

Effets de la cyanamide d'hydrogène sur la levée de dormance du pommier (*Malus domestica*)

Ahmed MAHOU¹ & Mohammed HAKAM¹

(Reçu le 30/09/1993 ; Accepté le 11/10/1993)

مفعول هيدروجين سياناميد على إزالة الغفوة عند شجرات التفاح "*Malus domestica*"

مقارنة كمية الوحدات الحرارية التي يوفرها مناخ منطقة الغرب مع حاجيات شجر التفاح أوضحت نقصا هاما في البرودة الشتوية. مجموع الوحدات الحرارية يبقى أقل بكثير من الكمية الضرورية لزراعة أصناف التفاح التقليدية كالكولدن "Golden" استعمال سياناميد الهيدروجين "Cyanamide d'hydrogene"، قدم، سوى وحسن الأزهار. كما كانت لهذه المادة الكيماوية كذلك مفعول إيجابي على حجم، منضج ووزن الفواكه في حين كان مفعولها سلبيا على عقد وعدد الفواكه.

الكلمات المفتاحية : تفاح - مالوس دوميستিকা - سياناميد - دورميكس - نضج - أزهار - عقد - منطقة الغرب - المغرب.

Effets de la cyanamide d'hydrogène sur la levée de dormance du pommier (*Malus domestica*)

L'application de la cyanamide d'hydrogène (Dormex) a avancé, homogénéisé et amélioré le débourrement de la variété du pommier "Golden delicious". La floraison a été également avancée. Le produit a eu aussi un effet positif sur le calibre, la date de maturité et le poids des fruits. Cependant, la nouaison et, par conséquent, le nombre de fruits par arbre ont été inférieurs à ceux du témoin.

Mots clés: Pommier - *Malus domestica* - Cyanamide - Dormex - Débourrement - Floraison - Nouaison - Gharb - Maroc

Effect of hydrogen cyanamide on breaking dormancy of apple buds

The application of hydrogen cyanamide (Dormex) advanced, homogenized and improved bud break and flowering of "Golden delicious" apple. The chemical compound had also a positive effect on fruit size, weight, and ripening. However, fruit set and fruit number per tree were lower on treated trees than on the controle.

Keywords: Apple - *Malus domestica* - Cyanamide - Dormex - Bud break - Flowering - Fruit set - Gharb - Morocco

¹Département d'Horticulture, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202 - Instituts, 10101 Rabat, Maroc

INTRODUCTION

Les graines et les bourgeons des rosacées fruitières présentent une phase de dormance. Cette dernière est une adaptation utile permettant la survie des plantes sous des conditions climatiques rigoureuses, et joue ainsi un rôle économique important.

Un certain nombre de traitements, comprenant la lumière et le froid, sont efficaces pour la levée de la dormance. La plupart des arbres fruitiers exigent une période de froid hivernal dont la durée et l'intensité varient avec l'espèce et la variété, avant la reprise de la croissance.

Un manque en froid provoque un désordre physiologique de la croissance végétative et de la fructification. Cette insuffisance en froid est souvent rencontrée dans nos plaines à hivers doux. Elle se manifeste par un affaiblissement général de l'arbre, un retard du débourrement, un étalement de floraison et un faible rendement de fruits dont la qualité est médiocre.

Les chercheurs, se rendant compte de la gravité de ce problème, ont essayé de mettre au point des techniques artificielles et d'identifier des produits chimiques permettant de l'atténuer. Parallèlement à ces pratiques qui visent à améliorer la performance, voire à rendre possible la culture des espèces et variétés standards dans des zones à hiver doux, les chercheurs se sont penchés sur la création de variétés à faibles besoins en froid. Cependant, cette deuxième alternative, quand elle est possible, se trouve limitée par la qualité médiocre des fruits de ces variétés.

