

L'élimination du « goût de pomme de terre » dans le café Arabica du Burundi

Bouyjou B., Decazy B., Fourny G.

CIRAD-CP, BP 5035, Montpellier Cedex 1, France

Résumé

Le « goût de pomme de terre » (GPDT) déprécie la qualité du café Arabica burundais. Cette off-flavour est due à une bactérie qui s'introduit dans les fruits en cours de développement à l'occasion de blessures et surtout de piqûres d'insectes. La protection raisonnée des vergers contre son principal ravageur, la punaise du caféier *Antestiopsis orbitalis* (Westwood), permet d'obtenir une importante diminution de fèves piquées, ainsi qu'un faible taux de tasses à GPDT. Cette étude montre que les époques les plus opportunes pour les quatre applications de pesticide contre la punaise du caféier se situent en novembre et janvier, soit deux et quatre mois après la floraison principale. En outre, il est possible de réduire encore le taux de tasses à GPDT en passant le café sur des calibreurs et des tables densimétriques au cours de l'usinage : on obtient ainsi près de 70 % de café présentant moins de 0,5 % de tasses à GPDT. La maîtrise des deux techniques (lutte chimique raisonnée et usinage rigoureux) permet d'obtenir un café de haute qualité pratiquement exempt de GPDT.

Abstract

"Potato taste" (PT) detracts from the quality of Burundian Arabica. This off-flavour is due to a bacterium that finds its way into developing cherries via wounds, particularly those caused by insects. Rational protection of plantations against the main coffee pest, the variegated coffee bug *Antestiopsis orbitalis* (Westwood), ensures a substantial reduction in the number of damaged beans, and reduces the likelihood of PT. This study showed that the most appropriate times for pesticide applications against the variegated coffee bug are November and January, ie two and four months after the main flowering period. Moreover, the likelihood of PT can be reduced still further by grading and densimetric sorting during processing, which results in almost 70% of coffees with a PT-contaminated cup rater of under 0.5%. Combining the two techniques (rational chemical control and thorough processing) ensures high quality, virtually PT-free coffee.

Resumen

El « sabor patata » (SP) desvaloriza la calidad del café Arabica de Burundi. Este off-flavour es causado por una bacteria que se introduce en los frutos durante su desarrollo con motivo de heridas y sobre todo de picaduras de insectos. La protección raciocinada de los vergeles contra su principal plaga, el chinche del café *Antestiopsis orbitalis* (Westwood), permite lograr una fuerte disminución de granos picados, así como una baja tasa de tazas de SP. Este estudio muestra que las épocas más oportunas para las cuatro aplicaciones de pesticida contra el chinche del café se sitúan en noviembre y enero, ya sea dos y cuatro meses después de la floración principal. Además, es posible reducir aún más la tasa de tazas de SP al pasar el café por calibreadores y mesas densimétricas, durante la transformación: se logra asimismo casi el 70% de café que presenta menos de un 0,5% de tazas de SP. El dominio de dos técnicas (control químico raciocinado y fabricación rigurosa) permite obtener un café de alta calidad prácticamente libre de SP.

Le « goût de pomme de terre » (GPDT), connu aussi sous les noms de « patate » par les Belges, *peasy* par les Anglais (Becker *et al.*, 1988) ou *erb-sig* par les Allemands, est un goût indésirable qui déprécie la qualité du café Arabica de la région africaine des grands lacs.

Contamination du café

Les études réalisées de 1990 à 1992 (Bouyjou *et al.*, 1993) pour comprendre les causes et les mécanismes de contamination du café par le GPDT ont confirmé son origine bactérienne, qui avait été mise en évidence par Fassi (1957), et démontré l'incidence prépondérante des piqûres nutritionnelles dues à la punaise du caféier, *Antestiopsis orbitalis* (Westwood) sur la contamination des fruits et les taux de présence des tasses à GPDT dans la boisson préparée avec ce café. Stolp (1959) et Jevremovic (1960) avaient incriminé, à tort, la mouche des fruits *Trirhithrum coffeae* (Bezzi) dans la transmission du GPDT.

L'Antestia dont le nom français exact est « punaise bigarrée », et le nom scientifique *Antestiopsis orbitalis* (Westwood) (*Heteroptera*, *Pentatomidae*) est, par ses piqûres nutritionnelles sur les fruits, le ravageur le plus préjudiciable à la caféiculture burundaise. Cet insecte n'est pas strictement inféodé au caféier, il peut effectuer son cycle de développement sur de nombreuses Rubiacées herbacées qui poussent un peu partout dans les collines du Burundi.

Les dégâts les plus dommageables dus aux piqûres sont caractérisés par l'arrêt du développement des fèves dans les fruits encore jeunes ou par des nécroses sur les fèves plus développées correspondant à ce que l'on appelle communément les « fèves piquées ».

La lutte contre l'Antestia au Burundi

La caféière burundaise a une structure spécifique, puisqu'elle se répartit le long des pistes routières sur une faible profondeur, de l'ordre de 5 à 6 rangées en moyenne ; cet ensemble est très morcelé, chaque propriétaire possédant en moyenne une centaine de caféiers.

La lutte contre ce ravageur, d'importance nationale, est effectuée par les services officiels de l'Ocibu (Office des cafés du Burundi), et est à la charge financière de ce dernier. Cette « désinsectisation » peu raisonnée se fait depuis 1980 par pulvérisation d'insecticide fenthion (Lebaycid 3 % PP) à raison de 12 g de produit commercial par arbre, en 1 ou 2 applications après la récolte (mi-juillet, et/ou début août), en fonction des financements disponibles et du climat (saison sèche bien installée). Quand cette lutte est bien réalisée, elle fait chuter les populations en dessous du seuil de nuisibilité (un *Antestia* par arbre), mais elle ne peut éviter une réinfestation des caféiers à partir des plantes sauvages au moment où les fruits deviennent attractifs, c'est-à-dire entre janvier et mars, lorsque les drupes vertes mesurent entre

8 et 12 mm de diamètre (Foucart et Brion, 1959). Il s'ensuit un accroissement des populations qui atteint son niveau maximum au mois de juillet suivant, après la fin de la récolte.

