

Un secteur laitier durable en Europe

La filière laitière française
préserve la biodiversité



CAMPAGNE FINANCÉE AVEC
LE CONCOURS
DE L'UNION EUROPÉENNE

ENJOY
IT'S FROM
EUROPE



SOMMAIRE

PRÉAMBULE	P.3
Chapitre 1 - Préserver la biodiversité, un défi dès aujourd'hui	P.5
· La biodiversité, un concept mais pas seulement	P.6
· La biodiversité, une richesse pour la filière laitière	P.7
Chapitre 2 - La biodiversité dans les territoires et les fermes	P.11
· Biodiversité et paysage, l'élevage laitier a toute sa place	P.12
· Les fermes d'élevage, un lieu favorable à la biodiversité ordinaire	P.16
· Biotex, un outil pour aider l'éleveur à gérer la biodiversité	P.18
· Élevage laitier, biodiversité et fonctionnement des sols	P.22
Chapitre 3 - La biodiversité, source d'innovation pour la filière	P.27
· Une flore microbienne unique et utile dans les produits laitiers	P.28
· Les produits laitiers, des écosystèmes complexes, dynamiques et méconnus	P.32
· Caractérisation, conservation et maîtrise de cette biodiversité par la filière laitière	P.35
Chapitre 4 - Les engagements de la filière laitière pour préserver la biodiversité	P.37
· Biodiversité et activité laitière : un cercle vertueux	P.38
· Des outils concrets mis en place par la filière	P.39
· Une mobilisation générale des acteurs de la filière	P.40
· La filière laitière en France en 2020	P.42

PRÉAMBULE



L'année 2020 a été marquée par la pandémie du Covid 19. **Elle a mis sur le devant de la scène l'importance du lien entre biodiversité, environnement et économie.** Les interrelations entre espèces, y compris l'espèce humaine, avaient été, pour certaines, oubliées dans un équilibre qui semblait immuable. La question de la préservation de la biodiversité commençait cependant à trouver sa place dans les thèmes politiques. Ainsi en 2020, deux événements majeurs devaient se tenir : le Congrès mondial de la nature de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) en France ainsi que la 15^{ème} réunion de la conférence des parties à la Convention sur la biodiversité (Cop15) en Chine. La pandémie a chamboulé les agendas, reportant ces événements. De plus, le maintien de la biodiversité de la biodiversité pour accélérer la transition vers un système alimentaire durable est l'un des cinq objectifs du Green Deal et du Farm to Fork Strategy que la Commission européenne a publié en 2020.

Si la question du réchauffement climatique s'est largement imposée auprès des Français ces dernières années, leur préoccupation concernant la biodiversité semble, quant à elle, plus marginale. Selon un sondage⁽¹⁾, 64 % des Français sont inquiets vis-à-vis du changement climatique mais **seuls 7% considèrent que la préservation de la biodiversité est l'enjeu prioritaire en matière environnementale. Pour autant, 62% des sondés estiment que la prise de conscience collective sur l'importance de la protéger n'est pas suffisante.**

Or, d'après le rapport⁽²⁾ publié en mai 2019 par la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), **un million d'espèces animales et végétales sont menacées d'extinction dans les prochaines décennies**, dans le monde. Des chiffres alarmants notamment pour les filières agricoles dont l'activité contribue au développement de la biodiversité.

La filière laitière, comme d'autres filières agricoles, repose fondamentalement sur la richesse de cette biodiversité, notamment la biodiversité qualifiée d'ordinaire, c'est-à-dire celle constituée des espèces communes qui nous entourent. En agissant pour cette préservation, la filière laitière s'assure aussi, au travers d'une relation gagnant-gagnant à tous les niveaux : élevage, transformation et commercialisation. Ce document se veut comme une plongée dans ces liens qui unissent la filière laitière et la biodiversité, via des exemples d'actions et des entretiens d'experts.



(1) Sondage réalisé par Userneeds du 7 février au 11 mars 2020 sur un panel de 2016 répondants.
(2) <https://ipbes.net/global-assessment#>



Chapitre 1

PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ, UN DÉFI DÈS AUJOURD'HUI



LA BIODIVERSITÉ, UN CONCEPT MAIS PAS SEULEMENT

La biodiversité est difficile à évaluer dans son intégralité, même si depuis l'Antiquité, les scientifiques cherchent à inventorier et à classer le vivant.

Depuis deux siècles particulièrement, le nombre d'espèces⁽³⁾ inventoriées n'a cessé d'augmenter, tout comme la compréhension des mécanismes du vivant. **Actuellement, près de 1,8 million d'espèces⁽⁴⁾ différentes ont été décrites sur notre planète, dont 280 000 dans les mers et les océans. Et, chaque année, environ 15 000 espèces nouvelles sont répertoriées.** Ce travail d'inventaire est donc loin d'être achevé ! Dans le même temps, les experts indiquent que le rythme actuel de disparition des espèces est 100 à 1000 fois supérieur au taux naturel d'extinction, en lien quasi exclusif avec les activités humaines⁽⁵⁾.

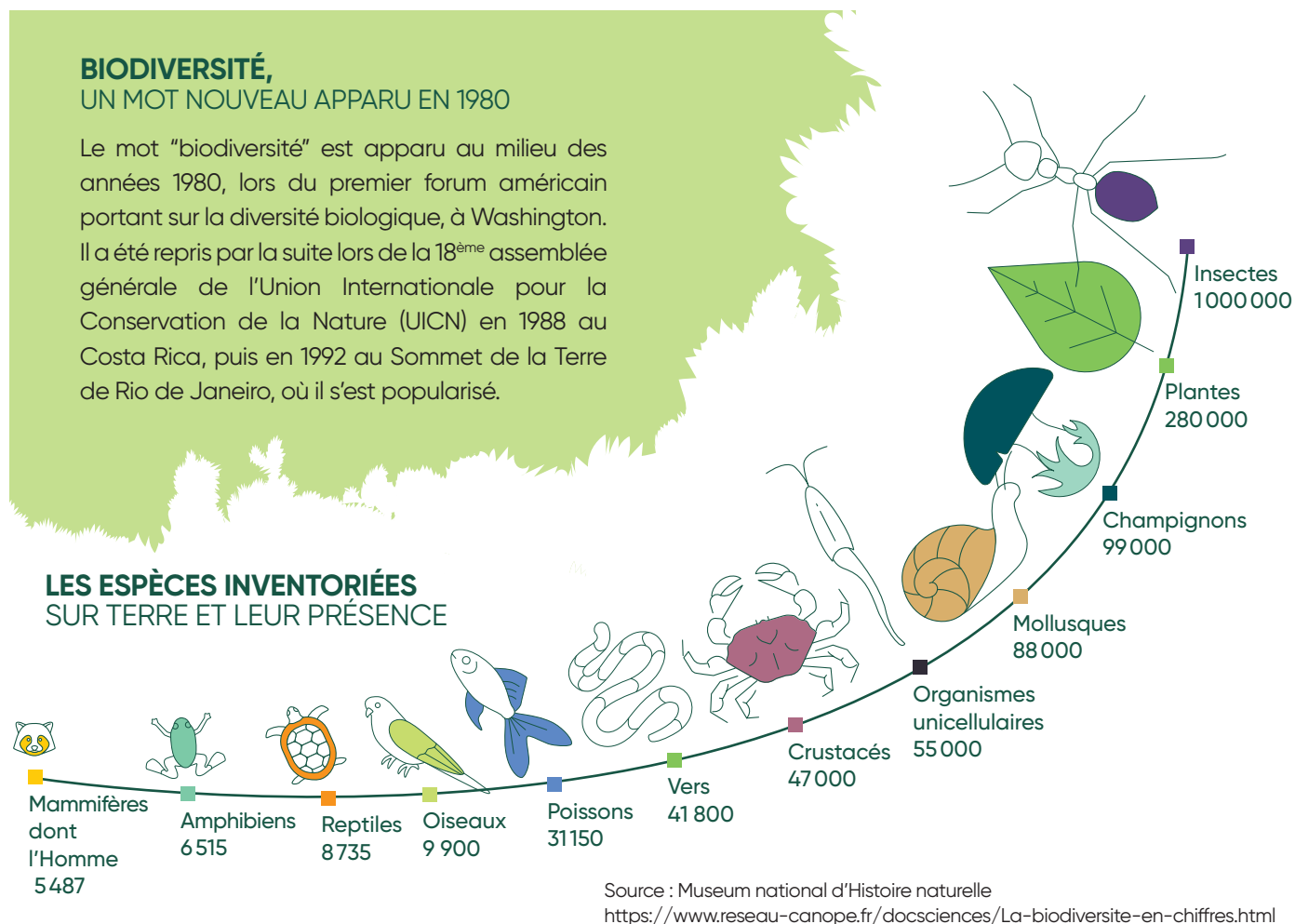
Une définition de la biodiversité a été proposée lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992 : "La diversité biologique, ou biodiversité, est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Cela inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'elles influencent ou dont elles sont les acteurs⁽⁶⁾."

La biodiversité est avant tout un concept scientifique qui vise à regrouper l'ensemble de la diversité du vivant. Elle est donc un ensemble d'interactions dynamiques et variées et ne doit pas être envisagée comme un ensemble d'éléments fixes et immuables.

BIODIVERSITÉ, UN MOT NOUVEAU APPARU EN 1980

Le mot "biodiversité" est apparu au milieu des années 1980, lors du premier forum américain portant sur la diversité biologique, à Washington. Il a été repris par la suite lors de la 18^{ème} assemblée générale de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) en 1988 au Costa Rica, puis en 1992 au Sommet de la Terre de Rio de Janeiro, où il s'est popularisé.

LES ESPÈCES INVENTORIÉES SUR TERRE ET LEUR PRÉSENCE



(3) Une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles, d'après la définition d'Ernst Mayr (1942). (4) Le Guyader H. 2002. "Doit-on abandonner le concept d'espèce ?", *Courier de l'environnement de l'Ihira*, 46, 51-64 (<https://hal.archives-ouvertes.fr/ARINRA-COURENV/hal-01201814/file/C46Leguyader.pdf>). (5) <https://biodiversitetousvivants.fr> (6) <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/biodiversite/27064#10981018>

3 niveaux de biodiversité



LA BIODIVERSITÉ, UNE RICHESSE AUSSI POUR LA FILIÈRE LAITIÈRE

La biodiversité est fondamentale à préserver car elle est tout simplement indispensable à la vie de l'Homme. L'Homme, lui-même, fait d'ailleurs partie de cette biodiversité. Sans le savoir, il respire biodiversité, il mange biodiversité, il s'habille biodiversité et il se soigne biodiversité !

