pour détruire les chenilles à leur		Fauré & Bretaude au, 2008
	Puceron noir (Myzus cerasi).	Feuilles recroquevillées et rassemblées en	traitements d'hiver pour détruire les œufs, esters	en cours de végétatio	LAUPRETRE, 1973
fleurs	Teigne des cerisiers (Argyresthia ephipella)	Bourgeons et fleurs rongés intérieurement, ils rongent l'épiderme	Lutte difficile car la chenille séjourne sous les écorces ou dans les boutons.	En hiver ou de pré débourre	BONNEMAISO N, 1972 LAUMONNIER, 1960
Fruits	Mouche de la cerise (Rhagoletis cerasi)	Brunissement et flétrissement d'une partie du fruit. La larve (asticot) pénètre	— contre les mouches (lutte préventive) intervenir 10 jours	A partir de 15-20 mai.	BRETAUDEA U, 1979 LAUPRETRE, 1973



## b. Maladies :

**Tableau 4** : les principales maladies du cerisier

	MALADIES	EFFET SUR LA PLANTE	REMEDE	AUTEURS
Tronc et branche	Gomme	A la suite d'une (chancre), d'une suintement séveux consistance gommeuse.	nettoyer les aseptiser et recouvrir plaie d'un protecteur.	BRETAUDEAU. 1979
Jeune rameaux et feuilles	Fumagine	Feuilles et jeunes recouvertes par une poussière noire.	hygiène générale de l'arbre. Destruction colonies de pucerons.	BRETAUDEAU. 1979
	Maladies criblée (Coryneum beijerincki)	maladie favorisée par printemps humides. Elle manifeste par des taches rougeâtres à bordure dont le centre se nécrose tombe. perforations et déchirures sur les feuilles. rameaux et les fruits des taches analogues à de feuille	Traitement à la bordelaise à 1 % durant cours de la Les fongicides synthèse sont efficaces. faut chercher des peu sensibles.	CORBAZ. 2001 BRETAUDEAU, 1979 ROSSET. 1991 BAUVIN, 1987 I ENFANT 1964
	Chancre bactérien (Pseudomonas morsprunorum)	Maladie bactérienne qui la régénération des vergers cerisiers. Au bourgeons et boutons latentes, feuilles chlorotiques, enroulées, flétrissant, les fleurs Des bactéries pénétrantes la cicatrice pétiolaire à des pluies d'automne.	Traitement au sulfate streptomycine et produits appliqués au printemps à l'automne. Ils recommandés semaines avant la des feuilles.	BULIT & RIDE. 1957 BRETAUDEAU. 1979 RIDE. 1962 MONTGOMER & MOORE. 1954 I ENFANT 1964
Fleurs et fruits	Maniiose (Sclerotinia laxa)	Dessèchement des rameaux bouquets floraux envahis une moisissure fruits recouverts d'un cendré.	Détruire les fruits contaminés. Pulvériser la bordelaise à 2 % repos végétative.	LAUMONNIER, 1960



**Figure 4 : les différents ravageurs du cerisier (Fauré & Bretaudeau, 2008)**

**9- Récolte :**

Les facteurs climatiques, les conditions du milieu, les modes de culture influent largement sur le grossissement du fruit et sur sa maturation. La maturation apparaît en

moyenne 40 jours après la floraison (**Fauré & Bretaudeau, 2008**). L'opération s'étale sur les mois de mai à juillet, selon les variétés. Elle est déterminée par une étude morphologique et une analyse chimique mais dans la majorité des cas, seules l'observation et l'expérience permettent à l'arboriculteur d'évaluer leur action globale (**Gautier, 1978**).

La récolte est manuelle pour les fruits de table (**Mazoyer, 2002**). La récolte mécanique se pratique cependant pour les fruits destinés à l'industrie (**Larousse, 1991**). Les essais récemment entrepris pour la récolte mécanisée des cerises acides semblent donner de bons résultats (**Fauré & Bretaudeau, 2008**). Dans ce dernier cas des bâches disposées sous les secoueurs font transiter les cerises sur des plants inclinés vers des bacs d'eau ou de saumure (**Mazoyer, 2002**). La cueillette doit s'effectuer le matin de préférence pour durer jusqu'au début de l'après-midi, il faut opérer avec délicatesse, sans casser les bouquets de mai représentant l'avenir de la fructification (**Fauré & Bretaudeau, 2008**). Il convient de ne pas récolter trop tôt le matin alors que les fruits sont encore recouverts de rosée. On ne récolte pas par un temps pluvieux car les fruits mouillés supportent mal le transport (**Laumonnier, 1960**).

On ne récolte pas à la même date les fruits destinés à un stockage prolongé et les fruits devant être consommés rapidement.

Les fruits sont récoltés suivant des indices de maturation qui sont : la coloration, la teneur en sucre, la fermeté (mesurée par un pénétromètre).

Les bigarreaux et les guignes sont cueillis avant que leur épiderme ne soit trop coloré ou transparent. Les griottes pourront être récoltées plus tardivement. Les cerises vraies sont cueillies à pleine maturité, parées de leurs couleurs les plus vives. Celles destinées au séchage sont desséchées avec précaution de façon que l'on puisse enlever la pulpe sans détacher la queue du noyau (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

## **10- Rendement et productivité :**

Suivant la forme, les rendements d'une même variété peuvent changer dans de grandes proportions, il faut tabler sur une moyenne de 25 à 40 kg par arbre, soit 6 à 10 tonnes/ha (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

La saison des cerises ne dure qu'environ 6 semaines (Moore, 2003), mais grâce à un éventail des variétés largement ouvert il est possible d'échelonner la production de cerise sur une période de près de 3 mois (**Dussert, 1957**).

## **11- Conservation :**

Les fruits à noyau ne se conservent guère au-delà de deux ou trois semaines (Gautier, 1978). Cueilli à temps la cerise peut rester quelques jours dans son emballage, à condition que les fruits n'y soient pas tassés. Le point de congélation de ce fruit se situant aux environs de  $-2.5^{\circ}\text{C}$ , sa conservation optimum est réalisée au frigorifique aux environs de  $0^{\circ}\text{C}$ , avec un degré hygrométrique oscillant entre 80 et 85%, dans ces conditions les fruits se conservent 10 à 14 jours (**Bretonneau, 1979**). Dans la nouvelle technique de congélation brutale, à des températures voisines de  $-18^{\circ}\text{C}$ , il semble que ce fruit donnerait de bons résultats (**Fauré & Bretonneau, 2008**).

## **12- Considération économique du cerisier :**

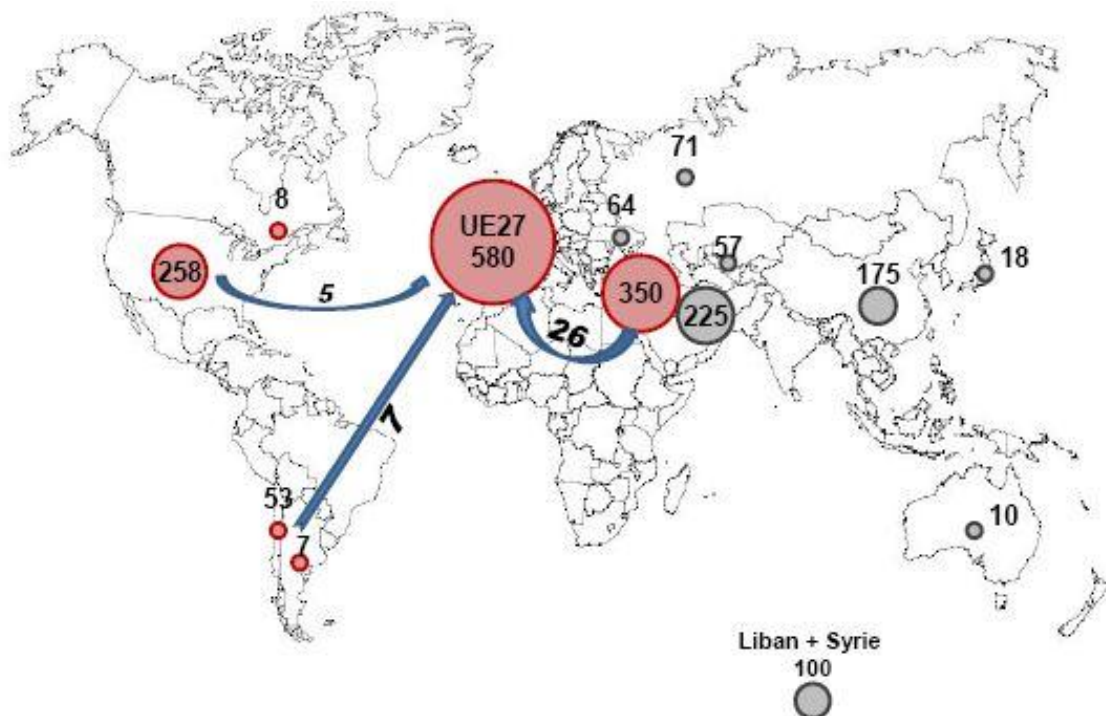
### **a. Au niveau mondial :**

Selon la FAO, la production mondiale de cerises a été de 1,83 millions de Tonnes en moyenne (2003- 2004-2005). Les 2/3 de cette production sont des cerises douces. Le tiers restant est constitué des cerises acides : 0,6 à 0,7 millions de tonnes.

Les principaux pays producteurs, qui représentent 72 % du total mondial sont tous situés dans l'hémisphère nord : Ces chiffres contiennent également les cerises destinées à l'industrie.

L'Union européenne, toujours selon la FAO, aurait produit 540 000 T de cerises, soit 29 % du total mondial. Les échanges internationaux de cerises ont été de 178 000 T en moyenne 2002-2003-2004, soit quasiment 10 % de la production.

La production mondiale de cerises s'élève maintenant à 2 millions de tonnes (FAO 2008). Depuis 10 ans, la production de cerises douces a progressé de 17 %. Le cerisier est implanté dans de nombreuses régions, notamment dans les zones tempérées de l'Hémisphère Nord. Sa rusticité et son adaptabilité à différentes situations climatiques lui ont permis de se développer dans des situations très diverses.



(Données en milliers de tonnes, moy.2006-2008, sources : FAOSTAT, Eurostat)

**Figure 5:** carte représentant le rendement et la distribution du cerisier dans le monde

**Tableau 5:** production mondiale de cerise

Pays	Production (tonnes)
Turquie	350 000
États-Unis	258 000
Pologne	221 000
Italie	101 000
Espagne	88 000
Hongrie	67 000
Allemagne	64 000
France	31 000

La production européenne est en hausse pour les trois leaders européens : Turquie, Pologne et Italie.

- **La Turquie** occupe toujours une place largement dominante avec 590.000 tonnes, production en augmentation par rapport aux années passées (+13 % / 2008, + 26 % / moyenne en 5 ans). Le poids de ce pays dans les échanges européens est croissant avec une production distribuée vers l'Allemagne, l'Autriche, les Pays-Bas, l'Italie.

- En Europe méditerranéenne, le 1er pays producteur est **l'Italie**, qui arrive en 4ème place européenne. En 2009, sa récolte de 126.000 t a été en repli par rapport à 2008 mais en augmentation de +17% / moy. 5 ans, à l'image des deux autres principaux pays producteurs.

- **L'Espagne** (90.000t) et la **France** (50.000t) sont respectivement 5<sup>ème</sup> et le 8<sup>ème</sup> pays producteurs de cerises en Europe.

### **b. Au niveau national :**

La culture de cerisier a connu une régression la précédente décennie. La superficie de vergers de cerisier perd du terrain à cause de plusieurs contraintes. Celles d'ordre climatique, où les disponibilités en froid accusent une tendance nette à la diminution. La réduction des ressources en eau, liée à la sécheresse a poussé certains agriculteurs à adopter d'autres cultures alternatives.

Sa culture n'a pas connue une grande progression après l'an 2000 car elle est confrontée aux contraintes cités ci-dessus et qui freinent son extension au profit d'autres espèces moins exigeantes en froid et en eau.

La régression de la superficie jusqu'au milieu des années 90 a été compensé par l'augmentation des rendements puisque la production a passé de 30000 qx à 58392 qx. Durant la décennie suivante, la production semble subir la même évolution que la superficie. Par la suite, malgré l'augmentation de la superficie qui a passé de 2850 ha à 3595.

La production ne s'est pas accrue dans la même mesure. Autrement dit, le rendement moyen des cerises durant années est beaucoup moindre qu'avant à cause des problèmes phytosanitaires connus sur cette espèce qui sont essentiellement liés aux dépérissements bactériens et au capnode.

**Tableau 6:** production du cerisier en Algérie (direction des services agricole)

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2001	2850	30000	13.2
2002	3110	43760	19
2003	3450	25650	10.9
2004	3530	31550	13.2
2005	3932	50028	20.5
2006	3806	30810	12.9
2008	3793	45528	17.6
2009	3595	58392	21.2

### c. Au niveau régional :

La production des deux communes (Lalla Setti et Ain Fezza) a connue une augmentation au niveau des superficies planté par le cerisier, traduit par une alternance de la production (2001-2009), qui peut êtres due aux différents problèmes (maladies, gelées tardives, manque de matériels, manque de personnes qualifiés...).

La commune de Lalla Setti est très productif (moyenne de 1091.25 pendant une période de 2001-2009) par apport à celle d'Ain Fezza (moyenne de 29.375 pendant une période de 2001-2009) due réellement à l'importance donnée à la plantation de cerisier au niveau de chaque région (Lalla Setti : une superficie qui a augmenté de 60-70 ha durant les dernières années, et Ain Fezza : une superficie de 2 à 3ha ce qui est très peu pour une tel région qui possède tous les facteurs climatiques et pédologiques pour une bonne production).

**Tableau 7** : La production de cerisier au niveau de la région de Tlemcen (L'Agence *Nationale des Ressources Hydrauliques*).

Années	Superficie (ha)			Production (qx)		
	Tlemcen	Mansourah	Ain fezza	Tlemcen	Mansourah	Ain fezza
2001	13	60	2	200	1000	5
2002	13	60	2	200	1200	50
2003	13	60	2	260	600	4
2004	13	67	2	390	670	1
2005	13	67	2	390	1340	60
2006	13	70	2	360	1400	30
2008	16	70	3	230	420	10
2009	16	70	3	320	2100	75

## 13- Conduite et entretien :

### a. Précédent cultural :

Pour des raisons phytosanitaires (pourridiés, nématodes,...) la plantation de cerisier est à proscrire sur défriches de cerisiers, d'arbres fruitiers, de vigne ou même d'arbres forestiers.

