

République Algérienne Démocratique et populaire Ministère de l'enseignement  
Supérieur et de la Recherche

Scientifique

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des science de la Nature et de la Vie et Science de la Terre

Département de : Sciences agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En Vue de l'obtention du diplôme de master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : production Végétale

### *Thème*

*Contribution à la détermination des besoins en froid nécessaires à la  
levée de dormance de la variété Golden Delicious du pommier dans le  
périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif)*

Présenté par :

Melle : Mohammed Nadjia

Mme : Abdelkader Khadaoui Nadjia

Président : Mr : ABD ESSLAM B.

Promotrice : Mme : ABED L.

Examineur : Mr : BOUSALHIH B.

Examinatrice : Mme : AYOUNI Z.

Année Universitaire : 2017/2018

# Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous remercions chaleureusement notre encadreur **Mme Abed Lila** pour avoir proposé ce thème, pour ses aides, ses encouragements et ses conseils judicieux durant toute la période du projet.*

*Nos remerciements vont également à **Mr Boualem Mkhanegue**, directeur de l'institut technique régional de protection des végétaux, wilaya de Chlef, pour nous avoir facilité les manipulations au sein de la chambre contrôlée de l'institut et pour sa présence permanente et ces orientations.*

*Nous tenons aussi à remercier le **propriétaire du verger** du pommier pour nous avoir permis l'accès à son verger.*

*Nous tenons également à remercier très sincèrement:*

***MR Abdesslem** qui nous a fait l'honneur de présider le jury. Ces remarques vont être surement fructueuses pour notre travail.*

***Madame Ayouni Z** et **Mr Boussalhih** d'avoir accepté d'examiner et d'enrichir ce document par leurs orientations qui seront très utiles.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements **aux enseignants de département des Sciences agronomiques,***

*Nous exprimons notre profonde considération:*

*En définitive, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail pour lequel nous avons tant consacré en y mettant aussi tout notre cœur.*

**MERCI**

## DEDICACES

*Quoi que de plus que de pouvoir partager les meilleurs moments de sa vie avec les êtres qu'on aime.*

*Arrivé au terme de mes études, j'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :*

*Avant tout, je remercie DIEU, de m'avoir donné la force et le courage de poursuivre mes études.*

*A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.*

*A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études. - mes sœurs : Souaad, Faiza et Soudjoud pour leurs amours et leurs gentillesse.*

*- mes très chers frères : Ali, Ahmed, Abdelhafidh, Karim et Oussama; qui m'ont soutenue moralement et financièrement.*

*A toute ma grande famille, **MOHAMMED**  
A mes meilleurs amis chacune à son nom.*

*A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon Partenaire **Berrahal Moussaab** qui m'a soutenu financièrement et moralement.  
Mon binôme Nadja*

**NADJA**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont passés leur vie  
Rêvant de voir ce jour-ci, à ceux qui mon entourés  
d'amour et de Tendresse ....., à :*

*la fleur de ma vie... ma très chère mère en témoignage  
De ma profonde et ma grande reconnaissance pour sa  
tendresse, sa Patience, son sacrifie tout au long de mes études.*

*Mon honorable et très cher père **Abdelkader** qui a sacrifié  
sa vie*

*Qu'on puisse se trouver à ce niveau et qui m'a été source  
de réussite.*

*A mon chère mari : **Ismail.***

*A mes très chers frères : **Ibrahim , Abdallah***

*A mes très chers sœurs : **Leila , Ilham, Asmaa.***

*A mes très chères amis : **Affaf , kheira***

*A ma collègue et amie : **Nadjia***

*Aux étudiants de production végétale et toute la promotion*

*2018*

**Nadjia**

## الملخص

اجريت هذه الدراسة خلال موسم 2017-2018 في حقل لصنف التفاح نوع *Golden Délicious* و كان الهدف متابعة تأثير ساعات البرودة على ديناميكية التبرعم , لذا تم اختيار عدد من الأشجار حسب مساحة الحقل لنزاع فروع و للحصول براعم في نهاية كل شهر ابتداء من شهر ديسمبر. تمت متابعة تبرعم في غرفة مكيفة في مخبر مخصصة لمكافحة الأمراض لولاية شلف .

نظرا للكميات المعتبرة للأمطار المتساقطة في هذه الولاية كان من المحتمل الحصول على ساعات برودة كافية للتبرعم في الحقل و ذلك نظرا لانخفاض درجات الحرارة المتوسطة و الدنيا كما كانت البراعم المحصل عليها في شهر فيفري احسن قيمة من ناحية سرعة التبرعم مقارنة مع البراعم التي لم تحصل على برودة كافية و التي تعرضت الى درجات برودة دنيا اقل من 7.2, يكون في حالة سبات عميق جدا بالرغم من تعرضها الى درجات حرارة مناسبة.

## الكلمات المفتاحية

تفاح, تبرعم, سكون, وحدات البرودة, ارتفاع درجات الحرارة

## Résumé :

Cette étude a été réalisée dans un verger de pommier situé dans la wilaya d'Ain Defla au cours de l'année 2017/2018. Le but est de connaître l'effet du froid sur le débourrement et mettre un accent sur l'état de dormance des bourgeons de la variété *Golden Délicious*. Des pieds d'arbres ont été choisis pour prélever des rameaux sur lesquels on a effectué nos essais de test de nœuds isolés. De même, les températures journalières (maximales, minimales et moyennes) et les précipitations ont été enregistrés en parallèle avec un suivi de débourrement des bourgeons su terrain et au niveau de laboratoire concernant les bourgeons prélevés. Les résultats obtenus ont reflété un écart important dans la somme des heures de froid pour cette année par rapport aux années précédentes ce qui en résulte, un avancement de la date de débourrement sur terrain. Cependant, les résultats de suivis journaliers de la cinétique de débourrement au niveau de laboratoire ont donné un accent sur l'importance du froid dans la levée de dormance et le débourrement ou on a soulevé une valeur meilleure de temps de débourrement chez les bourgeons qui ont été prélevés durant le mois de février. En l'occurrence, la dormance est beaucoup plus profonde chez les bourgeons qui n'ont pas

accumulé assez de froid avec une certaine différence attribuée à la disposition des bourgeons sur le rameau.

### **Mots clés**

**Pommier, débourrement, dormance, unité de froid, bourgeon, forçage.**

### **Abstract**

This study was carried out in an orchard of apple tree located in wilaya of Ain Defla during the year 2017/2018. The goal is to know the effect of the cold on débourrement and to accentuate the state of dormancy of the buds of the variety Golden Délicious. Feet of trees were selected to take branches on which one carried out our tests of test of isolated nodes. In the same way, the temperatures day labourers (maximal, minimal and average) and precipitations were recorded in parallel with a follow-up of débourrement of the buds known ground and on the level of laboratory concerning the taken buds. The got results reflected an important variation in the sum of the hours of cold for this year compared to the years precedents ce which results from it, an advance of the date of débourrement on ground. However, the results of daily follow-ups of the kinetics of débourrement on the level of laboratory gave an accent on the importance of the cold in the lifting of dormancy and the débourremnt or one raised a better value of time of débourrement at the buds which were taken during February. In fact, dormancy is much deeper at the buds which did not accumulate enough cold with a certain difference allotted at the disposal of buds on the branch.

### **Keywords**

, Apple, Bud break, dormancy ,chilling unit, forcing.

## Liste des abréviations

<b>Abréviations</b>	<b>Signification</b>
<b>DJ</b>	Degré-jour
<b>BN</b>	bouture de nœud
<b>DSA</b>	Direction de service agricole
<b>FAO</b>	Food agriculture organisation
<b>Ha</b>	Hectare
<b>I.T.A.F.V</b>	Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne
<b>INPV</b>	Institut National de Protection Des Végétaux
<b>INRA</b>	Institut National De La Recherche Agronomique
<b>N</b>	nombre d'heures de froid
<b>Q<sub>x</sub></b>	Quintaux
<b>T<sub>min</sub></b>	Température Minimale
<b>T<sub>max</sub></b>	Température Maximale
<b>T<sub>moy</sub></b>	Température Moyenne
<b>TMD</b>	Temps moyen de débourrement

## Liste des Photos

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	Bourgeon à bois	<b>06</b>
<b>02</b>	Rameau à bois	<b>06</b>
<b>03</b>	Gourmand	<b>07</b>
<b>04</b>	Bouton à fleur d'un pommier	<b>07</b>
<b>05</b>	Brindille Couronnée de pommier	<b>08</b>
<b>06</b>	Bourse	<b>08</b>
<b>07</b>	Lambourde	<b>08</b>
<b>08</b>	Dard	<b>09</b>

## Liste des figures :

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Courbes des températures moyennes mensuelles minimales, maximales et moyennes durant la campagne 2007/2017et la période 2017/2018	<b>21</b>
<b>02</b>	Histogramme comparatif de la pluviométrie durant la période 2007/2017et période 2017/2018	<b>22</b>
<b>03</b>	Préparation des boutures	<b>24</b>
<b>04</b>	Bouture de nœuds isolés	<b>24</b>
<b>05</b>	Evolution de la somme des heures de froid dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) durant la campagne 2017 / 2018.	<b>30</b>
<b>06</b>	Histogramme de la somme des heures de froid dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>30</b>
<b>07</b>	Histogramme des dates de débourrement sur pied de la variété Golden Delicious à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>31</b>
<b>08</b>	Evolution de Temps moyen de débourrement des bourgeons à date de prélèvement échellonnée (terrain).	<b>34</b>
<b>09</b>	Evolution de Temps moyen de débourrement des bourgeons témoins (5°C).	<b>35</b>





## Liste des Tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	Importance de la culture du pommier par zone de production	<b>2</b>
<b>02</b>	Evolution de la culture du pommier en Algérie (2000– 2015)	<b>3</b>
<b>03</b>	Evolution de la culture du pommier dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) (2010 -2017)	<b>4</b>
<b>04</b>	Besoins en froid des différentes variétés de pommier	<b>13</b>
<b>05</b>	Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles durant la campagne 2017-2018	<b>20</b>
<b>06</b>	Cumuls des précipitations enregistrés à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) de période 2017 à 2018	<b>22</b>
<b>07</b>	Deferentes caractéristiques culturales et phénologiques de Golden Delicion	<b>23</b>
<b>08</b>	Principales caractéristiques de la chambre de culture (L'INPV)	<b>25</b>
<b>9</b>	Somme des heures de froid enregistrée durant la période 201-72018 à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>29</b>
<b>10</b>	Temps moyen de débourrement des bourgeons prélevés en fin de décembre et ceux de 5°C dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>32</b>
<b>11</b>	Temps moyen de débourrement des bourgeons prélevés en fin de janvier et ceux de 5°C dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>33</b>
<b>12</b>	Temps moyen de débourrement des bourgeons prélevés en fin de février et ceux de 5°C dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).	<b>34</b>

# Sommaire

---

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Résumé**

**Introduction**

## **Chapitre I : Généralités sur le pommier**

I.1. Origine du pommier.....	1
I.2. Importance économique de pommier.....	1
I.2.1. Dans le monde.....	1
I.2.2.En Algérie.....	2
I.3.Exigences climatiques .....	4
I.3.1 .Exigence en eau .....	4
I.3.2. Exigence en Vent .....	4
I.4. Caractéristique botaniques .....	4
I.4. 1.Classifications botaniques .....	4
I.4.2.Différentes productions de pommier.....	5
I.4.2.1-Production à bois .....	5
A/ Bourgeon à bois .....	5
B / Rameau à bois .....	6
C/ Gourmand.....	6

## Sommaire

---

I.4.2.2. Productions à fruits.....	6
A/ Bourgeon à fleurs.....	7
B/ Brindilles.....	7
C/ Bourse .....	7
D/Lambourde .....	8
E/ Dard .....	8
I.5.Echelles de suivi phénologiques.....	9

## Chapitre II : Dormance et Débourrement

II.1.Dormance.....	10
II.1.1.Phases de dormance :.....	11
II.1.1.1. Endo-dormance :.....	11
III.1.1.2.Eco-dormance :.....	11
II.1.1.3. Post-dormance .....	11
II.1.2.Types de dormance.....	12
II.1.2.1.dormance faible et dormance profonde.....	12
II.1.2.2.Dormance primaire.....	12
II.1.2.3.Dormance secondaire.....	12
II.1.3.Exigences climatiques de la dormance .....	12
II.2. Levée de dormance .....	13

