

Étude sur la présence des nitrates dans les fruits à pépins et à noyaux *

C. HUGUET, M. BONAFOUS et G. DUCAILAR**

ETUDE SUR LA PRÉSENCE DES NITRATES DANS LES FRUITS A PÉPINS ET A NOYAUX

C. HUGUET, M. BONAFOUS et G. DUCAILAR

Fruits, Jul.-aug. 1976, vol. 31, n°7-8, p. 483-487

RESUME - Les déterminations effectuées par ionométrie indiquent que les nitrates ne s'accumulent pas à des niveaux très élevés dans les poires, les pommes, les cerises et les pêches.

L'examen d'échantillons provenant de diverses parcelles expérimentales a permis de mettre en évidence certaines variations des concentrations en nitrates des fruits en fonction de la nutrition des arbres en azote, magnésium et calcium.

D'autres facteurs susceptibles d'exercer une influence sur la concentration en nitrates des fruits ont été également examinés : le stade de maturation des fruits, l'application d'un réducteur de croissance, la nature des cultivars.

Du fait de leurs faibles teneurs en nitrates, les fruits examinés dans cette étude représentent une classe de produits intéressante pour l'alimentation de l'homme.

Les travaux consacrés depuis plusieurs décennies à la présence des nitrates et des nitrites dans les matières végétales ont le plus souvent comme objet la fraction de la plante qui est consommée. L'inventaire bibliographique présenté par ASHTON (3) permet d'apprécier l'importance des nitrates présents dans les divers organes végétaux frais : les feuilles et les tiges [WILSON (20), SCHUPHAN, SCHOTTMANN (18)], les fleurs [RICHARDSON (16), ACHTZEHN et HAWAT (1)], les racines [RICHARDSON (16), WALKER (19)], les grains [GILBERT, EPPSON, BRADLEY W.B., BEATH W.B., BEATH O.A. (9)]. Un certain nombre d'investigations réservées aux légumes mettent l'accent sur les différents facteurs dont dépend l'accumulation des nitrates dans la plante ; elles soulignent les conditions particulières qui président à la transformation éventuelle en nitrites de ces constituants, en particulier dans les produits destinés à la conserve. Dans la synthèse effectuée par ASHTON (3) on remarquera la place particulièrement modeste qu'occupent les fruits ; l'auteur estime en effet que

les nitrates ne sont présents dans les fruits qu'en faibles quantités. Le tableau 1 extrait de cette étude, reproduit les concentrations en nitrates des fruits, qui figureront dans la suite du présent rapport.

TABLEAU 1 - Teneurs en nitrates des fruits (d'après Maureen ASHTON)

	nitrate ppm	
		1
pomme	1	13 - 57
	2	< 10
poire	1	0 - 17
	2	< 10
prune	1	26 - 57
	2	< 10
abricot	2	< 10
	2	< 10
cerise	2	< 10
	2	< 10
pêche	1	22 - 31
	2	< 10

Références :

1 - Richardson (1907)

2 - Achtzehn et Hawat (1969)

* Etude présentée à Dijon, au Symposium sur les nitrates dans les aliments, 11 et 12 mai 1976 et publiée conjointement dans la revue *Annales de Nutrition et d'Alimentation*.

** Département d'Agronomie, INRA, 84000 MONTFAVET.

En 1975 WALKER (19) actualise les données précédentes

en adjoignant les travaux de JACKSON, STEEL et BOSWELL (11), et il conclut également : «A quelques exceptions près les fruits contiennent très peu de nitrates, dans l'ensemble moins de dix parties p.10⁶. Les principales exceptions concernent les bananes, les fraises et les tomates, dont les concentrations en nitrates se situent entre 25 et 140 parties p.10⁶». D'autre part, dans les préparations alimentaires contenant des fruits et destinées aux enfants en bas âge, on relève des teneurs en nitrates comprises entre 0 et 28 parties p. 10⁶, valeurs notablement inférieures à celles des préparations qui contiennent des légumes, que KAMM, Mac KEOWN et SMITH (12) estiment comprises entre 70 et 2160 parties par 10⁶.

