

EQUIVALENTS LAIT ET RENDEMENTS EN PRODUITS LAITIERS : MODES DE CALCULS ET UTILISATION

C. Meyer¹, G. Duteurtre¹

Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1998. 51 (3) : 247-257.

RESUME

Pour des besoins statistiques, il peut être parfois utile de comparer des quantités de produits laitiers entre elles en les ramenant à des quantités équivalentes de lait. Pour cela, des coefficients de conversion sont utilisés. Les coefficients sont différents selon leur mode de calcul basé sur la composition du lait et des produits laitiers (équivalent lait, EL) ou sur l'efficacité des modes de fabrication (rendement). Ainsi, les rendements des produits et des sous-produits du lait servent dans les études de filière à estimer la production de lait qui en est à l'origine. Les quantités de laits correspondant à un produit laitier ne s'additionnent pas à celles correspondant à ses sous-produits. Leur valeur est de l'ordre de 5 pour les fromages frais, 7,6 pour les laits en poudre, 10 pour les fromages secs, 22 pour le beurre, 25 pour l'huile de beurre (beurre liquide). Par contre, les équivalents lait proprement dits sont en général utilisés à une échelle plus large pour comparer des marchés et les quantités obtenues peuvent s'additionner les unes les autres. Mais celles-ci sont sous-estimées car tous les produits et sous-produits ne sont pas toujours commercialisés ni pris en compte dans les statistiques. Les équivalents lait les plus utilisés et ceux qui posent le moins de problèmes sont ceux basés sur la matière sèche. Leur valeur est de l'ordre de 2 pour les laits condensés, 2 pour les fromages frais, 4,4 pour les fromages secs, 6,6 pour le beurre solide, 8 pour l'huile de beurre et 7,6 pour les laits en poudre. Mais comme les autres coefficients basés sur la matière grasse, la matière sèche non grasse ou combinés, ils sont toujours biaisés. Lorsque ces coefficients sont employés, la méthode choisie et les coefficients utilisés doivent toujours être mentionnés.

Mots-clés : Filière, Lait, Produit laitier, Beurre, Fromage, Équivalent lait, Rendement, Ethiopie, Afrique

¹ CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France

SUMMARY

For statistical purposes, it is sometimes useful to compare quantities of milk products by translating them into equivalent amounts of milk. For this purpose, conversion factors or coefficients are used. The coefficients are different according to their methods of calculation based on milk and milk products composition (milk equivalent or ME) or on the efficiency of the process (yield). The yields of milk products and by-products are used in sub-sector analyses to estimate the milk quantities used to process those products ; the milk quantities used to process a given product should not be added to the milk quantities used to process the by-products. The yield values are about 5 for fresh cheeses ; 7,6 for milk powders ; 10 for dry cheeses ; 22 for butter ; 25 for butteroils. The milk equivalent figures are usually used at a wider scale to compare markets of various dairy products. They may be added together. But the amounts are biased and may be under-estimated as all products and by-products are not always marketed and taken into account in statistical figures. The most commonly used milk equivalents are those based on solid contents. Their values are about 2 for condensed milks, 2 for fresh cheeses, 4.4 for dry cheeses, 6.6 for solid butter, 8 for butter oil and 7.6 for milk powders. But as it is the case for the other ME figures (based on butterfat, on non-fat solids or combined), they are always biased. When these coefficients are used, the method and the coefficients chosen must always be mentioned.

Key words: Sector, Milk, Milk product, Butter, Cheese, Milk equivalent, Produce, Ethiopia, Africa

INTRODUCTION

Les coefficients de conversion des divers produits laitiers en équivalents lait permettent de remplacer une quantité donnée de produits laitiers par une quantité de lait équivalente. Leur principe revient à évaluer la quantité de lait ayant été nécessaire à la fabrication des produits considérés. Cette conversion permet alors d'estimer et de comparer les quantités de produits disponibles ou consommés à l'échelle d'un marché urbain, national ou régional ou au niveau du marché mondial. Pour cela, les coefficients de conversion s'appliquent non seulement au lait en nature, mais aussi aux produits laitiers tels que crème, beurre et fromage et aux sous-produits tels que babeurre et lactosérum.

Or, il apparaît des différences importantes dans ces coefficients ou facteurs de conversion utilisés par différents auteurs. Aussi, Metzger *et al.* (11) font remarquer qu'il serait souhaitable qu'ils soient employés avec discernement et avec une valeur identique dans toutes les études. Mais Richarts et Mikkelsen (20) expliquent que la détermination d'équivalents lait corrects pour toutes les situations est quasi impossible. Le but de cette note est d'éclairer ce problème. Les coefficients relevés dans la littérature, parfois très différents pour un même produit laitier sont analysés. Après un rappel des étapes de la transformation du lait et donc de la filiation des produits laitiers et sous-produits à partir du lait, l'historique des modes de calcul des équivalents lait dégage les différents types de coefficients. Le choix de ceux-ci est alors discuté en fonction de diverses situations illustrées par deux exemples.

I. LES DIFFERENTS TYPES D'EQUIVALENTS LAIT

Les divers coefficients de conversion

Selon les auteurs et les usages, différents coefficients de conversion ont été utilisés (tableau I). Une hétérogénéité est constatée pour certains produits. Ainsi, pour les beurres, il y a quatre groupes de coefficients et les valeurs extrêmes obtenues dans des groupes différents sont 0,12 et 21,8 soit un rapport de 1 à 182. Pour les fromages, la variation va de 2 à 10,04 soit un rapport extrême de 1 à 5.