## Sommaire

---

II.3. Débourrement .....	14
II.3.1.types de débourrement .....	15
II.3.2. Etapes de débourrement .....	15
II.3.3.Exigences climatiques de débourrement .....	16
II.3.3.1.Températures .....	16
II.3.3.2.Photopériode et la lumière : .....	17
II.3.3.3. Facteurs physiques.....	17
II.3.3.4. Facteurs chimiques.....	17
II.3.3.5 Facteurs biologiques.....	18
II.4. Boutures de nœuds isolés .....	18

## Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Objectif .....	19
III.2.Présentation de la région d'étude .....	19
III.2.1.-Situation géographique.....	19
III.2.2.Caractéristiques climatiques .....	19
III.2.2.1. Températures .....	19
A) Période 2007-2017 .....	20
B) période 2017-2018 .....	20
III.2.2.2.Précipitation .....	21
A) Période 2007-2017.....	21
B) période 2017-2018 .....	21
III.3.-Matériel végétal.....	22
III .3.1.Caractéristiques de la variété .....	22
III.3. Dispositif expérimental .....	23

## Sommaire

---

III.3.1. Echantillonnage.....	23
III.3.2. Test de débourement ; le forçage (Test de nœud isolé).....	24
III.4. Méthodes de calcul.....	25
III.4.1.Calcul de nombre d’heures de froid .....	25
III.4.2. Temps moyen de débourement(TMD).....	25

## Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1.Résultats .....	27
IV.1.1. Somme des heures de froid .....	27
IV.1.2.Date de débourement sur pied .....	28
IV.1.3.Temps moyen de débourement (TMD) de laboratoire .....	29
A) Prélèvement du mois de décembre.....	29
B) Prélèvement du mois de janvier .....	30
C) Prélèvement du mois de février .....	31
IV.2. Discussion .....	33
<b>Conclusion</b> .....	36

## Références bibliographiques

## Annexes

## Introduction

---

La croissance des plantes est conditionnée par le climat qui interfère sur leur développement qualitatif et quantitatif. Pour les espèces cultivées et notamment le pommier, c'est la rentabilité du verger qui peut être mis en cause, soit par des épisodes extrêmes, soit par des climatologies atypiques (**Malaise, 1967**).

En effet le climat et le principal facteur qui détermine la production d'une espèce donnée. Les impacts des conditions climatiques, notamment la température sur les stades phénologiques du pommier, constituent les premiers facteurs explicatifs de telles aux telles productions obtenues. Donc, l'étude de la phénologie des espèces est une obligation pour expliquer les processus d'adaptabilité avec l'environnement d'une part, et d'autre part pour interpréter les résultats de rendement obtenus d'une campagne à une autre.

Ces dernières années le monde a connu des changements climatiques énormes, ces changements ont des effets notables sur le développement des plantes. Ils pourraient être particulièrement importants en zone méditerranéenne. L'augmentation de la température serait plus importante durant la saison hivernale qu'estivale (**Rochette et al, 2004 in Atba et Chibah, 2017**) Cette augmentation n'est pas sans conséquences sur les écosystèmes notamment sur l'agriculture et les premières répercussions imputables au changement climatique sont déjà perceptibles. Des impacts sur le débourrement et la floraison des arbres fruitiers ont été significativement mis en évidence sous forme d'avancées moyennes des dates des stades phénologiques (**Briche, 2012**). La majorité des arbres fruitiers entrent en dormance au cours de l'automne afin d'éviter les dommages occasionnés par les températures froides en modifiant leur état physiologique avant l'arrivée de l'hiver. Pour lever cette dormance, les bourgeons doivent être exposés à des températures froides oscillant entre 0 à 7°C durant un temps fixe (unités de froid). Les variations climatiques anticipées dans les prochaines décennies pourraient entraîner une diminution des unités de froid, ce qui empêcherait les arbres fruitiers de combler leur besoin en froid (**Hansen et al, 2006 in Atba et Chibah, 2017**).

La culture du pommier en Algérie a évolué au cours des sept dernières années surtout dans le cadre du programme national du développement agricole sur les deux plans : superficie et production. Cette dernière de 965170 tonnes en 2000 a passée à 4514716 ,81 tonnes en 2015 (**ITAFV, 2015**). Les fluctuations des dates de débourrement et de floraison ont été également signalées chez cette espèce. La mise en évidence de la levée de dormance et le débourrement

## Introduction

---

des bourgeons ainsi que la détermination précise des besoins en froid nécessaires via des techniques de laboratoire semble être incontournable pour faire face aux variations climatiques et assurer une adaptation durable de nos espèces fruitières entre autre de pommier. C'est dans ce contexte que l'objectif de cette étude a été prononcé, pour contribuer à développer une initiative de recherche de retombées des variations climatiques sur le comportement d'une variété semi précoce du pommier (Golden Délicieux) dans un milieu qui connaît des progrès notables dans l'amélioration en quantités et en qualités de la production des fruits à pépins telle que la wilaya de Ain Defla.



## I.1.Origine du pommier :

Le foyer d'origine du pommier est probablement situé dans le sud du Caucase. Son origine remonte à la préhistoire, 13 siècles avant J.C il a été propagé par la suite pour être cultivé par les grecs et les romains. Aujourd'hui il est connue dans plusieurs endroits du monde, sa culture s'étend de l'Europe orientale a la Russie puis à l'Europe occidentale et a l'Afrique du nord (**Bretauudeau, 1978**).

Le genre malus a été daté de L'ère tertiaire (**Massonnet, 2004**).La délimitation du nombre d'espèces au sein du genre Malus est problématique. Entre 8 et78 principales espèces sont reconnues, selon les groupées en section (Malus, Sorbomalus, Eriobolus, Docynipsis, et Chloromeles) et séries comme Malus et Baccata qui composent la section Malus (**Luby, 2003**). En suite la culture du pommier s'est rependue dans toutes les parties du monde. Ce n'est qu'avec (**Knich ,1759**) cité par (**Brown, 1975**). Que commence la création de nouvelles variétés grâce à hybridation contrôlée (**Brown, 1975**).

## I.2.Importance économique de pommier :

### A/-Dans le monde :

La pomme est le troisième fruit consommé dans le monde, après les agrumes et la banane. Il se récolte environ 80 millions de tonnes de pommes annuellement dans le monde, dont 40 millions de tonnes en chine qui a multiplié par deux sa production en dix ans. C'est le fruit le plus cultivé en milieu tempéré (**FAO, 2013**). Principaux pays producteurs en millions de tonnes en 2013.

Tableau n° 01 : Importance de la culture du pommier par zone de production

Zone de production		Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement T/ha
<b>Afrique</b>	Algérie	40858	397529	97295.27
	Maroc	31651	485642	153436.54
	Egypte	21145	541239	255965.48
<b>Asie</b>	Chine	2060	37 000	179611.65
	Japon	37400	793800	212245.99
	Inde	321900	2,203,4	68449.83
<b>Europe</b>	Pologne	194680	2877,336	147798.23
	France	41051	1382,901	336873.89
	Italie	54684	1 991,312	364148.93
<b>Amérique</b>	Canada	15489	269837	174212.02
	Chili	36500	1625	445205.48
	Brésil	38457	1335,478	347265.26

(F.A.O ,2013)

En Afrique, l’Egypte connaît une hausse intéressante de la production tant pour la production que le rendement qui reste supérieur à 255.97T/ha, vient ensuite le Maroc, qui connaît une évolution de secteur pommécol ensuite à l’augmentation des surfaces, dont la production a atteint 485,642 tonnes et un rendement de 153.43T/ha.

### **B/-En Algérie :**

Si la culture du pommier est prédominante dans les pays à climat tempéré, l’Algérie et depuis l’indépendance déploie de grande efforts pour mettre fin à l’importation de ce fruit par la bonne conduite du verger, l’amélioration de la production et l’élévation des rendements (Soltani, 1998).

En 2015, les vergers de pommier couvraient 47360,06 ha (ITAFV, 2015). Les valeurs engendrées dans le **tableau n° 02**, indiquent une augmentation aussi bien des superficies que des productions. La production nationale a atteint 4514716 ,81 tonne et un rendement de 110,08427 Qx/Ha en 2015. Néanmoins, les superficies occupées et la production reste très

limités par rapport au pays méditerranéens et par rapport aux potentialités agronomiques du pays.

**Tableau n°02 : l'évolution de la culture du pommier en Algérie (2000-2015)**

Année	Superficie total (ha)	Superficie en rapporte (ha)	Superficie nouvelle plantation	Production (Qx)	Rendement (Qx / ha)
2000	31430	13480	17950	965170	71,6
2001	36710	14040	22670	1049000	74,7
2002	45990	15240	30750	1210380	79,4
2003	55530	18080	37450	1355420	75,0
2004	63741	19861	43880	1653720	83,3
2005	74427	24279	50148	1997120	82,3
2006	83376	28568	54718	283240	98,8
2007	85470	31904	53866	1900095	59,6
2008	85470	31904	53866	1840093	75,8
2009	89005	36616	52389	2647691	73,0
2010	92271	39852	52419	3786367	95,0
2011	92058	40978	51080	4041050	98,6
2012	89678	40850	48828	3975290	97,3
2013	89094	41030	48064	4559372	111,1
2014	87248	40418	46830	4628154	114,5
2015	47360,03	41011,46	46540,02	4514716,81	110,08427

(ITAFVI, 2015)

la périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) Defla compte parmi les principales régions productrices du pommier en Algérie. Elle occupe la deuxième place au niveau national après la wilaya de Médéa. D'après les valeurs enregistrées dans le tableau n°03 une régression accentuée a été indiquée au niveau pour la production d'une année à une autre jusqu'au 2017 ou on enregistrée le taux de production faible ; 156064 Qx. Selon le tableau n°03, la diminution de la production ne peut être expliquée que par la diminution des superficies occupées par cette culture.

**Tableau n°03: Evolution de la culture du pommier dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) de 2010 à 2017.**

Année	Superficie (ha)	Production Qx	Rendement (Qx / ha)
<b>2010-2011</b>	1583	349874	221,02
<b>2011-2012</b>	1550	211830	136,66
<b>2012-2013</b>	1467	293400	200,00
<b>2013-2014</b>	1 332	213 120	160,00
<b>2014-2015</b>	1 315	264000	200,76
<b>2015-2016</b>	1 219	170700	140,03
<b>2016-2017</b>	1 070	156064	145,85

### I.3. Exigences climatiques :

Le pommier est une espèce de climat froid et il redoute moins le froid que la chaleur, la création de nombreux variétés, à savoir ;Riene des reinettes, Golden delicious sont parmi les plus adaptables pour la climat méditerranées, leur maturité sitôt et leur grande plasticité au climat ont permis de les étendre aux plaines chaudes. Le pommier craint les gelées printanières. Les fleurs seront détruites à 2.3C°. Pour la Golden Delicious le seuil se situe jusqu'à 7.2 C. Les besoins en froids pour le pommier sont de l'ordre de 600 à 1000 H/an (Steyn et al, 2001).

#### I.3.1 : Exigence en eau :

Les besoins en eau pour les fruits à pépins sont de l'ordre de 600à 700mm/an. On peut toujours les recouvrir par l'irrigation (si les ressources hydrique sont présentes) pour éviter les effets néfastes de ce facteur climatique (Steyn et al, 2001).

#### I.3.2. Exigence en Vent :

LE facteur du vent a un rôle déterminant en culture fruitière : des vents forts et soutenus peuvent causer des dommages importants dans les vergers parce qu'ils peuvent gêner le travail des abeilles lors de la floraison, causer la chute d'une quantité importante d contre les branches de pommes avant la cueillette, abimer les fruits en les faisant se frotter les uns aux

autres ou encore contre les branches. Les grands vents peuvent aussi dessécher les jeunes rameaux de l'année. (CTFL, 2011).

## I.4. Caractéristique botaniques :

### I.4.1. Classifications botaniques :

Pendant longtemps, les botanistes ont considéré que le pommier constituait le sous-genre *Malus* au sein du genre *pyrus*. L'appellation botanique était alors *Pyrus-Malus*. A l'heure actuelle, on admet que *pyrus* et *Malus* forment deux genres distincts, bien que très voisins (Hugard, 1974 ; Chevereau et Morist, 1985).

Sous-règne :	Plantes
Super-embranchement :	Trachéobiontes
Embranchement :	Spermatophytes
Classe :	Magnoliophytes
Sous-classe :	Rosidées
Ordre :	Rosales
Famille :	Amygdaloïdes
Genre :	<i>Malus</i>
Espèce :	<u><i>Malus domestica</i> Borkh.</u>

### I.4.2. Différentes productions de pommier :

#### I.4.2.1. Production de bois :

##### A/ Bourgeon à bois :

Le bourgeon est forme de triangle très serré contre la branche. Il présente un aspect bien brillant ou duveteux. C'est le point de départ d'une nouvelle pousse qui deviendra un rameau.



