

Promotion des technologies environnementales 2017-2021

Rapport du Conseil fédéral



Promotion des technologies environnementales 2017-2021

Rapport du Conseil fédéral

Impressum

Éditeur

Conseil fédéral suisse

Auteurs

Ursula Frei, Daniel Zürcher, Dominik Scheidegger,
Marlene Glauser (tous OFEV)

Soutien rédactionnel

Nicolas Gattlen (oecocom), Gregor Klaus (oecocom)

Correction

Fredy Joss

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Prototype utilisé dans le projet de traitement des plantes à l'eau
chaude pour remplacer le glyphosate (cf. exemple 9. p. 33)

© Lukas Tanner

Infographique 25 ans de promotion des technologies environnementales

Thomas Guthruf

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/ui-2311-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand, en italien
et en anglais. La langue originale est l'allemand.

© Conseil fédéral suisse 2023

Table des matières

Liste des abréviations	5	Exemple 1: transformation de l'urine en engrais	25
Résumé	6	Exemple 2: production à grande échelle d'insectes comestibles	26
1 Contexte	7	Exemple 3: transformation des résidus ligneux et plastiques en charbon végétal	27
1.1 Importance de la promotion de l'innovation en matière d'environnement	7	Exemple 4: perspectives pour un cycle du phosphore durable	28
1.2 Base légale et présentation de rapports	8	Exemple 5: chaudières à bois sans filtre	29
1.3 Positionnement de la promotion des technologies environnementales dans l'encouragement de la Confédération à l'innovation	8	Exemple 6: surveillance du charriage basée sur des signaux sismiques	30
2 Projets soutenus et méthodologie	10	Exemple 7: stockage durable du CO ₂ dans le béton	31
2.1 Objectifs et secteurs de la promotion des technologies environnementales	10	Exemple 8: Des boissons qui font rimer bulles et durabilité	32
2.2 Instruments	10	Exemple 9: De l'eau chaude au lieu du glyphosate	33
2.3 Critères d'allocation des aides financières	11	Exemple 10: des nanofiltres et un contrôle des flux pour de l'air sans virus	34
2.4 Procédure d'acceptation et organisation	11	5 Perspectives	35
2.5 Évaluation de la promotion des technologies environnementales	12	Bibliographie	36
2.6 Coopération avec d'autres services fédéraux	13	Annexes	37
25 ans de promotion des technologies environnementales	14	Projets pilotes et de démonstration	38
3 Projets soutenus de 2017 à 2021	15	Projets réalisés dans le cadre des mesures d'accompagnement	53
3.1 Vue d'ensemble des projets soutenus et des bénéficiaires	15		
3.2 Promotion des projets pilotes et de démonstration	16		
3.3 Mesures d'accompagnement	19		
4 Effet de la promotion des technologies environnementales	21		
4.1 Effet écologique de la promotion des technologies environnementales	21		
4.2 Effet économique de la promotion des technologies environnementales	22		
4.3 Autres effets des projets de promotion des technologies environnementales	24		

Liste des abréviations

DDC

Direction du développement et de la coopération

Innosuisse

Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation

LCA

Life Cycle Assessement, écobilan

MA

Mesures d'accompagnement

OFAG

Office fédéral de l'agriculture

OFCL

Office fédéral des constructions et de la logistique

OFEN

Office fédéral de l'énergie

OFEV

Office fédéral de l'environnement

OFSP

Office fédéral de la santé publique

OFT

Office fédéral des transports

Projets P+D

Projets pilotes et de démonstration

REPIC

Plateforme interdépartementale de promotion des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de l'efficacité de l'utilisation des ressources dans la coopération internationale

SECO

Secrétariat d'État à l'économie

SEFRI

Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation

STEP

Station d'épuration des eaux usées

TRL

L'échelle TRL (en anglais « Technology Readiness Level ») est un système de mesure allant de 1 à 9 employé pour évaluer le niveau de maturité de développement d'une technologie

UCE

Unité de charge écologique ; unité de mesure de la charge écologique sous la forme d'un indicateur agrégé calculé selon la méthode de la saturation écologique (www.bafu.admin.ch > *Thèmes > Thème Économie et consommation > Informations pour spécialistes > Ecobilans > La méthode de la saturation écologique*)

UIOM

Usine d'incinération des ordures ménagères

UTF

Promotion des technologies environnementales (« Umwelttechnologieförderung »)

Résumé

La promotion des technologies environnementales est inscrite à l'art. 49, al. 3, de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), qui dispose que la Confédération peut soutenir financièrement le développement d'installations et de procédés qui permettent dans l'intérêt public de réduire les atteintes à l'environnement. Cet article définit aussi des conditions-cadres telles que l'obligation du Conseil fédéral d'établir un rapport en la matière tous les cinq ans. Le présent rapport résume les activités déployées de 2017 à 2021.

Le développement de technologies et de procédés novateurs est encouragé depuis plus de 25 ans sur cette base. Jusqu'à fin 2021, 84 millions de francs ont été octroyés à 665 projets.

Pour la période sous revue, une enveloppe de 21 421 556 francs a soutenu 172 projets : 78 % des aides financières ont été allouées à des projets pilotes et de démonstration relevant des secteurs déchets, recyclage et cycle des matières premières ; air ; eaux ; climat ; bruit ; sols et sites contaminés ; biodiversité, et prévention des dangers. Les 22 % restants ont permis de financer des mesures d'accompagnement destinées à accroître l'efficacité des ressources et à renforcer la compétitivité de l'économie helvétique. Le budget a été utilisé presque intégralement.

La promotion des technologies environnementales intervient durant la phase d'innovation risquée, avant la commercialisation. Les technologies développées réduisent les atteintes à l'environnement de diverses manières. Le présent rapport illustre ces effets au moyen de dix exemples. Les projets commercialisant leurs résultats sont tenus de rembourser les contributions de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) en fonction du chiffre d'affaires réalisé. Toutefois, le principal atout de la promotion des technologies environnementales est l'utilité de ces dernières pour l'économie suisse en général : la prévention des dommages, par exemple, permet de réduire les dépenses d'infrastructure, d'exploitation ou de santé.

Une évaluation réalisée en externe sur mandat de l'OFEV a montré la pertinence de la promotion des technologies environnementales en tant qu'instrument ainsi que l'effet environnemental positif des projets. Des recommandations d'optimisation seront mises en œuvre ces prochaines années, notamment pour mieux évaluer l'impact des différents projets et cibler, depuis le début, les futurs bénéficiaires des innovations. Ces deux points sont primordiaux pour l'effet environnemental d'un projet.

Nombre d'innovations soutenues via cet instrument ont été mises en œuvre avec succès et contribuent à réduire les atteintes à l'environnement, mais les défis vont croissants dans tous les domaines environnementaux. La demande de solutions novatrices ne fléchit pas, d'où l'importance de cet instrument de promotion proche de la pratique et axé sur l'environnement.

1 Contexte

1.1 Importance de la promotion de l'innovation en matière d'environnement

Les ressources naturelles telles que l'eau propre, l'air pur, des sols fertiles, des écosystèmes résilients et un climat stable constituent les bases de notre existence et de notre bien-être. Depuis quelques années, la Suisse a opéré des améliorations dans différents domaines de l'environnement grâce à des mesures telles que des prescriptions légales et des progrès technologiques, par exemple en matière de protection de l'air, de la couche d'ozone et des eaux ainsi que dans l'assainissement des sites contaminés. La valeur ajoutée par unité de matériaux (une unité essentielle pour mesurer l'efficacité des ressources) a ainsi augmenté ces dernières années. Cependant, l'exploitation des ressources naturelles, par la Suisse également, dépasse toujours les capacités de régénération de la planète (Nathani, 2022) et la charge écologique continue d'excéder les valeurs limites dans de nombreux secteurs. Pour lutter contre cette tendance, il s'agit de découpler autant que possible la croissance économique de la consommation de ressources et de réduire encore l'impact environnemental. Les solutions pour ce faire peuvent être de nature technique, mais aussi sociale, ou encore reposer sur de nouveaux modèles d'affaires axés par exemple sur la location. Dans la pratique, ce sont surtout, dans le domaine de l'environnement, les innovations de niche à un stade précoce qui n'obtiennent pas suffisamment de soutien de la part d'investisseurs privés. Pour combler cette lacune, le législateur a instauré la promotion des technologies environnementales. Cet instrument promeut, jusqu'au stade permettant la commercialisation, le développement de technologies, d'installations, de procédures et de produits qui réduisent les atteintes à l'environnement.

En janvier 2021, le Conseil fédéral a adopté la Stratégie climatique à long terme (Conseil fédéral 2021). Ce document formule des principes stratégiques qui guident l'action en matière de politique climatique ainsi que des objectifs pour des secteurs économiques pertinents pour le climat, dans la perspective de ramener à zéro les émissions

nettes de gaz à effet de serre d'ici 2050. Il est primordial d'abandonner les énergies fossiles chaque fois que cela est faisable, mais il est impossible d'éviter toutes les émissions de gaz à effet de serre, raison pour laquelle il convient de développer des technologies capables d'extraire du CO₂ de l'atmosphère et de le stocker de manière durable. Les innovations soutenues au titre de la promotion des technologies environnementales dans le domaine des matériaux s'inscrivent dans la lignée de ces efforts. Elles permettent notamment d'accroître l'efficacité des ressources ou de produire de nouvelles matières premières secondaires. Des matériaux dont la production génère une quantité moindre d'émissions de CO₂ sont ainsi développés, par exemple pour le secteur de la construction. Des technologies d'émission négative (NET), qui extraient directement le CO₂ présent dans l'atmosphère pour le stocker, sont également développées jusqu'au stade où elles sont utilisables en pratique. Partant, de telles innovations apportent une contribution directe, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, ou indirecte, en faisant baisser les « émissions grises ».

La Suisse a toujours attaché de l'importance au développement de nouvelles technologies novatrices. Du fait de l'interruption, en 2021, des négociations portant sur un accord-cadre avec l'Union européenne, l'importance de la promotion de l'innovation au niveau national n'a fait que s'accroître. Actuellement, l'Europe considère la Suisse comme un pays tiers non associé, ce qui complique l'accès aux programmes de recherche européens pour les entreprises et institutions de recherche helvétiques. En l'état actuel, les participants suisses peuvent certes toujours se joindre à la plupart des projets de collaboration, mais ils ne sont plus autorisés à endosser des fonctions de coordination et leur participation est financée directement par le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation. Le financement direct pour des projets individuels (ERC ou EIC Accelerator) n'est toutefois plus possible pour eux. À titre de mesures transitoires, d'autres offres d'encouragement ont été mises en place, par exemple le « Swiss Accelerator » et l'instrument « SNSF Starting Grants ».

1.2 Base légale et présentation de rapports

L'art. 49, al. 3, LPE (RS 814.01) habilite la Confédération à promouvoir les technologies environnementales :

« Elle [La Confédération] peut promouvoir le développement d'installations et de procédés qui permettent dans l'intérêt public de réduire les atteintes à l'environnement. En règle générale, les aides financières ne peuvent excéder 50 % des coûts. Si les résultats des travaux de développement sont utilisés à des fins commerciales, ces aides doivent être remboursées à concurrence des bénéfices réalisés. Le Conseil fédéral évalue tous les cinq ans l'effet de ces mesures d'encouragement et présente un rapport aux Chambres fédérales. »

La Confédération peut ainsi soutenir des technologies environnementales novatrices au moyen de contributions fédérales. Un rapport en la matière doit être rédigé tous les cinq ans. Le rapport portant sur les années de 2012 à 2016 (Conseil fédéral suisse [éd.] 2018) a été adopté par le Conseil fédéral le 11 avril 2018, puis transmis aux Chambres fédérales pour information. Le présent rapport est consacré aux activités de la période du 1^{er} janvier 2017 au 31 décembre 2021.

1.3 Positionnement de la promotion des technologies environnementales dans l'encouragement de la Confédération à l'innovation

Les divers instruments de la Confédération pour encourager les innovations sont complémentaires, dans le sens qu'ils couvrent différentes phases de la chaîne d'innovation (de la recherche à la commercialisation), qu'ils concernent chacun une thématique spécifique ou qu'ils se distinguent par leur structure (p. ex. définition des thèmes par une approche « top down » ou « bottom up », divers modèles de financement). La promotion des technologies environnementales soutient principalement des projets dans la phase de pilotage industriel jusqu'à l'introduction et à la diffusion sur le marché. Elle encourage par conséquent une des étapes de l'innovation comportant le plus de risques. Le programme de soutien aux projets pilotes et de démonstration et aux projets phares de l'OFEN soutient de son côté des projets aux mêmes niveaux de développement, mais dans le domaine

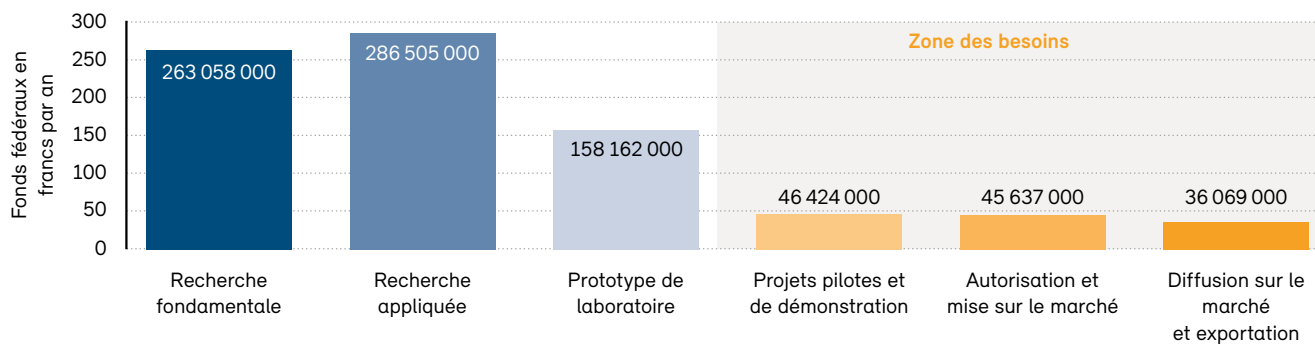
de l'énergie. Les technologies et de procédés développés dans ce cadre sont axés sur l'utilisation économique et efficace ainsi que le transport et le stockage de l'énergie, et sur l'utilisation d'énergies renouvelables. Les objectifs s'alignent sur la Stratégie énergétique 2050. La promotion réalisée par Innosuisse peut couvrir la même phase de la chaîne d'innovation, mais ne se concentre en principe pas sur les technologies environnementales (projets d'innovation standards, « Swiss Accelerator » et projets d'innovation de start-up). L'Initiative Flagship d'Innosuisse peut fixer des priorités d'encouragement spécifiques, comme dans l'appel d'offres de 2023 (« Solutions disruptives pour la transition mondiale vers la neutralité carbone »). La Confédération a par ailleurs créé un autre instrument d'encouragement complémentaire dans le domaine de l'environnement : le fonds de technologie. Cet instrument octroie des cautionnements pour des technologies et des produits contribuant à la protection du climat dans les domaines de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de la promotion du recours aux énergies renouvelables et de la préservation des ressources naturelles. Les technologies concernées doivent en outre déjà être commercialisées.

La Figure 1 du présent rapport met en évidence le fait que, dans le cadre de la promotion de la recherche et de l'innovation, la recherche fondamentale et la recherche appliquée (p. ex. au moyen du Fonds national suisse) ainsi que l'élaboration de prototypes de laboratoire reçoivent davantage de contributions fédérales que les phases ultérieures d'innovation.

Le long de la chaîne d'innovation, la promotion des technologies environnementales cible des projets dans des phases qui ne sont pas suffisamment soutenues par les investisseurs privés et pour lesquelles il n'existe pas d'autres possibilités d'obtenir des fonds publics. Elle est ouverte à des projets relevant de tous les domaines de l'environnement hormis ceux focalisés sur l'énergie et peut aider directement les entreprises sur le plan financier. La taille des projets qu'elle encourage peut varier considérablement : les contributions de l'OFEV vont de 20 000 francs pour une étude de faisabilité à 3 millions de francs pour le développement d'une première installation industrielle. À la différence d'autres instruments, la promotion des technologies environnementales exige toutefois un remboursement si le projet débouche sur un succès commercial.

Figure 1

Montants agrégés (en francs) des aides versées au moyen des instruments fédéraux d'encouragement des innovations dans les domaines de l'environnement et de l'énergie le long de la chaîne d'innovation



Source : d'après « Révision du 14 avril 2021 de l'ordonnance sur la réduction des émissions des gaz à effet de serre (ordonnance sur le CO₂). Rapport explicatif » (Office fédéral de l'environnement 2021). Année de référence : 2019 ou données les plus récentes disponibles pour la période avant 2019 ; chiffres détaillés en francs au-dessus des barres verticales.

2 Projets soutenus et méthodologie

2.1 Objectifs et secteurs de la promotion des technologies environnementales

La promotion des technologies environnementales poursuit des objectifs de réduction des atteintes à l'environnement sur les deux plans ci-dessous.

- a) Les technologies, les installations, les procédures et les produits développés dans le cadre de projets P+D cherchent à réduire les atteintes à l'environnement, directement ou indirectement.
- b) Les MA doivent contribuer à renforcer l'efficacité de l'utilisation des ressources et la compétitivité de l'économie suisse.

Jusqu'ici, il n'y a eu aucune consigne contraignante quant aux thématiques à traiter. De manière générale, la promotion des technologies environnementales se conçoit comme une procédure « bottom up », ce qui signifie qu'il est possible de soumettre des demandes de projet dans tous les secteurs liés à l'environnement : déchets, recyclage et cycle des matières premières ; sols et sites contaminés ; eaux ; bruit ; air ; climat ; biodiversité et prévention des dangers. Les

demandes doivent toutefois remplir les exigences de la promotion des technologies environnementales et être évaluées positivement conformément à la procédure d'acceptation décrite au point 2.4.

2.2 Instruments

Pour les **projets P+D**, les mesures de promotion interviennent aux derniers stades de développement précédant la mise sur le marché. Cette phase est souvent difficile à financer, car elle n'est plus considérée comme de la recherche et qu'il est dur d'évaluer si le projet a des chances d'être commercialisé avec succès. Les projets visent à transposer à une échelle industrielle des prototypes proches d'une version de série, des produits-tests ou des installations pilotes et de démonstration techniquement abouties. Ils peuvent également recevoir des aides durant plusieurs phases au cours desquelles ils continuent à développer une seule et même technologie ou adaptent cette technologie à diverses applications (voir exemple 6, projet du filtre à virus). Le plus souvent, les équipes de projet regroupent des partenaires scientifiques et industriels

Technologie environnementale

L'expression « technologies environnementales » désigne les technologies et installations ainsi que les procédés et produits (biens et services) qui réduisent les atteintes à l'environnement et permettent une utilisation durable des ressources naturelles. Dans le présent rapport, cette expression n'englobe pas les technologies énergétiques, car celles-ci s'inscrivent dans le domaine de la promotion de l'OFEN.

Promotion des technologies environnementales

La promotion des technologies environnementales est un instrument de promotion de la Confédération destiné à apporter une aide financière au développement de technologies environnementales novatrices. Elle est inscrite dans la législation à l'art. 49, al. 3, de la LPE. Sa mise en œuvre relève de la compétence de l'OFEV.

Efficacité des ressources

L'expression « efficacité des ressources » désigne au sens large l'utilisation rationnelle des ressources naturelles, à savoir la création de la valeur ajoutée tout en réduisant la consommation de ressources ainsi que la production de déchets et d'émissions polluantes.

Cleantech

Les cleantech regroupent les technologies, les procédés de production et les services qui contribuent à une gestion efficace des ressources et des systèmes naturels. Elles comprennent donc l'ensemble des technologies environnementales ainsi que les technologies énergétiques qui relèvent de la promotion de l'OFEN.

(pour la mise en œuvre) ainsi que d'autres parties prenantes comme des communes ou des organisations à but non lucratif intéressées à utiliser la technologie concernée. Plus l'équipe de projet est diversifiée, plus le projet a de chances de pouvoir transférer rapidement les résultats issus de la recherche appliquée à une version techniquement aboutie et commercialiser la solution. La promotion des technologies environnementales en tant qu'instrument permet aussi de financer des entreprises privées. Les projets P+D sont décrits en détail au point 3.2.

Les **MA** créent des conditions-cadres favorables à la commercialisation et à la diffusion d'innovations durables en Suisse et à l'étranger et encouragent des mesures ne relevant pas de la technique, dans la perspective d'accroître l'efficacité des ressources. Le point 3.3 du présent rapport renseigne plus avant sur les projets de type MA.

2.3 Critères d'allocation des aides financières

Les aides financières sont octroyées en fonction des critères suivants.

- **Prestations propres** : en principe, l'aide fédérale (contribution OFEV et éventuels soutiens d'autres organes fédéraux) ne peut excéder 50 % des coûts totaux. Le reste des coûts doit être couvert par des prestations propres ou par d'autres fonds.
- **Potentiel écologique** : pour le domaine environnemental concerné, la technologie proposée doit permettre de réduire les atteintes à l'environnement à l'échelle nationale ou mondiale, de façon démontrable et dans l'intérêt public. Cette contribution environnementale peut également être de nature indirecte : on citera notamment une utilisation plus efficace des ressources (p. ex. récupération de matériaux de valeur comme matières premières secondaires) ou le développement d'appareils de mesure.
- **Potentiel d'innovation** : la technologie proposée doit apporter une plus-value par rapport aux technologies existantes. Elle peut être totalement nouvelle ou permettre une application novatrice (adaptation d'une technologie existante).
- **Potentiel commercial** : la technologie proposée devrait présenter des chances de succès commercial. Les résultats du projet doivent pouvoir être commercialisés ou mis à la disposition du public.

- **Création de valeur en Suisse** : une partie au moins de la création de valeur doit s'effectuer en Suisse. C'est pourquoi une entreprise doit impérativement avoir son siège en Suisse pour que son projet puisse être soutenu.
- **Autres aspects de la durabilité** : les demandes de projet devraient également présenter un bénéfice social (p. ex. impact positif sur la santé ou la sécurité technique) et des effets bénéfiques sur l'économie en général.
- **Potentiel de l'équipe** : l'équipe doit si possible réunir tous les acteurs nécessaires à la bonne réalisation du projet.

2.4 Procédure d'acceptation et organisation

La mise en œuvre de la promotion des technologies environnementales incombe à l'OFEV. L'organisation de cette dernière et les tâches administratives qui en découlent relèvent de la responsabilité de la section Innovation.