Dans l'étude menée de 1990 à 1992, les auteurs ont montré qu'une protection totale des caféiers contre la punaise réalisée à titre expérimental au cours du développement des fruits permettait d'obtenir un café peu contaminé par le GPDT. C'est ainsi que les vergers ayant reçu entre 16 applications d'insecticide (traitements bimensuels d'octobre à mai correspondant à toute la période de fructification) et 12 applications (traitements bimensuels de janvier à mai correspondant à l'époque de gonflement et de maturation des fruits) ont produit un café très peu contaminé par le GPDT ; les vergers ayant reçu entre 10 et 8 applications (janvier à mai ou février à mai) ont produit un café légèrement contaminé par le GPDT ; les vergers n'ayant reçu que 2 à 6 applications en fin de fructification ont montré un taux de GPDT assez élevé ; les vergers non traités ont produit un café fortement contaminé par la *off-flavour*.

A la fin de la même étude, il a également été montré qu'un usinage rigoureux du café vert (élimination des débris, calibrage et triage densimétrique) jouait un rôle positif dans la diminution du GPDT.

Ces études ont finalement permis de conclure à l'effet bénéfique de l'action conjointe d'une protection des caféiers contre la punaise et de l'usinage rigoureux sur l'obtention d'un café ayant moins de 0,5 % de tasses à GPDT.

Il est clair cependant qu'une protection totale des caféiers tout au long de la période de fructification, utilisée dans l'étude visant à comprendre les causes et les mécanismes de la contamination, n'est pas envisageable pour une caféiculture durable, en raison de son coût beaucoup trop élevé, des risques de contamination de l'environnement, et de l'élimination progressive des parasitoïdes naturels des œufs de la punaise.

Les auteurs ont cherché un moyen durable – lutte biologique par lâcher inondatif de parasitoïdes des œufs du ravageur notamment – de maintenir les populations de punaises en dessous d'un seuil de nuisibilité, égal à une punaise par arbre en ce qui

concerne les dégâts directs occasionnés par la punaise, mais qui reste à déterminer en ce qui concerne la contamination du café par la bactérie responsable du GPDT¹. Mais il a aussi paru indispensable de vérifier si une lutte raisonnée avec un nombre beaucoup plus restreint d'applications chimiques, mieux positionnées dans le temps, et la mise en œuvre d'un traitement post-récolte rigoureux permettaient d'obtenir à partir d'un café tout-venant une boisson de haute qualité, avec une très faible proportion de tasses à GPDT.

Compte tenu de la biologie du ravageur, des résultats des études conduites de 1990 à 1992, du développement technologique et des conditions socio-économiques du Burundi, il a semblé utile de rechercher une technique plus appropriée que celle conduite par l'Ocibu pour le contrôle des populations du ravageur, et ainsi limiter les dégâts et les pertes dues à cette punaise.

Optimisation de la lutte contre la punaise du caféier

L'étude s'est déroulée au cours de l'année culturale 1994-1995 dans la province du Buyenzi dans la commune de Gatsinda ; elle a porté sur environ 15 000 caféiers en production plantés à une densité moyenne de 2 000 caféiers/hectare, répartis le long des pistes routières des collines de Buziragahama et Rukurazo, à raison de 5 à 6 rangées de caféiers de part et d'autre de la piste. Cette zone a été retenue car elle n'avait pas subi le poudrage standard du mois de juillet précédent.

Dans cette expérimentation, visant à mettre au point une méthode de protection des caféiers, en dehors de toute considération de rentabilité économique, le contrôle des populations de punaises se fait au moyen de pulvérisations pneumatiques, à raison de 300 litres/hectare, d'une bouillie insecticide composée de deltaméthrine (Décis 25 EC à raison de 0,4 litre/hectare) et de fenthion (Leybacid 50 EC à raison de 1,5 litre/hectare). Ce mélange a été retenu afin d'obtenir une excellente protection : la deltaméthrine présente un bon effet de choc, le fenthion a une persistance d'action de l'ordre de 3 semaines. De plus, des analyses effectuées sur du café traité séquentiellement avant la récolte avec ces produits n'ont révélé aucune trace de résidu d'insecticide.

Le protocole expérimental est le suivant :

- 5 répétitions ;

- 5 époques d'applications (les applications se font à 15-20 jours d'intervalle) :
 - A : 2 applications par mois, en novembre, janvier, et mars,
 - B : 2 applications par mois, en janvier et mars, 1 application en avril,
 - C : 2 applications en mars, 1 application en avril,
 - D : 1 application en avril,
 - E : témoin sans application ;
- parcelle élémentaire de 300 arbres ;
- parcelle utile de 50 arbres à l'intérieur de la parcelle élémentaire ;
- parcelle de garde entre 2 parcelles élémentaires, de 200 à 300 arbres.

Les variables observées et calculées dans chacune des parcelles utiles sont les suivantes :

- les populations de punaises qui sont estimées mensuellement par la méthode du test pyrèthre modifiée (Cilas *et al.*, 1998)
 - pulvérisation d'une bouillie constituée de 20 cc de Pyrethrum 6 % (matière active : pyrèthrine naturelle) pour 1 litre d'eau, à raison de 0,5 litre/caféier. Cette application se fait, pour chaque parcelle, sur 5 x 2 caféiers contigus, les punaises tombent sur des bâches placées sous la frondaison et sont ainsi comptabilisées ;
- les populations de mouches. Bien qu'indépendante du sujet de l'étude, l'expérimentation a été mise à profit pour évaluer sur des échantillons de 2 kg de cerises récoltées lors de chaque période de récolte les cerises possédant au moins un asticot (larve de mouche) ;
- le poids de cerises récoltées dans chaque parcelle utile (50 arbres), le poids est évalué en début de récolte, milieu de récolte, fin de récolte ;
- le poids de café dépulpé en parche et non flottant (parche lourde), et de café dépulpé en parche flottant (parche flottante) de chaque parcelle utile, pour les 3 périodes de récolte ;
- le pourcentage de fèves piquées dans les lots de parche lourde. Chaque mesure est la moyenne du pourcentage de fèves piquées de 3 échantillons de 2 000 fèves prises au hasard ;
- le pourcentage de tasses à GPDT dans les lots de parche lourde. Chaque mesure est établie, dans la mesure du possible, à partir d'un échantillon de 10 kg de café vert, ce qui revient à déguster 500 à 540 tasses par parcelle.