### b. Préparation du sol :

#### 1) Nivellement et drainage :

Ce procédé est rarement réalisé pour le cerisier, mais il est indispensable dans certains cas pour permettre, par l'aménagement d'une pente régulière du terrain, une meilleure

utilisation des eaux. Des canaux à ciel ouvert, ceinturant la parcelle ou par des drains enterrés (en poterie, en plastique, fagots, ...) dans les situations les plus asphyxiantes sont conseillés.

## 2) Défoncement ou sous-solage :

L'ameublissement du sol avant plantation, est indispensable pour favoriser le développement des racines. Il est pratiqué de diverses manières selon la nature du sol et son profil (Breton, 1972).

### c. Plantation :

#### 1) Préparation du terrain :

Labour superficiel du sol vise à détruire les adventices et à fournir en surface un sol meuble (Breton, 1972).

Ouverture de trous à une profondeur 1 -1,20 m x 0,5 - 0,7 selon l'état de sous sol (Truffaut, 1982).

#### 2) Époque de plantation :

L'époque idéale de plantation se situe en novembre et début décembre en terrain meuble et bien drainé (Breton, 1972). Il faut éviter les sols gorgés d'eau, surtout en plantation de printemps (Gautier, 1987).

#### 3) Densité de plantation :

L'arbre du cerisier, à croissance rythmique, est exigeant en lumière pour fructifier normalement. L'éclaircissement influe sur la croissance des rameaux, l'induction florale et la longévité des bouquets de mai. Les densités de plantation sont à respecter pour assurer une longévité correcte des arbres et qui peuvent varier selon la nature du porte-greffe et la forme de conduite (Oukabli, 2004).

On peut l'illustrer dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8** : Densité de plantation du cerisier

	Porte-greffe	Distance (m)	Arbres/ha	Auteurs
Haute-tige		8x12	70 à 80	Breton



Demi-tiges	Merisier	8x12	100 à 150	1965
	Mahaleb	7x9		
B	Mahaleb	7x 9	150	
Basse-tiges	Mahaleb	7 x 7	200	
En Goblet	Mahaleb SL 64	5 x 6	300	
		6 x 5	333	
		6 x 4	416	
Plantation en sec	Mahaleb	8 x 8	156-120	Anonyme 1975
	Merisier	10x8		
Plantation à l'irrigation	Mahaleb	7 x 6	238-156	
	Merisier	8 x 8		

- La mise à fruit survient 3 à 6 ans après la plantation (**Mazoyer, 2002**).
- La densité de plantation du cerisier varie beaucoup, de 100 à 600 arbres/ha (**Rebours, 1968**).

#### **d. Taille :**

Elle permet de donner à l'arbre la forme la plus favorable, lutter contre les parasites, régulariser la récolte et maintenir ainsi les rendements les plus élevés pendant le maximum d'années (**Renaud, 1959**). D'une façon générale le Cerisier n'aime pas les tailles.

##### **1) Epoque de taille :**

Le meilleur moment pour supprimer des branches se situe en novembre, ainsi les plaies exécutées ont le temps de se cicatriser avant les froids et bien avant le départ de la végétation. Depuis quelques années le principe de l'élagage réalisé en végétation, pendant la période allant de la récolte au mois d'août, a tendance à se développer (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

##### **2) Taille de formation :**

Elles doivent être simplifiées à l'extrême ; le plus généralement on taille le scion à la hauteur voulue pour la formation de la charpente puis les branches développées et conservées se bifurquent très souvent naturellement on veille seulement au bon équilibre de leur répartition (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

Le gobelet est une forme de conduite adaptée à tous les niveaux de vigueur. Le contrôle rapide de la hauteur des arbres se fait par des ouvertures de la frondaison (**Oukabli, 2004**).

- 1ère année: rabattage du scion à 50-60 cm à la plantation.
- 2ème année: choix de 4 à 6 charpentières avec leur rabattage à 1/2 - 2/3 de leur longueur.
- 3ème année: pincements des verticilles, rabattage des charpentières et élimination des rameaux de l'intérieur.
- 4ème année: élagage qui consiste à éliminer le bois mal placé.

La taille de fructification se limite à des élagages et à la taille des verticilles pour préserver l'allongement de la branche terminale et favoriser l'aération des arbres.

### **3) Taille de fructification :**

Bien que possibles, elles ne sont pas recommandables, sinon elles sont basées sur le remplacement de la branche fructifère ou son entretien dans la mise à fruit. On l'applique exclusivement aux arbres conduits en espalier ou en culture forcée (**Fauré & Bretaudeau, 2008**).

### **4) Taille d'entretien :**

Le cerisier réagit mal à la taille, surtout si l'on fait de grosses coupes. Celle-ci provoquant la formation de gomme et rendre l'arbre plus sensible aux maladies. La taille toujours modérée se justifie cependant dans un certain nombre de cas.

**Les cerisiers à port retombant :** Avec l'âge, le cerisier prend une allure d'un saule pleureur, une petite taille lui fera du bien. Eclaircir l'arbre pour l'aérer et camper les rameaux retombants à l'aisselle d'une branche de renouvellement.

**Les vieux bigarreaux :** Ils finissent par avoir des branches arquées. Une taille de rajeunissement et le nettoyage des brindilles sèches doit être opéré.

**Les arbres trop encombrants :** Permettant la réduction de la couronne. Il faut prendre en considération la netteté des coupes, à la force de tire sève, dont le diamètre doit être d'au moins la moitié de celui de la branche d'origine (**Pontoppidan, 2001**).

**Les petites formes :** La taille doit conserver tous les bouquets, les rameaux à bois seront raccourcis et les bourgeons qui se développent seront pincés très tôt au printemps pour refouler la sève vers la base et faire développer les bouquets. C'est par les pincements herbacés répétés qu'on pourra mettre à fruits rapidement les arbres basses tiges (**Deravel, 1967**).

- Il est conseillé de remplacer les opérations hivernales par la taille d'été, après la récolte pour cicatrisation rapide, réduction de la vigueur, formation de rameaux à fruits plus abondants (Boffli et Sirtori, 2002). Il ne faut pas oublier que le choix d'une forme est nécessairement tributaire du choix de la porte greffe (**Turet, 1950**).

**Haute tiges :** Forme naturelle, elle constitue les " les vergers extensifs" dont l'arbre assure l'ombrage et la production sans pour autant nuire aux circulations bien que pas ergonomique elle est la plus résistante aux grands froids.

**Demi-tige :** Cette forme à été créée pour remédier aux inconvénients de la haute- tige (difficulté de la récolte et de traitement).

**Basse tige ou buisson :** Analogie avec la forme précédente mais avec un tronc très court (40 à 60 cm) au dessus duquel s'insèrent diverses charpentières. Dans ce cas on conserve, soit l'axe principal avec des charpentières partant de la base, soit les charpentières partant du point d'origine (**Bretonneau, 1980**).

**Forme libre :** C'est la plus employée et rapproche le cerisier de son support naturel (Sarger, 1972).L'inclinaison de certains rameaux permet de traiter la mise à fruit et favoriser l'ouverture du gobelet (Le Glor, 1963). Il est important de ne pas évider l'intérieur du gobelet en inclinant les rameaux secondaires pour que le tronc soit protégé contre l'ensoleillement excessif (**Le Glor & Boulay, 1965**).

**Forme palissée :** Cette espèce se prête mal à cette conduite. Les attaches provoquent des blessures entraînant la formation de gomme, de chancre et même la mort des rameaux (**Bretonneau, 1979**).

#### **e. Fertilisation :**

## 1) Les besoin de l'arbre fruitiers :

La fumure de fond est destinée à corriger les déficiences du sol, décelées par les analyses physico-chimiques, et permettra à l'arbre de trouver des conditions favorables à son alimentation. Des quantités de l'ordre de 150 à 200 unités de potasse et de 100 à 150 unités de phosphore sont à prévoir avant l'implantation du verger.

La fumure d'entretien (phospho-potassique) annuelle à apporter est toujours modérée et dépend de la richesse du sol, et de l'âge des arbres. Compte tenu des besoins élevés en potasse de cette espèce, les quantités à apporter peuvent se situer dans la fourchette 80-120 unités et pour le phosphore de 60 à 80 unités.

La fumure azotée doit tenir compte également des niveaux de la matière organique et peut varier de 30 à 80 unités, selon l'âge des arbres. Cet élément peut être fractionné en 3 apports:  $\frac{1}{4}$  avant débourrement,  $\frac{1}{2}$  au stade nouaison et  $\frac{1}{4}$  après la récolte pour reconstituer les réserves. Ces doses sont des ordres de grandeur et peuvent varier selon les analyses du sol et du végétal (**Oukabli, 2004**).

## 2) Plants de fumure :

**Tableau 9** : Les différents types de fumures appliquées au cerisier.

Fumure	Composition	Quantité en	Epoque	Auteur
Fumure organique	Fumier et terreau	30 à 40	Durant le creuset des trous de	Breton 1972 Anonyme
Fumure minérale	Superphosphate Sulfate de potasse	1-15 1	Hiver	Breton 1972 Anonyme
Fumure organique	Fumier de ferme		Novembre	Bretaudeau 1963
Fumure minérale	Superphosphate Nitrate de chaux	0,5-1	Novembre Mars	Bretaudeau 1963

Une récolte d'une tonne de cerises entraîne les besoins suivants en kilogramme de produit pur : 8-3-10. La formule d'entretien et de type 100-70-150 (**Rebour, 1968**).

**Tableau 10** : Besoins en fumure de cerisier/an (Clément, 1981).

Année	Nombre d'unités par hectare		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
De la 1 <sup>ère</sup> à la 4 <sup>ème</sup> année	24	90	De 80 à 100
De la 5 <sup>ème</sup> à la 8 <sup>ème</sup> année	48	90	De 80 à 100
Au-delà de la 8 <sup>ème</sup> année	48+14x poids des fruits en tonnes	90	De 80 à 100

## **Chapitre 2 : Présentation des régions d'étude**

### **1- Localisation :**

#### **1-1-Généralité sur la wilaya de Tlemcen :**

La wilaya de Tlemcen est située à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie : elle s'étend sur une superficie de 9017,69 km<sup>2</sup>.

La topographie, le climat et l'histoire ont fait de Tlemcen la wilaya la plus connue en ce qui concerne le cerisier de tout l'Ouest Algérien.

Situation géographique de la zone d'étude :

La région sur laquelle porte notre étude se localise sur la partie Nord occidentale de Tell Algérien.

Les Monts de Tlemcen sont une chaîne de l'Atlas tellien située à son extrémité occidentale au sud du bassin de Tlemcen : elle émerge à partir de 600 m et culmine à certains points à plus de 1.800 m.

### **2- Hydrographie :**

Les aquifères karstiques des Monts de Tlemcen ont leur potentiel total de l'ordre d'un Milliard de m<sup>3</sup>, mais difficilement mobilisable (**Benabdellah, 2007**).

Les ressources hydriques sont représentées par le barrage de el Meffrouche et l'ensemble des ressources hydriques en plus des Oueds à régime temporaire, alimentés par les eaux provenant des Monts de TLEMCCEN.

On a distingué :

➤ **Barrage de Meffrouche** : d'une capacité de 15 million de m<sup>3</sup>, le barrage forme un plan d'eau optimum de 148 ha. Il alimente la ville de Tlemcen et irrigue la plaine de Tlemcen.

➤ **Oued Nachef** : qui assure actuellement l'alimentation du barrage Meffrouche, est à régime temporaire coule sur une faible pente, il est alimenté par de nombreuses sources. Il se replie juste après le barrage Meffrouche en un réseau anastomosé sous le nom d'Oued Saf Saf .

Deux principaux cours d'eaux, à roulement pérenne, qui alimentent Oued Isser, qui drainent la commune d'Ain-fezza et qui constituent les limites naturelles orientales et occidentales de cette zone.

➤ **Oued Saf-Saf** : qui porte en aval le nom d'Oued Sekak, une grande partie des eaux

est infiltrée dans les formations jurassiennes, alimentant ainsi les sources des grottes d'El Ourit qui se précipite sous forme de cascades étagées sur l'escarpement rubéfié d'El Ourit. Avec le maintien de l'écoulement du filet d'eau en période sèche.

Deux principaux cours d'eaux, à roulement pérenne, qui alimentent Oued Isser, qui drainent la commune d'Ain-fezza et qui constituent les limites naturelles orientales et occidentales de cette zone.

➤ **Oued Chouly** : qui se trouve dans une vallée considérée comme l'une des plus riches du point de vue agricole.

### **3- Aperçu géologique :**

Les monts de Tlemcen se sont formés à partir de plusieurs types de roches mères d'âges différents. Il est donc difficile de séparer le relief de la géologie. De part son rôle de réservoir minéral du sol et de facteur de morphogénèse, le substratum géologique exerce une influence importante sur la répartition de la végétation.

Deux grands massifs géologiques caractérisent le territoire classé. Des terrains Jurassiques formant toute la zone montagneuse et des terrains tertiaires et quaternaires occupant les plaines et les vallées. Ces formations géologiques sont dominées par les dolomies et les calcaires dolomitiques. Elles sont caractérisées par la nature karstique des roches d'où le nombre important de grottes et de cavités creusées dans la roche-mère. Ces roches karstifiées constituent un véritable réservoir d'eau.

Dans ses travaux sur la région de Tlemcen, **Benest (1985)**, décrit les formations géologiques d'âge Jurassique supérieur et Crétacé inférieur secondaire formées de carbonates avec les formations lithologiques de la région d'Ain Fezza principalement composées par des marnes gréseuses du Miocène (Tertiaire) et un certain nombre de formation récentes d'âge Quaternaire et Plio-quaternaire . Cet ensemble constitue la bordure méridionale des Monts de Tlemcen.

#### **a. Jurassique supérieur**

##### **- Les grès de Boumediene**

D'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur, il s'agit d'un ensemble à dominance gréseuse, avec des passées argileuses masquées, le plus souvent, par des éboulis ou de la végétation. Ces grès à ciment calcaire, se présentent en bancs assez durs, dont les épaisseurs sont variables pouvant atteindre 500 m.

Les grès de Boumediene sont particulièrement développés dans les forêts de Zarifet et d'Hafir au Sud-Ouest de Terny et au niveau des cascades d'El Ourit au Sud du bassin d'Oued Sikkak (**Benest, 1985**) (**Benest et Bensalah 1999**).

