

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

*MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES*

*Pour l'obtention du diplôme de*

**(MASTER 2 EN AGRONOMIE)**

**Spécialité: AMELIORATION PRODUCTION VÉGÉTAL**

*THÈME*

*Effets de la variabilité de deux doses différentes de bore sur  
deux stades phénologique de la floraison sur : la fécondation et  
nouaison du poirier (variété Santa Maria)*

*PRÉSENTÉ PAR*

*BOUDINAR MOURAD*

*MILIANI SOFIANE*

*ENCADREUR*

*Dr.TADJA*

*EXAMINATEUR*

*Dr .Labdaoui Djamal*

*Dr. Ghelamallah Amine*

*Année universitaire : 2017-2018*

# Remerciements

Nous remercions Dieu pour la santé la foi et le courage dont il nous a dotés, ainsi que la patience et la force pour réussir nos études et achever ce modeste travail.

Nous adresserons nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de cette étude, ainsi qu'à la réussite de cette formidable formation qui a duré Cinq ans.

Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur monsieur Dc.Tadja, d'avoir bien voulu nous encadrer. Il s'est montré, toujours à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire. Nous lui disons encore merci, pour le très temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

Nos remerciements les plus respectueux vont au service agricole de la Wilaya de Ain Defla.

Nous exprimons notre gratitude à toute nous familles pour leur contribution, soutien et patience tout au long de notre cursus universitaire.

Enfin, nous remercions également tous ceux qui ont Participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

*Mourad. et Sofiane*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents **Boudinar Mohamed** et **Ferk̄tou Keltoum** en témoignage, de mon profond respect et de l'amour que j'éprouve à leurs egars..Je vous exprime toute ma gratitude pour les sacrifices que vous avez consentis. Vous m'avez donné toute l'attention et tout l'amour qu'un être puisse espérer,*

*Aucun de mes mots ne saurait exprimer l'ampleur de ma reconnaissance.*

*Merci pour vos instructions, votre soutien, que le tout puissant vous accorde une bonne santé et longue vie.*

*A mes chères sœurs **Fatiha** et **Aida** le symbole de la patience et de la tendresse.*

*A toute la famille **Boudinar, Ferk̄tou***

*A mes enseignants dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

*Je n'oublie bien évidemment pas mes amis, **Hicham** , **Ibrahim** , **Djaouida** , **Souad**, **Linda** , **Sofiane** , **Abd el Kader***

*Je les remercie chaleureusement pour tous les agréables moments passés ensemble.*

*A tous ceux qui ont contribué à l'élaboration ce mémoire, je dis :*

**Merci**

**Mourad**

# Dédicaces

*Avec tout l'amour qui se trouve dans mon cœur,  
je dédie mon travail à la mémoire de mon père ,qu'il repose en paix,  
à ma mere, qui m'a aidé à suivre le chemin de la science, qui m'a toujours  
encouragé .*

*A mes parents qui n'ont pas cessé de se sacrifier pour leur mon bien être ,pour ma  
réussite et mon bonheur.*

*A mes frères ; Ahmed,Mourad,Aissa,Hocine et Azzedine*

*A mes nieces :Somaya, Ritadje, Feriala et Baraa.*

*A mes neveux :Ouass,Iyad,Abd Rahmane,Abd latif*

*A mes sœurs Kheira et Amina.*

*A toute la famille Miliani Bousaidi.*

*A mes amis :,Mohamed,Madjid.*

*A tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire , je dis :*

*Merci*

*sofiane.*

# Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

**Introduction.....01**

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre I : Importance économique du poirier**

#### **1. Importance économique**

1.1 Dans le monde .....03

1.2 En Algérie .....04

### **Chapitre 2 : ETUDE ET RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

**2. Origine de poirier.....04**

2.1 Origine géographique.....04

2.2 Origine génétique .....04

2.3 Taxonomie .....05

**3. Histoire et évolution .....06**

3.1 Dans le monde .....06

3.2 En Algérie .....06

**4. Morphologie et physiologie .....07**

4.1 Partie sous –terreine .....07

4.2	Développement racinaire .....	07
4.3	Partie aérienne .....	08
<b>5.</b>	<b>cycle de développement annuel et stades phénologiques .....</b>	<b>18</b>
5.1	Rythme annuel de l'arbre .....	19
5.1.1	Période de dormance .....	19
5.1.2	Période active de végétation .....	19
5.2	Différents stades .....	20
5.2.1	Débourrement ou éclatement des bourgeons .....	20
5.2.2	Développement floral .....	20
5.3	Induction florale .....	20
5.4	Initiation florale .....	21
5.5	Floraison .....	21
5.5.1	Influence de la condition climatique sur la floraison .....	21
5.5.2	Influence des techniques culturales et de la porte greffe .....	22
6.	Pollinisation .....	22
6.1	Durée de pollinisation effective .....	24
6.2	Facteur agissant sur la pollinisation effective.....	25
6.3	Fécondation .....	25
6.4	Nouaison .....	26
6.5	Grossissement du fruit .....	27
6.6	Maturation .....	28
6.7	Sénescence .....	28

<b>6.8</b>	Illustration (Stades phénologiques) .....	29
7	Variétés de porte-greffe .....	35
7.1.1	Les cognassiers .....	35
7.1.2	Francs .....	36
<b>8</b>	<b>Principales variétés de poirier .....</b>	<b>37</b>
8.1	Variétés cultivées .....	37

### **Chapitre 3 : Exigences et conduite de la culture**

<b>9</b>	<b>Exigence climatiques et édaphiques</b>	
9.1	Exigence climatiques .....	41
9.1.1	Température .....	41
9.1.2	Pluviométrie .....	42
9.1.3	Hygrométrie .....	42
9.1.4	La lumière .....	42
9.1.5	Altitude .....	43
<b>9.2</b>	<b>Exigences édaphiques .....</b>	<b>43</b>
9.2.1	Paramètre physiques .....	43
9.2.2	Paramètres chimiques .....	45
<b>10</b>	<b>Irrigation .....</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>Fertilisation .....</b>	<b>47</b>

11.1	Fumure .....	47
11.2	Besoin annuelles .....	48
<b>12</b>	<b>les éléments minéraux .....</b>	<b>49</b>
12.1	Les interactions entre les éléments minéraux .....	49
12.2	Rôle des éléments minéraux .....	53
<b>13</b>	<b>Mise en place de la culture .....</b>	<b>66</b>
13.1	Choix de porte-greffe .....	66
13.2	Choix de variété .....	66
13.3	Préparation du sol .....	66
13.4	La plantation .....	67
13.5	Entretien du sol .....	67
<b>14</b>	<b>La taille .....</b>	<b>68</b>
<b>15</b>	<b>Description des ravageurs et maladies de poirier .....</b>	<b>71</b>
<b>16</b>	<b>Problématique de production, contraintes et solutions .....</b>	<b>85</b>
<b>17</b>	<b>Connaissances générale sur le bore .....</b>	<b>88</b>

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **Chapitre 4 : Matériels et Méthodes**

<b>1.</b>	<b>Présentation de la Zone d'étude .....</b>	<b>91</b>
1.1	Wilaya d'Ain Defla .....	91

1.2	Commune Arib .....	92
1.2.1	Situation géographique .....	93
1.2.2	Caractéristiques climatiques .....	93
<b>2.</b>	<b>présentation de la culture d'études .....</b>	<b>97</b>
2.1	Présentation de la parcelle d'étude .....	99
2.2	Techniques culturales appliquées .....	99
<b>3.</b>	<b>Matériel et moyens .....</b>	<b>100</b>
3.1	Matériel végétale .....	100
3.2	Produit utilisé .....	101
3.3	Protocole expérimentale .....	101
3.4	Matériel de traitement .....	103
3.5	Dose et période de traitement .....	104
3.6	Rôle physiologique du bore .....	104
3.7	Méthodologie de travail .....	104
3.7.1	Marquage des arbres .....	104
3.7.2	Conditions des traitements .....	105
3.7.3	Comptage des fruits noués .....	106

## **Chapitre 5 : Résultat et discussion**

1. Résultats .....	108
1.1 Nombre des fruits noués, Stade de début de floraison .....	108
1.2 Nombre des fruits noués, Stade au plein de floraison .....	109
2. Traitement statistique du nombre de fruits noués .....	110
3. Etude économique .....	115
4. Discussion .....	116
<b>Conclusion</b> .....	<b>118</b>
<b>Référence bibliographiques</b> .....	<b>119</b>
<b>Liste des annexes</b>	

# Liste des Tableaux

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau n° 01</b>	évolution de la culture de poirier dans le monde (F.A.O, 2015).	<b>03</b>
<b>Tableau n° 02</b>	Évolution de la culture de poirier en Algérie (F.A.O, 2015).	<b>04</b>
<b>Tableau n° 03</b>	classification de poirier (Lafaon et al.1996).	<b>05</b>
<b>Tableau n° 04</b>	Composition nutritionnelle de poirier, (CTIFL, 2000).	<b>18</b>
<b>Tableau n°05</b>	stades phénologiques de poirier selon l'échelle BBCH (Brnard.1952)	<b>30</b>
<b>Tableau n°06</b>	les principaux stades phénologiques du poirier selon l'échelle BBCH (Brnard.1952)	<b>33</b>
<b>Tableau n° 07</b>	Tolérance de la culture de poirier à la salinité du sol CEe (FAO, Bulletin n° 29).	<b>45</b>
<b>Tableau n° 08</b>	Estimation des besoins annuelles du poirier pour un rendement de 1 tonne /ha1,( BOULAY et al , 1984 ) .	<b>49</b>
<b>Tableaux n°09</b>	Evolution de la culture de poirier dans la wilaya d'Ain defla , (D.S.A. 2017).	<b>91</b>
<b>Tableau n° 10</b>	fiche technique du verger d'étude	<b>98</b>
<b>Tableau n° 11</b>	Programme d'irrigation fertilisant	<b>99</b>
<b>Tableaux n°12</b>	Calendrier des traitements phytosanitaires	<b>100</b>
<b>Tableau n° 13</b>	Nombre des fruits noués (nombre des fruits / arbre)	<b>109</b>
<b>Tableau n° 14</b>	Nombre des fruits noués (nombre des fruits / arbre)	<b>110</b>
<b>Tableau n° 15</b>	Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 1	<b>111</b>
<b>Tableau n° 16</b>	Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 2	<b>112</b>
<b>Tableau n° 17</b>	Comparaison de nombre de fruits noués entre dose 1 et dose 2	<b>113</b>
<b>Tableau n° 18</b>	Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 1	<b>113</b>
<b>Tableau n° 19</b>	Comparaison de nombres de fruits noués entre témoin et dose 2	<b>114</b>
<b>Tableau n° 20</b>	Comparaison de nombre de fruits noués entre la dose 1 et dose 2	<b>115</b>

# Liste des Figures

**LISTE DES FIGURES**

<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure n° 01</b>	Schéma du système radical de poirier (INTERNET).	<b>08</b>
<b>Figure n° 02</b>	Schéma du rameux de poirier (Bernard ,2000).	<b>09</b>
<b>Figure n° 03</b>	Schéma de bourgeons de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>10</b>
<b>Figure n° 04</b>	Schémas de bourse et de lambourde de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>11</b>
<b>Figure n° 05</b>	Schémas d'une feuille de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>12</b>
<b>Figure n° 06</b>	Fleure de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>13</b>
<b>Figure n° 07</b>	Structures d'une fleur de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>13</b>
<b>Figure n° 08</b>	Diagrammes floraux de poirier, (PIERREE J-P, 1969).	<b>13</b>
<b>Figure n° 09</b>	Anthère avant déhiscence de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>15</b>
<b>Figure n° 10</b>	Anthère Déhiscence de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>15</b>
<b>Figure n° 11</b>	Dominance primigéniques de la fleur de poirier, (C.T.I.F.L, 2011).	<b>16</b>
<b>Figure n° 12</b>	Coupes longitudinales et équatoriales de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>17</b>
<b>Figure n° 13</b>	variété santa maria, (C.T.I.F.L., 2000).	<b>39</b>
<b>Figure n° 14</b>	variété williams rouge, (C.T.I.F.L., 2000).	<b>40</b>
<b>Figure n° 15</b>	variété williams jaune, (C.T.I.F.L., 2000).	<b>41</b>
<b>Figure n° 16</b>	variété conférence, (C.T.I.F.L., 2000).	<b>41</b>
<b>Figure n° 17</b>	Carences en azote dans une pousse de poirier, (Internet)	<b>54</b>
<b>Figure n° 18</b>	Carence en potassium dans les feuilles de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>59</b>
<b>Figure n° 19</b>	Carences en calcium dans les feuilles de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>60</b>
<b>Figure n° 20</b>	Carence en magnésium dans les feuilles de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>62</b>

Liste des Figures

<b>Figure n° 21</b>	Carence en fer dans les feuilles de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>63</b>
<b>Figure n° 22</b>	Carences en manganèse sur les feuilles de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>64</b>
<b>Figure n° 23</b>	Carence en bore sur les fruits de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>69</b>
<b>Figure n° 24</b>	Taille de formation du Goblet, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>70</b>
<b>Figure n° 25</b>	Tailles de renouvellement chez le poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>74</b>
<b>Figure n° 26</b>	Symptômes de tavelure sur fruits de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>74</b>
<b>Figure n° 27</b>	Symptômes de tavelure sur les feuilles de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>75</b>
<b>Figure n° 28</b>	Symptômes de l'oïdium sur les feuilles de poirier, (GUIDE CLAUSE, 2010).	<b>75</b>
<b>Figure n° 29</b>	symptômes de l'oïdium sur bourgeon terminale de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>77</b>
<b>Figure n° 30</b>	Effets de tétranyque rouge sur un dard de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>78</b>
<b>Figure n° 31</b>	Nymphe du puceron vert de poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>78</b>
<b>Figure n° 32</b>	Domage causé par le puceron vert de poirier, (C.T.I.F.L, 2006)	<b>79</b>
<b>Figure n° 33</b>	Cochenilles de San José sur poirier, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>81</b>
<b>Figure n° 34</b>	Carpocapse de poirier adulte (source : internet)	<b>82</b>
<b>Figure n° 35</b>	Domage causé par les larves de carpocapse se nourrissant de pépins de poirier (source internet)	<b>82</b>
<b>Figure n° 36</b>	Piqures de carpocapse sur la peau du fruit de poirier, (Source internet)	<b>85</b>
<b>Figure n° 37</b>	Extrémité d'un rameaux de poirier touché par le feu bactérie, (C.T.I.F.L, 2006).	<b>90</b>
<b>Figure n° 38</b>	Positions géographiques de la commune d'ARIB, (Google earth, 2018)	<b>93</b>

## Liste des Figures

<b>Figure n° 39</b>	Histogramme comparatif des températures moyennes mensuelles (1977/2002).	<b>94</b>
<b>Figure n° 40</b>	Histogramme comparatif des températures moyennes mensuelles (2002 /2014).	<b>95</b>
<b>Figure n° 41</b>	Courbes comparatifs des températures moyennes annuelles enregistrées dans la Wilaya d'Ain Defla pour les périodes (2014-2015).	<b>95</b>
<b>Figure n° 42</b>	Courbes comparatifs des températures moyennes annuelles enregistrées dans la Wilaya d'Ain Defla pour les périodes (1977-2002), (2002-2014) et la campagne (2014-2015).	<b>96</b>
<b>Figure n° 43</b>	Photos de lieu d'étude (Google, 2018)	<b>97</b>
<b>Figure n° 44</b>	Verger de poirier, variété Santa Maria	<b>98</b>
<b>Figure n° 45</b>	Dispositif expérimentale (blocs) de deux doses	<b>102</b>
<b>Figure n° 46</b>	Matériel de traitement	<b>103</b>
<b>Figure n° 47</b>	Repérage des arbres	<b>105</b>
<b>Figure n° 48</b>	Fruits noués Témoin, (Variété de Santa Maria)	<b>106</b>
<b>figure n° 49</b>	fruits noués traitement 1 (Variété de Santa Maria)	<b>106</b>
<b>Figure n° 50</b>	Fruits noués traitement 2, (Variété de Santa Maria)	<b>107</b>
<b>Figure n° 51</b>	fruits noués Témoin, (Variété de Santa Maria)	<b>107</b>
<b>figure n° 52</b>	fruits noués traitement 1, (Variété de Santa Maria)	<b>107</b>
<b>Figure n° 53</b>	Fruits noués traitement 2, (Variété de Santa Maria)	<b>108</b>
<b>Figure n° 54</b>	Histogramme de nombre total des fruits noués pour chaque traitement (Santa Maria)	<b>109</b>
<b>Figure n° 55</b>	Histogramme de nombre total des fruits noués pour chaque traitement (Santa Maria).	<b>111</b>

## Résumé

La poire (rosacées à pépins) occupe la quatrième place parmi les fruits les plus consommés dans le monde après les agrumes, les bananes et les pommes.

En Algérie, la faiblesse de la production et du rendement moyen de poire sont conditionnées par plusieurs facteurs notamment les facteurs pédoclimatique, le programme génétique de l'espèce cultivé, ainsi que la conduite des cultures par les différents technique culturales.

Vu les contraintes de production et principalement celles dues aux accidents météorologiques qui ont des effets indirectes sur l'abaissement du rendement, en affectant la fécondation. Notre objectif d'étude vise à tester l'effet de Bore par pulvérisations foliaires en début de floraison et plein floraison avec de deux doses différentes sur la variété de poirier (Santa Maria) pour assurer la fécondation, et un meilleur taux de nouaison et par conséquent l'amélioration du rendement.

Les résultats obtenus ont confirmé que des pulvérisations foliaires de la solution de Bore sur la variété de poirier ( Santa Maria) en début de floraison ont permis l'amélioration du taux de fécondation et par conséquents l'augmentation du nombres de fruits noués ce qui entrainera une production fruitières élevée en quantité et en qualité.

**Mots clés :** poire, bore, fécondation, taux de nouaison.

## Abstract

The Perry take the fourth place among the most popular fruits in the world after citrus, bananas and apples.

In Algeria, the weakness of production and yield of pore are \_conditioned by several factor including soil and climatic factors, the genetic program of the species cultivated and crop management by the different farming technique.

Given the constraints of production and mainly those weather accidents that have indirect effects on lowering the yield, affecting fertilization. Our study objective is to test the effect of boron by sprays at the beginning of flowering and full bloom with two different doses on the pear variety (Santa Maria) for fertilization, and higher rate of fruit setting and therefore improved performance.

The results confirmed that foliar applications of boron solution On the pear variety (Santa Maria) at the beginning of flowering resulted in an improvement of the fertilization rate and consequently increasing fruit set of numbers which will result in a higher fruit production in quantity and quality.

**Keywords:** Perry , boron, fertilization, rate of fruit set.

# Introduction

Le développement et l'intensification de l'agriculture Algérienne sont des priorités réelles et incontournables en vue de la satisfaction sans cesse grandissante des besoins d'une population en plein essor démographique.

Notre pays, par la diversité de ses milieux écologiques renferme un immense patrimoine génétique végétal qu'il faut exploiter rationnellement et où les espèces arboricoles sont bien représentées.

Le poirier (Rosacées à pépins) occupe la quatrième place parmi les fruits les plus consommés dans le monde après les agrumes, bananes et les pommes.

La production mondiale de poirier s'élève en 2014 à environ 32 millions de tonnes.

En le Monde, durant les 17 dernières années, la superficie totale occupée par le poirier est passée de 1 504 720 ha (2005- 2006). À 2 430 624 (2015 – 2016) avec des rendements moyens respectivement de 9 t/ha et 15 t/ha. Ce bond spectaculaire a été réalisé en partie suite au programme national de développement agricole (PNDA) initié par l'Etat en vue de la redynamisation de la filière arboricole, en général, et notamment les espèces à pépins et ce par des soutiens spécifiques permettant l'acquisition des plants, l'acquisition des engrais et surtout la mobilisation des eaux (forages et puits ) y compris l'acquisition des systèmes économiseurs d'eau d'irrigation ( principalement le goutte à goutte ) .

La vocation arboricole de notre pays dont la consommation s'accroît sans cesse, fait que les vergers et les plantations connaissent en ce moment un développement qui est lié à l'accroissement de la surface cultivée et non à la production et au rendement qui demeurent faibles tant au niveau national.

En outre, la faiblesse de la production et du rendement moyen sont conditionnées par plusieurs facteurs notamment les facteurs pédoclimatiques, le programme génétique de l'espèce cultivée, ainsi que la conduite des cultures par les différentes techniques culturales comme la nutrition minérale, l'irrigation contrôlée, les travaux des sols et les traitements phytosanitaires qui nécessitent un accompagnement par des agents relevant des services spécialisés. La conduite de la culture devrait être améliorée dans nos vergers de poirier en particulier l'aspect fertilisation.

Sur l'aspect fertilisation, les éléments majeurs tels que l'azote, phosphore, potassium qui sont apportés régulièrement. Le problème de la fertilisation se situe au niveau de l'application de l'apport des oligo-éléments. L'un des oligo-éléments dont le rôle est important sur la fécondation et nouaison conférée sur l'amélioration de la production fruitière, c'est le Bore.

Dans la wilaya de Ain Defla, le rendement a connu une certaine stagnation voire une faiblesse à cause de plusieurs contraintes. Les enquêtes effectuées auprès des producteurs depuis plusieurs années ont enregistré un nombre important de fleurs n'arrivant pas à nouaison et encore moins à donner un fruit.

C'est dans cet objectif que nous avons entrepris de réaliser une expérience d'apport de Bore en Début de floraison et plein floraison avec deux doses différentes sur une variété de poirier dans la région d'Arib, wilaya de Ain Defla.

# Partie Bibliographique

# Chapitre 1

## **Importance économique de poirier**

## 1. Importance économique

### 1.1 Dans le monde

La production mondiale de poires destinées aux marchés du frais et à la transformation a stagné jusqu'au début des années 90. Depuis, une progression annuelle régulière a été décelée pour atteindre 21,9 millions de tonnes en 2009. Les surfaces des vergers de poiriers ont augmenté en 2008 pour se stabiliser à 1,74 million d'hectares en 2009. Bien qu'une certaine diminution de la superficie mondiale ait été enregistrée entre 2006 et 2007, le niveau de production est resté à peu près constant depuis 2000. (Anonyme. ; 2009)

Le poirier est présent sur tous les continents. Il occupe une aire de culture étendue, un peu plus de 1 million d'hectares cultivés dans le monde. La production mondiale avoisine 20 millions de tonnes (poires destinées à l'industrie de transformation comprises).

La progression a été environ plus de 6 millions de tonnes, depuis ces dix dernières années dans certains pays comme la Chine, la Corée, l'Afrique du Sud. (Berger., ; 2008)

**Tableau n° 01 : Evolution de la culture de poirier dans le monde (F.A.O. ; 2017)**

Année	Superficie cultivé (ha)	Rendement (Qx/ ha)	Production (Qx)
2005	1 504720	96,89	145 792320
2006	1 489600	103,67	154 426332
2007	1 356200	109,52	148 531024
2008	1 420342	111,47	158 325522
2009	1 740325	126,32	219 837854
2010	1 817760	142,65	259 303461
2011	1 948800	146,23	284 973024
2012	1 680000	153,43	257 762400
2013	1 881600	157,46	296 276736
2014	1 864128	172,06	320 741864
2015	1 881600	183,97	346 157952
2016	2 430624	178,44	433 720547

## 1.2 En Algérie

La culture du poirier est ancienne chez les autochtones, elle est localisée dans les régions montagneuses, les arbres ne font l'objet d'aucun soin et les fruits sont généralement médiocres. Quezel et Santa (1962) ont mentionné *Pyrus communis* L. avec 2 sous espèces : *ssp. longipes* (Coss. et Dur.) Maire et *ssp. gharbiana* (Trabut) Maire. (Chouaki et al. ; 2006).

Le poirier a connu un certain essor en Algérie, la superficie du poirier a été augmentée de 12 940 ha en 1995 à 24 410 ha en 2003, ce chiffre connaît une augmentation jusqu'à 32 460 ha en 2010 où le poirier occupe 13% de la superficie totale des arbres fruitiers.

La production de poires en Algérie est passée de 583 560 Qx en 1995 à 1 161 440 Qx en 2003, alors qu'en 2010 la production est de 8 371 434 Qx, dont le poirier occupe la seconde place avec 19% dans la production fruitière après le pommier qui est de 30.72%.

Le rendement est estimé à 95 Qx/ha. Les principales wilayas productrices de poirier sont : Ain Defla, Blida, Tipaza et Skikda. (Anonyme. ;2011).

**Tableau n° 02 : Évolution de la culture de poirier en Algérie (F.A.O. ; 2017)**

Année	Superficie cultivé (ha)	Rendement (Qx/ ha)	Production (Qx)
2003	24 410	47,59	1 161 440
2004	24730	98,87	2 445055
2005	26870	139,46	3 747290
2006	29700	161,87	4 807539
2007	30300	169 ,50	5 135850
2008	30960	49,96	1 546761
2009	28572	255 ,98	7 313860
2010	32460	257,90	8 371434
2011	34800	155,17	5 399916
2012	30000	230,00	6 900000
2013	33600	180,00	6 048000
2014	33288	249,90	8 318671
2015	33600	180,00	6 048000
2016	43404	220,15	9 555390

# Chapitre 2

**Etude et Recherche  
Bibliographique**

## 2. Origine de poirier

### 2.1 Origine géographique

Les diverses espèces de poiriers sont toutes originaires des régions tempérées de l'ancien monde, ceci explique que cet arbre soit connu par l'homme depuis l'antiquité. Le poirier croît naturellement dans nos bois, s'y reproduit spontanément, on le trouve le plus souvent dans les lisières, surtout dans les pays montagneux et sur les pentes.

Originnaire d'Asie centrale, on retrouve sur de nombreux sites préhistoriques des pépins témoignant de sa présence dès l'époque néolithique. On pense même que la culture du poirier aurait débuté en Chine, plus de 4000 ans avant Jésus Christ. **(Anonyme ; 2010).**

Le poirier a trouvé en Europe occidentale sa place depuis des temps immémoriaux. Les Grecs sont les premiers à apprécier les qualités gustatives de ce fruit qu'Homère appelait « cadeau des Dieux ». Par la suite, les Romains vont développer sa culture et la transmettre au fur et à mesure de leurs conquêtes. On leur doit les premières variétés : Pline, naturaliste romain, en mentionne quarante en 50 après J.C. **(Anonyme ; 2010).**

Le poirier est cultivé en Europe et en Asie depuis les premiers temps. Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à l'ère tertiaire. **(Challice et wastwood ;1973).**

L'introduction du poirier en Algérie est fort ancienne de par sa culture chez les aborigènes.

### 2.2 Origine génétique

Le poirier appartient à l'importante famille des Rosacées comme la majeure partie des arbres fruitiers européens. Toutes les espèces et variétés de poirier sont regroupées au sein de cette famille dans le genre *Pyrus*, selon l'orthographe de Linné. **(Anonyme ; 2010)**

Le genre *Pyrus* comporte un petit nombre d'espèces (15). Toutes ces espèces sont originaires de l'ancien monde au climat tempéré, entre le 38ème et le 60ème degré de latitude nord. On les trouve depuis la pointe du Finistère, en France, jusqu'aux confins de la frontière sibérico-chinoise. Ce sont des arbres ou arbrisseaux en général épineux dans leur jeune âge, à feuilles caduques. Les fleurs sont blanches, réunies en corymbes, avec vingt étamines, leurs anthères sont rouges, possèdent deux à cinq styles libres. Le fruit est pyriforme (quelquefois sphérique) et charnu à loges cartilagineuses ; la chair, contrairement à la pomme, est souvent pierreuse près de celles-ci ; les pépins sont brun-noir à maturité. Trois espèces ont principalement

contribué à la naissance des variétés cultivées : ce sont, pour les poiriers européens : *Pyrus communis* et *Pyrus nivalis*, et pour les poiriers asiatiques : *Pyrus serotina*. (**Anonyme, 2010**)

### 2.3 Taxonomie

Le poirier appartient à l'importante famille des Rosacées comme la majeure partie des arbres fruitiers européens. Toutes les espèces et variétés de poirier sont regroupées au sein de cette famille dans le genre *Pyrus*, selon l'orthographe de Linné. Le genre *Pyrus* comporte un petit nombre d'espèces (15). Toutes ces espèces sont originaires de l'ancien monde au climat tempéré, entre le 38ème et le 60ème degré de latitude nord. On les trouve depuis la pointe du Finistère, en France, jusqu'aux confins de la frontière sibérico-chinoise. Ce sont des arbres ou arbrisseaux en général épineux dans leur jeune âge, à feuilles caduques. Les fleurs sont blanches, réunies en corymbes, avec vingt étamines, leurs anthères sont rouges, possèdent deux à cinq styles libres. Le fruit est pyriforme (quelquefois sphérique) et charnu à loges cartilagineuses ; la chair, contrairement à la pomme, est souvent pierreuse près de celles-ci, les pépins sont brun-noir à maturité. Trois espèces ont principalement contribué à la naissance des variétés cultivées : ce sont, pour les poiriers européens : *Pyrus communis* et *Pyrus nivalis*, et pour les poiriers asiatiques : *Pyrus serotina*. (**Guide Clause ;2010**).