Il convient de se demander si les teneurs en nitrates dans les différentes espèces de fruits n'ont pas augmenté depuis le début du siècle, en raison de l'influence de plusieurs facteurs: les techniques culturales appliquées dans les vergers, l'introduction de nouveaux cultivars, l'état de maturité des fruits à la récolte.

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de fruits à pépins, les poires et les pommes, et ceux de fruits à noyaux, les cerises, les pêches, les pavies, proviennent en partie des vergers expérimentaux situés dans les conditions du climat tempéré de la moitié sud de la France, parcelles qui sont conduites par le Laboratoire d'Agronomie de l'INRA de Montfavet. Cependant, quelques exemplaires des cultivars de pêches et de pavies ont été aimablement transmis par M. SOUTY, de la Station de Technologie végétale de Montfavet.

Les teneurs en azote nitrique du matériel végétal sont déterminées par ionométrie en utilisant l'électrode spécifique Orion, selon la technique préconisée par MAZOYER (15).

Les jus de fruits, extraits par le broyage des pulpes, après centrifugation et filtration, sont additionnés d'une solution de phosphate monopotassique 0,2 M et d'une résine Dowex 50W X8, saturée en aluminium [SCHOUWENBURG (17)]. Dans les conditions d'un pH suffisamment bas, on élimine l'influence des ions HCO₃⁻, tandis que la résine s'oppose à l'interférence des acides organiques dissociés.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Influence de la fertilisation sur la concentration en N(NO₃⁻) des poires Dr J. Guyot.

Les mesures ont porté sur les échantillons des jus de poires provenant des arbres d'un verger, soumis depuis 1959 à deux niveaux de fertilisation azotée (120 kg et 300 kg/ha), en présence d'apports phosphatés et potassiques, ou en

l'absence de ces deux éléments. Les prélèvements de fruits ayant été réalisés au cours de quatre récoltes échelonnées du 15 juillet au 6 août 1975, on a déterminé également les teneurs en sucres totaux afin de préciser l'évolution de la maturation des fruits (tableau 2).

On constate tout d'abord que les teneurs en azote nitrique ne sont pas élevées. Cependant, exprimées en nitrates, les concentrations comprises entre 27 et 42 parties p. 10⁶ apparaissent supérieures à la valeur maximale mesurée par RICHARDSON (16) pour la poire (tableau 1).

Notons également que l'influence du niveau de fertilisation le plus élevé se traduit par une augmentation relativement modeste de la concentration en N(NO₃⁻) du jus de poires; l'accroissement de 15 p. cent observé porte sur les concentrations les plus faibles en N(NO₃⁻) mesurées lors de la quatrième récolte, c'est-à-dire celle qui correspond aux fruits ayant atteint le stade de maturation le plus avancé. Cette constatation rejoint les conclusions que LUH, UKAI, CHUNG (14) formulent au sujet de la tomate: les teneurs en nitrates sont plus élevées dans les fruits verts, comparativement aux fruits mûrs.

Par ailleurs nous n'avons pas décelé dans le cas de ce verger de poiriers une action nette de la fertilisation annuelle phosphatée et potassique.

Influence de la fertilisation azotée et boratée sur la concentration en N(NO₃⁻) de la cerise.

Dans le verger de référence, les cerisiers C.V. Bigarreau Burlat sont soumis, depuis 1972, à deux niveaux de fertilisation azotée: 100 kg et 300 kg d'azote à l'hectare; ces apports sont conjugués à des pulvérisations de sels boratés, appliqués au feuillage, tandis que des arbres témoins ne reçoivent pas cet élément. Les teneurs en N(NO₃⁻) des jus de cerises, reportées au tableau 3, n'apparaissent pas élevées; elles correspondent cependant à des concentrations en nitrates deux fois plus fortes que celles citées par ACHTZEHN et HAWAT (1), indiquées au tableau 1.

Dans le cas présent, on ne décèle ni l'effet des applications d'azote les plus élevées, ni celui des sels boratés, sur la teneur en nitrates des cerises.

Influence de l'alimentation en magnésium et en calcium du pommier Golden sur la teneur en N(NO₃⁻) de la pomme.