Filiation des produits laitiers et sous-produits à partir du lait

Les techniques de transformation utilisées en Afrique diffèrent souvent des schémas industriels. Avant d'aborder toute discussion sur les coefficients de conversion, il est bon de rappeler la filiation des produits laitiers et sous-produits à partir du lait.

Dans le cas d'une laiterie industrielle, les opérations de transformation peuvent être représentées schématiquement par la figure 1. En même temps que le beurre (produit laitier recherché), on obtient du lait écrémé et du babeurre (qui sont des sous-produits). Le lait écrémé peut être utilisé en l'état ou transformé en poudre de lait écrémé. En même temps que le fromage, un sous-produit, le lactosérum, est obtenu. Lactose et protéines du lactosérum sont utilisés. Dans le cas de la fabrication de fromage, il est possible de partir de lait entier ou de lait de mélange obtenu avec du lait entier et du lait écrémé.

Dans le cas des transformations traditionnelles en Afrique (figure 2), le beurre est obtenu directement à partir de lait acidifié entier et non pas à partir de crème. Le babeurre peut servir alors à la fabrication de fromage maigre qui est parfois déshydraté. Le lactosérum est consommé par la famille ou donné aux veaux. Le beurre lui-même est souvent transformé en huile de beurre par clarification. Ainsi, dans les deux cas, le même lait peut servir à la fabrication de beurre et aussi de fromage.

Historique des modes de calcul des équivalents lait

Les auteurs utilisent les termes d'équivalent lait, d'équivalent lait liquide ou d'équivalent lait entier (EqL, EqL, ou mieux **EL**). En anglais, il s'agit de *milk equivalent* ou liquid milk equivalent (M-E, M.E. ou ME), terme souvent employé, même lorsqu'il s'agit de rendement.

L'historique des modes de calcul des coefficients de conversion montre 4 types d'équivalents lait basés sur la composition des produits ou sous-produits du lait (19, 20).

Les premiers coefficients de conversion des produits laitiers en équivalent lait liquide utilisés au début du Marché Commun en Europe étaient basés sur le **taux de matières grasses** (MG) du lait liquide et des produits qui en étaient tirés. Le beurre était responsable de la plus grande valeur commerciale de cet ensemble. Les autres sous-produits du lait pouvaient alors être négligés. Ainsi, le lait écrémé, produit en grande quantité, était beaucoup utilisé pour l'alimentation des animaux. Pour calculer le coefficient équivalent lait d'un produit laitier avec cette méthode, son taux de matières grasses est divisé par celui du lait d'origine. Les équivalents obtenus ainsi pour le beurre étaient de **22** (82 p. 100 / 3,7 p. 100) en Union Européenne et de 20,5 (82 p. 100 / 4,0 p. 100) aux U.S.A. Ils étaient de **7** (lait à 3,7 p. 100 MG) ou de 6,5 (lait à 4,0 p. 100 MG) pour la poudre de lait.

Mais cette méthode conduit à négliger le lait écrémé et ses sous-produits et s'applique mal aux fromages. Pour beaucoup de fromages, en effet, le taux de matières grasses est inférieur à celui du lait d'origine, ce qui donne un coefficient inférieur à 1. De plus, le coefficient à utiliser n'est pas le même pour la production, les importations et les exportations au niveau d'un pays (par exemple 20,5 pour un beurre fabriqué en Amérique du Nord et 22 pour un beurre européen selon les taux de matière grasse du lait à l'origine).

Par la suite, d'autres coefficients ont été obtenus en se basant sur le **taux de matière sèche** du lait et des produits laitiers et sous-produits. Le coefficient est de l'ordre de **4** pour les fromages et de **6,6** (82 ou 83 / 12,5) pour le beurre. Les coefficients obtenus d'après la matière sèche sont peu adaptés aux beurres et aux fromages, à taux élevés de matières grasses ou de protéines. Ils conviennent bien pour décrire la situation générale de demande et d'approvisionnement d'un pays lorsque la demande est équilibrée en sous-produits. Mais lorsque celle-ci est déséquilibrée (Italie qui importe beaucoup de fromages, Royaume-Uni qui importe beaucoup de beurre), des biais subsistent. Malgré cela, la FAO a proposé des coefficients basés sur la matière sèche (tableau II). Mais dans les statistiques des pays, certains produits ne sont pas distingués : lait condensé entier et écrémé, fromages frais et non frais, beurre et huile de beurre. Pour ces ensembles, un coefficient moyen est considéré. Par exemple, pour les fromages en général un chiffre moyen est considéré : $(2,0 + 4,4)/2 = 3,2$. Le tableau I (référence 10) donne les coefficients utilisés par Mbogoh pour exploiter les données statistiques des pays.

Par ailleurs, les coefficients basés sur la **matière sèche non grasse** (non-fat solids) sont parfois utilisés. Ils sont calculés en divisant le taux de matière sèche non grasse du produit par celui du lait d'origine. Ces coefficients ne sont pas non plus entièrement satisfaisants puisqu'ils sous-estiment l'importance des

produits à haute teneur en matière grasse tels que le beurre.

Enfin, une **méthode combinant** le taux de matières grasses et la matière sèche non grasse a été proposée. Elle est recommandée par la FIL (Fédération Internationale Laitière) à titre de compromis entre les pays membres (Richarts et Mikkelsen, 20). La méthode consiste à combiner des calculs séparés sur la base de la matière grasse et sur la base de la matière sèche non grasse. Le coefficient permet de mieux rendre compte de l'importance des différents produits mais sous-estime encore les quantités de beurre. D'ailleurs, il est assez peu utilisé en pratique, contrairement à l'équivalent lait basé sur la matière sèche.

