

## Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

A. Vautier




---

---

---

---

---

---

---

---

## Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

### ■ Pourquoi s'intéresser à des alternatives au pH ?

#### ■ pH-métrie : certaines contraintes

- Perturbation possible par l'environnement industriel
- Effet opérateur possible
- Délai post mortem: 18h mini

#### ■ Alternatives possibles :

- NIRS: pas d'effet d'environnement / effet opérateur négligeable
- Visionique / hyperspectrale : mesure sans contact / automatisable
- Spectroscopie RAMAN : prédiction précoce de la qualité technologique (30 min. post mortem)

---

---

---

---

---

---

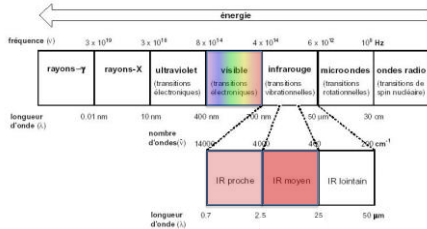
---

---

## Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

### ■ NIRS : spectroscopie proche infrarouge

#### ■ Description des différents types d'ondes :




---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**NIRS : spectroscopie proche infrarouge**

- Appareils de laboratoire :
  - Ex: Foss XDS (400-2500nm)
- Appareils portables :
  - Ex: ASDI LabSpec4 (350-2500nm)





Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 4

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**NIRS : principe du calibrage**

- Mise en relation variable à prédire / spectres NIR

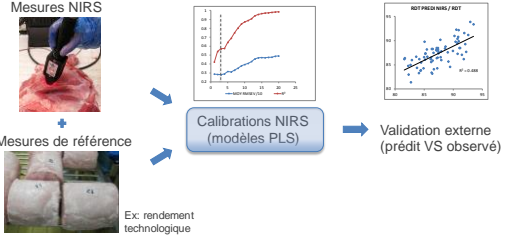
Mesures NIRS

Mesures de référence

Ex: rendement technologique

Calibrations NIRS (modèles PLS)

Validation externe (prédit VS observé)



Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 5

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**NIRS : étude 1 – jambon cuit supérieur**



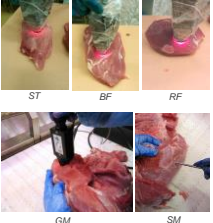
- Financement **APRIVIS**
- Mesures sur 5 muscles, avec 2 sondes

Sonde de surface

Sonde de pénétration

ST BF RF

GM SM

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 6

---

---

---

---

---

---

---


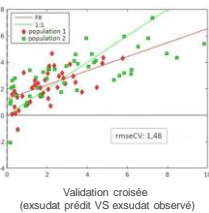
---



Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**NIRS : étude 3 – pH24 et exsudat du jambon**

- Test d'un spectroscope NIR industriel: NitFom (Carometec)
- Performances comparables au LabSpec4 (ASDI)
  - Prédiction exsudat  $r=0,73$
  - Prédiction pH24  $r=0,80$

Validation croisée (exsudat prédit VS exsudat observé)

(Vautier et al., 2016)

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**VISIONIQUE : qualité technologique du jambon**

- Financement FranceAgriMer et INAPORC
- Objectifs:
  - Mise au point d'un outil de tri en ligne (jambons désossés)
  - Détection des jambons déstructurés
  - Prédiction du pH24 et du rendement technologique
- Mesure de couleur à l'aide d'un appareil photo: étalonnage



Signal RGB → [Color Chart] → Signal L\*a\*b\*

Xrite Colorchecker digitalSG

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**VISIONIQUE : qualité technologique du jambon**

- Système finalisé :



Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**VISIONIQUE : qualité technologique du jambon**

Détection du défaut déstructuré: exemples d'images

Note 1 (top-left), Note 2 (bottom-left), Note 3 (top-right), Note 4 (bottom-right)

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**VISIONIQUE : qualité technologique du jambon**

Analyses d'images – extraction des données

- 4 ROI (Region Of Interest)
- Semimembranosus:
  - ROI\_2\_SM
  - ROI\_15\_SM
- Biceps Femoris:
  - ROI\_2\_BF
  - ROI\_10\_BF

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?

