

# LA MATURATION CONTRÔLÉE DE L'ANANAS

## II-L'ETHREL ET SON ACTION AU COURS DES PHASES ASCENDANTE ET DESCENDANTE DE LA MATURITÉ

par A. POIGNANT

*Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer*

### LA MATURATION CONTRÔLÉE DE L'ANANAS

#### II - L'Ethrel et son action au cours des phases ascendante et descendante de la maturité

A. POIGNANT (IFAC)

*Fruits*, Jan. 1971, vol. 26, n° 1, p. 23-35.

RESUME - Des applications d'Ethrel, de 5 à 15 jours avant la première récolte prévisible d'un champ d'ananas, accélèrent d'une manière homogène entre fruits et dans chaque fruit les pigmentations de la peau et de la chair. Le produit agit également sur les caractères d'acidité et d'extrait sec, mais ne change pas les caractéristiques de translucidité et de remplissage, intervenant peu sur la maturation interne. De tels traitements, s'ils deviennent autorisés, permettraient de concentrer fortement les récoltes réalisables, peut-être en un seul passage.

## GÉNÉRALITÉS

Les études préliminaires effectuées par A. AUDINAY (1) sur les effets de ce régulateur de croissance pendant la maturation du fruit ont permis de situer les époques d'application et les doses à utiliser pour avancer la maturation de l'ananas et la grouper. Elles ont aussi permis de définir deux comportements différents de l'ananas selon qu'il était ou non traité à l'Ethrel.

Les fruits non traités mûrissent selon un gradient qui va de la base vers le sommet du fruit. Le phénomène analysé par R. HUET (2) peut être rapidement résumé ici : extérieurement les yeux de la base commencent à se pigmenter en jaune et ce phénomène se poursuit progressivement vers le sommet par une disparition rapide des pigments chlorophylliens laissant apparaître les carotènes dont le taux s'élève faiblement. A l'intérieur du fruit, la chair se colore aussi de la base vers le sommet. Il en est de même pour la translucidité de la chair et son remplissage. Enfin, autre indice d'une maturation étagée, l'acidité du sommet est toujours supérieure à celle de la base et l'inverse se produit pour le taux de sucre.

Les fruits traités à l'Ethrel ont une maturation externe globale pratiquement sans gradient de la base vers le sommet.

Deux jours après l'application d'acide 2 chloroéthyl phosphonique sur un fruit entièrement vert, on assiste à une pigmentation en jaune-vert du bord de tous les yeux, le centre restant vert foncé. Très rapidement, cette auréole vire à l'orangé alors que le centre se teinte de jaune et quatre jours après l'application, tout le fruit est uniformément orangé. L'évolution interne reste soumise au gradient de maturation progressif sauf pour la coloration. Dans les mêmes délais que la maturation apparente, on constate le développement d'une pigmentation uniforme sur toute la longueur du fruit (la base est toutefois légèrement plus foncée que le sommet). Cependant, la translucidité et le remplissage des fruits ne sont pas modifiés par l'application d'Ethrel et les gradients d'acidité et de sucre se maintiennent comme dans un fruit qui n'a pas été traité, ce qui ne veut pas dire que les valeurs absolues de ces deux caractéristiques ne soient pas affectées.

Tout semble se passer comme si l'Ethrel n'agissait que sur les pigments. C'est pour vérifier l'évolution de la maturité réelle que l'expérimentation décrite plus bas, comprenant trois essais principaux, a été mise en place. Au lieu de récolter les fruits au stade de coloration externe auquel ils auraient normalement été cueillis, on les a souvent coupés à des degrés de "maturité apparente" beaucoup plus avancée. Cela a permis de constater, dans la plupart des cas, une indépendance de la maturité apparente et de la maturité interne. Mais cela a également permis de mettre en évidence un effet régulateur de l'acide 2 chloroéthyl phosphonique sur la composition des fruits. Il est, dans une certaine mesure, possible de conclure que l'Ethrel, s'il avance la pigmentation, stabilise ou retarde peut-être même la maturation.

## ETUDE D'UNE NOUVELLE FORMULATION D'ACIDE 2 CHLORO-ETHYL PHOSPHONIQUE ET DES pH D'APPLICATION

Un premier essai d'une nouvelle formulation d'Ethrel a directement prolongé les expériences préliminaires (3). Il mettait en oeuvre quatre doses de cette formulation à deux pH d'application (soit 2 kg, 1 kg, 0,5 kg et 0,1 kg de m. a. par hectare), pulvérisées dix à quinze jours avant la date de récolte théorique. Dans un cas le pH de la solution-mère était de 2, dans l'autre de 6. Les parcelles comprenaient 50 plants, sur un bloc d'exploitation destiné à une production prévue pour la conserverie (décembre 1969).

