

EVALUATION DE L'ANALYSEUR INFRAROUGE DELTA INSTRUMENT-LACTOSCOPE FTIR 600

Le Lactoscope est un spectrophotomètre infrarouge (gamme μm) utilisé pour la détermination des paramètres de composition du lait. Il est fabriqué par la société Delta Instruments (groupe Advanced, Pays-Bas) et distribué en France par la société Humeau.

Cet instrument utilise un spectrophotomètre infrarouge industriel haute résolution, basé sur la technique de la transformée de Fourier (IRTF). Le spectre infrarouge complet (résolution 8 cm^{-1}) est collecté et enregistré pour chaque échantillon. A partir d'un modèle MLR ou PLS, il permet la détermination de paramètres divers (matière grasse, matière protéique, lactose, matière sèche, urée, point de congélation...).

Cet appareil, piloté par un PC qui assure le traitement du signal, peut être associé à un compteur de cellules somatiques "Somoscope" pour constituer le "Combiscope".



Les essais ont été menés au laboratoire de physico-chimie d'ACTALIA Cecalait (analyses de référence et analyses infrarouge) de février à juin 2013. Après avoir effectués des essais sur la stabilité de l'appareil, la contamination entre échantillons, la linéarité et les étalonnages, la répétabilité et la justesse sur lait de vache, lait de chèvre et lait de brebis pour les paramètres matière grasse (MG équivalent filtre B), matière protéique (MP), matière sèche (MS), urée et équivalent point de congélation (FPD) ont été évaluées.

Une solution de nettoyage (solution aqueuse de Decon[®] à 4 %) et une solution zéro (solution aqueuse de triton X100[®] à 0,1 %) ont été nécessaires à ces essais.

L'appareil était configuré pour une cadence de 600 échantillons / heure et une correction de contamination nulle.

Les critères d'appréciation des paramètres estimés sont issus, soit de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3:2010, soit des manuels CNIEL/IE d'utilisation des appareils infrarouge dans le cadre du paiement du lait et du contrôle laitier en France (CNIEL PROC IR 06 et CNIEL PROC CR IR 04).

A. ESSAIS PRELIMINAIRES

A.1. Evaluation de la stabilité de l'appareil

Réalisée par l'analyse en mode automatique de lait toutes les 20 minutes, représentant 20 cycles de mesure, l'évaluation de la stabilité de l'appareil a été effectuée sur 4 niveaux de composition en matière grasse et matière protéique à raison de 3 répétitions par échantillon. Les critères de répétabilité et de reproductibilité ont été calculés pour chaque paramètre analytique et par niveau.

Les résultats présentent, pour les paramètres matière grasse, matière protéique et urée, des valeurs d'écart-type de reproductibilité inférieures aux limites spécifiées dans la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 (respectivement 0,29, 0,58 g/l et 29 mg/l pour les valeurs médianes et hautes). Pour le paramètre FPD, en l'absence de prescriptions normatives, on peut remarquer que les valeurs d'écart type de reproductibilité observées sont inférieures à la valeur limite énoncée dans le manuel CNIEL PROC CR IR 04 ($R = 10 \text{ m}^\circ\text{C}$ soit SR inférieur à 3,6 m°C).

A.2. Evaluation de la contamination entre échantillons

Ce critère a été évalué en mode d'analyse automatique, par l'analyse d'un même lait de vache et d'eau distillée selon la séquence: LAIT – LAIT - EAU - EAU répétée vingt fois pour les paramètres MG, MP et FPD. L'évaluation a été effectuée sur 4 niveaux de composition en matière grasse et matière protéique.

Le taux de contamination a été estimé par la formule : $T_c (\%) = [(\Sigma(\text{Eau } 1) - \Sigma(\text{Eau } 2)) / (\Sigma(\text{Lait } 2) - \Sigma(\text{Eau } 2))] \times 100$

Pour les paramètres MG et MP, le taux de contamination entre échantillons successifs est inférieur à la limite d'acceptabilité de 1 % énoncée dans la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 et dans le manuel CNIEL PROC IR 06. Pour le paramètre FPD, le taux de contamination entre échantillons successifs est également inférieur à la limite d'acceptabilité de 2 % énoncée dans le manuel CNIEL PROC IR 06.

A.3. Evaluation de la linéarité

Des dilutions volume/volume ont été réalisées par pesées corrigées des masses volumiques. Ceci correspond au principe de dosage de la spectrophotométrie infrarouge et aux mesures de référence françaises également volumiques.

Pour le paramètre MG, une gamme de 11 niveaux, régulièrement répartis de 0 à 120 g/l, a été réalisée par mélange de crème et de lait écrémé. Chaque niveau a fait l'objet de 3 répétitions. Sur cette plage de taux, le calcul du rapport Ar/At (Ar et At : amplitude des résidus et amplitude des taux respectivement) est égal à 2,01 %, ce qui est en limite des spécifications de 2 % préconisées dans le document NF ISO 8196-3 / FIL 128-3. Une régression linéaire effectuée sur une plage de 0 à 100 g/l environ permet d'améliorer sensiblement la linéarité de l'instrument (rapport Ar/at égal à 1 %). Une régression linéaire sur la plage 20-60 g/l environ, correspondant au lait de vache, permet d'obtenir un rapport égal à 0,34 %.

Pour le paramètre MP, une gamme de 11 niveaux, régulièrement répartis de 0 à 80 g/l, a été réalisée par mélange de rétentat protéique et de filtrat obtenus par ultrafiltration tangentielle (seuil de coupure 10 KD). Chaque niveau a fait l'objet de 3 répétitions. Le calcul du rapport Ar/At sur la plage de taux 0-80 g/l est égal à 1 % ce qui est conforme aux préconisations de 2 % maximum de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3. Une régression linéaire sur la plage 20-40 g/l environ, correspondant au lait de vache, permet d'obtenir un rapport égal à 0,53 %.

