



# Possibilités et stratégies d'éclaircissage du pommier à l'éthéphon

A. WIDMER, M. GÖLLES, K. KOCKEROLS, W. STADLER et D. CHRISTEN<sup>1</sup>,  
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 185, 8820 Wädenswil

@ E-mail: [albert.widmer@acw.admin.ch](mailto:albert.widmer@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 44 78 36 243.

## Résumé

L'éthéphon est homologué depuis 2005 pour l'éclaircissage de toutes les variétés de pommes. Cette matière active peut être appliquée à trois moments différents: stade ballon, chute des pétales ou sur fruits de 8-12 mm de diamètre (maximum 14 jours après la fleur), à raison de 0,3-0,5 l/ha. L'efficacité de l'éclaircissage dépend de la température, optimale entre 18 et 22 °C; l'éthéphon ne devrait pas être utilisé au-dessus de 25 °C (risque de suréclaircissage), ni au-dessous de 15 °C. Lorsqu'il est appliqué en mélange avec du naphthylacétamide (NAD) à la chute des pétales, les prescriptions applicables au NAD doivent être observées.

L'efficacité de l'éthéphon peut varier fortement: l'éclaircissage peut échouer et le risque de suréclaircissage est plus grand qu'avec les matières actives usuelles NAD et ANA (acide naphthylacétique). L'homologation de l'éthéphon, en particulier l'établissement des trois moments d'application, permet d'adapter l'éclaircissage à la variété et à la vigueur. L'éthéphon est particulièrement destiné aux variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance, pour compléter les traitements au NAD ou à l'ANA. L'éthéphon n'est pas recommandé pour Golden Delicious en raison du risque de roussissure et de son efficacité souvent insuffisante.

## Introduction

L'éclaircissage chimique est l'une des principales mesures en arboriculture qui permettent d'influencer la formation des bourgeons floraux (empêcher l'alternance) et d'obtenir des fruits de qualité.

Les produits d'éclaircissage traditionnels, le NAD (naphthylacétamide) et l'ANA (acide naphthylacétique), donnent de bons résultats, mais leur efficacité peut varier selon les conditions météorologiques et le déroulement de la floraison. Le moment d'application du NAD est limité à la chute des pétales, celui de l'ANA sur fruit central à 8-12 mm de diamètre. Ces produits

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey.



◁ Fig. 1. L'un des buts de l'éclaircissage chimique est de favoriser la formation des bourgeons floraux pour l'année suivante et d'empêcher l'alternance.

▽ Fig. 2. L'éclaircissage chimique et manuel est déterminant pour la bonne qualité externe et interne des fruits.



provoquent rarement un suréclaircissage. L'introduction d'autres matières actives permet cependant de développer des stratégies d'éclaircissage pour chaque variété.

L'éthéphon est homologué depuis 1999 pour l'éclaircissage de la variété Elstar. Ces dernières années, il a été testé sur diverses variétés (seul ou en combinaison avec d'autres matières actives) pour évaluer ses éventuels effets secondaires (comme la roussissure), les moments d'application et les dosages. Les résultats de ces essais et l'expérience acquise ont contribué à étendre l'homologation de l'éthéphon à toutes les variétés de pommes dès le printemps 2005.

## Mode d'action de l'éthéphon

L'éthéphon (matière active: acide 2-chloréthylphosphonique), après son absorption par les tissus végétaux, est dégradé par dissociation de l'éthylène (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). L'augmentation du taux d'éthylène dans la plante facilite la séparation des tissus, provoquant la chute des fruits. L'éthéphon inhibe également la synthèse de l'auxine et favorise ainsi indirectement la chute des fruits (Schröder, 2003; Baab et Lafer, 2005). Selon Untiedt et Blanke (2001), l'éthéphon réduit la capacité d'assimilation de l'arbre et augmente la fixation du carbone (phase sombre de la photosynthèse), ce qui peut provoquer un stress de courte durée et une plus forte chute des fruits.