Nous disposons d'une culture de pommiers Golden greffés sur M. 106, conduits depuis 1972, selon la technique des hydroponiques. Dans ces conditions de culture nous avons pu évaluer l'action, sur la concentration en nitrates des fruits, de niveaux de nutrition variés en calcium et en magnésium. Nous avons procédé à deux récoltes successives des pommes, afin de tenir compte de l'évolution de leur

TABLEAU 2 - Influence de la fertilisation sur la teneur en $N(NO_3^-)$ des poires Guyot.

Niveau de fertilisation kg/ha			Dates de récolte							
			15.7.75		23.7.75		29.7.75		6.8.75	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l
120	0	0	7,1	74	8,8	72	7,8	73	6,4	81
120	96	300	8,0	71	9,0	64	7,1	79	6,2	77
300	0	0	8,4	79	9,5	73	7,4	80	7,4	82
300	96	300	8,5	64	9,2	67	7,6	73	7,1	74

TABLEAU 3 - Influence de la fertilisation en azote et en bore sur la teneur en $N(NO_3^-)$ des cerises C.V. Burlat

Facteur étudié	Azote	Bore	N(NO ₃ ⁻) mg/l	Sucres g/l
Azote et Bore	100	0	5,2	110
	100	+	5,6	121
	300	0	5,7	116
	300	+	5,5	124
Alar 85	0		7,4	111
			11,5	117

maturation, exprimée par les teneurs en sucres totaux, reportées au tableau 4.

Les arbres sous-alimentés en magnésium (0,6 meq de Mg par litre de solution nutritive) produisent des fruits dont la concentration en nitrates est inférieure à celles des arbres convenablement approvisionnés en cet élément (tableau 4).

Dans le cas de la malnutrition magnésienne on a pu constater, au cours de la maturation, une faible valeur de l'acidité libre du jus des fruits, ainsi que de la teneur en sucres totaux. La présence simultanée d'une faible concentration en acides organiques et en nitrates dans les fruits peut être considérée comme l'indice d'une faible absorption d'ions nitriques par les arbres.

Par ailleurs, à un approvisionnement insuffisant des arbres en calcium (1 meq de calcium par litre de solution nutritive) correspond une plus forte teneur des fruits en nitrates : l'accroissement de la concentration des fruits en ions nitriques excède de 34 p. cent celle des fruits bien alimentés en calcium (3,25 meq de calcium par litre de solution nutritive).

Ainsi qu'on l'a souligné pour la poire, le stade de maturation de la pomme influence également la teneur en nitrates du jus des fruits : aux plus fortes teneurs en sucres, mesurées lors de la récolte la plus tardive, correspondent les plus faibles concentrations en nitrates. Mais, à l'opposé de ce que l'on a constaté pour la poire et la cerise, les valeurs des nitrates dosées dans les jus de pommes se situent parfaitement dans l'intervalle des teneurs citées antérieurement par RICHARDSON (16) (tableau 1).

Influence d'un réducteur de croissance sur la teneur en $N(NO_3^-)$ de la cerise C.V. Burlat.

Ainsi que l'ont déjà signalé HUGUET et ARNOUX (10) l'introduction de nouvelles techniques dans les vergers peut modifier le métabolisme de certains éléments dans les arbres : en particulier l'application sur cerisier d'un réducteur de croissance, l'Alar, s'accompagne de modifications des teneurs en azote total des feuilles. Les résultats de nos derniers travaux montrent que l'utilisation de ce réducteur de croissance a eu aussi pour effet une augmentation notable de la teneur des fruits en nitrates (tableau 3).

TABLEAU 4 - Teneurs en $N(NO_3^-)$ des pommes Golden - cultures hydroponiques à niveaux variés en Ca et Mg.