Des analyses de variance, avec transformation de variable lorsque cela était nécessaire, ont été effectuées sur les données observées et calculées. Le seuil de signification retenu est le seuil de 5 %.

¹ Cette bactérie identifiée de manière erronée comme une *Xantomonas* dans les années 50 se révèle être une espèce nouvelle de la famille des Entérobactériacées (travaux effectués à l'Institut Pasteur de Paris par D. Gueule et B. Guyot en 1995, non publiés).

Estimation des populations d'Antestia

Le tableau 1 présente les nombres moyens d'Antestia par arbre, toutes répétitions confondues, de novembre à fin juin, avec les dates d'évaluation. Les chiffres en italique soulignent, pour chaque objet, les nombres moyens de punaises présentes sur chacun des arbres avant la première application.

Dans tous les objets, les applications d'insecticide ont été efficaces puisque le nombre de punaises comptabilisées par la suite est très inférieur au seuil de nuisibilité, de un Antestia par arbre.

Estimation des populations de mouches

Les populations de mouches sont exprimées dans le tableau 2 par les moyennes des nombres de cerises possédant au moins un asticot dans leur pulpe. Ces moyennes ont été calculées à partir d'un échantillon de 2 kg de cerises par parcelle utile. Bien que *Ceratitis rosa* (Karsch) soit présente dans les caféières burundaises, *Trirhithrum coffeae* est bien plus abondante.

Il apparaît que c'est au cours de la troisième période de récolte (fin de récolte) que les cerises sont les plus attaquées par la mouche des fruits. Cependant le nombre de fruits endommagés reste de manière générale extrêmement faible tout au long de la période.

Poids de cerises récoltées

Les moyennes par arbre des poids de cerises récoltées sur les 50 arbres de chaque parcelle utile sont présentées dans le tableau 3. La deuxième répétition ayant eu une trop faible production pour obtenir une quantité suffisante de café pour les dégustations, elle a été supprimée pour les analyses de cette étude.

À l'exception du témoin, il n'y a pas de différence de production de cerises en fonction des diverses époques d'application. Si l'on ramène ces poids de cerises à des poids de café marchand, on note que les productions sont très satisfaisantes pour des caféiers de cette nature, puisqu'elles sont largement supérieures à une tonne par hectare. La différence en faveur des parcelles ayant reçu une ou plusieurs applications de pesticide est de plus de 400 kg de café marchand par hectare.

Pourcentage de fèves piquées dans les lots de parches lourdes

Le tableau 4 donne les pourcentages de fèves piquées, pour les répétitions I, III, IV et V confondues.

En considérant les moyennes annuelles, les applications dans les objets A et B – respectivement 7 et 5 applications – ont donné de bons résultats, d'autant plus que les échantillons ont été prélevés dans le café tout-venant sans calibrage ni passage sur la table densimétrique. Il est à noter, cependant, que les applications tardives de pesticide (objets C et D) ne parviennent pas à maintenir le pourcentage de fèves piquées en dessous de 10, limite à ne pas dépasser pour un café de qualité.

Par ailleurs, le pourcentage de fèves piquées a tendance à diminuer au cours de la récolte.

Pourcentage de tasses à GPDT

Pour chaque objet, plus de 5 000 tasses ont été dégustées. Les moyennes par objet des tasses à GPDT sont reportées dans le tableau 5.

Le nombre de tasses à GPDT diminue à mesure qu'augmente le nombre d'applications de pesticide, tant en début qu'en milieu et en fin de récolte. Les 7 applications annuelles donnent un café avec moins de 1 % de tasses à GPDT, ce qui est satisfaisant dans la mesure où les évaluations sont faites sur du café tout-venant.

En outre, le pourcentage de tasses à GPDT diminue du début à la fin de la ré-

Tableau 1. Moyenne des nombres d'*Antestiopsis orbitalis* par arbre. / Mean numbers of *Antestiopsis orbitalis* per tree.

Objet Treatment	8-10 novembre November	2-4 janvier January	23-24 février February	5-6 avril April	20-23 mai May	23-24 juin June
A	2,82	0,04	0,00	0,02	0,00	0,04
B		1,60	0,06	0,00	0,02	0,02
C		2,36	1,94	0,16	0,18	0,44
D		1,72	1,90	2,52	0,42	0,96
E		1,76	1,00	2,06	0,92	1,70

Tableau 2. Moyennes des nombres de cerises attaquées par les mouches. / Mean numbers of cherries damaged by fruit flies.

Objet Treatment	1re récolte 1st harvest	2e récolte 2nd harvest	3e récolte 3rd harvest
A	0,2	1,8	5,4
B	1,8	3,4	16,6
C	0,6	5,6	17,2
D	1,2	4,2	28,8
E	4,8	5,4	12,0

Tableau 3. Moyennes des récoltes par arbre, par objet, et par répétition (kg). / Mean harvests per tree, per treatment and per replicate (kg).

Répétition Replicate	A	B	C	D	E	Moyenne Mean
I	8,2	5,2	6,8	6,2	6,2	6,5
III	6,0	10,2	6,1	10,0	6,0	7,7
IV	6,6	6,1	9,4	5,7	3,4	6,2
V	5,8	5,7	5,9	7,1	4,7	5,8
Moyenne Mean	6,6	6,8	7,0	7,2	5,1	

Tableau 4. Taux de fèves piquées. / Proportion of insect-damaged beans.

Objet Treatment	Début de récolte Start of harvest	Milieu de récolte Mid-harvest	Fin de récolte End of harvest	Moyenne Mean
A	9,14	7,92	5,29	7,45 b
B	11,18	8,61	6,37	8,72 b
C	22,56	18,14	14,79	18,50 a
D	28,31	20,24	16,27	21,61 a
E	18,31	17,70	15,49	17,17 a

colte, parallèlement à la diminution du pourcentage de fèves piquées.

Comparaison entre le taux de fèves piquées et le taux de tasses à GPDT
La figure 1 compare l'effet des applications de pesticide sur le pourcentage de fèves piquées et sur le pourcentage de tasses à GPDT.

Bien que la tendance soit la même, seules les 7 applications de pesticide (objet A) parviennent à maintenir le taux de tasses à GPDT en dessous de 1 %, alors que le pourcentage de fèves piquées est encore acceptable avec les 5 applications (objet B).

