

# APRÈS 4 ANS DE RECHERCHE, LeCHE<sup>1</sup> PROJET DE RECHERCHE EUROPÉEN, LIVRE SES DÉCOUVERTES

**« Le travail de ce groupe [LeCHE] a mis en lumière l'influence majeure que la fabrication de produits laitiers a exercé sur l'implantation humaine dans cette partie du monde. » trad. (Nature, A.Curry, 2013 :1)**

« The findings from this group [LeCHE] illuminate the profound way that dairy products have shaped human settlement on the continent. »

## DES RÉSULTATS QUI MODIFIENT LES CONCEPTIONS DE L'ÉLEVAGE ET DES CAPACITÉS D'ADAPTATION DE L'HOMME

**Les résultats scientifiques de LeCHE sont d'ores et déjà de nature à modifier un certain nombre de conceptions :**

1. Les capacités de produire du lait et de le consommer font partie du bagage des hommes du Néolithique dès avant leur arrivée en Europe, il y a 9000 ans ;
2. Dans certaines régions comme l'actuelle Pologne, les premiers Néolithiques transformaient déjà le lait en fromage ;
3. Dès le début du Néolithique on observe une régionalisation des pratiques laitières : ici, on fonde la production sur les bovins, là sur les ovins ; la consommation de lait ou de ses dérivés fermentés varie fortement d'une région à l'autre ;
4. Cette régionalisation, encore imparfaitement décrite a sans doute contribué à des différenciations importantes dans la distribution de l'allèle de la Lactase persistance.

---

<sup>1</sup> LeCHE, (7ème PCRD – projet marie Curie) financé en 2009 à hauteur de 3,3 millions d'euros par la Commission Européenne a réuni pour 4 ans 15 équipes de recherches issues de 7 pays européens autour de la persistance de la lactase en relation à l'histoire ancienne des populations européennes. La contribution de la France au projet LeCHE a été coordonnée par Jean-Denis Vigne et le laboratoire « Archéozoologie, archéobotanique » du CNRS et du Muséum national d'Histoire naturelle. LeCHE visait à explorer l'origine et l'impact de l'économie laitière en Europe en interrogeant les vestiges archéologiques et en mobilisant des techniques de pointe de l'archéozoologie, de la bio-géochimie et de la génétique humaine et animale.



## LeCHE UN PROGRAMME EUROPÉEN DE RECHERCHE, POURQUOI FAIRE ?

### Ce programme était destiné à vérifier une série d'hypothèses précédemment formulées à partir d'analyses préliminaires

Pour ce faire, LeCHE a fait appel aux plus récentes techniques de la biogéochimie et de la génétique humaine et animale pour identifier des marqueurs spécifiques qui, appliqués à l'analyse des restes archéologiques, permettent de détecter l'exploitation laitière et de préciser sa nature et son importance à travers le temps.

- Depuis le début du XXème siècle, il était admis que l'exploitation du lait datait d'environ - 4000 avant JC et avait été accompagnée de tout un cortège de modifications agro-pastorales réunies sous l'appellation de « révolution des productions secondaires » ou « second Néolithique ». Si l'existence d'une « seconde révolution Néolithique » n'était pas douteuse, de plus en plus d'observations mettaient en doute le fait que l'exploitation du lait des moutons, chèvres et bovins n'avait pas commencé bien avant cette époque. L'hypothèse qu'il fallait tester était celle d'une exploitation laitière apparue dès le début de la domestication, il y a 10 000 ans.
- Le gène de la persistance de la lactase était très rare ou absent chez l'homme avant cette date, mais se serait répandu très rapidement au cours du Néolithique, preuve que la production laitière aurait joué un rôle beaucoup plus important qu'on ne le pensait jusqu'alors dans la naissance et le développement démographique des sociétés agro-pastorales européennes, du moins dans certaines régions.
- Les sociétés villageoises néolithiques auraient développé très tôt des techniques d'élevage et des procédés de transformation et de stockage des produits laitiers (fabrication de fromages, par exemple), en accord avec l'importance économique et socio-culturelle de cet aliment.