**Photo n°01 : Bourgeon à bois**

### **B/ Rameau à bois :**

Il s'est développé à partir d'un œil à bois. Implanté verticalement ou jusqu'à l'horizontale, ce rameau, d'une vigueur raisonnable, peut atteindre 50 cm de longueur. Il ne donne pas de fruit car il est exclusivement garni d'yeux à bois situés latéralement et un terminal. Les yeux à sa base sont très peu visibles car incomplètement constitués.



**Photo n°02 : Rameau à bois**

### **C/Gourmand :**

Ce rameau à bois très vigoureux est né d'un excès de sève, grande vigueur ne permet pas une mise à fruit facile. On le trouve généralement sur la partie supérieure de l'arbre, au sommet d'un coude ou à l'aisselle des deux charpentières.



**Photo n°03 : Gourmand**

## **I.4.2.2. Productions à fruits :**

### **A/ Bourgeon à fleurs :**

Il est nettement plus arrondi et renflé que l'œil à bois car il renferme plusieurs fleurs qui attendent le printemps pour s'épanouir. Sur le poirier, il est plus pointu que sur le pommier et les écailles qui l'entourent sont brunes. Si la pollinisation et la fécondation s'effectuent correctement, les fleurs donneront des fruits.



**Photo n°04: Bouton à fleur d'un pommier palissé,**

### **B/Brindilles :**

Il s'agit d'un petit rameau à bois très fin et long de 10 à 25 cm. Il porte quelques yeux à bois latéraux et il est terminé par un œil à bois, en forme de pinceau très fin. 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.



**Photo n°05 : Brindille Couronnée de pommier.**

### **C/ Bourse :**

C'est un organe bien renflé qui a déjà porté des fruits l'année précédente. Il est prêt à en donner de nouveaux.



**Photo n°06 : Bourse**

### **D/Lambourde :**

Elle ressemble au dard mais elle porte à extrémité un bourgeon floral. Sur le pommier et le poirier, les lambourdes prennent rarement naissance sur le bois d'un an (ROGER et JUSSIAUX, 1980).



**Photo n°07 : Lambourde.**



### E/ Dard :

C'est l'intermédiaire entre un œil à bois et un œil à fruits. Il se trouve le long d'un rameau, légèrement détaché de celui-ci. Il porte à sa naissance quelques ridules attestant qu'il a porté à cet endroit des feuilles durant l'été précédent. Son bout est saillant et pointu. Il est parfois placé en extrémité d'un support de bois assez court, appelé lambourde. Sur le pommier, il est plus duveteux. La vocation du est indéfinie. C'est la taille qui influencera sa destinée.



**Photo n°08 : Dard.**

### I.4.3. Echelles de suivis phénologiques

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements annuels périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat. Chez les végétaux, les différentes étapes constituant ces événements sont par exemple le développement foliaire, la floraison et la fructification aboutissant à la maturation des fruits. Jusque 'alors, le système de description des principaux stades repères des arbres fruitier celui de Fleckinger (**Inra**). Il est subdivisé en 15 stades de A à J représentés par de dessins. Dans les années 1990, un code décimal (de 00 à 100) appelé échelle BBCH a finalement permis de disposer d'un système uniforme pour décrire le développement de l'ensemble des plantes cultivées. Adopté par les chercheurs, les techniciens et les praticiens, il facilite notamment la communication scientifique au niveau international. (**Lancashire et al, 1991 ;Hachet al, 1992**). Les stades décrits par flechinger, Encore très utilisés dans la pratique, sont mis en correspondance avec l'échelle internationale BBCH.

### II.1. Dormance :

Le pommier est une espèce des zones tempérées, il nécessite une longue période de repos végétatif pour satisfaire ses besoins en froid qui sont de l'ordre de 800 à 1600 heures inférieures à 7,2°C. L'espèce peut résister jusqu'à -35°C en phase de dormance, mais les zones les plus favorables à la culture sont celles qui présentent des hivers froids et des étés modérément chauds et relativement humides. (Zaidi, 1985).

Au cours de la 'période de croissance active, les plantes sont sensibles au froid. Ainsi, à des températures proches de celles de la congélation, les tissus sont endommagés suite à une cristallisation de l'eau intercellulaire voire même intracellulaire (Westwood, 1978). Pour échapper aux stress physiologiques et aux conditions climatiques défavorables, les plantes ont adopté des mécanismes d'adaptation. Chez les espèces à feuilles caduques, le mécanisme de repos végétatif en est un. Ce mécanisme permet aux bourgeons de ces espèces de survivre et résister aux conditions climatiques limitant (Westwood, 1978). La dose de froid qu'exigent les bourgeons pour entamer la période de croissance et développement est connue sous le terme : " Besoin en froid" qui est une caractéristique essentielle des espèces ligneuses des régions tempérées. Ce besoin est souvent évalué par une somme de froid, somme de températures inférieures à 7°C (EL Moatamid ,1983). C'est un élément important pour la compréhension de la répartition géographique des espèces à feuilles caduques. Le besoin en froid varie d'une variété à l'autre au sein de la même espèce.

**Tableau n°04: Besoins en froid des différentes variétés de pommier**

Besoins en froid	variétés de pommier
Faible (moins de 650 heures)	Hanna
Moyen (de 650 à 950 heures)	Royal Gala,Golden Délicious,Star krimson
Elevé (plus de 950 heures)	Golden Délicious, Star krimson

(ITAFV, 2015)

### II.1.1. Phases de dormance :

La dormance est un mécanisme de survie qui assure le synchronisme entre la croissance des plantes, les conditions environnementales et les saisons. C'est un processus développemental qui inclut plusieurs étapes soit l'induction, la maintenance et la levée de dormance.

Elle est aussi divisée en trois états : l'endodormance (la vraie dormance) et l'écodormance (quiescence) et Post-dormance (**Dennis, 1994**).

#### II.1.1.1. Endo-dormance :

Est une inhibition de croissance liée à des facteurs endogènes au tissu dormant. Pendant ce stade, la croissance est impossible même si les conditions extérieures sont favorables. Généralement, la levée de l'endodormance nécessite une accumulation suffisante de températures froides (**Vitasse, 2009**).

La question du contrôle de l'endodormance par des facteurs exogènes (facteurs environnementaux) ou des facteurs endogènes est très ancienne. Dès **1914 Klebs** a montré que des facteurs exogènes agissaient sur le passage de la croissance active à la dormance (**CHourd, 1951 in Herter, 1992**).

La durée de la période de croissance, dont les lieux avec l'endodormance ont été évoqués, dépend de facteurs endogènes, mais est également conditionnée par des facteurs externes comme : Température et lumière (**Wareing, 1956 in Herter, 1992**).

#### II.1.1.2. Eco-dormance :

Est une inhibition imposée par les contraintes du milieu. A ce stade, la croissance est possible mais il faut pour cela des conditions favorables ; notamment des températures suffisamment élevées pour permettre le développement ontogénique (=morphologique) des bourgeons (accumulation de températures chaudes). (**Vitasse, 2009**).

#### II.1.1.3. Post-dormance :

Après avoir subi l'action des températures basses au cours de la phase de levée de dormance, les bourgeons ont acquis l'aptitude à débourrer plus rapidement à toutes les températures. Cet

accroissement se poursuit jusqu'au moment où, la température extérieure devenant suffisante, les bourgeons vont débourrer spontanément sur la plante. Nous désignons toute cette période, qui s'étend de novembre à mars ou avril, sous le nom de phase de post-dormance. Durant cette phase de post-dormance, les bourgeons placés dans les conditions naturelles continuent à acquérir la dormance (**Pouget, 1963**).

### **II.1.2.Types de dormance :**

#### **II.1.2.1.Dormance faible et dormance profonde**

La durée de séjour à basse température que doit subir un végétal dormant pour reprendre une croissance normale peut être très variable. Ainsi nous pouvons distinguer les dormances faibles et les dormances fortes ou profondes, selon que le passage au froid doit être bref ou prolongé (**Chouard, 1951 in Herter, 1992**). Les plantes à dormance faible sont celles qui, sans aucun séjour au froid, sont capable, après 10 à 60 jours en conditions favorables d'humidité et de température modéré, de reprendre une croissance normale. La dormance est forte ou profonde si, sans passage au froid, la plante reste au repos de nombreux mois et présente ensuite une croissance perturbée (**Cotignies, 1987 in Herter, 1992, Zguigle et al, 2006**).

#### **II.1.2.2.Dormance primaire**

Les dormances primaires un prédictive stratège (**Begon & Mortimer, 1981**) : elles retardent la germination sitôt la chute des semences à la surface du sol permettant ainsi de surmonter les conditions défavorables à leur établissement. La caractéristique essentielle de ces mécanismes réside dans l'existence d'une hétérogénéité de dormance parmi les semences produites par un même individu ou par des individus d'une même population.

#### **II.1.2.3.Dormance secondaire**

Les dormances secondaires et les inhibitions de germination représenteraient une « consequential strategy» (**Begon & Mortimer, 1981**) qui survient lorsque les conditions Environnementales deviennent néfastes à leur cycle biologique. Ceci se rencontre très souvent Dans nos régions tempérées où la colonisation a lieu principalement avant et après la période froide, c'est-à-dire en automne et au printemps.

### **II.1.3.Exigences climatiques de la dormance :**

La mise en place de la dormance peut dépendre de conditions de l'environnement défavorables (température, sécheresse, photopériode). Toutefois, sa persistance est dû à des causes endogènes : en effet, le retour à des conditions d'environnement optimales ne rétablit pas la croissance (**Mazoyer, 2002**).

Elle est induite par des signes avant-coureurs de l'hiver, comme les jours courts ou les nuits fraîches. Cette aptitude à percevoir et à répondre à des signaux donnés par l'environnement est une adaptation importante pour qu'une pérennité potentielle devienne une réalité sous des climats contrastés, avec saison froide ou sèche.

La température est un facteur influençant le développement et la croissance des plantes. Les changements climatiques peuvent donc avoir un impact majeur sur la phénologie de celles-ci (**Cleland et al, 2007**). La majorité des arbres fruitiers entrent en dormance au cours de l'automne afin d'éviter les dommages occasionnés par les températures froides en modifiant leur état physiologique avant l'arrivée de l'hiver.

Les indices de températures suggèrent une augmentation du nombre d'événement gel/dégel en hiver qui se caractérisent par des journées avec une température maximale supérieure à 7°C, et minimale inférieure à 0°C. De plus, les changements climatiques entraîneront une diminution de la durée de la saison de gel et une augmentation de la durée de la saison de croissance. Bien que le nombre de jour de précipitation ait augmenté depuis les dernières années, le nombre de jours avec neige ainsi que les accumulations totales de neige ont diminué au cours des 46 dernières années (**Yagoubi et al, 2008**).

## II.2. Levée de dormance :

Selon (**Galet, 1988**), la levée de dormance ne peut être obtenue qu'après exposition des bourgeons à des températures basses, comprises entre 0°C et un seuil d'efficacité situé entre +5°C et +10°C. Les températures élevées comprises entre 60°C et un seuil situé entre 40°C et 50°C provoquent une levée de dormance très rapide, pour des durées très courtes allant de 0,5 à 30 minutes. Il semble que la nature de l'action de ces températures élevées sur la dormance soit différente de celle des basses températures. Elles agiraient en produisant une modification de la structure physique de protoplasme susceptible de rendre les bourgeons aptes au débourrement.

Les facteurs les plus efficaces pour lever la dormance sont : les températures froides, les jours longs, la succession d'une contrainte hydrique et de sa fin, diverses substances chimiques dont les régulateurs de croissance (comme les gibbérellines) (**Herter, 1992**).

Pour pouvoir lever leur dormance hivernale et fructifier normalement, les arbres fruitiers ont besoins d'une certaine quantité de froid d'hiver qui change suivant les espèces et les variétés (**Bentayeb, 1993**). (**Trilot et al, 2002**), indique que des températures basses sont nécessaires pour que se produise la levée de dormance. Une insuffisance de températures basses produit des anomalies morphologiques et ralentie la croissance. Le froid favorise l'hydrolyse enzymatique de composés insolubles qui constitueront les métabolites dont dépend la reprise de croissance, aussi pour l'accumulation de ces derniers notamment des acides aminés contenant de l'azote et qui sont nécessaires à la protéosynthèse.

Selon **Legave,(2008)**, la levée de dormance et l'évolution des bourgeons exigent deux actions thermiques :

La satisfaction des besoins en froid hivernal ;

La satisfaction des besoins en chaleur.

La satisfaction des besoins en chaleur permet le développement normal des bourgeons après la levée de dormance par le froid.