L'éthéphon inhibe la croissance des branches et améliore la formation de bourgeons floraux l'année suivante (Wertheim, 1997). L'éthylène favorise aussi le vieillissement des plantes et des fruits: un traitement à l'éthéphon deux à trois semaines avant la récolte accélère la maturation et améliore la coloration des fruits (Schumacher, 1989; Larrigaudière et Pinto, 1996). En Suisse, ce traitement avant la récolte n'est pas autorisé. L'éthéphon a également un effet d'éclaircissage sur les pruniers. Des gouttes de résine peuvent cependant se former sur les fruits, vraisemblablement en raison de l'augmentation de la production d'éthylène dans les fruits. L'éthéphon n'est donc pas adapté pour l'éclaircissage des pruniers (Stadler *et al.*, 2004). Pour les cerises, l'éthéphon diminue l'adhérence des fruits et facilite la récolte mécanique des cerises de transformation, mais le seul produit (Ethrel) homologué pour cet usage n'est cependant plus commercialisé. En Suisse, les traitements à



Fig. 3. Verger d'essai avec la variété Rubens® dans une exploitation de la pratique à Landschlacht (TG).

l'éthéphon ne sont donc autorisés que pour réguler la charge des cultures de pommiers. L'émission d'éthylène et l'éclaircissage étant dépendants de la

température pendant et après le traitement, l'effet peut être nul ou au contraire trop fort lors de conditions non optimales.

Tableau 1. Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2006.

Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	<b>Royal Gala</b> Fleuren 56 3,5 × 1,1 m 2002 Güttingen (TG) 8
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,75 l/ha, stade ballon 5) ANA 3 kg/ha, fruits de 10-12 mm 6) BA 7,5 l/ha, fruits de 10-12 mm 7) ANA 2 kg/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	<b>Rubens®</b> M9 3,4 × 1,3 m 2002 Landschlacht (TG) 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) NAD 300 g/ha, chute des pétales 5) NAD 300 g/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales 6) NAD 300 g/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales → éthéphon 0,3 l/ha après 14 jours 7) ANA 3 kg/ha, fruits de 10-12 mm 8) ANA 2 kg/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm

## Matériel et méthodes

Les essais d'éclaircissage chimique ont été menés par Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 2006 et 2007 sur deux parcelles différentes à Güttingen et Landschlacht (Thurgovie) avec les variétés Royal Gala sur Fleuren 56 en 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> années de végétation, Rubens® sur M9 en 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> années de végétation, Braeburn sur Fleuren 56 en 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années de végétation et Mairac® sur J-TE-E et J-TE-F en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années de végétation. L'essai comportait huit répétitions pour les variétés Royal Gala et Mairac® et quinze répétitions pour les variétés Rubens® et Braeburn (un arbre par répétition). Les traitements ont été appliqués au gun à environ 2000 l/ha. Les matières actives utilisées étaient l'éthéphon, le naphthylacétamide (NAD), l'acide naphthylacétique (ANA) et le benzyladénine (BA), avec les produits suivants: Céron (39,6% éthéphon), Dirigeol-N (50% NAD), Geramid-Neu (44,8 g/l NAD), Rhodofix (1% ANA), Dirager (36,8 g/l ANA), MaxCel (1,9% benzyladénine). Les tableaux 1 et 2 présentent les dispositifs expérimentaux.

Les mesures et observations ont porté premièrement sur l'efficacité d'éclaircissage avec un comptage du nombre de fruits par 100 inflorescences. Les paramètres de production tels que le rendement (kg/arbre), le poids, le calibre et la couleur des fruits ont été enregistrés avec une calibreuse automatique (Greefa, Geldermalsen, Pays-Bas). La qualité intrinsèque des fruits (fermeté de la chair, teneur en sucre) a été évaluée sur un échantillon de dix fruits par arbre. La fermeté de la chair a été mesurée avec un pénétromètre de table et la teneur en sucre avec un réfractomètre digital. Les résultats sont une moyenne des mesures de chaque fruit. L'analyse statistique (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ) a été réalisée grâce au logiciel STSS.