La plupart du temps, les requérants commencent par consulter les informations disponibles sur le site Internet de l'OFEV et établissent un premier contact avec l'office par téléphone ou par courriel. Ils présentent une ébauche de leur projet afin qu'il soit possible de déterminer si celui-ci correspond dans les grandes lignes aux critères de promotion. Pour être soutenu, un projet doit aussi être considéré, par la division spécialisée concernée par le thème, comme innovant et apte à améliorer la protection de l'environnement. Cet examen préalable représente certes une charge de travail supplémentaire pour l'OFEV, mais permet d'éviter des travaux inutiles en aval tant pour l'office que pour les requérants. À l'étape suivante, les requérants soumettent une demande pour leur projet en utilisant le formulaire de demande formelle de subside « Promotion des technologies environnementales ». Le dossier doit décrire la technologie proposée, le caractère novateur et le bénéfice de celle-ci pour l'environnement, le rôle des différents partenaires de projet et la mise en œuvre ultérieure des résultats. Il doit inclure également un plan de projet détaillé et un plan financier. Pour éviter que des requérants ne reçoivent des subventions à double, ceux-ci doivent fournir dans leur demande des informations détaillées sur l'origine des prestations propres (50 % des coûts minimum) ainsi que sur les différents postes du budget dans le cadre du plan financier. Cette mesure garantit que la proportion financée par la Confédération ne dépasse pas 50 % du coût total.

De premières clarifications peuvent être menées dans le cadre d'une étude de faisabilité, au moyen d'une contribution maximale de 50 000 francs. Si le montant de la contribution demandée à l'OFEV est supérieur à 50 000 francs, la Commission d'experts de la promotion des technologies environnementales examine et évalue la demande au cours d'une séance. Elle comprend des représentants des divisions de l'OFEV les plus souvent concernées par les demandes ainsi que du programme P+D de l'OFEN et d'Innosuisse. Cette commission permet d'exploiter les synergies et de prévenir les subventions à double. Elle se réunit deux fois par an et traite entre 8 à 12 demandes par séance. Les requérants présentent leur projet lors d'une de ces séances et répondent aux questions des experts. L'aide financière est allouée (au besoin sous conditions et moyennant une diminution de son montant) ou refusée sur la base de la demande, de l'examen préalable par la division spécialisée concernée, de la présentation du projet et en fonction du budget disponible. La décision est communiquée par écrit aux requérants quelques jours après la séance.

Toute demande acceptée fait l'objet d'un contrat entre l'OFEV, d'une part, ainsi que les bénéficiaires de l'aide financière et les organisations partenaires soumises à l'obligation de rembourser, d'autre part. Le contrat précise le contexte et l'objectif du projet, les résultats escomptés avec un calendrier de réalisation ainsi que les modalités de versement de la contribution de l'OFEV et de remboursement en cas de succès commercial (conformément à l'art. 49, al. 3, LPE). Il liste en outre les partenaires du projet et le spécialiste responsable au sein de l'OFEV qui accompagnera le projet sur toute sa durée et réceptionnera le rapport final.

Pour les demandes de projet de type MA, la section Innovation examine si les projets sont conformes aux objectifs stratégiques, à savoir l'amélioration de l'efficacité des ressources et le renforcement de la compétitivité de l'économie helvétique. La proportion des projets de ce type ne devrait cependant pas excéder 20 % des moyens disponibles pour la promotion des technologies environnementales.

2.5 Évaluation de la promotion des technologies environnementales

La promotion des technologies environnementales existe depuis 25 ans. La première évaluation s'est déroulée en 2002. Entre l'automne 2021 et l'été 2022, l'instrument a de nouveau fait l'objet d'une évaluation externe (Lehmann 2022). Celle-ci s'est concentrée sur la pertinence de la promotion des technologies environnementales en tant qu'instrument visant à réduire les atteintes environnementales, les effets environnementaux de projets spécifiques et les possibilités de simplifier la mesure de ces effets. Les projets sous revue correspondaient à la période de 2017 à 2021.

L'examen de la promotion des technologies environnementales en tant qu'instrument d'encouragement a reposé sur des documents (p. ex. critères d'évaluation, processus, formulaires) et sur des sondages réalisés auprès de différents acteurs (experts engagés dans la procédure d'évaluation, porteurs de projet, responsables de la promotion des technologies environnementales, requérants potentiels). Les mandataires chargés de l'évaluation ont également effectué une comparaison avec d'autres instruments fédéraux de promotion de l'innovation (Innosuisse, programme P+D de l'OFEN, plan d'action bois). Pour apprécier les effets, ils ont sélectionné et analysé de manière approfondie 25 projets représentant différents domaines environnementaux et catégories d'impact. Ils ont traité dix exemples en détail en vue de leur publication dans le présent rapport. Chaque fois que cela était possible, l'effet environnemental a été calculé à l'aide d'un écobilan.

Les résultats confirment l'importance du rôle que joue, parmi l'ensemble des mesures fédérales d'encouragement de l'innovation, la promotion des technologies environnementales dans le développement de technologies, d'installations, de procédés et de produits en vue de réduire les atteintes à l'environnement. L'organisation et la procédure d'acceptation sont opportunes et les ressources, tout juste suffisantes. Les porteurs des différents projets apprécient la grande liberté thématique

de cet instrument ainsi que l'approche « bottom up » pour le dépôt des demandes. La charge relative aux dépôts des demandes et à l'établissement des rapports est proportionnée. Les requérants apprécient tout particulièrement la possibilité qu'ils ont d'établir un contact personnel avant de soumettre une demande, car ils peuvent ainsi revoir leurs attentes si celles-ci sont erronées et éviter des travaux inutiles. La possibilité de présenter son projet lors des séances de la commission d'experts et la brièveté du délai de décision ont aussi reçu un écho positif. Les points à améliorer sont la clarté des critères d'évaluation, en particulier la cohérence des données à fournir dans le formulaire de demande avec les critères utilisés dans la procédure d'approbation. Il conviendrait en outre de mieux définir le rôle de l'accompagnement spécialisé du projet, tant auprès des porteurs de celui-ci qu'en interne à l'OFEV. De plus, un formulaire de demande plus convivial est souhaité. Il a été souligné à de nombreuses reprises que la promotion des technologies environnementales est et doit rester un instrument facilement accessible. La transition entre la fin d'un projet et l'application pratique à large échelle reste difficile, sans doute aussi car certaines demandes ne précisent pas assez leur public cible (utilisateurs et clientèle futurs, etc.). Jusqu'à présent, la publicité autour de la promotion des technologies environnementales en tant qu'instrument d'encouragement s'est faite principalement sur le site Internet de l'OFEV, lors de conférences et de manifestations ainsi que par le bouche à oreille. Les sondages ont montré que les start-up en particulier, principal groupe cible, ne sont pas suffisamment informées de l'existence de cet instrument.

Les principales recommandations découlant de l'évaluation pour poursuivre le développement de l'instrument sont discutées également au chapitre 5 Perspectives, et les résultats relatifs à la mesure de l'effet écologique des projets sont présentés au point 4.1.

2.6 Coopération avec d'autres services fédéraux

Pour des raisons de politique financière, mais aussi de contenus, la coopération et la coordination avec d'autres services fédéraux sont impératives. Les questions

importantes en matière d'environnement concernent presque toujours les domaines de compétences d'autres offices fédéraux, tels l'énergie, l'agriculture, les transports ou la santé. L'appréciation des risques présentés par les nouvelles technologies nécessite également l'implication d'autres offices fédéraux. L'évaluation des demandes requiert ainsi, à un stade précoce, une large palette de connaissances spécialisées excédant le champ de compétences de l'OFEV.

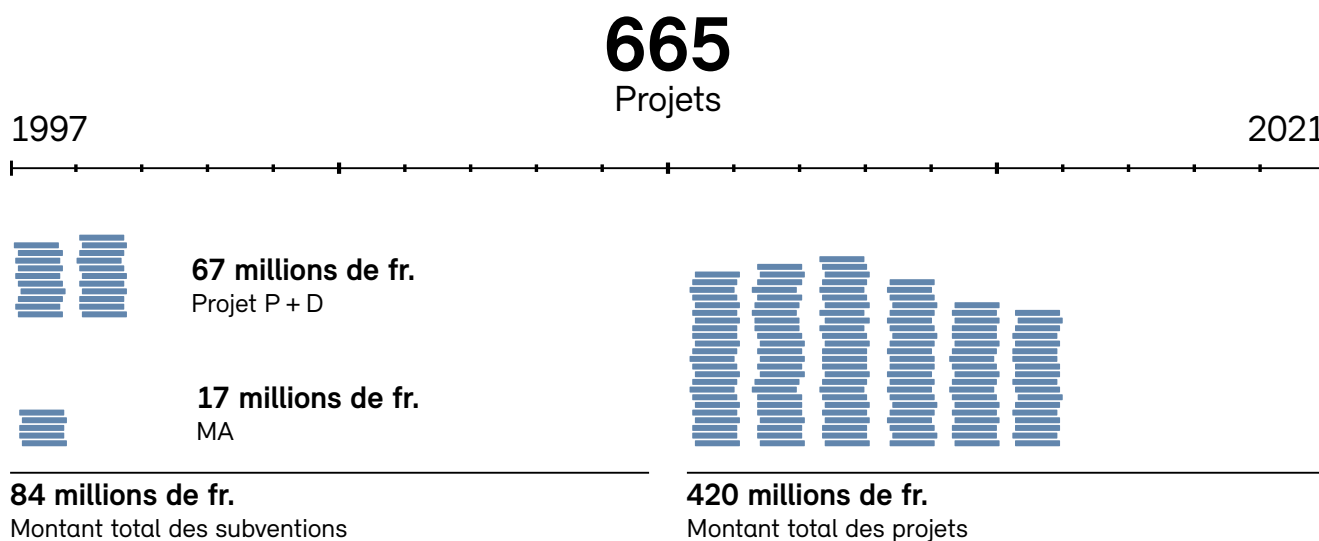
Avec la participation de l'OFEN et d'Innosuisse au sein de la Commission d'experts de la promotion des technologies environnementales, cette coopération revêt un caractère institutionnel. D'autres services fédéraux sont intégrés en fonction des besoins spécifiques des projets. Durant la période sous revue, il s'agissait de l'OFAG, de l'OFT, de l'OFSP et du SECO. La promotion des technologies environnementales soutient également le programme REPIC, porté conjointement par l'OFEN, le SECO, la DDC et l'OFEV (voir les projets multidisciplinaires au point 3.2).

Informations détaillées

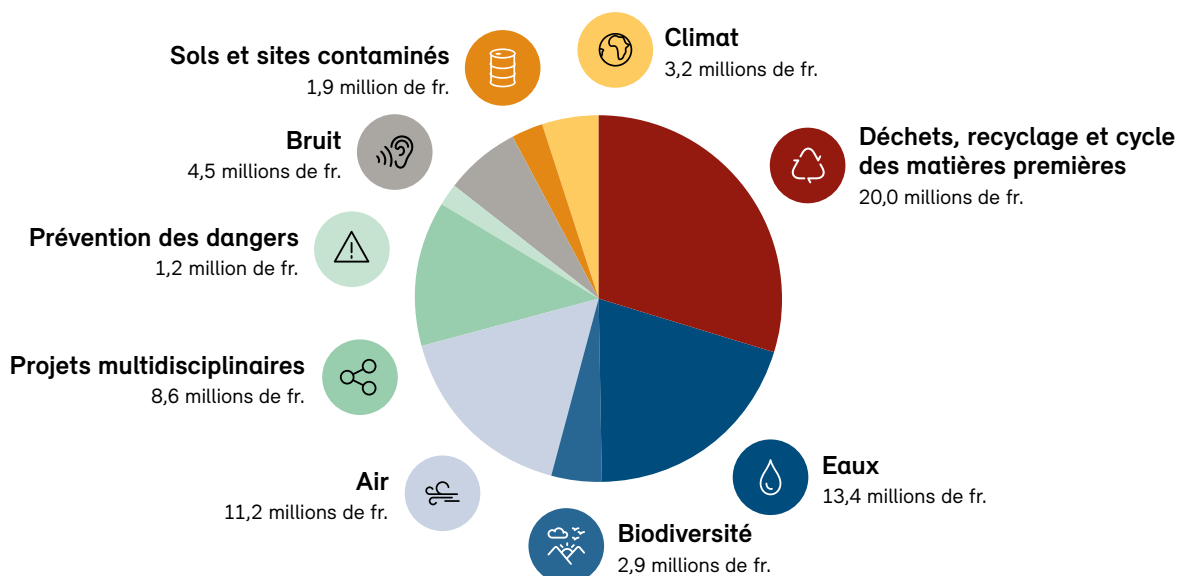
Des informations détaillées concernant les critères d'allocation des aides financières, la procédure de dépôt et d'acceptation, la composition de la commission d'experts et le déroulement des projets acceptés sont disponibles sur le site Internet de l'OFEV : www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Formation, recherche et innovation* > *Innovation*

25 ans de promotion des technologies environnementales

Voir les chiffres exacts à l'annexe 1



Montant total des subventions pour les projets P + D



3 Projets soutenus de 2017 à 2021

3.1 Vue d'ensemble des projets soutenus et des bénéficiaires

Pour la période sous revue (de 2017 à 2021), la promotion des technologies environnementales a alloué une enveloppe totale de 21 421 556 francs à 172 projets, parmi lesquels 120 sont nouveaux (91 P+D et 29 MA) et 52 avaient déjà été commencés précédemment. Par ailleurs, 105 projets ont été finalisés pendant la période sous revue. Cette diminution du nombre de projets par rapport à la période précédente, de 2012 à 2016 (au total 191 projets, dont 133 terminés à la fin 2016), s'explique par le fait que la taille des projets tend à augmenter légèrement. Globalement, 78 % des aides financières ont été octroyées à des projets P+D et 22 % à des MA. À la fin de la période sous revue, la proportion de MA s'élevait à 19 %, remplissant ainsi l'objectif de ne pas dépasser les 20 % de l'enveloppe totale des contributions. Les petits projets requérant moins de 50 000 francs

correspondent en nombre à 40 % des projets. Le crédit a été entièrement utilisé chaque année, hormis en 2018, ce qui est révélateur des deux éléments suivants : d'une part, un fort besoin de solutions techniques pour des problèmes encore non résolus dans de nombreux domaines environnementaux et, d'autre part, un besoin d'aides financières pour le développement d'innovations durant la phase à haut risque qui précède la commercialisation.

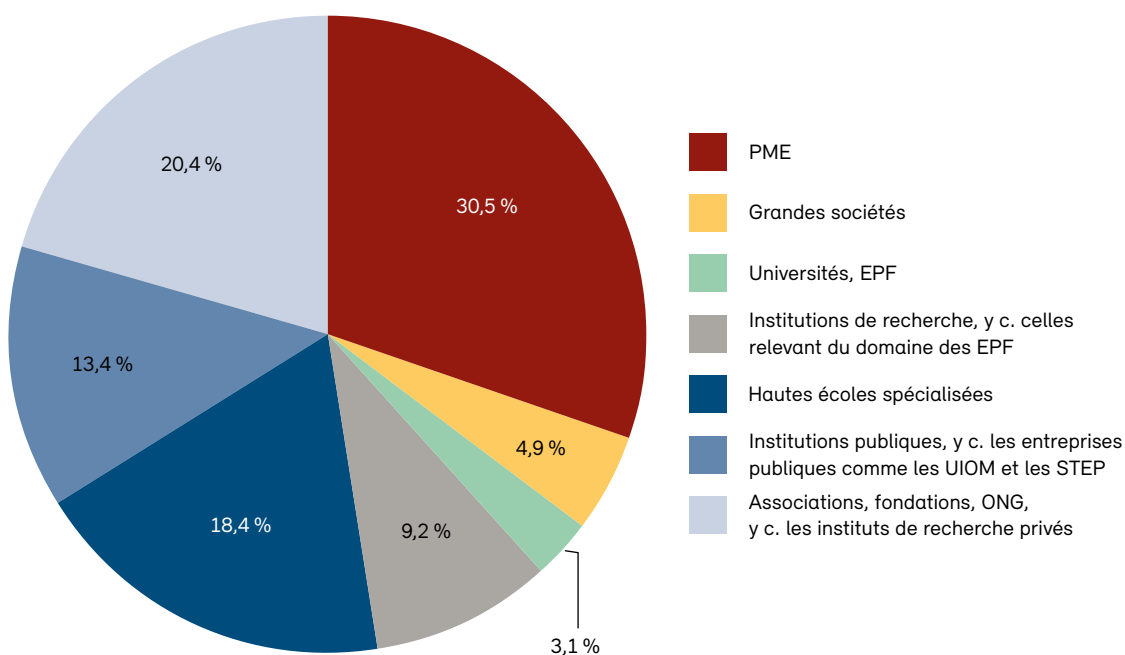
Pour les projets P+D, la contribution moyenne a été de 223 345 francs. S'agissant des MA, les aides financières ont soutenu 22 projets de promotion de la compétitivité (allocation moyenne de 36 735 francs) ainsi que 15 projets de promotion de l'efficacité des ressources (allocation moyenne de 275 750 francs).

La Figure 2 illustre la part des catégories de bénéficiaires. Pour la période sous revue, 31 % des contributions ont

Figure 2

Répartition des aides financières entre les différents bénéficiaires de 2017 à 2021

100 % : enveloppe totale de 21 421 556 francs.



été octroyées à des partenaires scientifiques (surtout des hautes écoles spécialisées), 35 % au secteur privé (surtout des PME) et 34 % à des institutions publiques (p. ex. STEP) ainsi qu'à des organisations privées à but non lucratif (associations, ONG, organismes de recherche privés).

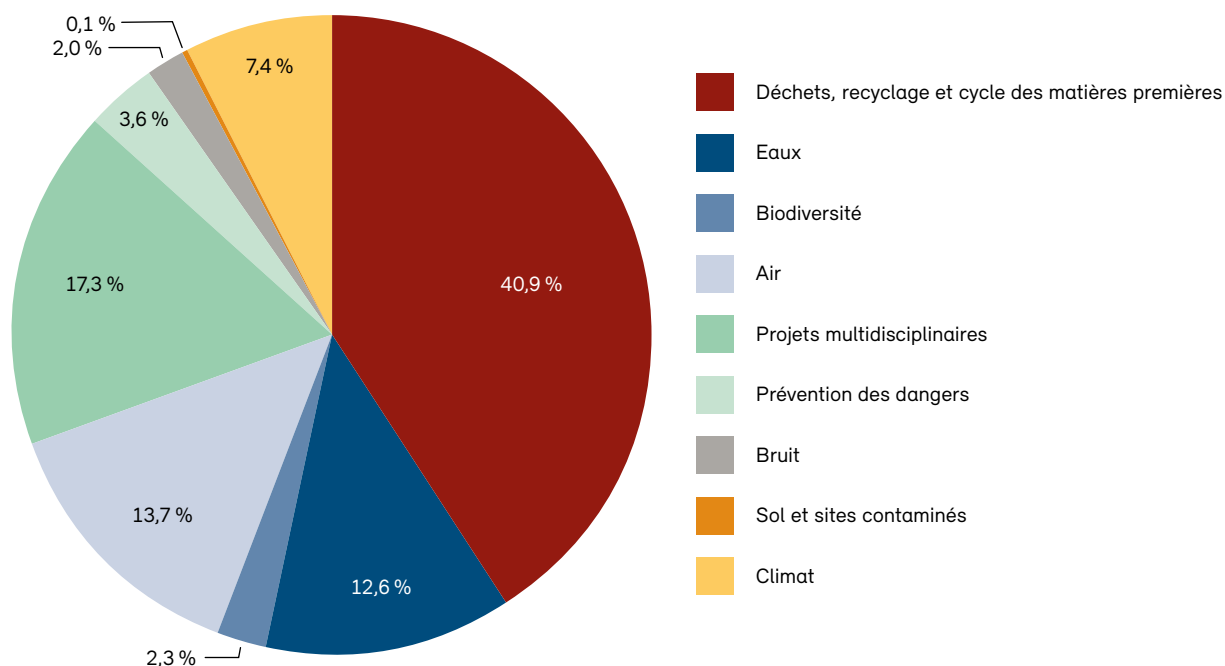
3.2 Promotion des projets pilotes et de démonstration

Les projets P+D servent à transposer à l'échelle industrielle les résultats de la recherche appliquée portant sur des technologies, des installations, des procédés et des produits (biens et services) et à tester ces résultats dans des conditions réelles.

Entre 2017 et 2021, le montant total consacré aux projets P+D, tous domaines environnementaux confondus, s'est élevé à 16 717 767 francs. Les domaines couverts sont les déchets, le recyclage et le cycle des matières premières (y c. efficacité des ressources), la biodiversité (protection de la nature et du paysage, conservation des forêts), les sols et

les sites contaminés, les eaux (protection et épuration des eaux et approvisionnement en eau), le climat, le bruit, l'air et la prévention des dangers (protection contre les dangers naturels et sécurité). Le domaine le plus représenté est celui des déchets, du recyclage et du cycle des matières premières (47 projets), suivi des eaux (27 projets), de l'air (20 projets) et des projets multidisciplinaires (20 projets). Dans certains domaines environnementaux tels que la biodiversité, le bruit, les sols et les sites contaminés ainsi que le climat, seuls quelques projets ont été soumis. Cela s'explique par le fait que les projets de protection du climat concernent souvent des thèmes liés à l'énergie et relèvent donc de la compétence de l'OFEN. Dans les domaines de la biodiversité ainsi que des sols et des sites contaminés, les solutions techniques ne sont que partiellement en mesure d'apporter des réponses aux problèmes qui se posent. La Figure 3 illustre la répartition des aides financières allouées aux projets P+D entre les différents domaines environnementaux. Sur toutes les demandes de plus de 50 000 francs qu'elle a discutées, la Commission d'experts de la promotion des technologies environnementales en a refusé 17 %. Dans la plupart des cas, le refus était motivé par le fait

Figure 3
Répartition par domaine environnemental des aides financières allouées aux projets P+D, de 2017 à 2021
100 % : enveloppe totale de 16 717 767 francs, octroyés à des projets P+D au cours de la période sous revue.



que le bénéfice pour l'environnement était jugé faible par les experts en regard des moyens disponibles (voir également le rapport sur l'évaluation de la promotion des technologies environnementales). Les principaux projets dans les différents domaines environnementaux sont présentés ci-après.

