

Document public



Synthèse des réponses au questionnaire « Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement »

Étude réalisée dans le cadre du colloque BiomInnov

Rapport final

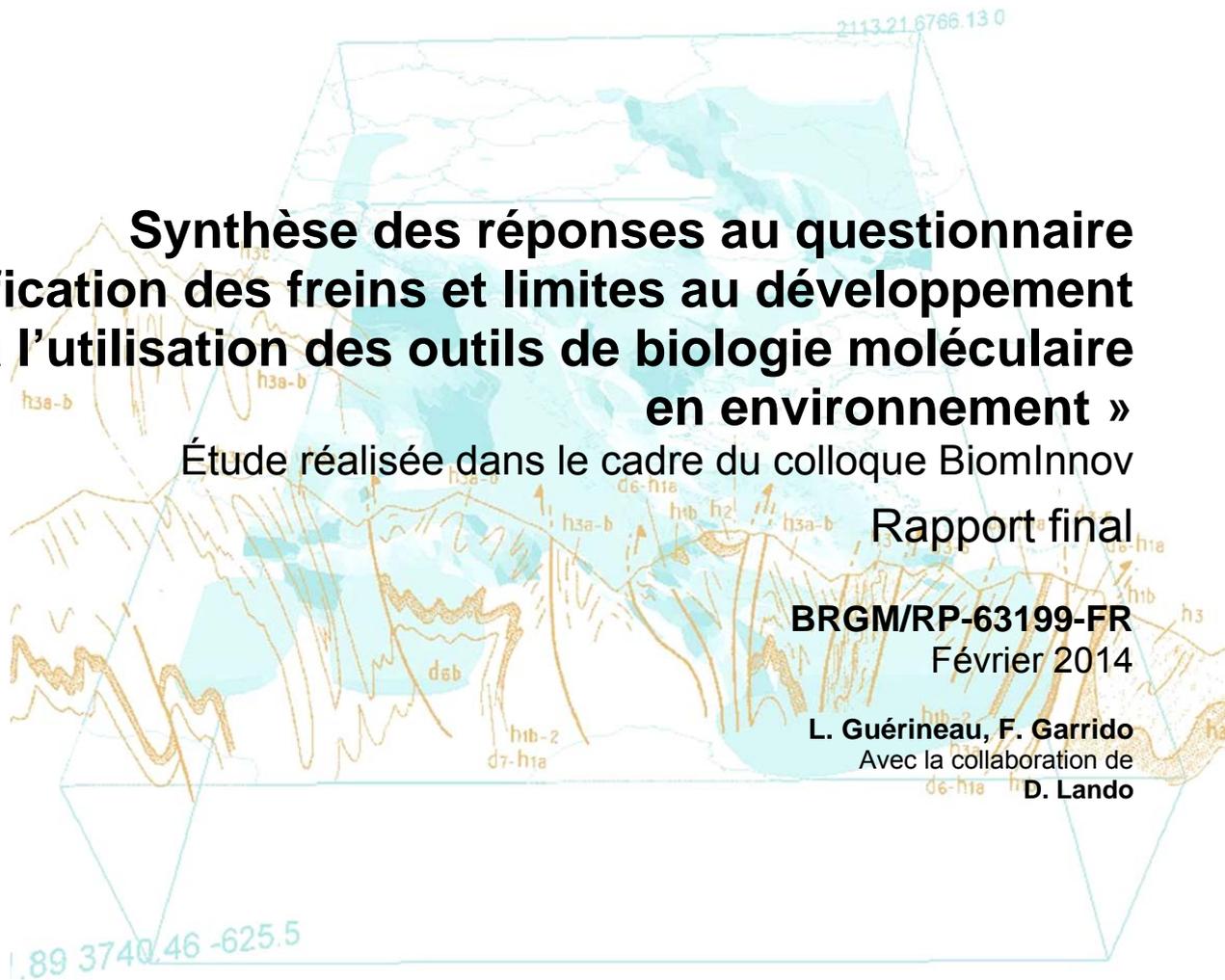
BRGM/RP-63199-FR

Février 2014

L. Guérineau, F. Garrido

Avec la collaboration de

D. Lando



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Étude réalisée dans le cadre du colloque BIOMINNOV « La biologie moléculaire appliquée à l'Environnement et au service de l'innovation industrielle » organisée en partenariat entre ADEBIOTECH et le BRGM.

Ce document a été vérifié par : Dominique MORIN (Direction de la Stratégie) date : 10/02/2014

Approbateur :

Nom : N. DORFLIGER Fonction : Directrice D3E Date : 26/02/2014 Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots-clés : Environnement, Biologie moléculaire, Outils moléculaires, Enquête, Surveillance environnementale.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Guerineau L., Garrido F. (2014) - Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement. Rapport BRGM/RP-63199-FR, 24 p., 26 fig., 1 ann.

© BRGM, 2014, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Ce rapport synthétise les résultats d'une enquête réalisée auprès de structures publiques et privées dans le cadre du colloque BIOMINNOV « La biologie moléculaire appliquée à l'Environnement et au service de l'innovation industrielle » organisée en partenariat entre ADEBIOTECH et le BRGM qui s'est déroulée le 9 décembre 2013 à Romainville. En complément de cet évènement, cette étude a été réalisée dans le but d'identifier les freins à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement

Cette enquête réalisée sur la base d'un questionnaire, réalisé en amont de ce colloque, a permis d'identifier les principaux freins au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement à partir de l'avis de 82 professionnels dont 70 avaient une activité en biologie moléculaire. Les résultats obtenus parmi les professionnels de l'environnement ou non, sont corrélés aux témoignages apportés lors de la session 1. De manière générale, les principaux freins identifiés chez les utilisateurs finaux (fournisseurs, prestataires de service et utilisateurs finaux) sont : i) les coûts encore trop élevés du matériel et des consommables, ii) la maîtrise de ces technologies, iii) le manque de professionnels de l'expertise environnementale et enfin, iv) la réglementation. Néanmoins, chez les non-utilisateurs d'outils de biologie moléculaire, qu'ils soient spécialisés ou non en environnement, le principal frein avancé est le manque de connaissances de ces techniques. La communication autour de l'existence de ces outils mais surtout leur valeur ajoutée est sans doute une clé essentielle pour lever les autres verrous liés à ces outils.

Les auteurs associés à ce rapport remercient vivement Stéphanie FERREIRA (Genoscreen), Anne-Sophie LEPEUPLE (Veolia), Abel MAUNOURY (Total), Dominique MORIN (BRGM) et Olivier SIBOURG (Enoveo) pour leurs conseils et leurs temps accordés pour la réalisation du questionnaire, ainsi que l'ensemble des participants qui ont répondu au questionnaire et tous ceux qui l'ont diffusé auprès de leurs collègues, collaborateurs et clients.