Les recommandations d'utilisation de l'éthéphon et les stratégies d'éclaircissage présentées pour les variétés Golden Delicious, Elstar, Boskoop, Jonagold, Maigold, Rubi-nette, Fuji et Milwa reposent sur des essais menés depuis dix ans au sein d'ACW. Les éventuels effets secondaires (roussissure sur Golden Delicious) ont été évalués visuellement.

## Résultats et discussion

La bonne efficacité de l'ANA (56 fruits/100 inflorescences), comparable à l'éclaircissage manuel, a été confirmée sur la variété Gala (tabl. 3). L'éthéphon au dosage standard de 0,3 l/ha au stade ballon a été insuffisamment efficace; un bon éclaircissage a été obtenu avec un dosage plus élevé (0,75 l/ha). L'éclaircissage ne favorise pas seulement le calibre, mais également la fermeté de la chair et la teneur en sucre. L'éclaircissage manuel a eu un effet particulièrement positif sur ces paramètres qualitatifs.

**Tableau 2. Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2007.**

Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	<b>Braeburn</b> Fleuren 56 3,5 × 1,1 m 2003 Güttingen TG 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 4) ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 5) BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm 6) ANA 0,8 l/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	<b>Mairac®</b> J-TE-E, J-TE-F 3,6 × 1,1 m 2004 Güttingen TG 8
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 6) NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 7) NAD 3,4 l/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales Eclaircissage manuel après la chute de juin pour toutes les variantes
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	<b>Rubens®</b> M9 3,4 × 1,3 m 2002 Landschlacht TG 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 4) NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 5) NAD 3,4 l/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales Eclaircissage manuel après la chute de juin pour toutes les variantes

**Tableau 3. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Gala pour l'année 2006.**

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	Sucre °Brix
Témoin	102 a	23,7 a	93,5 c	9,19 b	12,2 b
Eclaircissage manuel	61 b	15,1 c	128,3 a	9,96 a	12,9 a
Ethéphon 0,3 l/ha	86 a	20,8 ab	97,6 c	9,32 b	12,3 ab
Ethéphon 0,75 l/ha	59 b	20,0 b	114,1 b	9,23 b	12,7 ab
ANA	56 b	18,1 bc	122,4 ab	9,12 b	12,5 ab
BA	62 b	21,1 ab	117,8 b	9,60 ab	12,5 ab
ANA+BA	62 b	19,7 b	119,4 ab	9,31 b	12,4 ab

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ).

**Tableau 4. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Rubens® pour l'année 2006.**

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	Sucre °Brix
Témoin	75 a	16,4 a	157,6 bc	7,92 ab	12,5 a
Eclaircissage manuel	44 c	15,1 ab	170,5 a	7,98 abc	12,7 ab
Ethéphon 0,3 l/ha	57 b	15,0 ab	156,0 c	8,03 bc	12,7 ab
NAD	45 c	12,4 bc	174,3 a	7,78 a	13,0 ab
NAD + éthéphon	40 cd	15,4 ab	168,8 ab	7,82 ab	12,7 ab
NAD + éthéphon → éthéphon	37 d	10,5 c	169,9 a	8,15 c	13,4 b
ANA	53 bc	15,6 ab	167,0 abc	8,03 bc	13,1 ab
ANA+BA	49 bc	14,5 ab	166,5 abc	8,37 d	13,4 b

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ).

**Tableau 5. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Rubens® pour l'année 2007.**

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	Sucre (°Brix)
Témoin	149 c	16,9 ab	145,1 abc	7,88 ab	12,6 c
Eclaircissage manuel	64 a	15,5 a	152,3 c	8,08 b	12,6 c
Ethéphon → ANA	118 b	18,0 ab	141,2 ab	7,66 ab	12,2 bc
NAD	120 b	18,4 ab	148,0 bc	7,48 a	11,8 ab
NAD + éthéphon	128 b	20,1 b	140,5 ab	7,66 ab	12,0 abc

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ).