Le tableau matriciel 6 met en évidence la bonne corrélation entre les diverses périodes d'applications et le pourcentage de fèves piquées ($r = 0,58$), ainsi qu'entre ces périodes et le pourcentage de tasses à GPDT ($r = 0,63$). Toutefois la corrélation liant le pourcentage de fèves piquées et le pourcentage de tasses à GPDT, quoique significative, est moins marquée ($r = 0,46$).

Incidence des techniques d'usage du café sur le goût de pomme de terre

Ces techniques ont été utilisées pour traiter les échantillons de café obtenus au cours de l'expérimentation sur la lutte chimique raisonnée contre la punaise. Leur analyse est faite en vue de valider les résultats précédents (Bouyjou *et al.*) sur la nécessité d'un usinage rigoureux du café vert – élimination des débris, calibrage, et triage densimétrique – pour obtenir un café de haute qualité avec moins de 0,5 % de tasses à GPDT.

L'amélioration du café vert tout-venant se fait en deux étapes : le calibrage et le triage densimétrique.

Pour ces opérations, seuls les échantillons provenant du milieu de la récolte ont été considérés, puisqu'ils représentent la plus grande partie du café récolté. Des échantillons de 5 kg de café vert ont été ainsi traités.

Le calibrage retenu correspond à la différenciation des lots commerciaux de café définis au Burundi, à partir des cribles 6,5, 5,5, et 4,0. Les définitions des qualités selon les calibres sont les suivantes :

- > 6,5 : café *Fully Washed Super* ;
- > 5,5 : café *Fully Washed Extra* ;
- > 4,0 : café contenant principalement des grains caracolés ;
- > 3,0 : café constitué majoritairement de brisures.

Tableau 5. Moyennes des tasses à goût de pomme de terre par objet sur la totalité de la récolte. / Mean percentage of PT-contaminated cups per treatment over the whole harvest.

Objet <i>Treatment</i>	Début de récolte, sans répétition II <i>Start of harvest, excluding replicate II</i>	Milieu de récolte <i>Mid-harvest</i>	Fin de récolte sans répétition II <i>End of harvest, excluding replicate II</i>	Pourcentage pour toute la récolte <i>Overall figure for whole harvest</i>
A	1,17	1,02	0,47	0,90 c
B	2,80	2,17	1,00	1,90 b
C	2,37	2,21	1,09	1,90 b
D	2,95	2,36	1,06	2,40 b
E	3,62	3,56	2,62	3,28 a

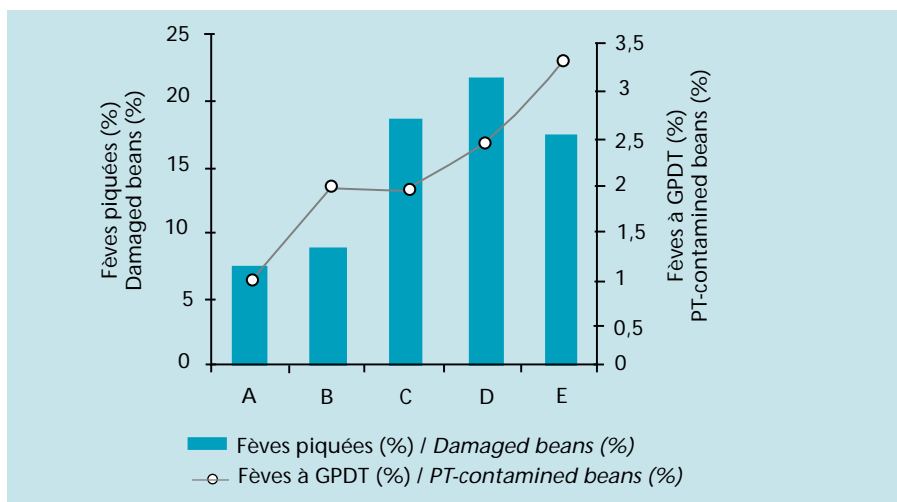


Figure 1. Fèves piquées et tasses à goût de pomme de terre en fonction du traitement. / Insect-damaged beans and PT-contaminated cup rates depending on treatments.

Tableau 6. Matrice de corrélations totales avec les facteurs « traitements » et « périodes ». / Matrix of total correlations with "treatments" and "periods" factors.

	Traitements <i>Treatments</i>	Périodes <i>Periods</i>	Blocs <i>Blocks</i>	Fèves piquées <i>Insect-damaged beans</i>	Tasses à GPDT <i>PT-contaminated cups</i>
Traitements <i>Treatments</i>	1,000				
Périodes <i>Periods</i>	0,000	1,000			
Blocs <i>Blocks</i>	0,000	0,000	1,000		
Fèves piquées <i>Insect-damaged beans</i>	0,584	- 0,327	- 0,191	1,000	
Tasses à GPDT <i>PT-contaminated cups</i>	0,630	- 0,430	- 0,029	0,459	1,000

Le triage densimétrique se fait par passage sur colonne densimétrique du café issu du calibre supérieur à 6,5, afin de le séparer en deux fractions de densité différente, correspondant au poids de 100 grains de café : 16,5 g et 14,5 g. Chaque fraction est ensuite dégustée pour la détermination du nombre de tasses à GPDT.

Taux de fèves piquées après calibrage

Le taux de fèves piquées par lot est estimé par la moyenne de 2 échantillons de 200 g

pour chacun des lots calibrés. Les moyennes des 5 répétitions de l'expérimentation sont exprimées dans le tableau 7.

La technique de calibrage permet d'obtenir un fort pourcentage (67 %) de fèves de taille supérieure au calibre 6,5, donc classées comme *Fully Washed Super* ; ce pourcentage est d'autant plus élevé que le contrôle des populations d'*Antestia* est précoce (objets A et B : 9 à 10 % de plus que dans les vergers sans contrôle).

Cependant, le calibrage ne diminue que très faiblement le pourcentage de fèves pi-

quées dans chacun des lots – il est vrai que les blessures sont insignifiantes dans un tel café.

Taux de tasses à GPDT dans les différents lots issus des colonnes densimétriques

La figure 2 montre la répartition des pourcentages de tasses à GPDT dans les différentes fractions obtenues à partir des échantillons de milieu de récolte :

- fraction lourde (d = 16,5) des fèves de taille supérieure au calibre 6,5 ;
- fraction légère (d = 14,5) des fèves de taille supérieure au crible 6,5 ;
- fraction provenant de fèves de taille inférieure au crible 6,5 ;
- café provenant de l'échantillon avant usinage (témoin).