Les observations, comme dans l'ensemble des essais, ont porté sur la maturité apparente notée selon le développement de la coloration orangée de 4/4 vert à 1/4 jaune (5 classes), la coloration interne (blanc, jaune pâle, jaune clair, jaune franc et jaune franc orangé), la translucidité (nulle, moyenne, forte) et le remplissage (nul, moyen, bon). On a en outre noté le développement des pourritures noires des yeux et les symptômes de brunissement interne quand il s'en manifestait.

L'application d'Ethrel a été faite le 9 décembre 1969 et les observations les 15, 18 et 22, soit 6, 9 et 13 jours après.

Six jours après l'application, tous les fruits étaient uniformément 4/4 verts. L'évolution ultérieure est résumée dans le tableau 1.

La rapidité du développement de la pigmentation jaune est fonction de la dose d'Ethrel appliquée et les faibles doses (1 kg/ha) ne sont pas satisfaisantes (quoique supérieures au témoin). Mais cette pigmentation est d'autant plus nette que le pH d'application est bas ; ceci est vraisemblablement dû à une hydrolyse de l'acide 2 chloroéthyl phosphonique qui a lieu avant que le produit ne pénètre dans la plante, au pH le plus élevé.

On retiendra que, comme dans les expériences préliminaires, les fruits traités avec cette nouvelle formulation d'Ethrel se sont pigmentés globalement, ce qui a parfois rendu difficile l'appréciation exacte de la coloration.

TABLEAU 1

18/12/69	1 A	2 A	3 A	4 A	1 B	2 B	3 B	4 B	Témoin
4/4 vert	0	8,25	35,42	66,66	7,29	33,67	76,04	93,00	100
1/4 jaune	36,46	37,11	47,92	29,17	40,63	53,06	22,92	7,00	0
1/2 jaune	54,17	50,52	16,66	4,17	48,96	13,27	2,04	0	0
3/4-4/4 jaune	9,37	4,12	0	0	3,12	0	0	0	0
22/12/69									
4/4 vert	0	0	4,30	25,27	0	4,12	25,27	42,55	54,28
1/4 jaune	2,06	9,47	22,58	33,68	5,21	29,90	48,42	43,62	35,00
1/2 jaune	20,62	25,27	45,16	33,68	32,59	45,36	24,21	13,83	10,72
3/4-4/4 jaune	73,32	65,26	27,96	7,37	62,50	20,62	2,10	0	0

Traitements : 1 = 2 kg m. a./ha    2 = 1 kg m. a./ha    3 = 0,5 kg m. a./ha  
4 = 0,1 kg m. a./ha

Sous-traitements : A = pH 2    B = pH 6

L'évolution interne est donnée seulement pour les deux doses les plus élevées à pH 2.

Chez les témoins, le développement de la coloration interne (tableau 2) est lent. Les fruits restent pâles jusqu'au 29 décembre et ne se pigmentent progressivement qu'après cette date. L'Ethrel provoque au contraire une évolution rapide mais la coloration se stabilise après le 29 décembre. La concentration de la solution d'Ethrel accélère aussi le développement de la pigmentation mais on observe en outre un ralentissement en fin de récolte quelle que soit la dose utilisée.

TABLEAU 2

	22 décembre			26 décembre			29 décembre			31 décembre			5 janvier
	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	T
J. pâle	0	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. clair	15	12		10	11	12	8	15	20	8	18	10	13
J. franc	5	6		10	9	3	8	5	3	12	2	12	17
J. franc orangé	0	0		0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
Total :	20	20		20	20	15	18	22	23	20	20	22	30

Les différences entre les fruits traités à l'Ethrel et les fruits témoins ne sont pas significatives sauf le 31 décembre, en fin de maturation où la translucidité des ananas témoins est supérieure à celle des fruits traités à l'Ethrel (tableau 3).

TABLEAU 3

	22 décembre			26 décembre			29 décembre			31 décembre			5 janvier
	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	T
nulle	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
moyenne	9	8		13	16	14	13	17	19	20	19	14	23
forte	11	13		7	4	1	5	3	5	0	1	8	7
Total	20	21		20	20	15	18	20	24	20	20	22	30

Le remplissage des fruits traités à l'Ethrel n'est pas significativement différent de celui des fruits témoins jusqu'au 26 décembre. Ultérieurement, les ananas traités semblent être plus creux que les témoins (tableau 4).

TABLEAU 4

	22 décembre			26 décembre			29 décembre			31 décembre			5 janvier
	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	T
nul	5	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
moyen	10	6		12	12	11	12	17	15	17	18	14	22
fort	5	10		8	8	4	6	3	9	3	2	8	8
Total	20	20		20	20	15	18	20	24	20	20	22	30

Les variations d'acidité des ananas témoins en fonction de la date de coupe ne sont pas significatives. L'acidité des fruits traités à l'Ethrel croît de la première à la dernière coupe. Elle est toujours significativement supérieure à celle des fruits témoins (tableau 5).

