



N° 1285

ASSEMBLÉE NATIONALE

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

QUINZIÈME LÉGISLATURE

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 3 octobre 2018.

AVIS

PRÉSENTÉ

AU NOM DE LA COMMISSION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
SUR LE PROJET DE **loi de finances pour 2019** (n° 1255)

TOME X

RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

RECHERCHE DANS LES DOMAINES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE LA GESTION DES MILIEUX ET DES RESSOURCES

PAR M. GÉRARD MENUÉL

Député

SOMMAIRE

Pages

I. UNE AUGMENTATION BUDGÉTAIRE QUI PROFITE PEU AUX THÉMATIQUES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE	5
A. LE PROGRAMME 193 « RECHERCHE SPATIALE » : UNE DOTATION ENFIN EN PHASE AVEC LES ENGAGEMENTS DE LA FRANCE	5
B. LE PROGRAMME 172 « RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES PLURIDISCIPLINAIRES » : ENTRE NOUVEAUX RENFORTS ET STABILISATION.....	11
1. Le choix de consolider infrastructures et moyens de fonctionnement.....	12
2. Le renforcement de l’enveloppe des appels à projet de recherche	14
3. La stagnation des crédits consacrés au développement durable	17
C. LA SIMPLE RECONDUCTION DES CRÉDITS DU PROGRAMME 190	20
1. La sanctuarisation, nécessaire, des dépenses pour la recherche nucléaire civile..	22
2. Mais un soutien aux NTE qui n’est pas à la hauteur des ambitions	26
D. DES SITUATIONS INÉGALES SELON LES OPÉRATEURS.....	29
II. DEUX ATTENTES FORTES POUR LA RECHERCHE PUBLIQUE	35
A. LE DÉVELOPPEMENT DES SOLUTIONS HYDROGÈNE POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE	35
1. Un combustible riche de possibilités	35
2. Un axe de recherche soutenu par l’État	38
3. Des opérateurs de la recherche publique impliqués.....	44
4. Et quelques grands acteurs industriels	48
5. Les résultats attendus et les difficultés rencontrées	50
B. L’ACCOMPAGNEMENT VERS UNE AGRICULTURE DURABLE.....	52
1. Comment aider les agriculteurs français à sortir de l’usage des phytopharmaceutiques ?.....	52
2. Comment développer leurs capacités à répondre aux objectifs de verdissement de la PAC ?.....	60
EXAMEN EN COMMISSION	63
LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES	89

I. UNE AUGMENTATION BUDGÉTAIRE QUI PROFITE PEU AUX THÉMATIQUES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Au sein de la mission interministérielle « Recherche et enseignement supérieur » (MIREs), trois programmes sont partiellement ou totalement mobilisés sur les thématiques de développement durable et de gestion des milieux et des ressources. Ils cumulent à eux trois **plus de 10 milliards d'euros de dotations**. Votre rapporteur pour avis relève que le projet de loi de finances pour 2019 prévoit, pour la deuxième année consécutive, une forte progression des programmes 172 « Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires » et 193 « Recherche spatiale », et la préservation des dotations du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables », avec même une légère augmentation de ses autorisations d'engagement.

Les efforts financiers sont réels dans un contexte de redressement des comptes publics. **Votre rapporteur pour avis déplore cependant que les renforts promis ne seront pas, ou peu, orientés sur les enjeux de la transition énergétique et du développement responsable. Aussi ne proposera-t-il pas l'adoption de ces crédits.**

A. LE PROGRAMME 193 « RECHERCHE SPATIALE » : UNE DOTATION ENFIN EN PHASE AVEC LES ENGAGEMENTS DE LA FRANCE

Parmi ces trois programmes, la plus forte augmentation de crédits, en valeurs relative et absolue, concernerait le programme 193 « Recherche spatiale ». Il **gagnerait près de 205 millions d'euros (+ 12,7 %)** en autorisations d'engagement (AE) et en crédits de paiement (CP) par rapport aux crédits votés en loi de finances pour 2018. Ses dotations atteindraient ainsi **1 823 millions d'euros en 2019**.

Le programme 193 finance la conception, le développement et la mise en œuvre (quand ils ne sont pas commercialisés) des différents types de satellites (météorologiques, d'observation, de géolocalisation ou de télécommunication), des lanceurs spatiaux, des ballons atmosphériques, des instruments embarqués et autres technologies associées, mais aussi des plateformes d'exploitation des données recueillies. Le premier enjeu de ces investissements est d'assurer l'autonomie, européenne et nationale, d'accès, à un coût raisonnable, à l'espace et aux observations qu'il permet.

Au-delà des besoins généraux de communication, des enjeux de défense et de développement économique, ces observations spatiales apportent des contributions cruciales à l'étude des phénomènes climatiques et de toutes les transformations de notre planète. Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) s'appuie lui-même sur vingt-six paramètres fondamentaux du climat qui sont directement issus de données satellitaires.

Recueillies ou gérées pour la France par les deux opérateurs du programme 193, le Centre national d'études spatiales (CNES) et Météo France, ces données proviennent de flottilles de satellites développés aux niveaux national, parfois bilatéral, mais surtout européen, par l'organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques EUMETSAT ou au sein du programme européen « Copernicus » de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité.

L'engagement européen est une caractéristique forte de la politique spatiale française. Ainsi, en 2018, 70,5 % des crédits versés au CNES depuis le présent programme 193 et le programme 191 « Recherche duale » seraient consacrés à des programmes de coopération européenne. Par ailleurs, l'intégralité de l'action 07 « Développement des satellites de météorologie » du programme 193 est reversée à EUMETSAT par l'intermédiaire de Météo France.