La grande extension que connaît la culture des rosacées fruitières notamment dans les plaines se trouve confrontée au problème crucial du manque en froid. En effet, de nombreuses études entreprises au sein de notre département ont toutes démontré une insuffisance en froid dans les plaines marocaines. Ainsi, Ben Ismail (1981) et Taoura (1986), tous deux utilisant la méthode de sommation linéaire, ont rapporté une quantité moyenne de froid annuelle de 500 heures pour le Gharb et de 760 heures pour le Saïss. El Moatamid (1983), en utilisant la méthode statistique, a trouvé un nombre de l'ordre de 650 unités de froid pour le Gharb. Toutes ces valeurs restent nettement inférieures aux besoins en froid de la "Golden delicious" qui sont de l'ordre de 1000 UF (Childers 1976).

Cette insuffisance en froid, mise en évidence par ces différentes méthodes, se trouve en fait confirmée par l'observation sur le terrain et par la performance médiocre des cultivars standards de Pommier tel que la "Golden delicious" dans les plaines marocaines.

Cette étude a pour objectif l'évaluation de l'efficacité de la cyanamide d'hydrogène sur le débourrement et la performance de "Golden delicious" sous les conditions du Gharb. En effet, ce produit s'est révélé efficace dans la levée de dormance d'un certain nombre d'espèces dans d'autres pays. Ainsi, la cyanamide d'hydrogène a amélioré le taux, avancé la date et homogénéisé le débourrement chez la vigne (Shulman *et al.* 1983, Bernstein 1984 & Casteran 1986), chez le pêcher (Escobar & Martin, 1987) et chez le pommier (Shulman *et al.* 1986).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit dans l'unité de production n° 6119 de la SO.DE.A située à une vingtaine de kilomètres à l'est de Sidi Allal Tazi dans la plaine du Gharb.

L'expérience a porté sur les arbres de la variété "Golden delicious" plantés en 1958 à une distance de 4 m x 1,5 m conduits en forme libre de type gobelet. La pollinisation est assurée par la présence de la variété "Reine des Reinettes".

On a utilisé le produit Dormex (R) qui est un régulateur de croissance expérimental pour la vigne et les arbres fruitiers. Ce produit a été développé par SKW (Trastberg AG, 8223 Trastberg, Allemagne). Il contient la cyanamide d'hydrogène (H_2CN_2) à 49% en solution aqueuse.

Le dispositif qui a été adopté dans cette étude est un bloc aléatoire complet (BAC) composé de 3 blocs (ou répétitions), de deux dates et de quatre doses d'application.

Les doses d'application sont 0% (Témoin, traité à l'eau), 2%, 4% et 8% du produit formulé. Les dates d'application sont le 1 et 15 février 1989.

Tous les traitements ont été appliqués à l'aide d'un pulvérisateur à dos de 15 l, la pulvérisation étant réalisée de façon à mouiller uniformément le bois. Chaque arbre a reçu 4 litres de solution.

2. Paramètres mesurés

• Contrôle du débourrement et de la floraison

Pour chaque traitement, quatre rameaux d'un an et quatre rameaux de 2 ans par arbre ont été marqués selon les quatre directions, à hauteur d'homme, pour tenir compte de l'effet d'exposition. Le nombre de rameaux par traitement est donc de 12 rameaux d'un an notés R1 et 12 rameaux de 2 ans notés R2.

Le comptage des bourgeons débourrés a été fait hebdomadairement. Les stades repères choisis sont le stade C de Fleckinger pour les bourgeons à fleur (BF) et le stade début d'étalement des feuilles pour les bourgeons à bois (BB). Le stade repère pour la pleine floraison est le stade F2 de Fleckinger.

Le comptage du nombre total des bourgeons a été fait le 14/4/89.

Les taux de débourrement et de floraison sont calculés à partir de formules :

$$\text{Taux de débourrement (\%)} = \frac{\text{Nombre de bourgeons débourrés}}{\text{Nombre total des bourgeons}} \times 100$$

$$\text{Taux de floraison (\%)} = \frac{\text{Nombre de bourgeons fleuris}}{\text{Nombre total de bourgeons floraux}} \times 100$$

• Contrôle de la nouaison et de la production

Pour évaluer l'importance de la nouaison selon le traitement, on a procédé au comptage des fleurs nouées sur 100 inflorescences par arbre repérées le 14/4/1989. Le stade repère retenu est le stade I de Fleckinger. Le taux de nouaison est égal à 100 fois le nombre de fleurs nouées divisé par le nombre total de fleurs.

