

# DORMANCE, ADAPTATION ET PRECOCITE DES VARIETES FRUITIERES DANS LE CLIMAT A HIVER DOUX DE LA TUNISIE

HAMOUDA LAKHOVA (\*)

Le but du présent travail est d'étendre à différentes espèces fruitières l'étude de l'évolution automno-hivernale de la DO en climat à hiver doux du Nord-Est tunisien et ses répercussions sur l'adaptation des cvs au climat faite sur le Pommier *Malus x domestica Borkh* (Lakhova, 1995). La détermination de la précocité de débourrement des cvs par l'étude de la DO dans ces conditions sera précisée.

Le déterminisme de la précocité a été étudié en climat tempéré par Pouget (1966) sur la Vigne, par Bida-bé (1967) sur le Pommier et par Mauget et Germain (1980) sur le Noyer. Ils ont mis en évidence le rôle joué par les phénomènes liés à la période de la DO des bourgeons. Dans le cas de la Vigne la précocité de débourrement des bourgeons dans la nature est liée au niveau maximal de la DO alors que pour le Noyer ce sont les événements pendant et après sa levée qui la déterminent. Pour le Pommier en climat à hiver doux l'interaction DO-précocité fait intervenir à la fois son niveau maximal et l'état de déroulement de sa levée dans le cas où cette dernière phase s'exprime (Lakhova, 1995).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Matériel.** Notre travail a porté pendant un certain nombre d'années sur six espèces fruitières englobant chacune un nombre de cvs (**tableau 1**) faisant partie de la collection de variétés du domaine de l'INRAT (Mornag, Cap Bon) ou de l'école professionnelle de Sidi-Thabet (nord de Tunis) ou du Groupement obligatoire de la vigne et des plants fruitiers (Nabeul, Cap Bon) et dont le climat est à hiver doux. Les observations ont été menées sur des rameaux d'un an d'arbres basses-tiges taillés sévèrement et irrigués.

**Méthodes.** Au cours de différentes saisons automno-hi-

## ABSTRACT

The varieties dormancy dynamic of 6 fruit species (Apple, Pear, Peach, Abricot, Plum and Cherry) about diverse autumn-winters in milder climate of Tunisian north-east is determined by the single-node cutting method. It results in a biological method established on young plants in order to determine the milder climate adaptation of fruit varieties and their classification according to their bud burst earliness.

## RÉSUMÉ

La dynamique de la dormance des variétés de 6 espèces fruitières (Pommier, Poirier, Pêcher, Abricotier, Prunier et Cersier) est déterminée par la méthode des boutures de noeud prélevées le long du rameau d'un an au cours de divers automnes-hivers en climat à hiver doux du nord-est tunisien. Il s'en dégage une approche biologique menée sur de jeunes plants déterminant l'adaptation des variétés au climat à hiver doux et leur classification selon leur précocité au débournement.

vernales des rameaux d'un an d'espèces fruitières ont été prélevés en la première décennie de chaque mois à partir de Septembre jusqu'à la mi-février (prédébourrement *in situ*) allant parfois à Mars. Nous extrayons des cinq niveaux de chaque rameau long de 40 cm (1: apical, 2: sous-apical, 3: médian, 4: sus-basal, 5: basal) une bouture de noeud (BN) de 6 cm de long sur laquelle on ne laisse subsister qu'un seul bourgeon à proximité de son extrémité supérieure. Chaque prélèvement comprend 30

unités par niveau, cv et révélation thermique. Après paraffinage de leur extrémité supérieure, les boutures sont mises en culture sur eau distillée en conditions contrôlées à 15 °C et à 25 °C à l'obscurité.

Des **rameaux entiers** prélevés en surnombre avant la fin novembre 1983, 1984 et 1985 pour des cvs de Pommier (LO, GD, AR et ST) sont mis en chambre froide à 5 °C à l'obscurité puis retirés de façon échelonnée respectivement à la mi-décembre 83, 84 et 85 (25 jours de froid), à la mi-janvier 84, 85 et 86 (50 jours de froid) et à la mi-février 84, 85 et 86 (80 jours de froid) puis sont extraites des boutures apicales, médianes et basales à raison de 25 unités par cv et par niveau et soumises à la révélation de 25 °C. Elles sont comparées à leurs homologues prélevées dans la nature en ces trois époques et soumises à la même révélation.

Les **observations** ont porté sur le débournement des bourgeons en boutures au courant des 4 à 5 semaines qui ont suivi la mise en place de l'expérience à la révélation de 15 °C et de 25 °C.

Nous explicitons les **résultats** pour chaque température, pour un cv et un prélèvement donnés par le délai moyen de débournement ou DMD d'une population de bourgeons d'un niveau donné du rameau d'un an (moyenne arithmétique des délais de débournement individuels observés, exprimée en heures). Pour chaque espèce les DMD sont traités globalement par l'analyse factorielle des correspondances (Benzécri, 1980) pour l'ensemble des cvs et leurs années d'étude (**tableau 1**).

(\*) Ancien chef du laboratoire de Physiologie végétale INRA-Tunisie. 3. Rue Amira Atef Monfelury 1008 Tunis, Tunisie.

**Tableau 1 Récapitulation des années d'étude de la dormance pour les cultivars (cvs) de Pommier (a); de Poirier (b); de Pêcher (c), d'Abricotier (d), de Prunier (e) et de Cerisier (f).**

CVS	Nbre d'années	CVS	Nbre d'années
<b>a</b>			
Llorca (LO)	7	<b>c</b>	
Golden Delicious (GD)	6	Plate de chine (PC), 352-6,	4
Astrakhan Rouge (AR)	5	Maygold (MG), J Hale (JH),	
Red Delicious (RD)	3	Spring Time (ST)	
Starkrimson (ST)	3	<b>d</b>	
Reine des Reinettes (RR)	3	Sayed (SA), A. Euch (AE),	4
EM7	4	Kasserine II (KII),	4
Boutabgaya (BT)	2	Bakour (BA), Ouardi (OU),	1
Douce de Sfax (DS), de Jerba (DJ),	2	Canino (CA)	
Aziza (AZ), Chehla (CH),	2	<b>e</b>	
Zina (ZI)	2	Methley (ME), Mariana (MA),	3
E. Blaze (EB), S. Précoce (SP)	1	Santa Rosa(SR),	
		Golden of Japan (GJ)	
<b>b</b>			
Meski (MS)	5	<b>f</b>	
St Jean (SJ)	3	Bouargoub (BO), Moreau (MO),	2
Williams (WI), DR Guyot (DG)	4	Napoléon (NA), St Lucie (SL)	
Cosia (CO), Belle Angevine (BA),	1		
Claps Favorite (CF),	1		
A. Droulard (AD)	1		

**RÉSULTATS**

Nous exposons les résultats de l'analyse factorielle des correspondances faites pour les DMD des cvs de l'abricotier pour l'ensemble des années d'étude; ils sont comparés par la suite à ceux des autres espèces.