Cette action 07 diminuerait de 1,9 million d'euros (- 2,2 %) par rapport aux dotations prévues pour 2018. Les 81,5 millions d'euros envisagés en AE et CP en 2019 seraient encore très supérieurs aux 75,9 millions d'euros versés en 2017. Votre rapporteur pour avis relève cependant que, même avec un complément de 2,8 millions d'euros pris en charge par le budget de Météo France, ils ne couvriront **qu'une partie de l'appel à contribution de la France**, établi à 87,2 millions d'euros (sur un budget prévisionnel d'EUMETSAT de 732,1 millions d'euros).

Toutes les autres actions du programme augmenteraient en 2019, et ce, dans des proportions encore plus substantielles que les rebasages déjà accordés en 2018.

LES CRÉDITS DU PROGRAMME 193 EN 2018 ET 2019

(en millions d'euros)

	Autorisations d'engagement = Crédits de paiement		
	LFI 2018	PLF 2019	2019/2018
Total programme 193	1 618,1	1 823,0	+ 204,9 + 12,7 %
01 Développement de la technologie spatiale au service de la science	202,2	230,5	+ 28,4 + 14 %
02 Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	297,9	326,6	+ 28,6 + 9,6 %
03 Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en science de l'information et de la communication	133,5	156,2	+ 22,7 + 17 %
04 Maîtrise de l'accès à l'espace	577,5	673,9	+ 96,4 + 16,7 %
05 Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	240,5	267,8	+ 27,3 + 11,4 %
06 Moyens généraux et d'appui à la recherche	83,1	86,6	+ 3,5 + 4,2 %
07 Développement des satellites de météorologie	83,3	81,5	- 1,9 - 2,2 %

Source : projet annuel de performances 2019. Dotations sans attribution de produits ni fonds de concours.

L'action 01 « Développement de la technologie spatiale au service de la science » avait été renforcée de 17,8 millions d'euros en 2018 ; elle croîtrait à nouveau de 28,4 millions d'euros (+ 14 %). Les 230,5 millions d'euros prévus en AE et en CP sont consacrés aux programmes spatiaux d'étude et d'exploration de l'univers, de la physique fondamentale, de la matière, de la vie ainsi que des activités humaines. Les plus importants sont menés au sein de l'Agence spatiale européenne (ou *European Space Agency*, ESA) dans le cadre du programme scientifique obligatoire.

L'action 02 « Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre » finance en particulier les satellites d'observation, dont le programme « *Copernicus* », précédemment évoqués. La compréhension et le suivi du changement climatique, notamment, sont devenus une thématique forte sur laquelle la France et le CNES ont entrepris de mobiliser les agences spatiales mondiales autour de leur proposition, largement approuvée lors du *One planet Summit* de décembre 2017, de développer un Observatoire mondial du climat (*Space climate observatory*, SCO).

Après un rebasage de 17,9 millions d'euros en 2018, l'action 02 augmenterait de 28,6 millions d'euros (+ 9,6 %) pour atteindre 326,6 millions d'euros en 2019 en AE et CP.

L'action 03 « Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en science de l'information et de la communication » concerne les programmes spatiaux de télécommunications et de navigation-localisation-synchronisation (tel le programme européen « *Galileo* » qui, toutefois, est entièrement financé par l'Union européenne). Elle avait bénéficié d'un renfort de 14,2 millions d'euros en 2018 ; elle progresserait encore de 22,7 millions d'euros (+ 17 %) avec des dotations s'élevant à 156,2 millions d'euros en AE et CP.

L'action 05 « Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique », qui finance la station spatiale internationale (ISS) ainsi que divers projets nationaux sur les plateformes de mini et micro-satellites ou les ballons atmosphériques par exemple, augmenterait de 27,3 millions d'euros (+ 11,4 %) atteignant 267,8 millions d'euros de AE et CP.

Même l'action 06 « Moyens généraux et d'appui à la recherche » serait renforcée de 3,5 millions d'euros (+ 4,2 %) en AE et CP. Dans le détail, les crédits alloués aux dépenses de fonctionnement du CNES reculeraient de 3,2 millions d'euros. Cependant, le projet annuel de performance précise qu'il s'agit d'un ajustement technique sans impact réel sur le CNES après application de la mise en réserve.

L'essentiel du rebasage budgétaire porterait sur l'action 04 « Maîtrise de l'accès à l'espace » qui finance les programmes de lanceurs spatiaux et les infrastructures associées (le centre spatial guyanais). Cette action atteindrait 673,9 millions d'euros en 2019, en hausse de 96,4 millions d'euros par rapport aux crédits votés pour 2018 (+ 16,7 %).

Chacune de ces actions porte une part de la contribution de la France à l'ESA, l'agence intergouvernementale coordonnant les projets spatiaux (hors météorologiques) menés en commun par les vingt-deux pays européens. Le budget adopté par l'ESA pour 2018 s'établit à 5 603 millions d'euros. Il est constitué :

– des contributions appelées auprès des États membres, destinées à financer les activités et programmes en cours auxquels ils ont souscrit. Elles doivent représenter 3,9 milliards d'euros en 2018 ;

– et d'autres recettes provenant en majorité de contributeurs autres que les États membres (Union européenne notamment).

Dans son précédent avis budgétaire ⁽¹⁾, votre rapporteur pour avis s'était enquis de l'évolution de **la dette accumulée par notre pays auprès de l'ESA** depuis les années 2000. Des sous-budgétisations en 2015 et 2016 avaient encore retardé son apurement et de nouveaux engagements alourdi son montant, qui s'élevait à plus de 350 millions d'euros fin 2017.

Le Conseil ministériel de l'ESA avait accepté cette nouvelle « dette de financement » en contrepartie d'un effort de la France pour résorber sa dette plus rapidement, la trésorerie de l'agence étant mobilisée par les lourdes dépenses engagées de 2017 à 2020 sur le programme du nouveau lanceur Ariane 6.