L'évolution de la croissance des fruits a été suivie, tous les 15 jours, par la mesure du diamètre de dix fruits par arbre, marqués à hauteur d'homme, à l'aide d'un pied à coulisse.

La production a été également estimée. Ainsi, un comptage de fruits a été effectué le 13 août pour connaître le nombre de fruits par traitement et par arbre. Vingt fruits par arbre (soit 60 fruits par traitement) ont été prélevés et ramenés au laboratoire pour :

- mesurer le diamètre et répartir les fruits en trois catégories:
 - Calibre Extra : diamètre > 65 mm
 - Calibre I : diamètre compris entre 55 et 65 mm
 - Calibre II : diamètre < 55 mm
- déterminer le poids de l'échantillon
- déterminer les taux de sucre et d'acidité.

Le taux de sucre a été déterminé en degré Brix à l'aide d'un réfractomètre avec circulation d'eau à température constante (20°C) et comme source de lumière, la lumière du jour.

L'acidité totale a été déterminée par titration à l'aide de la soude (NaOH 0,1 N) et en utilisant la phénolphthaléine comme indicateur.

Le rendement a été estimé en multipliant le nombre de fruits compté par arbre par le poids moyen d'un fruit.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Effet de la cyanamide d'hydrogène sur le débourrement

Les traitements ont amélioré de manière significative le débourrement des bourgeons totaux par rapport au témoin pour toutes les dates d'observation. Le débourrement final était plus marqué pour la 2ème date d'application. Aucune différence apparente n'est visible entre les trois doses appliquées 2%, 4% et 8% (Tableau 1).

On peut constater une homogénéité du débourrement des bourgeons végétatifs entre les doses d'une même date d'application. En effet, l'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les dates et pas de différence entre les doses. Le taux de débourrement final des traitements du 15 février sont supérieurs à ceux du premier du même mois et qui sont eux mêmes supérieurs à ceux du témoin (Tableau 1).

L'effet de la cyanamide a été spectaculaire sur le débourrement des bourgeons floraux. En effet, la quasi totalité de ces bourgeons a débourré sur les arbres traités alors que sur les arbres témoins, ce pourcentage n'était que de 50% (Tableau 1).

L'étalement du débourrement des bourgeons floraux s'est fait pratiquement sur un mois. Le taux de débourrement maximum a été atteint le 14

Tableau 1. Effet de Dormex sur le débourrement (%) des bourgeons de "Golden Delicious"

Date	Dormex	Dates d'observations						
		15/3	22/3	31/3	6/4	14/4	19/4	27/4
1. Bourgeons totaux								
1/2/89	2 %	9a*	20c	34b	43b	52b	54b	55b
	4 %	9a	29b	45b	54b	55b	59b	60b
	8 %	10a	24bc	40b	50b	57b	58b	58b
15/2/89	2 %	14a	39a	59a	70a	77a	80a	80a
	4 %	12a	31b	50a	70a	78a	81a	82a
	8 %	14a	37a	51a	69a	76a	79a	79a
Témoin	0 %	0b	0d	0c	5d	7c	11c	16c
2. Bourgeons végétatifs								
1/2/89	2 %	6ab	13c	21b	29c	34c	35c	35c
	4 %	8ab	22b	40a	42b	45b	48b	50b
	8 %	8ab	25ab	38a	45b	47b	48b	49b
15/2/89	2 %	14a	34a	44a	50ab	54ab	56ab	58ab
	4 %	12a	26ab	45a	58a	62a	66a	67a
	8 %	13a	36a	46a	59a	61a	65a	65a
Témoin	0 %	0b	0d	0c	1d	2d	4d	6d
3. Bourgeons floraux								
1/2/89	2 %	25a	37a	51c	79b	93a	93a	93a
	4 %	24a	34a	60b	82b	95a	95a	95a
	8 %	34a	45a	64b	85b	98a	99a	99a
15/2/89	2 %	14b	43a	78a	94a	100a	100a	100a
	4 %	9bc	42a	62b	83b	98a	98a	99a
	8 %	7bc	39a	65b	89a	100a	100a	100a
Témoin	0 %	0c	0b	0d	4c	16b	29b	52b

* Les moyennes suivies par différentes lettres sont significativement différentes ($P < 0.05$) en utilisant le test de Newman & Keuls

avril pour tous les traitements, soit juste une semaine après le début du débourrement naturel (témoin). Ainsi, la cyanamide a avancé la date du débourrement. En plus, elle a amélioré son taux.