**Tableau n° 03 : classification de poirier (Lafaon et al ; 1996).**

Nom commun masculin	poirier
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida (dicotylédones)
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosale
Famille	Rosaceae
Sous-famille	Maloideae
Genre	<i>Pyrus</i>
Nom binominal	<i>Pyrus communis</i>

Il existe entre 4000 et 5000 variétés de poiriers mais seules une partie sont cultivées (**Espiard ; 2002**). La variété la plus courante est la ‘Conférence, 25 %, suivie de la ‘Williams Bon Chrétien’ 11 % et de ‘l’Abate Fetel ,10 % (**Dockers, Schoofs ; 2005**).

Elles sont en majorité diploïdes ( $2n = 34$ ), quelques-unes sont triploïdes ( $3n = 51$ ).

### 3. Histoire et évolution

#### 3.1 Dans le monde

Des colons européens ont introduit *M.domestica* en Afrique du sud ( années 1650 ), en Australie ( 1788 ) et en Nouvelle-Zélande ( 1814 ) .L’espèce avait aussi été introduite dans le sud et l’est de l’Asie , où elle a supplanté le Beurre Hardy , le principal poirier cultivé dans cette région depuis plus de 2000 ans ( **Henry et al ;1998** ) .

Au début du 20 Siècle, Les Etats-Unis et le Canada étaient les deux principaux pays producteurs de poire dans le monde. A la fin du Siècle, l’ex Union soviétique (URSS) était aussi un important producteur mondial.

Aujourd’hui, il existerait plus de 20000 Variétés, dont 5000 sont cultivées à travers le monde. (**Henry et al ;1998** ) .

#### 3-2 En Algérie

Au Tournant du 19 siècle, ou les européens introduisirent le poirier en Algérie par ses passages en Afrique du sud. Les premières plantations du poirier ont probablement été installées en 1928 sur la base de la variété Santa Maria.

Ce n’est qu’à l’indépendance que la culture du poirier a suscité un certain intérêt suite au lancement du programme nationale du développement de l’agriculture (P.N.D.A). Dont l’objectif est de promouvoir l’agriculture en générale et en particulier l’extension de l’arboriculture fruitières. (**Kaddous ; 2015**).

## 4 . Morphologie et physiologie

### 4.1 Partie sous –terre

#### Les racines

Les racines sont très importantes pour le fonctionnement de l'arbre, elles permettent la jonction, le lien entre l'eau, le sol et la partie aérienne de l'arbre **(Pierre J-P ; 1969)**.

Il existe deux types de racines :

- Les racines ligneuses (diamètre de quelques millimètres à quelques décimètres). Elles accroissent le volume du sol exploré par l'arbre et stockent des réserves.
- Les racines fines (diamètres d'un dixième à 1 millimètre) : Ce sont les plus nombreuses, mais aussi les plus fragiles, elles vivent une saison de végétation, sauf pour celles qui vont se lignifier pour devenir une racine ligneuse. Ces racines ne représentent que 5 % de la masse racinaire, mais 90 % de la longueur totale. **(Pierre J-P ; 1969)**.

Les poiriers cultivés proviennent du greffage, c'est –à dire l'association de la variété de greffon et de porte greffe. Les porte-greffes du poirier émettent des racines horizontales, des racines obliques et des racines plongeantes, tandis que les arbres issus de semis (franc) envoient dans le sol une racine principale pivotante. **(Pierre J-P, 1969)**.

### 4.2 Développement racinaire

La croissance des racines est tout aussi importante que celle des rameaux dans l'ensemble des processus de la croissance végétative de l'arbre. En effet, la croissance des racines est une croissance en vague est souvent, mais pas toujours, alternante avec celle des pousses **(Moez ; 2006)**. Chez le poirier, la croissance racinaire se révèle très faible à 1,5 °C, elle peut être notable à +7°C et elle est très importante à +21°C, **(Moez ; 2006)**.

L'atmosphère du sol joue un rôle dans la croissance des racines, chez le poirier, l'allongement des racines est compromis quand l'atmosphère du sol contient -7 % d'oxygène. Entre 12 et 15 % d'oxygène, il peut y avoir formation de nouvelles racines, **(Moez ; 2006)**.

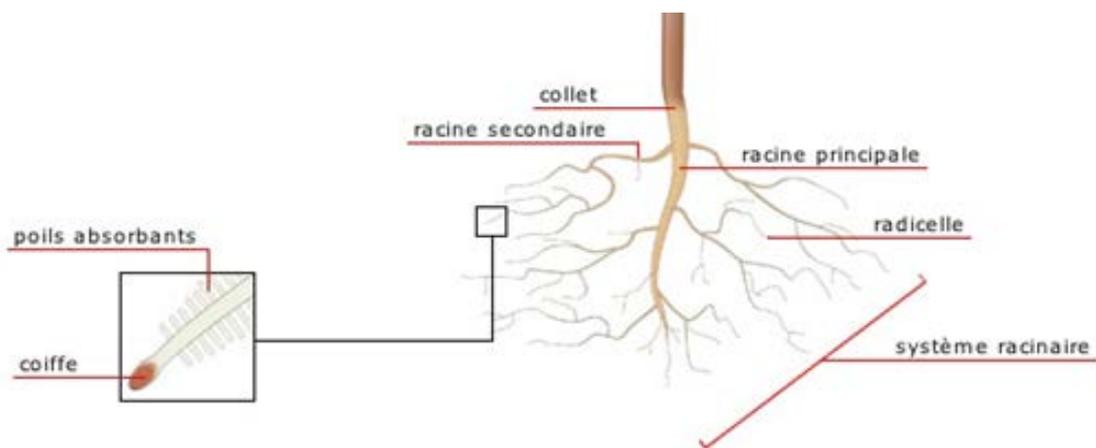
### 4.3 Partie aérienne

#### Le système a aérien comprend

- Le tronc et les branches charpentiers qui portent des rameaux et des feuillés
- Les organes de fructification (bourgeons floraux, fleurs et fruits).

Le poirier possède un tronc unique et un houppier largement étalé, c'est un port naturel de l'arbre dabs l'espace (**Pierre J-P ; 1969**).

**Figure n° 01** : Schéma du système radical de poirier (site : [www.poire.com](http://www.poire.com)).



#### Constitution d'un rameau :

Le long d'un rameau se suivent :

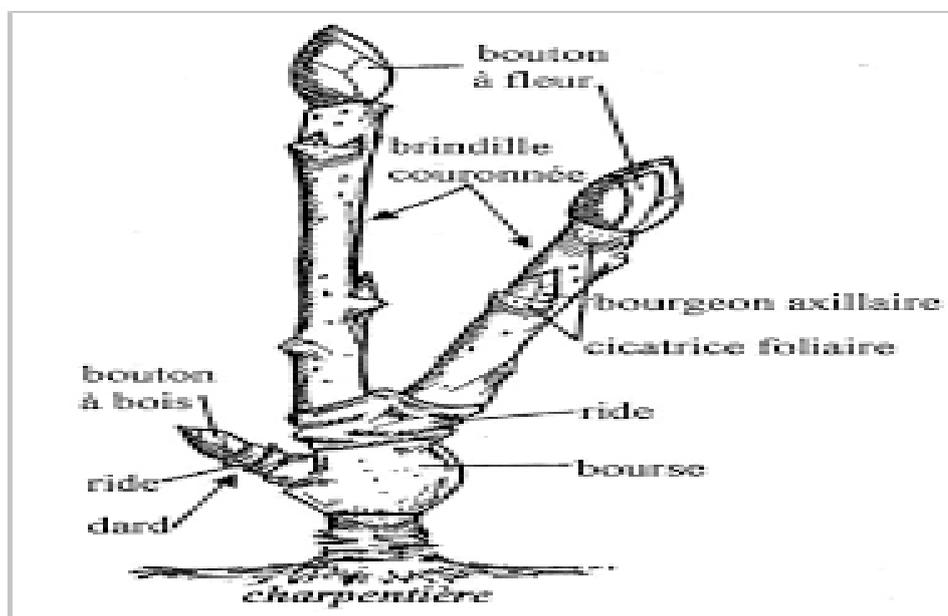
- Des nœuds, sur chacun s'attachent une feuille et un bourgeon latéral
- Des entrenœuds, portions de rameaux comprises entre deux nœuds
- Un bourgeon terminal

#### Bourgeons :

Le poirier possède trois sortes de bourgeons (**Figure n° 03**).

- **Les bourgeons à bois**, organe petits, insérés au niveau des nœuds et se distingue du bouton floral par ses formes pointues, leur développement donne des rameaux.
- **Les dards**, Plus gros que les yeux, pointus, capables de devenir soit des rameaux soit des fleurs. (Guide Clause ; 2010).

Figure n° 02 : Schéma du rameux de poirier (Bernard ; 2000).



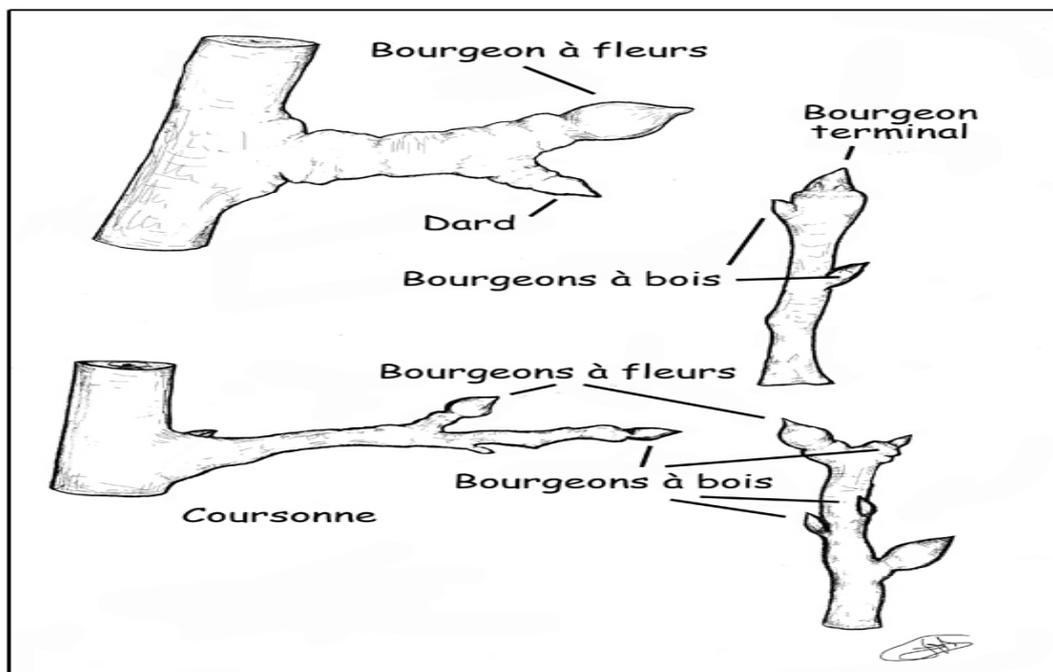
### Les boutons,

Ils sont également appelés bourgeons floraux ou encore bourgeons inflorescences, ils donneront naissance à une pousse florale. Ils sont nettement plus arrondis que les yeux à bois.

Les bourgeons examinés jusqu'à présent, ou bourgeons principaux, sont accompagnés chacun de deux petits bourgeons latéraux peu visibles, les yeux stipulaires, qui relayent le développement du bourgeon principal lorsque celui-ci est (gelé, insectes, etc. .)

(Pierre J-P ; 1969).

Figure n ° 03 : Schéma de bourgeons de poirier, (Guide Clause ; 2010).



### Les rameaux long et les rameaux courts (organe de fructification)

Selon leurs longueurs et la nature de leurs bourgeons, les rameaux du poirier appartiennent à deux catégories :

- **Les rameaux logs portant surtout des yeux**

On les désigne sous les noms de :

**Gourmands**, Rameau très vigoureux qui perce sur vieux bois dans une position proche de la verticale. Il est de plus d'un mètre de long. (Pierre J-P ; 1969).

**Rameaux à bois**, Le rameau résulte du développement de l'œil à bois, il porte lui-même des yeux à bois latéraux et un bourgeon terminal, sa longueur moyenne 50cm. (Anonyme ; 2009).

**Brindilles**, petit rameau flexible atteignant à peine 20-25cm de longueur. Si elle porte à son extrémité un œil à bois on l'appellera brindille simple, et si elle porte à son extrémité un bourgeon floral on l'appellera brindille couronnée. **(Pierre J-P ; 1969).**

**Les rameaux courts**, de quelques millimètres ou de quelques centimètres de long, porteurs d'yeux, de dards et de boutons. **(Anonyme ; 2009).**

Ils se classent en :

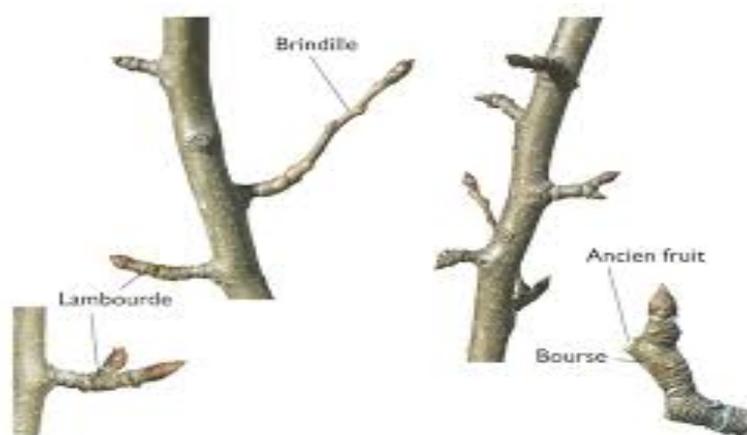
**Bourses**, Après la cueillette ou la chute des fruits, la zone d'insertion des fruits s'enfle en une masse charnue dénommée bourse. Cet organe de réserve en matières nutritives, se maintient sur l'arbre et peut porter des dards, des brindilles. **(Pierre J-P ; 1969).** **(Figure n° 04).**

**Lambourdes**, C'est un dard dont le bourgeon terminal à bois s'est transformé en bourgeon floral. Elle pousse peu et semble être composée de cernes causés par les nombreuses plaies foliaires, **(Anonyme ; 2010).** **(Figure n° 04).**

**La coursonne**, Les organes de fructification : dards, lambourdes, bourgeons floraux, brindilles couronnées, peuvent se trouver groupés sur une même portion de rameau, l'ensemble constitue une coursonne (on dit encore courson ou courçon, **(Anonyme ; 2010).**

**Chiffonne**, Production grêle et courte : 5 à 15cm, la chiffonne porte un œil à bois terminal et parfois un œil à bois à la base. Entre ces deux extrémités, on trouve des bourgeons floraux simples ou multiples, jamais d'yeux à bois. Après fructification, la chiffonne laisse une portion dénudée, son œil terminal produit souvent une nouvelle chiffonne. **(Pierre J-P, 1969).**

**Figure n° 04** : Schémas de bourse et de lambourde de poirier, **(Guide Clause ; 2010).**



### Types de fructification :

Celle-ci n'est possible qu'avec une pollinisation croisée (pollen venant d'un autre arbre), nécessaire pour la transformation des fleurs en fruits. Si certaines variétés de pommiers sont auto-fertiles, la majorité aura besoin d'être à proximité d'un autre poirier pollinisateur. Sauf si vous habitez dans une zone avec beaucoup de poiriers, il est préférable de planter un autre poirier qui fleurira en même temps. (Anonyme ; 2010).

### La feuille

Le poirier a des feuilles caduques, alternes, simples entièrement dentées sur le bord, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court. (Sapin, 1978).

Figure n° 05 : Schémas d'une feuille de poirier, (Guide Clause ; 2010).



### La fleur

Les fleurs sont d'un blanc mêlé de rose, l'inflorescence est un corymbe portant 5 à 6 fleurs. (Tasei 1978 in Pesson et Louveaux ,1984). Chaque fleur est constituée de 5 sépales, 5 pétales, 20 étamines à filet soudés, un ovaire à 5 carpelles renferment chacun 2 ovules, les 5 styles sont soudés à la base. La densité de fleurs est estimée à 5 -10 millions de fleurs par hectare. (Guide Clause ;2010).

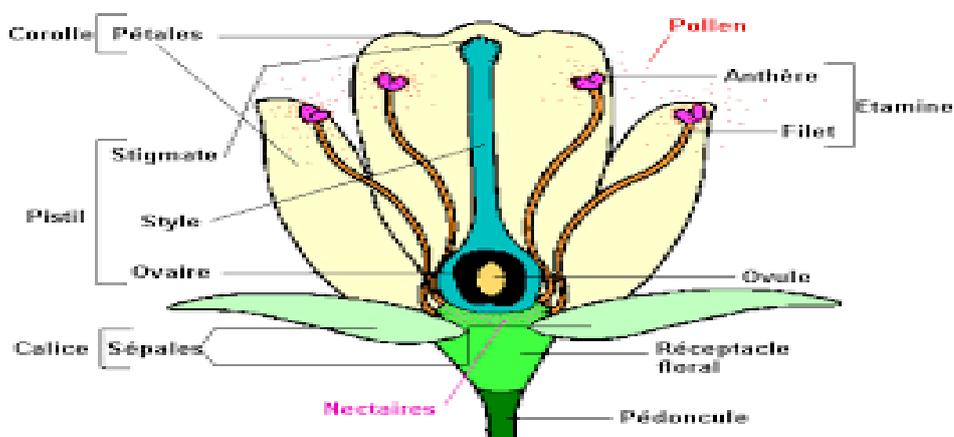
**La formule florale :  $5S + 5P + (5nE) + 5C$ .**

Le réceptacle floral se développe et donne la partie comestible de fruit qu'est une drupe à mésocarpe charnu contournant cinq loges cartilagineuses. Elle est recouverte d'un épiderme mince renfermant dans une pulpe très épaisse des parties cornées (carpelles) sur lesquelles sont fixées les pépins. Le fruit a une taille et une couleur diverses selon les variétés (verte, jaune, rouge ou panachée) de gout sucré ou acidulé.

**Figure n° 06 :** Fleure de poirier, (Guide Clause ; 2010).



**Figure n° 07 :** Structures d'une fleur de poirier, (Guide Clause; 2010).



**Figure n° 08 :** Diagrammes floraux de poirier, (Pierre J-P ; 1969).



### **Le pistil**

C'est l'organe femelle de la fleur, il est constitué de stigmates qui reçoivent le pollen, du style au sein duquel va croître le tube pollinique et de l'ovaire qui contient les ovules qui, en se développant, donneront les graines, cet ensemble est aussi appelé gynécée.

Le stigmate est spécialisé dans la réception et reconnaissance du pollen. Sa surface est généralement recouverte de papilles et fournit un environnement humide favorable à la germination du pollen. Elle perd sa turbidité au bout de 2-3 jours **(C.T.I.F.L ; 2011)**.

### **L'ovaire**

L'ovaire est enfoncé dans le réceptacle concave (conceptacle) formé par les bases soudées des pétales, sépales et étamines. La paroi de l'ovaire est soudée à la paroi du conceptacle. De par ces caractéristiques, il est qualifié d'ovaire infère adhérent. On observe 5 carpelles qui contiennent en moyenne deux ovules chacun, mais peut aller jusqu'à 4. L'ovaire de la fleur centrale contient un nombre de carpelles et d'ovules plus régulier que les fleurs latérales **(C.T.I.F.L ; 2011)**.

### **Les anthères**

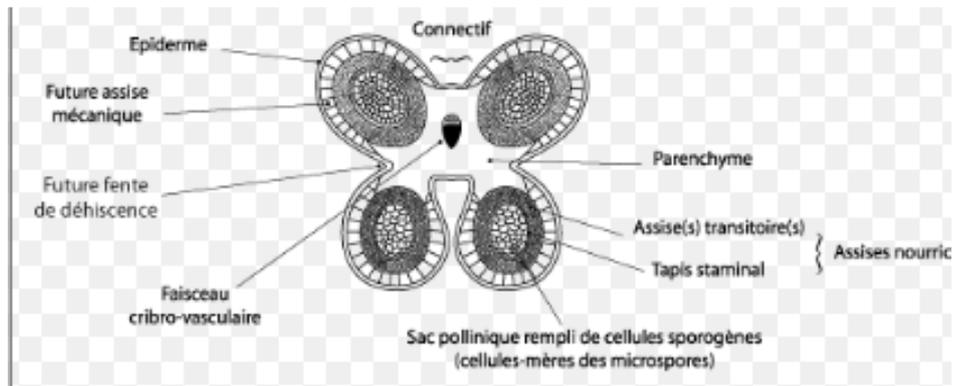
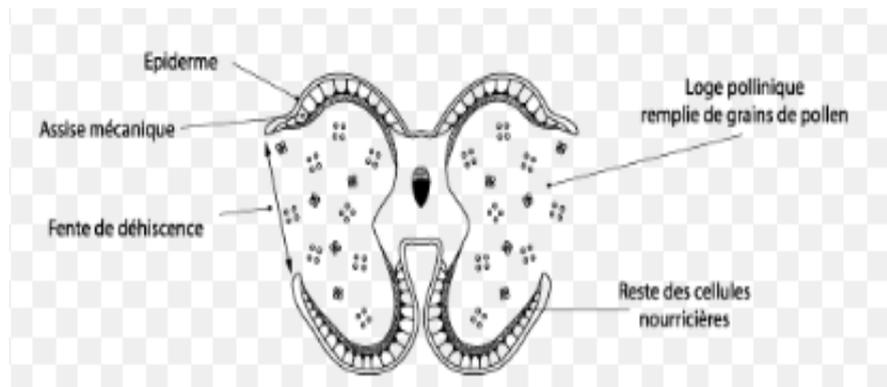
La maturité des grains de pollen est accompagnée par la maturité de l'anthère, à ce stade l'anthère mure en coupe transversale est constituée.

Sur le poirier on a chaque anthère est supportée par un filet pour constituer une étamine dont l'ensemble est appelé androcée. **(Guide Clause ; 2010)**.

Les anthères ont une déhiscence longitudinale. Cette déhiscence s'effectue quelques heures après l'ouverture de la fleur, surtout en début d'après-midi et à des températures supérieures à 5° C. Les anthères libèrent un pollen peu adapté au transport par le vent. Ce sont donc les insectes qui assurent la pollinisation (entomophile), **(figures n° 09 et 10)**.

### **Les nectaires**

Les nectaires sont situés à la base des étamines et produisent du nectar en quantités variables selon les variétés ou les conditions climatiques. Chez le poirier, la sécrétion peut atteindre 6 mg par jour et par fleur **(C.T.I.F.L ; 2011)**.

**Figure n° 09 : Anthère avant déhiscence de poirier, (Guide Clause ; 2010).****Figure n° 10 : Anthère Déhiscence de poirier, (Guide Clause ; 2010).**

### Le pollen

Le grain de pollen de poirier déshydraté qui arrive au niveau du stigmate, est d'abord reconnue, puis accepté. Une différence de potentiel osmotique entre le pollen et les tissus récepteurs du stigmate entraîne un mouvement d'eau qui permet l'hydratation et l'augmentation de la taille du grain de pollen. La couche extérieure du grain de pollen (exine) a des caractéristiques morphologiques propres (sillons, stries, protubérance, micropores) qui permettent de distinguer les cultivars entre eux. Elle se décolle latéralement pour former deux ballonnets aérifères qui rendent plus léger le grain de pollen et permettent sa dissémination.

La taille moyenne de la graine de pollen de poirier est de 44µ x 23µ, (C.T.I.F.L ; 2011).

## **Inflorescence**

L'inflorescence de poirier est composée de deux parties qui se déploient successivement à la reprise de la croissance printanière ; une partie basale composée de feuilles, puis une partie terminale composée des fleurs proprement dites assemblées en corymbe.

L'inflorescence porte 5 à 6 fleur, parfois 7 à floraison centrifuge avec quelques feuilles disposées en rosette : la fleur centrale s'ouvre en premier. Elle possède une avance par rapport aux fleurs périphériques dites (primigéniques) qui lui confère un accès préférentiel au niveau des métabolites, (C.T.I.F.L ; 2011).

**Figure n° 11** : Dominance primigéniques de la fleur de poirier, (C.T.I.F.L ;2011).



## **Auto –incompatibilité**

Les fleurs de poirier sont auto =stériles ou auto-compatibles, ce qui signifie que le pollen d'une variété ne peut pas germer sur le stigmate de cette même variété. de ce fait , le producteur de poirier doit intégrer une variété secondaire dans le verger de la variété principale , de façon à assurer une pollinisation croisée ( allogamie ) ,( C.T.I.F.L ; 2011 ) .

## **Le fruit**

Le fruit c'est le résultat du développement de l'ovaire de la fleur et des tissus soudés : base des filets staminaux, base des pétales et des sépales.

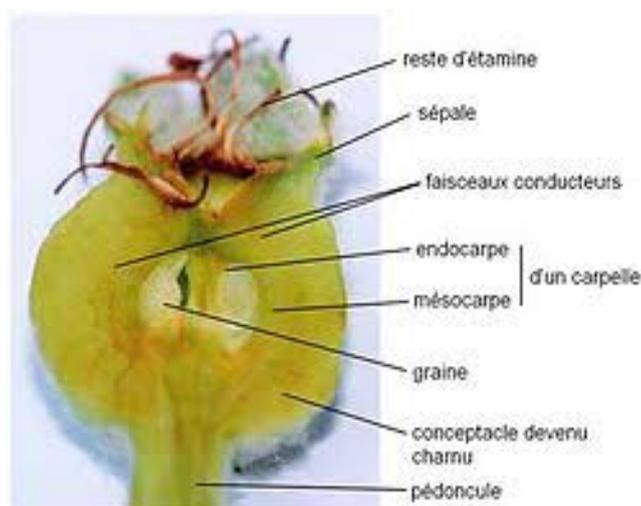
À maturité, le fruit comprend une zone interne d'origine carpellaire, le cœur ou endocarpe, cartilagineux (lignifié pour les espèces à noyaux). Cette zone est entourée d'un mésocarpe épais.

Ce dernier qui constituera 80% du volume finale du fruit, est entouré de cinq à dix couches de cellules constituant l'hypoderme et d'un épiderme fortement cutinisé, cireux et coloré.

Chez le poirier les fruits est savoureux, de couleur rouge, vert ou blanc selon la variété,

(C.T.I.F.L ; 2011).

**Figure n° 12 : Coupes longitudinales et équatoriales de poirier, (Guide Clause ;2010).**



### Valeur nutritive

La poire est un fruit à pépins issu du poirier. Elle est originaire d'Asie et fait partie de la catégorie des fruits climatiques, c'est-à-dire qui continuent de mûrir après cueillette. Par sa forme, la poire évoque la féminité. De plus, elle se caractérise par sa couleur jaune, verte, ou même rouge. Sa peau est très fine, parfois tachetée de minuscules points, et renferme une chair sucrée, un peu acidulée. La texture de la poire est granuleuse ou fondante en bouche. Sa valeur nutritionnelle pour 100 g est de 50 kcal dont 0,4 g de protéines, 0,3 g de lipides et 12,2 g de glucides. Parmi les milliers de variétés connues, les poires les plus réputées sont la williams, la conférence, le pack mam et la comice. (Guide Clause ;2010).

Au vu de sa forte teneur en eau, en glucides et en fibres insolubles, la poire est une source d'énergie rafraîchissante et nourrissante. C'est l'un des fruits qui se tolère le mieux et l'un des moins allergènes qui soient. Son action laxative aide à reconstituer la flore intestinale.

Pour chaque nutriment, les tableaux apportent une information sur la quantité moyenne, ainsi que les quantités minimum et maximum, pour 100 g net de poire.