Votre rapporteur pour avis avait noté que le relèvement des dotations du programme 193, voté pour 2018, permettait bien d'accélérer l'assainissement de cette situation : portée à 963 millions d'euros, la contribution française était supérieure de 88 millions d'euros à la programmation initiale pour 2018. Mais elle restait encore insuffisante pour couvrir l'augmentation des besoins de l'ESA (avec, en particulier, la prolongation de sa participation à la Station spatiale internationale). Au final, **la dette devrait encore se creuser en 2018**.

Certes, ainsi que le CNES l'a indiqué à votre rapporteur pour avis, son conseil d'administration a approuvé en juillet dernier le scénario d'apurement ci-après, qui doit réduire la dette française en 2019 et l'annuler en 2020 :

(1) Cf. Avis n° 266 rectifié tome X sur le projet de loi de finances pour 2018, Recherche et enseignement supérieur.

SCÉNARIO PROPOSÉ POUR LA DETTE FRANÇAISE ENVERS L'ESA

(en millions d'euros courants)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Besoins en contribution des programmes ESA souscrits par la France	842	1001	1079	1023	1042	1097	1033
Subvention P193 – part ESA	777	754	833	963	1175	1376	1033
<i>Trop perçus sur subventions antérieures</i>				2			
<i>PIA - Contribution à Ariane 6</i>	83	9	1	-	-	-	-
<i>Produit de cession de titres Arianespace</i>	-	86	42	-	-	-	-
Dettes de financement	-18	152	203	58	-133	-279	0
Dettes cumulées au 31/12	-1	151	354	412	279	0	0

Source : PMT ESA CNES

De fait, le projet annuel de performances a bien inscrit 1 175 millions d'euros de contribution française à l'ESA (+ 22 % par rapport à 2018, mobilisant la totalité de l'augmentation du programme 193) **en conformité avec cette décision. Toutefois, cette trajectoire ne sera respectée que si la mise en réserve de 3 % (28,9 millions d'euros en 2018) est levée autant cette année que la prochaine.** Enfin, le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation reconnaît que ce budget ne pourrait couvrir des engagements supplémentaires alors que l'ESA réfléchit à investir dans des lanceurs plus rapides.

La situation du CNES

Selon les déclarations du CNES, son dernier budget rectificatif pour 2018 s'établissait à **2 375,8 millions d'euros**, avant déduction de la réserve budgétaire, se décomposant entre :

- 963 millions d'euros au titre de la contribution à l'ESA ;
- 722 millions d'euros de dotations allouées par les programmes 191 et 193 ;
- 619,1 millions d'euros de recettes externes versées par des tiers (Défense, ESA, EUMETSAT) pour réaliser des activités qui lui sont confiées ;
- 71,7 millions d'euros des programmes d'investissement d'avenir (PIA, sur un montant pluriannuel total d'1 milliard d'euros).

Cela représenterait une hausse globale de 219,47 millions d'euros, largement consacrée cependant au renforcement de la contribution française à l'ESA. Les dotations allouées au fonctionnement et aux investissements du CNES par les programmes 191 et 193 n'augmenteraient que de 37,3 millions d'euros par rapport aux ressources versées en 2017, avant la mise en réserve de 28,9 millions d'euros.

S'agissant des prévisions pour 2019, le CNES souligne l'effort considérable que représente l'augmentation de la contribution à l'ESA et se réjouit que les subventions de l'État pour ses activités multilatérales restent « *globalement stables* ». Il précise néanmoins que ces montants **s'écartent de la trajectoire de croissance** qui fondait les engagements du contrat d'objectifs et de performance (COP) 2016-2020. Cela l'a amené à **redéfinir une nouvelle programmation** de ses activités sur cinq ans. On observera qu'à l'évidence, cette contrainte budgétaire réduit la capacité de l'opérateur à répondre aux projets qui n'auraient pas été budgétés.

Enfin, si son plafond d'emplois est reconduit à 2 617 ETPT ⁽¹⁾ en 2019, l'opérateur est néanmoins soumis à une baisse de ses effectifs réels actée dans son COP (- 26 ETP depuis 2012) qui doit se poursuivre l'an prochain (- 10).

Comme cela a été souligné précédemment, la recherche spatiale présente un grand intérêt opérationnel et stratégique pour le développement durable. Le CNES porte plusieurs thèmes de recherche en lien direct avec ce dernier, principalement au sein de son programme « Observation ».

Le CNES et l'observation de la Terre et des changements climatiques

On a évoqué le projet d'observatoire mondial du climat, dont il est chef de file, qui doit renforcer la mobilisation des outils spatiaux et la coordination inter-agences. Ce programme est aussi une opportunité pour fédérer les recherches des divers opérateurs français (CNES, CNRS, IRD, Météo France...). Ceux-ci se sont notamment associés pour construire l'infrastructure de recherche (IR) Système Terre autour de pôles de données et services qui généreront et diffuseront des données et produits dérivés des observations nationales et internationales sur les sols, mers et espace.

La question climatique est aussi une ligne de force de son programme « Observation ». Par exemple :

- le CNES assure depuis 1992 l'alimentation d'une série altimétrique de référence sur le niveau moyen des mers et l'observation des glaces ;
- il a décidé la mission MicroCarb dédiée à la mesure du CO₂ à l'échelle planétaire, et en coopération avec l'Allemagne, a lancé la mission MERLIN pour la mesure du méthane ;
- sur la scène internationale, le CNES a œuvré pour promouvoir la coopération entre agences pour l'usage du spatial dans la lutte contre le changement climatique. Cela s'est traduit par les déclarations de New Delhi (sur la coordination autour de la mesure des gaz à effets de serre) et de Marrakech (sur la contribution du spatial pour l'étude et la surveillance du cycle de l'eau), à partir desquelles se construisent des efforts de coordination ;
- sur le plan européen, il a soutenu l'extension du programme « *Climate change initiative* » de l'ESA, dont il est devenu le deuxième contributeur.

(1) Équivalents temps plein travaillé.