La biodiversité est à la source du fonctionnement des écosystèmes⁽⁷⁾. Une perte de biodiversité comme la disparition d'une espèce signifie un déséquilibre. En effet la disparition d'une espèce qui constitue un maillon d'une chaîne alimentaire peut briser cette dernière et mettre en péril toutes les espèces qui en découlent. En sens inverse, l'arrivée d'espèces invasives, comme l'ambrosie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ou le frelon asiatique (*Vespa velutina*), provoque aussi un déséquilibre. Les agriculteurs le savent bien car ils sont directement concernés notamment pour détecter ces espèces et assurer une veille sur le territoire. Les interactions entre espèces, dont l'Homme, sur un territoire sont donc

importantes car elles contribuent à la résilience⁽⁸⁾ des écosystèmes, notamment agricoles. **Plus les espèces sont nombreuses et diversifiées et leurs interactions multiples, plus la résilience est importante.**

Les races laitières françaises : une diversité génétique exceptionnelle

Prim'Holstein, Abondance, Vosgienne, Normande, Montbéliarde, Froment du Léon, Bretonne Pie Noire, Villard de Lans, il existe près de 17 races⁽⁹⁾ de vaches laitières en France : 12 races sont en programme de sélection et 5 en programme de conservation. Certains élevages utilisent les croisements entre races car ils permettent d'obtenir des animaux plus résistants. L'Institut de l'Élevage a d'ailleurs établi une cryobanque pour préserver la génétique de certaines races à petits effectifs.

(7) Un écosystème est un système formé par un environnement (biotope) et par l'ensemble des espèces (biocénose) qui y vivent, s'y nourrissent et s'y reproduisent. Ainsi la prairie constitue un écosystème, tout comme la forêt ou une mare. (8) La résilience écologique est la capacité d'un système vivant à retrouver les structures et les fonctions de son état de référence après une perturbation. Plus la résilience du système est forte, plus il a de capacité à retrouver son état et son fonctionnement initial. (9) <http://fr.france-genetique-elevage.org/-Races-bovines-laitieres-.html>

Toute l'alimentation que nous consommons vient d'espèces différentes aussi bien végétales qu'animales. "Nous ne mangeons que de la biodiversité. S'il n'y en a plus, nous ne mangerons pas des cristaux de quartz !", s'exclamait ainsi Gilles Bœuf, président du conseil scientifique de l'Agence française pour la biodiversité, dans un entretien publié en décembre 2019⁽¹⁰⁾. Dans le cas de la filière laitière, au-delà de la biodiversité présente dans les écosystèmes agricoles, **les produits laitiers se caractérisent, eux aussi, par une biodiversité microbienne moins connue. Ainsi, chaque fromage constitue à lui tout seul un petit écosystème.** D'autres produits laitiers comme les laits fermentés ou les yaourts se composent également d'une multitude de micro-organismes vivants qui font justement la caractéristique du produit. Ces micro-organismes intéressent particulièrement les scientifiques et les transformateurs qui découvrent jour après jour la complexité de leurs fonctionnements et leurs potentiels.

Seulement, si la biodiversité est cruciale pour l'Homme, elle est en train de disparaître partout dans le monde. À titre d'illustration, en France, le gouvernement constatait en 2018 **qu'en dix ans 590 000 hectares d'espaces naturels, forestiers et agricoles avaient été remplacés par des routes, des habitations, des zones d'activité, des parkings**⁽¹¹⁾...

Préserver la biodiversité passe souvent par tout un ensemble de mesures et d'actions, parfois très éloignées de la simple protection d'une espèce animale ou végétale, mais qui aura un impact sur la protection de l'environnement en général.

En intégrant la biodiversité à travers différents programmes, la filière laitière a parfaitement conscience de contribuer à sa durabilité.

(10) Théodule M.L., 2019. *S'il manque un maillon, toute une chaîne du vivant peut s'arrêter*, "La Recherche numéro spécial", 32, 6-11

(11) Ministère de la Transition écologique, 2019. Les actions du plan biodiversité. Dossier de presse, p.21. (https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2019.07.04_dp_final_plan_biodiversite.pdf).

(12) Manneville V., Michel N., Amiaud B., 2016. Indibio : "Élaborer des indicateurs relatifs aux effets des pratiques agricoles sur la biodiversité" dans les systèmes d'exploitation d'élevage. *Innovations Agronomiques* 49, 83-97 (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01652935/document>).

À côté des ours polaire ou du tigre, la biodiversité ordinaire a toute sa place

Il est fondamental de différencier la "biodiversité remarquable", c'est-à-dire l'ensemble des espèces en voie de disparition ou en danger, de la "biodiversité ordinaire", toute aussi importante non par sa rareté mais par son rôle dans les interactions au sein des écosystèmes.

La "biodiversité ordinaire" a été définie comme étant ce qui "correspond aux espèces communes et aux paysages qui contribuent au bon fonctionnement des écosystèmes fournissant des services à l'Homme"⁽¹²⁾.

Ces espèces et leurs interactions ont un impact important sur la production agricole à travers la pollinisation ou encore leur capacité à entretenir des sols qui produisent de la matière organique. Ces différents services offerts par la biodiversité sont de vrais atouts en élevage.

En entretenant les haies, les talus, les mares, etc. et en réservant une part importante de leur surface aux prairies peu mécanisées et riches en espèces floristiques, les exploitations d'élevage entretiennent les habitats. Elles fournissent de la nourriture aux invertébrés, insectes, oiseaux et à de multiples représentants de la petite faune sauvage comme les lapins ou les renards, maintenant ainsi le niveau de la biodiversité ordinaire. **Les différentes pratiques et orientations données par chaque éleveur à son exploitation vont donc jouer un rôle pour enrichir ou maintenir cette biodiversité.**





Chapitre 2

LA BIODIVERSITÉ DANS LES TERRITOIRES ET LES FERMES



BIODIVERSITÉ ET PAYSAGE, L'ÉLEVAGE LAITIER A TOUTE SA PLACE

Par leurs pratiques, les éleveurs laitiers participent au maintien de la biodiversité ordinaire de nos campagnes. Les prairies qu'entretiennent les éleveurs pour nourrir les animaux, riches en éléments agro-écologiques comme les haies, les talus ou les mares, procurent habitat et ressources alimentaires pour bon nombre d'espèces. Avec les parcelles de culture, l'élevage dessine une mosaïque paysagère, tout en préservant la qualité de l'eau. Les prairies, comme la forêt, ont également un rôle essentiel dans le stockage du carbone.

Au sein de ces écosystèmes agricoles, il est possible d'observer directement l'évolution de la biodiversité, comme cela a été fait dans le cadre du projet Indibio⁽¹³⁾. À travers ce dernier, plusieurs espèces animales ont été étudiées en lien avec les pratiques des fermes d'élevage. Les scientifiques ont ainsi choisi d'étudier quelques espèces caractéristiques de leurs milieux et des services rendus à l'agriculture : les bourdons, grands pollinisateurs menacés⁽¹⁴⁾, les chauves-souris, très sensibles aux modifications de l'environnement et les oiseaux, dont la population diminue depuis plusieurs années.



(13) Manneville V., Michel N., Amiaud B., 2016. Indibio : "Élaborer des indicateurs relatifs aux effets des pratiques agricoles sur la biodiversité dans les systèmes d'exploitation d'élevage", *Innovations Agronomiques* 49, 83-97 (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01652935/document>).

(14) Pouvreau A. 1993. "Les Bourdons pollinisateurs menacés". *Courrier de l'environnement de l'Inra*, 19, 63-70 (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01207324/file/C19Pouvreau.pdf>).



Meilleurs pollinisateurs que les abeilles et plus rustiques, les bourdons sont capables de butiner par temps froids, pluvieux ou venteux.

En hiver, la reine fécondée, seule survivante de la colonie, hiberne dans les talus ou les haies. Les bordures de prairies et les talus boisés sont des réserves de fleurs sauvages à floraison précoce (saule, merisier, etc.), essentielles à la production de nectar pour les colonies en développement au printemps. Par la suite, les floraisons décalées des plantes, présentes dans les prairies, constituent une réserve de nourriture jusqu'à la fin de l'automne. Le maintien d'élevages laitiers sur les territoires permet d'entretenir ces prairies et ces talus bénéfiques aux bourdons.



Les chauves-souris, mammifères

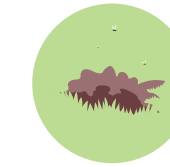
insectivores, ont une activité très importante dans les habitats de bordure de champs. La nuit, les prairies, lisières, forêts, prés, vergers, points d'eau, riches en insectes, deviennent leurs terrains de chasse privilégiés. **Le pâturage de la prairie leur est favorable grâce à la mise à disposition de matières organiques fraîches (bouses de vache), nécessaire au développement des insectes.** La prédation des insectes par les chauves-souris limite l'utilisation d'insecticides. Elles consomment également les moustiques, vecteurs de maladies pour les animaux et les Hommes. Chaque nuit, elles ingèrent près de deux tiers de leur poids en insectes, soit une consommation de 5 à 8 kg par an. Les prairies et leur entretien par l'activité laitière, ainsi que la présence des vaches, participent donc au maintien des populations de chauves-souris sur les territoires.



Certains oiseaux, notamment les passereaux, disparaissent de nos campagnes, alors que d'autres sont de plus en plus présents, voire trop comme le grand cormoran⁽¹⁵⁾. Les oiseaux peuvent

être granivores/insectivores (moineau, étourneau sansonnet, corbeau freux), insectivores (bergeronnette, hirondelle, tarier pâtre, etc.) ou carnivores (buse, faucon, etc.). Nombre d'entre eux participent à la régulation des populations d'insectes, de rongeurs et de reptiles. **Ils assurent aussi la dissémination des espèces végétales via la dispersion des graines qui se retrouvent dans leurs fèces⁽¹⁶⁾.** Les prairies combinées

aux cultures constituent un habitat privilégié pour les oiseaux puisqu'ils y trouvent nourriture et refuge. Certaines espèces nichent au sol en plein champ ou en bordure (alouette des champs, bergeronnette, tarier pâtre, busard cendré, perdrix), d'autres dans les buissons (fauvette grise), dans les arbres (buse, corbeau freux, etc.) ou dans les habitats humains (hirondelle et moineau). Les prairies pâturées sont aussi un habitat essentiel pour les espèces migratrices (bécasse, vanneau, grive) lors des haltes migratoires et pour l'hivernage.



Au-delà de ces espèces, et de manière plus anecdotique, **la bouse de vache** est un petit écosystème à elle toute seule.

Une trentaine de diptères (mouches) et 130 espèces de bousiers⁽¹⁷⁾ se partagent *a minima* cette ressource de nourriture providentielle. La douzaine de bouses que produit une vache par jour attire aussi escargots, abeilles et même papillons. **En plus d'être un fertilisateur pour les sols, elle est un lieu de ressources alimentaires, un habitat et aussi un lieu de reproduction.** Par la suite, les insectes et autres invertébrés attireront blaireaux, renards, taupes qui se délecteront d'un escargot ou d'un scarabée.

Ces exemples montrent à quel point l'élevage permet de préserver la biodiversité ordinaire. Il joue un rôle fondamental à travers la mosaïque paysagère, une mosaïque utile pour les animaux d'élevage eux-mêmes. Les haies protègent les vaches du soleil et de l'humidité. Le pâturage entretient la capacité des animaux à se déplacer. La taille limitée des parcelles en herbe assure une gestion du troupeau par lot qui induit également, dans les zones herbagères, une mosaïque de pratiques. Le pâturage préserve aussi une diversité floristique unique.