**Pour l'abricotier** il y a 30 individus englobant les 2 températures, les 6 cvs et les années d'observations (une pour 3 cvs quatre pour les autres). Il y a 30 variables englobant 6 périodes de prélèvement des rameaux allant mensuellement de septembre (P1) à février (P6) et 5 niveaux de prélèvement des bourgeons le long des rameaux (**tableau 2d**). Les valeurs propres des facteurs (axes) 1 à 3 et leurs taux d'inertie cumulés ou non sont donnés dans le **tableau 3**. Les axes 1 et 2 expliquent 51.7% et ceux de 1 à 3 absorbent 69% de l'information totale. Qualifions ces axes.

**Axe 1 (figure 1).** Les individus de la P2 sont groupés à droite et ceux de la P4 et de la P6 sont groupés à gauche de cet axe. C'est l'axe des périodes de prélèvement des rameaux. Le **tableau 4** montre que la P2 est discriminante et à la plus grande valeur absolue pour créer cet axe; elle est en opposition avec la P4 et la P6 qui ont une contribution absolue moindre mais identique (la moitié de celle de P2) alors que la P1, la P3 et la P5 ont de faibles contributions.

**Axe 2 (figure 1).** L'ensemble P4 à droite de cet axe englobe des individus groupés (1, 2, 3, 4) et un individu

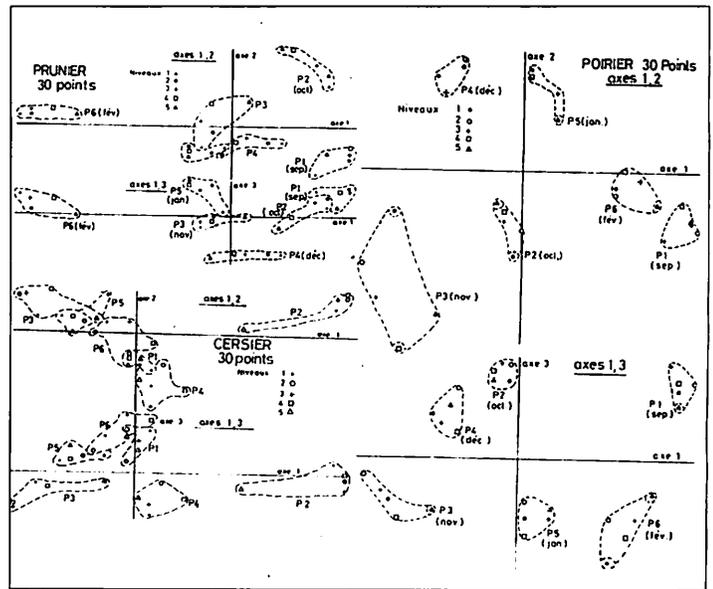
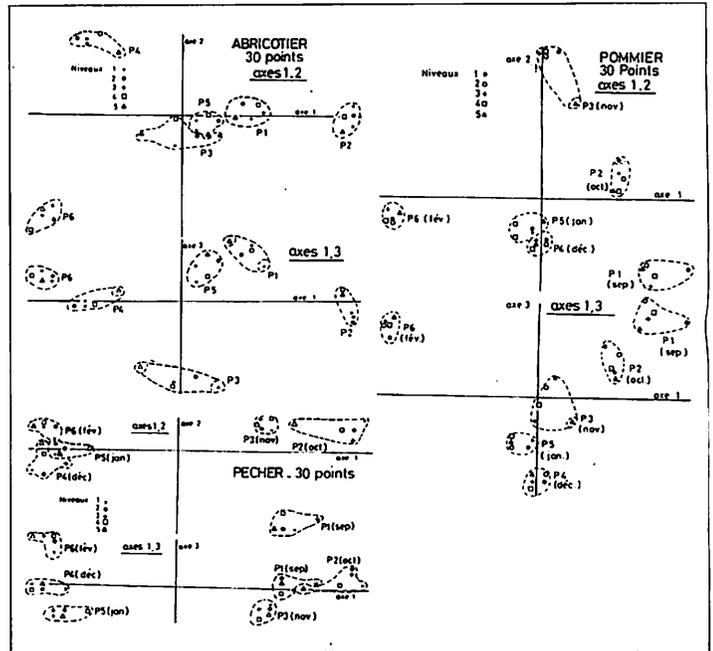


Figure 1 - Diagrammes interprétés de l'analyse factorielle des correspondances pour les axes (1, 2) et (1, 3). Chaque numéro d'individu issu de l'ordinateur est remplacé par un sigle correspondant au niveau d'insertion du bourgeon sur le rameau d'un an (1: apical, 2: sous-apical, 3: médian, 4: sus-basal, 5: basal) pour une période donnée de prélèvement: Septembre (P1), Octobre (P2), Novembre (P3), Décembre (P4), Janvier (P5) et Février (P6).

(5) légèrement détaché vers la gauche de cet axe; ils représentent l'état dormant des bourgeons des BN prélevés à la P4 sur les rameaux aux niveaux 1, 2, 3, 4 et 5. Ce dernier (5) exprime un état dormant légèrement différent de celui des bourgeons des autres niveaux. Il en est de même de l'ensemble P2 à droite de cet axe où l'individu (5) est détaché légèrement vers la gauche de cet axe. C'est l'axe des niveaux de prélèvement des BN le long des rameaux. Le **tableau 5** confirme ces faits; les contributions absolues des bourgeons des différents

niveaux, toutes périodes et températures confondues, sont de même ordre pour créer cet axe avec cependant une contribution absolue un peu amoindrie de celui du niveau basal (5).

**Axe 3 (figure 1).** Un raisonnement analogue à celui fait pour qualifier l'axe 2 montre que l'axe 3 est aussi *l'axe des niveaux*. De même le **tableau 5** montre que les bourgeons des 5 niveaux ont des contributions absolues identiques pour créer cet axe.