Par ailleurs, le CNES accompagne scientifiquement diverses missions (SMOS, Grace, SARAL, Copernicus/Sentinel-2) dont les résultats permettent de proposer des mesures et indicateurs en lien avec la gestion de l'eau et des bassins versants.

Des démonstrateurs illustrent les nouvelles capacités à proposer des cartes d'occupation des sols ou de suivi des cultures qui pourraient être très utiles en agriculture.

Enfin, le CNES est acteur de la future mission franco-américaine SWOT d'océanographie et d'hydrologie continentale à l'échelle globale.

Sur ces diverses thématiques « durables », le CNES mobilise lui-même **environ 145 millions d'euros en 2018**, dont 26 millions d'euros financés par le PIA, sans compter les activités de recherche technologique liées au développement durable (ergols⁽¹⁾ verts, nouvelles batteries sans plomb ni mercure, etc.). La France leur consacre en outre 148 millions d'euros à travers le programme « Observation » de l'ESA.

Ces montants sont inchangés par rapport aux dépenses engagées en 2017. Le CNES n'a pas annoncé de renforcement en 2019.

B. LE PROGRAMME 172 « RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES PLURIDISCIPLINAIRES » : ENTRE NOUVEAUX RENFORTS ET STABILISATION

Avec **6,84 milliards d'euros** en autorisations d'engagement et 6,94 milliards d'euros en crédits de paiement demandés en loi de finances pour 2019, le programme 172 **augmenterait respectivement de 117,5 millions d'euros (+ 1,7 %) et de 171,5 millions d'euros (+ 2,5 %)** par rapport aux crédits votés pour 2018.

Ce programme est le plus lourd de la MIREs et constitue un instrument essentiel du pilotage du système français de recherche. Il porte en particulier les dotations allouées à l'Agence nationale de la recherche (ANR) pour financer les appels à projets de recherche, le financement des plus importantes infrastructures de recherche et la majeure partie des subventions pour charges de service public versées par l'État à ses plus grands opérateurs de recherche (hormis le CNES).

Sa progression sera significative et d'autant plus notable qu'elle porte sur un budget déjà substantiellement rebasé en 2018. Toutefois, les renforts interviendront sur des actions différentes des choix de la précédente loi de finances.

(1) Un ergol est, dans le domaine de l'aéronautique, une substance homogène employée seule ou en association avec d'autres substances et destinée à fournir de l'énergie.

LES CRÉDITS DU PROGRAMME 172 EN 2018 ET 2019

(en millions d'euros)

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	LFI 2018	PLF 2019	2019/2018	LFI 2018	PLF 2019	2019/2018
Total programme 172	6 720,7	6 838,2	+ 117,5 + 1,7 %	6 766,6	6 938,1	+ 171,5 + 2,5 %
01 Pilotage et animation	176,5	205,4	+ 28,9 + 16,4 %	175,9	207,2	+ 31,3 + 17,8 %
02 Agence nationale de la recherche	736,1	768,8	+ 32,7 + 4,4 %	773,3	859,5	+ 86,3 + 11,2 %
11 Recherches interdisciplinaires et transversales	62,7	62,7	0 %	62,7	62,7	0 %
12 Diffusion, valorisation et transfert des connaissances et des technologies	149,0	149,0	0 %	149,0	149,0	0 %
13 Grandes infrastructures de recherche	257,3	264,1	+ 6,8 + 2,6 %	257,3	264,1	+ 6,8 + 2,6 %
14 Moyens généraux et d'appui à la recherche	886,2	917,1	+ 30,9 + 3,5 %	886,2	917,1	+ 30,9 + 3,5 %
15 Recherches scientifiques et technologiques en sciences de la vie et de la santé	1 215,9	1 216,4	+ 0,5 + 0,04 %	1 216,3	1 218,0	+ 1,8 + 0,1 %
16 Recherches scientifiques et technologiques en sciences et techniques de l'information	982,6	982,6	0 %	982,6	982,6	0 %
17 Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'énergie	726,4	743,8	+ 17,5 + 2,4 %	735,4	749,7	+ 14,3 + 1,9 %
18 Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'environnement	1 122,8	1 122,9	+ 0,1 + 0,01 %	1 122,8	1 122,9	+ 0,1 + 0,01 %
19 Recherches scientifiques et technologiques en sciences humaines et sciences sociales	405,1	405,1	0 %	405,1	405,1	0 %

Source : projet annuel de performances 2019. Dotations sans attribution de produits ni fonds de concours.

1. Le choix de consolider infrastructures et moyens de fonctionnement

Alors qu'en 2018, l'action 01 « Pilotage et animation » a subi un certain recul de ses dotations en AE, avec cependant une légère augmentation de ses CP (+ 0,8 million d'euros), elle devrait bénéficier d'une augmentation significative de 28,9 millions d'euros (+ 16,4 %) en AE et 31,3 millions d'euros (+ 17,8 %) en CP, portant ses dotations globales à, respectivement, 205,4 et 207,2 millions d'euros en 2019.

En réalité, la plupart des dépenses financées seraient reconduites à leur niveau actuel, qu'il s'agisse de divers travaux d'étude, du soutien aux incubateurs ou des dépenses de fonctionnement et d'animation scientifique assurés par les

services ministériels ou déconcentrés. Les compléments budgétaires seront consacrés en premier lieu, pour 23,3 millions d'euros, au financement des programmes incitatifs et des plans prioritaires, tels le plan « *Intelligence artificielle* » avec 17 millions d'euros. Par ailleurs, près de 5 millions d'euros en AE et 8 millions d'euros en CP seront ajoutés au financement des conventions industrielles de formation par la recherche (CIFRE ⁽¹⁾) établissant leur budget prévisionnel à 58,8 millions d'euros en AE et 60,9 millions d'euros en CP sur l'hypothèse de 1 450 conventions cumulées en 2019.