### **Pourquoi rechercher des dates de levée de dormance ?**

- Pour comparer des dates de levée de dormance observées à des dates simulées par des modèles de satisfaction des besoins en froid préalablement paramétrés (validation des modèles)
- Pour paramétrer de nouveaux modèles à partir de jeux de dates observées de levée de dormance (amélioration des modèles)
- Pour estimer les différences de besoins en froid dans une gamme variétale ou la variabilité régionale pour la précocité de la levée de dormance (comparaisons à partir de modèles améliorés, validés)
- Pour informer les professionnels, annuellement ou dans le futur; sur les risques liés à des dormances levées très tôt ou au contraire très tard (prédictions à partir de modèles améliorés, validés) (**Lagave, 2012**).

### **II.3. Débourrement :**

Le débourrement marque la fin de la période de dormance hivernale et, pour beaucoup d'entre nous, il signe l'arrivée du printemps. Les bourgeons éclosent, la nature se réveille. Le débourrement, c'est donc le développement et l'ouverture des bourgeons. Le débourrement d'après **Gautir, (1987)**, qui marque le renouveau de la végétation. Les bourgeons se gonflent et s'ouvrent. Le débourrement se produit en fin d'hiver. **Benttayeb (1993)**, ajoute que le début de la croissance végétative se produit à des dates variables selon les espèces et les variétés. Il est relativement lent mais son rythme est croissant. Il est en outre conditionné par les réserves nutritives accumulées lors de la période d'activité de l'année précédente et par des températures ambiantes favorables, généralement comprises entre 5 et 25°C.

### **II.3.1. Types de débourrement :**

Les bourgeons connaissent deux périodes distinctes avant leur débourrement :

#### **A) Période de dormance au sens strict :**

La croissance des bourgeons est physiologiquement impossible (au niveau des écailles, des inhibiteurs de croissance sont sécrétés et stockés), et ceci même si les conditions climatiques sont favorables. Cette dormance ne sera levée qu'après une période de froid prolongée.

#### **B) Période de quiescence :**

Une fois la dormance levée, le bourgeon devient quiescent. La croissance est physiologiquement possible (les inhibiteurs sont dégradés et peu à peu éliminés), et elle débutera dès que les conditions climatiques seront favorables.

Ceci explique que de nombreux arbres et arbustes ont besoin de froid en hiver, il faut les exposer au froid hivernal (extérieur ou serre froide, selon le climat) sous peine de ne jamais assister au fameux débourrement.

### **II.3.2. Etapes de débournement :**

Au moment du débournement, les bourgeons s'ouvrent pour laisser apparaître les toutes jeunes feuilles ou les fleurs. Le mot "débournement" vient simplement du fait que, bien souvent, celles-ci sont recouvertes d'un duvet, ou "bourre", aux premiers stades du processus. Le

débourement (parfois appelé débouillage) se déroule en plusieurs étapes, les stades successifs étant décrits très précisément par la physiologie végétale. Pour faire simple :

**Stade 1** : gonflement du bourgeon ;

**Stade 2** : éclatement du bourgeon (les écailles protectrices s'écartent) ;

**Stade 3** : apparition des ébauches d'organes foliaires et floraux (on distingue des parties vertes) ;

**Stade 4** : apparition des nervures des feuilles (ou des boutons floraux).

### II.3.3.Exigences climatiques de débourement.

#### II.3.3.1.Températures :

Il est très difficile de séparer clairement les différents types de dormance entre eux puisque les mêmes facteurs environnementaux sont responsables chez de nombreuses espèces de l'induction et de la levée de dormance (**Horvath et al, 2003**). Ainsi, de nombreuses études portant sur l'effet des facteurs de l'environnement sur la dormance des bourgeons ne précisent pas clairement les phases de dormance concernées. Chez de nombreuses espèces, la température est un facteur déterminant de la levée de dormance (**Batthey, 2000 ; Wellinget al, 2004**). Où une longue exposition à des températures relativement froides est nécessaire pour provoquer le débourement au printemps (**Murray et al, 1989**). Le mode d' action du froid sur la physiologie des bourgeons est encore mal connu (**Penfield, 2008**). Le froid constitue un facteur indispensable à la levée de dormance. En effet, un manque en froid provoque un déséquilibre dans la croissance végétative et la fructification de l'arbre. Cette insuffisance peut se manifester entre autre par un taux de débourement faible, un retard de débourement des bourgeons latéraux, un débourement anticipé des bourgeons terminaux, une inhibition du débourement des bourgeons latéraux (effet de dominance apical), une insuffisance de la couverture foliaire et un rendement faible de fruits qui sont alors souvent de petit calibre (**Petri, 1989**).

En vue de mieux comprendre la dormance des bourgeons en climat à hiver doux, l'évolution des capacités de débourement a été établie, sur base du test « boutures de nœuds isolés », durant trois années successives. Les bourgeons ont été prélevés sur des pommiers Golden delicious croissant dans la région de Meknès (Maroc) où des problèmes de débourement



anormal surviennent de temps à autre. Les courbes de temps moyen de débourrement ainsi obtenues montrent une première phase d'inertie, faible et temporaire, d'origine corrélative, mais d'intensité variable d'une année à l'autre. Il y succède un pic de dormance vraie qui apparaît successivement induite, puis effacée par les températures basses de novembre à mars. Les désordres de débourrement proviennent de la conjonction d'une inertie initiale élevée, liée aux conditions de croissance antérieures, et de la brève période de froid de la région considérée. C'est donc, en fait, moins le manque de froid que la double action de froid, dont une part accentue la dormance avant de commencer à l'éliminer, qui est à mettre en cause (**Zguigal et al, 2004**).

Dans le cadre d'une collaboration franco-brésilienne, les gènes de pommier impliqués dans la réponse au froid ont été identifiés. Cette étude a été effectuée par l'utilisation conjointe de cultivars de pommes brésiliens plus ou moins dépendants au froid et de la puce AryANE mise au point à l'UMR-IRHS qui identifie les gènes du pommier exprimés. Les résultats montrent que la réaction au froid mobilise des gènes du rythme circadien, des métabolismes hormonaux (auxine), des gènes de croissance et du contrôle de la floraison. De plus, la réponse au froid fait intervenir des facteurs de transcription qui se trouvent dans des régions du génome identifiées dans de précédentes études, comme des zones de contrôle majeur du débournement floral, ce qui renforce les résultats de cette étude. D'un point de vue plus général, ces travaux indiquent que la photosynthèse et le transport d'auxine sont des régulateurs majeurs de la dormance des bourgeons floraux du pommier.

### **II.3.3.2. Photopériode et la lumière :**

La lumière et la photopériode contrôlent à la fois l'induction et la levée de dormance. La lumière intervient également dans l'induction et la levée de dormance. C'est l'influence de la photopériode qui a été plus particulièrement étudiée. Il a pu montrer que, dans de nombreux cas, la dormance était induite par la diminution de la photopériode, associée ou non à la diminution des températures (**Thomas, 1997 ; Borchert, 2000**). Au contraire, une photopériode longue a un effet favorable sur la levée de dormance des bourgeons.

### **II.3.3.3. Facteurs physiques**

L'action des divers agents physiques est connue depuis longtemps : influence de la dessiccation, action des températures basses ou des températures élevées en présence d'air ou en anaérobiose.

#### **II.3.3.4. Facteurs chimiques :**

Parmi les produits inhibiteurs de la dormance des bourgeons : le Cyanure de potassium, l'Azoture de potassium, le chlorpromazine et le 2,4 Dinitrphénol, qui agissent en perturbant le métabolisme respiratoire des tissus et en bloquant le cycle de Krebs, donc qui induisent une fermentation intracellulaire, qui peut être considérée comme la première étape de la série de réactions biochimiques conduisant à la disparition de l'état de dormance dans le bourgeon (**Galet, 1988**).

#### **II.3.3. 5. Facteurs biologiques**

La position de bourgeon sur le rameaux: il y a une variation de temps de débourrement, en fonction du rang des bourgeons. La dormance est, en effet, plus marquée dans les bourgeons de la base que dans ceux de l'extrémité supérieure, avec en valeur maximale pour les bourgeons de rang 7 ou 8 (**Galet, 1988**).

Les sommets végétatives des rameaux principaux exercent une influence stimulante marquée sur l'évolution de la dormance des bourgeons situés au-dessous d'eux, cette influence disparaît d'ailleurs au moment de l'arrêt de croissance, par suite de la disparition de ces sommets végétatives.

#### **II.4. Test de boutures de nœuds isolés :**

Cette technique permet d'estimer les capacités d'évolution des bourgeons en dehors du complexe corrélatif auquel ils sont soumis sur l'arbre.

Chez les arbres, le test 'boutures de nœuds isolés' a été utilisé dans un nombre important d'études. Il est basé sur l'obtention de délai de débourrement des bourgeons 'isolés' (portés en fait par une portion de tige) en conditions d'environnement standard (**Rageau, 1978**).

Ainsi, Ce test permet d'apprécier la plus ou moins grande aptitude à la croissance d'une population de bourgeons portés par un fragment d'axe court, placés sur un substrat composé de tourbe et de sable et mis en culture dans un large éventail thermique (**Pouget, 1963**). Nous considérons comme (**Vegis, 1964**) qu'un bourgeon est d'autant plus dormant que la gamme des températures dans laquelle il peut croître est plus restreinte.

Cette technique n'est pas exempte de critiques (**Rageau, et al, 1978**), mais elle reste encore aujourd'hui un outil précieux d'analyse et de compréhension de la morphogenèse des végétaux ligneux.

### III.1. Objectif :

Les évènements phénologiques sont des marqueurs du climat mais aussi des éléments-clé de l'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques. Ils revêtent donc une importance croissante dans de nombreux domaines de recherche notamment le changement climatique.

Notre étude vise à suivre la cinétique de la levée de dormance et de débourrement des bourgeons floraux d'une variété du pommier, Golden Delicious dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif), par un test de forçage, appelé test de nœud isolé au niveau de laboratoire.

### III.2.Présentation de la région d'étude :

#### III.2.1.Situation géographique :

la périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) est considérée comme une zone potentielle en arboriculture, notamment les espèces à pépins et à noyaux. Selon les dernières statistiques de 2016 /2017, la production de pommier est arrivée à 156 064 Qx, raison pour laquelle on a choisis cette espèce.

Le verger de pommier à partir duquel on a effectué nos prélèvements se situe entre les frontières de la commune d'Ain Defla et la commune d'Arib juste dans la sortie Est de Ain Defla à 1 km avant le barrage fixe de la gendarmerie. La commune d'Arib est située au nord de la vallée du Chéllif, à 130 km au Sud-Ouest d'Alger entre Aïn Defla, 13km vers l'Ouest et Miliana, 20 km vers l'Est, avec une latitude de  $36^{\circ}28'33''$ , une longitude de  $2^{\circ}06'66''$  et une altitude de 248 m.

#### III.2.2.Caractéristiques climatiques :

##### III.2.2.1. Températures :

Selon **Gautier (1988)**, les températures basses assurent la levée de dormance des bourgeons, en évaluant la température de base à  $7.2^{\circ}\text{C}$ , par contre les températures élevées interviennent sur la floraison et la formation des fruits. Ces variations de la température ont une action quantitative sur le nombre de fleurs formées, car plus la température moyenne est élevée pendant la différenciation florale, plus l'intensité de la mise à fleurs est grande. (**Alleweldt, Anttcliff et Webster in Aouf ,1983**).

