

Résultats d'évaluations des contaminations croisées dans des camions de livraison

Dans un contexte de mise en cause des camions de livraison d'aliments en vrac dans le cadre de la crise de l'ESB et la demande de la maîtrise des contaminations croisées par les médicaments jusqu'à ce poste dans le cadre de l'arrêté du 28 Février 2000, Tecaliman a conduit en 2002, une étude afin d'élaborer des règles techniques pour éventuellement évaluer le niveau de contaminations croisées par les additifs dans les camions de livraison.

L'étude réalisée en deux phases a conduit à évaluer les contaminations croisées dans 10 camions. Même si les évaluations individuelles effectuées dans ce contexte ne dépendent pas que des camions, mais également de leur maintenance et des pratiques qui y sont liées (Les résultats ne doivent donc pas caractériser l'ensemble des camions d'un modèle employé), il a été possible d'en déduire quelques conclusions générales du point de vue méthodologique et technique.

1. Méthode

1.1. Principes de base

Sur chacun des camions, un essai de contaminations croisées comprenant un lot traceur et deux lots collecteurs est effectué. Les principes d'élaboration de la méthode sont :

- La recherche du maximum de contaminations croisées : aliments en présentation farine, circuit de transfert (dans le camion) le plus long possible, autres cases vides diminuant l'efficacité des systèmes de purge par soufflerie.
- Le débit de livraison identique pour tous les lots
- La taille des lots identiques (maximum de la case la plus petite)
- L'utilisation d'un lot traceur et de deux lots collecteurs
- La fabrication des lots collecteurs avant le lot traceur pour éviter les contaminations dans l'usine

1.2. Camions

Le parc de camion sélectionné est composé de :

- Semi-remorques et de porteurs
- Différents systèmes de purges (Granitaire, Ecofan, DKS, DTS)
- vis et de transporteurs à chaînes au plancher

- systèmes de livraison mécaniques, pneumatiques, ou pressurisés
- trappes en V inversées ou horizontales
- camions de tous âges.

1.3. Traceurs

Lors de chaque essai, deux traceurs ont été utilisés : un microtraceur RF bleu lake et une molécule médicamenteuse (Oxytétracycline ou Chlortétracycline). Ils ont été incorporés au sein d'un même prémélange introduit de 5 à 10 kg/t, de manière à avoir au final des concentrations respectivement de 250 ppm et, de 200 à 1000 ppm.

1.4. Aliments

Trois différents types d'aliments ont été employés : Pondeuse, Porc et Canard. Ils avaient des diamètres médians allant de 400 à 760 μm et des masses volumiques apparentes allant de 530 à 690 g/dm^3 .

1.5. Déroulement des essais

Le premier plan d'essai a été le suivant (Figure 1) :

- Fabrication de 2 lots collecteurs
- Fabrication du lot traceur
- Arrivée du camion au poste de chargement
- Chargement du 1^{er} lot collecteur dans la case 1 : Prélév. **L1**
- Couverture de la case 1 à l'aide d'une bâche
- Chargement du lot traceur dans la case 2 : Prélév. **L2**
- Retrait de la bâche
- Positionnement du camion à côté d'un autre camion pour simuler la livraison des lots
- Livraison du lot traceur (Contamination du circuit) : Prélèvements **L3**
- Purge éventuelle : Prélév. purge après **L3**
- Livraison du 1^{er} lot collecteur : Evaluation des contaminations inter-cases : Prélév. **L4**
- Purge éventuelle : Prélév. purge après **L4**
- Retour du camion au poste de chargement
- Chargement du 2nd lot collecteur dans la case 2 ayant préalablement contenu le lot traceur : Prélév. **L5**