Cette action soutient également les projets d'équipement scientifique, ainsi que les investissements et le fonctionnement des structures de transfert de technologie, développés dans le cadre des contrats de plan État-régions (CPER) 2015-2020, à raison d'un total annuel, maintenu en 2019, à 40,7 millions d'euros. L'ensemble des montants contractualisés par ces CPER représente des engagements de l'État d'environ 375 millions d'euros.

L'action 14 « Moyens généraux et d'appui à la recherche », qui, avec 917,1 millions d'euros en AE et CP, couvre les frais de fonctionnement des grands opérateurs de recherche (hors CNES) que l'on ne peut imputer à un domaine de recherche précis, augmenterait également de 30,9 millions d'euros en AE et CP (+ 3,5 %) afin de financer des mesures salariales notamment (*voir partie I.D*).

Plus marginalement, l'action 13 « Grandes infrastructures de recherche » progresserait de 6,8 millions d'euros en AE et CP pour s'établir à 264,14 millions d'euros en AE et CP (+ 2,6 %) en 2019.

Elle finance la construction et l'exploitation des infrastructures de recherche partagées entre différents organismes et/ou avec plusieurs pays dont le coût élevé justifie un processus de décision, un soutien budgétaire et un pilotage de niveau national, même si leur fonctionnement opérationnel est confié aux opérateurs de recherche. En mai 2018, la quatrième édition de la feuille de route de la Stratégie nationale des infrastructures de recherche a identifié 99 infrastructures labellisées soit « *organisations internationales* » (OI), soit « *très grandes infrastructures de recherche* » (TGIR), soit « *infrastructures de recherche* » (IR). L'action 13 regroupe uniquement les dépenses liées aux TGIR nationales ou aux participations françaises à des TGIR ou des projets internationaux. Les contributions aux OI sont réparties entre les actions dédiées à des domaines de recherche spécifiques (les actions 15 à 19).

Le renforcement de l'action 13 bénéficiera surtout à des infrastructures gérées par le CNRS (pour 104,1 millions d'euros au final), alors que le CEA ⁽²⁾ connaîtra un léger recul de ses subventions dédiées (cumulées à 58 millions d'euros). Toutefois, ce dernier devrait recevoir 170 millions d'euros de CP

(1) Contrats à durée déterminée de trois ans fondés sur des projets de recherche et de développement confiés à des doctorants travaillant avec une équipe de recherche extérieure.

(2) Centre national de la recherche scientifique et Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

correspondant aux 300 millions d'euros d'AE mobilisés en 2017 par le volet « Nucléaire de demain » de l'action 03 « Démonstrateurs et territoires d'innovation de grande ambition » du programme 422 du PIA 3.

En revanche, l'action 12 « Diffusion, valorisation et transfert de connaissances et de technologies » serait reconduite à l'identique à 149 millions d'euros en AE et CP. Ses dotations sont versées aux opérateurs de recherche pour financer les projets de mutualisation électronique de leurs données de recherche qui favorisent l'*Open Science*. On notera que la Bibliothèque scientifique numérique (BSB) a été transformée en Comité pour la Science ouverte.

2. Le renforcement de l'enveloppe des appels à projet de recherche

L'Agence nationale de la recherche (ANR) apporte un soutien financier aux projets de recherche des établissements publics de recherche et des entreprises répondant aux priorités définies par la stratégie nationale de recherche (SNR)⁽¹⁾ – hors recherche spatiale – ainsi que par la politique européenne et internationale du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI).

L'action 02 « Agence nationale de la recherche » connaîtrait la plus forte progression au sein du programme 172 en gagnant 32,7 millions d'euros en AE (+ 4,4 %) et 86,3 millions d'euros en CP (+ 11,2 %) par rapport aux crédits votés en loi de finances initiale pour 2018. L'action 2 atteindrait ainsi des dotations totales de, respectivement, 768,8 millions d'euros et 859,5 millions d'euros.

L'agence avait par ailleurs été chargée en 2017 de la gestion de 2,23 milliards d'euros au titre du PIA 3 depuis les programmes 421 « Soutien des progrès de l'enseignement et de la recherche » et 422 « Valorisation de la recherche »⁽²⁾. En 2019, l'ANR recevrait 327,5 millions d'euros en CP pour la couverture des AE engagées. Toutefois, l'intégration du PIA 3 au Grand plan d'investissement de 57 milliards d'euros lancé fin 2017 permet d'ajouter le champ de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation dans les priorités du Grand plan. À ce stade 3,5 milliards d'euros sont prévus sur l'axe « Soutenir l'excellence dans l'enseignement supérieur et la recherche » et 3,5 milliards d'euros sur l'axe « Soutenir l'innovation et les grands défis », sans que l'ANR ait encore pu préciser à votre rapporteur pour avis les montants qui pourraient être affectés aux projets et organismes de recherche.

Au sein des enveloppes du programme 172, la subvention pour charges de service public allouée à l'agence resterait à un niveau équivalent à ceux de 2017 et 2018, à 30,21 millions d'euros en AE et CP, ce qui lui permettrait de disposer d'un budget de fonctionnement (frais de personnel compris) de 35,9 millions d'euros.

(1) Définie par la loi n° 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche.

(2) Au total, ces deux programmes du PIA 3 devaient initialement mobiliser 950 millions d'euros de subventions et 1,9 milliard d'euros de dotations décennales en fonds propres pour les porteurs de projets.

Le renforcement budgétaire portera quasi exclusivement sur l'enveloppe des interventions de l'ANR (le financement des appels à projets). À titre d'illustration, sur un budget prévisionnel de 709,4 millions d'euros en AE et 753,3 millions d'euros en CP pour 2018, ces dépenses étaient évaluées à, respectivement, 673,5 millions d'euros et 715 millions d'euros. Pour y faire face, l'agence mise sur des recettes totales de 757,6 millions d'euros en CP, composées de 722,3 millions d'euros de dotations issues du programme 172 (en soustrayant la mise en réserve d'une partie des 773,3 millions d'euros votés) et de 35,3 millions d'euros de ressources propres (cofinancements, financements de la Commission européenne, remboursement des frais de gestion des investissements d'avenir, *etc.*).