En espérant qu'une suite sera donnée à cette étude non exhaustive afin de démocratiser l'utilisation de ces outils en environnement.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Moyens mis en œuvre pour l'élaboration du questionnaire	7
2.1. CONTEXTE.....	7
2.2. MÉTHODES UTILISÉES	8
2.2.1. Support	8
2.2.2. Réalisation du questionnaire	8
2.2.3. Moyens de diffusion de ce questionnaire	9
3. Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement	9
3.1. GÉNÉRALITÉS	9
3.2. ORGANISMES AYANT UNE ACTIVITÉ EN BIOLOGIE MOLÉCULAIRE (N=70)	10
3.2.1. Fournisseurs de consommables et d'équipement de biologie moléculaire (n = 10).....	11
3.2.2. Prestataires de services en biologie moléculaire (n = 22)	14
3.2.3. Utilisateurs finaux d'outils de biologie moléculaire (n = 38).....	17
3.3. ORGANISMES TRAVAILLANT DANS LE DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT MAIS N'UTILISANT PAS D'OUTILS DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE (N = 12)	21
4. Conclusions et perspectives	22

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Proportion des professionnels ayant répondu au questionnaire.	10
Figure 2 : Répartition des industriels ayant répondu au questionnaire.	10
Figure 3 : Répartition des professionnels ayant une activité en biologie moléculaire.	10
Figure 4 : Proportion des secteurs de la clientèle en environnement.....	11
Figure 5 : Proportion des domaines de l'environnement représentés chez les clients des fournisseurs.	12
Figure 6 : Principaux types d'outils de biologie moléculaire développés et commercialisés.	12
Figure 7 : Principaux freins au développement et à la commercialisation d'OBM en environnement pour les fournisseurs.....	13

Figure 8 :	Proportion des domaines de l'environnement représentés chez les clients des prestataires de service.....	15
Figure 9 :	Proportion des parts du CA que les professionnels de l'environnement représentent.....	15
Figure 10 :	Représentation des structures pour lesquelles les prestataires de services développent des OBM.	16
Figure 11 :	Principaux types d'OBM développés par les prestataires de services.....	16
Figure 12 :	Principaux types d'OBM utilisés par les prestataires de service.	16
Figure 13 :	Principaux freins au développement et à l'utilisation des OBM en environnement pour les prestataires de service.....	17
Figure 14 :	Répartition des industriels (n = 16) chez les utilisateurs finaux.....	18
Figure 15 :	Proportion des domaines de l'environnement représentés chez les utilisateurs finaux.	18
Figure 16 :	Structures extérieures sollicitées par les utilisateurs finaux.	19
Figure 17 :	Représentation des structures pour lesquelles les prestataires de services développent des OBM.	19
Figure 18 :	Principaux types d'OBM utilisés par les utilisateurs finaux.....	20
Figure 19 :	Principaux types d'OBM développés par les utilisateurs finaux.	20
Figure 20 :	Principaux freins au développement et à l'utilisation des OBM en environnement chez les utilisateurs finaux.....	20
Figure 21 :	Principales raisons de la non-utilisation des OBM chez des professionnels de l'environnement.....	21
Figure 22 :	Structures qui seraient sollicités par les non- utilisateurs d'OBM.....	21
Tableau 1 :	Moyens de diffusion du questionnaire et réponses obtenues	9
Tableau 2 :	Résumé des principales réponses obtenues chez les fournisseurs ayant des clients spécialisés en environnement (n = 6).....	11
Tableau 3 :	Résumé des principales réponses obtenues chez les prestataires de service ayant des clients en environnement	14
Tableau 4 :	Résumé des principales réponses obtenues chez les utilisateurs finaux d'outils de biologie moléculaire en environnement.....	17

1. Introduction

Dans le cadre du colloque BiomInnov, « La biologie moléculaire appliquée à l'Environnement et au service de l'innovation industrielle » et à l'initiative d'Adebiotech et du BRGM, une étude a été réalisée à l'échelle nationale afin d'identifier les freins au développement et à l'utilisation des Outils de Biologie Moléculaire (OBM) en environnement.

Un questionnaire a été établi avec l'espoir d'obtenir un nombre de réponses suffisantes et exploitables et une représentativité assez complète des acteurs publics et privés en ciblant à la fois des professionnels spécialisés (air, eau, sols et environnements profonds) ou non.

Trois types de destinataires ont été identifiés et ont reçu ce questionnaire adapté en fonction de leur statut :

- fournisseurs de consommables et d'équipements de biologie moléculaire ;
- prestataires de services utilisant (et développant) des outils de biologie moléculaire ;
- utilisateurs finaux faisant à la fois appel à des fournisseurs et prestataires de service proposant des outils de biologie moléculaire mais développant également en interne ces outils.

Quatre-vingt-deux réponses ont été obtenues dont soixante-quinze proviennent d'organismes différents (équipes de recherche, sociétés différentes...). Néanmoins, afin de prendre en compte l'avis de chaque participant, les résultats sont présentés suivant la totalité des réponses obtenues.

Ces réponses permettent de donner un premier état des principaux freins à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement.

Ce rapport présente dans un premier temps les démarches qui ont été faites pour réaliser ce questionnaire (moyens, méthodes et outils). Dans une seconde partie sont exposés et détaillés les résultats de cette étude.

2. Moyens mis en œuvre pour l'élaboration du questionnaire

2.1. CONTEXTE

Les outils de biologie moléculaire ont révolutionné l'industrie pharmaceutique au cours des dernières années en permettant une ouverture vers l'innovation thérapeutique. Ils sont aujourd'hui indispensables à la recherche, au développement et à la mise sur le marché de produits de santé. Ils permettent également un suivi régulier pour évaluer une potentielle toxicité, critère essentiel en santé humaine et en environnement.

Ils sont désormais indispensables à la recherche sur toutes les formes de vie et ont permis des progrès considérables dans la compréhension de toute la phénoménologie dans ce domaine.

En revanche, ces outils ne sont pas encore aussi bien exploités dans le domaine de l'environnement alors qu'ils seraient des atouts précieux à la fois dans la détection de polluants, l'optimisation des traitements de remédiation, le monitoring des remédiations et la validation de résultats, le traitement des déchets mais aussi pour un suivi continu des milieux (eau, sols et air).

Afin d'identifier les besoins réels des marchés et les capacités des structures existantes à assurer ces prestations, une enquête a été réalisée, afin d'identifier les principaux freins au développement et à l'utilisation de ces outils en environnement.

