



COMMISSION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Point 6 de l'ordre du jour provisoire

GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE INTERGOUVERNEMENTAL SUR LES RESSOURCES ZOOGÉNÉTIQUES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Douzième session

18-20 janvier 2023

LES MICRO-ORGANISMES INTERVENANT DANS LA DIGESTION DES RUMINANTS

TABLE DES MATIÈRES

| | Paragraphes |
|---|-------------|
| I. INTRODUCTION..... | 1-6 |
| II. CONTEXTE | 7-9 |
| III. VUE D'ENSEMBLE, SITUATION ET ÉVOLUTIONS | 10-18 |
| IV. CARACTÉRISATION ET CONSERVATION | 19-22 |
| V. UTILISATION DURABLE | 23-26 |
| VI. CADRES POLITIQUES, JURIDIQUES ET INSTITUTIONNELS..... | 27-31 |
| VII. LACUNES, BESOINS ET ACTIONS POSSIBLES | 32-33 |
| VIII. SUITE QUE LE GROUPE DE TRAVAIL EST INVITÉ À DONNER..... | 34 |

1. À sa 17^e session ordinaire, la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (ci-après «la Commission») a adopté le Plan de travail concernant la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques des micro-organismes et des invertébrés pour l'alimentation et l'agriculture (ci-après «le Plan de travail»)¹. Le Plan de travail considère les micro-organismes et les invertébrés en tant que groupes fonctionnels et prévoit que les deux groupes fonctionnels que la Commission examinera à sa 19^e session ordinaire, prévue en 2023, seront:
i) les micro-organismes et invertébrés des sols, sachant que la priorité sera donnée aux organismes qui participent à la bioremédiation et au cycle des nutriments et ii) les micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants.
2. À sa 18^e session ordinaire, la Commission a décidé que le Groupe de travail technique intergouvernemental sur les ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (ci-après «le Groupe de travail») se chargerait des travaux sur les micro-organismes importants pour la digestion des ruminants à sa prochaine session².
3. Le Plan de travail prévoit que chaque groupe fonctionnel sera examiné sur la base des données suivantes: un résumé de la situation et des évolutions en matière de conservation, d'utilisation, d'accès et de partage des avantages, se fondant sur les travaux précédents de la Commission, la littérature existante et, le cas échéant, une enquête ouverte rassemblant éventuellement les meilleures pratiques en matière d'utilisation durable et de conservation; une cartographie des organisations régionales et internationales et autres organismes les plus pertinents pour le groupe fonctionnel et le recensement des domaines stratégiques dans lesquels une collaboration est possible; et une analyse des lacunes et des besoins, ainsi que des possibilités pour la Commission et ses membres d'y répondre³.
4. Les travaux précédents concernant les micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants entrepris sous les auspices de la Commission comprennent la publication, en 2012, de l'étude de référence n° 61, intitulée *Micro-organisms and ruminant digestion: state of knowledge, trends and future prospects* (micro-organismes et digestion des ruminants: état des connaissances, évolutions et perspectives) et, en 2019, de la section 5.8, consacrée à la diversité microbienne du rumen, dans *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture* (l'état de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde).
5. Comme suite au Plan de travail, la FAO a demandé à l'Université Queen's de Belfast (Royaume-Uni) d'élaborer une étude de référence sur l'utilisation durable et la conservation des micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants. On trouvera un projet de cette étude dans le document portant la cote CGRFA/WG-AnGR-12/23/6/Inf.1.
6. Le présent document s'appuie sur les conclusions du projet d'étude pour présenter une vue d'ensemble de l'état des micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants et de leur gestion, et invite le Groupe de travail à donner les indications sur la manière de faire avancer les travaux de la Commission concernant ces micro-organismes.