L'analyse statistique a révélé que les taux de débourrement des bourgeons floraux des traitements du 1er février sont significativement supérieurs à ceux des traitements effectués 2 semaines plus tard à la première date d'observation.

À partir du 14 avril, les arbres traités présentaient des taux de débourrements similaires et significativement supérieurs à ceux des arbres témoins et ce indépendamment de la dose et de la date d'application du Dormex.

Le débourrement maximal du témoin (50% à la fin avril) a été dépassé chez les arbres traités un mois plus tôt. La cyanamide a amélioré, avancé et groupé le débourrement.

Sur rameaux d'1 an, les traitements du 15 février ont donné les taux de débourrement les plus élevés pour les bourgeons végétatifs et floraux. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence entre les doses pour une même date. Cependant, une différence hautement significative a été enregistrée entre les dates d'application et entre les arbres traités et les témoins. Le taux du débourrement final des bourgeons floraux des arbres traités a atteint 100% contre 40% seulement pour les arbres témoins (Tableau 2).

Sur rameaux de 2 ans, ce sont également les traitements du 15 février qui ont donné les taux les plus élevés aussi bien pour les bourgeons végétatifs que pour les bourgeons floraux. L'analyse statistique a révélé une différence très hautement significative entre les arbres traités et les témoins (Tableau 2).

Outre son effet bénéfique sur le taux de débourrement et son groupement, la cyanamide d'hydrogène a entraîné une précocité moyenne du débourrement de 4 semaines par rapport au témoin.

Tableau 2. Effet du Dormex sur le débourrement (%) des bourgeons de "Golden Delicious"

Date	Dormex	Bourgeons végétatifs	Bourgeons floraux	Débourrement total
1. Rameaux d'1 an				
1/2/89	2%	39c*	99a	56c
	4%	57b	98a	68bc
	8%	48bc	100a	65bc
15/2/89	2%	66ab	100a	78ab
	4%	78a	100a	85a
	8%	71a	100a	81a
Témoin	0%	8d	38c	17d
2. Rameaux de 2 ans				
1/2/89	2%	35c	87a	45b
	4%	46bc	90a	51b
	8%	50ab	98a	57ab
15/2/89	2%	52ab	100a	67a
	4%	58a	99a	68a
	8%	60a	100a	70a
Témoin	0%	6d	34b	15c

* Les moyennes suivies par différentes lettres sont significativement différentes ($P < 0.05$) en utilisant le test de Newman & Keuls

2. Effet de la cyanamide sur la floraison et la nouaison

Les taux de floraison enregistrés le 22 mars ont montré que les traitements du 1er février ont donné des taux relativement élevés par rapport à ceux du 15 février et du témoin. À la date du 14 avril, l'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre les arbres traités et le témoin. Les mêmes résultats ont été enregistrés sur les rameaux d'1 an et sur les rameaux de 2 ans (Tableau 3).

Tableau 3. Effets de Dormex sur les taux de floraison et de nouaison (%) de "Golden Delicious"

Date	Dormex	Floraison (%)				Nouaison (%)
		22/3*	31/3*	6/4*	14/4*	
1/2/89	2 %	18a	52ab	76b	98a	25
	4 %	16a	49ab	78b	99a	25
	8 %	24a	58a	82ab	100a	26
15/2/89	2 %	6b	44b	90a	100a	25
	4 %	4b	46b	94a	100a	24
	8 %	4b	47b	96a	100a	23
Témoin	0 %	0c	0c	0c	14c	31

* mois

Les arbres traités ont fleuri en premier. L'effet du produit sur l'avancement du débourrement s'est répercuté sur la date de floraison. Celle-ci a été avancée de 4 semaines. La floraison chez les arbres traités a débuté le 15 mars et elle s'est achevée vers le 19 avril, alors que chez le témoin, elle a commencé vers le 6 avril pour s'achever vers le 18 mai. Ces résultats illustrent encore une fois l'effet bénéfique du Dormex sur la précocité et le groupement du débourrement et de la floraison.