- **Les dolomies de Tlemcen :**

Décrites par **Benest (1985)** il s'agit de dolomies cristallines grises, avec de nombreuses cavités remplies de calcite. Elles affleurent autour d'Aïn Fezza, dans la forêt de Zarifet, au Nord de Tlemcen, dans les djebels Teffatisset, Aïn El Hout et sur le plateau de Terny. Elles peuvent être surmontées par les calcaires de Stah épargnés par la dolomitisation. Cette formation peut atteindre 200 m aux environs de Tlemcen à El Ourit et on la rencontre dans tous les sous-bassins étudiés.

- **Marno-calcaires de Raouraï (Tithonique basal) :**

Ce sont des marnes grises, blanchâtres en surface, intercalées de nombreux lits et bancs de calcaires marneux durs. Cette formation est limitée à sa base par les lits calcaires de Stah et au sommet par les calcaires de Lato, ou les premières assises des dolomies de Terny. Elle affleure particulièrement sur le plateau de Terny, dans le djebel Lato et à l'Est de Aïn Fezza.

- **Cataires de Lato**

Ce sont des calcaires massifs en bancs épais, leur épaisseur est d'environ 50 m au djebel Lato.

- **Dolomies de Terny (Tithonique inférieur)**

Elles correspondent à des dolomies parfois vacuolaires avec de nombreuses stratifications obliques et un aspect très massif, qui permet de bien les distinguer des dolomies de Tlemcen. Elles sont développées au niveau du plateau des Azaïls, de Terny et près du barrage Meffrouch, leur épaisseur est de l'ordre de 100 m dans le plateau de Terny. Elles sont bien représentées au niveau des bassins de l'oued Sebdou, Isser et Sikkak Ces trois formations précédentes sont attribuées au Tithonique inférieur.

- **Marno-calcaires de Hariga (base de la Tithonique supérieur) :**

Il s'agit d'une alternance de marnes et de calcaires. Elles sont bien exposées au djebel Hariga situé Nord-est d'El Ghor sur la bordure méridionale des Monts de Tlemcen (**Benest, 1985**) avec une épaisseur de 165 m et affleure à l'Est de la commune d'Aïn Fezza.

- **Marno-calcaires d'Ouled Mimoun**



"Tithonique supérieur ", cette formation renferme les couches de passage du Jurassique au Crétacé. Elle est limitée à sa base par les "grès de Merchiche", dans le secteur de Merchiche, sur le rebord sud du plateau de Terny. Elle affleure nettement dans le secteur d'Ouled Mimoun. Il existe aussi d'autres formations géologiques mais de faible surface, tel que :

## **b. Le Miocène**

Est représenté par des marnes très friables présentant en intercalation des bancs de grès jaunâtre très durs relativement imperméable situé aux pieds des reliefs.

### **- Les Marnes du Miocène moyen (Helvétien) :**

Cette formation affleure à l'Ouest d'Oum El Aïlou et sur les rives d'oued El Chouly à l'Est de la commune.

### **- Les Grès du Miocène supérieur (Tortorien) :**

Cette formation affleure au Nord-ouest d'Oum El Allou à 673m d'altitude.

## **c. Le Quaternaire :**

Les dépôts quaternaires sont représentés par des alluvions dans les parties basses et de gravier ici argile couvrant les parties moyennes et hautes de la région et des matériaux riches en débris végétaux observés généralement au niveau des oueds. Les matériaux quaternaires sont formés à la suite de l'action érosive des eaux torrentielles et du détachement de blocs de Travertins, calcaire et de dolomies des versants.

## **d. L'époque actuelle :**

Nous sommes toujours au quaternaire et l'activité des phénomènes géologiques ne s'arrête pas. L'érosion en montagne et sur les plateaux ventés se poursuit avec des manifestations plus ou moins spectaculaires. L'aperçu géologique nous permet d'affirmer que notre zone d'étude qui fait partie des Monts de Tlemcen, est formée essentiellement de calcaire et de dolomie. Ces deux roches sédimentaires plus ou moins dures sont facilement attaquables par les eaux de pluies; cette dernière par dissolution donne un aspect karstifié pour la dolomie et la falaise.

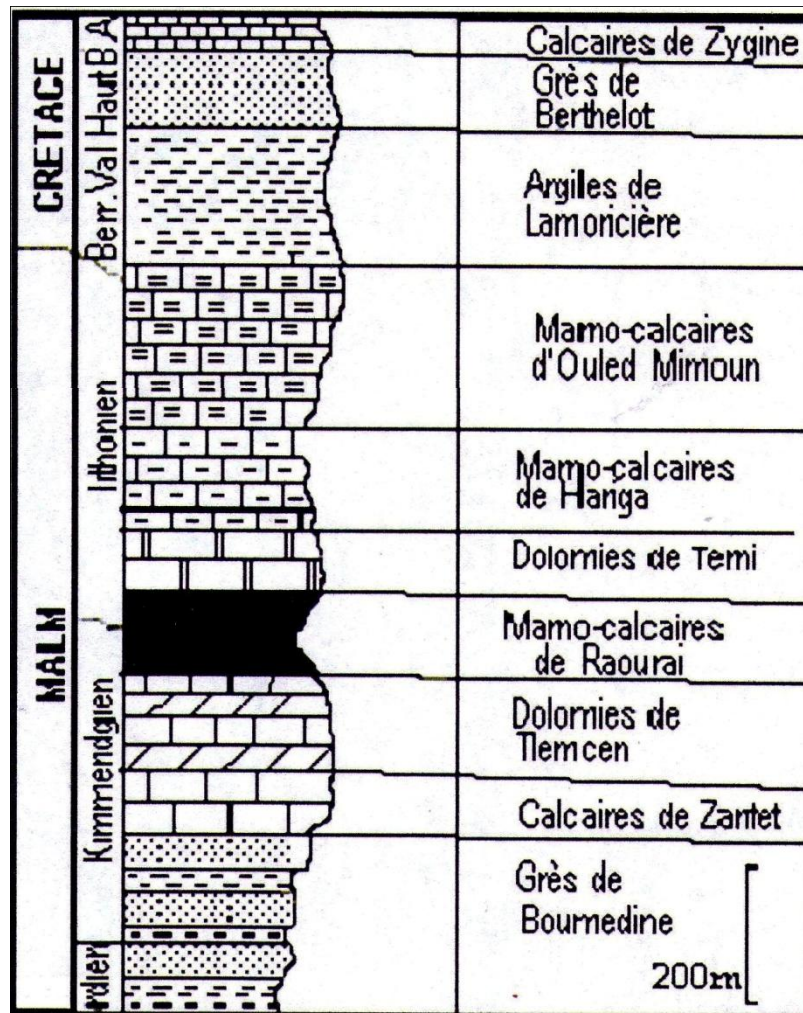
- **Les Alluvions récentes** : ce sont des dépôts limoneux nivelant les basses parties des plaines, des vallées et au bord des cours d'eau. Ces alluvions affleurent en aval du barrage du Meffrouche.

- **Les Alluvions anciennes des vallées et cuvettes des plateaux** : ils affleurent en amont d'Ain Fezza et en amont du plateau de Lalla Setti sur la partie Sud.

- **Les Travertins anciens et récents** : Ce sont de puissants dépôts s'étalant en terrasses, s'avancant en hautes falaises aux bords des grandes sources existantes ou ayant disparues liées au massif Jurassique. Ils s'étalent depuis le plateau de Lalla Setti jusqu'à dépasser Aïn Fezza.

**Esquisse géologique**

Cette esquisse montre la répartition des différentes formations géologiques de la zone d'étude sur un fond topographique. Dans cette étude on s'est intéressé seulement à la nature des terrains, c'est-à-dire la lithologie qui constitue un élément de base de la diversification dans la pédogénèse en conditionnant les vitesses et les modes d'altération du substratum.



**Figure 6 :** Litho stratigraphie synthétique des monts de Tlemcen (Benest, 1985)

#### **4- Aperçu pédologique :**

La gamme des sols que l'on peut rencontrer dans la zone d'étude est très grande, allant des sols squelettiques et des sols peu évolués d'érosion et d'apport aux sols fersialitiques en passant par les sols calcimagnésiques.

En se basant sur la classification écologique, les principaux sols de la région font partie de différentes classes dont les processus de pédogénèse restent les principaux caractères de distinction.

Pour les Monts de Tlemcen ; la nature de la roche-mère permet de distinguer différents types de sols :

##### **a. Les sols peu évolués :**

Les sols peu évolués sont des sols jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique laquelle se superpose généralement au substrat minéral sans former de complexe organo-minéraux. Ces sols ont des origines diverses liées au climat, à l'érosion ou encore aux apports extérieurs.

##### **b. Les sols calcimagnésiques ou calcimorphes :**

Les roches calcaires ou magnésiens, quand elles libèrent des quantités suffisantes de calcaire actif, sont à l'origine des sols calcimagnésiques, encore appelés sols calcimorphes. Avec une structure grumeleuse très caractéristique ; le fer est retenu dans les horizons supérieurs qui apparaissent très colorés. On distingue généralement 2 types de sols calcimagnésiques que l'on classe en fonction de leur richesse en humus et de leur profil :

- Les rendzines, humifères (de 30 cm d'épaisseur, coloré en noir sous couvert forestier, en gris sur les causses, en brun rouge si le fer est abondant : terra fusca et terra rossa).
- Les sols bruns calcaires et les sols bruns calciques, peu humifères. Ce sont des sols plus profonds et surtout beaucoup plus riches, initialement, en argile que les rendzines vraies.

Les sols où abonde le calcaire actif sont des sols agricoles difficiles. Ils sont très collants aussitôt qu'il pleut et bien trop secs pendant la période estivale. Si la matière organique est rapidement décomposée, l'humus formé est tout à fait indisponible. Le blocage du fer interdit pratiquement certaines cultures, par exemple, celle des fruitiers rapidement atteints de

chlorose. Le pH des sols est souvent alcalin ce qui limite certaines cultures et certains microorganismes. Le phosphore est souvent bloqué pour les plantes car il se trouve sous la forme apatite peu mobilisable.

### **c. Les sols fersiallitiques :**

Les sols fersiallitiques caractérisent des sols qui se forment en climat tempéré chaud (climat méditerranéen). Ce climat affecte les régions méditerranéennes sensu stricto. Ces sols se forment sur tous les types de sols à la condition qu'ils ne contiennent plus de carbonates. Sur les sols cristallins, ça n'est pas difficile. Sur les sols calcaires, ceux-ci doivent donc avoir été décarbonatés. C'est ainsi, par exemple, les argiles de décarbonatation formées à partir des calcaires durs (terra rossa) supportent fréquemment ces sols fersiallitiques.

On considère qu'il y a trois grands types de sols fersiallitiques :

- les sols fersiallitiques rouges ou sols rouges méditerranéens; Les sols rouges sont aussi appelés sols fersiallitiques. Ces sols se développent surtout dans les régions méditerranéennes. Ils sont le résultat d'une association forte et stable entre des colloïdes argileux (montmorillonite) et des oxydes de fer. Les " terra rosa " méditerranéennes sont des sols rouges riches en oxydes d'aluminium.
- les sols bruns fersiallitiques (terra rossa fossile, etc.) ;
- les sols fersiallitiques acides.

## **5- Climatologie :**

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur le développement et la croissance normale des cultures mises en place, donc on doit déterminer le type de climat de la région étudiée.

La station de référence est celle du barrage El Meffrouch dont la portée pluviométrique est de 50 km, la portée climatique est de 30km (les stations représentatif de la même altitude ne sont plus en fonction depuis maintenant plusieurs années). La station d'El Meffrouch est ainsi la station la plus proche des zones d'étude et qui dispose de données de pluie et de températures les plus complètes et récentes pour une période allant de 1975 à 2007.

**Tableau 11** : caractéristiques de la station d'El Meffrouche

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Période
Mefrouche	1°16'W	34°51'N	1100	1975-2007

### a. Etude des précipitations :

Le terme précipitations englobe toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre que cela soit sous forme liquide (pluie) ou solide (neige, grêle).

#### 1) Les précipitations moyennes annuelles :

D'après le **tableau n°12** on observe que la région d'étude reçoit une lame d'eau équivalente à 568 mm/an. On remarque aussi une très grande variabilité des quantités enregistrées d'une année à l'autre allant de simple au double ce qui caractérise le climat méditerranéen.

**Tableau 12** : Précipitation moyenne annuelles en mm pour la période 1975-2007

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D	moyenne
P(mm)	70	76.1	86.9	67.2	54.8	13.6	3.5	3.3	21.4	44.5	72.5	54.4	568

D'après ce tableau, le maximum des précipitations est observé au mois de Mars tandis que le minimum des précipitations est observé au mois d'Aout.

#### 2) Les précipitations saisonnières :

On appelle régime des pluies la répartition de la hauteur des précipitations annuelles entre les diverses le plus souvent entre les divers mois de l'année.

Le régime pluviométrique est défini par l'année moyenne afférente à une longue période.

Les quatre saisons de l'année vont nous donner les résultats notés dans le **tableau n°13**.

**Tableau 13** : Valeurs moyennes des précipitations saisonnières en mm pour la période 1975-2007.

Période	Répartition saisonnières des pluies	Total	Régime saisonnier
---------	-------------------------------------	-------	-------------------

1975-	H	P	E	A		
2007	200.5	208.9	20.4	138.4	576.8	P.H.A.E

- H : Hiver : Décembre, Janvier, Février.
- P : Printemps : Mars, Avril, Mai.
- E : Eté : Juin, Juillet, Aout.
- A : Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Pour cette station on remarque que la saison la plus humide est celle de Printemps suivie immédiatement par l'Hiver, et la plus sèche est celle de l'Eté ce qui donne un régime saisonnier des précipitations du type P.H.A.E. caractéristique du climat semi-continentale.

## b. Etude des températures :

### 1) Températures moyennes mensuelles :

D'après le **tableau n°14** la moyenne des températures varie d'un mois à un autre dont le maximum est observé au mois de Juillet et le minimum au mois de janvier.

**Tableau 14** : Valeurs des températures moyennes mensuelles pour la période 1975-2007

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D	moyenne
T (°C)	7.8	10.4	12	12.4	17.2	21.6	25.6	24.9	22.5	17.7	10.7	8.7	15.9

### 2) Températures moyennes maximale mensuelles :

D'après le **tableau n°15** la température moyenne maximale mensuelle varie d'un mois à un autre dont le maximum est observé au mois de Juillet tandis que le minimum est observé au mois janvier, juin-Juillet et Aout sont les mois les plus chauds de l'année.