I. CONTEXTE

7. La production de ruminants est très importante pour faire face à deux des principaux défis auxquels le monde est confronté: l'amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition d'une population mondiale croissante et l'atténuation du changement climatique. Les ruminants peuvent transformer en aliments comestibles riches en protéines et en micronutriments du matériel végétal non comestible pour les humains en raison de sa teneur élevée en fibres. Cependant, le système digestif des ruminants produit une quantité importante de méthane, qui est un gaz à effet de serre. Les micro-organismes, en particulier ceux qui vivent dans le rumen – poche principale située dans la partie antérieure de l'estomac des ruminants – sont essentiels pour assurer les capacités digestives des ruminants et le rôle d'émetteurs de méthane de ces derniers.

¹ CGRFA-17/19/Report, *appendice E*.

² CGRFA-18/21/Report, paragraphe 92.

³ CGRFA-17/19/Report, *appendice E*, paragraphe 7.

8. Le rumen est un écosystème complexe et dynamique composé de bactéries anaérobies, de protozoaires, de champignons anaérobies, d'archées méthanogènes et de bactériophages. Les hydrates de carbone consommés par un ruminant sont dégradés par les micro-organismes dans le rumen, selon un processus qui entraîne la production de divers acides gras volatils que l'animal utilise comme source d'énergie. Cependant, le processus produit également de l'hydrogène, utilisé par les archées présentes dans le rumen pour transformer le dioxyde de carbone en méthane, que l'animal rejette dans l'atmosphère par voie orale.

9. Les caractéristiques du microbiome du rumen (assemblage ou communauté de micro-organismes présents dans le rumen) influent sur l'apport en nutriments à l'animal et la quantité d'hydrogène disponible pour les archées méthanogènes. Par conséquent, la manipulation du biome du rumen pourrait permettre d'améliorer la nutrition animale et de réduire les émissions de méthane. La nécessité de comprendre l'écologie du rumen et le rôle des micro-organismes qu'il héberge s'en trouve plus que jamais renforcée.

II. VUE D'ENSEMBLE, SITUATION ET ÉVOLUTIONS

10. Le microbiome du rumen fait l'objet d'études depuis de nombreuses décennies. Les bactéries du rumen, qui constituent le groupe des micro-organismes les plus nombreux et les plus divers du rumen, assurent de multiples fonctions, notamment la dégradation de l'amidon, de la cellulose, des protéines et des graisses. Nombre d'entre elles sont considérées comme généralistes (réalisant un large éventail de fonctions) tandis que d'autres sont plus spécialisées. Bien que d'importants progrès technologiques aient été réalisés au cours des dix dernières années, les fonctions des bactéries du rumen et leurs interactions avec l'hôte et les autres constituants du microbiome du rumen sont encore mal connues. Établir la taxonomie des bactéries du rumen reste une difficulté majeure. Certains taxons de bactéries prédominent quantitativement, mais des études ont montré que ceux présents en plus petits nombres pouvaient avoir une plus grande influence sur l'écosystème du rumen.

11. Au cours des dernières années, des approches s'appuyant sur le séquençage ont donné un aperçu des fonctions des bactéries du rumen et des effets de facteurs tels que la génétique de l'hôte, l'alimentation de ce dernier et l'utilisation d'additifs dans les aliments pour animaux. Ces approches sont également essentielles pour identifier les substances bioactives présentes dans le rumen susceptibles d'être utilisées dans l'industrie de la biotechnologie. La capacité à cultiver les bactéries du rumen s'est considérablement améliorée au cours des dernières années.

12. Du fait de leur rôle dans la méthanogenèse, décrit ci-dessus, les archées du rumen sont une cible privilégiée de la recherche sur le microbiome du rumen. Comme elles sont strictement anaérobies, il est difficile de les cultiver hors du rumen. Cependant, elles peuvent être cultivées en laboratoire, et des connaissances nouvelles ont été acquises concernant leur taxonomie, les moyens dont elles produisent du méthane et leurs interactions avec d'autres types de micro-organismes du rumen, comme les protozoaires et les champignons.