Déchets, recyclage et cycle des matières premières

Dans ce domaine, les innovations techniques sont en mesure d'apporter des solutions à de nombreux problèmes encore non résolus comme la récupération de matériaux de valeur ou la décontamination de substances problématiques. Partant, la majorité des aides financières de la promotion des technologies environnementales sont allouées à des projets de ce domaine. Par rapport à la période précédente, la proportion d'aides financières allouées à ce domaine a légèrement diminué (40,9 % contre 45,1 %). Ces aides ont soutenu 47 projets. Une partie de ceux-ci cherchent à récupérer des ressources à partir de déchets telles que des nutriments dans de l'urine (voir exemple 1) ou des terres rares à partir de poudre lumineuse (projets UTF 561 et 609) ou à générer des matières premières secondaires à partir de produits dérivés de la construction (projets UTF 591, recyclage de sable de concassage, et 559, boue de gravier pour la production de clinker). D'autres technologies exploitent des déchets pour fabriquer de nouveaux produits et matériaux (voir exemple 2 et projet UTF 607, charbon issu des déchets verts). Des aides financières ont également été allouées à la mesure ou la réduction des flux de déchets (voir exemple 3 et projet UTF 623, Ökihof). D'autres projets traitent des substances problématiques dans les déchets, telle la dioxine dans les cendres volantes des UIOM, afin que les résidus puissent être mis en décharge plus facilement par la suite (projets UTF 622, ExDiox, et 583, ReFire). Le plus grand projet actuellement soutenu dans ce domaine est Swiss Zink (projet UTF 619), à hauteur de 3 millions de francs. Il a pour but de construire une installation industrielle pour la récupération du zinc sous forme métallique contenu dans les cendres volantes provenant de toutes les UIOM de Suisse. Un autre groupe de projets de ce domaine vise la récupération du phosphore contenu dans les boues d'épuration (voir l'exemple 4). Ce développement contribue à la réalisation des objectifs prévus par l'ordonnance sur les déchets (OLED).

Eaux

Au cours de la précédente période sous rapport, de nombreux projets portaient sur des questions techniques liées à la mise en œuvre des prescriptions légales en matière d'élimination des micropolluants dans l'eau (modification de 2016 de la loi fédérale sur la protection des eaux). Dans l'intervalle, les principales questions de ce domaine encore en suspens ont été réglées, ce qui pourrait expliquer pourquoi la proportion d'aides financières allouées est ici moins élevée que durant la période précédente (13 % contre 22 %). Au total, ce sont 27 projets qui ont été encouragés dans le domaine des eaux. La plupart d'entre eux se concentrent sur les eaux usées, parfois sur des thèmes spécifiques tels que le nettoyage de l'eau de lavage des pulvérisateurs agricoles (projet UTF 670) ou le contrôle de performance pour les dispositifs d'adsorption des eaux de pluie en milieu bâti (projet UTF 669). Quelques projets s'intéressent à l'eau potable (p. ex. projets UTF 598, AquaProTI – approvisionnement en eau efficace au Tessin, et 642, numérisation des chambres de captage des sources alpines) ou développent des outils pour documenter les réserves d'eau (projet UTF 647, Visual KARSYS pour les aquifères karstiques phase 2) ou des outils de mesure de la qualité (projet UTF 650, kit de test YES de Planar).

Biodiversité

Le recul de la biodiversité et les conséquences qui en découlent sont un problème majeur reconnu. En la matière, les solutions techniques visent avant tout à protéger certaines espèces ou à en effectuer le suivi ainsi qu'à vérifier l'efficacité des mesures de protection et de valorisation. Cependant, il est difficile de commercialiser des innovations dans ce domaine. Dans le domaine de la biodiversité, 6 projets ont été soutenus, ce qui correspond à 2,3 % du budget total. Ils contribuent à détecter et à documenter la présence d'espèces animales et végétales spécifiques (p. ex. projets UTF 595 et 671, FISHLAB, et 611, appli champignons).

Air

Les valeurs limites d'émission et d'immission très strictes ont entraîné une nette amélioration de la qualité de l'air en Suisse ces dernières décennies. La pollution due aux oxydes d'azote (NO_x) et aux particules fines en particulier a baissé. La part des aides financières allouées à ce

domaine a toutefois augmenté par rapport à la période précédente (13,7 % contre 7,8 % de 2012 à 2016). Des contributions de l'OFEV ont été octroyées à 20 projets. Il s'agit principalement de projets qui réduisent les émissions de particules fines tout en augmentant l'efficacité énergétique de chaudières à bois de petite (jusqu'à 70 kW) et de grande taille (voir l'exemple 5) ainsi que de projets de réduction des émissions des moteurs (p. ex. moteurs diesel des bateaux). Ces projets sont donc axés sur un domaine de la protection de l'air où il existe encore un potentiel substantiel d'amélioration.

Prévention des dangers

Dans ce domaine, des méthodes de mesure et des modèles d'observation et d'identification précoce des dangers naturels sont en cours de développement. Ces projets contribuent à limiter les risques que présentent les dangers naturels et les dégâts qui peuvent en résulter. Ils peuvent aussi contribuer à optimiser la conception d'une infrastructure dans le but de réduire les risques. La proportion d'aides financières est ici proche de celle de la période précédente (3,6 % pour la période sous rapport contre 3,9 % précédemment). Ces aides ont soutenu 9 projets. Le projet de monitoring des éboulements (projets UTF 526 et 646) a développé et validé un système de mesure qui identifie de manière précoce les dangers d'éboulement et d'écroulement à l'aide des signaux microsismiques du sous-sol. D'autres projets ont porté sur le charriage des eaux (voir l'exemple 6) et la modélisation des glissements de terrain (projet UTF 606, OLPAC).

Bruit

Les innovations techniques peuvent aider à réduire le bruit à la source, à mesurer les émissions et les immissions et à fournir des informations utiles à l'évaluation de mesures de protection contre le bruit. La proportion des aides financières pour ce domaine a reculé (2 % contre 3,6 % pour la période de 2012 à 2016). Ces aides ont soutenu 3 projets. Le projet « Solution autonome de mesure de la pollution sonore en milieu urbain » (projet UTF 495) a développé un système de mesure des immissions de bruit bon marché qui fonctionne à l'aide de capteurs autonomes et qui transmet en continu des données par communication sans fil. Il donne suite à l'exemple 11 présenté dans le rapport du Conseil fédéral pour la période de 2012 à 2016. Le projet d'atténuation du bruit pour les plafonds en bois

massif (projet UTF 610) exploite le phénomène des trous noirs acoustiques. Il a conçu un modèle vibro-acoustique pour le dimensionnement de ces derniers et l'a testé en pratique à l'aide d'un prototype.

Sols et sites contaminés

Dans ce domaine, seul un projet a été soutenu au cours de la période sous revue, pour un montant correspondant à 0,1 % des aides financières (projet UTF 657, protection chimique du sol avec REMAP). Cette proportion est plus faible que celle de la période précédente (1,2 %). Le projet vise à développer un système peu coûteux comprenant des drones et des caméras multispectrales de reconnaissance des déchets plastiques sur les surfaces agricoles ouvertes.

Climat

Les projets de protection du climat portent souvent sur des technologies accroissant l'efficacité énergétique ou sur les énergies renouvelables. De tels projets sont financés par le programme P+D de l'OFEN. Pour la période sous revue, la promotion des technologies environnementales a soutenu pour la première fois des projets touchant à l'extraction et au stockage du CO₂ (technologies d'émissions négatives ou NET). Ainsi, deux grands projets de développement de NET ont été encouragés pour une proportion de 7,4 % des aides financières. Cette proportion est nettement plus élevée que celle de la période précédente (0,3 %). Les deux projets concernés sont décrits en détail au chapitre présentant des exemples de projets (voir exemples 7 et 8).

Projets multidisciplinaires

Les projets qui concernent plusieurs domaines environnementaux simultanément sont appelés multidisciplinaires. Au total, 20 projets de ce domaine ont été soutenus, pour un montant correspondant à 17,3 % de l'enveloppe totale des aides financières (contre 7,6 % à la période précédente). Cette catégorie comprend notamment plusieurs projets sur le thème des produits phytosanitaires ménageant les ressources, qui concernent à la fois la biodiversité et la protection des sols (voir exemple 9) ainsi que deux phases de REPIC (de 2014 à 2018 [projet UTF 553] et de 2018 à 2022 [projet UTF 574]). REPIC est une plateforme interdépartementale du SECO, de la DDC, de l'OFEV et de l'OFEN qui soutient des projets de promotion des énergies renouvelables, de promotion de l'efficacité énergétique et de promotion de l'efficacité des ressources dans les

pays en voie de développement et dans les pays en transition. L'OFEV y participe chaque année à hauteur de 200 000 francs. Parmi les autres projets multidisciplinaires, on mentionnera l'outil « Clean City Management » (projet UTF 545), qui permet de saisir et de classer des données relatives à des paramètres de propreté (p. ex. déchets urbains ou mégots de cigarettes). Cet outil sert à optimiser les prestations de nettoyage réalisées par les services municipaux et donc à économiser des ressources et des coûts. Un autre développement technologique a vu le jour sur fond de pandémie de coronavirus : un projet visant à éliminer les virus présents dans les espaces intérieurs (voir l'exemple 10).

3.3 Mesures d'accompagnement

3.3.1 Diffusion sur le marché et promotion des exportations

Les innovations cleantech peuvent contribuer à réduire les atteintes environnementales dans la mesure où elles sont commercialisées et utilisées à large échelle. C'est pourquoi la promotion des technologies environnementales encourage, outre des projets de développement de technologies novatrices, des mesures facilitant l'entrée et la diffusion de tels produits sur le marché. Parmi ces mesures, on citera notamment le soutien de pavillons suisses dans les salons de l'environnement, qui permet aux exposants d'économiser des coûts, mais aussi du temps, par exemple pour l'organisation et la publicité. Au total, des pavillons suisses ont pu être installés dans 3 salons différents. En raison de la pandémie de coronavirus, la participation à ces salons s'est limitée à 3 sur les 12 prévus en 2020 et à 6 sur les 9 prévus en 2021. D'autres événements ont reçu du soutien, notamment les conférences Decarbonising Cities et SHIFT 2018, le symposium Swiss Green Economy et le congrès Circular Economy Entrepreneurs CE2.

Pour encourager l'exportation de produits cleantech, l'OFEV, l'OFEN et le SECO ont mandaté Switzerland Global Enterprise (S-GE, organisation officielle suisse chargée de la promotion des exportations), en 2016, de soutenir les PME suisses qui cherchent à se faire une place sur le marché international des cleantech. De 2016 à 2019, l'OFEV a aussi participé financièrement à ce mandat relatif aux cleantech via la promotion des technologies environnementales (projet UTF 524). À partir

de 2020, seuls l'OFEN et le SECO ont continué de financer l'accord passé avec S-GE, mais l'OFEV fait toujours partie de l'accompagnement du projet. Dans le cadre de ce mandat, S-GE gère une base de données nommée « Cleantech Cube », à laquelle les entreprises peuvent s'inscrire gratuitement et ainsi bénéficier du réseau mondial S-GE. Les entreprises reçoivent des informations sur les marchés cibles et sur des opportunités d'affaires concrètes. Des événements de réseautage entre experts et d'autres sociétés cleantech de Suisse et de l'étranger sont aussi organisés régulièrement. En 2021, le Conseil fédéral a en outre approuvé un mandat de promotion de l'accès des entreprises suisses à de grands projets d'infrastructure. Avec ses instruments de promotion existants (fonds de technologie, promotion des technologies environnementales, REPIC, programme P+D de l'OFEN), le DETEC est responsable de l'exploitation des synergies et de la promotion de l'application des normes de durabilité.

3.3.2 Reffnet.ch, réseau suisse pour l'efficacité des ressources

Le réseau suisse pour l'efficacité des ressources Reffnet.ch a été créé en 2014 dans le but d'améliorer l'efficacité des ressources (avec les matériaux pour priorité) en entreprise tout au long de la chaîne de création de valeur. Le plus souvent, les grandes entreprises disposent de leurs propres spécialistes en la matière. Les PME, par contre, n'ont souvent ni les connaissances ni le temps de réaliser des analyses. Des sondages montrent pourtant que le potentiel d'amélioration est élevé. Réduire la consommation de ressources permet aussi de diminuer les coûts. Le conseil en entreprise constitue l'offre principale de Reffnet : un expert compétent est choisi pour l'entreprise concernée au sein d'un pool de conseillers issus de différents domaines spécialisés. Les trois premiers jours de conseil sont gratuits pour l'entreprise. Les processus de production, les produits et les services sont analysés, ce qui permet d'identifier le potentiel d'amélioration et les mesures présentant un bon rapport coûts-utilité. Les mesures peuvent concerner le produit directement : remplacement de matériaux primaires par des matières premières secondaires, nouvelle conception du produit selon des critères d'écoconception, ou encore remplacement de matériaux nuisant à l'environnement par des matériaux durables (p. ex. dans le domaine des plastiques). Par ailleurs, d'autres modèles d'affaires peuvent accroître l'efficacité des ressources. On citera notamment des modèles fondés sur la location plutôt que sur l'achat. À la fin de la période de conseil, l'effet environnemental des

mesures est calculé en UCE à l'aide d'un écobilan simplifié sur la base de la méthode de la saturation écologique (www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Économie et consommation* > *Informations pour spécialistes* > *Ecobilans* > *La méthode de la saturation écologique*) (Office fédérale de l'environnement 2021). Une estimation des économies attendues est également fournie. Pour présenter son offre de conseil, Reffnet gère un site Internet (www.reffnet.ch).

De 2014 à fin 2022 (fin de la phase 2 de Reffnet), quelque 400 entreprises ont bénéficié de cette offre de conseil. Le potentiel de réduction des atteintes à l'environnement que recèlent ces services de conseil correspond à une économie d'environ 400 milliards d'UCE (phase 2). Grâce aux mesures déjà mises en œuvre, une économie de 20 milliards d'UCE au minimum a été réalisée à ce jour. Pour les entreprises ayant bénéficié du service, les économies financières potentielles s'élevaient à 11 millions de francs au moins (phase 2). Jusqu'à 2022, le réseau s'est agrandi pour regrouper non plus 7, mais 30 organisations membres. Le nombre d'experts a lui aussi augmenté : à la fin de la phase 2, Reffnet proposait près de 40 conseillers spécialisés dans divers domaines et issus de toutes les régions linguistiques. La phase 3 de Reffnet a commencé en 2023.

Les phases 1 (de 2014 à 2018) et 2 (de 2018 à 2022) ont été soutenues respectivement à hauteur de 4 536 000 francs et de 2 680 000 francs.

4 Effet de la promotion des technologies environnementales

4.1 Effet écologique de la promotion des technologies environnementales

L'objectif premier de la promotion des technologies environnementales est de réduire les atteintes environnementales grâce à des technologies, des installations, des procédés et des produits (biens et services) appropriés. Les effets d'un échantillon de 25 projets ont été analysés dans le cadre de l'évaluation de la promotion des technologies environnementales (voir point 2.5). Les projets ont été répartis en trois catégories selon leur type d'impact. Les technologies développées peuvent avoir un impact direct sur l'environnement (catégorie 1) en réduisant, voire en éliminant, les émissions (exemples 5 et 9) ou en permettant la récupération de matières premières secondaires (p. ex. celles présentes dans les scories) qui peuvent se substituer à des matières premières primaires générant de fortes nuisances environnementales. L'exemple 2, notamment, utilise des déchets de l'industrie alimentaire comme source de nourriture pour élever des insectes. On parle d'effet environnemental indirect (catégorie 2) lorsque de nouveaux procédés, technologies de mesure ou formes d'organisation permettent une optimisation des processus favorable à l'environnement (exemples 3 et 4). Une troisième catégorie (cas spéciaux) comprend des projets portant sur un effet environnemental qui n'est pas directement causé par l'être humain. Il peut s'agir notamment de méthodes de mesure dans le domaine des dangers naturels (exemple 7) ou de technologies dans le domaine de la protection de la santé (exemple 6). Accompagnées de mesures de prévention adéquates, ces technologies permettent de réduire les risques, mais aussi les dommages.

Pour permettre un calcul efficace de leur effet environnemental, les 25 projets ont été répartis dans ces trois catégories en fonction de leur mécanisme d'action. Les deux premières catégories ont été évaluées selon la méthode de la saturation écologique (Office fédérale de l'environnement 2021). Pour certains projets, les résultats ont été complétés avec un calcul de l'empreinte CO₂ (GIEC 2013, GIEC 2021) ou par l'approche des coûts externes

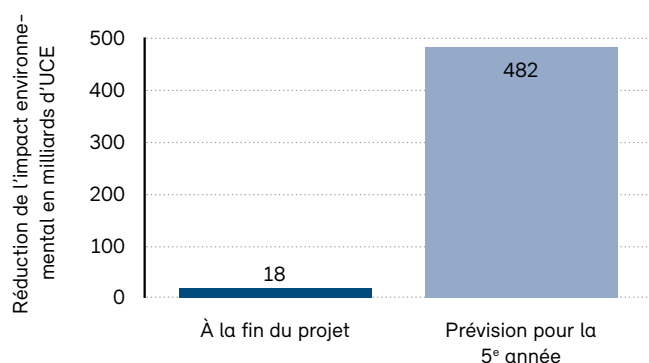
(méthode de pondération ReCiPe, Goedkoop 2013). Pour la troisième catégorie, celle des cas spéciaux, l'effet a été évalué au cas par cas et avant tout sur la base des coûts de prévention et de réparation des dégâts potentiels (p. ex. rétablissement de l'infrastructure). L'effet d'un produit ou d'un procédé a été calculé en fin de projet. Procéder à une répartition selon le mécanisme d'action (effet direct, effet indirect, cas spécial) s'est révélé être judicieux.

Dans presque tous les cas, un effet significatif ne peut être observé qu'après la diffusion de la technologie, à savoir après la fin du projet. Les évaluations reposent sur des hypothèses spécifiques à chaque projet et un pronostic de l'effet du projet cinq ans après son achèvement (Figure 4). Moins la technologie est mature, moins le pronostic est fiable. C'est pourquoi l'effet écologique après cinq ans n'a été calculé que pour 19 des 25 projets considérés, c'est-à-dire pour ceux ayant atteint le stade d'un projet P+D, proche de la phase industrielle, ou ayant déjà été introduits sur le marché.

Les calculs et les descriptions qualitatives des effets environnementaux ont montré de vastes différences selon les projets, avant tout concernant l'effet escompté cinq

Figure 4
Effet environnemental agrégé par an pour les 19 projets évalués (TRL 4 et 5), en UCE

Méthode de la saturation écologique, Office fédérale de l'environnement 2021.



Source : sur la base de Lehmann 2022 (évaluation UTF 2022)

ans plus tard. Les facteurs déterminants sont ceux qui influent sur la diffusion de nouveaux produits et technologies : la répliquabilité et la capacité à être commercialisés sont largement influencées par les nouvelles installations et prototypes déjà produits, la disponibilité de personnel spécialisé et des matières premières nécessaires ainsi que la part de marché potentiel de la technologie en question. Pour une commercialisation réussie, il est primordial, d'une part, d'intégrer les partenaires de mise en œuvre dès la phase de développement du produit final et, d'autre part, de se concentrer sur le groupe cible. La majorité des projets comprennent un partenaire industriel, ce qui prépare leur entrée sur le marché. Cependant, une fois arrivés à leur terme, les projets manquent souvent de scénarios concrets pour atteindre leurs groupes cibles d'utilisateurs.

Des exigences légales peuvent aussi aider de nouveaux procédés à percer. À titre d'exemple, on mentionnera un des premiers projets de promotion des technologies environnementales entrepris il y a une vingtaine d'années, qui a développé un procédé de traitement des cendres volantes des UIOM. Ce procédé sépare les dioxines (qui adhèrent surtout aux particules de suie), puis les réachemine pour une nouvelle combustion dans l'UIOM. Efficace, il a été breveté. Cependant, en raison de l'absence de prescriptions légales, il n'a pas été mis en pratique et la protection du brevet est arrivée à échéance. Lorsque l'OLED a fixé de nouvelles teneurs maximales pour les dioxines et les furanes, l'idée a retrouvé son actualité et le procédé a repris son développement dans un nouveau projet (projet UTF 622). La promotion des technologies environnementales peut également contribuer à identifier des solutions susceptibles d'être mises en pratique, qui sont ensuite reprises en tant qu'objectifs dans des dispositions légales, par exemple concernant l'élimination des micropolluants dans les eaux usées ou la récupération du phosphore dans les boues d'épuration.

Au cours de l'évaluation, sur la base des exemples de projets examinés, il a été constaté que le calcul de l'effet environnemental au niveau d'un projet est réalisable avant tout pour des projets dont l'effet est direct, mais non sous la forme d'un calcul agrégé pour des ensembles de projets.

Les dix exemples de projets qui suivent contiennent des informations complémentaires sur leurs effets environnementaux respectifs.

4.2 Effet économique de la promotion des technologies environnementales

La législation en vigueur dispose que les projets P+D qui ont été soutenus par la promotion des technologies environnementales et sont commercialisés avec succès doivent rembourser les contributions octroyées par l'OFEV à concurrence des bénéfices réalisés (chiffre d'affaires). Cette obligation de rembourser s'applique jusqu'à dix ans après la fin du projet. Le montant maximal à rembourser équivaut au montant des aides financières effectivement perçues. Afin de formuler des déclarations pertinentes concernant le taux de remboursement des différents projets, les contributions dues ont été réparties proportionnellement sur les années concernées au sein de la période sous rapport (2017-2021). Pour cette période, 125 projets au total faisaient l'objet d'une obligation contractuelle de rembourser. Ils incluent également des projets terminés avant la période sous rapport. Les projets ayant reçu des aides financières durant cette dernière, mais qui sont toujours en cours, n'effectuent encore aucun remboursement. Seuls 30 des 125 projets faisant l'objet d'une obligation de rembourser (24 %) ont généré un chiffre d'affaires avec la technologie concernée et procédé à des remboursements. La somme totale reversée, à savoir 451 473 francs, correspond à 14 % des aides financières octroyées (au total) à ces 30 projets.