**Tableau 15** : valeurs des températures moyennes maximales mensuelles pour la période 1975-2007

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D	moyenne
M (°c)	11.6	14.6	17.7	18.6	24	27.9	30.8	28	25.6	22.5	14.4	11.8	20.6

### 3) Températures moyennes minimale mensuelles :

D'après le **tableau n°16** la température moyenne minimale mensuelle varie d'un mois à un autre dont le maximum est observé au mois d'Aout tandis que le minimum est observé au de Janvier. Notons qu'aucun mois n'enregistre de moyennes négatives et que le mois d'Avril est aussi froid que Février. Et par conséquence, le problème des gelées tardives risque de se poser certain années.

**Tableau 16** : Valeurs des températures moyennes minimales mensuelles pour la période 1975-2007.

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D	Moyenne
m (°c)	2.2	3.9	3.6	3.9	6.6	10.3	14.4	15.8	14	8.9	4	3.5	7.5

### c) Les autres facteurs climatiques :

❖ **La neige** : C'est la forme solide des précipitations, c'est une forme d'eau congelée qui tombe sous forme de petits flaons, elle peut constituer un apport d'eau appréciable pour la végétation (**Djebaili, 1984**). Elle est intéressante dans la mesure où elle ralentit l'écoulement de l'eau et permet la reconstitution de la réserve utile.

❖ **La grêle** : C'est une autre forme solide de précipitations, ces particules de glace tombent en averses, au cours des orages. Elle provoque des dégâts considérables sur les cultures et la végétation d'une manière générale. Les risques de grêle sont à craindre de Décembre à Mars.

❖ **La gelée blanche** : Les gelées blanches sont des coups très clairs, elles provoquent un abaissement considérable de la température, parfois au dessus de 0°C. Elles sont très fréquentes durant l'hiver entre fin Décembre et fin Mars. La présence des gelées en Printemps (Mars-Mai), ainsi qu'en Automne, elles sont dites respectivement gelées tardives et automnales ou hâtives. Elles sont très fréquentes dans les dépressions faisant souffrir les terrains nus, et se produisent rarement dans les endroits couverts. Les gelées printanières sont nuisibles pour les jeunes pousses et les bourgeons surtout au début de la saison de végétation, la gelée automnale laisse les pousses de l'année imparfaitement lignifiées, et parfois les feuilles tombent précocement et les bourgeons sont détruits.

❖ **Le brouillard** : C'est un amas plus ou moins opaque de gouttelettes d'eau très fines en suspension dans l'air, il est fréquent surtout sur les hauteurs entre Décembre et fin Avril, souvent en période humide. Les brouillards sont utiles ou nuisibles, selon le cas. Ils cachent la chaleur et la

lumière, ou adoucissent leurs effets. Leur utilité se manifeste par leur opposition à la formation de la gelée blanche, ou le ralentissement du dégel, Par contre leur nuisibilité se laisse apparaître lorsqu'ils causent le refroidissement du sol, ou retardent son réchauffement. Le brouillard facilite l'apparition des maladies cryptogamiques sur les cultures notamment la moniliose.

❖ **Le vent** : Le vent est un facteur écologique important, et un des éléments le plus caractéristiques du climat et la sensation de chaleur que nous éprouvons dépend dans une large mesure de sa force. Les vents forts augmentent l'évaporation d'eau, ce qui expose le sol au dessèchement rapide après une irrigation. Le vent est un facteur mécanique important, dont il est nécessaire de prendre en considération sa vitesse et son orientation pour la pollinisation de cerisier.

## 6- Bioclimatologie :

Pour définir l'étage bioclimatique de la région étudiée on a utilisé quelques indices climatiques tels que l'indice d'aridité de « De Martonne », l'indice de sécheresse et de quotient pluviométrique de Stewart ( $Q_3$ ).

### a. Indice d'aridité de « De Martonne » :

L'indice d'aridité annuelle est donné par la formule suivante :

$$I_a = P/T + 10$$

Tel que : P : Précipitations totales annuelles en mm.

T : Température moyenne annuelles en mm.

Cet indice sert à classer le climat selon l'échelle suivante :

$20 < I_a$             =====> Climat tempéré

$10 < I_a < 20$         =====> Climat semi-aride

$7.5 < I_a < 10$         =====> Climat steppique

$5.0 < I_a < 7.5$         =====> Climat désertique

$I_a < 5$                 =====> Climat hyper-aride

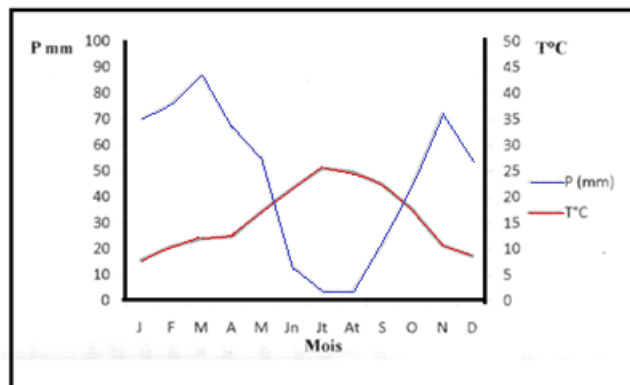
Pour la région d'étude  $I_a$  est de 21.9 ce qui indique un climat tempéré.



## b. L'indice de sécheresse :

**Bagnouls et Gaussen (1955)**, ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en (°C) avec celles des précipitations en (mm), en admettant que le mois est sec lorsque P est inférieur ou égale à 2T.

Au niveau de notre région d'étude nous enregistrons une période sèche de quatre mois allant de Juin jusqu'à Septembre.



**Figure 7 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la station de Meffrouche (1975-2007)**

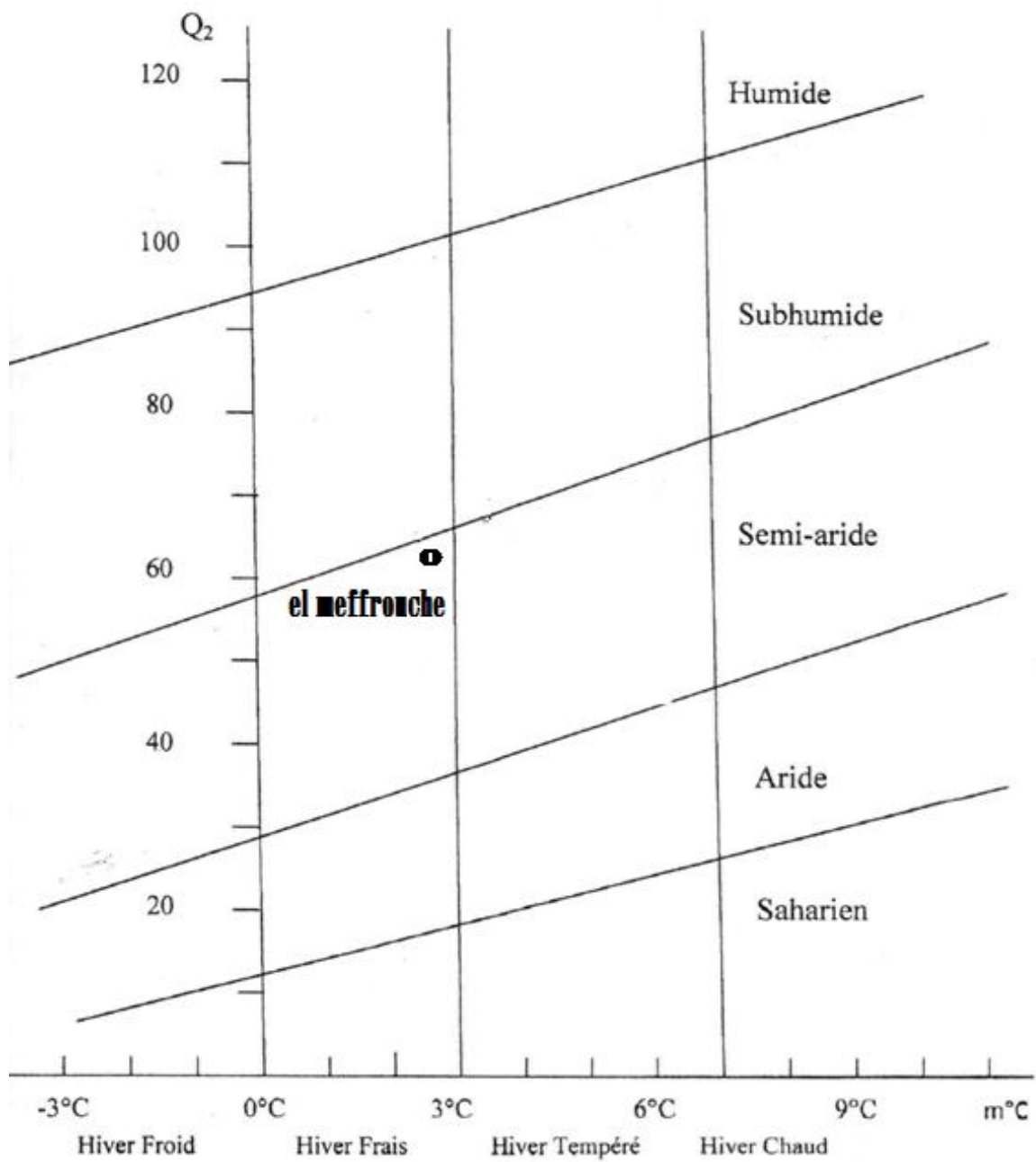
## c. Le quotient pluviométrique de Stewart $Q_3$ :

Le quotient pluviométrique **d'Emberger (1952-1955)** simplifié par Stewart, correspond à une expression synthétique du climat Méditerranéen en se basant sur des critères liés aux précipitations moyennes annuelles P (mm), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année (m°C) et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud selon la formule suivante :

$$Q_3 = 3.34 * (P / (M - m))$$

Tel que :

- P : précipitation moyenne annuelle en mm.
- M : moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.
- m : moyenne des températures minima du mois le plus froid.
- Le  $Q_3$  calculé pour la station d'El Meffrouche est de 61.6 ce qui correspond à l'étage bioclimatique semi- aride supérieure à Hiver tempéré.



**Figure 8: climat gramme du quotient pluviométrique d'Emberger ( $Q_3$ )**

## **Chapitre 3 : Contribution à l'étude des problèmes de pollinisation et de fécondation chez le cerisier.**

### **1-Pollinisation et fécondation :**

La floraison est le stade phénologique qui annonce, après la dormance, rentrée en activité reproductive. Sa période qui s'étale généralement sur une durée de 2 à 3 semaines subit l'influence remarquable des conditions climatiques de l'année et du microclimat du site de plantation.

La fleur est constituée de pièces florales avec des organes reproducteurs séparés chez une fleur solitaire (noyer, pistachier) ou associées chez une fleur hermaphrodite avec un pistil et des anthères (amandier, pommier, olivier...). Elle peut être autocompatible ou autostérile. Son évolution en fruit nécessite une pollinisation.

La pollinisation est l'acte préliminaire de la fécondation ; elle est suivie de deux autres phases : la germination du grain de pollen et le trajet du tube pollinique à travers les tissus de la carpelle et de l'ovule, et la fécondation proprement dite, c'est-à-dire la conjugaison des gamètes.

Le pollen est élaboré par les étamines - organes mâles - et contenu dans les loges de l'anthère située à l'extrémité d'un mince filet. Les ovules sont produits par l'ovaire, organe femelle surmonté du pistil. Ce dernier comprend un style à la pointe supérieure duquel se trouve le stigmate, gluant ou découpé en fines lanières afin de retenir les grains de pollen. Quand les ovules sont prêts à être fécondés, le Stigmate devient réceptif,

La pollinisation est le transport des grains de pollen depuis l'anthère jusqu'au stigmate. Une fois sur celui-ci, les grains de pollen germent et chacun d'eux produit un long tube qui, passant par le style, pénètre dans l'ovaire : à ce moment, les noyaux rutiles s'unissent à des noyaux de l'ovule. Cette fusion permet la transformation de l'ovule en graine et celle de l'ovaire en fruit.

La pollinisation s'opère essentiellement suivant deux modalités : elle peut être autogame ou allogame. Dans le premier cas, elle s'effectue entre le pollen et le stigmate de la même fleur ou du même individu ; dans le second, pollen et stigmate

appartiennent à deux individus distincts de la même espèce

Mais bien souvent, lorsque le pollen d'une fleur est déposé sur le stigmate d'une fleur du même pied (pollinisation directe), il germe mal ou pas du tout ; la fécondation devient incertaine ; les graines, si elles se forment, sont petites et les fruits difformes. Ce phénomène, connu sous le nom d'auto-incompatibilité pollinique, a été observé chez un certain nombre d'espèces. Les causes de cette incompatibilité sont fort nombreuses, et sont en relation avec des caractères morphologiques, enzymatiques ou cytologiques liés à certains gènes. Pour qu'une plante de ces espèces puisse donner des fruits et des graines, elle doit recevoir le pollen d'une autre plante de la même espèce possédant *des* caractères différents. Cela suppose un transfert du pollen (pollinisation croisée).

Ce fut **Darwin (1859)** qui souligna l'importance de la fécondation croisée dans l'évolution des végétaux ; en effet, ce mélange des caractères héréditaires favorise l'adaptation de l'espèce, autrement dit la sélection naturelle. De nombreuses expériences ont prouvé par la suite la supériorité de l'état hétérozygote sur l'état homozygote. Le brassage et le réarrangement des gènes qui se fait lors de la confrontation de deux patrimoines héréditaires distincts au cours d'une fécondation allogame est éminemment favorable à la diversification des organismes et à la création de lignées nouvelles. La pollinisation croisée se solde généralement par l'obtention de fruits de forme régulière et de taille normale, de graines à pouvoir germinatif plus élevé, et de descendants plus vigoureux.

Bien avant que le mécanisme de la double fécondation ne s'enclenche, plusieurs facteurs peuvent entraîner une faible mise à fruit.

La réussite de la fécondation n'est possible que grâce à une pollinisation efficace (**Ayre & Whelan, 1989; Wilcock & Neiland, 2002**).