**A) Période 2007-2017 :**

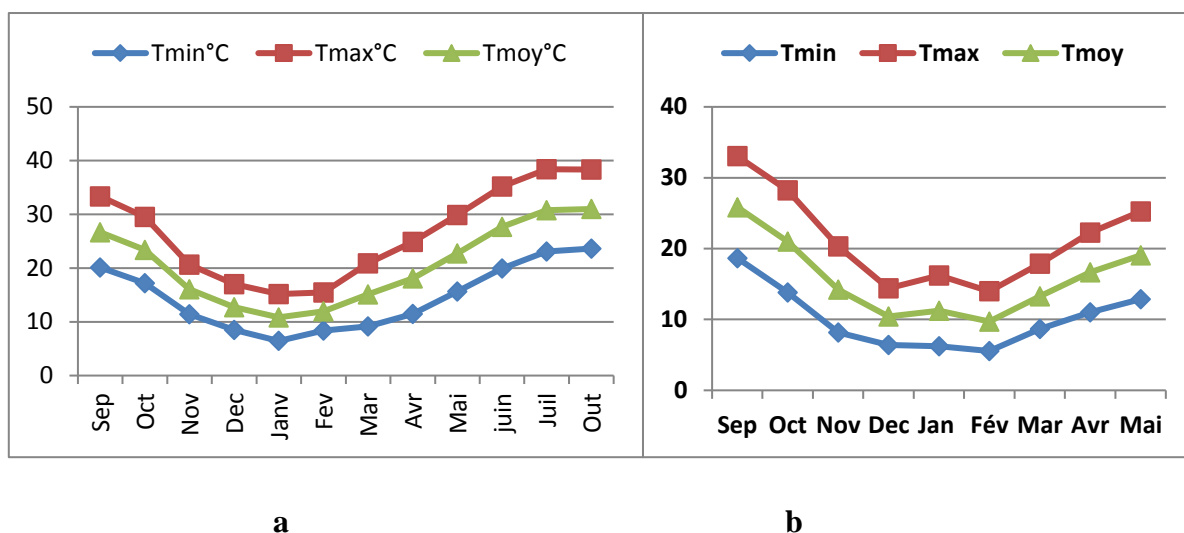
Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (juillet – aout) avec des températures variant de 39.27°C à 30.99°C. Par contre, les températures les plus basses sont de 10.83°C à 12.74°C observées pendant la période d'hiver (décembre à février) avec un minimum enregistré pendant le mois de janvier (10.83°C).

**B) Campagne 2017-2018 :**

La comparaison des températures moyennes mensuelles (minimale, maximale et moyenne) de l'année en cours avec celles des années passées montre clairement une régression importante de ce variable, notamment des températures minimales durant les trois saisons de l'année comparée à celles de la période 2007/2017. Les valeurs les plus faibles ont été relevées entre décembre et février, oscillant entre 5.55°C et 6.41°C. Cependant, une baisse notable aussi a été enregistrée au niveau des températures maximales durant la saison printanière variant entre 13.98°C et 17.87°C par rapport à celles de la période 2007/2017. En l'occurrence les températures moyennes ont connu aussi une chute importante à partir du mois de novembre à février à l'égard de la période passée pour les mêmes mois, notant que ce sont les mois qui précèdent la levée de dormance et le débourrement des bourgeons. Théoriquement parlant, les températures relevées au cours de cette période (novembre à février) contribuent à une accumulation bénéfique des heures de froid nécessaire à la levée de dormance des bourgeons.

**Tableau n°05 : Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles durant la période 2017/2018.**

Mois	Sep	Oct	nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
<b>Tmin(°C)</b>	<b>18.66</b>	<b>13.80</b>	<b>8.15</b>	<b>6.41</b>	<b>6.21</b>	<b>5.55</b>	<b>8.65</b>	<b>11.02</b>	<b>12.85</b>
<b>Tmax(°C)</b>	<b>33.04</b>	<b>28.22</b>	<b>20.30</b>	<b>14.42</b>	<b>16.22</b>	<b>13.98</b>	<b>17.87</b>	<b>22.25</b>	<b>25.24</b>
<b>Tmoy(°C)</b>	<b>25.85</b>	<b>21.01</b>	<b>14.23</b>	<b>10.42</b>	<b>11.22</b>	<b>9.71</b>	<b>13.26</b>	<b>16.64</b>	<b>19.05</b>



**Figure n°01 : courbes des températures moyennes mensuelles minimales, maximales et moyennes, a : durant la campagne 2007/2017, b : durant la période 2017/2018.**

### III.2.2.2.Précipitations :

#### A) Période 2007 à 2017:

Les précipitations enregistrées durant le mois de novembre et décembre semblent être très efficaces pour diminuer les températures, ces dernières contribuent à satisfaire les besoins en froid de l'espèce. Le cumul moyen le plus fort était obtenu durant le mois de Janvier avec une valeur de 112.1 mm selon la figure n°10

#### B) Période 2017-2018 :

La comparaison entre les précipitations mensuelles pour la campagne 2017/2018 et celles relevées durant la période 2007/2017, montre une augmentation considérable des précipitations à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. Cette augmentation s'est accentuée du mois de décembre à mars, durant lequel une valeur maximale s'est enregistré (219.75mm) (voir tableau n°06). Cependant, les pluies relevées durant la période s'étalent entre novembre et février semblent être plus efficaces pour abaisser les températures et par conséquent augmenter les cumuls de froid nécessaires au débourrement.

Tableau n°06 : Cumuls des précipitations enregistrées à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) durant la campagne 2017/ 2018.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Total annuel
Cumul en (mm) 2017/2018	2.58	10.5	99.8	197.6	191.8	168.8	219.75	81.81	57.5	1030.14

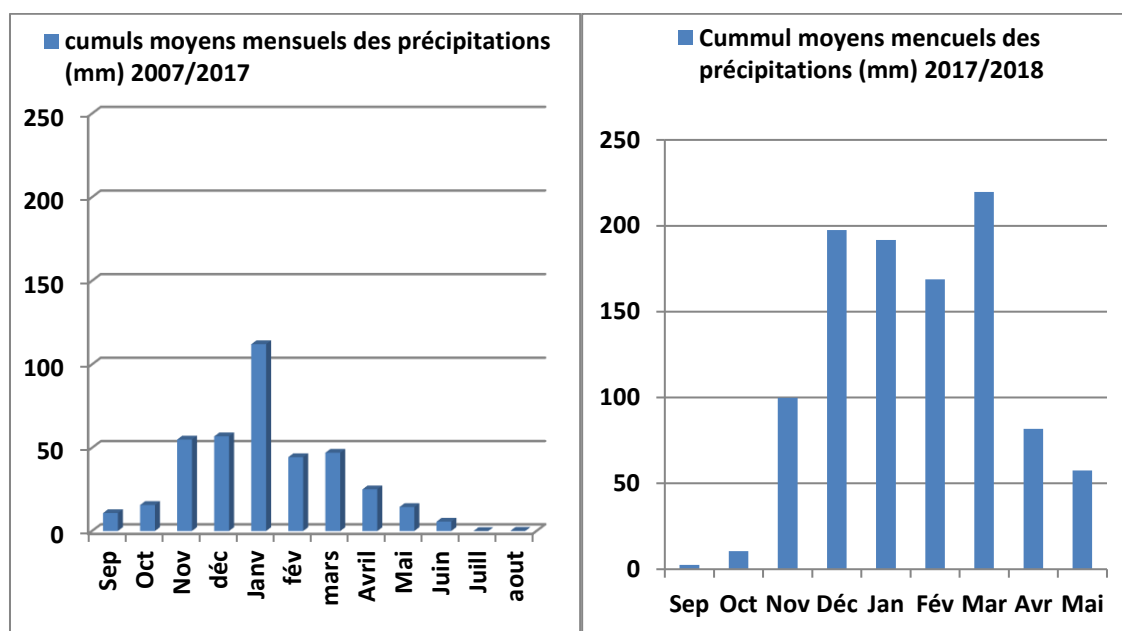


Figure n°02: Histogramme comparatif de la pluviométrie durant la période 2007/2017 et la campagne 2017 à 2018.

### III.3.Matériel végétal :

La variété étudiée est celle de Golden Delicious du pommier choisis d'un verger âgé de 25 ans avec et une superficie de 8 Ha et une densité de plantation de 4m/4m.

#### III .3.1.Caractéristiques de la variété

Quelques caractéristiques culturales et phénologiques sont présentées dans le tableau n° 07: suivant :

Tableau n°07 : Différentes caractéristiques culturales et phénologiques de la variété Golden Delicious

Origine	Caractéristiques culturales	Caractéristiques phénologiques
<p><b>Origine :</b> l'Amérique.</p> <p><b>découverte :</b> 1912 ;</p> <p><b>Hybride :</b> Red Delicious et Grime Golden (<b>Robin et Bouhier de l'cluse, 1966</b>).</p> <p><b>Vigueur :</b> moyenne,</p> <p><b>Feuilles :</b> allongées de coloration assez vert clair.</p> <p><b>Fruit :</b> calibre moyenne à gros de coloration jaune,</p> <p><b>épiderme :</b> lisse de forme ovoïde à chair blanc-jaunâtre, sucrée, acidulée et agréablement parfumée. (<b>Sapin, 1977</b>).</p>	<p><b>Sécheresse :</b> Moyennement résistant.</p> <p><b>Besoins en froid hivernal :</b> <math>\geq</math> à 700 heures</p> <p><b>Maladies :</b> Sensible à la tavelure et moyennement résistant à l'oïdium.</p> <p><b>Polinisateur:</b> Starkrimson, Granny, Idared, Jonathan.</p> <p><b>Alternance :</b> Fréquente en absence d'éclaircissage.</p> <p><b>Rendement :</b> 120 à 250 Qx/ha.</p>	<p><b>Débourrement :</b> Mars</p> <p><b>Floraison :</b> Avril</p> <p><b>Maturité :</b> De la 2<sup>ème</sup> décade de septembre</p> <p><b>Récolte :</b> Septembre</p>

III.4. Dispositif expérimental :



### III.4.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué au moment de la dormance à partir du verger choisis. Un choix au hasard des arbres (ou on a prélevé nos rameaux) était effectué au centre et dans les quatre périphériques pour couvrir la superficie du verger concerné.

Au cours de la saison automno-hivernale des rameaux de deux ans ont été prélevés en la dernière décade de chaque mois à partir de la fin novembre jusqu'à la fin-février. Nous extrayons des cinq niveaux de chaque rameau long de 50 cm des boutures de nœud (BN) de 6 cm de long sur laquelle on ne laisse subsister qu'un seul bourgeon à proximité de son extrémité supérieure (1: apical, 2:sub apical ,3: médiane, 4:sub basal, 5 : basal)



**Figure n°03: préparation des boutures**



**Figure n°04: Bouture de nœuds isolés**

Chaque prélèvement comprend 15 unités par niveau. Des rameaux en plus ont été prélevés à la fin novembre (30 rameaux) et mis dans un réfrigérateur à 5°C pour être suivis comme témoins. Le même procédé cité au-dessus a été appliqué sur ces derniers prélèvements pour la préparation et le suivi des boutures isolées.

### II.4.2. Test de débourrement ; le forçage (Test de nœud isolé)

Après d'être exposé à des températures basses soit dans le terrain ou dans le réfrigérateur pour le cas des boutures témoins (5°C), l'ensemble des boutures devront être exposé à un forçage de température de 22°C ±2°C selon le test de nœud isolé de ( **Nigond, 1967 et Crabbé, 1968**). Les boutures ont été mises dans des lots d'eau distillée, après paraffinage de leur extrémité supérieure et la cicatrisation des bourgeons enlevés. Ces lots ont été par la suite placés en une enceinte climatisée avec une température constante de 22 °C±2 C° et 16 heures de jour. Les observations sur le débourrement se font quotidiennement pour les bourgeons isolés, à partir de mois de décembre jusqu'au février, et ce pendant une durée de 60 jours. La

chambre contrôlée se situe au niveau de l'institut régional de protection des végétaux (INPV) de Chlef.

**Tableau n° 08: Principales caractéristiques de la chambre de culture (L'INPV) :**

Caractéristiques	Observations
température	22°C ±2
humidité	45%
lumière	16 heures

### III.5. Méthodes de calcul

#### III.5.1. Calcul de nombre d'heures de froid :

Les besoins en froid cumulés nécessaires pour la levée de dormance et l'évolution ultérieure des bourgeons, sont calculés à partir de 7,2C° comme température de base selon la formule :

$$N = \left\{ \frac{(7,2 - \text{min})}{(\text{Max} - \text{min})} \right\} * 24$$

Où N = nombre d'heures de froid ; M et m = température moyenne maximale et minimale journalière (Weinberger ,1950).

#### III.5.2. Temps moyen de débourrement(TMD)

L'observation a porté sur le débourrement des bourgeons. L'état d'inertie d'une population des bourgeons à un instant donné est caractérisé par le temps de débourrement exprimé en jours (Nigond, 1967). Ce paramètre n'est autre que l'inverse de la vitesse moyenne de développement, c'est-à-dire la moyenne harmonique des délais individuels de débourrement

des bourgeons observés au cours de leur culture à 22C°. Schématiquement, plus le temps moyen de débourrement (TMD) est élevé, plus la dormance est profonde.

$$TMD = \frac{n}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} + \dots + \frac{1}{T_n}}$$

Où N est le nombre total de bourgeons du lot ; T1, T2, ... Tn sont respectivement les temps, en jours, nécessaires au débourrement du 1er, 2ème, ... nème bourgeon. Les bourgeons n'ayant pas atteint le stade de débourrement, sont notés comme ayant un délai de débourrement infini.