**Les six nuages d'individus** (P1, P2, P3, P4, P5 et P6) relatant *globalement* l'évolution de la DO des cvs étudiés sont représentés dans deux espaces à deux dimen-

sions à l'aide du premier facteur associé respectivement aux deuxième et troisième facteur (**figure 1**) et à deux variables (périodes de prélèvement des rameaux et niveaux de prélèvement des BN sur le rameau) qui les définissent (**tableau 2d**). Le nuage P2 (octobre) correspondant à *l'entrée en DO*, caractérisé par une contribution absolue la plus importante pour créer l'axe 1 des périodes, est situé à droite de cet axe et est en opposition avec les nuages P4 et P6 situés à gauche de cet axe: P4 (décembre) correspondant à la *DO maximale* et le *déclenchement de la sortie de DO*, est à droite de l'axe 2 (ou l'axe 3) des niveaux (quadrant haut à gauche) séparé par l'axe 1 de P6 (février) correspondant à *la fin de la sortie de DO*. Vers le centre du modèle à deux dimensions (axes 1, 2) sont situés les groupes d'individus P1, P3 et P5 que le modèle à deux dimensions (axes 1, 3) éclate en P1 (septembre) et P5 (janvier) vers le quadrant haut à droite de l'axe 3 (états dormants assez proches en ces périodes) d'une part et en P3 (novembre) vers la gauche de l'axe 3 d'autre part; ils sont caractérisés par de faibles contributions absolues pour créer l'axe des périodes relatant des phases moins importantes que les précédentes citées et sans fait particu-

lier dans le déroulement de la DO à savoir P1 (*début d'entrée en DO*), P3 (évolution de *l'entrée de la DO*) ou P5 (évolution de *la sortie de la DO*). L'uniformité des contributions absolues des bourgeons des différents niveaux pour créer l'axe des niveaux (**tableau 5**) associée au regroupement des individus de ces niveaux en chaque période (**figure 1**)

suggèrent que ces bourgeons en une période sont dans des états dormants assez proches. Il y a globalement et pratiquement *absence de gradient de l'intensité de la DO le long du rameau*. Ceci s'accorde avec les conclusions de Balandier (1992) et les nôtres (Lakhoua, 1995); les bourgeons apicaux moins dormants que les axillaires inhibent ces derniers par corrélation en climat à hiver doux uniformisant leurs états dormants. Ce fait se traduit par la possibilité de calculer un DMD unique pour l'ensemble des bourgeons des cinq niveaux pour un cv et un prélèvement donnés en une révélation. Ce

DMD unique exprime l'état dormant du cv pour ce prélèvement et en cette révélation.

Les variations des DMD en ces six périodes relatent la dynamique de la DO en ce climat à hiver doux pour le cv étudié en une saison automno-hivernale. On cite en exemple celles du cv KII à 15 °C et à 25 °C en 1990-91 (**figure 2b1**). Les allures des courbes en ces révélations sont assez parallèles avec

**Tableau 2** Nombre d'individus et de variables en chaque espèce étudiée: a, b, c, d, e et f.

Espèces	a	b	c	d	e	f
Nb d'indivi.	93	41	40	30	24	16
Nb de tempé.	2	2	2	2	2	2
Nb de cvs	15	8	5	6	4	4
Nb d'an. d'ob.	cf tableau 1	cf tableau 1	4	cf tableau 1	3	2
Nb de varia.	30	30	30	30	30	30
Nb de périod.	6	6	6	6	6	6
Nb de niveau	5	5	5	5	5	5

**Tableau 3** Valeurs propres (1) et taux d'inertie (2) des axes 1, 2, et 3 pour les espèces étudiés a, b, c, d, e et f.

axes	(1) a	(2) a	(1) b	(2) b	(1) c	(2) c	(1) d	(2) d	(1) e	(2) e	(1) f	(2) f
1	0,0088	27,2	0,0124	32,3	0,3701	62,496	0,1272	27,449	0,2120	48,418	0,0724	45,231
2	0,0061	18,8	0,0098	25,5	0,0839	14,167	0,1127	24,250	0,0945	21,577	0,0287	17,967
3	0,0052	16,0	0,0056	14,5	0,0361	06,104	0,0804	17,309	0,0529	04,644	0,0185	11,593

**Tableau 4** Contribution absolue (en %) des 6 périodes (P), tous niveaux et températures confondues pour créer l'axe 1 en chaque espèce étudiée a, b, c, d, e et f.

	a	b	c	d	e	f
P1	26,6	34,6	18,9	06,9	27,7	00,5
P2	13,2	00,6	37,4	33,9	14,0	35,7
P3	00,6	31,1	23,9	01,0	06,6	23,5
P4	00,0	11,6	37,2	13,0	04,9	01,8
P5	01,0	01,9	35,1	00,6	05,1	20,6
P6	57,1	21,2	29,4	16,5	44,0	04,4

**Tableau 5** Contributions absolues (en %) des 5 niveaux (N), toutes périodes et températures confondues pour créer l'axe 2 ou l'axe 3 en chaque espèce étudiée a, b, c, d, e et f.

	a2	b2	c2	d2	e2	f2	a3	b3	c3	d3	e3	f3
N1	21,6	15,6	7,8	11,0	12,5	09,7	18,1	21,8	3,1	1,9	07,3	11,0
N2	19,7	18,2	8,7	12,2	09,3	08,5	20,0	18,6	4,8	1,9	10,5	05,0
N3	22,7	17,3	7,9	12,3	10,9	16,6	20,6	19,5	5,4	2,2	13,0	13,8
N4	23,1	28,5	8,2	11,8	14,8	13,2	10,8	21,5	5,0	2,1	11,7	12,5
N5	11,6	20,3	8,4	09,8	16,7	12,7	19,0	18,6	4,4	1,9	09,4	09,5

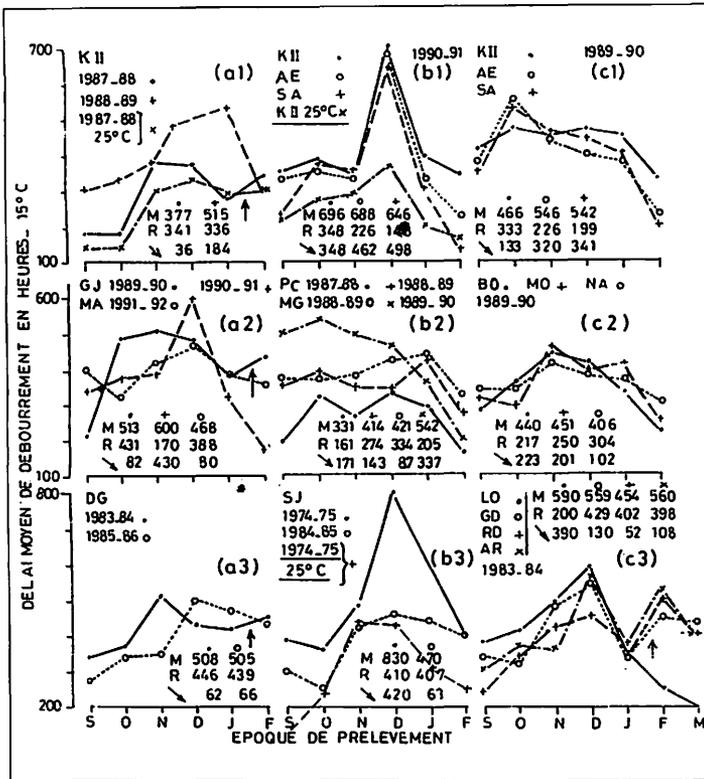


Figure 2 - Evolution de l'intensité de la dormance en DMD (heures) des bourgeons acillaires, tous niveaux confondus, au courant de l'automne-hiver (de septembre à février ou mars) des cultivars: - d'abricotier (a1, b1, c1): Kasserine II (KII), Amor Euchb (AE), Sayeb (SA), - de prunier (a2): Golden of Japan (GJ) Mariana (MA), - de pêcher (b2): plate de cbine (PC), Maygold (MG), - de cerisier (c2): bouargoub (BO), Moreau (MO), Napoléon (NA), - du poirier (a3, b3): DR Guyot (DG), St Jean (SJ), - de pommier (c3): Llorca (LO), Golden Delicious (GD), Red Delicious (RD) et Astrakhan Rouge (AR). M: dormance maximale. R: reliquat de dormance en fév. ou mars. La flèche oblique indique la différence entre la dormance maximale (M) et le reliquat de dormance (R). La flèche verticale (↑) indique la dormance secondaire.