Les principales hypothèses émises pour expliquer l'échec de la pollinisation portent sur plusieurs problèmes qu'il s'agit de :

## **2-L'incompatibilité :**

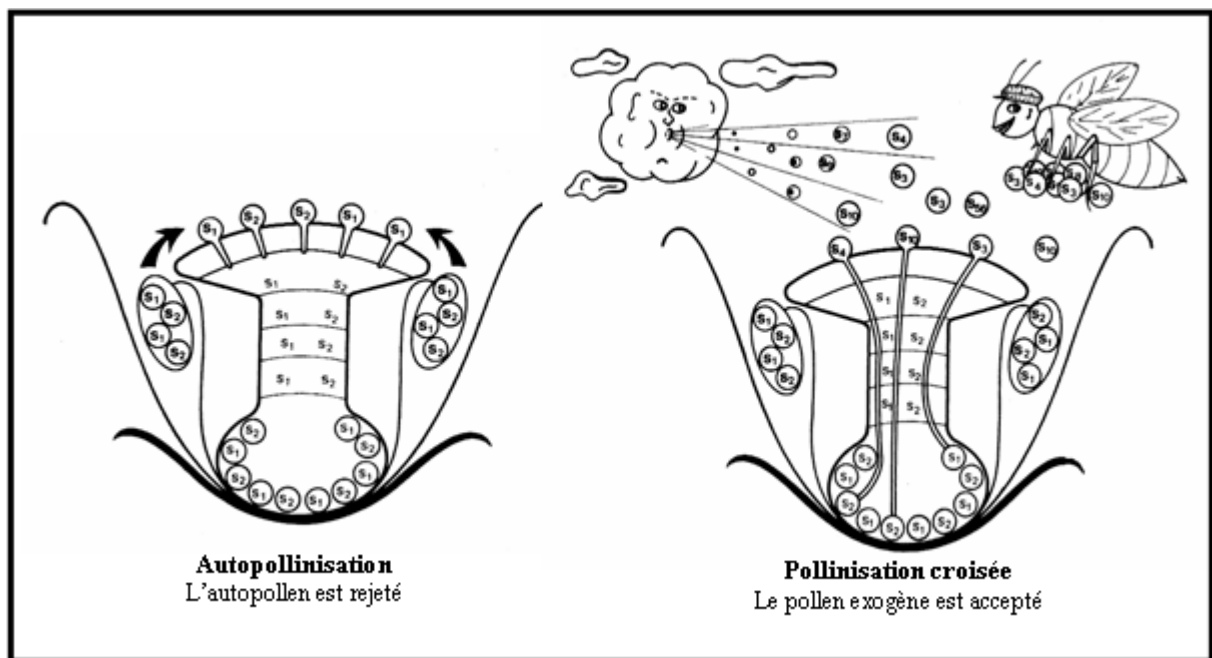
On retrouve des phénomènes d'incompatibilité de nature génétique, morphologique, spatiale et temporelle.

L'incapacité d'une fleur à être fécondée par son propre pollen est désignée par le terme d'auto-incompatibilité. Pour que la fécondation puisse avoir lieu, les grains de pollen doivent donc provenir

des fleurs d'une variété différente. Certaines variétés sont incompatibles entre elles: le pollen d'une variété est alors incapable d'assurer la fécondation des ovules de l'autre. Les cas d'incompatibilité totale entre variétés sont cependant limités.

L'incompatibilité se traduit par une inhibition de la germination du grain de pollen sur le stigmate ou l'arrêt de la croissance des tubes polliniques dans le style.

L'auto-incompatibilité, partielle ou complète, est véhiculée par le gamète mâle ou le gamète femelle au niveau d'un ou plusieurs gènes de stérilité S et provoque l'absence de développement du grain de pollen ou l'empêche de féconder l'ovule (Heller & al., 2000; Sanchez & al., 2004). La figure 9 illustre le résultat physiologique de l'incompatibilité.



**Figure 9** : Illustration du phénomène d'auto-incompatibilité (Tirée et adaptée de Nettancourt, 2001).

### a) Incompatibilités génétiques :

Lorsque les conditions externes sont favorables et que l'apport en grains de pollen viables est suffisant, la fécondation de l'ovule peut tout de même échouer suite aux phénomènes d'autogamie ou de geitonogamie, ceux-ci entraînant parfois des relations d'incompatibilité. La figure 10 illustre ces types de fécondation. L'autogamie se définit

comme la fécondation d'un ovaire par le pollen d'une même fleur. La geitonogamie signifie la fécondation d'un ovaire par le pollen de fleurs différentes, mais appartenant à un même individu. Lorsque l'ovule et le pollen proviennent d'individus différents, la relation est nommée xénogamie. L'auto-incompatibilité est un phénomène évolutif répandu qui favorise les échanges génétiques en réduisant les cas d'autogamie (**Nettancourt, 2001**).

### **b) Incompatibilité génétique et pollinisation croisée :**

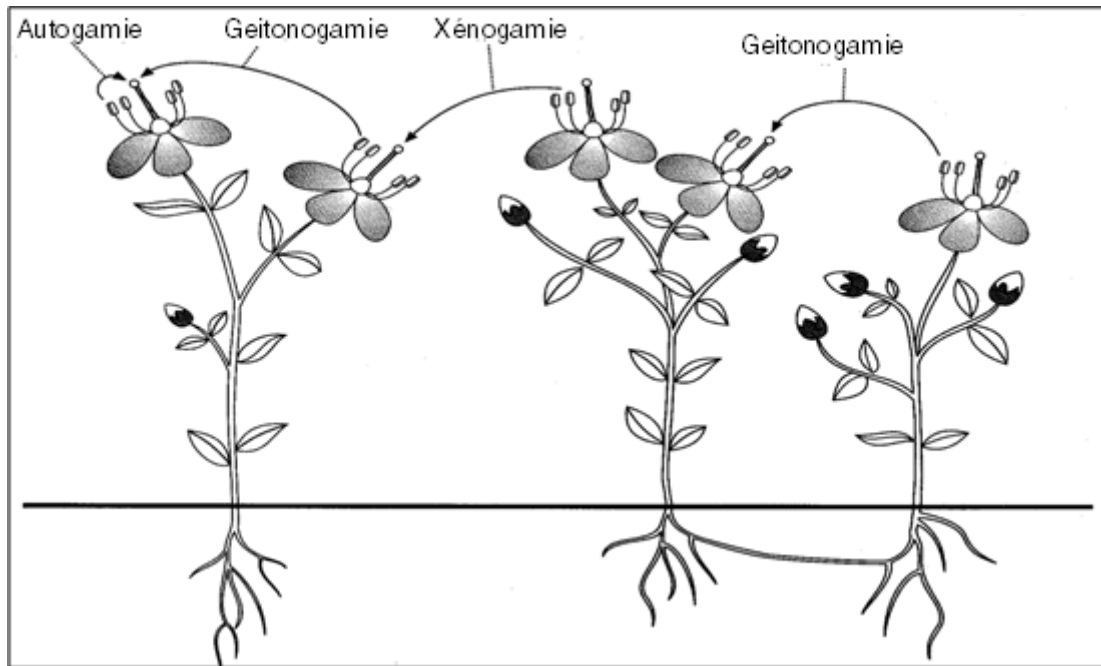
Dans la plus part des cas le cerisier nécessite une pollinisation croisée, c'est-à-dire un transfert de pollen de fleurs d'un cultivar aux fleurs d'un autre cultivar, les fleurs d'un même cultivar sont souvent auto-incompatibles ou partiellement auto-fertiles (**Burd, 1994; Kozma & al. 2003**). (**Kozma & al.2003**) rapportent que le cerisier produit un rendement acceptable par autogamie, mais qu'une augmentation substantielle en quantité et qualité de fruits peut être obtenue avec la xénogamie.

### **c) Incompatibilités morphologique, spatiale et temporelle :**

Il existe également, dans le règne végétal, d'autres phénomènes qui réduisent l'autogamie. De fait, les incompatibilités peuvent être de nature morphologique, spatiale et temporelle.

Par exemple, dans la Flore laurentienne (**Marie-Victorin, 1964**), il est mentionné que la morphologie florale limite l'auto-fécondation, les étamines étant très divergentes. Les larges inflorescences favorisent néanmoins la geitonogamie. On peut également retrouver une certaine incompatibilité temporelle puisque le stigmate est réceptif avant la maturité des anthères (protogynie). De plus, à l'intérieur même d'une inflorescence, la maturation des fleurs n'est pas tout à fait synchronisée (**Bolli, 1994**).

L'ensemble de ces observations indique clairement que la fécondation efficace des fleurs dépend de plusieurs facteurs et que la pollinisation du cerisier est un élément clé dans la production de fruits.



**Figure 10** : Les types de fécondation : autogamie, geitonogamie et xénogamie. (Tirée et adaptée de Shivanna, 2003).

### 3-Le pollen :

Un apport insuffisant de pollen conduit souvent à une pollinisation non fonctionnelle (**Wilcock & Neiland, 2002**). Une mauvaise dispersion des grains de pollen peut être causée par la prédation (certains insectes se nourrissent de grains de pollen), par la perte du pollen dans l'environnement ou par le fait qu'il reste tout simplement attaché à l'anthere. D'autres facteurs, indépendants de la plante, peuvent aussi nuire à la bonne dispersion des grains de pollen. Par exemple, chez les espèces pollinisées par les insectes, le manque de pollinisateurs dû à la destruction de leurs habitats ou aux conditions environnementales défavorables empêche une dispersion adéquate du pollen. Chez les espèces anémophiles (pollen dispersé par le vent), l'échec de la dispersion est habituellement causé par une faible densité de la population ou par des conditions climatiques défavorables.

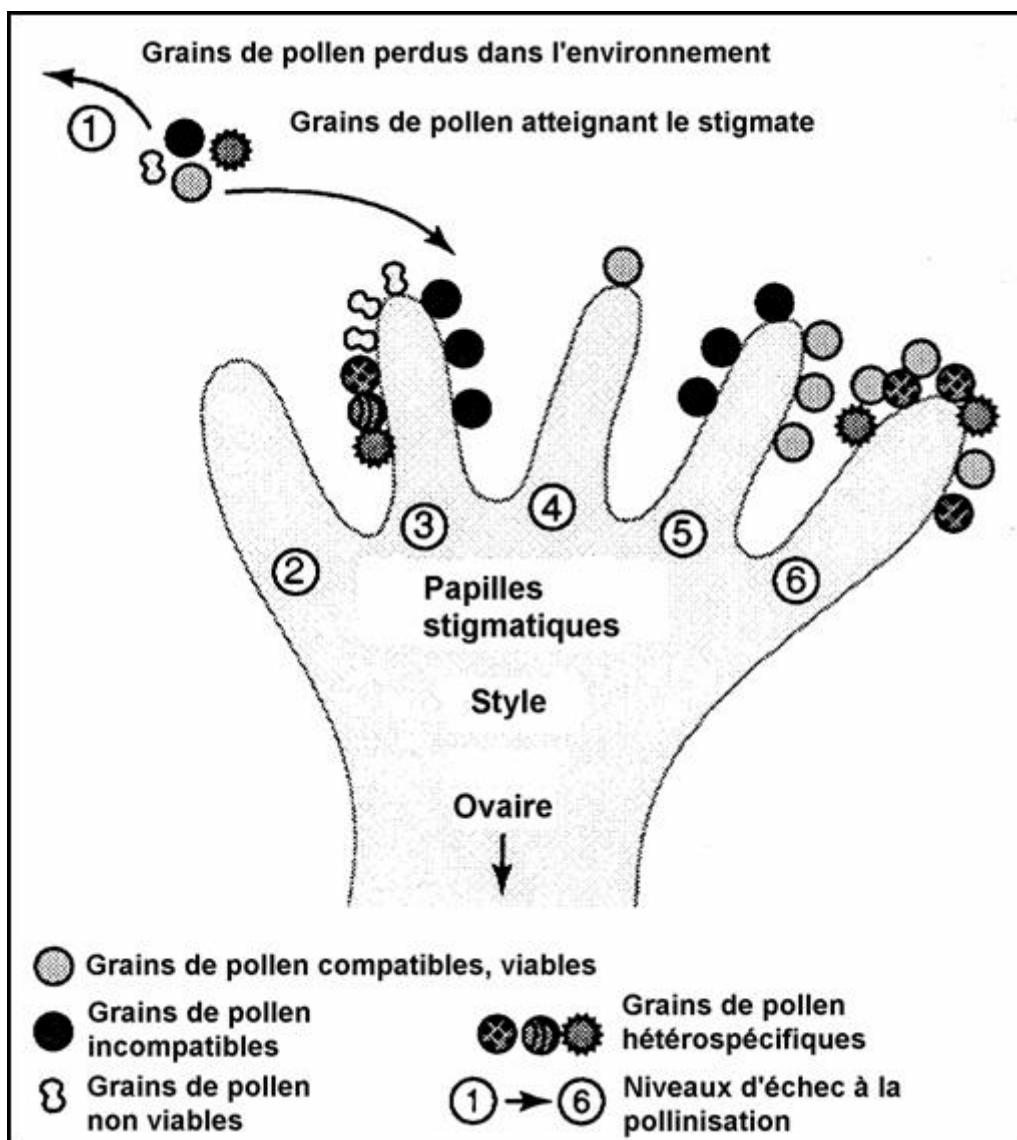
Selon **Way (1978)**, la très petite dimension des grains de pollen (13-18  $\mu\text{m}$ ) leur confère un grand potentiel de dispersion par le vent. D'ailleurs, les analyses de pollen indiquent qu'un si petit grain de pollen risque peu d'être dispersé par le vent (**Whitehead, 1969**), mais le serait davantage par l'entomofaune (**Bolli, 1994; Frost, 1979**). Plusieurs espèces d'insectes ont déjà été remarquées sur les inflorescences, spécialement des diptères et des coléoptères, favorisant ainsi une pollinisation de type «désordonnée» (traduction libre de « soil and mess »).



Par ailleurs, une pollinisation, si elle est faible, n'est pas une garantie à la fécondation puisque la germination suivie de la croissance du tube pollinique dans le style est un phénomène souvent dépendant de la densité en grains de pollen sur le stigmate (**Lord & Russell, 2002**).

Certains pollens peuvent également être stériles, diminuant ainsi les chances de fécondation.

Le niveau d'hydratation du pollen peut avoir une influence sur l'interaction pollen-abeeille. En effet, une plante à pollen hydraté dont la longévité est réduite nécessite que la pollinisation soit faite rapidement après anthèse.