Les crédits complémentaires prévus en 2019 doivent permettre de répondre aux échéances de paiement mais aussi de poursuivre l'amélioration du taux de sélection des projets de recherche. En effet, la forte baisse, ces dernières années, des dotations allouées à l'ANR *via* le programme 172 était à l'origine de **deux importants dysfonctionnements** :

– De 2012 à 2014, puis à nouveau de 2016 à 2017, les crédits de paiement ont largement décroché des dotations en AE votées. Certes, les dépenses d'intervention sont en partie pluriannuelles ; mais ces écarts ont créé des difficultés de trésorerie pour l'agence. Le rebasage des CP entamé en 2016 et poursuivi en 2017 a été systématiquement réduit par les mises en réserve et des annulations de crédits en cours d'exercice. Fin 2017, l'ANR était à nouveau contrainte de reporter certaines dépenses. Interrogée par votre rapporteur pour avis, l'ANR indique qu'un plan d'**apurement des retards de versement de CP** a été mis en place et que la forte hausse de leur enveloppe en 2018 (693,1 millions d'euros pour l'intervention – après mise en réserve – contre 535 millions d'euros réalisés en 2017) devrait rattraper les deux-tiers de ces retards. Le dernier tiers serait couvert par le nouveau renfort accordé en 2019 ;

– La forte diminution des crédits votés en AE, conjuguée à une mise en réserve systématique de 8 %, a par ailleurs sérieusement réduit le budget d'intervention et fait **chuter le taux de sélection des projets** (le pourcentage des candidatures retenues) à moins de 10 % en 2014 et 2015, créant une véritable crise dans le monde de la recherche française. Le MESRI comme l'agence reconnaissent que ce taux ne reflétait pas la qualité réelle des projets présentés et s'attachent depuis 2017 à faire remonter ce pourcentage à 20 % – qui correspond à la moyenne constatée dans le reste de l'Europe. Grâce au dégel de la mise en réserve des AE en 2016 et au rebasage de 2017, ce taux serait remonté à 14,9 % (correspondant à 1 380 projets financés en 2017 contre 1 049 en 2015⁽¹⁾). Les 32,7 millions d'euros supplémentaires ouverts en 2018 et les 32,7 millions d'euros complémentaires de 2019 **devraient vraisemblablement accentuer son redressement**. Le MESRI assure en outre que cet effort budgétaire sera maintenu

(1) Chiffres communiqués par l'ANR. Le MESRI précise que, sur l'appel à projets générique, ce taux s'établit à 13,3 % pour l'ensemble des projets présentés en 2017 (14,4 % pour l'instrument Jeunes chercheuses jeunes chercheurs – J.C.J.C) avec 965 projets sélectionnés.

au-delà de 2019, conformément aux prévisions pluriannuelles de la loi n° 2018-32 du 22 janvier 2018 de programmation des finances publiques 2018-2022.

Parallèlement, pour répondre aux critiques du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur sur le manque de lisibilité de la programmation des appels à projets de l'ANR, les différentes parties (le CNRS, les établissements de recherche regroupés dans les cinq Alliances thématiques et les directions générales des ministères compétents) ont choisi en 2018 d'élaborer un **plan d'action annuel plus simple**. Le point d'entrée de l'appel à projets générique (qui mobilise environ 80 % des capacités de financement de l'agence) est désormais disciplinaire ou transdisciplinaire, selon les priorités retenues par les 48 comités d'évaluation scientifique ⁽¹⁾, et non plus en fonction des « *défis de la société* » comme c'était le cas des précédentes éditions ⁽²⁾, même si les objectifs de ces défis restent d'actualité. L'information des porteurs de projets a également été améliorée et les procédures de soumission et de sélection simplifiées.

Enfin, **les modalités de financement de ces projets ont connu une amélioration modeste mais appréciable** en 2018. Dans son précédent avis budgétaire, votre rapporteur pour avis avait souligné les difficultés financières rencontrées par les établissements de recherche de taille modeste qui portent des projets retenus dans les appels à projets ministériels, ou dans lesquels les porteurs de ces projets exercent leurs fonctions. Les budgets octroyés sous-dimensionnent systématiquement les frais de structures et de personnels correspondants. Les ministères arguent du fait que ces établissements sont déjà subventionnés, sans tenir compte des charges supplémentaires induites par la gestion des projets. Pour réduire ces manques à gagner, l'ANR complète l'enveloppe budgétaire des projets qu'elle suit par deux mécanismes qui prennent en charge une partie des coûts indirects :

– le versement de « frais d'environnement » à l'établissement porteur du projet, par un forfait global équivalant à 8 % de l'enveloppe allouée ;

– et, depuis 2007, le versement à l'établissement public ou la fondation qui « héberge » le porteur de projet d'un « préciput » financier, reconnaissant le rôle joué par cet organisme dans la mise en place d'un environnement favorable à l'excellence des recherches. Ce préciput pouvait aller jusqu'à 11 % de l'enveloppe initiale, mais n'était débouqué que sur justificatifs.

Le premier versement reste fixé à 8 %, bien qu'une étude ait montré que les frais de gestion peuvent représenter un surcoût de 8 à 10 % selon les établissements. En revanche, en mars dernier, le conseil d'administration de l'ANR a décidé de transformer le préciput en un forfait de 11 % – ce qui constitue une sécurisation financière autant qu'un allègement administratif pour les opérateurs.