Les résultats confirment et valident d'une façon générale ceux obtenus dans l'étude précédente (Boujou *et al.*, 1993) : on note une diminution du pourcentage de tasses à GPDT sur les fèves de taille supérieure au crible 6,5 ainsi que sur les fèves lourdes.

Discussion et conclusion

Plusieurs observations d'ordre entomologique tendent à prouver la nécessité de poursuivre les recherches pour identifier le (ou les) responsable(s) de la contamination des fruits par la bactérie qui transmet le goût de pomme de terre.

En premier lieu, c'est au cours de la troisième période de récolte que l'on obtient le moins de tasses à GPDT. Or c'est à ce moment-là que les populations de mouches sont les plus abondantes. Il ne semble donc pas que, contrairement à ce qui a été écrit au cours des années 50, les mouches soient responsables de la transmission de la bactérie.

En revanche, les mesures de contrôle précoce des populations d'*Antestia*, deux mois après la période de floraison, ont un rôle très positif sur la diminution du nombre de fèves piquées par la punaise. De plus, la diminution du nombre de fèves piquées entraîne la diminution parallèle du nombre de tasses à GPDT, bien qu'il n'ait jamais été confirmé que la punaise soit un vecteur de la bactérie.

Cependant la diminution du nombre de fèves piquées n'entraîne pas toujours la diminution parallèle du nombre de tasses à GPDT. Par exemple dans le cas de l'objet B – contrôle des populations de punaises à partir du mois de janvier – on observe un faible taux de fèves piquées (moins de 9%),

Tableau 7. Taux de fèves piquées après calibrage (moyennes des 5 répétitions).
Percentage of insect-damaged beans after grading (mean of the five replicates).

Objet / Treatment	> 6,5		> 5,5	
	Poids / Weight (%)	FP / IDB (%)	Poids / Weight (%)	FP / IDB (%)
A	67,41	7,05	22,38	8,77
B	67,96	7,76	22,73	11,75
C	58,13	18,77	24,92	24,39
D	60,38	16,60	25,29	21,71
E	58,39	17,18	26,11	20,32

FP = fèves piquées / IDB = Insect-damaged beans

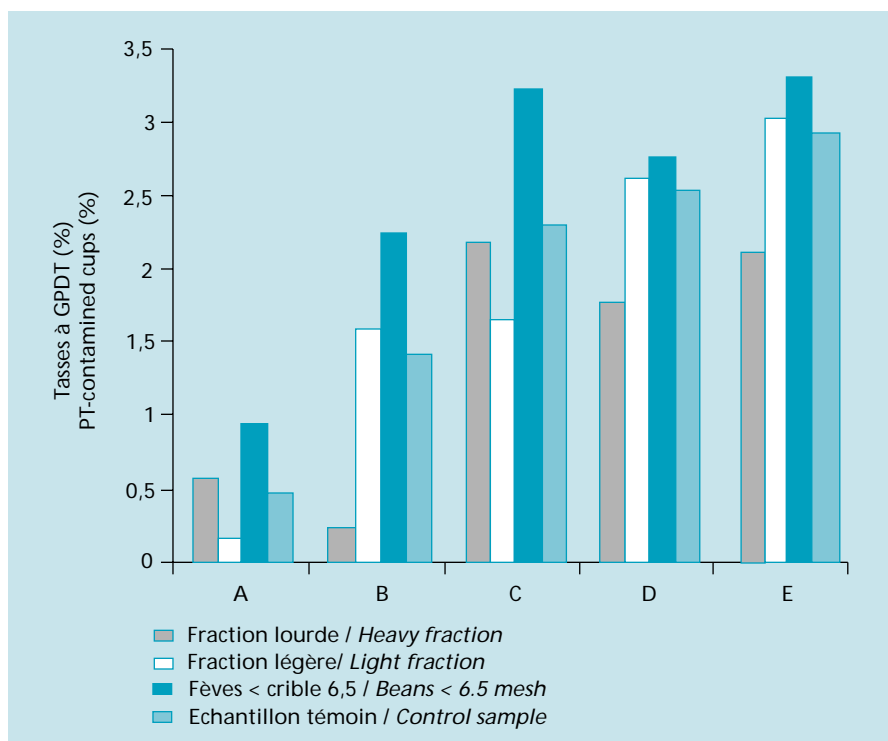


Figure 2. Pourcentages de tasses à goût de pomme de terre dans les différentes fractions et dans l'échantillon. / Percentage of PT-contaminated cups in the different fractions and in the sample.

alors que le taux de tasses à GPDT est tout de même assez élevé, de l'ordre de 2%. Deux hypothèses peuvent être avancées :

- pour être efficace sur la diminution du taux de tasses à GPDT, le contrôle des populations de punaises doit se faire précocement ;
- la pénétration de la bactérie dans la drupe des fruits se fait de manière « passive » à l'occasion d'anfractuosités provoquées par des piqûres d'insectes. Peut-être certains insectes présents en caféière en novembre-décembre – tels que thrips, cicadelles, cercopides, etc. –, là où il n'y a pas eu de contrôle des populations de punaises, ont fait des lésions contaminantes dans l'épiderme des fruits sans endommager les fèves. Cette hypothèse reste bien sûr à confirmer. Une ex-

périmentation devra être mise en place au cours de laquelle toute la faune entomologique sera répertoriée.

Quoi qu'il en soit, la très bonne efficacité des mesures de contrôle des populations de punaises prises précocement, et le manque d'efficacité des mesures prises tardivement, donnent à penser que 2 applications d'insecticide en novembre et 2 applications en janvier permettraient à la caféière burundaise de produire un café tout-venant avec moins de 10 % de fèves piquées et moins de 1 % de tasses à GPDT.

En outre, lors de l'usinage, il est nécessaire de constituer des lots de café vert de gros calibre (> 6,5), et à forte densité, garantissant l'obtention d'un café à très faible taux de tasses à GPDT.

L'étude menée en 1994-1995, à la fois entomologique et de technologie post-récolte, a confirmé que le contrôle des populations de punaises et un usinage rigoureux du café permettent d'obtenir un café pratiquement exempt de GPDT. Elle a aussi permis d'appréhender l'importance d'une lutte précoce contre la punaise, au moment de la formation des jeunes fruits après la floraison.

