

Cinétique de chute du pH entre 18 et 72 h post-mortem : comportement des jambons bruts et désossés

Le pH ultime étant devenu un critère déterminant dans la transaction commerciale entre abatteurs/découpeurs (pH mesuré à J1) et salaisonniers (pH mesuré à J2 ou J3), une évolution significative du pH pendant la durée qui sépare ces deux mesures ne serait pas sans conséquence sur les modalités de tri à appliquer en abattoir.

Les données de la bibliographie sur le sujet font état d'un pH ultime stabilisé dès 18 heures post-mortem et ceci quelque soit la vitesse de chute du pH dans les premières heures post abattage (BRISKEY et al., 1961 ; CHARPENTIER et al., 1963 ; MONIN et al., 1988), mais certains opérateurs ont observé une évolution significative du pH après 24 heures. D'autre part, la question de la stabilité de la mesure du pH autour de la période 18h/24h anime toujours les débats sur le moment opportun de réaliser le tri pH (une mesure à 18h est-elle aussi fiable qu'à 24h ?).

Certaines questions se posent donc, ce qui a motivé la réalisation d'une étude sur l'évolution du pH post-mortem :

- Peut-on faire la correspondance (abaques) entre les différents moments possibles pour la prise de pH (période 18-24h) ?
- Le pH évolue t-il entre J1(24h) et J3 (72h) ?
- La présentation du jambon (brut ou désossé) modifie t-elle l'évolution du pH ?

Matériel et méthodes

L'étude s'est organisée en deux volets :

- Un volet exploratoire traitant de l'évolution du pH lors des 30 premières heures post-mortem a été réalisé en marge de l'étude IFIP « Impact de la mise à jeun, du mode d'alimentation et de l'élevage sur la qualité technologique des jambons cuits » (Patrick CHEVILLON, 2006). 540 porcs répartis en 3 séries d'abattage ont ainsi été suivis toutes les 3 heures.
- Un second volet était dédié à l'étude de l'évolution du pH au niveau des périodes charnières : entre 18h et 30h, puis à 48h et

72h post-mortem, sur des jambons bruts ou désossés.

Le pH des jambons bruts a été étudié dans deux abattoirs et il a été réalisé deux répétitions par abattoir. Trois mesures par jour ont été réalisées sur 200 jambons et ceci pendant les trois jours du suivi : J1 (21h, 24h et 27h), J2 (45h, 48h et 51h), J3 (69h, 72h et 75h). Les mesures à J2 et J3 ont été traitées en moyennes journalières. Chaque série de mesures de pH a été réalisée après étalonnage en salle réfrigérée. Les heures de mesures ont parfois été décalées de 3 heures pour des contraintes techniques (accessibilité des jambons).

Le suivi des pH sur jambons désossés a été réalisé sur le même principe (J1 : 21h, 24h et 27h ; J2 : 45h, 48h et 51h ; J3 : 69h, 72h et 75h) dans deux abattoirs à raison de deux répétitions par abattoir. Les mesures ont été réalisées sur jambons désossés de type 4D (découenné, désossé, dégraissé, dénervé) en abattoir à J1, puis en salaison à J2 et J3.

Résultats - discussions

Volet 1

Les courbes de la figure 1 montrent à peu près toutes le même profil : le pH diminue au cours des premières 24 heures post-mortem, conformément aux données de la bibliographie (BRISKEY et al., 1961 ; CHARPENTIER et al., 1963 ; MONIN et al., 1988). Ensuite, sur tous les lots suivis, le pH remonte systématiquement après avoir atteint son niveau le plus bas. En moyenne, ce point d'inflexion se situe à 24h post-mortem (Figure 2). Ces données réalisées



Résumé

Cette étude a permis de donner des indications précises de l'évolution du pH sur une période qui intéresse particulièrement les opérateurs industriels : la période de 18 à 72 heures post-mortem. Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- après la phase de décroissance post-mortem, le pH remonte légèrement (de +0,03 à +0,04) avant de se stabiliser,
- cette légère remontée a lieu à un délai post-mortem variable en fonction des abattoirs, en général entre 18 et 27 heures,
- la période 18-24h est donc suffisamment instable pour créer un biais lors de la mesure du pH « ultime », et une mesure à 30 heures devrait assurer une meilleure fiabilité,
- les pH mesurés à 18, 21, 24 et 27h sont par contre très corrélés entre eux, et il est possible d'établir une correspondance entre séries (abaques). Cette correspondance doit être établie au cas par cas en étudiant les fluctuations du pH qui semblent spécifiques à chaque abattoir.