une moindre inertie à 25 °C. Les phases repérées en climat tempéré (entrée en DO, DO maximale, sortie de DO et post-DO, **figure 3**) s'expriment à une post-DO près avec une DO maximale de 700 heures à 15 °C en décembre; cependant l'entrée en DO est assez marquée cette année (230 heures à 25 °C), ceci pourrait s'expli-

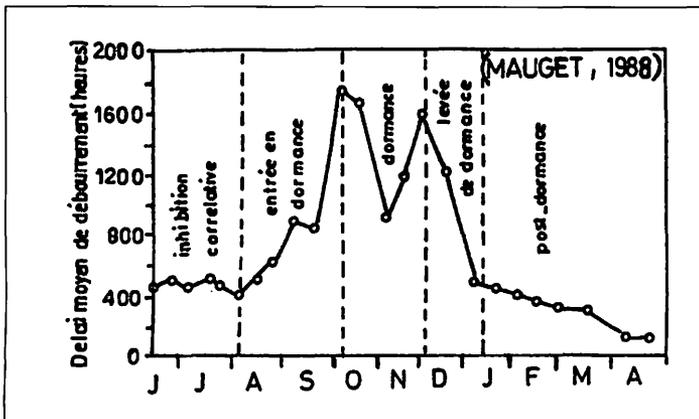


Figure 3 - Evolution de l'intensité de la dormance exprimée en DMD (en heures) des bourgeons axillaires de noyer en climat tempéré (d'après Mauget, 1988).

quer par le déficit hydrique par rapport à la normale des mois précédant le début d'entrée en DO en accord avec les conclusions de Dreyer et Mauget (1986) sur le renforcement de la DO par une contrainte hydrique appliquée en début d'été.

En outre la **date à laquelle la DO maximale est atteinte varie** d'une année à l'autre et parfois d'une révélation à l'autre pour le même cv. Ainsi pour le cv KII elle est atteinte en **octobre** pour les deux températures en 1989-90, en **novembre** à 15 °C et en **décembre** à 25 °C en 1987-88 (**figure 2a1**), en **décembre** en 1990-91 (**figure 2b1**) et en **janvier** en 1988-89 (**figure 2c1**) pour les deux températures.

D'autre part, pour un même cv l'**intensité de la DO maximale est variable**, c'est ainsi à 15 °C pour le cv KII elle est de 700 heures en 1990-91, de 515 heures en 1987-88 et de 377 heures seulement en 1988-89; ceci se traduit par des formes de courbe relatant la dynamique de la DO à variations plus ou moins accusées (**figures 2a1, b1 et c1**).

Certaines années en sortie de DO l'intensité de la DO ayant diminué régulièrement à partir de la DO maximale (atteinte en octobre ou en novembre ou en décembre) jusqu'à janvier augmente souvent en février; ce regain de l'inertie résiduelle en sortie de DO exprime un **DO secondaire**. C'est le cas du cv KII en 1987-88 (**figure 2a1**).

L'apparition de ce phénomène peut être **empêchée expérimentalement**. L'intensité de la DO des bourgeons en boutures apicales, médianes et basales de cvs **introduits de Pommier** prélevés dans la nature en déc., jan. et fév. des années 1983-84 et 1984-85 diminue de déc. à jan. pour augmenter de jan. à fév. (excepté le cv LO où il y a diminution); celle de leurs homologues provenant de rameaux entiers traités par le froid dès la fin novembre diminue régulièrement de déc. à fév. quelle que soit l'année expérimentale où le regain d'inertie se manifeste dans la nature (1983-84, 1984-85) ou non (1985-86). Retenons que la manifestation de ce phénomène est liée à l'année et à la sensibilité des cvs, celle du cv LO lui échappe (**figure 4**).

GÉNÉRALISATION DES RÉSULTATS AUX AUTRES ESPÈCES ET DISCUSSION

**1. L'absence de gradient** de l'intensité de la DO le long du rameau s'exprime souvent d'une façon nuancée. Globalement l'analyse factorielle (caractères) montre qu'au sein des cvs de chaque espèce il y a absence ou une faible expression d'un type de gradient en une période. En exemple il y a une tendance à un double gradient acro-basitone en P1, en P3 et en P5 (Abricotier) et en P2 et en P3 (Pêcher) (**figure 1**). L'évolution automno-hivernale de ces gradients faiblement exprimés est désordonnée et ne correspond pas à celle décrite en climat tempéré par Crabbé (1968). Cependant globalement cette évolution garde en **mémoire**

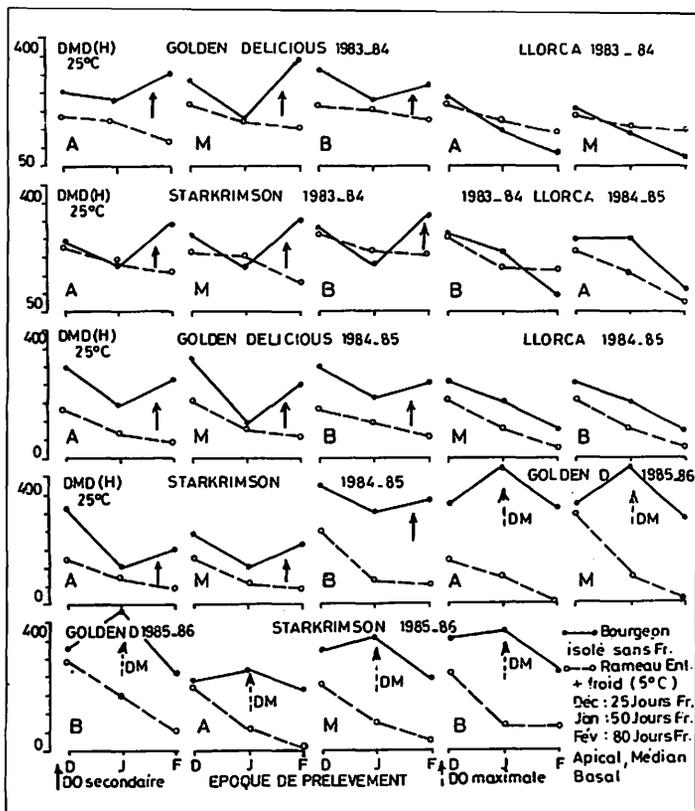


Figure 4 - Evolution de l'intensité de la dormance (exprimée en délai moyen de débourrement: DMD en heures) des bourgeons apicaux (A), médians (M) et basaux (B) de cultivars de pommier évaluée à 25°C sur des boutures de noeuds (...) en 1983-84, en 1984-85 et 1985-86. L'intensité augmente\* entre janvier et février en 1984 et en 1985 pour tous les cultivars (dormance secondaire: flèche continue) sauf pour celui de Llorca. La diminution est constante si les rameaux ont été placés avant début décembre en chambre froide à 5°C (\*). En 1985-86 cette augmentation entre janvier et février ne se fait pas; elle y est entre décembre et janvier (dormance maximale tardive en janvier: DM) pour diminuer ensuite jusqu'à février. Cette année on n'observe pas de dormance secondaire pour tous les cultivars; celui de Llorca ne présente pas de dormance secondaire pour toutes les années d'étude (Lakhoua, 1995).