Les auteurs pensaient pouvoir mettre en place rapidement, sur l'ensemble des vergers de la province du Buyenzi (25 000 hectares), une phase de validation de cette technologie avec la collaboration de l'Ocibu et l'appui financier de la Banque mondiale. En effet, toute la filière café est encore dirigée par l'Etat burundais à travers divers offices chargés de la production et de la commercialisation. Malheureusement, les événements socio-politiques qui se sont alors produits au Burundi ont rendu impossible l'accomplissement de cette deuxième phase de l'étude.

Cette phase de validation est tout à fait indispensable avant de recommander l'uti-

lisation de cette technique sur l'ensemble de la caféière burundaise. La mise en place d'une telle technique représenterait une mise de fonds considérablement accrue en comparaison du coût de celle actuellement utilisée, laquelle, d'ailleurs, devrait être abandonnée puisqu'elle est apparue inefficace.

Il est donc primordial de valider économiquement la méthode de contrôle proposée. Autant les auteurs ont confiance dans la validité technique de la méthode, autant ils s'interrogent sur sa validité économique : le fait de pouvoir fournir un café pratiquement exempt de goût de pomme de terre sera-t-il suffisant pour lever les suspicions de risques de présence de GPDT et justifier l'obtention de primes à la qualité pour un café réputé comme l'un des meilleurs du monde, à condition qu'il soit débarrassé du problème du goût de pomme de terre. C'est ce que l'on est en droit d'espérer si l'on se réfère à ce qui se passe dans les pays de la région des grands lacs voisins du Burundi. ■

Bibliographie / References

- BECKER R., DÖHLA B., NITZ S., VITZTHUM O.G., 1988. Identification of the "peasy" off-flavour note in Central African Coffees. *In* : XII^e colloque scientifique international sur le café, Montreux, Suisse, 29 juin-3 juillet 1987. Paris, France, Asic, p. 203-215.
- BOUYJOU B., FOURNY G., PERREAUX D., 1993. Le goût de pomme de terre du café Arabica au Burundi. *In* : XV^e colloque scientifique international sur le café, Montpellier, France, 6-11 juin 1993. Paris, France, Asic, p. 357-369.
- CILAS C., BOUYJOU B., DECAZY B. 1998 : Frequency and distribution of *Antestiopsis orbitalis* Westwood (Hem., Pentatomidae) in coffee plantations in Burundi: implications for sampling techniques. *J. Appl. Ent.* 122 : 601-606.
- FASSI B., 1957. Le goût terreux des graines du caféier d'Arabie. *Bull. Inf. Inec* 6 (3) : 202-203.
- FOUCART G., BRION L., 1959. Contribution à l'étude de la punaise du caféier Arabica au Rwanda-Urundi. Butare, Rwanda, Isar, 334 p.
- JEVREMOVIC M., 1960. Note sur un essai de lutte contre les mouches des fruits responsables de la transmission du goût de pomme de terre du café d'Arabie au Kivu. *Bull. Doc. Tech. Agric.* (51) : 31-42.
- STOLP H., 1959. Über das Zusammenwirken von Bakterien und Insekten bei der Entstehung einer Geschmackbeeinträchtigung des Kivu-Kaffees und die Rolle von Bakteriophagen bei der Zusammenhänge. *Phytopathol. Z.* 39 (1) : 1-15.

Removing the “potato taste” from Burundian Arabica

Bouyjou B., Decazy B., Fourny G.

CIRAD-CP, BP 5035, Montpellier Cedex 1, France

Potato taste, which is also known as “peasy” and translates as *pomme de terre* or *patate* in French (Becker *et al.*, 1988) or *erbsig* in German, is an off-flavour that detracts from the quality of the Arabica coffee produced in the Great Lakes region of Africa.

Coffee contamination

Studies conducted from 1990 to 1992 (Bouyjou *et al.*, 1993) to investigate the causes of and mechanisms involved in coffee contamination by PT confirmed its bacterial origin, as detected by Fassi (1957), and demonstrated the prime importance of the wounds caused by the variegated coffee bug, *Antestiopsis orbitalis* (Westwood), in fruit contamination and in the proportion of cups with PT in tasting tests. Stolp (1959) and Jevremovic (1960) wrongly accused the *Trirhithrum coffeae* (Bezzi) fruit fly of transmitting PT.

Antestia, which is commonly known as the variegated coffee bug and whose Latin name is *Antestiopsis orbitalis* (Westwood) (Heteroptera, Pentatomidae), feeds on coffee cherries, and is the main coffee pest in Burundi. It is not strictly dependent on coffee, and can develop on the numerous Rubiaceae species found throughout the Burundian hills.

The most damaging consequences of the puncture wounds it causes are arrested bean development in the case of very young fruits or necrosis of more mature fruits, which are then commonly classed as “insect-damaged” beans.

Antestia control in Burundi

Burundian coffee plantations are unusual in that they are planted in narrow strips of five or six rows on average, along roads and tracks. The strips are very segmented, with each planter owning around a hundred trees.

Antestia control is a national issue, and is thus managed and funded by the official body OCIBU (Office des cafés du Burundi). These largely irrational measures have since 1983 consisted in dusting the trees with a fenthion insecticide (Lebaycid 3% DP), at a dose of 12 g of

commercial product per tree, in one or two postharvest applications (mid-July and/or early August), depending on the funds available and the climate (well advanced dry season). When implemented correctly, such applications cut *Antestia* populations to below what is seen as the danger level (one insect per tree), but they do not prevent reinfestation from wild plants when the cherries become attractive, ie between January and March, when the green drupes are between 8 and 12 mm in diameter (Foucart and Brion, 1959). This results in an increase in population levels, which reach a peak the following July, after harvesting.

Under the study conducted from 1990 to 1992, the authors demonstrated in an experiment that totally protecting coffee trees against the bug during fruit development resulted in coffee that was largely uncontaminated by PT. The plantations given between 12 insecticide applications (fortnightly treatments from January to May, covering the fruit swelling and ripening period) and 16 applications (fortnightly treatments from October to May, covering the whole of the fruiting period) produced coffee with a very low PT contamination rate; those given between eight and ten applications (from January to May or February to May) produced slightly contaminated coffee; those given only two to six applications at the end of fruiting produced coffee with a relatively high PT contamination rate; while untreated plantations produced coffee that was severely contaminated by the off-flavour.