**IV.1.Résultats :****IV.1.1.Somme des heures de froid :**

Établir avec précision les besoins de refroidissement et de chaleur des bourgeons floraux est d'une importance cruciale car cela pourrait permettre à l'adaptabilité d'un cultivar d'être plus précise. En effet, à partir du mois de décembre jusqu'au mois de février, un calcul des sommes des heures de froid est effectué et enregistré dans le tableau n°09.

Le cumul total de froid calculé pour cette année (857.5heures) est venu beaucoup plus supérieur que ceux de l'année passée (2016/2017) et les deux autres années précédentes.

Le cumul de froid mensuel obtenu pour les mois de novembre jusqu'au mars a oscillé entre 12.5 heures comme la valeur la plus faible au cours du mois de mars à 270 heures, la plus grande valeur durant le mois de février.

**Tableau n°09: Somme des heures de froid enregistrée durant la campagne 2017-2018 à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif)**

<b>Mois de la campagne 2017/2018</b>	<b>Somme des heures de froid</b>
<b>Novembre</b>	<b>47</b>
<b>Décembre</b>	<b>327</b>
<b>Janvier</b>	<b>201</b>
<b>Février</b>	<b>270</b>
<b>Mars</b>	<b>12.5</b>
<b>Totale 2017-2018</b>	<b>857.5</b>

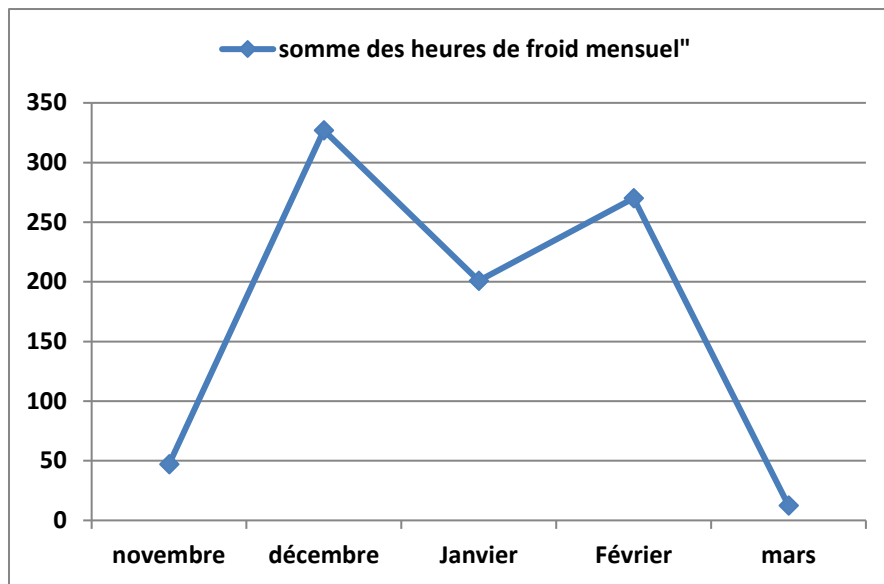


Figure n°05: Evolution de la somme des heures de froid dans le périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) durant la campagne 2017 / 2018.

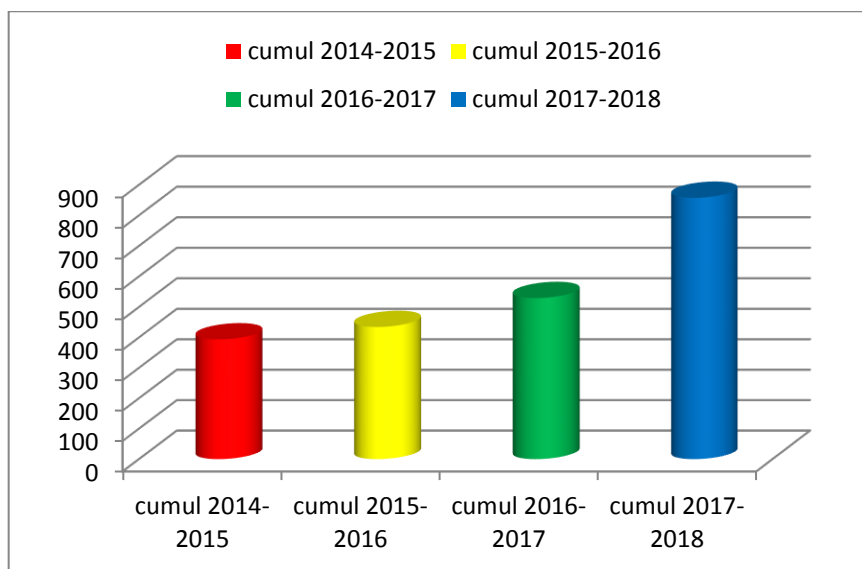


Figure n°06 : Histogramme de la somme des heures de froid dans le périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) durant quatre campagnes.

**IV.1.2. Dates de débourrement sur pied :**

Après la levée de la dormance et la satisfaction des besoins en froid, une augmentation de la température favorise le débourrement naturel des bourgeons. Une avancée notable de la date de débourrement de la variété Golden Délicieux pour cette campagne 2017/2018 est

enregistrée (07/03/2018) par rapport aux campagnes précédentes, avec une différence de 2 -19 jours d'avancement de débourrement entre cette année et les autres années (voir figure n° 07).

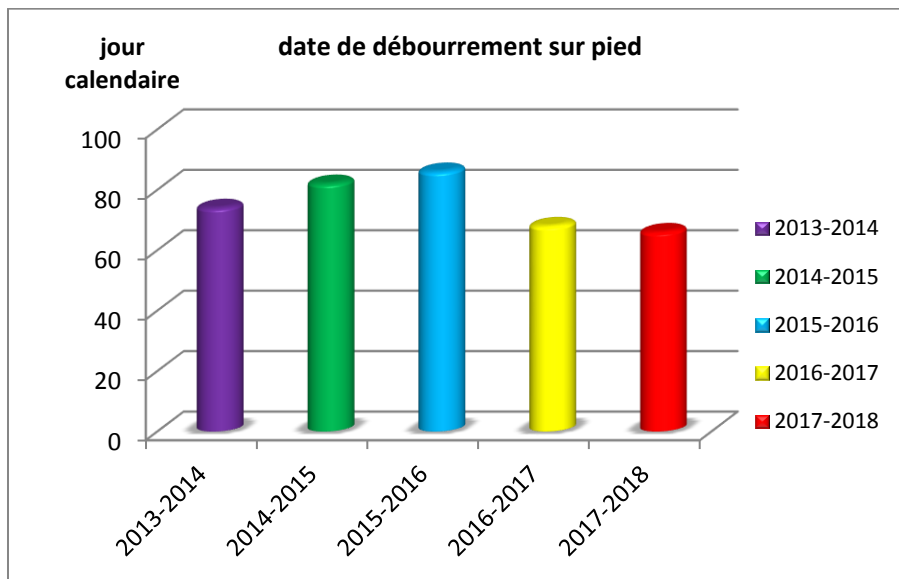


Figure n°07: Histogramme des dates de débourrement sur pied de la variété Golden Delicious à périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).

#### IV.1.3. Temps moyen de débourrement (TMD) au niveau de laboratoire :

Le comportement automno-hivernal des bourgeons conditionne d'une manière variable, l'aptitude des arbres à pousser et à fructifier, selon l'impact d'influences multiples et simultanées de facteurs intrinsèques et extrinsèques à la plante. La connaissance de l'évolution de l'inertie des bourgeons et des caractéristiques de leur débourrement est indispensable et constitue une base de la compréhension (Zguigal et al, 2006).

En vue de mieux comprendre la dormance et le débourrement des bourgeons en climat à hiver doux, comme celui de périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).

, l'évolution des capacités de débourrement a été établie, sur la base du test « boutures de nœuds isolés ».

##### IV.1.3.1. Prélèvement du mois de décembre:

Les valeurs de temps moyens de débourrement des bourgeons prélevés en fin décembre engendrées dans le tableau n°10, indiquent une forte fluctuation des TMD, au niveau des types de bourgeons d'une part et entre les bourgeons prélevés et les bourgeons témoins (5°C).

En effet, les bourgeons apicaux ont présenté le TMD le plus court par rapport aux autres types, par contre la plus grande valeur est retenue au niveau des bourgeons sub-basaux.

Les valeurs de temps moyens de débourrement pour les bourgeons témoins (5°C), indique sur une petite différence dans la vitesse de débourrement entre les différents types de bourgeons.

**Tableau n°10: Temps moyen de débourrement (TMD) des bourgeons prélevés en fin de Décembre et ceux de 5°C dans le périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif)**

Date de prélèvement	Type de bourgeon	TMD en jour		nombre de bourgeons non débourrés	
		terrain	témoin 5°C	terrain	témoin 5°C
28/12/2017	Apicaux	59.05	50	5/15	3/15
	Sub Apicaux	63.29	50.54	3/15	2/15
	Médians	74.25	56.39	6/15	4/15
	Sub Basaux	92.09	75	8/15	5/15
	Basaux	78.12	71.42	7/15	5/15

### IV.1.3.2.Prélèvement du mois de janvier :

Contrairement aux précédents, La cinétique de débourrement a connu une certaine augmentation pour l'ensemble des bourgeons prélevés à la fin de janvier parallèlement avec celle des bourgeons témoins (5°C). Les bourgeons médians et les bourgeons apicaux ont donné les meilleurs TMD allant de 41.20 à 44.77, alors que les bourgeons sub-basaux ont donné une valeur de TMD assez élevée.

Concernant le temps moyen de débourrement des bourgeons témoins (5°C), une forte régression est retenue pour ce variable vis à vis à celui du mois de décembre pour la plupart des bourgeons mis à part les bourgeons sub-basaux.

Tableau n°11 : Temps moyen de débourrement des bourgeons prélevés en fin de Janvier et ceux de 5°C dans le périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif)

Date de prélèvement	Type des bourgeons	TMD en jours		nombre de bourgeons non débourrés	
		Terrain	témoin 5°C	terrain	témoin 5°C
30/01/2018	Apicaux	44.77	37.97	2/15	4/15
	Sub Apicaux	49.18	42.25	7/15	5/15
	Médians	41.20	36.76	3/15	5/15
	Sub Basaux	68.49	60.24	7/15	7/15
	Basaux	49.34	43.85	3/15	3/15

**III.1.3.3. Prélèvement du mois de février :**

Une nette amélioration des temps de débourrement a caractérisé les différents types de bourgeons. Il paraît que la date de prélèvement des bourgeons a eu un effet accentué pour tous les bourgeons, ou le temps de débourrement est oscillé entre 32 jours et 23 jours selon le tableau n°12.

Il paraît que l’allongement de la durée d’exposition au froid (5°C) a donné un résultat positif sur l’ensemble des bourgeons à provenance confondu en raccourcissant le temps moyen de débourrement comparé à celui de terrain et même à celui obtenu pour le mois de décembre et janvier. Hormis les bourgeons médians, une légère différence s’est révélée entre les valeurs de débourrement attribuée à la disposition des bourgeons.



Tableau n°12 : Temps moyen de débourrement des bourgeons prélevés en fin de Février et ceux de 5°C dans le périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif)

Date de prélèvement	Type des bourgeons	Temps moyen de débourrement en jours		nombre des bourgeons non débourrée	
		Terrain	témoin 5°C	terrain	témoin 5°C
27-02-2018	Apicaux	29.88	11.60	4/15	2/15
	Sub Apicaux	32.67	22.86	4/15	3/15
	Médians	23.32	16.60	4/15	2/15
	Sub Basaux	32.75	22.05	6/15	3/15
	Basaux	26.54	18.49	4/15	2/15

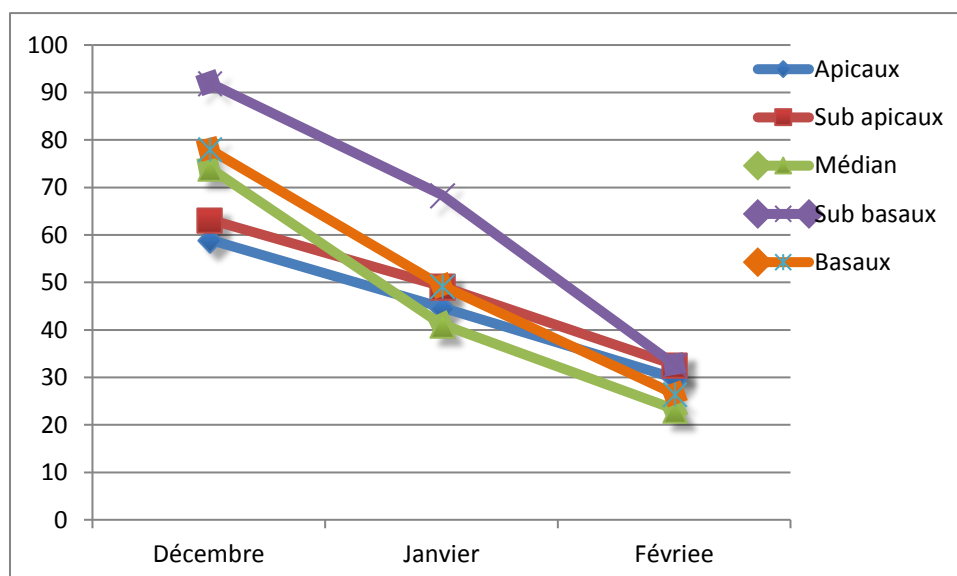


Figure n°08 : Evolution de Temps moyen de débourrement des bourgeons à date de prélèvement échelonnée (terrain).

