

DILUTION DES BAINS DE TREMPAGE. (Cas particulier des bananes).

P. FROSSARD*

Depuis quelques années, la découverte de fongicides (thiabendazole, TBZ, benomyl) très actifs et sans phytotoxicité, a apporté de grands progrès pour la conservation des bananes qui, commercialisées en mains découpées, étaient particulièrement exposées aux infections par blessure. Après la découpe, les fruits séjournent une dizaine de minutes dans un ou deux bacs de lavage où s'écoule la sève, puis ils sont désinfectés, soit par trempage dans un bain de fongicide, soit par une pulvérisation en général recyclée. Les bananes étant mouillées apportent de l'eau pure et remportent de l'eau chargée de fongicide ; on assiste alors à une diminution de la concentration qui peut devenir insuffisante pour une bonne efficacité.

La solution adoptée actuellement en Côte d'Ivoire consiste à pulvériser des bananes asséchées par un fort courant d'air créé par un ventilateur. Mais aucun élément ne permet de préciser quelle est la rapidité avec laquelle la concentration baisse dans les bains fongicides.

En Australie, RIPPON et al. (1973 a) ont étudié le comportement du TBZ au cours du trempage de caisses entières, en dosant les teneurs des bains et dans la peau des fruits. Ils constatent une baisse très importante de 10 à 15 p. cent, de la concentration initiale à la suite du trempage d'une seule caisse de 25 kg dans un bain de 97 litres. La consommation est d'environ 11 à 14 litres pour 25 caisses (RIPPON et al. 1973 b) et l'adjonction de 9 litres à la concentration initiale entraîne une augmentation forte de la teneur du bain. Ils expliquent ces phénomènes par la floculation du fongicide (Tecto 90) qui monte à la surface et se dépose sur les bords du bac, puis se disperse après enrichissement du bain. Avec du benlate à 200 ppm de m.a., la consommation serait de l'ordre de 3,5 à 4,5 g m.a./tonne de fruits trempés.

Récemment, à Ste Lucie, BURDEN et GRIFFEE (1974) ont mis au point et décrit un appareil simple pour doucher les mains. Or, au bout de deux heures de fonctionnement

à vide, sans traiter de fruits, on constate avec certaines formulations (Mertect 340, Tecto Flow 40) que la matière active entraînée par la mousse s'accumule sur les bords du bac et que la concentration diminue fortement. Dans des conditions normales de traitement, ces auteurs ont constaté qu'en partant d'une concentration initiale de 300 ppm m.a. de benlate, il faut rajouter 5 g m.a. tous les 1.300 kg. La consommation serait de 3,8 g m.a./tonne.

Nous avons déjà commencé une étude sur ce sujet lorsque nous avons eu connaissance des travaux cités ci-dessus. Il nous a paru cependant intéressant de comparer les résultats obtenus.

ETUDE THÉORIQUE

Posons : V_0 le volume initial,
 C_0 la concentration initiale,
 v le volume d'eau pure apportée par une main,
 v' le volume de fongicide enlevé par une main.

Après trempage d'une main, on a :

$$V_1 = V_0 + v - v' = V_0 + dV$$

$$dV = v - v' = \text{variation de volume du bain}$$

$$C_1 = C_0 \frac{V_0}{V_0 + v}$$

Après passage d'une deuxième main, on a :

$$V_2 = V_1 + dV \quad C_2 = C_1 \frac{V_1}{V_1 + v}$$

Si v et v' sont voisins, $dV \neq 0$ $V_0 = 1 = \dots V_n$

A chaque trempage, la concentration est multipliée par un facteur de dilution constant $V_0 / (V_0 + v)$ et décroît selon une progression géométrique. Après n mains, on a :

$$C_n = C_0 \left(\frac{V_0}{V_0 + v} \right)^n$$

* - Institut français de Recherches fruitières Outre Mer (IFAC)
B.P. 1740, Abidjan (République de Côte d'Ivoire).

$$\text{ou encore : } \frac{C_o}{C_n} = \left(1 + \frac{v}{V_o}\right)^n \quad (1)$$

$$\text{et enfin : } \log C_n = \log C_o - n \log\left(1 + \frac{v}{V_o}\right) \quad (2)$$

Dans des conditions bien définies, v , V_o étant donnés, le logarithme de la concentration va décroître régulièrement. Cette variation est d'autant plus rapide que $\log\left(1 + \frac{v}{V_o}\right)$ est grand, c'est-à-dire que v est grand (égouttage rapide) par rapport à V_o (volume du bain réduit). La concentration initiale n'a aucune part dans la baisse ultérieure. Ce n'est que le point de départ.