At the end of the same study, it was also demonstrated that thorough green coffee processing (removing debris, grading and densimetric sorting) helped to reduce PT contamination rates.

In short, the study concluded that combining coffee tree protection against the bug with thorough processing produced coffee with a PT-contaminated cup rate of under 0.5%.

However, it is clear that it is not feasible in terms of sustainable coffee growing to totally protect coffee trees throughout the fruiting period—as was done in the study to determine the causes of contamination and the mechanisms involved—as it is much too costly, poses an environmental hazard and risks gradually eliminating the natural parasitoids of the bug's eggs.

The authors attempted to find a sustainable way—biological control by mass egg parasitoid releases in particular—of keeping bug populations below the danger level, which is assumed to be one bug per tree in terms of the direct damage caused by the insect, but which has yet to be determined in terms of contamination by the bacterium that causes PT¹. However, it was also deemed essential to check whether rational control with a much smaller number of chemical insecticide applications at more appropriate times, combined with thorough postharvest processing, would make it possible to obtain a high quality beverage with a very low proportion of cups contaminated by PT from any type of coffee.

In view of the biology of the pest, the results of the studies conducted from 1990 to 1992, technological developments and the changing socioeconomic conditions in Burundi, the authors felt it would be wise to look for a more appropriate pest population control approach than that taken by OCIBU to limit the damage and harvest losses caused by the bug.

Optimizing variegated coffee bug control

This study was carried out over the 1994-1995 season in Gatsinda, Buyenzi province; it covered some 15 000 mature coffee trees planted at an average density of 2 000 trees/ha, along the hill roads of Buziragahama and Rukurazo, in five or six rows of trees each side of the road. This zone was chosen as it had not been given the standard dusting treatment the previous July.

This trial set out to develop a coffee tree protection method, irrespective of its cost-effectiveness. Bug control was by means of pneumatic spraying, using 300 l/ha of an insecticide solution containing deltamethrin (Decis 25 EC at 0.4 l/ha) and fenthion (Lebaycid 50 EC at 1.5 l/ha). This mixture was chosen for maximum protection: deltamethrin has an immediate impact, whilst fenthion has longer-lasting effects (up to three weeks). Analyses of coffee from trees that had been treated successively with these products before harvesting failed to reveal any trace of insecticide.

The experimental protocol was as follows:

- five replicates;

¹This bacterium was wrongly identified as a *Xanthomonas* in the 1950s, but has now been found to be a new species of the Enterobacteriaceae family (work conducted at the Institut Pasteur, Paris, by D. Gueule and B. Guyot in 1995, unpublished).

- five application periods (applications 15-20 days apart):
 - A: two applications/month in November, January and March,
 - B: two applications/month in January and March, one in April,
 - C: two applications in March, one in April,
 - D: one application in April,
 - E: control without applications;

- elementary plots of 300 trees;
- useful plots of 50 trees within each elementary plot;
- buffer plot of 200 to 300 trees between two elementary plots.

The variables observed and calculated for each useful plot were as follows:

- bug population levels, which were estimated monthly by the modified pyrethrum test (Cilas *et al.*, 1998)—spraying with a solution containing 20 cc of 6% pyrethrum (active ingredient: natural pyrethrin) for 1 l of water, using 0.5 l/coffee tree. For each plot, 5 x 2 adjacent coffee trees were sprayed with the solution and the bugs caught on tarpaulins spread on the ground and counted;
- fly population levels. Although the study did not directly concern flies, it provided a good opportunity of counting the number of cherries with at least one maggot (fly larva) in 2-kg batches sampled for each harvesting period;
- the weight of cherries harvested from each useful plot (50 trees): start of harvest, mid-harvest, end of harvest;
- the weight of depulped parchment beans that did not float (heavy beans), and that floated (floaters) from each useful plot, for the three harvesting periods;
- the percentage of insect-damaged beans in heavy bean batches. Each figure was the average of those for three random samples of 2 000 beans;
- the percentage of PT-contaminated cups in heavy bean batches. As far as possible, each measurement was based on a 10-kg green coffee sample, which meant tasting 500 to 540 cups per plot.

Analyses of variance were carried out of the observed and calculated data, transforming the variables if necessary. The chosen significance threshold was 5%.

Estimating Antestia population levels

Table 1 shows the mean numbers of *Antestia* per tree, all replicates combined, from November to the end of June, with evaluation dates. The figures in *italics* shows the mean number of bugs on each tree before the first application, for each treatment.

The insecticide applications were effective in all the treatments, as the number of bugs

counted afterwards was well below the danger level of one *Antestia* per tree.

Estimating fruit fly population levels

Fruit fly population levels are shown in table 2 as the mean numbers of cherries with at least one maggot. The figures were calculated for a 2-kg sample of cherries per useful plot. Although *Ceratitis rosa* (Karsch) is found in Burundian coffee plantations, *Trirhithrum coffeae* is much commoner.

There seemed to be more cherries attacked by fruit flies during the third harvesting period (end of harvesting). However, the number of attacked fruits was still generally very low throughout.

Cherry weights

The mean cherry weights per tree for the 50 trees in each useful plot are shown in table 3. As the second replicate did not produce enough beans for tasting, it was excluded from the analyses in this study.

With the exception of the control, there was no difference in cherry production depending on the different application times. In terms of merchantable coffee weights, yields were highly satisfactory for coffee trees of this type, as they were well over a tonne per hectare. The difference in favour of the plots given one or more pesticide applications was over 400 kg of merchantable coffee per hectare.

Percentage of insect-damaged beans in heavy parchment batches

Table 4 gives the percentages of insect-damaged beans for replicates I, III, IV and V combined.

In view of the annual means, the applications in treatments A and B—seven and five applications respectively—gave good results, particularly as the samples were taken from ungraded, unsorted beans. It is important to note, however, that late pesticide applications (treatments C and D) failed to keep the percentage of insect-damaged beans below 10, the maximum for quality coffee.

The percentage of insect-damaged beans tended to decrease as the harvest went on.

Percentage of PT-contaminated cups

Over 5 000 cups were tasted for each treatment. The mean percentages of PT-contaminated cups per treatment are given in table 5.