2. LIMITES DES EQUIVALENTS LAIT ET UTILITE DES RENDEMENTS

L'utilisation de l'équivalent lait peut être délicate

Il est important de considérer les produits laitiers produit par produit dans les analyses sur les marchés laitiers. En effet, les stratégies commerciales des producteurs, les techniques de transformation, les circuits de la commercialisation et les caractéristiques de la consommation sont le plus souvent radicalement différentes d'un produit à l'autre. La décomposition de l'analyse produit par produit est recommandée autant que possible, en prenant en compte les différents itinéraires techniques des produits dans la filière et la segmentation de la demande entre différents produits non substituables. L'équivalent lait doit être utilisé le moins possible. Il ne doit pas être employé sans justification.

L'équivalent lait dépend de la composition du lait de départ

De par leur mode de calcul, les équivalents lait dépendent de la teneur en matière grasse, en matière sèche ou en matière sèche non grasse du produit laitier envisagé et du lait de départ. Par exemple, le coefficient calculé selon la matière grasse pour la poudre de lait est de 7 pour un lait à 3,7 p. 100 de matière grasse et de 6,5 pour un lait à 4,0 p. 100 de matière grasse (19). Or, les taux de matière grasse et de protéines varient avec les espèces, les races et même les individus. Au sein d'une même race, la composition du lait varie aussi sous l'effet de nombreux facteurs externes liés aux saisons et à l'alimentation, ce qui induit là encore des risques dans l'utilisation des coefficients.

En ce qui concerne les espèces, le taux de matière grasse du lait de chèvre est de 4,5 p. 100 en moyenne. Celui du lait de bufflesse est le plus élevé : 7,7 p. 100 en moyenne (22).

En ce qui concerne les races, le taux de matière grasse moyen au contrôle laitier de 1995 en France a été de 4,06 p. 100 en race Prim'Holstein et de 5,86 p. 100 en race Jersiaise, mais seulement de 3,33 p. 100 en race Salers (18). Les zébus, qui constituent la majorité du cheptel africain, ont souvent un lait plus riche en matière grasse que celui des taurins européens : 5,0 p. 100 au lieu de 3,9-4,1 p. 100 en moyenne (15).

L'équivalent lait est lié à un produit et à un itinéraire technique

Les équivalents lait standards de la FAO traduisent la transformation du lait entier en différents produits laitiers selon l'utilisation théorique optimale de la matière sèche de ce lait. Ces coefficients rendent compte d'une manière relativement pertinente des transformations du lait dans le cadre de procédés industriels rationalisés comme ceux qui sont employés dans l'industrie laitière où l'ensemble de la matière sèche du lait fait l'objet d'une valorisation commerciale. Par exemple, sur le marché européen des produits de l'industrie laitière, si l'ensemble des produits sont affectés du coefficient EL de la FAO, un chiffre total assez proche de la production laitière à l'origine de ces produits est trouvé. Cependant, en Afrique, l'utilisation du lait est souvent beaucoup moins rationnelle et des techniques différentes sont utilisées aboutissant à un nombre limité de produits. De ce fait, un ajustement des coefficients de la FAO est alors nécessaire.

En fait, des équivalents lait propres à chaque mode de fabrication pourraient être calculés. Il faudrait alors détailler les coefficients pour tous les types de beurres et de fromages. La matière sèche des fromages varie par exemple de 25-30 p.100 dans les fromages frais à 55-62 p. 100 dans les fromages à pâte pressée.

L'utilisation de l'équivalent lait tend à sous-estimer les produits non commercialisés

Enfin, l'utilisation de l'équivalent lait est particulièrement délicate dans les marchés africains où seulement une partie de la production est commercialisée. Ainsi, un nombre important de producteurs ruraux africains vendent du beurre ou de l'huile de beurre sans commercialiser systématiquement ni le babeurre, sous-produit du barattage, ni d'éventuels fromages fabriqués à partir de ce babeurre. C'est là une situation qui a prévalu jusqu'à la révolution laitière dans certaines régions d'Europe où seule la matière grasse du lait faisait l'objet d'une commercialisation. Il est alors très difficile de calculer le pourcentage du babeurre ayant fait l'objet d'une transformation en fromage. Le petit lait n'est quasiment jamais commercialisé (figure 3).

Pour les producteurs des zones urbaines et périurbaines, au contraire, l'ensemble de la production est commercialisé sous forme de lait cru, soit pour être consommé directement, soit pour être transformé en laiterie. Les produits laitiers traditionnels ne sont que très rarement fabriqués par ces producteurs périurbains. Dans les laiteries urbaines qui sont industrielles ou artisanales, le plus gros de la matière sèche du lait fait l'objet d'une commercialisation, le fromage étant systématiquement vendu. Le petit lait est même parfois valorisé. De ce fait, une différence fondamentale sépare les producteurs ruraux des producteurs périurbains. Pour les premiers, les produits traditionnels présents sur les marchés urbains ne représentent qu'une partie seulement de la matière sèche du lait ayant servi à leur fabrication. Au contraire, les produits laitiers commercialisés par les producteurs périurbains représentent la quasi-totalité de la matière sèche du lait ayant servi à leur fabrication. Si alors la production laitière à l'origine des produits laitiers est calculée à l'aide des équivalents lait les plus couramment utilisés, l'importance de la production rurale par rapport à la production périurbaine est sous-estimée.