**Tableau n° 04 :** Composition nutritionnelle de poirier, (CTIFL ; 2000).

Composants	Qté	Min - Max
Eau	83.5 g	81.6 - 88.4 g
Protéines	0.49 g	0 - 0.63 g
Lipides	0.27 g	0.01 - 0.4 g
Acides gras saturés	0.067 g	0.022 - 0.07 g
Glucides	10.9 g	-
Sucre	9.01 g	8.47 - 11.8 g
Fibres	2.9 g	2.5 - 4.8 g
Provitamine A Béta-carotène	14 µg	6 - 27 µg
Equivalent Vitamine A	2.33 µg	1 - 4.5 µg
Potassium	132 mg	79 - 165 mg
Calcium	6.46 mg	3.53 - 14 mg
Cuivre	0.071 mg	0.028 - 0.13 mg

## 5. cycle de développement Annuel et stades phénologique

Le poirier passe par 3 étapes dans sa vie

**A) étapes juvénile :** l'arbre se caractérise par une ramification abondante, pas de floraison et de fructification. (Age : 1 à 3 ans).

**b) étapes adulte :** l'arbre atteint un équilibre entre les organes à fruits et les organes à bois. La floraison et la fructification commencent (à partir de 3 ans et plus).

**c) étapes sénile :** la vieillesse ou sénescence qui se caractérise par une baisse de vigueur Générale de l'arbre et baisse de production de fruits et formation des rameaux, (Gautier ; 1987).

## 5.1 Rythme annuel de l'arbre

Le poirier est un arbre à feuille caduques donc il est constitué de deux périodes distinctes :

### 5.1.1 Période de dormance (repos hivernal)

De tous les facteurs du milieu susceptibles de jouer un rôle dans le déroulement de la dormance des bourgeons des végétaux ligneux, c'est certainement la température qui a fait l'objet du plus grand nombre de travaux. En particulier, l'effet bénéfique du froid sur la levée de dormance a été reconnu depuis longtemps : nombreux sont les exemples mettant en évidence des anomalies de comportement lors du départ printanier de la végétation après des hivers doux. Dans ces conditions, le débourrement est généralement retardé, hétérogène, échelonné dans le temps. , (Walali et Skiredj ;2003).

Les bourgeons entrent en dormance progressivement et la dormance s'installe sur un arbre a la fin d'été , pour les variété qui se trouve dans les hautes altitudes , la dormance a lieu :( mi-octobre , mi-novembre ) ,(Walali et Skiredj ; 2003).

#### Cause de repos végétatif

- L'aptitude de l'arbre à être caduque (héréditaire)
- L'abaissement de la température qui ne permet plus une végétation normale
- Diminution de l'éclairement, la durée et l'intensité de l'insolation étant très limite à partir de l'automne.

### 5.1.2 Période active de végétation

Qui débute de débourrement a la chute des feuilles, durant laquelle l'arbre manifeste une activité intense, allongement des pousses, floraison, grossissement des fruits, lignification du bois ou aoutement, (Pierre J-P ; 1969).

#### Cause de l'activité végétative

- Les conditions climatiques sont favorable, notamment la température (+ 15° C)
- L'ensoleillement (jours longs).

## 5.2 Différents stades

### 5.2.1 Débourrement ou éclatement des bourgeons

Il a lieu à la fin d'hiver, (Mars – avril), Il Ya un renouveau de végétation, les bourgeons se gonflent et s'ouvrent après avoir accumulés un certain nombre d'heures de froid

, il Ya apparition des premiers organes formés de tissus jeunes en voie démultiplication (feuille et fleurs). Une même activité se produit dans le sol pour la multiplication et la formation des jeunes radicules, **(Pierre J-P ; 1969)**.

Ces premières étapes sont accomplies grâce aux réserves de l'arbre et cela jusqu'à ce que le feuillage soit développé pour remplir ses fonctions assimilatrices et transformatrices. **(Pierre J-P ; 1969)**.

### 5.2.2 Développement floral

Chez l'arbre fruitier, le passage du stade végétatif au stade floral est un phénomène interne, lorsque le programme de croissance végétative s'achève, débute alors le programme florifère par un mécanisme génétique. Le poirier porte des bourgeons floraux qui donnent naissance à des fleurs et a une tige feuille, leurs formations et leurs évolutions suivent des voies parallèles.

**(Trillot et al ; 2002)**.

## 5.3 Induction florale

L'induction florale est le phénomène botanique qui fait qu'un bourgeon a feuille évolue en bouton a fleur sous l'action des stimuli endogènes (capacité de la plantes à fleurir : Age, taille de l'appareil végétative ....) et extérieurs (saisons, climat : température et lumière).

Les bourgeons portent à leur sommet un massif de cellules (méristème) indifférenciées, se traduit par la transformation des méristèmes végétatifs caulinaires en méristèmes reproducteurs. ,

Chez le poirier, elle prend place depuis Fin-février jusqu'à Fin-avril, **(Trillot et al ; 2002)**.

Cette transformation exige un certain nombre de conditions :

- Stade maturité végétative de l'arbre
- Nutrition équilibrée surtout l'importance de rapport C/N
- La valeur du rapport jour / nuit. (**Guide Clause ; 2010**).
- La mise en jeu de florigène (complexe hormonal de mise à fleur).

La durée moyenne d'induction florale chez le poirier est de 50 à 70 jours.

#### **5.4. Initiation florale**

Après l'induction florale, l'apex des bourgeons se différenciera en ébauche florale après avoir subit une activité mitotique, c'est la différenciation florale ou initiation floral.

Cette activité se caractérise par un cycle des processus de dédifférenciation et de différenciation cellulaires au niveau de méristème végétatif, (**Trillot et al ; 2002**).

Les bourgeons et les fleurs s'épanouissent progressivement suivant leur position dans la couronne et selon la position des fleurs dans l'inflorescence.

Chez le poirier, les fleurs qui se trouvent a l'intérieur de l'inflorescence s'épanouissent avant celles de l'extérieur, (**Trillot et al ; 2002**).

#### **5.5 Floraison**

La floraison a lieu au début du printemps, c'est l'époque d'apparition des fleurs, elle est variable selon les espèces.

Les fleurs s'épanouissent (l'anthèse), la maturation et l'éclatement des anthères. La libération et le transport des grains de pollen, la germination des grains de pollen, le rencontre entre éléments mâles et femelles au cœur de l'ovule, (**C.T.I.F.L. ;2011**).

##### **5.5.1 Influence de la condition climatique sur la floraison**

La température est un facteur clé de la croissance et du développement des plantes. Conjugué avec la luminosité, le dioxyde de carbone, l'humidité dans l'air, l'eau et les nutriments, la température influe sur la croissance des plantes et ultimement le rendement des cultures.et peut troubler l'initiation florale, (**C.T.I.F.L. ; 2011**).

On remarque généralement une accélération des processus biologiques lorsque la température augmente, ce qui peut à la fois entraîner des effets favorables ou défavorables. Par exemple, l'accélération de la croissance ou de la fructification compte comme un avantage, dans la plupart des cas. En revanche, la respiration excessive est défavorable, car la plante consacre moins d'énergie à la fructification et produit donc des fruits plus petits. Certains effets sont ressentis à court terme, alors que d'autres apparaissent à long terme. En l'occurrence, la température agit immédiatement sur l'équilibre d'absorption de la plante, mais l'induction florale est déterminée par le climat sur une plus longue période, (C.T.I.F.L. ; 2011).

### 5.5.2 Influence des techniques culturales et de la porte greffe :

#### Rapport C/N

- Les ratios sont variables selon les variétés, mais généralement, en deca de 10 feuilles par fruit, l'initiation florale sera faible et sera à son maximum au-delà de 40.
- Plus le nombre de feuilles disponibles par bourgeon est grand, plus l'initiation florale est importante, ainsi, toute dégradation du feuillage (causé par parasite, grêle ....) sera préjudiciable à ce phénomène.
- Le manque de carbohydrates disponibles lié à une charge excessive ou a un manque de luminosité limitera florale.
- Une alimentation carbonée est favorable au développement reproducteur, une alimentation azotée sera favorable au développement végétatif (notion de rapport C/N), (C.T.I.F.L. ; 2011).

## 6. Pollinisation

La pollinisation est la dissémination ( transport ) des grains de pollen mures ( après déhiscence de l'anthere mure ) , de l'organe reproducteur male ( androcées ) vers l'organe reproducteur femelle ( gynécée ) , plus précisément vers le stigmate .

En 1970 (**Lapins et Hough**) ont montré qu'il fallait 50 grains de pollen par fleur pour assurer une bonne pollinisation.

D'une manière générale les variétés de poirier sont autostériles, c'est-à-dire ne peuvent être fécondées par le pollen issu du même pied. Il est donc indispensable d'introduire dans une culture fruitière plusieurs variétés fleurissant à la même époque et de combiner les plantations avec des variétés compatibles. Certaines variétés sont incompatibles entre elles, elles sont inter-stériles. Il faut remarquer en particulier que les variétés triploïdes<sup>1</sup> ont un pollen ne permettant pas la pollinisation. On a observé en outre que les propriétés germinatives du pollen varient beaucoup avec l'état sanitaire de l'arbre, **(Lapins et Hough ;1970)**.

### **Autopollinisation**

La plupart des poiriers sont autostériles. Ce qui signifie que la fécondation nécessaire à la mise à fruit impose une pollinisation croisée. En résumé : il vous faudra généralement planter deux arbres pour espérer récolter des poires, **(Anonyme ;2010)**.

Pour une fructification réussie, vous planterez à proximité deux variétés se pollinisant mutuellement, ce qui impose entre autres que les périodes de floraison concordent.

### **Autostérilité**

Elle sert à désigner chez une variété, l'impossibilité de fécondation des ovules par le pollen de la variété.

Chez le poirier, il présente une incompatibilité pollinique de type gamétophytique. Ce phénomène se traduit par un arrêt de croissance des tubes polliniques incompatible dans le tiers supérieurs du style.

L'inter-incompatibilité entre variété est assez rare tandis que l'auto-incompatibilité intervient toujours à un degré plus ou moins important.

La variété à polliniser nécessite une autre variété pollinisatrice située à proximité : c'est ce qu'on appelle la pollinisation croisée, **(Anonyme ; 2010)**.

Pour favoriser la pollinisation croisée, il faut :

- Une compatibilité entre deux variétés : elles doivent fleurir à la même époque.

Donc le plus simple et le plus sûr est de prévoir d'emblée la plantation simultanée de deux variétés qui se pollinisent.

- Une certaine proximité : les deux variétés ne doivent pas être placées à moins d'une certaine distance.

### **Chimiotropisme**

Le chimiotropisme est un déplacement d'un organe ou d'une cellule, orienté par un gradient de concentration chimique. En clair l'organe va être attiré (chimiotropisme positif) ou repoussé (chimiotropisme négatif), par une molécule. Il peut s'agir :

Du chimiotropisme du tube pollinique en croissance vers l'ovule. Dans ce cas, il a été identifié deux peptides responsables d'un tel tropisme chez le lys : le SCA et la chémocyanine .

Le tube pollinique est une cellule à croissance rapide, anisotrope et non autotrophe, ainsi tout au long de sa croissance à travers l'apophase du tissu pistillaire, le tube pollinique puise ses sources de carbohydrates et d'éléments minéraux du pistil, (C.T.I.F.L. ; 2011).

#### **6.1 Durée de pollinisation effective**

La période de fécondation dure plus ou moins longtemps. La réceptivité des stigmates et les possibilités de fécondation sont à leur optimum au stade d'ouverture de la fleur (84 % de nouaison observées à cette période). Elle diminue légèrement trois jours après l'ouverture (60 % de nouaison).

- Il faut moins de deux jours au tube pollinique pour atteindre l'ovule (germination du pollen) si la température est optimale et se situe entre 17 et 22 °C.
- A 11 °C, il faut quatre à six jours pour que s'effectue la fécondation, elle devient nulle en dessous de 5 °C.
- Au-dessus de 27 °C, la croissance du tube pollinique revient beaucoup plus lente.

L'ovule, au bout d'un certain temps, perd son aptitude à être fécondée. Il faut donc que le tube pollinique parvienne à l'ovule pendant que celui-ci reste encore fécondable.

La réceptivité des stigmates débute 1 à 2 jours avant l'ouverture de la fleur et dure 6 à 8 jours (durée réduite par le vent). Celle de l'ovule, pour une variété diploïde, commence à l'ouverture de la fleur et sa durée maximale de réceptivité peut être de 7 à 9 jours.

Ce temps total s'appelle le temps effectif de pollinisation qui varie de deux à dix jours. La croissance du tube pollinique dépend de la variété émettrice, mais également de la variété réceptrice.

## 6.2 Facteur agissant sur la pollinisation effective

Les grains de pollen sont intacts et leur transport jusqu'à un stigmate, parmi les facteurs favorables à la germination du pollen et la longévité des ovules :

- \* les températures moyennes journalières supérieures à 17 °C diminuent la longévité des ovules d'un jour par degré supplémentaire.

- \* la teneur en calcium (**Buban ; 2003**).

- \* la teneur en bore augmente le pourcentage de germination du pollen, des pulvérisations de bore en pleine floraison assurent une fécondation complète.

- \* l'alimentation azotée à l'automne est favorable à la fertilité. Par contre, apporté en Mars, l'azote stimule la croissance du tube pollinique, mais réduit la longévité des ovules (**Buban ; 2003**).

- \* la variété, plus elle est vigoureuse plus la fécondation a des chances de bien se réaliser.

## 6.3 Fécondation

La fécondation est la résultante de l'union d'un protoplasme et d'un noyau. Après la compatibilité de pollen, le tube pollinique pénètre dans l'ovule par le micropyle, il traverse

une partie du nucelle pour se mettre au contact du complexe gamétique (oosphère et deux synergides) du sac embryonnaire. Il pénètre dans le sac embryonnaire en écartant les deux synergides pour se rapprocher de l'oosphère (gamète femelle).

C'est à ce moment-là, que se lyse l'extrémité du tube pour libérer les deux spermatozoïdes (gamète mâles), dont l'un se dirige vers l'oosphère et l'autre vers les deux noyaux polaires. Il se forme alors, (**Anonyme ;2009**).

### **La chute des fleurs et fruits**

La coulure est la chute des fleurs ou des jeunes fruits. Toutes les fleurs qui sont produites par un arbre fruitier n'arrivent jamais toutes à nouer et encore moins à donner un fruit. Un certain nombre d'entre-elles tombent au cours de la floraison tandis que d'autres chutent après la nouaison (**Bentayeb ; 1993**).

- **Couleur constitutionnel**

C'est une constitution défectueuse des organes floraux qui rend la fécondation impossible ou difficile (cause morphologique).

- **Couleur physiologique**

Se manifeste par la disposition d'inflorescence ou fleur avant la floraison ou par l'arrêt de développement et chute du fruit après fécondation.

- **Couleur climatique**

La forte pluie, le froid entrave la germination du pollen et une sécheresse prolongée diminue la réceptivité des stigmates.

Toutes ces différentes causes empêchent la fécondation des fleurs et donc la mise à fruits.

(**Bentayeb ; 1993**).

## **6.4 Nouaison**

La nouaison est définie comme étant le mécanisme qui prend la relève de la floraison. Elle peut être le résultat de la fécondation des fleurs ou la parthénocarpie et conduit à la formation des fruits. (**Guide Clause ; 2010**).

L'optimum des températures pour la nouaison est aux environs de 24 °c. Le fruit noué poursuit sa croissance, celle-ci est plus rapide en pollinisation croisée, **(C.T.I.F.L. ; 2006)**.

### 6.5 Grossissement de fruit

Le fruit se développe essentiellement par accroissement de la taille des cellules, épaissement des parois cellulaires et augmentation des espaces intercellulaires.

Pour le poirier, il y a 21 doublements du nombre de cellules jusqu'à l'anthèse et seulement 4 à 5 depuis l'anthèse.

Le calibre finale est lié au nombre de couches cellulaires qu'au volume de cellule, à maturité, le fruit a un nombre de cellules compris entre 40 et 70 millions selon les variétés et le climat, **(Regnard et Kelner ; 1998)**.

Le besoin en matériel cellulaire (glucides, acides aminés) nécessaire à la croissance est d'abord couvert par :

- Le grossissement ultérieur du fruit dépend de la surface foliaire qui l'alimente.
- Le grossissement des fruits est fortement dépendant des nutriments disponibles en provenance du feuillage assimilateur. par conséquent, toute altération du potentiel photosynthétique est préjudiciable au maintien des fruits lors des phases initiales et pendant tout le cycle de développement.
- Le grandissement cellulaire se traduit par une part croissante de volume cellulaire. les vacuoles se chargent d'eau et de solutés : sucres solubles, acides organiques et potassium notamment.
- Un appel aux réserves des organes ligneux proches et par la photosynthèse propre des fruits, car les feuilles ne sont, à ce stade, que faiblement exportatrices d'assimilats.

## 6.6 Maturation

La maturation commence dès la véraison (début de changement de couleur) et se poursuit jusqu'à complète maturité du fruit, pendant cette période, de nombreuses réactions cellulaires se mettent en place et sont à l'origine de transformations physico-chimiques majeures, telles que des modifications de couleur, de texture, de composition chimique et de saveur. De nombreuses synthèses se déroulent également pendant cette phase, témoignant d'une activité cellulaire intense et non d'une dégradation progressive des fruits. Confirme que divers phénomènes président à cette transformation : respiration , transpiration , synthèse des enzymes , évolution de substance constituants du fruit( pigment , glucides , pectines ) , émission de produit volatils , **(Guide Clause ; 2010)**.

## 6.7 Sénescence

La sénescence constitue l'étape ultime de la vie du fruit, avec l'arrêt des processus de synthèse anaboliques et la mise en place des processus irréversible de dégradation (catabolique), qui conduisent à la destruction des membranes cellulaires et à la mort des cellules **(Wills et Al ; 2007)**.

Elle se déroule la plupart du temps après la récolte du fruit et se traduit par l'apparition de différents symptômes qui conduisent à une perte de qualité organoleptique et nutritionnelle : brunissement interne, perte de jus, sensibilité accrue aux maladies, modification de la texture, apparition de mauvais goûts. La transition entre la pleine maturité, optimale pour le consommateur, et la sénescence est parfois étroite, en fonction des espèces et des variétés.

### **Incidence du nombre de pépins**

Le développement d'un fruit de qualité est lié biologiquement à une bonne fécondation des fleurs. Dans ce cas, le fruit présente une forme homogène.

La symétrie du fruit est en relation avec le nombre de pépins qu'il présente. **(Braulte et al ;1995)** .

### **Parthénocarpie**

La naissance d'un fruit est généralement liée à la fécondation et au développement des ovules en graines. Occasionnellement, toutefois, la fructification peut se réaliser indépendamment de l'union des gamètes et de la constitution d'un embryon viable.

La parthénocarpie est la production de fruits sans fécondation d'ovule. Le fruit se développe comme si la fleur avait été fécondée, mais les fruits ainsi produits ne contiennent pas de graines ou les graines ne contiennent pas d'embryons. Dans ces conditions, seule la multiplication végétative permet à la plante de se reproduire. (C.T.I.F.L. ; 2011).

### **6.8 Illustration (Stades phénologiques)**

Les stades phénologiques du poirier sont précédés par une période de dormance qui coïncide avec des conditions de milieu défavorables pour la croissance. Cette phase est succédée par une phase de débourrement suivie par une phase de floraison, le développement des fruits et enfin la maturation de ces derniers. Il existe plusieurs échelles de suivi phénologique, (C.T.I.F.L. ; 2011).

**Tableau n° 05 : stades phénologiques de poirier selon l'échelle BBCH (Brnard.1952)**

## 0 Repos hivernal



**Bourgeon d'hiver  
(dormance)**  
00 (A)

Stades	
0 = Repos hivernal	
5 = Apparition des inflorescences	
6 = Floraison	
7 = Développement des fruits	
8 = Maturation des fruits	
Code BBCH	Code Baggiolini
00	(A)
51 → 59	(B → E2)
61 → 69	(F → H)
71 → 77	(I → J)
81 → 89	

**Sources**

- Baggiolini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture* 8 (1), 4–6.
- Lancashire P. D., Bleiholder H., Van Den Boom T., Langelüddeke P., Stauss R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119, 561–601.

## 5 Apparition de l'inflorescence



**Gonflement des bourgeons**  
51 (B)



**Eclatement des bourgeons**  
53 (C)



**Oreille de souris**  
54 (C3)



**Bouton vert**  
56 (D)



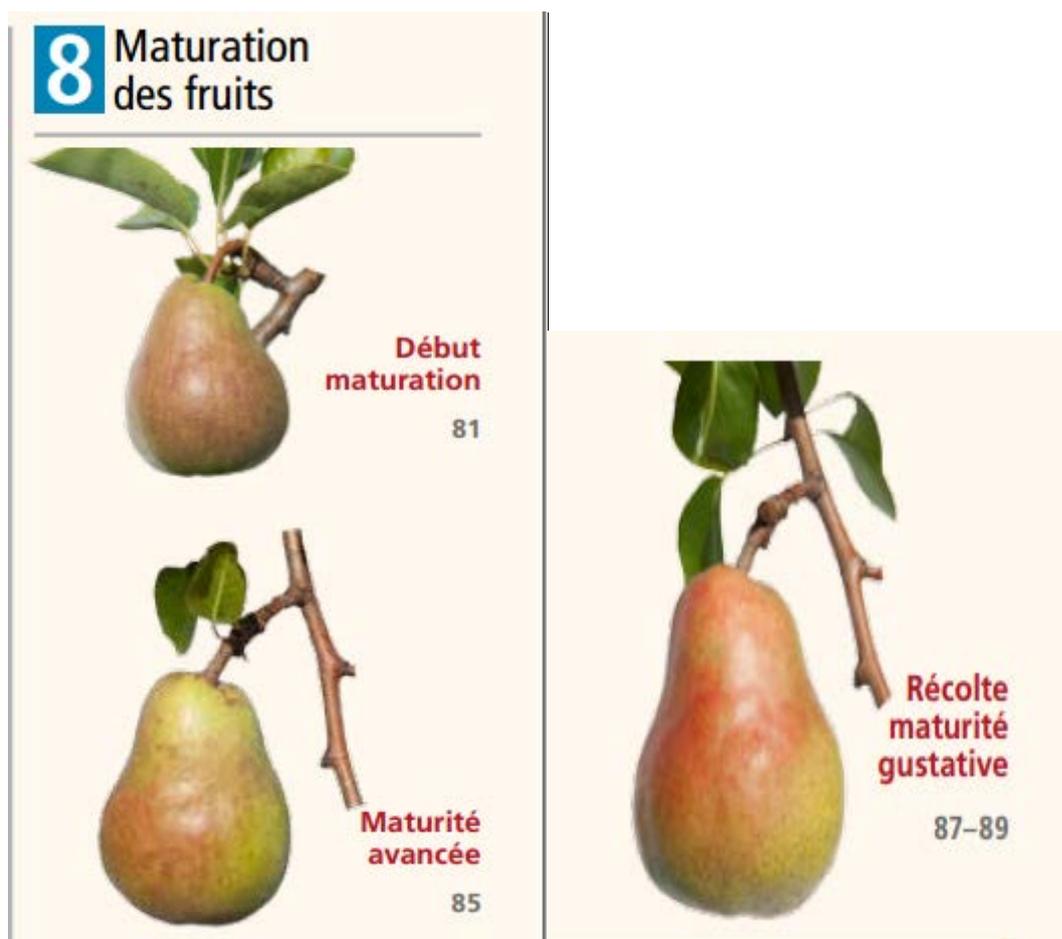
**Bouton rose**  
57 (E)



**Ballonnets**  
59 (E2)

**Photographies: Carole Parodi**

<b>6</b> Floraison	<b>7</b> Développement des fruits
 <p><b>Début floraison</b> 61 (F)</p>	 <p><b>Nouaison</b> 71 (I)</p>
 <p><b>Pleine floraison</b> 65 (F2)</p>	 <p><b>Taille noisette</b> 72 (J)</p>
 <p><b>Floraison déclinante</b> 67 (G)</p>	 <p><b>Stade T</b> 74</p>
 <p><b>Fin floraison</b> 69 (H)</p>	 <p><b>Croissance des fruits</b> 77</p>



**Tableau n°06:** les principaux stades phénologiques du poirier selon l'échelle BBCH (Brnard ;1952)

Stades	Description
<b>Stade principal 0 : développement des bourgeons</b>	
<b>00</b>	Repos hivernal ou stade de dormance.
<b>01</b>	Début du gonflement des bourgeons foliaires.
<b>07</b>	Début de l'éclatement des bourgeons foliaires.
<b>09</b>	Les extrémités des feuilles vertes, dépassent les écailles des bourgeons d'environ 5mm.

<b>Stade principal 1 : développement des feuilles</b>	
<b>10</b>	Les extrémités des feuilles vertes dépassent les écailles des bourgeons.
<b>15</b>	La plupart des feuilles sont étalées mais n'ont pas encore leur taille finale.
<b>19</b>	Les premières feuilles ont atteint leur taille finale.

<b>Stade principal 3 : développement des pousses</b>	
<b>31</b>	Début de la croissance des pousses, l'axe de la pousse est visible.
<b>33</b>	Les pousses ont atteint 30% de leur taille finale.
<b>39</b>	Les pousses ont atteint 90% de leur taille finale.

<b>Stade principal 5 : apparition de l'inflorescence</b>	
<b>51</b>	C'est la première manifestation printanière de la croissance des bourgeons.
<b>53</b>	Eclatement des bourgeons : les extrémités des feuilles entourant les fleurs sont visibles.
<b>56</b>	Stade bouton vert : écartement des boutons floraux toujours fermés.
<b>59</b>	Les sépales sont légèrement écartées, laissant apparaître les pétales, qui très vite deviennent rouge la fleur épanouie, le stade fleur épanouie passe par deux stades.

<b>Stade principal 6 : la floraison</b>	
<b>61</b>	<b>Début floraison</b> : correspond à l'ouverture de la première fleur de l'inflorescence.
<b>65</b>	<b>Pleine floraison</b> : la chute des première pétales .L'ovaire et les fruits se sont les dernières étapes du stade végétatif.
<b>69</b>	<b>Fin de la floraison</b> : tous les pétales sont tombés.

<b>Stade principal 7 : développement des fruits</b>	
<b>71</b>	Ce stade est caractérisé par une nouaison complète, Le diamètre du fruit est égal à 10 mm.
<b>72</b>	Le diamètre des petits fruits jusqu'à 20 mm.
<b>75</b>	Les fruits ont atteint environ 50% de leur taille finale
<b>79</b>	Les fruits ont atteint environ 90% de leur taille finale

### Porte greffe

- Plus le porte-greffe est vigoureux et plus les arbres sont âgés, plus le nombre de feuille par fruit nécessaire à l'initiation florale doit être élevé
- Le poirier franc lorsque le terrain est peu propice, caillouteux et sec.
- Le cognassier pour les sols frais, non calcaires et les sables d'alluvions.
- L'aubépine dans les sols ingrats et peu fertiles, (C.T.I.F.L. ; 2011).

Le tableau suivant de déférente variété de porte –greffe : (Guide Clause ; 2010).

Porte-greffe	Vigueur	Sol	Mise à fruits
Poirier franc	Très grande	Tous sols même calcaires	Lente
Cognassier de Provence	Grande	Tous sols, peu calcaires	moyenne
Cognassier Sydo	Moyenne	Tous sols	Rapide

### Technique culturales

La réussite de la culture du poirier nécessite les conditions suivantes:

- Eviter les brusques variations dans la disponibilité en eau. Ceci revient à:
  - disposer d'une bonne réserve en eau du sol;
  - limiter l'évapotranspiration (choix d'un terrain abrité et plantation de brise-vent);
  - maintenir l'humidité du sol proche de la capacité au champ en pratiquant des irrigations fréquentes.
- Eviter les endroits gélifs.
- Assurer une excellente pollinisation (la présence de ruches est indispensable).

- La taille d'hiver et d'été jouent un rôle important par le control exercé sur l'éclaircissement et la vigueur ainsi que la réduction du nombre de points de fructification.
- Les récoltes précoces peuvent modifier favorablement le niveau global de floribondité en favorisant la différenciation florale sur le bois de l'année, (C.T.I.F.L. ; 2011).

## 7. Variété de porte-greffe

Les poiriers sont obligatoirement des arbres greffés, pour propager fidèlement chaque variété. Cette dernière est donc donnée par la greffe, mais il est important de connaître le porte-greffe, dont découlera la vigueur de l'arbre et son adaptation à votre terrain, (C.T.I.F.L. ; 2011).