The number of PT-contaminated cups was inversely proportional to the number of applications, throughout the harvest. The treatment with seven annual applications produced a coffee with under 1% PT-contaminated cups, which is a satisfactory figure given that the beans were neither graded nor sorted.

Moreover, the percentage of PT-contaminated cups decreased as the harvest went on, in line with the reduction in the number of insect-damaged beans.

Comparison between the percentages of insect-damaged beans and PT-contaminated cups

Figure 1 compares the effect of pesticide applications on the percentages of insect-damaged beans and PT-contaminated cups.

Although the overall trend is the same, only the treatment with seven pesticide applications (treatment A) managed to ensure a PT-contaminated cup rate of under 1%, whereas the percentage of insect-damaged beans was still acceptable with five applications (treatment B).

Table 6 shows the close correlation between the various application periods and the percentage of insect-damaged beans ($r = 0.58$), and between the periods and the percentage of PT-contaminated cups ($r = 0.63$). However, the correlation between the percentages of insect-damaged beans and PT-contaminated cups was less marked ($r = 0.46$), albeit still significant.

Impact of coffee processing techniques on PT

The study techniques were used to process the coffee samples obtained during the experiment on rational chemical control of the variegated coffee bug. They were analysed in the aim of confirming previous results (Bouyjou *et al.*) showing the necessity of thorough green coffee processing—removal of debris, grading and densimetric sorting—for obtaining high quality coffee with a PT-contaminated cup rate of under 0.5%.

There are two stages in improving unprocessed green coffee quality: grading and densimetric sorting.

Only mid-harvest samples were used, as they account for the major share of the harvest. Five-kilo green coffee samples were processed.

The grading method adopted corresponded to the commercial coffee system practised in Burundi, using 6.5, 5.5, 4.0 and 3.0 mesh screens. The quality definitions are as follows:

- > 6.5: Fully Washed Super;
- > 5.5: Fully Washed Extra;
- > 4.0: batches containing mainly peaberries;
- > 3.0: batches containing mainly broken beans.

The coffee graded over 6.5 was sorted by density in a catador, to separate it into two fractions of different densities, corresponding to the weight of 100 beans: 16.5 g and 14.5 g. Each fraction was then tasted to determine the number of PT-contaminated cups.

Percentage of insect-damaged beans after grading

The percentage of insect-damaged beans per batch was estimated as the mean of two 200-g samples per graded batch. The means for the five replicates in the trial are given in table 7.

The grading technique resulted in a high proportion (67%) of beans graded over 6.5, hence classed as Fully Washed Super; the figure was higher the earlier Antestia control was practised (treatments A and B: 9 to 10% more than in the untreated plots).

However, grading only very slightly reduced the percentages of insect-damaged beans in each batch—it is true that there are generally very few damaged beans in this type of coffee.

Proportion of PT-contaminated cups in the different batches after densimetric sorting

Figure 2 shows the PT-contaminated cup percentages for the different fractions obtained, from mid-harvest samples:

- heavy fraction ($d = 16.5$) of the beans graded over 6.5;
- light fraction ($d = 14.5$) of the beans graded over 6.5;
- fraction comprising beans graded under 6.5;
- coffee from the unprocessed sample (control).

The results generally confirmed and validated those obtained in the previous study (Bouyjou *et al.*, 1993): the percentage of PT-contaminated cups was lower for beans graded over 6.5, and for heavy beans.

Discussion and conclusion

Several entomological observations appear to prove the necessity of continuing research to find the reason(s) for fruit contamination by the bacterium that causes PT.

Firstly, it was during the third harvesting period that the fewest PT-contaminated cups

were obtained, yet that was when fruit fly population levels were highest. It would not therefore seem—contrary to the claims made in the 1950s—that the bacterium is transmitted by fruit flies.

However, taking early steps to control Antestia populations, two months after flowering, had a very positive effect on reducing the number of beans damaged by the insect. Moreover, in line with the reduction in the number of insect-damaged beans, there was also a reduction in the number of PT-contaminated cups, although it has never been confirmed that Antestia transmits the bacterium.

However, a reduction in the number of insect-damaged beans did not always mean a similar reduction in the number of PT-contaminated cups. For instance, in treatment B—bug population control from January on—there was just a small proportion of insect-damaged beans (under 9%), whereas the proportion of PT-contaminated cups was quite high, at around 2%. There are two possible explanations:

- to be effective in reducing the number of PT-contaminated cups, bug population control steps have to be taken early;
- the bacterium may enter the fruits “passively”, through holes caused by insects. Some of the insects—thrips, leafhoppers, cercopids, etc.—found in coffee plantations in November–December when bug population levels were not controlled could have punctured and contaminated the skin without damaging the beans. This hypothesis obviously needs to be confirmed, and a study will have to be set up to record all the entomological fauna.

Whatever the case, the excellent efficacy of early bug control steps and the lack of efficacy of those taken later suggest that two insecticide applications in November and another two in January should enable the Burundian coffee sector to produce ungraded coffee with under

10% insect-damaged beans and under 1% PT-contaminated cups.

Moreover, during processing, making up large-grade green coffee batches (> 6.5) is another way of ensuring coffee with a very low PT-contamination rate.

The study conducted in 1994–1995 on entomological and postharvest processing aspects confirmed that bug population control and thorough processing produce coffee that is virtually free of PT. It also underlined the importance of early bug control steps, as the young fruits form after flowering.

The authors thought that it would rapidly be possible to launch a technology validation phase throughout the coffee sector in Buyenzi province (25 000 ha), in conjunction with OCIBU and with financial support from the World Bank. The whole of the coffee sector is still controlled by the Burundian government through various production and marketing bodies. Unfortunately, the recent sociopolitical unrest in the country has so far prevented this second phase.

A validation phase is essential before recommending the technique for use throughout the Burundian coffee sector. Such a measure would cost considerably more than the current system, which should in any case be abandoned as it is clearly ineffective.

It is thus crucial to validate the proposed control method in economic terms. Although the authors are convinced of its technical merits, they are concerned about its economic viability: will the ability to produce coffee that is virtually free of PT be enough to dispel the suspicions about the risks of the off-flavour and warrant the payment of quality premiums for a coffee that is held to be one of the best in the world, except for the PT problem? There are reasons to be optimistic, if the situation in neighbouring countries in the Great Lakes region is anything to go by. ■