L'utilité des rendements

Dans les cas où la transformation laitière est réalisée sur l'exploitation dans un mode traditionnel, il paraît intéressant d'utiliser un coefficient qui affecterait à une quantité de produit la quantité de lait (en kg ou en litres) réellement nécessaire à la fabrication d'un kg de produit. Ce coefficient est déjà utilisé en technologie laitière où il est appelé rendement. Il est beaucoup plus adapté aux analyses sur les produits laitiers d'origine rurale en Afrique.

Le rendement beurrier ou fromager est souvent exprimé en kg de produit pour 100 kg ou 100 litres de lait entier ou de lait de mélange (tableaux III et IV). Un produit principal (celui qui a la plus grande valeur marchande) et des sous-produits sont définis. Le rendement du produit principal est égal à la production de lait nécessaire à la fabrication du produit principal et des sous-produits. De cette manière, une production dont la matière sèche n'a été que partiellement commercialisée n'est pas sous-estimée. En effet, le rendement d'un produit tel que le beurre contient ceux de ses sous-produits, le fromage maigre par exemple. De ce fait, à la différence des équivalents lait, les rendements des sous-produits ne s'additionnent pas à ceux des produits. Le tableau V représente le cas d'un marché où 1 000 t de beurre, 200 t d'huile de beurre et 200 t de fromages sont vendus en un an. Le calcul effectué en utilisant les équivalents lait basés sur la matière sèche sous-estime de près de 58 p. 100 la production de lait à l'origine de ces produits laitiers.

A titre d'exemple, en France, il est estimé que pour fabriquer 1 kg de fromage de type « pâtes pressées » comme Saint-Paulin, Edam, Mimolette et Gruyère, il faut en moyenne 10 litres de lait (9). Ce rendement varie beaucoup avec le type de fromage fabriqué. Veisseyre (24) donne quelques exemples de rendements moyens pour des fromages européens ; les quantités moyennes de fromage fabriquées avec 100 l de mélange ont été transformées en litres de lait de mélange nécessaires par kg de produit (tableau IV).

Le rendement de la fabrication de fromage à partir de lait de dromadaire est plus faible qu'à partir de lait de vache (18). Ainsi, en Tunisie, avec la même technique de transformation, pour obtenir 1 kg de fromage sec, il a fallu 20,4 kg de lait de dromadaire au lieu de 17,9 kg de lait de vache (9).

Pourquoi utiliser les équivalents lait et les rendements ?

Le tableau VI récapitule les équivalents lait et les rendements les plus utilisés. Les usages sont les suivants :

1. Pour comparer des chiffres globaux

L'équivalent lait est utilisé par exemple pour comparer les consommations par habitant et par an, les quantités de produits commercialisés et importés, pour comparer des marchés, mais pas des productions.

2. Pour comparer les productions

Certains produits pouvant ne pas être commercialisés, comme souvent en Afrique et dans certains pays utilisant les transformations traditionnelles du lait, la méthode précédente peut sous-estimer les quantités de lait réellement à l'origine des produits. Les rendements, utilisables pour tous les produits, peuvent alors servir à comparer des productions.

III. EXEMPLES PRATIQUES

Comparaisons internationales

Dans un premier exemple, une comparaison de la production de lait par continent est recherchée à partir des quantités de lait frais et des quantités transformées recensées par la FAO. Pour les quantités de lait frais, les quantités de lait provenant des différentes espèces animales (vache, bufflonne, brebis et chèvre) sans transformation sont additionnées (bien que la composition du lait varie selon les espèces). Pour les laits transformés, les statistiques de la FAO indiquent chaque année les quantités de fromages (de toutes sortes), de beurre et ghee, de lait évaporé et condensé, de lait de vache entier sec, de lait écrémé sec ou babeurre sec et de petit lait (lactosérum) sec produits pays par pays et continent par continent. Le détail n'est pas donné (par type de fromage par exemple). La comparaison ne peut être effectuée qu'en utilisant des EL moyens pour chaque grande catégorie. Les quantités correspondantes sont additionnées les unes aux autres pour donner un total en EL. Ces totaux peuvent être alors comparés entre eux et rapportés en pourcentage de la production mondiale. Il apparaît alors que l'Afrique ne représente que 2 p. 100 des laits transformés dans le monde (tableau VII).

Le résultat est, bien sûr, approximatif. De toutes façons, dans ce cas l'utilisation des rendements n'est pas indiquée. En effet, par exemple, le petit lait et certains fromages peuvent être produits en même temps que le beurre et seraient comptés deux fois. Rien ne permet dans les statistiques générales de distinguer les fromages produits directement à partir de lait (figure 1) de ceux qui constituent des sous-produits de la fabrication du beurre (figure 2).

L'exemple d'Addis-Abeba

Dans un deuxième exemple, il est apparu intéressant d'illustrer nos propos par le cas du marché en produits laitiers de la ville d'Addis-Abeba (Ethiopie). L'étude de ce marché amène à se poser deux questions. La première est de savoir comment l'importance globale de ce marché par rapport à d'autres villes peut être évaluée malgré l'hétérogénéité des produits laitiers. La seconde question consiste à s'interroger sur la contribution des différents systèmes de production à l'approvisionnement en produits laitiers de la ville.