13. Les bactéries constituent le groupe de micro-organismes du rumen le plus nombreux, mais les protozoaires occupent le plus d'espace dans le rumen (jusqu'à 50 pour cent). Les protozoaires du rumen restent sous-étudiés car il est difficile de les cultiver et leur structure génétique complexe complique l'étude de leur génome. Cette dernière difficulté explique le fait que seul le génome d'un protozoaire du rumen (*Epidinium caudatum*) ait été séquencé. La fonction des protozoaires du rumen reste discutée. Certains sont fibrolytiques, tandis que d'autres dégradent les hydrates de carbone «simples». Les processus associés facilitent la dégradation du fourrage et augmentent la disponibilité des nutriments pour l'animal hôte. Cependant, les protozoaires jouent également un rôle dans la méthanogenèse. On a constaté que les animaux dont le rumen avait été défauné (privé de ses protozoaires par un moyen chimique) émettaient moins de méthane que les autres. De plus, le gain de poids moyen journalier et la production laitière sont supérieurs chez les animaux défaunés. Cependant, la contribution à la dégradation de la matière végétale et à la production de méthane varient considérablement suivant les protozoaires du rumen, la défaunation totale n'est peut-être pas la stratégie optimale. Or, il reste difficile de retirer de manière sélective des types particuliers de protozoaires du rumen.

14. Les champignons anaérobies du rumen ont un fort pouvoir de dégradation des fibres grâce à leur large éventail d'enzymes dégradant les hydrates de carbone et à leur capacité à pénétrer physiquement la paroi cellulaire des végétaux. Cette dernière capacité bénéficie à d'autres populations microbiennes du rumen, car elle accroît la surface disponible pour la colonisation. L'activité des champignons anaérobies est renforcée par les archées méthanogènes, connues pour s'attacher physiquement à la biomasse fongique anaérobie. On a montré que les champignons anaérobies pouvaient être utilisés pour améliorer la prise alimentaire, la digestibilité des aliments pour animaux, l'efficacité de l'alimentation animale, le gain de poids journalier et la production laitière. Cependant, ils ne sont pas étudiés de manière habituelle bien que l'on dispose de cultures appropriées.

15. Les virus, y compris les bactériophages (virus qui utilisent des bactéries comme hôtes), font également partie du microbiome du rumen. Les bactériophages ont été isolés du rumen dès les années 1960. Ils ont fait l'objet de travaux de recherche au cours des années 1970 et 1980, mais seuls ceux susceptibles de trouver des applications biotechnologiques ont été caractérisés et conservés dans des collections de cultures. Plus récemment, des études ont permis d'isoler d'autres bactériophages et de séquencer leur génome. On a appris, dans d'autres contextes, que les bactériophages altéraient l'écologie des microbiomes. Cependant, leur rôle dans le rumen est mal connu.

16. L'analyse des microbiomes du rumen de différentes espèces hôtes dans différentes parties du monde a montré qu'une communauté principale de micro-organismes prédominait. Les variations sont essentiellement dues à l'alimentation de l'hôte, mais sont aussi liées à l'espèce, à la race et à la génétique particulière de celui-ci. La présence de groupes mineurs d'organismes du rumen spécifiques à certaines zones géographiques est probablement liée à des variations relatives au climat dans le matériel végétal consommé ou à la présence de races de ruminants localement adaptées. Il est probable que les micro-organismes de ces groupes «mineurs» jouent un rôle important dans l'adaptation de leurs hôtes aux conditions environnementales locales et représentent des réserves de diversité génétique qui doivent être préservées et dont on pourrait tirer davantage parti.

17. Le microbiome du rumen n'est pas constant tout au long de la vie de l'animal. Les veaux nouveau-nés sont généralement qualifiés de «préruminants» et leur système digestif fonctionne plus comme celui de jeunes animaux monogastriques que comme celui de ruminants adultes. Le passage de l'état de préruminant à celui de ruminant s'effectue entre l'âge de 4 et 8 semaines et est étroitement lié à la colonisation et à l'établissement du microbiome au début de la vie. Les données suggèrent que certains microbes, qui constituent un groupe de base, sont acquis très tôt et persistent jusqu'à l'âge adulte, bien que leur nombre varie au fil du temps. Cependant, plusieurs études ont mis en évidence des différences dans les assemblages microbiens au début de la vie, lesquelles peuvent être dues à des approches de gestion différentes. On constate que des facteurs tels que la méthode de mise bas, l'alimentation avant le sevrage, l'âge du sevrage, l'alimentation au début de la vie et l'inoculation avec du fluide de rumen peuvent influencer sur le microbiome au début de la vie.

