

Détermination des facteurs de transfert des résidus de pesticides des céréales traitées aux produits transformés par une approche expérimentale *a priori*

Francis Fleurat-Lessard ⁽¹⁾

(1) INRA UR 1264 Mycologie et Sécurité des Aliments - 71, avenue Edouard Bourleaux – BP n° 81, 33883 Villenave d'Ornon Cedex, France

- mèl : francis.fleurat-lessard@bordeaux.inra.fr

Résumé

Pour satisfaire aux exigences de qualité sanitaire du marché des céréales, les organismes stockeurs doivent en permanence gérer les risques d'infestation par les insectes granivores : à la mise sur le marché des lots de grains, l'absence d'insectes vivants est la norme commerciale universelle. Les défauts de qualité sanitaire des lots de grain commercialisés (comme la présence d'insectes vivants) sont souvent utilisés pour obtenir des réfections pour non-respect des cahiers des charges de l'acheteur ou peuvent être à l'origine de litiges commerciaux, même si cette présence n'occasionne pas de perte de qualité vraiment significative dans l'absolu. Les espèces d'insectes les plus dangereuses pour les grains stockés et les plus difficiles à combattre sont celles dont le développement a lieu à l'intérieur du grain, comme les charançons (*Sitophilus* spp.), le capucin (*Rhizopertha dominica*) et l'alucite du maïs et du riz (*Sitotroga cerealella*). Les stades juvéniles de ces espèces (œufs, larves, nymphes et adultes pré-émergents) sont logés à l'intérieur du grain et sont transportés avec le lot de grain, sans possibilité de séparation des grains infestés du reste des grains sains. La méthode de lutte contre les insectes nuisibles aux stocks de céréales la plus répandue en France est l'application d'insecticides liquides sur les grains. L'analyse de l'ensemble des résidus de pesticides dans les céréales brutes avant transformation en aliment montre que les résidus de substances actives autorisées en traitement des grains après la récolte sont les plus fréquemment rencontrés (cf. données de l'observatoire national des résidus de pesticides). Les substances actives formulées sont autorisées à une dose maximale d'application (= dose « homologuée ») qui est en relation directe avec la limite maximum de résidus (**LMR sur grain**), qui garantit le respect de la dose journalière tolérable (**DJT**), critère de base de la prévention des risques pour la santé du consommateur final, tenant compte de la somme des LMR de la même substance active sur l'ensemble des produits alimentaires de base susceptibles d'en contenir (cf. présentations précédentes de l'ANSES). Actuellement, les matières actives autorisées pour ces traitements sont persistantes et leurs résidus vont se retrouver dans les produits céréaliers transformés.

Le questionnement abordé par nos recherches (de 1997 à 2006) a été celui du devenir des résidus de pesticides au moment de la transformation des céréales traitées après récolte : **que deviennent les résidus des grains dans les produits transformés, jusqu'à l'aliment prêt à consommer ?** Des expérimentations (traitement des grains, conservation en conditions contrôlées de température et d'humidité des grains, puis transformation par voie sèche (meunerie, semoulerie de blé dur ou de maïs) ou par voie humide (malerie-brasserie) ont été réalisées avec les objectifs suivants : a) – Modéliser les profils de dégradation des résidus et la rémanence des effets insecticides selon les conditions de stockage des grains traités ; b) Etablir des bilans de répartition des résidus dans les produits de transformation, pour chaque procédé et chaque type de céréale ; c) Déterminer, à partir de ces bilans, les « facteurs de transfert » des teneurs en résidus du grain aux différents produits de transformation « standard » pour chaque céréale.

Les résultats marquants correspondant aux deux premiers objectifs (publiés dans des périodiques scientifiques) ont été les suivants : a) Les conditions de conservation des grains traités influencent la vitesse de dégradation des résidus et la durée de l'efficacité insecticide ; b) Les profils de dégradation des teneurs en résidus pendant le stockage des grains traités ont pu être modélisés en fonction de la température et de la teneur en eau du grain pour prédire l'évolution des teneurs avec la durée de conservation des lots de grains traités ; c) la durée de conservation des grains traités

avant la transformation a influencé significativement les bilans de répartition des résidus dans les produits de 1^{ère} transformation.