**Figure 11** : Pourquoi l'échec à la pollinisation? (1) Échec pré-dispersion dû à la prédation ou au non détachement de l'anthere. (2) Échec à la dispersion dû au manque de pollinisateurs, à la faible densité des populations ou aux conditions climatiques

défavorables. (3) Échec causé par la perte de viabilité des grains de pollen compatibles; seuls les grains de pollen hétérospécifiques atteignent le stigmate. (4) Échec dû à la trop faible quantité de grains de pollen atteignant le stigmate. (5) Échec dû à la qualité des grains de pollen. (6) Malgré la présence de grains de pollen compatibles, l'échec peut être causé par la présence de grains de pollen hétérospécifiques. (Tirée & adaptée de Wilcock & Neiland, 2002)

#### **4-L'impact des conditions climatiques sur la pollinisation :**

Les conditions climatiques ont également un impact majeur sur le développement du tube pollinique, donc sur la fécondation. Des expériences conduites sur des pêchers et des cerisiers ont démontré que des températures supérieures à 25 °C réduisaient le taux de germination des grains de pollen et inhibaient le développement du sac embryonnaire. À basse température (inférieure à 18 °C), les tubes polliniques se développent lentement tandis qu'à température élevée ils croissent rapidement mais n'atteignent pas l'ovaire (Hedhly & al., 2004; Kozai & al., 2004). Il a également été démontré que des températures élevées durant la pré-floraison induisaient un manque de synchronisation entre l'anthèse et le développement du pistil, réduisant ainsi la capacité de mise à fruit (Rodrigo & Herrero, 2002). De plus, la pluie ou un taux élevé d'humidité peuvent affecter la pollinisation en favorisant les maladies florales ou en bloquant l'ouverture des anthères.

Dans la plupart des expériences de pollinisation assistée, il est mentionné que le succès de la fécondation dépend en grande partie des conditions climatiques rencontrées au cours de la période intense de floraison (Stephenson, 1981).

#### **5-Le décalage de la floraison :**

Le **décalage de floraison** entre deux variétés est perceptible en début de **floraison**, mais la période de pleine **floraison** est bien conjointe, et plus que cela c'est la compatibilité du pollen qui est en cause. Si le **décalage** est très marqué, il faut craindre que le bigarreau Van ait bénéficié d'un baptême symbolique.

Le décalage de floraison des deux variétés de cerises constitue sans doute l'une des contraintes majeure. Ces décalages peuvent avoir de graves conséquences, sur la productivité de la plantation.

Un stress hydrique à floraison peut induire, par inhibition de la croissance des soies, une augmentation du décalage entre la floraison mâle et la floraison femelle. **Ceci limite le nombre d'évènements de fécondation, donc le nombre de grains au m<sup>2</sup>** et de ce fait, le rendement.

Aussi la plantation des variétés précoces avec d'autres tardifs peut causer le décalage de floraison qui va causer la diminution de la pollinisation.

## **6-La dépendance sur les insectes pour la pollinisation :**

### **a) Insectes pollinisateurs et leur activité :**

Les principaux insectes qui pollinisent *E. elaterium* sont les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) et les abeilles solitaires *Lasioglossom malachurum* et *Ceratina cyanea* (**Rust & al., 2003**).

Les abeilles domestiques discriminent les deux types de fleurs. Elles visitent jusqu'à 30% de moins les fleurs femelles que les fleurs mâles et ces visites durent moins longtemps. Les abeilles sauvages visitent presque autant les fleurs femelles que les fleurs mâles en début de butinage. Au cours de la journée, elles apprennent à discriminer les deux types de fleurs, et les fleurs femelles sont de moins en moins visitées (**Dukas, 1987**).

### **b) Le déclin des pollinisateurs :**

Le déclin annoncé des pollinisateurs, et particulièrement des abeilles domestiques et solitaires, est une réalité très préoccupante. En effet, 80 % des plantes à fleurs sauvages et 75 % des cultures destinées à l'alimentation humaine dépendent des pollinisateurs. Ce ne sont donc pas seulement les pollinisateurs mais aussi de nombreuses plantes à fleurs qui pourraient être en péril. Les causes de ce déclin semblent être multiples : changement climatique, artificialisation du territoire, intensification des pratiques agricoles... Alors que le milieu urbain est souvent perçu comme un milieu inhospitalier pour la faune et la flore sauvage, les insectes pollinisateurs ne semblent cependant pas désertier nos villes.

### **c) Facteurs influençant la pollinisation entomophile :**

Certains facteurs physiques environnementaux ont une influence sur l'activité des pollinisateurs et donc sur la pollinisation, comme la lumière, la température, l'humidité ou le

vent. La lumière intervient dans la perception de la différence jour nuit. Certains insectes sont diurnes alors que d'autres sont nocturnes ou crépusculaires. L'activité de certains insectes pollinisateurs est fonction de la lumière perçue. La lumière peut être modifiée par la présence de nuages ou d'orages qui favoriseront l'activité d'insectes crépusculaires.

L'effet de la température est assez lié à celui de la lumière, et marque plus un effet saisonnier. Ainsi la température la plus basse pour que l'abeille domestique vole activement est 10°C.

L'humidité a une incidence indirecte sur la pollinisation, puisque ce facteur n'intervient pas sur l'activité des pollinisateurs mais sur la concentration en sucre du nectar. Enfin, le vent perturbe le vol alors que la pluie empêche toute activité des abeilles (Kevan & Baker, 1983).

#### **d) Les interactions plantes-pollinisateurs :**

L'attractivité des fleurs pour les pollinisateurs diffère entre espèces de plantes. La couleur, la forme, le parfum, l'offre en nectar sont autant de caractères qui interviennent dans cet attrait. Certaines fleurs sont ouvertes, telles les carottes avec un nectar très facilement accessible au plus grand nombre d'insectes. L'attractivité des fleurs dépend aussi de leur nombre et de leur localisation dans la ville. Des fleurs peu abondantes et isolées dans le milieu urbain auront peu de chances d'être visitées par des insectes. Les réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs permettent de comprendre les relations de dépendance entre espèces de plantes et espèces de pollinisateurs, c'est à dire d'identifier quelles plantes dépendent de quels pollinisateurs pour leur reproduction et quels insectes dépendent de quelles plantes pour leur alimentation.

#### **6-Le polymorphisme floral :**

(P. Lavalie) Dans son travail sur la pollinisation des fleurs par les insectes, Hermann Millier décrit, deux catégories de pieds et de fleurs. Selon cet auteur, certains pieds portent des fleurs hermaphrodites pourvues d'un pistil normal et d'étamines fertiles déhiscentes bien développées. D'autres pieds portent des fleurs munies d'un pistil normal, mais dont les étamines sont partiellement avortées, ne s'ouvrent pas et renferment des grains de pollen petits, parmi lesquels quelques-uns sont plus ou moins difformes (fleurs dites femelles). J'ai eu l'occasion de décrire, comme suit, le polymorphisme de l'androcée, la répartition des étamines à longs filets fertiles et déhiscentes de Millier, ainsi que celle des étamines à filets courts indéhiscentes et considérées comme stériles du même auteur, dans les fleurs et sur les capitules. Cette répartition est beaucoup moins simple que ne le signale Müller, pour lequel il

y aurait seulement deux sortes de fleurs et de capitules : des capitules portant des fleurs hermaphrodites et des capitules portant des fleurs dites femelles.

Le polymorphisme floral du cerisier présente, en réalité, trois catégories de fleurs :

*a)* Fleurs à étamines courtes, incluses dans le tube corollin même après l'épanouissement, indéhiscentes ;

*b)* Fleurs à étamines longues, courbées au milieu du filet de façon à porter l'anthère vers le style, sous le stigmate, se déployant après l'épanouissement, pourvues d'une assise mécanique unique très différenciée, déhiscentes ;

*c)* Fleurs mixtes qui contiennent, à la fois, des étamines courtes et longues.

Donc le polymorphisme peut causer plusieurs problèmes au niveau de la maturation de grains de pollen, sa dispersion et sa viabilité.

## Recommandation

La formation d'un fruit et sa qualité dépendent souvent de la quantité de pollen compatible reçue par la fleur.

Cette pollinisation est conditionnée par plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques (pluies, vents et températures), l'efficacité et le comportement de l'agent pollinisateur, la masse florale (nombre de fleurs ouvertes simultanément), la compatibilité et l'éloignement des différents génotypes. Tous ces facteurs deviennent prépondérants et parfois limitant, en particulier chez les espèces végétales dont la pollinisation croisée est obligatoire. Le problème de la pollinisation chez le cerisier est très important. On ne doit pas donc planter de cerisiers sans planter de pollinisateurs en nombre suffisant (**Tableau n°17**) :

- pollinisation des cerises douces (bigarreaux, guignes), elles sont toujours autostériles.
- pollinisation des cerises acides (griottes). Beaucoup de variétés sont autostériles : English Morello, Ferracida, Griotte du Nord.
- pollinisation des cerises hybrides (cerises anglaises). Elles sont presque toutes autostériles, il faut avoir recours à la fécondation croisée. Pour cela, on choisira les pollinisateurs dans les cerises acides ou dans les cerises douces en fonction de leur date de floraison.

La pollinisation étant principalement entomophile (90%) les abeilles jouent un rôle majeur et indispensable, il est toujours conseillé donc de placer près des arbres pollinisateurs des ruches (2 à l'hectare). Les pollinisateurs pouvant être placés isolément ou par ligne (1 sur 4) (**Fauré & Bretaudeau, 2008**). La fécondation intervient 24 à 48 heures après la pollinisation ; une température de 25°C est optimale (**Claverie, 2005**).

**Tableau 17** : les variétés pollinisatrices chez le cerisier (**Gautier 2010**).

Variétés à polliniser	Variétés pollinisatrices
- Burlat	- Early Rivers, Merton Glory, Jaboulay, Hedelfingen, Arcina Fercer, Van. Incompatible avec Moreau et Précoce Bernard
-Hedelfingen	- Guillaume, Napoléon, Précoce Bernard, Stark Hardy Géant, Merton Glory, Burlat, Cœur de Pigeon, Tardif de Vignola
- Napoléon	- Rainier, Guillaume, Hedelfingen, Merton Glory, Stark Hardy Géant, Van. Incompatible avec Marmotte
- Précoce	- Napoléon, Guillaume, Rainier, Van, Hedelfingen. Incompatible avec

Bernard	Moreau et Burlat
- Reverchon	- Hedelfingen, Tardif de Vignola, Van, Jaboulay
- Stark Hardy Géant	-Hedelfingen, Précoce Bernard, Arcina Fercer, Van, Burlat
- Van	- Arcina Fercer, Stark Hardy Giant, Burlat, Hedelfingen, Napoléon, Recerchon, Merton Glory

- La grande majorité des variétés de cerises douces sont auto-incompatibles. L'association de variétés est nécessaire pour la pollinisation. Certaines associations comme *Van* et *Early Van Compact, Summit et Canada Giantt Sumgita* sont inter-incompatibles.
- Eautofertilité existe chez certains cultivars comme *Lapins, Sunburst, Sweetheart, Suntare, Celeste, Sumpaca, Sumesi, Sumleta, Glacier* et leur utilisation en verger nnonovariétale n'est pas limitante. Cependant, même dans le cas de cultivars autofertiles, la présence d'insectes vecteurs (abeilles principalement) reste indispensable car le pollen est trop lourd pour être transporté par le vent.
- Pour favoriser la xénogamie et obtenir un taux acceptable de mise à fruit, l'association de cultivars dans les plantations fruitières est souvent recommandée.
- la disponibilité des ressources nécessaires pour convertir chaque fleur pollinisée en fruit.
- Il faut bien connaître la période effective de la pollinisation pour gérer les différentes situations et les obstacles connus dont le but est d'optimiser les chances de la pollinisation et de la fécondation.

### ✓ Période effective de pollinisation

Lorsque le pollen est libéré des anthères, il doit être transporté vers les stigmates dont la réceptivité est effective dès l'ouverture de la fleur. Sa dégénérescence a lieu entre 3 et 5 jours après. Le dessèchement du style est rapide (3 à 6 jours) et la longévité de l'ovule ne dépasse pas 4 à 5 jours.

Lorsque le pollen germe sur le stigmate, il émet un tube pollinique qui croit dans le style pour atteindre sa base (ovule) en 3 à 5 jours. Les conditions optimales de pollinisation sont donc réunies sur une période très brève après l'ouverture de chaque fleur.

La fécondation, conduisant à la formation et au développement des graines/pépins et des fruits chez les rosacées, doit se produire dans un sac embryonnaire mature. Ce dernier qui constitue la partie essentielle de l'ovule subit une évolution rapide durant les 5 jours qui suivent la

pollinisation. Il renferme une oosphère accompagnée des deux synergides. Le sac embryonnaire s'allonge rapidement entre le 5<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour après pollinisation. Cet allongement accompagné de la fusion des noyaux polaires marquent le début des événements de la fécondation. Une trame coenocytique héberge l'embryon qui subit des divisions 2 à 3 semaines après pollinisation.

### ✓ **Optimisation de la pollinisation**

Chez les espèces du genre *Prunus*, l'auto-incompatibilité de type gamétophytique est commune à plusieurs variétés fruitières. Elle limite la culture monovariétale et impose l'association de variétés inter-compatibles pour optimiser la pollinisation.

Pour optimiser la pollinisation, il est nécessaire de placer des ruches dans le verger à raison de 2 à 5 ruches/ha et disposés perpendiculaires aux lignes de plantation. Les ruches sont à placer dès le début de floraison. Les traitements insecticides, reconnus toxiques sur les abeilles, sont à proscrire pendant la période de floraison.

- Parmi les techniques utilisées pour résoudre ces problèmes on site :

### ✓ **Les étapes de la pollinisation :**

La technique de pollinisation manuelle préconisée à l'issue de nos expérimentations comprend trois étapes :

- Préparation du pollen : le pollen est prélevé dans des fleurs matures à partir de 16 h 00, soit 4 h avant l'anthèse. Ces fleurs sont facilement reconnaissables car elles laissent entrevoir leurs pétales blancs dès 12 h 00 (8 h avant l'anthèse). L'opération doit être réalisée en conditions de sécheresse sinon le pollen récolté s'agglomère au contact de l'eau. La fleur doit être entrouverte, renversée au-dessus d'une feuille de papier et légèrement tapotée. Afin de récupérer le pollen adhérent aux pétales, l'intérieur de la fleur peut être brossé à l'aide d'un gros pinceau. Le pollen est ensuite mis dans une boîte fermée et stocké jusqu'à l'heure de la pollinisation. Le pollen prélevé dans une fleur permet de polliniser 50 fleurs environ.

- La pollinisation : si la pollinisation est pratiquée avant l'anthèse de la fleur, la fleur doit être entrouverte mécaniquement. Un pincement sur sa partie bombée suffit généralement à faire ressortir le stigmate qui peut alors être badigeonné de pollen compatible à l'aide d'un pinceau à poils souples. Si la pollinisation est effectuée le matin suivant l'anthèse, la fleur étant alors déjà entrouverte, seul le badigeonnage de pollen est nécessaire.