L'extrait sec des ananas témoins croît avec le temps. Celui des fruits traités à l'Ethrel, toujours inférieur à celui du témoin, ne varie pas.

TABLEAU 5

	22 décembre			26 décembre			29 décembre			31 décembre			5 janvier
	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	1A	2A	T	T
Acidité	15,55	15,14	-	16,31	15,59	14,96	17,07	16,78	15,10	17,55	17,14	15,03	15,40
Extrait sec	11,74	11,67	-	11,01	11,15	12,45	11,81	11,54	13,16	11,63	11,60	12,68	13,63

Les confrontations des résultats montre deux actions distinctes de l'Ethrel : il accélère la pigmentation de la peau, mais bloque apparemment l'évolution interne du fruit. Son action sur la coloration interne est rapide, aboutissant à une teinte accusée sur toute la longueur du fruit qui reste stable au cours du temps. Son effet sur la translucidité ou le remplissage n'est pas sensible en début d'évolution des fruits, et plus tard, il semble même les retarder. Enfin l'augmentation de l'acidité et la diminution de l'extrait sec paraissent traduire aussi un ralentissement de la maturation interne.

Tout se passe comme si, en permettant une évolution rapide des pigments, il retardait au contraire celle des autres caractères, laissant le fruit à un état "juvénile". C'est pour vérifier cette hypothèse que les deux essais suivants ont été mis en place.

## ÉVOLUTION DES FRUITS

Ces deux essais visaient à encadrer l'époque de mûrissement du fruit, courte période où il acquiert un optimum de qualités organoleptiques et physiques, comprise entre la fin de la maturation proprement dite et le début de la sénescence du fruit, selon la terminologie de GORTNER, DULL et KRAUSS (4).

Dans ces deux essais, on a procédé à des récoltes échelonnées dans le temps, sans tenir compte de la maturité apparente. Après la coupe, on sélectionnait les fruits les plus homogènes en colo-

ration extérieure et en poids pour en analyser les caractéristiques internes.

Le premier essai a porté sur la "phase ascendante" de la maturation, époque de fin de maturation qui aboutit au fruit physiologiquement mûr. Le second essai concernait "la phase descendante" comprenant la fin du mûrissement et le début de la sénescence. Ces deux termes de "phase ascendante" et "phase descendante" sont liés aux variations d'acidité constatées pendant le temps concernant la maturité idéale et surtout aux modifications organoleptique et physique observées.

Dans ces deux essais à double fin (conserverie et expédition de fruits frais) on a, pour chaque coupe, constitué deux lots identiques de fruits ; le premier lot analysé le lendemain de la coupe renseignait sur les qualités qu'on pouvait escompter dans une conserverie. Le second lot, stocké une dizaine de jours en atmosphère climatisée permettait une étude de fruits ayant subi des conditions proches de celles d'un transport réel.

• 1er essai : phase ascendante. Parcelles de 40 plants (20 retenus pour l'analyse) dans un bloc destiné à une production de fruits exportés frais (poids moyen : 1,350 kg) prévue pour fin mars 1970. Application d'Ethrel (1 kg m.a./ha) environ 15 à 20 jours avant la date de récolte théorique. Récoltes échelonnées 4, 7, 11 et 13 jours après l'application.

• 2ème essai : phase descendante. Parcelles de 30 plants (20 retenus pour l'analyse) dans un bloc destiné à une production de fruits pour la conserverie (poids moyen 2,200 kg) prévue pour fin mai 1970. Application d'Ethrel (2 kg m.a./ha) 5 à 8 jours avant la date de récolte théorique. Récoltes échelonnées 7, 10, 14, 17 et 21 jours après l'application.

#### "PHASE ASCENDANTE" DE LA MATURATION

On étudie l'évolution des fruits sur pied et d'abord leur maturité apparente.

Tous les fruits étaient entièrement verts lors de l'application d'Ethrel. L'évolution ultérieure est résumée dans le tableau 6.