Les statistiques nationales complétées par la littérature récente (3, 6, 21) permettent d'évaluer les quantités de lait et de produits laitiers consommées annuellement dans la capitale éthiopienne (tableau VIII). Le lait cru est commercialisé par les producteurs laitiers situés en zone intra-urbaine ou en périphérie proche. Le lait pasteurisé, les fromages italiens et le beurre pasteurisé sont confectionnés par des unités de transformation artisanales ou industrielles qui s'approvisionnent presque exclusivement auprès de ces producteurs urbains et périurbains. Les produits traditionnels (beurre de

cuisine, beurre cosmétique et fromage caillé) sont fabriqués à la ferme dans les exploitations d'agriculture-élevage des zones rurales.

L'utilisation des coefficients de conversion en équivalent lait permet d'évaluer l'importance globale du marché de la ville selon la même méthode que dans l'exemple précédent. Un total de 75 998 t EL est obtenu. Aujourd'hui la population d'Addis-Abeba est évaluée à environ 2,5 millions d'habitants, d'où une consommation moyenne de 30,4 kg EL/hab./an. Ce niveau de consommation est très légèrement supérieur à la moyenne des pays d'Afrique subsaharienne (26).

De plus, la part des produits laitiers traditionnels dans la consommation paraît singulièrement importante par rapport à d'autres villes d'Afrique. Ramenées à des équivalents lait, les quantités de produits laitiers commercialisés par les exploitations traditionnelles s'élèvent à environ 43 000 t EL. Ces produits contribuent donc pour 57 % à l'apport en matière sèche laitière des consommateurs urbains. Les importations contribuent pour 5 % de cet apport et les produits issus des exploitations urbaines pour 38 %.

Mais pour calculer de manière précise les quantités de lait *réellement* à l'origine des produits, il faut faire appel aux rendements. Les produits principaux et les chaînes de fabrication des produits et des sous-produits sont alors identifiés. Pour les producteurs urbains et périurbains, le lait cru, le fromage italien et le beurre pasteurisé peuvent être considérés comme produits principaux des chaînes de fabrication. Pour les producteurs ruraux, le beurre sera retenu comme unique produit principal des chaînes traditionnelles de fabrication.

Le tableau III donne des rendements de 1, 10 et 20 respectivement pour le lait cru, le fromage italien (type Hollandais) et le beurre. Ainsi, les quantités de lait calculées réellement à l'origine des produits laitiers consommés à Addis-Abeba sont de 161,6 millions de litres par an. Et les produits traditionnels représentent environ 78 % de ces quantités. La part des produits laitiers traditionnels en terme de quantité de lait *réellement* produites pour le marché d'Addis-Abeba (78 %) est donc très supérieure à la part des produits laitiers traditionnels *estimée* par l'usage des coefficients de conversion en équivalent lait basés sur la matière sèche (57 %).

CONCLUSION

Ainsi, il existe différentes méthodes de calcul des coefficients de conversion des produits laitiers en lait qui correspondent à deux types d'usages :

1°) des équivalents lait (EL) à employer lorsque tous les sous-produits possibles du lait sont considérés simultanément, par exemple à l'échelle d'un pays. Ils peuvent être additionnés les uns aux autres contrairement aux rendements. En attendant l'établissement éventuel de nouvelles normes de la FAO produit par produit (23), il est recommandé d'utiliser les normes initiales de la FAO basés sur la matière sèche (tableau VI).

2°) des rendements à utiliser pour évaluer la quantité de lait nécessaire à la fabrication d'un produit isolé ou d'un produit et de l'ensemble de ses sous-produits. Ils conviennent bien pour comparer des productions entre elles, telles que les contributions des différents systèmes de production à l'approvisionnement d'un marché en Afrique. Un certain nombre de valeurs de rendements ont été signalées dans le tableau VI.

Il faut donc veiller à être très clair et très explicite lorsqu'un coefficient est utilisé, c'est-à-dire préciser son objectif, son utilité et ses limites. Toute utilisation des équivalents lait doit être accompagnée d'une mention de la méthode choisie et des coefficients utilisés et si possible de la composition moyenne en matières grasses, en matières sèches ou en matières sèches non grasses du lait selon le coefficient utilisé.

La légende de la photo en couleurs proposée est : «Vendeuse de beurre fermier sur un marché rural en Ethiopie. Seule, la matière grasse fait l'objet d'une commercialisation (photo Duteurtre G.)»

----- ENCADRE début -----

Caillé, lait fermenté et autres produits laitiers

Le **lait fermenté** (*fermented milk* ou *sour milk*) est un produit largement consommé en Afrique subsaharienne. Il résulte de la fermentation lactique du lait. Cette fermentation peut provenir de l'ajout de ferments par ensemencement du lait. Mais elle peut aussi résulter de la présence naturelle des bactéries lactiques dans le milieu (14). En Afrique et ailleurs se rencontrent une grande diversité de laits fermentés. Le **yaourt** est un lait fermenté standardisé obtenu par l'action de deux ferments : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Le **kéfir** (ou *képhir*) est un lait fermenté liquide dans lequel se sont développées, en plus des bactéries lactiques, des levures produisant de l'alcool (8).

La coagulation du lait ou du babeurre correspond à des modifications physico-chimiques de la caséine sous l'action d'enzymes protéolytiques (présure) et/ou d'acide lactique (fermentation) qui entraînent la formation d'un réseau protéique appelé **coagulum** (4). En Afrique, la présure utilisée est souvent de la caillette de veau ou du latex de plante (*Calotropis procera* par exemple).