○ La gestion des fécondations et de la production : sauf accident climatique majeur (pluies diluviennes, par exemple), la pollinisation manuelle est sûre à 100 %. De plus, elle assure une production de pitayas de qualité, en termes de calibre, si, toutefois, la charge totale en fruits n'est pas excessive. Il peut donc être nécessaire de maîtriser cette charge, c'est-à-dire de répartir les pollinisations sur la plante et d'une vague de floraison à l'autre. Lorsque la floraison est importante, il est indispensable de limiter le nombre de fleurs pollinisées en ne traitant qu'une fleur sur deux lorsqu'elles sont proches. La fleur non pollinisée devra alors être éliminée pour éviter une fécondation libre qui conduirait à la production d'un fruit non conforme aux exigences de qualité. La pratique de pollinisation contrôlée permet de prévoir facilement la date de récolte qui aura lieu 30 j après la pollinisation (**FABRICE LE BELLEC**).

#### ✓ **Utilisation de GIBB 3 (acide gibbérellique GA<sub>3</sub>) :**

○ En cas de mauvaises conditions de floraison suite à un temps froid – humide pendant la floraison.

○ Juste après le gel (idéalement dans les 12 heures qui suivent) pour obtenir des fruits parthénocarpes, tant que le cœur du fruit est encore intact du bourgeon vert à la fleur. En cas de gel tardif précoce (début de la floraison) : il convient d'appliquer immédiatement le produit + 10 jours après la pleine floraison.

○ Plantations avec peu de boutons ou des boutons de mauvaises qualités : Appliquer lorsque 30 % de la floraison est ouverte + après la pleine floraison.

○ Dans les jeunes plantations (3 à 6 ans) pour stimuler, lorsque 30 % environ de la floraison est ouverte.

#### ✓ **L'évaluation de la viabilité de pollen :**

○ Évaluation de la viabilité du pollen à l'aide de tests colorimétriques :

Il existe deux types de tests colorimétriques. Le premier produit une réaction avec des molécules spécifiques alors que le second est lié à une activité physiologique particulière.

Ces tests sont basés sur la propriété qu'ont certains colorants de réagir en présence de molécules organiques. La concentration de ces molécules déterminera

l'intensité de la coloration qui indiquera l'état de maturation du grain de pollen (**Stanley & Linskens, 1974**).

**Tableau 18** : Colorants spécifiques de molécules présentes dans les grains de pollen, utilisés pour des tests colorimétriques

Colorant	Molécule cible	Couleur produite	Référence
'satine	Proline	N.S.	<b>PALFI et GULYAS</b> 1985
Carmin acétique	ADN et ARN	Rouge carmin	<b>STANLEY et</b>
Iodure de potassium	Amidon	Bleu foncé	<b>STANLEY et LINSKENS</b> 1974
Bleu aniline	Callose	Fluorescent jaune vert	<b>MARTIN</b> 1959
Colorant d'Alexander <sup>2</sup>	.. N <sub>s</sub> 1	Cytoplasme en rose paroi en vert	<b>OWCZARZAK</b> 1952 <b>ALEXANDER</b> 1969

La réalisation de tests colorimétriques (ou cytochimiques) pour évaluer la viabilité de lots de pollen permet d'obtenir rapidement des résultats. Ces méthodes sont précises pour identifier les grains de pollen dépourvus de cytoplasme ou sans contenu enzymatique, qui sont incapables de germer. Cependant, étant donné la présence de grains ne pouvant être rangés dans les catégories vivant ou mort du fait de leur coloration intermédiaire, d'autres tests ont été mis au point afin d'augmenter la fiabilité des résultats.

- Évaluation de la viabilité du pollen à l'aide de tests physiologiques rapides :

Il s'agit soit de dosages de molécules vitales comme l'adénosine triphosphate (ATP) et les glucides endogènes (**Ching & al. 1975, Stanley & Poostchi, 1961**), soit de mesures traduisant l'intégrité cellulaire (**Ching & Ching, 1976**), soit de la mesure de la respiration des échantillons de pollen (**Binder & Ballantyne, 1975**).

**Towill (1985)** souligne toutefois que ces tests rapides nécessitent une quantité appréciable de pollen pour leur réalisation. À titre d'exemple, il faut 30 mg de pollen pour mesurer la conductivité (**Ching & Ching, 1976**) et de 10 à 100 mg pour doser l'ATP (**Ching & al., 1975**).

- Évaluation de la viabilité du pollen à l'aide d'un test de germination *in vitro* :

Les tests de germination *in vitro* donnent assez rapidement une bonne évaluation de la qualité des échantillons de pollen (**Moody & Jeu, 1990**). Les avantages en sont

multiples :

- ces tests n'exigent qu'une très faible quantité de pollen (moins de 0,1 ml) ;
- les résultats s'obtiennent assez rapidement, de quelques heures pour le pollen des arbres feuillus à quelques jours pour le pollen des arbres résineux ;
- les résultats obtenus sont reproductibles ;
- à la différence des tests cytochimiques, la germination *in vitro* fait appel à la capacité du pollen à émettre un tube pollinique\*, mécanisme qui est celui qui se produit dans la nature lors d'un croisement. Ainsi, l'information fournie est-elle plus rigoureuse.

#### ✓ **Élongation du tube pollinique :**

C'est l'intine, membrane interne du grain de pollen, qui donne naissance au tube pollinique. La croissance du tube pollinique se fait, en partie, grâce à l'addition de fragments de membrane à l'extrémité du tube en croissance. Cependant, cette fusion n'est pas suffisante pour qu'on observe la progression du tube. Le réseau de microfilaments qui assurent la rigidité du tube pollinique doit être suffisamment détendu pour que la pression osmotique interne du tube permette l'allongement. Les deux facteurs qui interviennent dans l'allongement du tube pollinique sont influencés par la concentration du milieu en ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), qui doit être comprise entre  $10^{-5}$  et  $10^{-2}$  M (**Picton & Steer 1983**).

#### ✓ **Recommandations pratiques pour les arboriculteurs :**

- **Attention** : lorsque les abeilles butinent en période de floraison, aucun traitement n'est autorisé même avec un produit portant la « mention abeille ». Il faut donc traiter soit tard le soir, soit tôt le matin (avant la sortie des abeilles butineuses).
- Lors de traitements insecticides, avant ou après floraison du verger, ne pas intervenir en présence de fleurs dans l'enherbement (pissenlit, trèfle blanc, plantin ...), et dans le proche environnement du verger.
- Il faut donc raisonner l'entretien de l'enherbement (girobroyage).
- Respecter la réglementation qui interdit les mélanges insecticides-fongicides (pyréthrinoïdes –triazoles IBS) : mortalité d'abeilles dans certains cas.

- Il est important de connaître l'action et la conduite à suivre pour chaque produit afin d'en limiter l'impact sur les abeilles.

## Conclusion

La pollinisation est un facteur de production intervenant sur des secteurs agricoles aussi variés que l'arboriculture fruitière, les productions de semences et les cultures sous abris. Son importance, sur les rendements et sur la qualité des productions, est aujourd'hui de plus en plus admise. Cependant, sa mise en œuvre demeure souvent aléatoire car on sait peu de choses sur les mécanismes réels qui sont mis en jeu dans la diversité des pratiques agricoles.

Aujourd'hui, et avec la technologie actuelle nous avons tous les moyens permettant d'aborder ces problèmes de pollinisation de façon plus approfondie. Ces études permettront la conception d'une véritable pollinisation raisonnée utilisant des techniques nouvelles, ainsi que des dispositifs et des insectes pollinisateurs appropriés (abeilles et autres insectes floricoles).

Par le biais d'une collaboration entre les agriculteurs et les agronomes et les laboratoires de recherches agronomiques, on peut avoir des solutions pratiques qui visent la résolution des différents problèmes de la pollinisation et de la fécondation chez le cerisier et d'autres essences fruitières, ou les agriculteurs peuvent partager leurs solutions traditionnelles à la pollinisation, les associer à des pratiques scientifiques, et observer les résultats durant toute la période végétative, et où les scientifiques peuvent documenter les pratiques agricoles respectueuses des pollinisateurs couronnées de succès et compiler un ensemble d'outils et de meilleures pratiques de gestion qui peuvent être appliqués aux efforts de développement et de l'amélioration de la production des cerises.

## Références bibliographique

1. LYANNAZ J.P., 1994.-Floral induction study in mango in Guadeloupe, *Fruits* 49, P, 355–356.
2. MULLER HERMANN, 1873.- Die Befruchtung der Blumen clurch Insekten, Leipzig, p. 367.
3. LAVIALLE P., 1926.-Sur le polymorphisme de l'androcée chez *Knautia arvensis* Coult. (*Comptes rendus Acad. d. Sciences*, CLXXXII, P, 133.
4. ALCARAZ C., 1982. La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse Doct. D'état Univ. Perpignan. France, P, 415.
5. BARBEAU G., 1990.-La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique, *Fruits* 45, P, 141–174.
6. BAUVIN J. P., LATEUR M., POPULER C., 1987. -La résistance aux maladies chez les anciennes variétés d'arbres fruitiers : évaluation et valorisation commerciale. *Med. Fac. Land bouw*, P, 763- 769.
7. BENEST M., 1985. -Evolution de la plateforme de l'Ouest Algérien et du Nord Est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie milieu de dépôt et dynamique sédimentaire. *Doc, Lab. Géol. Lyon n°95 (fasc. 1) département des sciences de la terre Univ. Claude-Bernard Lyon 1*, P, 367.
8. BENTTAYEB Z. E., 2003. - Performance du greffage des arbres fruitiers, P, 64.
9. BENZI LUIGI BERLIOCCHI F., 1999. - L'histoire des plantes en méditerrané art et botanique. *Compte des éditions actes sud, Motta*, P, 175.
10. BOFFELLI E. & SIRTORI G., 2002. -Le Grand livre de la taille et de la greffe. Editions de vecchi S. A., P, 310.
11. BONNEMAISON L., 1972. - Les ennemis animaux des plantes cultivées des forets III.
12. BOSKOVIC R. RUSSEL K. TOBUTT K.R., 1997.-Inheritance of stylar ribonucleases in cherry progenies, and reassignment of incompatibility alleles to two compatibility groups, *Euphytica*, 95, P, 221-228.
13. BOSKOVIC R. TOBUTT K.R., 1996.- Correlation of stylar ribonuclease zymograms with incompatibility alleles in sweet cherry, *Euphytica*, 90, P, 245-250.
14. BOSKOVIC R. TOBUTT K.R., 2001.-Genotyping cherry cultivars assigned to incompatibility groups, by analysing stylar ribonucleases, *Theor Appl Genet*, 103, P, 475-485.

15. BOSSER J., CADET T., GUEHOJ., MARAIS W., 1984.-Flore des Mascareignes, Tome 103, Famille des Cactaceae, Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, Paris, France, P, 1–8.
16. BOURRIQUET G., 1954.-Le vanillier et la vanille dans le monde, Ed. Paul Lechevalier, Paris, France, P, 740.
17. BOYLE T. H. & al., 1995.- J. Amer. Soc. Hort. Sci., 120 , P, 313-317.
18. BRABHU.A.V, KHELFAKANE K., BEKAL .S, 1992. Université de TIZI-OUZOU. Institut de biologie. Edition: Collection des cours de biologie. Alger. P, 43-44.
19. BRETAUDEAU J., 1979. - Tailles et greffes de nos arbres fruitiers. Edition J. B. Balliere, P, 107.
20. BRETAUDEAU J., 1980. - Création des formes fruitières. Edition J. B. BAILLIERE, P, 83.
21. BRETEDEAU J., 1979. - Atlas d'arboriculture fruitière, collection des techniques horticoles spécialisées, Edition J. B. BAILLIERE. Volume III, P, 108 - 140.
22. BRETON S., 1972. - Le cerisier. Institut National de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons (INVUFLEC), P, 253.
23. BRICHETEAU J., 1954. Esquisse pédologique de la région de Tlemcen-Temy, Ann. înst. Agr. Serv. Rech. Exp. Agri. D'Algérie, Alger, P, 28.
24. BULIT J. & RIDE M. ,1957. - Observations sur les dépérissements du cerisier en France. Bull. tech. Inform., P, 123.
25. CADET T., 1977.-La végétation de l'île de la Réunion, étude phytoécologique et phytosociologique, Univ. la Réunion, thèse, Saint-Denis, île de la Réunion, France.
26. CAI G. & al., 2013.- Plants, 2 , P, 87-106.
27. CALVET C, 1966. - Arboriculture fruitière. Edition. B. BAILLIERE et Fils, P, 381.
28. CHEN D. & ZHAO J., 2008.-Physiologia Plantarum, 134 , P, 202-215
29. CLAIR A., 1973. Notice explicative de la carte lithologique de la région de Tlemcen au 1/10000.
30. CIAVERIE, 2005. De la taille à la conduite des arbres fruitiers. Edition Rouergue. P, 60-70
31. CLEMENT G. M. ,1981. - Larousse Agricole, P, 257- 258.
32. CLEMENT. P., HARRIS A., DAVIS J, 1996. Les moineaux, les pinsons, les canaris, les serins, et tous les Fringillidés, Estrilidés et Passsésidés du monde. Edition bibliothèque de naturaliste. Paris P, 192-193
33. COLAS F. & MERCIER. S., 2000.- Evaluation et maintien de la viabilité des pollens utilisés dans le programme d'amélioration des arbres, mémoire de recherche n°135, Québec, P, 98.
34. Collignon B., 1986. Hydrologie appliqué des aquifères karstiques des Monts de