(1) *Un comité d'évaluation par axe scientifique de la stratégie nationale de la recherche.*

(2) *Depuis 2013 (campagne 2012) et jusqu'à la campagne 2016, le plan d'action annuel de l'ANR était structuré autour des neuf défis de société de l'appel générique, déclinés en axes et parfois en sous-axes dont les détails étaient précisés par les comités de pilotage scientifiques des défis.*

S'agissant de la répartition des financements de l'ANR entre les grands secteurs de recherche ⁽¹⁾, l'ANR confirme qu'elle reste à peu près constante : à raison de 29 % pour les sujets de biologie et santé, de 14 % pour les thématiques de l'énergie et des matériaux (56,4 millions d'euros en 2018), de 11 % pour le numérique, d'un peu plus de 10 % pour les sciences environnementales (40,8 millions d'euros ⁽²⁾), *etc.* Enfin, 23 % sont alloués aux projets s'inscrivant dans des domaines transverses ainsi qu'à quelques priorités, dont les recherches sur les produits phytopharmaceutiques depuis 2018.

Ainsi, les thématiques du développement durable et de la lutte contre le réchauffement climatique devraient, en principe, bénéficier du renforcement global de l'enveloppe accordée à l'appel générique en 2019, mais **sans qu'un accent particulier soit mis sur ces enjeux.**

Ces priorités ne sont explicitement **affirmées que dans le cadre de projets en cofinancement** : avec l'ADEME sur la thématique Hydrogène (un appel à projets a été lancé début octobre) et au sein du plan Écophyto sur l'enjeu de la sortie des pesticides. Enfin, l'ANR est engagée dans quelques actions européennes bilatérales ou multilatérales portant sur ces thématiques (stockage de l'énergie, réseaux énergétiques intelligents, biotechnologies, *etc.*) à raison de 6 à 7 millions d'euros (*Voir partie II du présent rapport*).

3. La stagnation des crédits consacrés au développement durable

Les autres actions budgétaires du programme 172 sont dédiées à des domaines de recherche précis, rassemblant les dépenses de personnels, de fonctionnement et d'infrastructures que l'on peut rattacher à ces secteurs, ainsi que les investissements dans les programmes internationaux en lien avec eux. La plupart seraient reconduites aux niveaux votés en loi de finances pour 2018. Ainsi, s'agissant des secteurs autres que l'énergie et l'environnement :

– L'action 15 « Recherches scientifiques et technologiques en sciences de la vie et de la santé » serait maintenue à 1 216,4 millions d'euros en AE et augmenterait de 1,8 million d'euros pour s'élever à 1 218 M€ en CP ;

– Et les actions 16 « Recherches scientifiques et technologiques en sciences et techniques de l'information » et 19 « Recherches scientifiques et technologiques en sciences humaines et sciences sociales » resteraient strictement

(1) 35 des axes scientifiques de la SNR sont désormais rassemblés dans 7 domaines disciplinaires et 13 correspondent à des enjeux à la croisée de plusieurs secteurs scientifiques.

(2) Se répartissant entre :

- Axe 2.1 « Une énergie durable, propre, sûre et efficace » : 41 projets pour 18,3 millions d'euros ;
- Axe 2.3 « Chimie moléculaire et procédés associés pour une chimie durable » : 42 projets pour 13,6 millions d'euros ;
- Axe 2.4 « Matériaux métalliques et inorganiques et procédés associés » : 1 projet pour 0,4 million d'euros ;
- Axe 8.9 « Bio économie : chimie, biotechnologie, procédés et approches systèmes, de la biomasse aux usages » : 12 projets pour 5,5 millions d'euros ;
- Axe 8.10 « Sociétés urbaines, territoires, constructions et mobilité » : 9 projets pour 2,9 millions d'euros.

à 982,6 millions d'euros en AE et CP pour la première et à 405,1 millions d'euros en AE et CP pour la seconde ;

– De même, les dotations de l'action 11 « Recherches interdisciplinaires et transversales » seraient réinscrites à 62,7 millions d'euros en AE et CP pour 2019.

Les deux actions réunissant les thématiques suivies par le présent rapport avaient bénéficié de rebasages significatifs en loi de finances pour 2018. En 2019 :

– L'action 18 « Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'environnement » ne progresserait que marginalement, de 140 000 euros en AE et CP entre les crédits votés pour 2018 et les crédits prévus pour 2019. Les recherches ainsi identifiées s'attachent à comprendre et modéliser les différentes dimensions du « système Terre », leurs évolutions et leurs interactions. S'inscrivant à un stade plus en amont que les recherches financées par l'action 13 « Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable » du programme 190 (*voir ci-après*), leur premier enjeu est la prévision des évolutions. Elles apportent ainsi un appui aux politiques publiques relatives à la gestion des milieux et des ressources ainsi qu'à la sécurité des hommes, des animaux et des végétaux. Ce faisant, elles contribuent à accompagner les transitions de nos systèmes de production et de consommation ;

– L'action 17 « Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'énergie » augmenterait, quant à elle, encore de 17,5 millions d'euros en AE et de 14,3 millions d'euros en CP. Mais il apparaît dans le détail des dépenses que ces crédits supplémentaires viendront **seulement renforcer les contributions de la France à deux très grandes infrastructures internationales** de recherche : ESS (*European spallation source*) à raison d'un complément de 6 millions d'euros en AE et 3 millions d'euros en CP ; et surtout ITER, le réacteur thermonucléaire expérimental international, avec 20 millions d'euros supplémentaires. Il vise à démontrer la faisabilité d'un réacteur nucléaire utilisant le principe de la fusion et est actuellement en construction à Cadarache en France. Une agence, ITER-France, émanant du CEA, a été créée pour gérer le projet localement et assurer l'interface avec les 35 pays associés. L'accélération du projet a induit un besoin supplémentaire en CP. La France assurant 20 % du coût du projet, sa contribution s'élèvera à 152,8 millions d'euros en 2019.

De fait, les subventions versées aux opérateurs sur les actions 17 et 18 seraient strictement reconduites à leurs niveaux de 2018.