TABLEAU 6 : Evolution de la coloration extérieure (en p. cent des fruits récoltés ; application d'Ethrel le 12.3)

	4/4 vert - 1/4 jaune	1/2 jaune - 3/4 jaune	4/4 jaune
16.3 (+ 4 jours)			
témoins	96,00	4,00	0
traités	72,67	24,67	2,66
19.3 (+ 7 jours)			
témoins	93,75	3,75	2,50
traités	44,57	46,67	9,16
23.3 (+ 11 jours)			
témoins	82,50	13,75	3,75
traités	10,00	25,00	55,00
25.3 (+ 13 jours)			
témoins	85,00	8,75	6,25
traités	6,25	27,50	66,25

On peut estimer, d'après ces résultats et si l'on admet un point de coupe aux stades 1/4 à 1/2 jaune, que le raccourcissement du cycle de fructification grâce à l'Ethrel se chiffre à 10 ou 15 jours. On notera que la coloration externe des témoins a peu évolué pendant ces 13 jours alors que presque tous les fruits traités à l'Ethrel auraient normalement été récoltés vers le 23 mars. Mais l'étude des caractères internes renseigne mieux sur l'opportunité de faire des récoltes très précoces.

Le tableau 7 traduit l'évolution de la coloration interne le lendemain de la coupe (en p. cent de fruits analysés).



TABLEAU 7

	blanc	jaune pâle	jaune clair	jaune franc	jaune franc orangé
16.3 témoins	100	0	0	0	0
traités	76,66	23,33	0	0	0
19.3 témoins	70,00	30,00	0	0	0
traités	23,33	30,00	46,66	0	0
23.3 témoins	80,00	20,00		0	0
traités	0	3,33	66,66	26,66	3,33
25.3 témoins	25,00	50,00	20,00	5,00	0
traités	0	0	10,00	70,00	20,00

Tous les fruits témoins restent dans des zones de coloration très pâle jusqu'au 25 mars, jour où les fruits commencent à mûrir. L'action de l'Ethrel est sensible à partir du 16 mars (4 jours après l'application). On ne note pas de gradient de répartition de la pigmentation et dès le 23 mars la coloration des fruits traités à l'Ethrel est généralement satisfaisante. On gagne là aussi une dizaine de jours sur la coloration interne.

Il n'a été noté aucune différence de translucidité ou de remplissage entre fruits témoins et traités le lendemain de la coupe. Ces caractères ont évolué en s'améliorant du début à la fin de l'essai mais de manière rigoureusement semblable.

Enfin, si quelques taches noires ont été observées, leur nombre est indépendant des applications d'Ethrel.

L'évolution de l'acidité et de l'extrait sec est résumée dans le tableau 8.

TABLEAU 8

	16 mars		19 mars		23 mars		25 mars	
	témoin	Ethrel	témoin	Ethrel	témoin	Ethrel	témoin	Ethrel
Acidité	10,19	9,25	11,54	12,61	10,62	14,00	12,66	15,67
Extrait sec	9,40	9,21	10,45	10,22	9,20	10,65	11,10	11,46

Malgré une courbe en dents de scie, l'acidité des ananas témoins croît significativement du 16 au 25 mars. C'est ce qui a généralement été observé avant la maturité complète. Celle des fruits traités croît aussi mais dans des proportions beaucoup plus importantes que celle des témoins. On retrouve, dans les trois dernières coupes, cette constatation qui a été faite dans l'essai précédent que l'Ethrel augmentait sensiblement l'acidité des fruits.

Il n'agit pas sur l'extrait sec qui, pour les fruits témoins ou traités, croît significativement du début à la fin de l'essai. Cet accroissement confirme ce qui avait été observé ailleurs pendant la phase ascendante de la maturation.

Considérons maintenant l'évolution des fruits après stockage en atmosphère climatisée. Le temps de stockage a été en moyenne de 11 jours pour chaque coupe, il ne représente pas les conditions effectives de transport pour des fruits exportés en frais, mais peut, par la température relativement élevée à laquelle les fruits ont été soumis, être considéré comme un stockage dans de mauvaises conditions.

Le tableau 9 résume les observations sur la coloration externe.

TABLEAU 9

	4/4 vert à 1/4 jaune	1/2 jaune à 3/4 jaune	4/4 jaune
16.3 témoin	60,00	35,00	5,00
Ethrel	10,00	53,33	36,66
19.3 témoin	40,00	25,00	35,00
Ethrel	0	13,33	86,66
23.3 témoin	26,32	36,84	35,00
Ethrel	0	0	100
25.3 témoin	25,00	40,00	35,00
Ethrel	0	0	100

L'évolution des fruits témoins montre nettement que s'ils sont récoltés trop verts, ils mûrissent mal et que beaucoup d'entre eux restent verts malgré la température de stockage favorable au développement de la coloration externe. Celle des fruits traités à l'Ethrel, comparée aux colorations initiales, montre que l'action de ce produit se poursuit après la coupe.

On a remarqué un flétrissement des couronnes en fonction de la date de coupe, accentué par l'Ethrel. Ceci est résumé ci-dessous :

Coupe du :	16.3	19.3	23.3	25.3
Témoin	B	B à F*	F**	F**
Ethrel	F*	F* à F**	F**	F*** à D

B = belle couronne ; F\* = quart apical des feuilles flétries ; F\*\* = tiers à moitié des feuilles flétries ; F\*\*\* = moitié apicale brûlée - le reste de la feuille peu turgescent et jaunâtre ; D = couronne détruite.