18. La tendance à l'industrialisation et à l'homogénéisation des pratiques de gestion des animaux rend globalement élevé le risque de perte de diversité locale des micro-organismes du rumen. Par exemple, on a observé que la supplémentation alimentaire avec des hydrates de carbone facilement assimilables, communément pratiquée dans les systèmes plus industrialisés, entraînait une simplification de la communauté microbienne du rumen, qui se traduisait par un appauvrissement de la diversité bactérienne et des concentrations en micro-organismes fibrolytiques plus faibles. De même, on a établi un lien entre l'augmentation de l'efficacité de l'alimentation des ruminants (objectif essentiel de l'agriculture destinée aux ruminants du fait de la nécessité de nourrir de manière durable une population mondiale croissante) et la réduction de la diversité du microbiome du rumen. Un lien a également été établi entre les stratégies s'appuyant sur l'utilisation d'additifs dans les aliments pour ruminants dans le but de réduire la production de méthane par ces animaux et les altérations de leur microbiome, susceptibles d'accentuer l'homogénéisation de celui-ci dans le monde.

III. CARACTÉRISATION ET CONSERVATION

19. Les évolutions décrites à la fin de la section ci-dessus mettent en évidence la nécessité de recenser et de répertorier les communautés de micro-organismes du rumen. La Collection Hungate⁴, projet phare récemment mené par l'Alliance mondiale de recherche sur les gaz à effet de serre en agriculture (GRA), qui a permis de répertorier 501 génomes de bactéries et d'archées du rumen, a constitué une avancée majeure dans ce domaine. Cependant, le projet a pris fin, faute de fonds, et un grand nombre de génomes de microbes du rumen restent indisponibles. Certains taxons de bactéries sont sous-représentés dans la Collection Hungate en comparaison de leur représentation dans l'ensemble de données Global Rumen Census (précédent projet phare de la GRA), et les génomes de bactéries du rumen dites incultivables ainsi que les génomes assemblés par métagénomique sont largement sous-représentés.

20. Au cours de la dernière décennie, des progrès technologiques considérables ont été accomplis dans la science concernant le rumen, en particulier dans les technologies «omiques». Cependant, s'ils ont été utiles pour établir une corrélation entre le microbiome du rumen et le phénotype de l'hôte, ils n'ont pas été suivis de progrès importants dans la confirmation des fonctions de micro-organismes particuliers. Un catalogue amélioré de cultures microbiennes pures du rumen sera nécessaire à l'accomplissement de progrès dans ce domaine.

21. Les collections de cultures en accès libre, comme celles du Leibniz Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures⁵, en Allemagne, et l'American Type Culture Collection⁶, aux États-Unis d'Amérique, sont essentielles à la préservation de la diversité génétique microbienne dans le monde ainsi que pour assurer l'accès libre des parties prenantes. Cependant, de nombreux isolats ne sont pas déposés dans les collections de cultures, car la législation n'oblige pas à le faire. En raison de préoccupations relatives à la propriété intellectuelle, de nombreux microbes susceptibles d'avoir une utilisation commerciale restent dans des installations de stockage individuelles, même après avoir fait l'objet d'un brevet et d'une publication.

22. Les connaissances relatives aux micro-organismes du rumen liés à des zones locales particulières sont généralement insuffisantes, et très peu d'entre eux sont cultivés.