2.2. MÉTHODES UTILISÉES

2.2.1. Support

Le questionnaire a été réalisé sur internet afin de faciliter la récupération des résultats et leur exploitation.

Après une étude des différents outils nous permettant de réaliser un questionnaire en ligne, nous avons choisi *Google Forms* pour plusieurs raisons : i) la gratuité de l'interface, ii) le nombre illimité de questions et choix de réponses, iii) le nombre illimité de participants, et enfin iv) le classement des réponses dans un tableur afin de pouvoir traiter les résultats plus facilement.

2.2.2. Réalisation du questionnaire

Grâce à plusieurs entretiens téléphoniques avec des spécialistes des secteurs parapublics et privés, trois catégories principales de professionnels spécialisés ou non en environnement ont été identifiées pour répondre à ce questionnaire, à savoir :

- les fournisseurs de consommables et d'équipements de biologie moléculaire ;
- les prestataires de services utilisant et éventuellement développant des outils de biologie moléculaire issus des secteurs publics, parapublics et privés ;
- les utilisateurs finaux (des secteurs publics, parapublics et privés) faisant à la fois appel à des fournisseurs et prestataires de service proposant des outils de biologie moléculaire, mais développant également en interne ces outils.

Le questionnaire a été divisé en différentes parties afin de cibler de manière adéquate les trois catégories de professionnels présentées précédemment.

La première partie était commune à l'ensemble des participants et nous a permis d'obtenir les informations suivantes :

- données personnelles (le nom, le prénom, l'adresse mail, le numéro de téléphone, l'organisme et la fonction) ;
- secteur d'activités (privé ou public/parapublic) ;
- activité ou non en biologie moléculaire.

Suivant les réponses données au point 3, l'interlocuteur était redirigé vers une partie du questionnaire en adéquation avec sa réponse précédente. L'objectif final étant d'identifier les principaux freins au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement chez les fournisseurs, prestataires de service qu'ils soient spécialisés ou non en environnement et utilisateurs finaux.

2.2.3. Moyens de diffusion de ce questionnaire

Pour diffuser ce questionnaire, trois moyens différents ont été utilisés, comme l'indique le tableau 1 ci- après :

Type de diffusion	Détails de cette diffusion	Nombre de réponses obtenues
Diffusion à large échelle	Base de données d'Adebiotech contenant environ 35 000 contacts issus des biotechnologies. Envoi de trois mails communiquant sur notre colloque et sur lequel nous redirigions vers le questionnaire en ligne.	39
Diffusion ciblée	Identification d'organismes utilisant des outils de biologie moléculaire. Envoi par mail personnalisé du questionnaire à 176 organismes privés et publics dont les participants à notre colloque.	35
Diffusion indirecte	Via les professionnels qui ont été sollicités pour diffuser le questionnaire	8

Tableau 1 : Moyens de diffusion du questionnaire et réponses obtenues.

3. Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement

3.1. GÉNÉRALITÉS

Parmi les participants ayant répondu au questionnaire qu'ils soient ou non spécialisés en environnement, à savoir : les fournisseurs et prestataires de service (des secteurs public, parapublic et privé) utilisant ou non des outils de biologie moléculaire et les utilisateurs finaux de ces outils (des secteurs public, parapublic et privé) :

- 85 % ont une activité en biologie moléculaire ;
- 57 % des professionnels sont des industriels (secteur privé) contre 43 % issus des secteurs public et parapublic comme indiqué sur la figure 2.

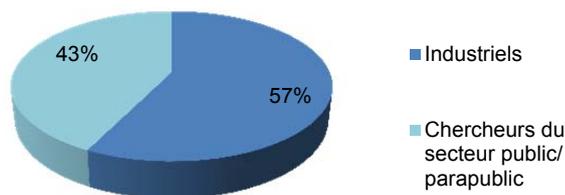


Figure 1 : Proportion des professionnels ayant répondu au questionnaire.

Au sein des industriels, une répartition équivalente est observée entre les très petites entreprises (TPE, < 20 employés), les petites et moyennes entreprises (PME, < 250 employés) et les grandes entreprises (GE, \geq 5 000 employés). Les entreprises de taille intermédiaire (ETI, < 5 000 employés) sont relativement moins bien représentées à travers les réponses obtenues.

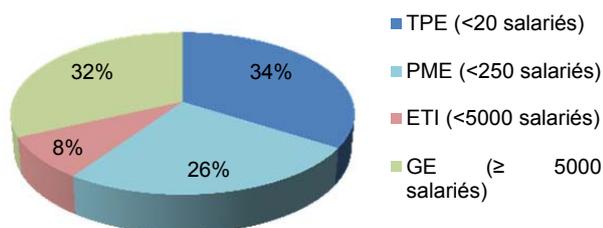


Figure 2 : Répartition des industriels ayant répondu au questionnaire.

3.2. ORGANISMES AYANT UNE ACTIVITÉ EN BIOLOGIE MOLÉCULAIRE (N = 70¹)

Parmi les participants au questionnaire ayant une activité en biologie moléculaire (n = 70), plus de 50 % sont des utilisateurs finaux, les prestataires de service représentant 1/3 des réponses obtenues comme indiqué sur la figure 3 ci-dessous.

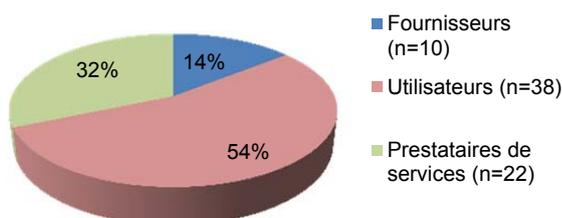


Figure 3 : Répartition des professionnels ayant une activité en biologie moléculaire.

¹ n : nombre de réponses obtenues

3.2.1. Fournisseurs de consommables et d'équipement de biologie moléculaire (n = 10)

Points essentiels

Domaines de l'environnement les plus représentés	Gestion et distribution de l'eau
Développement d'OBM	100 % des fournisseurs
Principaux outils développés et commercialisés	PCR et dérivés
Principaux freins	Coûts des équipements du matériel et des consommables Réglementation au niveau de la standardisation et normalisation des procédés et méthodes de biologie moléculaire en environnement

Tableau 2 : Résumé des principales réponses obtenues chez les fournisseurs ayant des clients spécialisés en environnement (n = 6).

Chez les fournisseurs n'ayant pas de clients spécialisés en environnement, la principale raison expliquant leur non-développement sur le marché environnemental, est le manque de clients identifiés dans ce secteur.

Parmi les fournisseurs, 60 % ont des clients qui sont en partie ou totalement des professionnels de l'environnement. Cela signifie que six fournisseurs sur les dix ayant répondu à ce questionnaire vendent du matériel et des consommables de biologie moléculaire à des professionnels de l'environnement.

Fournisseurs dont les clients travaillent en partie ou totalement dans le domaine de l'environnement (n = 6)

- Secteur de la clientèle

Les prestataires de services et autres professionnels issus du secteur privé sont les principaux clients des fournisseurs (50 %) suivi par les professionnels du domaine public (33 %) comme indiqué sur la figure 4. De plus, ces professionnels de l'environnement représentent moins de 30 % de leur chiffre d'affaires annuel. Ainsi, les fournisseurs de biologie moléculaire ne fournissent pas uniquement les professionnels de l'environnement mais également ceux des domaines de l'agro-alimentaire (35 %), de la santé/pharmacie (35 %), la cosmétique (18 %).

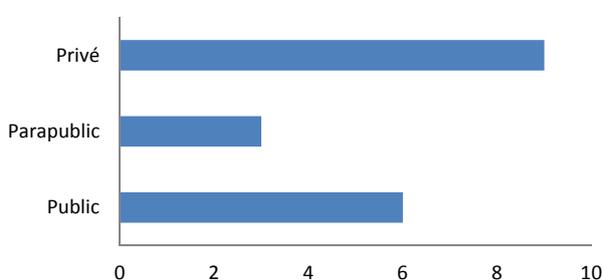


Figure 4 : Proportion des secteurs de la clientèle en environnement.

- **Domaines de l'environnement**

Parmi les clients de l'environnement, plusieurs sont spécialisés dans différents domaines (Figure 5). Néanmoins, plus d'un tiers travaillent au moins dans le domaine des sites et sols pollués (un client peut travailler dans plusieurs domaines de l'environnement).

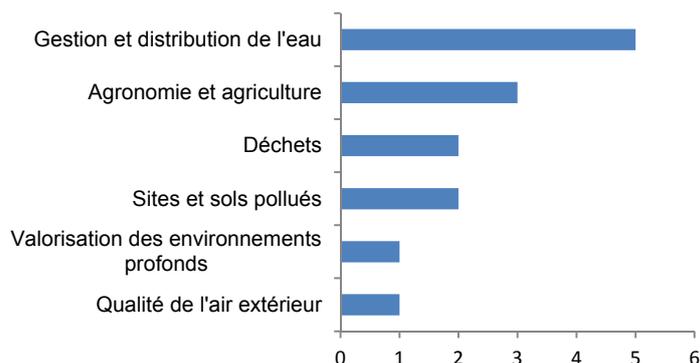


Figure 5 : Proportion des domaines de l'environnement représentés chez les clients des fournisseurs.

- **Types d'OBM développés et commercialisés**

L'ensemble des fournisseurs ayant des clients en environnement développent différents types d'outils de biologie moléculaire qu'ils commercialisent ensuite (Figure 6). Ainsi, les principaux types d'outils de biologie moléculaire développés et commercialisés sont les outils de PCR et dérivés ainsi que les kits d'extraction de l'ADN/ARN.

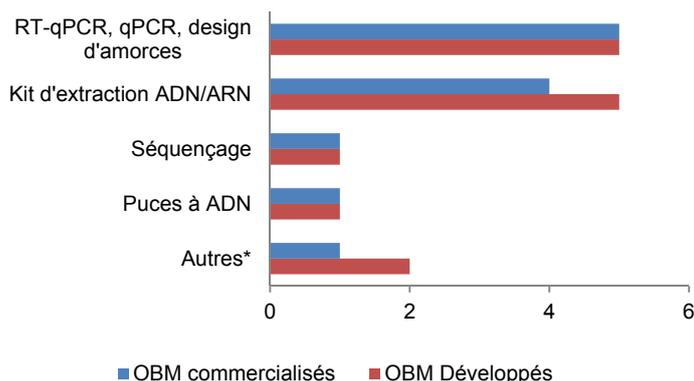


Figure 6 : Principaux types d'outils de biologie moléculaire développés et commercialisés. (*Non mentionné)

83 % des fournisseurs développent et commercialisent des outils à la fois automatisés et non-automatisés non contre 17 % ne développant et commercialisant que des outils non automatisés.

- **Freins au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire**

Les principaux freins au développement et à l'utilisation de ces outils, exprimés chez les fournisseurs ayant des clients en environnement, sont le coût de l'équipement et des consommables et la réglementation sur la normalisation et standardisation des procédés et méthodes de biologie moléculaire en environnement. Néanmoins, le manque de personnel de l'expertise environnementale en biologie moléculaire est semble-t-il un frein non négligeable selon les fournisseurs (Figure 7).

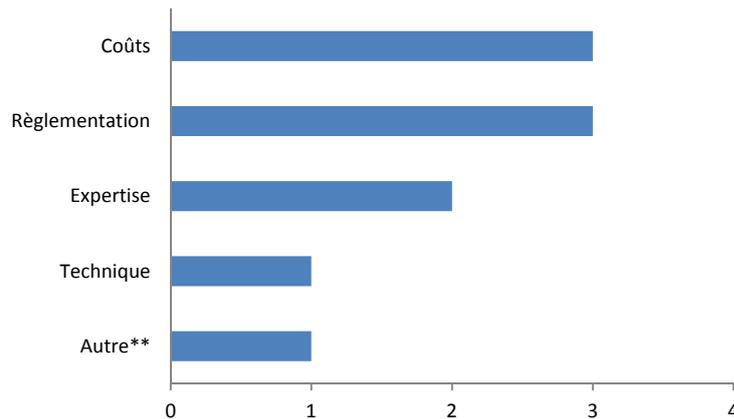


Figure 7 : Principaux freins au développement et à la commercialisation d'OBM en environnement pour les fournisseurs.
(**Pas suffisamment d'acteurs identifiés)

De plus, il a été mentionné qu'il serait nécessaire de communiquer non pas sur les technologies mais plutôt sur l'intérêt de ces outils pour les professionnels (quels sont les services rendus par ses outils ? Quelles réponses ces outils apportent-ils par rapport aux autres outils utilisés ?...).

Fournisseurs dont les clients ne travaillent pas en environnement (n = 4)

Le nombre de réponses obtenues dans cette catégorie étant faible, les résultats présentés imposent d'être interprétés avec prudence.

Parmi les fournisseurs dont les clients ne travaillent pas en environnement, 75 % ont pensé à développer des actions auprès de professionnels de l'environnement. La principale raison pour laquelle ils n'ont pas poursuivi ces actions est le manque de clients de l'expertise environnementale identifiés.

Un seul fournisseur n'a jamais pensé à développer des actions auprès des professionnels de l'environnement pour des raisons à la fois techniques (difficulté à normaliser les outils) et réglementaires (méthodes non réglementaires).

3.2.2. Prestataires de services en biologie moléculaire (n = 22)

Points essentiels

Domaines de l'environnement les plus représentés	Gestion et distribution de l'eau Agronomie et agriculture Sites et sols pollués
Développement d'OBM	56 % des prestataires de service
Principaux outils développés	PCR et dérivés Séquençage
Principaux outils utilisés	PCR et dérivés Séquençage Kit d'extraction ADN/ARN
Principaux freins	Coûts des équipements et des consommables Réglementation (normalisation et standardisation des méthodes et procédés de biologie moléculaire en environnement)

Tableau 3 : Résumé des principales réponses obtenues chez les prestataires de service ayant des clients en environnement.

Principaux freins chez les prestataires de service ne travaillant pas dans l'environnement :

- manque de personnel et clients de l'expertise environnementale spécialisés en biologie moléculaire ;
- réglementation sur la standardisation et la normalisation des procédés et méthodes de biologie moléculaire en environnement.

Parmi les prestataires de service ayant répondu à notre questionnaire, 82 % travaillent en partie ou totalement dans le domaine de l'environnement.

De plus, 40 % des prestataires de service (travaillant ou on en environnement) sont des chercheurs des secteurs public/parapublic, les autres étant des industriels : Très Petites Entreprises (<20 employés) et PME (Petites et Moyennes Entreprises <250 employés) uniquement, représentées de manière équivalentes.

Prestataires de service travaillant dans le domaine de l'environnement (n = 18)

Les prestataires de service travaillent à la fois pour des professionnels des secteurs public, parapublic et privé. Néanmoins, le secteur privé représente la plus grande part de leur portefeuille clients contrairement aux secteurs public et parapublic.

- **Domaines de l'environnement**

Contrairement aux fournisseurs où la majorité de leurs clients travaillent dans la gestion et distribution de l'eau, la tendance semble plus homogène chez les

prestataires de service. En effet, les domaines de l'environnement les plus représentés sont la gestion et distribution de l'eau, l'agronomie et l'agriculture et enfin les sites et sols pollués (Figure 8).

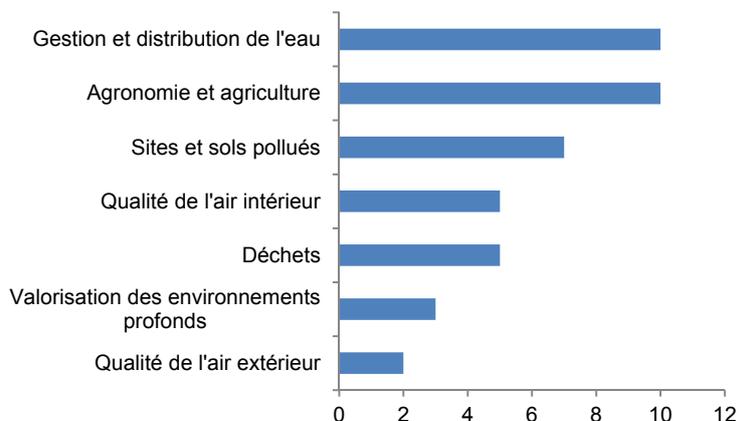


Figure 8 : Proportion des domaines de l'environnement représentés chez les clients des prestataires de service.

- **Part du chiffre d'affaires apporté par les professionnels de l'environnement**

Concernant la part du chiffre d'affaires (CA) que ces professionnels de l'environnement représentent pour les prestataires de service, la répartition est plutôt homogène entre ceux dont la part est >70 % et ceux où elle est <30 % de leur CA (graphique 9).

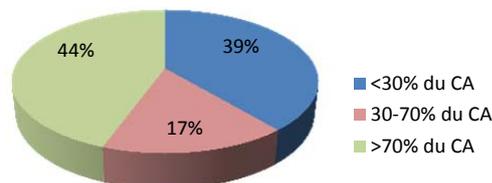


Figure 9 : Proportion des parts du CA que les professionnels de l'environnement représentent.

Ainsi, soit les prestataires de service sont spécialisés dans des services de l'environnement, soit ces services sont parallèles à d'autres domaines (santé, agro-alimentaire, cosmétique...).

- **Types d'OBM développés et utilisés**

56 % des prestataires de services développent des outils de biologie moléculaire, à la fois pour un usage interne mais aussi pour des structures externes publiques et privées essentiellement comme l'indique le graphique 10. Pour les industriels, le développement de ces outils concernent à la fois les PME et les GE (Grandes Entreprises, $\geq 5\,000$ employés).

Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement

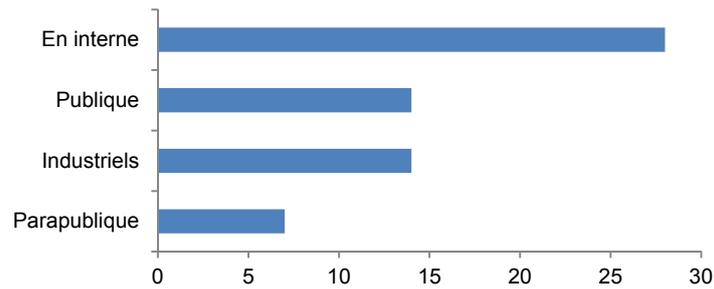


Figure 10 : Représentation des structures pour lesquelles les prestataires de services développent des OBM.

Les outils de PCR et dérivés (qPCR, RT- qPCR, design d'amorces...) ainsi que ceux pour le séquençage sont les principaux outils développés par les prestataires de services (Figure 11). En plus d'utiliser les outils qu'ils développent, les prestataires de services utilisent également en grande majorité les kits d'extraction ADN/ARN (Figure 12), développés et commercialisés par les fournisseurs.

Ces outils sont principalement utilisés en routine et pour valider/confirmer un résultat. Plus de 65 % des prestataires utilisent à la fois des outils automatisés et non automatisés et près de 30 % utilisent uniquement des outils non automatisés.

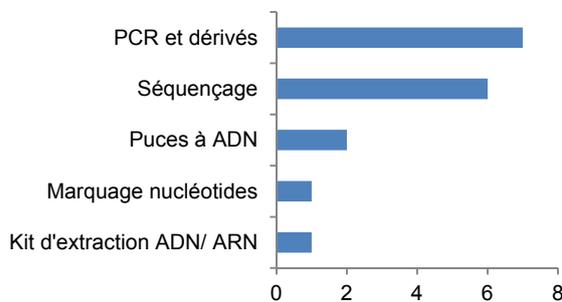


Figure 11 : Principaux types d'OBM développés par les prestataires de services.

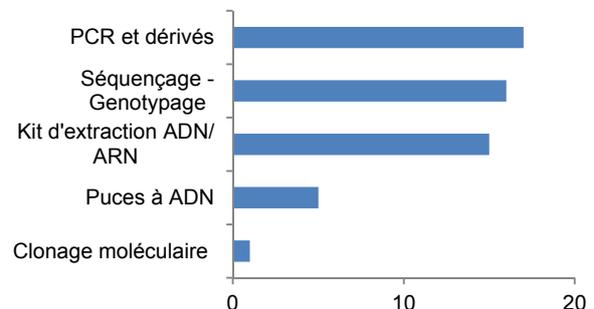


Figure 12 : Principaux types d'OBM utilisés par les prestataires de service.

- **Freins au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire**

Chez les prestataires de service travaillant en partie ou totalement dans le domaine de l'environnement, le principal verrou au développement et à l'utilisation des OBM est le coût de l'équipement et des consommables. Néanmoins, la réglementation sur la normalisation et la standardisation de ces outils et la maîtrise technique sont des freins exprimés de manière non négligeable (chez plus de 50 % des prestataires de service en environnement).

Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation
des outils de biologie moléculaire en environnement

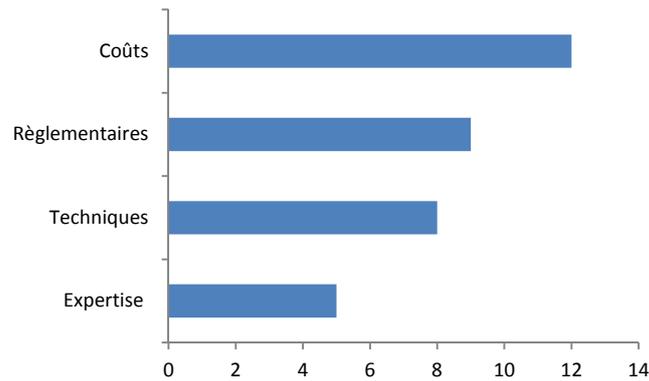


Figure 13 : Principaux freins au développement et à l'utilisation des OBM en environnement pour les prestataires de service.

Prestataires de services ne travaillant pas dans le domaine de l'environnement (n = 4)

Parmi les fournisseurs dont les clients ne travaillent pas en environnement, 75 % ont pensé à développer des actions auprès de professionnels de l'environnement. Les principales raisons pour lesquelles ils n'ont pas poursuivi ces actions sont le manque de personnel de l'expertise environnementale en biologie moléculaire et la réglementation sur la normalisation et la standardisation de ces outils.

De plus, le manque d'expertise en outils de biologie cellulaire (type cytométrie), afin de préparer en amont les échantillons est également un frein mis en avant par un prestataire de service.

3.2.3. Utilisateurs finaux d'outils de biologie moléculaire (n = 38)

Points essentiels

Domaines de l'environnement les plus représentés	Eau Sites et sols pollués
Développement d'OBM	63 % des utilisateurs finaux
Principaux outils développés	PCR et dérivés
Principaux outils utilisés	Kit d'extraction ADN/ ARN PCR et dérivés Séquençage
Principaux freins	Maîtrise technique Coûts de l'équipement et des consommables

Tableau 4 : Résumé des principales réponses obtenues chez les utilisateurs finaux d'outils de biologie moléculaire en environnement.

Parmi les utilisateurs finaux ayant répondu à notre questionnaire, 84 % travaillent dans le domaine de l'environnement dont 58 % sont issus de structures publique/ parapublique et 42 % sont des industriels.

Les Grandes Entreprises (GE) et les très petites, petites et moyennes entreprises regroupées (TPE et PME) sont représentés de manière équivalente (plus de 40 % des utilisateurs finaux dans les deux cas), comme cela est indiqué sur la figure 14.

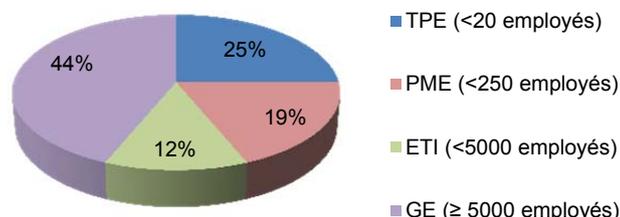


Figure 14 : Répartition des industriels (n = 16) chez les utilisateurs finaux.

- **Domaines de l'environnement représentés**

Le domaine de l'eau (gestion et distribution de l'eau, hydro-systèmes continentaux, eaux de surface et stations d'épurations industrielles) ainsi que celui des sites et sols pollués sont les domaines de l'environnement les plus représentés (plus de 50 % des utilisateurs finaux). Cependant, plusieurs autres domaines de l'environnement sont représentés de manière hétérogène chez ces utilisateurs, comme cela est indiqué sur la figure 15 ci- contre.

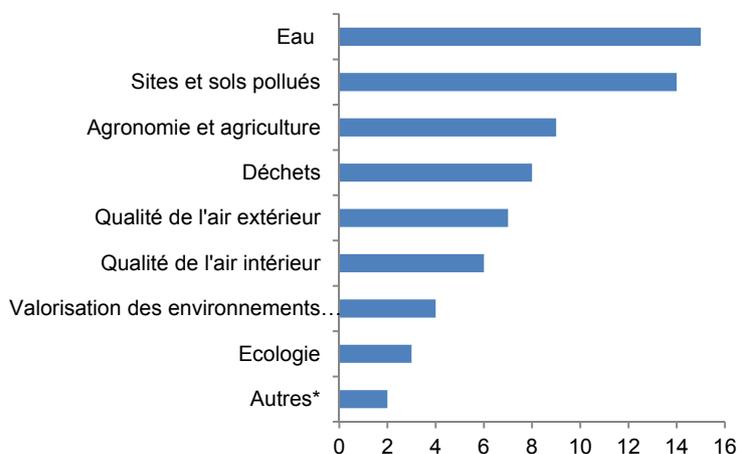


Figure 15 : Proportion des domaines de l'environnement représentés
chez les utilisateurs finaux.

(*Environnements extrêmes, biosécurité)

- **Branches et services dans lesquels sont utilisés ces outils**

La Recherche (chez plus de 90 % des utilisateurs finaux) et le Développement (chez plus de 70 % des utilisateurs finaux) sont les deux branches dans lesquelles les outils de biologie moléculaire sont les plus utilisés.

De plus, ces outils sont majoritairement utilisés dans le service étude et ingénierie (chez environ 70 % des utilisateurs finaux).

- **Externalisation de certains services**

Près de 70 % des utilisateurs finaux d'outils de biologie moléculaire (soit 22 utilisateurs) externalisent certains de leur service. Dans la majorité des cas, ces services sont assurés par des prestataires de services ou des structures publique/parapublique comme cela est indiqué dans la figure 16.

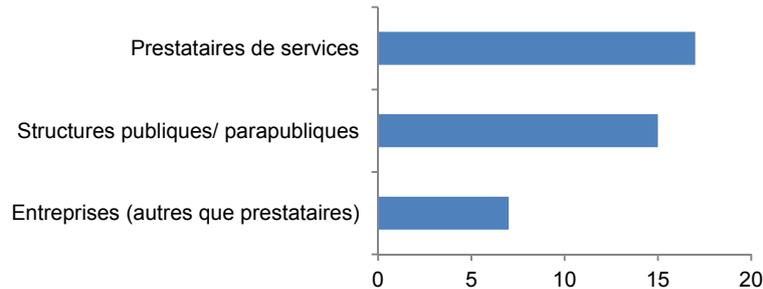


Figure 16 : Structures extérieures sollicitées par les utilisateurs finaux.

- **Développement et utilisation d'outils de biologie moléculaire**

Plus de 60 % des utilisateurs finaux, ayant répondu à ce questionnaire, développent des outils de biologie moléculaire étant majoritairement destinés à un usage interne (Figure 17). Le développement de ces outils pour des industriels est homogène pour tous les types d'entreprises (TPE, PME, ETI, et GE).

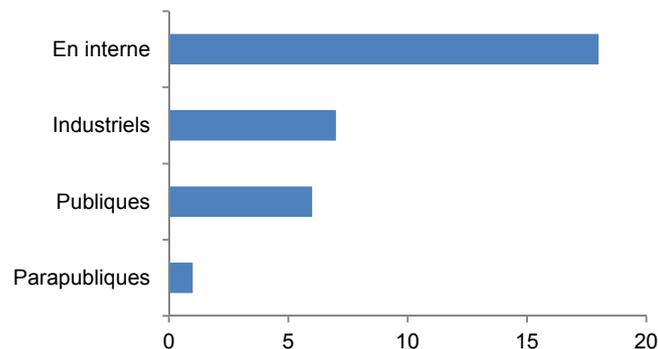


Figure 17 : Représentation des structures pour lesquelles les prestataires de services développent des OBM.

Les outils de PCR et dérivés (qPCR, RT- qPCR, design d'amorces...) sont majoritairement développés chez plus de 50 % des utilisateurs finaux développant des outils de biologie moléculaire comme l'indique le graphique 18. Au-delà des outils développés, les outils les plus utilisés par les utilisateurs finaux sont les kits d'extraction d'ADN/ARN et le séquençage (Figure 19).

Identification des freins et limites au développement et à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement

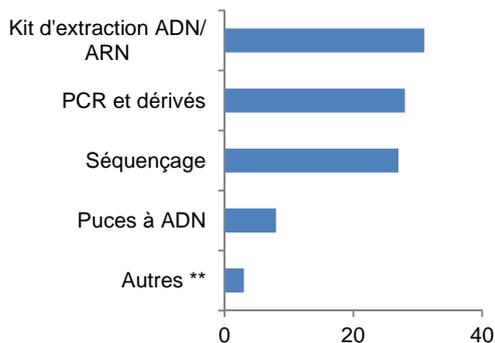


Figure 18 : Principaux types d'OBM utilisés par les utilisateurs finaux.
(**Synthèse ADN/ARN, clonage et DGGE-RISA)

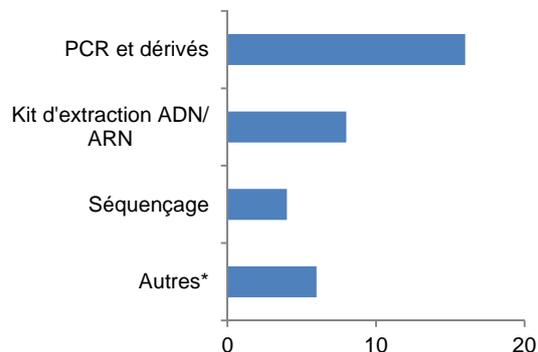


Figure 19 : Principaux types d'OBM développés par les utilisateurs finaux.
(*Puces à ADN, plasmides, mutation ADN, Réassortiment génétique et bio-indicateur)

Ces outils sont essentiellement destinés à confirmer un résultat et à une utilisation routinière. Plus de 50 % des utilisateurs finaux utilisent à la fois des outils automatisés et non automatisés et près de 45 % ont uniquement des outils non automatisés.

- **Freins au développement et à l'utilisation de ces outils**

Les principaux verrous mis en avant chez les utilisateurs finaux sont la maîtrise technique de ces outils suivi par les coûts des équipements et consommables. Le manque de professionnels de l'expertise environnementale en biologie moléculaire et la réglementation (standardisation et normalisation de ces outils) restent également des freins importants (Figure 20).

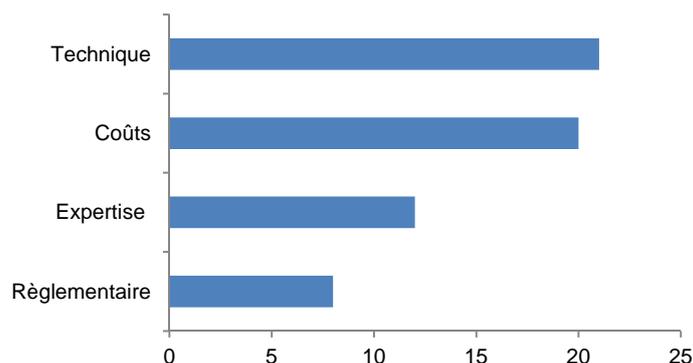


Figure 20 : Principaux freins au développement et à l'utilisation des OBM en environnement chez les utilisateurs finaux.

Certains utilisateurs ont mentionné le manque d'interfaces entre les secteurs publics et privés, contrairement au domaine de la santé où ces interfaces sont beaucoup plus nombreuses et accessibles.

3.3. ORGANISMES TRAVAILLANT DANS LE DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT MAIS N'UTILISANT PAS D'OUTILS DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE (N = 12)

Parmi les professionnels de l'environnement n'utilisant pas d'outils de biologie moléculaire, 67 % sont des industriels, les autres étant issus de structures publiques/parapubliques.

Au-delà du fait que certains de ces professionnels n'ont pas le besoin d'utiliser des outils de biologie moléculaire, le principal frein à leur développement et leur utilisation est le manque de connaissances de ces technologies (Figure 21).

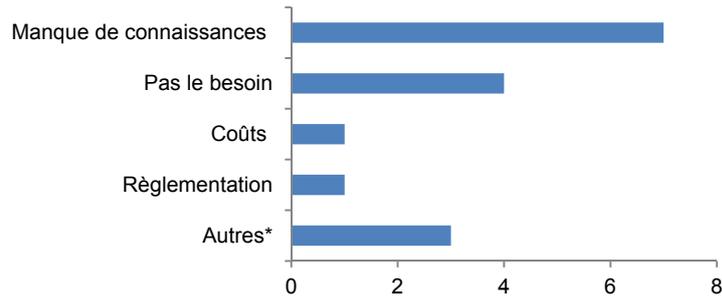


Figure 21 : Principales raisons de la non-utilisation des OBM chez des professionnels de l'environnement.

Si la connaissance de ces technologies leur permettait d'utiliser ces outils dans le cadre de leur activité, ces professionnels feraient, pour leur majorité, appel à des prestataires de services et à des structures publiques/parapubliques spécialisés dans ce domaine comme l'indique le graphique 22.

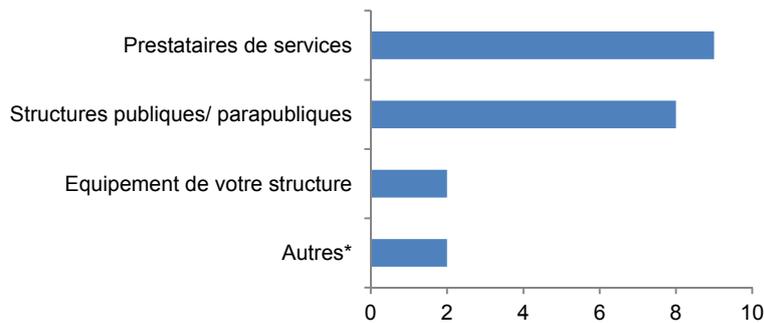


Figure 22 : Structures qui seraient sollicités par les non- utilisateurs d'OBM (*Non communiqué)

4. Conclusions et perspectives

Cette étude (non exhaustive) représentative des résultats obtenus entre le 15 octobre 2013 et le 27 novembre 2013, en amont de l'organisation du colloque BIOMINNOV 2013, a permis de déterminer les principaux freins à l'utilisation des outils de biologie moléculaire en environnement auprès de professionnels de ce domaine ou non.

D'une manière générale, les principaux freins mis en avant par l'ensemble des utilisateurs d'outils de biologie moléculaire (fournisseurs, prestataires de service et utilisateurs finaux), qu'ils soient spécialisés ou non en environnement, sont :

- le coût de l'équipement et des consommables ;
- la maîtrise technique de ces outils ;
- le manque de professionnels et de clients de l'expertise environnementale en biologie moléculaire ;
- la réglementation au niveau de la normalisation et la standardisation des méthodes et procédés de biologie moléculaire en environnement ;
- le manque d'interfaces entre les secteurs publics et privés.

Un point important doit être souligné, à savoir le manque de connaissances de ces technologies, qui semble être le verrou principal à l'utilisation des outils de biologie moléculaire chez les professionnels de l'environnement n'utilisant pas ces outils.

Ainsi, il existe plusieurs verrous à lever pour pouvoir dynamiser l'utilisation de ces outils en environnement. Tout d'abord, une meilleure communication sur ces technologies mais surtout le service rendu et ainsi la valeur ajoutée de ces outils pour l'utilisateur final.

Cette communication s'accompagne également de la formation en biologie pour les professionnels de l'environnement n'ayant pas de connaissances en biologie moléculaire afin de démocratiser leur utilisation. Enfin, une meilleure visibilité et un meilleur développement des interfaces public/privé permettraient également le développement de cette filière.

La combinaison de ces différents leviers permettraient non seulement une meilleure diffusion de l'utilisation de ces outils et donc une diminution notable des coûts des équipements et consommables.

Dans la perspective que cette étude soit poursuivie, il serait intéressant de développer certains points afin d'enrichir cette étude.

Annexe 1

Liste des organismes ayant participé au questionnaire

1. Organismes privés

ADn'tox
Avenium
Biofidal-DTAMB
Biolie
Bioline Meridian Bioscience Europe
Biomanda
Carbios
Ceeram
DIAFIR
EDF R&D Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE)
Enoveo
Eurofins Expertises Environnement Microbiologie / Environnement Santé
Genoscreen
Gilson International France
GTP
Histalim
Hybrigenics
ICF Environnement Travaux de dépollution
IDEXX
IFPEN
Imagene
INRA Transfert Environnement
Kallistem
Laboratoire Central – CAE
Neuronax
Nexidia SAS
Pall GeneDisc Technologies
Pole Ecotox
Promega
RD-Biotech
Roche Diagnostics Roche Diagnostics
Sanofi Laboratoire Central Sécurité Environnement (LCSE)
SOLABIA SAS
SUEZ Environnement CIRSEE
Tecora
Thermo Electro LED
Thermo Fisher Scientific

Timac Agro International
Total
URS France
Veolia Environnement Recherche et Innovation

2. Organismes publics/ parapublics

Aix Marseille Université
Brest métropole océane
BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEA - Centre de l'Énergie Atomique (CEA), Service de biochimie et toxicologie nucléaire (SBTN),
Service de biologie végétale et de microbiologie environnementale (SBVME)
CNRS - Centre National de Recherche Scientifique
EBI - Ecole de Biologie Industrielle
Esitpa/Agri'Terr
GenoBiome
INERIS - Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRA - Institut National de Recherche Agroalimentaire, Agroécologie-plateforme GenoSol,
BIOlogie GEstion des Risques en agriculture- Champignons Pathogènes des Plantes (BIOGER-
CPP)
INSERM - Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale, Plateforme de cytométrie
Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, U1065, Centre Méditerranéen de Médecine
Moléculaire
IPGP - Institut de Physique du Globe de Paris
ISA - Institut des Sciences Analytiques
IRD - Institut Méditerranéen d'Océanologie
IRSTEA - Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et
l'Agriculture
LISBP - Laboratoire de l'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés
LHVP - Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris
ULCO - Université du Littoral Côte d'Opale
UTPM - Union de Terre Pacifique Monde
Université d'Aix-Marseille / CNRS, Institut des Sciences moléculaires de Marseille
Université de Bourgogne, Cytométrie de Flux
Université de Médecine et Pharmacie (Timisoara, Roumanie)
Université de Strasbourg
Université Paris Descartes, Santé Publique Environnement
VIRNEXT Décontamination Air/Eau/Surface



Géosciences pour une Terre durable

brgm

**Centre scientifique et technique
Direction Eau, Environnement et Écotechnologies**

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34