Le caillé (*curd*) est obtenu par l'égouttage du coagulum. Il consiste en la séparation du lactosérum après rupture mécanique du coagulum, par moulage ou par pression. Suivant les maturations ou les traitements

physiques qu'il subit, le caillé peut être consommé sous forme de fromage frais ou fromage caillé (*fresh cheese*, ou *curd cheese*) ou bien transformé en d'autres types de fromages plus élaborés (4). Le fromage blanc (*cottage cheese*) est une variété de fromage caillé.

L'usage du terme « **lait caillé** » pour qualifier un lait fermenté est imprécis. Il peut conduire à confondre le lait fermenté et le fromage frais (caillé).

Le lactosérum ou petit-lait de fromagerie (*whey*) est le sous-produit de la fabrication du fromage à partir du lait ou du babeurre.

Le **beurre cosmétique** est utilisé en Ethiopie par une grande majorité de femmes pour l'entretien des cheveux, même en zone urbaine. C'est du beurre solide, très frais, en principe d'origine rurale. Son application permet un graissage des cheveux, une hydratation du cuir chevelu et est censée présenter aussi des vertus contre les maux de tête.

Le babeurre (*buttermilk*) est le résidu liquide sous-produit de la fabrication du beurre à partir de lait ou de crème. Lactosérum, babeurre et lait écrémé sont appelés *petit-lait*.

Les huiles de beurre (*butteroils*) sont des produits définis par des normes internationales. Ils résultent de l'extraction quasi-totale de l'eau et de l'extrait sec non gras du lait de vache. Sont différenciés par ordre de qualité décroissante la matière grasse laitière anhydre (MGLA) (*anhydrous milkfat*), le butteroil anhydre ou matière grasse butyrique anhydre (MGBA) (*anhydrous butteroil* ou *anhydrous butterfat*), et le butteroil ou matière grasse butyrique (MGB) (*butteroil* ou *butterfat*). Cette qualité dépend de la fraîcheur de la matière première utilisée ainsi que de la teneur finale en matières grasses (7).

Le ghee (*ghee*), lui aussi défini par des normes, résulte de l'extraction quasi-totale de l'eau et de l'extrait sec de lait, de crème ou de beurre provenant de différentes espèces animales. Il possède une structure physique particulière (7). Le terme ghee provient du terme hindi *ghi* : beurre clarifié semi-solide fabriqué en Inde et dans les pays voisins, en général à partir de lait de bufflesses.

Le beurre fondu liquide ou beurre clarifié (*melted butter* ou *clarified butter*) résulte du chauffage du beurre. Il ne répond à aucune norme précise. En Afrique, les beurres fondus liquides sont parfois épicés (14).

Les laits concentrés ou laits condensés ou laits évaporés (*concentrated milk*, *condensed milk* ou *evaporated milk*) résultent d'une déshydratation partielle du lait par évaporation. Les laits concentrés sucrés sont distingués du lait concentré non sucré (9). Ils peuvent être obtenus à partir de lait entier, de lait écrémé ou de lait partiellement écrémé.

La poudre de lait ou lait en poudre ou lait sec (*powder milk*, *milk powder* ou *dry milk*) résulte du séchage d'un lait évaporé. Les poudres obtenues à partir de lait entier (*whole milk powder*, *WMP*), de lait écrémé (*skim milk powder* *SMP*) ou de lait partiellement écrémé sont différenciées. Il existe aussi du babeurre sec (*dry buttermilk*), du petit-lait sec (*dry whey*) et de la crème en poudre.

Lexique complémentaire français-anglais

cailllette = *abomasum*

ensemencement = *inoculation*

ferments = *starter*

présure = *rennet*, *rennin*, *runnet*

----- **ENCADRE fin** -----

BIBLIOGRAPHIE

1. CENTRES J.M., 1995. Stratégies de développement de la production laitière en Afrique. Tome 1 : Synthèse des études. Paris, GRET, juillet 1995, 121 p. Tome 2 : Annexes.

2. CRAPLET C., THIBIER M., 1973. La vache laitière. Paris, Editions Vigot Frères, 726 p. (Traité d'élevage moderne, tome V)
3. DUTEURTRE G., 1993. L'approvisionnement de la ville d' Addis-Abeba en produits laitiers. Montpellier, Etude GRET/CIRAD-EMVT/CIPEA/ ENSAM, 95 p.
4. ECK, A. 1987. Le fromage. Paris, Technique et Documentation, Lavoisier, 539 p.
5. FAO, 1978. Milk and milk products : Supply, demand and trade projections 1985 . FAO Commodity projections 1985. Rome, FAO, juin 1978.
6. GRAVIER S., 1997. Etude des transformateurs laitiers de la ville d'Addis-Abeba (Ethiopie). Montpellier, CIRAD-EMVT, 69 p. (Mémoire de stage DESS)
7. IDF (International dairy federation), 1977. International standard 68A: 1977 Anhydrous milkfat, anhydrous butteroil or anhydrous butterfat, butteroil or butterfat, ghee: standards of identity. IDF, Bruxelles, Belgique.
8. KAMOUN M., BERGAOUI R., 1989. Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 42 : 113-115.
9. LUQUET F.M., 1985. Laites et produits laitiers. 2. Les produits laitiers. Paris, Technique et Documentation, Lavoisier ; APRIA, 633 p. (Coll. Sciences et techniques agro-alimentaires)
10. MBOGOH S.G., 1984. Dairy development and internal dairy marketing in sub saharan Africa : performance, policies. Addis-Ababa, CIPEA, LPU paper 5, dec 1984, 94 p.
11. METZGER R., CENTRES J.-M., THOMAS L., LAMBERT J.C., 1995. L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers. Rome, FAO/Paris, GRET, 102 p. (Etude production et santé animale n°24)
12. MEYER C., DENIS J.P., en préparation. Elevage de la vache laitière en pays tropicaux. L'intensification en Afrique. Montpellier, CIRAD-EMVT.
13. O'CONNOR C., 1993. Traditional cheesemaking manual. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, 43 p.
14. O'MAHONY F., PETERS J., 1987. Techniques de traitement du lait adaptées aux petites exploitations de l'Afrique sub-saharienne. Addis-Ababa, Ethiopie. Bulletin CIPEA avril 1987, n° 27, 2-18.
15. O'MAHONY F., PETERS J., 1987. Transformation du lait. Options pour les petits producteurs. *Revue mond. Zootech.*, 62, 16-62.