En ce qui concerne la coloration interne (tableau 10) la comparaison est nettement en faveur du traitement à l'Ethrel d'autant plus que la teinte soutenue ne s'accompagne d'aucune trace de surmaturation. Sur tous les fruits traités, on ne distinguait pas (ou à peine) de gradient de coloration et toute la chair du fruit était homogène.

TABLEAU 10 : Pourcentage des fruits observés de coloration :

	blanc	jaune pâle	jaune clair	jaune franc	jaune franc orangé
16.3 témoin	50,00	30,00	20,00	0	0
Ethrel	0	16,66	70,00	13,33	0
19.3 témoin	30,00	40,00	25,00	5,00	0
Ethrel	0	0	23,33	53,33	23,33
23.3 témoin	15,00	45,00	40,00	0	0
Ethrel	0	0	0	66,66	33,33
25.3 témoin	5,00	20,00	35,00	40,00	0
Ethrel	0	0	0	25,00	75,00

La translucidité et le remplissage n'ont pas été modifiés en cours de stockage et comme au lendemain de la coupe, l'Ethrel n'a pas modifié ces deux caractères.

Dans l'ensemble, aussi bien extérieurement qu'intérieurement, les plus beaux fruits étaient ceux traités à l'Ethrel. Malheureusement, il s'est manifesté dans tout l'essai un brunissement in-

terne affectant un pourcentage important d'ananas dans les premières coupes. L'Ethrel paraît avoir favorisé cet accident comme le montrent les résultats indiqués par les chiffres ci-dessous :

		16 mars		19 mars		23 mars		25 mars	
		T	E	T	E	T	E	T	E
Sains		85,00	60,00	75,00	66,66	95,00	80,00	90,00	90,00
brunissement	léger	15,00	23,33	25,00	10,00	0	16,66	10,00	5,00
	fort	0	16,66	0	23,33	5,00	3,33	0,89	5,00

Ce brunissement n'a pas pu être reproduit ultérieurement et cette fâcheuse tendance n'est pour l'instant pas confirmée.

L'évolution de l'acidité et de l'extrait sec (tableau 11) rappelle, par la croissance continue celle du lot témoin le lendemain de la coupe. On notera que l'acidité est toujours supérieure après stockage à ce qu'elle était onze jours plus tôt. Pour les fruits traités à l'Ethrel, on a obtenu une régularisation des variations entre les premières et les dernières récoltes, alors que l'acidité des premiers fruits récoltés a augmenté, celle des dernières coupes a diminué sous l'influence du stockage. L'extrait sec des fruits traités à l'Ethrel croît régulièrement, le stockage n'intervenant pas.

TABLEAU 11 : Acidité et extrait sec après stockage

		16 mars		19 mars		23 mars		25 mars	
		T	E	T	E	T	E	T	E
Acidité		12,94	13,64	12,60	12,77	12,79	12,78	13,78	13,8
Extrait sec		9,40	9,21	9,93	9,92	10,00	10,60	10,37	11,5

Pendant la phase ascendante de la maturation, on constate comme dans l'essai précédent (qui se situait à peu près à la même époque physiologique) une action très nette de l'Ethrel sur la coloration de la peau et sur la pigmentation de la chair. L'Ethrel ne modifie absolument pas la translucidité des fruits ni leur remplissage et cela, joint à l'élévation de l'acidité par l'application d'Ethrel laisse encore supposer une action qui se limite à modifier les pigments sans affecter les autres métabolismes conduisant au fruit mûr. Les conclusions sont également valables après un stockage du fruit.

Pratiquement, on retiendra pour les fruits destinés à la conservation que treize jours après l'application d'Ethrel, la plupart des fruits étaient à un degré de maturité apparente avancé mais (l'évolution interne le montre) il n'était pas nécessaire de les couper plus tôt (alors que des fruits parvenus naturellement à ce stade d'évolution externe auraient sans doute été surmûrs). Il en résulte une méthode de groupement de la récolte qu'on approfondira plus loin ; appliquer l'Ethrel en phase de maturation ascendante et attendre que tous les fruits d'une parcelle soient jaunes pour les couper : cela ne paraît pas nuire à la qualité et tendrait à améliorer l'homogénéité.

Pour les fruits destinés à l'exportation en frais, cette méthode paraît aussi donner des résultats satisfaisants, mis à part le brunissement interne qui n'existe pas cependant à la dernière coupe.