### 8.7.1 Les cognassiers

Le cognassier résiste bien à l'asphyxie mais il est peu adapté aux sols secs et calcaires, ainsi qu'aux climats chauds. Dans ces conditions pédo-climatiques, le BA 29 est le plus adapté alors que les cognassiers d'Angers et EMC sont à éviter, (C.T.I.F.L. ; 2000).

- **Le BA 29** (cognassier de Provence). Peut se passer de palissage. Niveau de vigueur 7/9. Le plus compatible des cognassiers.
- **EMA et Sydo**, cognassiers d'Angers : préférer le Sydo. Palissage conseillé. Niveau de vigueur 6/9.
- **Adams 332**, cognassier d'Angers : palissage conseillé. Niveau de vigueur 5/9.
- **Cognassier EMC** : seul représentant de son type (C d'EM) : palissage obligatoire. Niveau de vigueur 4/9. A réserver aux situations idéales pour le cognassier (sols frais, non calcaires, climats doux) et aux variétés sans problème de compatibilité.
- **Eline**, Sélectionné parmi la descendance de deux types de cognassiers non-identifiés dans les pépinières Fleuren à Baarlo (NL), capable de supporter des températures inférieures à -25°C, alors que la température critique pour les autres types serait située entre -16 et -21°C. Calibre des fruits comparable à EMC (supérieur à EMA et BA29).

- **C 132** , Sélectionné à East Malling (UK) parmi une population de cognassiers originaires du Caucase , Très bon calibre des fruits, supérieur à EMC et EMH , Productivité lég. inférieure à EMC et EMH, expliquant en partie l'influence positive sur le calibre.
- **Poirier Pyriam (OH 11)**, Obtenu parmi la descendance de libre pollinisation de la variété Old Home à l'INRA d'Angers (F), Meilleure que les cognassiers, Calibre des fruits comparable ou lég. inférieur au BA29.

Les phénomènes de mauvaise compatibilité sont exacerbés par des conditions pédo - climatiques non adaptées au cognassier. Un seul de ces facteurs peut parfois aboutir à l'échec de la plantation en agriculture biologique, puisque l'entretien du verger est plus difficile. Les problèmes de compatibilité peuvent être résolus par l'utilisation d'une variété intermédiaire compatible, mais cela ne modifie pas fondamentalement les exigences pédo-climatiques du cognassier.

### 7.1.2 franc

Les deux porte-greffes les plus utilisés sont : le Franc et le Cognassier BA29 le franc confère une grande vigueur à la variété, ce qui n'intervient pas à la culture intensive mais il est indemne de maladie à virus à l'exception du « VeinYellow » transmis par graine ; il présente aussi une bonne affinité avec le poirier et est peu sensible à la chlorose calcaire. Le cognassier BA29 est un cognassier de Provence qui se distingue par sa vigueur, sa croissance rapide et présente une bonne affinité avec Williams. (Walali et Skiredj ; 2003).

Le "franc de poirier" (ainsi dénommé car issu de semis) est préférable pour les sols calcaires et secs, peu fertiles. De grande vigueur, il est bien adapté pour les arbres dits "de plein vent", autrement dit une forme fruitière ayant un développement important.

A noter : la mise à fruit est assez lente (compte 6 à 8 ans).

La mise à fruit des arbres obtenus sur franc est longue à se produire. Il est indispensable d'utiliser des greffons en prévenance de clones ayant été étudiés et d'un état sanitaire parfait.

L'obtention des francs par semis de pépins de variété à cidre donne d'assez bons résultats mais aussi une grande hétérogénéité de vigueur des sujets obtenus car il ne peut s'agir que d'une population. c'est la raison pour laquelle il est bon de faire appel aux sélections de la station anglaise d'Est-Malling .

Les francs ont une multiplication globalement plus difficile que le cognassier. La reprise après plantation est plus aléatoire, la période juvénile plus longue et l'état adulte atteint beaucoup plus tard. Le greffage sur francs n'est pas une garantie contre le dépérissement du poirier. L'effet des variétés auto racinées est à vérifier, (Walali et Skiredj ; 2003).

## 8. Principales variété de poirier

Il existe plus de 1 500 variétés de poires. Les contraintes de la distribution moderne ont limité à une dizaine les variétés destinées à la grande culture, ce qui n'est pas le cas pour le jardinier amateur dont le choix est encore vaste chez les pépiniéristes, (Espiard ; 2002).

On les classe habituellement par période de maturation avec les poires d'été, celles d'automne et d'hiver. Les poires d'été ne se conservent pas plus de quelques jours. Les poires tardives fournissant des fruits de table consommables durant tout l'hiver sont les plus recherchées.

L'adaptation au climat d'une région varie beaucoup selon les *cultivars* de poiriers. Vous avez donc intérêt à repérer les variétés présentes dans votre région, (Espiard ; 2002).

Voici quelques exemples répandus :

- 'Louise-Bonne d'Avranches' : toutes régions.
- 'Beurré Hardy' : fréquente en Île-de-France.
- 'Guyot' : surtout dans le sud-est.
- 'Conférence' : zones humides et fraîches.

### 8.1 Variété cultivées

Les variétés de poirier existantes en Algérie sont celles que l'on trouve sur le marché Européen, d'après le ministère de l'agriculture et le développement rural (2011).

Le ministère a agréé et établi une liste de variétés de poirier autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie. Selon cette source, la circulation de ces variétés dans

le pays est variable, dont deux variétés présentent une vaste circulation qui sont la Santa Maria et Williams Rouge selon le tableau suivant :

Variétés	Appréciation général
Dr. Jules guyot	Variété intéressante par sa précocité, et sa fertilité à cultiver en plaines côtières et en altitude de moyenne de 300nm.
Starkrimson	Variétés intéressante par sa couleur rouge attrayante, à cultive en préférence en zone d'altitude moyenne de 300nm.
Alexandrine a Douillard	Variétés prédictive, parfois alternante mais toujours rentable à cultives en plaine ou en altitude moyenne de 300nm.
Beurre Hardy	Variétés fertile de grande vigueur, de mise à fruit un peu lente. ses fruits renferment des qualités gustatives excellentes.
Williams Rouge	Variétés peu prédictive en raison du volume moindre des arbres son fruit est très attrayant surtout qu'il y a peu de variété rouge.
Passe Crassane	Variétés de mise à fruit un peu longue, elle donne une production régulière à partir de la sixième année.
Santa Maria	Variétés de mise à fruit de forme piriforme et de couleur jaune vert ou rouge.

### La variété Santa Maria

Les arbres (*pyrus communis*) peuvent atteindre une hauteur de 25 pieds ou plus et se développer dans un sol bien drainé fertile, en plein soleil. Ils ont de fortes branches verticales et nécessitent peu d'élagage. Les feuilles vertes ont une taille moyenne. Les fleurs ont une couleur blanche rosacée. Elles tolèrent la chaleur et l'humidité, (**Espiard ; 2002**).

**Figure n° 13** : variété santa maria, (**C.T.I.F.L. ; 2000**).



Le fruit pousse sur des éperons à long terme et est sphérique à forme de poire généralement. Il ne devrait jamais être autorisé à mûrir sur l'arbre. Le processus de maturation est achevé en stockage où les poires mûrissent plus uniformément. La variété du Santa Maria est une variété de poire d'été qui est assez juteuse et caractérisé par un rendement élevé avec une récolte précoce du fruit (Fin de Juillet au mi – Août. En raison de ces particularités techniques intéressantes, sa culture est d'un grand intérêt dans le centre - sud de l'Italie.

**(Anonyme ; 2009)**

### La variété williams

Les variétés utilisées par l'industrie, notamment la Williams sont également des variétés appréciées sur le marché du frais. Seuls les marchés espagnol et italien sont peu consommateurs de poire Williams, mais elle est très demandée dans le reste de l'Europe. (**Silva et ali ;2005**) La variété Williams est sujette à une maturité précoce si des températures fraîches sévissent pendant les quelques mois qui précèdent la récolte. Le fruit présente alors

une virescence, ramollit et se conserve mal en frigorifique. Le degré de ces altérations dépend d'un seuil critique des températures et de la durée d'exposition du fruit à ces températures.

**(Anonyme ; 2009).**

Pour la transformation au sirop/au naturel, la variété la plus couramment utilisée est la Williams Bon Chrétien pour ses qualités de texture, de couleur et de goût. La Williams est une poire d'été qui se récolte du mois d'août au mois d'octobre. Elle se conserve entre 3 et 4 mois, **(Silva et Ali ; 2005).**

### **Le Poirier Williams rouge**

Une des plus cultivée au monde. Chair blanche, fine, fondante, juteuse, sucrée, peu acidulée, très parfumée, musquée. Pollinisation améliorée avec Conférence, Doyenné comice. Récolte fin août, **(Silva et Ali ; 2005).**

**Figure n° 14 : fruit variété williams rouge, (C.T.I.F.L. ; 2000).**



### **La Williams jaune**

Une des plus cultivée au monde. Chair blanche, fine, fondante, Juteuse, sucrée, peu acidulée, très parfumée, musquée. Récolte août. Auto fertile mais production améliorée avec conférence, coscia, doyenné du comice, kaiser, **(Silva et Ali ; 2005).**

**Figure n° 15 : fruit variété williams jaune, (C.T.I.F.L. ; 2000).**



### **La variété Conférence**

Fruit allongé, chair fine, fondante et juteuse, sucrée acidulée et très parfumée. Maturité fin septembre octobre. Elle se conserve jusqu'au janvier au froid. De vigueur moyenne, sa mise à fruit est rapide et sa productivité est forte et régulière. La variété Conférence et faible sensibilité à la tavelure, mais sensible au *Pseudomonas syringae* et au folletage, *Stemphylium* à surveiller. Très productive (attention au calibre). Elle est très plantée dans le nord de l'Europe et en Italie, (Bernard ; 2000).

**Figure n° 16 : fruit variété conférence, (C.T.I.F.L. ; 2000).**



# Chapitre 3

**Exigence et conduite de la  
culture**

## 9. Exigence climatiques et édaphiques

### 9.1. Exigences climatiques

Le poirier se développe dans des zones climatiques où la température hivernale reste en dessous de 7°C. Ses besoins en froid sont de l'ordre de 1200 à 1500 heures de températures inférieures à 7,2°C. En phase de dormance, le poirier peut supporter sans en souffrir des températures allant jusqu'à -26°C. **(Walali et Skiredj ; 2003).**

Les zones les plus favorables à la culture sont celles qui présentent des hivers froids et des étés modérément chauds et relativement humides. **(Bretaudrau ; 1978).**

#### 9.1.1. Température

Des températures de 21 à 26°C sont les plus favorables à l'activité des abeilles au cours de la pollinisation. Les températures au-dessus de 27°C et au-dessous de 12°C et la faiblesse d'hygrométrie réduisent le calibre des fruits. Des nuits fraîches et une luminosité intense durant la maturité sont très favorables à la bonne coloration des fruits. Par contre, des journées brumeuses accompagnées de précipitation ou de rosées matinales déprécient la couleur des fruits et favorisent le développement de la rustine. **(Walali et Skiredj ; 2003).** La variété William est sujette à une maturité précoce si des températures fraîches sévissent pendant les quelques mois qui précèdent la récolte. Le fruit présente alors une virescence, ramollit et se conserve mal en frigorifique. Le degré de ces altérations dépend d'un seuil critique des températures et de la durée d'exposition du fruit à ces températures. **(Walali et Skiredj ; 2003).**

**Deux modes d'action de la température sont à prendre en considération :**

- Les températures basses de l'hiver qui l'évent la dormance des bourgeons.
- Les températures élevées permettent leur évolution après la levée de dormance.

### 9.1.2. Pluviométrie

La pluviométrie est un élément primordial dans l'analyse du climat (**Estienne et Godar ; 1970**). Selon **Sapin(1977)**, les récoltes sont dépendantes de son importance et sa répartition sur l'année. D'après **Galet (2000)**, on admet qu'il faut au maximum de 250 à 350 mm de pluie durant la période de végétation et de maturation c'est-à-dire du débourrement a la récolte.

(**Spin ; 1977**), propose des doses supplémentaires d'eau en raison de 200 à 300 mm / Ha

Une pluviométrie insuffisante peut être augmentée ou tout au moins entretenue par :

- L'irrigation
- L'emploi de porte-greffes a entrainement profond
- Des apports important de matière organique.

### 9.1.3. Hygrométrie

Le poirier aime les climats tempérés ou l'hygrométrie est élevée. Cependant une hygrométrie élevé favorise certaines maladies telles que l'oïdium et la tavelure surtout si celle-ci se maintiennent élevées durant plusieurs jours.

### 9.1.4. La lumière

Le poirier réagit positivement à l'ensoleillement. L'augmentation du rayonnement solaire favorise généralement la pénétration de la lumière dans le couvert des arbres et entraine une augmentation du potentiel de photosynthèse. La lumière influe sur l'induction florale, le grossissement et la coloration des fruits (**Cautier ; 1987**).

D'après (**Betaudeau ; 1975**), les conditions idéales de luminosité pour le poirier semblent être les suivantes :

- Fin de printemps, début d'été assez lumineux (bonne induction florale).
- Été relativement couvert avec des nuits chaudes (bon grossissement des fruits).

La couverture nuageuse associée à la pluie est considérée comme un facteur négatif réduisant la disponibilité du rayonnement solaire.

### 9.1.5. Altitude

Une altitude de 600 jusqu'à 1800 m est favorable pour la culture de poirier.

#### Brise-vent

Le vent violent brise les branches, provoque la chute des fleurs et des fruits. Au printemps, il détériore les nouvelles feuilles, fait obstacle à l'action pollinisatrice des insectes, il accélère la maturité des fruits, augmente l'évapotranspiration et peut conduire aux brûlures

**(Lamonarca ; 1985).**

Le vent chaud et sec provoque un dessèchement des fleurs. La réduction de la vitesse du vent s'effectue par l'installation des brises vent perpendiculaire à la direction du vent. Dans la pratique, il faut éviter les écrans imperméables qui soulèvent des tourbillons derrière cet écran.

## 9.2. Exigences édaphiques

Le poirier s'accommode à une grande variété de sols dans la mesure où ils conservent suffisamment d'humidité et qu'ils soient bien drainés. Comme beaucoup d'espèces, le poirier se développe bien sur des sols profonds, fertiles, argilo-limoneux et riches en matière organique. **(Walali et Skiredj ;2003)**. Et leur développement le système racinaire et de complexe dépend la fertilité du sol et donc la bonne santé de l'arbre.

Le poirier est capable de croître et de réduire des fruits dans une gamme de sol aux caractéristiques physiques et chimiques très étendues. **(Anonyme ; 1989)**.

### 9.2.1. Paramètre physiques

#### Texture

La texture d'un sol est sa composition granulométrique. On trouve les textures fines (sols argileux) jusqu'aux textures grossières (sols sableux). Et détermine aussi la quantité d'eau pouvant être emmagasinée dans un sol donné. Un sol à texture grossière retient moins d'eau qu'un sol à texture fine.

La texture du sol joue aussi un rôle dans la fertilité du sol, les sols à texture fine sont plus fertiles que les sols à texture grossière ; cela est dû aux colloïdes du sol auxquels sont adsorbés les minéraux. Et encore influence déterminante sur la germination des graines, un sol

convenablement structuré doit comporter une portion importante (30 à 40%) d'éléments dont le diamètre est au plus > à celui de la graine.

Le poirier s'adapte à une gamme de texture de sol assez allant du sable l'argile.

Les terres argilo-sablo-limoneuses sont considérées comme les plus favorables à l'arboriculture fruitière et pour le poirier (un bon sol) présente les proportions suivantes :

- Argile : 15 - 30 %
- Limons : 15- 30 %
- Sables fins : 10- 20 %
- Sables grossiers : 20- 40 %

### **Structure**

La structure du sol a une influence déterminante sur la germination des graines, un sol convenablement structuré doit comporter une portion importante (30 à 40%) d'éléments dont le diamètre est au plus > à celui de la graine.

Un sol de mauvaise structure est fendille, les fentes vont contribuer à l'assèchement du sol qui est d'autant plus élevé que les fentes sont profondes. Ce phénomène est rencontré dans les sols lourds.

Pour avoir une bonne structure du sol, il faut apporter du fumier et choisir les techniques appropriées pour chaque culture. La monoculture et le travail continu du sol concourent à dégrader la structure du sol.

En Algérie, le comportement des sols, lié aux argiles soumises aux alternances : humectation-dessiccation, leur confère une structure qui est loin d'être aussi défavorable.

### **Humidité du sol**

Le poirier redoute les excès d'humidité, par contre une fraîcheur naturelle du sol lui est indispensable (**Bretauudeau ; 1978**).

### 9.2.2. Paramètres chimiques

#### PH du sol

Les sols à ph acide (5,5- 7) sont les plus favorables aux arbres fruitiers à pépins (**Bouhier de l'ecluce ; 1983**). (**Faure ; 1979**), signale que le poirier peut être cultivé a un PH bas de 5, sans que l'arbre souffre.

Le poirier s'supporte un aussi un PH basique de l'ordre 8,3.

#### Calcaire

Le poirier tolère mieux le calcaire actif (12-15 %) que le pommier et le pêcher (**Bouhier de l'ecluce ; 1983**).

#### Salinité

La salinisation est défini par **Servant (1975)**, comme étant l'ensemble des mécanismes suivant lesquels le sol s'enrichit en sels solubles et acquiert, à un degré plus ou moins fort, le caractère salé. **Cherbuy (1991)** a ajouté qu'il s'agit d'un processus résultant de la migration des sels à travers le profil du sol et de leur accumulation, par précipitation en profondeur.

Chez le poirier le seuil critique se situe entre 1,7 – 2 mmhos / cm (conductivité) et un taux 2 g de Na Cl / L dans la solution du sol est considéré comme une limite à ne pas franchir.

La sensibilité de la culture de poirier au stress salin se traduit par une réduction du rendement. Le seuil de tolérance à la concentration de sel dans la zone racinaire est propre. Le plus souvent le seuil de tolérance des cultures est exprimé par là CE de l'extrait de pâte saturée du sol (CEe).

**Tableau n° 07 : Tolérance de la culture de poirier à la salinité du sol CEe (FAO, Bulletin n° 29 ; 2015)**

Niveau de production %	100	90	75	50	0
Le poirier	1 ,8	2,4	3,4	4,9	8

## 10. Irrigation

L'eau est essentielle à la vie des fruitiers, car ils l'absorbent par les racines et permet aux arbres fruitiers de rester turgescents et elle fait pénétrer des sels minéraux dans ces derniers. Et encore L'eau est donc vitale à la formation des fruits qui seront beaucoup plus gros.

L'arrosage sera complémentaire au rythme des pluies, le plus important étant de réhydrater le sol.

Pour ce faire, le mieux est d'apporter l'eau directement au pied du fruitier, car une eau en aspersion :

- favorise la pousse des mauvaises herbes.
- augmente l'arrivée des limaces.
- provoque aussi du gaspillage d'eau.

Chez Le poirier un besoin d'environ 500 à 600 mm de pluie ou d'eau d'irrigation répartis sur la saison de végétation. La quantité annuelle à l'hectare d'eau d'irrigation recommandé pour le poirier de 5000 à 6000 m<sup>3</sup>. **(Belghemmaz ; 2000).**

L'irrigation localisée de type goutte à goutte ou micro-jet permet, comme son nom l'indique, de « localiser » l'eau au plus près des racines des arbres et d'éviter une évaporation trop forte. L'équipement fonctionne avec un débit et une pression plus faibles qu'en aspersion. En localisant l'apport d'eau, on limite les pertes ; on s'assure également d'une très bonne répartition de l'eau. **(Belghemmaz ; 2000).**

Ce système d'irrigation doit être défini avant la plantation, il peut être par ruissellement, submersion ou goutte à goutte, l'apport d'eau doit se baser sur le bilan hydrique et le pilotage par tensiomètre sont les meilleures outils pour déclencher les irrigations car ils permettent de détecter le moment où les réserves en eau du sol commencent à s'épuiser.

**(Belghemmaz ;2000).**

## 11. Fertilisation

Seule une activité biologique (faune et flore) intense est une garantie de nutrition correcte de l'arbre. L'enherbement amélioré la nutrition phosphatée, potassique et ferrique. Mais le poirier est très sensible au manque d'azote aux environs de la floraison (feuillage très pâle) et particulièrement sur cognassier. La technique la plus classique reste l'apport d'un engrais type guano sur la bande de plantation, suivi d'un travail du sol d'incorporation, et ce environ un mois avant la période présumée de la floraison. Cette technique est efficace mais ne résout que le problème de l'alimentation azotée. Cet apport de printemps vient en complément de l'apport d'un compost ou d'un organique plus complet à l'automne. Le choix des apports doit être effectué d'après les observations annuelles du sol et de l'arbre et par des analyses et observations du sol plus poussées environ tous les 5 ans.

En fait, il s'agit d'assurer au volume maximal de sol, de l'aération, de l'humidité et la bonne matière organique dans des conditions correctes de pH et sans trop de cuivre.

(Belas ; 2000) propose une méthode de raisonnement de la fertilisation instituée avant la plantation qui comporte plusieurs volets : la fumure de fond, la fumure d'entretien et la fumure corrective.

### 11.1. Fumure

#### Fumure de fond

Dans le vergé de cul-des sarts (basse Ardenne), fortement carencé en calcaire et en humus, nous avons eu recours à l'épandage d'un amendement calcaire pour corriger le PH et à l'épandage de matière organique pour constituer une réserve d'humus et d'éléments minéraux. À cela nous avons ajouté un engrais à bas d'oligo-éléments. (Catzeflis ; 1971).

La nature et les quantités d'engrais varient fortement avec la nature des sols, dès lors, il est primordial de se référer aux analyses chimiques réalisées en laboratoire qui donneront de façon précise. Pour chaque cas, les quantités à utiliser. Pour ce faire, on peut contacter un des laboratoires du réseau réquisud. (Catzeflis ; 1971).

Selon (Lespinasse ; 1992) pour une culture de poirier ou pommier, il convient d'adopter :

Fumier bien décomposé ou compost : 40-50 t/ha.

### **Fumure d'entretien**

Elle dépendra du sol, puisque après la plantation, les engrais sont épandus en surface et non mélangé à la couche explorée par les racines. La migration des engrais varie selon la nature du sol et de la disponibilité de l'eau (**Catzeflis ; 1971**).

Pour (**Delas, 2000**) la fumure d'entretien d'un sol convenablement fertilisé avant plantation est destinée à compenser les exportations d'éléments minéraux, ainsi que les pertes en profondeur par lessivage ou par insolubilisations.

### **Fumure de redressement**

La fumure de redressement destinée à corriger les déficiences du sol en phosphore de façon à assurer aux différentes plantes de l'assolement pratiqué les conditions optimales d'alimentation phosphorique. Cette fumure correspond à une amélioration de productivité (**Crnurxenr ; 1966**). Elle ne peut être déterminée que par le moyen de l'expérimentation culturale dont les résultats permettent d'étalonner les données de l'analyse du sol et de déterminer le niveau (optimum) de potentiel alimentaire (**Glenox ; 1969**).

Pour (**Chevalier ;1976**) la plupart des travaux prouvent que même si un sol possède des réserves suffisantes en potasse, il est nécessaire d'apporter une fumure de fond, abondante avant la plantation de poirier et la compléter si besoin par des fumures annuelles superficielles correctives.

### **11.2. Besoins annuelles**

En cultures pérennes et plus particulièrement en arboriculture, on recherche d'abord à maintenir un milieu biologiquement actif avec un équilibre sol/plante garantissant une croissance puis une fructification optimale. Les vergers n'exportent que peu d'éléments minéraux comparativement aux cultures annuelles, seul les besoins en potassium sont élevés. (**Gautier ; 1987**).

Tout excès ou carence en lien avec la fertilisation organique azotée pourra provoquer des conséquences directes sur le verger : parasitisme mais également stimulation de l'alternance, baisse ou excès de vigueur et chute des rendements. (**Gautier ; 1987**).

**Tableau n° 08** : Estimation des besoins annuelles du poirier pour un rendement de 1 tonne /ha,( **Boulay et al ; 1984** ) .

Apports en kg/an/ha pour un rendement de 1 tonne / ha	Azote N	Phosphore P 2 O5	Potassium K 2O	Magnésium MgO
<b>Poirier</b>	1,5 à 2,0	1,65	2,0 à 2,5	0,75

## 12. les éléments minéraux

Les éléments minéraux représentent entre 1 et 6 % de la matière sèche du fruit mur . Les plus représentés sont le potassium, le calcium, le magnésium et le phosphore, d'autres métaux sont également présents en plus petites quantités (Fer, manganèse, cuivre, zinc, nickel ....).

Tous ces minéraux ont des rôles importants dans les mécanismes cellulaires (équilibre ionique, échanges osmotiques, transport d'électrons, catalyseur enzymatique) et sur le maintien de la structure des fruits (calcium).

On classe généralement les éléments minéraux nécessaires à la plante en macroéléments dont la plante a besoins en quantités élevés et en microéléments dont la plante a besoin en petites quantités. Ces derniers sont aussi dénommés oligo-éléments.

### 12.1. Les interactions entre les éléments minéraux

Les éléments nutritifs sont susceptibles d'exercer les uns sur les autres des actions qui aboutissent soit stimuler soit à inhiber leur absorption par le végétale.

## Les antagonismes

C'est une situation dans laquelle deux éléments ou leurs conséquences s'opposent dans leurs effets. L'idée d'antagonisme est opposée à celle de synergie, dans lesquels divers phénomènes conjuguent leurs effets. (Climent ; 1990).

### A / Interaction de l'azote (N) avec les autres éléments

L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) fait diminuer le taux d'absorption des cations tels que le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le cuivre ( $\text{Cu}_2^+$ ), alors que le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) fait diminuer celui des anions tels que le phosphore (P) et le soufre (S).

Un niveau élevé d'azote fait augmenter l'exigence de la plante en cuivre à cause de sa liaison avec les acides aminés. Le besoin de la plante en cuivre peut être aussi lié à l'effet de dilution causé par l'azote, (Bretaudeau et Faure ; 1992).

### B/ Interaction de potassium (K) avec N, Ca, Mg, B et Na

Les niveaux de K et N sont relativement liés dans la plupart des plantes. En général, l'azote fait augmenter la sensibilité de la plante aux maladies, alors que le potassium (K) lui permet de mieux résister. L'azote stimule la croissance avec production de tissus tendres, alors que le potassium augmente la fermeté des tissus végétaux.

Inversement, sans une quantité suffisante de K, la concentration de N augmente dans les jeunes tissus de la plante, (De Cormis et al ;1978).

La source de N influence l'accumulation de K. Une augmentation de  $\text{NO}_3$  entraîne une accumulation de K alors que  $\text{NH}_4$  entraîne une diminution de K dans la plante.

L'augmentation de Ca tend à annuler l'effet négatif de l'azote (N) sur l'absorption du potassium (K). Ce dernier influence aussi l'absorption et/ou l'utilisation des deux formes de N.

### Interaction de K avec calcium (Ca) et magnésium (Mg):

La présence relative de potassium (K), Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) influence la concentration individuelle de chaque cation dans la plante. Le potassium apparaît être le plus compétitif.

Alors que le rapport  $K/(Ca+Mg)$  tend à être constant dans le tissu végétal, la forme d'azote ( $NH_4^+$  ou  $NO_3^-$ ), le stade végétatif, l'apport de Ca ou la déficience de K ou de Mg peuvent induire sa variation. L'utilisation de  $NO_3^-$  stimule l'absorption des cations qui tend aussi à augmenter avec l'âge de la plante si le sol n'est pas très riche en K. Les plantes ayant un excès de K deviennent déficientes en Mg et peut être en Ca à cause du déséquilibre des rapports K/Mg et K/Ca, **(De Cormis et al ; 1978)**.

#### **Interaction de K avec le bore (B):**

Des niveaux élevés de potassium (K) entraînent une diminution de la concentration de bore dans le tissu végétal. L'augmentation de l'apport de K entraîne une diminution du rapport Ca/B dans la plante, **(Soltner ; 2000)**.