l'essentiel de ce qui observé en climat tempéré: - une **basitonie au débourrement** (de faible expression) en P3 (novembre) (Cerisier, Pommier) et en P4 (décembre) (Abricotier, Pêcher, Prunier et Poirier) (**figure 1, 1 suite**) **coïncidant** souvent en ces périodes (à contributions absolues discriminantes à plus discriminantes pour créer l'axe des périodes: **tableau 4**) **avec l'apparition**

de la DO maximale pour certains cvs de ces espèces, - une acrotonie au débourrement (de faible expression) en P6 (février: fin de la levée de la DO à contribution absolue discriminante pour créer l'axe des périodes: tableau 4) nette pour l'Abricotier, le Pêcher et le Prunier à moins nette pour les autres espèces (**figure 1, 1 suite**). Ces 2 gradients à faible expression correspondent respectivement à la basitonie automnale associée à la DO maximale en octobre-novembre et à l'acrotonie printanière associée à la levée de DO en climat tempéré.

**2. Les fluctuations annuelles de la date d'apparition de la DO maximale** sont observées souvent chez les cvs *introduits* de toutes les espèces, les cvs locaux sont peu sensibles à ce phénomène. Elles seraient liées au degré annuel de manque de froid pendant la période automno-hivernale en relation avec la sensibilité des cvs à ce déficit en froid. Aussi on a pu retarder l'apparition de cette phase chez le Pommier privé de froid (>13°C de septembre à mai) d'un à deux mois selon le cv par rapport au témoin ayant évolué à l'extérieur (Herter, 1992).

D'autre part, le **froid (≤7°, 2 C) efficace sur la levée de la DO**, commençant en début décembre (**tableau 6**) dans nos conditions à hiver doux, agit pour la plus part des années d'étude et des cvs, *en sortie de DO* lorsque le maximum de celle-ci est atteint *avant décembre* (**figure 5A**). Cette situation se rapproche de celle observée en climat tempéré où le maximum de la DO est atteint en octobre-novembre et le froid porte sur la levée de la DO uniquement. Dans le cas où la DO maximale est observée tardivement *au-delà du début décembre*, ce froid couvre la levée de la DO et une partie de son entrée; cette dernière situation induit une *DO d'intensité moyenne* (**figure 5B**); ceci, à la différence du climat tempéré, s'accorde avec les observations faites sur l'action des températures froides en entrée en DO en climat artificiel (Lavarenne, Barnola et al., 1980). Par ailleurs et en accord avec les conclusions de ces mêmes auteurs, les températures minimales de 10 à 15°C régnant dès la 3<sup>ème</sup> décade de septembre à fin novembre

**Tableau 6 Entrée\* et Sortie de dormance. Nombre d'heures de froid (7°, 2 par quinzaine de jours pour les années expérimentales. Entre parenthèses les heures cumulées de froid.**

Dates	1974-75	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92
01-12	19	05	09	31	0.0	13	28	0.0	19.0	20.0
15-12	29 (48)	115 (120)	42 (51)	34 (65)	22 (22)	06 (19)	19 (47)	0.0	19 (38)	50 (70)
01-01	66 (114)	37 (157)	46 (97)	46 (111)	67 (89)	08 (27)	46 (93)	35 (35)	57 (95)	43 (113)
15-01	73 (187)	101 (258)	131 (228)	32 (143)	48 (137)	36 (63)	34 (127)	24 (59)	37 (132)	50 (163)
01-02	33 (220)	74 (332)	40 (268)	69 (212)	76 (213)	25 (88)	31 (158)	26 (85)	30 (162)	52 (215)
15-02	28 (248)	90 (422)	14 (282)	122 (334)	20 (233)	12 (100)	63 (221)	15 (100)	55 (217)	46 (261)
01-03	77 (325)	98 (520)	51 (333)	19 (353)	33 (266)	79 (179)	21 (242)	26 (126)	23 (240)	47 (308)
15-03	26 (351)	90 (610)	33 (366)	18 (371)	37 (303)	58 (237)	22 (264)	23 (149)	20 (260)	0.0 (308)
31-03	42 (393)	17 (627)	52 (419)	32 (403)	41 (344)	06 (243)	0.0 (264)	11 (160)	18 (278)	44 (352)

(\* Le froid ≤ 7°, 2 C porte sur l'entrée en dormance en cas où la dormance maximale est tardive.

**Tableau 7 Entrée en dormance. Températures moyennes minimales par décade en Sep., Oct. et Nov. pour les années expérimentales.**

Stations Mois	Cherfech 1974	Mornag 1983	Mornag 1984	Mornag 1985	Nabeul 1986	Nabeul 1987	Nabeul 1988	Nabeul 1989	Nabeul 1990	Nabeul 1991
<b>SEP</b>										
1 <sup>è</sup> Déca	19,0*	18,0	17,1	17,5	18,8*	22,9*	20,6*	22,2*	21,8*	20,7*
2 <sup>è</sup> Déca	17,1	17,0	16,0	16,9	21,0*	19,2*	18,0	21,5*	20,7*	18,4
3 <sup>è</sup> Déca	16,2	14,3	15,0	15,6	18,6*	18,0	16,7	18,0	18,1	18,2
<b>OCT.</b>										
1 <sup>è</sup> Déca	13,4	15,2	14,1	16,2	20,8*	20,0	18,0	14,3	18,6	16,8
2 <sup>è</sup> Déca	11,8	12,8	12,3	12,1	18,6*	16,2	21,8*	15,7	20,7*	17,8
3 <sup>è</sup> Déca	10,6	10,2	11,7	13,1	13,9	18,8*	14,7	15,8	15,7	12,8
<b>NOV.</b>										
1 <sup>è</sup> Déca	08,7	11,6	12,6	12,4	09,0	14,5	15,4	11,2	13,7	12,0
2 <sup>è</sup> Déca	07,0	10,5	12,0	11,3	14,9	11,9	13,4	11,8	13,9	11,0
3 <sup>è</sup> Déca	10,0	11,0	09,1	05,6	10,6	09,1	08,5	12,5	09,1	09,2

Pour les deux premières décades de Septembre les moyennes minimales sont comprises entre 16 et 18°C, dépassant parfois les 18 °C(\*). Dès la 3ème décade de ce mois, elles sont le plus souvent comprises entre 10 et 15°C, dépassant rarement les 18 °C(\*).