Pour l'ensemble des 125 projets faisant l'objet d'une obligation de rembourser au cours la période sous rapport, le taux de remboursement rapporté à l'enveloppe totale est de 4,4 % (451 473 francs de remboursements sur 10 170 271 francs de contributions). La vue d'ensemble des dernières années montre que les montants remboursés tendent à augmenter depuis 2016 (Figure 5). Le pic de 2012 correspond à un projet des Chemins de fer rhétiques qui a remboursé intégralement les aides financières allouées en une seule fois. Jusqu'ici, il s'agit du seul projet ayant remboursé ces dernières en intégralité.

Dans son rapport de 2013 sur l'effet des mesures de promotion des technologies environnementales pour les années de 2007 à 2011, le Conseil fédéral a chargé le l'OFEV d'élaborer des propositions permettant d'améliorer le taux de remboursement des contributions fédérales accordées dans le cadre de la promotion des technologies environnementales. Intitulé « Prüfauftrag zur Steigerung

der Rückzahlungsquote von Bundesbeiträgen im Rahmen der Umwelttechnologieförderung», le rapport relatif à ce mandat (OFEV, 2018) propose trois mesures : 1) relèvement de la taxe sur le chiffre d'affaires de manière progressive en fonction du montant de la contribution fédérale, c'est-à-dire que le calcul des montants à rembourser s'effectue sur la base d'un pourcentage du chiffre d'affaires qui est d'autant plus élevé que l'aide financière est importante (voir www.bafu.admin.ch > *Thèmes > Thème Formation, recherche et innovation > Innovation > Déroulement du projet*) ; 2) exemption de l'obligation de rembourser si les projets prévoient le libre accès du public aux résultats, et 3) réutilisation de l'intégralité des sommes remboursées par les projets commercialisés avec succès pour augmenter le crédit de la promotion des technologies environnementales. Parmi les projets P+D commencés durant la période sous revue, 32 % ont opté pour la mesure 2). Il est fondamental d'accepter également des projets qui n'ont pas d'utilité commerciale directe. En effet, les projets développant des technologies qui diminuent les dégâts environnementaux ou les préviennent ne trouvent souvent pas suffisamment de moyens auprès d'investisseurs privés.

Grâce aux remboursements perçus, le crédit de la promotion des technologies environnementales a pu être revu légèrement à la hausse dès 2019. Les montants remboursés lui sont attribués deux ans plus tard ($n + 2$ par rapport à l'année civile en cours).

S'agissant de l'effet économique, il faut également tenir compte de l'envergure des projets soutenus. La loi dispose que l'aide financière ne peut en principe excéder 50 % des coûts totaux. Les contributions octroyées par l'OFEV impliquent donc que les partenaires du projet fournissent des prestations propres. Pour les grands projets industriels en particulier, le montant de ces dernières est souvent beaucoup plus élevé que les contributions de l'OFEV. Par exemple, le budget de SwissZinc (projet UTF 619) prévoit des coûts totaux de 65 millions de francs, alors que la contribution de la promotion des technologies environnementales est de 3 millions de francs.

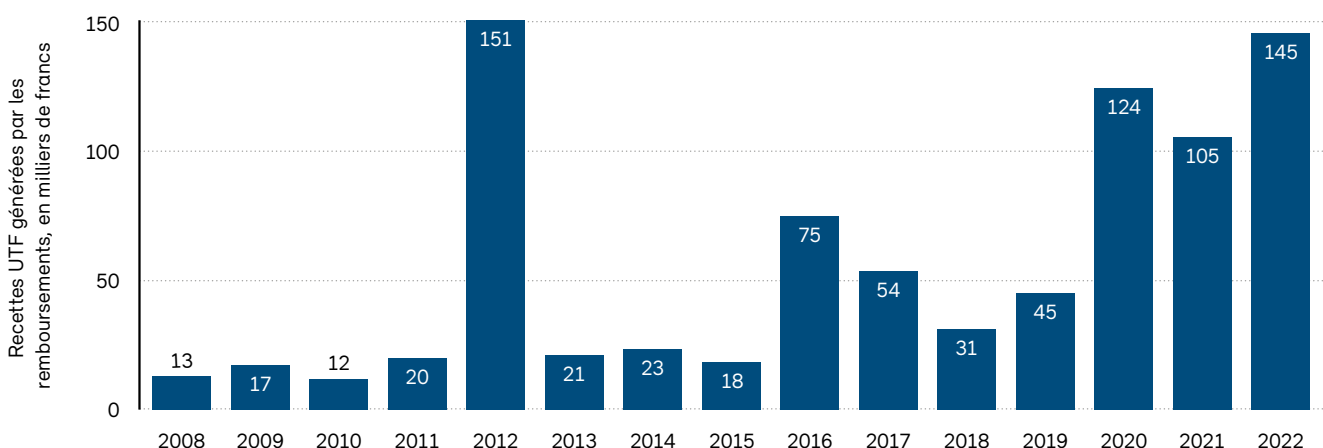
Les bénéfices pour l'économie nationale représentent le principal effet économique de la promotion des technologies environnementales. Les projets commercialisés avec succès créent des emplois et de la valeur en Suisse. Il est toutefois difficile de quantifier ces bénéfices. Sachant que la promotion des technologies environnementales, contrairement à d'autres instruments de promotion, peut soutenir directement des entreprises comme les start-up, elle peut aider une jeune société à se construire et ainsi contribuer à diversifier l'économie et à la faire prospérer (exemples 8 et 9).

Or les technologies novatrices dans le domaine de l'environnement ont avant tout le potentiel de réduire les coûts externes liés aux dégâts environnementaux et parfois également d'autres coûts subséquents, par exemple les

Figure 5

Évolution des remboursements au cours des 15 dernières années

Les remboursements sont fonction du chiffre d'affaires généré l'année précédente.



coûts de la santé (voir point 4.3). Bien qu'ils soient difficiles à quantifier et même s'ils sont estimés à la baisse, ces coûts sont bien plus élevés que les montants alloués par l'OFEV. Selon des calculs effectués dans le cadre de l'évaluation de la promotion des technologies environnementales, les coûts externes des 19 projets dont l'effet a été monétisé baissent de plus de 60 millions de francs par an cinq ans après la fin des projets (Figure 6). En comparaison, le montant des contributions accordées par l'OFEV à ces 19 projets est seulement 5,5 millions de francs au total. Le rapport entre les deux chiffres montre l'important effet de levier de la promotion des technologies environnementales.

4.3 Autres effets des projets de promotion des technologies environnementales

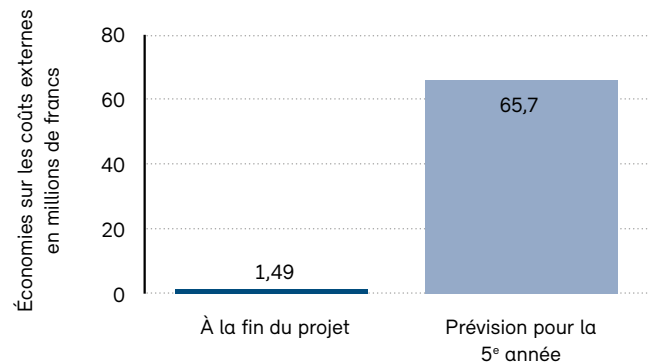
En plus des effets écologiques et économiques recherchés, les aides financières allouées par la promotion des technologies environnementales peuvent exercer d'autres effets positifs. Le développement de technologies novatrices permet de consolider les connaissances et les compétences spécialisées dans de nouveaux domaines. Ce savoir-faire peut à son tour permettre d'autres développements ultérieurs, comme c'est le cas actuellement avec les approches innovantes d'extraction et de stockage du CO₂. En outre, les projets sont toujours à l'origine de nouvelles expériences, même si l'objectif d'application initial souhaité n'est pas atteint en fin de projet.

Il est souvent arrivé que la promotion des technologies environnementales ait servi de cadre pour tester des technologies nécessaires à la mise en œuvre de dispositions légales (p. ex. procédé d'élimination de micropolluants ou de récupération du phosphore dans les boues d'épuration). Par ailleurs, nombre de projets ne se limitent pas à une réduction des atteintes environnementales, mais réduisent également les risques de dangers naturels ou déploient des effets positifs sur la santé humaine. On pensera ici notamment aux projets dans le secteur de la protection de l'air figurant dans le rapport du Conseil fédéral pour la période de 2007 à 2011 (cf. www.bafu.admin.ch > Thèmes > Thème Formation, recherche et innovation > Innovation ou www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/innovation/fachinfo-daten/wirkung_der_umwelttechnologiefoerderung2007-2011.pdf download.pdf/).

Figure 6

Réduction agrégée des coûts annuels externes pour les 19 projets examinés (TRL 4 et 5), en francs

Méthode ReCiPe, Goedkoop 2013.



Source : sur la base de Lehmann 2022 (évaluation UTF 2022).

Exemple 1 : transformation de l'urine en engrais



L'UrinExpress

Photo : Vuna GmbH

Notre urine contient de l'azote et du phosphore, de précieux nutriments qui se perdent dans les eaux usées lorsque nous tirons la chasse d'eau. C'est ainsi que nous échappons au quotidien une grande quantité de ressources pourtant précieuses pour fertiliser les plantes. Ces nutriments se retrouvent en partie dans les cours d'eau et les lacs, car les STEP éliminent à peine la moitié des apports d'azote.

Au cours du projet de recherche Vuna, l'Eawag a développé une technologie récupérant plus de 98 % des nutriments présents dans l'urine pour produire de l'engrais. Pour ce faire, il est indispensable de collecter l'urine séparément des selles, par exemple grâce à des toilettes séparatives, ou d'utiliser des urinoirs sans eau. La fabrication d'engrais comprend trois étapes. D'abord, un procédé biologique stabilise l'urine ; les nutriments sont liés et l'urine n'a plus mauvaise odeur. Ensuite, un filtre à charbon actif garantit l'élimination de tous les résidus de médicaments et d'hormones. Enfin, la solution est concentrée par un processus d'évaporation : 1000 litres d'urine produisent ainsi quelque 70 litres d'engrais.

L'Eawag a déposé un brevet pour cette technologie et accordé la licence d'utilisation et de développement à Vuna GmbH, une entreprise issue du projet qui commercialise

l'engrais « Aurin » depuis 2018 en Suisse. Cet engrais est aussi autorisé en Autriche depuis 2022.

Pour faire connaître le recyclage des nutriments à un large public, Vuna GmbH a créé une installation mobile nommée « UrinExpress », présente en 2020 à Bienne et à Zurich. Cette remorque a permis de tester pour la première fois le procédé hors des conditions contrôlées de laboratoire. Les enseignements tirés de la création de l'installation et des essais pratiques ont été intégrés à la planification d'autres installations.

La démarche séduit, surtout pour des installations stationnaires. L'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) transforme les toilettes de son bâtiment principal pour utiliser à l'avenir ce procédé et produire de l'engrais « Aurin ». L'OFCL examine la possibilité d'intégrer cette technologie à différents bâtiments fédéraux. De plus, la société Keramik Laufen AG a commercialisé des toilettes séparatives novatrices et se profile comme un partenaire de renom.

Récupérer directement l'urine plutôt que de la traiter après qu'elle a été diluée dans les eaux usées permet d'économiser des ressources naturelles et de l'énergie. En outre, l'engrais issu du recyclage remplace des engrais artificiels fabriqués moyennant de grandes quantités d'énergie et contenant des substances nocives, tel le cadmium.

Titre du projet : Usine d'engrais mobile pour la production d'engrais à partir d'urine

Partenaires économiques et scientifiques :

Vuna GmbH, Eawag

Coûts : 710 024 francs au total

Contribution de l'OFEV : 318 720 francs

Secteur environnemental : Déchets, recyclage et cycle des matières premières

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 565.23.17

Exemple 2 : production à grande échelle d'insectes comestibles



Installation pilote pour la production d'insectes

Photo : Bühler AG

La production de viande actuelle est coresponsable de plusieurs problèmes environnementaux (p. ex. changements climatiques et perte de biodiversité). Les insectes comestibles sont une piste à explorer. Comparés aux vertébrés, ils nécessitent moins d'aliments et d'eau, émettent moins de gaz à effet de serre et peuvent être élevés avec des déchets organiques de l'agriculture et du secteur alimentaire. Leur forte teneur en protéines, acides gras, vitamines, minéraux et fibres les rend très intéressants sur le plan nutritif. Utilisés comme aliments pour animaux d'élevage, ils remplacent des denrées problématiques comme la farine de poisson ou le soja. La production d'insectes offre de nouvelles perspectives de rentabilité pour les agriculteurs.

Depuis 2017, trois espèces d'insectes sont autorisées comme aliments en Suisse. Si de petites installations de production ont vu le jour, la Suisse ne compte encore aucune installation à l'échelle industrielle. Pour expérimenter et chiffrer l'utilisation d'une installation de grande taille, Bühler AG et fenaco société coopérative ont réalisé ensemble une étude de faisabilité, en effectuant des tests d'alimentation avec des poules pondeuses et des porcelets et en bâtissant une installation pilote d'élevage de larves. Afin d'exploiter les synergies, celle-ci a été conçue de sorte à produire des larves de la mouche soldat noire pour

nourrir les animaux et des vers de farine pour l'alimentation humaine. Une formule basée sur des résidus issus de la transformation alimentaire industrielle a été mise au point pour nourrir les insectes. Les résidus de l'élevage des insectes servent à fabriquer de l'engrais.

Les parties au projet ont acquis des connaissances considérables. Les deux espèces de larves se développent très bien, notamment grâce aux nouveaux aliments qui leur ont été affouragés. Toutefois, il est apparu qu'en raison des restrictions réglementaires, l'élevage simultané des deux espèces ne confère aucun avantage. Le potentiel de synergies s'est révélé plus faible qu'attendu. Les parties au projet estiment qu'il est mieux de se concentrer d'abord sur la seule production de vers de farine, déjà autorisés comme aliments et pouvant servir de source de protéines supplémentaire pour des animaux.

L'espoir de produire des protéines à moindre coût par rapport aux sources conventionnelles (p. ex. soja) est irréaliste dans les conditions-cadres actuelles : l'utilisation comme aliments pour animaux est encore trop chère. Cependant, le bilan environnemental est positif : en comparaison de la viande de bœuf à, la production d'une quantité égale d'insectes réduit les atteintes environnementales de 90, voire 95 %.

Titre du projet : Installation hybride mobile pour l'élevage industriel d'insectes pour les alimentations animale et humaine

Partenaires économiques et scientifiques :

Bühler AG, fenaco société coopérative (commerce d'engrais) et UFA SA (production d'aliments pour animaux) comme partenaires agricoles

Coûts : 704 594 francs au total

Contribution de l'OFEV : 240 951 francs

Durée : de février 2021 à janvier 2022

Secteur environnemental : Déchets, recyclage et cycle de matières premières ; autre aspect : utilisation des sols

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 651.30.20

Exemple 3 : transformation des résidus ligneux et plastiques en charbon végétal



Charbon végétal

Photo : Hans-Peter Schmidt

Dans les installations de compostage et de méthanisation, le trop-plein récupéré après criblage contient de grandes quantités de matériaux ligneux : entre 50 000 et 100 000 tonnes par an en Suisse. Pour éviter de brûler ces matériaux, l'idée est de les transformer en charbon végétal par pyrolyse. Le procédé consiste à casser les liaisons de carbone à des températures de 400 à 900 °C en milieu anaérobie. Le charbon végétal est utilisé dans l'horticulture et l'agriculture, comme agrégat dans la construction ou comme charbon actif dans le traitement des eaux usées. Toutefois, le bois de criblage est généralement contaminé par des plastiques, dont le tri est laborieux. L'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) fixe à cet égard des valeurs limites.

Il est en principe possible de carboniser ces plastiques, car ils sont constitués avant tout de composés carbonés, mais une autorisation est nécessaire pour le produit qui en résulte. Les plastiques doivent être dégradés de sorte que le charbon végétal ou actif en soit exempt, ne contienne pas de produits de dégradation indésirables et respecte les exigences de qualité souhaitées.

Dans le cadre d'une collaboration, l'Institut Ithaka a examiné la possibilité de copyrolyser le bois de criblage et les plastiques et créé des bases méthodologiques, d'une part, pour caractériser les biomasses contaminées par des plastiques et, d'autre part, traiter ces dernières par pyrolyse. Il a commencé par analyser la composition typique des plastiques dans le bois de criblage, pour constater que les polymères contenant du chlore (PVC, PVCD), qui peuvent libérer des substances nocives (dioxines) pendant la pyrolyse, ne posent pas problème. Ensuite, l'institut a réalisé des tests avec diverses quantités et qualités de plastiques, dont les résultats sont tous positifs : même avec des quantités 10 à 20 fois supérieures par rapport à celles courantes dans le bois de criblage, il n'a observé aucun impact négatif sur la qualité du charbon végétal. Toutefois, les exigences de qualité pour la transformation en charbon actif n'étaient pas toutes remplies.

De ces résultats découlera une directive fixant les exigences minimales posées à la pyrolyse et les valeurs limites à respecter pour les intrants et les produits finis. Les nouvelles dispositions encouragent l'utilisation matérielle de déchets aujourd'hui incinérés et faisant l'objet uniquement d'une valorisation énergétique. L'effet environnemental et climatique optimal est obtenu en utilisant le charbon végétal comme puits de carbone (p. ex. pour l'amélioration du sol) ou additif stabilisant dans la fabrication de ciment ou d'asphalte.

Titre du projet : Plastiques indésirables dans les matières biogènes secondaires – conseils et valeurs limites pour la valorisation par copyrolyse

Partenaires économiques et scientifiques :

Institut Ithaka Eawag, Agroscope, Axpo Power AG, IWB Industrielle Werke Basel

Coûts : 885 607 francs au total

Contribution de l'OFEV : 424 416 francs

Secteur environnemental : Déchets, recyclage et cycle des matières premières

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 668.16.21

Exemple 4 : perspectives pour un cycle du phosphore durable



La STEP Thunersee

Photo : STEP Thunersee

Des apports excessifs de phosphore dans les milieux aquatiques stimulent la croissance des algues, ce qui entraîne l'eutrophisation de ces milieux et de vastes problèmes environnementaux. C'est pourquoi les STEP suisses éliminent la majeure partie du phosphore présent dans les eaux usées. Cependant, le phosphore est aussi une ressource irremplaçable pour l'agriculture qui, avec l'azote et le potassium, compte parmi les principaux nutriments des plantes. Actuellement, le phosphore est éliminé avec les boues d'épuration, mais le législateur souhaite davantage de durabilité : à partir de 2026, le phosphore issu des boues d'épuration devra être récupéré. Nombre de techniques existent pour ce faire, mais elles ne sont pas encore au point pour des applications à large échelle. Par ailleurs, il n'y aura pas de solution unique, car chaque STEP est conçue différemment. Par exemple, la STEP Thunersee doit tenir compte de l'élimination biologique du phosphore.

La STEP Thunersee, l'une des dix plus grandes de Suisse, a accompli un travail de pionnier : elle a passé en revue tous les procédés de récupération, les a évalués et a traité les informations de sorte que les autres installations puissent également profiter des résultats et identifier les procédés adéquats pour l'élimination du phosphore.

Parmi près de 50 procédés évalués, trois peuvent être envisagés pour cette STEP. Les critères considérés étaient les conditions-cadres spécifiques de cette dernière (infrastructure disponible, processus en place), la faisabilité technique et l'impact environnemental. Il a notamment fallu suivre comment et sous quelle forme le phosphore dilué dans l'eau se retrouve dans les boues d'épuration.

Des essais de laboratoire spécifiques sont en cours pour résoudre les questions encore en suspens. Les résultats poseront les bases d'une phase pilote ultérieure. Il s'agira d'optimiser les techniques en augmentant le taux de récupération et la rentabilité, et en réduisant la quantité d'adjuvants employés (bases et acides), responsables des plus lourdes atteintes à l'environnement. L'objectif est de parvenir à un cycle du phosphore durable, fermé au niveau régional. Ce que l'on peut déjà affirmer : l'engrais obtenu avec chacun des trois procédés a un impact environnemental bien moindre que celui des engrais minéraux disponibles dans le commerce.

Titre du projet : Étude de faisabilité pour le recyclage du phosphore à la STEP Thunersee

Partenaires économiques et scientifiques :

STEP Thunersee, Holinger SA, Carbotech AG

Coûts : 165 093 francs au total

Contribution de l'OFEV : 49 867 francs

Secteur environnemental : Déchets, recyclage et cycle des matières premières

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 659.07.21

Exemple 5 : chaudières à bois sans filtre



Installation Fireforce d'une puissance de 500 kW Photo : André Van der Veken

Les installations de chauffage au bois offrent à moyen terme une solution de remplacement neutre sur le plan climatique pour les chauffages fonctionnant avec des énergies fossiles ou de l'électricité produite avec du gaz ou du charbon. Toutefois, elles ont pour inconvénient de rejeter dans l'atmosphère des poussières fines nuisant à la santé. C'est pourquoi l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe des limitations des émissions strictes pour les poussières. Les grandes chaudières à bois courantes (puissance > 70 kW) sont aptes à respecter ces limitations en principe uniquement par épuration des effluents gazeux, par exemple à l'aide d'électrofiltres ou de filtres en tissu, toutefois inappropriés pour le bois humide (copeaux de bois).

La société Fireforce Technology a développé et breveté un procédé de combustion qui n'a besoin ni de filtre ni d'une opération de séchage du bois en amont, mais qui permet de respecter pleinement l'OPair. Une installation test de 130 kW a permis à l'entreprise de valider les performances de son procédé. Les émissions de monoxyde de carbone et de particules fines étaient proches de zéro. Comparée à des chaudières à bois conventionnelles, la Fireforce a montré un rendement considérablement plus élevé.

La deuxième phase de projet a visé à tester cette fois un prototype plus puissant, de 500 kW, avec pour objectif d'atteindre les mêmes performances que les installations

plus petites. Une étape intermédiaire, à savoir une installation de 200 kW, a été nécessaire pour y parvenir. Le prototype développé par Fireforce Technology est une chaudière à bois installée dans un container mobile raccordé en 2022 au réseau de chaleur de la commune de Moiry (VD). Les mesures réalisées ont montré des valeurs largement en deçà des valeurs limites de l'OPair pour un rendement thermique exceptionnellement élevé. Lors de la dernière étape du projet, une chaudière à bois d'une puissance de 500 kW a été raccordée à un réseau de chaleur à distance dans le Val-de-Travers. Les mesures ont révélé que cette dernière installation fonctionne aussi au niveau souhaité. À l'avenir, non seulement les ménages privés, mais aussi les exploitants de réseaux de chaleur à distance et les industries pourront bénéficier de ce nouveau système.