IV. UTILISATION DURABLE

23. Comme indiqué ci-dessus, la gestion efficace du microbiome du rumen peut contribuer à atténuer les émissions de méthane provenant des systèmes de production de ruminants. Modifier l'alimentation de l'animal hôte est le moyen le plus simple d'entraîner un changement immédiat du microbiome du rumen et de la quantité de méthane produite. On compte parmi les interventions possibles celles qui diminuent les émissions par unité de produit et celles qui entraînent une diminution absolue des émissions. Les premières comprennent l'augmentation des niveaux d'alimentation, la réduction de la maturité et l'augmentation de la digestibilité du fourrage, ainsi que la diminution du rapport fourrage/aliments concentrés dans l'alimentation. Les secondes comprennent la supplémentation de l'alimentation avec des inhibiteurs du méthane (par exemple le 3-nitrooxypropanol [3-NOP, connu sous le nom commercial de Bovaer[®]], qui inhibe la dernière étape de la méthanogenèse du rumen), des fourrages tannifères, des puits à électrons (produits chimiques ou populations microbiennes qui utilisent l'hydrogène, réduisant la quantité disponible pour la méthanogenèse), des huiles et graisses, ou des graines oléagineuses. Les résultats obtenus sont prometteurs, mais les mécanismes intervenant dans de nombreuses approches alimentaires restent mal compris.

24. On a montré que le génome de l'hôte influait sur le microbiome du rumen, et des données récemment obtenues au niveau mondial attestent la possibilité d'élever des ruminants émettant moins de méthane. Une telle approche pourrait permettre de réduire les émissions de méthane de 30 pour cent au maximum, qu'il s'agisse des émissions journalières de méthane (g/jour), de la production de méthane (g/kg de matière sèche ingérée) ou de l'intensité de méthane (g/kg ou litre de produit généré).

⁴ <https://genome.jgi.doe.gov/portal/HungateCollection/HungateCollection.info.html>.

⁵ <https://www.dsmz.de/>.

⁶ <https://www.atcc.org/>.

Là encore, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour éclaircir les mécanismes qui sous-tendent les effets observés.

25. Outre l'importance qu'il revêt en matière d'atténuation du changement climatique, le microbiome du rumen (et, de manière plus générale, le microbiome de l'appareil digestif des ruminants) joue également un rôle substantiel dans les activités de mise en œuvre de l'approche «Une seule santé»⁷. De nombreuses études ont démontré le caractère interdépendant du microbiome des êtres humains, des animaux et de l'environnement, soulignant la nécessité d'adopter une approche intégrée pour répondre à des problèmes tels que la propagation de la résistance aux antimicrobiens. Les bactéries du rumen possèdent des gènes conférant une résistance aux antimicrobiens qui peuvent être facilement transférés dans d'autres bactéries. Les populations microbiennes du rumen offrent également de nouveaux composés bioactifs pouvant être utilisés pour améliorer la santé humaine, animale et environnementale, par exemple dans le développement de nouveaux antimicrobiens ou en bioraffinerie.

26. Pendant de nombreuses années, les antibiotiques ont été utilisés comme activateurs de croissance dans les aliments pour animaux en raison des avantages qu'ils peuvent conférer en matière de santé animale et d'efficacité de l'alimentation animale. À la suite de l'interdiction d'utiliser les antibiotiques comme agents prophylactiques ou activateurs de croissance dans de nombreux pays, d'autres approches ont gagné du terrain, notamment l'administration directe d'agents microbiens (sources de micro-organismes vivants existant dans la nature). L'utilisation de cette méthode chez les ruminants n'en est encore qu'à ses débuts, mais un lien a été établi entre celle-ci et l'amélioration de la santé des jeunes animaux, l'augmentation de la production laitière et l'amélioration de la croissance, ce qui laisse à penser qu'elle pourrait constituer une solution de remplacement à l'utilisation des antimicrobiens.

V. CADRES POLITIQUES, JURIDIQUES ET INSTITUTIONNELS

27. Les cadres politiques et juridiques intéressant la gestion des micro-organismes du rumen comprennent ceux relatifs au changement climatique, à la conservation, à l'utilisation et à l'échange de biodiversité, à la sécurité sanitaire des aliments destinés aux êtres humains ou aux animaux, et à la commercialisation.

