

Systeme de collecte et traçabilité du sang dans les abattoirs de porcs français

Alain LE ROUX, Patrick CHEVILLON, Stéphanie de MONTZEY

Institut Technique du Porc

Etude réalisée avec la participation financière de l'OFIVAL

Sommaire

<u>Résumé</u>	3
<u>Introduction</u>	4
<u>1 Matériel et Méthode</u>	4
1.1. <u>Bilan de la qualité bactériologique du sang selon le système de collecte</u>	4
1.2. <u>Contrôle du nettoyage-désinfection des installations et suivi de la chaîne du froid</u> ..	5
<u>2 Les installations étudiées</u>	6
2.1. <u>Le système de collecte</u>	9
2.2. <u>Système de transfert et traçabilité</u>	9
2.3. <u>Le système de réfrigération</u>	10
<u>3 Qualité bactériologique du sang</u>	11
3.1. <u>A la saignée</u>	11
3.2. <u>Dans les bacs tampons</u>	13
3.3. <u>Dans la cuve de stockage</u>	15
<u>4 Nettoyage-désinfection et chaîne du froid</u>	17
4.1. <u>Résultats des contrôles bactériologiques du nettoyage-désinfection</u>	17
4.2. <u>Réfrigération et chaîne du froid</u>	20
<u>5 Situation de la collecte et valorisation du sang en Europe : inventaire des solutions techniques alternatives existantes</u>	22
5.1. <u>Situation en Allemagne</u>	22
5.2. <u>Situation aux Pays-Bas</u>	23
5.3. <u>Situation au Danemark</u>	23
5.4. <u>Situation en Espagne</u>	23
<u>Conclusion</u>	24

Résumé

Dans cette étude a été établi un inventaire des solutions techniques développées en France en ce qui concerne le système de collecte et la gestion de la traçabilité du sang. En parallèle, un bilan de la qualité bactériologique du sang des différents systèmes mis en place a été réalisé, selon les critères microbiologiques auxquels doit répondre le sang à usage alimentaire, fixés par l'annexe II de l'arrêté du 10 février 1984. De plus, un contrôle de l'efficacité du nettoyage-désinfection des installations a été effectué, par utilisation de boîtes contact et chiffonnettes ainsi qu'un bilan de la chaîne du froid.

Faisant suite à la Note de Service de la DGAL du 16 octobre 2000, le mode de collecte de sang le plus répandu est le trocart (5 ateliers sur 6) par lequel le sang est récolté par gravitation ou à l'aide de pompe. Puis, la majorité des abattoirs sont équipés de cuves tampon permettant la traçabilité par lot (d'une capacité de 40 porcs pour 4 ateliers et 20 porcs dans 1 atelier). Concernant l'atelier C le système de collecte et de traçabilité est individuel (1 sac par porc).

Selon les systèmes de collecte mis en place dans les abattoirs, le sang récolté à la saignée est conforme aux critères microbiologiques fixés par la législation dans la majorité des cas (59 % des lots). Cependant dans certains ateliers (A et E), le système est très polluant vis-à-vis du sang récolté à ce stade. Les résultats de l'atelier B montrent que la saignée au couteau permet de récolter un sang de très bonne qualité en terme bactériologique. Les résultats obtenus au niveau des cuves tampons et de la cuve de stockage du sang alimentaire montrent que la totalité des prélèvements est conforme aux critères de l'arrêté du 10 février 1984, pour du sang manipulé. Cependant, les différents systèmes de collecte mis en place, et donc les traitements subis par le sang, avant le stockage en cuve du sang alimentaire ont un effet sur son niveau de contamination bactériologique. Le système de collecte avec un conditionnement individuel en sac plastique et une réfrigération rapide permet de garantir une qualité bactériologique optimum du sang alimentaire.

Les notes obtenues sur boîtes contact montrent qu'après nettoyage-désinfection des surfaces, les résultats sont insuffisants pour chacune des répétitions et ce dans tous les ateliers. Les différents systèmes de collecte de sang alimentaire mis en place possèdent, malgré le Nettoyage En Place (NEP), des lacunes au niveau du nettoyage-désinfection comme le montrent les résultats des chiffonnettes. Le nettoyage-désinfection des systèmes de collecte de sang est rendu difficile par la complexité des outils mis en place (trocart, tamis, cuves tampon, cuves de stockage).

Concernant la chaîne du froid, dans la majorité des ateliers (B, D, E, F) le sang alimentaire n'est réfrigéré que dans la cuve de stockage avec agitateur, soit 40 à 45 minutes après la saignée. Le faible volume de sang récolté permet d'atteindre rapidement une température inférieure à 3°C. Les deux autres abattoirs (A et C) sont équipés d'un échangeur thermique à eau glycolée avant la cuve de stockage du sang alimentaire, le sang atteint en quelques minutes 3°C.

Seul un système de collecte du sang alimentaire, garantissant une qualité bactériologique maîtrisée, peut permettre une valorisation commerciale auprès des entreprises de transformation du sang.

Introduction

L'arrêté du 10 février 1984 prévoit que *"le sang des animaux de boucherie destiné à la consommation humaine doit être récolté de façon hygiénique soit à l'aide d'un trocart, soit à l'aide d'un dispositif permettant de recueillir le sang en évitant les souillures et ne doit pas provenir d'animaux retirés de la consommation humaine, d'animaux présentant des troubles pathologiques ainsi que des animaux abattus en abattoir sanitaire"*.

Au regard de ces obligations, les abattoirs se sont équipés de système de collecte du sang permettant d'en assurer sa traçabilité et d'éliminer le sang provenant d'animaux consignés après inspection post-mortem.

Dans cette étude a été établi un inventaire des solutions techniques développées en France en ce qui concerne la traçabilité du sang (cuves tampon et principe de fonctionnement, abattoirs à petite ou grande cadence) et le système de collecte (trocart, auges de saignée alternative).

En parallèle, un bilan de la qualité bactériologique du sang des différents systèmes mis en place a été réalisé, selon les critères microbiologiques auxquels doit répondre le sang à usage alimentaire, fixés par l'annexe II de l'arrêté du 10 février 1984.

De plus, un contrôle de l'efficacité du nettoyage-désinfection des installations a été effectué, par utilisation de boîtes contact et chiffonnettes. Dans chaque atelier, la chaîne du froid au niveau du sang alimentaire a également fait l'objet d'un bilan.

Pour cette étude, six abattoirs équipés de différents systèmes de collecte ont été retenus et les prélèvements ont été réalisés sur deux jours de tuerie.

1. Matériel et Méthode

Des prélèvements de sang ont été effectués dans 6 abattoirs possédant des systèmes différents de collecte du sang alimentaire. Les abattoirs testés ont été retenus selon leur volume de tuerie et la pertinence du système mis en place. Pour chaque atelier, deux répétitions ont été réalisées.

1.1. Bilan de la qualité bactériologique du sang selon le système de collecte

Afin de mesurer l'effet des différents systèmes choisis sur la qualité bactériologique, des échantillons de sang sont récoltés à trois stades de la collecte :

- sortie du trocart ou jet de saignée,
- dans la cuve tampon,
- dans la cuve de stockage du sang alimentaire.

A chaque stade, 10 prélèvements sont effectués, au cours de la tuerie, sur le premier porc puis toutes les 30 minutes. Le sang est collecté dans un tube hépariné, stérile et dévidé. Les analyses mises en œuvre sur les échantillons sont liées au stade de prélèvement, comme le stipule l'annexe II de l'arrêté du 10 février 1984. Pour chacune de ces flores, un dénombrement est effectué.

Ainsi les flores recherchées à la saignée sont :

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - Flore Mésophile Totale (FMT) (30°C) | NF V08-051 |
| - Coliformes fécaux (CF) | NF V08-017 |

Pour le sang ayant subi des manipulations (Cf. Annexe II de l'arrêté du 10 février 1984), les flores recherchées sont :

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - Flore Mésophile Totale (FMT) (30°C) | NF V08-051 |
| - <i>Escherichia coli</i> (EC) | NF V08-017 |
| - Staphylococcus aureus (STA) | NF V08-014 |

Dans les abattoirs utilisant un anticoagulant (citrate), une analyse de la solution est réalisée avec les flores ci-dessus.

1.2. Contrôle du nettoyage-désinfection des installations et suivi de la chaîne du froid

L'hygiène du système de collecte est un élément clé pour la maîtrise de la contamination bactérienne du sang. Les différentes méthodes de collecte s'effectuant à l'aide d'une importante tuyauterie et de pompes, ces systèmes nécessitent un protocole de nettoyage-désinfection spécifique.

Avant la reprise d'activité d'abattage, des contrôles de l'efficacité du nettoyage-désinfection ont été réalisés sur la totalité du circuit de collecte.