Composition des solutions nutritives meq/l		Dates de récoltes			
		11.9.75		13.10.75	
Mg	Ca	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l	N(NO ₃ ⁻) mg/l	sucres totaux g/l
0,6	5,9	4,6	112	4,0	112
5,5	1	8,6	138	4,7	143
3,25	3,25	6,4	131	4,0	143

TABLEAU 5 - Teneurs en $N(NO_3^-)$ de quelques cultivars de poiriers, pêcheurs et pavies

Cultivar	Porte-greffe	1.8.75		5.8.75	
		$N(NO_3^-)$ mg/l	sucres totaux g/l	$N(NO_3^-)$ mg/l	sucres totaux g/l
Williams	cognassier franc	2,9	106		
		2,6	105		
Williams *		0,43	94		
Passe Crassane		4,9	75		
Général Leclerc *		0,53	109		
Baby Gold 5	pêcher x amandier GF 677 St-Julien GF 655				
		6,6	109	8,7	125
		9,0	126	7,1	89
July Lady		8,8			
Vesuvio		1,9	90		
Andross		1,7	82		

* - provenance Station Technologie INRA Montfavet - M. SOUTY

Comparaison des teneurs en nitrates de quelques cultivars de fruits à pépins et à noyau.

Ce chapitre comporte l'examen de quelques cultivars de fruits, récoltés dans des vergers où nous avons pu enregistrer les conditions culturales, en particulier celles qui concernent la fertilisation.

Dans les diverses situations examinées, les poires traditionnellement cultivées, telles que les variétés Passe Crassane et Williams ont des teneurs en nitrates qui, calculées en NO_3^- , à partir des valeurs du tableau 5, sont comprises entre 2 et 22 parties p. 10^6 , et avoisinent celles que cite ASHTON (3).

Dans les conditions de milieu de la région d'Angers, il est inutile de souligner que le nouveau cultivar Général Leclerc ne se distingue pas des précédents par sa teneur en nitrates (tableau 5).

On reconnaîtra que les concentrations en nitrates des jus de pêches de deux cultivars examinés, Baby Gold 5 et July Lady, se distinguent relativement peu des valeurs reportées par ASHTON (3) ; l'influence des deux porte-greffe, mis en comparaison, ne modifie pas cette première conclusion.

Les deux pavies examinées au cours de cette étude, Vesuvio et Andross, n'apportent pas de nouvelles informations sur les éventuelles variations des teneurs en nitrates des fruits à noyau (tableau 5).

CONCLUSIONS

Nos recherches, qui portent sur la détermination des concentrations en $N(NO_3^-)$ des jus provenant de différentes espèces de fruits à pépins et à noyau, confirment, d'une manière générale, les données recueillies depuis le début du siècle : dans les pommes, les poires, les cerises et les pêches les nitrates ne s'accumulent pas à des niveaux très élevés, contrairement à ce que l'on a constaté chez les légumes cultivés.

Dans les conditions de nos parcelles expérimentales la fertilisation azotée n'a affecté que très modérément les concentrations en $N(NO_3^-)$ des fruits. Cependant, comme l'ont souligné LUH, UKAI, CHUNG (14), les conditions propres à l'accumulation des nitrates dans les fruits, c'est-à-dire celles qui limitent l'activité de la nitrate réductase, n'ont pas été remplies : la réduction de l'intensité lumineuse pendant la maturation et l'abaissement des températures diurnes.

Selon les travaux de AMBERGER (2), une déficience en ions métalliques tels que Mg^{++} et K^+ a pour effet de perturber le métabolisme de l'azote, ce qui a pour conséquence une accumulation des nitrates dans la plante. Cependant, dans nos travaux, la déficience magnésienne chez le pommier n'a pas eu pour conséquence une augmentation des nitrates dans les fruits : l'absorption accrue du potassium qui a été constatée a vraisemblablement compensé l'activité insuffisante du magnésium vis-à-vis du métabolisme de

l'azote.

D'une manière générale, la présence relativement limitée des nitrates dans les fruits, et les pommes en particulier, peut être expliquée par les constatations de FRITH (7 et 8) : il existe une forte activité de la nitrate réductase dans les racines du pommier, lorsque l'éclaircissement de la plante est satisfaisant. Dans ces conditions, comme l'a indiqué BOLLARD (6) le transport de l'azote dans la sève et les parties aériennes de l'arbre se fait essentiellement sous forme d'amides et d'acides aminés : il n'est donc pas étonnant de trouver les nitrates en faibles quantités dans les fruits.