Cette nouvelle technologie rend les installations de chauffage au bois plus attrayantes et facilite le remplacement des installations fonctionnant aux énergies fossiles par des systèmes neutres sur le plan climatique. Elle présente également d'autres avantages par rapport aux chaudières à copeaux de bois classiques. Elle rejette beaucoup moins de polluants dans l'atmosphère. Comme il n'y a ni besoin de filtrer l'air évacué ni de sécher le bois en amont, la technologie Fireforce permet en outre d'économiser des ressources matérielles et de l'énergie. Finalement, grâce à son rendement accru, elle consomme moins de bois à puissance égale.

Titre du projet : Prototype mobile de chauffage à bois Fireforce avec combustion optimisée – Phase 2

Partenaires économiques et scientifiques : Fireforce Technology Sàrl, Masai Conseils SA

Coûts : 433 370 francs au total

Contribution de l'OFEV : 216 685 francs

Secteur environnemental : Air

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 674.22.21

Exemple 6 : surveillance du charriage basée sur des signaux sismiques



Instruments de mesure du charriage fluvial

Photo : CREALP

Les changements climatiques et l'expansion des zones habitées et des infrastructures accroissent l'importance de la gestion des risques de crue. Surveiller le charriage dans des tronçons de cours d'eau problématiques améliore nettement cette gestion, par exemple pour ce qui est de l'alarme, mais aussi de la planification d'ouvrages de protection. Une meilleure compréhension du charriage permet notamment de mieux dimensionner les espaces de rétention et les digues de protection, mais aussi d'optimiser le curage des bassins de retenue, opération par laquelle les sédiments des lacs de retenue sont évacués en aval. Les matériaux charriés sont importants pour la faune et la flore en aval, mais doivent être bien répartis.

Diverses méthodes sont utilisées actuellement pour surveiller le charriage telles que les pièges à sédiments ou les géophones (un objet résonateur est placé au fond du cours d'eau et un capteur enregistre les vibrations de l'objet lorsque des sédiments l'impactent). Or ces procédés laborieux et coûteux sont employés uniquement sur une sélection de sites. Le projet SismoRiv cherche à développer une autre méthode de mesure moins onéreuse, qui soit facile à installer et à utiliser.

La solution développée par SismoRiv exploite les signaux sismiques émis par les matériaux transportés et mesurables dans les berges. Des mesures-tests ont été réalisées en 2021 sur un tronçon de la Navisence (Val d'Anniviers, VS). Ce dernier a été équipé d'une station de mesure du charriage de type Swiss Plate Geophone, méthode éprouvée, ce qui permet de comparer les valeurs mesurées. Les algorithmes nécessaires ont été développés sur la base de données de mesure récoltées sur une longue période. Cette méthode a montré une bonne corrélation avec les transports de sédiments effectifs. D'autres essais ont confirmé qu'elle fonctionne de manière très fiable indépendamment de l'époque et du site.

La deuxième phase de projet entend améliorer les algorithmes grâce à des mesures sur d'autres sites calibrés, le but étant que le système puisse s'autocalibrer et ne plus dépendre de références locales. Ces travaux ne sont pas encore achevés : le système fournit déjà des données d'ordre qualitatif (charriage faible, moyen, élevé), mais pas encore de données quantitatives précises. Les responsables de projet de CREALP sont confiants dans leur capacité à fournir bientôt un système de surveillance qui puisse être utilisé partout et à contribuer ainsi à réduire les dégâts aux ouvrages dus aux crues et au charriage, ce qui permettrait en outre de diminuer les atteintes environnementales liées à la reconstruction de ces ouvrages.

Titre du projet : Méthode de mesure en continu du charriage en rivière basée sur la propagation du signal sismique

Partenaires économiques et scientifiques :

CREALP, WSL, canton du Valais

Coûts : 392 230 francs au total

Contribution de l'OFEV : 196 115 francs

Secteur environnemental : Prévention des dangers

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 590.02.19

Exemple 7 : stockage durable du CO₂ dans le béton



Injection de béton carbonatisé

Photo : Neustark AG

Le béton est le matériau de construction le plus utilisé en Suisse. Or la production du ciment employé comme liant génère beaucoup d'émissions de CO₂, raison pour laquelle le béton et les structures en béton présentent un bilan CO₂ élevé. Neustark AG a collaboré avec l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) pour développer un procédé améliorant le bilan CO₂ du béton, grâce à un effet de puits de carbone : le CO₂ est extrait de l'atmosphère et stocké dans des granulats de béton recyclé. Dans des réacteurs spéciaux, du CO₂ est injecté dans les granulats et se transforme en calcaire dans les micropores de ces derniers. Disponibles lors de la démolition et du recyclage de constructions en béton, ces granulats remplacent le gravier dans le béton. À la différence du gravier, matière première rare, ils sont disponibles en abondance : on peut compter ces prochaines décennies sur une augmentation des quantités de béton de démolition.

Avec le projet Recarb, Neustark AG et ses divers partenaires ont pu montrer que le procédé fonctionne aussi à l'échelle industrielle. L'installation de démonstration a utilisé du CO₂ issu d'une installation de biogaz. Des essais portant sur les propriétés mécaniques des granulats de béton carbonatés pour différents mélanges de béton

ont révélé que la résistance à la pression de ce dernier est même plus élevée lorsque des granulats carbonatés sont employés en lieu et place de gravier de recyclage non traité. Ainsi, l'utilisation de granulats de béton recyclé associée au procédé de carbonatation permet de réduire la proportion de ciment, très énergivore. À cela vient s'ajouter l'effet de puits de carbone considérable des granulats : 800 tonnes de granulats de béton stockent 6,5 tonnes de CO₂. Par comparaison avec une méthode de construction en béton traditionnelle, les émissions de CO₂ baissent de près de 7 %.

Les technologies d'émission négatives (NET), tel le procédé Recarb, font partie intégrante de la politique climatique, car malgré tous les efforts, certaines émissions de gaz à effet de serre ne sauront être évitées. Pour réduire à zéro les émissions nettes d'ici à 2050, la Suisse sera donc dans une large mesure tributaire de l'extraction et du stockage du CO₂. Un brevet a déjà été déposé pour Recarb à l'Office européen des brevets. Par ailleurs, Neustark AG a développé une chaîne de création de valeur fonctionnelle, allant de l'approvisionnement en CO₂ à la certification des émissions négatives et la vente de certificats, en passant par le traitement des granulats de béton et le stockage du CO₂. Le but est de faire du stockage du CO₂ dans le béton un standard industriel en Suisse. Le procédé a déjà été mis en œuvre dans le projet de lotissement du Burgernziel (à Berne) et sera appliqué au nouveau bâtiment de la banque nationale des Pays-Bas.

Titre du projet : Recarb, recyclage du béton permettant le stockage du CO₂ par carbonatation

Partenaires économiques et scientifiques :

Neustark AG, Kästli Beteiligungen AG

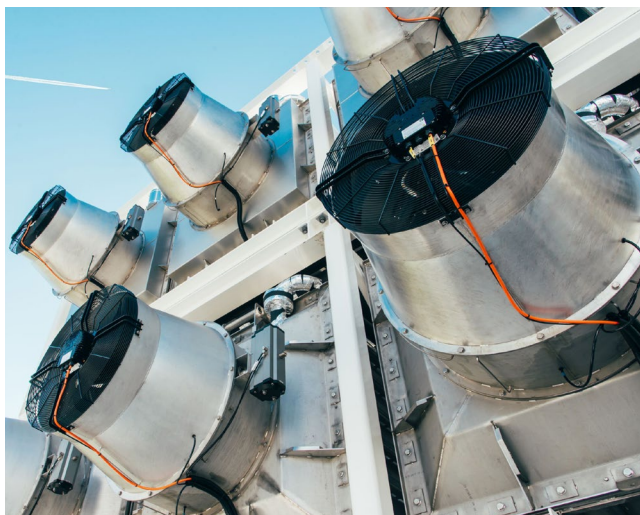
Coûts : 934 947 francs au total

Contribution de l'OFEV : 305 415 francs

Secteur environnemental : Climat

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 635.14.20

Exemple 8 : des boissons qui font rimer bulles et durabilité



L'installation DAC de Climeworks à Hinwil

Photo : Climeworks

Les boissons gazeuses sont populaires. Leur fraîcheur repose sur l'utilisation de CO₂, qui génère des bulles montant à la surface du liquide. Pour les boissons non alcoolisées, ce CO₂ est ajouté artificiellement. Il est donc légitime de se demander d'où vient ce gaz à effet de serre qu'on libère dans l'atmosphère en sirotant sa boisson. Les principales sources sont les gisements géologiques naturels et les processus industriels qui émettent du CO₂ par la combustion d'énergies fossiles. Dans ce contexte, le CO₂ est donc un déchet issu par exemple de la fabrication d'engrais de synthèse ou de ciment.

Or l'entreprise d'eau minérale VALSER a choisi d'employer une autre source durable pour faire pétiller ses boissons. Elle a été la première au monde, et reste jusqu'ici la seule, à utiliser du CO₂ capturé dans l'air, à Hinwil. Créé par Climeworks, un spin off de l'EPFZ, le procédé extrait ce gaz de l'air environnant (captage direct du CO₂).

Dans le cadre de ce projet, l'UIOM de Hinwil (ZH) a été équipée en 2018 d'un système de filtration comprenant 12 capteurs de CO₂ utilisant les rejets thermiques de l'UIOM. Le CO₂ est liquéfié et purifié sur site avant d'être injecté dans les produits Valser. La production annuelle s'élève à

600 tonnes de CO₂. Compte tenu des 10 millions de tonnes de CO₂ requis par an dans le monde pour les boissons, le potentiel est énorme. Il est important de construire des installations uniquement là où une source d'énergie renouvelable est disponible, par exemple des sources géothermiques en Islande ou des rejets thermiques comme dans le cas de l'UIOM de Hinwil.

Ce projet novateur a aussi permis de développer avec succès une technologie d'avenir contribuant à protéger le climat. Dans l'intervalle, Climeworks a lancé une deuxième génération d'installations en Islande, qui se concentrent sur l'extraction durable de CO₂ atmosphérique. Le CO₂ capté est injecté dans le sous-sol, où il est durablement piégé dans la roche sous forme de calcaire. De telles installations jouent un rôle primordial dans la poursuite des objectifs climatiques, car la Suisse, pour réduire à zéro ses émissions nettes d'ici à 2050, doit produire des émissions négatives de l'ordre de cinq millions de tonnes. Climeworks a créé 100 nouveaux emplois depuis le début du projet et organisé, en Suisse et à l'étranger, des activités de sensibilisation à l'importance des émissions négatives. Actuellement, Climeworks a cessé ses activités commerciales à Hinwil à l'automne 2022.

Titre du projet : CO₂ atmosphérique pour l'industrie des boissons

Partenaires économiques et scientifiques :

Climeworks SA, Zweckverband Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland, Coca Cola Hellenic Switzerland, Carbagas AG

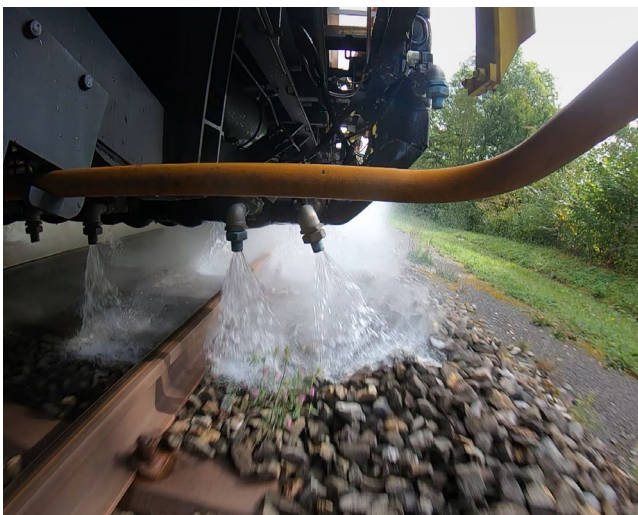
Coûts : 2 161 348 francs

Contribution de l'OFEV : 1 000 000 francs

Secteur environnemental : Climat

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 585.14.18

Exemple 9 : De l'eau chaude au lieu du glyphosate



Traitement des plantes avec de l'eau chaude

Photo : Lukas Tanner

En plus des effets voulus, les pesticides ont des effets secondaires indésirables pour l'environnement et font l'objet de toujours plus de critiques de la part du grand public. De plus en plus d'acteurs cherchent donc à réduire les quantités employées et les surfaces traitées. Les CFF ne font pas exception. Avec leur réseau ferroviaire de 7600 km, ils utilisent deux à trois tonnes de glyphosate par an pour assurer la sécurité et la longévité des voies.

L'eau chaude se profile comme une solution de remplacement. Si le procédé est déjà parfois utilisé dans l'agriculture biologique et par les services d'entretien communaux, les machines et les appareils existants ne conviennent pas pour les abords des voies, et ce pour nombre de raisons. Ainsi, les CFF ont collaboré avec des externes pour créer un système test approprié, qui peut rouler à une vitesse allant jusqu'à 40 km/h, transporter 120 tonnes d'eau chaude (à 95 °C), reconnaître automatiquement les plantes problématiques et les ébouillanter.

Les CFF ont testé l'efficacité et le bon fonctionnement du prototype pendant trois ans sur 250 kilomètres de voies. Ils ont pu confirmer que l'eau chaude a un effet comparable à celui du glyphosate sur beaucoup de plantes, toutefois les charges logistiques et d'exploitation sont considérables.

De plus, l'écobilan a montré que les avantages environnementaux de l'eau chaude par rapport au glyphosate sont annulés par la quantité d'énergie requise, bien que l'eau soit chauffée uniquement avec de l'électricité ferroviaire respectueuse du climat. L'eau chaude ne peut donc être qu'une partie de la solution destinée à réduire l'utilisation de glyphosate. Elle sera employée, lorsque cela se révèle nécessaire et utile, sur des sites ferroviaires spécifiques.

Le plus grand effet environnemental a été obtenu grâce au traitement de données de télédétection et d'autres enregistrements effectués en parallèle. L'évaluation des vues aériennes par intelligence artificielle a montré que le nombre de contrôles de la végétation qui s'avèrent nécessaires aux abords des voies est bien moindre que supposé jusqu'ici. L'élimination de plantes pourra donc être plus ciblée à l'avenir. Il n'est ainsi pas toujours nécessaire d'éliminer ces dernières avec du glyphosate ou de l'eau chaude. Sur nombre de sites, on peut appliquer un autre procédé tel que la fauche pour réduire la végétation, et, parfois, il n'y a nul besoin d'intervenir. À moyen terme, ces résultats devraient avoir un impact bien plus grand sur l'environnement que l'introduction d'un procédé reposant sur l'eau chaude en remplacement du glyphosate.

Titre du projet : De l'eau chaude pour remplacer le glyphosate dans l'entretien du réseau ferroviaire

Partenaires économiques et scientifiques :

CFF SA

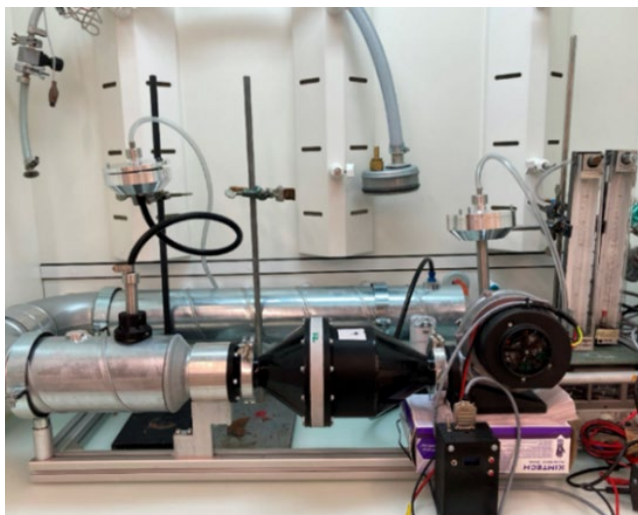
Coûts : 1 159 200 francs

Contribution de l'OFEV : 200 000 francs

Secteur environnemental : multidisciplinaire

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 599.11.19

Exemple 10 : des nanofiltres et un contrôle des flux pour de l'air sans virus



Banc d'essai pour filtres Airbus

Photo : NanocleanAir GmbH

La pandémie a mis en lumière le besoin de systèmes de filtration efficaces contre les virus, car le port du masque n'est pas toujours possible et ne peut pas toujours être imposé, et son efficacité est parfois insuffisante. Les virus dans les aérosols de l'ordre de 50 à 150 nanomètres en particulier sont insuffisamment filtrés, même par les masques FFP2. Des systèmes de filtration hautement efficaces existent depuis des années pour les petites poussières fines et particules de suie des moteurs à combustion. Il est donc logique d'employer ces systèmes également pour se protéger des virus et des bactéries. Cependant, il faut que les aérosols transportant les virus se comportent de manière similaire à ces particules.

Une étude menée par NanoCleanAir GmbH a montré que le comportement de ces aérosols est comparable à celui des particules de suie, ce qui signifie que les technologies existantes pour filtrer les poussières fines peuvent être utilisées pour éliminer de manière ciblée les virus de l'air ambiant. Pour les tests, le groupe de recherche a construit un banc d'essai à l'Université de Fribourg dans lequel des particules de combustion (suie) et des virus ont été libérés, répartis uniformément, puis acheminés vers un filtre à fibres en contrôlant le flux. Les nanoparticules de contrôle (suie) ont été filtrées à 99,5 % et les virus, à presque 100 %.

La deuxième phase de projet a adapté et testé le système pour des applications spécifiques (ascenseur, salle de classe, chambre d'hôpital ou bus). Des adaptations ont été effectuées pour les trajectoires des flux d'air : avec la nouvelle version du système, l'air expiré est aspiré directement au-dessus de la tête des personnes pour éviter que de l'air contaminé ne se répande dans la pièce et soit de nouveau inspiré. Le système a aussi été optimisé : les particules grossières (> 300 nm) sont séparées dans un premier filtre de sorte que celui pour la rétention des petites particules ne soit pas bouché. Le filtre fin utilisé est un filtre à cellules en céramique modifié. À efficacité égale, il est bien plus petit qu'un filtre à fibres, moins cher et plus durable. Étant donné l'efficacité élevée et la grande versatilité de son système de purification de l'air fonctionnant avec ce filtre, NanoCleanAir GmbH a décidé de faire breveter ce système.

Cette nouvelle technologie améliore la qualité de l'air et contribue également aux économies d'énergie en réduisant l'aération nécessaire, puisque l'aération régulière des pièces en hiver implique une consommation d'énergie accrue pour ensuite réchauffer l'air.

Titre du projet : Solutions techniques pour minimiser le risque de contagion par SARS-CoV-2 lors d'expositions critiques – systèmes de filtration de virus en application, phase 2

Partenaires économiques et scientifiques :

NanoCleanAir GmbH, combustion and flow solutions Sàrl, haute école FHNW, Université de Fribourg

Coûts : 733 338 francs au total

Contribution de l'OFEV : 300 000 francs

Secteur environnemental : multidisciplinaire

Lien : www.aramis.admin.ch > UTF 655 (phase 2), UTF 636 (phase 1)

5 Perspectives

Avec un budget relativement faible en comparaison, la promotion des technologies environnementales remplit de nombreuses tâches qu'aucun autre instrument de promotion publique ne réalise aujourd'hui. Son importance pourrait encore croître à l'avenir, par exemple si elle se voit attribuer de nouvelles tâches telles que l'encouragement de la vérification, de la certification et de la commercialisation des technologies environnementales (selon les demandes de l'initiative parlementaire CEATE-N 20.433).

L'évaluation de la promotion des technologies environnementales a tiré un bilan positif de celle-ci et en a montré l'importance comme instrument de promotion de l'innovation. Toutefois, elle a également révélé certains points faibles qu'il s'agira de traiter au cours des prochaines années. Les produits, procédés et services développés ne peuvent contribuer à réduire les atteintes à l'environnement que dans la mesure où ils sont utilisés à large échelle. Partant, les projets doivent être dès le début axés sur les futurs utilisateurs et clients potentiels. Les demandes de soutien doivent inclure des données en ce sens. Par exemple, une analyse SWOT volontaire peut contribuer à déterminer les opportunités et les risques liés à un projet. Le rapport final doit préciser comment les groupes visés seront ciblés après la fin du projet. Il doit aussi comprendre une évaluation de l'évolution du marché à moyen terme pour le produit créé. Les porteurs de projet sont d'avis que l'accompagnement spécialisé de l'OFEV doit être mieux défini (rôle, compréhension, intervention d'un spécialiste externe si les compétences manquent à l'OFEV) et que le formulaire de demande devrait être simplifié s'agissant de sa forme. Un autre point relevé est le fait que la promotion des technologies environnementales n'est pas assez connue des start-up. Il s'agirait de mettre en œuvre davantage de mesures de communication à long terme.

L'évaluation a montré que, du fait de la diversité des projets, l'effet environnemental peut être estimé uniquement à l'échelon d'un projet et que l'ampleur de cet effet dépend fortement du développement de l'innovation après la fin du projet. C'est pourquoi il conviendrait d'évaluer l'effet environnemental seulement pour une sélection de projets et uniquement après une certaine période de temps (cinq ou dix ans après la fin d'un projet). Selon le projet, on pourrait

également envisager d'exiger un écobilan en fin de projet. Cela permettrait de calculer l'effet environnemental de la technologie développée quelques années plus tard et sur la base des chiffres relatifs à la vente ou à l'utilisation (pour les résultats des projets non commerciaux). À long terme, de telles mesures devraient permettre de mieux évaluer l'effet sur l'environnement, également dans la perspective de l'élaboration du prochain rapport du Conseil fédéral.

S'agissant des MA, la prochaine période devra tenir compte de l'initiative parlementaire CEATE-N 20.433 et examiner quelles mesures il convient de continuer à soutenir à l'avenir, par exemple en matière de promotion de la commercialisation des technologies. Il y aura par ailleurs lieu de mieux prévenir d'éventuels doubles subventionnements, par exemple lorsque des fonds sont octroyés également par des institutions soutenues par la Confédération (hautes écoles, EPF) ou d'autres instruments fédéraux.

Bibliographie

Conseil fédéral suisse (éd.) 2013 : Rapport du Conseil fédéral du 16 octobre 2013 sur l'effet des mesures de promotion des technologies environnementales pour les années 2007 à 2011. Conseil fédéral suisse, Berne. FF 2013 7695. Le fichier peut être téléchargé sous www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Formation, recherche et innovation* > *Innovation* > *Exemples de projets* sous « Documents ».