Cette étude a été financée par Inaporc.

Antoine VAUTIER
Eric GAULT
Jacques BOULARD

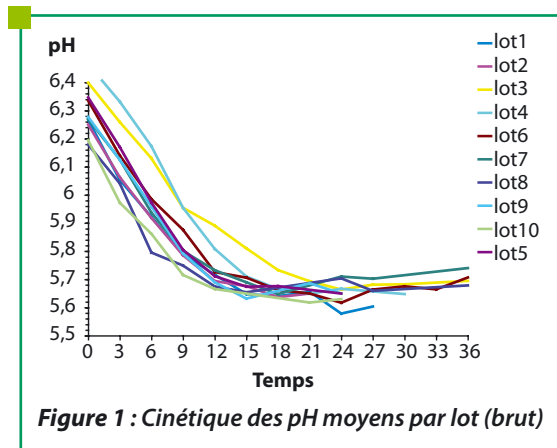


Figure 1 : Cinétique des pH moyens par lot (brut)

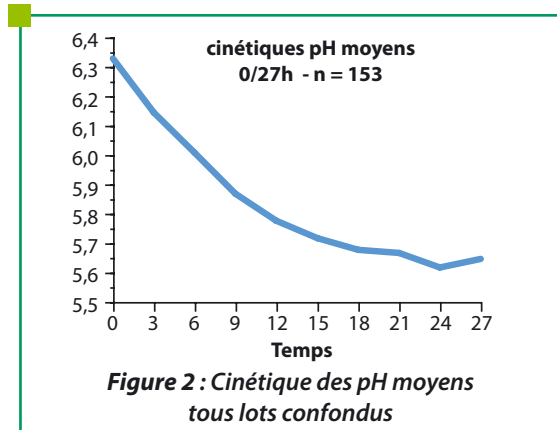


Figure 2 : Cinétique des pH moyens tous lots confondus

Il est envisageable de proposer une correspondance entre les pH48, pH72 et la mesure du pH24.

en conditions industrielles mettent en évidence un écart moyen important entre 18 et 24 heures : le pH mesuré à 18 h serait dans cet abattoir supérieur de 0,06 unité pH à celui mesuré à 24 heures (Tableau 1).

D'autre part, les valeurs de corrélations entre le pH 24 et les autres séries de mesures (pHi) montrent un net décrochement de la liaison

entre données pour les séries antérieures à 18 heures (Tableau 1). D'après ces résultats, il ne paraît pas envisageable de donner une bonne estimation du pH 24 avant 18 heures post-mortem. A l'inverse, les mesures réalisées entre 18h et 27 h sont très fortement corrélées entre elles : la réalisation d'abaques de correspondance pour le pH ultime en fonction du moment de mesure est tout à fait envisageable dans cette période.

Ces données mettent en évidence une remontée significative du pH succédant à la phase de chute post-mortem. Son amplitude, son occurrence, ainsi que l'évolution à J2 et J3 sont déterminées sur un nombre d'abattoirs plus important dans le second volet de cette étude.

Volet 2

Etude des corrélations entre séries de mesures

Les valeurs de corrélation entre pH18, pH21, pH27 et pH24 confirment les observations du volet exploratoire de cette étude : il existe une très bonne relation entre ces séries de mesures (de

$r=0,95$ à $r=0,98$, Tableau 2). Ces résultats nous permettent d'affirmer que, dans ces conditions assez représentatives de l'ensemble des configurations possibles (4 abattoirs, 2 types de présentation de jambon), il est possible de proposer une correspondance pour le pH ultime en fonction du délai post-mortem lors de la mesure à J1 (entre 18 et 27 h).

Les corrélations obtenues sur les données de J2 et J3 nous montrent également que les séries de pH continuent à être fortement liées entre elles (J2 : de $r=0,93$ à $r=0,97$; J3 : de $r=0,90$ à $r=0,96$). De plus, le stockage des jambons sous forme désossée ne dégrade pas les corrélations entre séries, les corrélations étant équivalentes pour les jambons bruts et désossés. Il est donc tout à fait envisageable de proposer également pour cette période une correspondance entre les pH48, pH72 et la mesure du pH24.