**Tableau 6. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Braeburn pour l'année 2007.**

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	Sucre (°Brix)
Témoin	99 ns	26,2 c	171,2 a	8,23 a	11,2 a
Eclaircissage manuel	71	16,3 a	206,1 b	8,71 b	12,3 b
Ethéphon → ANA	99	20,3 ab	172,4 a	8,45 ab	11,7 a
ANA	73	23,8 bc	165,0 a	8,25 a	11,2 a
BA	107	24,0 bc	160,7 a	8,50 ab	11,4 a
ANA+BA	96	12,6 bc	169,0 a	8,34 ab	11,4 a

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ).

**Tableau 7. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Mairac® pour l'année 2007.**

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	Sucre (°Brix)
Témoin	130 d	8,0 b	201,7 b	8,65 ns	14,0 ns
Eclaircissage manuel	64 a	8,3 b	202,8 b	8,86	14,2
Ethéphon	117 cd	7,5 b	189,0 ab	8,60	14,2
Ethéphon → NAD	88 abc	4,3 a	176,0 a	9,14	14,9
Ethéphon → ANA	102 bcd	7,3 b	203,3 b	8,72	14,2
NAD	79 ab	7,2 b	188,7 ab	9,02	14,5
NAD + éthéphon	94 abc	6,9 b	193,7 ab	8,98	14,9

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test,  $p \leq 0,05$ ).

Le NAD à 300 g/ha a eu une bonne efficacité (45 fruits/100 inflorescences) en 2006 sur Rubens® (tabl.4), comparable à l'éclaircissage manuel. L'éthéphon mélangé avec du NAD, mais également suivi d'un autre traitement à l'éthéphon après 14 jours (stratégie Elstar), a légèrement favorisé l'éclaircissage. Avec l'éthéphon (0,3 l/ha) au stade ballon, la nouaison était plus élevée, comme avec l'ANA. La combinaison ANA + BA a très bien éclairci ces deux variétés en 2006. En 2007, l'efficacité de tous les traitements chimiques a été insuffisante sur Rubens® (tabl. 5). Le nombre de fruits par 100 inflorescences a nettement dépassé celui de l'éclaircissage manuel. Tous les arbres de ces vergers privés ont dû être éclaircis manuellement après la chute de juin, afin de réduire la proportion de fruits à cidre, ce qui a donc réduit les différences de rendement et de qualité. La variété Rubens® s'avère très sensible aux dosages élevés d'éthéphon. En 2004 et 2005, des traitements à 0,75 l/ha au stade ballon et sur fruits de 10 mm ont provoqué un suréclaircissage, allant jusqu'à la chute quasi totale des fruits. Les expériences des dernières années (excepté 2007) indiquent que Rubens® peut être éclaircie avec 300 g de NAD/ha. Des dosages plus élevés peuvent conduire à une phytotoxicité sur les feuilles.

La bonne efficacité de l'ANA (73 fruits/100 inflorescences) sur Braeburn en 2007 (tabl. 6) n'est pas uniquement due au produit, mais également au fait que la floraison était en moyenne un peu plus élevée sur les arbres traités à l'ANA, ce qui a augmenté la chute naturelle des fruits et réduit leur nombre par 100 inflorescences. L'éthéphon au stade ballon, suivi par un traitement à l'ANA, mais également le BA et le mélange ANA + BA n'ont montré aucune efficacité par rapport au témoin. Les succès généralement observés avec l'ANA sur Braeburn ne se sont donc pas confirmés dans nos essais en 2007.