Ainsi, pour les paramètres MG et MP, la linéarité de l'instrument est satisfaisante pour des taux respectifs de 0 – 100 g/l et de 0 – 80 g/l.

A.3. Evaluation de l'étalonnage

L'évaluation de l'étalonnage en matière grasse et matière protéique, initialement installé par le constructeur, a été réalisée au moyen des 13 échantillons à teneurs garanties (ETG) infrarouge « médian » et « haut » commercialisés par ACTALIA Cecalait en avril 2013. Chaque échantillon a fait l'objet de deux répétitions.

Les résultats, concernant la gamme médiane pour les paramètres MG et MP, présentent des écarts-types résiduels de régression linéaire SL1 proches des écarts-types des écarts. Pour le paramètre MG, une optimisation de l'interaction résiduelle lactose permettrait encore de réduire cette valeur (SL3 égal à 0,12 g/l). Concernant la gamme haute, pour la MG, l'écart-type résiduel SL1 est sensiblement plus faible que l'écart type des écarts. Comme pour la gamme médiane, il est également optimisable. Pour le paramètre MP, le biais moyen est élevé.

Pour conclure, concernant la gamme médiane, pour les paramètres MG et MP, le biais moyen et la pente de régression sont en accord avec les prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 (respectivement 0,5 g/l et 1+/-0,05). Concernant la gamme haute, pour le paramètre MG, les biais moyens (absolus et relatifs) et la pente de régression sont en accord avec les prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 (respectivement 1 g/l, 1,25 % et 1+/-0,05). Pour le paramètre MP, les biais moyens (absolus et relatifs) sont au-delà des limites normatives (1 g/l et 1,5 %) vraisemblablement en raison d'un défaut d'ajustage préalable sur laits de zone.

En revanche, tous les écarts-types résiduels de régression linéaire obtenus sont en accord avec les prescriptions du manuel CNIEL PROC IR 06 concernant les paramètres MG et MP (respectivement inférieurs à 0,25 et 0,15 g/l pour la gamme médiane et 0,50 et 0,30 g/l pour la gamme haute).

B. EVALUATION DE LA REPETABILITE ET DE LA JUSTESSE

B.1. Les échantillons

Les essais ont été réalisés à partir de :

- ◆ pour le lait de vache : 100 échantillons de lait de troupeau en provenance de la région Franche-Comté et de 130 échantillons de lait individuel en provenance de 4 élevages du Jura. Les échantillons de lait individuel ont été additionnés de bronopol à 0,02% final.
- ◆ pour le lait de chèvre : 88 échantillons de lait de troupeau en provenance de la région Poitou-Charentes.
- ◆ pour le lait de brebis : 100 échantillons de lait de troupeau en provenance de la région de Roquefort sur Soulzon.

B.2. Procédure

La répétabilité de l'appareil a été évaluée sur l'ensemble des échantillons pour les paramètres MG, MP et FPD (uniquement sur les échantillons de lait de troupeau de vache). En supplément, les paramètres MS et urée ont été mesurés respectivement sur les échantillons de troupeau de vache et sur les échantillons de lait individuel de vache. Les dosages ont été effectués en mode d'analyse automatique en doublant chaque série de 20 échantillons selon la séquence suivante : Série 1 rép 1 - Série 1 rép 2 - Série 2 rép 1 - Série 2 rép 2 ... Série n rép 1 - Série n rép 2. Un lait témoin a été intercalé tous les 20 échantillons afin de vérifier la stabilité de l'analyseur. Pour les paramètres MG et MP, l'évaluation a porté sur les valeurs obtenues après étalonnage et ajustage de l'instrument à l'aide des ETG commercialisés par ACTALIA Cecalait. Pour le paramètre FPD, les valeurs instrumentales sont issues d'un calibrage constructeur.

Les méthodes de référence utilisées ont été les suivantes:

- Matière grasse : méthode acido-butyrométrique de Gerber selon NF V 04-210 : 2000 (essai en simple puis confirmation en cas de résidus trop importants pour les échantillons de lait individuel de vache) pour les échantillons de lait de vache et de chèvre, et méthode acido-butyrométrique selon NF V 04-155 : 2003 (essai en simple) pour les échantillons de lait de brebis,
- Matière protéique : méthode au Noir Amido selon NF V 04-216 : 2011 (essai en double),
- Point de congélation : méthode au cryoscope à thermistor selon NF ISO 5764 / FIL 108 : 2009 (essai en simple),
- Matière sèche : méthode par étuvage selon NF ISO 6731 / FIL 21 : 2011 (essai en simple),
- Urée : méthode par pH-métrie différentielle selon NF EN ISO 14637 / FIL 195 : 2007 (essai en simple).