En se plaçant dans des conditions précises et en essayant en particulier que dV soit très proche de 0, on pourra estimer v en mesurant la dilution du bain.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Ne pouvant doser le benlate dans les conditions de notre laboratoire, nous avons ajouté au bain un sel de potassium (nitrate ou phosphate) pour doser à intervalles réguliers les ions K ou PO_4 . Les analyses ont été faites par le laboratoire central d'analyses de l'ORSTOM (M. GOUZY) que nous tenons à remercier ici.

Matériel et méthodes.

Des régimes de Poyo Robusta sont découpés en mains et les mains sont pesées et trempées.

Les opérations se succèdent ainsi :

- trempage de cinq secondes dans l'eau pure,
- égouttage de cinq secondes au-dessus de ce bac,
- trempage de cinq secondes dans le bain fongicide chargé de sel de K,
- égouttage de cinq secondes au-dessus du bain,
- trempage de cinq secondes dans l'eau pure pour laver le fongicide resté sur les bananes.

Des prélèvements pour analyses sont faits régulièrement. après avoir passé l'ensemble des fruits, on recommence une ou plusieurs fois et, en fin d'essai, on mesure le volume restant.

Résultats.

Le tableau 1 précise les données des essais successifs.

Les poids des mains variant de 2 à 4 kg, moyenne 2,9 (17 mains pour 50 kg), cela donne pour dV des valeurs de l'ordre de 2 à 8 ml, effectivement très faibles par rapport au volume du bain.

Les variations des concentrations sont représentées dans la figure 1 où l'on a pris $C_o = 100$.

Le potassium chute régulièrement et plus vite d'ailleurs dans l'essai A où le volume n'était que de 12 litres.

Les variations des ions PO_4 sont plus irrégulières. Dans l'essai A, l'eau de lavage déferrisée contenait plus de PO_4 que dans le bain fongicide qui s'est peu à peu enrichi.

Nous avons donc appliqué la formule théorique (2)

trouvée précédemment. A titre d'exemple, le tableau 2 donne le détail des calculs pour l'essai B.

$$\Sigma x = 46 \quad \bar{x} = 5,11 \quad \Sigma x^2 = 374 \quad (x - \bar{x})^2 = 138,89$$

$$\Sigma y = 22,41022 \quad \bar{y} = 2,49002$$

$$\Sigma(x + y) = 113,33373 \quad n\bar{x}\bar{y} = 114,54092$$

$$\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y}) = -1,20719 \quad a = -\frac{1,20719}{138,89} = -0,00869$$

$$(y - 2,49002) = -0,00869(x - 5,11)$$

$$y = 2,53443 - 0,00869x$$

Ainsi, chaque fois que l'on a trempé 50 kg de fruits (17 mains), la concentration est multipliée par 0,9802.