- Tlemcen (Algérie). Tome 1 Thèse de Doct, Nouveau régime, en hydrogéologie régionale Univ. D'Avignon, P, 118.
35. CORBAZ R. ,2001. -Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture. Le verger conservatoire, mine d'or pour les hybrideurs, P, 21- 22.
  36. COUTANCEAU M. ,1962. - Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuses. Edition J. B. BAILLIERE et Fils, P, 575.
  37. CRANE M.B. Brown A.G., 1937.-Incompatibility and sterility in the sweet cherry, *Prunus avium* L., J Pomol Hort Sci, 15, P, 86-116.
  38. CRAWFORD B. C. W. ANS YANOFSKY M. F., 2008.- Current Biology, 18 , P, 972-978.
  39. DAHMANI M., 1984. Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolm* Lamk) des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Thèse Doct.3<sup>eme</sup> cycle, Univ. Des Science et de la technologie Houari Boumediène Alger, P, 238.
  40. DAUBRESSE BALAYER M., 1999.-Le pitahaya, Fruits oubliés 1, P, 15–17.
  41. DE CORDEMOY E.J., 1895.-Flore de l'île de la Réunion, Libr. Sci. Nat., Paul Klincksieck, Paris, France, P, 574.
  42. DE CUYPER B. SONNEVELD T. TOBUTT K.R., 2005.-Determining self-incompatibility genotypes in Belgian wild cherries, Mol Ecol, 14, P, 945-955.
  43. DERAVAL D'ESCLAPON G., 1967. - Traité pratique d'arboriculture fruitière méridionale.
  44. Dossier de presse de la Conférence internationale "Biodiversité : science et gouvernance", chapitre "La perte d'un service écologique essentiel : la pollinisation", <http://www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/dpbiodiversite.pdf>.
  45. Dossier INRA "Biodiversité des pollinisateurs et agriculture", [http://www.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous/dossiers\\_scientifiques/biodiversite](http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/biodiversite).
  46. Dossier INRA "Mesure de l'importance agronomique et économique des insectes pollinisateurs", <http://www.inra.fr/presse>.
  47. DUSSERT L., 1957. - Les productions fruitières dans la zone Franc. Chargé de mission JOUVE P.
  48. EL AMAMI S. 1977. - Le livre de l'agriculture. Edition: BOUSLAMA TUNIS; tomeI, P, 657.
  49. Expérience BIODDEPTH montrant que la productivité augmente avec la diversité spécifique dans des communautés végétales, <http://www.cnrs.fr/cw/fr/pres/compress/loreau.html>.
  50. FAUDRIN J. C., 1987. - Cultures fruitières. Bilan phytosanitaire des rosacées à noyau. Phytoma- défense des cultures.
  51. FAURE Y. & BRETAUDEAU J., 2008. -L'atlas de l'arboriculture fruitière volume 4 .ÉDITIONS TEC ET DOC / LAVOISIER. P, 133-173
  52. FONTAINE C. DAJOZ I. MERIGUET J. LOREAU M., 2006.- Functional diversity of plant pollinator ,interaction webs enhances the persistence of plant communities, PLoS Biology., 4,29-135, [http://biology.mcgill.ca/faculty/loreau/pdfs/Fontaine\\_06.pdf](http://biology.mcgill.ca/faculty/loreau/pdfs/Fontaine_06.pdf).



53. FRANKLIN-TONG V.E. FRANKLIN F.C.H., 2003.-The different mechanisms of gametophytic self-incompatibility, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 1025-1032.
54. GAUTIER M., 1978. - *L'arboriculture fruitière, nouvelle encyclopédie des connaissances agricoles* ; Hachette, P, 253.
55. HECTOR A. & al., 1999.- Plant diversity and productivity experiments in European grass lands, *Science* 286, P, 1123-1127,  
<http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/286/5442/1123.pdf>.
56. HERRERA G.L., MARTINEZ DEL RIO C., 1998.-Pollen digestion by new world bats: effects of processing time and feeding habits, *Ecology* 79, P, 2828–2838.
57. HIGASHIYAMA T. & HAMAMURA Y., 2008.- *Sex Plant Reproduce*, 21, 17-26.
58. HIGASHIYAMA T., 2010.- *Plant & Cell Physiology*, 51(2), 177-189.
59. INRA d'Avignon, Unité d'écologie des invertébrés (UMR 406), équipe de recherche travaillant sur la pollinisation, <http://www.avignon.inra.fr/internet>.
60. ITIKAVA D., 1965. - Flow ring dates of cherries. *J. met. Res.*, P, 16,17,508.
61. KLEIN A. STEFFAN-DEWENTTER M.I. & TSCHARNTKE T., 2003.- Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *The Proceedings of the Royal, Society of London, Series B* 270,955-961.  
[http://wwwuser.gwdg.de/~uaoe/pdf/paper/ProcRoyalSoc2003,270\\_955-961.pdf](http://wwwuser.gwdg.de/~uaoe/pdf/paper/ProcRoyalSoc2003,270_955-961.pdf).
62. KUBOYAMA T. CHUNG C. S. & TAKEDA G., 1994.-*Sex Plant Reproduce*, 7, P, 250-258.
63. LAROUSSE J., 1991. - *La conserve appertisée. Aspects scientifiques techniques et Economiques*, P, 484- 486.
64. LAUMONNIER R., 1960. - *Cultures fruitières méditerranéennes. Bibliothèque d'horticulture pratique. Edition J. B. BAILLIERE ET FILS*, P, 453.
65. LAUPRETRE, 1973. - *Défonce des cultures pérennes (Arbres fruitiers à noyaux).C. PER.3/ DEF. CUL/ ETU. DOC*, P, 32.
66. LAVERGNE R., 1984.-*Fleurs de Bourbon, Tome 7, Impr. Cazal, Saint-Denis, France*, P, 173–191.
67. LE BELLEC F., 1993.-*Le patrimoine fruitier de l'île de la Réunion, Cirad-Flhor, Doc. interne, Montpellier, France*, P, 53.
68. LE BELLEC F., 2000.- RENARD V., *Tropical fruits, the compendium, Orphie-Cirad, France, Barcelone, Espagne*, P, 190.
69. LE BELLEC F., JUDIT R.C., DIJOUX S., SCHRODER A., 1997.-*La pitahaya à l'île de la Réunion, un nouveau fruit bien séduisant, Fruitrop* 41, P, 17–18.
70. LE BELLEC F., JUDITH R.C., 1999.-*La pitahaya à la Réunion, bilan et perspectives, Cirad, Doc. interne, Saint-Pierre, France*, P, 20.
71. LE BELLEC F., JUDITH R.C., 2002.-*La pitaya (Hylocereus sp.) en culture de diversification à l'île de la Réunion : stratégie d'accompagnement de son développement, Fruits* 57, P, 219– 229.
72. LE BELLEC, STERN R.A., GAZIT S., 1998.-*Pollen viability in lychee, J. Am. Soc. Hortic. Sci*, P, 123,41-46.
73. LE GLORU P. & BOULAY H., 1965. - *Méthodes modernes de conduits des arbres fruitiers. Edit. G. M Perrin*, P, 229.
74. LE GLORU P., 1963. - *Le problème de la culture du cerisier en petites formes. Fruits*

- belges, P, 271.
75. LEE C. B. & al., 2000.- Sex Plant Reproduce., 21 , P, 183-195.
  76. LENFANT J., 1964. - Atlas des ennemies et maladies. Editions ponsot.
  77. MATTHEUS P. DOW K.P., 1969.-Incompatibility groups, sweet cherry (*Prunus avium*), In, Knight RL (ed), Abstract bibliography of fruit breeding and genetics to 1965, *Prunus*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, P, 540-544.
  78. MAZOYER M., 2002. - Larousse Agricole. Assisté d'AUBME M., BERNOND A.
  79. METZ C., NERD A., MIZRAHI Y., 2000.-Viability of pollen of two fruit crop cacti of the genus *Hylocereus* is affected by temperature and duration of storage, *HortScience* P, 35, 22–24.
  80. MIZRAHI Y., NERD A., NOBEL P.S., 1997.-Cacti as crop, *Hortic. Rev.* 18, 291–320.
  81. MOLLET J-C. & al., 2013.- *Plants*, 2 , P, 107-147.
  82. MONFREDA, C., N. RAMANKUTTY et J.A. FOLEY. 2008. Répartition géographique des zones de cultures, les rendements, les types physiologiques, et la production primaire nette dans l'année 2000. Les cycles biogéochimiques. Université du Minnesota Institut sur l'environnement avec des données provenant. *Agriculture de la planète: 2. mondiaux*.
  83. MONTGOMERY H. B. & MOORE M. H., 1954. - The control of bacterial canker and leaf spot in sweet cherry. *J. of pomologie*, P, 21.
  84. MOORE J., 2003. - *The Gardeners Handbooks- Fruits and vegetables*. Edition EYROLLES ISBN 2- 212-11455- 9; Copyright, Weldon Owen Pty Ltd., P, 288.
  85. N'GUYEN V.K., 1996.-Floral induction study of dragon fruit crop (*Hylocereus undatus*) by using chemicals, *Univ. Agric. Forest., Fac. Agron., Hô Chi Minh-Ville, Vietnam*, P, 54.
  86. NERDA., MIZRAHI Y., 1997.-Reproductive biology of cactus fruit crops, *Hortic. Rev*, P, 18, 321– 346.
  87. NORMAND F., 2002.-De la fleur au fruit : étude et modélisation de la floraison, de la fécondation- fructification et de la croissance du fruit chez le goyavier-fraise (*Psidium cattleianum*), Institut national agronomique Paris-Grignon, thèse, Paris, France.
  88. OKUDA S. & al., 2009.- *Nature*, P, 485 , 357-361.
  89. ONELLI E. MOSCATELLI A., 2013.- *Plants*, P, 2 , 211-229.
  90. OUKABLI A., 1994.- Influence de la nature de 6 types de pollen sur les caractéristiques pomologiques des fruits du Pistachier cv. Moteur. *Rev. Rés. Amélior. Prod. Milieu Aride*, P, 6, 241-249.
  91. OUKABLI A., 2004- le cerisier une zone de culture d'altitude, transfère de la technologie ; ministère de l'agriculture et du développement rurale, P,1-4.
  92. OUKABLI A., L.D. WALLALI A. LANSARI A. ABOUSALIM N. MICHAUX- Ferrière et J. EGEA., 2001.- Développement du sac embryonnaire et événements de la fécondation chez l'amandier autocompatible *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. cv 'Tuono', *Revue Fruits*, P, 56(2), 93-99.
  93. OUKABLI A., LANSARI A., WALLALI, L.D., ABOUSALIM A., EGEA J. et N. MICHAUX Ferrière, 2000.- Self and cross pollination on pollen tube growth and fertilization in self-compatible almond *Prunus dulcis* Tuono, *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology*, P, 75(6), 739-744.

94. OUKABLI A., MAMOUNI A. & ALLAOUI M., 2007.- Le caractère d'auto- et d'inter-compatibilité chez les clones marocains d'abricotier, ALAWAMIA.
95. OUKABLI L.D. WALLALI A. LANSARI A. ABOUSALIM., 2000.- Inbreeding consequences linked to self-compatibility in almond (*Prunus dulcis* L.), *Nucis* 9, FAOCHEAM NEWSLETTER.
96. PALANEVELU R., TSUKAMOTO T. WIRES DEV BIOL., 2011.- doi, 10.1002/wdev.6.
97. PESSON P., LOUVEAUX J., 1984.-Pollinisation et productions végétales, Institut national de la recherche agronomique, Paris, France, P, 10–99. F.
98. PONTOPPIDAN A. & LOUIS J., 2001. - Manuel de taille douce. Arbres fruitiers et d'ornement. P, 125.
99. Project ALARM (Assessing LArge scale Risks for biodiversity with tested Methods), module “Pollinators loss”, <http://www.alarmproject.net.ufz.de/index.php?pid=4140>.
100. REBOURS H., 1968. - Fruit méditerranéens, autres que les agrumes, P, 172-177.
101. RENAUD M., 1959. - La taille des arbres fruitiers à noyau, P, 39, a.
102. RENAUD M., 1959. - Mémoire du moniteur de taille, P, 28, b.
103. RIDE M., 1962. - La bactériose des arbres fruitiers. Bull. tech. Inform. P, 167.
104. RIVALS P., 1960.-Les espèces fruitières introduites à la Réunion, Impr. A. Gomes, Toulouse, France.
105. ROSSET P. L. & CORBAZ R., 1991. - Comportement de quelques anciennes variétés fruitières d'origine suisse à l'arboretum d'Aubonne. P, 185-194.
106. SARGER J., 1972. - Technique particulière de taille de formation et de mise à fruit des cerisiers. Moselle fruits. Horticulture Mosellane, pp 11-14.
107. SCHUSTER M. FRUH S., 2005.-Bestimmung Der S-Allel in Brennkirschensorten (*Prunus Avium* L.) Erwerbsobstbau, 47(2/3), 40-45.
108. SONNEVELD T. ROBBINS T.P. BOSKOVIC R. TOBUTT K.R., 2001.-Cloning of six cherry self-incompatibility alleles and development of allele-specific detection, *Theor Appl Genet*, 102, 1046-1055.
109. SONNEVELD T. ROBBINS T.P. TOBUTT K.R., 2006.-Improved discrimination of self-incompatibility S-RNase alleles in cherry and high throughput genotyping by automated sizing of first intron polymerase chain reaction products. *Plant Breeding*, 125, 305-307.
110. SONNEVELD T. TOBUTT K.R. ROBBINS T.P., 2003.-Allele specific detection of sweet cherry self-incompatibility (S) alleles S1 to S16 using consensus and allele-specific primers. *Theor Appl Genet*, 107, 1059-1070.
111. SWANSON R. EDLUND A. F. & PREUSS D., 2004.-*Annu. Rev. Genet.*, 38, 793-218.
112. TAKEUCHI H. & HIGASHIYAMA T., 2011.- *Current Opinion in Plant Biology*, 14 , 614-621.
113. TAYLOR L. P., 1997.-*Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 48, 461-491.
114. TROUETTE E., 1898.-Introduction de végétaux à la Réunion, NID, Saint-Denis, France.
115. TRUET H., 1950. - Arboriculture fruitière en Afrique du nord. La maison de livre- Alger, nouvelle édition, 419pages.

116. TRUFFAUT G., 1982. - Comment on soigne son jardin. Avec la collaboration de :  
GIORDANIE L., LAMBERT C., MIOULANE P., VERON G.; Bords, P, 177- 205.
117. ULRICH R., 1952. - La vie des fruits, éditions Masson et Cie, P, 369.
118. VAISSIER B.E., RODET G., COUSIN M., BOTELLA L., 1996.-Torre Grossa J.P.,  
Pollination effectiveness of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in a kiwifruit orchard,  
Ann. Entomol. Soc. Am. P, 89, 453-461.
119. VAUGHAN S.P. RUSSEL K. SARGENT D.J. TOBUTT K.R., 2006.- Isolation of S-  
locus F-box alleles in Prunus avium and their application in a novel method to  
determine self-incompatibility genotype, Theor Appl Genet, P, 112, 856-866.
120. WEISS J., NERD A., MIZRAHI Y., 1994.-Flowering behavior and pollination  
requirements in climbing cacti with fruit crop potential, Hort Science, P, 29, 1487-  
1492.