Les essais sur Mairac® (tabl. 7) ont été menés sur un jeune verger avec des arbres à croissance faible. Les résultats sont donc préliminaires. Le meilleur éclaircissage a été obtenu avec du NAD (79 fruits/100 inflorescences). La combinaison avec l'éthéphon au stade ballon ou à la chute des pétales n'a pas amélioré l'efficacité du NAD. Une application unique d'éthéphon avant la fleur a été insuffisante.

## Stratégies d'éclaircissage adaptées aux variétés

L'homologation de la matière active éthéphon pour toutes les variétés de pommes – et en particulier les trois moments d'application – ouvre de nouvelles possibilités d'adapter l'éclaircissage à la variété et à la croissance. C'est surtout un avantage pour les variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance. Dans le tableau 8 sont présentés quelques exemples de stratégies d'éclaircissage spécifiques à la variété, adaptés selon nous à l'état actuel des connaissances, mais d'autres variantes sont également possibles. Il est important que les producteurs fassent leurs propres expériences avec l'utilisation de l'éthéphon. La condition requise pour les stratégies présentées dans le tableau est une bonne floraison.



Fig. 4. L'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et n'est donc pas recommandé pour la variété Golden Delicious.

- **Golden Delicious:** aucun essai n'a été mené ces deux dernières années avec de l'éthéphon sur cette variété. Les résultats des années précédentes ont montré que son efficacité est insuffisante et qu'il peut favoriser la roussissure des fruits, comme l'ont également confirmé les essais de Stopar *et al.* (2007) et Lafer (2006). L'éthéphon n'est donc pas recommandé. Le NAD est la matière active la plus utilisée et la plus efficace avec cette variété. Lors de conditions défavorables après fleur, un éclaircissage à l'ANA sur fruits de 8-12 mm de diamètre est possible.
- **Gala** montre des signes d'incompatibilité avec le NAD (dégâts sur feuilles, fruits nains), qui peut inhiber trop fortement la croissance d'arbres faibles. Pour cette variété,

l'éclaircissage à l'ANA est recommandé. L'éthéphon se montre également efficace sur cette variété mais, en raison de l'inhibition de la croissance, son application dans les vergers de Gala de faible vigueur est problématique. Sur des arbres à forte floraison dont la vigueur est suffisante dans le haut de la couronne, l'application d'éthéphon est envisageable en utilisant uniquement les buses supérieures du pulvérisateur.

- **Elstar:** l'éthéphon est homologué depuis 1998 pour cette variété. En cas de forte floraison, un second traitement à l'éthéphon 14 jours après fleur, suivant le traitement standard avec un mélange NAD+éthéphon à la chute des pétales, a fait ses preuves (Pfammatter *et al.*, 2000).

- **Boskoop, Jonagold:** ces deux variétés sont en règle générale éclaircies au NAD. Un mélange avec de l'éthéphon peut s'avérer bénéfique en cas de forte floraison. Une application d'éthéphon 14 jours après la fleur est moins efficace pour l'éclaircissage, mais favorise la formation de bourgeons floraux et diminue légèrement le calibre, ce qui représente un avantage pour des variétés à gros fruits comme Jonagold. L'éthéphon appliqué au stade ballon a une bonne efficacité et favorise la formation de bourgeons floraux, mais également le calibre, ce qui n'est pas recherché avec ces deux variétés.

- **Maigold:** pour cette variété sensible à l'alternance, un bon éclaircissage après la fleur est important. Le mélange NAD+éthéphon a fait ses preuves, s'il est suivi d'un traitement ultérieur à l'éthéphon pour favoriser la formation des bourgeons floraux.

- **RubINETTE** est une variété difficile à éclaircir. L'application d'éthéphon au stade ballon, suivie de NAD à la chute des pétales, donne de bons résultats (éclaircissage et calibre).

- **Braeburn** présente une plus forte chute naturelle des fruits que d'autres variétés. Son éclaircissage chimique est réalisé à l'aide d'ANA.