$$-0,00869 = \log 0,9802$$

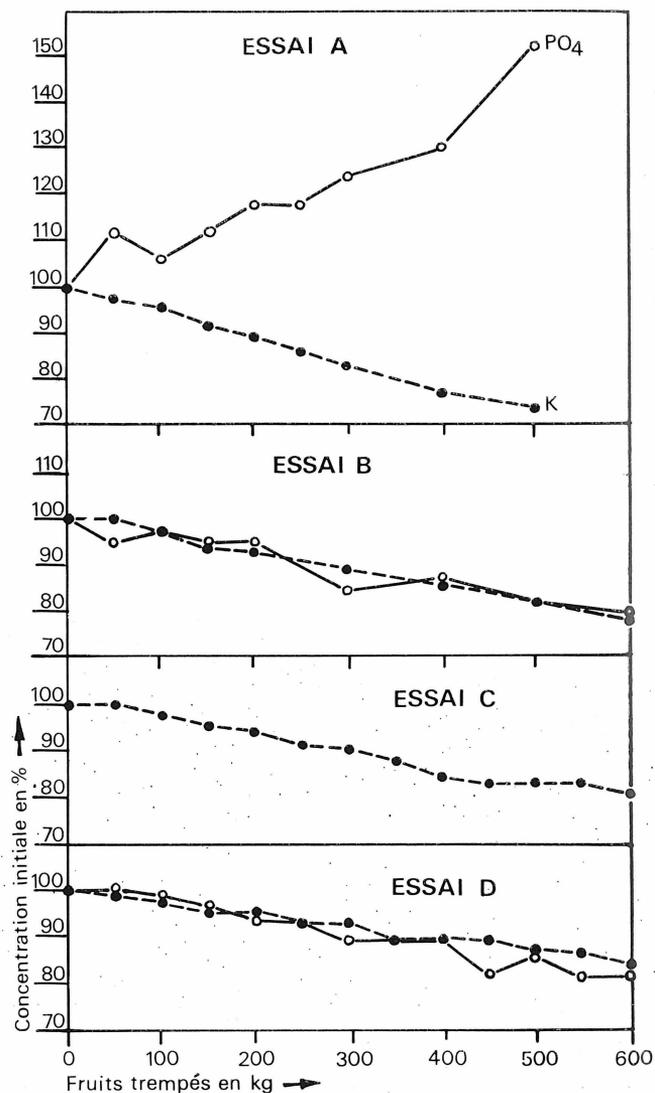


Figure 1 • Variation des concentrations en K et PO_4 .

TABLEAU 1 - Caractéristiques des essais.

N°	Date	V ₀ en l	Charge g/l	Poids lot kg	Poids total trempé kg	Prélèvements tous les	Consommation liquide ml/kg
A	11.12.74	12	1 K ₂ HPO ₄	200	500	50 ou 100 kg	1,2
B	23.12.74	20	1 K ₂ HPO ₄	200	600	50 ou 100 kg	2,0
C	29.1.75	20	1 K ₃ PO ₄	200	600	50 kg	1,25
D	19.2.75	20	1 K ₃ PO ₄	200	600	50 kg	0,5

TABLEAU 2 - Détail des calculs essai B

kg trempés	x	concentration K en mg/l	log K Y	log K calculé	concentration en K calculée
0	0	340	2,53148	2,53443	342,2
50	1	340	2,53148	2,52574	335,5
100	2	330	2,51851	2,51705	328,9
150	3	320	2,50515	2,50836	322,4
200	4	316	2,49969	2,49967	316,0
300	6	302	2,48001	2,48229	303,6
400	8	292	2,46538	2,46491	291,7
500	10	280	2,44716	2,44753	280,3
600	12	270	2,43136	2,43015	269,2

TABLEAU 3 - Calculs du volume v apporté par une main selon les essais et l'ion dosé

essai	ion	V ₀ en litres	V en ml	1 + $\frac{v}{V_0}$	facteur de dilution par main
A	K	12	22	1,00183	0,99817
B	K	20	24	1,00120	0,99880
	PO ₄	20	24	1,00120	0,99880
C	K	20	23	1,00115	0,99885
D	K	20	16	1,00081	0,99919
	PO ₄	20	22	1,00113	0,99887

TABLEAU 4 - Nombre de mains (2,9 kg) ou de cartons (12,5 kg) que l'on peut tremper selon le volume du bain et la dilution tolérée.

Volume en l	dilution tolérée en p. cent							
	0,95		0,90		0,80		0,70	
	m	c	m	c	m	c	m	c
5	11	3	23	7	49	16	79	26
10	22	7	46	15	99	33	158	53
20	45	15	93	31	198	67	317	107
50	114	38	234	79	497	168	817	277
100	228	77	466	158	988	335	1626	552
200	456	155	933	317	1977	672	3253	1106

Les chiffres sont arrondis à l'unité inférieure. m = nombre de mains, c = nombre de cartons

Il vient alors :

$$\log \frac{C_0}{C_{17}} = 17 \log \left(1 + \frac{v}{20.000} \right) = 0,00869$$

$$\log \left(1 + \frac{v}{20.000} \right) = 0,00051 \quad 1 + \frac{v}{20.000} = 1,0012$$

$$v = 0,0012 \times 20.000 = 24 \text{ ml}$$

Si l'on tient compte de la consommation réelle enregistrée dans cet essai, on s'aperçoit que le facteur de dilution par main, qui est au début :

$$\frac{20.000}{20.024} = 0,9988, \quad \text{passe à } \frac{18.800}{18.824} = 0,9987 \text{ en fin d'essai.}$$

En fin d'essai, le volume restant était en effet de 18,8 litres.