B.3. Résultats

B.3.1. Lait de vache

B.3.1.1. Lait de troupeau

Les tableaux et figures suivants récapitulent les résultats obtenus :

	n	Min	max	M	Sx	Sr	Sr (%)	r
MG (g/l)	100	35,79	48,75	40,594	2,398	0,055	0,14%	0,150
MP (g/l)	100	29,32	36,06	32,846	1,502	0,061	0,19%	0,166
FPD (m°C x -1)	100	513	534	525,5	3,6	1,1	0,21%	3,1
MS (g/100g)	100	11,98	13,48	12,717	0,327	0,019	0,15%	0,053

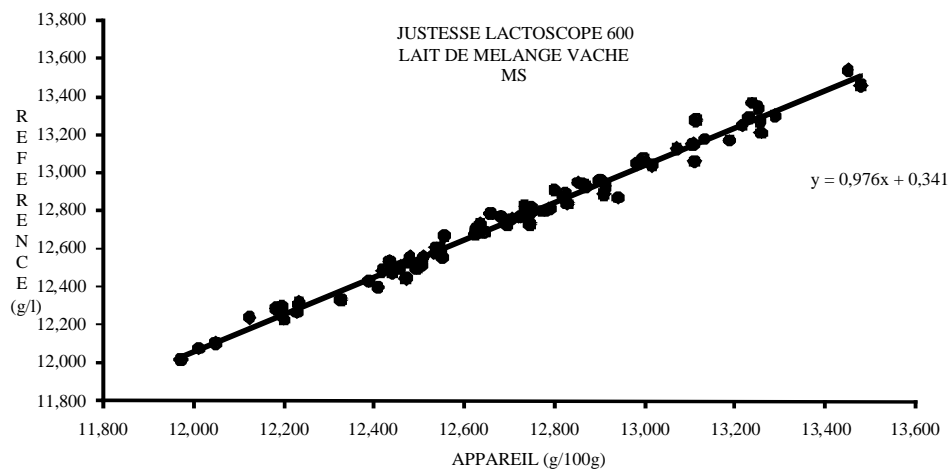
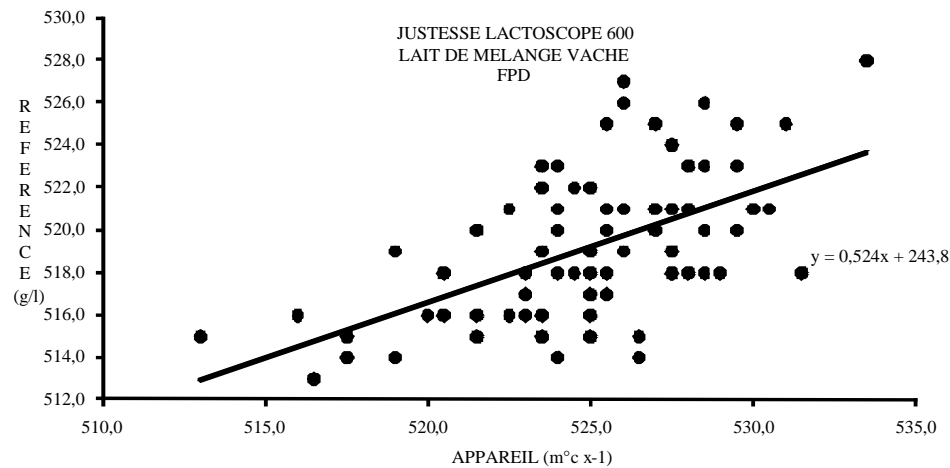
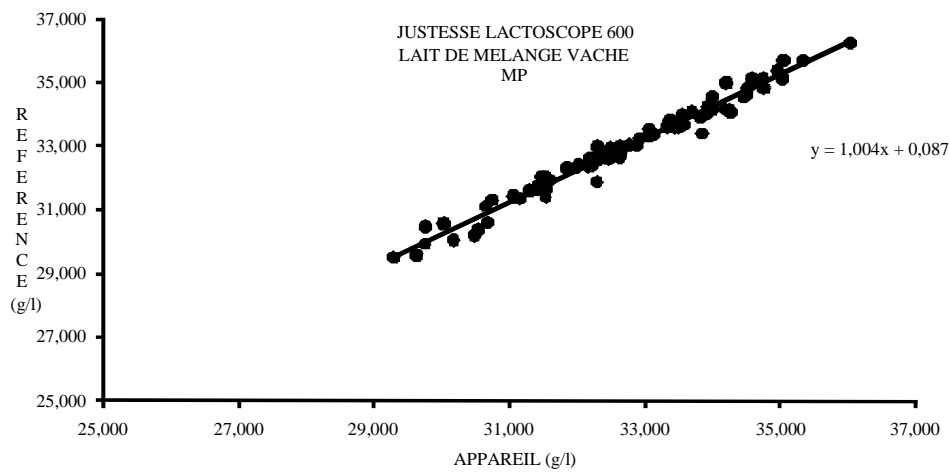
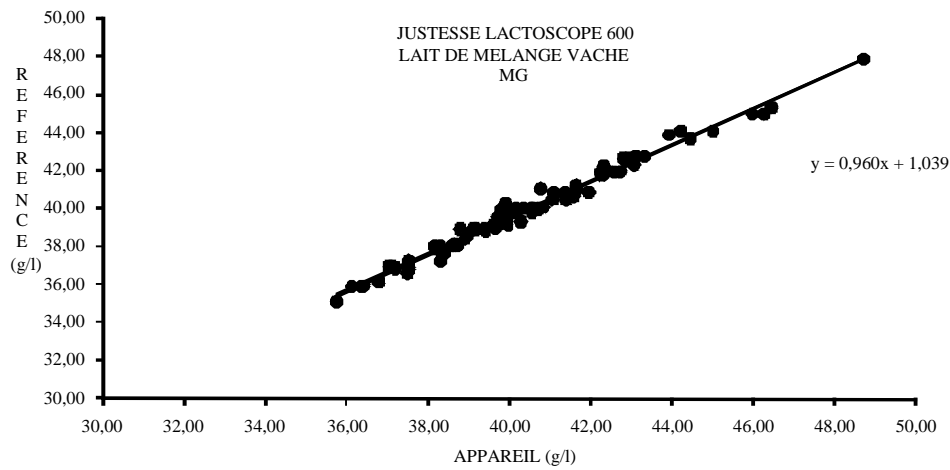
Tableau 1 : Critères de répétabilité du Lactoscope sur échantillons de lait de troupeau de vache

n : nombre de résultats ; *min* et *max* : valeur minimum et maximum ; *M* et *Sx* : moyenne et écart-type des résultats ; *Sr* et *Sr%* : écart-type de répétabilité absolu et relatif ; *r* : écart maximal de répétabilité dans 95% des cas.