- **Fuji** peut avoir tendance à alterner. La stratégie avec éthéphon au stade ballon et NAD à la chute des pétales a fait ses preuves. Dans les vergers qui connaissent des problèmes d'alternance, un traitement ultérieur à l'éthéphon peut s'avérer utile.

- **Rubens®:** sur la base des expériences faites à ce jour, deux stratégies sont possibles pour cette variété. Pour diminuer l'alternance (héritage d'Elstar), le mélange NAD + éthéphon après la fleur a fait ses preuves. Le NAD peut provoquer un jaunissement des feuilles primaires chez Rubens®. En conséquence, le dosage doit être plus bas que celui habituellement utilisé pour «Golden». Dans des vergers à faible alternance, une autre possibilité est d'utiliser l'éthéphon au stade ballon et l'ANA sur fruits de 8 à 12 mm. Ainsi, les dégâts sur feuille peuvent être évités.

- **Milwa (Diwa®), La Flamboyante (Mairac®):** peu de résultats d'essais sont disponibles pour ces deux variétés. Pour Milwa, l'éclaircissage au NAD ou à l'ANA à la concentration utilisée pour «Golden» a fait ses preuves. Pour La Flamboyante, le NAD est recommandé.

Tableau 8. Stratégies d'éclaircissage à l'éthéphon à différents stades phénologiques pour les principales variétés de pommes (dosage 0,3-0,5 l/ha).

Variété	Stade ballon	Chute des pétales		Fruits de 8-12 mm	
	Ethéphon	NAD*	Ethéphon*	ANA	Ethéphon
Golden Delicious		X			
Gala	(X)			X	
Elstar		X	X		X
Boskoop		X	(X)		X
Jonagold		X	(X)		X
Maigold		X	X		X
RubINETTE	X	X			
Braeburn				X	
Fuji	X	X			(X)
Rubens®		X	X		
	X			X	

\*Mélange. (X) = traitement éventuel.

## Recommandations pour l'utilisation de l'éthéphon

L'éthéphon peut être appliqué à trois moments:

- Stade ballon, premières fleurs ouvertes.
- A la fin de la floraison, 75% des pétales tombés, mélangé à du NAD.
- Sur fruits de 8-12 mm de diamètre, 14 jours au plus après la floraison.

Le dosage est de 0,3 à 0,5 l/ha. L'efficacité de l'éclaircissage dépend fortement de la température pendant et après le traitement. La température optimale est de 18 à 22 °C. L'éthéphon ne devrait pas être utilisé au-dessus de 25 °C (risque de suréclaircissage), ni au-dessous de 15 °C. L'humidité de l'air est moins décisive, mais le traitement devrait être évité par temps sec. Combiné avec du NAD à la chute des pétales, les conditions applicables au NAD sont à observer.

L'éthéphon réduit la croissance des pousses et améliore la formation des bourgeons floraux. Sur des arbres peu vigoureux, l'inhibition de la croissance peut être excessive.

L'efficacité d'éclaircissage de l'éthéphon peut être très variable. L'éclaircissage peut être insuffisant ou le risque de suréclaircissage plus élevé qu'avec les matières actives usuelles NAD et ANA. Le prix avantageux de l'éthéphon ne doit pas inciter à l'utiliser sur toutes les variétés, car il n'est pas adapté pour beaucoup d'entre elles. L'éthéphon est destiné aux variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance, pour compléter des traitements au NAD ou à l'ANA. L'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et n'est pas recommandé pour Golden Delicious.

L'application d'éthéphon avant fleur permet de juger l'éclaircissage des fruits de 8 à 12 mm et donc de la nécessité d'un traitement à l'ANA. Le risque de gel est une limite à l'application précoce. Celle-ci favorise le calibre, ce qui est intéressant pour les variétés à petit calibre. Une application deux semaines après floraison favorise la formation de bourgeons floraux et peut légèrement réduire le calibre des fruits, ce qui peut s'avérer utile pour des variétés à gros calibre.