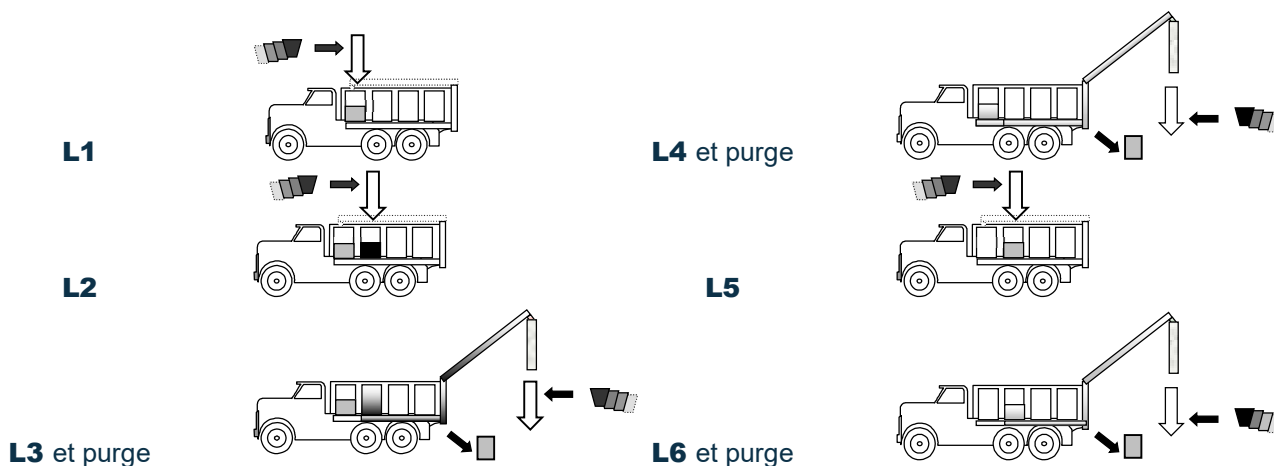


Figure 1 : Schéma du plan d'essai

- Retour du camion à côté d'un autre camion pour la livraison du 2nd lot collecteur
- Livraison du 2nd lot collecteur : Evaluation des contaminations Intra-cases : Prélèv. **L6**
- Purge éventuelle : Prélèv. purge après **L6**

Cette structure a ensuite évolué au cours des phases dans le sens d'un allègement.

1.5.1. Traitement des échantillons

Au cours de la phase 1, des échantillons globaux ont été constitués à partir de prélèvements de fractions aliquotes de masses constantes dans tous les échantillons prélevés en L1, L2, L3 et L5. Par contre, tous les échantillons prélevés en L4 et L6 ont été analysés.

Au cours de la phase 2, le prélèvement en L2 a été supprimé et des échantillons globaux sont directement constitués en L1, L3 et L5.



Figure 2 : Schéma du traitement des échantillons lors de la phase 2

En L4 et L6, les échantillons sont prélevés à période constante et des prélèvements supplémentaires sont effectués entre les deux premiers selon une période plus courte. Les analyses portent alors seulement sur les deux échantillons 1 et 2, les échantillons supplémentaires et un échantillon global constitué de fractions aliquotes de tous les échantillons au-delà du n°3 (Figure 2).

Les prélèvements de purges sont divisés afin d'obtenir des échantillons représentatifs.

1.6. Calculs et Expression des résultats

La concentration moyenne des lots collecteurs est établie sur la base de la somme des concentrations de chacun des échantillons, divisée par le nombre d'échantillons. Ce mode de calcul fait tacitement plusieurs hypothèses :

- L'homogénéité du débit tout au cours des prélèvements : la masse d'aliment qui passe entre deux prélèvements est la même.
- Chaque échantillon est l'image de l'aliment qui passe pendant la période suivant son prélèvement jusqu'au prochain prélèvement.
- La période de prélèvement appliquée est adaptée au phénomène étudié.

Le non-respect d'une seule de ces hypothèses introduit un biais dans l'évaluation. Dans la mesure où le phénomène est continu et que les prélèvements sont effectués de manière discrète, il est certain qu'il existera toujours un écart entre le calcul et la contamination réelle globale du lot.

Si une contamination des lots collecteurs est mise en évidence en sortie d'usine (L1 et L5), la contamination moyenne en sortie de camion doit être corrigée par la soustraction de celle-ci. Ainsi, les analyses en L4 sont corrigées des résultats obtenus en L1 et ceux en L6 des résultats obtenus en L5. La contamination moyenne du lot est calculée soit en ramenant à celle qui est attendue dans le lot traceur d'après la formule et les pesées effectivement faites sur site (Pourcentage de l'attendu), soit en la ramenant à celle du lot traceur analysé en L3 (Pourcentage du mesuré).

2. Résultats

2.1. Bilan technique

Le choix des traceurs internes, parmi une très faible gamme de produits, allié avec les contraintes fixées sur les aliments (taux de liquide, présentation farine) restreint beaucoup la faisabilité de ce type d'essai (Voir **i'Tec_T6**).

Dans les faits, seules 2 substances actives, parmi les médicamenteuses, ont été utilisées comme traceurs internes. Deux causes sont à l'origine de ce résultat : le faible nombre de propositions des industriels en matière de molécules médicamenteuses pour constituer des traceurs internes et des difficultés analytiques conduisant à de mauvaises précisions des résultats.

L'aliment choisi doit également être fabriqué avec ou

sans un traceur interne du type médicamenteux, il convient donc de disposer de ce type de formule. Si l'usine ne dispose pas d'une même formule avec ou sans le médicamenteux ciblé, ou si la formule choisie n'est pas commercialisée en farine, celle-ci est amenée à effectuer une repasse ou un recyclage des lots utilisés pour l'essai.