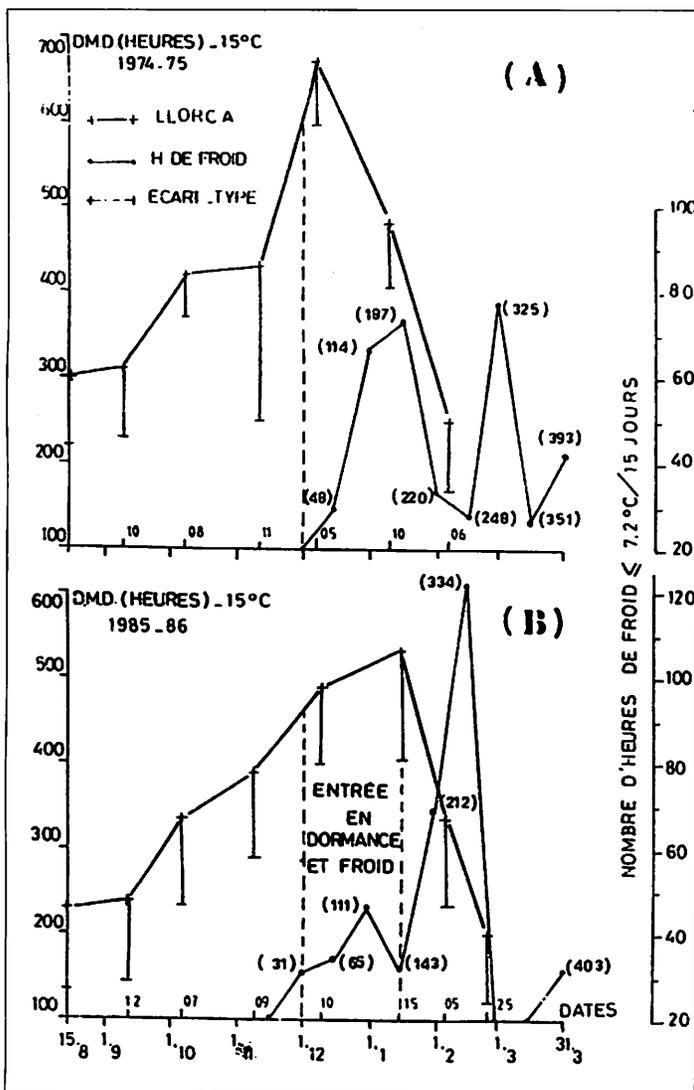


Figure 5 - Variations des DMD du cultivar Llorca aux différentes dates de prélèvement avec une dormance maximale atteinte en décembre (A) ou en janvier (B). Les variations d'heures de froid coïncident en (A) avec la sortie de dormance et en (B) en partie avec l'entrée et totalement avec la sortie de dormance. Entre parenthèses les heures cumulées de froid.

dans les conditions du Cap Bon (**tableau 7**) induisent l'entrée en DO. Celles de 18 °C, atteintes souvent aux deux premières décades de septembre et rarement après, favorisent l'instauration d'une DO faible difficile à éliminer (**figure 2a1, a3, c1 et c2**). Les valeurs cumulées du froid efficace sur la levée de la DO restent assez modestes (autour de 400 h le plus souvent), ce qui contribuerait, selon la sensibilité des cvs, à la présence de sorties de DO peu variables (**figure 2b2 et c2**), incomplètes (cf. para. 4 suivant) ou perturbées (cf. para. 3 suivant) particulièrement en année où les valeurs cumulées du froid sont faibles (autour de 250 h en 1987-88 et en 1988-89) ou encore en année où la DO maximale est tardive, le froid efficace n'est utilisé que partiellement en levée de DO.

**Ces faits contribuent à la modélisation des formes de courbes** de variation des DMD suivant les années et les cvs quelle que soit l'espèce. *A l'extrême on a des courbes en cloche* à variation assez importante et assez régulière concernant la plupart des cvs étudiés en 1974-75 en exemples les cvs SJ (Poirier: **figure 2b3**) et LO (Pommier: **figure 5A**) et en 1990-91 en exemples les cvs KII, AE et SA (Abricotier: **figure 2b1**), le cv GJ (Prunier: **figure 2a2**) rappelant la forme de celles obtenues en climat tempéré avec les différentes phases de la DO à une post-DO près. En général, ce type de courbes se rencontre souvent chez les cvs introduits. *A l'autre extrême, les courbes ont peu de variation sans phases définies* rappelant les courbes obtenues en climat tropical à subtropical ou en condition simulée avec privation de froid (en exemples les cvs BO, MO et NA en 1989-90: Cerisier: **figure 2c2**; le cv PC en 1987-88, 1988-89: Pêcher: **figure 2b2**). Ce type de courbe se rencontre souvent chez les *locaux*.

Ces faits traduisent les variations de notre climat subtropical méditerranéen soumis aux influences à la fois du climat atlantique et du climat tropical saharien. Parfois l'un l'emporte sur l'autre favorisant l'expression



plus ou moins prononcée de la DO de l'une ou de l'autre situation.

En général les introduits sont plus dormants que les locaux.

**3. Au cours de la levée de la DO** on observe de janvier à février en certaines années une reprise de l'inertie au débourrement (**DO secondaire**) chez les cvs introduits des espèces étudiées et même chez le local ME (Poirier); les cvs étudiés de Pêcher, de Cerisier et le cv introduit LO (Pommier) échappent à ce phénomène. Celui-ci est observé: - en 1983-84, 1984-85 et 1986-87 pour le Pommier (étudié en 1974-75 et de 1983-84 à 1988-89) et pour le Poirier (étudié en 1974-75 et de 1983-84 à 1987-88); - en 1987-88 pour l'abricotier (étudié de 1987-88 à 1990-91); - en 1989-90 pour le Prunier (étudié de 1989-90 à 1991-92) (en exemples **figures 2a1, a2, a3** et **c3**).

Il semble que la valeur du froid ( $\leq 7^\circ$ , 2 C) cumulée, même si elle est relativement marquée, n'est pas suffisante à elle seule pour assurer une sortie de DO normale sans DO secondaire pour certains cvs introduits et très rarement pour les locaux. C'est le cas de 1983-84 avec en début janvier 1984 157 heures de froid et en fin mars 627 heures de froid cumulé, valeurs les plus élevées enregistrées au cours des années d'étude (**tableau 6**). Aussi observe-t-on aux mois de janvier et de février où la DO secondaire est observée des écarts importants entre les températures moyennes nocturne et diurne par rapport aux autres années d'étude; on est alors près du débourrement qui peut être empêché par le regain d'inertie favorisé par cette forte alternance thermique

quotidienne en sortie de DO. On est amené à penser en telle année que les cvs à besoins en froid élevés, n'ayant pas subi un minimum de froid nécessaire à l'élimination de l'essentiel de leur DO, sont encore susceptibles à l'effet des températures élevées; l'éventail thermique pouvant favoriser ce phénomène n'est pas réduit (Vegis, 1964).