Pour le 3^{ème} objectif, les facteurs de transfert (Ft) des résidus du grain aux produits transformés ont été déterminés à partir des analyses réalisées sur les grains avant fractionnement et sur les produits transformés pour les quatre céréales majeures, obtenus selon le procédé « standard ». Pour le blé panifiable (variété BPS), avec les deux **insecticides organo-phosphorés (OP)**, le Ft de la **farine blanche**, est voisin de 0,10 (**dilution de 10 fois la concentration dans le grain avant mouture**), alors que **les sons concentrent fortement** (Ft moyen aux environs de 3, soit **3 fois la teneur dans le grain avant mouture**). Le Ft pour le pain de farine blanche ou le pain complet (farine blanche + farine de brosse à son + 20% de son) est différent pour le **chlorpyrifos-méthyle (CPM)** ($Ft = 0$ et 0,04 respectivement) et pour le **pyrimiphos-méthyle (PMM)** ($Ft = 0,06$ et 0,42 respectivement) tout en restant largement inférieur à 1 (limite dilution / concentration). Dans une expérience complémentaire (*à l'échelle laboratoire, non extrapolable à des conditions industrielles*), nous avons observé deux **facteurs de modulation du bilan de répartition** des résidus dans les produits de mouture : a) la durée de stockage après traitement du grain et b) la température et la teneur en eau du grain traité pendant la conservation après le traitement. Ainsi, à basse température et teneur en eau (15°C, 13% Te), le facteur de concentration dans le son se situe à 2,50 et 3,18 pour CPM et PMM, respectivement et passe à 5,15 et 6,78 pour un grain traité conservé à 30°C et 15,5% Te. De la même façon, les produits de mouture obtenus avec du grain trituré peu de temps après le traitement (5 à 7 j) sont davantage « contaminés » par les résidus que lorsque le grain est transformé plusieurs mois après le traitement. Dans le cas de grains traités par des **pyréthrinoides** et le synergiste (**butoxyde de piperonyl**), les Ft des résidus dans les sons et les farines sont **supérieurs à ceux déterminés avec les organo-phosphorés**. Ainsi, pour la **deltaméthrine**, le Ft de la farine blanche et des sons a été évalué à 0,25 et 3,71 respectivement et celui de la **cyperméthrine** à 0,40 et 4,55 respectivement. Les Ft pour le pain complet dépassent 0,5 (0,56) pour la deltaméthrine (données Bayer Crop Science). Il n'y a pas de données publiées pour le pain avec la cyperméthrine. Le **Ft du pipéronyl butoxyde (pbo)**, qui est employé en tant que synergiste des pyréthrines naturelles, a été calculé à partir de données d'études publiées (JMPPR – *codex alimentarius*). Les niveaux des Ft pour les différents produits de transformation du blé sont **comparables à ceux des substances actives auxquelles le pbo est associé** : 0,3 ; 3,5 et 0,6 pour farine blanche, son et pain complet, respectivement. Dans certaines études, les résidus de pbo sont retrouvés dans le pain complet à une teneur qui peut s'approcher de la teneur dans le grain d'origine ($Ft = 0,9$).

Pour le **blé dur**, qui a fait l'objet d'une étude spécifique pour le pyrimiphos-méthyle en semoulerie pilote, les Ft ont été observés comme suit : 0,21 ; 3,47 et 0,2 pour la semoule fine, les sons et la farine de blé dur, respectivement. Les données d'une étude antérieure avec le CPM ont révélé des Ft inférieurs à ceux du PMM (0,08 ; 1,82 et 0,09 respectivement). Pour la deltaméthrine, les données de la littérature montrent un Ft équivalent au PMM pour le son ($Ft = 3,74$) et inférieur pour la farine et pour la semoule ($Ft = 0,2$ et 0,01 respectivement).

Pour les produits du **fractionnement par voie sèche du maïs** (grits, sons, farine), les Ft pour les deux OP sont inférieurs à ceux observés pour les produits du blé tendre ($Ft = 0,15$; 1,01 et 0,40 pour CPM et, $Ft = 0,07$; 1,46 et 0,18 pour PMM, respectivement).

Pour les produits de transformation de **l'orge de brasserie**, les résidus d'OP ou de deltaméthrine n'ont été retrouvés que dans le malt et paraissent complètement dégradés dans les produits de la brasserie (moût et bière). Le Ft de la deltaméthrine pour le malt a été observé à 0,65 contre 0,07 pour les deux OP.

L'ensemble des données sur les facteurs de transferts fait actuellement l'objet d'un **échange d'expertise et de mise en commun des données avec les partenaires du RMT Quasaprove** en charge de l'analyse, la prévention et la gestion des risques résidus de pesticides (ANSES, DGAL ...). Ces données devraient alimenter la contribution de la France pour « compléter » **l'Annexe VI de la Directive européenne CE 91-414** (Règlement (CE) 396-2005) : facteurs de transfert (dilution, concentration, transformation ...).

Mots clés : Résidus insecticides, céréale stockée, transformation des grains, facteur de transfert, produit transformé, farine, son, semoule, pain.