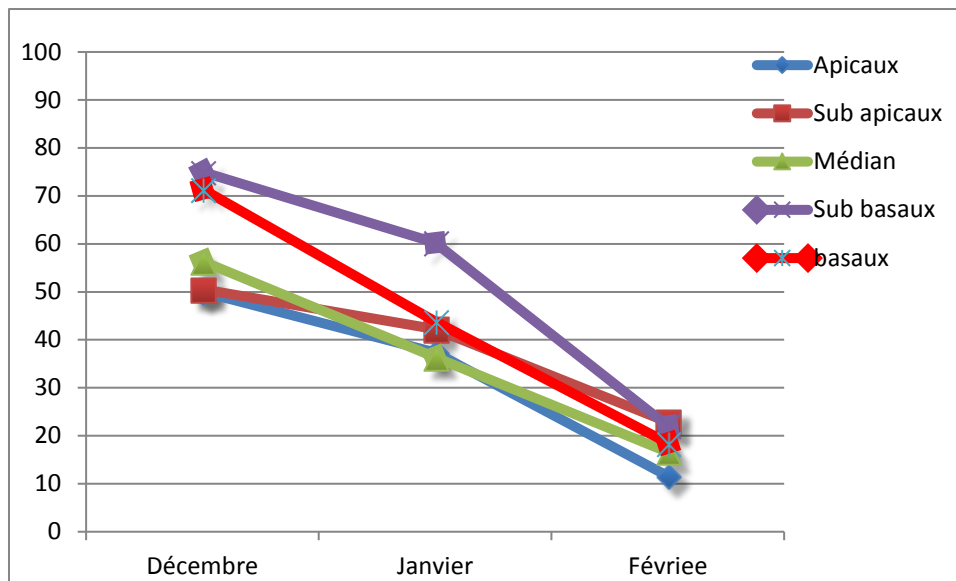


Figure n°09 : Evolution de Temps moyen de débourrement des bourgeons témoins (5°C).

#### IV.2.Discussion :

L'ensemble des résultats obtenus concernant la température et la pluviométrie ont mis la lumière sur une année courante pluvieuse vu les quantités de pluies reçu en saison hivernale et printanière avec un cumul annuel de 1030.14 mm, ce dernier paraît assez important comparé à celui de la période 2007 à 2017 (386.92 mm), avec un trait d'irrégularité comparé à la saison automnale. Cependant, les fortes précipitations ont été accompagnées avec des diminutions notables dans les températures minimales et maximales à partir de mois de décembre. C'est à partir de la deuxième tranche de mois de mars et avril qu'on a relevé des températures favorisant la levée de dormance.

S'agissant du nombre d'heures de froid (**857.5 heures**), la valeur obtenue pour cette période est venue assez importante que celle des deux campagnes précédentes 2016/2017 et 2015/2016. Elle est considérée comme satisfaisante pour lever la dormance des bourgeons, comparé à ce qu'on a eu auparavant. L'insuffisance des unités de froid peut se manifester entre autre par un taux de débourrement faible, un retard de débourrement des bourgeons latéraux, un débourrement anticipé des bourgeons terminaux, une inhibition du débourrement des bourgeons latéraux (**Petri, 1989**).

**Zaidi (1985)**, a rapporté qu'un passage au froid hivernal est nécessaire au développement des bourgeons du pommier, et que ce besoin en froid est évalué en nombre d'heures de froid où la température de l'air est inférieure à 7.2°C. Les températures inférieures à cette température optimale sont moins efficaces et celles supérieures à 12°C ne sont plus efficaces.

Selon **Legave, (2011)**, les températures ont un impact sur la dormance et que l'accumulation des unités de froid est réversible par des températures plus chaudes, ce qui retarde le débourrement et la floraison.

Concernant les dates de débourrement de la variété Golden Délicious sur pied, un avancement notable de la date de débourrement est signalé dans la région d'Ain defla par rapport aux campagnes précédentes. Il semble que les hausses des températures moyennes enregistrées pendant la période le début de mois de mars respectivement ( $13.26^{\circ}\text{C}$ ) pour périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).ont fortement affecté le débourrement de pommier. La différence de la date de débourrement d'une campagne à une autre s'explique par le mécanisme de débourrement qui est la résultante de réactions des différents facteurs (température, vigueur, lumière, pluviométrie ...).

D'après **GALET (2000)**, le débourrement est le résultat de la somme des actions journalières des températures durant l'hiver et le début de printemps, cela confirme le décalage et l'allongement de la date de débourrement obtenus selon les années.

**REYNIER (2003)**, signale que la température de l'air est le principal facteur climatique qui déclenche la reprise de l'activité biologique des bourgeons et cela est très tôt au cours de l'hiver. En effet, le débourrement est la conséquence des effets de température durant l'hiver et le début de printemps.

Sur la lumière des résultats obtenus deux points essentiels sont immergé et ont été mis en évidence par le test de nœuds isolés à travers les trois prélèvements échelonnés ;

- Le temps nécessaire à l'accumulation du froid.
- La nature de dormance qui diffère selon la disposition des bourgeons sur le rameau.

Une forte hétérogénéité a marqué le comportement des bourgeons prélevés en décembre, janvier et février et au sein de même prélèvement à travers leurs TMD. Les grandes valeurs de TMD obtenues pour l'ensemble de prélèvement du mois de décembre et quelques types de bourgeons pour le mois de janvier peut être expliqué par la non satisfaction des heures de froid reçu.

Une cinétique assez longue de débourrement était observée pour certains types de bourgeons au sein de même prélèvement avec un débourrement incomplet des lots d'où le nombre élevé des bourgeons non débourrés. Il s'agit des bourgeons qui ont été prélevés au plus profond de

leur dormance. Ainsi, il apparaît que le débourrement erratique et incomplet, observée résulte moins d'un froid insuffisant que de l'inefficacité des premiers froids, qui accentuent la dormance et ne l'éliminent pas encore.

De plus, la levée de dormance des bourgeons nécessite l'action des températures basses, ces dernières étaient insuffisantes lors des prélèvements de décembre et janvier, car cela a été bien prouvé par les TMD obtenus pour les lots témoins à 5°C qui ont manifesté une accélération de leur vitesse de débourrement après révélation thermique notamment.

Selon **Lakhoua (1998)**, **Crabbé (2006)**, **Bonhomme et al (2008)** et

**Legave et al (2012)**, c'est lorsque commencent à s'accumuler les heures de froid (décembre), que l'inertie des bourgeons se renforce fortement et que la courbe des TMD va vers un second pic nettement plus marqué, Culminant vers février, en effet cela a été nettement illustré à travers les TMD obtenus dans cette étude pour l'ensemble des bourgeons. Le lot février ont manifesté de TMD nettement plus inférieures que ceux enregistrés en décembre et janvier. Il est à signaler que le cumul de froid reçu par les bourgeons a contribué d'une manière notable à créer des écarts dans les TMD. Le rôle du froid, susceptible d'accentuer, puis lever la dormance.

## Conclusion

---

L'évolution de l'inertie et la cinétique de débourrement des bourgeons constitue des éléments clés dans la compréhension de l'adaptabilité des arbres vis-à-vis de tous changements de leur milieu de vie. C'est ainsi qu'on a essayé de mettre en évidence à travers le test de débourrement l'aptitude de la variété du pommier Golden Delicious à lever sa dormance via la détermination de ces besoins en froid dans une région à climat doux comme celle de Ain Defla.

Les résultats obtenus, ont mis la lumière sur une campagne très pluvieuse avec un cumul dépassant celui de la période 2007/2017. Cependant, les précipitations cumulées ont fortement contribué à diminuer la moyenne mensuelle des températures minimales et moyennes notamment des deux saisons automnale et hivernale et d'une façon moindre celle du printemps.

En l'occurrence, la somme des heures de froid a pris le même sens que celui de la pluviométrie et de la température, ou on a enregistré une valeur maximale par rapport aux années précédentes. Il paraît que les besoins en froid relevés ont été satisfaisantes pour lever la dormance.

Un faible avancement de stade de débourrement sur pied est enregistré pour cette campagne par rapport à l'année passée du à la bonne satisfaction des besoins en froid suivie par des températures favorables au début de printemps qui ont accélérées la rentrée en activité végétative.

Pour caractériser l'état d'inertie des bourgeons prélevés à différentes périodes, le temps moyen de débourrement (TMD) est calculé, celui-ci nous a permis de mettre un accent sur l'évolution de débourrement de chaque échantillon et détecter les différences entre les types de bourgeons selon leur disposition sur les rameaux. En effet, le meilleur temps de débourrement est enregistré auprès des bourgeons qui ont reçu le plus de froid dans le mois de février. Le TMD plus ou moins élevé des bourgeons prélevés durant le mois de janvier et d'une façon plus marquée durant le mois de décembre par rapport aux témoins, traduit l'état d'inertie de ceux-ci qui ont présenté une dormance assez profonde ou moyenne. Cela a été clairement testé par les bourgeons non débourrés même après leur exposition au froid (5°C) et leur forçage dans la chambre contrôlée.

## Conclusion

---

La supériorité des bourgeons apicaux à être débouffré dans un temps plus court que les autres indique clairement sur la dominance physiologique et la compétition naturelle de ces derniers à l'égard de la lumière et de la température.

Dans le but de comprendre le comportement de nos espèces fruitières en termes d'adaptabilité à un climat en cours de changement continue, et pour construire une base de données fiable à mettre à la disposition des chercheurs, une mise au point de ces résultats avec l'élargissement des espèces à étudier semble être une voix incontournable, si on veut échapper aux préjudices de réchauffement climatique et ne pas faire recours à une amélioration génétique de nos variétés qui est une voix assez onéreuse d'un côté et qui peut avoir pas mal de risque sur nos variétés entre autre le flux génétique de notre patrimoine national.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Alleweldt G et Possingham J.V., 1988:** Progress in grapevine breeding. Theor. APPL. Genet.75, 669-673p.

**Atba et Chibah .,2017 :** Etude des caractéristiques de la dormance des bourgeons d'une variété de pommier dans deux régions différentes de l'Algérie,université, khmis meliana.

**Battey NH .,2000** Aspects of seasonality. Journal of Experimental Botany **51**: 1769-1780 .

**BENTTAYEB., 1993:** biologie et écologie des arbres fruitière .O.P.U. collec. Le cours d'agro, Alger, 140 p.

**Bouhlier de l'ecluse R., 1983 :** la pomme, culture et débouchés. Ed. Flammarion, 361p.

**Bretauudeau., 1978 :** Atlas arboriculture fruitier. Vol. II. Ed. Bailliér, Paris, 173p.

**BROWN, A.G., 1975:** Apples in "Advances in fruit breeding", YANICK and MOORE .Ed. Purdue University press, 3-38p.

**Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA et Schawart MD., 2007:**«Shifting plant phenology in response to global change». Trends in Ecology and Evolution 22, 357-365p .

**Crabbé J., 1987 :** Aspects particuliers de la morphogenèse caulinaire des végétaux ligneux et introduction à leur étude quantitative. Bruxelles, Belgique. Ed. IRSIA (Institut pour l'encouragement de la recherche scientifique pour l'industrie et l'agriculture.

**CTFL., 2011 :** Mémoire l'étude de comportement d'une variété de pommier (Golden délicious) vis à vis des paramètres climatiques dans la zone montagneuse de Benchicao (Médéa).

**Dennis FG., 1994:** «Dormancy: What we know (and don't know) ». Hot Science 29: 1249-1255p.

**EL MOATAMID M., 1983:** Effet de la défoliation. Manuelle, de l'acide gibberellique, de la prolamine et de la 6-Bensyladenine sur la substitution du besoin en froid et la production du pommier "Golden Delicious" dans les conditions du Gharb. Mémoire de fin d'étude de 3ème cycle Agronomie.