Les taux de nouaison enregistrés sur les arbres traités sont légèrement inférieurs à ceux du témoin (Tableau 3). Ce résultat était prévisible en raison de l'effet de la cyanamide sur le taux de débourrement des bourgeons floraux et sur la floraison. En effet, pratiquement 100% des bourgeons floraux ont débourré sur les arbres traités contre 50% seulement chez le témoin. Il est généralement connu que l'intensité de la nouaison est inversement proportionnelle à celle de la floraison. En appliquant ces taux de nouaison, on peut calculer le nombre de fruits par arbre. Un arbre traité porte deux fois plus d'inflorescences (2000 fleurs par exemple) qu'un arbre témoin (1000 fleurs) en raison de la différence dans l'intensité de floraison. Le nombre de fruits noués est de $1000 \times 0.3 = 300$ pour le témoin et de $2000 \times 0.25 = 500$ pour le traité.

En dépit de leur taux de nouaison inférieur, les arbres traités vont pouvoir nouer plus de fruits que le témoin en raison de l'abondance de leur floraison.

3. Effet de la cyanamide sur la production

La vitesse de croissance des fruits a été évaluée en mesurant le diamètre des fruits entre le 25 mai et le 25 juillet. Les résultats enregistrés ont permis de distinguer deux phases de croissance distinctes.

Pendant la première phase (du 25 mai au 21 juin) la vitesse de croissance des fruits est plus élevée (0,6 mm/j) que pendant la deuxième phase (du 22 juin au 25 juillet) notamment sur les arbres traités (4 mm/j). La vitesse de croissance du témoin est restée constante (6 mm/j) en raison probablement de sa formation tardive.

Des échantillons de 60 fruits par traitement ont été récoltés le 13/8/89, soit une quinzaine de jours avant la récolte. Ils ont servi à la détermination du calibre, du poids moyen des fruits et de leur taux d'acidité et de sucres.

Les mesures effectués sur les fruits prélevés le 13 août ont permis de dresser le Tableau 4.

Dormex a amélioré le calibre du fruit. Les arbres non traités ont présenté des fruits à petit calibre dans une proportion qui dépasse les 50%. Le produit a également amélioré de manière significative le poids des fruits (Tableau 4).

En ce qui concerne les rendements, ils sont plus élevés chez le témoin que chez les arbres traités. Cette différence, qui est en partie compensée par l'amélioration du calibre chez les arbres traités, pourrait être dû à un manque de pollinisation chez ceux-ci. En effet, on a constaté un décalage de floraison entre "Golden delicious" et la variété pollinisatrice "Reine des Reinettes" qui n'a pas été traitée.

Les fruits issus des arbres traités présentent des taux d'acidité plus faibles et des taux de sucres plus élevés que ceux du témoin. Ces différences sont la conséquence de l'effet du Dormex sur l'avancement du débourrement et de la date de maturité des fruits, ceux du témoin n'étant pas encore à maturité complète.

CONCLUSION

L'application de la cyanamide d'hydrogène (Dormex) sur la "Golden delicious" a permis de hâter, de grouper et d'améliorer le taux de débourrement.

En effet, les arbres traités ont commencé à débourrer pratiquement 1 mois plus tôt que le témoin. Ils ont également atteint un taux de débourrement nettement supérieur à celui du témoin et leur floraison était moins étalée que celle des arbres non traités.