La préservation de la biodiversité se caractérise par un ensemble d'interactions entre espèces, en tenant compte des éléments du paysage et de l'action de l'Homme. L'éleveur a besoin des services rendus par la biodiversité pour produire durablement. Réciproquement, la richesse en biodiversité des zones d'élevage est induite par les éleveurs en maintenant des espaces semi-ouverts. L'enjeu est important car il s'agit de maintenir un équilibre, parfois fragile, entre espèces mais bénéfiques pour tous.

(15) Nothias J. L. 2009. "Pourquoi les Cormorans sont-ils devenus un fléau ?", *Le Figaro Sciences* du 26/08/2009 (<https://www.lefigaro.fr/sciences/2009/08/26/01008-20090826ARTFIG00318-pourquoi-les-cormorans-sont-ils-devenus-un-fleau-.php>). (16) Matières fécales ou excrément. (17) Giraud M., "Safari dans la bouse", revue *Insectes* n°149, 2008, pp 3-8 (<https://podologueequine.files.wordpress.com/2013/04/i149-giraud.pdf>).



Trois questions à Vincent Manneville, chef de projet évaluation environnementale à l'Institut de l'Élevage (Idele)

En quoi les fermes laitières favorisent-elles la préservation de la biodiversité ?

Le meilleur moyen de l'appréhender, c'est par le paysage ! Dans les plaines céréalières, les haies sont quasi inexistantes. Les oiseaux ont disparu de ces espaces car ils ne trouvent plus de ressources alimentaires et de lieu pour nicher. Par exemple, les cultures dont les rendements dépendent de la pollinisation subissent des pertes de rendement lorsqu'elles sont cultivées sur des parcelles de plus de 12 HA. Ces dernières font barrières à la mobilité des pollinisateurs sauvages. En revanche, les fermes d'élevage ont des parcelles globalement plus petites pourvues de haies et d'arbres, pouvant abriter les animaux au cours de la saison. **Cette mosaïque de parcelles favorise la circulation des espèces et assure une stabilité des rendements en production végétale.** De plus les exploitations sont situées sur des territoires vallonnés, avec des mares, des talus et des espaces boisés, qui représentent des couloirs permettant aux animaux de circuler pour se reproduire, chasser, nicher et contribuer à la production agricole.

(18) Est prairie permanente toute surface dans laquelle l'herbe ou d'autres plantes fourragères herbacées prédominent depuis cinq années révolues au moins – source : agriculture.gouv.fr

Finalement, la biodiversité est-elle très liée à la mosaïque paysagère ?

Tout à fait ! Et à plus petite échelle aux éléments agro-écologiques que sont les haies, les talus, etc. Indibio, un projet de recherche appliquée, financé par le Cniel et le ministère de l'Agriculture et mis en œuvre par Idele, l'INRAE, France Nature Environnement et le Museum national d'Histoire naturelle, a montré le lien entre pratiques agricoles, paysage et biodiversité. **Le rôle joué par le paysage est très important car il explique au moins 30% de la variabilité au sein de chaque espèce mobile en référence aux bourdons et très mobile comme la chauve-souris et les oiseaux.** Pour autant, il ne faut pas mettre de côté les pratiques agricoles. En élevage, la diversité floristique des prairies permanentes⁽¹⁸⁾, associées à des bordures arbustives ou arborées préservent la biodiversité. C'est un peu le graal ! Les vaches fertilisent la parcelle, entretiennent une diversité floristique par leur alimentation et la vie des sols s'en trouve aussi préservée.

Comment les éleveurs peuvent-ils savoir si leurs pratiques protègent la biodiversité ?

Les éleveurs observent beaucoup leur environnement. Une majorité d'entre eux est très sensibilisée à la question de sa protection. Pour les accompagner, un outil Biotex a été créé à la suite du projet Indibio et testé, en lien avec les éleveurs, dans plusieurs pays d'Europe et dans près de 300 fermes françaises. **Biotex se base sur les éléments agro-écologiques du paysage à l'échelle du territoire, de l'exploitation et de la parcelle pour évaluer si l'exploitation favorise ou altère la biodiversité et les services écologiques associés.** La démarche est rapide et ne nécessite qu'une journée de travail. Pour autant, il faut garder en mémoire que ces différentes échelles spatiales que sont le territoire, l'exploitation, la parcelle, illustrent que le maintien de la biodiversité n'est pas le fait d'un individu seul. L'aspect collectif est un préalable incontournable à cette préservation.

LES FERMES D'ÉLEVAGE, UN LIEU FAVORABLE À LA BIODIVERSITÉ ORDINAIRE

PRAIRIES

Les prairies, qu'elles soient permanentes ou temporaires, sont également importantes pour l'accueil de la faune sauvage. Elles offrent un habitat privilégié pour ces espèces. Intégrer des prairies temporaires dans les rotations est bénéfique à la vie du sol. Ces prairies sont aussi de bons leviers pour stocker du carbone.

MOSAÏQUE PAYSAGÈRE

La diversité de l'occupation des sols est favorable à la résilience des espèces. Une mosaïque paysagère hétérogène permettra de limiter l'impact des pratiques agricoles agressives envers les espèces faunistiques hébergées dans une parcelle, dans la mesure où celles-ci pourront plus facilement trouver refuge dans les parcelles adjacentes. Son indicateur principal est la diversité des cultures et du parcellaire sur un territoire agricole donné.

CORPS DE FERME ET BÂTIMENTS

Le corps de ferme peut lui aussi abriter des espèces faunistiques. Il est possible pour l'éleveur d'adapter ses bâtiments afin de mieux les accueillir. L'aspect sanitaire est particulièrement bien surveillé afin que la biodiversité présente ne nuise pas à l'activité d'élevage.

INFRASTRUCTURES AGRO-ÉCOLOGIQUES (IAE)

Haies, arbres, lisières de bois, mares, etc., sont des infrastructures agro-écologiques qui contribuent fortement à la biodiversité. Souvent entretenues par l'éleveur afin de favoriser la faune et la flore présentes sur son exploitation, elles offrent habitat et nourriture aux différentes espèces. Certains éléments, notamment les haies, permettent également de stocker du carbone.

PRATIQUES D'ÉLEVAGE ET GESTION DES CULTURES

L'éleveur, de par ses choix et sa stratégie d'exploitation, a un impact sur la biodiversité, que ce soit :
- de manière directe : à travers le choix des espèces qu'il cultive et des races de vache qu'il élève;
- de manière indirecte : à travers ses pratiques d'élevage et la gestion de ses cultures;
Selon ses pratiques, les impacts sur les ressources naturelles de son exploitation et du territoire diffèrent.

ESPÈCES PRÉSENTES SUR LES FERMES D'ÉLEVAGE

- En moyenne, près de 40 à 70 espèces d'oiseaux différentes ont pu être dénombrées sur les fermes d'élevage.
- Sur les 20 espèces de bourdons présentes en France, 13 ont été recensées sur les exploitations d'élevage.
- Entre 150 et 300 espèces / m² vivent dans une prairie d'élevage
- Sur les 29 espèces de chauve-souris présentes en France, 13 espèces sont présentes en moyenne sur les exploitations d'élevage.

Source : programme de recherche Indibio

VIE DES SOLS

Le pâturage et l'apport de fumier sur les parcelles sont bénéfiques pour la fertilité des sols et donc la production d'aliments pour les vaches. C'est un véritable cercle vertueux : les déjections des vaches permettent un retour de matière organique au sol, qui est dégradé par les micro-organismes du sol, invisibles mais très importants pour le bon fonctionnement agronomique de la ferme.

BIODIVERSITÉ AGRICOLE ET SAUVAGE

Il existe trois types de biodiversité sur les fermes :
- biodiversité cultivée, avec différentes cultures : céréales, maïs, luzerne, etc;
- biodiversité d'élevage, avec les vaches;
- biodiversité sauvage, avec la faune et la flore non domestiquées présentes sur la ferme : coquelicots, lièvres, chevreuils, etc.

BIOTEX, UN OUTIL POUR AIDER L'ÉLEVEUR À GÉRER LA BIODIVERSITÉ

La démarche Biotex a été construite pour les éleveurs afin de mettre en évidence la nécessité de prendre en compte la biodiversité ordinaire dans des approches agro-écologiques. Cette méthode est une des productions du projet Indibio piloté par l'Institut de l'Élevage. **Biotex est un outil d'aide à la décision (OAD) qui évalue la capacité d'une ferme d'élevage à maintenir de la biodiversité.**

Biotex a pour objectif d'évaluer la biodiversité ordinaire à différentes échelles de manière pragmatique, rapide mais rigoureuse. Elle intègre des composantes qui interagissent sur la biodiversité ordinaire et repose sur l'utilisation d'indicateurs indirects. Contrairement aux indicateurs directs (inventaires d'espèces, calculs d'indice, etc.), Biotex se fonde sur plusieurs facteurs indirects pour mieux s'attaquer aux causes qui induisent la perte de la biodiversité ordinaire. L'idée de départ a été d'évaluer le niveau global de biodiversité d'un élevage à partir d'une quantification et d'une qualification des éléments agro-écologiques du paysage (haies, talus, mares, etc.) en lien avec l'intensité des pratiques agricoles. Le fait de se baser sur ces indicateurs indirects (paysage et pratiques) pour qualifier la biodiversité est appuyé par les résultats du programme de recherche Indibio.

La préservation et l'entretien de la fertilité des sols est prise en compte sous l'angle des besoins humiques⁽¹⁹⁾ des cultures annuelles. En effet, comme il a été précédemment décrit, la densité de ces éléments agro-écologiques présents dans un espace agricole,



(19) Les besoins humiques correspondent aux éléments minéraux et organiques dont a besoin le sol pour fonctionner correctement.

leur répartition, leur connectivité et leur qualité déterminent la richesse biologique de cet espace. Par ailleurs, cette démarche vise à être lisible et compréhensible par l'éleveur. Lisible car les arbres, les haies et autres sont lus comme des habitats. Compréhensible car les pratiques agricoles ou les itinéraires techniques ne sont pas la voie unique pour améliorer l'écosystème.

Biotex se décline sur trois niveaux : le territoire, la ferme et enfin la parcelle. À chaque niveau, la densité des éléments agro-écologiques est évaluée à travers différentes méthodes (photographies aériennes, comptage sur le terrain, études des pratiques de l'éleveur, etc.). La diversité des espèces cultivées, le type d'engrais apporté sur les parcelles ou l'utilisation de produits phytosanitaires font également partie de la batterie d'indicateurs pris en compte à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle.

Une analyse des indicateurs avec l'éleveur est indispensable pour une bonne compréhension de ceux-ci. **Sensibilisé à la question de la préservation de la biodiversité, l'éleveur pourra par la suite, en fonction de ses objectifs économiques, agronomiques et écologiques, adapter ses pratiques sur sa ferme. Chaque exploitation étant unique, chaque diagnostic l'est également.**

Cet outil permet aussi de faire prendre conscience de la valeur des services environnementaux rendus par l'élevage. À travers l'entretien des paysages et le maintien de la biodiversité ordinaire, les éleveurs préservent les biens communs.

7 fondamentaux dans la création de Biotex

Plus il y a d'éléments agro-écologiques et plus la diversité d'espèces floristiques et faunistiques est grande.