### De façon plus précise, le projet LeCHE s'était fixé huit axes de recherche :

- Estimer la distribution de l'allèle de la Lactase persistance dans les populations anciennes par des analyses d'ADN ancien sur des squelettes humains néolithiques.
- Lier l'augmentation de fréquence de la mutation responsable, en Eurasie, de la persistance de la lactase (appelée -12,919\*T) chez les agriculteurs néolithiques avec les indices archéologiques et archéozoologiques d'exploitation laitière.
- Estimer les changements intervenus au fil du Néolithique dans les techniques d'élevage des bovins et caprinés, notamment à l'aide des profils de mortalité (skeletonochronologie et analyses d'isotopes stables).
- Rechercher les mobilités saisonnières des animaux, les modifications des dates de naissance et de sevrage et les pratiques d'affouragement à l'aide de marqueurs isotopiques.
- Rechercher des indices directs de l'exploitation laitière par l'analyse des résidus organiques conservés dans les poteries néolithiques (analyse chimique des lipides et protides ; marqueurs isotopiques)
- Rechercher les mouvements des populations humaines à l'aide d'isotopes stables (enregistrés dans l'émail dentaire) en différenciant les déplacements des femmes de ceux des hommes.
- Tester une éventuelle coévolution entre bovins et humains.
- Intégrer les données issues de l'archéologie, de l'anthropologie et de la génétique pour comprendre l'origine et la diffusion des domestications animales, de l'exploitation laitière et de l'histoire démographique des Européens, dans des modèles simulés par des techniques informatiques nouvelles.



## Construire une communauté de jeunes chercheurs de très haut niveau qui contribue à l'Europe scientifique de demain

Chaque étudiant-chercheur recruté dans ce cadre a géré son propre projet de recherche. Mais il a aussi participé à la réflexion et au travail collectif, à travers un programme précis d'activités collaboratives, incluant des écoles d'été, des colloques internationaux (dont celui de l'ICAZ, organisé au Muséum national d'Histoire naturelle, en août 2010). Les étudiants-chercheurs ont également conçu, écrit et édité tous ensemble un ouvrage collectif en anglais relatant leurs recherches collaboratives : LeCHE book "MAY CONTAIN TRACES OF MILK - Investigating the role of dairy farming and milk consumption in the European Neolithic, 220 pages, publié par University of York. Les étudiants chercheurs ont participé à l'organisation de la conférence finale du projet, en 2012, à Amsterdam. Ils continuent, au-delà du cadre contractuel, à publier les résultats de leurs travaux dans les meilleures revues scientifiques internationales.

### LeCHE a donné naissance à NeoMILK

La troisième conséquence importante de LeCHE, c'est d'avoir permis de concevoir de nouveaux projets de recherche à même d'éclairer ces questions plus avant. C'est ainsi que LeCHE vient de donner naissance à NeoMILK. La régionalisation des pratiques laitières et de la consommation de lait ou de fromages ou laits fermentés (dans ces deux derniers cas le lactose est donc dégradé) est donc une clef de compréhension de la génétique humaine. Il faut maintenant réunir de plus nombreuses données afin d'être en mesure de mieux décrire ces variations régionales. C'est ce que trois des anciens partenaires de LeCHE ont décidé de faire dans le cadre du projet NeoMILK, financé par le Conseil de la Recherche Européenne (ERC), en concentrant leurs efforts sur le Néolithique le plus ancien d'Europe centrale (Culture Rubanée, ou LBK ; 5500-4500 av. JC ; Hongrie, République tchèque, Autriche, Allemagne, Pologne, France)

- Le laboratoire « Archéozoologie et Archéobotanique » du CNRS / Muséum s'efforcera, sous la direction du Dr Jean-Denis Vigne, de cartographier la diversité des systèmes d'élevage et d'identifier les différentes régions où l'exploitation laitière a pu jouer un grand rôle dans l'économie néolithique rubanée
- Le département de bio-géochimie de l'Université de Bristol (Angleterre) qui coordonne l'ensemble du projet sous la responsabilité du Pr Richard Evershed, cartographie, de son côté, les pratiques de traitement du lait, et cherche à identifier les régions où il aurait été consommé principalement sous forme liquide (sans transformation en produits fermentés)
- Le University Collège de Londres, sous la direction du Pr Mark Thomas, contribue à cartographier et à modéliser ces données afin de tester les scénarios historiques qui pourraient expliquer la prévalence du gène de la lactase dans les pays d'Europe du nord

Ils se sont associés les forces de deux nouveaux partenaires, le département d'archéologie de l'Université d'Exeter (Angleterre), représenté par le Pr Alan Outram, et l'Institut de préhistoire de l'Université de Poznan (Pologne), mené par le Pr Arkadiusz Marciniak. Ces deux équipes contribueront à aborder de façon plus générale la question du traitement des animaux d'élevage et de leur exploitation symbolique et économique durant le Rubané.

NeoMILK a débuté à l'automne 2013. Il s'appuie sur des jeunes chercheurs formés dans le cadre de LeCHE. Il est porteur de nombreux espoirs concernant cette importante question de l'histoire de la consommation laitière en Europe.