Tableau 4. Effets du Dormex sur le rendement, le calibre, le poids, la teneur en sucre ("Brix) et l'acidité des fruits de "Golden delicious"

Date	Dormex	Classe de calibre (%)			Calibre moyen (mm)	Poids moyen (g)	Nombre de fruits par arbre	Rendement par arbre (kg)	Sucre ("Brix)	Acidité (%)
		>65mm	55-65	<55mm						
1/2/89	2 %	20	45	35	57	98a*	164	16b	15	44
	4 %	20	47	33	58	98a	162	15b	14	46
	8 %	18	34	48	56	97a	166	16b	15	47
15/2/89	2 %	15	43	42	56	98a	169	16b	14	50
	4 %	27	38	35	58	96a	165	16b	14	49
	8 %	27	38	35	56	97a	169	16b	14	51
Témoin	0 %	07	38	55	54	90b	210	19a	12	58

* Les moyennes suivies par différentes lettres sont significativement différentes ($P < 0.05$) en utilisant le test de Newman & Keuls

Des résultats similaires ont été rapportés sur vigne (Shulman *et al.*, 1983 ; Bernstein, 1984 et Casteran, 1986), sur pêcher (Escobar & Martin, 1987) et sur framboisier (Snir, 1983).

La floraison a été également avancée par les traitements au Dormex. Cependant, le taux de nouaison des arbres traités était inférieur à celui du témoin. Ceci serait dû à une insuffisance de pollinisation en raison de décalage dans les périodes de floraison de la variété du fond ("Golden delicious" traitée) et de la variété pollinisatrice ("Reine des Reinettes" non traitée) et à une floraison abondante chez les arbres traités.

Le produit n'a pas affecté la croissance végétative proprement dite, mais il a, toutefois, amélioré l'état végétatif général de l'arbre en raison d'un débourrement plus important et, par conséquent, une feuillaison plus importante permettant une meilleure alimentation.

Cette amélioration s'est répercutée sur le calibre et le poids moyen du fruit qui étaient meilleurs chez les arbres traités. Cependant, le nombre de fruits par arbre traité était plus faible, à cause du manque de nouaison et de l'importance de la floraison, ce qui s'est répercuté sur les rendements. La maturité des fruits a été également hâtée par rapport aux conditions naturelles.

L'ensemble de ces résultats sont encourageants et plaident en faveur de l'utilisation de la cyanamide d'hydrogène sur pommier pour atténuer les effets du manque en froid dans les plaines marocaines.

Toutefois, avant de généraliser l'utilisation de ce produit, il conviendrait de répéter l'essai sur plusieurs années afin d'évaluer la régularité de ses effets bénéfiques et de s'assurer de l'absence des effets secondaires sur la longévité du verger.

RÉFÉRENCES

- Ben Ismail M.C. (1981) Contribution à l'étude de la dormance des bourgeons et de l'effet de leur forçage chimique chez le pommier (CV: Reine des Reinettes et Golden Delicious) dans le Gharb. Mémoire de fin d'étude I.A.V. Hassan II
- Bernstein Z. (1984) L'amélioration de la régularité de débourrement dans les régions à hiver doux. *Bulletin de l'OVI* 640 : 480-488
- Casteran P. (1986) Influence de la cyanamide d'hydrogène sur le débourrement et la production du cépage Cabernet-Sauvignon dans le vignoble de Bordeaux. *Physiologie de la vigne*, 3èmes symposium Int., 81-85
- Childers. N.F. (1976) Modern Fruit Science *Horticultural Publications NJ* 970 pp
- El Moatamid M. (1983) Effet de la défoliation manuelle de l'acide gibberellique, de la promaline et de la 6-Benzuladenine sur la substitution du besoin en froid de la production de pommier "Golden Delicious" dans les conditions du Gharb. Mémoire de fin d'études, I.A.V. Hassan II
- Escobar F.R. & Martin R. (1987) Chemical treatments for breaking-rest in peach in relation to accumulated chilling. *J.Hort.Sci.* 62 : 457-461
- Shulman Y., Nir G., Fanberstein L. & Lavee S. (1983) The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. *Sci. Hort.* 19 : 97 -104
- Shulman Y., Nir G. and Lavee S.(1986) Oxydative processus in bud dormancy and the use of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. *Acta Hort.* 179 : 157-162
- Snir I. (1983) Chemical dormancy breaking of red raspberry. *Hort. Science* 18 : 710- 713
- Taoura M.(1986) Étude des effets de la levée artificielle de dormance chez le pommier "Golden Delicious" dans le Saiss. Utilisation du DNOC + huile de pétrole. Mémoire de fin d'études, I.A.V. Hassan II