La prairie permanente a une place prioritaire dans le maintien de la biodiversité car elle est une zone de régulation écologique de l'exploitation.

La diversité des cultures est attrayante pour les espèces.

Plus les éléments agro-écologiques sont présents dans le paysage avec une continuité entre eux et plus l'habitat est de qualité pour les espèces.

L'hétérogénéité d'un territoire garantit une diversité d'espèces.

Les pratiques de gestion des haies, mares, bords de champs, etc. ont un impact sur la préservation de la biodiversité.

Une activité biologique soutenue des sols cultivés assure la stabilité des services nécessaires à la production (cycles biochimiques, etc.)



//

Ce que je trouve très intéressant avec le diagnostic Biotex, c'est déjà qu'il est visuel. Je pressentais que notre activité allait dans le bon sens et le diagnostic a permis de le confirmer et de mettre nos atouts sur le papier. Cela a également identifié les points sur lesquels il y a une marge d'amélioration, comme par exemple les dates de fauche des haies.

C'est rassurant et cela permet de savoir où se situer dans une agriculture dite productive mais dans laquelle la diversité biologique et les processus naturels doivent devenir des outils de réflexion sur la durabilité.

//

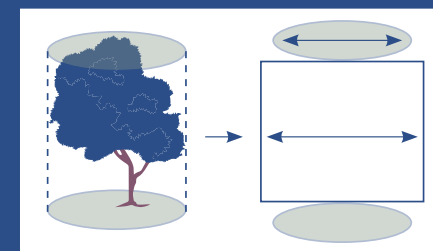
Hélène Fréger,
éleveuse à Venesmes dans le Cher
(Ferme de Scay)



Application pratique d'un indicateur de Biotex : la surface de biodiversité développée

L'indicateur surface de biodiversité développée (SDB), utilisé dans Biotex, est particulièrement utile car il exprime la capacité de l'exploitation à concilier sa surface productive avec des surfaces à forte valeur écologique. Cet indicateur reprend le concept de paysage visible qui comprend les volumes des haies, des arbres, etc.

Le calcul de la SBD par hectare de surface agricole utile (SAU)⁽²⁰⁾ reflète la complexité paysagère que l'exploitation agricole induit dans le paysage. Cette complexité paysagère correspond également à la capacité d'hébergement des différentes espèces faunistiques et floristiques par l'exploitation agricole. Le rapport SBD / SAU donne une idée de l'espace occupé par les éléments agro-écologiques dans les parcelles, ainsi que sur l'espace disponible pour la faune telle que les auxiliaires de culture⁽²¹⁾. Par exemple, un rapport SBD / SAU égal à 0,8 HA signifie que lorsque la production agricole utilise 1 HA de SAU pour produire, cette même surface agricole entretient 0,8 HA de surface pour la biodiversité des espèces. En dessous du seuil de 0,5 HA de SBD, le paysage se simplifie beaucoup, exprime une faible pression d'habitats dans la surface agricole considérée et traduit une érosion de la biodiversité.



(20) La Surface Agricole Utile ou SAU représente la surface réellement utilisée par l'agriculteur pour produire. (21) Les auxiliaires de cultures sont des organismes vivants (insectes, acariens, etc) qui attaquent les organismes nuisibles aux cultures.

ÉLEVAGE LAITIER, BIODIVERSITÉ ET FONCTIONNEMENT DES SOLS

Les sols sont de véritables écosystèmes qui ont mis des milliers d'années à se construire. Le sol est un capital naturel qui a plusieurs rôles (transformation des nutriments, etc.), et qui fournit des services écosystémiques (production d'aliments, etc.) utiles au développement des sociétés humaines. Outre leur fonction de support physique, sur lequel se développent les plantes, les animaux et les Hommes, les sols sont un réservoir de vies. **En effet, les sols abritent plus de 25% des espèces actuellement décrites, selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)⁽²²⁾ qui précise qu' "une cuillère à café de sol peut contenir plus d'un million d'organismes répartis en plusieurs milliers d'espèces différentes".**

Les organismes du sol peuvent être répartis en différents groupes, en fonction de leur taille. Ainsi, on distingue : la mégafaune (campagnols, taupes, etc.), la macrofaune (lombrics, escargots, limaces, etc.), la mésofaune (acariens, collemboles, etc.), la microfaune (nématodes, etc.) et les micro-organismes (bactéries et champignons). Cette biodiversité participe au fonctionnement du sol et contribue notamment à la transformation physique, chimique et biochimique des matières organiques (effluents d'élevage, résidus de culture, compost, etc.) apportées aux sols. En particulier, les micro-organismes hétérotrophes⁽²³⁾ sont des acteurs importants de la dynamique de ces matières organiques. Pour répondre à leurs besoins nutritifs, ces micro-organismes synthétisent des enzymes qui participent à la décomposition et à la minéralisation des matières organiques. Ainsi, une partie des minéraux libérés dans le sol seront disponibles pour les plantes et contribueront à la fertilité chimique des sols.

(22) La vie cachée des sols, plaquette de l'ADEME, Octobre 2010, p10 (https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/72480_70211a_vie_cachee_des_sols_a5.pdf).

(23) Le terme hétérotrophe qualifie un organisme incapable de synthétiser lui-même ses composants. Il recourt donc à des sources de matières organiques exogènes. L'Homme est hétérotrophe.

(24) Attard, E., Roux, X.L., et al. "Impacts de changements d'occupation et de gestion des sols sur la dynamique des matières organiques, les communautés microbiennes et les flux de carbone et d'azote. Etude et Gestion des Sols 18", 147–159. Bouthier, A., Pelosi, C., et al. "Impact du travail du sol sur son fonctionnement biologique, in: Faut-Il Travailler Le Sol ?" Acquis et Innovations Pour Une Agriculture Durable. J. Labreuche, F. Laurent, et al. pp. 89–112.

McDaniel, M.D., Tiemann, L.K., et al. "Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics?" A meta-analysis. Ecological Applications 24, 560–570.

Petitjean, C., Philibert, A., et al. 2018. "Systèmes de polyculture-élevage : quels effets des pratiques agricoles sur les teneurs en matières organiques et le fonctionnement microbien du sol ?" Fourrages 236, 239–247.

Recous, S., Chabbi, A., et al. 2015. "Fertilité des sols et minéralisation de l'azote : sous l'influence des pratiques culturales, quels processus et interactions sont impliqués ?" Fourrages 223, 189–196.

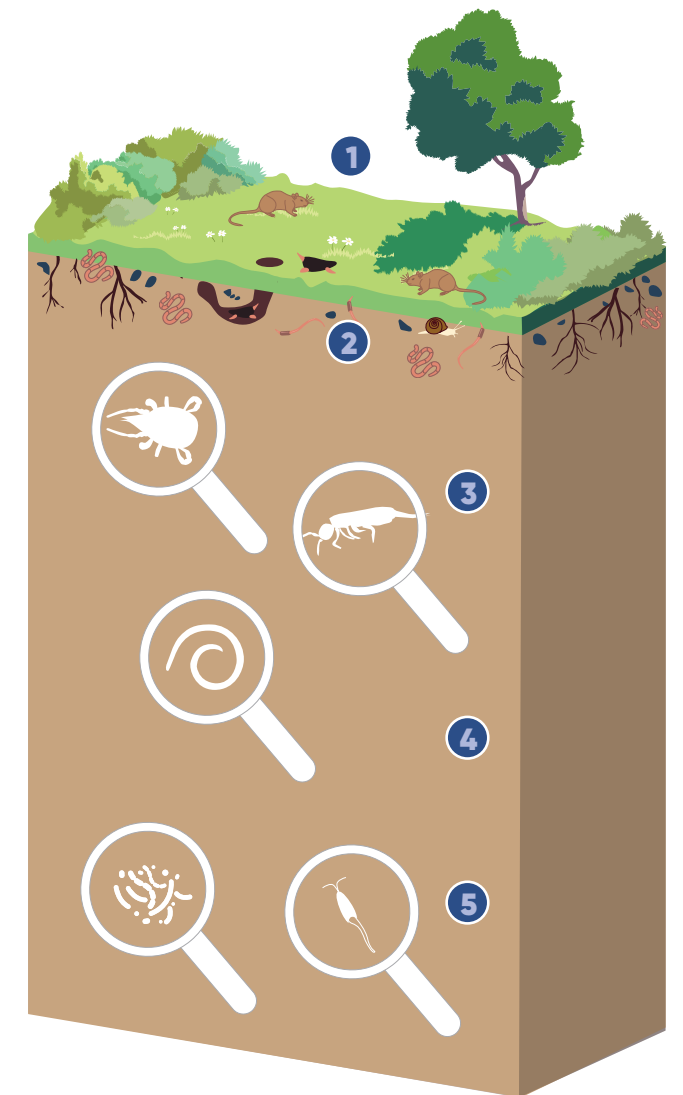
van Eekeren, N., Bommelé, et al. 2008. "Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping". Applied Soil Ecology 40, 432–446. (<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2008.06.010>)

Zuber, S.M., Villamil, M.B., 2016. "Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities". Soil Biology and Biochemistry 97, 176–187. (<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.03.011>)

Plusieurs études menées en France et à l'étranger⁽²⁴⁾ ont mis en évidence les impacts des pratiques agricoles sur la dynamique des matières organiques des sols et/ou sur le fonctionnement biologique des sols. Des pratiques agricoles pouvant être mises en place dans des systèmes de polyculture-élevage, telles que les apports d'effluents d'élevage, comme le fumier, ou l'intégration de prairies temporaires dans la rotation, **constituent des leviers d'actions pour augmenter les teneurs en matières organiques des sols et favoriser le fonctionnement biologique des sols.**



Le sol est un habitat complexe et hétérogène sur de courtes distances, qui comprend de nombreux espaces et où plusieurs formes de ressources nutritives co-existent. Dès lors, une multitude d'organismes vivants peut coloniser ce milieu. La plupart des espèces se trouvent dans les deux et trois premiers centimètres du sol où les concentrations en matière organique et en racines sont les plus élevées.



1 La mégafaune

La mégafaune à l'échelle du sol correspond aux animaux de taille supérieure à 80 mm (campagnols, taupes, etc.). Ils ont un impact important sur le cycle de redistribution de la matière organique et la fertilité des sols.

2 La macrofaune

La macrofaune à l'échelle du sol correspond aux animaux dont la taille s'échelonne entre 4 et 80 mm et ils sont visibles à l'œil nu (lombrics, escargots, limaces, etc.). Elle vit en majorité dans la litière ou creuse des galeries à une profondeur de 50 cm à 5 m.

3 La mésofaune

La mésofaune à l'échelle du sol correspond aux animaux visibles à la loupe dont la taille est comprise entre 0,2 et 4 mm (acariens, collemboles, etc.).