#### **Interaction de K avec sodium (Na):**

Les ions potassium et sodium ont des propriétés physico-chimiques similaires, ce qui fait que le Na peut remplacer le K dans plusieurs de ces rôles essentiels. Cependant, K est un élément important alors que le Na ne l'est pas. Par conséquent, Na peut réduire l'effet d'une faible concentration de K mais ne peut pas éliminer sa déficience, **(De Cormis et al ; 1978)**.

Dans les conditions de salinité, les concentrations de Na peuvent être réduites par des applications de KCL.

### **C/ Interactions de phosphore (P) avec les autres éléments**

#### **Interaction de P avec l'azote (N):**

Le rapport N/P d'une valeur de 1 /10est considéré optimum pour plusieurs espèces cultivées. Dans les sols alcalins l'engrais ammoniacal peut augmenter la disponibilité de phosphore (P) à cause de leur effet acidifiant. Il est ainsi conseillé d'apporter le DAP au début de la culture. Ceci est particulièrement important pour les plantations du début de printemps car les températures basses de du sol peuvent induire une déficience temporaire en phosphore, **(Loue ; 1982)**.

#### **Interaction de P avec le calcium (Ca):**

L'augmentation de Ca dans la solution induit une augmentation de l'absorption de P probablement parce que le calcium stimule le transport du phosphore au niveau des

membranes mitochondriales. Cependant, tous les engrais sous forme de phosphate de calcium ont une solubilité faible dans l'eau à pH élevé, **(Soltner ; 2000)**.

#### **Interaction de P avec le magnésium (Mg):**

Le magnésium active les enzymes kinases ainsi que plusieurs réactions faisant le transfert du phosphate, **(Loue ; 1982)**.

#### **Interaction de P avec le fer (Fe):**

Le fer peut former des phosphates de fer et diminuer ainsi son absorption, **(Loue ; 1982)**.

#### **Interaction de P avec le zinc (Zn):**

Des niveaux élevés de phosphore induisent des symptômes de déficience de Zn même avec des concentrations adéquates de ce dernier. Il est particulièrement important pour les plantations du début de la saison printanière car les températures basses du sol peuvent engendrer une déficience temporaire en P, **(Soltner ; 2000)**.

### **Les synergies**

Ce sont des phénomènes par lequel plusieurs facteurs agissant en commun ensemble créent un effet global ; un effet synergique distinct de tout ce qui aurait pu se produire s'ils avaient opéré isolément, que ce soit chacun de son côté ou tous réunis mais œuvrant indépendamment. Il y a donc l'idée d'une coopération créative. C'est à dire un élément favorise l'absorption ou l'utilisation d'un autre élément, **(Anonyme ; 1985)**.

**(Binet et Brunet ; 1967)** indiquent que le phosphore intervient dans la pénétration et la fixation du fer, c'est pourquoi certaine chlorose de type (chlorose ferrique) ne peuvent être guéries par un apport de fer et sont liées en réalité à l'insuffisance du phosphore.

L'existence des interactions ioniques montre que ce ne sont pas seulement les doses totales des différents ions qui sont importantes à la nutrition des plantes, mais aussi les proportions entre les doses **(Lafon et al ; 1996)**.

### **Le blocage**

Lorsque les plants de poires connaissent un blocage de l'assimilation des éléments nutritifs, cela signifie qu'ils ne peuvent pas absorber les nutriments nécessaires pour se développer

correctement. Le résultat peut être des carences telles que les feuilles décolorées, un faible rendement et une perte totale de la culture.

Cela peut être causé par de nombreuses choses. Les raisons habituelles pourraient être un mauvais pH de l'eau, de la solution nutritive ou du sol (par exemple, lorsque le pH est trop élevé ou trop bas) ou une réaction chimique entre les éléments nutritifs qui peuvent empêcher vos plantes de les absorber. L'accumulation de dépôts de sels dans le sol due à l'utilisation d'engrais et de nutriments minéraux (non biologique) peut également être la cause d'un blocage d'assimilation des éléments nutritifs.

Il est important de savoir dans ce type de blocage que tous les nutriments nécessaires sont bien présents mais que les plantes ne peuvent pas les absorber. Les plants de poires, par exemple, comptent sur une fenêtre assez serrée de niveaux de pH optimal où ils sont en mesure d'absorber les éléments nutritifs de façon optimale. Si le pH n'est pas bon, la plante ne peut pas absorber certains nutriments, même si ils sont présents.

## 12.2 Rôle des éléments minéraux

### Azote

L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est le constituant numéro un des protéines, composants essentiels de la matière vivante. Il s'agit donc d'un facteur de croissance, mais aussi de qualité (teneur en protéines des céréales par exemple).

L'azote est un élément fondamental des composés organiques azotés comme les protéines, les vitamines, la chlorophylle, etc. De plus, l'azote a une certaine action gonflante sur les colloïdes: il augmente la pression dans les cellules, (**Khelil ; 1989**).

Il est absorbé par les racines sous forme de nitrates  $\text{NO}_3^-$  et ammoniacaux  $\text{NH}_4^+$  et la forme nitrite  $\text{NO}_2^-$  elle est absorbée car elle est toxique.

### Symptômes de déficience

- Chlorose des feuilles.
- Les feuilles plus âgées jaunissent et meurent.
- Réduction marquée de la croissance.

- Réduction de la densité du couvert végétal.
- La formation de bourgeon de fruit et l'ensemble de fruit peuvent être restreints.
- L'écorce des pousses et des brindilles peut devenir rougeâtre en couleur.

**Figure n° 17 :** Carences en azote dans une pousse du poirier,  
([www .dolcetera.com/poirier](http://www.dolcetera.com/poirier))



### Note de surveillance

Le temps froid de début de saison provoque souvent des carences temporaires en azote.

Lorsque l'alimentation azotée est perturbée, les différents organes des plantes sont plus petits, et les rendements diminués. La carence azotée conduit à une plus faible densité des peuplements, à une fructification précoce et à une teneur réduite en protéines. Un approvisionnement médiocre ou excessif en N diminue la qualité.

Les signes d'une carence azotée se déclarent aussi à la suite du lessivage des engrais par de forte pluies, (Khelil ; 1989).

### Remèdes et corrections

- Emploi d'engrais verts évitant le lessivage de N en hiver (lorsque les conditions météorologiques de l'automne le permettent).
- Amélioration de la structure du sol.
- Ajouter les fumures azotées sous forme de nitrates assimilable en surface.

### Excès d'azote

Un excès d'azote se traduit par un ramollissement des végétaux, une floraison insuffisante et de mauvaise qualité. Et retard dans la maturité et dans la coloration des fruits, (**Khelil ; 1989**).

### Phosphore

Le phosphore intervient dans les transferts énergétiques (ATP), dans la transmission des caractères héréditaires (acides nucléiques), la photosynthèse et la dégradation des glucides. Cet élément est essentiel pour la floraison, la nouaison, la précocité, le grossissement des fruits et la maturation des graines, (**Khelil ;1989**).

Il se trouve dans le sol sous trois formes :

- une forme accessible, liée au complexe argilo-humique par le calcium et le magnésium.
- une forme combinée : il est immobilisé, en partie, par les hydroxydes d'aluminium et de fer dans les sols acides (dans ce cas, il est nécessaire de chauler le sol pour le libérer) ;
- une forme insoluble : en sol calcaire, le phosphore peut être sous forme de phosphates de calcium, dont certains sont insolubles, (**Khelil ; 1989**).

### Symptômes de déficience

- Les feuilles âgées sont d'abord vert foncé, puis rouge-violet.
- Le couvert végétal verdit très lentement au printemps

- La croissance est ralentie et la densité est plus faible.
- La déficience en phosphore entraîne des teneurs normalement basses en N, Mg, Ca, et en B (**Khelil ; 1989**).

### **Note de surveillance**

La disponibilité du Phosphore est influencée par le pH du sol. La disponibilité est maximale lorsque le pH du sol est de 6,5. Réduction de l'absorption dans les sols froids. Elle peut être due à une insuffisance de cet élément dans le sol très souvent, (**Khelil ; 1989**).

### **Remèdes et corrections**

- Fertilisation phosphatée adaptée au pH. Scories et phosphates naturels pour les sols acides à neutres et superphosphate pour les sols neutres à alcalins.
- Amener le sol dans la zone des pH neutre à légèrement acide.

Dans les vergé Algériennes, en sol lourds, la correction de la déficience par des apports de fumure phosphatée, localisé en profondeur, au voisinage des racines.

### **Excès de phosphore**

Des travaux ayant trait à cette question que l'excès de phosphore a pour effet :

Une diminution des teneurs en vitamine C. Une fumure abondante en phosphore provoque une carence induite de certains oligo-éléments (**Khelil ; 1989**).

## Potassium

Le potassium est toujours abondante dans la matière sèche des végétaux, il participe à la synthèse des sucres et des protéines, augmente la résistance à la déshydratation et facilite le transfert des substances vers le fruit, **(Khelil ; 1989)**.

- Le potassium active plus de 60 enzymes et limite le stress hydrique parce qu'il régule l'ouverture des stomates (des orifices présents sur le feuillage)
- assurent les échanges gazeux entre le végétal et l'air ambiant.
- Abondant dans les terres des régions à roches primaires et volcaniques.
- il peut parfois manquer en terrain sableux ou lorsque les arrosages sont excessifs.
- il réduit la transpiration des plantes, augmentation la résistance à la sécheresse.
- il intervient dans l'équilibre acido-basique des cellules et régularisé les échanges intracellulaires.
- Cet élément régule la transpiration des végétaux, **(Khelil ; 1989)**.

## Symptômes de déficience

- Les feuilles ont tendance à se décolorer, elles jaunissent ou brunissent en périphérie, s'enroulant ensuite
- Le bord des nervures peut virer au rouge violacé.
- Les végétaux sont plus sensibles aux maladies, à la sécheresse ainsi qu'au froid.
- les fruits demeurent petits et peu sucrés.

Les fruits déficients ne murissent pas uniformément, et leur coloration est complète et irrégulière. **(Khelil ; 1989)**.

### Note de surveillance

- Jaunissement des vieilles feuilles suivi par un dépérissement.
- brûlure et un assèchement de la pointe et de la marge de la feuille.
- Réduction de croissance de l'arbre.
- Tendance à présenter du flétrissement et des blessures dues à l'usure du feuillage.

La guérison d'arbre carencé est souvent longue par suite de la difficulté à mettre rapidement de la potasse à la disponibilité des racines.

Une carence en potasse se traduit par une croissance plus lente et par un flétrissement plus rapide du feuillage en cas de sécheresse. La mort des cellules sur le bord des feuilles peut être le signe d'une carence en potasse, (**Khelil ; 1989**).

### Remèdes et corrections

- Apporter de la potasse au moyen des roches broyées, des cendres de bois ou encore de patent kali (un engrais naturel à base de sulfate de potasse et de magnésie).
- restituer à la terre les déchets de récolte et Nous stimulerons son activité biologique par un paillage régulier ainsi que des apports de compost, (**Khelil ; 1989**).

### Excès de Potassium

Un excès de potasse s'oppose à l'absorption du calcium, de l'azote et du magnésium. et provoque une augmentation de calibre des fruits et il est facilement diagnostiqué par l'analyse foliaire, (**Khelil ; 1989**).

**Figure n° 18** : Carence en potassium dans les feuilles du poirier, (C.T.I.F.L, 2006).



### Calcium

Le calcium est important dans la structure du sol et est indispensable à la nutrition des plantes pour lesquelles il joue deux rôles: rôle de structure et rôle métabolique. Il est apporté sous forme d'amendement.

Dans le sol, c'est le calcaire actif qui est absorbé par l'arbre. L'excès de calcaire bloque de nombreux oligo-éléments : Fer, Bore, Magnésium, et gêne l'absorption du potassium et du phosphore. Le calcium est bloqué par des teneurs excessives de potassium et d'azote dans le sol. (Khelil ; 1989).

### Symptômes de déficience

- Chlorose des feuilles et autres organes les plus jeunes.
- Le bout des racines brunissent et meurt.
- Les feuilles s'enroulent, brunissent et meurent.
- Les nouvelles feuilles peuvent rester collées entre elles et se déchirer en ouvrant.
- Dans certains cas, les symptômes sont invisibles à la surface du fruit, mais ils sont toujours nets sous la peau, (Khelil ; 1989).

**Figure n° 19** : Carences en calcium dans les feuilles du poirier, (C.T.I.F.L, 2006).



### Note de surveillance

La croissance des différentes parties d'un végétal carencé en calcium est ralentie. En plein champ, la carence calcique est rare, il est plus fréquent de constater des dommages dus à l'acidité des sols pauvres en chaux, (Khelil ; 1989).

### Remèdes et corrections

- Apport d'amendements calcaires broyés, de dolomie ou d'écumes de défécation.
- Emploi régulier d'engrais contenant du calcium (Scories-Potassique et amendements Thomas, phosphates naturels, etc.).
- La taille des arbres et d'éclaircissage des fruits.
- Application rationnelle des irrigations, (Khelil ; 1989).

### Excès de calcium

Des phénomènes de carences en fer, acide phosphorique, bore et magnésium peuvent apparaître quand il y a un excès de calcium, (Khelil ; 1989).

## Magnésium

Le magnésium entre dans la composition de composés organiques essentiels comme la chlorophylle, la phytine, la pectine. C'est aussi un activateur d'enzymes, en particulier de ceux qui sont à l'origine de la protéosynthèse. Dans l'arbre le magnésium se porte vers les zones de croissance active, **(Khelil ; 1989)**.

### Symptômes de déficience

- Entre les nervures des feuilles apparaissent des jaunissements linéaires.
- Les feuilles se décolorent en jaune entre les nervures à partir de la base, puis ces plages brunissent et se nécrosent.
- Les tissus des feuilles entre les nervures jaunissent, tandis que les nervures restent vertes.
- Les fruits carencés en magnésium mûrissent plus tôt, sont fortement colorés et tombent prématurément, **(Khelil ; 1989)**.

### Note de surveillance

Chez les plantes carencées en magnésium, la production d'hydrates de carbone est réduite et les amides, qui servent à la protéosynthèse, s'accumulent dans les feuilles. On met en évidence de plus en plus fréquemment des carences magnésiennes, car des quantités non négligeables de magnésium sont exportées par les végétaux et lessivées, **(Khelil ; 1989)**.

### Remèdes et corrections

- Apport de magnésium par la kiesérite.
- Apport de magnésium par la dolomie (pour les sols à pH inférieur à 6,5).

- Emploi régulier d'engrais contenant du magnésium (Patentkali, nitrate d'ammoniaque magnésien, Scories-Potassiques, etc.).
- Pulvérisation foliaire d'EPSO Top, Micro top ou Combi top (Sel d'Epsom - Bittersalz) ou d'autres engrais foliaires magnésiens (uniquement dans le cas de carences aiguës; en général, le rendement est réduit).
- Diminution de la fumure potassique, (**Khelil ; 1989**).

**Figure n° 20** : Carence en magnésium dans les feuilles du poirier, (**C.T.I.F.L, 2006**).



### **Excès de magnésium**

L'excès de magnésium se traduit par une brûlure du feuillage et empêche l'absorption du calcium. On peut donc avoir des feuilles très vertes, mais trop petites, (**Khelil ; 1989**).

### **Fer**

Le fer est nécessaire à la synthèse de la chlorophylle, de plus, il entre dans la composition de certains enzymes. Il joue aussi sur la qualité des fruits notamment par l'élaboration des pigments (carotènes et xanthophylles), (**Khelil ; 1989**).

### **Symptômes de déficience**

Chlorose (décoloration) des jeunes feuilles. En cas de carence aiguë les feuilles deviennent presque blanches et dépérissent. On rencontre des carences en Fe en arboriculture fruitière, dans la culture des petits fruits et en viticulture.

Souvent, les symptômes ne sont observables que dans une partie du plant, (**Khelil ; 1989**).

**Figure n° 21** : Carence en fer dans les feuilles du poirier, (C.T.I.F.L, 2006).



### Note de surveillance

- Sols alcalins, riches en calcium, à faible teneur en matière organique, structure défectueuse et économie de l'eau perturbée.
- La carence en fer est renforcée par des apports élevés de phosphore.
- De même, un approvisionnement insuffisant en potassium renforce la carence en Fe.
- Le manque de fer survient plus souvent sur les sols à PH élevé et peut, par conséquent, résulter d'un chaulage excessif (chlorose induite par chaulage), (Khelil ; 1989).

### Remèdes et corrections

- Pulvérisation foliaire immédiate de sulfate, de citrate ou de chélate de Fe.
- Apport de chélates de fer au sol.
- Action sur le pH du sol vers la neutralité ou une faible acidité.
- Amélioration de la teneur du sol en matière organique, (Khelil ; 1989).

### Manganèse (Mn)

Le manganèse est un activateur d'enzymes qui participent à la formation de la chlorophylle, à la photosynthèse, à l'élaboration des protéines et de la vitamine C, (Khelil ; 1989).

#### Symptômes de déficience

- Présentent des taches jaune clair entre les nervures des feuilles.
- Le vert des feuilles pâlit graduellement, sauf près des nervures, ou il reste foncé
- Ces nervures gardent leur couleur vert foncé, qui contraste nettement avec le jaune de la feuille affecté.
- Contrairement aux symptômes de carence en fer, où le tissu entier entre les nervures est jaune clair, on ne voit ici que des taches claires isolées, (Khelil ; 1989).

#### Note de surveillance

Les Sols carencé : Sols alcalins, riches en humus (tourbières basses carbonatées) et sables très Humifères, (Khelil ; 1989).

#### Remèdes et corrections

- Tourbières basses et sols alcalins: pulvérisation foliaire et emploi d'engrais acidifiants.
- Sables très humifères: application au sol de sulfate de manganèse (environ 100 kg/ ha).

**Figure n° 22 :** Carences en manganèse sur les feuilles du poirier, (C.T.I.F.L, 2006).



### **Excès manganèse**

- Des taches brunes ou des zones marbrées de jaunes apparaissent alors près de la pointe et sur le pourtour des feuilles, les plus vieilles étant habituellement les plus atteintes
- L'écorce des nouvelles pousses se nécrose et se retrouve de taches rouge.
- La croissance est ralentie, (**Khelil ; 1989**).

### **Le zinc**

Le zinc est un activateur d'enzymes; il favorise la synthèse de la chlorophylle et des hormones de croissance, (**Khelil ; 1989**).

### **Symptômes de déficience**

- Les symptômes apparaissent en général dans le cas d'un ensoleillement intense.  
Chlorose des jeunes feuilles.
- Chlorose des nervures.
- Croissance de la plante retardée.
- Les feuilles forment des rosettes au bout des pousses.
- Une défoliation prématurée, qui débute par les feuilles plus âgées, (**Khelil ; 1989**).

### **Note de surveillance**

Sols à pH élevé, apports élevés de phosphore. La carence en zinc s'observe le plus souvent sur les exploitations cultivant beaucoup de maïs et en arboriculture fruitière, (**Khelil ; 1989**).

### **Remèdes et corrections**

- Applications foliaires de sels et de chélates de zinc.
- Abaissement du pH par emploi d'engrais acidifiant, (**Khelil ; 1989**).

## **13. Mise en place de la culture**

### **13.1. Choix de porte-greffe**

Le choix de porte –greffe repose sur les critères suivants :

- Il est à choisir en fonction du sol.
- La fidélité et l’affinité de production qui permet de préserver la stabilité génétique, l’homogénéité en culture et abaisser le cout de production.
- L’incompatibilité entre porte-greffe et variété peut causer des dégâts important.
- Le porte –greffe permet de lutter contre les maladies et les ravageurs qui s’attaquent au système racinaire.
- Le porte –greffe permet d’obtenir de la vigueur pour l’arbre.

### **13.2 Choix de variété**

Les caractéristiques à considérer sont :

- La période de floraison, auto-fertilité et inter-compatibilité.
- La productivité et la résistance aux maladies et aux insectes.
- La qualité des fruits et l’aptitude à la consommation.

### **13.3 Préparation du sol**

La préparation du sol doit précéder la plantation, de quelques mois à une année.

Dans le cas de la réalisation de nouvelles plantations, la meilleure préparation du sol consiste à réaliser un labour profond suivi d’un apport important de matières organique afin de mettre les racines dans des conditions de développement optimales suivi par l’épandage de fumure de fond adéquat.

### 13.4. La plantation

La meilleure époque de plantation se situent en Novembre – Décembre, afin que les jeunes plants profitent des pluies d'hivers (**Anonyme ; 1980**).

Afin d'éviter l'affranchissement du poirier (émission de racines au-dessus du bourrelet de greffe qui inhibent l'action du porte – greffe), le bourrelet de greffe doit dépasser le niveau du sol d'un moins 30 cm. (**Charton ; 1992**).

La distance de plantation doit être choisie en fonction de :

- L'espèce cultivée.
- Du système d'exploitation envisagé (**intensif ou extensif**).
- De la vigueur du porte – greffe et de la conduite de l'arbre (**Laumonier ; 1960**).

### 13.5 Entretien du sol

Le travail du sol permet d'améliorer les propriétés physique, chimique du sol et l'activité biologique, comme il favorise la pénétration profonde des racines qui exploitent l'eau et les éléments nutritifs naturels ou incorporés comme fumure de défense ou d'entretien (**Soltner ; 1990**).

L'entretien du sol présente une très grande importance pour l'avenir du verger, il permet de détruire les mauvaises herbes et l'infiltration de l'eau (**Lamonrca ; 1985**).

Selon (**Lamonrca ; 1960**) il convient de réaliser les travaux suivants :

- **Le labour d'hiver** : c'est un labour peu profond et s'adresse à toute la surface du terrain, exécuté avant la floraison, lorsque la terre est bien ressuyée.
- **Les façons superficielles de printemps et d'été** : au cours de cette période, le sol doit être fréquemment travaillé en surface de manière à ameublir le sol et à le préserver de l'envahissement des mauvaises herbes.
- **Le labour d'automne** : il sera plus profond que le labour d'hiver (15- 20) et permettra l'infiltration plus facile des eaux de précipitation, on profitera aussi pour l'incorporation de la fumure phospho-potassique et s'il y a lieu de la fumure organique.

## 14 La Taille

La taille est un ensemble d'opérations destinées à conduire les arbres et à leur donner les formes afin de mieux les rentabiliser .c'est la technique majeure de l'arboriculteur, elle a comme objectifs (**Lespinasse ; 2005**)

- Donner à l'arbre une forme structuré ou charpente.
- Equilibrer les différentes charpentières entre elles.
- Supprimer les branches inutiles ou déperissantes au profit des branches jeunes.
- Assurer un équilibre entre végétation et fructification. Une vigueur moyenne est la plus propice à la production.
- Dégager le contre de l'arbre ainsi que les branches faisant confusion.

### La Taille de formation

Elle est nécessaire pour donner aux arbres une forme rationnelle devant faciliter son exploitation en verger.

Son objectif est essentiellement de limiter de développement de l'arbre en hauteur et limiter le nombre de charpentières.

Elle se déroule au cours des trois premières années de croissance par des pincements sur chacune des charpentières pour faire naître des sous- charpentières qui portent par la suite les rameaux fructifères.

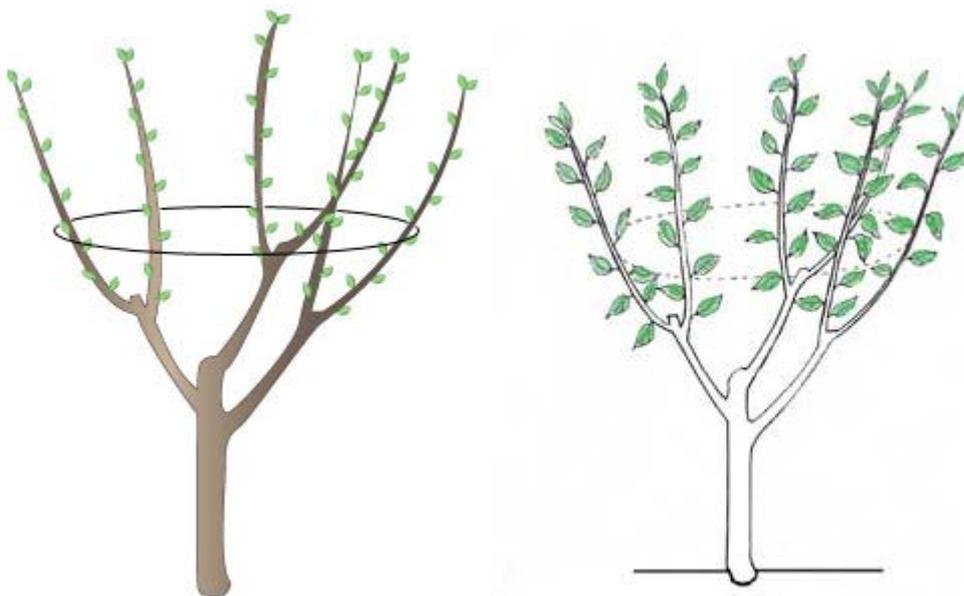
Elle s'effectue pendant la période de repos hivernale. (**Laumonier ; 1960**).

### En Goblet

La forme en gobelet est appliquée aux arbres de verger pour faciliter la cueillette des fruits depuis le sol ou à l'aide d'une échelle double. Elle consiste à couper la flèche et à répartir 5 à 6 branches maîtresses tout autour du tronc de façon à donner à la couronne une forme en gobelet.

- Cette taille de formation nécessite 4 à 5 années à partir d'un scion.
- La hauteur du tronc est généralement de 60 cm (parfois 30 cm) afin de permettre l'accès au tronc pour passer la tondeuse par exemple.
- Le gobelet exige une distance minimale de 3 à 5 m avec d'autres arbres selon la vigueur du porte-greffe et de la variété.
- Les petits gobelets formés sur porte-greffe de faible vigueur nécessitent un tuteurage durant les 3 premières années.

**Figure n° 24 :** Taille de formation du Gobelet, (**Guide Clause ; 2010**).



### **La taille de fructification**

Après la taille de formation vient la taille de fructification. Exemple avec le poirier, qu'une taille douce suffit à rendre productif chaque année.

Durant les quelques années qui suivent la taille de formation, on n'intervient généralement pas sur les arbres fruitiers, ce qui leur permet de s'organiser naturellement.

Il faut par la suite surveiller chaque arbre et intervenir certaines années et non tous les ans, comme on serait tenté de le penser, (**Guide Clause ; 2010**).

On va globalement se livrer à des opérations d'élagage, dont les buts sont multiples :

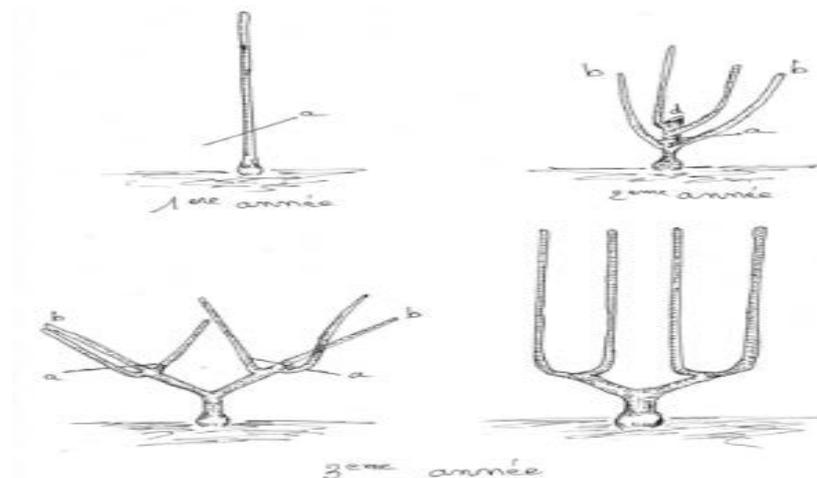
- maintenir une forme équilibrée.
- faire apparaître et se développer des organes qui fructifient.
- limiter l'encombrement des arbres, (**Guide Clause ; 2010**).

### La taille de renouvellement

Elle est fondée sur l'allongement naturel des rameaux et l'ablation partielle (retrancher de l'arbre un rameau). Le rameau de l'année, on laisse s'allonger librement et l'année d'après ce rameau peut porter des bourgeons floraux dans sa partie médiane.

Pour assurer un bon renouvellement des rameaux fruitiers et une production régulière, la charpentière doit porter au cours de l'hiver ; 1/3 des rameaux de 2<sup>e</sup> année couverts de bourgeons floraux, 1/3 de rameaux de l'année non épointés (fructification après 2 ans).