28. Les politiques relatives au climat influent de plus en plus sur la disponibilité de fonds destinés aux travaux sur les micro-organismes du rumen, de nombreux bailleurs de fonds donnant la priorité aux activités visant à optimiser le microbiome du rumen aux fins de la réduction des émissions de méthane. Cependant, les cadres réglementaires peuvent entraver l'adoption de telles technologies en raison du temps nécessaire à l'obtention de l'approbation de leur mise en œuvre. L'étiquetage des produits mentionnant que la production de ceux-ci a engendré des émissions de méthane réduites constitue souvent une zone grise dans la réglementation. Lorsque les consommateurs ne sont pas en mesure ou ne sont pas disposés à prendre en charge le coût de ces innovations répercuté sur les prix du marché, l'intervention des pouvoirs publics peut être nécessaire pour faciliter la commercialisation de ces produits. Dans certains pays, les coûts liés aux politiques relatives à l'approbation et à l'utilisation des additifs destinés aux aliments pour animaux peuvent être dissuasifs. Des stratégies telles que la promotion de l'utilisation de légumineuses et de fourrages riches en tannins comme aliments pour animaux peuvent être moins coûteuses mais ont moins d'effets sur les émissions.

29. Le Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relatif à la Convention sur la diversité biologique (le Protocole de Nagoya) a augmenté la bureaucratie nécessaire pour l'échange de micro-organismes de

⁷ Le principe «Une seule santé» consiste en une approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Il reconnaît que la santé des humains et celle des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) sont étroitement liées et interdépendantes. Groupe d'experts de haut niveau pour l'approche Une seule santé (OHHLEP), Adisasmito, W. B., Almuhairi S., Behraves C. B., Bilivogui P., Bukachi S. A., *et al.* 2022. One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLoS Pathogens*, 18(6): e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>.

ruminants, ce qui a suscité des préoccupations chez les personnes participant à l'utilisation et à la conservation de ceux-ci à l'échelle mondiale.

30. La plupart des organismes de financement et des revues scientifiques ont une politique d'accès libre selon laquelle lorsque des articles sont soumis pour examen, toutes les données sur lesquelles ils s'appuient doivent avoir été rendues publiques. Cependant, dans le cas de publications portant sur des travaux de recherche qui concernent de nouveaux isolats microbiens, il n'y a pas d'obligation de permettre l'accès libre à l'isolat en déposant celui-ci dans une collection de cultures avant la publication. Par conséquent, peu d'isolats sont mis en libre accès aux fins de la poursuite de la recherche et dans l'intérêt de la société. Cela constitue un défi majeur et des changements à cet égard sont nécessaires. Toutefois, il convient de noter que ces changements requerront une amélioration de l'infrastructure des collections de cultures existantes afin que les organisations qui en sont responsables puissent conserver et mettre à disposition un nombre accru d'isolats.

31. Les institutions et les réseaux essentiels qui travaillent à la conservation et à l'utilisation durable des micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants comprennent les collections de cultures mentionnées à section IV, la GRA (également mentionnée à la section IV), le Groupe de recherche sur l'élevage et le Réseau de génomique microbienne du rumen de la GRA, ainsi qu'un certain nombre d'universités et d'établissements de recherche dans le monde, qui ont des capacités importantes en matière d'isolation et de conserver des microbes des ruminants et possèdent leurs propres collections. Il est probable que le secteur privé possède également des collections, mais les informations à ce sujet ne sont pas accessibles au public. Outre les projets de la GRA mentionnés ci-dessus, plusieurs autres grands projets visent à promouvoir la collaboration des parties prenantes au niveau international, notamment les projets MASTER (Microbiome Applications for Sustainable food systems through Technologies and Enterprise [applications du microbiome pour des systèmes alimentaires durables grâce aux technologies et à l'entreprise])⁸ et Holoruminant⁹ de l'initiative Horizon 2020 de l'Union européenne. Des parties prenantes de pays en développement font part de leurs difficultés à participer aux activités de collaboration en raison d'un manque de financement.