Tout d'abord, l'état de propreté visuel a été noté sur les sites retenus pour une évaluation de la contamination bactérienne (trocart, tuyau trocart, arrivée cuve tampon, sortie cuve tampon, arrivée cuve alimentaire). Ce contrôle consiste en un contrôle de surface par prélèvement par boîte contact sur les surfaces planes et un prélèvement par chiffonnette dans les tuyauteries.

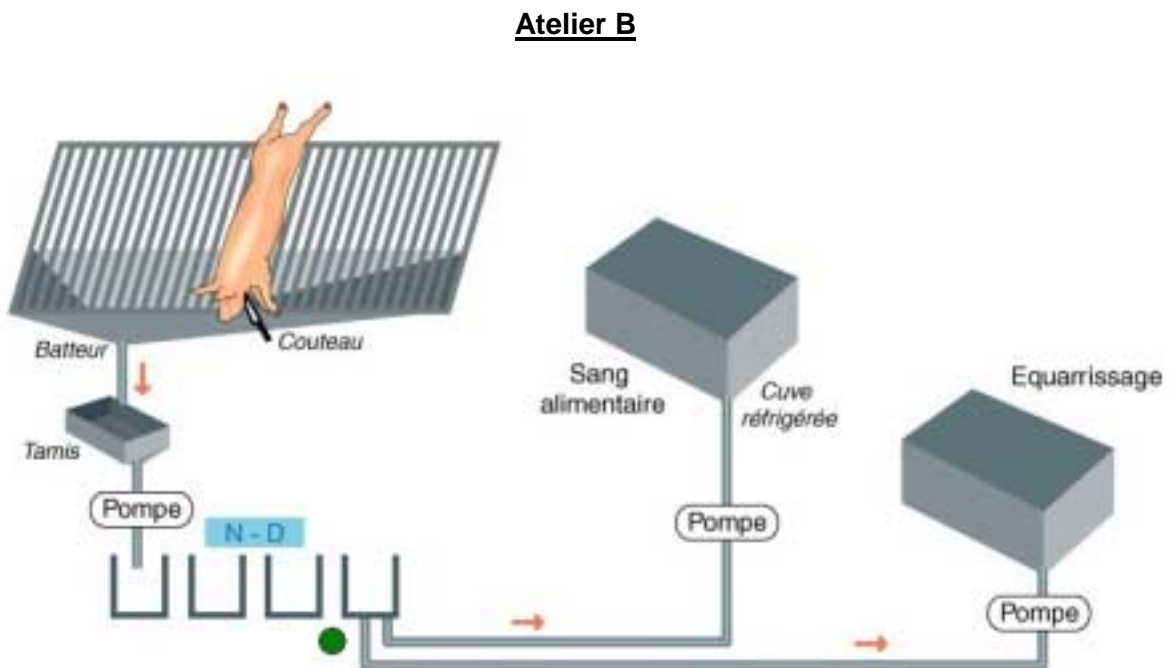
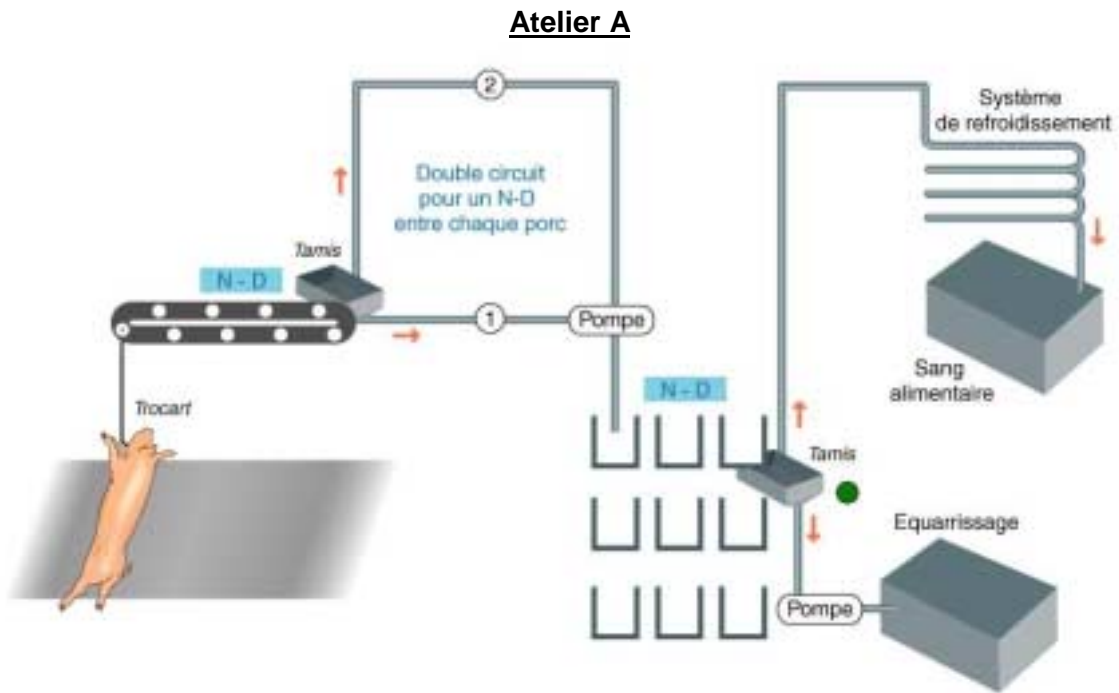
Dans chaque atelier, 15 sites ont été contrôlés, 10 par boîtes contacts et 5 par chiffonnettes pour un dénombrement en Flore mésophile totale.

La législation (arrêté du 10 février 1984) impose que le sang soit maintenu sous régime de froid à une température ne dépassant pas + 3°C dans les 6 heures suivant la saignée. Une sonde de température a été placée dans la cuve de sang alimentaire afin de mesurer l'efficacité du système de réfrigération mis en place et le maintien des températures de stockage.

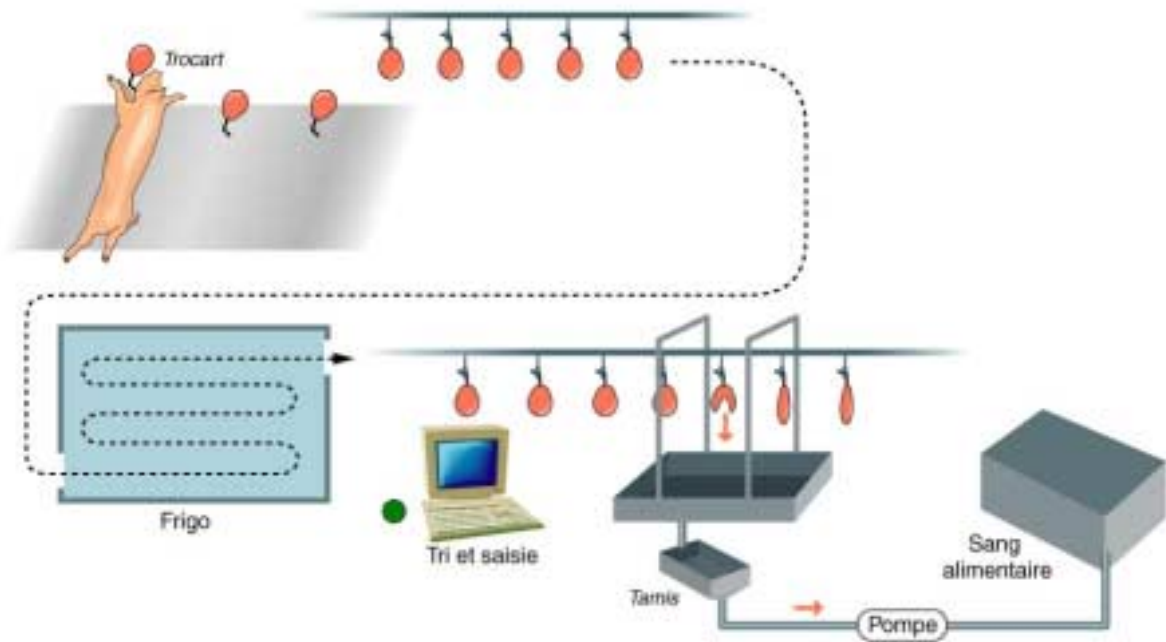
2. Les installations étudiées

Parmi les six entreprises étudiées, le sang récolté est citraté dans deux abattoirs (A et B) et battu dans les quatre autres.