Conseil fédéral suisse (éd.) 2018 : Promotion des technologies environnementales de 2012 à 2016. Rapport du Conseil fédéral. Conseil fédéral suisse, Berne. Info Environnement n° 1808 : 55 p. Le fichier peut être téléchargé sous www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Formation, recherche et innovation* > *Innovation*.

Conseil fédéral suisse 2021 : Stratégie climatique à long terme de la Suisse. Conseil fédéral suisse, 14 avril 2021, Berne. Le fichier peut être téléchargé sous www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/klima/fachinfo-daten/langfristige-klimastrategie-der-schweiz.pdf.download.pdf/

Goedkoop 2013 : Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M. 2013 : ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition (version 1.08). Report I : Characterisation.

IPCC 2013 : The IPCC fifth Assessment Report – Climate Change 2013. Chapter 8: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing (version Simapro implémentée 1.02). IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

IPCC 2021 : The IPCC sixth Assessment Report – Climate Change 2021, IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

Lehmann 2022 : Lehmann M., Stettler C., Tschannen A., Arnold T., Dinkel F., Haefeli U. 2022 : Evaluation Umwelttechnologieförderung. Luzern/Basel.

Nathani 2022 : Nathani C., O'Connor I., Frischknecht R., Schwehr T., Zumwald J., Peyronne J. 2022 : Empreintes environnementales de la Suisse : Évolution de 2000 à 2018. Zurich, 2022. Résumé de l'étude sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) (version intégrale en allemand). Le fichier peut être téléchargé sous www.bafu.admin.ch > *Thèmes* > *Thème Économie et consommation* > *Informations pour spécialistes* > *Utilisation des ressources*.

Office fédéral de l'environnement (éd.) 2021 : Écofacteurs suisses 2021 selon la méthode de la saturation écologique. Bases méthodologiques et application à la Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 2121.

Office fédéral de l'environnement 2021 : Révision du 14 avril 2021 de l'ordonnance sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (ordonnance sur le CO₂). Rapport explicatif. Office fédéral de l'environnement, Berne.

Annexes

Annexe 1 Promotion des technologies environnementales de 1997 à 2021 : aides financières allouées

	Projets P+D (en francs)	MA (en francs)	Total (en francs)
1997-2001	9 264 745	1 611 435	10 876 180
2002-2006	12 162 569	3 332 623	15 495 192
2007-2011	13 595 522	2 477 899	16 073 421
2012-2016	14 992 512	4 916 254	19 908 766
2017-2021	16 717 767	4 703 789	21 421 556
1997-2021	66 753 115	17 021 999	83 775 114

Annexe 2 Publication des informations relatives aux projets

Tous les projets pilotes et de démonstration de la promotion des technologies environnementales sont enregistrés avec des indications détaillées dans le système d'information de la Confédération ARAMIS (www.aramis.admin.ch), base de données accessible sur Internet. ARAMIS contient des informations sur l'ensemble des projets de recherche, de développement et d'évaluation financés ou menés par la Confédération. Ce système permet de rendre publiques ces informations de manière systématique, exhaustive et transparente. De plus, cette base de données sert à la coordination au sein de la communauté scientifique afin d'éviter les doublons. Les données relatives aux projets pilotes et de démonstration de la promotion des technologies environnementales répertoriés dans ARAMIS peuvent être consultées au moyen de mots-clés ou de la mention « UTF » suivie des trois premiers chiffres du numéro de projet (p. ex. UTF 545 pour « Clean City Management », voir plus bas) dans le masque de saisie « Recherche de projets ». Les activités relatives aux mesures d'accompagnement ne sont pas enregistrées dans ARAMIS, car elles ne constituent pas des projets de recherche, de développement ou d'évaluation.

Annexe 3

Détails sur les projets soutenus entre 2017 et 2021

L'annexe 3 présente un aperçu de tous les projets soutenus par la promotion des technologies environnementales (projets P+D et MA) qui ont démarré au cours de la période allant de 2017 à 2021. Les informations suivantes sont mentionnées : numéro du projet (UTF), titre du projet libellé dans la langue originale, partenaires, coût total du projet, montant de la contribution de l'OFEV et résultats (état : fin 2022). Les projets UTF n° 1 à 542 étant répertoriés dans les rapports relatifs aux périodes précédentes, ils ne sont plus mentionnés ci-après.

Explications concernant les informations données

Coût total : pour les projets en cours, selon contrat ; pour les projets achevés, selon le décompte final.

Contribution de l'OFEV : pour les projets en cours, le montant plafond selon le contrat ; pour les projets achevés, selon le décompte final, c'est-à-dire la contribution effectivement versée par l'OFEV.

Projets pilotes et de démonstration

Pour de plus amples informations sur les différents projets, voir www.aramis.admin.ch (annexe 2).

Projet UTF n° 545.03.17 : Clean City Management : développement d'un outil de pilotage de la propreté urbaine permettant aux villes d'améliorer la propreté tout en optimisant les coûts et l'impact environnemental de maintien de la propreté

Partenaires du projet : Cortexia SA, hymexia Sàrl, FIDURSA SA, Haute école ARC

Coût total : 443 690 francs

Contribution de l'OFEV : 210 450 francs

Résultats : la mesure des effets du littering permet d'améliorer la situation dans les villes. Le principal avantage pour les villes clientes réside dans le fait qu'elles disposent d'un outil leur permettant d'évaluer les données mesurées et d'optimiser ainsi la propreté, l'impact environnemental et les coûts du nettoyage urbain.

Projet UTF n° 547.05.17 : Mobiler Nachweis von Mikroverunreinigungen in Luft und Wasser mittels deep-UV Raman Spektroskopie

Partenaires du projet : Rascope AG, Empa, Eawag

Coût total : 409 153 francs

Contribution de l'OFEV : 123 014 francs

Résultats : un spectromètre Raman dans l'ultra-violet profond a été développé en vue d'être utilisé comme instrument de surveillance environnementale des eaux usées fortement polluées. Son adéquation pour le contrôle des processus dans les stations d'épuration des eaux usées a été démontrée.

Projet UTF n° 548.06.17 : Roll-out of Cleaner Production and Industrial Symbiosis web based CELERO tool and platform to facilitate and improve the eco-efficiency of industrial networks and regions

Partenaires du projet : Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, SOFIES SA, BG Ingénieurs Conseils SA

Coût total : 105 432 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : l'outil Internet (CELERO), disponible gratuitement, facilite l'identification des potentiels d'amélioration de l'efficacité des ressources en combinant les méthodes existantes et les expériences en matière de production propre et de symbiose industrielle. L'outil permet d'analyser de manière symbiotique plusieurs entreprises avec leurs flux de matières et d'énergie pour les mettre en symbiose.

Projet UTF n° 549.07.17 : CERTIREC – Stahl : Machbarkeitsstudie zur Zertifizierung von KVA-Stahl

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, DHZ AG, Fair Recycling Foundation, Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland

Coût total : 102 000 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : actuellement sur le marché, il n'existe pas de normes sociales et écologiques pour les métaux recyclés. CERTIREC a créé les bases pour une certification de l'acier recyclé. La plus-value sociale et environnementale des métaux recyclés peut ainsi être attestée et aider à la commercialisation de ces produits (projet consécutif : UTF n° 582.11.18).

Projet UTF n° 550.08.17 : NATRO – Nass/Trocken-Hybridausträge an KVA

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, Interessensgemeinschaft Nassaustrag

Coût total : 110 000 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : le procédé GfR (Grate for Riddlings) permet d'augmenter de 8 % la récupération des métaux non ferreux et, partant, d'améliorer considérablement l'écobilan. L'extraction hybride au moyen du procédé GfR est économiquement rentable si l'investissement lié à la transformation et la logistique supplémentaire nécessaire sont couverts par les recettes de la récupération des métaux.

Projet UTF n° 551.09.17 : Large-scale pilot plant for micropollutants removal with integrated hydrocyclone and bio-activated adsorption media (projet consécutif au projet UTF n° 493.23.14)

Partenaires du projet : Puratis Sàrl, EPFL, BSH Umweltsservice AG

Coût total : 85 240 francs

Contribution de l'OFEV : 41 768 francs

Résultats : lors de la troisième phase du projet BAAM (élimination des micropolluants à l'aide de supports d'adsorption bioactivés), le procédé a été testé à l'échelle pilote dans la STEP de Triengen. La biomasse granulaire composée d'une sélection de bactéries nitrifiantes a également permis d'obtenir une réduction des micropolluants à l'échelle industrielle. Le procédé doit encore être optimisé.

Projet UTF n° 553.11.17 : Mandat für die interdepartementale REPIC-Plattform IV 2014-2018

Partenaires du projet : OFEV, SECO, DDC, OFEN

Coût total : 7 000 000 francs

Contribution de l'OFEV : 200 000 francs

Résultats : la plateforme REPIC (www.repic.ch) permet le transfert de technologies de la Suisse vers les pays en développement et en transition dans les domaines de l'efficacité des ressources, de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Elle est gérée depuis plusieurs années par plusieurs services fédéraux (OFEV, OFEN, SECO et DDC) (projet consécutif : UTF n° 574.03.18).

Projet UTF n° 554.12.17 : Détection des fuites de gaz par méthode ultrasonore dans les installations industrielles

Partenaires du projet : Distran AG, Klimastiftung Schweiz

Coût total : 133 000 francs

Contribution de l'OFEV : 17 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 555.13.17 : Emissionsarmes effizientes Energiemodul für Biomasse-Feuerungen NOSMOG – Phase 4 (projet consécutif au projet UTF n° 457.13.13)

Partenaires du projet : Salerno Engeler GmbH, Ökozentrum Langenbruck, Hexmodul AG, OekoSolve AG

Coût total : 173 184 francs

Contribution de l'OFEV : 76 680 francs

Résultats : le système permettant de réduire les émissions de poussières fines des installations de chauffage au bois tout en augmentant l'efficacité énergétique a été développé sous la forme d'un prototype applicable dans la pratique. Il réduit les émissions d'un facteur dix par rapport aux valeurs limites en vigueur. Le prix actuel du système est toutefois encore trop élevé pour être utilisé à grande échelle sans mesures d'encouragement supplémentaires ou un renforcement des valeurs limites.

Projet UTF n° 556.14.17 : Post-traitement de fumées de générateurs de chaleur domestiques à bois

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud, Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Clean-Life Umwelttechnik AG, Energie Service Sàrl Jurg Anken

Coût total : 550 957 francs

Contribution de l'OFEV : 256 630 francs

Résultats : dans le cadre du projet « XyloClean », l'utilisation d'un filtre à particules développé pour les moteurs diesel a été validée sur des poêles à bois (< 150 kW). Lors de l'essai réalisé avec un poêle à bois d'une puissance calorifique inférieure à 8 kW, les émissions de particules ont été abaissées en dessous de 5 mg/m³ et celles d'autres polluants, à un niveau très bas (projet consécutif : UTF n° 673.21.21).

Projet UTF n° 557.15.17: Entwicklung einer App zum Color-Sharing im Malergewerbe

Partenaires du projet : Zeilenwerk GmbH

Coût total : 39 650 francs

Contribution de l'OFEV : 19 000 francs

Résultats : l'essai pilote réalisé avec 18 entreprises de peinture s'est révélé très positif et l'idée a été bien accueillie. Des améliorations techniques de l'application et une campagne de marketing sont nécessaires pour que Colorsharing puisse être utilisé dans toute la Suisse.

Projet UTF n° 558.16.17: AlgOnfilm – Microalgues pour l'élimination de l'azote et du phosphore des effluents des stations d'épuration des eaux, phase II (projet consécutif au projet UTF n° 527.03.16)

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud, Granit Technologies and Engineering (GRT) SA, STEP de la Ville d'Yverdon-les-Bains, BioApply Sàrl, RWB Groupe SA

Coût total : 329 386 francs

Contribution de l'OFEV : 164 000 francs

Résultats : le procédé élimine principalement des nutriments des eaux usées à l'aide d'un biofilm vertical. Dans le cadre de cette phase, l'installation pilote a été testée pendant six mois à la STEP d'Yverdon-les-Bains ; 320 litres d'eaux usées ont pu être traités par jour et par batch, pour une surface au sol de 1 m². Le phosphate a été éliminé à 100 % et l'azote à 60 % ; les métaux lourds ont été partiellement éliminés.

Projet UTF n° 559.17.17: Das Verwertungspotenzial von Kieswaschschlamm in der Klinkerproduktion

Partenaires du projet : Université de Berne,

Jura-Cement-Fabriken AG

Coût total : 340 848 francs

Contribution de l'OFEV : 157 705 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 561.19.17: Recycling von Seltenen Erden aus Leuchtstoffpulver - Phase II (projet consécutif au projet UTF n° 484.14.14)

Partenaires du projet : Institut Paul Scherrer, UCR AG Metals & Rare Earth Chemical Recovery

Coût total : 358 888 francs

Contribution de l'OFEV : 179 760 francs

Résultats : la transposition à plus grande échelle du procédé de récupération des terres rares yttrium, europium et terbium, avec un degré de pureté supérieur à 99,9 %, à partir de poudre fluorescente de déchets électroniques a pu être réalisée avec succès (projet consécutif : UTF n° 609.20.19).

Projet UTF n° 563.21.17: Denitrification Of Nitrate using Anaerobic Liquid fish-faeces Digestion DONALD

Partenaires du projet : Haute école des sciences appliquées de Zurich, Kesselring Consulting, Burger Engineering AG, Tropenhaus Frutigen

Coût total : 99 815 francs

Contribution de l'OFEV : 49 895 francs

Résultats : grâce au nouveau procédé développé, un substrat riche en carbone qui permet d'exploiter efficacement un réacteur de dénitrification a pu être obtenu par fermentation partielle des boues de pisciculture. Les quantités de boues et les émissions de nitrate et, par conséquent, l'impact environnemental ainsi que les coûts d'exploitation des piscicultures peuvent être réduits.

Projet UTF n° 565.23.17: Vuna-Mobil : Düngerproduktion aus Urin

Partenaires du projet : Vuna GmbH, Eawag, Tiefbauamt des Kantons Basel-Stadt, Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne

Coût total : 710 024 francs

Contribution de l'OFEV : 318 720 francs

Résultats : voir l'exemple 1 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 566.24.17 : Couplage de charbon actif en poudre superfine à l'ultrafiltration pour une élimination efficace des micropolluants dans les eaux usées

Partenaires du projet : Membratec SA, ALPHA Wassertechnik AG, EPFL

Coût total : 675 586 francs

Contribution de l'OFEV : 304 940 francs

Résultats : la capacité d'élimination des micropolluants mesurée confirme la cinétique d'adsorption extrêmement rapide du charbon actif en poudre superfine et a permis d'obtenir une capacité d'élimination de 25 % supérieure à celle du charbon actif normal. Le procédé est applicable aux STEP qui rejettent leurs eaux traitées dans des cours d'eau particulièrement sensibles ou dans lesquelles l'espace disponible pour le traitement des micropolluants est limité.

Projet UTF n° 567.25.17 : Anwendung eines PK-Wehres auf einer ARA

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Ribl SA Ingénieurs Hydrauliciens, STEP de Vétroz-Conthey

Coût total : 159 653 francs

Contribution de l'OFEV : 79 320 francs

Résultats : les déversoirs en touches de piano peuvent être utilisés comme déversoirs finaux dans les bassins de décantation primaire des STEP en tant qu'alternative au déversoir traditionnel. Ils affichent une relation plus efficace entre le débit et le niveau d'eau pour une capacité de décantation des matières non dissoutes à peu près équivalente. Ces deux caractéristiques présentent un intérêt pour la réhabilitation des bassins de décantation lorsque leur capacité doit être augmentée tout en conservant leurs dimensions.

Projet UTF n° 570.28.17 : Eignung von Pyrolysekohle aus organischen Abfallmaterialien als Baumsubstratkomponente

Partenaires du projet : Haute école des sciences appliquées de Zurich

Coût total : 67 280 francs

Contribution de l'OFEV : 44 890 francs

Résultats : l'ajout de charbon végétal (biochar) à un substrat pour arbres à structure stable a amélioré les conditions de croissance des jeunes plants d'arbres. Cet effet est principalement dû à une augmentation de la capacité de rétention d'eau des substrats obtenue grâce à l'ajout de charbon végétal.

Projet UTF n° 574.03.18 : Mandat für die interdepartementale REPIC-Plattform Periode 2018-2022

Partenaires du projet : OFEV, SECO, DDC, OFEN (projet consécutif au projet UTF n° 553.11.17)

Coût total : 7 600 000 francs

Contribution de l'OFEV : 1 000 000 francs

Résultats : la plateforme REPIC (www.replic.ch) permet le transfert de technologies de la Suisse vers les pays en développement et en transition dans les domaines de l'efficacité des ressources, de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Elle est gérée depuis plusieurs années par plusieurs services fédéraux (OFEV, OFEN, SECO et DDC).

Projet UTF n° 577.06.18 : Feasibility study for microbially induced cementation – MICCA

Partenaires du projet : SGI Ingénierie SA

Coût total : 47 241 francs

Contribution de l'OFEV : 31 494 francs

Résultats : une roche semblable au grès a été fabriquée à partir de sable recyclé provenant du traitement des eaux usées. L'utilisation de sable ayant la granulométrie appropriée a permis d'obtenir des résistances à la compression supérieures à 10 MPa. Des optimisations techniques sont encore nécessaires pour une mise sur le marché.

Projet UTF n° 578.07.18 : Schaffung eines digitalen Erhebungswerkzeuges für Lebensmittelabfälle für kleine und mittelgrosse Gastronomieunternehmen

Partenaires du projet : Foodways Consulting AG (devenue : Foodways Consulting GmbH), Jungfraubahn AG

Coût total : 125 394 francs

Contribution de l'OFEV : 48 000 francs

Résultats : l'application Waste Tracker est un outil d'analyse simple et flexible qui s'adapte à tous les processus en cuisine. Elle permet aux utilisateurs de quantifier ponctuellement les déchets alimentaires et d'avoir une vue d'ensemble des principaux domaines posant problème dans l'entreprise. L'application Waste Tracker est disponible gratuitement pour les appareils Android et iOS.

Projet UTF n° 579.08.18 : Versuchsstand Kunststoff-synthese aus Methanol

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil

Coût total : 19 729 francs

Contribution de l'OFEV : 9860 francs

Résultats : un banc d'essai multifonctionnel pour la synthèse d'oléfines (éthylène/propylène) et d'éther diméthylé a été construit. On a utilisé, pour la synthèse, du méthanol obtenu à partir d'hydrogène élémentaire et de dioxyde de carbone. Un catalyseur a été fabriqué pour l'étape de polymérisation ; les autres composants nécessaires ont été achetés.

Projet UTF n° 580.09.18 : Développement de nouveaux algorithmes pour le programme OLPAC (« Operational Landslide Prediction Alert Cartography »)

Partenaires du projet : Prévention des Risques Naturels-Conseils et Stratégies 512 Sàrl

Coût total : 98 205 francs

Contribution de l'OFEV : 49 102 francs

Résultats : OLPAC permet d'évaluer les risques de glissements spontanés en fonction de la quantité de précipitations. Les nouveaux algorithmes développés améliorent l'aide à la décision (projet consécutif : UTF n° 606.18.19).

Projet UTF n° 581.10.18 : Bremsklotzrecycling von Bremsklötzen aus Kompositwerkstoffen

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, CFF SA, Thommen AG

Coût total : 260 000 francs

Contribution de l'OFEV : 130 000 francs

Résultats : un plan d'élimination des garnitures de friction composites des véhicules ferroviaires des CFF a été développé dans le cadre du projet BreRec. Après récupération des tôles de support en acier, les garnitures de friction sont incinérées dans une UIOM et les garnitures frittées recyclées dans une fonderie de cuivre. Le plan d'élimination permet d'organiser celle-ci de manière plus écologique dans la pratique. L'aspect critique est toutefois le broyage mécanique.

Projet UTF n° 582.11.18 : CertiMet: Gütesiegel für Stahl (projet consécutif au projet UTF n° 549.07.17).

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, DHZ AG, gorilla urban cycling Nino Jäger, CFF SA, Bigla AG, Victorinox AG, Zweckverband Kehrrichtverwertung Zürcher Oberland, Fair Recycling Foundation

Coût total : 105 000 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : le label « CertiMet » a été développé pour certifier la qualité sociale et environnementale des produits contenant des métaux recyclés. Pour obtenir ce label de qualité, un fabricant ou un distributeur de produits contenant des métaux doit compenser, par des certificats, les dommages environnementaux causés par la production des métaux (pilote : surcyclage de la ferraille d'acier issue d'une UIOM). Des règles pour l'attribution du « label de qualité CertiMet » ont été rédigées et une estimation des coûts des différentes composantes du marché des certificats a été effectuée.

Projet UTF n° 583.12.18 : Grosstechnische Machbarkeit der Rückführung sauer gewaschener Filteraschen in die KVA-Feuerung

Partenaires du projet : KEBAG AG, Université de Berne, Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland, Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (canton de Zurich), Office des eaux et des déchets (canton de Berne), Amt für Umwelt (canton de Soleure), Bachema AG
Coût total : 1 023 068 francs

Contribution de l'OFEV : 324 030 francs

Résultats : ReFire a permis de démontrer la faisabilité de la destruction des dioxines dans les cendres volantes des UIOM. Les opportunités et les risques liés au procédé ont été mis en évidence. Des travaux supplémentaires en vue d'optimiser le mode d'exploitation sont nécessaires, notamment afin de boucler les cycles de matières.

Projet UTF n° 584.13.18 : Exhaust Aftertreatment System for the lowest environmental impact, Natural Gas powered delivery vehicle, Euro 7 and beyond (EAS7+)

Partenaires du projet : Empa, Institut Paul Scherrer, Haute école spécialisée de la Suisse italienne, EngiCer SA, FPT Motorenforschung AG

Coût total : 1 044 466 francs

Contribution de l'OFEV : 379 114 francs

Résultats : les émissions de moteurs au méthane ont pu être fortement réduites grâce à une nouvelle formulation de catalyseur utilisant de manière ciblée des métaux précieux, associée à un nouveau mode de fonctionnement optimisé du moteur. En ayant recours au méthane renouvelable comme carburant, l'impact environnemental des moteurs au gaz naturel pourrait ainsi être fortement réduit à l'avenir.