Les produits à l'éthéphon suivants sont commercialisés: Ethephon LG (Leu +Gygax), Etolux (Burri Agricide), Ethephon Médol (Médol), Ethephon (Sintagro). Cérone (Omya) n'est plus disponible depuis 2008.

## Conclusions

- ❑ Le but de la régulation de la charge adaptée à la variété n'est pas de choisir une stratégie particulière pour chaque variété, mais de pouvoir utiliser les mêmes traitements pour des groupes de variétés.
- ❑ Toutes les variétés peuvent être traitées au naphthylacétamide (NAD) ou à l'acide naphthylacétique (ANA); un traitement complémentaire à l'éthéphon se justifie pour les variétés difficiles à éclaircir ou sujettes à l'alternance.
- ❑ L'éthéphon peut être appliqué à trois stades phénologiques: stade ballon, fin de la floraison et sur fruits de 8-12 mm de diamètre (mais au plus tard 14 jours après la floraison). Le dosage habituel est de 0,3 à 0,5 l/ha et la température optimale lors de l'application, de 18 à 22 °C.
- ❑ Pour améliorer le calibre des fruits, l'éthéphon s'applique au stade ballon pour les variétés à petit calibre et sur fruits de 8 à 12 mm pour les variétés à gros fruits ou à croissance vigoureuse.
- ❑ Le risque de suréclaircissage est plus élevé avec l'éthéphon qu'avec le NAD et l'ANA. De plus, l'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et de ce fait n'est pas recommandé pour Golden Delicious.
- ❑ L'éthéphon ne constitue pas une solution miracle pour tous les problèmes de régulation de la charge, mais son utilisation peut présenter des avantages pour différentes variétés. L'expérience personnelle du producteur reste cependant décisive pour le succès de l'éclaircissage.

## Remerciements

Nous remercions les chefs de cultures Peter Vonderwaal (Landschlacht) et Patrick Stadler (Güttingen) pour leur précieuse collaboration.

## Bibliographie

- Baab G. & Lafer G., 2005. Kernobst. Harmonisches Wachstum – optimaler Ertrag. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 163 p.
- Lafer G., 2006. Auf die richtige Dosierung zum richtigen Zeitpunkt achten! *Besseres Obst* 51 (5), 18-21.
- Larrigaudière C. & Pinto E., 1996: Differential Effects of Ethephon and Seniphos on Color Development of «Starking Delicious» Apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121 (4), 746-750.
- Pfammatter W., Bertschinger L., Stadler W. & Krebs C., 2000. Efficacité et fiabilité des produits d'éclaircissage en arboriculture. Essais

avec l'éthéphon. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* 32 (2), 77-79.

Schröder M., 2003. Bioregulatoren im Apfelaufbau. Adresse: <http://www.dlr-rnh.rlp.de> [9 janvier 2008].

Schumacher R., 1989. Die Fruchtbarkeit der Obstgehölze. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 242 p.

Stadler W., Widmer A. & Bertschinger L., 2004. Neues zur Behangregulierung im IP- und Bio-Zwetschgenanbau. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 140 (5), 11-14.

Stopar M., Schlauer B. & Ambrozic Turk B., 2007. Thinning «Golden Delicious» apples using single or combining application of Ethephon, NAA or BA. *J. Cent. Eur. Agric.* 8 (2), 141-146.

Untiedt R. & Blanke M., 2001. Effects of Fruit Thinning Agents on Apple Tree Canopy Photosynthesis and Dark Respiration. *Plant Growth Regulation* 35, 1-9.

Wertheim S. J., 1997. Chemical Thinning of Deciduous Fruit Trees. Proc. 8th Symposium Plant Bioregulators. *Acta Hort.* 463, 445-462.