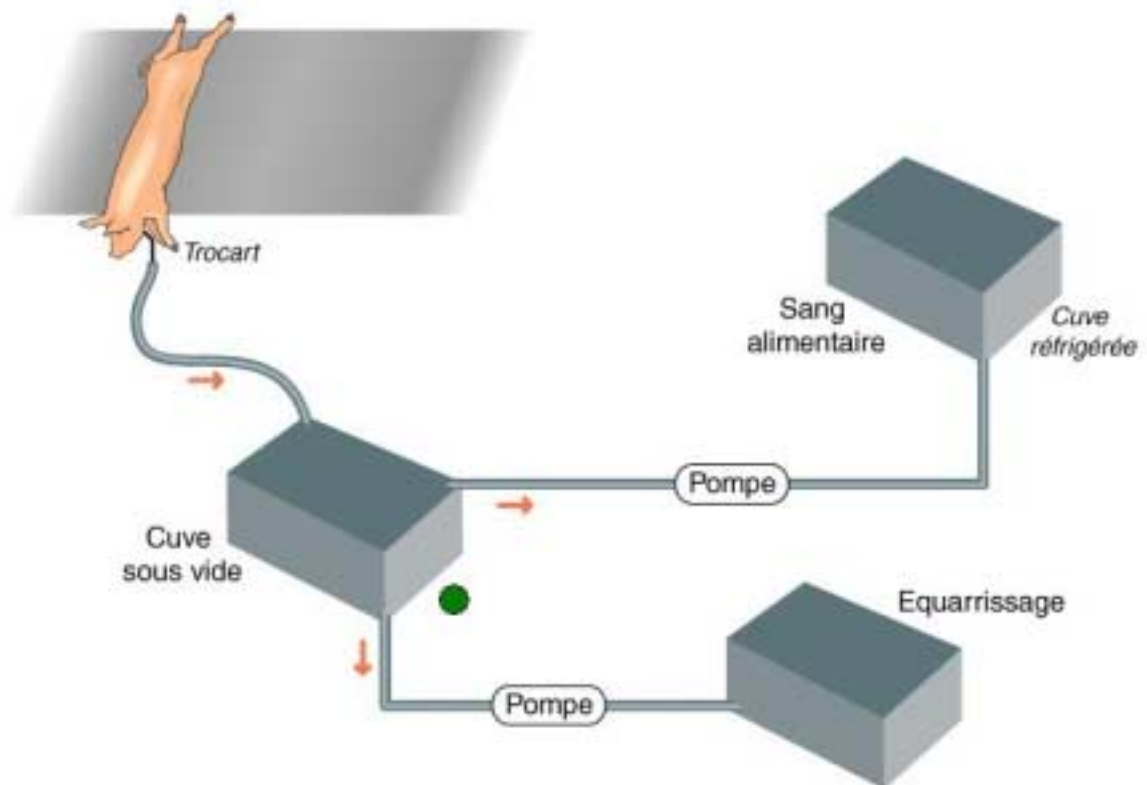
Le système de récolte du sang alimentaire des différents ateliers est schématisé ci-après :



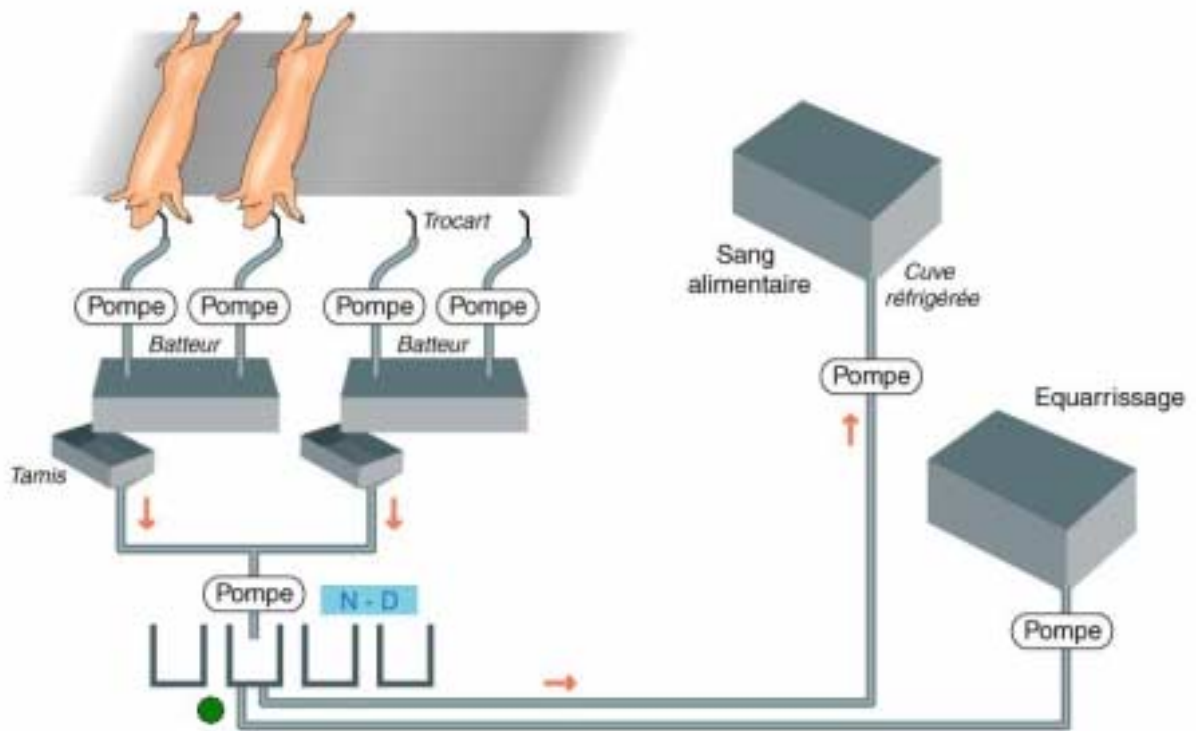
Atelier C



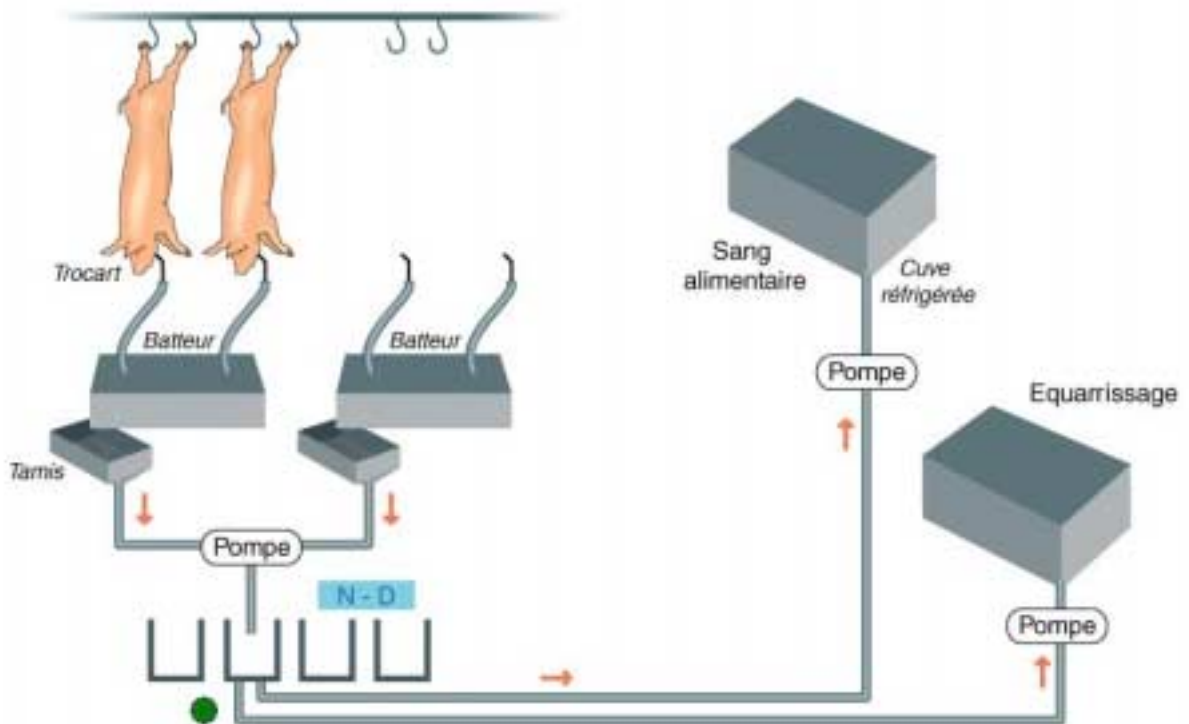
Atelier D



Atelier E



Atelier F



● A ce niveau, les services vétérinaires commandent par informatique la vidange de la cuve vers le circuit du sang alimentaire ou l'équarrissage. Dans l'atelier C, le numéro du sac à retirer apparaît sur un écran et dans l'atelier D, le préposé vétérinaire indique à l'opérateur l'affectation du sang.