	n	min	max	Y	Sy	d	Sd	Sy,x	Sy,x (%)
MG (g/l)	79	35,10	47,80	40,054	2,482	0,547	0,321	0,307	0,76
MP (g/l)	82	29,54	36,28	33,059	1,543	-0,245	0,230	0,231	0,70
FPD (m°C x -1)	84	513	528	519,3	3,4	5,8	3,3	2,8	0,53
MS (g/100g)	79	12,02	13,54	12,762	0,339	-0,048	0,043	0,043	0,34

Tableau 2 : Critères de justesse du Lactoscope pour les paramètres MG, MP, FPD et MS sur échantillons de lait de troupeau de vache.

n, *min*, *max* : nombre de résultats, valeur minimum et maximum ; *Y* : moyenne des résultats par méthode de référence ; *Sy* : écart-type des résultats par méthode de référence ; *d*, *Sd* : moyenne et écart-type des écarts ; *Sy,x* : écart-type résiduel



Figures 1 à 4 : Relation entre les résultats Lactoscope et référence pour les paramètres MG, MP, FPD et MS sur échantillons de lait de troupeau de vache

On remarque que :

↳ pour le paramètre **MG** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à 0,547 et 0,321 g/l. La pente (0,960) et l'ordonnée à l'origine (1,039) de régression obtenues sont significativement différentes respectivement de un et zéro (P = 1 %). L'écart-type résiduel de régression (0,307 g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($S_{y,x} \leq 0,72$ g/l).

↳ pour le paramètre **MP** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à -0,245 et 0,230 g/l. La pente (1,004) et l'ordonnée à l'origine (0,087) de régression obtenues ne sont pas significativement différentes respectivement de un et zéro (P = 5 %). L'écart-type résiduel de régression (0,231 g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($S_{y,x} \leq 0,72$ g/l).

↳ pour le paramètre **FPD** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à 5,8 et 3,3 m °C x -1. La pente (0,524) et l'ordonnée à l'origine (243,8) de régression obtenues sont significativement différentes respectivement de un et zéro (P = 1 %). L'écart-type résiduel de régression est égal à 2,8 m °C.

↳ pour le paramètre **MS** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à -0,048 et 0,043 g / 100g. La pente de régression (0,976) obtenue n'est pas significativement différente de 1 (P = 5 %) et l'ordonnée à l'origine (0,341) est significativement différente de zéro (P = 1 %). L'écart-type résiduel de régression est égal à 0,043 g / 100g.

B.3.1.2. Lait individuel

Les tableaux et figures suivants récapitulent les résultats obtenus :

	n	Min	max	M	Sx	Sr	Sr (%)	r
MG (g/l)	130	27,151	53,349	38,650	5,234	0,056	0,15%	0,153
MP (g/l)	130	26,440	43,461	32,576	3,043	0,066	0,20%	0,179
UREE (mg/l)	130	125,4	483,1	285,4	64,740	14,1	4,94%	38,3

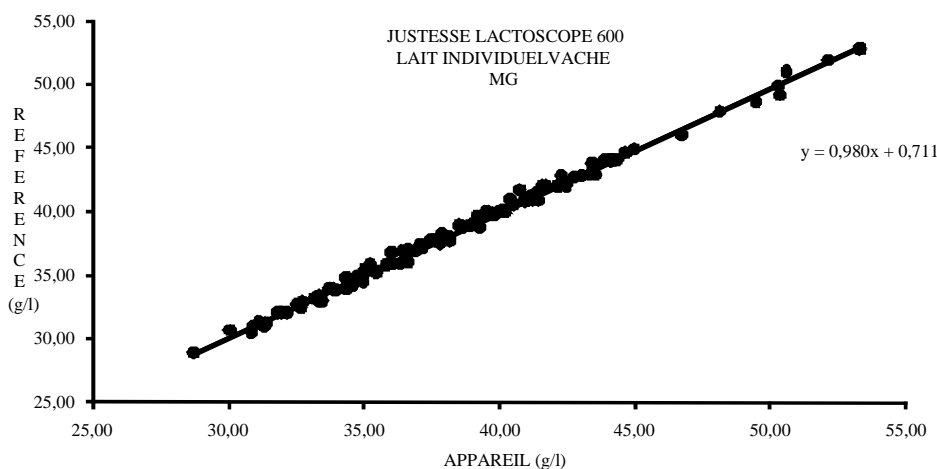
Tableau 3 : Critères de répétabilité du Lactoscope sur échantillons de lait individuel de vache