Suivi des jambons bruts

Sur la période 18h-27h, les deux abattoirs montrent une évolution moyenne relativement distincte : le pH remonte significativement pour l'abattoir 1, alors qu'il apparaît stable dans le cas de l'abattoir 2. Mais dans les deux sites, il n'est pas mesuré de phase de décroissance du pH précédant une remontée telle que nous avons pu la mettre en évidence dans le volet 1. En l'absence de données antérieures à

Tableau 1 : Moyennes, écart-types et coefficients de corrélation pHi / pH24

n = 153	pH1	pH3	pH6	pH9	pH12	pH15	pH18	pH21	pH24	pH27
r =	0,25	0,32	0,43	0,57	0,71	0,86	0,93	0,94	1,00	0,95
Moy. (e.t.)	6,33 (0,19)	6,14 (0,24)	6,01 (0,22)	5,87 (0,20)	5,78 (0,18)	5,72 (0,18)	5,68 (0,16)	5,67 (0,16)	5,62 (0,16)	5,65 (0,16)

Tableau 2 : Coefficients de corrélation pHi / pH24

Abattoir	Etat	Série	pH18	pH21	pH24	pH27	pH42	pH45	pH48	pH51	pH54	pH66	pH69	pH72	pH75	pH78
1	brut	1	0,97	0,97	1,00		0,96	0,97	0,96			0,96	0,96	0,95		
		2	0,97	0,97	1,00		0,97	0,97	1,00			0,96	0,95	0,96		
2	brut	1		0,95	1,00		0,96	0,93	0,93			0,92	0,91	0,94		
		2		0,96	1,00	0,98	0,95	0,95	0,93			0,90				
3	désossé	1		0,97	1,00	0,97		0,95	0,93	0,93			0,95	0,95	0,92	
		2		0,95	1,00	0,96		0,94	0,94	0,93			0,90	0,90	0,90	
4	désossé	1		0,97	1,00	0,97			0,97	0,95	0,96				0,96	0,95
		2			1,00	0,95				0,95	0,95			0,94	0,93	0,93

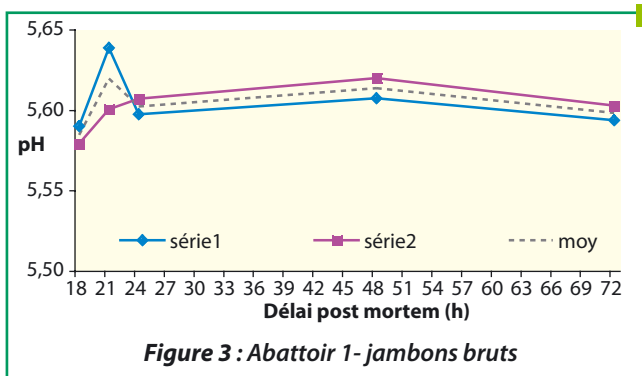


Figure 3 : Abattoir 1- jambons bruts

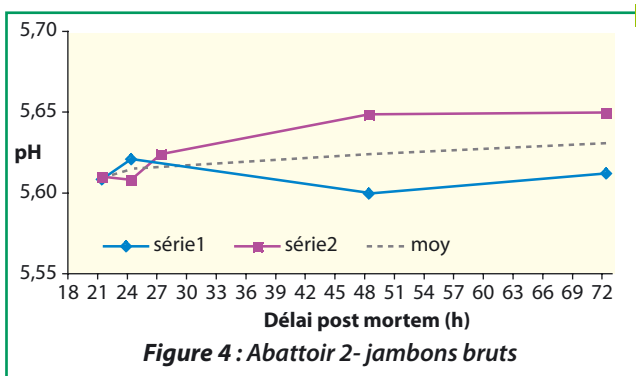


Figure 4 : Abattoir 2- jambons bruts

18 h post-mortem, les résultats du volet 1 nous servent de références pour déterminer l'allure théorique des courbes. Dans ces conditions, il est fortement probable que la phase de décroissance soit intervenue dans ces abattoirs avant 18 h post-mortem. Ainsi pour l'abattoir 1, le niveau de pH le plus bas doit probablement se situer juste avant 18 h, alors que dans l'abattoir 2, le fait que le pH soit déjà stabilisé à 21 h indique que le niveau de pH le plus bas se situe bien avant 21 h. Ce décalage dans le temps des cinétiques pose dorénavant certains problèmes : en fonction de l'abattoir (et probablement de son processus de réfrigération), l'évolution du pH pendant la période 18-24 h peut être différente. Ainsi, il nous est impossible de proposer un abaque de correspondance entre un pH mesuré à 18 h et un pH mesuré à 24h qui soit général à tous les abattoirs. **Les très bonnes corrélations entre séries nous indiquent toutefois qu'il est possible de réaliser des abaques spécifiques à chaque entreprise, sous réserve de l'étude personnalisée de l'évolution du pH sur site.**