2.1. Le système de collecte

Suite à la Note de Service de la DGAL du 16 octobre 2000, le mode de collecte de sang le plus répandu est le trocart (cinq ateliers sur six) par lequel le sang est récolté par gravitation ou à l'aide de pompe. Selon la cadence d'abattage, la collecte nécessite un nombre plus ou moins important de trocart.

Dans le cadre de cette étude, un atelier récolte son sang à partir d'une saignée au couteau sur une table de saignée adaptée (Cf. schéma atelier B), mais cette entreprise n'était pas agréée pour vendre du sang alimentaire. Cette méthode était la plus communément utilisée avant l'application de la note de service DGAL du 16/10/00.

Tableau 1 - Modalité de collecte à la saignée

Atelier / (cadence)	Type de saignée	Type de collecte / Nombre d'instruments		Collecte	Type de sang	Quantité estimée (litre / porc)
A (600)	Horizontale	Trocart	18	Cuve individuelle	Citraté	2.5
B (380)	Horizontale	Couteau	2	Batteur	Citraté	2.8
C (600)	Horizontale	Trocart	~1 000	Sac individuel	Traitement autre que citraté	3.5
D (15)	Horizontale	Trocart	1	Cuve sous-vide avec batteur	Battu	2.5
E (250)	Horizontale	Trocart	4	Pompe sous-vide puis batteur	Battu	1.5
F (150)	Verticale	Trocart	4	Batteur	Battu	2.8

* la quantité de sang estimée récoltée à la saignée est calculée sur le volume d'une journée de tuerie.

La législation prévoit un nettoyage-désinfection du matériel de collecte entre chaque porc ou chaque lot. Seul, deux ateliers (A et C) effectuent un nettoyage-désinfection entre chaque porc, les autres le réalisent entre chaque lot.

Le volume moyen collecté par porc est de 2,6 litres. Cependant, les extrêmes vont du simple au double. Dans l'étude réalisée en 1993, le volume moyen collecté atteignait 1.86 litre/porc, certaines entreprises étant à moins de 1 litre/porc.

2.2. Système de transfert et traçabilité

En se référant aux schémas (pp. 6 à 8), on constate que la majorité des abattoirs sont équipés de cuves tampon d'une capacité de 40 porcs (4 ateliers). Concernant l'atelier C le système de collecte et de traçabilité est individuel (1 sac par porc).

Tableau 2 - Equipement en Stockage Tampon (avant contrôle DSV)

Atelier	Type	Capacité de stockage / cuve	Tamis avant Cuve	Sang réfrigéré
A	24 Cuves	40 Porcs	Non	Non
B	4 Cuves	40 Porcs	Oui	Non
C	Sac individuel		Oui	Oui
D	Cuve sous-vide avec batteur	20 Porcs	Non	Non
E	4 Cuves	40 Porcs	Oui	Non
F	4 Cuves	40 Porcs	Oui	Non

Le nombre de cuves tampon est proportionnel à la cadence d'abattage de chaque atelier.

Dans les abattoirs A, B, E et F possédant des cuves tampon, la traçabilité est assurée par un système informatique. Le sang d'un lot de porc correspond au contenu d'une cuve et après inspection vétérinaire des porcs du lot, le préposé vétérinaire commande la vidange de la cuve tampon soit vers le circuit de sang alimentaire si aucun animal n'est consigné, soit vers l'équarrissage si un porc ou plus est consigné.

L'abattoir D récolte le sang dans un défibrineur d'une capacité de 20 porcs. La cadence de 15 porcs / heure permet à l'opérateur à la saignée de gérer la destination du sang selon le résultat de l'inspection vétérinaire des animaux, la vidange s'effectue toutes les heures.

L'atelier C a développé son propre système de collecte et d'identification. Les animaux sont identifiés individuellement de même que la poche de sang récolté. Lors de l'inspection vétérinaire si le porc est consigné, le préposé vétérinaire transmet par informatique à un opérateur l'identification du sac de sang à retirer du circuit.

2.3.Le système de réfrigération

Dans la majorité des ateliers (B, D, E, F) le sang alimentaire n'est réfrigéré que dans la cuve de stockage avec agitateur, soit 40 à 45 minutes après la saignée. Le faible volume de sang récolté permet d'atteindre en trente minutes environ une température inférieure à 3°C.

Dans l'atelier A, le sang alimentaire est transféré de la cuve tampon dans un échangeur thermique avant le stockage dans la cuve de sang alimentaire avec agitateur. Le sang arrive à une température de 3,5°C. La phase de réfrigération commence 40 minutes après la récolte lorsque que l'inspection vétérinaire du lot a été réalisé.

L'abattoir C se distingue par un refroidissement rapide des sacs de sang, en effet les sacs sont réfrigérés dès la collecte dans un tunnel à -11°C durant 40 minutes. Le sang est alors à une température de 20°C, puis le sac est tranché et le sang est transféré vers un échangeur thermique pour atteindre 3°C en quelques minutes. Il est ensuite stocké dans une cuve avec agitateur.

3. Qualité bactériologique du sang

Les critères bactériologiques retenus dans le cadre de cette étude sont ceux fixés par l'arrêté du 10 février 1984 (Cf. annexe II).

L'interprétation des résultats se fait selon un plan à trois classes défini comme suit :

$$n = 5 \quad c = 2 \quad M = 5m$$

Un lot est constitué des cinq analyses à suivre, soit un total de quatre lots par abattoir. Il pourra être fait application d'une tolérance analytique exclusivement pour la valeur m, celle-ci étant égale à 1,5 m (Cf. annexe II). Cette tolérance a été retenue pour exprimer la distribution des résultats individuels à la saignée.

3.1.A la saignée

Le système de collecte constitue une source de contamination potentielle pour le sang.

Ainsi lors de la saignée, le couteau ou le trocart puis le tuyau jusqu'au batteur sont susceptibles de contaminer le sang récolté, d'autant que ce matériel est difficile à nettoyer entre chaque porc ou chaque lot.

Au stade de la saignée, les prélèvements ont été réalisés, soit dans le jet de saignée (au couteau), soit à la sortie du tuyau (au trocart), soit dans le sac (Atelier C). Les résultats ci-dessous sont issus du traitement par lot des 20 prélèvements effectués dans chaque outil.

Les critères retenus sont ceux d'un contrôle au stade de la récolte proprement dite (saignée) soit :

- Flore Mésophile Totale : $m = 10^3/g$ (FMT)
- Coliformes fécaux : $m = 10^2/g$ (CF)

Tableau 3 - Pourcentage de lots conformes à la saignée

Atelier	FMT		CF		TOTAL	
	%	Nb de lot	%	Nb de lot	%	Nb de lot
A	0.0	2	100.0	2	0.0	2
B	75.0	4	100.0	4	75.0	4
C	75.0	4	100.0	4	75.0	4
D	75.0	4	100.0	4	75.0	4
E	25.0	4	50.0	4	25.0	4
F	75.0	4	100.0	4	75.0	4
TOTAL	59.1	22	91.0	22	59.1	22

Dans l'atelier A, les prélèvements à la saignée n'ont été réalisés que lors de la première répétition. Pour des raisons de sécurité envers le personnel qui raccroche les trocarts, l'accès à la cuve individuelle était condamné.

Ces résultats montrent que le sang collecté à la saignée peut être contaminé par le système de collecte, aucun atelier n'est à 100 % des lots conformes.

Il suffit d'un prélèvement dans un lot ne respectant pas les seuils pour que ce lot soit non conforme. Le pourcentage de prélèvements supérieurs au seuil défini par l'arrêté du 10 février 1984 montre de manière plus générale, l'impact du système de collecte sur la contamination bactérienne à la saignée (Cf. tableau 4).

Tableau 4 - Pourcentage de prélèvements supérieurs à 1.5 m à la saignée

Atelier	FMT		CF		TOTAL	
	%	Nb d'analyses	%	Nb d'analyses	%	Nb d'analyses
A	90,0	10	0,0	10	90,0	10
B	10,0	20	0,0	20	10,0	20
C	15,0	20	5,0	20	20,0	20
D	31,6	19	0,0	19	31,6	19
E	72,2	18	27,8	18	72,2	18
F	20,0	20	0,0	20	20,0	20
TOTAL	34,6	107	4,7	107	35,5	107

Les résultats ci-dessus montrent que seulement trois modes de collecte de sang permettent de récolter le sang avec un niveau bactériologique acceptable (Ateliers B, C et F). Les prélèvements ne respectant la législation sont au nombre de 2 à 4 sur 10, ces résultats prouvent que le mode de collecte utilisé est peu polluant.