VI. LACUNES, BESOINS ET ACTIONS POSSIBLES

32. L'examen de la littérature et les réponses à un questionnaire informel envoyé aux membres du Réseau de génomique microbienne du rumen de la GRA ont mis en évidence les lacunes et les besoins suivants:

- *Recherche.* Il reste beaucoup à faire pour améliorer les connaissances relatives au microbiome du rumen et à ses fonctions. Les priorités comprennent l'amélioration des techniques de culture des micro-organismes du rumen et l'étude de la possibilité de recourir à des isolats pour l'administration directe d'agents microbiens afin de réduire les émissions de méthane.
- *Collections de cultures.* Il est nécessaire que les revues scientifiques insistent sur l'importance du dépôt, dans des collections de cultures en libre accès, des micro-organismes utilisés dans les travaux de recherche dont elles publient les résultats. Il convient d'améliorer la capacité des collections de cultures afin qu'elles puissent recevoir de dépôts supplémentaires.
- *Cadres politiques.* Les politiques, la législation et les dispositifs institutionnels pertinents, y compris ceux relatifs à l'accès, au partage des avantages et à la propriété intellectuelle, doivent être revus et, le cas échéant, mis à jour en vue d'assurer un cadre approprié propice à la recherche et à la collaboration sur les micro-organismes du rumen et leur gestion. Il est également nécessaire de mettre en place des politiques promouvant l'adoption d'innovations résultant de la recherche dans ce domaine susceptibles de contribuer à réduire les émissions de méthane.

⁸ <https://www.master-h2020.eu/>.

⁹ <https://holoruminant.eu/>.

33. Les mesures suivantes pourraient être prises pour améliorer l'utilisation durable et la conservation des micro-organismes du rumen aux niveaux mondial et national, y compris, éventuellement, par la Commission et ses membres:

- mettre en place un groupe d'experts mondial chargé d'établir l'ordre de priorité des activités liées à la gestion des micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants et de recenser les menaces qui pèsent sur l'utilisation durable et la conservation de ces organismes;
- assurer la mobilisation de ressources suffisantes pour les initiatives de recherche mondiales portant sur la culture, le catalogage et la gestion des micro-organismes du rumen;
- promouvoir des politiques garantissant le dépôt de tous les isolats microbiens en culture pure dans des collections de cultures en libre accès avant la publication des données relatives aux organismes concernés;
- renforcer les moyens des organismes gérant des collections de cultures accessibles au public afin qu'ils puissent faire face à la demande accrue qui résulterait d'une politique requérant le dépôt d'isolats;
- promouvoir le financement de la recherche sur la gestion du microbiome du rumen, en particulier concernant la sélection des ruminants et les innovations en matière d'alimentation;
- promouvoir les innovations politiques et juridiques qui facilitent l'échange d'échantillons de micro-organismes du rumen dans le monde;
- prendre des mesures d'incitation pour encourager la collaboration à l'échelle mondiale, notamment la collaboration associant les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire.

VII. SUITE QUE LE GROUPE DE TRAVAIL EST INVITÉ À DONNER

34. Le Groupe de travail souhaitera peut-être:

- i. prendre note du projet d'étude et formuler des observations à son sujet;
- ii. recommander que la Commission demande à la FAO de mettre la dernière main à l'étude et de la diffuser;
- iii. fournir des avis à la Commission sur la suite qu'elle pourrait donner aux conclusions et aux recommandations issues de l'étude, et sur les mesures de suivi à prendre pour que la Commission et ses membres continuent de renforcer leurs travaux sur les micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants.
- iv. recommander que la Commission demande à la FAO de veiller à ce que les conclusions de l'étude soient prises en considération dans ses travaux relatifs aux micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants;
- v. recommander que la Commission invite les pays à promouvoir l'utilisation durable et la conservation des micro-organismes intervenant dans la digestion des ruminants et fasse en sorte qu'ils soient dûment pris en considération dans l'élaboration des politiques et les politiques elles-mêmes aux échelons local, national, régional et international.