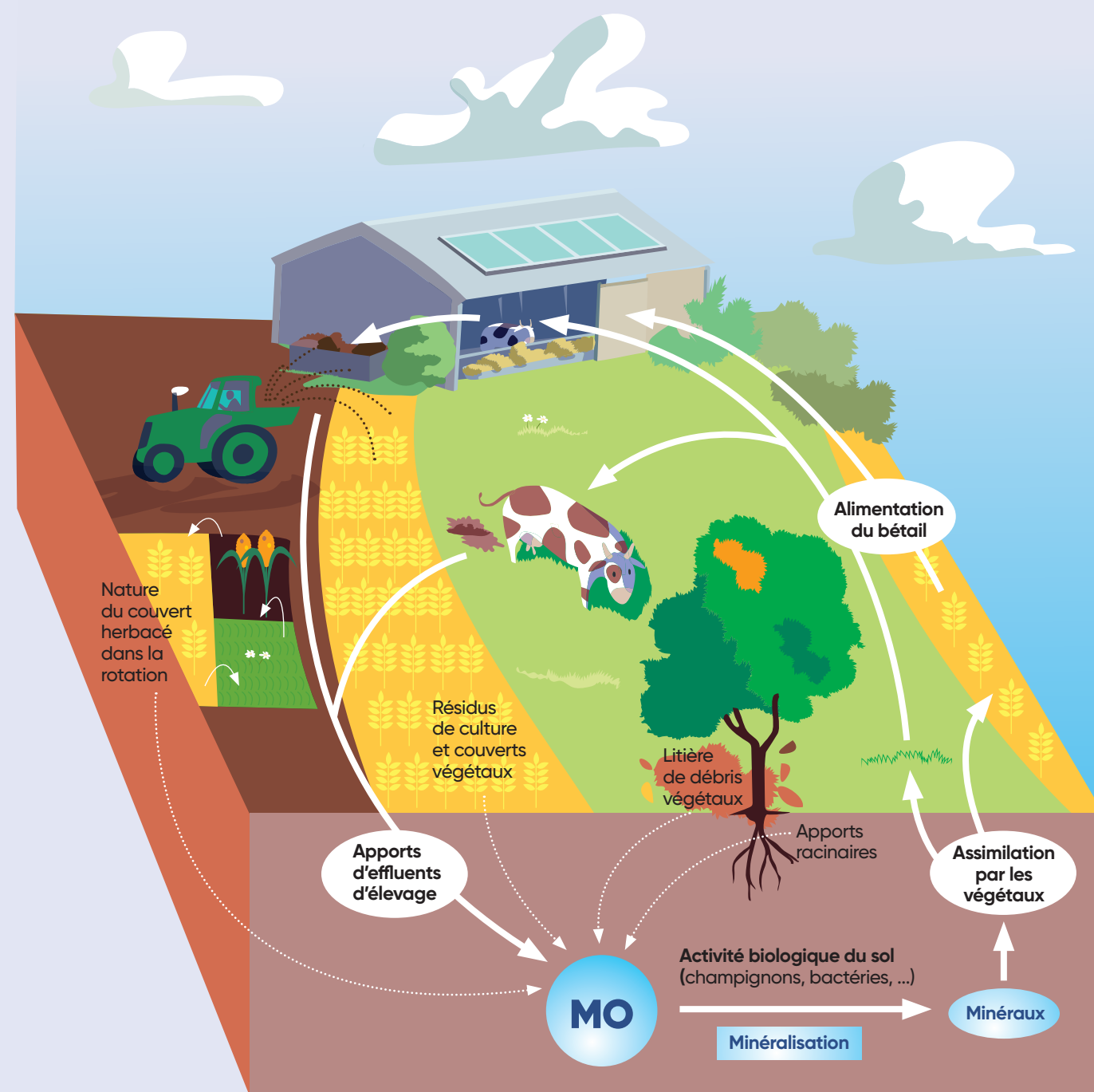
4 La microfaune

La microfaune à l'échelle du sol correspond aux petits animaux inférieurs à 0,2 mm (nématodes, etc.). Elle n'est pas visible à l'œil nu mais joue un rôle important pour la formation et l'évolution des sols.

5 Les micro-organismes

Les micro-organismes sont invisibles à l'œil nu et représentent 75 à 90 % de la biomasse vivante du sol (bactéries et champignons). Ils jouent un rôle primordial dans les cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et d'autres éléments.

Cycle de la matière organique (MO) sur une ferme d'élevage



Entretien avec Caroline Petitjean, maître de conférences en Sciences des sols à AgroParisTech

Durant trois ans, vous avez étudié le lien entre fertilité des sols et pratiques agricoles. Comment avez-vous fait ?

Étudier la fertilité des sols est assez compliqué car de nombreux paramètres physiques, chimiques et biologiques entrent en jeu. **Pour notre étude, nous avons choisi de nous focaliser sur les micro-organismes des sols.** Plus précisément, nous avons mesuré : 1) la biomasse microbienne afin d'évaluer la taille du compartiment microbien présent dans le sol et 2) des activités enzymatiques⁽²⁵⁾ microbiennes impliquées dans la décomposition et la minéralisation des matières organiques du sol. Nous nous sommes intéressés en particulier à trois grands types de pratiques agricoles : apports de matières organiques, intégration de prairies temporaires dans la rotation et la réduction du travail du sol. Il a fallu trouver des parcelles présentant des pratiques agricoles contrastées, pour pouvoir évaluer l'effet de ces pratiques sur les variables

microbiennes mesurées. Nous avons travaillé sur 15 sites (en France et en Belgique) et prélevé des échantillons de sol (profondeur 0-15 cm) dans 119 parcelles.

Quels sont les résultats de cette étude ? Avez-vous identifié des pratiques agricoles bénéfiques pour la fertilité des sols ?

Les résultats obtenus confirment que **les apports d'effluents d'élevage comme le fumier, l'intégration de prairies temporaires dans les rotations de culture et une réduction du travail du sol peuvent augmenter la teneur en matières organiques dans les sols.** De fait, cela stimule significativement certaines activités enzymatiques microbiennes intervenant dans la décomposition de ces matières organiques. Ainsi, ces pratiques peuvent renforcer la capacité des sols à fournir des éléments minéraux valorisables par les plantes. Elles constituent donc, pour l'élevage bovin lait, des leviers majeurs pour le maintien des teneurs en carbone organique et de la fertilité des sols.

Quelles sont les perspectives de cette étude ?

Les résultats que nous avons obtenus viennent compléter les études et synthèses précédemment réalisées, en France et à l'étranger, concernant 1) les impacts des pratiques agricoles sur la dynamique des matières organiques ainsi que sur le fonctionnement microbien des sols et 2) la variabilité des activités enzymatiques microbiennes en fonction du contexte pédoclimatique. Nos résultats confirment la nécessité de disposer, pour chaque type de sol, d'un référentiel de valeurs de variables microbiennes avant d'envisager le développement d'indicateurs de fertilité des sols. Les référentiels permettront, *in fine*, la création d'outils d'aide à la décision pour les acteurs du monde agricole. **Ces outils aideront le conseil agronomique ayant pour objectif de renforcer ou de maintenir les teneurs en matières organiques des sols et d'assurer leur minéralisation.**

(25) Une enzyme est une molécule qui permet de catalyser les réactions biochimiques.



Chapitre 3

LA BIODIVERSITÉ, SOURCE D'INNOVATION POUR LA FILIÈRE



UNE FLORE MICROBIENNE UNIQUE ET UTILE DANS LES PRODUITS LAITIERS

À travers les produits laitiers, l'Homme "mange" de la biodiversité, et cela depuis l'Antiquité, partout dans le monde. De par sa riche composition (protéines, lactose, lipides, minéraux, vitamines et eau), le lait est idéal pour la prolifération de micro-organismes banals mais aussi potentiellement pathogènes. Pour limiter ces effets négatifs, l'Homme consomme le lait juste après la traite ou après avoir mis en œuvre différentes technologies qui permettent de préserver ces constituants et de les rendre consommables sur des périodes de temps allant de quelques jours (lait pasteurisé à l'échelle familiale, artisanale ou industrielle), à quelques mois (lait UHT), voire à quelques années (cas de certains fromages ou de poudres laitières). **Ainsi, l'utilisation contrôlée de micro-organismes pour la fabrication de produits laitiers est également une façon de pouvoir conserver les constituants laitiers tout en créant une grande diversité de produits laitiers.**

De 10⁷ à 10⁹ micro-organismes par gramme peuvent coexister dans un produit laitier. Un camembert comporte par exemple de huit à dix espèces de micro-organismes différentes dont le fameux champignon *Penicillium camemberti*. Selon le type de fromage considéré, les micro-organismes peuvent être présents majoritairement en surface et /ou à l'intérieur du produit lui-même. Ils sont de vrais "outils biologiques" qui permettent de produire la diversité actuelle des fromages, laits fermentés dont les yaourts. Cette biodiversité est à l'origine notamment du goût et de l'odeur, c'est-à-dire de la saveur du produit, mais aussi de sa texture, de son aspect dont la couleur, des éléments fondamentaux qui vont orienter le choix du consommateur.

Et, côté consommation, les Français n'ont pas à rougir de leur place dans le classement européen. La France est le 2^{ème} pays le plus consommateur de fromages en Europe avec 24 kg par an et par personne, soit environ 1,7 million de tonnes de fromages. Près de 85% des foyers français en consomment au moins une fois par jour. **Au final et sans parler des autres produits laitiers, ce n'est pas moins de 10 à 100 milliards de micro-organismes qui sont ingérés par jour et par personne uniquement via le fromage. Ces chiffres montrent bien l'importance que ces micro-organismes représentent pour l'alimentation humaine et la filière laitière.**

D'ailleurs, comme le faisait remarquer Sylvie Lortal, chercheuse à l'Inra, en 2015, "les produits laitiers sont, de très loin, la première source de germes vivants que l'Homme ingère tous les jours".

À chaque étape de fabrication fromagère, sa flore microbienne

FABRICATION

Bactéries lactiques



- **Lactococcus lactis**
ssp. lactis (+biouv. diacetylacis)
ssp. cremoris
- **Leuconostoc**
- **Streptococcus thermophilus**
- **Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus**
delbrueckii ssp lactis
helveticus
acidophilus
casei / paracasei
rhamnosus
- **Pediococcus**

AFFINAGE

Bactéries d'affinage



- **Bactéries corynéformes**
Brevibacterium linens
Arthrobacter nicotina
Corynebacterium flavesens
- **Microcoques**
Staphylococcus
- **Bifidobacterium**
- **Propionibacterium**

Levures & moisissures

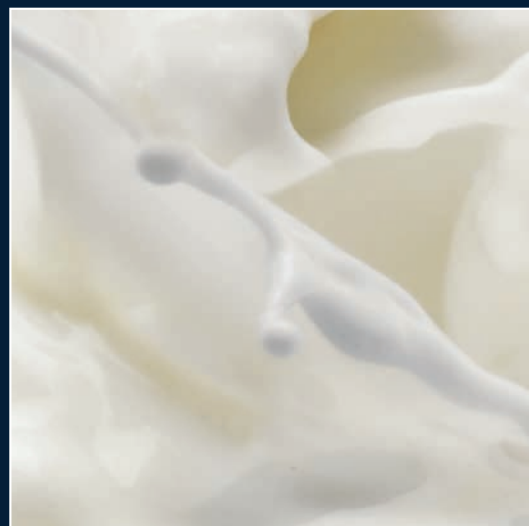


- **Kluyveromyces lacctis / marxianus**
- **Debaryomyces hanseni**
- **Geotrichum candidum**
- **Penicillium candidum**
roqueforti
nalgiovensis

Les micro-organismes des fromages sont bénéfiques pour l'Homme :

- par la production dans la matrice du produit laitier de métabolites d'intérêt pour notre organisme comme des vitamines K, B, C, des acides aminés essentiels, des acides linoléiques conjugués, des acides organiques, etc.
- par l'action de leurs enzymes sur la matrice laitière, en réduisant, par leur transformation biochimique, la quantité de certains composés (lactose, etc.), les risques d'allergie et en améliorant la digestibilité ou en libérant des composés intéressants (peptides bioactifs, etc.)
- par eux-mêmes via leurs constituants cellulaires (action probiotique) en interagissant avec le microbiote intestinal.