Ici aussi, après stockage, l'homogénéité est meilleure sans aucune dépréciation de la qualité; on doit toutefois faire quelques réserves sur l'état des couronnes dont l'Ethrel active le flétrissement.



## "PHASE DESCENDANTE" DE LA MATURATION

L'étude a été entreprise en appliquant l'Ethrel quelques jours seulement avant la date de récolte théorique (8 à 5 jours) et en poursuivant les comparaisons avec un témoin trois semaines après l'application.

La maturité apparente des fruits sur pied est étudiée dans le tableau 12 qui montre que l'on est parti d'un point voisin du début de la sénescence laquelle commencerait une douzaine de jours après l'application d'Ethrel.

TABLEAU 12

coupe du :	4/4 vert	1/4 jaune	1/2 jaune	3/4 jaune	4/4 jaune
25.5 témoin	23,6	20,2	28,1	18,0	10,1
Ethrel	0	3,3	18,7	40,7	37,3
28.5 témoin	15,6	15,6	12,5	51,0	5,3
Ethrel	0	0	0	16,7	83,3
1.6 témoin	2,6	5,8	0	51,9	39,7
Ethrel	0	0	0	0	100
4.6 témoin	0	0	0	0,2	91,8
Ethrel	0	0	0	0	100
8.6 témoin	0	0	0	8,2	91,8
Ethrel	0	0	0	0	100

A ce stade où il n'était plus nécessaire d'appliquer l'Ethrel pour modifier la coloration externe, l'action en est extrêmement rapide et tous les fruits jaunissent complètement, sans aucun gradient, en moins de cinq jours. C'est davantage sur les symptômes de "surmaturation" externe ou interne que doit être jugé l'Ethrel, car 75 p. cent des fruits non traités auraient normalement été récoltés le 25 mai et 85 p. cent le 28 mai.

Même en état de "surmaturation", et jusqu'au 4 juin, peu de lésions permettant le passage d'agents pathogènes sont à signaler. L'essai ayant en outre été défendu contre les rats avec de la coumarine, ces rongeurs friands de fruits mûrs n'ont pratiquement pas provoqué de dégâts. A la dernière coupe cependant, un nombre important de fruits pourris a été observé. La différence entre l'Ethrel et le témoin n'est pas significative, mais une tendance d'accroissement des pourritures pour les fruits traités à l'Ethrel est à signaler :

Ethrel = 32,3 p. cent      Témoin = 24,7 p. cent.

Les fruits choisis pour l'échantillonnage étaient indemnes de pourritures.

Les couronnes non réduites étaient belles dans leur ensemble et l'Ethrel n'a eu aucune action sur le poids des fruits (en grammes, ci-dessous)

	25.5	28.5	1.6	4.6	8.6	
Témoin	2265	2263	2291	1987	2217	F 1 NS
Ethrel	2074	2235	2251	2197	2021	

L'Ethrel améliore la coloration interne pour les deux premières coupes et supprime le gradient de coloration. Ensuite, comme le montre le tableau 13, les valeurs sont équivalentes.

TABLEAU 13 : Coloration interne (sur 30 fruits)

	25 mai		28 mai		1 juin		4 juin		8 juin	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
blanc	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jaune pâle	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0
jaune clair	16	22	20	12	6	13	8	2	3	2
jaune foncé	6	7	7	18	15	13	19	25	13	14
jaune foncé orangé	0	0	0	0	9	4	3	3	14	14

Il ne semble pas non plus que l'Ethrel intervienne sur la translucidité des fruits, sauf peut-être pour la dernière coupe où il la réduirait ; le tableau 14 regroupe les principaux résultats.

TABLEAU 14 : Translucidité (sur 30 fruits)

	25 mai		28 mai		1 juin		4 juin		8 juin	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
0	30	30	24	22	21	23	26	25	15	21
moyenne	0	0	4	4	2	3	2	4	3	5
forte	0	0	2	4	7	4	2	1	12	4

Là aussi enfin, le traitement à l'Ethrel n'a pas modifié le remplissage des fruits.

Un détail est à signaler qui aurait aussi pu l'être pour les autres essais ; à première vue, les coeurs des fruits traités à l'Ethrel paraissent moins gros que ceux des témoins ; les mesures effectuées prouvent qu'il n'en est rien, il ne s'agit que d'une apparence : sur les témoins, une différence de coloration tranchée sépare les fibres longitudinales du coeur des fibres radiales des yeux ; le coeur dans son ensemble est plus clair que les yeux. Cette différence est beaucoup moins nette sur les fruits traités à l'Ethrel où une couronne de fibres longitudinales du coeur se colore comme la pulpe des yeux. Il ne s'agit là que d'une illusion d'optique qui ne supprime pas les traces de coeur après découpage si celui-ci est d'un diamètre trop important.