**Figure n° 25 :** Tailles de renouvellement chez le poirier, (**Guide Clause ; 2010**).



## 15. Description des ravageurs, maladies de poirier

- \* les acariens jaunes ( *Tetranychus urticae* ) .
- \* les acariens rouge ( *Panonychus ulmi* ) .
- \* la cochenille, pou de San José ( *Quadraspidiotus perniciosus* ) .
- \* le puceron vert ( *Aphi pomi* ) .
- \* le carpocapse ( *Cydia pomonella* ) .
- \* le feu bactérien ( *Erwina amylovora* ) .
- \* la moniliose ( *Monilia laxa* f ) .
- \* l'oïdium ( *Podosphaera leucotricha* ) .
- \* la tavelure ( *Venturia inaequalis* ) , ( **Janick et Moore ; 1969** ) .

### Principaux ravageurs et maladies de poirier en Algérie

Selon les informations recueillis par le réseau de surveillance phytosanitaire de l'inspection phytosanitaire de la D.S.A Ain Defla , les maladies et ravageur signalé en Algérie et particulièrement au niveau de la willaya de Ain Defla , son principalement par ordre d'importance :

- les lépidoptères principalement le carpocapse *C.pomonella* (L).
- les cochenilles (Homoptère, Diaspididae).
- pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) (comostock).
- les pucerons (Hémiptères, Aphididae) notamment le puceron vert *Aphis pomi* et le puceron lanigère *Eriosoma lanigerum* .

- les Acariens, (Tetranychidae) , l'acarien rouge *Panonychus ulmi* . et l'acarien jaune *Tetranychus urticae* .

Vous retrouverez sur le poirier quasiment les mêmes maladies que pour le pommier. Elles sont cependant, pour certaines d'entre elles, moins importantes comme la tavelure.

La tavelure Cette maladie se traduit par des taches brunes sur les feuilles et les fruits, elle est maladie très importante qui atteint le poirier.

Seule la lutte préventive est efficace contre la tavelure. En effet, lorsque les filaments du champignon sont installés, on peut très difficilement les déloger.

Pour contenir la maladie, vous devrez adopter de meilleures conditions de culture : une taille appropriée, le ramassage des feuilles à l'automne, un apport de compost, une fertilisation du sol à l'automne, le paillage, etc.

L'oïdium, Si vous remarquez comme du feutre blanc sur les feuilles, il s'agira certainement de l'oïdium, mais là encore il est moins fréquent que sur le pommier, (D.S.A ; 2017).

### Maladies fongiques aérienne

- **la tavelure de poirier**

**a- *Venturia pirina* (Bref.) Aderh.**

**b- Anamorphe: *Fusicladium pyrorum* (Lib.) Fck.**

La tavelure des arbres à pépins est certainement la plus grave maladie de nos arbres fruitiers Elle est causée par deux champignons appartenant au même genre mais qui se distinguent par leur hôte, le pommier ou le poirier, et par la forme des fructifications (voir dessin).

Par contre, la biologie, l'épidémiologie de ces deux espèces sont semblables, de même que les symptômes qu'elles déterminent sur chacun des hôtes.

Le développement de la tavelure comporte une phase parasitaire et une phase saprophytique. Dans la phase parasitaire, le champignon développe son mycélium sous la cuticule. A la fin de la période d'incubation, le mycélium crève la cuticule et émet à l'extrémité de supports très courts, les conidiospores, des conidies piriformes de couleur brun olive, qui donnent aux

taches de tavelure leur aspect velouté caractéristique. La phase saprophytique se déroule dans les feuilles mortes, (C.T.I.F.L ; 2006).

### **Symptômes**

La tavelure s'attaque à tous les organes herbacés du poirier sur lesquels elle se manifeste par des taches irrégulières de couleur brun olive à brun-noir, (C.T.I.F.L ; 2006).

### **Sur feuilles**

- Les feuilles peuvent également se déformer et finissent par tomber.
- En automne, les feuilles contaminées jonchant le sol libèrent les spores du champignon.
- Déformation fréquente du limbe.
- Souvent étendues le long des nervures.
- taches devenant brunes ou noirâtres. relativement rondes, de quelques millimètres de diamètre.
- provoquent des déformations du feuillage, (C.T.I.F.L ; 2006).

### **Sur fleur**

Généralement il y a une tache sur les sépales, le pédoncule suivi de la coulure, puis du dessèchement de la fleur, (C.T.I.F.L ; 2006).

### **Sur les fruits**

Généralement Les fruits se tachent et peuvent se crevasser, (C.T.I.F.L ; 2006).

**Figure n° 26** : Symptômes de tavelure sur fruits du poirier, (**Guide Clause ; 2010**).



**Figure n° 27** : Symptômes de tavelure sur les feuilles du poirier, (**Guide Clause ; 2010**).



- **Oïdium de poirier**

Le champignon de l'oïdium, ou « blanc », passe l'hiver dans les bourgeons à feuilles et parfois dans les bourgeons à fleurs. Le mycélium se développe rapidement sur les feuilles naissantes sous forme de plaques blanches d'aspect feutré ou de couche dense sur le dessus ou le dessous des feuilles, (**Guide Clause ; 2010**).

### Symptômes

- **Sur rameaux**, Les rameaux atteints sont grêles et rabougris, couverts d'un feutrage mycélien gris blanchâtre.
- **Les inflorescences** sont atrophiées et recouvertes du même feutrage.
- **Sur feuilles**, de la nouvelle année se couvrent aussi d'un feutrage (contamination secondaire), se dessèchent et tombent. La contamination peut s'étendre à l'ensemble du feuillage, notamment sur sa face inférieure. feuilles infectées ont tendance à se crispier, à s'incurver ou à s'enrouler vers le haut le long des marges, ce qui fait qu'elles semblent étroites.

**Figure n° 28** : symptômes de l'oïdium sur les feuilles du poirier, (Guide Clause ; 2010).



**Figure n° 29** : symptômes de l'oïdium sur bourgeon terminale du poirier, (C.T.I.F.L, 2006).



## Les ravageurs

Ce ravageur est une araignée à 8 pattes quand elle est adulte et à 6 pattes quand c'est une larve. Elle est à peine visible à l'œil nu et peut provoquer de très gros dégâts dans les vergers.

## Symptômes

- La femelle adulte est rouge sombre au corps globuleux de 0,5 mm de long, avec des soies dorsales disposées en rangées et implantées sur des tubercules blancs.
- Fin avril courant mai, les œufs éclosent et donnent naissance à des larves qui se développent sur les feuilles pour devenir des adultes vers la mi-mai.
- Ils sont plus nombreux sur la face inférieure des feuilles. A partir de mi-août, les femelles déposent les œufs d'hiver sur les bois.
- Les feuilles attaquées jaunissent, brunissent et prennent un aspect gris plombé caractéristique ('bronzage'); leur activité photosynthétique est alors réduite à sa plus faible expression, (C.T.I.F.L ; 2006).
- Les fortes attaques entraînent une chute prématurée des feuilles, une diminution du calibre des fruits, de leur taux de sucre et peuvent affecter leur coloration.

## Cycle de vie

- 5 à 8 générations par ans
- Cycle : hibernation à l'état d'œuf, les premiers pontes d'hiver ont lieu à partir du mi-août et les premières éclosions correspondent généralement à la période de floraison de la variété Santa Maria, (C.T.I.F.L ; 2006).

## Lutte biologique

Une bonne gestion des prédateurs doit supprimer la majorité des interventions chimiques contre les acariens : par exemple : **Coccinelles, Stethrus** .

## Lutte chimique

Il vous est possible d'utiliser un acaricide (l'acararien n'est pas un insecte). Assurez-vous qu'il est homologué, autorisé et qu'il porte la mention "Emploi autorisé dans les jardins».

**Figure n° 30** : Effets de Tétranyque rouge sur un dard du poirier, (C.T.I.F.L ; 2006).



- **Le puceron vert de poirier**

**Aphis pomi**

### Symptômes

- Réduction de la vigueur et croissance des pousses.
- Enroulement des feuilles.
- Sécrétion d'un miellat qui coule sur les fruits, favorisant le développement de fumagine.
- Taille des bourgeons et longueur des entre-nœuds réduites, (**Guide Clause ; 2010**).

### Cycle de vie

- Puceron non migrateur.
- L'œuf d'hiver éclot après le débourrement et donne naissance à une fondatrice. 10 à 15 générations du printemps à l'automne.
- A partir du mois d'avril, apparition des formes ailées qui se dispersent et vont déposer leurs larves sur d'autres arbres.
- A l'automne, développement des mâles et femelles qui après accouplement vont pondre des œufs qui hivernent, (**Guide Clause ; 2010**).

**Figure n° 31** : Nymphe du puceron vert du poirier, (**C.T.I.F.L ; 2006**).



**Figure n° 32** : Dommages causés par le puceron vert du poirier, (**C.T.I.F.L ; 2006**)



- **Les cochenilles Diaspines**

Les cochenilles, de la superfamille des Coccoidea, sont des insectes polyphages. Elle appartenant à la famille des Diaspines pondent du mois de mai jusqu'à l'automne, plusieurs dizaines d'œufs par femelle. Les larves se fixent sur les branches et les rameaux, parfois sur les feuilles et les fruits des espèces végétales, (C.T.I.F.L ; 2006).

### Symptômes

- sont des piqueurs suceurs.
- Ces cochenilles piquent et sucent la sève tout en sécrétant un bouclier de protection.
- Les rameaux des arbres attaqués par les cochenilles Diaspines sont abîmés, voire desséchés.
- La croissance est par conséquent ralentie et les rendements sont relativement faibles.
- Se nourrissant de la sève et injectant leur salive souvent phytotoxique, (C.T.I.F.L ; 2006).

### Sur fruit

- Piqures auréolées de rouge sur l'épiderme. (C.T.I.F.L ; 2006).

**Figure n° 33 :** Cochenilles de San José sur poirier, (C.T.I.F.L ; 2006).



- **Le carpocapse**

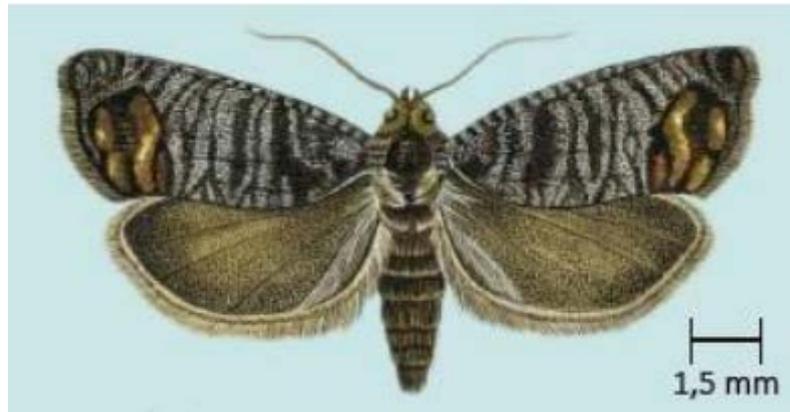
Le carpocapse de poirier, **Cydia pomonella Linnaeus**, est un Lépidoptère de la famille des Tortricidés dont les adultes mesurent entre 15 et 22 mm d'envergure. Il a une coloration spécifique qui le distingue des autres Tortricidés. Ses ailes antérieures sont gris-cendré et présentent à leur extrémité distale un speculum à fond brun, (C.T.I.F.L ; 2006).

C'est un ravageur majeur des poiriers, son hôte préféré, mais il se développe aussi sur d'autres plante-hôtes comme les pommes, les pêchers, les abricotiers et les noyers. Ce papillon a suivi la dispersion des pommiers à travers le monde en adaptant son cycle de vie aux conditions climatiques et trophiques (Audemard ; 1991). Il est originaire d'Asie centrale, zone d'origine du pommier domestique (Geibel et al., 2000; Harris et al., 2002; Mills ; 2005).

Les adultes peuvent voler jusqu'à 50 m dans leur verger d'origine (Audemard ; 1991). La durée moyenne de vie des adultes varie de 9 à 13 jours. Ce sont des papillons à mœurs crépusculaires (Bovey ; 1966). Les œufs sont pondus séparément sur les feuilles, les rameaux proches des fruits et sur les fruits eux-mêmes. Une seule larve se développe par fruit vu la distribution des œufs et le comportement de cannibalisme des larves sur et dans le fruit (Audemard ; 1991). L'incubation des œufs dure de 1 à 3 semaines suivant la température.

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Lepidoptera
Famille	Tortricidae
Genre	Cydia

**Figure n° 34 :** carpocapse de poirier adulte ([www.jardiplant.fr](http://www.jardiplant.fr))



### Symptômes

- Le carpocapse du poirier peut engendrer jusqu'à 90% de pertes de la production fruitière dans les vergers non traités (**Audemard ; 1991**). Les fruits attaqués par le carpocapse au début de leur croissance tombent généralement au sol. Dans le cas contraire, le fruit est dans tous les cas non commercialisable. Les fruits même endommagés superficiellement sont retirés du marché des fruits à croquer.
- Le trou de sortie par lequel la larve ressort est souvent obstrué par des excréments.

### Période d'activité

Les adultes de la première génération apparaissent au moment de la floraison jusqu'au milieu de juin, les larves de la première génération sont présente dans les fruits de la mi-juin à la fin d'aout, les noctuelles de deuxième génération font leur apparition au début d'aout et leur vol peut continuer jusqu'à la fin septembre. (**C .T.I.F.I ; 2006**).

**Figure n° 35** : Dommages causés par les larves de carpocapse se nourrissant de pépins de poirier ([www.jardiplant.fr](http://www.jardiplant.fr))



**Figure n° 36** : Piqures de carpocapse sur la peau du fruit de poirier ([www.jardiplant.fr](http://www.jardiplant.fr))



## Maladies bactériens

- **Le feu bactérien**

Le feu bactérien est une maladie terrible qui touche principalement les arbres, les arbustes, et les arbres fruitier, elle est causée par une bactérie appelée : **Erwinia amylovora** .

### Symptômes

- Sur les feuilles, on observe des taches brunes ou de couleur rouille le long de la nervure principale ou débutant de l'extérieur des feuilles et se propageant sur ces dernières.
- Les feuilles finissent par avoir à un aspect brûlé.
- Les boutons floraux sèche et deviennent bruns.
- Les jeunes pousses se recourbent.
- La maladie s'étend rapidement à toute la branche qui peut mourir en seulement quelques jours si les conditions climatiques sont favorables à la feu bactérie.
- Production d'exsudat sur les pédoncules floraux, les fruits ou les rameaux atteints :

Gouttelettes d'un liquide blanc ou jaunâtre puis ambré, collant. (C .T.I.F.I ; 2006).

### Cycle de vie

La bactérie **Erwinia amylovora** se conserve au verger dans les tissus vivants limitant les chancres au niveau des rameaux, des charpentiers et du tronc sous forme de gouttelettes mucilagineuses de couleur crème brunâtre. Les fruits momifiés, restant attachés à l'arbre, peuvent également constitués une source primaire de l'infection. Des oozes (exsudats) bactériennes peuvent être observées sur ces fruits. Les bourgeons infectés l'année précédente constitueraient une source d'inoculum dans les vergers où il n'y a pas de chancres dormants.

Au printemps, le mucus bactérien produit à l'extrémité des chancres est disséminé sous forme de filaments bactériens sur les fleurs ouvertes et les feuilles terminales par les vents et les pluies. Les mouches, les drosophiles, les fourmis et probablement d'autres insectes, transmettent **Erwinia amylovora** sur leur corps à partir des chancres aux jeunes pousses et fleurs. Les abeilles, au moment de la pollinisation disséminent le feu bactérien d'une fleur à une autre. Des infections sérieuses des rameaux peuvent aussi se produire sans l'infection des boutons floraux. Les infections peuvent commencer dans les jeunes feuilles ou pétioles et progresser pour atteindre les rameaux et les branches. **(Guide Clause ; 2010).**

### **Facteur favorisant**

L'importance des hôtes sensibles, l'état physiologique du végétal, la concentration de l'inoculum, les agents de dissémination, et les conditions climatiques jouent un rôle capital dans le développement du feu bactérien. Plus ces facteurs sont réunis, plus la maladie ne sera dangereuse et brutale. **(Guide Clause ;2010).**

**Erwinia amylovora** se multiplie sous un climat chaud et humide. La sévérité de la maladie et la rapidité de la progression de la nécrose sont maximales lorsque les tissus intracellulaires sont turgescents. Mais, les valeurs seuils à partir desquelles la maladie présente un danger in vivo restent encore très difficiles à déterminer. **(Guide Clause ; 2010).**

- a. Au printemps, pendant la floraison, la température est le facteur limitant. Des températures maximales journalières supérieures à 24°C, ou des températures maximales journalières supérieures à 21°C et des températures minimales journalières supérieures à 12°C sont les plus favorables. Des pluies associées à ces jours chauds peuvent favoriser les infections. Mais des températures supérieures à 30°C sont nuisibles à la multiplication d'*Erwinia amylovora* et par conséquent défavorisent le développement de la maladie. **(Guide Clause ;2010).**
- b. En été, pendant la croissance des pousses, la pluie est le facteur limitant. Une pluviométrie supérieure à 2,5 mm est considérée comme nécessaire et suffisante. Les accidents climatiques (orage ou grêle) susceptibles de causer des blessures sont également propices à l'infection. **(C.T.I.F.L ; 2006).**

**Figure n° 37 :** Extrémité d'un rameaux de poirier touché par le feu bactérien, (C.T.I.F.L ; 2006).



## 16. Problématique, contrainte et solution

### 1. Problématique de culture et d'amélioration de production

Aux niveaux de la région des Aurès qui sont l'une des principales régions des arbres fruitiers en Algérie, les rendements ont connu une certaine stagnation voire une faiblesse à cause de plusieurs contraintes. (D.S.A ; 2017).

### 2. Contraintes

- Erreur de conception dans le choix des systèmes de verger (haute densité de plantation) .
- Le manque de connaissance relative à la biologie de l'espèce fruitier cultivée.
- Appréciation incorrecte des caractéristiques du climat.
- Absence de l'étude préalable du sol et de l'eau.
- L'absence de brise vent.
- Empirique technique de production et d'entretien du verger (travail du sol, taille, fertilisation, techniques d'irrigation, système de drainage et la lutte phytosanitaire).

### **a- Le vent**

Le vent est le mouvement au sein d'une atmosphère, masse de gaz située à la surface d'une planète, d'une partie de ce gaz. Les vents sont globalement provoqués par un réchauffement inégalement réparti à la surface de la planète provenant du rayonnement stellaire (énergie solaire), et par la rotation de la planète. Sur Terre, ce déplacement est essentiel à l'explication de tous les phénomènes météorologiques. Le vent est mécaniquement décrit par les lois de la dynamique des fluides, comme les courants marins. Il existe une interdépendance entre ces deux circulations de fluides.

Le vent est l'acteur principal de l'oxygénation des océans ainsi que des lacs de haute montagne, par agitation et mise en mouvement de leurs surfaces. Il permet le déplacement de nombreux agents organiques et minéraux et d'expliquer la formation de certaines roches sédimentaires. Il influence le déplacement des populations d'insectes volants, la migration des oiseaux, il façonne la forme des plantes et participe à la reproduction de certains végétaux.

Le vent de sud –ouest (sirocco) sont chauds et secs favorisant ainsi l'assèchement brutal de la surface foliaire et accélèrent l'évapotranspiration potentielles (E.T.P).il dont le "pouvoir desséchant" est élevé, se manifeste rarement, à peine 0,4 jours par ans. (D.S.A ; 2017).

### **Intervention et remèdes**

- Connaitre la violence, la fréquence et la direction des vents.
- L'installation des brises vent autour des parcelles cultivées, afin de protéger les cultures.

### **B- la Grêle**

La grêle est un des types solides de précipitations atmosphériques. Elle est constituée de billes disjointes de glace (grêlons) dont le diamètre peut varier de quelques millimètres à une vingtaine de centimètres, mais il est en général de 5 à 50 millimètres.

D'après (**Reynier ;1991**), la grêle provoque des dégâts très importants à partir de débournement. Les chutes qui peuvent endommager énormément les cultures sous l'effet de fouettement et de refroidissement brusque sont insignifiantes dans la zone. Ce phénomène se manifeste pendant 0.2 jours par an, en janvier et mars.

### **Intervention et remèdes**

La protection de verger par filet paragrêle : le verger est couverts d'un filet placé au-dessus des arbres, par l'emploi des filets de polyéthylène spécial à mailles de 4 à 8 mm, ils sont supportés par une super structure métallique, et peuvent être enroulés.

Il est difficile de favoriser la cicatrisation des fruits et empêcher les infections cryptogamiques dans les fruits, il est recommandé de pulvériser des solutions cupriques.

### **3- solution**

- Installer les variétés les plus précoces et les plus tardives pour remplir le marché dans le début de satisfaire les besoins à l'échelle nationale et internationale.
- Connaitre les exigences pédoclimatiques de la variété et porte-greffe afin de choisir un milieu convenable et favorable pour toute l'installation de verger.
- Respecter les techniques culturales principalement les travaux des sols, irrigation, fertilisation, et pratique de la taille de façon judicieuse.
- Durant l'implantation des vergers, il faut respecter la densité de plantation selon les variétés et leurs formes de conduite.

## 17. Connaissances générales sur le bore

C'est un métalloïde trivalent avec un nombre atomique de cinq et une valence constante de 3+. Le bore constitue environ 0,001% de la croûte terrestre, soit 10ppm en moyenne (en particulier 5 mg/kg dans les basaltes), celle de l'eau de mer de 4 à 5 mg/l (**Krauskope ; 1972**).

Le bore réside principalement dans les minéraux argileux. Les argiles d'origine marines sont plus riches en bore que les argiles des vallées inondées par les rivières ou des lacs. Dans les roches, il se trouve sous forme de d'acides borates et de borosilicates, dans les solutions aqueuses, il se trouve sous forme d'acide borique  $H_2BO_3$  (**Parfitt ; 1978**). L'absorption racinaire par la plante prend principalement la forme borate  $BO_3^-$  associée à l'acide borique  $H_3BO_3$ .

Le bore est un élément lithophile (il se trouve principalement dans les minéraux silicatés). Bien que l'usage commercial du bore soit connu depuis le Moyen Age, l'importance du bore en agronomie ne fut connue qu'après la découverte du bore dans les cendres des plantes par (**Warrington ; 1923**).

Bien plus tard, (**Bertrand ; 1905**) recommande l'utilisation du bore comme engrais, et en 1912, il signale que des petites quantités de bore sont essentielles pour la croissance des plantes (**Warrington ; 1923**), dans son travail sur la nécessité du bore. La preuve de l'indispensabilité du bore pour les plantes en général est accréditée par (**Sommer et al ; 1926**).

Peu de temps après le bore a été présenté comme un élément essentiel pour les plantes supérieures, dommage structurel décrit comme la tige fissurée de céleri, pourriture de la tige du chou-fleur, pourriture de cœur et interne et tache noire de la betterave, pourriture du tabac, pourriture interne des pommes et jaunissement de luzerne, a été attribuée à une déficience en bore (**Gauch et al ; 1954**).

Sur la base des recherches les plus récentes, la composition de la paroi cellulaire peut être de première importance pour déterminer la quantité de bore nécessaire pour la croissance. Reproductive est beaucoup plus élevé que pour la croissance végétative (**Gauch et al ; 1954**).

(**Gauch et al ; 1954**) cite plus de 70 références qui ont un rapport sur la germination du pollen, la floraison et la fructification des plantes. Un déficit Bore cause la stérilité dans le maïs et les malformations des fleurs dans une grande variété des monocotylédones et dicotylédones.

(**Visser et al ; 1955**) a montré qu'un approvisionnement continu et suffisant de bore est nécessaire pour la croissance du tube pollinique, et propose que le bore se complexe avec des

matériaux alvéolaires au cours du processus d'allongement du tube pollinique. Cette thés a été vérifiée par (**Johhri.et al ; 1961**) qui a démontré également que le bore est plus critique pour l'élongation du tube pollinique.

La paroi cellulaire primaire de la plante supérieure est une importante cellule facteur déterminant la taille et le forme au cours du développement de celle- ci. Les propriétés mécaniques des parois cellulaires peuvent être modifiés par des liaisons transversales de la matrice tels que hémicellulose et pectique des polysaccharides (**Carpita ; 1987**).

Le bore est un micronutriment important pour les plantes. Cependant, le bore est également toxique pour les cellules à concentration élevée .une nouvelle recherche sur l'effet d'un excès de bore sur la croissance de tube pollinique de **purus comunus** a montré qu'une forte concentration de bore inhibe la germination du pollen et la croissance du tube pollinique (anomalie morphologique des tubes polliniques). La toxicité du bore pourrait diminuer la concentration du calcium (Ca (2+)) (Fang et al ; 2016).Enfin, on peut dire que :

- Le bore joue un rôle dans la germination des tubes pollinique, il stimule la croissance de tube pollinique et augmente le tropisme des graines de pollen dans le style de pistil afin de favoriser floraux.
- Il augmente la fertilité des boutons floraux.
- Améliore la stabilité et le fonctionnement de la membrane cellulaire.
- Active la production de saccharose, et le transport des produits assimilés dans les organes de stockage.
- Régule la production d'ARN .il influence ainsi également sur la synthèse des acides nucléique et par conséquent toute la synthèse des protéines.
- favorise la croissance des plantes par son influence sur la division cellulaire.
- favorise l'absorption du potassium, du phosphore, du magnésium et d'autres cations (**Khelil ; 1989**).

### Symptômes de déficience

- Chlorose et dépérissement de jeunes feuilles.
- Pourrissement du bourgeon terminal (pourriture du cœur et pourriture sèche de la betterave sucrière).
- La nécrose, la déformation des feuilles en rosettes, (**KHELIL, 1989**).
- L'avortement des bourgeons, des jeunes feuilles chloroses, dessèchement des pousses.

**Figure n° 23 :** Carence en bore sur les fruits de poirier, (**C.T.I.F.L, 2006**).



### Note de surveillance

- Sols très acides (pH inférieur à 5,5).
- Sols alcalins (pH supérieur à 7,5).
- Sols riches en humus et sols sableux, (**KHELIL, 1989**).

**Remèdes et correction**

- Correction du pH vers la neutralité.
- Apport de bore (borax et engrais contenant du bore).
- Pulvérisation foliaire immédiate d'acide borique, (**KHELIL, 1989**).

# Partie Experimentale

# Chapitre 4

## **Matériel et Méthodes**

## 1. Présentation de la Zone d'étude

### 1.1. Wilaya d'Ain Defla

Ain-Defla est située à 145 km au Sud-Ouest d'Alger. Dans le découpage régional, la wilaya d'Ain-Defla est comprise dans la région Nord-Centre. Elle est née de la scission de la partie orientale de l'ancienne wilaya de Chlef.

La wilaya se présente sous la forme d'une cuvette fermée avec une ouverture sur l'Ouest, (elle est parfaitement matérialisée par la courbe de 500 - 600 mm de pluie/an qui entoure la vallée sur la carte de pluviométrie). (D.S.A. 2017).

La région d'Ain Defla est considérée comme une zone potentielle en arboriculture. En effet, les statistiques arboricoles montrent l'existence de certaines espèces et variétés à Pépins et à noyaux. Selon les derniers statistiques de 2016 /2017, la production de poirier Est arrivée à 796 287 Qx, dans la région d'Ain Defla, raison pour laquelle on a choisis Cette espèce. Le verger de poirier a étudié se situe dans la région de Arib . Les Coordonnées GPS sont : 225m d'altitude. Latitude 36° 24' 8" Nord. Longitude 1° 92'83" Est.

**Tableaux n° 09 :** Evolution de la culture de poirier dans la wilaya d'Ain Defla , (D.S.A. 2017).

Année	Superficie ha	Production Qx	Rdt (Qx/ha)
2009-2010	2381	609500	255,98
2010-2011	705	697610	257,90
2011-2012	2 900	450000	155,17
2012-2013	2500	575000	230,00
2013-2014	2 800	504 000	180,00
2014-2015	2 774	693 100	2 49,90
2015-2016	2 800	504 000	180,00

Les grandes potentialités en eaux (barrages et nappes souterraines) et la superficie agricole utile qui couvre 55 % de la totalité de la Wilaya offrent de vastes possibilités agricoles, notamment dans le secteur de l'industrie agroalimentaire.

La wilaya d'AIN-DEFLA recouvre une superficie agricole totale (SAT) de 235 611 ha soit 51.8% de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181 676 ha soit 77.1% de la SAT. Elle était de 170 384 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 11 292ha de 1998 à 2011.