Plus de 100 genres et 400 espèces de bactéries, champignons et levures ont été détectés dans le lait cru. Il a été montré que la diversité microbienne génère de la diversité sensorielle. Mais la corrélation exacte entre la présence de ces micro-organismes et la saveur est encore à préciser plus finement.



Frédéric Gaucheron,
chef de projet expert en
sciences et technologies
laitières au Cniel

Comment peut-on parler de biodiversité pour les produits laitiers ?

Parler de biodiversité dans les produits laitiers peut sembler surprenant. Mais en réalité le lien entre les micro-organismes du lait et la fabrication de produits laitiers date de l'Antiquité. Très tôt, l'Homme a constaté qu'un lait cru s'il n'est pas consommé rapidement après la traite se transforme, en quelques jours, en un lait caillé. L'Homme a su observer ces transformations. Il a su les utiliser puis en comprendre l'origine à travers l'étude de la flore microbienne contenu dans le lait cru. **Quelle que soit l'espèce dont est issu ce lait (vache, chèvre, brebis, bufflesse, chamelle, etc.), la biodiversité microbienne présente est extraordinaire. Elle est liée à de nombreux facteurs comme l'animal, le terroir, les pratiques d'élevage, de traite, etc.** Elle contribue à la qualité finale de certains produits laitiers tels que les fromages, et les laits fermentés. En parallèle de cette biodiversité naturelle, l'industrie laitière peut également ajouter volontairement et de façon contrôlée des micro-organismes d'intérêt qui présentent, eux aussi, une diversité.

Avec le temps, ces micro-organismes ont-ils pu être identifiés et leurs rôles dans la transformation compris ?

Oui, en partie, mais pas complètement. Nous ne connaissons pas tout les rôles de ces écosystèmes microbiens d'intérêt laitier. Nous savons produire le beurre, la crème, les fromages, mais ce qui se passe en termes d'interactions entre les micro-organismes et le milieu laitier dans lequel ils se développent est encore à l'origine de nombreuses recherches. Les écosystèmes laitiers, leur niveau de complexité et leurs origines diffèrent en fonction des procédés de fabrication ancestraux, traditionnels ou industriels. La France possède une diversité de produits laitiers extraordinaire qui en fait un pays moteur dans la compréhension de ces écosystèmes, aussi bien à travers la recherche que dans l'industrie. **Cette biodiversité est fondamentale pour l'innovation et la création de nouveaux produits laitiers.**

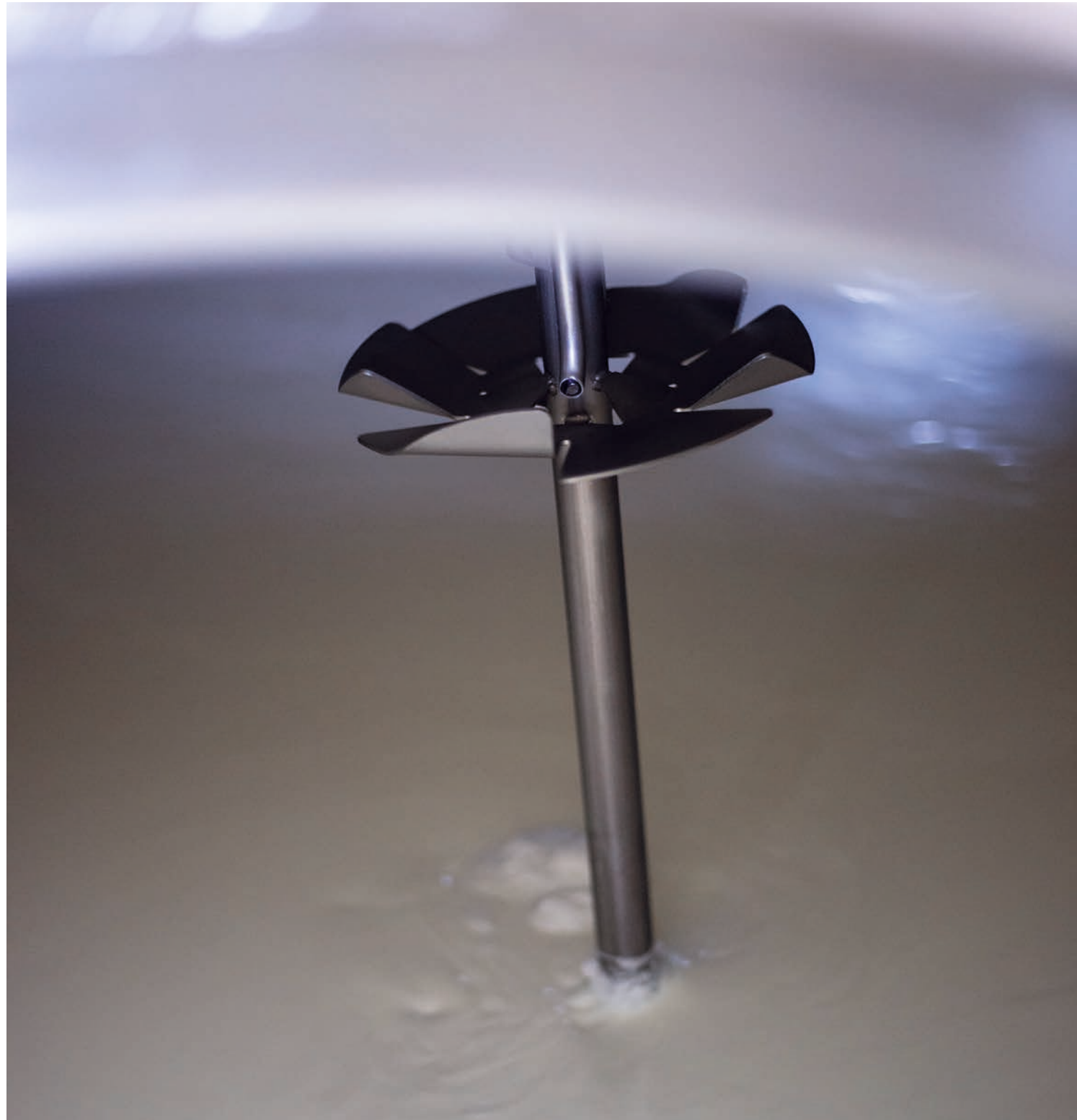
Quels sont les intérêts de ces micro-organismes finalement ?

Ces micro-organismes naturellement présents et/ou ajoutés volontairement vont donner toute la typicité du produit (goût, odeur, texture) et en même temps garantir sa qualité sanitaire. Levures, champignons, bactéries, ces micro-organismes sont nombreux. Ils modifient positivement les constituants du lait (sucre, matière grasse, protéines) avec des modes d'actions différents. Par exemple, les bactéries peuvent être lactiques ou propioniques. Les premières vont transformer le sucre majeur du lait (le lactose) pour produire de l'acide lactique et les secondes sont à l'origine de bulles de gaz qui vont former les fameux "trous" de l'emmental. Parmi les champignons, les penicilliums sont les plus connus. Ce sont eux qui donnent la couleur bleue du roquefort ou le duvet blanc de la croûte de fromages comme le camembert ou le brie. Quant aux levures, ce sont des micro-organismes unicellulaires qui se retrouvent également dans certains produits laitiers fermentés mais aussi dans d'autres produits alimentaires comme le pain, les boissons telles que les vins et bières. L'ensemble de ces micro-organismes constituent le microbiote, un terme que l'on retrouve aussi pour caractériser les micro-organismes du tube digestif chez l'Homme.

LES PRODUITS LAITIERS, DES ÉCOSYSTÈMES COMPLEXES, DYNAMIQUES ET MÉCONNUS

Les micro-organismes peuvent être présents dès le départ dans le lait cru. Ils peuvent aussi être inoculés par l'Homme pour obtenir un produit fini bien spécifique ou encore "enclencher" les processus de fermentation. Ainsi, pour certains fromages tels que le camembert, le brie, le reblochon ou le saint-nectaire, les espèces fongiques filamenteuses comme *Penicillium camemberti* ou *Fusarium domesticum* ainsi que la levure filamenteuse *Geotrichum candidum* sont communément utilisées pour donner un aspect duveteux par exemple. Dans certaines technologies, des bactéries non-levains, comme *Lactobacillus paracasei*, peuvent être ajoutées en tant que cultures auxiliaires pour optimiser le processus de maturation du fromage. Enfin, d'autres ferments d'affinage, incluant *Propionibacterium freudenreichii*, une bactérie impliquée dans la saveur et la formation de trous dans les pâtes pressées cuites (trous du gruyère), sont égalementensemencés de façon dirigée. **Ils contribuent à l'aromatisation et à la coloration de certains fromages.**

Les produits laitiers sont donc de véritables écosystèmes. Mais le fonctionnement de ces écosystèmes est complexe. Il n'est pas totalement maîtrisé par l'Homme. En effet, même si ce dernierensemence le produit durant sa transformation avec des micro-organismes bien spécifiques, des études ont montré que ceux-ci ne font pas forcément partie de la communauté microbienne dominante dans le produit fini⁽²⁶⁾. Il y a probablement des micro-organismes présents initialement dans le lait et qui jouent un rôle dans le développement du produit mais qui n'ont pas encore été clairement identifiés ! L'Homme ne connaît donc pas encore totalement le fonctionnement de tous les écosystèmes fromagers de façon précise et le travail de recherche et de développement est nécessaire.



Durant les processus de transformation du lait en produit laitier, les interactions entre le milieu et les micro-organismes apparaissent multiples et dynamiques. De plus, elles évoluent avec le temps. Par exemple, les bactéries lactiques vont dégrader le lactose du lait et former de l'acide lactique qui va acidifier le milieu. D'autres bactéries, levures et champignons ne vont pas se développer, voire disparaître, ne pouvant survivre dans un milieu aussi acide. Mais ils laisseront la place au développement d'autres espèces qui, elles, consommeront l'acide lactique. Le milieu devient plus neutre alors avec, à nouveau, une modification de la population des micro-organismes et ainsi de suite.

Des associations entre micro-organismes, durables et réciproquement profitables, se créent durant les processus de cette transformation. Il s'agit de symbioses. Ces dernières sont encore mal connues, nécessitant des travaux de recherche plus poussés, avec à la clef de nouveaux micro-organismes à découvrir. Une étude⁽²⁷⁾ portant sur 137 fromages dans 10 pays a ainsi permis d'identifier 14 genres bactériens dominants et 10 genres de levures. Parmi eux, 60 % des bactéries et 25 % des champignons n'étaient pas dans les ferments ajoutés et inventoriés par les producteurs de fromage. De plus, 30 % de ces micro-organismes étaient inconnus des bases de données.