L'acidité des fruits traités se situe légèrement au-dessus de celle des témoins, mais les différences ne sont pas significatives après le 15 mai où les fruits sont encore en phase de maturation :

	25 mai	28 mai	1 juin	4 juin	8 juin	Még. Na OH
Témoin	9,44	8,64	6,90	7,49	7,02	
Ethrel	10,90	8,81	8,26	8,03	7,37	

Les différences d'extrait sec ne sont pas significatives.

	25 mai	28 mai	1 juin	4 juin	8 juin
Témoin	14,52	14,56	15,37	15,98	16,10
Ethrel	14,60	14,36	14,67	15,17	15,00

On notera surtout pour le témoin, la chute d'acidité du début à la fin de l'essai, ainsi que l'accroissement de l'extrait sec. Ceci est normal pendant la sénescence.

Après stockage de 11 jours à 20-22°C tous les fruits sans exception sont devenus entièrement jaunes. Des nuances existent toutefois, les témoins sont jaune orangé alors que les fruits traités à l'Ethrel virent au rouge et sont d'une teinte plaisante.

L'aspect des couronnes est généralement bon, quelques pointes de feuilles se dessèchent légèrement.

On a assisté à une accentuation par l'Ethrel de la coloration interne vers le jaune doré, mais la suppression totale du gradient de coloration est le fait le plus remarquable (tableau 15). Comme au lendemain de la coupe, on ne peut pas conclure à une action de l'Ethrel sur la translucidité (tableau 16) et moins encore sur le remplissage.

TABLEAU 15

	25 mai		28 mai		1 juin		4 juin		8 juin	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
jaune clair	12	1	0	0	4	1	11	4	0	0
jaune franc	14	26	26	17	16	20	13	17	13	8
jaune franc orangé	4	2	4	12	10	8	4	3	6	5
Total :	30	29	30	29	30	29	28	24	19	13

TABLEAU 16

	25 mai		28 mai		1 juin		4 juin		8 juin	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
0	16	22	22	19	15	18	19	16	8	8
moyenne	11	6	7	4	8	8	5	6	6	2
forte	3	1	1	6	7	3	4	2	5	3
Total :	30	29	30	29	30	29	28	24	19	13

Quelques traces de brunissement interne des yeux par la base ont été observées. Les proportions d'yeux atteints s'établissent ainsi sur une coupe longitudinale mettant de 14 à 18 yeux en évidence :

	25 mai	28 mai	1 juin	4 juin	8 juin
Témoin	2,9	2,7	0,2	0	0
Ethrel	2,7	1,8	1,2	0	0

L'incidence de l'Ethrel n'est pas nette, mais il est intéressant de noter que le brunissement décroît avec les fruits coupés le plus tard !!

Pour les fruits témoins comme pour ceux traités à l'Ethrel, on constate une diminution de l'acidité du début à la fin de l'essai :

	25 mai	28 mai	1 juin	4 juin	Még. Na OH
Témoin	12,50	12,00	10,32	10,25	
Ethrel	13,31	11,18	10,40	10,30	

L'extrait sec est relativement stable :

	25 mai	28 mai	1 juin	4 juin	
Témoin	14,87	14,50	14,99	14,81	degrés Brix
Ethrel	14,47	14,32	14,69	15,05	

Les conclusions partielles sont analogues aux précédentes : l'Ethrel produit une modification de pigmentation qui ne change pas les autres phénomènes de la maturation. Ceci est particulièrement important si l'on tient compte de l'évolution déjà avancée des fruits lors de l'application.

## EFFET DES TREMPAGES DANS L'ETHREL DE FRUITS DÉJÀ COUPÉS

Ce problème n'a été abordé qu'assez succinctement par un seul essai dont les résultats sont décevants et par quelques tests qui mériteraient d'être poursuivis.

L'application avant un entreposage en chambre froide, de l'Ethrel sur des fruits dont la coloration extérieure variait entre 1/4 et 3/4 jaune, n'a été suivie d'aucun effet positif. Les fruits ne se colorent pas pendant le séjour à 11°C et ils évoluent comme les témoins à la sortie du local réfrigéré. Seule constatation négative : les couronnes trempées dans l'Ethrel ont une sensibilité accrue et se fanent rapidement.

La coloration interne de ces fruits trempés dans l'Ethrel n'est pas plus soutenue que celle des ananas témoins mais le gradient longitudinal s'estompe; la translucidité et le remplissage ne sont pas modifiés et il semble que le trempage abaisse légèrement l'acidité des fruits.

Sauf indications nouvelles, cette technique ne paraît promise à aucun avenir.