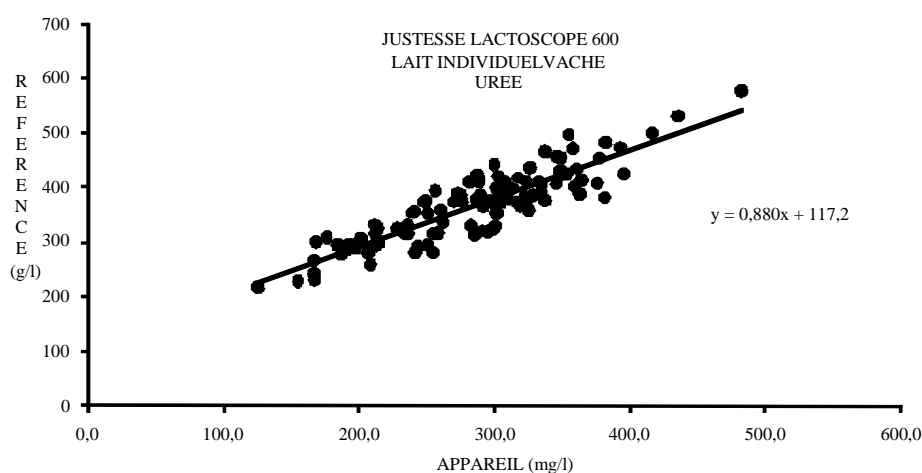
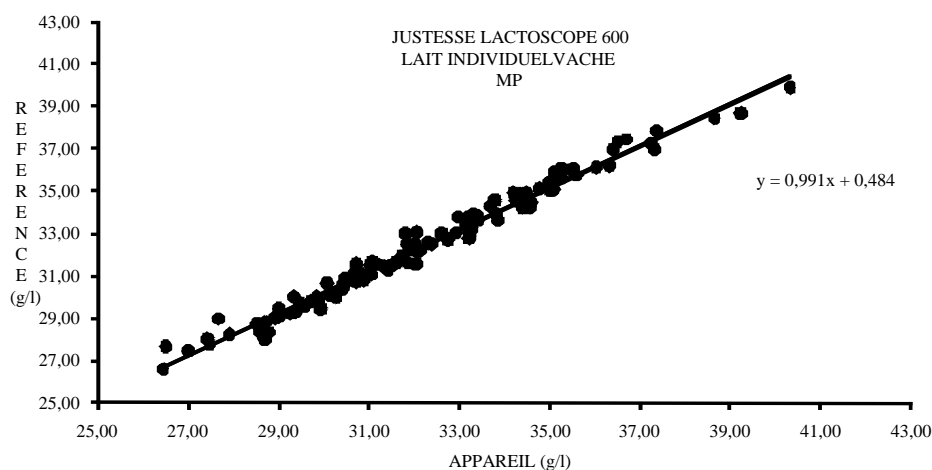
n : nombre de résultats ; *min* et *max* : valeur minimum et maximum ; *M* et *Sx* : moyenne et écart-type des résultats ; *Sr* et *Sr%* : écart-type de répétabilité absolu et relatif ; *r* : écart maximal de répétabilité dans 95% des cas.

	n	min	max	Y	Sy	d	Sd	Sy,x	Sy,x (%)
MG (g/l)	111	29,00	52,80	38,585	4,937	0,026	0,341	0,328	0,85
MP (g/l)	111	26,57	39,87	32,585	2,834	-0,205	0,384	0,385	1,19
UREE (mg/l)	109	219	578	369,6	65,0	-82,9	31,3	30,4	10,60

Tableau 4 : Critères de justesse du Lactoscope pour les paramètres MG, MP et urée sur échantillons de lait individuel de vache

n, *min*, *max* : nombre de résultats, valeur minimum et maximum ; *Y* : moyenne des résultats par méthode de référence ; *Sy* : écart-type des résultats par méthode de référence ; *d*, *Sd* : moyenne et écart-type des écarts ; *Sy,x* : écart-type résiduel.





Figures 5 à 7 : Relation entre les résultats Lactoscope et référence pour les paramètres MG, MP et urée sur échantillons de lait individuel de vache

On remarque que :

↳ pour le paramètre MG : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à 0,026 et 0,341 g/l. La pente de régression (0,980) obtenue est significativement différente de un (P = 1 %) et l'ordonnée à l'origine (0,711) n'est pas significativement différente de zéro (P = 5 %). L'écart-type résiduel de régression (0,328 g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($Sy,x \leq 1,03$ g/l).

↳ pour le paramètre MP : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à -0,205 et 0,384 g/l. La pente (0,991) et l'ordonnée à l'origine (0,484) de régression obtenues ne sont pas significativement différentes respectivement de un et zéro (P = 5 %). L'écart-type résiduel de régression (0,385 g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($Sy,x \leq 1,03$ g/l).

↳ pour le paramètre urée : la moyenne et l'écart-type des écarts sont respectivement égaux à -82,9 et 31,3 mg/l. La pente de régression (0,880) obtenue est significativement différente de un (P = 5 %) et l'ordonnée à l'origine (117,2) n'est pas significativement différente de zéro (P = 5 %). L'écart-type résiduel de régression (30,4 mg/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($Sy,x \leq 61,8$ mg/l).

Pour conclure, pour les paramètres MG, MP et urée, les résultats obtenus sont en accord avec les spécifications de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3. En l'absence de critères normatifs, les écarts-types résiduels de 2,8 m°C pour le paramètre FPD et de 0,043 g/100 g pour le paramètre matière sèche permettent respectivement une précision d'estimation de +/- 5,6 m °C et de +/- 0,086 g/100 g.