**VISIONIQUE : qualité technologique du jambon**

Prédiction du défaut déstructuré: absence(1+2)/présence(3+4)

Régression logistique (approche probabiliste)

Modèle de régression logistique	% bonne prédiction globale	% bonne prédiction (note 1+2)	% bonne prédiction (note 3+4)
Absence (note 1+2) vs présence (note 3+4)			
L*a*b* ROI_2_SM	95% (204/215)	95% (83/86)	93% (81/86)
L*a*b* ROI_2_BF	90% (89/100)	91% (80/86)	89% (39/44)
L*a*b* ROI_2_SM + L*a*b* ROI_2_BF	93% (202/218)	94% (82/86)	91% (80/84)

Le défaut déstructuré est prédit par régression logistique des données L\*a\*b\* extraites des images avec 5% d'erreur

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 15

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique? 

■ **VISIONIQUE** : qualité technologique du jambon

■ Prédiction du pH ultime

Modèle de régression - prédiction du pH ultime	R <sup>2</sup>	rmsec	r =
L <sup>a</sup> *b* ROI_2_SM	0.56	0.14	0.75
L <sup>a</sup> *b* ROI_2_SM + (L <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (a <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (b <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> ROI_2_SM	0.63	0.13	0.79
L <sup>a</sup> *b* ROI_15_SM + (L <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (a <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (b <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> ROI_15_SM	0.61	0.13	0.78

- Corrélation pHu prédit/mesuré (r=0,79), mais erreur forte (rmsec= 0,13)
- Corrélation L\* colorimètre / pHu= -0,78

■ Prédiction du rendement technologique

Modèle de régression - prédiction du rdt technologique	R <sup>2</sup>	rmsec	r =
L <sup>a</sup> *b* ROI_2_SM	0.36	4.3	0.60
L <sup>a</sup> *b* ROI_15_SM	0.43	4.1	0.66
(L <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (a <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> (b <sup>*</sup> ) <sup>2</sup> ROI_15_SM	0.42	4.1	0.65

- Corrélation rdt prédit/mesuré satisfaisante (r= 0,66), mais erreur forte (rmsec= 4,1)
- Idem prédiction spectrorimètre (r=0,7 - *Vautier et al., 2011*)

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique? 

■ **HYPERSPETRAL** : prédiction de la qualité technologique de la longe et du jambon

■ Projet CASDAR en cours (2017-2020)

■ Objectifs:

- cumuler les avantages de la visionique (mesure sans contact automatique) et du NIRS (précision)
- Remplacement de l'appareil photo par un imageur hyperspectral



Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 17

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique? 

■ **RAMAN** : prédiction précoce pH24 et exsudat

■ Projet FranceAgriMer et INAPORC en cours

■ Technologie proche du NIRS (source lumineuse = laser)



Maiváld et al., IEEE Photonics Technol. Lett. (2008) 20: 1627-1629  
Schmidt et al., Applied Spectroscopy (2010) 64: 889-894

Journée Qualité de la Viande de Porc 17/01/17 18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

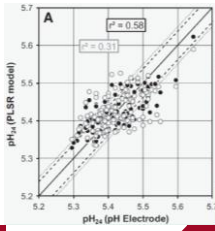
---

Quelles nouvelles technologies pour prédire la qualité technologique?



■ **RAMAN** : prédiction précoce pH24 et exsudat

- Potentiel unique du Raman pour la prédiction précoce (30 min. PM) du pH24
- Calibrages Allemands prometteurs:



(Scheier et al., 2015)

---

---

---

---

---

---

---

---

Merci de votre attention



[www.ifip.asso.fr](http://www.ifip.asso.fr)

---

---

---

---

---

---

---

---