En effet, l'atelier B effectue une saignée au couteau, ce dernier est facilement désinfecté entre chaque porc, il ne contamine pas le sang du jet de saignée. De même la récolte par un trocart nettoyé et désinfecté (durant 15 minutes environ) entre chaque porc et la réception du sang en sac plastique (Atelier C) est peu contaminante. Car le trocart peut être nettoyé et désinfecté correctement et le sang n'est pas au contact de l'air. L'atelier F présente de bons résultats avec 4 prélèvements supérieurs à 1 500 UFC/g. Cet atelier possède deux trocarts par batteur, le sang est récolté par gravité dans le batteur et donc sans contact avec l'air. De plus, chaque trocart est utilisé pour 15 porcs environ puis le trocart et son tuyau sont nettoyés à l'eau chaude durant plusieurs minutes.

L'atelier D, où le sang est collecté à l'aide d'un trocart vers une cuve sous vide avec batteur, présente un pourcentage intermédiaire entre les ateliers faiblement et fortement contaminés. Plus d'un quart des prélèvements effectués sont au-dessus du seuil. Le trocart et le tuyau sont nettoyés à l'eau chaude tous les cinq porcs environ, mais durant ce nettoyage, ils ne sont pas désolidarisés de la cuve à cause du sous vide, et leur nettoyage est peu efficace contrairement à l'atelier F où le trocart et le tuyau sont décrochés du batteur pour le nettoyage.

Deux ateliers ont une majorité de prélèvements supérieurs au seuil fixé à la saignée. Tout d'abord dans l'atelier E, le sang est prélevé à la sortie de la pompe, cette dernière est un point critique dans la collecte du sang car très contaminante au niveau bactérien. En effet, les pompes sont très difficiles à nettoyer et à désinfecter correctement même dans les systèmes équipés en NEP. De plus, le trocart est utilisé pour 15 à 20 porcs puis nettoyé à l'eau chaude.

Dans l'atelier A (comme le montre le schéma p. 3), les trocarts sont nettoyés et désinfectés entre chaque porc. Le nettoyage-désinfection du trocart et de la cuve individuelle est automatisé et chaque phase dure une dizaine de seconde. Ce temps très court ne permet pas un nettoyage-désinfection efficace du système de collecte du sang à la saignée, le sang se retrouve donc fortement contaminé par ce système (comme le montrent les résultats du tableau 4).

Par test statistique, la répartition des résultats par atelier permet de mettre en évidence des différences significatives, au niveau de la contamination bactériologique du sang, au stade de la saignée (Test du χ^2 : $p < 0.0001$).

Tableau 5 - Répartition des prélèvements en FMT selon le seuil de 1.5 m

Atelier / Seuil	A ^a	E ^a	D ^b	F ^b	C ^b	B ^b
< 1 500	10 %	28 %	65 %	80 %	85 %	90 %
≥ 1 500	90 %	72 %	35 %	20 %	15 %	10 %

Comme le montre le tableau ci-dessus, trois systèmes de collecte sont faiblement contaminants, correspondants aux ateliers B, C, F ; l'atelier D a une position intermédiaire. Les résultats de l'atelier B montrent que la saignée au couteau permet de récolter un sang bactériologiquement de très bonne qualité.

Le test statistique utilisé pour la comparaison deux à deux est le Test exact de Fisher. Les ateliers ayant une lettre différente sont significativement différents au seuil de 5 %.

Selon les systèmes de collecte mis en place dans les abattoirs, le sang récolté à la saignée est conforme à la législation dans la majorité des cas (59 % des lots). Cependant dans certains ateliers (A et E), le système est très polluant vis-à-vis du sang, ceci en majeure partie en raison de la difficulté à effectuer un nettoyage-désinfection efficace dans l'abattoir A car la durée est insuffisante et dans l'atelier E par la présence d'une pompe à la sortie du tuyau du trocart.

3.2. Dans les bacs tampons

Au niveau des cuves tampons, les critères bactériologiques qui s'appliquent sont ceux de l'arrêté du 10 février 1984 relatif aux contrôles portant sur un sang ayant subi des manipulations. Les critères sont :

- Flore Mésophile Totale : $m = 10^6/g$
- *Escherichia coli* : $m = 10^3/g$
- *Staphylococcus aureus* : $m = 10^3/g$

A ce stade, le prélèvement est réalisé dans un tube hépariné à l'aide d'un support pour accéder au milieu de la cuve. Dans l'atelier C, les prélèvements sont effectués dans le sac avant qu'il soit percé (Cf. schéma).

Tableau 6 - Pourcentage de lots conformes en cuve tampon

ATELIER	FMT		EC		STAPH		TOTAL	
	%	Nb de lot	%	Nb de lot	%	Nb de lot	%	Nb de lot
A	100	4	100	4	100	4	100	4
B	100	4	100	4	100	4	100	4
C	100	4	100	4	100	4	100	4
D	100	2	100	2	100	2	100	2
E	100	3	100	3	100	3	100	3
F	100	4	100	4	100	4	100	4
TOTAL	100	21	100	21	100	21	100	21

Dans les ateliers D et E, le volume de la tuerie ne nous a pas permis d'effectuer les dix prélèvements prévus par jour. Pour l'abattoir D, les prélèvements n'ont été réalisés que pour une journée de tuerie. Le nombre de lots est donc inférieur à quatre pour ces ateliers.

Les résultats obtenus au niveau des cuves tampons montrent que la totalité des prélèvements est conforme aux critères de l'arrêté du 10 février 1984, pour du sang manipulé.

Cependant, les différents systèmes de collecte mis en place et donc les traitements subis par le sang avant le stockage en cuve tampon agissent sur son niveau de contamination bactériologique. Afin de discriminer les systèmes de collecte et de transfert, nous avons utilisé le seuil de 1 000 UFC/g en flore mésophile totale et de 100 UFC/g pour *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

Tableau 7 - Résultat des prélèvements en cuve tampon

ATELIER	FMT	EC	STAPH	Nombre de prélèvements
	% inférieur à 1 000	% inférieur à 100	% inférieur à 100	
A ^a	25,0	95,0	100,0	20
B ^a	5,0	65,0	100,0	20
C ^b	55,0	90,0	100,0	20
D ^a	11,1	87,8	100,0	9
E ^a	0,0	87,5	100,0	16
F ^a	15,0	100,0	100,0	20

Pour la flore mésophile totale, les résultats de l'atelier C sont significativement différents des autres ateliers (Test exact de Fischer ; $p < 0.05$). Le système de collecte dans cet abattoir permet de récolter à la saignée du sang faiblement contaminé (Cf. tableau 4), de plus le sang est réfrigéré dès la saignée limitant ainsi le développement bactérien. Le sang dans la cuve tampon de l'atelier E présente le niveau de contamination le plus élevé en FMT, il était déjà important à la saignée.

Il est toutefois important de noter que dans tous les abattoirs, les cuves sont nettoyées-désinfectées automatiquement entre chaque lot de porcs.

3.3.Dans la cuve de stockage

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un support autour duquel est fixé le tube hépariné. Les critères bactériologiques sont identiques à ceux retenus pour les cuves tampons.

Tableau 8 - Pourcentage de lots conformes en cuve tampon

ATELIER	FMT		EC		STAPH		TOTAL	
	%	Nb de lot	%	Nb de lot	%	Nb de lot	%	Nb de lot
A	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	4
B	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	4
C	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	4
D	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2
F	50,0	4	0,0	4	0,0	4	50,0	4
TOTAL	11,1	18	0,0	18	0,0	18	11,1	18

Les prélèvements dans la cuve de stockage dans l'atelier D n'ont pu être réalisés que sur une journée de tuerie.

Les deux lots non conformes en FMT de l'atelier F correspondent à des prélèvements effectués avant la vidange à l'équarrissage du sang récolté la veille et le nettoyage-désinfection de la cuve. Pour des raisons techniques du système de transfert du sang, entre les cuves tampons et la cuve de stockage lors d'un contrôle, les prélèvements à ce stade n'ont pu être réalisés dans l'abattoir E.

Afin de comparer les systèmes de collecte, nous avons analysé les prélèvements en utilisant les seuils de 1 000 UFC/g pour la FMT et de 100 UFC/g pour les EC et STA. Les résultats se trouvent dans le tableau 9.

Tableau 9 - Résultat des prélèvements en cuve de stockage

ATELIER	FMT	EC	STAPH	Nombre de prélèvements
	% inférieur à 1 000	% inférieur à 100	% inférieur à 100	
A	0,0	100,0	100,0	20
B	0,0	85,0	100,0	20
C	55,0	95,0	100,0	20
D	0,0	100,0	100,0	8
E	0,0	100,0	85,7 (1)	7
F	0,0	100,0	100,0	18

(1) Un prélèvement est supérieur à 100.

Seul l'atelier C possède à ce stade des prélèvements inférieurs à 1000 UFC/g. Le sang est conditionné individuellement et réfrigéré dès la saignée, de plus le circuit entre la collecte et la cuve de stockage du sang alimentaire est court. Tous ces paramètres permettent de maîtriser le niveau de contamination du sang alimentaire.

Dans les autres ateliers, l'éloignement entre la cuve de stockage et les cuves tampons est important. Ce long circuit est difficile à nettoyer et désinfecter parfaitement car le sang adhère à la paroi. De plus l'existence de coudes entraîne la formation de dépôts de sang et d'eau qui contribuent au développement bactérien et contamine le sang acheminé.

Le niveau de contamination du sang pour les autres flores est très faible. Ainsi tous les prélèvements sont en dessous des seuils retenus par la législation.

Cependant, l'atelier B présente des résultats en *Escherichia coli* supérieurs au seuil de 100 UFC/g dans 35 % des cas en cuve tampon pour une moyenne de 10 % dans les autres ateliers et 15 % en cuve de stockage. Cette flore est indicatrice de la flore fécale présente sur la peau des porcs. Du sang récolté a pu être en contact avec la plaie de saignée.

4. Nettoyage-désinfection et chaîne du froid

Le contrôle des opérations de nettoyage-désinfection est réalisé après nettoyage-désinfection et avant la reprise d'activité par boîtes contact (10) et chiffonnettes (5) avec recherche de la flore mésophile totale.

Des sondes de température ont été placées dans les cuves de stockages et un contrôle à l'aide d'un thermomètre manuel a été réalisé dans les cuves tampons lorsqu'il était possible.

4.1. Résultats des contrôles bactériologiques du nettoyage-désinfection

▪ Boîtes contact

Tout d'abord, dans l'atelier F les prélèvements par boîte contact n'ont pas pu être réalisés.

Afin de faciliter l'interprétation, les résultats sont présentés sous forme de note globale qui correspond à la somme des notes (de 1 à 4) de chaque site divisée par le nombre de sites contrôlés.

La notation utilisée est la suivante :

- **Note 1** : <10 colonies / boîte → très satisfaisant
- **Note 2** : 10 à 50 colonies / boîte → satisfaisant
- **Note 3** : 50 à 150 colonies / boîte → insuffisant
- **Note 4** : >150 colonies / boîte → très insuffisant

Graphique 1 - Note moyenne en boîte contact par atelier

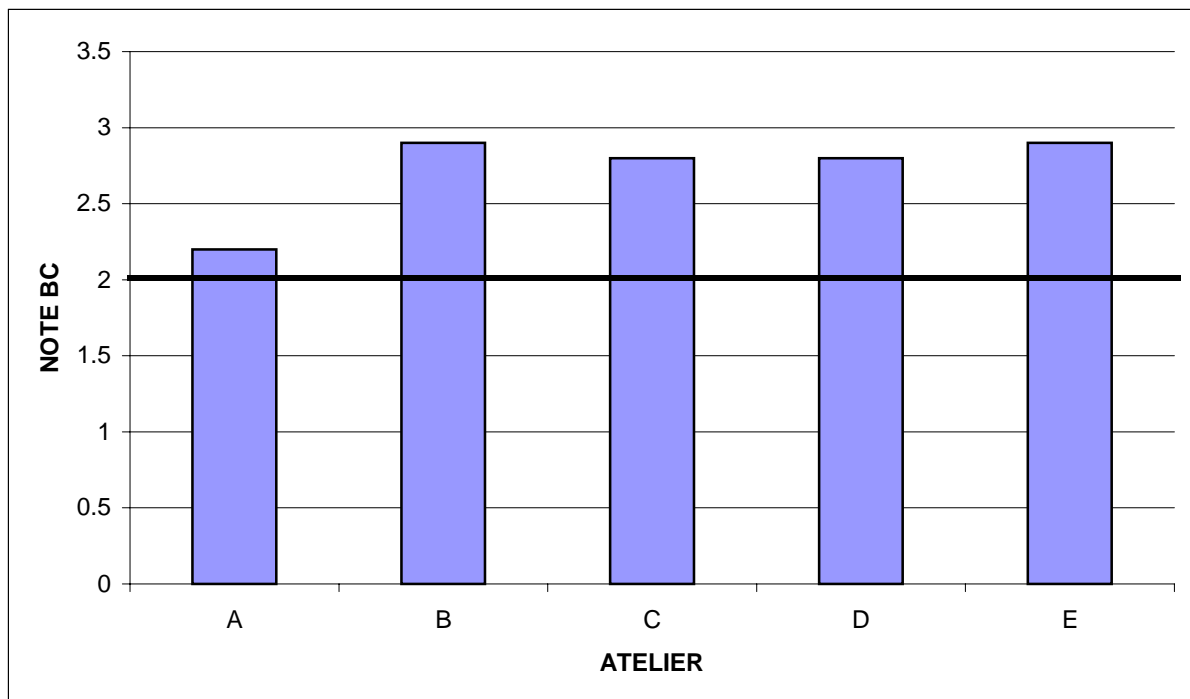


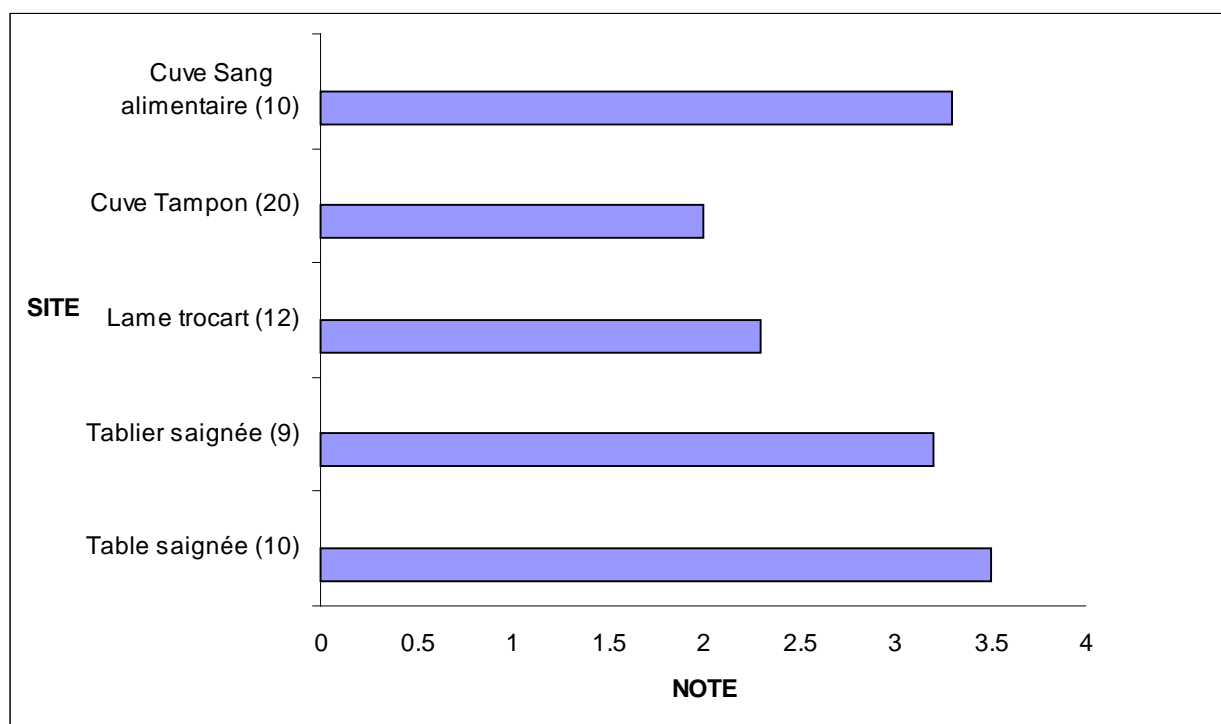
Tableau 10 - Note moyenne par répétition

Atelier	Répétition	
	Jour 1	Jour 2
A	2.0	2.3
B	3.1	2.8
C	2.5	3.0
D	2.8	2.8
E	3.3	2.5
Moyenne	2.7	

Les notes obtenues montrent des résultats insuffisants et ceci pour chacune des répétitions dans tous les ateliers. Aucune note moyenne n'est inférieure à 2. Le nettoyage-désinfection des systèmes de collecte de sang est rendu difficile par la complexité des outils mis en place (trocart, tamis, cuves tampon, cuves de stockage).

Le graphique 2 présente les notes des principaux sites contrôlés tout abattoirs confondus.

Graphique 2 - Note moyenne en boîte contact par site



() Nombre de prélèvements

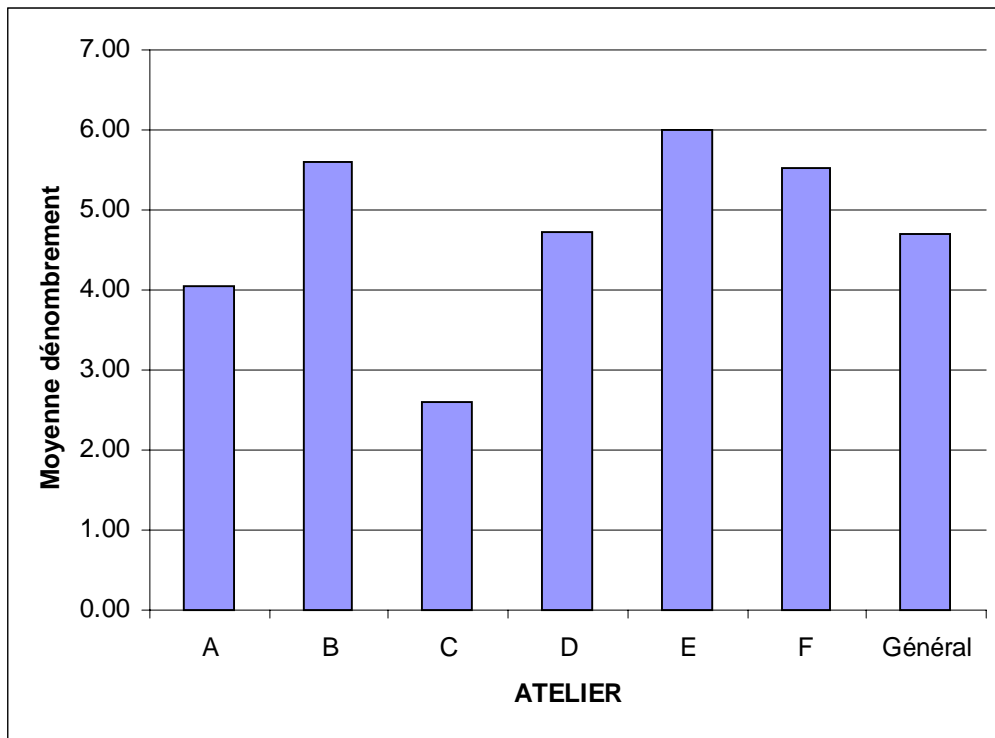
La cuve de sang alimentaire et les cuves tampons présentent des résultats très insuffisants en boîte contact. Un nettoyage-désinfection plus rigoureux de ces endroits critiques vis-à-vis de la qualité bactériologique du sang permettrait une meilleure maîtrise du niveau de contamination du sang collecté.

▪ Chiffonnettes

Afin d'apprécier le nettoyage-désinfection des circuits de collecte du sang, des prélèvements par chiffonnette ont été réalisés dans les canalisations avec dénombrement de la flore totale.

Le prélèvement par chiffonnette s'effectue à l'aide d'une pince stérilisée par flambage à l'alcool. Le résultat du dénombrement donne un niveau de contamination de la canalisation, mais la dimension de la surface contrôlée n'est pas maîtrisée.

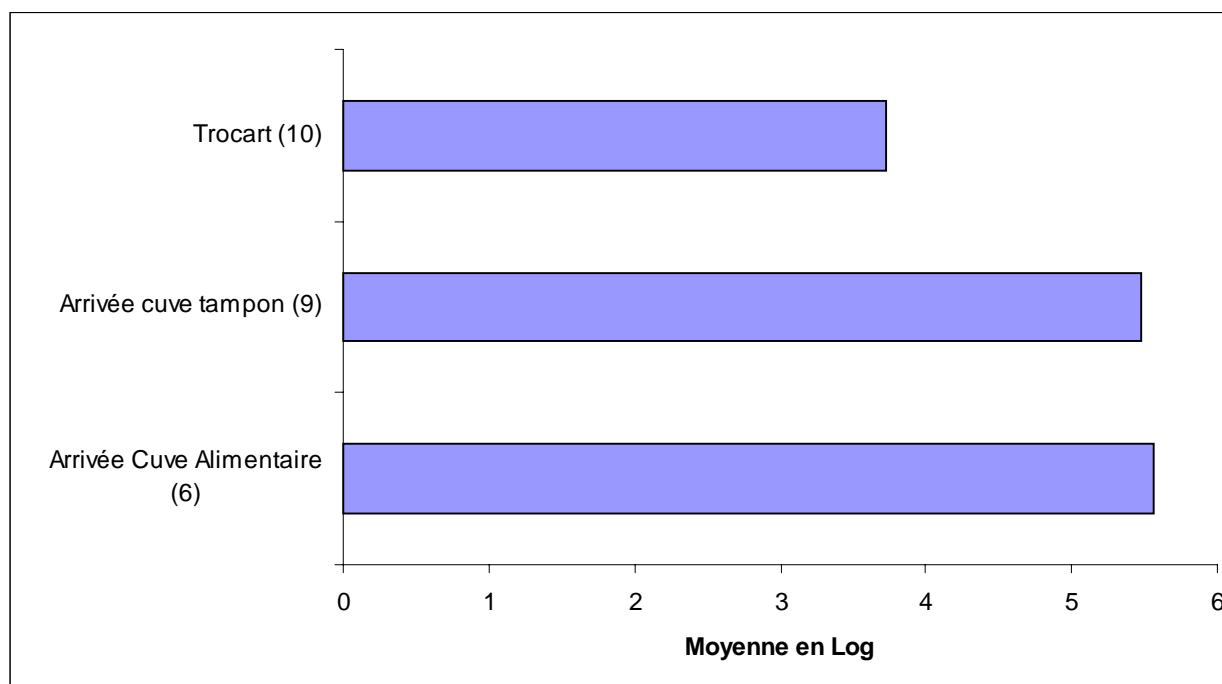
Graphique 3 - Moyenne en log des chiffonnettes par atelier



Tous les ateliers de cette étude sont équipés en NEP (Nettoyage En Place) pour le nettoyage-désinfection du circuit de collecte. L'atelier C, qui se caractérise par un circuit court de collecte, possède de bons résultats avec une moyenne inférieure à 1000 UFC/chiffonnette.

Avant le début de la tuerie, les canalisations présentent une propreté insuffisante après nettoyage-désinfection. De tels niveaux de contamination démontrent l'importance de la prolifération bactérienne qui contribue sans aucun doute à la dégradation de la qualité bactériologique du sang.

Graphique 4 - Moyenne en Log des chiffonnettes par site



() Nombre de prélèvements

Les tuyaux d'arrivée des cuves sont fortement contaminés après nettoyage-désinfection avec une moyenne supérieur à 5 Log. Les trocarts contribuent à la contamination du sang dès la saignée car un nettoyage-désinfection efficace est difficile à mettre en œuvre.

Les différents systèmes de collecte de sang alimentaire mis en place possèdent, malgré le NEP, des lacunes au niveau du nettoyage-désinfection.

4.2. Réfrigération et chaîne du froid

Dans l'article 6 de l'arrêté du 10 février 1984, il est stipulé que :

"Les aménagements imposés pour effectuer la récolte du sang destiné à l'alimentation humaine doivent comprendre au minimum :

b) Une citerne réfrigérée destinée à recueillir le sang alimentaire et permettant de ramener le plus rapidement possible sa température à + 3°C. Cette disposition peut toutefois ne pas être obligatoire s'il est fait usage d'une technique de conservation autorisée."

Les équipements utilisés pour la réfrigération du sang alimentaire dans les abattoirs étudiés sont de deux sortes. La majorité (B, D, E, F) possède une cuve réfrigérée de stockage du sang alimentaire : dans l'atelier B, les cuves tampons sont réfrigérées, les deux autres abattoirs sont équipés d'un échangeur thermique à eau glycolée avant la cuve de stockage du sang alimentaire.

Dans certains ateliers, il n'a pas été possible de poser des sondes de température dans la cuve de stockage, soit en raison du faible volume de sang alimentaire récolté durant la journée de prélèvement, soit pour des raisons techniques.

Le tableau 11 montre les systèmes de refroidissement observés dans les différents abattoirs.

Tableau 11 - Températures relevées

ATELIER	T°C dans la cuve tampon	T°C Arrivée Cuve alimentaire
A	35°C	6°C
B	18°C	6°C
C	20°C (Sac individuel)	4°C
D	–	10°C
E	35°C	-
F	–	–

Un refroidissement rapide et efficace contribue à la maîtrise de la qualité bactériologique du sang récolté.