B.3.2. Lait de chèvre

Les tableaux et figures suivants récapitulent les résultats obtenus :

	n	Min	max	M	Sx	Sr	Sr (%)	r
MG (g/l)	88	28,91	43,56	34,906	3,108	0,057	0,16%	0,154
MP (g/l)	88	26,37	36,60	30,694	1,918	0,061	0,20%	0,166
FPD (m°C x -1)	88	547	569	557,5	4,3	1,1	0,20%	3,2

Tableau 5 : Critères de répétabilité du Lactoscope sur échantillons de lait de troupeau de chèvre

n : nombre de résultats ; *min* et *max* : valeur minimum et maximum, *M* et *Sx* : moyenne et écart-type des résultats ; *Sr* et *Sr%* : écart-type de répétabilité absolu et relatif ; *r* : écart maximal de répétabilité dans 95% des cas.

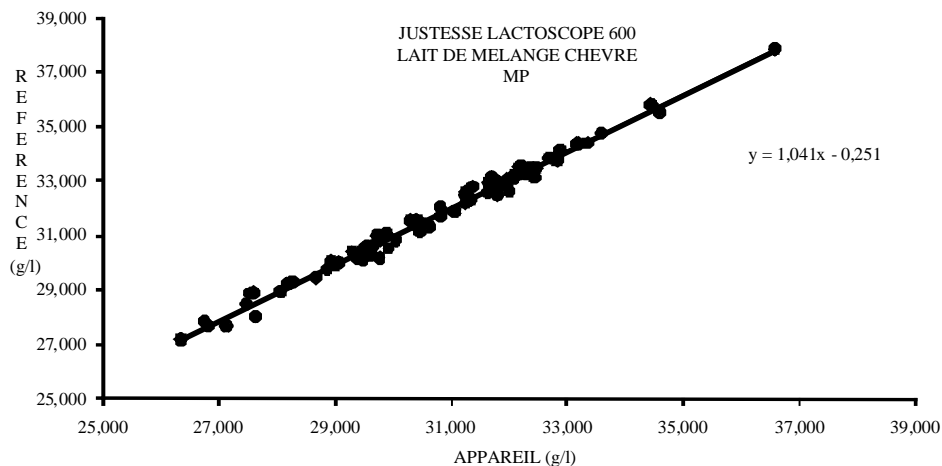
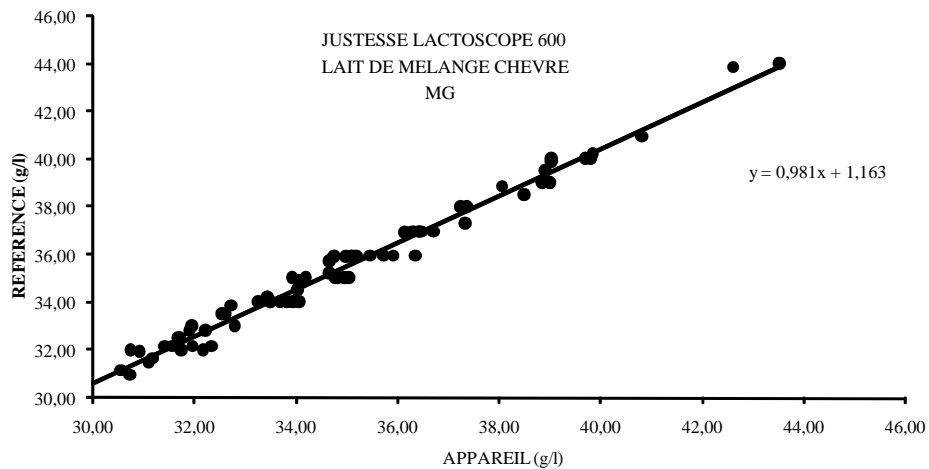
Pour les paramètres MG et MP, les écarts-types de répétabilité sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 et du manuel CNIEL PROC IR 06 ($Sr \leq 0,14$ g/l).

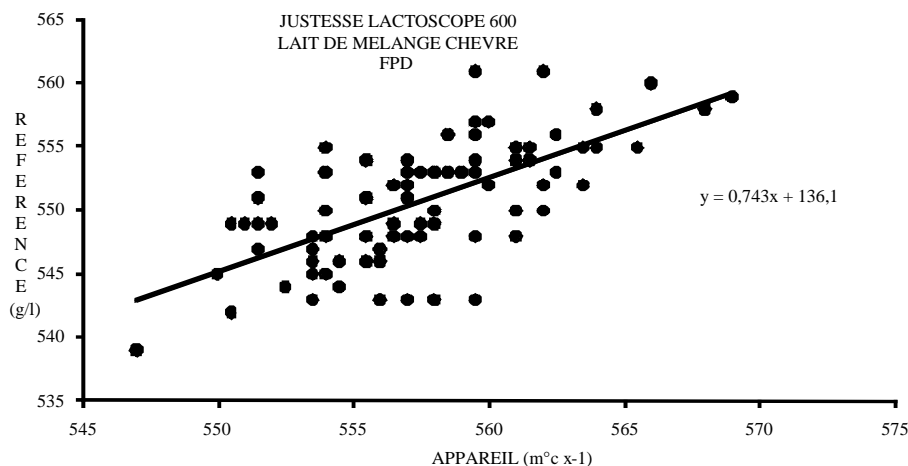
Pour le paramètre FPD, l'écart-type de répétabilité obtenu est conforme aux prescriptions du manuel CNIEL PROC CR IR 06 ($Sr \leq 2$ m°C).

	n	min	max	Y	Sy	d	Sd	Sy,x	Sy,x (%)
MG (g/l)	74	29,90	44,00	35,481	2,961	-0,527	0,384	0,383	1,10
MP (g/l)	84	27,19	37,86	31,753	2,044	-1,026	0,234	0,222	0,72
FPD (m°C x -1)	84	539	561	550,7	4,7	6,8	3,7	3,5	0,63

Tableau 6 : Critères de justesse du Lactoscope pour les critères MG, MP et FPD sur échantillons de lait de troupeau de chèvre

n, *min*, *max* : nombre de résultats, valeur minimum et maximum ; *Y*: moyenne des résultats par méthode de référence ; *Sy* : écart-type des résultats par méthode de référence ; *d*, *Sd* : moyenne et écart-type des écarts ; *Sy,x* : écart-type résiduel.