## Zusammenfassung

### Ethephon: Möglichkeiten und Strategien für die Apfelausdünnung

Ethephon ist seit 2005 für die Ausdünnung aller Apfelsorten zugelassen. Dieser Wirkstoff kann zu drei Zeitpunkten eingesetzt werden: Ballonstadium, abgehende Blüte oder bei 8-12 mm Fruchtdurchmesser (max. 14 Tage nach Blüte). Die Aufwandmenge beträgt 0,3-0,5 l/ha. Die Ausdünnwirkung ist temperaturabhängig. Optimal sind 18-22 °C. Bei Temperaturen über 25 °C (Überdünnungsgefahr) und unter 15 °C sollte Ethephon nicht eingesetzt werden. In Kombination mit NAAm bei abgehender Blüte sind die Bedingungen für NAAm zu beachten.

Ethephon kann deutliche Wirkungsschwankungen aufweisen. Einerseits kann die Ausdünnung ausbleiben, andererseits ist das Risiko der Überdünnung höher als mit den herkömmlichen Wirkstoffen NAAm und NAA. Mit der Zulassung des Wirkstoffes Ethephon und insbesondere den drei Anwendungszeitpunkten ergeben sich weitere Möglichkeiten, die Ausdünnung der Sorte und dem Wachstum anzupassen. Ethephon kommt insbesondere für schwierig auszudünnende und alternierende Sorten in Frage, als Ergänzung zu NAAm- oder NAA-Behandlungen. Ethephon wird bei Golden Delicious nicht empfohlen wegen Förderung der Berostung und oft ungenügender Wirkung.

## Summary

### Ethephon: strategies for thinning

Since 2005, Ethephon is registered for all apple cultivars in Switzerland. This agent can be applied at three phenological stages: flower «pink», petal fall» or at 8-12 mm fruit diameter (at least 14 days after flowering). The application rate is 0.3-0.5 l/ha. Thinning effect depends on the temperature, optimal at 18-22 °C. Above 25 °C (risk of overthinning) or below 15 °C, Ethephon should not be applied. When used in combination with NAAM at petal fall, conditions for NAAM should be followed. The impact of Ethephon varies very much. On one hand the thinning effect may fail, on the other hand the risk of overthinning is higher compared to the usual agents NAAM and NAA. With the admission of Ethephon and the setting of three application stages, the thinning of a cultivar can be more adapted to the different growing stages. However, Ethephon application is to be considered especially for cultivars with thinning difficulties or alternate bearing as a supplement to NAAM or NAA. Ethephon is not recommended with Golden Delicious for its low impact and russeting stimulation.

**Key words:** apple, fruit thinning, Ethephon.

## Riassunto

### Ethephon: possibilità e strategie per il diradamento del melo

L'ethephon è omologato dal 2005 per il diradamento di tutte le varietà di mele. Questa sostanza attiva può essere utilizzata in tre momenti differenti: stadio pallone, caduta dei petali o su frutta di 8-12 mm di diametro (al massimo 14 giorni dopo fioritura). La quantità applicata è di 0,3-0,5 l/ha. L'effetto del diradamento dipende dalla temperatura, ottimale tra 18 e 22 °C. A più di 25 °C, c'è il pericolo di diradamento eccessivo mentre sotto i 15 °C, l'utilizzazione di Ethephon è da evitare. quando è applicato in miscela con naftilacetamide (NAAM) alla caduta dei petali, le prescrizioni applicabili al NAAM devono essere osservate. L'efficacia del ethephon può variare fortemente: da una parte il diradamento può fallire, d'altra parte il rischio di diradamento eccessivo è maggiore rispetto ai prodotti ordinari NAAM e NAA. L'omologazione dell'ethephon, ed in particolare la determinazione dei tre momenti della sua applicazione, permette di adattare il diradamento alla varietà e al vigore dei meli. L'ethephon è indicato soprattutto per varietà di difficile diradamento e soggette all'alternanza, per completare i trattamenti con NAAM o NAA. L'ethephon non è consigliato per la varietà Golden Delicious a causa della sua efficacia spesso insufficiente e del rischio di rugginosità.