# L'ÉLEVAGE LAITIER AU NÉOLITHIQUE A FAÇONNÉ L'HISTOIRE DES HOMMES D'AUJOURD'HUI : DES RÉSULTATS QUI CONFIRMENT LES HYPOTHÈSES

## 1. LES CAPACITÉS DE PRODUIRE DU LAIT ET DE LE CONSOMMER FONT PARTIE DU BAGAGE DES HOMMES DU NÉOLITHIQUE DÈS AVANT LEUR ARRIVÉE EN EUROPE, IL Y A 9000 ANS.

Par l'analyse des résidus organiques contenues dans les plus anciennes poteries connues en Turquie nord-occidentale, il a été en effet mis en évidence que l'exploitation et la consommation de lait principalement issu de l'élevage bovin tenait une place importante dans l'alimentation de cette région. C'est de là qu'est issue une large part des peuplements néolithiques de l'Europe.

9000 ans, c'est un peu plus d'un millénaire après la naissance de l'élevage au Proche-Orient. On n'a pas trouvé de résidus organiques pour ce premier millénaire de l'élevage, tout simplement par ce que la poterie n'existait pas encore. Mais les données de l'archéozoologie indiquent que l'exploitation du lait des brebis et des chèvres, au moins, était monnaie courante depuis **les origines de l'élevage, il y a 10 000 ans**.

C'est pour le bœuf que la situation est la mieux connue actuellement (Tresset et al. 2009, Bollongino et al. 2012). La génétique des populations domestiques actuelles fait apparaître deux grandes lignées maternelles très distantes, celle des zébus asiatiques (bovins à bosse) et celle des taurins (Troy et al. 2001). Contrairement à ce qu'on observe pour la chèvre, où le brassage génétique a dû être très fort dès le début du Néolithique ces deux lignées sont encore aujourd'hui cantonnées à des régions précises, l'Asie centrale et orientale pour la première et l'Europe pour la seconde.

### Cette situation suggère deux domestications

L'une au Proche-Orient à partir de l'aurochs taurin (sans bosse), l'autre dans la région indo-pakistanaise, à partir de la forme asiatique de l'aurochs. Bien que rien ne soit démontré, ce scénario s'accorderait bien avec celui de l'archéologie, qui préconise une première domestication en Anatolie orientale au 9<sup>e</sup> millénaire, à l'origine des bovins européens, et une seconde dans la basse vallée de l'Indus au 7<sup>e</sup> millénaire. Ce schéma est cependant compliqué par les bovins africains, morphologiquement proches du zébu asiatique, mais que l'hérédité maternelle associe étroitement aux taurins occidentaux. Ce n'est qu'avec l'analyse du génome nucléaire, notamment du chromosome Y qui révèle les lignées paternelles, que les choses se sont éclaircies (Hanotte et al. 2002) : les bovins africains ont bien une origine maternelle relevant de la lignée taurine, mais l'introduction de reproducteurs mâles d'origine indopakistanaise, probablement par la corne de l'Afrique, a provoqué l'introgession de gènes paternels orientaux à l'origine de la morphologie de type zébu (notamment la bosse) qu'arborent beaucoup de bovins africains. Toute la question est bien sûr de déterminer quand et dans quelles conditions se sont produits ces événements.

### Les progrès accomplis dans ce domaine durant les quatre dernières années, sont considérables.

Ils ont montré que l'exploitation laitière était bien développée déjà en Anatolie nord-occidentale au 7<sup>e</sup> millénaire de notre ère, avant que le Néolithique n'atteigne l'Europe (Evershed et al. 2008), et qu'elle était aussi développée très tôt en Afrique saharienne (Dunne et al. 2012). En outre, elle a mis en évidence la plus ancienne fabrication de fromage (grâce à ces fameuses faisselles) dès le tout début du Néolithique centre-européen, au 6<sup>e</sup> millénaire, en Pologne, notamment (Salque et al. 2012).

## 2. DANS CERTAINES RÉGIONS COMME L'ACTUELLE POLOGNE, LES PREMIERS NÉOLITHIQUES TRANSFORMAIENT DÉJÀ LE LAIT EN FROMAGE IL Y A PLUS DE 7000 ANS.

### La plus ancienne fabrication connue de fromage

Cette hypothèse proposée durant les années 1980 était très controversée. Elle reposait sur la découverte fréquente, dans plusieurs sites des plaines polonaises datant du tout début du Néolithique (env. -7500) de poteries percées de trous, interprétées comme des faisselles ayant servi à égoutter les caillots de lait pour faire du fromage. L'analyse des résidus organiques conservés dans ces poteries énigmatiques a levé toute ambiguïté : elles ont bien été utilisées pour la fabrication de fromages. C'est la plus ancienne attestation connue de fromage au monde. Elle suggère que cette technique a été connue très tôt par les premiers éleveurs des Balkans ou du Proche-Orient, bien avant qu'elle ne se développe en Pologne, où le Néolithique a été importé à partir de ces régions.