Projet UTF n° 585.14.18 : CO₂ supply of beverage industry with direct air capture technology

Partenaires du projet : Climeworks AG, Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland, Coca Cola Hellenic Switzerland, CARBAGAS AG

Coût total : 2 161 348 francs

Contribution de l'OFEV : 1 000 000 francs

Résultats : voir l'exemple 8 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 590.02.19 : SismoRiv – Méthode de mesure en continu du charriage en rivière basée sur la propagation du signal sismique (projet consécutif au projet UTF n° 505.08.15).

Partenaires du projet : Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Service des forces hydrauliques et Service des forêts, des cours d'eau et du paysage (canton du Valais)

Coût total : 392 230 francs

Contribution de l'OFEV : 196 115 francs

Résultats : voir l'exemple 6 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 591.03.19 : CLOSE – Nachhaltiges Recycling von Brechsand aus Betonabbruch

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, JURA Management AG

Coût total : 148 825 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : l'objectif était d'identifier l'utilisation optimale du sable de concassage issu du béton de démolition. La séparation et la récupération ainsi que la carbonatation de la pâte de ciment lors du traitement se sont révélées des approches prometteuses. Il est ainsi possible d'optimiser l'émission de gaz à effet de serre, de préserver les ressources naturelles et de réduire les quantités de déchets.

Projet UTF n° 592.04.19 : Machbarkeit der P-Rückgewinnung aus Klärschlamm mit dem EuPhoRe-Verfahren

Partenaires du projet : Rytec AG, Entsorgung Region Zofingen

Coût total : 99 155 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : une modélisation technique de la faisabilité de la récupération du phosphore dans les boues d'épuration par le procédé EuPhoRe a été réalisée à la STEP et à l'UIOM d'Oftringen. Au vu des résultats prometteurs, un projet en vue de la poursuite des travaux a été soumis (projet consécutif : UTF n° 614.26.19).

Projet UTF n° 593.05.19 : Keramische Membranfilter mit periodischer Druckstossreinigung zur Abgasnachbehandlung von Marinemotoren

Partenaires du projet : VERT, WINTERTHUR Gas & Diesel AG, LIEBHERR Machines Bulle S.A., Pure Clean Air AG, Laboratoire de contrôle des gaz d'échappement et des moteurs de la Haute école spécialisée bernoise technique et informatique, combustion and flow solutions Sàrl, NGK Europe GmbH

Coût total : 258 124 francs

Contribution de l'OFEV : 170 000 francs

Résultats : une nouvelle technologie de traitement des gaz d'échappement basée sur un filtre à membrane céramique et un nettoyage par impulsions de pression qui devrait également être applicable aux moteurs marins fonctionnant à l'huile lourde a été développée, sous la direction de l'association professionnelle VERT. Une filtration supérieure à 99 % a été obtenue sur le banc d'essai. Un nettoyage périodique à l'air comprimé est possible. La prochaine étape consistera à tester le système en conditions réelles sur un gros moteur à deux temps.

Projet UTF n° 594.06.19 : Highly Recycled Asphalt Pavement, Phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 489.19.14).

Partenaires du projet : Empa, BHZ Baustoff Verwaltungs AG, Ammann Suisse SA, Reproad AG, ewp AG, Baudirektion (canton de Zurich), Amt für Natur und Umwelt (canton des Grisons), Office fédéral des routes

Coût total : 786 322 francs

Contribution de l'OFEV : 190 806 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 595.07.19 : FISHLAB-CH – Etude de faisabilité pour le monitoring national des flux piscicoles par vidéo

Partenaires du projet : COREALIS SARL Energie & environnement, Camille Marie Montalcini – Nouvelles technologies, Office cantonal de l'eau (canton de Genève)

Coût total : 96 641 francs

Contribution de l'OFEV : 47 714 francs

Résultats : la faisabilité d'un suivi automatisé des passes à poissons et de l'identification des espèces dans ces dernières par vidéo et à l'aide de l'intelligence artificielle (Machine Learning) a été testée à l'échelle du laboratoire. Dans le projet suivant, le procédé doit être testé sur le terrain (projet consécutif : UTF n° 671.19.21).

Projet UTF n° 597.09.19 : Weiterentwicklung von Tools zur Wirkungsbewertung und zum Prozessmonitoring von Ressourceneffizienz-Massnahmen in Unternehmen

Partenaires du projet : EBP Schweiz AG, Reffnet.ch

Coût total : 437 480 francs

Contribution de l'OFEV : 263 650 francs

Résultats : le portail de saisie et de suivi des cas de conseils traités par Reffnet a été perfectionné. Grâce au nouvel outil intégré d'analyse du cycle de vie, les experts peuvent estimer sur place l'effet écologique des mesures qu'ils proposent en vue d'augmenter l'efficacité des ressources dans les entreprises faisant appel à leurs conseils. De plus, il est désormais possible de calculer l'effet, sur l'environnement, des mesures déjà mises en œuvre.

Projet UTF n° 598.10.19 : Analysis, evaluations and decision support for an efficient and sustainable management of water supply in Southern Switzerland – AquaProTI

Partenaires du projet : Haute école spécialisée de la Suisse italienne et plusieurs communes de la région de Verbano (canton du Tessin)

Coût total : 149 570 francs

Contribution de l'OFEV : 43 000 francs

Résultats : le projet AquaProTI a fourni aux entreprises participantes de distribution d'eau les résultats attendus concernant les données nécessaires et leur utilité pour une consommation d'eau potable durable et efficace et un approvisionnement en eau efficient. Parmi les mesures futures importantes figurent la mise en place de compteurs intelligents et le développement des ressources techniques et organisationnelles nécessaires à cet effet.

Projet UTF n° 599.11.19 : Heisswasser als Glyphosat Alternative für den Bahnnetzunterhalt

Partenaires du projet : CFF SA

Coût total : 1 159 200 francs

Contribution de l'OFEV : 200 000 francs

Résultats : voir l'exemple 9 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 600.12.19: Cleanweeder – Herbizidfreie Unkrautregulierung mit elektrischen Hochfrequenzfeldern
Partenaires du projet : Palindrome Remote Sensing GmbH, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires

Coût total : 102 840 francs

Contribution de l'OFEV : 49 824 francs

Résultats : un modèle fonctionnel a été utilisé afin de vérifier si des champs électriques à haute fréquence pouvaient être appliqués pour lutter contre les mauvaises herbes sans employer des herbicides. On a pu démontrer que le matériel végétal indésirable pouvait ainsi être chauffé, et donc détruit, avec une dépense d'énergie relativement faible.

Projet UTF n° 601.13.19: Fertigstellung des Messgerätes zur Feldüberwachung der Partikelemissionen von Baumaschinen

Partenaires du projet : Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse,

Coût total : 143 875 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : a été développé un appareil de mesure des particules pour la mesure périodique des gaz d'échappement des machines de chantier, des bateaux et d'autres moteurs diesel non routiers répondant aux exigences de l'ordonnance du DFJP sur les instruments mesureurs des gaz d'échappement des moteurs à combustion (RS 941.242) et certifié par l'Institut fédéral de métrologie pour cette application. L'appareil portable fonctionne avec une batterie et son maniement est simple. Il est à la disposition des utilisateurs intéressés.

Projet UTF n° 602.14.19: Langzeit-Nanopartikelsammler für die Elektronenmikroskopie LNPS

Partenaires du projet : mylab Elektronik GmbH, mz partner GmbH

Coût total : 998 197 francs

Contribution de l'OFEV : 400 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 606.18.19: Développement de nouveaux algorithmes pour le programme OLPAC (Operational Landslide Prediction Alert Cartography) Phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 580.09.18).

Partenaires du projet : Prévention des Risques

Naturels-Conseils et Stratégies 512 Sàrl

Coût total : 91 396 francs

Contribution de l'OFEV : 45 600 francs

Résultats : OLPAC évalue le risque de glissements de terrain spontanés en fonction de la quantité de précipitations. Les algorithmes ont été adaptés et en partie nouvellement développés, puis testés sur plusieurs sites, afin d'obtenir une version améliorée de l'outil. La concordance des résultats avec les événements réels est bonne.

Projet UTF n° 607.19.19: INKoh – Innovative Kohle aus Grüngut (projet consécutif au projet UTF n° 570.28.17).

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, Haute école des sciences appliquées de Zurich, INEGA AG

Coût total : 690 286 francs

Contribution de l'OFEV : 279 820 francs

Résultats : un procédé efficace dans l'utilisation des ressources pour le traitement et la pyrolyse des déchets verts en vue d'obtenir du charbon végétal de qualité garantie a été développé et mis en œuvre à grande échelle dans l'installation de la société INEGA AG à Maienfeld. Le charbon végétal produit a été testé dans des substrats pour arbres destinés à l'espace urbain (« ville-éponge ») ainsi que sous forme activée afin d'éliminer les micropolluants dans les eaux usées (quatrième étape d'épuration). Deux demandes de brevet pour la Suisse et l'Europe ont été déposées.

Projet UTF n° 609.21.19: Recycling von Seltenen Erden aus Leuchtstoffpulver – Phase III (projet consécutif au projet UTF n° 561.19.17).

Partenaires du projet : Institut Paul Scherrer

Coût total : 587 016 francs

Contribution de l'OFEV : 249 970 francs

Résultats : l'installation pilote de récupération de l'yttrium (Y) réalisée dans le cadre du projet antérieur (UTF n° 561) a été complétée par un procédé pour la récupération du terbium (Tb) et de l'europium (Eu) à partir de poudres fluorescentes et augmentée à l'échelle du kg. Le degré de pureté de l'Y, du Tb et de l'Eu obtenus à partir de résidus de poudres fluorescentes issus d'un processus de recyclage de lampes est très élevé (> 99,9 %). Le procédé sera commercialisé par la société REMRETEch GmbH, nouvellement créée.

Projet UTF n° 610.22.19: Trittschalldämmung von Massivholzdecken mit akustischen schwarzen Löchern

Partenaires du projet : Empa

Coût total : 700 703 francs

Contribution de l'OFEV : 349 800 francs

Résultats : des essais en laboratoire sur un démonstrateur technologique ont permis de démontrer qu'il est possible d'obtenir une isolation phonique des plafonds en bois massif en utilisant moins de matériaux que jusqu'à présent grâce à des trous noirs acoustiques. Les méthodes de calcul numérique efficaces développées en parallèle contribuent de manière importante à la numérisation de la planification de l'isolation acoustique des bâtiments en bois. Des partenaires économiques potentiels pour la mise en œuvre pratique dans le cadre de projets ultérieurs ont déclaré leur intérêt.

Projet UTF n° 611.23.19: 3000 Pilze – Buch & App

Partenaires du projet : Haupt Verlag AG, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage

Coût total : 758 163 francs

Contribution de l'OFEV : 229 277 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 613.25.19: Pilotierung des Nassschlamm-Verfahrens zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm auf der arabern

Partenaires du projet : ara region bern ag, cemsuisse, Müve Biel-Seeland AG, STEP de Lyss, AVAG Betriebs AG, STEP Thunersee, Office des eaux et des déchets (canton de Berne), Association suisse Infrastructures communales, Abteilung für Umwelt (canton d'Argovie)

Coût total : 329 434 francs

Contribution de l'OFEV : 165 000 francs

Résultats : l'essai pilote en laboratoire dont a fait l'objet le procédé chimique par voie humide Extraphos pour la récupération du phosphore a montré que le CO₂, qui est un acide faible, ne permettait pas d'extraire suffisamment de phosphore des boues putréfiées. Les acides plus forts posent problème, car ils augmentent la corrosion, la consommation de ressources et la charge de DCO. Le projet a donc été arrêté prématurément.

Projet UTF n° 614.26.19: Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm mit dem EuPhoRe®-Verfahren auf der ERZO in Oftringen (projet consécutif au projet UTF n° 592.04.19).

Partenaires du projet : Entsorgung Region Zofingen, Rytec AG, EuPhoRe GmbH

Coût total : 2 531 556 francs

Contribution de l'OFEV : 997 210 francs

Résultats : le procédé EuPhoRe® a pu être appliqué de manière stable, sûre et sans corrosion accrue à Oftringen. Le taux de récupération du phosphore et les valeurs limites en vigueur en Suisse ont pu être respectés, excepté pour le cuivre. Au vu de sa teneur en cuivre, l'engrais EuPhoRe® ne pourrait être autorisé en Suisse qu'après avoir subi un traitement approprié.

Projet UTF n° 616.28.19 : Umweltscore auf Lebensmitteln als Entscheidungshilfe für Konsumenten

Partenaires du projet : Eaternity SA, CodeCheck, Veganz, Fondation Avina

Coût total : 223 350 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : une méthode automatisée pour le calcul évolutif et généralisé d'un score environnemental des denrées alimentaires a été testée dans le cadre de ce projet. Un score climatique a ainsi été calculé pour près de 50 000 denrées alimentaires. Pour que cette méthode puisse s'établir, les bases de données doivent être améliorées et le modèle de calcul doit être perfectionné.

Projet UTF n° 617.29.19 : Prototype de chauffage à bois Fireforce avec combustion optimisée

Partenaires du projet : Fireforce Technology Sàrl

Coût total : 320 878 francs

Contribution de l'OFEV : 49 710 francs

Résultats : voir l'exemple 5 présenté dans ce rapport (projet consécutif : UTF n° 674.22.21).

Projet UTF n° 618.30.19 : Ressourcenschonende

Rasenpflege dank automatischer Datenerfassung und Vegetationsindexen

Partenaires du projet : Steiner & Partner Landschaftsarchitektur GmbH, pixmap gmbh, FC Bâle 1893, Sportamt (canton de Bâle-Ville), Grün Stadt Zürich

Coût total : 137 750 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : deux pelouses de sport à Bâle et à Zurich ont été cartographiées en détail à l'aide de photos aériennes haute résolution, prises avec des caméras multispectrales et thermiques, qui ont ensuite été interprétées à l'aide d'indices de végétation existants. Différents facteurs de stress ont ainsi pu être visualisés à petite échelle. Ces données de mesure devraient permettre à l'avenir de mettre en œuvre de manière plus ciblée et proactive des mesures d'exploitation telles que l'arrosage, la fertilisation, mais aussi l'utilisation de pesticides.

Projet UTF n° 619.31.19 : Zinkrecycling aus Hydroxidschlämmen – Phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 494.24.14).

Partenaires du projet : SwissZinc AG, Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung

Coût total : 65 825 130 francs

Contribution de l'OFEV : 3 000 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 622.01.20 : Dioxinentfernung aus sauer gewaschener KVA-Filterasche: ExDiox-Demo

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, AVAG Betriebs AG / UIOM de Thoune

Coût total : 727 236 francs

Contribution de l'OFEV : 384 890 francs

Résultats : les cendres volantes des UIOM suisses lavées à l'acide peuvent être débarrassées des dioxines par flottation. Il a été démontré qu'une part importante des dioxines contenues dans les cendres volantes peut être transférée dans un concentré de ces dernières. Une teneur résiduelle en dioxines inférieure à 1 µg TEQ/kg est également obtenue à l'échelle industrielle lorsque la durée de flottation est suffisamment longue. Le concentré de dioxine ainsi obtenu peut être à nouveau incinéré dans l'UIOM.

Projet UTF n° 623.02.20 : Ökihof 4.0 – Optimierung Recyclinghöfe

Partenaires du projet : Haute école technique de Rapperswil, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, Altpapier Service Schweiz AG, Zweckverband der Zuger Einwohnergemeinden für die Bewirtschaftung von Abfällen

Coût total : 368 854 francs

Contribution de l'OFEV : 170 000 francs

Résultats : lors de la collecte de matériaux usagés et de déchets, une détection automatique du niveau de remplissage permet de réduire de 20 % les coûts de transport de certaines fractions. La détection du niveau de remplissage au moyen d'une caméra optique permet d'avoir une idée de la qualité des dépôts et offre en outre l'avantage de fournir des informations sur le vandalisme et la propreté d'un point de collecte.

Projet UTF n° 624.03.20: Intelligenter SCR für Dieselmotoren zur Reduktion von Abgasemissionen

Partenaires du projet : Vir2sense GmbH, Hug Engineering AG, Institut Paul Scherrer

Coût total : 402 337 francs

Contribution de l'OFEV : 198 820 francs

Résultats : un moteur diesel de grande taille (1 MW) combiné à un catalyseur SCR (« Selective Catalytic Reduction ») a été utilisé de manière à réduire la consommation de carburant sans émettre davantage d'oxyde d'azote ou d'ammoniac. Ce catalyseur intelligent connaît en tout temps la capacité de conversion stockée que la commande du moteur utilise pour régler de manière optimale les paramètres du moteur, en particulier en cas d'exigences de charge variables. Comparée au test de référence avec des réglages standard, la consommation de carburant a ainsi pu être réduite de 1,7 %, les émissions d'oxyde d'azote ont baissé de 60 % et les émissions d'ammoniac, de 40 %.

Projet UTF n° 625.04.20: PlasTEC – Plastic-waste To Energy Converter – Verbrennungsofen

Partenaires du projet : Stiftung für angepasste Technologie und Sozialökologie, Association Terre & Faune

Coût total : 102 198 francs

Contribution de l'OFEV : 49 954 francs

Résultats : un premier modèle fonctionnel pour l'incinération des déchets plastiques dans les pays en développement a été développé. Il permet d'obtenir, avec un équipement technique modeste, une combustion propre des déchets plastiques (exempts de PVC) et d'utiliser l'énergie produite.

Projet UTF n° 626.05.20: Co-Pyrolyse von Kunststoffen in sekundären Stoffen der Vergärung zur Herstellung von Pflanzen- und Aktivkohle – CoPyKu

Partenaires du projet : Foundation Ithaka Institute, Axpo Power AG, Agroscope

Coût total : 105 164 francs

Contribution de l'OFEV : 49 800 francs

Résultats : la valorisation agricole des matières secondaires issues de la fermentation de la biomasse constitue une source considérable de pollution des sols par les plastiques. L'étude de faisabilité CoPyKu a montré qu'il était possible d'éliminer complètement les résidus plastiques par pyrolyse jusqu'à une teneur de 10 % de la biomasse et de produire ainsi un charbon végétal de haute qualité. À la lumière de ces résultats, un projet consécutif a démarré (UTF 668.16.21).

Projet UTF n° 627.06.20: Umweltschonendes Räuchern mit ionisiertem Rauch – Phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 529.05.16).

Partenaires du projet : ecogold ag, Lippuner EMT AG, OekoSolve AG

Coût total : 103 805 francs

Contribution de l'OFEV : 41 394 francs

Résultats : l'utilisation de fumée ionisée sous haute tension permet d'accélérer considérablement le fumage de la viande, du poisson et d'autres denrées alimentaires tout en réduisant de manière considérable les émissions de particules fines. Dans le cadre de ce projet, un équipement en kit modulable et personnalisable, que les fabricants d'installations et les intégrateurs de systèmes potentiels peuvent intégrer dans leurs installations de fumage, a été développé sur la base de cette technologie.

Projet UTF n° 628.07.20: Integration von einem Restgitterzerkleinerer in Blechbearbeitungsmaschinen zur Optimierung der Schrottsammelkette

Partenaires du projet : Züst Engineering AG, TRUMPF Schweiz AG

Coût total : 181 482 francs

Contribution de l'OFEV : 49 980 francs

Résultats : l'ensemble du processus de collecte de la ferraille a été optimisé grâce au projet Lean-Six-Sigma. Un broyeur de résidus intégré dans la machine de traitement des tôles ainsi que des mesures organisationnelles permettent de collecter des chutes triées ainsi que des informations fiables sur leur composition métallurgique. Les rendements obtenus par les transformateurs de métaux sont nettement plus élevés et les atteintes environnementales, plus faibles.

Projet UTF n° 630.09.20: Economic feasibility of additive manufactured natural zeolite filters for micropollutant adsorption

Partenaires du projet : Haute école spécialisée de la Suisse italienne, Holinger SA, Envilab AG

Coût total : 74 894 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 631.10.20: Aktualisierung des Tools « Metal Risk Check »

Partenaires du projet : SWISSMEM

Coût total : 37 220 francs

Contribution de l'OFEV : 14 000 francs

Résultats : l'outil en ligne « Metal Risk Check » a pu être actualisé sur le plan technique et complété par une version anglaise. Il est destiné à sensibiliser les PME et leur permettre d'évaluer leur profil de risque lors de l'utilisation de métaux problématiques selon quatre axes : risque d'approvisionnement, vulnérabilité de l'entreprise, répercussions sociales et impact environnemental.

Projet UTF n° 632.11.20: BioAsh – Feasability Study about the revalorization of biomass ashes

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud, Effizienzagentur Schweiz AG, Cand-Landi SA, Romande Energie SA

Coût total : 105 585 francs

Contribution de l'OFEV : 49 935 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 634.13.20: Surveillance et détection autonome pour protéger les oiseaux nicheurs

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud, Nos Oiseaux (Société romande pour l'étude et la protection des oiseaux)

Coût total : 139 109 francs

Contribution de l'OFEV : 67 730 francs

Résultats : une méthode acoustique efficace sur le plan écologique et économique pour surveiller la présence d'oiseaux nicheurs dans les prairies et les champs agricoles a pu être développée à l'aide d'un outil logiciel et de capteurs bioacoustiques. Elle est mise en ligne sur une plateforme et permet aux agriculteurs de s'informer de la présence d'oiseaux et d'adapter les travaux des champs afin de les protéger.

Projet UTF n° 635.14.20: Recarb – CO₂ negatives

Betonrecycling mittels Karbonatisierung

Partenaires du projet : Neustark AG, Kästli Beteiligungen AG, ara region bern AG, EPFZ

Coût total : 934 947 francs

Contribution de l'OFEV : 305 415 francs

Résultats : voir l'exemple 7 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 636.15.20: Reinigung kontaminierter Atemluft von Nanopartikeln und Viren

Partenaires du projet : NanoCleanAir GmbH, Université de Fribourg, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, Swiss Lung Foundation

Coût total : 183 643 francs

Contribution de l'OFEV : 49 984 francs

Résultats : voir l'exemple 10 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 638.17.20 : Olanga Catering App – eine Smarte Lösung für kontaktlosen Kantinenbetrieb

Partenaires du projet : OLANGA AG, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse

Coût total : 96 777 francs

Contribution de l'OFEV : 46 600 francs

Résultats : l'application « Olanga » qui a été développée permet de commander à l'avance des repas dans les cantines et les restaurants afin d'améliorer la planification des menus et d'éviter le gaspillage alimentaire. Elle permet également une gestion des cantines en réduisant le plus possible les contacts physiques, par exemple en période de pandémie.