Figures 8 à 10 : Relation entre les résultats Lactoscope et référence pour les paramètres MG, MP et FPD sur échantillons de lait de troupeau de chèvre

On remarque que :

↳ pour le paramètre **MG** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à $-0,527$ et $0,384$ g/l. La pente ($0,981$) de régression obtenue n'est pas significativement différente de 1 ($P = 5\%$) et l'ordonnée à l'origine ($1,163$) est significativement différente de zéro ($P = 1\%$). L'écart-type résiduel de régression ($0,383$ g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($S_{y,x} \leq 0,72$ g/l).

↳ pour le paramètre **MP** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à $-1,026$ et $0,234$ g/l. La pente ($1,041$) de régression obtenue est significativement différente de 1 ($P = 1\%$) et l'ordonnée à l'origine ($-0,251$) n'est pas significativement différente de zéro ($P = 5\%$). L'écart-type résiduel de régression ($0,222$ g/l) est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 ($S_{y,x} \leq 0,72$ g/l).

↳ pour le paramètre **FPD** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à $6,8$ et $3,7$ m °C x -1. La pente ($0,743$) et l'ordonnée à l'origine ($136,1$) de régression obtenues sont significativement différentes respectivement de un et zéro ($P = 1\%$). L'écart-type résiduel de régression est égal à $3,5$ m °C.

Pour conclure, pour les paramètres MG et MP, les résultats obtenus sont en accord avec les spécifications de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3. Le biais moyen important en MP peut s'expliquer par un défaut d'ajustage spécifique préalable de l'étalonnage sur l'espèce chèvre et le lait de la zone. Pour le paramètre FPD, en l'absence de critères normatifs, l'écart-type résiduel obtenu ($3,5$ m °C) permet une précision d'estimation de ± 7 m °C.

B.3.3. Lait de brebis

Les tableaux et figures suivants récapitulent les résultats obtenus :

	n	Min	max	M	Sx	Sr	Sr (%)	r
MG (g/l)	100	53,26	85,64	68,111	7,799	0,104	0,15%	0,282
MP (g/l)	100	45,23	64,20	53,644	4,441	0,110	0,21%	0,309
FPD (m°C x -1)	100	538	563	553,5	4,3	1,0	0,18%	2,8

Tableau 7 : Critères de répétabilité du Lactoscope sur échantillons de lait de troupeau de brebis.

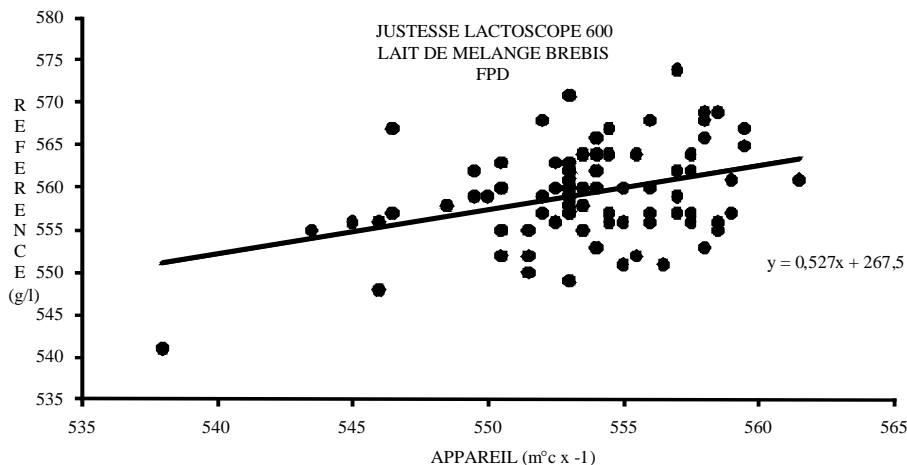
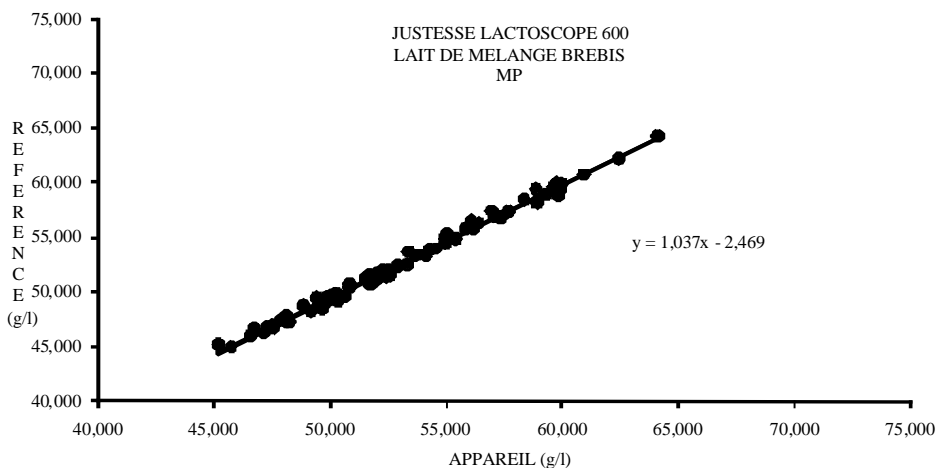
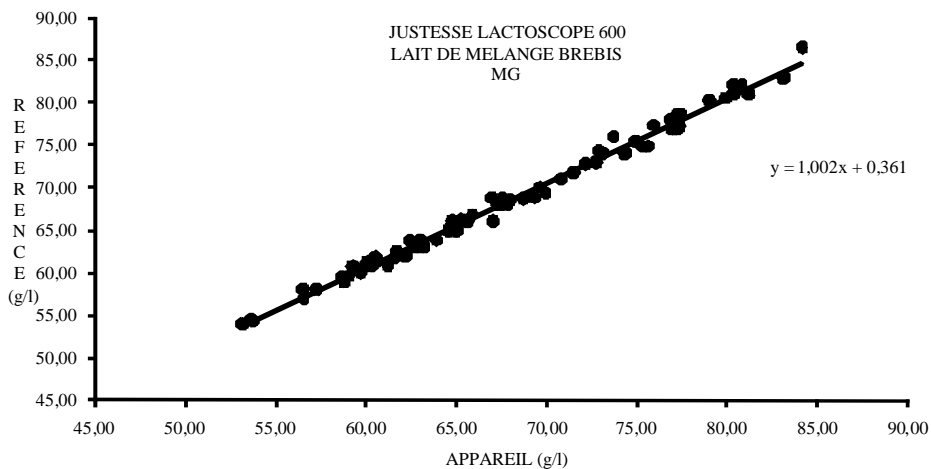
n : nombre de résultats ; *min* et *max* : valeur minimum et maximum, *M* et *Sx* : moyenne et écart-type des résultats ; *Sr* et *Sr%* : écart-type de répétabilité absolu et relatif ; *r* : écart maximal de répétabilité dans 95% des cas.