16. POTTER N. N., HOTCHKISS J.H., 1995. Food science. 5ème édition. Hants (Grande-Bretagne), Chapman et Hall eds, 606 p.
17. RAMET J.P., 1989. L'aptitude fromagère du lait de dromadaire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 42 : 105-111.
18. Résultats de contrôle laitier des espèces bovine et caprine. France - 1995. Juin 1996. Paris, Institut de l'Élevage, Département Génétique et Contrôle des Performances, 49 + 17 p.
19. RICHARTS E., 1994. How to calculate milk equivalents. *In* : Bruxelles (Belgique), International Dairy Federation. Dossier de la FIL (Fédération Internationale Laitière), groupe C3. 5 déc. 1994, 5 p.
20. RICHARTS E., MIKKELSEN P., 1996. Milk equivalents. Bruxelles (Belgique), International Dairy Federation. Bulletin of the IDF n° 309 : 30-35.
21. STAAL S. J., 1995. Periurban dairying and public policy in Ethiopia and Kenya. Florida (USA), University of Florida. 275 p. (PhD. Dissertation)
22. STEPHAN G. M., 1971. Le lait de bufflesse. Production, collecte et transport. Composition - Conservation - Commercialisation. Thèse de médecine vét., Alfort, Univ. de Créteil, 135 p.
23. VAN'T RIET M., 1996. A method for consistent Milk-Equivalent figures. Communication à la réunion annuelle de la Fédération Internationale Laitière, 12 avril 1996, Washington, U.S.A., 7 p. + annexes.
24. VEISSEYRE R., 1975. Technologie du lait. Paris, Ed. La Maison Rustique. 3e édition. 714 p.
25. VON MASSOW V.H., 1990. Les importations laitières en Afrique subsaharienne : problèmes, politiques et perspectives. Addis-Abeba, CIPEA, Rapport de recherche n° 17, 52 p.
26. WALSH M.J., GRINDLE J., NELL A., BACHMANN M., 1991. Dairy Development in Sub-Saharan Africa. Washington D.C., The World Bank, 94 p.

Tableau II : Facteurs de conversion des produits laitiers en EL basés sur la matière sèche (d'après FAO, 5)

Type de produit laitier	Matière sèche (p. 100)	Facteur de conversion
1. Lait liquide entier	12,5	1,0
2. Lait liquide écrémé	8,5	0,7
3. Lactosérum (petit lait)	6,2	0,5
4. Lait condensé et évaporé		
- entier	26,0	2,1
- écrémé	24,0	1,9
5. Lait en poudre (entier et écrémé)	95,0	7,6
6. Lactosérum en poudre	95,0	7,6
7. Caséine	90,0	7,4
8. Fromage frais (<i>cottage cheese</i>)	25,0	2,0
9. Fromages (sauf frais)	55,0	4,4
10. Beurre	82,0	6,6
11. Huile de beurre	100,0	8,0

Tableau III : Exemples de rendements relevés dans la littérature

Produits laitiers	Pays	Europe				Ethiopie	
	Références	2	24	16	12	14	13
Lait entier frais		1	1	1	1	1	1
Lait fermenté acide						1	
Yaourt					1	1	
Lait demi écrémé				1,8		1,1	
Crème glacée							
Lait condensé entier		2,5		2,3 ***			
Lait cond. non sucré			1,81				
Lait cond. sucré			2,8				
Fromage frais					3		
Fromage blanc maigre = From. caillé (curd)				6,25		8	
Fromages		10	10	10	4-12	6-9,5	5-10
Lait en poudre entier			8,35 *	7,6			
Lait en poudre écrémé							
Crème					10		
Crème en poudre				19			
Beurre traditionnel dur		23	21 **	22,8	20	20	
Beurre local clarifié						23	
Ghee						25	