**4.** Comme il est signalé plus haut l'installation d'une DO moyenne à faible entraîne une sortie de DO incomplète à résidu difficile à éliminer au prédébourrement (février à mars). **L'intensité de cette DO résiduelle** est conséquente du degré de relâchement de l'inertie au débourrement allant de la DO maximale (d'intensité variable) au prédébourrement de février. Ces processus en l'absence d'une post-DO conduisent à des DOs résiduelles variables d'un cv à l'autre et d'une année à l'autre pour le même cv. Ces niveaux de l'intensité de la DO résiduelle mesurés par les DMD expriment la précocité au débourrement des cvs en cette période de prédébourrement. Ainsi le cv SJ (Poirier) à 15 °C avec une intensité de la DO maximale en 1974-75 (830 h) près du double de celle de 1984-85 (470 h) est associée à un relâchement de l'inertie au débourrement sept fois plus important dans le premier cas (420 h) que dans l'autre cas (63 h) ce qui aboutit à une DO résiduelle de même intensité (autour de 400 h) soit une précocité de même ordre pour les deux années (**figure 2b3**). De même pour les 3 cvs d'abricotier presque de même intensité de DO la même année 1989-90 (**figure 2c1**) ou 1990-91 (**figure 2b1**) avec en sortie de DO des degrés de relâchement divers selon les cvs aboutissent

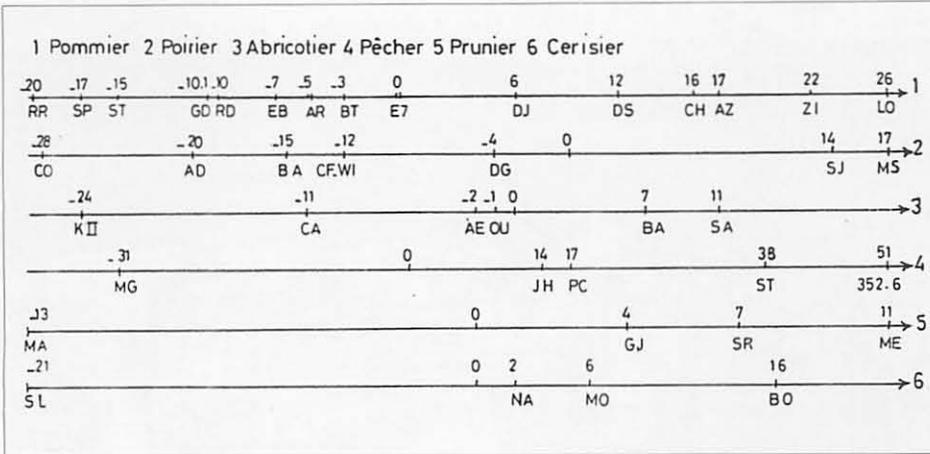


Figure 6 - Classification des cultivars de chaque espèce fruitière selon leur précocité de débournement sur l'axe des années obtenue en faisant la somme des coordonnées (individus en analyse factorielle des correspondances) englobant les températures de révélation et les années d'étude sur le nombre d'années d'observation pour chaque cultivar. Cette classification correspond à la précocité observée dans la nature. Les cultivars sont représentés par leurs abréviations (cf. tab. 1) et les chiffres indiquent leurs coordonnées. Echelle: normale pour 4 (x 1), réduite pour 1 (x 1/120) pour 3, 5 et 6 (x 1/10) et agrandie pour 2 (x 100).

à une précocité différenciée: le cv KII est toujours le plus tardif par rapport aux 2 autres cvs sa DO résiduelle étant la plus intense. Cette situation se complique lorsque la DO secondaire se manifeste (**figure 2a1, a2, a3 et c3**). C'est ainsi que parmi les 4 cvs introduits de Pommier (**figure 2c3**) le cv LO est plus dormant que les autres cvs; seulement il y a une *sortie de DO régulière sans DO secondaire* avec un relâchement de l'inertie le plus important (390 h) à 15 °C par rapport aux autres cvs. Ces derniers présentent une *DO secondaire* de janvier à février puis un relâchement de l'inertie de février à mars; ceci aboutit à un résidu de DO d'intensité double (autour de 400 h à 15 °C) de celle de LO ce qui explique la nette précocité de ce cv introduit par rapport aux autres cvs.

**5. Pratiquement on peut classer globalement les cvs d'une même espèce** selon leur précocité au débournement en se basant sur les valeurs de l'intensité de la DO résiduelle annuelle. On peut considérer que les cvs à courbes de *variation limitée* de leurs DMD comme étant en état de DO résiduelle «permanente» et de ce fait cette classification se fait en considérant les résultats de l'analyse factorielle des correspondances (individus) appliquée à l'ensemble des DMD traçant l'évolution automno-hivernale de la DO des cvs à 15 °C et à 25 °C et pour les différentes années d'étude communes ou non de ces cvs. Ceci aboutit à une classification globale selon leur précocité et suivant une échelle proposée par cette analyse. Il est nécessaire d'inclure dans celle-ci des cvs à précocité connue afin de servir comme référence. Pour le Pommier par exemple on a inclu les cvs LO, décrit plus haut, et GD à grande aire de culture; on constate que 1) tous les cvs locaux (sauf BT à coordonnée légèrement négative), les hybrides qui leurs sont apparentés (AZ, CH et ZI) et le cv introduit LO ont des coordonnées positives alors que les introduits (sauf LO)

ont des coordonnées négatives 2) LO à coordonnée la plus grande est le plus précoce suivi des hybrides et des locaux, le cv RR à coordonnée la plus négative est le plus tardif. Une constatation de même ordre est faite pour les autres espèces (**figure 6**).

**6. L'adaptation des cvs au climat à hiver doux** est déterminée sur de jeunes plants en pépinière par l'aspect de la dynamique de leurs DOs le long de la période de repos.

6.1. Si cette évolution est peu sensible à l'influence annuelle, elle se traduit par des courbes des DMD peu variables en période de repos des différentes années d'étude. Ces cvs sont alors adaptés au climat à hiver doux et se rattachent au type

local adapté (exemple les cvs de Pêcher étudiés ici).

6.2. Si cette évolution est sous l'influence de l'année, on obtient des courbes des DMD peu variables (années sous influence tropicale saharienne) à variables ou à grande variations (années sous influence atlantique tempéré) avec ses phases à une post-DO près. Les courbes de ce type sont à analyser au niveau de la DO maximale et de la sortie de DO.