Ces observations amènent de plus en plus de chercheurs à considérer que l'exploitation de ce que l'on a longtemps, à tort, qualifié de productions « secondaires » (Sherrat 1981), traction, poil et surtout laitages, a débuté avec les premières appropriations d'espèces de rente, il y a plus de 10 000 ans au Proche-Orient.

On commence même à évoquer l'hypothèse que la recherche du lait ait pu jouer un rôle parmi les multiples motifs qui ont fait le succès de la domestication de certains ongulés, à cette époque (Vigne et Helmer 2007). On s'éloigne ainsi avec bonheur des paradigmes des dernières décennies du vingtième siècle, dans lesquels les derniers chasseurs, nonobstant qu'ils aient été capables de prouesses techniques et d'une organisation sociale telles qu'ils ont fait basculer le monde dans le Néolithique, n'étaient capables d'exploiter les animaux que de façon « primaire », c'est-à-dire en se contentant d'en consommer la viande, obtenues par une mise à mort sanglante qui en soulignait toute la sauvagerie.

**Aux yeux d'un nombre croissant de préhistoriens, il n'est donc plus besoin d'avoir inventé l'écriture pour être pleinement homme, pleinement « civilisé » !**

## 3. DÈS LE DÉBUT DU NÉOLITHIQUE ON OBSERVE UNE RÉGIONALISATION DES PRATIQUES LAITIÈRES : ICI, ON FONDE LA PRODUCTION SUR LES BOVINS, LÀ SUR LES OVINS ; LA CONSOMMATION DE LAIT OU DE SES DÉRIVÉS FERMENTÉS VARIE FORTEMENT D'UNE RÉGION À L'AUTRE.

Il est encore trop tôt pour dresser une carte des fromages de l'Europe il y a 7000 ans ! Mais l'analyse des ossements animaux, plus particulièrement des âges d'abattage des bovins et des ovins, a mis en évidence des régions où l'élevage était orienté vers la production de viande (nord de la Grèce, par exemple) et d'autres où l'élevage contribuait à la production de lait (comme la Méditerranée nord-occidentale ou l'Europe centrale). Cette régionalisation des productions confirme que le lait et ses dérivés étaient pleinement intégrés aux pratiques des premiers éleveurs européens, mais que ces derniers y ont accordé plus ou moins d'importance en fonction des terroirs qu'ils exploitaient et des traditions alimentaires.

D'autres analyses ont également permis de comprendre les changements opérés par la pratique de l'élevage laitier au cours de cette période.

**Il semble par exemple que le lait animal ait été utilisé pour nourrir les jeunes nourrissons depuis au moins quelques millénaires**, toutefois ceci n'a pu devenir une pratique courante que pendant le Néolithique, après la domestication d'animaux laitiers. L'accroissement démographique observé au Néolithique a souvent été attribué à une augmentation de la fertilité des femmes, due à une diminution de la période d'allaitement. Il est donc possible que ce soit pendant cette période que le lait animal ait d'abord été introduit dans l'alimentation du nourrisson en remplacement du lait maternel. Les résultats de cette recherche (Howcroft R., Eriksson G. et Liden K, 2012: 31-43) suggèrent que les produits à base de lait fermenté, accompagnés d'autres produits riches en fer, auraient pu être une nourriture de choix pour le sevrage du nourrisson.

## 4. CETTE RÉGIONALISATION, ENCORE IMPARFAITEMENT DÉCRITE A SANS DOUTE CONTRIBUÉ À DES DIFFÉRENCIATIONS IMPORTANTES DANS LA DISTRIBUTION DE L'ALLÈLE DE LA LACTASE PERSISTANCE.

Même si les choses ne sont pas encore tout à fait claires, on pressent en effet que cette régionalisation des pratiques est à l'origine des différences importantes qui existent entre les peuples européens, dans leur capacité à continuer à digérer le sucre du lait (le lactose) à l'âge adulte. Cette capacité réside en effet dans la sécrétion d'une enzyme, la lactase, normalement produite en quantité suffisante chez les bébés, mais dont la synthèse diminue fortement chez de nombreux individus, sauf chez ceux qui sont « lactase persistants ». **Le taux de lactase persistants en Europe du nord varie entre 80 et 90% selon les pays**, alors qu'il peut descendre en dessous de 30% dans certaines régions méditerranéennes. La régionalisation des pratiques observée dès le début du Néolithique est très probablement à l'origine de la régionalisation des pressions de sélection qui ont permis à cette mutation de se généraliser très rapidement dans certaines régions et pas dans d'autres. Il suffirait, par exemple, qu'on ait plutôt consommé du lait liquide ici, là du yaourt ou du fromage, pour que deux populations humaines aient suivi des évolutions génétiques très différentes du point de vue du gène de la lactase.