* avec du lait à 3,1 % de MG

** avec du lait à 4 % de MG

*** les auteurs distinguent aussi le lait évaporé entier avec un rendement de 2,4

Tableau IV : Exemples de rendements fromagers moyens divers

Produit laitier	Extrait sec (p. 100)	Rendement (l/kg)	Source
Suisse	30	3,8 à 4	24*
<i>Wara</i> (fromage blanc de 60 g)		5	13
<i>Domiat</i> (fromage blanc dur)		6	14
<i>Gybna beyda</i> (fromage blanc dur)		7	13
		8	13, 14
<i>Ayib</i> (fromage trad. ethiopien, caillé)		8	13, 14
<i>Queso blanco</i> (fromage blanc pressé)	47	8,7 à 9,1	24*
Saint-Paulin	50	8,7 à 9,1	24*
Bleu		9	14
<i>Feta</i> (fromage blanc saumuré)		9	14
<i>Gybna beyda</i> (fromage blanc dur)		9	14
<i>White cheese</i> (fromage blanc)		9	13
<i>Halloumi</i> (fromage blanc mariné)		9,5	14
Idem	58	9,1 à 10	24*
Cantal	47	9,1 à 10	24*
Hollande		10	13
<i>Scamorza</i> (fromage à pâte fleurie)	44	10,0 à 11,1	24*
Munster	62	11,1 à 12,5	24*
Emmental			

* Rendements obtenus à partir de laits de mélange à 24-25 g ou 25-26 g de matières grasses par litre en France

Tableau V : Exemple pratique : cas d'un marché

Produit	Quantité (t/an)	Coefficient	Quantité de lait à l'origine (t)
Calcul 1 d'après les Equivalents Lait (MS)			
Beurre	1 000	6,6	6 600
Huile de beurre	200	8,0	1 600
Fromage maigre	200	2,0	400
Total			8 600 *
Calcul 2 d'après le rendement			
Beurre et huile de beurre (produit principal)	1 200	20	20 400 *

* La différence 11 800 t, soit près de 58 p. 100, vient des sous-produits de la fabrication du beurre qui ne sont pas commercialisés

Tableau VI : Récapitulatif simplifié des équivalents lait basés sur la matière sèche (EL) et des rendements

	EL selon la MS (5,10)	Rendement (kg de lait par kg de produit)
Lait liquide entier	1	1
Lait liquide écrémé	0,7	1,1
Lait condensé non sucré	2,0	2,3-2,5
sucré		2,8
Fromages *		
from. frais	2,0	3,0
autres from.	4,4	10,0
Beurre *	6,6	20
Huile de beurre	8,0	25
Lait en poudre	7,6	7,6 ou 8,35

* Dans les cas où le type de fromage ou de beurre n'est pas connu, la moyenne est considérée

Tableau VIII : Exemple d'utilisation des EL. Origines et quantités des produits laitiers consommés à Addis-Abeba en 1996-1997

Origine des produits	Types de produits	Quantités (t/an)	Quantités (t EL/an)	Quantités de lait à l'origine (millions de l)
Producteurs laitiers urbains et périurbains	Lait cru	25 000	25 000	25 000
	Lait pasteur. demi écrémé	2 000	1 400	0 (s.-p.)
	Fromages italiens	340	1 496	3 400
	Beurre pasteurisé	150	990	3 000
Producteurs ruraux traditionnels	Beurre fermier de cuisine	6 000	39 600	120 000
	Beurre fermier cosmétique	320	2 112	6 400
	Fromage caillé traditionnel	800	1 600	0 (s.-p.)
Importations	Poudre de lait	500	3 800	3 800
Total		-	75 998	161 600

Les quantités de crème fraîche et de crème glacée sont négligeables.
 Les quantités de yaourt et de lait fermenté sont incluses dans les quantités de lait.

Tableau I : Facteurs de conversion des produits laitiers en lait relevés dans la littérature

Produits laitiers	Base	EL selon la MG			EL selon la MS						MS non grasse	EL combiné		
	Références	20a	20b	23	5	10	25	11	1	23	20c	20d	20e	20
Lait entier frais		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yoghourt								1,0	1,2					
Lait écrémé					0,7									
Lactosérum					0,5	1,0								
Lait condensé entier		2,15			2,1	2,0	2,0	2,0	2,2		2,09		2,1	2,285
Lait condensé écrémé					1,9	2,0								
Fromage frais (fr. caillé)					2,0	3,2	4,4							
Fromages		7,49	6,15		4,4	3,2	4,4	4,4	4,4	6,00*	9,99	10,04*	8,333	7,55
Lactosérum en poudre					7,6	7,6				6,00				
Lait en poudre entier		7,36	6,79		7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,30	8,26	8,17	8,26	7,995
Lait en poudre écrémé		0,22	0,154	0,07	7,6	7,6	7,6			7,04	11,58	11,64	10,87	10,803
Crème														1,00
Beurre		21,8	21,15	19,56	6,6	7,3	6,6	6,6	6,6	8,99	0,12	19,58	1,00	1,00
Huile de beurre					8,0	7,3	8,0							
Babeurre										8,96				
Caséine			33		7,4					11,74		34,45	33	33

EL = Equivalent lait
 MG = Matière grasse
 MS = Matière sèche
 * Cheddar

1. Centres, 1995
5. FAO, 1978
10. Mbogoh, 1984
11. Metzger *et al.*, 1995
20. Richarts et Mikkelsen, 1996
- 20a. United States Department of Agriculture (USDA) selon la matière sèche *in* : Richarts et Mikkelsen, 1996
- 20b. IDF C-Doc 174 Eurostat *in* : Richarts et Mikkelsen, 1996
- 20c. USDA selon les matières sèches non grasses *in* : Richarts et Mikkelsen, 1996
- 20d. Australian Dairy Corporation, Dairy Compendium, 1993 *in* : Richarts et Mikkelsen, 1996
- 20e. IDF C-Doc 174 Produktschap voor Zuivel (Pays-Bas) *in* : Richarts et Mikkelsen, 1996
23. Van't Riet, 1996
25. Von Massow, 1990