Enfin, il convient de signaler que l'utilisation de médicamenteux comme traceur interne conduit à pratiquer les essais avec une incorporation minimale de 5 kg/t, alors que l'agrément, prévu dans le cadre des additifs, s'applique à des incorporations minimales à 2 kg/t. Une incorporation d'un médicamenteux à 2 kg/t demanderait une AMM spécifique ou une destruction des aliments obtenus. L'une des principales difficultés a également été la méconnaissance partielle des débits de chargement et de livraison. La sélection d'une formule sous forme de farine, qui n'est pas forcément chargée ou livrée sous cette forme, ne contribue pas à préciser cette donnée.

De plus, de fortes variations de débit au chargement et à la livraison ont été notées, particulièrement au chargement, selon les cellules ou le niveau dans les cellules. Le passage par un convoyeur, même s'il fait courir un risque de contamination, permet d'obtenir un débit de chargement un peu moins sensible au niveau d'aliment dans la cellule.

En matière de prélèvements, le déchargement du lot dans une case d'un volume trop juste et le positionnement trop bas de la bouche de sortie dans la case peuvent conduire à une grande difficulté de réalisation des prélèvements en fin de lot.

Par ailleurs, la bâche posée sur les lots collecteurs lors du chargement en L2, n'a jamais présenté de dépôt après le chargement des lots traceurs et donc aucun prélèvement n'a été effectué. Ainsi, lors de la réalisation des essais, il est possible d'affirmer qu'aucune contamination n'aurait pu être engendrée par un transfert aéroporté du lot traceur vers le lot collecteur.

Globalement, la plupart des opérations étant effectuées à l'extérieur avec des farines, il est important de disposer d'un temps clément le jour de l'essai (peu de vent et pas de pluie). Dans ces conditions, une durée moyenne de 3 heures est nécessaire avec deux camions dans le cas des essais en livraison mécanique et un seul camion pour l'essai en livraison pneumatique. Ce temps a été ramené à 2.5 heures au cours de la phase 2. Le personnel nécessaire a été d'au moins 3 personnes pour les prélèvements, ainsi que la personne responsable du poste de chargement et au moins un chauffeur/livreur pour les chargements et les livraisons.

2.2. Profils de contamination

Les essais de la phase 1 ont montré que la contamination des lots collecteurs diminuait très rapidement, comme le montre l'exemple du camion A (Figure 3).

En raison de la rapidité de la décroissance, les

hypothèses de calcul et de prélèvement n'étaient pas remplies (Voir § 1.6). C'est pourquoi, la période de prélèvements a été accélérée au début des lots collecteurs des essais de la phase 2 et que d'autres modes de calcul ont été adoptés.

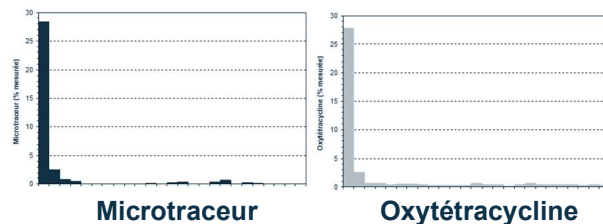


Figure 3 : Contamination inter-cases du Camion A

En lieu et place d'une moyenne arithmétique, le mode de calcul de la contamination moyenne a été modifié. La concentration de la quantité d'aliment passant entre deux échantillons peut être considérée égale, non pas à celle de l'échantillon précédent, mais à la moyenne de celles des deux échantillons l'encadrant. L'évolution de la courbe de contamination est ainsi mieux approchée et la sur-estimation de la concentration moyenne effective du lot collecteur est moindre.

La prise d'échantillons intermédiaires entre les échantillons 1 et 2 en début de lots collecteurs conduit à une troisième expression de la concentration moyenne appelée C''_m . Des relations linéaires de très bonne qualité entre les résultats de ces différents modes de calcul ont permis d'estimer cette dernière pour les camions de la phase 1.

2.3. Importance des purges

Des évaluations des conséquences qu'aurait un oubli des purges après le passage d'un lot médicamenteux en farine ont été effectuées. Ce genre d'oubli conduirait à une sur-contamination du lot « collecteur » en moyenne de 0.68 % (de la concentration mesurée sur le lot traceur en sortie de camion). Cette évaluation démontre que la réalisation d'une purge après le passage d'un lot « à risques » constitue une véritable mesure préventive.

De plus, la pratique de l'incorporation des produits de purges effectuées après les lots collecteurs ne conduit pas à une sur-contamination notable du lot collecteur correspondant (+ 0.14 %) dans l'hypothèse où ces issues de purges seraient réparties de manière homogène dans le lot collecteur.

3. Conclusions

Le Tableau 1 présente les résultats par camion. Dans ce tableau, les lettres d'ordres ne correspondent pas à une comparaison statistique des résultats, mais à un simple classement « visuel ». Ces résultats ne peuvent être généralisés à tous les camions du même type.