6.2.1. Si celle-ci se déroule avec un relâchement d'inertie important sans DO secondaire on a alors un cv adapté au climat à hiver doux, précoce à assez précoce.



C'est le cas du cv introduit de Pommier LO.

6.2.2. Si celle-ci se déroule avec un relâchement d'inertie limité (avec éventuellement une DO secondaire) on a alors un cv peu ou pas adapté au climat à hiver doux (sensible au thermopériodisme quotidien en sortie de DO) et dont les besoins en froid ne sont pas satisfaits. Ces besoins sont à préciser par la détermination de la date la plus fréquente de la DO maximale et la fraction de froid  $\leq 7^\circ$ , 2 C **intervenant en sortie de DO**. Ce type de cv est tardif à très tardif et est destiné aux microclimats où ces besoins en froid sont susceptibles d'être satisfaits, c'est le cas de KII (Abricotier) et RR (Pommier). Une étude de leur DO est alors nécessaire dans ces microclimats.

**7. La sensibilité des bourgeons est différenciée** par le milieu dans lequel ils ont évolué. En climat tempéré leur sensibilité aux hormones de croissance se modifie avec l'évolution de la DO. Pour le Cerisier les bourgeons sont sensibles aux injections de *cytokinines* atténuant leur inertie *autommale* favorisant l'expression de la basitonie alors qu'au printemps cette stimulation n'est obtenue que par les *gibbérellines* favorisant le passage à l'acrotonie *printanière* (Arias et Crabbé, 1975). En climat à hiver doux pour le Pommier la sensibilité des bourgeons aux gibbérellines synthétisées par les racines est *permanente* assurant une présence acrotonie maintenue le long de la période de repos (Lakhoua, 1995). De même au fait gravimorphique on a une sensibilité différenciée des bourgeons ayant évolué ici et là. En effet, en climat tempéré, il est possible d'induire une différence d'aptitude au débourrement (effet gravimorphique) sur une bouture à un bourgeon de Pommier en la plaçant horizontalement à la faveur du bourgeon tourné vers le haut par rapport à son homologue tourné vers le bas. L'amplitude de cette différence est évolutive passant par un maximum en période où la DO est maximale (nov.) pour devenir *minimale* à l'approche du débourrement naturel (mars). En climat à hiver doux cette différence d'aptitude au débourrement n'est pas évolutive, elle est *fluctuante* le long de la période de repos, connaît des *inversions* à la faveur du bourgeon tourné vers le bas et est maintenue *importante* à l'approche du débourrement naturel. Ceci exprime une sensibilité différenciée des bourgeons par le milieu à l'agent gravimorphique d'origine raméale (Lakhoua, 1995). Ces faits s'accordent d'une part, en climat tempéré, avec une DO qui est *l'ultime évolution* d'une série d'inhibitions corrélatives à longue et moyenne distance pour se rapprocher du bourgeon lui-même (courte distance) (Champagnat, 1992) et d'autre part, en climat à hiver doux, avec une DO peu profonde *assez uniformisée* par la cohabitation des inhibitions à longue et moyenne distance avec celle à courte distance (ou vraie DO) (Balandier, 1992; Lakhoua, 1995). En outre, on a vu au para. 3 que les bourgeons de certains cvs ont, en climat à hiver doux, une sensibilité aux variations ther-

miques quotidiennes ce qui n'est pas signalé en climat tempéré.

## CONCLUSION

La sensibilité des bourgeons étant différenciée par le milieu dans lequel ils ont évolué l'expression de la DO traduit les variations annuelles du climat à hiver doux et ce en relation avec la réaction des cvs fruitiers à ces variations. Ceci aboutit à un test biologique déterminant l'adaptation des cvs au climat à hiver doux par l'étude de la dynamique de la DO sur de jeunes plants en pépinière. Il est de même de la détermination de leurs précocités préconisées par l'intensité de la DO maximale et le déroulement de la levée de DO. Cette approche est économique et assez rapide pour l'étude des cvs dans un programme d'hybridation ou d'introduction. ●

## RÉFÉRENCES

- Arias O. et Crabbé J. (1975) - Les gradients morphogénétiques du rameau d'un an des végétaux ligneux en repos apparent. Données complémentaires fournies par l'étude de *Prunus Avium* L., *Physiol. Vég.*, 1, 69-81.
- Balandier P. (1992) - Etude de la dynamique de la croissance de quelques cultivars de pêcher cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion. Thèse de Doct. Univ. Clermont Ferrand II, 90 p. + 5 annexes.
- Benzécri J.P. et F. (1980) - Pratique de l'analyse des données. 1. Analyse des correspondances et classification: Exposé élémentaire. Dunod ed., Paris 455 p.
- Biclabé P. (1967) - Action de la température sur l'évolution des bourgeons de pommier et comparaison des méthodes de contrôle de l'époque de floraison. *Ann. Physiol. Vég.*, 9, 65-86.
- Champagnat P. (1992) - Dormance des bourgeons chez les végétaux ligneux, In *Les végétaux et le froid*, Hermann ed., Paris, 204-266.
- Crabbé J. (1968) - Evolution annuelle de la capacité intrinsèque de débourrement des bourgeons successifs de la pousse de l'année chez le pommier et le poirier. *Bull. Roy. Bot. Belgique*, 101, 195-204.
- Dreyer E. et Mauget J.C. (1986) - Conséquences immédiates et différées de périodes de sécheresse estivale sur le développement de jeunes noyers (*Juglans regia* L., cv Pedro). *Dynamique de croissance et de dormance automno-hivernale des bourgeons*. *Agronomie*, 6, 639-650.
- 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, Gravimorphisme 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. + 5 annexes.
- Lavarenne S. Barnola P. et Champagnat P. (1980) - Climats artificiels et dormance des bourgeons. 1. températures et dormance automnale chez le frêne (*Fraxinus exelcior* L.) *C.R. Acad. Agr., Fr.*, 16. 01. 1980, 92-106. Mauget J.C., 1988, Principales caractéristiques de la dormance des bourgeons chez quelques cultivars de noyer: conséquences sur la précocité de débourrement et la ramification de l'arbre. *Fruits* 43, 391-398.
- Mauget J.C. et Germain E. (1980) - Dormance et précocité de débourrement des bourgeons chez quelques cvs de noyer (*Juglans regia* L.) *C.R. Acad. Sc. Paris*, 290, D, 135-138. Pouget R., 1966, Etude du rythme végétatif: caractères physiologiques liés à la précocité de débourrement chez la vigne. *Ann. Amélior. Pl.*, 16, 81-100.
- Végis A. (1964) - Dormancy in higher plants. *Ann. Rev. Pl. Physiol.*, 15, 185-224.
- Abréviations: Dormance(s): DO(s); cultivar(s): cv(s); bouture de bourgeon: BN. Pour les dénominations des cvs cf. **tableau 1**. Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie: INRAT.