Il est enfin nécessaire de signaler que des fruits verts, et qui restent verts après un stockage de 10 jours à température ambiante, peuvent être jaunés à l'Ethrel (1000 ppm) de même qu'on peut homogénéiser la coloration extérieure de fruits entreposés à condition toutefois que la peau ne soit pas desséchée. Cette constatation dont l'étude n'a pas été approfondie pourrait être mise à profit après le transport des fruits.

## CONCLUSIONS

Les résultats exposés concordent dans leur ensemble : l'Ethrel agit sur les pigments tégumentaires, sur ceux de la chair et son action semble s'arrêter là. A l'exception de l'acidité, qu'il accroît pendant la phase ascendante de la maturation, il n'affecte aucun des caractères dont l'évolution simultanée aboutit au fruit mûr.

Les résultats du premier essai détaillé plus haut, nous ont fait écrire qu'un traitement à l'Ethrel accélérât la pigmentation de la peau mais bloquait apparemment l'évolution interne du fruit ; en fait, cette tendance souhaitée n'a pas été entièrement confirmée dans les deux essais suivants. Sans en avoir détaillé l'analyse, on peut, au regard des chiffres caractérisant la coloration de la peau et de la chair, conclure à une homogénéité accrue des fruits traités à l'Ethrel. Cette homogénéité ne s'arrête pas à la pigmentation. Elle affecte aussi (4) des caractères comme l'acidité et l'extrait sec dont on connaît les variations anarchiques non seulement au cours du temps mais à l'intérieur d'un lot extérieurement homogène.

L'accélération des métabolismes pigmentaires, l'homogénéisation de caractères aussi importants que l'acidité et l'extrait sec liés à une évolution sans bouleversements des qualités organoleptiques ou physiques permettent d'entrevoir une possibilité de groupement de la récolte. Encore faut-il définir un groupement satisfaisant.

Dans les essais préliminaires, on a montré la possibilité de réduire de plus de moitié l'écart entre la première et la dernière coupe d'une même récolte. Toutes les conclusions partielles de ces trois essais aboutissent à un même résultat : la récolte, qu'il s'agisse de fruits destinés à la conserverie ou de fruits pour l'exportation en frais, peut être effectuée en un seul passage. Dans le cas d'une application précoce (15 à 20 jours avant la date de récolte théorique) on constate que tous les fruits coupés deux semaines plus tard ont des qualités satisfaisantes tant pour la conserverie que pour l'expédition en frais. Cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas eu de fruits d'une maturité apparente entraînant automatiquement leur coupe en maturation non provoquée. Cela indique - sans aucune nonchalance - "qu'ils pouvaient attendre", qu'il leur était même nécessaire d'attendre que le dernier fruit soit entièrement coloré pour permettre une récolte générale. Les mêmes conclusions découlent de l'application tardive (5 à 8 jours avant la première récolte théorique).

Homogénéisation et groupement de la récolte, malgré tous les progrès que l'on peut espérer des applications d'Ethrel, si ce produit obtient une homologation d' "hormone" appliquée sur le fruit, n'impliquent pas une qualité entièrement homogène des produits finis (boîte de tranches ou caisse de fruits frais). Ils supposent simplement la possibilité de les rendre de qualité marchande à frais réduits. Les classer dans une qualité supérieure implique encore du doigté de la part des utilisateurs et plusieurs recherches complémentaires.

De toute manière, l'emploi de ce nouveau produit ne pourra être envisagé avant que soient terminées les études de résidus en cours aux U. S. A. sur des ananas traités à différents stades, et dans la mesure où ces études auront fait ressortir l'absence de résidus dans des conditions de traitement analogues à celles ayant fait l'objet des essais résumés dans le présent texte.

L'Ethrel n'est sûrement pas le seul générateur d'éthylène, et l'éthylène ne constitue pas obligatoirement le seul activateur de la maturation chez l'ananas. Seules des études complètes de la physiologie et de la biochimie de la maturation peuvent suggérer des méthodes homogénéisant davantage la maturation par l'application sur le fruit de produits intermédiaires du métabolisme qui conduit au fruit mûr.

## BIBLIOGRAPHIE

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 - AUDINAY (A.). Essai de contrôle artificiel de la maturation de l'ananas par l'Ethrel. <i>Fruits</i>, oct. 1970, vol. 25, n° 10, p. 695-708.</p> <p>2 - HUET (R.). La composition chimique de l'ananas. <i>Fruits</i>, mai 1958, vol. 13, n° 5, p. 183-197.</p> | <p>3 - POIGNANT (A.). <i>Doc. IFAC</i>, R.A. 1970, A 5, n° 6.</p> <p>4 - GORTNER, DULL, KRAUSS. Fruit development maturation ripening A biochemical basis for Horticultural terminology. <i>Hort. Science St Joseph</i>, 1967, vol. 2, n° 4, p. 141-144.</p> |
|---|--|