La superficie cultivée en irrigué concernait 40865 ha en 2011 soit 22.5% de la SAU, alors qu'elle était de l'ordre de 22655 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 18210ha.

Les cultures sous serres restent peu développées et concernent une superficie de 195 ha représentant 0,11% de la SAU.

## 1.2 Commune Arib

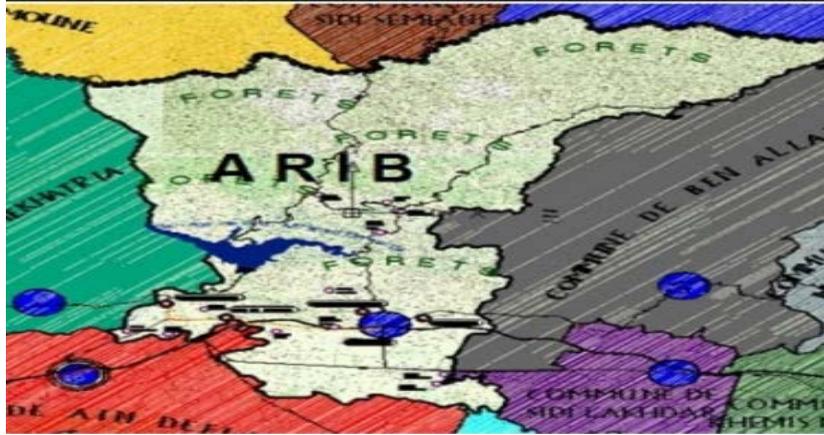
Arib est une commune de la wilaya de Aïn Defla en Algérie. Située sur un mamelon au nord de la vallée très fertile du Chélif, grenier de l'Algérie, à 130 km au Sud-Ouest d'Alger entre Aïn Defla, 13km vers l'Ouest et Miliana, 20 km vers l'Est. Cette commune elle occupe la 3<sup>ème</sup> place sur le plan régionale. La superficie agricole totale est ha dont ha de superficie agricole utile.

La culture de poirier occupe en 2017 : 28400 ha avec une production de 6 682 000 Qx

**(D.S.A, 2017).**

### 1.2.1 Situation géographique

**Figure n° 38** : Positions géographiques de la commune d'ARIB, (Google earth ; 2018)



ARIB c'est un commune de la wilaya de Ain Defla , Située sur un mamelon au nord de la vallée très fertile du Chélif, grenier de l'Algérie, à 130 km au Sud-Ouest d'Alger entre Ain Defla, 13km vers l'Ouest et Miliana, 20 km vers l'Est. De superficie 18 500 hectares.

Arib a une Altitude maximal de 248 m l'agglomération est concerné par la commune de Ain Defla de 8,9 Km à l'ouest et le khemis Miliana de 12,2 Km à l'Est, et par la commune de El emra de 19,9 Km au sud. Le climat de la région est de type semi-aride.

### 1.2.2. Caractéristiques climatiques

La wilaya d'Ain Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du Mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air Chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an.

Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les Reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus L'altitude est élevée plus l'étage Est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 mm d'altitude. (D.S.A, 2017).

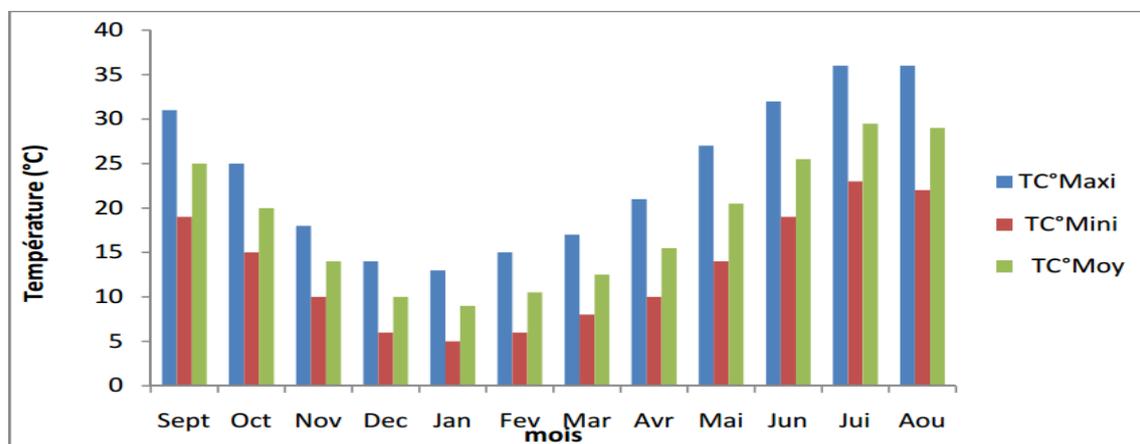
## Température

Selon (**Lamonarca ; 1985**), ce sont les températures extrêmes qui ont une influence Notable sur la végétation, sauf exception des courtes durées. A ce propos Gautier (1988), indique que les températures basses assurent la levée de dormances des bourgeons floraux (température inférieures à 7.2 °C), par contre les températures élevées interviennent sur la floraison et la formation des fruits. Ces variations de la température ont eu une action quantitative sur le nombre de fleurs formées, car plus la température moyenne est élevée pendant la différenciation d'induction, plus l'intensité de la mise à fleurs est grande. (**Alleweldt, Antcliff et Webster in Aouf ; 1983**).

### A. Une période de 25 ans (1977-2002) :

Ce tableau montre que les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (Juillet - aout) avec une moyenne de 36°C et 32°C. Par contre, les moyennes de températures les plus basses sont observées pendant la période d'hiver (décembre à février) avec un moyenne de 6C° et minimum de 5C° pendant le mois de janvier. Les autres mois présentent des températures intermédiaires (9C°à 29,5°C).dans le période (1977/2002). **Chauvet et Reynier (1979)**, signalent que non seulement la chaleur est nécessaire à la croissance et la fécondation, mais également la maturation qui exige une température et un ensoleillement suffisant à la fin d'été.

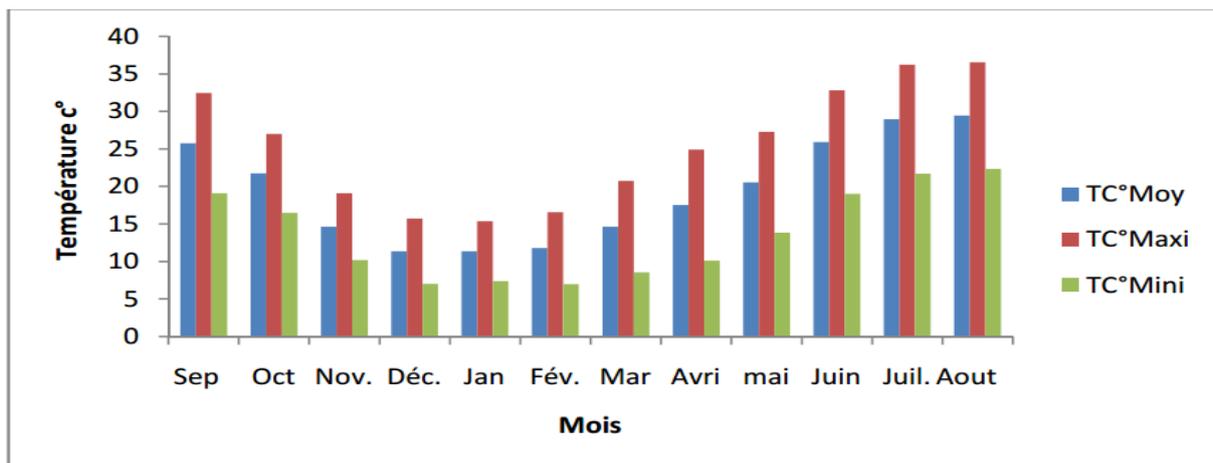
**Figure n° 39** : Histogramme comparatif des températures moyennes mensuelles (1977/2002).



**B. Une période de 12 ans (2002-2014)**

Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (Juillet - aout) avec des températures variant de 36,24 à 36,53°C. Par contre, les températures les plus basses, de 7°C à 7,02°C sont observées pendant la période d'hiver (décembre à février) avec un minimum enregistré pendant le mois de janvier (7,38°C). Les autres mois présentent des températures intermédiaires entre 11,36 C° à 29,44°C.

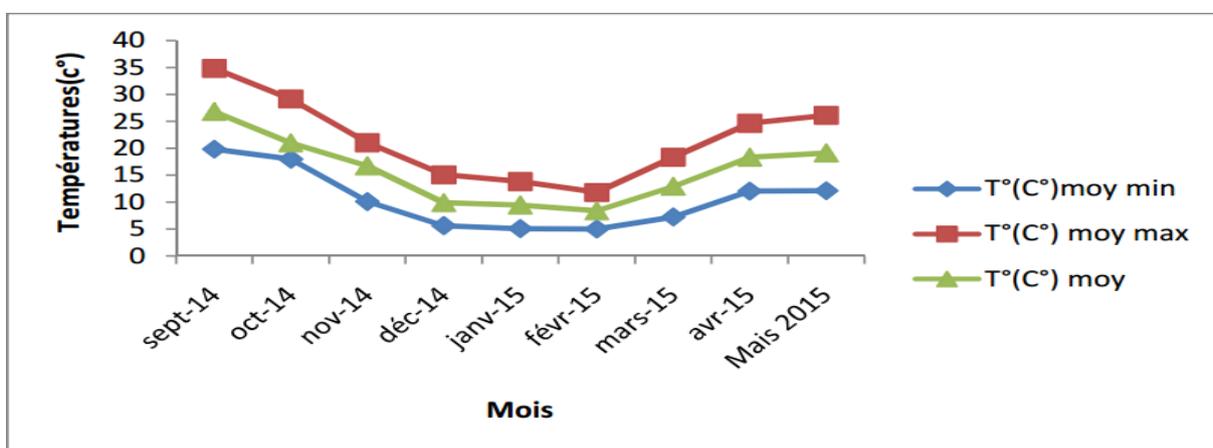
**Figure n° 40:** Histogramme comparatif des températures moyennes mensuelles (2002 /2014).



**C. Une période de (2014-2015)**

Les températures moyennes mensuelles minimales et maximales avec leurs moyennes. La valeur moyenne la plus basse est enregistrée durant le mois de février avec 5.04C°, tandis que la valeur moyenne maximale est décelée durant le mois de septembre avec 34,83C°.

**Figure n°41:** Courbes comparatifs des températures moyennes annuelles enregistrées dans la Wilaya d'Ain Defla pour les périodes (2014-2015).

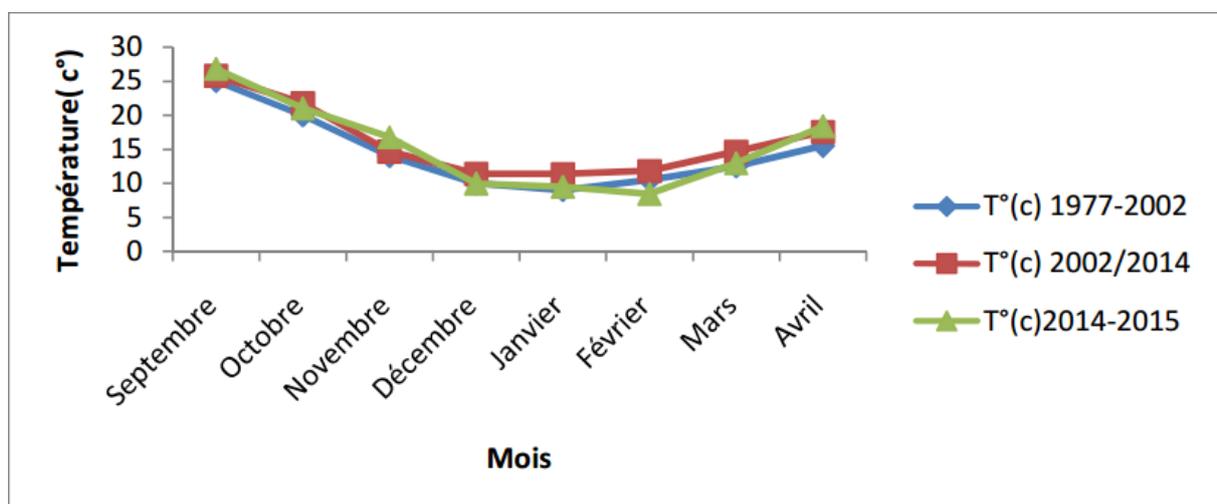


La comparaison des températures enregistrées durant cette campagne 2014/2015 avec celles enregistrées durant les deux périodes de temps mentionnées dans le chapitre matériels et méthodes a laissé apparaître les remarques suivantes :

- les températures les plus basses qu'a connu la wilaya d'Ain Defla oscillent entre  $5^{\circ}\text{C}$  à  $8^{\circ}\text{C}$  pour la période 1977/2002 (moyenne min annuelle  $10.33^{\circ}\text{C}$ ) et entre  $7.02^{\circ}\text{C}$  à  $8,53^{\circ}\text{C}$  pour la période 2002/2014 (moyenne min annuelle  $9.70^{\circ}\text{C}$ ).
- S'agissant des températures maximales enregistrées durant la période 1977/2002 (Le mois le plus chaud était celui de septembre avec  $31^{\circ}\text{C}$  (moyenne max) annuelle  $17.33^{\circ}\text{C}$ ). De même, une température de  $32.44^{\circ}\text{C}$  (moyenne max annuelle  $22.09^{\circ}\text{C}$ ) a été enregistrée pour le mois de septembre durant la période 2002/2014.

A la lumière de ces résultats notre campagne paraît chaude comparée à la première période (25 ans) alors qu'elle était presque identique à la deuxième période (12ans).

**Figure n°42:** Courbes comparatifs des températures moyennes annuelles enregistrées dans la Wilaya d'Ain Defla pour les périodes (1977-2002), (2002-2014) et la campagne (2014-2015).



## Précipitation

La pluviométrie est un élément primordial dans l'analyse du climat (Estienne et Godar, 1970). Selon Sapin(1977), les récoltes sont dépendantes de son importance et sa répartition sur l'année. D'après Galet (2000), on admet qu'il faut au maximum de 250 à 350 mm de pluie durant la période de végétation et de maturation c'est-à-dire du débourrement à la récolte. (D.S.A, 2017).

La précipitation moyenne varie entre 300 et 700 mm/an (2002- 2014). La saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 56,04 mm/mois avec un pic dans le mois de Janvier ce qui produit une recharge de la nappe et une dilution des éléments chimiques.

## Humidité

Le taux moyen annuel d'humidité est de 57% .

## 2. présentation de la culture d'études

Le verger de poirier a étudié se situe dans la région de Arib . Les coordonnées GPS sont : 225m d'altitude. Latitude  $36^{\circ} 24' 8''$  Nord. Longitude  $1^{\circ} 92' 83''$  Est.

**Figure n° 43 :** Photos de lieu d'étude (Google ; 2018)



**Figure n° 44 :** Vue générale du verger d'étude, (photo prise par l'étudiant)

Le vergé est composé à 100% d'une seule variété de poirier (Santa Maria).

La distance de plantation est 3,5 m X 2,5 m correspondant à une densité d'environ 1150 plants /ha, les arbres sont conduits en forme Goblet généralement sur 3 à 5 charpentières qui portent des sous – charpentières. Les arbres sont protégés contre l'action des vents par un réseau de brise vents à base de deux espèces forestières : le **Cupressus sp.** Et le **Populus sp.**

Le vergé est conduit en irrigué à partir d'un réseau d'irrigation goutte à goutte.

**Tableau n° 10 :** fiche technique du verger d'étude

Variété cultivé	Santa Maria
Variété de porte greffe	Cognassier
Type de sol	Argileux lumineux
Distance de plantation	2.5 x 3,5m
Densité	1150 arbre /hectare
Irrigation	Goutte à goutte
Orientation de verger	Ouest -est
Précédent cultural	Jachère
Brise vent	Cupressus sp, et populus sp
source d'eau	Forage

## 2.1. Présentation de la parcelle d'étude

La parcelle d'étude retenue pour la réalisation de notre expérimentation, comporte une seule variété : Santa Maria greffés sur la porte greffe cognassier de Provence BA 29.

Les arbres sont conduits en forme Goblet.

La parcelle d'étude semble homogène de par la pente très faible (terrain plat). La couleur rouge claire du sol en surface est identique avec absence d'accident particulier.

## 2.2. Techniques culturales appliquées

Le verger suit un itinéraire technique judicieux avec l'application de : désherbage, Fertirrigation, taille, et traitements phytosanitaires.

### Travail du sol

Avant l'installation du verger, la fumure du fond a été appliquée au niveau des trous de plantation à raison de 2kg de fumier de ferme sur une profondeur de 40 -60 cm.

**Tableau n° 11** : programme d'irrigation fertilisant

Type d'engrais	Débourrement	Floraison-nuisant	Grossissement de fruits
Engrais à base de phosphore	1 application	Fractionné de 3 applications	Fractionné de 2 applications
Engrais à base d'azote et oligo éléments			
Engrais azoté et oxyde de potassium			

## Taille

La pratique de la taille a été effectuée une seule fois au mois de janvier pour donner la forme terminale du Goblet aux arbres.

## Traitement phytosanitaire

**Tableaux n° 12 : Calendrier des traitements phytosanitaires**

<b>Problème a traité</b>	<b>Stade repère</b>	<b>Produit utilisé</b>
Les formes hivernante des parasites (oïdium, tavelure, chancre, nids de chenille .....)	Avant –débourrement	- les huiles blanches (insecticide – acaricide). - bouille bordelaise (oxychlorure de cuivre).
Oïdium	<b>Débourrement</b>	fongicide (triadiménol)
Puceron	<b>Début -nuisant</b>	Insecticide (Acétamipride)
Carpocapse	<b>Grossissement de fruit</b>	Insecticide ( thiacloprid )
Acariens rouge	<b>Grossissement de fruit</b>	Acaricide (cyhexatin )

### 3. matériel et moyens

#### 3.1. Matériel végétale

La variété Santa Maria de poirier a été utilisée dans notre travail :

Les arbres (**pyrus communis**) peuvent atteindre une hauteur de 25 pieds ou plus et se développer dans un sol bien drainé fertile, en plein soleil. Ils ont de fortes branches verticales et nécessitent peu d'élagage. Les feuilles vertes ont une taille moyenne. Les fleurs ont une couleur blanche rosacée. Elles tolèrent la chaleur et l'humidité.

En Algérie la floraison se situe suivant les régions entre la fin du mois Mars et le début du mois d'avril.

Elle est inter-compatible avec les variétés suivantes : La variété Williams, Poirier Williams rouge, Williams jaune, La variété Conférence, En Algérie la récolte se déroule entre la fin d'août et début septembre .

### **3.2. Produit utilisés**

#### **Solution de bore (136 g/l de bore) sous forme de Bore-éthanol amine**

Le bore est l'élément chimique de numéro atomique 5, de symbole B. qui a un rôle structurel important et essentiel pour la reproduction et la croissance des plantes.

### **3.3. Protocole expérimentale**

Notre choix de dispositif expérimental est celui des blocs randomisés, couramment utilisés en agronomie.

Ses avantages sont nombreux, mais nous retenons ici les plus importants :

- Permet d'estimer la part de la variation des résultats qui sont dues à l'hétérogénéité du sol.
- Facilité des comparaisons des traitements entre eux sur le terrain puisqu'ils ne sont jamais éloignés les uns des autres .
- La précision des résultats est bonne.

### **Principe**

L'expérimentation comporte une seule variété de poirier, on effectuant deux traitements différents sur deux stades phénologiques.

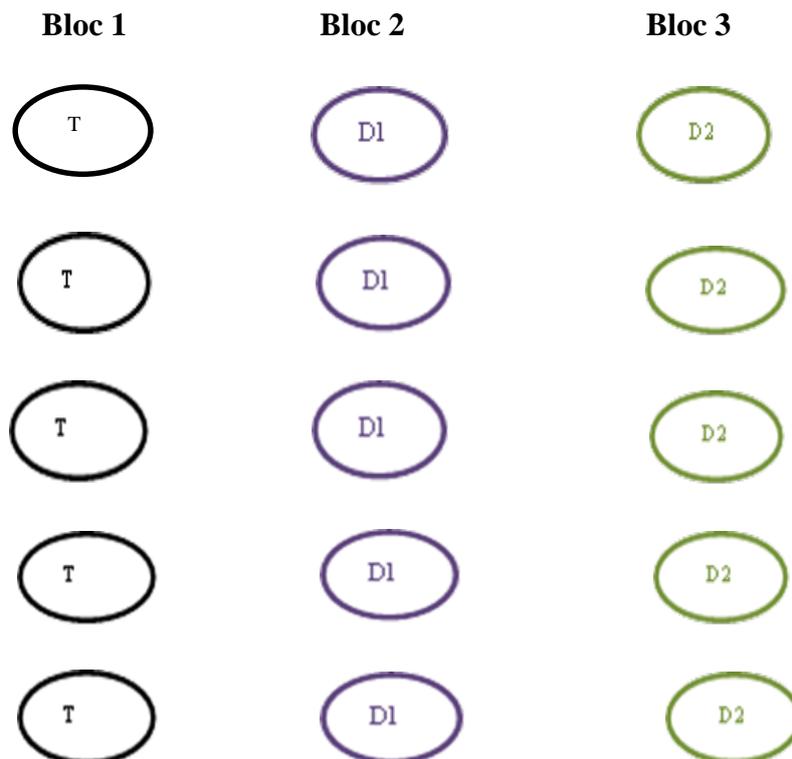
Le dispositif expérimentation prend une forme Rectangle pour la variété.

Le dispositif est subdivisé en 03 blocs comprenant chacun un stade phénologique pour la variété de Santa Maria, le nombre de répétition pour chaque traitement dans les différents blocs (**Figure n° 46** ).

Traitement (T0) : Témoin (T), nombre des Témoins : 10 arbres

Traitement (T1) : solution de bore à la dose 1 (D1 = 32 ml de la solution de bore / 16 litres d'eau), nombre de répétition : 10 arbres.

Traitement (T2) : solution de bore à la dose 2 (D2 = 64 ml de la solution de bore / 16 litres d'eau), nombre de répétition : 10 arbres.



**Figure n ° 45** : Dispositif expérimentale (blocs) de deux doses

### But de l'essai

Etudier l'efficacité de la solution de bore avec deux doses :

- La première dose (32 ml de la solution de bore / 16 litre d'eau), qui permet d'assurer la fécondation, de diminuer l'avortement des fleurs et favoriser la nouaison afin d'améliorer la production.
- La deuxième dose (64 ml de la solution de bore /16 litre d'eau) initiée volontairement visant à tester ses retombées agronomiques et économique sur les arbres.

### 3.4. Matériel de traitement

Les outils utilisés lors de traitement sont les suivants

- Pulvérisateur manuel à dos d'une capacité de 16 litres.
- Mesureur pour le dosage de Bore.
- Kit de protection (Gants, Masque, Bottes, combinaison).

Figure n° 46 : Matériel de traitement



### 3.5. Dose et période de traitement

#### Il Ya deux stades et deux dose différent :

**A-** Stade en début de floraison

A1- la dose : (32 ml de bore / 16 litre d'eau) et (64 ml de bore / 16 litre d'eau).

**B-** Stade en pleine floraison

B1- (la dose : (32 ml de bore / 16 litre d'eau) et (64 ml de bore / 16 litre d'eau).

### 3.6. Rôle physiologique du bore

- Le bore intervient dans la formation des fruits
- la stabilisation et la lignification de la membrane cellulaire ainsi que dans la différenciation du xylème.
- Il est essentiel au bon développement des tissus, des racines aux fleurs en passant par les fruits.
- Favorise la croissance des plantes par son influence sur la division cellulaire.
- Il est surtout responsable de la germination du pollen, de la formation du tube pollinique et de son activation. (**Gauche et al ; 1954**).

### 3.7. Méthodologie de travail

#### 3.7.1. Marquage des arbres

Suivant les différentes modalités de l'essai, un marquage peut-être effectué avant le traitement au niveau des arbres du site d'étude par des boucles numérotées et colorées pour faciliter leur repérage lors des traitements.

**Figure n °47 : Repérage des arbres**

### 3.7.2. Conditions des traitements

#### Stades phénologique

Il y a deux stades :

##### 1. Début de floraison

- Le premier traitement foliaire à la solution de bore à la dose (32 ml /16 litre d'eau) a été effectué le 02/04/2018 à 9h du matin avec 16 litre de bouillie sur 05 arbre de la variété de Santa Maria.
- Le deuxième traitement foliaire a la solution de bore à la dose (64 ml /16 litre d'eau) a été effectué le 02/04/2018 à 10h du matin avec 16 litre de bouillie sur 05 arbre de la variété de Santa Maria.

##### 2. Pleine de floraison

- Le premier traitement foliaire à la solution de bore à la dose (32 ml /16 litre d'eau) a été effectué le 15/04/2018 à 9h du matin avec 16 litre de bouillie sur 05 arbre de la variété de Santa Maria.

- Le deuxième traitement foliaire à la solution de bore à la dose (64 ml /16 litre d'eau) a été effectué le 15/04/2018 à 10h du matin avec 16 litre de bouillie sur 05 arbre de la variété de Santa Maria.

### 3.7.3 Comptage des fruits noués

Le comptage des fruits noués s'est effectué en Quatre jour à partir le 10 /06/2018, et on a remarqué que les arbres traités par les traitements (T1 et T2) ont connu une nouaison précoce par rapport aux arbres témoins.

#### A- Stade de début de floraison :



**Figure n° 48** : Fruits noués Témoin,  
(Variété de Santa Maria)



**figure n° 49** : fruits noués traitement 1  
(Variété de Santa Maria)



**Figure n° 50** : Fruits noués traitement 2  
(Variété de Santa Maria)

Il a été constaté qu'en plus de l'élévation du taux de fécondation et de la nouaison, nous avons remarqué également une amélioration du calibre des fruits.