### Un rapport étroit entre consommation du lait et capacité à le digérer

Le gène de la persistance de la lactase se serait répandu très rapidement au cours du Néolithique, preuve que **la production laitière a joué un rôle beaucoup plus important qu'on ne le pensait jusqu'alors dans la naissance et le développement démographique des sociétés agro-pastorales européennes**, du moins dans certaines régions.

Dès le début du Néolithique on observe une régionalisation des pratiques laitières : ici, on fonde la production sur les bovins, là sur les ovins ; la consommation de lait ou de ses dérivés fermentés varie fortement d'une région à l'autre. Cette régionalisation, a sans doute contribué à des différenciations importantes dans la distribution de l'allèle de la Lactase persistance, donc dans la capacité variable selon les régions à digérer en plus ou moins grande quantité, le lactose, le sucre du lait.

Les résultats de LeCHE permettent d'ouvrir de nouvelles perspectives sur la capacité de certaines populations humaines européennes à produire de la lactase en quantité : où, quand et pourquoi a-t-on privilégié la consommation du lait liquide sur celle des produits dérivés du lait, au point que le gène de la lactase ait été sélectionné de façon aussi forte ?

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LeCHE book "MAY CONTAIN TRACES OF MILK - Investigating the role of dairy farming and milk consumption in the European Neolithic, 220 pages, publié par University of York.
- Dunne, J., R. P. Evershed, M. Salque, L. Cramp, S. Bruni, K. Ryan, S. Biagetti and S. di Lernia, 2012. First dairying in green Saharan Africa in the fifth millennium bc. **Nature** 486(7403):390-394.
- Evershed, R. P., S. Payne, A. G. Sherratt, M. S. Copley, J. Coolidge, D. Urem-Kotsu, K. Kotsakis, M. Ozdogan, A. E. Ozdogan, O. Nieuwenhuysse, P. M. M. G. Akkermans, D. Bailey, R.-R. Andeescu, S. Campbell, S. Farid, I. Hodder, N. Yalman, M. Ozbasaran, E. Bicakci, Y. Garfinkel, T. Levy and M. M. Burton, 2008. Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. **Nature** 455(7212):528-531.
- Hanotte O. Bradley D. G., Ochieng J. W., Verjee Y., Hill E. W., Rege J. E. O., 2002.- African pastoralism : genetic imprints of origins and migrations. **Science** 296: 336-339.
- Howcroft R., Eriksson G. et Liden K. The Milky way: The implications of using animal milk products in infant feeding- 2012. *Anthropozoologica* 47.2: 31-43.
- Salque, M., P. I. Bogucki, J. Pyzel, I. Sobkowiak-Tabaka, R. Grygiel, M. Szmyt and R. P. Evershed, 2012. Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature* doi:10.1038/ **Nature** 11698.
- Sherratt A. 1981. Plough and pastoralism: aspects of the secondary products revolution, in I. Hodder, G. Isaac & N. Hammond (eds.) *Pattern of the Past: Studies in Honour of David Clarke*. Cambridge University Press, Cambridge: 261-305.
- Tresset A., Bollongino R., Edwards C. J., Hughes S. & Vigne J.-D., 2009.- Early diffusion of domestic bovids in Europe: An indicator for human contact, exchanges and migrations? In: d'Errico F. & Hombert J.-M., *Becoming eloquent, advances in the emergence of language, human cognition, and modern cultures*. John Benjamins Publ. Comp. Amsterdam, p. 69-90.
- Tresset A. et Vigne J.-D., 2011. Last hunter-gatherers and first farmers of Europe. *C.R. Biologies*, 334: 182-189.
- Troy, C. S., MacHugh, D. E., Bailey, J. F., Magee, D. A., Loftus, R. T., Cunningham, P., Chamberlain, A. T., Sykes, B. C. & Bradley, D. G. (2001). Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. **Nature** 410, 1088-1091.
- Vigne J.-D. & Helmer D., 2007.- Was milk a "secondary product" in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats, *Anthropozoologica*, 42, 2: 9-40.
- Vigne J.-D., 2012 (nouvelle édition).- *Les débuts de l'élevage*. Le Pommier - Cité des Sciences éd. Paris, 189 p.

