

**Cinétique de chute
du pH entre 18 et 72h
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.

VAUTIER A., GAULT E., BOULARD J.

Ifip - Institut du porc
Pôles Viandes fraîches et produits transformés
La Motte au Vicomte
35651 Le Rheu



Les données de la bibliographie sur le sujet font état d'un pH ultime stabilisé dès 18h *post mortem* et ceci quelle que 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 24h. 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?

Cette étude a été financée par Inaporc.



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 » (CHEVILLON, 2006). Cinq cent quarante porcs (porcs charcutiers standard non-tracés) répartis en trois 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, avec le même appareil et le même opérateur. L'électrode était identique pour chaque lot de jambons suivis (de 18h à 72h *post mortem*). Les heures de mesures ont parfois été décalées de 3 h pour des contraintes techniques (accessibilité des jambons). Dans ces conditions, la répétabilité de la mesure varie entre 0,032 et 0,043 (données non publiées).

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 24h *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 en conditions industrielles mettent en évidence un écart moyen important entre 18 et 24 heures : le pH mesuré à 18h serait dans cet abattoir supérieur de 0,06 unité pH à celui mesuré à 24h (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 18h *post mortem*. À l'inverse, les mesures réalisées entre 18h et 27h 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.

Figure 1
CINÉTIQUE DES pH MOYENS PAR LOT (BRUT)

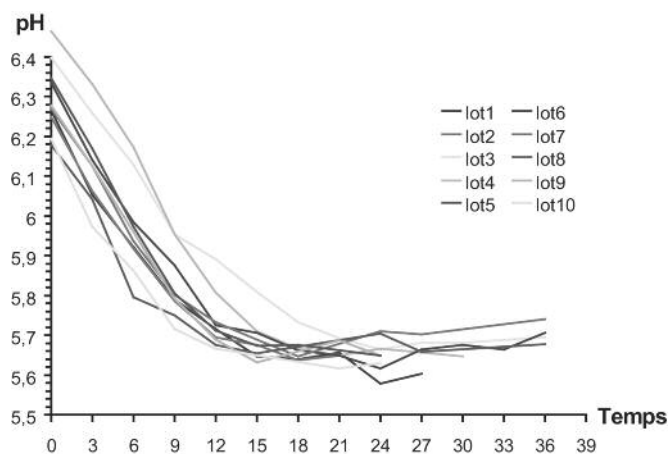


Figure 2
CINÉTIQUE DES pH MOYENS TOUT LOT CONFONDU

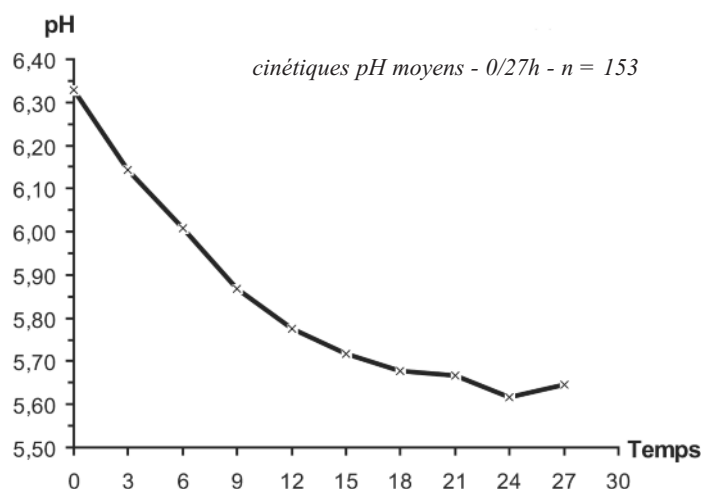


Tableau 1
MOYENNES, ÉCARTS TYPE ET COEFFICIENTS DE CORRÉLATION pHi/pH24

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	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	État	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

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 27h). 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 18h *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 18h *post mortem*. Ainsi pour l'abattoir 1, le niveau de pH le plus bas doit probablement se situer juste avant 18h, alors que dans l'abattoir 2, le fait que le pH soit déjà stabilisé à 21h indique que le niveau de pH le plus bas se situe bien avant 21h. 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 18-24h peut être différente. Ainsi, il nous est impossible de proposer un abaque de correspondance entre un pH mesuré à 18h 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 personnelle

lisée 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'exède 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 moyen 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 (tableau 4).