On pouvait donc négliger à juste titre le volume disparu après chaque trempage.

Le tableau 3 donne les valeurs de v calculées pour chaque essai et selon l'ion dosé.

Chaque fois que l'on trempe une main, après égouttage de cinq secondes, on introduit environ 20 à 25 ml d'eau pure. On peut dresser un tableau à double entrée indiquant au bout de combien de mains ou de cartons il faudrait enrichir le bain, selon son volume et la dilution tolérée (tableau 4). Les calculs ont été effectués en prenant $v = 22,5$ ml.

Application pratique.

Soit un bac de 50 litres, on utilise le TBZ à 400 ppm et on tolère une dilution de 90 p. cent. Il faudra rétablir le niveau et ajouter 2 g de m.a. après avoir passé 79 cartons, soit environ une tonne. La consommation serait donc de l'ordre de 2 g de m.a. par tonne de bananes traitées, dans ce cas particulier. En utilisant du benlate à 200 ppm et en tolérant 80 p. cent de dilution, le réajustement sera fait après 168 cartons et la consommation serait alors de 1 g m.a. par tonne.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre méthode présente des défauts certains. Tout d'abord, il n'est pas du tout évident que le TBZ ou le benlate, poudres mouillables en suspension, se diluent comme des sels dissous. En Australie et aux Antilles, dans

deux situations très différentes, c'est justement le contraire qui a été démontré. Il serait très intéressant de disposer de fongicides réellement solubles comme le TBZ lactique qui permettrait d'échapper aux inconvénients cités par les chercheurs australiens et antillais. De plus, dans le cas des pulvérisations, les risques de bouchage seraient plus faibles

D'autre part, au cours du trempage, les bananes peuvent libérer des ions qui risquent de fausser nos conclusions. En réalité, l'analyse d'une suspension recyclée sur fruits dans une station d'emballage a montré que les fruits apportaient 25 mg de PO_4 , 20 mg de Mg et 236 mg de K par tonne, soit pour 20 litres et 600 kg : 1 mg/litre de PO_4 , 0,8 de Mg et 7 de K, quantités assez faibles par rapport à notre charge (300 à 450 mg/litre de K selon le sel utilisé).

Notre méthode est également utilisable pour d'autres types de bains désinfectants si le produit est soluble.

En pratique, nous arrivons à des consommations inférieures à celles relevées par les auteurs cités. Dans le cas de l'Australie, il s'agit du trempage de caisses entières qui ont dû s'imprégner de TBZ et non de bananes seules. Dans le cas des Antilles, il s'agit d'une douche et on ne précise pas si les bananes sont mouillées avant leur passage. Il est donc difficile de faire des comparaisons valables. Il n'en reste pas moins vrai que la chute des teneurs enregistrées dans les fruits et dans les suspensions nécessite une certaine prudence, quel que soit le mode de désinfection adopté. Nous conseillons de prévoir des bains d'un volume important (100 litres au moins), d'égoutter et de sécher quelques secondes les bananes avant le traitement et d'enrichir en fonction des tonnages passés, sur la base de 4 g m.a./tonne dans le cas du benlate et du double dans le cas du TBZ.

BIBLIOGRAPHIE

- BURDEN (O.J.) et GRIFFEE (P.J.). 1974.**
A simple machine for application of fungicide to harvested green bananas.
PANS, 1974, 20, 3, p. 358-364.
- RIPON (L.E.), GLENNIE-HOLMES (M.) et GILBERT (W.S.). 1973a**
Behaviour of thiabendazole when used as a post-harvest dip in banana packing sheds.
Austral. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 13, p. 465-469.
- RIPON (L.E.) et GLENNIE-HOLMES (M.). 1973b.**
Post-harvest dipping of bananas.
Agric. Gaz. NSW, 84, 4.