Pour les paramètres MG et MP, les écarts-types de répétabilité absolus et relatifs (*Sr* et *Sr%*) sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 et du manuel CNIEL PROC IR 06 (respectivement inférieurs à $0,29$ g/l et $0,35\%$).

Pour le paramètre FPD, l'écart-type de répétabilité obtenu est conforme aux prescriptions du manuel CNIEL PROC CR IR 06 ($Sr \leq 3$ m °C).

	n	min	max	Y	Sy	d	Sd	Sy,x	Sy,x (%)
MG (g/l)	79	54,00	86,50	68,127	7,699	-0,547	0,665	0,669	0,99
MP (g/l)	79	45,10	64,28	52,589	4,467	0,459	0,397	0,365	0,69
FPD (m°C x -1)	80	541	574	559,4	5,8	-5,7	5,7	5,4	0,97

Tableau 8 : Critères de justesse du Lactoscope pour les critères MG, MP et FPD sur échantillons de lait de brebis
n, min, max : nombre de résultats, valeur minimum et maximum ; *Y* : moyenne des résultats par méthode de référence ; *Sy* : écart-type des résultats par méthode de référence ; *d, Sd* : moyenne et écart-type des écarts ; *Sy,x* : écart-type résiduel.



Figures 11 à 13 : Relation entre les résultats Lactoscope et référence pour les paramètres MG, MP et FPD sur échantillons de lait de troupeau de brebis

On remarque que :

↳ **pour le paramètre MG** : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à $-0,547$ et $0,665$ g/l. La pente ($1,002$) et l'ordonnée à l'origine ($0,361$) de régression obtenues ne sont pas significativement différentes de un et zéro respectivement ($P = 5\%$). Les écarts-types résiduels de régression absolu et relatif ($0,669$ g/l et $0,99\%$) sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 (respectivement inférieurs à $1,45$ g/l et $1,75\%$).

↳ pour le paramètre MP : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à 0,459 et 0,397 g/l. La pente (1,037) et l'ordonnée à l'origine (-2,469) de régression obtenues sont significativement différentes de un et zéro (P = 1 %). Les écarts-types résiduels absolu et relatif (0,365 g/l et 0,69 %) de régression sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 (respectivement inférieurs à 1,45 g/l et 2,0 %).

↳ pour le paramètre FPD : la moyenne et l'écart-type des écarts sont égaux à -5,7 et 5,7 m °C x-1. La pente (0,527) et l'ordonnée à l'origine (267,5) de régression obtenues sont significativement différentes respectivement de un et zéro (P = 1 %). L'écart-type résiduel de régression est égal à 5,4 m °C.

Pour conclure, pour les paramètres MG et MP, les résultats obtenus sont en accord avec les spécifications de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3. Pour le paramètre FPD, en l'absence de critères normatifs, l'écart-type résiduel obtenu (5,4 m °C) permet une précision d'estimation de +/- 10,8 m °C.

CONCLUSION GENERALE

A l'issue de l'évaluation du Lactoscope, les résultats obtenus concernant les paramètres matière grasse, matière protéique et équivalent point de congélation sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 : 2010 et/ou des manuels CNIEL/IE d'utilisation des appareils infrarouge dans le cadre du paiement du lait et du contrôle laitier en France.(CNIEL PROC IR 06, CNIEL PROC CR IR 04) pour les 3 types de lait (vache, chèvre et brebis).

De plus, les résultats obtenus concernant l'évaluation du paramètre urée (lait individuel vache) sont conformes aux prescriptions de la norme NF ISO 8196-3 / FIL 128-3 : 2010. Les résultats obtenus concernant l'évaluation du paramètre matière sèche (lait de mélange vache) permettent d'envisager des précisions d'estimation inférieures à 0,1g/100g.

D'après le rapport d'évaluation de l'analyseur Delta Instruments Lactoscope – X. QUERVEL, P. TROSSAT – Septembre 2013