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

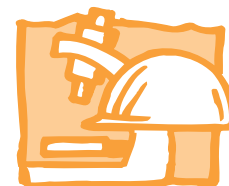


Figure 3
ABATTOIR 1 – JAMBONS BRUTS

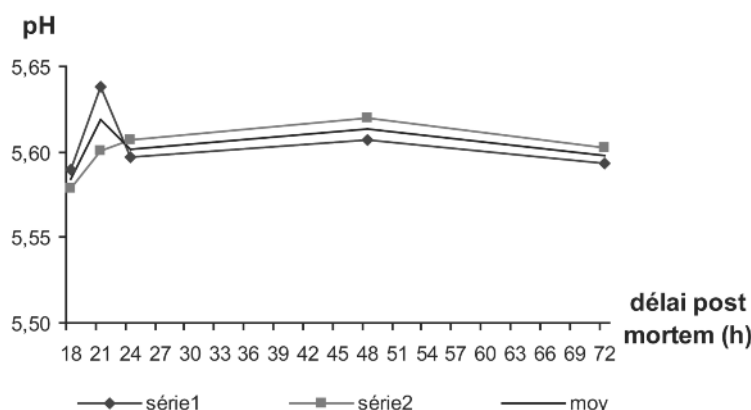


Figure 4
ABATTOIR 2 – JAMBONS BRUTS

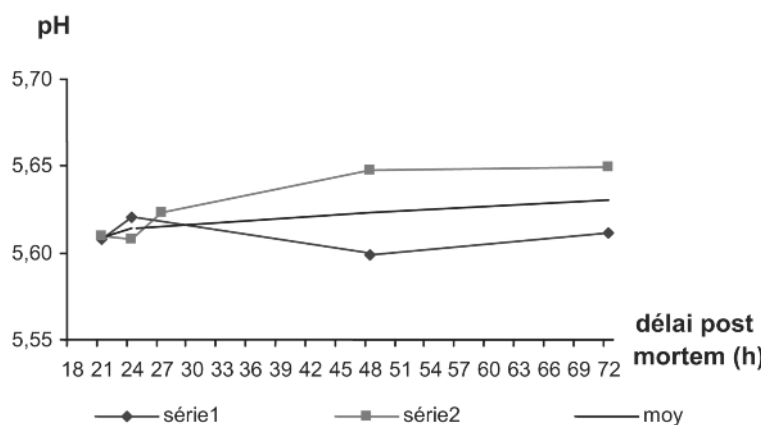


Tableau 3
pH MOYEN (MOYENNE DES DEUX RÉPÉTITIONS)
PAR ABATTOIR – JAMBONS BRUTS

Jambons bruts	pH18	pH21	pH24	pH27	pH moyen 48 H	pH moyen 72 H
Abattoir 1	5,58	5,62	5,6	-	5,61	5,6
Abattoir 2	-	5,61	5,61	-	5,62	5,63

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 aux jambons bruts. 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 48h *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 et J2 avec des corrélations très fortes entre mesures. Par contre, dans le cas d'un contrôle à 72h, 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 24h) ?

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 72h *post mortem*.

- 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 27h ;
- la période 18-24h est donc suffisamment instable pour créer un biais lors de la mesure du pH « ultime », et une mesure à 30h 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.

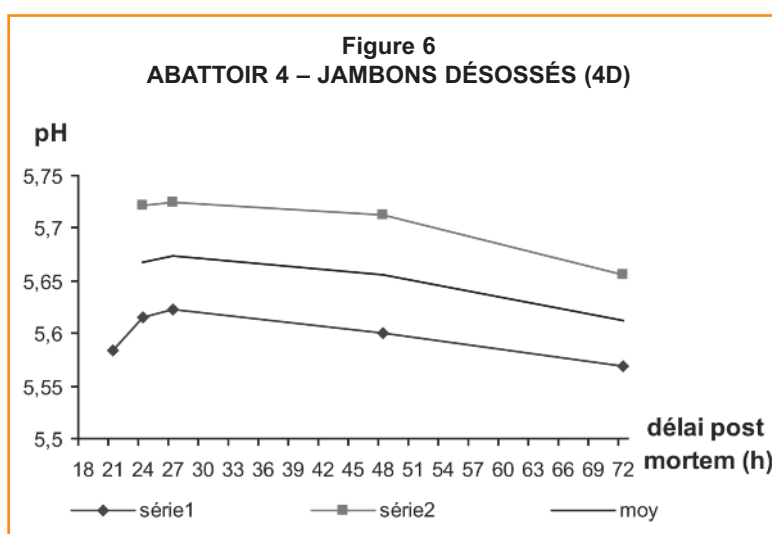
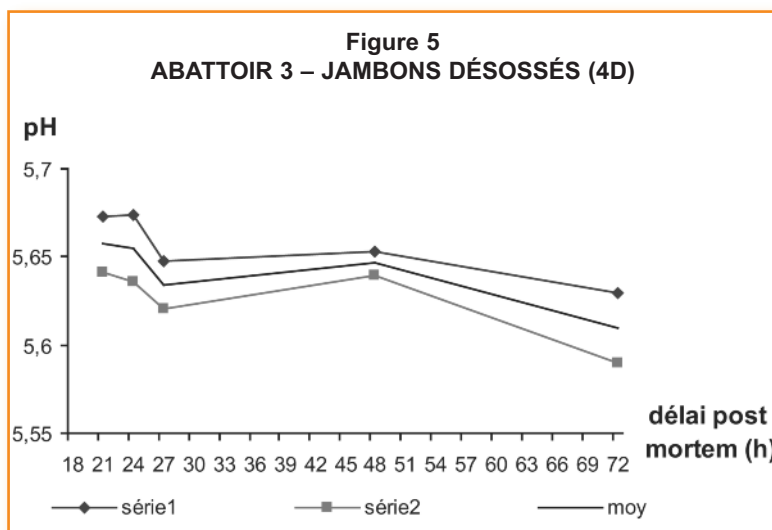
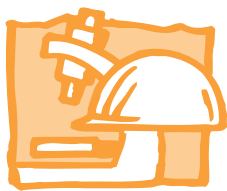


Tableau 4
pH MOYEN (MOYENNE DES DEUX RÉPÉTITIONS)
PAR ABATTOIR – JAMBONS DÉSOSSÉS

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

B I B L I O G R A P H I E

BRISKEY ET AL., 1961. J. Food Sci., 26 : 297.

CHARPENTIER ET AL. 1963. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 3 : 381.

CHEVILLON ET AL., 2006. Impact de la mise à jeun, du mode d'alimentation et d'élevage sur la qualité technologique des jambons cuits. Techniporc, vol.29 (2) : 29-38.

MARIBO H. ET AL., 1998. Effect of early post mortem cooling on temperature, pH Fall and meat quality in pigs. Meat Science, vol.50 (1) : 115-129.

MONIN G. ET AL., 1988. Evolution post mortem du tissu musculaire et conséquences sur les qualités de la viande de porc. Journées de la recherche porcine, 20 : 201-214.