Certains microbes limitent le développement d'autres micro-organismes potentiellement pathogènes pour l'Homme. Le respect des normes d'hygiène a donc beaucoup d'importance car elles permettent de préserver le lait des pathogènes, mais peuvent, si elles sont mal appliquées, détruire un fragile équilibre entre microbes. **Il est important de garder en mémoire que les contrôles sont nombreux tout au long de la production et que l'alimentation n'a jamais été aussi sûre pour la santé humaine qu'aujourd'hui.**

(26) Delbès C., Monnet C., Irlinger F., 2015. "Des communautés microbiennes au service de la qualité des fromages : diversité et dynamique adaptative et fonctionnelle des populations endogènes etensemencées, *Innovations Agronomiques*" 44, pp 69-86 (<https://hal.inrae.fr/hal-02641698/document>)

(27) E Wolfe et al., 2014. Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vivo studies of microbial diversity. *Cell*, 158 (2), 422-433 (<https://www.cell.com/fulltext/S0092-8674%2814%2900745-4>).

De multiples origines naturelles aux micro-organismes du lait cru

L'origine des micro-organismes retrouvés dans le lait cru dépend de ses caractéristiques biochimiques (lipides, sucres, protéines), qui elles-mêmes dépendent de la race, du stade de lactation, de la saison, de l'état sanitaire de l'animal et de son alimentation. Selon les lieux de production, les conditions d'élevage, de traite, de gestion du lait, la qualité microbiologique du lait peut être également différente. Les micro-organismes présents dans le lait viennent aussi directement de l'environnement : salle de traite, tank à lait, cave d'affinage, planche d'affinage en bois, milieu industriel, mains et habits de l'éleveur, etc.



CARACTÉRISATION, CONSERVATION ET MAÎTRISE DE CETTE BIODIVERSITÉ PAR LA FILIÈRE LAITIÈRE

Les micro-organismes sont une richesse pour la filière laitière d'où l'importance de les caractériser. **Comprendre leurs interactions entre eux mais aussi avec le milieu dans lequel ils se développent et les identifier permet de mieux maîtriser le produit final, et de protéger son identité à tous les niveaux.** Un bon exemple de cette protection est celui des fromages sous Appellations d'Origine Protégée (AOP). Pour identifier ces micro-organismes, il faut rentrer dans les caractéristiques génétiques du micro-organisme et donc travailler à l'échelle moléculaire. En effet, chaque souche a des caractéristiques génétiques propres, même si elles font partie de la même espèce. Il s'agit alors typiquement de biodiversité génétique. Pour connaître cette diversité, il est nécessaire d'utiliser des outils de biologie moléculaire permettant le séquençage de l'information génétique. Ces nouvelles technologies, en plein essor, sont appelées Omiques.

Par ailleurs, dans un contexte où l'alimentation est au cœur des préoccupations de tout un chacun, comprendre les effets des micro-organismes sur la santé humaine est très important. Mais, pour cela, il faut avant tout et de nouveau les caractériser génétiquement. L'Homme a son propre microbiote intestinal or certaines bactéries du microbiote d'aliments fermentés pourraient interagir avec ce dernier, de manière transitoire, avec des effets "individu dépendant", comme le confirme Sylvie Lortal, directrice de recherche à AgroCampus Ouest⁽²⁸⁾. Si les recherches sur le fonctionnement et les interactions de ces microbiotes n'en sont qu'à leurs balbutiements, elles restent une piste d'avenir très intéressante, notamment en cas de déséquilibre de la flore intestinale humaine.

De plus, une influence sur le système immunitaire a aussi été constatée selon une étude de 2006 que rapporte Sylvie Lortal⁽²⁹⁾. En effet, une privation d'aliments fermentés pendant plusieurs semaines a entraîné une chute de l'expression du système immunitaire inné, restauré par la consommation de bactéries lactiques.

Cette biodiversité, d'ordre génétique, a été également au cœur de débats internationaux. Ainsi, le protocole de Nagoya, issu d'une conférence mondiale en 2010 au Japon, vise, entre autres, à donner un meilleur accès aux ressources génétiques et aux avantages issus de leur utilisation. A travers ce texte réglementaire, appliqué dès 2014, il s'agissait surtout de lutter contre la "biopiraterie", autrement dit l'appropriation illégitime des ressources de la biodiversité et des connaissances traditionnelles autochtones qui y sont associées. Cette biopiraterie s'exprime, par exemple, sous la forme de dépôts de brevets, de marques sur des noms d'espèces ou de variétés caractéristiques d'une région. De ce fait, les communautés qui utilisent ces espèces, parfois depuis des milliers d'années, s'en retrouvent privées.

Pour préserver cette biodiversité, la caractériser et la mettre à disposition dans des cadres réglementaires, des banques de micro-organismes ont été créées. Ainsi, il existe des centres internationaux de ressources microbiennes (CIRM), tenus par l'INRAe. Le Cniel dispose également d'une Collection nationale de ressources génétiques pour les micro-organismes d'intérêt laitier (FranceMIL gérée par Actalia). **Dans un monde où l'innovation fait la différence sur le plan économique, la connaissance et la préservation de ces micro-organismes sont stratégiques. Elle permet à la filière laitière française de garder une longueur d'avance, notamment en termes d'innovation.**

(28) (29) Lortal, S. "Nouveau regard sur les liens entre micro-organismes du fromage et microbiote intestinal ?" décembre 2016 (<https://ritme.hypotheses.org/files/2016/12/6-LORTAL-Microbiote-Light.pdf>)



Chapitre 4

LES ENGAGEMENTS DE LA FILIÈRE LAITIÈRE POUR PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ

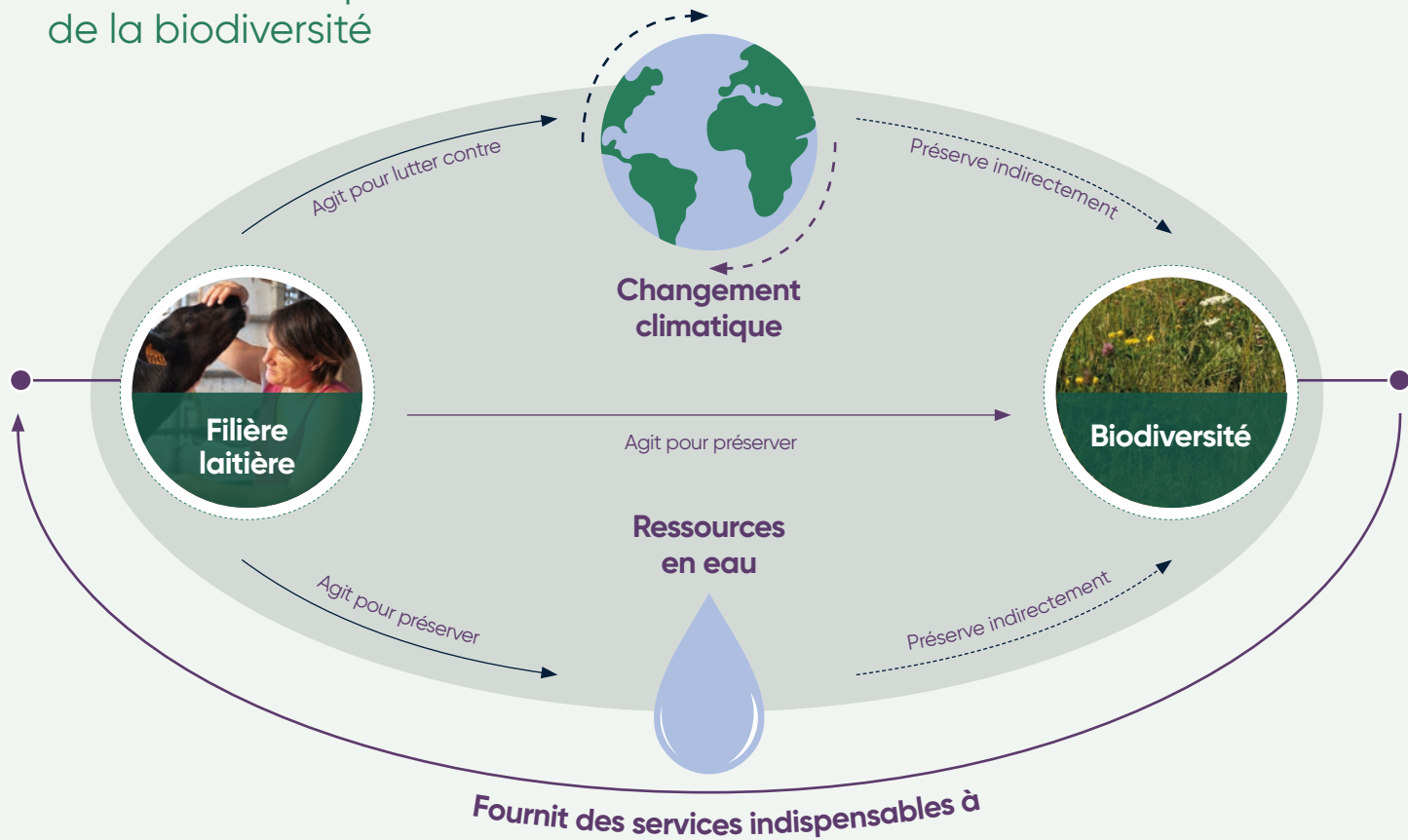


BIODIVERSITÉ ET ACTIVITÉ LAITIÈRE : UN CERCLE VERTUEUX

La filière laitière et la biodiversité sont intrinsèquement liées comme indiqué dans les précédents chapitres. De plus, le changement climatique et les pressions sur les ressources naturelles ont un impact direct sur cette relation.

Par conséquent, avoir une vision globale des engagements du secteur laitier sur les défis environnementaux est fondamental pour assurer la durabilité des productions et répondre aux attentes des citoyens.

La filière laitière, moteur dans la préservation de la biodiversité



En agissant pour préserver les ressources en eau et en engageant des démarches en faveur du climat⁽³⁰⁾, la filière laitière protège la biodiversité. En effet, pour produire un litre de lait, l'Institut de l'Élevage estime qu'il faut environ 10 litres d'eau⁽³¹⁾, d'où l'importance de préserver cette ressource aussi bien chez les éleveurs que dans les processus industriels. De plus, en favorisant le stockage de carbone dans les sols au travers des prairies et des haies⁽³²⁾, les éleveurs diminuent l'impact du changement climatique. En France, un outil a été créé pour appuyer les éleveurs dans leurs efforts de réduction de leur empreinte carbone au travers de la démarche "Ferme Laitière Bas Carbone".