Le suivi des pH moyens à J1, J2 et J3 montre sur les trois jours suivant l'abattage une évolution du pH quasi-identique entre les deux

abattoirs (Figures 3 et 4, Tableau 3). En effet, la variation du pH moyen (répétition 1 + répétition 2) n'excède pas $\pm 0,02$ unité pH quel que soit l'abattoir : dans ces deux sites industriels, le pH reste donc stable entre la dernière mesure réalisée à J1, et les pH moyens de J2 et J3. Le tri des jambons bruts à 24, 48 et 72 h ne devrait ainsi pas poser de problème de correspondance : **le pH est stabilisé et les corrélations entre mesures sont toujours très fortes.**

Suivi des jambons désossés

L'évolution du pH entre 21h et 27h post-mortem confirme les observations sur jambons bruts : les cinétiques de pH pour cette période sont propres à chaque abattoir et en particulier le moment à partir duquel le pH passe d'une phase décroissante à une phase croissante. Dans le cas de l'abattoir 3, le pH est toujours dans une phase décroissante à 27h post-mortem, alors que pour l'abattoir 4, la légère remontée du pH identifiée dans le volet exploratoire est clairement visible.

Les allures de courbes entre la dernière prise de pH à J1 et celles de J2 puis J3 montrent également le même comportement entre les

deux abattoirs (Figures 5 et 6). Le pH reste stable entre J1 et J2 ($\pm 0,02$), puis il baisse nettement entre J2 et J3 ($-0,04$ et $-0,05$ pour les abattoirs 3 et 4, respectivement). Cette baisse de pH entre 48 et 72h post-mortem pourrait s'expliquer en partie par une sensibilité à l'oxydation supérieure pour les jambons à l'état désossé, comparativement au jambon brut. Des résultats allant dans ce sens ont en effet été publiés par PICHNER et al. (1999), l'auteur mettant en évidence une diminution du potentiel rédox du *longissimus dorsi* au cours du temps (entre J1, J7 et J14). Le couple oxydo-réducteur H^+/OH^- (responsable de la détermination du pH) étant une des composantes importantes de la mesure du potentiel rédox, **il est possible que cette baisse du pH soit associée à un changement du statut oxydatif du muscle lors de son stockage à l'état désossé.**

Ces nouvelles données ne devraient pas perturber le contrôle du pH à réception en salaison pour une majorité des livraisons (contrôle à 48 heures post-mortem) : en effet, sous réserve de se baser sur le « pH ultime stabilisé » (c'est à dire en fin de phase croissante, moment à déterminer au cas par cas), le pH reste stable entre J1

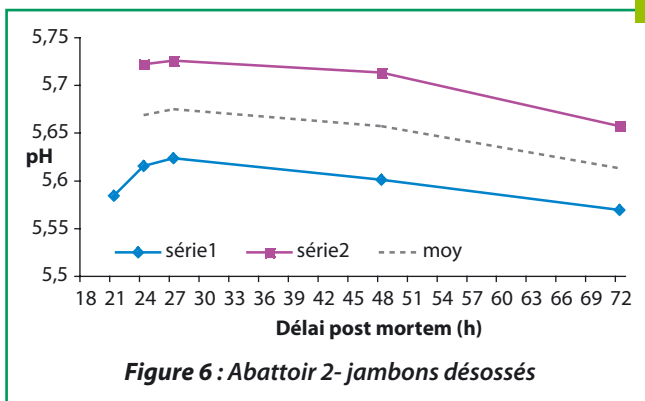
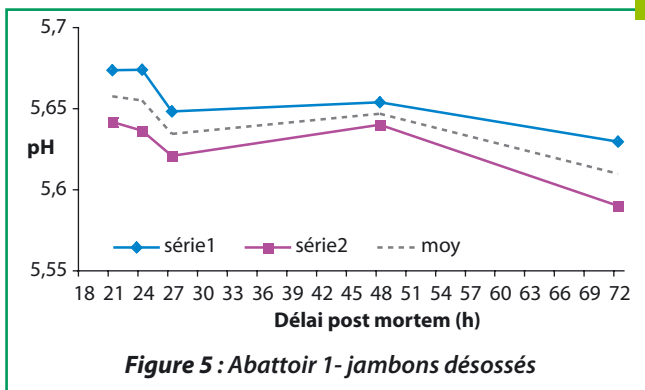
Les cinétiques de pH entre 21h et 27h sont propres à chaque abattoir et en particulier le moment à partir duquel le pH passe d'une phase décroissante à une phase croissante.



jambons désossés

Tableau 3 : pH moyen (moyenne des deux répétitions) par abattoir – jambons bruts

Jambons bruts	pH18	pH21	pH24	pH27	pH moyen 48 H	pH moyen 72 H
Abattoir 1	5,58	5,62	5,60	-	5,61	5,60
Abattoir 2	-	5,61	5,61	-	5,62	5,63



et J2 avec des corrélations très fortes entre mesures. Par contre, dans le cas d'un contrôle à 72 heures,

Tableau 3 : pH moyen (moyenne des deux répétitions) par abattoir – jambons désossés

Jambons désossés	pH21	pH24	pH27	pH moyen 48 H	pH moyen 72 H
Abattoir 3	5,66	5,65	5,63	5,65	5,61
Abattoir 4	-	5,67	5,67	5,66	5,61

la baisse significative du pH des jambons désossés doit être prise en compte par le client lors de son tri à réception. Une question reste toutefois en suspens : cette baisse de 0,05 unité pH entre J2 et J3 des jambons désossés implique-t-elle une baisse de qualité technologique (rendement technologique, rendement au tranchage), ou s'agit-il d'une modification sans incidence sur l'aptitude à la transformation de la viande (les études traitant de la relation pH ultime/ rendement technologique étant basées sur des mesures du pH à 24 h)?

Conclusions

Cette étude organisée en deux volets a permis de donner des indications précises de l'évolution du pH sur une période qui intéresse particulièrement les opérateurs industriels : la période de 18 à 72 heures post-mortem. Les principa-

les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- après une phase de décroissance (la « chute post-mortem du pH »), le pH remonte légèrement avant de se stabiliser,
- cette légère remontée (+0,03 à +0,04) a lieu à un délai post-mortem variable en fonction des abattoirs, en général entre 18 et 27 heures,
- la période 18-24h est donc suffisamment instable pour créer un biais lors de la mesure du pH « ultime », et une mesure à 30 heures devrait assurer une meilleure fiabilité,
- toutefois, les pH mesurés à 18, 21, 24 et 27h sont très corrélés entre eux, et il est possible d'établir une correspondance entre séries (abaques). Cette correspondance doit être établie au cas par cas en étudiant les fluctuations du pH qui sont spécifiques à chaque abattoir,
- le pH ultime des jambons bruts reste stable entre 24 et 72h,
- le pH ultime des jambons désossés est stable entre 24 et 48h mais diminue en moyenne de 0,05 unité pH entre 48h et 72h.

Contact :

antoine.vautier@ifip.asso.fr

pH-métrie Expertise et Accompagnement

Un outil de suivi de la qualité de la viande adapté à vos besoins pour aller plus loin que la simple prise de pH.

L'IFIP propose de vous :

- former à mesurer le pH, étalonner et entretenir le matériel
- accompagner sur site afin d'obtenir une mesure de qualité fiable et répétable
- aider dans la mise en place des procédures de référence dans votre entreprise
- expliquer les liens entre pH et qualité technologique de la viande de porc

L'accompagnement de l'IFIP s'appuie à la fois sur l'observation des pratiques et sur la confrontation entre les mesures de votre entreprise et celles réalisées par l'IFIP.

Il se déroule en plusieurs étapes :

1. une formation sur mesure basée sur les observations réalisés sur site
2. des travaux pratiques
3. un suivi annuel sous la forme d'une ou plusieurs demi-journées d'accompagnement en entreprise

Ce suivi annuel vous permet de comparer vos mesures à un étalon sur la durée et rend possible un travail d'investigation en liaison avec d'autres démarches qualité de type ISO, CCP...

Votre interlocuteur à l'IFIP : Antoine Vautier - antoine.vautier@itp.asso.fr - 02 99 60 98 40