Cependant, les contaminations inter-cases obtenues avec les porteurs sont inférieures d'environ 0.1 % à celles de semi-remorques similaires : comparaison C/H ou I/F. Dans ce contexte, il est aisé d'imaginer que la contamination des semi remorques serait du

même ordre, ou au moins plus faible, dans le cas de l'utilisation des cases arrières qui s'ouvrent sur un

circuit de longueur similaire à celle d'un porteur.

Camions	Type	Age Caisse/Système de transfert	C'' _m inter case (% mesuré)		Ordre	C'' _m intra case (% mesuré)		Ordre
A	SR, Vis, TpV, Pg gravitaire	14 ans/6 ans	0.55	0.65	b	0.09	0.04	bc
B	SR, Tc, TpV, Pneumatique	2 ans/2 ans	0.12	0.12	c	0.05	0.05	c
C	SR, Tc, TpV, Ecofan	2 ans/2 ans	0.15	0.05	cd	0.03	0.02	c
D	SR, Vis, TpV, Pg gravitaire	14 ans/12 ans	0.61	0.45	b	0.04	0.05	c
E	SR, Tc, TpV, DKS	4 ans/4 ans	1.41	1.41	a	0.05	0.03	c
F	SR, Vis racleuse, TpH, TDS	8 mois/8 mois	0.14	0.18	c	0.01	0.02	c
G	SR, Vis racleuse, TpV, TDS	12 ans/3 mois	0.14	0.15	c	0.01	0.00	c
H	Pt, Tc, TpV, Ecofan	2 ans/2 ans	0.02	0.04	d	0.03	0.02	c
I	Pt, Tc, TpH, TDS	1 an/1 an	0.02	0.08	d	0.04	0.25	bc
J	SR pressurisé	9 ans	0.14	0.17	c	0.37	0.44	a

Tableau 1 : Résumé des résultats obtenus sur tous les camions testés

SR : Semi-remorques – Pt : Porteur - Tc : Transporteur à chaînes – TpV : Trappe en V inversé – TpH : Trappe horizontale

Il semble également que les camions les plus récents présentent, en raison des techniques implantées et des pratiques mises en place, y compris les systèmes de purges, moins de contaminations. Une exception à cette observation, est constituée par le camion E, dont les résultats pourraient être liés à une mauvaise pratique de l'utilisation du système DKS.

Par ailleurs, le résultat obtenu avec le camion pressurisé J, dans le cas de la contamination intra case est certainement explicable par une déformation de la partie basse de la case 2 et la possibilité de la formation d'un dépôt d'aliment traceur. Par contre, il convient de noter que la contamination inter-case est du même ordre que ce qui est obtenu avec des camions récents à livraison mécanique. Ce résultat intéressant nécessite une confirmation.

Globalement, et en référence aux chiffres obtenus dans les usines, les contaminations constatées sur ce parc de camions sont très faibles entre cases et infimes, voire au niveau des limites de détection, à l'intérieur des cases. Il convient de rappeler ici que ces chiffres ont été obtenus dans des conditions sévères d'évaluation :

- Aliments farines
- Cases les plus éloignées de la sortie
- Autres cases vides.

La majorité des aliments étant livrés sous forme de granulés, il est très probable que les contaminations les plus courantes soient inférieures.

Seules trois contaminations supérieures aux autres sortent du lot, et deux d'entre elles caractérisent les camions les plus anciens. Dans ce contexte, le cas du camion G met en évidence qu'un camion ancien modifié peut obtenir des résultats du même ordre que des camions récents, même si le système de purge ne prend pas en compte la vis plancher.

Compte tenu de ces résultats, il semble qu'il faille

recommander pour le transport des aliments médicamenteux :

- L'utilisation de camions récents,
- L'utilisation des cases arrières et donc une livraison en début de tournée,
- L'assurance de la réalisation de la purge après livraison.

Les niveaux de contaminations intra-cases infimes mis en évidence sont étayés par des observations visuelles et des photographies faites lors des essais. Elles ont démontré qu'une observation de la propreté interne des cases après la livraison d'un aliment en farine renseignait suffisamment sur le risque de contamination. Dans ce contexte, l'évaluation analytique de la contamination est abandonnée au profit de la recommandation d'une évaluation visuelle de l'état de propreté de la case après livraison. Cette recommandation allège le processus d'évaluation du camion décrit dans i'Tec_T8.

4. Références bibliographiques

i'Doc_T8, 2003 - Elaboration d'une méthodologie pour l'évaluation des contaminations croisées par des additifs dans un camion de livraison d'aliment du bétail

i'Tec_T6, 2003 - Comparaison traceurs internes/externes.

i'Tec_T8, 2003 - Règles techniques pour l'évaluation des contaminations croisées dans des camions de livraison.