(30) <https://presse.filiere-laitiere.fr/actualites/un-secteur-laitier-durable-en-europe-flc1-ef05e.html>
(31) GAC A., BECHU T. (2014). "L'empreinte eau consommative du lait et de la viande bovine et ovine : premiers repères sur des systèmes français", Renc. Rech. Ruminants, 2014, 2, pp 39-42 (<http://www.journees3r.fr/spip.php?article3788>)
(32) Est prairie permanente toute surface dans laquelle l'herbe ou d'autres plantes fourragères herbacées prédominent depuis cinq années révolues au moins – source agriculture.gouv.fr

DES OUTILS CONCRETS MIS EN PLACE PAR LA FILIÈRE

La prise en compte des défis liés à la biodiversité doit, de ce fait, s'inscrire complètement dans les démarches de progrès déployées sur le terrain. La démarche "Ferme Laitière Bas Carbone" se base sur un diagnostic environnemental réalisé dans les élevages. L'objectif principal est d'évaluer l'empreinte carbone de L'Élevage et d'identifier les leviers qui permettront de le réduire et de participer à la lutte contre le changement climatique. Par ailleurs, ces diagnostics intègrent un indicateur de biodiversité. Grâce à l'outil CAP'2ER® développé par l'Institut de l'Élevage, l'éleveur est en mesure de connaître les surfaces favorables à la biodiversité qu'il entretient (prairies, haies, infrastructures agroécologiques, etc.) Ainsi dans la construction de son Plan Carbone, avec son conseiller, il peut s'assurer que ses efforts pour réduire son empreinte carbone ne vont pas à l'encontre de sa contribution à la préservation de la biodiversité. Avec l'ensemble de ces outils, l'éleveur peut piloter son exploitation tout en protégeant l'environnement.

En 2020, plus de 11 000 élevages laitiers se sont engagés dans "Ferme Laitière Bas Carbone" !



En parallèle, le Cniel appuie directement le développement de connaissances (avec le programme Indibio par exemple) et d'outils (comme Biotex) permettant de mieux prendre en compte concrètement la biodiversité dans les choix stratégiques de la filière laitière. Le Cniel a pour objectif de diffuser l'outil Biotex en France, mais également de le faire connaître chez nos voisins européens. C'est dans ce cadre qu'il a participé, avec l'appui de l'Institut de l'Élevage, au programme Eurodairy qui avait pour objectif de stimuler les échanges entre les acteurs des filières laitières européennes sur les sujets d'avenir (dont un groupe sur la biodiversité piloté par le Cniel). L'évaluation Biotex est donc amenée à devenir un outil de référence permettant aux éleveurs de faire un état des lieux de leurs contributions à la biodiversité et d'identifier des leviers d'amélioration pertinents au regard de leur contexte et de leur stratégie.

UNE MOBILISATION GÉNÉRALE DES ACTEURS DE LA FILIÈRE

L'Interprofession laitière travaille aux côtés de l'ensemble de ses parties prenantes pour construire une filière écoresponsable et développer un modèle de production durable tout en respectant l'environnement. Dans le cadre de la démarche de responsabilité sociétale "France Terre de Lait", la filière échange avec les ONG de protection de l'environnement sur les impacts environnementaux de la production laitière.

Dans le cadre de cette concertation, un indicateur de l'évaluation de la biodiversité est travaillé pour pouvoir mesurer la contribution de la production laitière à la biodiversité. La biodiversité pourra ainsi devenir un engagement à intégrer dans le socle "France Terre de Lait", c'est-à-dire un indicateur de progrès pour l'ensemble du lait et des produits laitiers fabriqués en France.



Entretien avec Caroline Le Poutier, directrice générale du Cniel

Comment la filière laitière prend en compte les enjeux climatiques ?

Le développement durable et les attentes du consommateur ont toujours été au centre des préoccupations de notre filière laitière, de la production à la transformation et jusqu'au consommateur. Il nous semble important d'exprimer nos engagements pour l'avenir et les progrès réalisés. Notre démarche de responsabilité sociétale "France, Terre de Lait" prend notamment en compte les enjeux climatiques, mais pas uniquement. Nous travaillons selon quatre axes de performance : la performance économique et sociale pour que chaque acteur puisse vivre de son métier, la performance sanitaire parce que la confiance des consommateurs est une priorité, la performance alimentaire pour s'inscrire dans une démarche de consommation responsable et la performance de productions responsables pour garantir le bien-être animal et préserver l'environnement en réduisant au maximum l'impact de nos activités. Tous les acteurs de la filière sont pleinement mobilisés à ce projet collectif.

Comment rendre public l'engagement environnemental de la filière laitière ?

Depuis trois ans, la filière laitière française s'est engagée au niveau européen dans un programme de communication en faveur de l'environnement. Ce programme a une triple ambition. Tout d'abord, contribuer à améliorer l'image du secteur laitier en matière de préservation des ressources naturelles, en valorisant les différents programmes mis en place par la filière. Par exemple, le programme Aquarel vise à appuyer les transformateurs laitiers pour préserver l'eau, ou encore le programme Climalait apporte des outils aux éleveurs pour anticiper et s'adapter aux changements climatiques. Il nous revient aujourd'hui de communiquer sur les résultats obtenus et les engagements pris. Puis, améliorer la visibilité des acteurs de la filière quant à leur réactivité en matière de responsabilité sociétale. Ainsi, la filière a obtenu cet automne la norme ISO 26000, niveau 2 pour sa démarche de responsabilité sociétale "France, Terre de lait". Et enfin, sensibiliser sur le fait que la prise en compte de l'environnement dans la stratégie de filière est une nécessité pour la production laitière. Chaque année, nous prenons la parole au niveau européen pour valoriser un sujet spécifique sur lequel la filière agit. Après avoir présenté nos travaux liés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à l'usage de l'eau, nous mettons l'accent sur la biodiversité.

Pourquoi la filière laitière s'intéresse-t-elle à la question de la biodiversité ?

La biodiversité est une richesse extrêmement précieuse pour la filière laitière. La biodiversité dite ordinaire est indispensable à nos activités d'élevage, et la biodiversité microbienne à la transformation du lait en produits laitiers de qualité pour les consommateurs. En agissant pour sa préservation, la filière laitière s'assure d'une relation gagnant-gagnant et du maintien de l'équilibre des écosystèmes. En intégrant la biodiversité à travers différents programmes comme Biotex ou Indibio, nous avons parfaitement conscience de préserver le développement de nos activités et leur pérennité. C'est une première étape dans notre action, nous avons la volonté d'aller plus loin.

LA FILIÈRE LAITIÈRE EN FRANCE

EN 2020

| Chiffres clés

53798

fermes livrant
du lait de vache



66

vaches laitières par
ferme en moyenne



2^{ème}

pays producteur de lait
de vache en Europe,
avec 23,8 milliards de litres
de lait collectés (16 % de
la collecte européenne)

9

éleveurs laitiers
sur 10 ont signé
la Charte des
bonnes pratiques
d'élevage

732

sites de
transformation

Plus de
1500

références de fromages,
beurres et crèmes

De nombreux labels
(AOP, IGP, AB, Label Rouge...)

Sources : L'économie laitière en chiffres, édition 2020. Cniel.

| Importance économique de la filière laitière



38,7 milliards
d'euros de chiffre
d'affaires

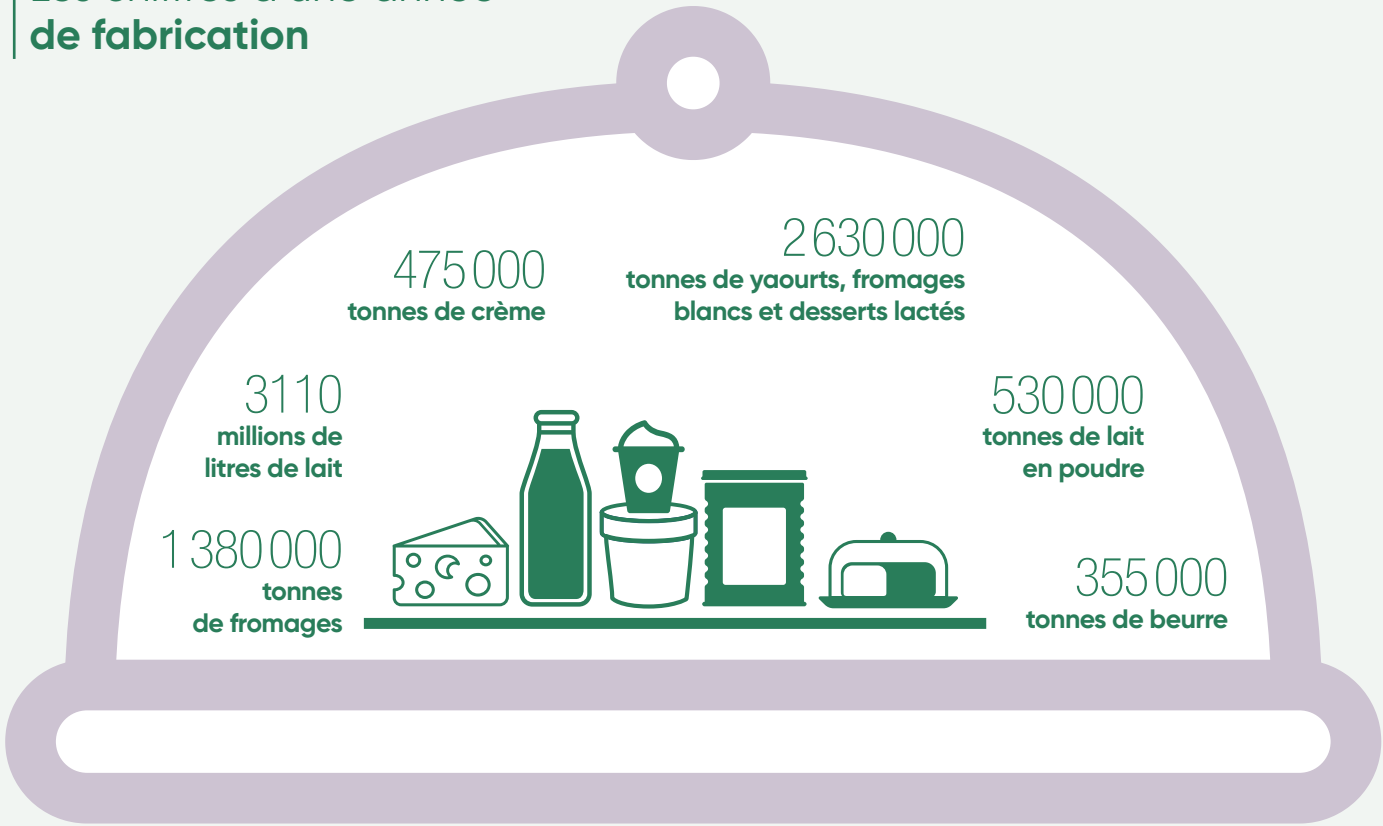


+ de 300 000
emplois répartis
sur tout le territoire



85% des salariés
de la filière habitent dans
des communes de moins
de 15 000 habitants

| Les chiffres d'une année de fabrication





OCTOBRE 2020

Crédits Photos : Gettyimages - CNIEL



CAMPAGNE FINANCÉE AVEC
LE CONCOURS
DE L'UNION EUROPÉENNE



@LaitEtClimat

ENJOY
IT'S FROM
EUROPE



Le contenu de ce document représente le point de vue de l'auteur uniquement et relève de sa responsabilité exclusive.
La Commission européenne décline toute responsabilité quant à l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient.