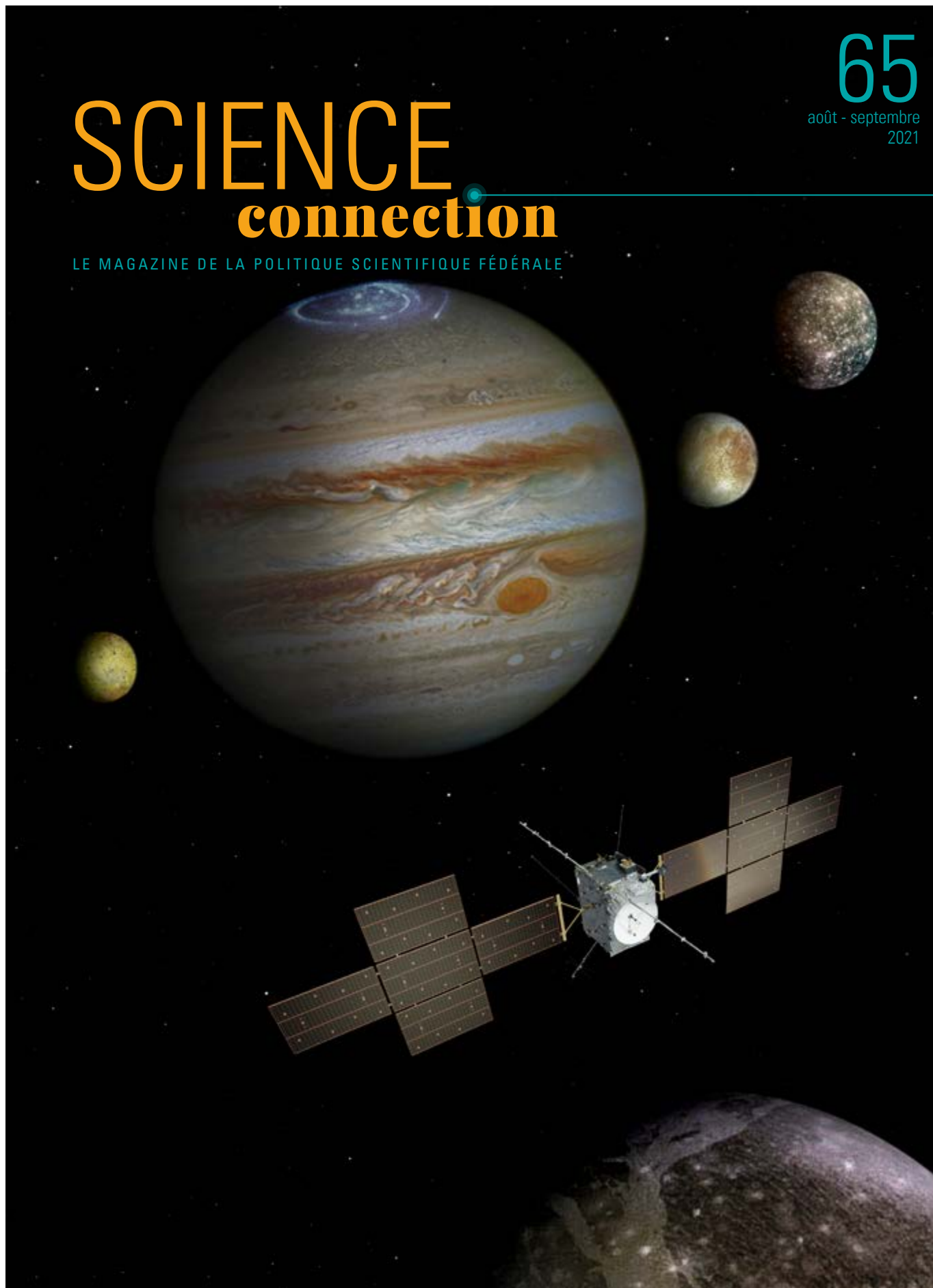


SCIENCE connection

LE MAGAZINE DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE FÉDÉRALE

65

août - septembre
2021



La Politique scientifique fédérale, outre la Direction générale 'Recherche et Spatial' et les Services d'appui, regroupe des Établissements scientifiques fédéraux et des Services de l'État à gestion séparée.

Établissements scientifiques fédéraux



Archives générales du Royaume
Archives de l'État dans les provinces
www.arch.be

KBR Protégeons
le temps

Bibliothèque royale de Belgique
www.kbr.be



Musées royaux des Beaux-Arts
de Belgique
www.fine-arts-museum.be

A&H

Musées royaux d'Art et d'Histoire
www.mrah.be



Institut royal du Patrimoine artistique
www.kikirpa.be

museum 

Institut royal des Sciences naturelles de
Belgique / Muséum des Sciences naturelles
www.sciencesnaturelles.be

AFRICA
museum

Musée royal de l'Afrique centrale
www.africamuseum.be

Belnet
dedicated connectivity

Belnet
www.belnet.be



Observatoire royal de Belgique
www.astro.oma.be

IRM

Institut royal météorologique de Belgique
www.meteo.be



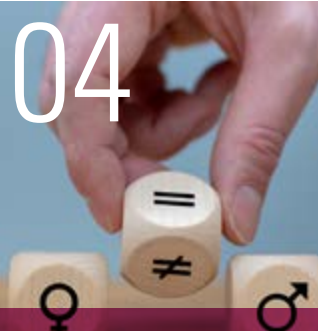
Institut royal d'Aéronomie spatiale
de Belgique
www.aeronomie.be



Planétarium de l'Observatoire royal
de Belgique
www.planetarium.be

SOMMAIRE

04



Égalité de genre dans le programme de recherche BRAIN-be

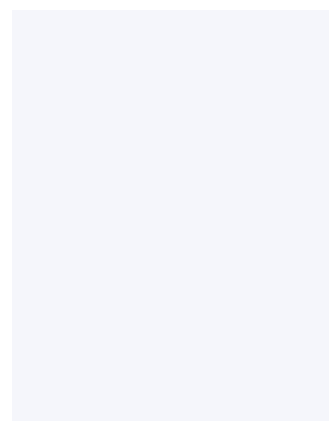
09

L'impact sociétal de la recherche universitaire

17



Papy était-il un héros ?



22

Réchauffement climatique et phénomènes extrêmes

25



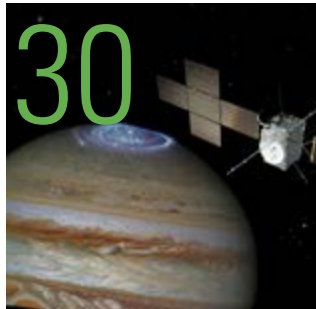
BELCAM - Plateforme collaborative pour le suivi des parcelles agricoles

28

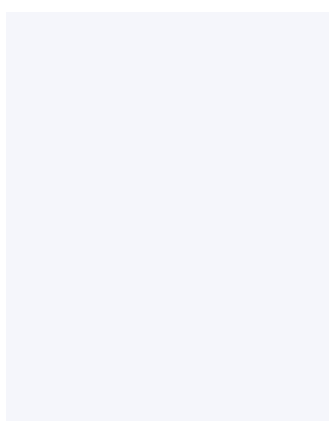


Surveiller l'eutrophisation des eaux côtières belges grâce à MULTI-SYNC

30



La contribution fédérale belge pour la mission JUICE de l'ESA



35



Soapbox Science Brussels

38



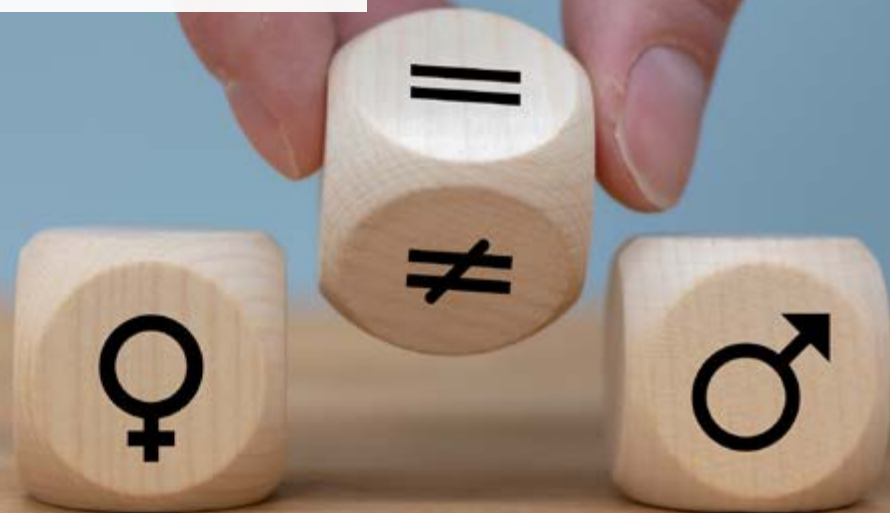
Vers les origines du banjo

46

BioPoIS : des interactions fructueuses entre science et politique à l'IRSNB

Égalité de genre dans le programme de recherche BRAIN-be

Interview de l'équipe BRAIN-be de BELSPO



© Frank Harms | Dreamstime.com

Science Connection s'est entretenu avec l'équipe BRAIN-be. Cette interview fait suite à un rapport interne sur l'égalité de genre dans les programmes de recherche de BRAIN-be et la création d'un monitoring de genre au sein du programme.

Le programme fédéral BRAIN-be

BRAIN-be (*Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks*), le programme-cadre de BELSPO, finance les projets de recherche de portée européenne et internationale et basés sur l'excellence scientifique. Ce programme permet de répondre aux besoins en connaissance des départements fédéraux et de soutenir le potentiel scientifique des Établissements scientifiques fédéraux (ESF). BRAIN-be est accessible à l'ensemble de la communauté scientifique en Belgique :

les universités, les hautes écoles, les établissements scientifiques publics et les centres de recherche sans but lucratif.

La première phase du programme BRAIN-be (2012-2017) comprenait 3 appels à projets. BRAIN-be 2.0, la deuxième phase lancée en 2018, durera jusqu'en 2023 avec un premier appel en 2019. L'évaluation de l'appel 2020-2021 est en cours. Le programme est divisé en trois Piliers thématiques : défis et connaissances du monde vivant et non-vivant⁽¹⁾, science du patrimoine et défis fédéraux de société. En marge du lancement d'appels propres, BRAIN-be permet également de participer à des appels initiés au niveau international. L'analyse suivante reprend uniquement les données liées aux appels propres à BELSPO puisque les appels internationaux ne sont pas gérés par BELSPO. L'analyse a été effectuée en collaboration avec le service Monitoring et évaluation de la recherche et de l'innovation (MERI).

Science Connection (SC): Qu'est ce qui a été à l'origine du suivi du genre⁽²⁾ dans le programme BRAIN-be ?

Équipe BRAIN-be : Le *gender mainstreaming*⁽³⁾ dans les administrations est une obligation légale⁽⁴⁾. Cela implique que nous devons aspirer à l'égalité entre hommes et femmes dans l'ensemble de nos actions. Pour définir les actions requises, nous devons cependant, dans un premier temps, analyser s'il y a des problèmes et où ceux-ci se situent. Il faut pour ce faire d'abord disposer de chiffres.

Il est en outre évident, dans le contexte actuel, de faire figurer le genre dans le monitoring du financement de la recherche à BELSPO. La Commission européenne se penche depuis longtemps sur la notion de genre dans la recherche. En 1999 a été créé le *Groupe d'Helsinki* pour promouvoir l'égalité de genre dans la recherche en Europe et 2003 a été marqué par la publication du premier rapport *She Figures*. Cette publication triennale dépeint de manière neutre et précise la situation concernant le genre dans le monde de la recherche.

Les nombres d'hommes et de femmes qui obtiennent un doctorat sont presque identiques, tant en Belgique qu'au niveau européen. En 2016, la part d'étudiantes ayant obtenu un doctorat en Belgique s'élevait à 46,8 % du total, ce qui est à peine inférieur au niveau de l'Europe des 28 (47,9 %). La proportion de chercheurs de sexe féminin en Belgique (34 %) se situait en 2016 juste au-dessus de la valeur UE-28 (33,4 %) (cf. *She figures*, 2018).

Les chiffres montrent que la proportion de chercheuses en Belgique, mais également en Europe, reste déséquilibrée puisque cette profession ne compte qu'un tiers de

femmes. Dans le secteur public (universités, centres de recherche publics, musées), la proportion de chercheuses atteint 42,2 % du total en 2017, mais dans le secteur privé (entreprises), il atteignait seulement 27,1 %.

Dans l'UE-28, les chercheuses sont surtout actives dans le secteur public et l'enseignement supérieur, où elles représentent respectivement 36,5 % et 42 % du total des chercheurs (*MERI*). En outre, dans les fonctions scientifiques, il y a deux fois plus de femmes que d'hommes (38 % contre 20 %) qui travaillent comme personnel technique, de soutien à la recherche et non comme chercheurs. A peine 18,3 % des professeurs d'université sont des femmes (*She Figures* 2018).

Le nombre de chercheuses dépend également fortement des disciplines. Ainsi, 63 % des chercheurs en 'santé et bien-être' sont des femmes, 61 % dans les sciences sociales, 44 % en arts, 38 % en sciences naturelles et moins d'1 % en ICT. En outre, les chefs d'équipe masculins réussissent 3 points de pourcentage plus souvent à obtenir le financement de leur recherche que les chefs d'équipe féminins au niveau de l'UE-28 en 2016 (*She figures*, 2018).

Pour évaluer la situation au sein de BELSPO, le programme BRAIN-be a été choisi comme test. Après tout, mesurer c'est savoir ! Avec la clôture de la première phase de BRAIN-be et le début de BRAIN-be 2.0, nous avons pu, en tant qu'équipe BRAIN-be, effectuer une analyse plus pertinente de l'égalité de genre dans un programme. L'analyse complète figure dans un rapport dont nous vous expliquerons volontiers les principaux résultats durant cette interview.

SC: Qu'en est-il de l'égalité de genre dans le programme de recherche BRAIN-be ?

Équipe BRAIN-be : Si l'on considère le nombre total de propositions de projet introduites dans BRAIN-be entre 2012 et 2019 (Tableau 1), l'inégalité entre femmes et hommes apparaît de manière évidente. Ces chiffres doivent bien entendu être examinés à la lumière du nombre de chercheuses actives en Belgique et correspondent donc bien à la proportion de chercheuses en Belgique et en Europe mentionnée plus haut, mais diffèrent assurément avec le nombre de chercheuses actives dans le secteur public en Belgique (41,2 % en 2017). En tant qu'équipe BRAIN-be, nous ne pouvons bien entendu qu'encourager les chercheuses à introduire davantage de propositions.

Tableau 1 - Nombre de partenaires dans des propositions de projets selon l'appel et le genre

	2012-2013	2014-2015	2016-2017	2019	Tous les appels
Femmes	169	175	160	120	624
(en colonne %)	29,2	30,5	31,9	30,4	30,5
Hommes	409	399	341	275	1424
(en colonne %)	70,8	69,5	68,1	69,6	69,5
Toutes les propositions	578	574	501	395	2048

Note : $\chi^2=0,924$; $p=0,820$

Au total, 624 femmes étaient impliquées dans 575 propositions alors que 1.424 hommes étaient impliqués dans ces mêmes propositions, soit deux fois plus. Nous voyons que le nombre de partenaires féminins entre 2012-2013 et 2016-2017 a augmenté de 2,7 points de pourcentage pour atteindre 31,9 %. Une petite diminution a été enregistrée en 2019, le chiffre atteignant 30,4 % de partenaires féminins. En moyenne, la part des chercheuses progresse donc d'1,2 points de pourcentage. En d'autres termes : l'inégalité de genre lors de l'introduction de propositions reste, d'un point de vue statistique, stable tout au long de la période examinée.

SC : Cette inégalité entre hommes et femmes lors de l'introduction des propositions est-elle identique pour tous les Piliers ?

Équipe BRAIN-be : Non, des différences notoires existent entre les Piliers (Tableau 2). Ainsi, il y a relativement moins de propositions introduites par des partenaires féminins pour le Pilier 1 (26,3 %) que pour le Pilier 3 (38,1 %). Dans le Pilier 2, le pourcentage de partenaires féminins est de 29,5 %. Les partenaires masculins se concentrent donc surtout sur le Pilier 1 (73,7 %). Dans les Piliers 2 et 3, 70,5 % et 61,9 % des propositions de recherche sont introduites par des partenaires masculins respectivement. Ces chiffres corroborent donc le fait qu'au niveau européen également, moins de femmes mènent des recherches en sciences naturelles.

Tableau 2 - Partenaires de projet dans des propositions de projet selon le pilier et le genre

	Pilier 1	Pilier 2	Pilier 3	Tous les piliers
Femmes	203	223	198	624
(en colonne %)	26,3	29,5	38,1	30,5
Hommes	569	533	322	1424
(en colonne %)	73,7	70,5	61,9	69,5
Toutes les propositions	772	756	520	2048

Note : $\chi^2=24,892$; $p=0,000$

SC : Il s'agit donc des chiffres pour les propositions de projets introduits, mais les femmes enregistrent-elles un score égal à celui des hommes lors de l'évaluation ?

Équipe BRAIN-be : Il n'y a aucune raison que les femmes obtiennent un score inférieur à celui des hommes puisque tous et toutes suivent une même formation scientifique. Le pourcentage de femmes impliquées dans les projets financés devrait donc être le même que celui des femmes impliquées dans les propositions.

L'évaluation des propositions, introduites dans le cadre de BRAIN-be, est réalisée par des experts scientifiques étrangers indépendants selon un protocole strict qui garantit la confidentialité et la neutralité. Chaque projet est évalué par pas moins de quatre experts étrangers.

Globalement, pour l'ensemble des piliers du programme BRAIN-be, les propositions de projet avaient jusqu'en 2019 inclus un taux de succès de 27,8 %. Ce taux de succès a augmenté à travers le temps de 23,0 % en 2012-2013 à 35,5 %

en 2019. Le taux de succès des femmes reste cependant en permanence légèrement inférieur à celui des hommes : 25,4 % pour les femmes contre 27,3 % pour les hommes dans BRAIN-be phase 1 et respectivement 35,0 % et 39,3 % dans BRAIN-be 2.0. Sur l'ensemble des Piliers, les chances de succès des femmes sont 2,4 points de pourcentage plus basses que celles des hommes (Tableau 3) mais cet écart n'est pas statistiquement significatif en termes d'inégalité de genre.

Tableau 3 - Taux de succès des chercheurs/chercheuses pour le financement de projet en fonction du Pilier et du genre

	Chercheuses	Chercheurs	Différence de pourcentage (femmes vs hommes)	Test de proportionnalité significative (Valeur p)
Pilier 1	23,6	27,1	-3,4	0,330
Pilier 2	30,5	28,7	+1,8	0,622
Pilier 3	27,3	35,7	-8,4	0,046 *
Tous les piliers	27,2	29,6	-2,4	0,272

Note : Le symbole * fait référence à un niveau de significativité de 5 %.

Si nous considérons le pilier 3 séparément, le taux de succès des femmes est 8,4 points de pourcentage plus faible que celui des hommes - est cette fois statistiquement significatif. Dans le Pilier 1, le taux de succès des projets introduits par des femmes est 3,4 points de pourcentage plus faible que celui des projets introduits par des hommes, mais cette différence n'est pas statistiquement significative. A l'inverse, le taux de succès des femmes dans le Pilier 2 est 1,8 points de pourcentage plus élevé que celui des hommes, sans que la différence ne soit statistiquement significative.

SC : Savez-vous sur quoi repose cette différence de taux de succès dans le Pilier 3 ?

Équipe BRAIN-be : Cette différence est surtout due au résultat de l'appel 2019 pour le Pilier 3. Tous les projets approuvés au sein du Pilier 3 étaient coordonnés par des hommes. En outre, les chercheuses au sein de ces projets ont demandé peu, voire pas de financement. Cette année-ci, des mesures supplémentaires ont été prises pour améliorer l'égalité de genre dans les projets. Des règles supplémentaires ont été imposées aux soumissionnaires et les critères d'évaluation relatifs au genre ont été étendus. Dans la mesure où l'appel n'est pas encore clôturé, une analyse de ces mesures supplémentaires aura lieu dans une prochaine phase.

L'évolution ultérieure ne pourra être évaluée qu'après le prochain appel (2023).

SC : Et si nous examinons les taux de succès à travers le temps ?

Équipe BRAIN-be : Une amélioration relative est constatée au fil du temps (Tableau 4). Au cours de la période 2012-2013 et pour l'ensemble des Piliers, le taux de réussite des femmes, 18,9 %, est encore 8 points de pourcentage plus faible que celui des hommes. Lors de l'appel 2019, le taux de réussite des projets introduits par des femmes était encore 4,3 points de pourcentage plus faible que celui des hommes, sans que cela ne soit statistiquement significatif.

Tableau 4 - Taux de succès des chercheurs/chercheuses pour le financement de projet en fonction de l'appel et du genre

	Femmes	Hommes	Différence de pourcentage (femmes vs hommes)	Test de proportionnalité significative (Valeur p)
Appel 2012-13	18,9	26,9	-8,0	0,043*
Appel 2014-15	23,4	26,8	-3,4	0,394
Appel 2016-17	34,4	28,4	+5,9	0,178
Appel 2019-20	35,0	39,3	-4,3	0,421
Tous les appels	27,2	29,6	-2,4	0,272

Note : Le symbole * fait référence à un niveau de significativité de 5 %.

SC : Les propositions introduites sont financées ou non sur des budgets fédéraux. Y a-t-il des différences de genre en ce qui concerne le financement des projets ?

Équipe BRAIN-be : Le financement des projets suit un scénario similaire aux propositions introduites : 26,9 % du financement va à des chercheuses, alors que les 73,1 % restants vont à des chercheurs. Cette tendance est conforme au nombre plus faible de chercheuses qui soumettent une proposition. Cependant, il faut garantir l'égalité de genre dans le financement entre hommes et femmes qui reçoivent un projet, bien entendu. La part du budget qui revient aux femmes devrait être égale à la pro-

portion de femmes au sein même des projets financés. Au total, la proportion de femmes dans les projets financés était de 28,7 % alors que 26,9 % du budget total allait aux chercheuses. En général, les femmes qui obtiennent un projet reçoivent un budget équivalent à celui des hommes qui en obtiennent un. Ainsi, nous constatons bien un problème dans le Pilier 3 où de nombreuses femmes ne demandent pas de budget. Ce constat nous interpelle dans BRAIN-be et nous souhaitons analyser cela plus en détail.

Tableau 5 - Financement de projet (nombre de partenaires dans les projets financés) en fonction de l'appel et du genre

	2012-2013	2014-2015	2016-2017	2019	Tous les appels
Femmes	32	41	55	42	170
(en colonne %)	22,5	27,7	36,2	28,0	28,7
Hommes	110	107	97	108	422
(en colonne %)	77,5	72,3	63,8	72,0	71,3
Toutes les propositions	142	148	152	150	592

Note : $\chi^2=6,90$; $p=0,075$

SC : En cas de financement de projet, des changements sont-ils constatés au fil du temps en matière de genre ?

Équipe BRAIN-be : Sur ce plan, les femmes ont réalisé un mouvement de rattrapage significatif, en tout cas jusqu'en 2016-2017 (voir Tableau 5). Près d'un cinquième des chercheuses qui avaient introduit une proposition ont obtenu un financement en 2012-2013 (22,5 %) cette proportion a augmenté progressivement jusqu'à plus d'un tiers en 2016-2017 (36,2 %).

En termes de partage du budget, la part des chercheuses s'élevait à 22,3 % pour la période 2012-2013 alors qu'en 2016-2017, cette part augmentait pour atteindre 35,1 % ; tandis que la part des hommes diminuait par conséquent de 77,7 % à 64,9 %. Malheureusement, cette tendance s'est inversée dans BRAIN-be 2.0 (2019) avec seulement 24,2 % du budget total accordé aux chercheuses. Cette tendance suit cependant l'évolution de la part des chercheuses dans le programme BRAIN-be.

La différence de financement entre hommes et femmes apparaît plus clairement dans la répartition du budget entre chercheur masculin et féminin (Tableau 6). Comme souligné plus tôt dans notre entretien, le financement moindre de chercheuses est une donnée structurelle dans tous les appels, Piliers et dans le programme BRAIN-be globalement. Dans le Pilier 3 en particulier, on observe une inégalité de genre très claire, comme indiqué plus haut, imputée surtout au fait qu'un certain nombre de chercheuses ne demandent aucun budget.

Tableau 6 - Données budgétaires des projets financés en fonction de l'appel, du Pilier, du programme et du genre (en milliers d'euros)

	Budget moyen par projet	Budget moyen par chercheur	Budget moyen par chercheur de sexe féminin	Budget moyen par chercheur de sexe masculin	Différence entre chercheurs et chercheuses
Appel					
2012-2013	840,2	224,8	222,3	225,6	-3,3
2014-2015	736,4	194,1	189,0	196,0	-7,0
2016-2017	670,7	176,5	171,0	179,6	-8,6
2019	632,0	181,1	156,3	190,9	-34,6
Pilier (2012 - 2019)					
Pilier 1	781,2	208,8	204,4	210,2	-5,8
Pilier 2	590,9	160,4	155,1	162,8	-7,7
Pilier 3	804,6	219,0	193,9	230,8	-36,8
Programme					
BRAIN-be phase 1	747,6	197,9	189,6	201,3	-11,7
BRAIN-be 2.0	632,0	181,1	156,3	190,9	-34,6

Cette première analyse de genre dans le programme BRAIN-be nous permet de conclure qu'en général, l'égalité de genre est garantie lors de l'évaluation. Le nombre de chercheuses qui introduisent des projets est néanmoins plus faible. BELSPO ne peut qu'encourager les chercheuses à le faire davantage.

Le sous-financement des femmes est néanmoins une tendance systématique. BELSPO ne

peut qu'encourager les partenaires féminins à demander un budget plus équilibré. Il y a une amélioration avec le temps jusqu'en 2017, mais une forte diminution en 2019.

Nous nous réjouissons de la tendance positive tendant à l'égalité de genre parmi les évaluateurs. Le nombre d'évaluateurs de sexe féminin a fortement augmenté au fil des appels. Dans l'équipe, nous y avons accordé une attention toute particulière et le résultat est là. Le taux de

succès des femmes est lui-aussi en croissance globale sur la période.

Sur la base de cette première analyse, les indicateurs seront affinés et l'optimisation du processus d'évaluation en matière de gender mainstreaming sera poursuivie. Une récente formation sur le genre à BELSPO a mis en avant des idées en matière de sensibilisation des chercheurs eux-mêmes, et celles-ci seront étudiées de près.

+ liens utiles

- www.belspo.be/BRAIN-be
- ec.europa.eu/info/publications/she-figures-2018
- www.elsevier.com/research-intelligence/resource-library/gender-report-2020?dgcid=_EC_Connect
- Données MERI, Monitoring et évaluation de la recherche et de l'innovation (MERI), BELSPO: www.belspo.be/belspo/stat/index_fr.stm

Notes

- (1) Cf. Sciences naturelles dans le rapport *She figures*.
- (2) L'identité de genre (ou sexe psychologique) est le genre auquel une personne s'identifie. Le genre renvoie aux propriétés, comportements et rôles que la société a définis pour chaque sexe.
- (3) Le *gender mainstreaming*, ou approche intégrée de la dimension de genre est une stratégie visant à renforcer l'égalité entre les hommes et les femmes dans la société en donnant à la dimension de genre une place dans le contenu de la politique publique.
- (4) Loi du 12 janvier 2007 - Loi visant au contrôle de l'application des résolutions de la Conférence mondiale sur les femmes réunie à Pékin en septembre 1995 ainsi que l'intégration des questions d'égalités entre hommes et femmes dans toutes les politiques fédérales.

L'impact sociétal de la recherche universitaire

Participation aux projets européens sur les défis de société

André Spithoven

Jeffrey Malek-Mansour

Nicola Francesco Dotti

Florian Vanlee

et Walter Ysebaert

La pandémie de COVID-19, ainsi que la réponse à cette dernière, illustrent que les autorités publiques jouent un rôle de coordination, d'incitation et de financement pour répondre aux besoins et aux demandes de la société. C'est également le cas pour d'autres problèmes transversaux qui nécessitent que l'on fasse de la recherche, tels que le changement climatique, l'approvisionnement énergétique et la sécurité. Afin de pouvoir apporter une réponse adéquate à ces problèmes sociaux, une société, et donc un gouvernement, a besoin de connaissances et donc de recherche. Les universités jouent un rôle clé à cet égard, soutenues et guidées par un appui financier important des gouvernements à tous les niveaux : européen, fédéral, régional.

Cette contribution à *Science Connection* est consacrée à la question de l'impact sociétal de la recherche et à la manière dont l'Union européenne place celle-ci au cœur du pilotage et de l'évaluation de la recherche. La question des défis sociétaux influence la politique de recherche et d'innovation au niveau européen mais

aussi au niveau national. L'Union Européenne finance essentiellement des réseaux de recherche, souvent bâtis autour des universités, et qui visent à apporter des solutions aux *Grands Défis* ou *Défis Sociétaux*, les grands défis sociétaux actuels. Plus concrètement, cet article examine comment l'Union Européenne finance et stimule la recherche visant à relever ces défis par le biais de l'actuel programme-cadre européen - Horizon 2020 - et quel rôle les universités belges jouent dans de tels projets de recherche. En même temps, nous abordons le problème de l'évaluation de cette recherche. L'estimation de l'impact sociétal de la recherche ne va en effet pas de soi et constitue un point d'attention important pour les organismes de financement.

Tous les projets de recherche pluriannuels de l'Union européenne couverts par les programmes-cadres sont enregistrés dans la base de données eCORDA. Dans le cadre de cette contribution, nous nous limitons aux propositions de recherche Horizon 2020 inclus dans eCORDA et impliquant au moins une université basée en Belgique.

Horizon 2020 et le pilier sur les défis sociétaux

En 1984, l'Union européenne a lancé ce qu'il est convenu d'appeler les 'programmes-cadres' : des programmes de recherche visant à financer la recherche coopérative et préconcurrentielle dans un contexte transnational. Le programme-cadre actuel,

Horizon 2020, s'étend de 2014 à fin 2020 ; il s'agit d'un programme de recherche qui vise à répondre à la crise économique par une croissance durable et la création d'emplois, en mettant explicitement l'accent sur les problèmes quotidiens des habitants de l'Union Européenne. Horizon 2020 vise à regrouper des partenaires nationaux et internationaux afin de construire l'Espace Européen de la Recherche, d'éviter la duplication des recherches et d'assurer une masse critique de recherche.

Horizon 2020 est composé de trois piliers, qui contiennent chacun plusieurs programmes (voir figure 1), et qui se concentrent sur la stimulation d'une recherche d'excellence, le renforcement du leadership industriel et la réponse aux grands défis sociétaux. Les universités sont impliquées dans tous les piliers, mais pas dans la même mesure. L'idée qui sous-tend le pilier des défis sociétaux est d'élargir le champ d'action des programmes-cadres précédents, en incluant l'innovation à la recherche et développement

(R&D) purs, et en visant des résultats plus larges que juste la production scientifique. Horizon 2020 part de thèmes de recherche qui veulent trouver des solutions durables au profit de la population européenne ; des solutions qui exigent une grande masse critique pour une recherche orientée vers

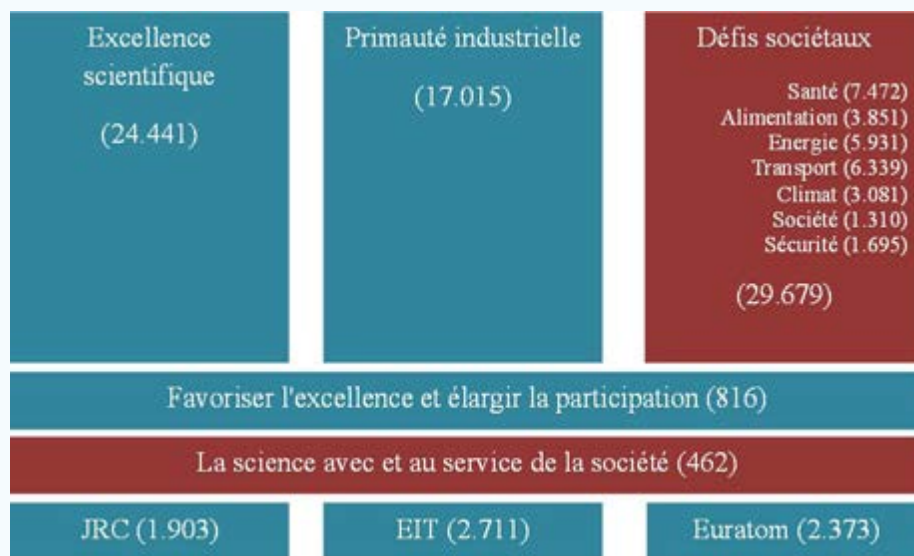
l'interdisciplinarité. L'approche de la Commission Européenne fait donc directement référence au débat sur l'impact sociétal de la recherche universitaire. La recherche est examinée de l'extérieur (par exemple pour rendre compte des fonds publics dont elle dispose), et de l'intérieur (par exemple pour

l'évaluation des carrières) afin de déterminer l'impact sociétal qu'elle génère ou peut générer. La matérialisation de l'impact sociétal de la recherche est donc une priorité pour les agences de financement, tant au niveau européen que national et/ou régional.

Que la recherche puisse avoir un impact sociétal majeur semble évident (et a également été démontré au fil des années par des études de cas anecdotiques), mais il n'est pas facile de décrire clairement les différentes manières par lesquelles cet impact se réalise. Dans une représentation linéaire du processus de recherche, l'impact ne peut être déterminé qu'après que la recherche ait été financée et réalisée, et que ses résultats aient été diffusés par les canaux appropriés et repris par les utilisateurs finaux ou incorporés dans des applications pratiques. Tout se passe donc à la fin du processus - mais c'est précisément cela qui rend difficile le financement de la recherche visant à avoir un impact *sociétal*. C'est pourquoi la Commission européenne, dans son agenda de recherche pluriannuel - Horizon 2020 -, prend explicitement en compte l'impact sociétal attendu des recherches qu'elle finance. Plus explicitement, cela se déroule au sein du troisième pilier d'Horizon 2020, qui se concentre sur sept défis sociétaux identifiés, dans lesquels la Commission européenne souhaite investir en priorité afin que la recherche menée dans ces domaines

ait un impact durable. Ces défis sont : (1) la santé, les changements démographiques et le bien-être ; (2) la sécurité alimentaire, l'agriculture et la foresterie durables, la recherche sur les eaux marines, côtières et intérieures et la bioéconomie ; (3) une énergie sûre, propre et efficace ; (4) des transports intelligents, verts et intégrés ; (5) la lutte contre le changement climatique, l'utilisation efficace des ressources et des matières premières ; (6) des sociétés inclusives, innovantes et réflexives ; et (7) protéger la liberté et la sécurité de l'Europe et des citoyens européens. La Commission européenne apporte une réponse supplémentaire au problème en se concentrant sur la recherche et l'innovation responsables - dans le cadre du thème *science avec et pour la société* - au sein duquel les chercheurs prennent explicitement en compte l'impact potentiel des techniques et innovations développées sur l'inclusion et la durabilité. La figure 1 montre la structure et le budget d'Horizon 2020.

Figure 1 - La structure et le budget d'Horizon 2020 - en millions €



Source : Commission européenne, Horizon 2020 en bref, 2014.
https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/grants/applying-for-funding/find-a-call/h2020-structure-and-budget_en.htm
https://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/press/fact_sheet_on_horizon2020_budget.pdf

Note : JRC signifie Joint Research Centers, qui sont les centres de connaissances de la Commission Européenne, et qui soutiennent les politiques européennes de manière scientifique et indépendante. EIT est l'acronyme du European Institute of Innovation and Technology, une agence indépendante qui promeut l'innovation et l'esprit d'entreprise dans l'Union Européenne.

Le budget total d'Horizon 2020, aux prix de 2013, s'élève à 79.400 millions d'euros, soit près de 80 milliards d'euros. Une part importante de cette somme, près de 30 milliards d'euros, soit 37,4 %, est consacrée au pilier des défis sociétaux.

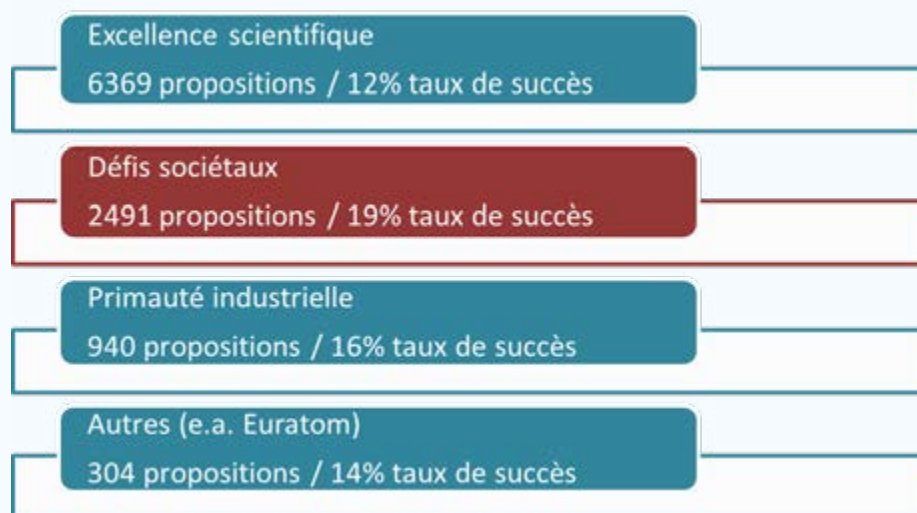
La participation des universités situées en Belgique à Horizon 2020 : quelques chiffres

Dans le cadre de cette contribution, nous nous limitons aux propositions de recherche introduites dans Horizon 2020 impliquant au moins une université basée en Belgique. Sur un total de 24 006 propositions impliquant au moins un partenaire situé en Belgique, on trouve 10 104

propositions qui comprennent au moins une université située en Belgique. C'est pratiquement la moitié (42 %) de toutes les propositions. La figure ci-dessous montre combien de propositions ont été soumises dans les différents piliers et dans quelle mesure elles ont été couronnées de succès. Le taux de réussite des propositions est mesuré par le nombre de propositions acceptées - et donc financées - par rapport au nombre total de propositions introduites.

Le pilier concernant l'*excellence scientifique* est le plus populaire avec 63% de toutes les propositions (6369 propositions). Les autres propositions de projets se répartissent entre les *défis sociétaux* (25 %), la *primauté industrielle* (9 %) et d'autres programmes comme Euratom (3 %). Cependant, le taux de réussite est le plus élevé dans le pilier des *défis sociétaux* (19 %), suivi de la *primauté industrielle* (16 %), des autres programmes (14 %) et de l'*excellence scientifique* (12 %).

Figure 2 - Propositions et taux de succès par pilier dans Horizon 2020



Source : eCorda (2020)

Note : Les propositions 'autres' sont formulées dans le cadre de l'Agence européenne de l'énergie atomique (Euratom), des Joint Research Centres, du European Institute of Innovation and Technology, et de la diffusion des résultats de la recherche et d'une participation plus large des parties prenantes.

L'impact sociétal de la recherche et le rôle des universités

Les projets développés dans le cadre du pilier *Défis sociétaux* et du programme plus restreint *Science avec et au service de la société* dans le cadre d'Horizon 2020 devraient avoir un impact sociétal majeur. Un tel impact de la recherche peut tout aussi bien découler des autres piliers, *Excellence scientifique* et

Primauté industrielle, mais l'objectif de ces piliers, contrairement à celui des *Défis sociétaux*, ne vise pas explicitement à résoudre les grands défis sociétaux, et par souci de simplicité, nous ne les examinons pas plus avant.

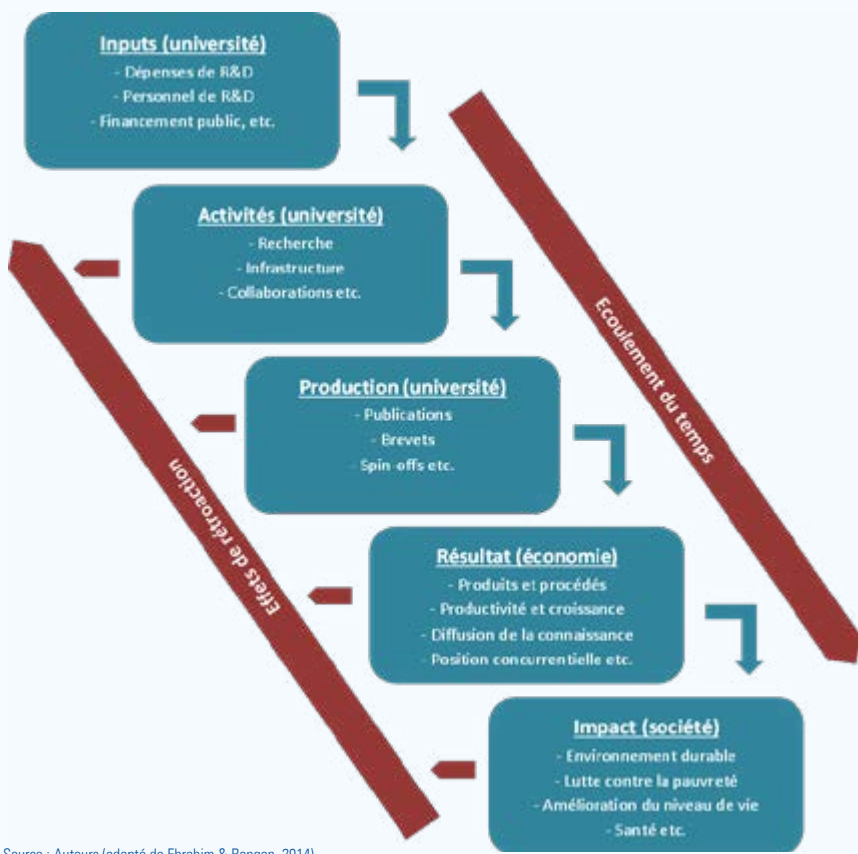
Cependant, l'impact sociétal de la recherche, et la manière de mesurer ou d'évaluer cet impact, n'est pas sans équivoque. Les chercheurs ont souvent leur propre interprétation du concept d'impact sociétal, ce qui implique qu'il n'en existe pas de définition uniforme. Intuitivement, l'idée suggère que la re-

cherche (universitaire) financée par des fonds publics devrait en priorité se concentrer sur des sujets pertinents au service de la société et ainsi apporter une contribution importante à la lutte contre les défis sociétaux tels que le changement climatique, la pauvreté et la santé. Une définition largement utilisée de l'impact sociétal est celle du gouvernement britannique. Selon cette définition, l'impact sociétal englobe tous les impacts sur l'économie, la société, la culture, les politiques et les services gouvernementaux, la santé, l'environnement et le niveau de vie, qui se mani-

festent en dehors du milieu universitaire. En d'autres termes, il ne s'agit pas simplement de produire (des publications scientifiques, par exemple,) ou de commercialiser de la recherche universitaire (des brevets ou de nouvelles entreprises de haute technologie, par exemple), bien que ces résultats puissent avoir un impact sociétal à plus long terme. Il ne s'agit pas non plus simplement de diffuser les résultats de la recherche dans les médias (sociaux). L'impact vise un 'effet' qui est le résultat de la recherche effectuée.

L'impact sociétal de la recherche peut être analysé au moyen de ce qu'on appelle le modèle d'évaluation logique qui met en perspective les objectifs du programme Horizon 2020 sur les défis sociétaux en termes d'inputs utilisés, d'activités déployées, de production obtenue, d'impact ou de résultats intermédiaires et d'impact final. Chaque étape de cette relation causale possède ses propres indicateurs. Un tel modèle peut être adapté dans le contexte des universités, comme le montre la figure 3.

Figure 3 - L'impact sociétal des universités



Source : Auteurs (adapté de Ebrahim & Rangan, 2014)

Les universités constituent des acteurs importants de la recherche et du développement des connaissances, en Belgique comme ailleurs. Notre pays possède d'excellentes universités qui peuvent jouer un rôle important pour relever les défis sociétaux. Après tout, les universités représentent 19 % de toutes les dépenses de R&D en Belgique et 40 % des chercheurs travaillent dans des universités (Belspo, 2020). Les universités sont un acteur incontournable dans la poursuite d'un progrès durable, non seulement en tant que fournisseur de solutions techniques à court terme, mais aussi pour induire des changements de comportements sociaux à long terme.

Les gouvernements financent une partie importante de la recherche en mobilisant l'expertise scientifique disponible dans les universités et chez d'autres partenaires. En Belgique, la contribution publique budgétisée en 2018 est estimée à près de 3 milliards d'euros et 43 % de cette contribution va à l'enseignement supérieur (Belspo, 2020). Comme il a été dit, l'Union européenne finance également de la recherche et de la coopération en matière de recherche par le biais des programmes-cadres, dont une part importante (39,2 %) va également aux universités de toute l'Europe.

Il semble évident que la recherche, et certainement un programme de recherche d'une envergure telle qu'Horizon 2020, financé par des fonds publics, donne la priorité aux problèmes sociétaux. Après tout, Horizon 2020 vise à relever les défis sociétaux en investissant dans la recherche et l'innovation et à parvenir à une croissance intelligente, durable et inclusive pour l'Europe de demain. Il est tout aussi important d'évaluer le retour effectif de cet investissement dans la recherche. En fin de compte, il s'agit d'utiliser l'argent des contribuables. En d'autres termes, si les gouvernements stimulent la recherche qui vise à avoir un impact sociétal, ils veulent également être en mesure d'évaluer si cet impact a eu lieu et quelles formes il a pris.

Évaluation de l'impact sociétal : pas une tâche évidente

Mesurer à l'avance l'impact sociétal n'est pas une tâche évidente pour les autorités de financement. Normalement, une évaluation des projets et programmes est effectuée une fois qu'ils sont terminés, mais de nombreux décideurs - y compris l'Union Européenne - sont de plus en plus préoccupés par l'impact attendu des projets de recherche à financer. Comme les défis sociétaux ne peuvent être relevés de manière adéquate qu'à long terme, la mesure de l'impact attendu devient une tâche particulièrement difficile. C'est pourquoi, lors de la conception du programme et de l'évaluation des propositions soumises, une plus grande attention est également accordée aux canaux qui conduisent à un impact sociétal. En d'autres termes, au lieu de centrer l'évaluation sur les effets (attendus) de la recherche, l'accent est mis sur les aspects qui devraient jouer un rôle positif et/ou stimulant dans la génération éventuelle d'un impact sociétal. L'évaluation prend un caractère *ex ante* et n'est plus une évaluation *ex post*.

Une façon d'évaluer l'impact sociétal de cette manière est d'examiner dans quelle mesure les acteurs sociétaux, qui peuvent faciliter le flux des résultats de recherche (universitaire), ont été présents dans le projet de recherche dès le début. En outre, ces acteurs peuvent eux-mêmes être impliqués en tant que partenaires actifs dans la recherche. C'est ainsi qu'il devient important de constituer un réseau de recherche diversifié. Après tout, l'hypothèse implicite est que la recherche nécessaire pour relever les défis sociétaux complexes ne peut réussir que si plusieurs parties sont impliquées. En particulier, des partenaires de projet plus proches des utilisateurs (ou du marché) seraient une 'garantie' que la recherche couvre des besoins réels. À l'exception des Actions Marie Skłodowska-Curie, les projets Horizon 2020 se doivent d'être collaboratifs et d'impliquer un consortium de partenaires, ce qui devrait générer une masse critique suffisante pour relever les défis sociétaux. Les parties prenantes les plus proches des utilisateurs ne sont pas les universités, mais plutôt les entreprises, les organisations politiques, les ONG, etc. Les interactions qui se produisent entre les partenaires de recherche sont décrites dans la littérature scientifique comme des *interactions productives*. L'un des critères possibles pour évaluer l'impact *ex ante* est donc de se concentrer sur l'implication des partenaires du projet, en particulier les parties prenantes ou les utilisateurs non universitaires. Les scientifiques qui soumettent des propositions en tiennent compte, et ces propositions donnent donc une image des consortiums de partenaires que les universités forment avec d'autres.

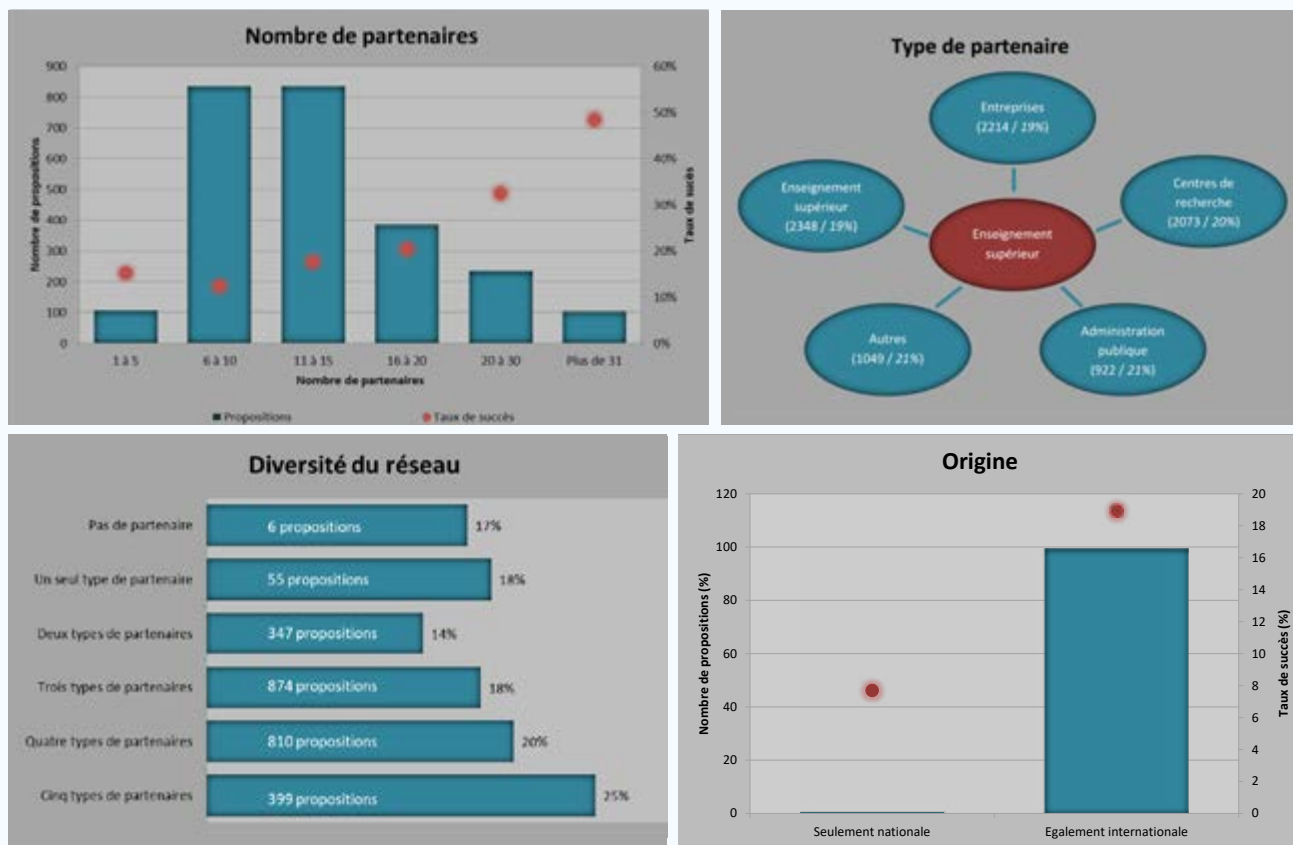
Plus forts ensemble : la recherche collaborative comme stratégie pour relever les défis sociétaux

De tels partenariats et consortiums pourraient être développés dans le cadre des projets de recherche d'Horizon 2020. Les partenaires, avec un coordinateur, forment ensemble un réseau de recherche composé de six types d'organisations possibles. Il y a d'abord les universités. Ces organisations sont, bien évidemment, très actives dans la recherche fondamentale et appliquée. Toujours au sein du secteur de l'enseignement supérieur, il existe des hautes écoles, qui mènent principalement des recherches appliquées. Au-delà de l'enseignement supérieur, on trouve aussi des organisations à but lucratif (entreprises, consultants, centres de recherche commerciaux), des administrations pu-

bliques et des organismes de recherche (centres de recherche publics ou à but non lucratif, réseaux de recherche internationaux) qui effectuent de la recherche. Enfin, il existe des organisations qui n'ont pas pour tâche principale la recherche, telles que les organisations professionnelles, les organisations de la société civile, les sans lucratif non-orientées vers la recherche ou les organisations internationales.

La figure 4 présente les caractéristiques des réseaux des partenaires de propositions soumises en termes du nombre de partenaires, de leur type, de leur origine, et de la diversité du réseau.

Figure 4 - Caractéristiques des réseaux de partenaires et taux de succès



Source : eCorda (2020)

En haut à gauche de la figure 4 se trouve le nombre de partenaires impliqués dans des propositions sur les défis sociétaux comprenant au moins une université belge. Pour l'ensemble d'Horizon 2020, le nombre médian de partenaires est de 9 (pour une moyenne de 10) ; alors que ce nombre s'élève à 12 dans le cas des défis sociétaux (pour une moyenne de 14). Il y a donc davantage de partenaires impliqués dans les propositions sur les défis sociétaux que dans les autres piliers. Ce qui saute immédiatement aux yeux, c'est que le taux de réussite des propositions impliquant au moins une université belge augmente avec le nombre de partenaires, ce qui implique que plus le nombre de partenaires augmente, plus les chances d'être sélectionné pour un financement sont grandes.

En haut à droite de la figure 4, il apparaît que le partenaire privilégié des propositions avec au moins une université en Belgique est l'enseignement supérieur lui-même (94 % de toutes les propositions sur les défis sociétaux), suivi des entreprises (89 %) et des

centres de recherche (83 %). Les partenaires de recherche du secteur public (37 %) et les autres organisations non axées sur la recherche (42 %) sont également bien représentés. Ces proportions sont considérablement plus élevées que dans le pilier *excellence scientifique* et également plus élevées, mais dans une moindre mesure, que dans le pilier *primauté industrielle*, en tout cas pour ce qui est de la participation du secteur public et celle d'autres organisations. Le taux de réussite des propositions est légèrement plus élevé lorsque ces deux derniers types sont présents dans le réseau de recherche d'une université en Belgique (21 %).

En bas à droite de la figure 4 se trouvent les pourcentages et le taux de réussite des propositions qui sont limitées aux seuls partenaires nationaux et de celles qui impliquent des partenaires internationaux. Le nombre de propositions avec des partenaires exclusivement nationaux est négligeable et a également un taux de réussite beaucoup plus faible (même dans le pilier des défis sociétaux).

Le panneau dans le coin inférieur gauche de la figure 4 montre la diversité des réseaux dans les propositions du pilier *défis sociétaux*. Il n'y a que peu de propositions qui n'ont pas d'autre type de partenaire (6 propositions). Il s'agit de projets d'une université donnée et il est évident qu'ils sont plutôt populaires dans le pilier de l'excellence scientifique, où ils représentent près de la moitié (43 %) des propositions. Dans le pilier sur les défis sociétaux, les propositions ont généralement trois (35 %), quatre (32 %) ou même cinq (16 %) types de partenaires. Lorsque les propositions parviennent à combiner plusieurs types de partenaires, cela augmente considérablement leur taux de réussite. Ainsi, un quart (25 %) de toutes les propositions avec les cinq types de partenaires sont approuvées. Là encore, des recherches complémentaires devraient révéler quels critères de sélection ont été déterminants.

L'implication des universités en Belgique dans les différentes thématiques sociétales

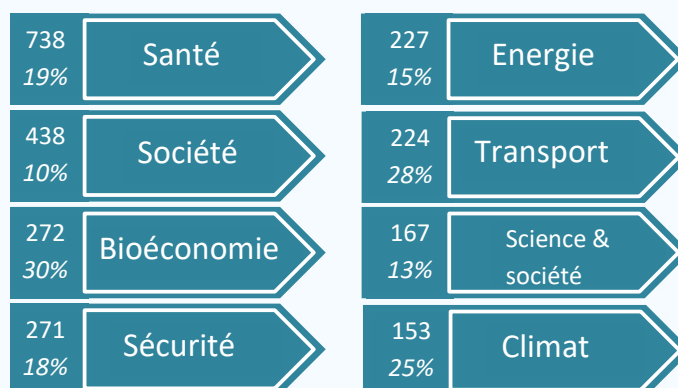
Cet article a déjà montré que les propositions soumises et impliquant au moins une université belge ne sont pas toutes sélectionnées. Seules les propositions de projet qui ont reçu une excellente évaluation recevront un financement. Même au sein du cadre du pilier des *défis sociétaux* d'Horizon 2020, des différences significatives dans le nombre de propositions soumises par thème sont perceptibles en fonction de leur thème. En outre, le taux de réussite des propositions n'est pas identique pour chaque thème, comme le montre la figure 5.

La plupart des propositions de projets se retrouvent dans le thème de la *santé*, du *changement démographique* et du *bien-être*, avec 738 ou 30 % de toutes les propositions de projet dans le pilier sur les *défis sociétaux*. Dans ce cas, il s'agit de projets liés, entre autres, à la lutte contre les bactéries, à l'étude de la maladie d'Alzheimer, aux investissements dans la recherche et l'innovation en faveur de modes de vie plus actifs, de traitements plus efficaces, de systèmes de santé, etc.

Le thème de la *société* - *l'Europe dans un monde en évolution : sociétés inclusives, innovantes et réflexives* - est également populaire, avec 10 % ou 438 propositions. Ce thème porte, entre autres, sur la réduction de la pauvreté par l'éducation. Les nouvelles formes d'innovation telles que l'innovation ouverte, l'innovation dans le secteur public et l'innovation sociale devraient également répondre aux besoins sociétaux.

Quatre thèmes semblent être également populaires, avec entre 200 et 300 propositions. Le thème de la *bioéconomie* s'intéresse à la sécurité alimentaire et à l'utilisation durable des ressources biologiques par le biais d'études sur le stockage, la production, la transformation, la consommation et l'élimination des déchets, tant en mer que sur terre, la gestion du patrimoine naturel et le développement rural. Le thème de la *sécurité* aborde l'émergence du terrorisme, des cyber-attaques, du trafic de drogue et d'êtres humains, entre autres, le tout dans un contexte de protection de la vie privée. Le thème de l'*énergie* vise à rendre plus durable l'approvisionnement énergétique qui est essentiel pour les activités économiques en Europe. Le thème des *transports* explore les possibilités de mobilité verte et intégrée et recherche des systèmes de transport alternatifs pour résoudre des problèmes tels que les embouteillages, la sécurité routière et la pollution atmosphérique.

Figure 5 - Taux de succès des propositions par type de défi sociétal



Source : e-Corda (calculs propres)

Le thème de la *science avec et au service de la société* souligne la nécessité d'une coopération entre le monde de la science et les acteurs non-académiques, au premier rang desquels les citoyens eux-mêmes. L'objectif est de mieux comprendre le lien entre l'excellence scientifique, la conscience sociale et le sens des responsabilités. Le thème comprend des projets visant à la gestion par la société des résultats de la recherche.

Il y a enfin, le thème du *climat - action climatique, environnement, efficacité des ressources et matières premières* - qui, malgré la publicité qui lui est donnée, est le moins populaire avec 153 projets à ce jour (soit 6 % du total des projets soumis impliquant au moins une université belge).

C'est la *bioéconomie* qui atteint le taux de succès le plus élevé : 30 % des projets soumis dans le cadre des thèmes de la sécurité alimentaire, de l'agriculture et de la sylviculture durables, de la recherche marine, côtière et sur les eaux intérieures et de la bioéconomie sont effectivement sélectionnés. Le *transport - un transport intelligent, vert et intégré* - et le *climat - actions climatiques, environnement, efficacité des ressources et matières premières* - sont également des thèmes où les taux de réussite, qui s'élèvent respectivement à 28 % et 25 %, sont supérieurs à la moyenne pour les propositions de projet soumises avec au moins une université en Belgique dans le cadre du pilier des défis sociétaux. Les autres thèmes - *santé, évolution démographique et bien-être* (19 %), *sécurité - protection de la liberté et de la sécurité de l'Europe et de*

ses citoyens (18 %) et énergie - énergie sûre, propre et efficace (15 %) - obtiennent des résultats légèrement inférieurs à la moyenne. Les propositions pour les thèmes science & société - science avec et au service de la société (13 %) et société - sociétés inclusives, innovantes et réflexives (10 %) ont relativement moins

de succès lorsque des universités en Belgique sont impliquées. Dans le cas de ce dernier, cela est malencontreux au vu de la multitude de propositions de projets soumises qui, avec 438, est relativement élevée.

Conclusion

Le programme de recherche de grande ampleur Horizon 2020 s'inscrit dans l'approche européenne des grands défis sociétaux. Horizon 2020 vise à rassembler des compétences diverses en encourageant une composition diversifiée de réseaux de recherche pour relever les défis de problèmes complexes tels que le changement climatique, l'approvisionnement énergétique ou la pauvreté. Par l'intermédiaire de ces réseaux, l'UE vise à stimuler la recherche qui a pour but de créer un impact sociétal.

Les universités jouent souvent un rôle de pionnier dans ces réseaux. S'appuyant sur la base de données européenne eCORDA, cette contribution se concentre sur les propositions Horizon 2020 impliquant au moins une université en Belgique.

Les résultats pour Horizon 2020 indiquent une forte implication des universités dans les thèmes des défis sociétaux, où près d'une proposition sur cinq est acceptée. Selon les évaluateurs *ex ante*, les universités belges disposent donc de compétences suffisantes pour apporter une (contribution à une) solution aux défis sociétaux. Ce faisant, elles remplissent leur troisième mission, à savoir mener des recherches au profit de la société.

Horizon 2020 finance des projets de recherche collectifs pluriannuels. La majorité des consortiums de recherche comptent entre six et quinze partenaires nationaux et internationaux, principalement des établissements d'enseignement supérieur, des entreprises et des centres de recherche. Le taux de réussite d'une proposition est plus élevé si des partenaires des administrations publiques et d'autres organisations telles que des organisations professionnelles, des organisations à but non lucratif ou des organisations internationales sont également impliqués. Et plus nombreux et diversifiés sont les partenaires, plus sont importants les impacts sociétaux attendus et donc les taux de réussite des propositions.

Les universités belges semblent être principalement impliquées dans des projets tournant autour de la santé et du bien-être. Cela reflète également la spécialisation des universités en Belgique avec leurs facultés de médecine réputées. Les universités sont également impliquées dans des thèmes sociaux visant à réduire la pauvreté, ainsi que ceux concernant les nouvelles formes d'innovation, bien que ces propositions aient moins de succès que celles liées à l'alimentation, aux transports et au climat. Les propositions concernant les nouvelles formes d'innovation indiquent le rôle des universités en tant que moteur de l'introduction de solutions innovantes et durables.

La participation à des projets européens sur les défis sociétaux constitue nécessairement une mesure incomplète de l'impact sociétal de la recherche universitaire. En effet, les grands défis sociétaux sont le résultat d'évolutions à long terme et, en raison de leur complexité, ne peuvent être résolus à court terme. En outre, les universités ne sont qu'un acteur parmi d'autres dans la recherche visant à apporter une réponse adéquate aux défis actuels. Les projets financés dans le cadre d'Horizon 2020 doivent être considérés comme une première étape dans l'apport de solutions. Les connaissances scientifiques ne contribueront à la création d'un impact sociétal que lorsqu'elles auront été traduites en produits et procédés durables et qu'elles auront été acceptées et utilisées dans la vie quotidienne.

Papy était-il un héros ?

Un guide pour découvrir l'histoire des résistant(e)s de Belgique

Fabrice Maerten



Photographie de documents du service de renseignements Mar avant leur envoi à Londres.
CegeSoma, photo n° 27966. © CegeSoma

Fruit d'un travail collectif coordonné par le CegeSoma (la 4^{ème} Direction opérationnelle des Archives de l'État), ce livre fait le point sur l'histoire et la mémoire de la Résistance pendant la Seconde Guerre mondiale. Surtout, il propose de multiples pistes pour retrouver la trace des activités des dizaines de milliers de héros de ce combat sans merci contre l'occupant nazi.

Une histoire (trop) peu connue

Qui aujourd'hui peut citer le nom d'un résistant belge ou d'une organisation clandestine active dans le pays ? Qui est à même d'évoquer un coup d'éclat de la Résistance ? Peu de personnes, à vrai dire.

Pourtant, quelque 150.000 Belges et étrangers résidant en Belgique se sont engagés dans la lutte contre l'envahisseur entre mai 1940 et l'automne 1944. Un envahisseur féroce face à cette opposition, puisque environ 40.000 résistants seront arrêtés et subiront d'éprouvantes conditions de détention en Belgique et surtout en Allemagne, et que quelque 15.000 opposants perdront la vie, le plus souvent morts d'épuisement ou de maladie dans les camps de concentration, fusillés ou tombés lors des combats de la Libération.

Mais pourquoi tant d'hommes et de femmes ont-ils ainsi risqué leur existence ? La majorité d'entre eux s'engagent avant tout par patriotisme, empreint souvent de germanophobie. Ils craignent de perdre la qualité de vie que leur offrait la Belgique libre. Cette peur est exacerbée par les souvenirs pénibles de la Première Guerre mondiale et, peu à peu,

par les mesures de plus en plus coercitives imposées par l'occupant nazi. D'autres ont comme motivation essentielle un antifascisme inspiré par la soif de démocratie et de justice sociale. Enfin, certains sont surtout mus par un esprit de solidarité face à la détresse des personnes recherchées par l'occupant et celle de leur famille.

Dès lors, il n'est pas étonnant que la Résistance prenne naissance à l'automne 1940 dans une petite et moyenne bourgeoisie francophone qui a largement profité du développement de l'État belge. Ce noyau est peu à peu rejoint par les communistes, poussés à s'immiscer dans la lutte par antifascisme et surtout sommés par le Kremlin d'attaquer l'ennemi sur ses arrières et pourchassés par l'occupant à partir de l'invasion de l'Union soviétique par l'Allemagne en juin 1941.

Dans le but de fédérer toutes les initiatives résistantes, le parti communiste lance à partir de l'automne 1941 le Front de l'indépendance. S'appuyant sur le patriotisme et l'antifascisme, l'organisation attire à elle de multiples bonnes volontés émanant de la gauche modérée, mais pas les cadres socialistes réorganisés au sein du nouveau parti socialiste clandestin, ni la droite patriote. Cette dernière reste fidèle aux structures nées dans les cercles bourgeois à partir de l'automne 1940 ou succombe à l'attraction d'un regroupement émanant des milieux militaires, la Légion belge. Ayant peu à peu fait passer à l'arrière-plan ses conceptions royalistes et autoritaires, la Légion belge prend en 1944 la dénomination d'Armée secrète. Elle est alors le second mouvement majeur de la Résistance belge.

En ces derniers mois d'occupation, la Résistance est sortie de son extrême marginalité de 1940 et compte des adeptes et des sympathisants dans tout le pays et pratiquement dans tous les milieux. Ce succès s'explique par divers facteurs externes et internes. À l'extérieur, le soutien concret des Britanniques et du gouvernement belge de Londres et surtout la marche vers la victoire des Alliés à partir de la fin 1942 ; à l'intérieur, en particulier, l'introduction du travail obligatoire en Allemagne en octobre 1942 qui pousse de nombreux Belges à se cacher, et le durcissement du régime d'occupation qui conduit à une haine quasi généralisée des Allemands et des collaborateurs.

L'engagement résistant est précieux. Sur le plan militaire, les milliers de sabotages perpétrés de l'automne 1943 à la veille de la Libération gênent l'occupant. Par ailleurs, en servant d'informateurs, de guides et d'infanterie d'appoint, les résistants facilitent la progression alliée en Belgique en septembre 1944. Leur contribution à la libération rapide d'Anvers, seul port de l'Atlantique repris pratiquement intact à l'occupant, est à souligner.

Les dizaines de milliers de documents transmis à Londres par les services de

renseignements concourent également à la victoire finale. Par ailleurs, les chaînes d'évasion permettent à des milliers de personnes (soldats britanniques cachés dans le pays après la campagne de mai-juin 1940, aviateurs alliés dont l'engin a été abattu par la chasse allemande, agents envoyés en mission en Belgique, personnalités belges ou simples particuliers), de rejoindre l'Angleterre pour y poursuivre la lutte. Un grand nombre d'homicides parmi les 850 perpétrés sur les collaborateurs participent aussi à cette logique militaire en mettant fin aux agissements de dénonciateurs.



Carte allemande témoignant du nombre élevé de sabotages à Bruxelles et en Wallonie en décembre 1943. *Cegesoma, archives de la Militärverwaltung, Kommandostab Ia, Tätigkeitsberichte (GRMA, T501, R96, 428).*
© Cegesoma

Les attentats, mais aussi et surtout la presse clandestine, contribuent par ailleurs à empêcher la population de basculer ou de persévérer dans le soutien à l'occupant. Cette même presse, par le maintien d'un débat démocratique, et les services de renseignements, par l'envoi au gouvernement belge à Londres d'une multitude d'informations de type politique et économique, favorisent en outre le redémarrage relativement aisé de la vie publique une fois l'occupant chassé du pays.

Enfin, le mérite de la Résistance est aussi humanitaire. Ainsi, elle facilite le retour chez eux de quantité de prisonniers belges et surtout français évadés des camps de prisonniers allemands. En outre, elle soutient les

familles de ses prisonniers politiques, des centaines de prisonniers russes et polonais échappés des mines belges où ils étaient contraints de travailler, des dizaines de milliers de réfractaires au travail obligatoire en Allemagne et plusieurs milliers de Juifs qui échappent ainsi à une mort quasi certaine.

Malgré ces multiples références, la Résistance ne marque pas la société d'après-guerre. Pire encore pour elle, elle hérite peu à peu d'une image négative auprès de nombreux Flamands. Comment expliquer un tel rejet, pratiquement unique dans les pays occupés pendant la Seconde Guerre mondiale ?

D'abord, très vite après la guerre, la Résistance paraît épuisée. Isolée, par sécurité, du reste de la population sous l'Occupation, elle ne joue qu'un rôle marginal en septembre 1944, le prestige de la libération du pays revenant surtout aux troupes alliées. Par ailleurs, les forces traditionnelles (partis politiques, syndicats, dirigeants économiques) cherchent en priorité à rétablir l'ordre d'avant-guerre et se méfient d'une Résistance aux tendances communistes et royalistes marquées, qu'elles n'ont appuyée que de manière opportuniste au temps de la tourmente. Dès la fin

novembre 1944, avec le soutien tacite de la majorité de la population, elles parviennent à ôter tout rôle politique à la Résistance. Soucieux avant tout d'une amélioration de leurs conditions de vie, la plupart des habitants du pays approuvent d'autant plus cette mise à l'écart qu'ils aspirent à sortir du cycle de la violence imposée par la guerre, violence à laquelle certains (pseudo-) résistants leur semblent trop facilement enclins, comme en témoignent certains abus commis vis-à-vis de présumés collaborateurs (destructions de biens, traitements manquant d'humanité dans les camps d'internement, attentats peu justifiables).

Tract du parti communiste lors de la campagne pour les élections législatives de février 1946 dénonçant le 'torpillage' du statut de prisonnier politique par la 'réaction'.
CegeSoma, collection de tracts. © CegeSoma

En outre, les divisions internes de la Résistance apparues au grand jour dans l'immédiat après-guerre la fragilisent et détériorent encore son image de marque. Ainsi, les dissensions qui se manifestent lors de l'établissement des différents statuts de reconnaissance nationale accordés aux résistants entre 1944 et 1948 et la détermination de certains à obtenir coûte que coûte l'un ou l'autre statut aux avantages moraux et matériels indéniables ne plaident pas en faveur de la Résistance. Cette dernière est aussi ébranlée par les fractures nées de positions antagonistes entre gauche et droite résistantes prises lors de la question royale et de la guerre froide.

Enfin, à partir du milieu des années 1950, les milieux nationalistes du nord du pays attisent en Flandre un souvenir de guerre anti-belge, qui sert de levier à leurs revendications indépendantistes. La Résistance en paie le prix : elle est traitée d'anti-flamande, car elle est considérée comme complice de la 'répression belge' subie au lendemain de l'Occupation par les 'idéalistes' flamands égarés dans la collaboration. Cette opinion s'étend dans de larges couches de la po-

pulation flamande dans les années 1960 et 1970. Dans la confrontation qui s'installe entre le nord et le sud du pays, les partis francophones vont, au contraire, s'identifier à l'héritage antifasciste de la Résistance. Mais, paradoxalement, cette même Résistance se voit exclue de ce processus, car son belgicisme unitaire ne peut qu'entraver le développement d'une identité wallonne.

Tout cela ressemble à la chronique d'une mort annoncée. Pourtant, depuis une dizaine d'années, l'intérêt pour l'histoire de la Résistance semble peu à peu progresser. C'est particulièrement le cas en Flandre où la montée de l'extrême droite pousse sans doute certains milieux politiques et intellectuels à stimuler l'étude d'un phénomène trop longtemps discrédité, puis oublié.



Les responsables de la Confédération nationale des prisonniers politiques et ayants droit témoignent de l'unité de leur organisation en pleine question royale, 1950. CegeSoma, photo n° 92029. © CegeSoma

Un outil précieux

Dès lors, fort de son expertise dans le domaine développée depuis sa création en décembre 1967, le CegeSoma se devait de répondre à l'attente de ceux et celles, de plus en plus nombreux, désireux d'obtenir des informations sur la Résistance et sur le parcours des résistants parmi leurs proches, issus de leur localité ou remarquables à l'échelle nationale.

Dès sa conception, le futur ouvrage a été baptisé *Papy était-il un héros ?*, pour marquer sa volonté de fournir un équivalent au guide *Papy était-il un nazi ?*, consacré aux personnes poursuivies pour collaboration après la Seconde Guerre mondiale et auquel les Archives de l'État avaient aussi largement contribué.⁽¹⁾

Deux grandes parties forment l'ossature du livre. La première est elle-même divisée en trois chapitres. Le premier dresse un tableau précis des raisons de la faiblesse de la mémoire de la Résistance en Belgique ; le deuxième expose les principales caractéristiques du phénomène depuis sa naissance à l'été 1940 jusqu'à la démobilisation des résistants à l'automne 1944 ; enfin, le troisième se penche sur les circonstances de

l'élaboration des statuts de reconnaissance nationale attribués aux résistants, en insistant sur l'apport des dossiers alors constitués, mais aussi sur leurs limites.

Dans sa partie centrale, le guide propose un large panorama des sources sérielles constituées de fiches, dossiers ou même interviews de résistants aujourd'hui disponibles en Belgique et à l'étranger, panorama établi sur base des informations fournies par une soixantaine d'archivistes, bibliothécaires et historiens. Son objectif est de permettre de croiser un maximum de sources susceptibles d'étoffer la connaissance de l'engagement de la personne recherchée et de démasquer certaines exagérations, voire certains oublis volontaires ou involontaires. En outre, cette approche étendue ouvre la voie à la découverte de l'activité d'un certain nombre de résistant(e)s non bénéficiaires, pour des raisons diverses, des statuts de reconnaissance de l'immédiat après-guerre. Chaque source est décrite selon le schéma suivant : qui l'a produite ?, que

contient-elle précisément ?, où est-elle conservée ?, et quels sont les outils et éventuellement les conditions pour y accéder ? Un tableau de quatre pages figure d'ailleurs dans le chapitre introductif de cette seconde partie pour disposer d'une vue d'ensemble des principaux fonds décrits.

L'ouvrage se termine par trois annexes : une bibliographie sélective sur la Résistance en Belgique, une chronologie des principaux événements liés au thème et un index détaillé portant sur les résistants ainsi que sur les organisations et les lieux où la Résistance a opéré cités dans l'ouvrage.

+ Plus

- Site internet du Cegesoma : www.cegesoma.be
Retrouvez-y les multiples ressources du CegeSoma en rapport avec la Résistance, mais aussi avec de nombreuses autres problématiques liées à l'histoire du 20^{ème} siècle.
- Autre site internet lié au CegeSoma : www.belgiumwwii.be
Une plateforme virtuelle sur la Belgique et ses habitants durant la Seconde Guerre mondiale.



Un chantier toujours en cours

Ce guide a notamment pour mérite de recenser de manière précise les multiples fonds où trouver des renseignements sur l'activité des résistants. Mais de nombreuses démarches sont nécessaires pour être sûr de disposer du maximum d'informations possible sur la personne recherchée. La création d'une base de données centrale ou tout au moins d'un nombre limité de bases de données reprenant au minimum les éléments essentiels d'identification ainsi évidemment que la localisation du fonds, serait dès lors d'un grand secours.

Ce chantier est déjà à l'œuvre au Service Archives des victimes de la guerre des Archives de l'État, d'une importance capitale pour cette problématique, puisque ce service détient notamment plus de 400.000 dossiers personnels sur les victimes civiles de la guerre constitués après le conflit à partir d'archives belges et allemandes, quelque 59.000 dossiers relatifs aux demandeurs du statut de prisonnier politique, environ 44.000 dossiers en lien avec le statut de résistant civil et plus de 25.000 dossiers en rapport avec le statut de résistant par la presse clandestine.

Le CegeSoma n'est pas en reste, puisque depuis plusieurs années, il travaille à ce genre de fichiers numériques et qu'un coup d'accélérateur a été donné à l'entreprise à la suite de l'élaboration du guide. Ainsi, il est désormais possible à toute personne de savoir

rapidement à partir d'un nom, d'un prénom et d'une date de naissance si le résistant recherché dispose d'un dossier en vue de l'obtention du statut d'agent de renseignements et d'action, d'un dossier de membre de divers mouvements de résistance armée ou d'un formulaire complété dans le but de préciser son activité dans les domaines de la presse clandestine et de la résistance civile. Des recherches dans ces mêmes bases de données sont même réalisables par localité.

Enfin, la plateforme en ligne *Belgium WWII*, lancée par les Archives de l'État comme projet BRAIN-be et entretenue par ce même CegeSoma, accorde une place importante à cet épisode marquant et trop peu remarqué de l'histoire belge. Conçue sous la forme d'un ensemble d'articles relativement brefs destinés à fournir un contenu scientifique accessible à tous sur la Seconde Guerre mondiale en Belgique, la plateforme recense en effet à ce jour des dizaines de contributions sur les organisations de la Résistance, ses acteurs, diverses dates-clés et la répression encourue. Et le contenu spécifique à ce thème ne cessera de se développer dans les années à venir.

- On peut commander l'ouvrage *Papy était-il un héros ?* via le formulaire en ligne sur le site du CegeSoma ou par courrier électronique à cegesoma@arch.be.

Références : Fabrice Maerten (dir.), *Papy était-il un héros ? Sur les traces des hommes et des femmes dans la Résistance pendant la Seconde Guerre mondiale*, Bruxelles, Racine, 2020, 352 p. (prix de vente : 27,99 euros, hors frais de port). L'ouvrage est aussi disponible en néerlandais sous le titre *Was opa een held ? Speuren naar mannen en vrouwen in het verzet tijdens WOII*.

Les auteurs

- Coordinateur de l'ouvrage, **Fabrice Maerten** est docteur en histoire et responsable de l'accompagnement du public dans les collections au CegeSoma.
- Auteur du chapitre consacré à la mémoire de la Résistance, **Nico Wouters** est docteur en histoire et directeur du CegeSoma.

Notes

- (1) Koen Aerts et a. (dir.), *Papy était-il un nazi ? Sur les traces d'un passé de guerre*, Bruxelles, Racine, 2017. L'ouvrage est aussi paru en néerlandais sous le titre *Was opa een nazi ? Speuren naar het oorlogsverleden*, Tielt, Lannoo, 2017.

Réchauffement climatique et phénomènes extrêmes

Rozemien De Troch

Introduction

Le réchauffement climatique observé en Belgique augmente les probabilités d'occurrence de phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur. Si le niveau actuel de production de gaz à effet de serre perdure, cette tendance au réchauffement va se poursuivre dans le futur. Le *Rapport climatique 2020 : de l'information aux services climatiques* rassemble les résultats les plus récents des observations climatologiques et de la recherche climatique de l'Institut Royal Météorologique (IRM).



Couverture du nouveau *Rapport climatique 2020* de l'IRM. Chaque ligne verticale de la figure représente une année de mesure, allant de 1833 à 2019 inclus. La couleur de chaque ligne représente la température moyenne annuelle à Uccle par rapport à la température moyenne pour la période 1850-1900. Le bleu correspond aux années relativement froides et le rouge aux années relativement chaudes. Cette manière de représenter les données climatiques, appelée 'warming stripes', a été élaborée par le climatologue Ed Hawkins.

L'IRM : météo ET climat

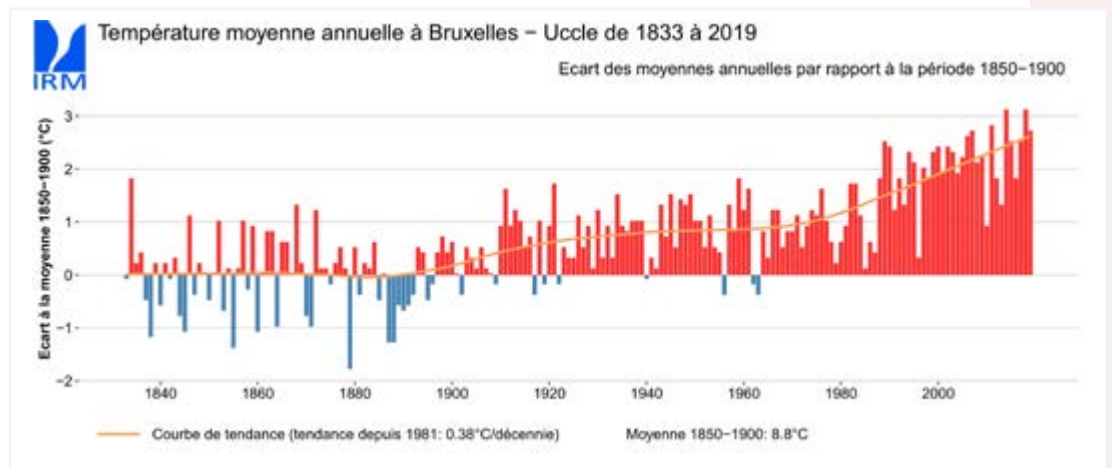
En plus des prévisions et de la recherche météorologiques, l'IRM, en tant qu'Établissement Scientifique Fédéral, joue un rôle prépondérant sur le plan de la recherche climatique, des observations climatologiques et de la modélisation climatique régionale. Le grand public connaît l'IRM principalement par la météo. Mais notre recherche scientifique, basée sur la continuité et l'innovation, se concentre également sur le climat. Nos scientifiques travaillent chaque jour pour une meilleure compréhension des mécanismes du changement climatique, l'analyse et l'interprétation de nos données climatiques et l'amélioration de notre modèle climatique.

Augmentation de 2 °C

L'analyse des observations climatologiques est cruciale pour comprendre le changement climatique à l'échelle mondiale, régionale ou locale. Le réchauffement est également clairement visible dans les observations de l'IRM à Uccle et pour l'ensemble de la Belgique depuis le milieu du 20^e siècle.

Les résultats contenus dans ce rapport montrent une augmentation de la température annuelle moyenne en Belgique d'environ 2 °C au cours des 30 dernières années (par rapport à la période 1880-1909). De plus, les six années les plus chaudes ont été observées après 2005, et l'augmentation moyenne de la température à Uccle pour 2019 est supérieure à 2,5 °C par rapport à la période 1850-1900. Ce réchauffement se reflète également dans l'évolution des vagues de chaleur à Uccle. En termes de nombre (+ 0,3 canicules par décennie), de durée (+ 2 jours par décennie) et d'intensité (+ 1 °C / jour par décennie), nous observons une nette tendance à la hausse depuis 1981.

En raison de la très grande variabilité interannuelle des précipitations dans nos régions, les précipitations présentent généralement des tendances moins prononcées que la température. Depuis 30 ans, on observe une augmentation générale et légère des totaux annuels de précipitations pour la Belgique (+ 15 % par rapport à 1880-1909). Pour Uccle, il y a eu une augmentation marquée du nombre annuel de jours de fortes pluies (au moins 20 mm) depuis 1981 de + 0,5 jour par décennie. En revanche, pour les pluies printanières à Uccle, nous avons observé une tendance à la baisse significative de - 9 % par décennie depuis 1981 (par rapport à 1961-1990). Cela peut également être lié à l'augmentation de la durée observée des périodes de sécheresse au printemps.



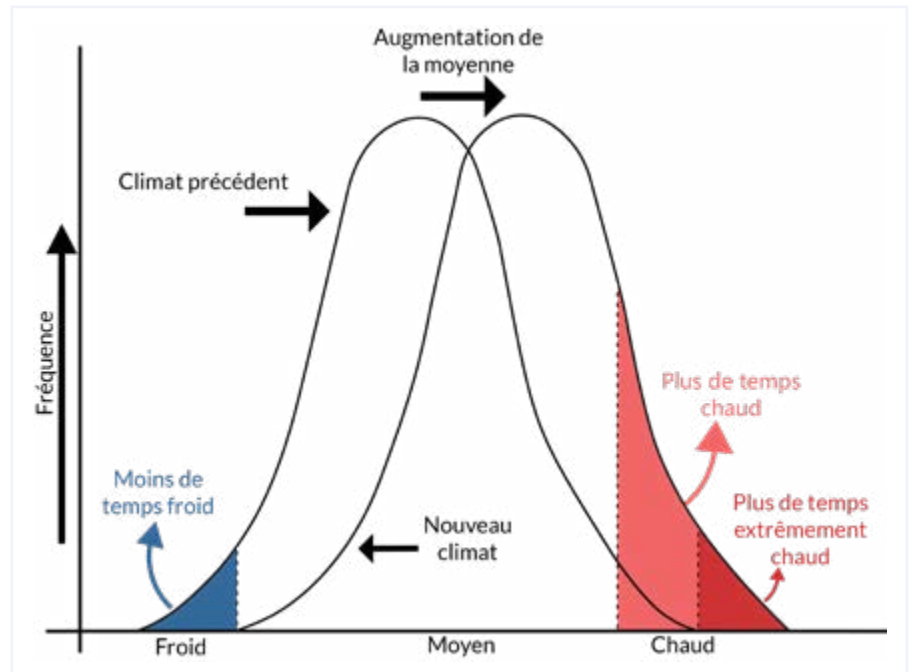
Évolution de la température moyenne annuelle à Saint-Josse-ten-Noode / Uccle pour la période 1833-2019. Les valeurs annuelles correspondent à l'écart (en °C) par rapport à la valeur moyenne pour la période 1850-1900 (8,8 °C). La température moyenne annuelle pour la période 1833-2019 est de 9,5 °C.

Une météo plus extrême

Le changement climatique augmente le risque de phénomènes météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur ou les sécheresses. Le climat est la moyenne du temps. La climatologie de la température, par exemple, suit une distribution normale (voir dernière illustration). Sous l'influence du changement climatique, cette distribution se déplace vers des températures plus élevées. À mesure que la température moyenne augmente, les extrêmes augmentent également. De plus, ces températures extrêmement

élevées telles que nous en avons récemment connues ne se produisent pas (encore) souvent, mais en raison d'un passage vers des températures globalement plus élevées, on observe clairement sur la figure que la probabilité que des températures aussi élevées se produisent, sera amplifiée dans un 'nouveau climat'. Une atmosphère plus chaude peut également contenir plus de vapeur d'eau avant qu'elle ne devienne saturée, et ceci a donc un impact sur les régimes de précipitations. Des périodes de sécheresse plus longues peuvent donc alterner avec des averses de pluie intenses.

Une augmentation de la température moyenne augmente le risque de chaleur extrême et de conditions météorologiques extrêmes.



Quel avenir ?

Pour modéliser le climat futur, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat a défini plusieurs scénarios d'évolution des concentrations de gaz à effet de serre, en tenant compte d'éventuelles évolutions socio-économiques. A partir de ces évolutions possibles des concentrations de gaz à effet de serre, diverses projections climatiques ont été calculées jusqu'à la fin de ce siècle avec le modèle climatique ALARO-0 de l'IRM. Sur cette base, les scientifiques ont fait une estimation quantitative de la sensibilité du climat à un changement des concentrations de gaz à effet de serre, et plus particulièrement à la température et aux précipitations, ainsi qu'aux phénomènes météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les précipitations extrêmes et la sécheresse.

Les émissions mondiales actuelles de gaz à effet de serre suivent actuellement l'évolution du scénario qui suppose une forte augmentation des concentrations de gaz à effet de serre jusqu'à la fin de ce siècle. Selon ce scénario, on peut s'attendre à une augmentation moyenne de la température allant jusqu'à 5 °C en Belgique d'ici la fin de ce siècle (par rapport à 1961-1990). De plus, on peut s'attendre à une augmentation à la fois des précipitations pendant l'hiver ainsi que du nombre de jours de fortes précipitations d'ici 2100 (par rapport à 1976-2005). Enfin, à la fin de ce siècle, on peut s'attendre à une augmentation significative du nombre, de la durée et de l'intensité des vagues de chaleur à Bruxelles.

Cependant, ces prévisions sont basées sur un modèle climatique (ALARO-0). Rassembler les résultats de différents modèles est essentiel pour estimer les incertitudes. Les projections climatiques du modèle climatique ALARO-0 sont qualitativement très similaires aux projections climatiques pour la Belgique telles que calculées par d'autres modèles climatiques régionaux.

Pourquoi les informations climatiques sont-elles importantes ?

Les informations climatiques factuelles sont importantes dans le contexte des mesures d'adaptation et d'atténuation pour répondre à la crise climatique. Après tout, les conditions météorologiques extrêmes rendent les conséquences du changement climatique de plus en plus tangibles. Les scientifiques, les décideurs et le grand public ont un besoin croissant d'informations et de services climatologiques détaillés et fiables sur le changement climatique attendu et ses conséquences.

Ce nouveau rapport climat montre que l'IRM, avec son expertise et ses services scientifiques, joue un rôle crucial pour répondre à ce besoin d'informations et de services climatiques.

+ Plus

- Lien vers le rapport climatique 2020 : www.meteo.be/redirect/RapportClimatique-2020.pdf
- Lien vers le résumé du rapport : www.meteo.be/redirect/RapportClimatiqueRes-2020.pdf

L'auteure

Rozemien De Troch est climatologue à l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM).

BELCAM

Plateforme collaborative pour le suivi des parcelles agricoles



Photo 18509678 © Monika3stepsahead | Dreamstime.com

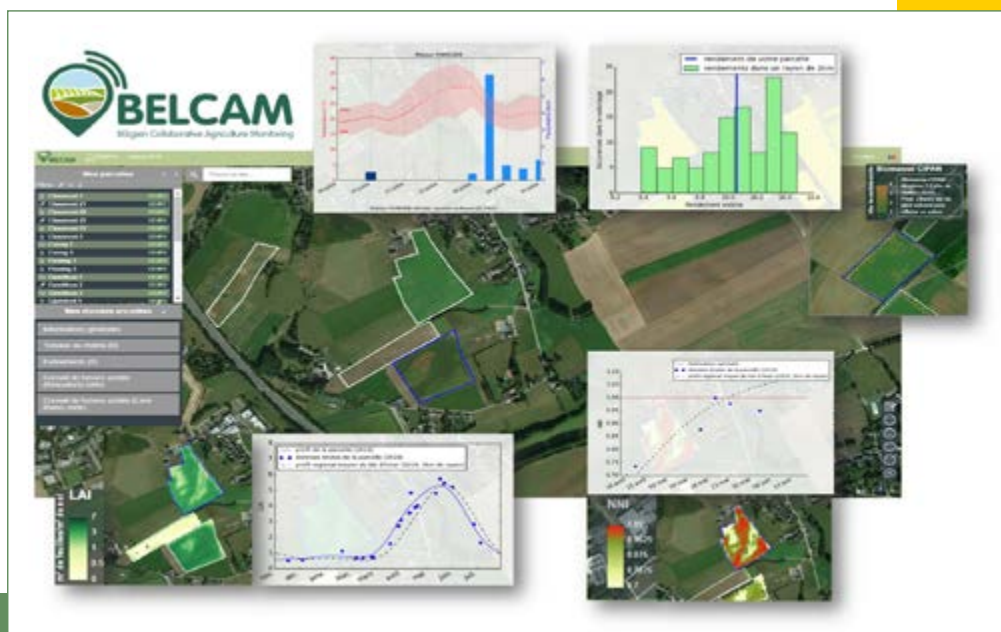
Le programme européen Copernicus est devenu le premier fournisseur de données spatiales au monde. Ce programme ambitieux et opérationnel permet un accès libre et gratuit à d'impressionnantes séries temporelles d'images satellitaires complétées par des données in situ. Pas moins de 12 téraoctets de données sont produits chaque jour et les services offerts par le programme devraient être assurés pour les décennies à venir. Il s'agit d'une réelle opportunité pour tous les citoyens européens d'améliorer leur vie au quotidien. Les agriculteurs, en particulier, peuvent bénéficier de l'accès à ces données gratuites pour améliorer la gestion de leurs parcelles.

Impact environnemental réduit

Financée par le programme STEREO, la plateforme belge BELCAM (Belgian Collaborative Agriculture Monitoring) a été développée pour rendre disponible, pertinente et utilisable la richesse des informations satellitaires à tous les agriculteurs belges afin de les aider à répondre aux attentes de la société. L'application de bonnes doses d'engrais azotés, au bon moment et au bon endroit, contribue à leur pleine absorption par les plantes et minimise considérablement leur impact sur l'environnement et leur empreinte carbone associée, tout en améliorant les revenus des agriculteurs.

Le projet a connu un tel succès que la plateforme BELCAM a été lancée à la Foire agricole de Libramont en 2019, à l'issue d'un projet de recherche de 4 ans impliquant des universités (UCLouvain, ULiège), des centres de recherche (CRA-W, VITO, INRA), des centres techniques et des agriculteurs. Des interactions continues avec une douzaine de centres techniques/centres pilotes travaillant comme services de vulgarisation pour soutenir les agriculteurs ont permis d'identifier les priorités et de peaufiner le développement méthodologique des données d'Observation de la Terre et les produits BELCAM qui en résultent.

La plateforme s'appuie sur ces données satellitaires pour offrir aux agriculteurs belges des produits et services innovants dérivés de l'Observation de la Terre leur permettant d'améliorer la gestion quotidienne de leurs parcelles et donc la durabilité des pratiques agricoles.

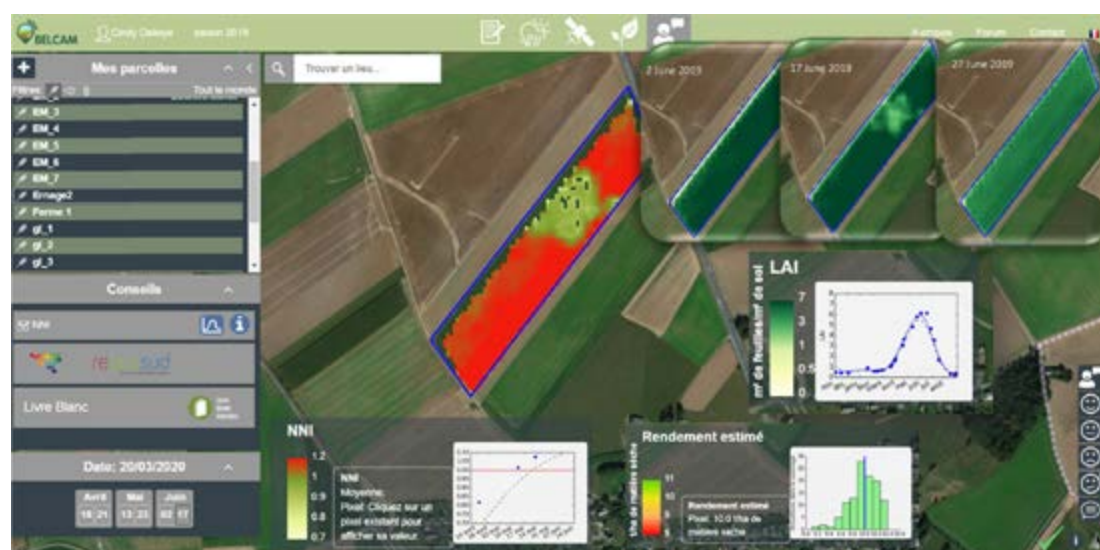


Plateforme BELCAM : informations disponibles pour un champ de blé en juillet 2019, en parallèle avec le rendement et la biomasse des CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrates) pour la saison 2018.

Parcelles sur smartphone

Disponible gratuitement via une application pour smartphone ou directement sur PC, BELCAM permet à chaque agriculteur d'identifier ses parcelles pour visualiser les images satellites les plus récentes de ses champs, l'évolution des conditions météorologiques

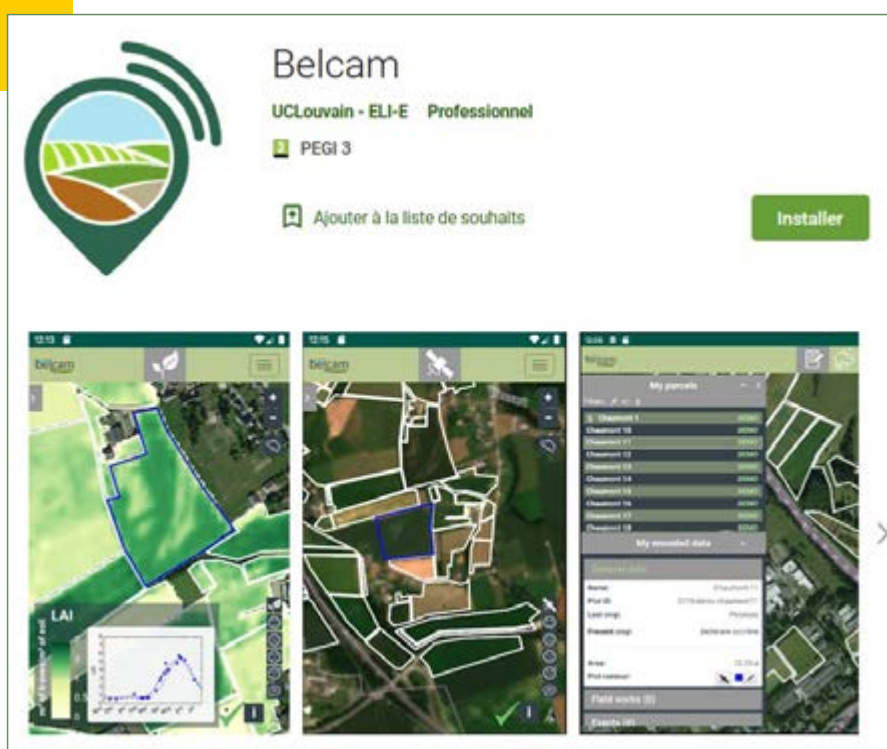
et les prévisions à 7 jours basées sur la station météorologique la plus proche. Fournissant des informations actualisées tous les 5 jours, BELCAM permet aux producteurs belges d'utiliser les images des satellites Sentinel-2A et 2B pour surveiller plus spécifiquement trois cultures différentes (blé, maïs, pomme de terre) mais aussi l'ensemble du paysage.



Interface clé avec les agriculteurs, la plateforme fournit diverses informations au niveau du pixel, comme illustré pour ce champ de blé en 2019 : le profil LAI décrivant la croissance des plantes tout au long de la saison, le rendement estimé par rapport à la moyenne locale (rayon de 3 km) et l'indice NNI. Alors que le rendement se situe juste dans la moyenne, le champ semble être largement sur-fertilisé (NNI>1) sauf dans une zone spécifique. La définition de deux zones de gestion (comme le montrent les cartes NNI et LAI du 17 juin) pourrait améliorer l'impact environnemental ainsi que le revenu de l'agriculteur.

Bien au-delà des images et des prévisions météorologiques, chaque producteur qui a identifié ses parcelles sur la plateforme a accès à trois types d'informations :

- 1. Tout d'abord, l'augmentation de la biomasse des cultures, qui est étroitement liée à l'évolution de l'indice de surface foliaire (LAI : Leaf Area Index), est représentée sous la forme d'une courbe de croissance. La courbe atteint un maximum lorsque la végétation verte du champ est à son maximum. Cette courbe peut également être comparée à la moyenne des parcelles de la même culture dans un rayon de 3 km.
- 2. Une deuxième information intéressante pour les cultivateurs de blé est la performance de la fertilisation azotée à l'aide de l'indice de nutrition azotée (NNI : Nitrogen Nutrition Index). Il s'agit du rapport entre l'azote réellement absorbé par la culture et la quantité maximale d'azote que la culture pourrait absorber pour obtenir un rendement maximal. Un NNI supérieur à 1 indique que l'azote appliqué ne sera pas absorbé par la culture et n'augmentera pas le rendement. Grâce aux images Sentinel, cet indice peut être calculé pour les parcelles de blé d'hiver belge
- 3. L'estimation du rendement est le troisième type d'information proposé par BELCAM. Elle permet aux agriculteurs de comparer le rendement estimé d'une parcelle avec la moyenne des



parcelles voisines de la même culture. Le rendement est estimé avant la récolte à l'aide d'un modèle de croissance qui combine des images satellitaires et des données météorologiques locales.

Pour et avec les agriculteurs

Au-delà de ces innovations soutenues par une recherche de pointe en Observation de la Terre, l'originalité de BELCAM

réside dans la nature collaborative de la plateforme qui redessine aujourd'hui les échanges entre agriculteurs et scientifiques en entrant dans le monde numérique de demain. Grâce aux interactions au sein de la plateforme, celle-ci continuera à évoluer à partir des retours d'expérience des utilisateurs et à s'intéresser à d'autres cultures et pratiques émergentes. Le défi consiste à tirer parti de ces nouvelles technologies d'observation et à fournir les informations qui permettront aux agriculteurs de renforcer la durabilité de leurs pratiques.

+ Plus

- Plateforme belge BELCAM (Belgian Collaborative Agriculture Monitoring) : www.belcam.info
- Projet STEREO BELCAM (BELgian collaborative Agriculture Monitoring at parcel level for sustainable cropping systems) : eo.belspo.be/belcam
- Téléchargez l'appli BELCAM : <https://play.google.com/store/apps/details?id=info.belcam>

Cet article a été écrit avec l'aide de Pierre Defourny, professeur au Earth and Life Institute de l'Université catholique de Louvain et coordinateur du projet BELCAM.

Surveiller l'eutrophisation des eaux côtières belges grâce à MULTI-SYNC

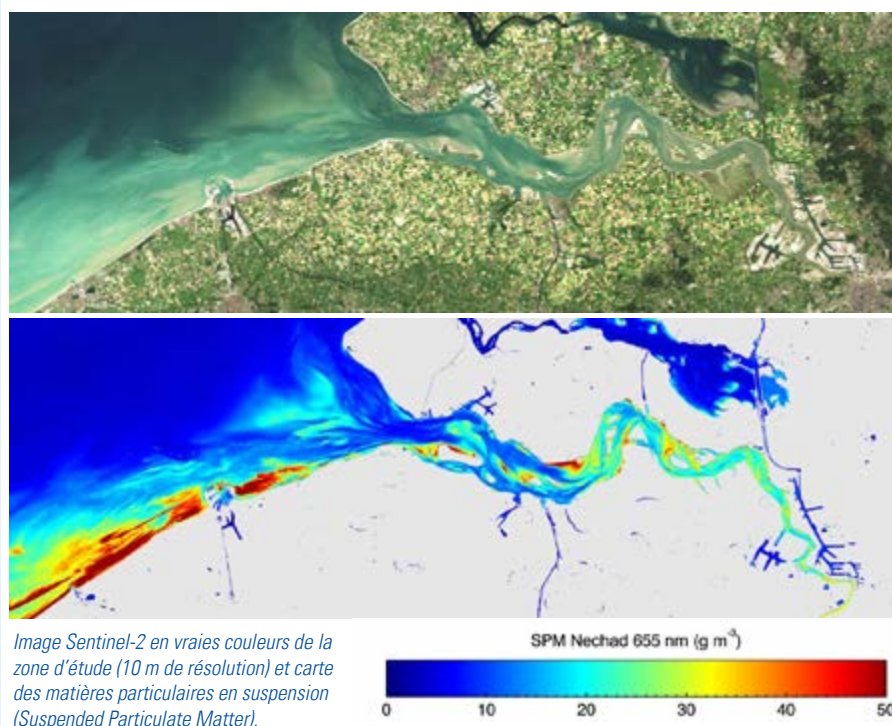
Durant les mois d'été, nous sommes nombreux à chercher le dépaysement en bord de mer ; quoi de plus délassant en effet que de poser une serviette sur le sable, laisser son regard se perdre dans l'horizon des vagues et savourer à l'avance quelques délicieux fruits de mer.

Couvrant plus des deux tiers de la surface du globe, les mers et océans sont des écosystèmes complexes qui fournissent des services essentiels au maintien de la vie sur Terre. Au cœur du système climatique, l'environnement marin est notre plus grande source de biodiversité et contribue aussi largement à la prospérité économique, au bien-être social et à la qualité de vie.

Un milieu à protéger

La protection des milieux marins est donc cruciale. Pour se doter des outils juridiques indispensables à cette protection, l'UE a adopté dès 2000 la directive-cadre européenne sur l'eau et en 2008 la directive-cadre 'Stratégie pour le milieu marin'. La Belgique, tout comme les autres Etats membres, est tenue de respecter ces directives, de maintenir le 'bon état écologique' de ses eaux (de surface, souterraines et côtières) et d'assurer un reporting régulier de la qualité des eaux auprès des instances européennes.

Pour contrôler l'état d'eutrophisation de la zone côtière belge et déceler au plus vite des situations potentiellement critiques de celui-ci, la surveillance opérationnelle permanente est essentielle. Les méthodes traditionnelles de contrôle par bateau sont à l'heure actuelle toujours considérées comme les principaux outils de surveillance. Mais elles ne fournissent que des informations ponctuelles et sont très coûteuses.



Les satellites pour mieux voir

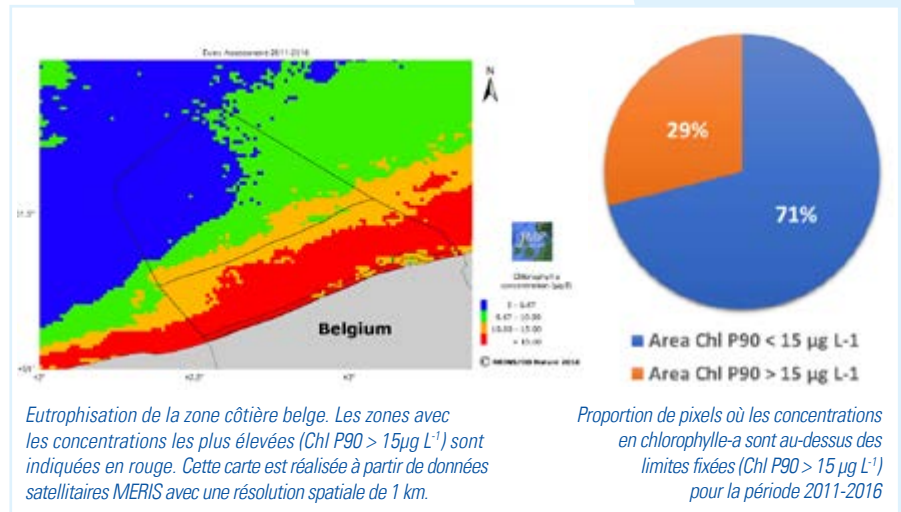
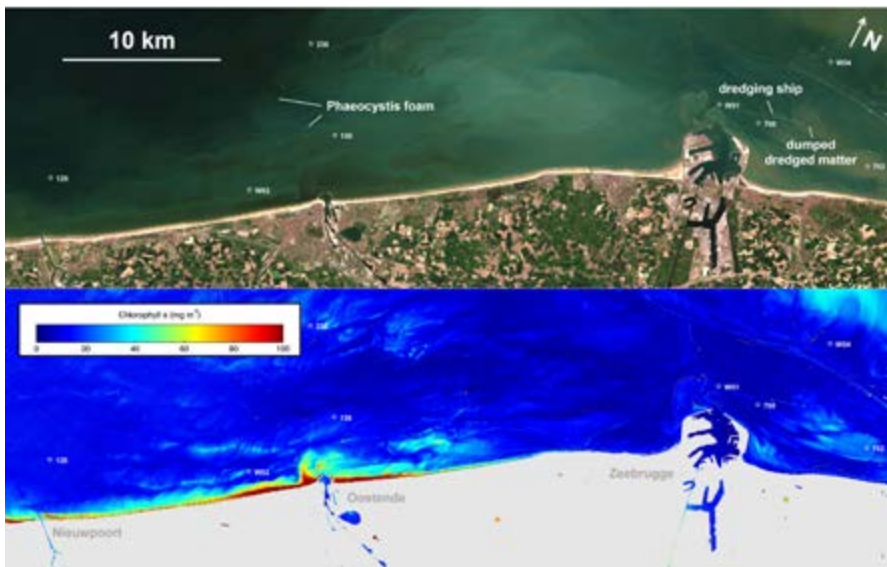
La télédétection offre des solutions qui ont été explorées par l'équipe du projet STEREO III MULTI-SYNC (Multi-scale synergy products for advanced coastal water quality monitoring), dirigé par l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB). L'utilisation d'images satellitaires pour le monitoring combine en effet de nombreux avantages. Outre un coût réduit, elles fournissent des informations en chaque point du territoire belge de la mer du Nord et ce, avec une grande résolution spatiale et temporelle. De plus, le traitement des images bénéficie d'une technique de comblement des zones de nuages (donc sans information), la technique DINEOF développée par l'ULg-GHER, partenaire du projet.

De la recherche scientifique à l'application

Le degré d'eutrophisation des eaux peut être déterminé par leur concentration en chlorophylle-a, indicateur de la biomasse phytoplanctonique. A l'aide de données fournies quotidiennement par des capteurs optiques spécifiquement dédiés à la couleur de l'océan (SeaWiFS, MODIS, MERIS, VIIRS, Sentinel-3), les chercheurs du projet MULTI-SYNC ont développé une approche permettant de cartographier les concentrations en chlorophylle-a et d'autres produits comme les matières totales en suspension à haute résolution.

Grâce à ces produits, ils peuvent obtenir un aperçu spatial de l'état d'eutrophisation de la région côtière belge, où les zones problématiques sont directement visibles en rouge. Ces cartes sont intégrées dans le rapport d'évaluation de l'eutrophisation, fourni par la Belgique dans le cadre des directives européennes, et permettent donc de soutenir directement les actions nécessaires pour atteindre ses objectifs en matière de qualité des eaux.

Image Sentinel-2 du 1^{er} mai 2016 (en haut, image en vraies couleurs; en bas, produit chlorophylle-a) montrant une efflorescence algale près du rivage près d'Ostende



Avec MULTI-SYNC, les chercheurs visent à améliorer ce service en développant de nouvelles méthodes pour utiliser les données typiques 'ocean colour' de basse résolution en synergie avec les données satellitaires à haute résolution, comme celles fournies par Sentinel-2. Un tel satellite est capable de fournir des produits de concentration en chlorophylle-a avec une résolution spatiale allant jusqu'à 10 m, ce qui permet la détection des efflorescences algales proches du rivage, indétectables par les satellites traditionnels de type 'ocean colour' ou par la surveillance in situ par bateau.

+ Plus

- **Projet STEREO MULTI-SYNC** (Multi-scale synergy products for advanced coastal water quality monitoring) : eo.belspo.be/multi-sync
- **Vers un système d'alerte pour l'écume de mer** : https://odnature.naturalsciences.be/mumm/fr/blog_news/post_1106

Cet article a été écrit avec l'aide de Dimitry Van der Zande, chercheur à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique et coordinateur du projet MULTI-SYNC.



La contribution fédérale belge pour la mission JUICE de l'ESA

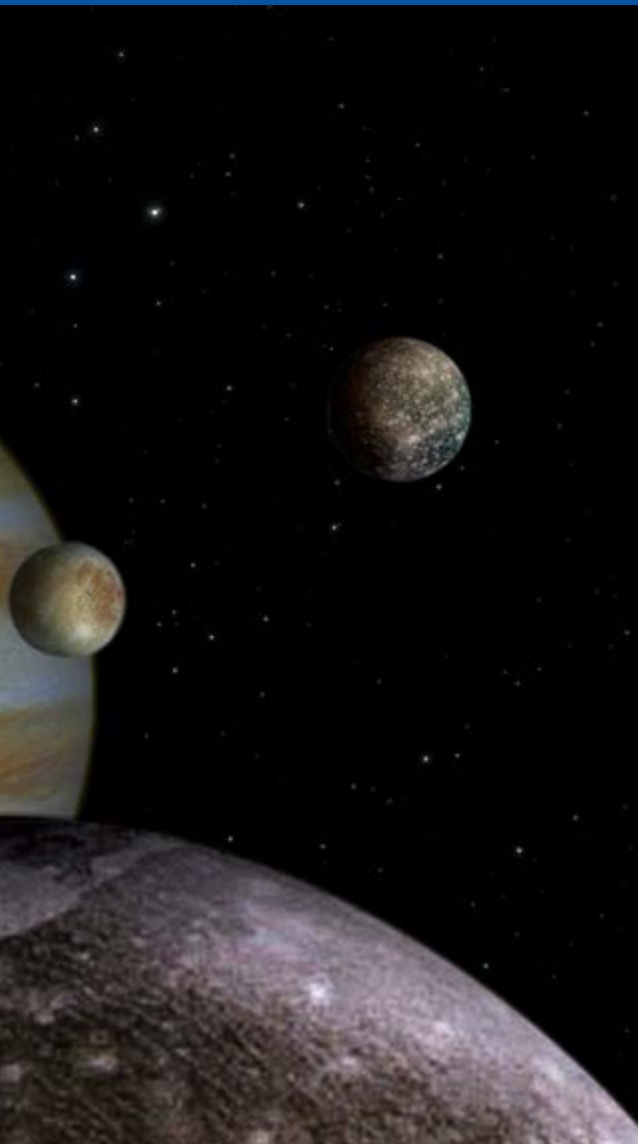
David Bolsée

et Lionel Van Laeken

Objectif de la mission JUICE

La géante gazeuse Jupiter et ses lunes sont connues pour représenter un système solaire en miniature. Sous les océans des lunes galiléennes (Ganymède, Callisto, Europe et Io) se cachent probablement des bio-signatures indiquant la possible existence de vie. Jupiter est

également un archétype, plus accessible à l'observation que la plupart des exoplanètes qui sont détectées aujourd'hui. Ces nombreuses motivations d'exploration ont amené l'Agence Spatiale Européenne (ESA) à sélectionner en 2012 la mission JUICE (JUUpiter and ICy moons Explorer) : une mission de classe L (Large) intégrée au programme Cosmic Vision 2015-2025, qui propose d'étudier le système jovien dans son ensemble. Le lancement est prévu en septembre 2022 depuis la base de lancement à Kourou (Guyane française).



© Spacecraft: ESA/ATG medialab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (University of Leicester); Ganymede: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Callisto and Europa: NASA/JPL/DLR

Le satellite partira à bord d'une fusée Ariane 5 et voyagera pendant près de neuf ans avant d'atteindre Jupiter en 2031. Les objectifs principaux consistent à étudier l'atmosphère de Jupiter (structure, dynamique et composition), sa magnétosphère, la surface (glaces, matières organiques et minéraux) et les exosphères des satellites galiléens. La sonde JUICE doit embarquer 10 instruments et une expérience dont chacun a été sélectionné en fonction de sa capacité à répondre aux objectifs scientifiques de la mission.

L'instrument MAJIS

Dans ce contexte, MAJIS (Moons And Jupiter Imaging Spectrometer) apparaît comme un instrument de première importance. MAJIS est un imageur hyper spectral qui possède deux canaux de mesure VIS-NIR (visible - proche infrarouge) et IR (infrarouge) couvrant une plage spectrale étendue entre 0.5 μm et 5.54 μm . Il remplira de nombreux objectifs de la mission dans son ensemble : la caractérisation des surfaces des lunes glacées, leurs activités géologiques et cryo-volcaniques éventuelles, leurs exosphères, l'atmosphère de Jupiter, la surface d'Io et des satellites mineurs, et les anneaux joviens. MAJIS est développé par l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS, France) sous la supervision du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES, France) et de l'agence spatiale italienne (ASI).

Introduction

La mission JUICE de l'ESA débutera dès 2031, une étude approfondie du système jovien et de ses lunes glacées. Elle tentera d'apporter des réponses à l'histoire évolutive du système solaire. L'instrument franco-italien MAJIS contribuera de manière importante à cette mission par des données en imagerie spectrale dans deux canaux d'observations VIS-NIR et IR. Le développement de l'instrument a conduit à une implication passionnante des deux instituts fédéraux implantés sur le plateau d'Uccle : l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) et l'Observatoire Royal de Belgique (ORB). Leur rôle a consisté au développement et à l'utilisation d'une unité d'étalonnage pour la caractérisation radiométrique et électro-optique du détecteur de vol de MAJIS (canal VIS-NIR). Après deux années de préparatifs, la campagne d'étalonnage s'est déroulée durant l'été 2020.

Les exigences d'une mission spatiale

L'IASB et l'ORB ont une longue expérience pour le développement et la caractérisation de charges utiles pour des projets spatiaux. Les domaines couvrent par exemple, la physique solaire (instruments SOLSPEC, LYRA) et la planétologie (SOIR, NOMAD). Ces travaux ont donné lieu à de nombreuses collaborations internationales. Les conditions rencontrées lors d'une mission spatiale, tant pour la mise en orbite que pour les mesures en environnement spatial constituent un réel défi. Il faut en effet pouvoir garantir un traitement optimisé des signaux collectés par l'instrument pendant une mission. C'est une étape cruciale pour la réussite d'une mission spatiale qui intègre une conversion de signaux bruts, en données scientifiques finales de qualité. En conséquence, outre les tests environnementaux tels que des essais en vibration démontrant la robustesse de l'ensemble, chaque sous-système optique, et en particulier un détecteur, doit être testé et caractérisé sur le plan radiométrique.

L'application au projet MAJIS

Forts de leurs expériences acquises, l'IASB et l'ORB de par leurs équipes d'ingénieurs et de scientifiques ont été sollicités en 2015 par l'IAS (France), initiateur du projet MAJIS pour contribuer à la caractérisation du détecteur VIS-NIR, correspondant à un détecteur matri-

ciel de la société Teledyne (USA). Cette caractérisation étudie les propriétés intrinsèques du détecteur en l'absence de flux lumineux, ainsi que sa réponse face à un éclairage bien caractérisé. Il s'agit typiquement de l'homogénéité de sa réponse inter pixel, de sa linéarité, de sa réponse spectrale (efficacité quantique), de son niveau de saturation, de sa rémanence et d'autres propriétés de son électronique de proximité (gain, bruit, biais).

Avec le support de la Politique scientifique fédérale (BELSPO) et de l'ESA, l'objectif consistait à déployer au laboratoire, des moyens considérables pour tester sous vide et à très basse température le détecteur de vol. Les laboratoires disposaient déjà d'un équipement conséquent en radiométrie, mais celui-ci fut complété pour le vide thermique afin de s'aligner sur les exigences de qualité de mesure et de sécurité requises pour le projet MAJIS.



Figure 1. Vue générale de la cuve à vide de l'unité

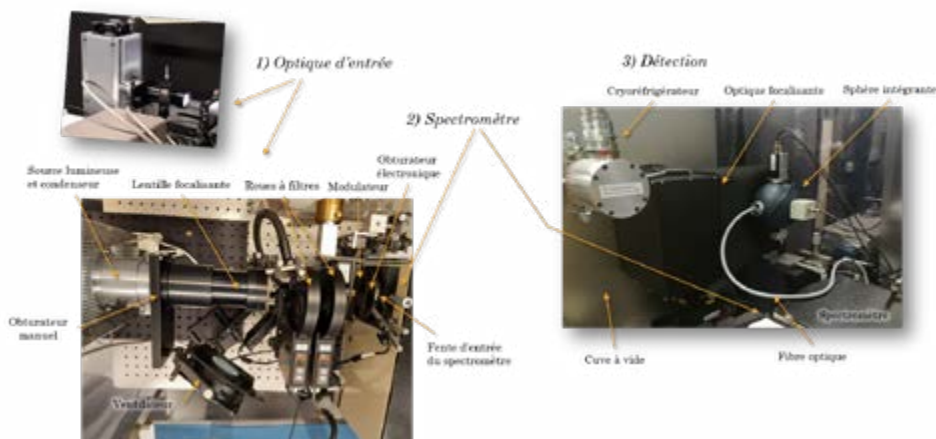


Figure 2. Equipment opto-mécanique de l'unité d'étalonnage MAJIS VIS-NIR.

Équipement, tests et performances de l'unité d'étalonnage

Le banc (Figure 1) a été assemblé dans les laboratoires de radiométrie de l'IASB. Les équipements fondamentaux consistent en une cuve à vide couplée à un cryostat permettant ainsi de simuler le vide spatial et les conditions thermiques de la mission JUICE. La gamme de températures à explorer pour le détecteur MAJIS s'étend de 125 K à 144 K (-148 °C à -129 °C). La cuve est équipée d'un hublot utilisé pour acheminer le flux lumineux à l'intérieur de la cuve lorsqu'un détecteur y est intégré en vue d'une caractérisation. L'essentiel de l'équipement optique pour la production et le transport de lumière, est assemblé sur un banc optique contigu à la cuve (Figure 2). S'agissant de composants modèle de vol, l'ensemble de ces équipements est installé dans une salle propre, sous un flux laminaire, répondant aux standards de propreté particuliers des plus élevés.

Pour accomplir un plan de test étendu, il faut disposer d'un flux lumineux stable, homogène, monochromatique, ajustable en longueur d'onde dans le domaine VIS-NIR et dont l'intensité peut être finement ajustée. Cette configuration a été respectée pour le projet MAJIS, en optimisant les performances pour la plage spectrale de 0.5 μm à 2.65 μm . Cependant, le banc pourrait également être optimisé dans le cadre d'autres projets, vers les courtes longueurs d'onde (UV) ou plus longues (IR). Le principe consiste à utiliser une lampe halogène à filament de tungstène comme source lumineuse, vu sa grande stabilité. Un double monochromateur permet la sélection d'un seul faisceau (une seule longueur d'onde ou couleur) qui est ensuite transféré et homogénéisé spatialement grâce à une fibre optique couplée à une sphère intégrante, jusqu'au hublot de la cuve. L'essentiel des composants opto-mécaniques pour configurer le faisceau (variation d'intensité, obturbateur, modulateur pour la détection de signaux NIR) sont insérés entre la lampe et le spectromètre. Divers moyens sont déployés pour la surveillance des caractéristiques de l'éclairage (principalement sa stabilité), à l'aide d'un radiomètre associé à la lampe, et de photodiodes VIS-NIR connectées à la sphère intégrante.

Certaines étant calibrées en unités radiométriques absolues, il est ainsi possible d'éclairer le détecteur avec un flux étalonné, ce qui est essentiel pour déterminer l'efficacité quantique du détecteur. Notons que pour le projet MAJIS VIS-NIR, une optique spéciale a également été développée pour éclairer le détecteur selon un angle de convergence (11°) afin de reproduire à l'identique la configuration du spectromètre MAJIS VIS-NIR une fois intégré dans le satellite JUICE. Au total, trois configurations ont été rendues possibles : obturateurs fermés ou non pour respectivement les caractérisations en l'absence ou présence de flux, puis sous faisceaux convergents.

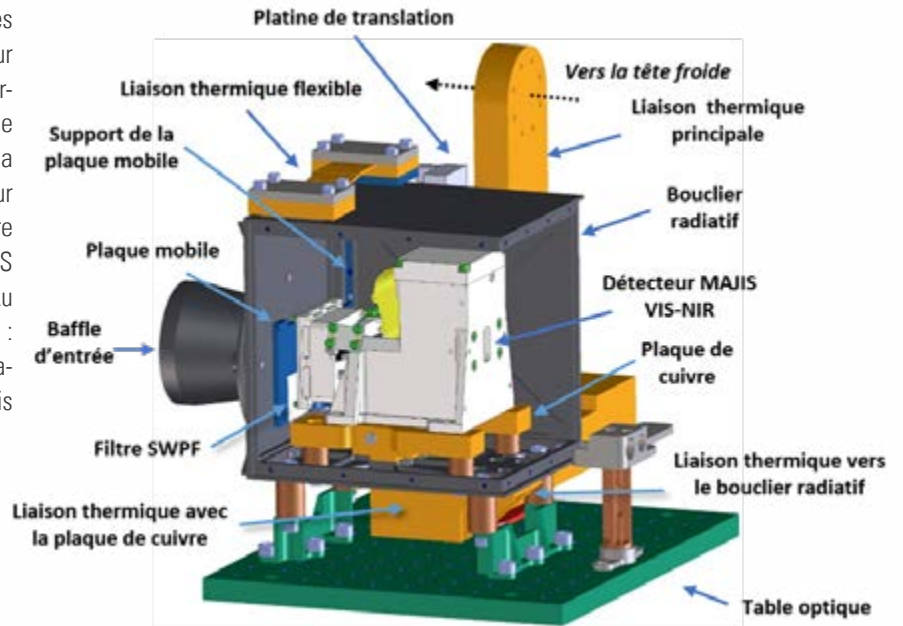


Figure 3. La monture conçue pour la caractérisation du détecteur modèle de vol MAJIS VIS-NIR, en garantissant sa sécurité, l'absence de contamination, la configuration du flux lumineux et la régulation à basse température (entre 157 °C à -120 °C).

Dans la cuve, une monture sophistiquée (Figure 3), connectée à l'équipement cryogénique, a été conçue pour garantir la sécurité, une absence de contamination moléculaire, et des conditions thermiques stables nécessaires pour caractériser le détecteur de vol. L'unité d'étalonnage VIS-NIR est automatisée grâce à des logiciels de contrôle développés sous LabVIEW. Enfin, un système de sécurité a été développé à l'extrême afin de répondre aux exigences du CNES et de l'ESA en matière d'étalonnage de détecteurs de vol, et ainsi garantir leur intégrité. Il permet une gestion de haut niveau des risques associés à d'éventuelles défaillances de logiciels et d'équipements de vide thermique. L'unité d'étalonnage VIS-NIR ainsi conçue a été validée au cours de tests à vide ou en utilisant un détecteur non sélectionné comme modèle de vol. Le contrôle qualité a été assuré tout au long du projet par les spécialistes du B.USOC (Belgian User Support and Operations Centre).

Le plan de test est résumé sur la Figure 4, où apparaît une configuration propre au détecteur MAJIS (présence d'un filtre dit 'LVF' devant le détecteur). Ce plan implique de nombreuses adaptations de température, longueur d'onde du faisceau, niveau d'illumination, et de paramètres propres au détec-

teur (mode de lecture, temps d'intégration). Le développement de cette unité d'étalonnage, à charge des laboratoires de radiométrie, a été le fruit de la collaboration entre celui-ci et différentes sections de l'IASB, principalement le département d'ingénierie. Il est important de souligner l'apport de l'ORB dans le domaine de la caractérisation de détecteurs matriciels. Le savoir-faire est notamment porté sur leurs logiciels de traitement de données de caractérisation, qui ont été adaptés ici pour le projet MAJIS.

Enfin, il est important de souligner la pérennité de l'investissement dans une telle infrastructure de laboratoire. Par conséquent, cette unité va rester pleinement opérationnelle et pourra contribuer aux tests d'autres charges utiles tels que des sous-systèmes ou un instrument dans son ensemble, dans le cadre d'autres projets spatiaux. De plus, l'équipe en charge du laboratoire est maintenue en fonction, avec un savoir-faire avéré.

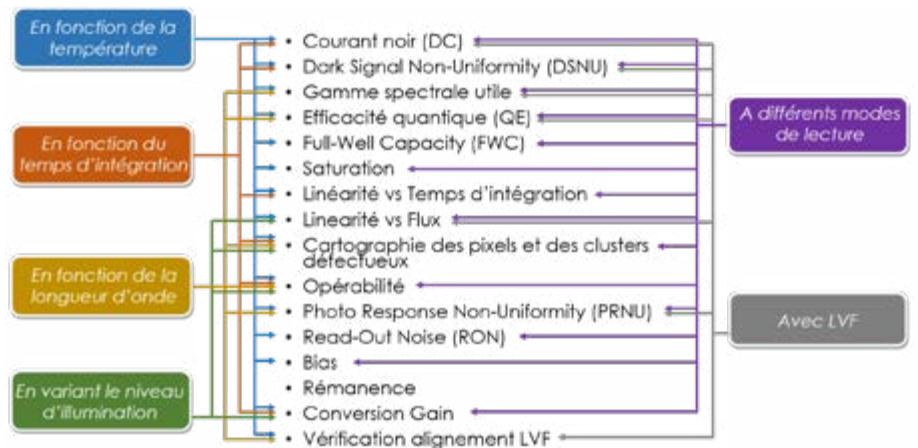


Figure 4. Résumé du plan de test pour la caractérisation d'un détecteur MAJIS VIS-NIR, comprenant l'ensemble des tâches et dépendances en paramètres physiques. L'unité d'étalonnage dispose de performances optiques et un vide thermique autorisant l'accomplissement du plan de mesure complet. La configuration LVF est au détecteur MAJIS (présence d'un filtre devant le détecteur).

La contribution du CSL

Notons que le Centre Spatial de Liège (CSL) a contribué de manière importante au développement de MAJIS, en réalisant des tests de détecteurs prototypes, exposés à des faisceaux de haute énergie. En effet, Jupiter possède une magnétosphère. L'origine du champ magnétique est identique à celle de la Terre, mais il est bien plus intense. La magnétosphère jovienne est par conséquent très riche en ions lourds et en protons, d'où la nécessité de développer des instrumentations spatiales robustes contre les radiations. En effet, les détecteurs de MAJIS doivent résister aux interactions avec les particules et limiter les dégradations de performances. Cela doit être testé et caractérisé avant le vol.

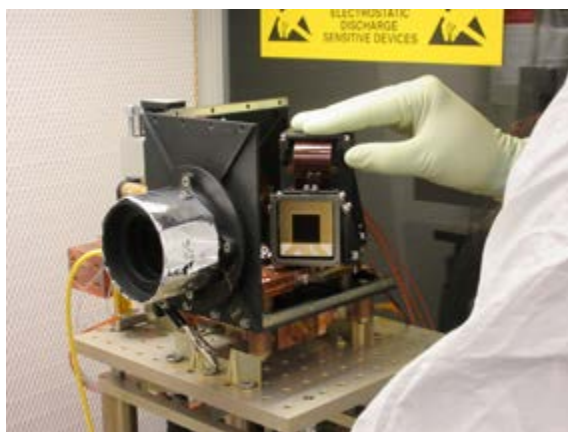


Figure 5. Le détecteur modèle de vol MAJIS VIS-NIR en cours de préparation en vue de son intégration dans la chambre à vide pour sa caractérisation électro-optique complète dans un environnement thermique sous vide.

Figure 6. Le détecteur MAJIS VIS-NIR lors de son intégration dans la chambre à vide pour la campagne de caractérisation.



Campagne de mesures MAJIS VIS-NIR

Suivant un calendrier de test strict et après une dernière série de tests de validation, la campagne de caractérisation du détecteur modèle de vol VIS-NIR a débuté fin juin 2020 après l'intégration du détecteur (Figure 5 et Figure 6). L'ensemble des performances ont été analysées lors de plusieurs semaines de tests. Après le traitement des données par l'IAS, le détecteur a été validé pour la mission MAJIS/JUICE. Une seconde campagne a eu lieu au mois d'août, axée sur le détecteur dans sa configuration de vol, à savoir avec le filtre LVF placé devant la surface réceptrice et un faisceau lumineux convergent. La confirmation des performances, combinée à la vérification de l'alignement de ce filtre a permis de clôturer la campagne avec succès.

Lorsque l'on évoque l'ensemble des attentes des scientifiques européens pour l'étude du système jovien grâce aux performances à venir de l'instrument MAJIS, inégalées à ce jour par les sondes ayant déjà exploré Jupiter, on appréhende toute l'importance des travaux effectués sur le plateau d'Uccle. Enfin, une dernière campagne a eu lieu en mai 2021 et a permis de caractériser le détecteur modèle de réserve de l'instrument MAJIS. A priori, ce détecteur ne devrait pas être utilisé pour cette mission, à moins qu'un problème fortuit n'apparaisse pour le modèle de vol avant le lancement. Dans ce cas, c'est ce modèle de réserve qui prendrait la relève.

Les auteurs

- Docteur en sciences de l'ingénieur, **David Bolsée** est le responsable de la section D42 de l'IASB, axée sur la mesure de l'éclairement solaire et les caractérisations radiométriques en laboratoire.
- Ingénieur en aérospatiale, **Lionel Van Laeken** a contribué au développement de l'unité d'étalonnage MAJIS VIS-NIR.

L'équipe MAJIS VIS-NIR

- A l'IASB : David Bolsée, Ann Carine Vandaele, Miriam Cisneros, Nuno Pereira, Lionel Van Laeken, Cédric Depiesse, Séverine Robert, Lars Jacobs et les techniciens associés, Claudio Queirolo et Michel Kruglanski (B.USOC), et les supports ponctuels des services IT, d'ingénierie, administratifs, de communication et de l'infrastructure.
- A l'ORB : Özgür Karatekin et Samuel Gissot.

Remerciements

Les développements réalisés à l'IASB et à l'ORB en support de la mission MAJIS/JUICE sont financés par la Politique scientifique fédérale (BELSPO), par le projet JUICE de l'ESA dans le cadre du programme PRODEX (PEA 4000124255) et par le Fonds de la recherche scientifique (FNRS), bourse 34828772. Nous remercions particulièrement les experts de l'IAS, du CNES et de l'ESA pour le support précieux apporté lors du développement de l'unité d'étalonnage.

Conclusions

La collaboration efficace entre les deux instituts scientifiques fédéraux que sont l'IASB et l'ORB, a permis de répondre avec succès à la sollicitation de l'équipe scientifique et technique MAJIS de l'IAS (France), avec le support de BELSPO et de l'ESA. Une campagne de caractérisation d'une grande importance pour le succès de la mission MAJIS/JUICE a permis de valider le détecteur modèle de vol VIS-NIR. L'unité d'étalonnage assemblée à l'IASB reste opérationnelle et de par sa flexibilité peut contribuer à d'autres caractérisations à l'avenir, pour d'autres projets spatiaux.

Soapbox Science Brussels

UNE PREMIÈRE EN BELGIQUE



Lê Binh San Pham, Karolien Lefever,

Arianna Piccialli, Christine Bingen,

Marie Yseboodt et Lucie Lamort

En octobre 2020 avait lieu la première édition de Soapbox Science en Belgique, une initiative internationale visant à promouvoir les femmes en sciences et leurs travaux dans les domaines des STEM (sciences, technologies, sciences de l'ingénieur et mathématiques). Ce tout premier événement de Soapbox Science en Belgique a mis en avant sept chercheuses qui ont partagé leur passion pour la science. En raison de la pandémie, le format de l'événement a été revu vers une diffusion en ligne en direct.

Créée en 2011 à Londres à l'initiative de deux chercheuses, Seirian Sumner et Nathalie Pettorelli, Soapbox Science a connu un succès immédiat, essaimant rapidement au Royaume-Uni puis dans le monde entier et permettant à plus de 1500 femmes de présenter leur recherche. En 2019, Soapbox Science a organisé 42 événements dans 13 pays (Afrique du Sud, Argentine, Allemagne, Australie, Brésil, Canada, États-Unis, Ghana, Irlande, Nigéria, Royaume-Uni, Suède, Tanzanie). Une évaluation des 13 événements Soapbox Science au Royaume-Uni en 2016 montre qu'elles ont réuni plus de 55 000 personnes, dont 54 % n'étaient pas averties de l'événement, 84 % ont beaucoup apprécié l'événement et 100 % disaient qu'elles reviendraient.

Le format de Soapbox Science, inspiré du célèbre *Speaker's Corner* londonien, n'est certainement pas étranger à ce succès : dans un lieu très fréquenté (qui devait être la Place de la Bourse dans cette première bruxelloise), des chercheuses se relaient pour présenter leurs travaux depuis un petit podium (d'où le nom de *Soapbox Science*, évoquant 'la science depuis une caisse à savon') et discuter avec les badauds. Pour favoriser un contact direct et des discussions informelles avec cette audience improvisée, aucun support audiovisuel n'est utilisé.



Chloma Vivian Ngonadi présente ses recherches lors de l'événement Soapbox Science 2018 à Londres.
© Soapbox Science London



L'équipe de Soapbox Science Brussels
 (<http://soapboxscience.org/brussels-local-organising-team/>).
 © Soapbox Science Brussels

Une première belge, sur fond de COVID-19

À l'initiative de ce premier événement Soapbox Science en Belgique, on retrouve six scientifiques membres de deux Établissements scientifiques fédéraux (l'Observatoire royal de Belgique et l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique), impliquées dans la recherche et la communication scientifique et désireuses de promouvoir tant la place des femmes en science que l'accès du grand public à la science.

Un appel à candidatures a été lancé fin 2019, permettant de sélectionner les oratrices de ce premier événement, prévu fin juin 2020 en plein cœur de Bruxelles. La pandémie vint malheureusement perturber l'organisation de Soapbox Science, à Bruxelles comme ailleurs dans le monde, provoquant annulations et reports. L'organisation bruxelloise décida de reporter l'événement au 10 octobre, et dut finalement opter pour une solution en ligne.

Un événement en ligne et en direct

Permettant de concilier les exigences sanitaires avec l'objectif d'offrir une vitrine aux participantes, la formule en ligne mettait cependant à mal le format original de présentations informelles à des gens de passage. Pour conserver l'aspect convivial de Soapbox Science, le format d'une conversation à bâton rompu dans un salon fut retenu, avec retransmission en direct pour permettre au public de poser des questions aux oratrices. La stratégie de communication fut adaptée au format en ligne, et un accompagnement spécifique (films de promotion, séquences vidéo des présentations...) fut proposé aux oratrices pour leur permettre de profiter au mieux de cette vitrine numérique.

Relayé par Twitter et les médias sociaux, Soapbox Science Brussels 2020 a été diffusé en direct sur YouTube et Facebook avec un pic d'environ 40 vues, et abondamment visionné par la suite. Un résultat jugé encourageant, vu le changement de format privant l'événement de son public cible et privilégiant un public scientifique de niche.

Les mesures sanitaires COVID-19 n'ont pas entamé l'enthousiasme de l'organisation ni des oratrices, profitant de cette première pour créer un nouveau réseau de femmes scientifiques en Belgique. L'organisation de Soapbox Science Brussels compte sur la vitrine dont elle a pu profiter auprès du monde scientifique pour servir de tremplin à de futures éditions en Belgique.



Petra Vanlommel (Observatoire royal de Belgique/STCE) explique l'influence du Soleil sur l'aviation et les télécommunications lors de l'événement Soapbox Science Brussels 2020.
 © Soapbox Science Brussels

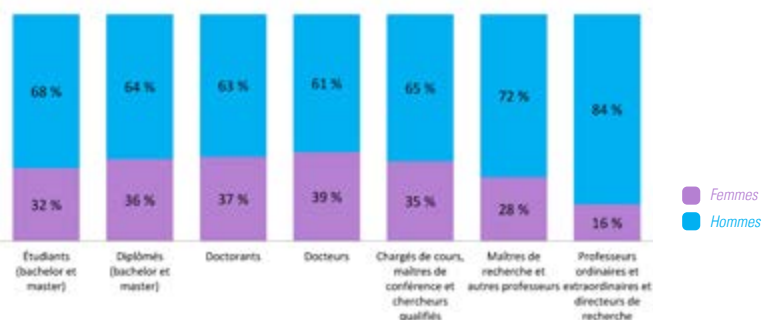
+ Plus

- Soapbox Science Brussels 2020 :
<http://soapboxscience.org/soapbox-science-2020-brussels/>
- Chaîne YouTube de Soapbox Science Brussels :
bit.ly/SoapboxScienceYouTube

- Soapbox Science :
<http://soapboxscience.org> (suivre les liens 'Soapbox science events' et 'meet the Teams' pour plus d'information sur Soapbox Science Brussels)
- Suivez l'actualité de Soapbox Science Brussels sur **Twitter (@SoapboxscienceB)** et **Facebook (@SoapboxScienceBrussels)**.
 Contact : soapboxsciencebrussels@oma.be

Femmes en sciences : stéréotypes et discriminations

Aujourd'hui encore, la recherche compte une minorité de femmes. En outre, leur proportion diminue à mesure que leur ancienneté dans le domaine augmente, révélant un déséquilibre significatif dans les possibilités de carrière à long terme et de promotion⁽¹⁾. Ce différentiel de ratio hommes-femmes dans les sciences commence dès l'école⁽²⁾. Alors que, au début de l'école secondaire, on constate qu'il y a autant de filles que de garçons dans les matières scientifiques, cette proportion tend à baisser parmi celles et ceux qui font leurs études supérieures.



Pourcentage d'hommes et de femmes dans les filières scientifiques en fonction des stades de carrière dans la recherche.
Source : She Figures 2018 – Gender in Research and Innovation, report of the European Union (2019), ISBN 978-92-79-86715-6, doi: 10.2777/936.

Les femmes délaissent ainsi les filières scientifiques dans une proportion plus élevée que les hommes et, si elles y font carrière, elles obtiennent moins de reconnaissance scientifique que leurs collègues masculins. Plusieurs causes de cette fuite de cerveaux féminins sont les stéréotypes de genre concernant l'image des scientifiques, et les biais genrés implicites auxquels sont confrontées les femmes durant leur carrière académique⁽³⁾. Ces stéréotypes peuvent être assimilés de façon explicite ou implicite par les femmes et par la société.

Il est pourtant démontré qu'un bon équilibre entre les genres au sein des équipes scientifiques contribue non seulement à un traitement plus égal des femmes, mais aussi à une meilleure qualité de la recherche. Cette amélioration se reflète par une augmentation de la créativité, et par la construction de savoirs et de solutions plus robustes, femmes et hommes présentant en moyenne des perceptions différentes des problèmes, et élaborant des méthodes différentes pour les résoudre⁽⁴⁾.

Une manière efficace de nous confronter à ces biais et de rééquilibrer la place des genres dans nos représentations mentales est de présenter plus de femmes scientifiques au public. Ainsi, on promeut des modèles plus divers et une vue plus nuancée du monde de la recherche. C'est précisément l'objectif de plusieurs initiatives de promotion de femmes en science, dont Soapbox Science.

Notes

(1) She Figures 2018 – Gender in Research and Innovation, report of the European Union (2019), ISBN 978-92-79-86715-6, doi: 10.2777/936.

(2) Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM), Education 2030 report, UNESCO 2017.

(3) Implicit bias in academia: A challenge to the meritocratic principle and to women's careers – And what to do about it, League of European Research Universities, advice paper n° 23, January 2018.

(4) Campbell LG, Mehtani S., Dozier ME, Rinehart J. (2013) Gender-Heterogeneous Working Groups Produce Higher Quality Science. PLOS ONE 8(10) : e79147. doi : 10.1371/journal.pone.0079147.

Les scientifiques participantes

L'événement Soapbox Science Brussels 2020 a permis de présenter sept femmes scientifiques travaillant en Belgique dans des spécialités différentes en sciences, technologies, médecine et ingénierie. Chacune a donné sa présentation durant vingt minutes en français (FR), en anglais (EN) ou en néerlandais (NL) et en répondant aux questions posées par le public lors de l'événement diffusé en direct via YouTube et Facebook.

Voici la liste des chercheuses avec les titres des présentations dans leur langue d'origine, librement disponibles sur bit.ly/SoapboxScienceYouTube :

- **Dr Emilie Lacroix**, Université catholique de Louvain, 'Montre-moi comment tu bouges... et je te dirai comment tu perçois le monde' (FR)
- **Marie-Julie Péters**, Observatoire royal de Belgique et Université catholique de Louvain, 'Mars, dis-moi comment tu tournes, je te dirai qui tu es !' (FR)
- **Dr Ing Luiza Bonin**, Université de Gand, 'Renewable energy is not enough !' (EN)
- **Giorgia Stasi**, Geological Survey of Belgium, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 'Deep Under the Earth's surface : how Geology impacts everyday life' (EN)
- **Charlotte Segers**, Centre de recherche nucléaire belge SCK – CEN et Université d'Anvers, 'De groene darmreders in een wereld van magische microben' (NL)
- **Dr Ann Van der Jeugd**, Laboratory for Biological Psychology, Université de Louvain, 'De effecten van 'social distancing' op het geheugen' (NL)
- **Dr Petra Vanlommel**, Observatoire royal de Belgique et Solar-Terrestrial Centre of Excellence, 'Wat hebben vliegtuigen, satellieten en de zon gemeen: het weer in de ruimte!' (NL)

Les autrices

- **Lê Binh San Pham** est communicatrice scientifique à l'Observatoire royal de Belgique (ORB),
- **Karolien Lefever** et **Lucie Lamort** à l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB).
- **Arianna Piccialli** et **Christine Bingen** sont scientifiques à l'IASB, respectivement dans les domaines de l'aéronomie planétaire et de l'atmosphère moyenne de la Terre.
- **Marie Yseboodt** est planétologue à l'ORB.

Remerciements

Nous remercions nos sponsors de nous aider à organiser les événements Soapbox Science Brussels grâce à leur soutien financier et logistique : l'Observatoire royal de Belgique, l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique et Europlanet Benelux. Si votre institut souhaite contribuer à un ou plusieurs de nos événements, veuillez nous contacter à soapboxsciencebrussels@oma.be.



William Sidney Mount (1807-1868). *Young Man Playing the Banjo (The Banjo Player)*, 1856. Huile sur toile, 96 x 73 cm. Avec l'autorisation du Long Island Museum of American Art, History & Carriage, Stony Brook, NY. Don de Mr. et Mrs. Ward Melville, 1955. Cat: 0000.001.0011
Photo: LIM

Affiche de l'exposition *Banjo !* inaugurée au MIM en octobre 2003. Le banjo représenté ci-contre est de ceux fabriqués à Baltimore vers le milieu du 19^e siècle par William Esperance Boucher (°Hannovre, 1822-1899) pour les acteurs du *minstrel show*, une forme de spectacle qui devint très populaire, qui se répandit jusqu'en Europe. Avec un système de tension réglable de la peau, ce facteur d'origine allemande fut le premier à faire évoluer l'instrument de type primitif - dont la peau était clouée sur une gourde ou une calebasse - vers sa forme moderne et 'européanisée'. D'abord fabricant de tambours, Boucher fut aussi le premier à répandre ses banjos à l'échelle commerciale. Il sera par la suite suivi par J.H. Buckbee, S.S. Steward et d'autres gros producteurs. Le banjo est l'instrument emblématique des Etats-Unis. Toujours très présent sur la scène musicale, on y dénombre encore actuellement plus de deux cent facteurs, principalement actifs dans le Sud et dans l'Est de son territoire ; particulièrement dans les états du Maryland, de la Virginie, de la Caroline du Nord, du Kentucky, du Tennessee...

VERS LES ORIGINES DU BANJO

Mise au jour du 'banza haïtien' par le MIM

Dans les années 1830, c'est dans le cadre du *minstrel show* que des musiciens blancs grimés au noir de fumée, 'européanisent' l'instrument primitif des Afro-Américains et s'approprient le banjo. Le cinq cordes devient alors la norme à partir de laquelle s'ensuivra toute une évolution. Sa forme la plus élaborée et la plus récente sera celle du banjo de *bluegrass*, dont la caisse est la même que celle des banjos ténors et des banjos plectrums fabriqués dans l'entre-deux guerres

mondiales pour les orchestres de jazz et la musique de danse. Entretemps, de la fin de la guerre de Sécession au premier conflit mondial, on en avait fait un instrument de concert et de salon, dérivé de la guitare classique ; alors qu'au même moment il devenait un pilier de la *country music* du Sud des États-Unis, une tradition musicale aux profondes racines anglo-saxonnes, commercialisée dès les années 1920 grâce à la radio et au disque, et remise à l'honneur lors du grand

folk revival des années 1960. Dès le départ elle sera aussi collectée, conservée et étudiée par des ethnomusicologues et autres sociétés savantes. Dans ces mêmes années 1920 ces enregistrements (*field recordings*) entrent à la Bibliothèque du Congrès qui avait créé 'the Archive of Folk Culture' en 1928.

Dessin éloquent de l'artiste Art Rosenbaum (°1938). Tiré de sa méthode *The Art of the Five-String Banjo* (Oak Publication, 1968). Au cœur du folk revival, ce fut un grand retour vers le banjo traditionnel du Sud. Art Rosenbaum fut, avec Pete Seeger et ensuite avec Mike Seeger et John Cohen..., un des piliers de la renaissance du banjo à cinq cordes aux États-Unis.
Crédit : Art Rosenbaum. Avec l'autorisation de Art Rosenbaum.



When you want genuine music – music that will come right home to you like a bad quarter, suffuse your system like strychnine whisky, go right through you like Brandreth's pills, ramify your whole constitution like the measles, and break out on your hide like the pin-feather pimples on a picked goose – when you want all this, just smash your piano, and invoke the glory-beaming banjo !

Mark Twain, *Enthusiastic Eloquence*, *San Francisco Dramatic Chronicle*, 23 juin 1865

Voici le banjo !

Le procédé est ancestral et sa portée universelle. La caisse d'un banjo est constituée d'une structure circulaire sur laquelle une membrane se trouve tendue. Les propriétés acoustiques d'un tel assemblage produiront une sonorité vivifiante, qui soulèvera, et qui marquera, quel qu'il soit, l'esprit du public. Ainsi, le banjo est entré d'emblée dans l'imaginaire collectif, créant au passage ses propres mythes et

clichés, défiant parfois la réalité historique, voire musicologique. Esclaves des plantations du Sud des États-Unis, *American cowboys*, *Route 66*, *country music* commerciale, jazz naissant... sans oublier les anciennes traditions musicales des *Southern Appalachian Mountains*, le *bluegrass*... composeront son terreau le plus fertile.

Pour les initiés, l'année 2019 sera cependant marquée par la célébration du centenaire de la naissance de Pete Seeger

(1919-2014), que la Smithsonian Institution honorera d'ailleurs par l'édition d'un bel ouvrage, accompagné d'un ensemble de six CDs.⁽²⁾ C'est finalement justice pour celui qui aura enrichi d'innombrables enregistrements le catalogue de la maison *Folkways*⁽³⁾, fondée voici plus de 70 ans à New York par Moses Asch (1905-1986), père du label non commercial Smithsonian/Folkways : une éminente institution officielle dont les États-Unis peuvent s'enorgueillir. Pete Seeger (fils du musi-

cologue Charles Seeger, et demi-frère de Mike et de Peggy Seeger) fut un immense banjoïste, responsable avec Earl Scruggs (1924-2012) du nouvel essor et du renouveau du banjo à cinq cordes. Que les revues de presse actuelles et les présentations à l'emporte-pièce de notre instrument ne nous fassent pas oublier les positions héroïques de cet artiste, inquiété par le maccarthysme dans les années 1950,

et qui accompagnera le pasteur Martin Luther King lors de la marche vers Washington de 1963. Dans la foulée du grand folk revival des années 1960, combien de jeunes américains, suivant l'exemple de celui qui leur montrait le chemin, n'ont-ils pas, banjo en bandoulière, bravé la société de l'après-guerre.

La première version commercialisée du banjo à cinq cordes, par W.E. Boucher à partir des années 1840. Exposition The Banjo in Baltimore and Beyond, BVM Museum, Baltimore, MA, 2014. Coll. P. Szego. Photo : Gérard De Smaele. Baltimore était à la croisée des chemins des troupes du minstrel show. Preuve d'un intérêt marqué pour l'histoire et la signification du banjo à cinq cordes, plusieurs expositions thématiques furent montées aux États-Unis dans les années 2000. En 2005-2006, la Corcoran Gallery, à Washington DC, a utilisé cette même peinture (The Banjo Player) pour l'affiche de Picturing the Banjo, un événement consacré aux représentations du banjo dans les arts.⁽¹⁾



'Banza haïtien'. Banjo gourde collecté par Victor Schoelcher avant 1840. Entré au Musée du Conservatoire national de musique en 1872. Inv. E.415. Longueur 88 cm. Après notre exposition, le luthier Pete Ross en produira plusieurs fac-similés. Photo : Claude Germain. Avec l'autorisation de la Cité de la Musique, Paris et de Claude Germain.



Image typique du minstrel show, tel que répandu des deux côtés de l'Atlantique. Carte de visite, ca. 1860. Coll. James Bollman. Avec l'autorisation du collectionneur.

Catalyseur de divers éléments organologiques issus des côtes occidentales de l'Afrique, inauguré dans le nouveau monde, le banjo commence malencontreusement son histoire avec la déportation de millions d'esclaves. Le *minstrel show*, les 'lois Jim Crow', la ségrégation, ainsi que la brûlante actualité, sont là pour nous rappeler que les racines de ce riche instrument, qui se répandit dans toutes sortes de genres musicaux - que ce soit la musique populaire des États-Unis, le jazz, la variété -, sont enfouies dans un infâme substrat. Le retentissement international de la *folk music* ou de la *black music* ne devrait nous le faire oublier, car le banjo à cinq cordes est aussi le reflet implacable du cheminement de la société américaine, dévoilée en toute sincérité et sous ses multiples facettes.

Tout comme l'âme humaine, le sujet est inépuisable, voire épineux, pétri d'un mélange complexe de bien, de mal et d'innombrables contradictions. Les stéréotypes collés au banjo sont des raccourcis, ses images des représentations lacunaires enfouies dans l'inconscient de l'expérience collective, mais gageons que cette brève présentation soulèvera un coin du voile, pour inciter le public à renouer avec l'histoire et les lancer sur la voie de la découverte de l'étonnant cordophone qu'est le banjo : un instrument aux expressions variées, des instrumentistes prestigieux, mais aussi des hommes et des femmes d'une confondante authenticité.



1. Vue sur l'exposition Banjo ! au MIM. Les deux premiers instruments sont le 'creole banjo' et le 'banza haïtien'. Ce sont les deux plus anciens spécimens de banjos primitifs connus à ce jour.

Photo : Patrick Ferryn, 2003.

3. Id. De dr. à g. : Première vitrine : 'banza haïtien', luth-harpe, 'Old Plantation banjo' (fac-simile de Pete Ross), 'Liberty Banjo' (fac-simile de Pete Ross) ; 'gourd banjo' moderne et 'grain measure banjo' (fac-simile de Bob Thornburg). La seconde vitrine présente des instruments typiques du second tiers du 19e siècle, utilisés dans le cadre du minstrel show.

Photo : Patrick Ferryn, 2003.

2. Id. Vitrine de prédécesseurs africains du banjo, assemblée par Saskia Willaert (MIM). A gauche, un akonting, étudié par Ulf Jagfors au Sénégal dans les années 1990, actuellement considéré comme un possible ancêtre africain du banjo. Cet instrument possède trois cordes de longueurs inégales. La plus courte est chanterelle ou bourdon. Sa technique de jeu - en down picking - ressemble étrangement à celle du banjo à cinq cordes traditionnel du Sud des États-Unis. Daniel Jatta (Gambie, ca. 1960) en fit la démonstration au MIM en 2003.

Photo : Patrick Ferryn, 2003.

4. Id. Dans la vitrine plate de gauche, des banjos à cinq cordes sans résonateur, dont la caisse est ouverte. Dans celle de droite, ce sont des banjos avec résonateur, tels que ceux utilisés dans le bluegrass (5 cordes), ainsi que dans le jazz (ténor et plectrum : à 4 cordes ; banjo-guitare : à 6 cordes).

Photo : Patrick Ferryn, 2003.

Dans son domaine de Monticello, en Virginie, Thomas Jefferson (1743-1826) possédait pas mal d'esclaves, qu'il put dès lors observer en première ligne. La citation ci-dessus, extraite de ses *Notes on the State of Virginia*, est fréquemment mentionnées par les historiens. On l'associe souvent à *The Old Plan-*

tation (Music and Dance in Beaufort County), une non moins célèbre représentation picturale du banjo, une aquarelle anonyme, finalement attribuée à John Rose, un autre 'propriétaire' d'esclaves qui l'aurait réalisée en Caroline du Sud vers 1785 .



Music and Dance in Beaufort County (nouveau nom récemment attribué à The Old Plantation). Aquarelle anonyme attribuée à John Rose (1752-1820), datée des années 1780, probablement en Caroline du Nord. Env. 30,5 x 46 cm. L'observateur attentif remarquera un détail de la plus grande importance : une corde du banjo représenté est plus courte que les autres.

Avec l'autorisation de Abby Aldrich Rockefeller Folk Art Museum, Colonial Williamsburg, Virginia. Inv. NW0159.

'Mountain fretless banjo' à cinq cordes (on notera que la cheville de la cinquième corde est démontée), construit en Caroline du Nord par Frank Proffitt (1913-1965) en 1961, offert en 2018 à l'American Folklife Center (Library of Congress, AFC2018/008). La peau est revêtue de la signature de nombreux grands noms du folk revival, dont ceux de Frank et Anne Warner, Pete Seeger, Burl Ives... Cet instrument artisanal d'un style particulier, est un lointain rappel de l'influence des Afro-Américains sur le banjo joué par les musiciens blancs.

Photo : G. De Smaele, 2018.

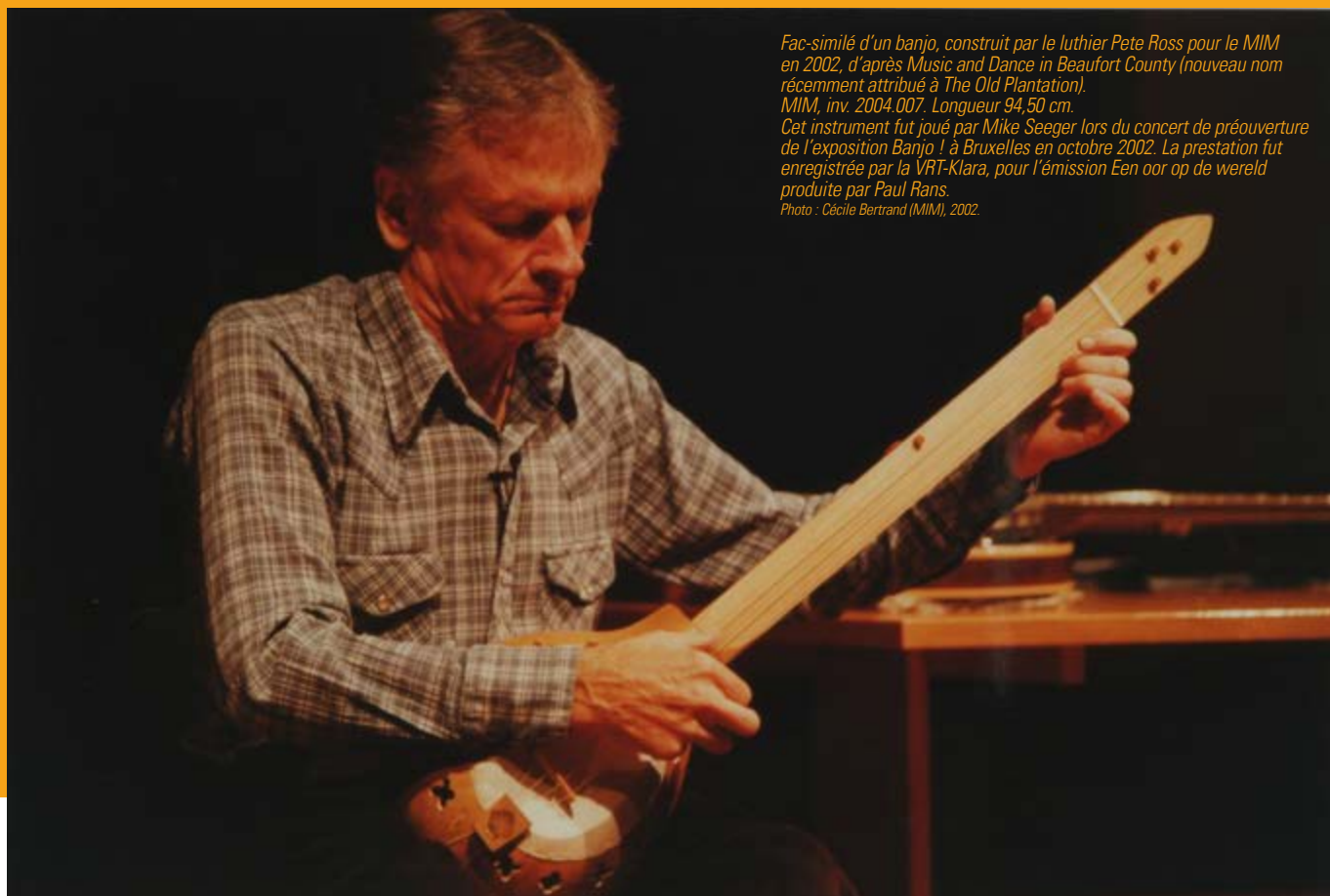


Le banjo est manifestement un instrument de musique d'origine africaine qui, suite au contact d'Afro-Américains avec des musiciens blancs, et à sa diffusion dans le minstrel show, s'est incroyablement popularisé aux Etats-Unis à partir des années 1830. Comme le démontrera bien Dena Epstein (1916-2013), la première chercheuse américaine à avoir recensé les sources littéraires

anciennes relatives aux origines du banjo (in *Ethnomusicology*, 1975), ce lien avec l'Afrique est une porte ouverte sur l'histoire de l'esclavage. Témoin direct de cette réalité, notre instrument en relatera toutes les souffrances.

*The instrument proper to them is the Banjar,
which they brought hither from Africa...*

Thomas Jefferson, 1781



Fac-similé d'un banjo, construit par le luthier Pete Ross pour le MIM en 2002, d'après Music and Dance in Beaufort County (nouveau nom récemment attribué à The Old Plantation). MIM, inv. 2004.007. Longueur 94,50 cm. Cet instrument fut joué par Mike Seeger lors du concert de préouverture de l'exposition Banjo ! à Bruxelles en octobre 2002. La prestation fut enregistrée par la VRT-Klara, pour l'émission Een oor op de wereld produite par Paul Rans.

Photo : Cécile Bertrand (MIM), 2002.

Chez nous, bien que l'arrivée de l'internet ait pu faciliter notre accès à l'information, le banjo est encore peu et mal connu. On en ignore souvent les différentes configurations, les nombreux styles et techniques de jeu, et surtout son abondante documentation. L'instrument occupe une place importante dans l'évolution de la musique

populaire des Etats-Unis. Il est prodigieux de se rendre compte qu'une exposition thématique ait pu se tenir au MIM en 2003-2004, rehaussée de la participation d'artistes comptant parmi les plus éminents représentants du genre : Mike Seeger, Bob Carlin, Tom Paley, Daniel Jatta, et plus tard Clarke Buehling (au Brosella Folk Festival

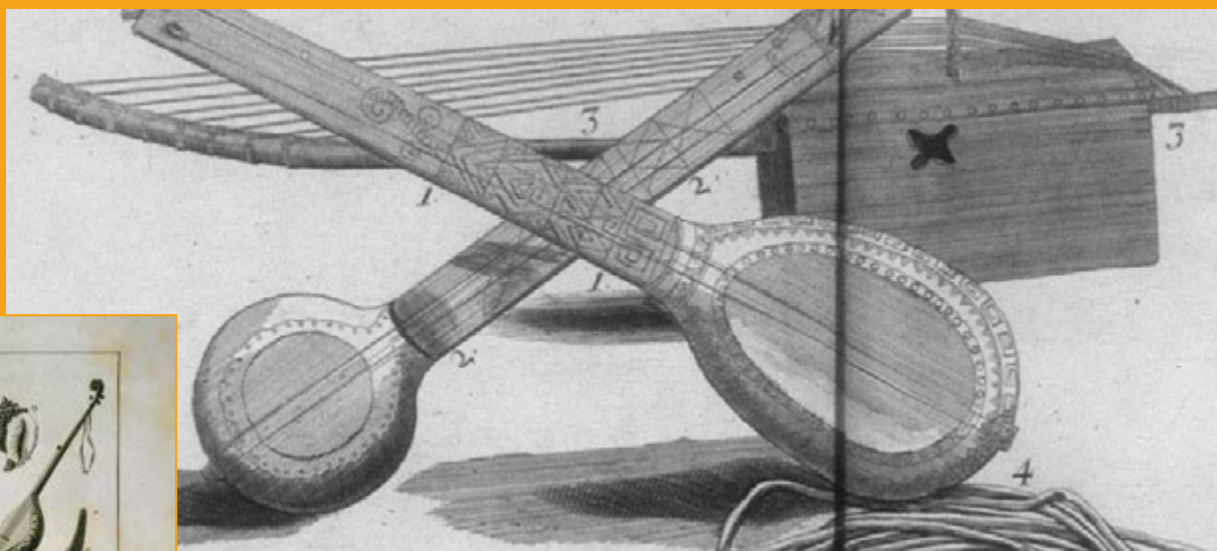
et au Festival des Midis-Minimes). Dans la foulée, le MIM avait pointé du doigt le 'banza haïtien', offrant à la communauté scientifique une pièce maîtresse de l'histoire du banjo.

Les banjos primitifs

Bien que documentés dans la littérature ancienne, les banjos d'avant 1830 sont d'une insigne rareté. Le plus ancien connu à ce jour est le 'creole bania', ramené du Surinam vers 1775 par Gabriel Stedman (un natif de Termonde, 1744-1797). Cet instrument est conservé au Musée d'ethnologie de Leyde (inv. 360.5696). Il offre des similitudes avec celui re-

présenté dans une publication de Gabriel Stedman (Paris, 1799 ; Londres, 1813).

Avec leur manche plat et leur chanterelle, les 'strum strumps' illustrant un autre ouvrage de Hans Sloane (London, 1707), nous rappellent directement le banza haïtien retrouvé à la Cité de la Musique à Paris, dont on ne connaissait pas encore d'instrument témoin avant notre exposition.



'Strum Strumps'. Banjos gourdes, proches du 'banza haïtien' exposé au MIM en 2003-2004. Une première mondiale ! Gravure tirée du livre de Hans Sloane, *A Voyage to the Islands of Madera, Barbados, Nieves, ... and islands of America*, London, 1707.



'Creole bania'. Planche extraite du livre de Gabriel Stedman, *Voyage à Surinam, et dans l'intérieur de la Guiane...*, Paris, 1799, et Londres, 1813. C'est un instrument semblable, mentionné plus haut, qui a été exposé au MIT en 1984 et au MIM en 2003-2004.

Les luths africains primitifs, dont le Musée royal de l'Afrique centrale conserve de nombreux spécimens, présentent selon leurs lieux d'origine de nombreuses particularités. Le banjo, dont le manche traverse de part en part la caisse de résonance, et dont le chevalet repose sur une peau tendue, se rapproche de l'akonting (ou ekonting), un instrument à cordes de longueurs inégales toujours joué en Afrique de l'Ouest. On notera cependant une différence fondamentale quant à la forme du manche qui, contrairement au banjo, est ronde. Bien qu'aucun instrument

de facture africaine n'ait été retrouvé sur le continent américain (Brésil, Caraïbes et Antilles également), cet akonting que l'on retrouve au Sénégal, en Gambie ou en Guinée-Bissao, fut étudié et remis en valeur par le chercheur suédois Ulf Jagfors qui viendra au MIM avec Daniel Jatta pour le présenter lors de la journée d'étude organisée au MIM en 2003. On le considère actuellement comme l'ancêtre le plus proche du banjo.

Le banza haïtien

En 2003, lors de la préparation de l'exposition *Banjo !*, Saskia Willaert, spécialiste au MIM de l'Afrique et du Moyen-Orient, fut chargée de monter une vitrine mettant en évidence les liens entre le(s) type(s) de construction du banjo afro-américain et de

ses précurseurs africains. Lors de la préparation de cette exposition, la mise en évidence du 'banza haïtien', provoqua un vif émoi dans la communauté des spécialistes. Une description circonstanciée de cette 'découverte' sera par ailleurs disponible dans plusieurs publications scientifiques, ainsi que sur internet (cfr. infra : Orientations bibliographiques).



Akonting présenté ici par le 'Sin Jam Bukan de Fasul', un groupe de l'ethnie Jola du sud du Sénégal, originaire de Mlomp.
Photographié en 2002 par Ulf Jagfors

Orientations bibliographiques :

- *Banjo !* Catalogue de l'exposition présentée au MIM, du 16 octobre 2003 au 15 février 2004. Mia Awouters, Claire Chantrenne, Saskia Willaert, Gérard De Smaele et al. Préface de Anne Cahen-Delhay. Bruxelles : Musical Instruments Museum, 2004, 92 p. (disponible en français, néerlandais et anglais).
- Conway Cecelia. *African Banjo Echoes in Appalachia. A Study of Folk Traditions*. Knoxville, Tennessee: The University of Tennessee Press, 1995, 394 p. (accompagné d'un CD audio édité par Smithsonian-Folkways, Washington DC, SF-CD-40079, 1998 : *Black Banjo Songsters of North Carolina and Virginia*, notes by C. Conway and Scott Odell, 33 p.)
- De Smaele, Gérard. *Banjo Attitudes*. Paris: L'Harmattan, 2015, 238 p.; *A Five-String Banjo Sourcebook*. id., 2019, 206 p.
- Gura, Phil et James Bollman. *America's Instrument. The Banjo in the Nineteenth Century*. Chapel Hill / London: The University of North Carolina Press, 1999, 303 p.
- Shaw, Robert et Peter Szego. 'The Early Banjo.' *The Magazine Antiques*, December 2003, pp. 82-89.
- Willaert, Saskia. 'Finding' the Haitian Banza.' in *Banjo Roots and Branches*, ed. Robert Winans, Music in American Life. Urbana: University of Illinois Press, 134-8, 2018.
- Willaert, Saskia. 'Précurseurs africains du banjo.' in *Banjo !*, exhibition catalogue, ed. Mia Awouters, Brussels, 2003.
- Winans, Robert et al. *Banjo Roots and Branches: New Explorations*. Urbana: University of Illinois, 2018, 315 p.

Sources audiovisuelles :

- G. De Smaele, P. Ferryn. *A Banjo Frolic*. Frémeaux & Associés, DVD-FA5179, 2008 (Caboose Productions 2003).
- *Banjo, 1901-1956. Le banjo américain à cinq cordes*. Frémeaux & Associés, CDFA5179, 2008.
- Seeger, Mike. *Southern Banjo Sounds*. Smithsonian/Folkways, CD-40107, 1998.
- Trischka, Tony. *World Turning*. Rounder, CD-0294, 1993.
- En preparation: The Old 'Classic Banjo' from the Wayne Adams Collection. Frémeaux & Associés, annoncé pour 2021 ou 2022. A 3 CD box and a booklet.

Sur internet :

- Banjology : <https://sites.duke.edu/banjology/the-banjo-in-haiti/the-haitian-banza/>
- The Banjo Project : <http://banjo.emerson.edu>
- Gérard De Smaele : www.desmaele5str.be et www.desmaele5str.be/dossiersArchives.html

L'auteur

- Personnalité pour le moins atypique, **Gérard De Smaele** est un licencié et agrégé en éducation physique (sciences du mouvement), sorti de l'UCL en 1975. Épris de banjo et devenu professionnel, il a écrit plusieurs ouvrages sur le sujet. Au fil du temps, de ses voyages et de ses rencontres aux USA, il sera considéré comme le spécialiste belge du banjo à cinq cordes, et sera le protagoniste d'une exposition présentée au MIM en 2003-2004 (voir *Le Canard Folk* : juillet 2020 et mars 2021). De 1988 à 2013, il occupera le poste de restaurateur d'œuvres sur papier au Cabinet des estampes de la KBR. De la Bibliothèque royale, depuis la fenêtre de son atelier - ironie du sort ! - il put observer l'avancement des travaux d'aménagement du Musée des instruments de musique, qui avait édité son premier titre en 1984. Il travaille depuis 2011 au transfert au MIM de sa documentation sur le banjo.



Gérard De Smaele (g.) et Mike Seeger (dr.) lors du workshop donné après le concert de Seeger au Musée Royal de Mariemont, le dimanche 6 octobre 2002.
Photo : Patrick Ferryn, 2002.

Remerciements

- La direction de la KBR pour avoir, entre 2001 et 2003, libéré Gérard De Smaele de ses obligations afin de lui permettre de travailler sur la préparation de cette exposition.
- Le Service culturel de l'Ambassade des Etats-Unis à Bruxelles pour le financement des prestations de Mike Seeger et de Bob Carlin au MIM, ainsi que celles de Clarke Buehling au Brosella Folk Festival et au Festival des Midis-Minimes. Aussi pour le financement du projet *A Banjo Frolic*.

Notes

- (1) Leo G. Mazow et al. *Picturing the Banjo*. The Pennsylvania University Press, 2005, 179 p.
- (2) *Pete Seeger : The Smithsonian-Folkways Collection*, Smithsonian-Folkways, 2019; Etienne Bours, *Pete Seeger : un siècle en chansons*. Au bord de l'eau, 2010, 212 p.
- (3) On y trouvera des banjoïstes incontournables tels que Fred Cockerham, Pete Steele, Frank Proffitt, Roscoe Holcomb, Dock Boggs, Clarence Ashley et Wade Ward, qui nous ramènent à toutes sortes de réalités sociales.

BioPoIS

Des interactions fructueuses entre science et politique à l'IRSNB

Pierre Huybrechts

D'un côté, prenez des scientifiques désireux de contribuer aux connaissances sur la biodiversité. De l'autre, ajoutez les décideurs politiques, qui cherchent à effectuer les meilleurs choix politiques en se basant sur des informations solides. Le fossé qui les sépare peut être contextuel, communicationnel, linguistique. Favoriser l'interaction entre ces deux côtés ne peut se révéler que profitable, tant pour les scientifiques que les décideurs politiques. C'est précisément l'une des nombreuses missions de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB), par le biais de son unité d'appui aux politiques liées à la biodiversité (Belgian Biodiversity Policy Support Group - BioPoIS), qui joue un rôle clé en plaçant la Belgique à l'avant-garde de la politique concernant la biodiversité. Cet article vous donnera un aperçu de la manière dont ce travail est effectué.

Qu'est-ce que l'unité BioPoIS ?

BioPoIS soutient le développement de recherches pertinentes liées à la biodiversité, à destination du monde politique, ainsi que l'élaboration des mesures politiques basées sur des données scientifiques. Basée dans un institut scientifique fédéral, BioPoIS bénéficie d'une crédibilité scientifique et de la neutralité politique attendue d'une interface science-politique dans les contextes complexes belge, européen et international.

BioPoIS rassemble les connaissances et l'expertise de 5 entités différentes, chacune se concentrant sur des aspects et des thèmes spécifiques de l'interface science-politique de la biodiversité :

- la Plate-forme belge pour la Biodiversité (BBPF - www.biodiversity.be)
- le Programme Capacités pour la biodiversité et le développement durable (CEBioS - cebios.naturalsciences.be)
- le Point Focal National belge de la Convention sur la Diversité biologique (PFN CDB - www.biodiv.be),
- le Secrétariat scientifique national sur les espèces exotiques envahissantes (SSNEEE - www.iasregulation.be/fr/44/)
- l'Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la Mer du Nord (UGMM - odnature.naturalsciences.be/mumm/fr/)

Toutes ces entités s'efforcent de renforcer le dialogue entre les scientifiques et les décideurs politiques. Par ce biais, BioPoIS vise à influencer sur les actions politiques relatives à la biodiversité afin d'éviter une situation de type 'business as usual', catastrophique pour nos écosystèmes. De la protection de la biodiversité à la gestion de l'environnement marin, en passant par la facilitation de la coopération au développement et la résolution des problèmes liés aux espèces exotiques envahissantes, BioPoIS est actif sur de nombreux fronts. Les différentes tâches assurées par ces entités sont condensées dans la Figure 1. Ces efforts s'inscrivent particulièrement bien dans le cadre de l'année 2021, considérée comme la 'Super Année de la Biodiversité', une année pleine d'ambition et d'opportunités puisque des réunions internationales cruciales établiront le programme de la ou des décennies(s) à venir. Lors de ces négociations intergouvernementales ainsi que pendant leur longue préparation, les experts de BioPoIS contribuent activement à placer la Belgique à l'avant-garde de la politique en matière de biodiversité. C'est le cas, notamment, durant la prochaine 15e Conférence des Parties (COP15) de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique (CDB), la 8e session de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES-8), le Congrès mondial de la Nature de l'UICN et l'élaboration d'un nouvel accord international sur la biodiversité marine au-delà de la juridiction nationale (BBNJ).



Belgian Biodiversity Platform

- Fournir des capacités et des infrastructures en matière de science, de politique et de gestion de la biodiversité.
- Faciliter la collaboration entre les acteurs régionaux et fédéraux afin de soutenir l'interface science-politique de la biodiversité
- Stimuler les approches innovantes qui améliorent la base de connaissances transdisciplinaires sur la biodiversité.

Accord de coopération entre l'autorité fédérale et les autorités fédérées concernées

www.biodiversity.be




Capacities for Biodiversity and Sustainable Development

- Appui aux institutions et aux professionnels des pays en développement dans l'étude et la gestion de leur biodiversité
- Actions de renforcement des capacités et de sensibilisation sur le terrain
- Suivi des habitats, des écosystèmes et des indicateurs de biodiversité
- Échange d'informations sur la biodiversité via le centre d'échange (CHM) de la CDB.

Direction générale de la coopération au développement et de l'aide humanitaire (DGD) de la Belgique

<http://cebios.natural-sciences.be>



Belgian National Focal Point to the Convention on Biological Diversity (CBD)

- Assurer la liaison entre le secrétariat de la Convention et les autorités belges ;
- Fournir un soutien scientifique et technique à la mise en œuvre de la Convention ;
- Faciliter le développement des positions belges relatives à la Convention.
- Soutenir le partage d'informations, l'éducation et la sensibilisation du public à la biodiversité.

Dotation de BELSPO à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

www.biodiv.be



National Scientific Secretariat on Invasive Alien Species (NSSIAS)

Fournir une expertise scientifique pour faciliter la coordination nationale de la mise en œuvre du règlement de l'UE sur les EEE :

- Rédaction d'avis scientifiques
- Priorisation des voies d'introduction des EEE préoccupantes pour l'Union européenne
- Contribution scientifique aux plans d'action pour traiter les filières prioritaires
- Fournir un soutien aux services d'inspection
- Identification des mesures de contrôle et de gestion

Accord de coopération entre l'autorité fédérale et les autorités fédérées concernées

www.iasregulation.be



Management Unit of the Mathematical Model of the North Sea (MUMM)

- Gestion des permis environnementaux pour les activités humaines en mer
- Organisation et suivi des activités humaines en mer
- Surveillance de la pollution de l'eau et de l'air par les navires en mer
- Surveillance des organismes marins
- Conseils pour les accords internationaux

Mandats légaux pour la gestion environnementale de la partie belge de la mer du Nord

<https://odnature.natural-sciences.be/mumm>

Biodiversity Policy Support unit (BioPoIS)

Figure 1

Synergies établies par les entités BioPoIS

Bien que chaque entité BioPoIS possède son mandat spécifique, le fait de les réunir sous un même toit crée des synergies en termes de capacités, d'expertise et de mise en réseau, permettant de mieux cibler et encadrer les différentes politiques belges liées à la biodiversité. Le point commun entre les entités est de promouvoir l'élaboration de politiques fondées sur la science et la connaissance, et dans cette logique, stimuler une recherche pertinente pour la prise de décision.

Des synergies prennent régulièrement forme pour traiter efficacement de sujets complexes tels que la conciliation des valeurs naturelles et des interventions humaines dans la gestion des écosystèmes marins et terrestres. Par exemple, la mise en œuvre de la CDB en Belgique est assurée par le gouvernement fédéral, les régions, les communautés et les autorités locales (provinces et communes). Dans ce contexte, la rédaction des rapports nationaux sur la biodiversité (www.biodiv.be/implementation/reports) et suite à cela, l'actualisation de la Stratégie nationale de la Belgique (SNB - www.biodiv.be/documents/BE-national-strategy) est un exercice impliquant des multiples acteurs nationaux et régionaux, auquel les entités de BioPoIS – et leurs réseaux – participent activement.

Etablir des synergies est également crucial dans le cadre de la représentation de la Belgique à des conférences et négociations sur le plan international. Par exemple, l'IPBES produit des évaluations qui alimentent les travaux de plusieurs conventions internationales, dont la CDB. Justement, BioPoIS héberge le point focal belge pour l'IPBES (www.biodiversity.be/ipbes) et pour l'UICN (www.biodiversity.be/iucn) au sein de la Plateforme belge pour la Biodiversité, ainsi que le point focal belge pour la CDB qui est une entité à part entière, et le Clearing-House Mechanism (CHM), le principal outil de coopération dans le cadre de la CDB. Ces experts préparent donc, en collaboration avec plusieurs administrations dont le Service Public Fédéral Santé Publique et Environnement, la position belge à négocier avec les homologues de l'Union européenne (UE) et la Commission Européenne lors des réunions périodiques et/ou lors des réunions de préparation à la COP15 (appelées SBSTTA et SBI) et/ou lors des réunions plénières de l'IPBES.

Comme l'illustre la Figure 2, les experts de BioPoIS facilitent et coordonnent collectivement la participation belge à un certain nombre d'événements majeurs en vue de la COP 15 de la CDB à Kunming (Chine), où un nouveau cadre mondial pour la biodiversité devrait être adopté.

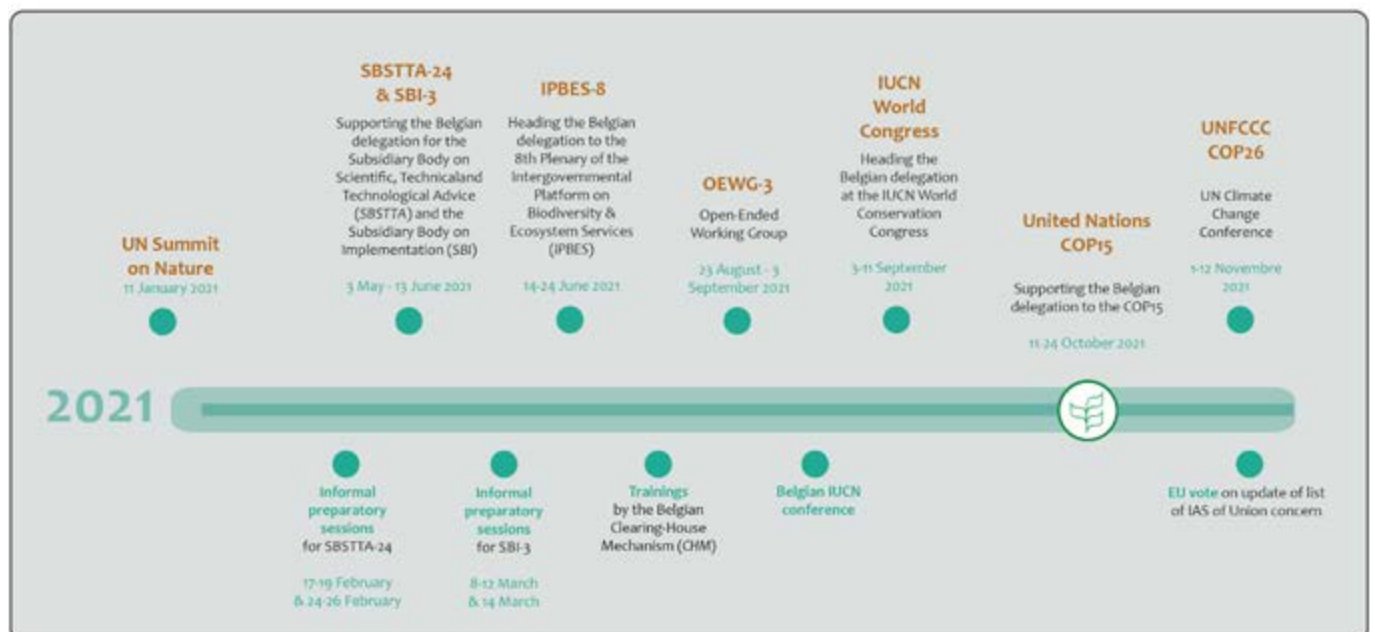


Figure 2

Forts de cette expérience, des experts de BioPoIS, par l'intermédiaire du programme CEBioS, ont également pour mission de renforcer les capacités des partenaires institutionnels et des professionnels des pays en développement dans leurs efforts pour étudier leur biodiversité et pour sensibiliser à la conservation ainsi qu'à la gestion durable de leurs ressources biologiques, ceci en lien étroit avec la lutte contre la pauvreté. Au niveau belge, le CEBioS contribue à la stratégie environnementale de la Direction Générale de la Coopération au Développement (DGD). Dans une approche intégrée par pays (surtout le Sahel, la RD Congo, le Bénin, Burundi et Vietnam), CEBioS recherche des synergies et s'aligne autant que possible sur la diplomatie belge (commissions mixtes, ambassades), les autres programmes de la DGD tels que KLIMSEC, VLIR-UOS, ARES, ainsi que ENABEL, BELSPO, le Musée royal de l'Afrique centrale et le Jardin botanique de Meise. Par ailleurs, CEBioS s'inscrit et s'engage dans un cadre stratégique commun avec 5 ONGs belges appelé 'SECORES', axé sur la résilience des écosystèmes, afin de renforcer les synergies et les complémentarités avec les acteurs de la société civile de la coopération.

Egalement, l'implémentation de diverses obligations imposées par l'UE, comme la régulation sur les espèces exotiques envahissantes, amène les experts de BioPoIS (dans ce cas, le Secrétariat Scientifique National pour les Espèces Exotiques Envahissantes - SSNEEE) à coordonner les acteurs compétents au niveau belge. En Belgique, les compétences liées à cette régulation sont partagées entre les Régions, mais aussi dispersées entre le niveau régional et le niveau fédéral. Une telle situation, dans laquelle les priorités et les réalités diffèrent entre les décideurs politiques, n'entrave heureusement pas la lutte coordonnée et efficace contre les EEE sur le territoire belge, grâce notamment au travail du SSNEEE.

De même, le service scientifique de l'UGMM est responsable du suivi des différentes directives européennes pour la gestion du milieu marin. L'UGMM est fortement impliquée dans le soutien à la politique de la mer du Nord, tant au niveau belge que dans le cadre d'accords internationaux, notamment la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) et la Convention sur les espèces migratrices (CMS).

Défis et solutions

L'impact sans cesse croissant de l'homme sur la biodiversité et l'environnement en général soulève des défis qui nécessitent une action concertée de tous les acteurs de la société. L'élaboration et la mise en œuvre de réponses dynamiques, la compréhension mutuelle, le partage d'informations entre les sphères scientifique et politique et la promotion d'une recherche pertinente pour les politiques exigent une interaction continue à différentes échelles entre la science, la politique et la société. Pour continuer à être efficace en tant qu'interface science-politique, l'entité BioPoIS identifie trois défis principaux et propose des pistes pour chacun d'entre eux.

Premièrement, la science n'est pas facilement accessible aux décideurs politiques et les scientifiques ne comprennent pas toujours les besoins d'information, le calendrier et les priorités propres à ces décideurs. C'est là que l'idée de 'combler le fossé' prend tout son sens. Pour aborder cette question, les équipes de Bio-

PoIS stimulent les réunions et les projets conjoints, impliquant les scientifiques et les décideurs politiques, et organisent des événements d'assimilation. Elles encouragent également les publications conjointes, comme les notes d'orientation (policy briefs), en permettant aux scientifiques et aux décideurs de participer activement au processus de rédaction. En outre, des sessions de formation sont organisées sur l'importance de la communication scientifique, expliquant aux scientifiques comment communiquer avec les décideurs politiques et permettant à ces derniers de détailler leurs besoins et priorités, ainsi que la manière de les atteindre efficacement.

Deuxièmement, les compétences en matière de biodiversité et d'environnement sont dispersées en Belgique, ce qui fait qu'il est difficile pour les scientifiques de savoir à qui s'adresser. Cette situation complique également la manière d'approcher un décideur politique car les priorités, le calendrier, les besoins et l'état d'esprit peuvent différer d'une autorité compétente à l'autre. Pour éviter ces difficultés, certaines des entités de BioPoIS font partie d'un ac-

cord de coopération, signé pour assurer une mise en œuvre coordonnée sur l'ensemble du territoire belge. Les experts de BioPoIS coordonnent également le Comité directeur belge 'Convention sur la diversité biologique' fonctionnant sous l'autorité du Comité de coordination de la politique internationale de l'environnement (CCPIE). Dans ce contexte, les experts de BioPoIS assurent des réunions régulières entre les autorités compétentes, afin de garantir un suivi cohérent des sujets liés à la biodiversité, et formulent des conseils réguliers aux ministres régionaux et fédéraux. Un outil très apprécié à cet égard est le monitoring politique périodique effectué par le Point Focal belge pour la CDB, reprenant des questions et des discussions liées à la biodiversité qui ont récemment eu lieu dans les différents parlements belges ainsi qu'au Parlement européen.

Enfin, troisièmement, l'apport de recommandations basées sur des connaissances scientifiques à l'adresse de décideurs politiques repose sur l'accessibilité continue à des données fiables et de haute qualité qui alimentent les bases de données sur la biodiversité et les programmes de surveillance. BioPoIS contribue à la disponibilité de ces données en agissant à plusieurs niveaux : en améliorant les capacités de collecte et de gestion des données, en développant et en facilitant l'utilisation de bases de données centralisées, en soutenant les réseaux nationaux de centres d'échange (CHM) et en encourageant la création de centres d'expertise locaux, nationaux et régionaux.

Conclusion

Compte tenu de la complexité de la gouvernance de la biodiversité au niveau régional, national et international, il est clair que tant les scientifiques que les décideurs politiques tirent profit d'une meilleure communication et d'un meilleur échange de connaissances. En réunissant des équipes ayant des mandats différents dans un cadre de recherche, BioPoIS parvient à couronner ces attentes grâce à des activités ciblées liées à différents aspects de la biodiversité. L'expertise de ses membres et partenaires, l'approche multidisciplinaire et la légitimité sont les clés de l'implication des experts de BioPoIS dans les délégations belges lors des négociations internationales, telles que celles mentionnées ci-dessus. Enfin, l'impact de l'homme sur la biodiversité continuera à nécessiter des réponses politiques évolutives et fondées sur la science. BioPoIS, tout en adoptant un processus d'apprentissage continu, a l'intention de continuer à connecter les multiples parties prenantes et de maintenir la biodiversité au premier plan de l'agenda scientifique et politique, pour de nombreuses années à venir.

Les auteurs

- [Pierre Huybrechts](#), Science Communication Coordinator at the Belgian National Focal Point to the Convention on Biological Diversity
- [Jolien Venneman](#), National Focal Point on Global Taxonomy Initiative (GTI) at the CEBIOS Programme
- [Divija Jatavallabhula](#), Communication Coordinator at the Belgian Biodiversity Platform
- [Kelle Moreau](#), Science Communication Coordinator at the Scientific Service Management Unit of the Mathematical Model of the North Sea
- [Anne-Julie Rochette](#), Scientific Officer at the CEBIOS Programme
- [Jane Reniers](#), Scientific Policy Advisor at the National Scientific Secretariat on Invasive Alien Species
- [Hilde Keunen](#), Programme Officer at the CEBIOS Programme
- [Luc Janssens de Bisthoven](#), Coordinator of the CEBioS programme

Contact

- nfp-cbd@naturalsciences.be

La mission de la Politique scientifique fédérale (Belspo) est la maximalisation du potentiel scientifique et culturel de la Belgique au service des décideurs politiques, du secteur industriel et des citoyens : 'une politique pour et par la science'. Pour autant qu'elle ne poursuive aucun but commercial et qu'elle s'inscrive dans les missions de la Politique scientifique fédérale, la reproduction par extraits de cette publication est autorisée. L'Etat belge ne peut être tenu responsable des éventuels dommages résultant de l'utilisation de données figurant dans cette publication.

La Politique scientifique fédérale ni aucune personne agissant en son nom n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

La Politique scientifique fédérale s'est efforcée de respecter les prescriptions légales relatives au droit d'auteur et de contacter les ayants droits. Toute personne qui se sentirait lésée et qui souhaiterait faire valoir ses droits est priée de se faire connaître.

© Politique scientifique fédérale 2021 / Reproduction autorisée moyennant citation de la source. / Interdit à la vente.

Éditeur responsable :

Pierre Bruyere
WTC III
Boulevard Simon Bolivar, 30 - Boîte 7
B-1000 Bruxelles

Coordination :

Patrick Ribouville
scienceconnection@belspo.be
www.scienceconnection.be

Ont collaboré à ce numéro :

Joëlle Bertrand (Politique scientifique fédérale), Christine Bingen (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), David Bolsée (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), l'équipe Brain-be (Politique scientifique fédérale), Laurence Burnotte (Politique scientifique fédérale), Gérard De Smaele, Rozemien De Troch (Institut royal météorologique), Nicola Francesco Dotti (Vrije Universiteit Brussel), Pierre Huybrechts (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique), Lucie Lamort (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Karolien Lefever (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Jacques Lust (Politique scientifique fédérale), Fabrice Maerten (Archives générales du Royaume-CegeSoma), Jeffrey Malek-Mansour (Observatoire royal de Belgique), Lê Binh San Pham (Observatoire royal de Belgique), Arianna Piccialli (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Patrick Ribouville (Politique scientifique fédérale), André Spithoven (Politique scientifique fédérale), Martine Stélandre (Politique scientifique fédérale), Maaike Vancauwenberghe (Politique scientifique fédérale), Lionel Van Laeken (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Florian Vanlee (Universiteit Gent), Sophie Verheyden (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique), Walter Ysebaert (Vrije Universiteit Brussel) et Marie Yseboodt (Observatoire royal de Belgique).

Les auteurs sont responsables du contenu de leur contribution.

Photo de couverture: © La mission JUICE. © Spacecraft: ESA/ATG medialab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (University of Leicester); Ganymede: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Callisto and Europa: NASA/JPL/DLR

Tirage :

14.000 exemplaires en français et en néerlandais.

Abonnement :

www.scienceconnection.be

Tous les numéros sont disponibles en format PDF. Une erreur à votre patronyme ? Une adresse incomplète ? Un code postal erroné ? N'hésitez pas à nous le faire savoir par retour de courrier électronique ou en nous renvoyant corrigée l'étiquette collée sur l'enveloppe contenant votre magazine.

Conception graphique et impression :

Fedopress

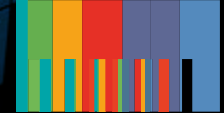
Imprimé avec des encres végétales sur un papier respectueux de l'environnement.



Prénom
Nom
Adresse
Code Localité
Belgique



Politique scientifique fédérale



belspo
www.belspo.be