**F. A. O., 2008:** Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques. F. A. O. Stat (Site Internet: [http:// www. FAO-org. Com](http://www.FAO-org.Com)).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**F.A.O., 2012:** Productions agricoles, cultures primaires. Banques de données statistiques, FAO. STAT. [Http:// www.Fao.org.com](http://www.Fao.org.com).

**F.A.O., 2013:** Importance de la culture du pommier par zone de production.

**Galet. P., 1988-** Précis de viticulture. 5<sup>ème</sup> édition. Ed. Déhan, Montpellier, 612 p.

**Herter F.G., 1992:** Dormance des bourgeons et phénologie de quelques cultivars de pommier. Effet de la température en interaction avec le génotype. Thèse Doct. Univ. Clermont-Ferrand II, 82 P + annexes. Lakhoua H. 1995, Arcure, GI "J.vimorphisme et Dormance chez le pommier (*Malus x domestica* Bokh) en climat à hiver doux de la Tunisie. Ann. de l'Inst. Nat. de la Rech. Agro. De Tun. N° spécial, 153 p.

**Horvath DP, Anderson JV, Chao WS, Foley ME ., 2003** Knowing when to grow: signals regulating bud dormancy. *TRENDS in Plant Science* **8**: 534-540

**HUGARD Z., 1974 :** Importance des facteurs climatiques pour le choix variétal chez les rosacées fruitières. Conséquences dans le domaine de la recherche et du développement. Séminaire INA, EL Harrach, Alger, 10P.

**ITAFV:** institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.

**Gautier M., 1987:** La culture fruitière Tome II. Les productions fruitières. ED.J.P Daillière. 152p.

**Klebs., 1914 :** Über das Verhältnis der Aussenweit zur Entwicklung der Pflanzen. Sitz. Ber. Heidelberg Akad , Abst. 12, Biol. Wiss 5, 34 7 p.

**Legave JM., 2008:** «Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact in this trait». *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **83**: 76-84 p.

**Legave. , 2011 :** Influence des températures sur les espèces ligneuses. INRA-Montpellier

**LUBY J., 2003:** Taxonomic classification and history. In: Ferret D, Warrington I, eds. Apples, botany, production and uses. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1–14p.

**MALAISSE., F., 1967:** Contribution à l'étude des hêtraies d'Europe occidentale. Note 6 : aperçu climatologique et phénologique relatif aux hêtraies situées sur l'axe Ardennes belges Provence. 14<sup>ème</sup> Congrès I.U.F.R.O., Munich 1967, II, section 21, 325 – 334p.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**MASSONNET C., 2004:** Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica* Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.

**Murray MB, Cannell MGR, Smith RI .,1989** Date of budburst of fifteen tree species in Britain following climatic warming. *Journal of Applied Ecology* **26**: 693-700

*Horticultural Science*, 2003, vol. 128 (pg. 636-641).

**Nigond J.,1967.in (caractéristiques de la dormance des bourgeons du pommier dans les régions à hiver doux)** Recherches sur la dormance des bourgeons de la vigne. *Ann. Physiol. Vég.* **9** (1), p. 102–107 ; **9** (2), p. 197–232 ; **9** (3), p. 273–338 ; **9** (4), p 397–414.of floral buds in apple and sweet cherry». *Horticultural Environmental* pear tree dates of flowering stages in glo

**Penfield S., 2008** Temperature perception and signal transduction in plants. *New Phytologist* **179**: 615-628

**Petri J.L., 1989:** L'interruption de dormance de pommier, BASF informations agricoles 2 .17–20 p.

**Reynier A., 2003:**Manuel de viticulture .9emeed. JB Bailliere. Paris. 548p.

**Rochette P, Bélanger G, Castonguay Y, Bootsma A et Mongrain D., 2004:**«Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada». *Canadian Journal of Plant Science* **84** , 1113-1125p.

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

**Stayn., 2001 :** Climat and Red colleur développement in blushes Apple and Pears. *Deciduous fruits grower* **51**, 43-45p.

**Thomas B, Vince Prue D . ,1997** Photoperiodism in plants. Academic Press, Londres, 428p

**Trillot M, Masseron A, Mathieu V, Bergougnoux F, Hutin C, Lespinasse Y., 2002 :** Le Pommier. France: CTIFL.

**Vitasse , Delzon S, Bresson C, Michalet R et Kremer A., 2009:** « Altitudinal Differentiation in Growth and Phenology Among Populations of Temperate-Zone Tree

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

Species Growing in a Common Garden », Canadian Journal of Forest Research, 39, 1259-1269p.

**Weinberger J. H., 1950:** Prolonged dormancy in peaches. Proc. am. Soc. hortic. Sci., 56, 129-133p

**WESTWOODN M., 1978:** Temperate zone pomology. W.H. Freeman and Company. San Francisco, 428 p.

**Yagoubi, A. Boulet, G. Vincent, L. Vescovi, L. Mekis É., 2008:** «Übserved changes in daily temperature and precipitation indices for southern Québec, 1960-2005». Atmosphere-Ocean 46, 243-256p.

## الملخص

اجريت هذه الدراسة خلال موسم 2017-2018 في حقل لصنف التفاح نوع *Golden Délicious* و كان الهدف متابعة تأثير ساعات البرودة على ديناميكية التبرعم , لذا تم اختيار عدد من الأشجار حسب مساحة الحقل لنزاع فروع و للحصول براعم في نهاية كل شهر ابتداء من شهر ديسمبر. تمت متابعة تبرعم في غرفة مكيفة في مخبر مخصصة لمكافحة الأمراض لولاية شلف .

نظرا للكميات المعتبرة للأمطار المتساقطة في هذه الولاية كان من المحتمل الحصول على ساعات برودة كافية للتبرعم في الحقل و ذلك نظرا لانخفاض درجات الحرارة المتوسطة و الدنيا كما كانت البراعم المحصل عليها في شهر فيفري احسن قيمة من ناحية سرعة التبرعم مقارنة مع البراعم التي لم تحصل على برودة كافية و التي تعرضت الى درجات برودة دنيا اقل من 7.2, يكون في حالة سبات عميق جدا بالرغم من تعرضها الى درجات حرارة مناسبة.

## الكلمات المفتاحية

تفاح , تبرعم , سكون , وحدات البرودة , ارتفاع درجات الحرارة

## Résumé :

Cette étude a été réalisée dans un verger de pommier situé dans la wilaya d'Ain Defla au cours de l'année 2017/2018. Le but est de connaître l'effet du froid sur le débourrement et mettre un accent sur l'état de dormance des bourgeons de la variété *Golden Délicious*. Des pieds d'arbres ont été choisis pour prélever des rameaux sur lesquels on a effectué nos essais de test de nœuds isolés. De même, les températures journalières (maximales, minimales et moyennes) et les précipitations ont été enregistrés en parallèle avec un suivi de débourrement des bourgeons su terrain et au niveau de laboratoire concernant les bourgeons prélevés. Les résultats obtenus ont reflété un écart important dans la somme des heures de froid pour cette année par rapport aux années précédentes ce qui en résulte, un avancement de la date de débourrement sur terrain. Cependant, les résultats de suivis journaliers de la cinétique de débourrement au niveau de laboratoire ont donné un accent sur l'importance du froid dans la levée de dormance et le débourrement ou on a soulevé une valeur meilleure de temps de débourrement chez les bourgeons qui ont été prélevés durant le mois de février. En l'occurrence, la dormance est beaucoup plus profonde chez les bourgeons qui n'ont pas

accumulé assez de froid avec une certaine différence attribuée à la disposition des bourgeons sur le rameau.

### **Mots clés**

**Pommier, débourrement, dormance, unité de froid, bourgeon, forçage.**

### **Abstract**

This study was carried out in an orchard of apple tree located in wilaya of Ain Defla during the year 2017/2018. The goal is to know the effect of the cold on débourrement and to accentuate the state of dormancy of the buds of the variety Golden Délicious. Feet of trees were selected to take branches on which one carried out our tests of test of isolated nodes. In the same way, the temperatures day labourers (maximal, minimal and average) and precipitations were recorded in parallel with a follow-up of débourrement of the buds known ground and on the level of laboratory concerning the taken buds. The got results reflected an important variation in the sum of the hours of cold for this year compared to the years precedents ce which results from it, an advance of the date of débourrement on ground. However, the results of daily follow-ups of the kinetics of débourrement on the level of laboratory gave an accent on the importance of the cold in the lifting of dormancy and the débourremnt or one raised a better value of time of débourrement at the buds which were taken during February. In fact, dormancy is much deeper at the buds which did not accumulate enough cold with a certain difference allotted at the disposal of buds on the branch.




### **Keywords**

, Apple, Bud break, dormancy ,chilling unit, forcing.






## Annexes

### Annexe 1




Stades phénologiques de pommier d'après les deux échelles Baggilione et BBCH. (Revue suisse, Arboriculture, Horticulture/ Vol. 45 (2) : 128-131, 2013).

Code BBCH	Code	Pommier Stade repère	Description
<b>0 = Repos hivernal</b>			
<b>00</b>	<b>A</b>		<b>BOURGEON D'HIVER</b> (dormance) Les bourgeons sont fermés et recouverts de leurs écailles protectrices.
<b>5 = Apparition de l'inflorescence</b>			
<b>51</b>	<b>B</b>		<b>GONFLEMENT DES BOURGEONS</b> Premier gonflement visible du bourgeon floral; les écailles ont des taches claires et s'allongent.
<b>53</b>	<b>C</b>		<b>ÉCLATEMENT DES BOURGEONS</b> Les extrémités des feuilles entourant les fleurs sont visibles.

## Annexes

<b>54</b>	<b>C3</b>		<p><b>OREILLE DE SOURIS</b></p> <p>Les extrémités des feuilles dépassent les écailles de 10 mm, les premières feuilles se séparent.</p>
<b>56</b>	<b>D</b>		<p><b>BOUTON VERT</b></p> <p>Les fleurs encore fermées commencent à se séparer.</p>
<b>5 = Apparition de l'inflorescence</b>			
<b>57</b>	<b>E</b>		<p><b>BOUTON ROSE</b></p> <p>Les sépales s'ouvrent légèrement, les pétales s'allongent et deviennent visibles.</p>
<b>59</b>	<b>E2</b>		<p><b>BALLONNETS</b></p> <p>La plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux.</p>
<b>6 = Floraison</b>			
<b>61</b>	<b>F</b>		<p><b>DÉBUT FLORAISON</b></p> <p>Environ 10 % des fleurs sont ouvertes.</p>

## Annexes

<b>65</b>	<b>F2</b>		<p><b>PLEINE FLORAISON</b></p> <p>Plus de 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent.</p>
<b>67</b>	<b>G</b>		<p><b>FLORAISON DÉCLINANTE</b></p> <p>La plupart des pétales sont tombés.</p>
<b>69</b>	<b>H</b>		<p><b>FIN FLORAISON</b></p> <p>Tous les pétales sont tombés.</p>

### Annexe 02 :

Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles durant la période 2007/2017.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	mar	Avr	Mai	juin	Juill	Aout
Tmin°C	20.13	17.22	11.44	8.5	6.44	8.39	9.14	11.46	15.64	19.94	23.10	23,63
Tmax°C	33.32	29.51	20.64	17	15.17	15.47	20.88	24.85	29.89	35.17	38,39	38.35
Tmoy°C	26.64	23.36	16.04	12.74	10.83	11.93	15.10	18.08	22.76	27.65	39.27	30.99

Cumuls moyens mensuels des précipitations enregistrés périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif) durant la période 2007 à 2017.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	fév	mars	Avril	Mai	Juin	Juill	aout
Cumuls pp(mm)	10.77	15.63	54.96	56.87	112.1	44.35	47.03	25.05	14.39	5.65	0	0.12

## Annexes

---

### Annexe 03:

Dates de débourrement de la variété *Malus domestica* Borh dans périmètre de Khemis Miliana (Haut CHéllif).

Campagne	Période de débourrement
2013-2014	15/03/2014 à 05/04/2014
2014-2015	23/03/2015 à 02/04/2015
2015-2016	26/03/2016
2016-2017	09/03/2017 à 23/03/2017
2017-2018	07-03-2018

### Annexe 04 :



**Bouture de nœuds isolés.**



## Annexes

---

### Annexe 05 :



**Parcelle de pommier**

# *Introduction générale*

# *Chapitre I*

## *Généralités de pommier*

# *Chapitre II*

*Dormance et Débourrement*

*Chapitre III*  
*Matériel et Méthodes*

*Chapitre IV*  
*Résultats et Discussion*

# *Conclusion générale*

# *Références bibliographiques*



# *Annexes*