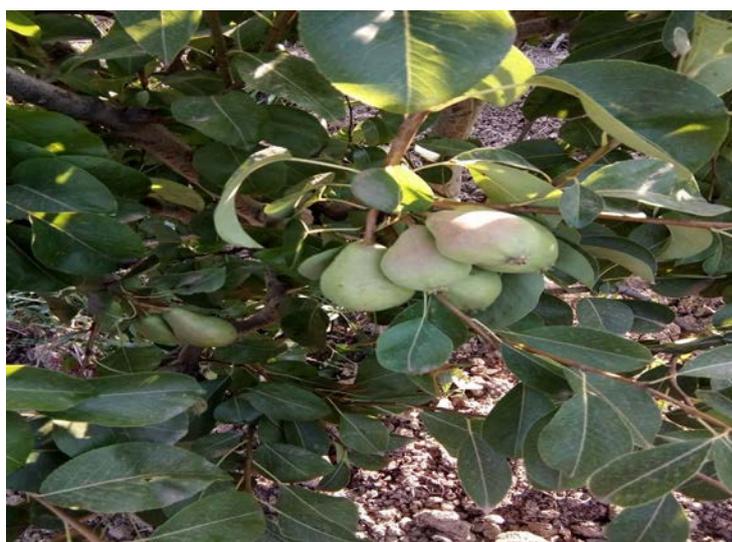
**B- Stade de pleine de floraison :**



**Figure n° 51** : fruits noués Témoin,  
(Variété de Santa Maria)



**figure n° 52** : fruits noués traitement 1  
(Variété de Santa Maria)



**Figure n° 53** : Fruits noués traitement 2, (Variété de Santa Maria)

# Chapitre 5

## **Résultat et Discussion**

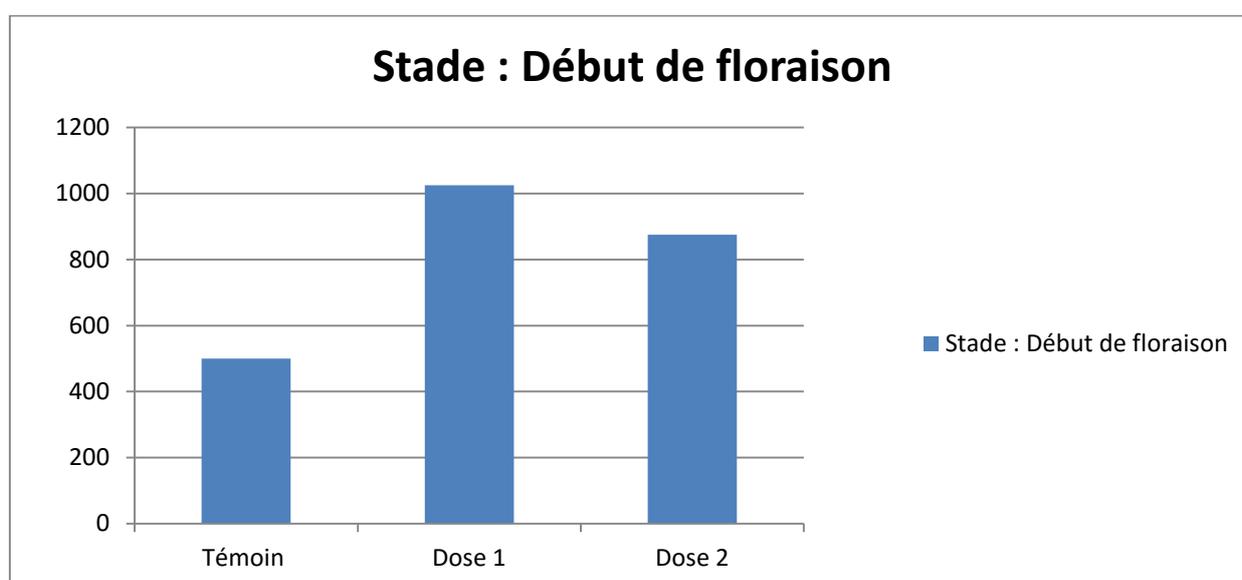
## 1. Résultats

### 1.1. Nombre des fruits noués, (Stade de début de floraison). (26/05/2018)

**Tableau n° 13** : Nombre des fruits noués (nombre des fruits / arbre)

Blocs	Témoin	Traitement en bore	
		Dose 1 (32ml de bore/ 16 litre d'eau)	Dose 2 (64ml de bore /16 litre d'eau)
Bloc 1	95	165	155
Bloc 2	115	235	195
Bloc 3	125	245	160
Bloc 4	85	180	175
Bloc 5	80	200	190
<b>Total</b>	<b>500</b>	<b>1025</b>	<b>875</b>

**Figure n°54** : Nombre de fruits noués pour chaque traitement (Stade début floraison)



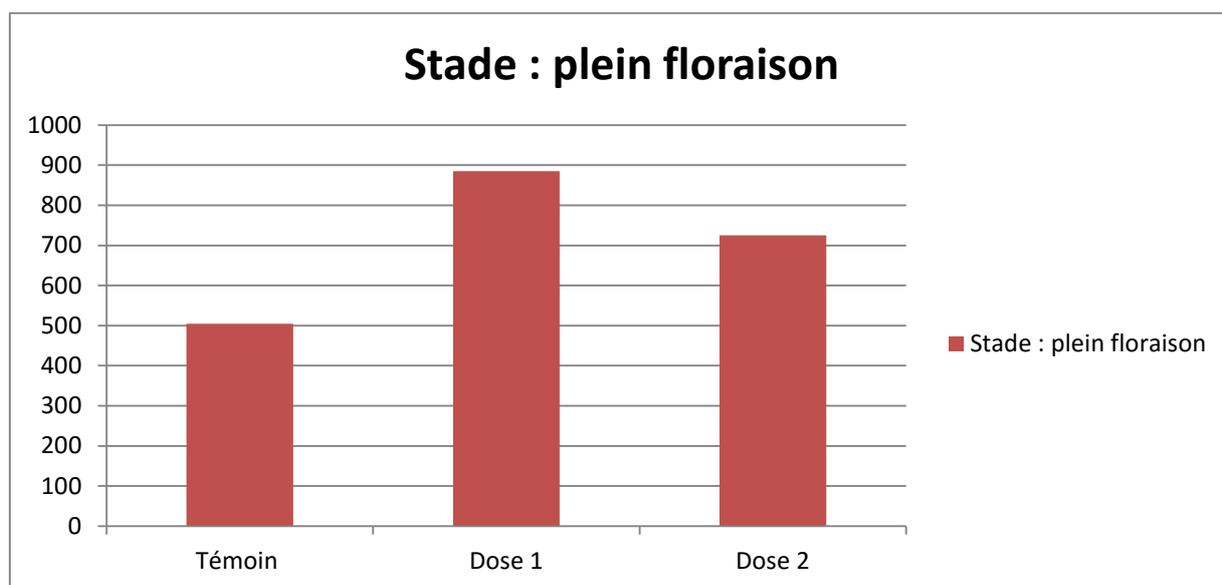
Sur la figure 54, est reportée le nombre total des fruits noués pour chaque traitement

A partir les résultats du nombre de fruits total noués (tableau n 18 ci-dessous), le traitement avec la dose 1 donne **1025** fruits, par contre le traitement par la dose 2 avec **875** fruits, et en dernière position. Mais le témoin donne **500** fruits. (**Figure n° 54**).

## 1.2. Nombre des fruits noués (variété de Santa Maria), Stade au plein de floraison

**Tableau n° 14 :** Nombre des fruits noués (nombre des fruits / arbre)

Blocs	Témoin	Traitement en bore	
		Dose 1 (32ml de bore/ 16 litre d'eau)	Dose 2 (64ml de bore /16 litre d'eau)
Bloc 1	110	160	150
Bloc 2	90	170	125
Bloc 3	125	225	145
Bloc 4	85	155	140
Bloc 5	95	175	165
<b>Total</b>	<b>505</b>	<b>885</b>	<b>725</b>

**Figure n° 55** : Nombre total des fruits noués pour chaque traitement

A partir des résultats du nombre de fruits noués (tableau n° 18 ci-dessous), le traitement avec la dose 1 donne **885** fruits, par contre le traitement par la dose 2 avec **725** fruits, et en dernière position. Mais le témoin donne **505** fruits. (**Figure n° 55**).

## 2. Traitement statistique du nombre de fruits noués

**Test t de student** pour données indépendantes / test bilatéral : comparaison entre les traitements.

Les formules de comparaison entre les traitements sont indiquées dans les annexes (**Annexe n° 05**).

### A/ Début de floraison (variété de Santa Maria)

- **Comparaison entre témoin et dose 1**

**Tableau n° 15** : Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 1

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.v
<b>Témoin</b>	5	100	375	19.365	19.365
<b>Dose 1</b>	5	205	1187.5	34.460	16,80

A partir le tableau nous observons

- la moyenne des fruits noués dans les arbres traités par la dose (32 ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieure à la moyenne des fruits des arbres Témoin (**tableau n° 15**).

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

Autrement dit, la différence entre les moyennes est significative.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C .V) est inférieur à 20%.

- **Comparaison entre témoin et dose 2**

**Tableau n° 16** : Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 2

	<b>Effectif</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Variance</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>C .v</b>
<b>Témoin</b>	5	100	375	19.365	19.365
<b>Dose 2</b>	5	175	312.500	17.678	10,10

A partir le tableau nous observons :

- La moyenne des fruits noués dans les arbres traités par la dose 2 de (64 ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieure à la moyenne des fruits des arbres témoin.

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

Autrement dit, la différence entre les moyennes est significative.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C .V) est inférieur à 20%.

- **Comparaison entre dose 1 et dose 2**

**Tableau n° 17** : Comparaison de nombre de fruits noués entre dose 1 et dose 2

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.V
Dose 1	5	205	1187.50	34.460	16,80
Dose 2	5	175	312.500	17.678	10,10

A partir le tableau nous observons :

- La moyenne des fruits noués dans les arbres traités par la dose 1 de (32 ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieure a la moyenne des fruits des arbres traités par la dose 2 (64 ml de solution de bore / 16 litre d'eau).
- Le rendement moyen des arbres traités par la dose 1 est plus important que celui des arbres traités par la dose 2.

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

La différence entre les moyennes n'est pas significative, donc les deux moyennes sont identiques.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C.V) est inférieur à 20%.

## **B/ Pleine de floraison (variété de Santa Maria)**

### **Comparaison entre témoin et dose 1**

**Tableau n° 18** : Comparaison de nombre de fruits noués entre témoin et dose 1

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.V
<b>Témoin</b>	<b>5</b>	101	267.5	16.355	16,19
<b>Dose 1</b>	<b>5</b>	177	782.5	27.973	15,80

A partir le tableau nous observons :

- La moyenne de fruits noués dans les arbres traités par la dose 1 (32 ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieure à la moyenne des fruits des arbres témoins.
- Le rendement moyen des arbres traités par la dose 1 est plus important que celui des arbres non traités.

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

Donc, La différence entre les moyennes est significative.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C.V) est inférieur à 20%.

- **Comparaison entre témoin et dose 2**

**Tableau n° 19** : Comparaison de nombres de fruits noués entre témoin et dose 2

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.V
Témoin	5	101	267.5	16.335	16,17
Dose 2	5	145	212.5	14.577	10,05

A partir le tableau nous observons :

- La moyenne des nombre de fruits noués dans les arbres traités par la dose 2 (64 ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieur a la moyenne des fruits des arbres témoin.
- Le rendement moyen des arbres traité par la dose 2 est important que celui des arbres non traités.

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

Donc, La différence entre les moyennes est significative.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C.V) est inférieur à 20%.

- **Comparaison entre la dose 1 et dose 2**

**Tableau n° 20:** Comparaison de nombre de fruits noués entre la dose 1 et dose 2

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.V
Dose 1	5	177	782.5	27.973	15,80
Dose 2	5	145	212.5	14.577	10,05

A partir le tableau nous observons :

- La moyenne des nombre de fruits noués dans les arbres traités par la dose 1(32ml de solution de bore / 16 litre d'eau) est supérieur à la moyenne des fruits des arbres traité par la dose 2 (64 ml de solution de bore / 16 litre d'eau).
- Le rendement des arbres traités par la dose 1 est important que celui les arbres traités par la dose 2.

Après études de traitement statistique ( **test de student** ) il ressort qu'au seuil de signification total  $\alpha = 0,05$  on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes .

Donc, la différence entre les moyennes n'est pas significative.

Il n y a pas d'interférence d'autre facteur sur les traitements par ce que le coefficient de variation (C.V) est inférieur à 20%.

### 3. Etude économique

La densité de plantation du verger (2.5 m x 3,5 m), avec 1150 arbres par hectare.

Considérons le poids moyen d'un poirier est de 0,140 g, nous obtenons un rendement moyen de :

#### a- Début de floraison

- 330 Qx / hectare soit 29 kg / arbre (arbres traités par la dose 1).
- 280 Qx / hectare soit 25 kg / arbre (arbres traités par la dose 2).
- 160 Qx / hectare 14 kg / arbre (arbres témoin).

#### b- Plein floraison

- 288 Qx / hectare soit 25 kg / arbre (arbres traités par la dose 1).
- 234 Qx / hectare soit 20 kg / arbre (arbres traités par la dose 2).
- 163 Qx / hectare soit 14,14 kg / arbre (arbres témoin).

Economique parlant, nous pouvons dire les effets de solution de bore au stade de début de floraison est plus important que dans le stade à la pleine floraison avec une différence dans les quatre traitements :

- Pour le témoin (T0) : (160 contre 163 ) (Qtx / hectare).
- Pour le traitement 1 (T1 : dose 1 et dose 2) (330 contre 288) (Qtx / hectare).
- Pour le traitement 2 (T2 : dose 1 et dose 2) ( 280 contre 234 ) (Qtx / hectare).

**Considérons :**

- Les frais d'application de traitement 1 par la dose recommandé (D 1) sur 1150 Arbres / hectare = 12000 Da.
- Le prix de vente de la production du témoin (avec un prix moyen de 80 Da / 1Kg) : 1280000 Da.
- Le prix de vente de la production traité par la dose recommandé : 2310000 Da.

**4. Discussion**

Notre expérience que nous avons effectués sur la pulvérisation foliaire de l'oligo-élément , bore , au moment du début de la floraison et en pleine de floraison sur la variété de Santa Maria de poirier avec deux doses différentes pour chaque stade , nous a permis de constater que le nombre de fruits noués sur les arbres traités est plus élevé et de manière significatif par apport au témoin :

**1) Début de floraison**

Le traitement par la solution du bore a la dose 1 (32 ml / 16 litre d'eau) a permis l'obtention d'une augmentation de 105 % du nombre moyen de fruits par rapport au témoin.

Le traitement par la solution du bore a la dose 2 (64 ml /16 litre d'eau) a permis l'obtention d'une augmentation de 75 % du nombre moyen de fruits par rapport de témoin.

Le traitement par la solution du bore à la dose 1 a permis l'obtention d'une d'augmentation de 17,14 % du nombre moyen de fruits par rapport au traitement à la dose 2.

**2) Pleine de floraison**

Le traitement par la solution du bore a la dose 1 (32 ml / 16 litre d'eau) a permis l'obtention d'une d'augmentation de 75,25 % du nombre moyen de fruits par rapport au témoin.

Le traitement par la solution du bore a la dose 2 (64 ml / 16 litre d'eau) a permis l'obtention d'une d'augmentation de 43,56 % du nombre moyen de fruits par rapport au témoin.

Le traitement par la solution du bore à la dose 1 a permis l'obtention d'une d'augmentation de 22,05 % du nombre moyen de fruits par rapport au témoin à la dose 2.

L'effet de bore se manifeste sur la germination du pollen, la floraison et la fructification des plantes citées par plusieurs références. (**P.PESSON et J.Louveaux ; 1984**).citent que les fortes teneurs en bore du stigmate et des tissus ovariens laissaient présager un rôle de cet oligo-élément dans les mécanismes de fécondation, son action est bénéfique sur le pourcentage de tropismes positifs.

Tous ces effets du bore positifs sur l'amélioration du taux de nouaison sont confirmés par des études faites par (**FANG et al ,2016**) ou ils citent que :

- La teneur en bore influence le nombre de fruits car il joue un rôle important dans la germination du pollen.
- Le bore joue un rôle dans la croissance des méristèmes, la migration des glucides et assimilés, la synthèse des acides nucléiques et des protéines.
- Le bore intervient dans la formation, la stabilisation et la lignification de la membrane cellulaire ainsi que dans la différenciation du xylème.
- Il est essentiel au bon développement des tissus, des racines et fleurs en passant par les fruits.
- Il est surtout responsable de la germination du pollen, de la formation du tube pollinique et de son activation.
- Il est active la production de saccharose, et le transport des produits assimilés dans les organes de stockage.
- Il augmente la fertilité des boutons floraux.

Les différents résultats obtenus permettent de retenir que la dose recommandée reste très efficace dans l'amélioration de la production fruitière en quantité et en qualité.

En plus de l'amélioration du taux de nouaison, nous avons observés une différence de calibre entre les témoins et les arbres traités. Ceux-ci relève que l'aboutissement a une fécondation complète exercé par la présence de bore.

Le développement d'un fruit de bonne qualité est liée biologiquement a une bonne fécondation des fleurs (**Brault et al ; 1995**).

Le nombre de pépins joue de multiple rôle sur la qualité du poirier en particulier le calibre (**Soltész ; 2003**).

Notre opération nous a permis de relever l'efficacité du bore sur l'amélioration de la fécondation et en perspective sur le nombre de fruits noués sui sur les premiers paramètres de l'estimation d'une production fruitière.

**Conclusion**

### Conclusion

Les résultats obtenus lors de l'élaboration de ce mémoire ont confirmé que des pulvérisations foliaires de la solution de bore sur la variété de poirier (Santa Maria) en deux stades différents réduisent les dommages des fleurs dus aux fluctuations des paramètres climatiques et favorisent la fécondation, étape essentielles dans le cycle annuel de l'arbre qui conditionne la production en verger.

Pour cela que toutes les conditions d'une fécondation maximum, au moment de la floraison, soient réunies. C'est là, un paradoxe maintes fois rencontré dans la production agricole. Réunir le maximum de chances de fécondation représente donc une assurance pour les années où l'ensemble des conditions sont défavorables et peuvent conduire à un taux de nouaison insuffisant.

La nécessité de l'application du bore par pulvérisation foliaire au moment de la floraison permet de valoriser les rendements des vergers de poirier en générale, et principalement pour notre région qui s'y prête naturellement à la conduite de cette espèce arboricole.

En effets , la mise en application du bore au moment opportun à elle seule ne pourra améliorer la production des vergers de poirier dans notre pays si d'autres mesures ne l'accompagnent à savoir ; travaux d'entretien réguliers des vergers , taille , fertilisation , apport d'eau d'irrigation en fonction des besoins de l'arbre selon un calendrier annuel en tenant compte des précipitations pluviométriques , utilisation de préférence du système goutte à goutte pour économiser l'eau d'irrigation , installation de filets de protection et de générateurs antigel .

Un respect de l'itinéraire technique et l'application d'opérations culturels nouvelles reste nécessaire en particulier la pulvérisation d'oligo-élément et de substance d'hormone de croissance seront de nouvelles perspectives d'amélioration de rentabilité de la production fruitière en général.

# Références bibliographique

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Alleweldt, Antcliff et Webster in Aouf 1983):** Progress in grapevine breeding. Theor .APPL Genet.75:669-673pp.
- ANONYME ,1985 :** Nutrition minérale .PRO.G.SN. Ministère de l'agriculture et de la pêche. 85 p.
- ANONYME, 1989 :** Création et conduite d'un verger de pommier .Guide technique .projet : MAD -P.N.U.F.A.O. Ministère de l'Agriculture et de la pêche, pp : 1-122.
- AUDEMARD, 1976 :** Etude déméoécologique du carpocapse en verger de poirier de la basse vallée du Rhône. Possibilité d'organisation d'une lutte intégrée. Thèse d'état. Université François Rebellais, 365 p.
- Anonyme, 2009 :** «La poire, Bilan de la campagne 2009», France AgriMer-Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer.2p.
- Anonyme, 2010 :** «La poire», Le Centre Municipal de Pomologie -Ales. 1-2p.
- Anonyme, 2011 :** Changement climatique en Algérie par personnel de Caritas Algérie.
- Bernard, 1952 :** Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Québec, Centre de Recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures Agriculture et
- BINET et BRUNET, 1967 :** Biologie végétale, physiologie végétale. Imprimerie de Montligeon, La chappelle-Montligeon (ORNE) .493 p.
- BEATAUDEAU, 1975 :** Atlas d'arboriculture fruitière .Ed .J.B . Baillièrre et Fils, Paris .602 p.
- BRETAUDRAU, 1978 :** Atlas d'arboriculture fruitière Vol. 02 Ed. .B . Baillièrre et Fils, Paris 173p.
- BOUHIER DE L'ECLUCE, 1983 :** la pomme, culture et débouchés .Ed, Flammarion .361 p.
- BOULAY et al, 1984 :** Pratique de la fertilisation raisonnée, pommier et poirier. Ed. S.C.P .A, Toulouse, 46 p.

**BRETAUDEAU et FAURE, 1992 :** Atlas d'arboriculture fruitière .Ed . Lavoisier (Tec et Doc), Paris. 459 p.

**BENTAYEB, 1993 :** Biologie et écologie des arbres fruitiers. O.PU. collec .le cours d'agro, Alger, 140 P.

**BRAULTE et al. 1995:** Seed number and an asymmetry index of Macintosh Apples. HortScience, 44-46p.

**BELGHEMMAZ ,2000 :** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité et du complexe adsorbant d'un sol saharien soumis à l'irrigation au Goutte à Goutte, Thèse Mag. Inst, Agro Batna, 101 p.

**Bernard, 2000 :** Le Poirier en Agriculture Biologique RAB (Groupe de recherche en agriculture biologique).

**BUBAN, 2003:** Hormonal aspect of flower formation and fruit set. In: floral biology, pollination and fertilization in impetrate zone species and grape .p 3-24.

**Berger, 2008 :** Fiche Poire de bouche 1 P.

**CATZEFLIS, 1971 :** Correction des carences potassique des pommiers. Revue Suisse de viti .Arbo.Horti. Vol II, pp.: 35-40.

**Chalice et wastwood, 1973:** Numerical Taxonomical studies of the gonuspurus both .J.Linn .Soc67, 121, 148pp.

**CHEVALIER ,1976 :** Fertilisation potassique du pommier .Dossiers K2o .Ed .SCPA, pp ; 1-10.

**Chauvet et Reynier, 1979 :** Manuel de viticulture coll. D'enseignement agricole. Ned. Paris Bailliere, 351pp.

**COKE L, WHITTINGTON WJ, 1979:** The role of boron in plan growth IV. Interrelations between boron and indol -3yl -acetic acid in the metabolism of bean radicles .J .Exp .Bot. 19:295 -308.

**CLIMENT J.M, 1990 :** Larousse agricole. Ed .Larousse .Paris .1207p.

**C.T.I.F.L., 2000** : Centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes, les variétés de pommes et de poires, 24 p.

**Chouaki et al, 2006** : Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques, Institut national de la Recherche Agronomique d'Algérie-INRA, 30p.

**C.T.I.F.L., 2006** : Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, protection intégrée pommier –poirier, par Michel GIRAUDE .

**C.T.I.F.L. 2011** : Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, pommier – poirier .par VINCENT MATHIEAU, CHRISTIAN LA VOISIER.

**DE CORMIS et al ,1978** : Carence et Toxicités chez les arbres fruitiers .Ed : I.NV.U.F.L.E.C. Paris .35 p.

**Dockers, Schoofs, 2005** : Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 1P.

**D.S.A. 2017:** Direction des services agricoles. Le poirier, Willaya de Ain Defla.

**Estienne et Godar, 1970** : Climatologie. Ed, Armond edhlen, Paris, 33p.

**Espiard, 2002** : Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 1P.

**F.A.O ., 2017** : Productions agricoles, culture primaires .Banque des données statistiques.  
[http:// WWW.Fao.org.com](http://WWW.Fao.org.com) .

**FAURE, 1979** : Vos arbres fruitiers de A à Z .Ed . L'ami des jardins et de la maison N° 656.Pp 57-61.

**GAUCH et al., 1954:** The physiological Action for Boron in higher plant.

**GAUTIER M ,1987** : La culture fruitier. Volume 1, l'arbe fruitier. Ed. J.b .Baillièrè, Paris .492 P.

**Galet (2000)** : Précis de viticulture.7eme Ed.Deham.Montpellier, 559 p.

**GUIDE CLAUSE, 2010** :

**GOOGLE EARTH, 2017** : Carte, téléchargement gratuit de Google Erth. Disponible sur : <http://www.Google.com> .

- HELLER R ., ENSAULT et LANCE C ., 1988** : Physiologie végétale . Volume 1 .Nutrition .6 ème édition de l'abrégé .Imprimerie Dunod. Paris .323 p.
- JANICK et MOORE, 1996**: Tree and tropical fruits .Volume 1 .Ed .Wiley J& Sons. Oxford, 210 p.
- KRAUSKOPF, 1972**: Geochemistry of micronutrients 7-36. (Micronutrients in agriculture). Soil Madison .USA, 666 p.
- KHELIL, 1989** : Nutrition et fertilisation des arbres fruitiers et de la vigne .office des publications Universitaires Ben AKnoun. Alger, 67 p.
- LAUMONIER, 1960** : Culture fruitier méditerranéennes. Ed.J.B.Baillières .Paris ,453 p.
- LAUMONIER, 1960** : Culture fruitier méditerranéennes. Ed.J.B.Baillières .Paris ,453 p.
- Lafaon et al.1996** : Biologie des plantes cultivées. 2eme Edition. Tome 1. Organisation et physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. Paris. France, 227 P.
- LAPINS et HOUGH, 1970**: Effect of gamma rays on apple and peach leaf buds at different stages of development II 59-68.
- LOUE, 1982** : Les oligo-éléments en agriculture Ed .Agri-Nathan .Paris .307 p.
- LAMONARCA, 1985** : La culture des arbres fruitiers Ed.Vecchi S.A., paris.213 p.
- LOUE, 1993** : Les oligo-éléments en agriculture Ed .Agri-Nathan .Paris .577 p.
- LAFON et al ,1996** : Biologie des plantes cultivées Tome 1 .organisation / Physiologie de la nutrition. 2 ème édition .Ed .Tec et doc .Lavoisier .Paris .233 p.
- LESPINASSE Y , 1992** : Amélioration des espèces cultivés , objectifs et critères de sélection .Ed .Gallais & Bannerot , pp : 508-594 .
- LESPINASSE JEAN-MARIE, 2005** : De la taille à la conduite des arbres fruitiers. 251 p.
- MASSERON A ., 1989** : Les porte-Greffes pommier , poirier et nashi .Ed .CTIFL.297p .
- MOEZ B.DHIAF, 2006** : Cour d'arboriculture Générale, développement et fonctionnement des racines .28 p.
- PIERRE JEAN-PROST, 1969** : Biologie végétale. Tome 1.Ed.J.B.Baillière et fils.120 p.

**Reynier 1991** : Manuel de la viticulture.6emeed. JB Baillier.Paris.365pp.

**REGNARD et KELNER, 1998** : on CTIFL, 2013, protection intégrée pommier-poirier.

**Sapin P 1977** : L'arboriculture fruitière en Algérie (Pommier/ poirier). Cours polycopiés, I.N.A. El Harrach, Alger, 228 P.

**Sapin P, 1978** : Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier, Poirier .INA.EL HARRACH. p27-46.

**SOLTNER, 1990** : Les bases de la production végétale .Tome II : Le climat .8<sup>ème</sup> édition,Ed.Science et technique agricoles , Maine et Loire, France.457 p .

**Silva et Ali, 2005** : Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 1P.

**TRILLOT M ., MASSERON A ., MATHIEU V ., BERGOUGNOUX F ., HUTIN C ., LESPINASSE Y ., 2002** : Le poirier , Monographie .Paris :Edition Centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes .289 p .

**WITTSTEIN A., APOIGIER F., 1857** : Ann .der chem .U. Phare (Liebig), p .103, 362-364.

### Référence électronique

- <http://agrotizi.xooit.fr/t257-Fiche-technique-POIRIER.htm>) 2009
- <http://www.dolce-terra.com/poirier/>
- [http://\(www.jardiplante.fr\)](http://(www.jardiplante.fr))
- [http://www.backyardgardener.com/plantname/pda\\_a152.html](http://www.backyardgardener.com/plantname/pda_a152.html))
- <http://www.dolcetera.com/poirier>
- <http://WWW,F.A.O.Org.com>

# Liste des annexes

**Annexes n° 01 : Moyenne mensuelle des précipitations et des températures en mm, C°**  
(2002/2014).

Mois	J	V	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (c°)	11,33	11,87	14,46	17,35	20,56	25,91	28,97	29,44	25,76	21,76	14,65	11,37
P (mm)	56,52	66,80	52,04	36,89	25,36	35,39	17,20	41,19	17,20	41,19	64,77	66,22

(Station météorologique, Ain Defla, 2017)

- **La moyenne de la Température : 19,46 C°**
- **Le Totale de la Précipitation : 520,77 mm**

**Annexes n° 02 : Moyenne mensuelle des précipitations et des températures en mm, C°**  
(2014/2016).

Mois	J	V	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (c°)	9,47	8,43	12,95	18,36	22,17	23,18	25,46	27,43	26,79	21,02	16,74	9,95
P (mm)	62,2	101,7	46,5	00	26,83	34,23	18,19	40,86	00	18,5	59,4	120,4

(Station météorologique, Ain Defla, 2017)

- **La moyenne de la Température : 18,50 C°**
- **Le Totale de la Précipitation : 528,81 mm**

**Annexes n° 03 : Humidité relative mensuelle moyenne (%) (2004- 2014)**

Mois	J	V	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H (%)	79	75	76	60	59	53	46	45	55	55	72	83

(Station météorologique, Ain Defla, 2017)

**Annexes n° 04 : Totale pluie en mm (2013)**

Mois	J	V	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	161	131	159	105	71	3	2	7	23	10	127	99

(Station météorologique, Ain Defla, 2017)

**Annexes n°05 : Traitement statistique**

Les formules de test t de student :

Test de student pour données indépendantes / test bilatéral : comparaison entre les traitements

$$1- \text{Moyenne} = \frac{\sum \sqrt{X_i}}{N}$$

$$2- \text{Ecart-type} = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \text{moyenne})^2}}{N-1}$$

$$3- \text{La variance totale } (S^2) = \frac{(N1 * \sigma^2) + (N2 * \sigma^2)}{(N1 + N2) - 2}$$

**Avec :****N** : Effectif / **Xi** : nombre des fruits noués /  $\sigma^2$  : Variance du traitement / **S**: Ecart-type totale.

$$- \text{Le coefficient de variance (C.V)} : \frac{\text{Ecart-type}}{\text{moyenne}} * 100$$