Projet UTF n° 640.19.20 : Local Colours – Entwicklung eines industriellen Färbeverfahrens mit natürlichen Pflanzenfarbstoffen auf Basis von Abfällen

Partenaires du projet : Haute école des sciences appliquées de Zurich

Coût total : 97 411 francs

Contribution de l'OFEV : 44 259 francs

Résultats : le projet a permis de teindre de manière durable des quantités industrielles de fil (50 kg de fil de lin suisse) à l'aide de colorants végétaux issus de déchets de l'industrie alimentaire. Les produits en maille fabriqués avec ce fil ont ensuite été commercialisés dans le cadre d'une campagne de crowdfunding.

Projet UTF n° 641.20.20 : Anaerobe Vorbehandlung von Abwasser der chemischen Industrie

Partenaires du projet : Siegfried AG, Entsorgung Region Zofingen, engeli engineering, HOLINGER SA, Haute école des sciences appliquées de Zurich

Coût total : 143 136 francs

Contribution de l'OFEV : 48 510 francs

Résultats : un essai pilote de prétraitement anaérobie des effluents de l'industrie chimique réalisé sur plusieurs mois montre un comportement stable, avec une dégradation de plus de 50 % des substances organiques contenues dans les effluents. Pour que la mise en œuvre du procédé se révèle rentable, il faudrait qu'il en résulte des bénéfices supplémentaires tels qu'une diminution des taxes sur les eaux usées.

Projet UTF n° 642.21.20 : Digitalisierung von Brunnenstuben alpiner Quellen (WABEsense)

Partenaires du projet : Haute école spécialisée de Suisse orientale, Uli Lippuner AG

Coût total : 320 605 francs

Contribution de l'OFEV : 139 825 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 643.22.20 : Innovatives Bauverfahren und intelligenter Kombischacht im konsolidierten Leitungsbau

Partenaires du projet : COMONTEC KLG, RSS Flüssigboden Schweiz AG, Zemp Leitungsbau GmbH, Rothpletz + Lienhard AG

Coût total : 42 775 francs

Contribution de l'OFEV : 18 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 645.24.20 : Système innovant pour le traitement des gaz d'échappement des moteurs marins diesel

Partenaires du projet : Daphne Technology SA

Coût total : 740 431 francs

Contribution de l'OFEV : 224 300 francs

Résultats : le système d'épuration des gaz d'échappement des moteurs marins développé par Daphne Technology SA a été testé dans le cadre du projet sur un banc d'essai installé à cet effet à Saint-Sulpice. Plus de 99 % des SOx et jusqu'à 19 % des NOx ont pu ainsi être éliminés des gaz d'échappement d'un moteur diesel d'une puissance de 17,6 kW. Le système a pu être transposé à plus grande échelle sur des moteurs de puissances jusqu'à 1,5 MW. La technologie est désormais commercialisée sous le nom de SulPure®.

Projet UTF n° 646.25.20 : Weiterentwicklung Mikro-seismisches Früherkennungssystem für Fels- und Bergstürze (projet consécutif au projet UTF n°526.02.16).

Partenaires du projet : Geo Explorers AG, inNET Monitoring AG

Coût total : 347 719 francs

Contribution de l'OFEV : 173 281 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 647.26.20 : Développement d'un outil logiciel pour la caractérisation géologique et hydrogéologique des aquifères karstiques, phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 537.13.16).

Partenaires du projet : Institut suisse de spéléologie et de karstologie, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, Bureau de recherches géologiques et minières, services de l'environnement des cantons du Valais, de Vaud et de Soleure

Coût total : 252 582 francs

Contribution de l'OFEV : 126 221 francs

Résultats : Visual KARSYS est un service Internet pour la modélisation géologique et hydrogéologique en 3D. Il permet aux utilisateurs de créer des modèles 3D de leur environnement géologique et de visualiser les systèmes d'écoulement souterrains. Visual KARSYS permet ainsi de mieux prévenir les dangers naturels et d'optimiser la gestion et la protection des ressources en eau souterraines dans les régions karstiques.

Projet UTF n° 649.28.20 : Salzsäure aus PVC: VinylAcid
Partenaires du projet : Haute école spécialisée de Suisse orientale, AVAG Betriebs AG/ UIOM de Thoun, KUNSTOFF. swiss

Coût total : 319 710 francs

Contribution de l'OFEV : 159 855 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 650.29.20 : Entwicklung zur Marktfähigkeit des planar-YES-Labor-Testkits

Partenaires du projet : planar4 GmbH

Coût total : 129 320 francs

Contribution de l'OFEV : 63 940 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 651.30.20 : Helventomill – Industrielle Produktion von Insekten als Futter- und Lebensmittel

Partenaires du projet : Bühler AG, UFA AG, fenaco société coopérative

Coût total : 704 594 francs

Contribution de l'OFEV : 240 951 francs

Résultats : voir l'exemple 2 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 653.01.21 : LIBREC – Sicherer Transport und vollständiges Recycling der Batterien aus der e-Mobilität
Partenaires du projet : LIBREC AG, advisorybay AG, Galliker Transport AG, Libattion GmbH, Haute école spécialisée bernoise, Association suisse des importateurs automobiles, Fondation Auto-Recycling Suisse

Coût total : 1 675 452 francs

Contribution de l'OFEV : 400 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 654.02.21 : Capturer le CO₂ des poids-lourds au pot d'échappement et le liquéfier sans pénalité énergétique – CO₂-free truck

Partenaires du projet : Qaptis Sàrl, EPFL

Coût total : 419 184 francs

Contribution de l'OFEV : 180 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 655.03.21 : Technische Lösungen zur Minimierung der Ansteckungsgefahr durch SARS-CoV-2 Viren in kritischen Expositionen (projet consécutif au projet UTF n° 636.15.20).

Partenaires du projet : NanoCleanAir GmbH, Université de Fribourg, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, combustion and flow solutions GmbH

Coût total : 733 338 francs

Contribution de l'OFEV : 300 000 francs

Résultats : voir l'exemple 10 présenté dans ce rapport ; les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 657.05.21 : REMAP (Remote sEnsing and Machine-learning for chemical soil Protection)

Partenaires du projet : Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, Haute école des sciences appliquées de Zurich

Coût total : 101 182 francs

Contribution de l'OFEV : 49 960 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 658.06.21 : Sustainable waste management and resources recovery from hydrothermal gasification of sewage sludge

Partenaires du projet : Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, TreaTech, Proman Management GmbH

Coût total : 376 826 francs

Contribution de l'OFEV : 180 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 659.07.21 : Machbarkeitsstudie Phosphor-Recycling ARA Thunersee

Partenaires du projet : STEP Thunersee, HOLINGER SA, Carbotech AG, Office des eaux et des déchets (canton de Berne)

Coût total : 165 093 francs

Contribution de l'OFEV : 49 867 francs

Résultats : voir l'exemple 4 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 662.10.21 : Eatable App – eine digitale Plattform für nachhaltiges Kochen und dem bewussten Umgang mit Ressourcen

Partenaires du projet : eatable, nordbahn GmbH

Coût total : 124 418 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : l'application a pu être programmée. Elle est accessible sur Internet, fonctionne sur Android et iOS et peut être utilisée gratuitement.

Projet UTF n° 664.12.21 : Hydraulische Leistungsfähigkeit von schiessenden Krümmerschächten in Kanalisationen

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, CREABETON Produktions SA

Coût total : 45 781 francs

Contribution de l'OFEV : 22 680 francs

Résultats : les regards coudés des canalisations subissent un ressaut hydraulique à des vitesses d'écoulement élevées, ce qui peut générer des débordements des eaux usées. Une forme adéquate du coude pour un écoulement donné permet d'éviter ce phénomène. Des simulations numériques calibrées à l'aide de données de modèles physiques ont montré comment combiner des conditions d'écoulement rapide avec des dimensions de regards aussi faibles que possible.

Projet UTF n° 665.13.21 : Nachhaltiger Pflanzenschutz im Gemüsebau durch Spotspraying-Technik

Partenaires du projet : Centrale suisse de la culture maraîchère et des cultures spéciales, Möri AG Kartoffel- und Gemüsebautechnik, Union maraîchère suisse, Agroscope

Coût total : 101 910 francs

Contribution de l'OFEV : 49 864 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 666.14.21 : Long-chain aliphatic monomers from HDPE: Value-added chemistry towards circular economy DEHPOL

Partenaires du projet : Empa

Coût total : 83 283 francs

Contribution de l'OFEV : 25 000 francs

Résultats : un futur projet de grande envergure vise à développer un procédé de recyclage chimique durable pour les plastiques HDPE (polyéthylène haute densité). Le présent projet a porté sur le développement, à l'échelle du laboratoire, de l'étape de déshydrogénation destinée à créer suffisamment de points faibles dans les chaînes de HDPE afin de pouvoir les scinder dans une étape subséquente et d'obtenir ainsi des monomères pouvant être utilisés en tant que matières premières pour de nouveaux polymères.

Projet UTF n° 668.16.21 : Kunststoffverunreinigungen in sekundären biogenen Stoffen: Indikation und Grenzwerte für die Verwertung durch Co-Pyrolyse (CoPyKu2) (projet consécutif au projet UTF n° 626.05.20).

Partenaires du projet : Foundation lthaka Institute, Eawag, Axpo Power AG, IWB Industrielle Werke Basel, Agroscope

Coût total : 885 607 francs

Contribution de l'OFEV : 424 416 francs

Résultats : voir l'exemple 3 présenté dans ce rapport.

Projet UTF n° 669.17.21 : Innovative Adsorberanlagen für Regenwasser in der VSA-Leistungsprüfung (VSAds)

Partenaires du projet : Haute école spécialisée de Suisse orientale, Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, CREABETON BAUSTOFF AG, 3P Technik Filtersysteme GmbH, Association suisse des professionnels de la protection des eaux, MALL AG, REHAU Vertriebs AG, Funke Kunststoffe GmbH

Coût total : 530 960 francs

Contribution de l'OFEV : 271 760 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 670.18.21 : Pestizid-Feinfilter für

Waschwasser: Wasserrecycling durch Feinfiltration, Wasserqualitätskontrolle und Docking-Station

Partenaires du projet : Haute école spécialisée de Suisse orientale, Creabeton Matériaux AG

Coût total : 435 780 francs

Contribution de l'OFEV : 216 980 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 671.19.21 : FISHLAB-CH phase 3 – Observatoire national des flux piscicoles par vidéo (projet consécutif au projet UTF n° 595.07.19)

Partenaires du projet : COREALIS Energie & environnement SàRL, Fishlab Sàrl, Haute école spécialisée de Suisse occidentale

Coût total : 460 000 francs

Contribution de l'OFEV : 229 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 673.21.21 : XyloClean Phase 3 – Post-traitement des fumées de chaudières domestiques à bois (projet consécutif au projet UTF n° 556.14.17)

Partenaires du projet : Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud, Chemitube SA, OekoSolve AG, Énergie Service Sàrl, TTL France SA

Coût total : 252 904 francs

Contribution de l'OFEV : 125 202 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 674.22.21 : Prototype mobile de chauffage à bois Fireforce avec combustion optimisée – Phase 2 (projet consécutif au projet UTF n° 617.29.19)

Partenaires du projet : Fireforce Technology Sàrl, Masai Conseils SA

Coût total : 433 370 francs

Contribution de l'OFEV : 216 685 francs

Résultats : voir l'exemple 5 présenté dans ce rapport.

Projets réalisés dans le cadre des mesures d'accompagnement

Projet UTF n° 552.10.17 : Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für das Jahr 2017

Partenaires du projet : Swisssenviro GmbH

Coût total : 1 332 078 francs

Contribution de l'OFEV : 144 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté en 2017 à des pavillons suisses lors des salons suivante : IFAT Eurasia, IExpo à Shanghai, Thai Water, Waste Expo à Moscou, IFAT Africa, IFAT India, RWM à Birmingham, WETEX à Dubaï, AquaTec à Amsterdam, EcoExpo Asia, Pollutec au Maroc et Waste Expo Brasil.

Projet UTF n° 560.18.17 : Mitarbeit der Gii in der Kommission VDI 4800 zur Erstellung der Richtlinie zur Ressourceneffizienz VDI 4800 Blätter 2 und 3 – Phase 2

Partenaires du projet : Groupe des ingénieurs de l'industrie – Société suisse des ingénieurs et des architectes (gii – sia)

Coût total : 43 034 francs

Contribution de l'OFEV : 21 500 francs

Résultats : le gii – sia représente la Suisse dans le groupe de travail du « Verein Deutscher Ingenieure » (association des ingénieurs allemands), qui élabore une directive portant sur l'efficacité des ressources dans les entreprises. Cette représentation a permis de partager les expériences faites en Suisse et d'organiser des réunions d'information sur ce thème à un stade précoce.

Projet UTF n° 564.22.17: Beteiligung von Schweizer Umwelttechnikfirmen an einem Gemeinschaftsstand « Swiss Pavillon » an der Messe ACHEMA 2018 in Frankfurt, Deutschland

Partenaires du projet : energie-cluster.ch

Coût total : 111 407 francs

Contribution de l'OFEV : 15 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté au pavillon suisse.

Projet UTF n° 568.26.17: Beteiligung von Schweizer Umwelttechnikfirmen am Gemeinschaftsstand « Swiss Pavillon » an der Messe Abu Dhabi Sustainability Week 2018 in Abu Dhabi, UAE

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 230 500 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté à un pavillon suisse au salon Sustainability Week 2018 à Abu Dhabi.

Projet UTF n° 569.27.17: Konferenz SHIFT Zurich Summit 2018

Partenaires du projet : magnifico SARL

Coût total : 183 200 francs

Contribution de l'OFEV : 10 000 francs

Résultats : organisation et tenue de la conférence, rédaction d'un rapport de synthèse et d'un rapport d'expérience.

Projet UTF n° 572.01.18: Schweizer Netzwerk zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in Unternehmen Phase 2

Partenaires du projet : association Reffnet.ch

Coût total : 5 160 000 francs

Contribution de l'OFEV : 2 679 970 francs

Résultats : les travaux sont en cours (voir point 3.3.2).

Projet UTF n° 575.04.18: Climate Innovation Corner au Salon International du Climat 2018 à Genève

Partenaires du projet : CleantechAlps

Coût total : 91 400 francs

Contribution de l'OFEV : 5000 francs

Résultats : organisation du Climate Innovation Corner avec présentation de l'OFEV, partenaire de celui-ci ; rapport sur la réalisation, y compris un résumé des discussions.

Projet UTF n° 576.05.18: Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für das Jahr 2018

Partenaires du projet : Swisssenviro GmbH

Coût total : 1 498 890 francs

Contribution de l'OFEV : 70 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté aux pavillons suisses aux salons AsiaWater à Kuala Lumpur, IE Expo à Shanghai, Asean Sustainability Week à Bangkok, Singapore Water Week, Ecwa Tech à Moscou, IFAT India et WETEX à Dubaï.

Projet UTF n° 587.16.18: Implementierung ISO 14034

Partenaires du projet : Gresch Partner

Coût total : 3000 francs

Contribution de l'OFEV : 3000 francs

Résultats : la norme ISO 14034 relative à la vérification des performances des technologies environnementales est entrée en vigueur en 2016 et sera appliquée pour la première fois en Suisse dans le cadre d'un essai pilote. M. Peter Gresch, qui a représenté les intérêts de la Suisse en tant qu'expert suisse au sein du groupe de travail international chargé de l'élaboration de la norme, a accompagné, dès le début, l'essai pilote de vérification.

Projet UTF n° 588.17.18: Beteiligung von Schweizer Umwelttechnikfirmen am Gemeinschaftsstand « Swiss Pavillon » an der Messe Abu Dhabi Sustainability Week 2019 in Abu Dhabi, UAE

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 240 250 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté au pavillon suisse.

Projet UTF n° 589.01.19: Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für das Jahr 2019

Partenaires du projet : Swisssenviro GmbH

Coût total : 1 011 190 francs

Contribution de l'OFEV : 70 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté aux pavillons suisses aux salons IFAT Eurasia, IFAT à Shanghai, Thai Water à Bangkok, Waste Tech à Moscou, RWM à Birmingham, IFAT à Mumbai et EcoExpo à Hongkong.

Projet UTF n° 603.15.19 : Mitarbeit der Gii in der Kommission VDI 4800 zur Erstellung der Richtlinie zur Ressourceneffizienz VDI 4800 Blatt 3 – Phase 3

Partenaires du projet : gii – sia, Weinmann Energies S.A., Intep Integrale Planung GmbH

Coût total : 58 638 francs

Contribution de l'OFEV : 22 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 604.16.19 : CELERO – Anwendung des Analysetools für Ressourceneffizienz in Reffnet-Beratungsfällen

Partenaires du projet : Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, SOFIES SA, BG Ingénieurs Conseils SA

Coût total : 24 000 francs

Contribution de l'OFEV : 24 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 608.20.19 : Erstellen der dritten Auflage des Swiss Cleantech Reports

Partenaires du projet : CleantechAlps

Coût total : Fr.141 000 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : le troisième « Cleantech Report » a été publié en 2021.

Projet UTF n° 612.24.19 : Beteiligung an der Madaster Online-Plattform für Ressourceneffizienz im Bau- und Immobiliensektor in der Schweiz

Partenaires du projet : Association Madaster Suisse

Coût total : 300 000 francs

Contribution de l'OFEV : 50 000 francs

Résultats : la plateforme « Madaster » a été adaptée aux conditions suisses et mise en ligne. Plusieurs bâtiments sont enregistrés sur la plateforme ou listés à titre d'exemple. Plus de 30 bâtiments ont été enregistrés avec un passeport matériaux dont les données sont confidentielles.

Projet UTF n° 615.27.19 : MUT 2019 – Messe für Umwelttechnik in Basel

Partenaires du projet : Swisshenviro GmbH

Coût total : 235 000 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : organisation du salon, séminaires techniques compris.

Projet UTF n° 620.32.19 : Beteiligung von Schweizer Umwelttechnikfirmen am Gemeinschaftsstand « Swiss Pavillon » an der Messe Abu Dhabi Sustainability Week 2020 in Abu Dhabi, UAE

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 218 100 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : organisation et tenue du pavillon suisse, y compris du « Swiss Innovation Point ».

Projet UTF n° 621.33.19 : Beteiligung von Schweizer Umwelttechnikfirmen am Gemeinschaftsstand « Swiss Pavillon » an der Messe HYDRO 2020 in Strassburg, Frankreich

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 149 750 francs

Contribution de l'OFEV : 5000 francs

Résultats : la manifestation n'a pas pu avoir lieu en raison de la pandémie de Covid-19. C'est pourquoi seul le premier versement partiel de la contribution totale de l'OFEV d'un montant de 10 000 francs a été effectué.

Projet UTF n° 629.08.20 : Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für das Jahr 2020

Partenaires du projet : Swisshenviro GmbH

Coût total : 1 835 805 francs

Contribution de l'OFEV : 44 000 francs

Résultats : en raison de la pandémie de Covid-19, seuls les salons Expo Shanghai et P&V/ASE à Bangkok ont pu se tenir. Aussi, une partie seulement de la contribution totale de 100 000 francs de l'OFEV a été versée.

Projet UTF n° 633.12.20 : Nutzung von Publikationsdaten aus der Onlineplattform Bindexis für die Akquisition von Projekten in der Salza-Onlineplattform von 2020-2022

Partenaires du projet : Salza GmbH

Coût total : 6852 francs

Contribution de l'OFEV : 5000 francs

Résultats : les travaux sont en cours.

Projet UTF n° 637.16.20 : Durchführung der Konferenz « Decarbonising Cities – Accelerating Change »

Partenaires du projet : Swissspower SA

Coût total : 222 663 francs

Contribution de l'OFEV : 25 000 francs

Résultats : la conférence, qui s'est déroulée sur deux jours, a été organisée en automne 2020 sous la forme d'un événement hybride (en ligne et en présentiel) et comprenait également un hackathon. Au total, plus de 400 participants se sont inscrits aux deux journées.

Projet UTF n° 639.18.20 : Durchführung der « SHIFT Switzerland » im Jahr 2021

Partenaires du projet : Yodel Foundation

Coût total : 445 000 francs

Contribution de l'OFEV : 10 000 francs

Résultats : organisation et tenue des différentes conférences dans le cadre de « SHIFT Switzerland ».

Projet UTF n° 644.23.20 : Durchführung des « 7. Swiss Logistics Innovation Day » im Jahr 2020

Partenaires du projet : Association suisse des réseaux logistiques

Coût total : 61 300 francs

Contribution de l'OFEV : 7500 francs

Résultats : l'événement a réuni 56 participants à l'Umweltarena de Spreitenbach. Deux idées commercialisables pour une logistique et une gestion d'une chaîne d'approvisionnement plus durables sur le marché suisse ont été développées et les premiers travaux préparatoires pour un modèle d'entreprise concret ont été réalisés.

Projet UTF n° 652.31.20 : Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an einem « Swiss Pavillon » an der Abu Dhabi Sustainability Week 2021

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 232 700 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté au pavillon suisse.

Projet UTF n° 656.04.21 : Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für die Messen Hydrovision 2021 und Hydro 2021

Partenaires du projet : T-Link Management SA

Coût total : 276 250 francs

Contribution de l'OFEV : 20 000 francs

Résultats : les travaux sont en cours, car les deux salons ont dû être reportés en raison de la pandémie de Covid-19.

Projet UTF n° 663.11.21 : Coaching für die Erarbeitung des Businessplans von Reffnet

Partenaires du projet : KATALYS AG

Coût total : 10 000 francs

Contribution de l'OFEV : 10 000 francs

Résultats : un business plan, condition préalable à une 3^e phase de Reffnet (voir le projet UTF n° 572.01.18) à partir de 2023, a été élaboré. Grâce à un coaching externe, différentes options ont pu être définies.

Projet UTF n° 675.23.21 : Beteiligungen von Schweizer Umwelttechnikfirmen an Gemeinschaftsständen « Swiss Pavillons » für das Jahr 2021

Partenaires du projet : Swisssenviro GmbH

Coût total : 2 510 000 francs

Contribution de l'OFEV : 60 000 francs

Résultats : un soutien a été apporté aux pavillons suisses aux salons Expo à Shanghai, RWM à Birmingham, Aquatech à Amsterdam, Pollutec à Lyon, IFAT Eurasia et WETEX à Dubaï.