5. Situation de la collecte et valorisation du sang en Europe : inventaire des solutions techniques alternatives existantes

Afin de réaliser cet inventaire, nous nous sommes basés sur les observations réalisées en 2002 en Allemagne et aux Pays-Bas lors des visites de quatre abattoirs et de la visite de Pronat (branche de NFZ) spécialisée dans la valorisation du sang en Allemagne (équivalent de Vapran à Plemet en France). La visite d'un abattoir danois en 2000 à Orinsted (abattoir Danish CROWN) ainsi que de récents voyages en Espagne.

Quoique non exhaustif ce recueil d'information auprès de quatre pays de l'UE met en évidence les disparités importantes des quantités valorisées en sang alimentaire ainsi que les moyens mis en œuvre pour la collecte et le suivi de la traçabilité.

5.1. Situation en Allemagne

Sur deux abattoirs visités, un seul collecte du sang alimentaire (l'abattoir Brand à Lohne, 300 porcs/heure) selon le procédé Anitek Suédois. La législation Allemande impose la collecte au trocart avec nettoyage-désinfection du système de collecte entre chaque porc. La traçabilité est assurée dans des petits bacs ou cuves tampon depuis 1985. Le sang alimentaire vendu aux bouchers-charcutiers avait une valeur de 0.7 €/litre en janvier 2002. Avant décembre 2000, la société Pronat versait 0.05 centimes d'euro par litre de sang au départ de l'abattoir. Depuis 2002, elle ne verse plus rien.

Le procédé Anitek est coûteux : 150 000 à 500 000 euros d'investissement pour une chaîne de 150 à 600 porcs/heure. Certains abattoirs comme l'abattoir Tummel (500 porcs/heure) ne valorisent pas le sang car pour eux l'installation est difficile à amortir.

Cependant, ces abattoirs seront peut être amenés à réétudier la question sur le sang d'équarrissage car le coût pour l'enlèvement représente 25 euros par tonne. Aujourd'hui, ils se contentent donc de collecter le sang le moins dilué possible pour optimiser les volumes à traiter par les équarrisseurs.

La société Pronat (équivalent de la société Vapran en France) a durement souffert suite à la crise BSE en bovins. En effet, suite à cette crise, la société est passé de 37 millions de litres de sang à 2 millions en 2001 avec obligation de séparer les sites de valorisation du sang bovin et porcin. Ils ont perdu 60 % de leur marché dont un marché très important pour eux : le cruor desséché pour l'alimentation des truites. Aujourd'hui, 4 % du sang après collecte est congelé en l'état et 96 % est centrifugé (52 à 55 % de plasma et le reste en cruor).

Le plasma peut être vendu liquide en l'état ou concentré (traitement par filtration sur membrane). Le concentré est soit vendu en l'état soit desséché en tour spray. La charcuterie est le principal client pour le plasma. Le cruor est aujourd'hui valorisé à 95 % pour l'aliment des animaux (pet food) et à 5 % pour la pharmacie et les cosmétiques. Avant l'interdiction de l'utilisation des protéines animales dans l'aliment, la pisciculture représentait un marché important pour la société Pronat. Cependant, suite aux problèmes rencontrés par une carence en protéines (cécité et mortalité importantes chez les poissons), Pronat espère retrouver ce débouché. La société impose désormais le carrousel Anitek dans les abattoirs fournisseurs. Un carrousel coûte 110 000 euros auquel vient s'ajouter 25 000 euros de travaux sur la chaîne d'abattage. Le système des cuves tampons coûte de 150 000 euros à 500 000 euros (de 6 à 32 cuves tampons).

Pour la société Pronat, l'abattoir n'a pas intérêt à valoriser lui-même le sang en-dessous de 800 000 litres de sang par an, soit l'équivalent de 500 000 porcs abattus par l'abattoir par an.

Les anticoagulants utilisés sont le phosphate et le citrate. La qualité bactériologique est très importante et la société paie en fonction de cette qualité, à savoir :

moins de 20 000 germes/ml :	bon
20 000 à 80 000 germes/ml :	satisfaisant
80 000 à 500 000 germes/ml :	alarme
supérieur à 500 000 germes/ml :	mauvais

Il est constaté que dès que le carrousel de collecte Anitek n'est pas nettoyé, une dérive est immédiatement observée. Ceci confirme la nécessité de bien maîtriser ces systèmes complexes de collecte et notamment les cycles de nettoyage-désinfection. Par ailleurs, le réservoir de 5 litres individuel par porc doit être nettoyé manuellement régulièrement. Les trois abattoirs français équipés du système Anitek ont été confrontés au même problème.

La société estime qu'avec le système de collecte Anitek et les cuves tampon mises en place, les vétérinaires saisissent 10 % du volume de sang collecté sur une tuerie. Le volume collecté par porc est de 1.8 à 2.2 litres en 10 à 20 secondes. De plus, il est nécessaire de prévoir un temps de collecte plus long dans le cas d'une anesthésie au CO₂.

5.2. Situation aux Pays-Bas

Au travers de la visite de deux abattoirs Hollandais (Hendrix à Druten et Dumeco à Weert), nous avons pu observé des différences en matière de moyens exigés en Europe par les différentes Administrations pour collecter le sang et assurer la traçabilité.

Aux Pays-Bas, la collecte ne se fait pas au trocart mais au couteau. La récupération se fait sur une goulotte située sous la tête du porc. Cette goulotte est peu large et peu profonde ce qui limite le risque de contamination par les porcs et facilite son lavage fréquent (la contamination du sang est faible, elle est inférieure à 10 000 germes/ml). Chez Dumeco par exemple, la traçabilité est assurée par six cuves tampons placées dans une salle proche de la saignée. Les services vétérinaires peuvent vider une cuve en cas de saisie d'un animal. A 500 porcs par heure, ils disposent de six cuves tampons de 300 litres soit l'équivalent de 100 porcs saignés. Le sang alimentaire en janvier 2002 était valorisé 35 centimes d'euro par litre et il y avait une forte demande en Europe. Lorsque le sang ne peut être valorisé, l'abattoir doit le détruire et le coût est à sa charge.

5.3.Situation au Danemark

Le sang n'est pas valorisé au Danemark car il n'y a pas de marché selon Danish Crown (abattoir de Grinsted).

5.4.Situation en Espagne

Lors des récentes visites ITP durant ces cinq dernières années, nous n'avons jamais observé de système de collecte et de traçabilité autre que ceux mis en place en France avant 2001. Sauf changement très récent de leur législation, l'Espagne collecte le sang alimentaire selon le procédé utilisé en France avant 2001.

Conclusion

Afin de répondre aux évolutions législatives concernant le sang alimentaire, les systèmes mis en place par les entreprises ont nécessité un délais plus ou moins important de mise au point tant au niveau technique que pour l'obtention de l'agrément pour la production de sang alimentaire. Cette étude a donc été réalisée sur une longue période durant deux ans.

Il apparaît que le nettoyage-désinfection malgré le NEP (Nettoyage En Place) n'est pas totalement maîtrisé. Plus le circuit est long et complexe, plus un nettoyage-désinfection efficace est difficile. Ceci explique qu'à la saignée, un trocart relié au batteur par un tuyau flexible altère la qualité bactériologique du sang récolté. L'utilisation d'une table de saignée adaptée pour une saignée au couteau permet d'obtenir un niveau de contamination bactériologique très correct du sang. Cependant le sang alimentaire récolté avec tous les différents systèmes étudiés respecte la législation de l'annexe II de l'arrêté du 10 février 1984.

Le système de collecte avec un conditionnement individuel en sac plastique et une réfrigération rapide permet de garantir une qualité bactériologique optimum du sang alimentaire. En plus, il permet la récolte d'un volume maximal de sang. Ce système peut être utilisé par les abattoirs à petite cadence souhaitant limiter leurs investissements tout en collectant un sang alimentaire de bonne qualité microbiologique. D'autre part, le sang en sac peut être conservé et vendu en l'état (1) après un refroidissement permettant d'atteindre 3°C rapidement.

Dans tous les ateliers étudiés, le système de traçabilité fonctionne et le sang d'animaux impropres à la consommation humaine, ou suspectés comme tels, suit un circuit différent du sang alimentaire après l'inspection post-mortem.

Seul un système de collecte du sang alimentaire garantissant une qualité bactériologique maîtrisée permet une valorisation commerciale auprès des entreprises de transformation du sang.

(1) Une étude* complémentaire ITP a montré qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de la qualité gustative du boudin réalisé à partir de sang défibriné ou citraté.

* Etude disponible à l'ITP sur simple demande.