D'autre part, on peut supposer que la présence de l'enzyme réductrice des nitrates dans les parties aériennes de l'arbre, les rameaux, les pétioles et les limbes, celles du pommier en particulier, reconnue par KLEPPER, HAGEMAN (13) prévient les risques d'accumulation de nitrates dans les fruits, si les conditions favorables à une forte activité de la nitrate réductase sont suffisamment bien réali-

sées. En particulier, la présence d'une quantité convenable de molybdène doit être assurée, comme l'ont montré les recherches de BLONDEL et BLANC (5) sur le clémentinier.

Enfin, on peut imaginer qu'il existe également dans les fruits qui ont fait l'objet de nos études une activité enzymatique réductrice équivalente à celle signalée par BARAKIVA, SAGIV (4) dans les Citrus.

En conclusion, si les facteurs du milieu jusqu'ici invoqués comme responsables de l'accumulation des nitrates dans la plante n'apparaissent pas prépondérants à l'égard de l'accumulation de $N(NO_3^-)$ dans les fruits, il conviendrait à l'avenir de développer les études qui prendront en compte les effets des techniques nouvelles appliquées en vergers : celles qui mettent en jeu des produits inhibant soit l'induction de la nitrate réductase dans les racines (herbicides, produits phytosanitaires, par exemple), soit la photosynthèse dans les feuilles.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACHTZEHN (M.K.), HAWAT (T.).
Nahrung, 1969, 13, 667.
2. AMBERGER (A.).
11e Colloque de l'Institut international de la Potasse, 1975
Revue de la Potasse, 1975, 6/7, 5.
3. ASHTON (M.R.).
Literature Surveys, B.F.M.I.R.A., 1970, 7.
4. BAR-AKIVA (A.), SAGIV (J.).
Physiol. Plant., 1967, 20, 500.
5. BLONDEL (A.M.), BLANC (D.).
Ann. agron., 1975, 26, (3), 277.
6. BOLLARD (E.G.).
Aust. J. Biol. Sci., 1957, 10, 279.
7. FRITH (G.J.T.).
Plant and Cell Physiol., 1972, 13, 1085.
8. FRITH (G.J.T.).
Plant and Cell Physiol., 1974, 15, 153.
9. GILBERT (C.S.), EPPSON (H.F.), BRADLEY (W.B.), BEATH (W.B.)
BEATH (O.A.)
Wyoming Agr. Expt. Sta. Bull., 1946, 277, 3.
10. HUGUET (C.), ARNOUX (M.).
La Pomologie française, 1972, XIV, 201.
11. JACKSON (W.A.), STEEL (J.S.), BOSWELL (V.R.).
Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1967, 90, 349.
12. KAMM (L.), Mc KEOWN (G.G.), SMITH (M.D.).
J. Ass. Off. Agric. Chem., 1965, 48, 892.
13. KLEPPER (L.), HAGEMAN (R.).
Plant Physiol., 1969, 44, 110.
14. LUH (B.S.), UKAI (N.), CHUNG (J.I.).
Journ. of Food Sc., 1973, 38, (1), 29.
15. MAZOYER (R.).
Ann. Agron., 1972, 23, (6), 673.
16. RICHARDSON (W.D.).
J. Amer. Chem. Soc., 1907, 29, 1757.
(d'après ASHTON (M.R.), *Literature Survey B.F.M.I.R.A.*, 1970, 7).
17. SCHOUWENBURG (J.C.).
Method of Analysis of Plant Material. 3.12, 2-1.
dans «Méthodes d'analyses du laboratoire» - Compagnie nationale
d'Aménagement de la région du Bas-Rhône et du Languedoc, 1972.
18. SCHUPHAN (W.), SCHOTTMANN.
Z. Lebensmitt. U. Forsch., 1965, 128, 71.
19. WALKER (R.).
J. Sci. Fd Agric., 1975, 26, 1735.
20. WILSON (J.K.).
Agro. J., 1949, 41, 20.