Certes, les montants mobilisés hors OI ou projets internationaux sur ces actions restent substantiels : 368,5 millions d'euros en AE et CP pour la première et 1 069,9 millions d'euros pour la seconde. Et la sanctuarisation de ces crédits est une nouvelle rassurante pour la poursuite des travaux déjà engagés et le maintien d'une recherche de haut niveau.

Le soutien du CNRS à la recherche dans les différents domaines de l'énergie

L'enquête 2018 (sur les données de 2017) menée par l'opérateur a montré que 5 828 ETPT travaillent sur les grands thèmes de l'énergie dans une unité CNRS : 1 585 sont des personnels du CNRS, 3 615 sont employés par des universités ou des écoles et 628 relèvent d'autres employeurs (comme le CEA).

2 141 d'entre eux seraient plus particulièrement mobilisés sur les énergies renouvelables ; 685 sur le nucléaire ; 616 sur le stockage et la distribution ; 913 sur les transports.

Ces activités relèvent soit du financement direct des laboratoires du CNRS, soit de plusieurs appels à projets lancés par ses instituts. En 2018 par exemple, un appel à projets Énergie a porté sur les thématiques de l'efficacité énergétique, de l'hydrogène et des piles à combustibles et des réseaux ; un appel à projets Ingénierie verte a mis l'accent sur l'efficacité énergétique, la faible empreinte environnementale, les procédés bio-sourcés, *etc.*

L'ensemble de ces travaux a coûté en 2017 **362,5 millions d'euros** (en comptant les salaires et le financement des appels à projets), **dont 104,4 millions d'euros pour les laboratoires du CNRS** – un montant presque stable depuis 2014 (109,4 millions d'euros).

Le CNRS partage en outre 14 laboratoires communs (Labcoms) avec des entreprises dans ces domaines et a créé plusieurs *start-up* travaillant sur les questions du développement durable au sens large.

Pour information, le budget initial du CNRS en 2018 s'élève à **3 333,9 millions d'euros en CP**, avec une subvention pour charges de service public (nette de la mise en réserve et versée quasi-exclusivement par le programme 172) totalisant 2 580,9 millions d'euros, soit 74,4 % du budget. L'organisme prévoit 737,7 millions d'euros de ressources propres, principalement issues des contrats de recherche.

La masse salariale représente 83,4 % de la subvention d'État pour un effectif sous plafond prévu à 25 298 ETPT en 2018. Le CNRS envisage en outre 7 692 ETPT financés sur ses ressources propres. Son effectif total s'élèverait ainsi à 32 990 ETPT.

La subvention d'État a légèrement augmenté entre 2014 et 2018 grâce à la sortie du financement de certains TGIR et aux compléments apportés pour financer des mesures « fonction publique » (42 millions d'euros) et un soutien aux laboratoires (10,6 millions d'euros). Elle devrait encore croître de 21,7 millions d'euros en 2019 par rapport aux prévisions pour 2018.

Toutefois, votre rapporteur pour avis considère que la seule stabilisation des dotations n'est **pas à la hauteur des défis posés par les dérèglements climatiques**, dont les effets dévastateurs se multiplient ces dernières années, **ni même des ambitions affichées par le Gouvernement** d'atteindre des modèles de développement plus durables en termes de transition énergétique, de mobilité et de biodiversité.

C. LA SIMPLE RECONDUCTION DES CRÉDITS DU PROGRAMME 190

Cet arbitrage budgétaire est plus criant encore s'agissant des dotations du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ». Inscrites à 1 767,3 millions d'euros en AE et 1 726,9 millions d'euros en CP, celles-ci ne devraient **s'accroître que de 5,8 millions d'euros (+ 0,3 %) en AE et même reculer de 7,2 millions d'euros (- 0,4 %) en CP** en 2019 par rapport à celles qui ont été votées pour 2018.

LES CRÉDITS DU PROGRAMME 190 EN 2018 ET 2019

(en millions d'euros)

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	LFI 2017	PLF 2018	2018/2017	LFI 2017	PLF 2018	2018/2017
Total programme 190	1 761,5	1 767,3	+ 5,8 + 0,3 %	1 734,2	1 726,9	- 7,2 - 0,4 %
11 Recherche dans le domaine des risques	176,9	178,0	+ 1,2 + 0,7 %	176,9	178,0	+ 1,2 + 0,7 %
12 Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement	101,4	102,4	+ 1 + 1 %	101,4	102,4	+ 1 + 1 %
13 Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable	1,6	1,6	0 %	6,6	3,6	- 3 - 45,8 %
14 Recherche et développement dans de domaine de l'aéronautique civile	135	135	0 %	102,7	92,7	- 10 - 9,8 %
15 Charges nucléaires de long terme des installations du CEA	740	740	0 %	740	740	0 %
10 Recherche dans le domaine de l'énergie (ancienne action)	606,6	-		606,6	-	
16 Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire (nouvelle action)	-	433,4	+ 3,7 + 0,6 %	-	433,4	+ 3,7 + 0,6 %
17 Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie (nouvelle action)	-	176,9		-	176,9	

Source : projet annuel de performances 2019. Dotations sans attribution de produits ni fonds de concours.

Économies et renforts seront cependant distribués différemment, à l'exception de l'action 13 « Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable » dont les CP poursuivront leur décre. La subvention allouée à l'ANSES⁽¹⁾ pour le financement du plan national Santé-environnement y reste cependant maintenue à 1,6 million d'euros à l'instar des précédents exercices. L'agence, quant à elle, est dotée par le programme 181 « Prévention des risques » de la mission « Écologie, développement et mobilité durables ».

(1) Agence nationale de la sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

En revanche, l'action 13 ne verse plus aucune AE aux autres sous-actions, malgré l'intérêt de leurs thématiques (changement global, biodiversité *etc.*), se contentant de liquider les restes à payer en CP de programmes incitatifs en fin d'exécution (PREBAT, PREDIT...). Antérieurement bénéficiaire de ces crédits, l'ADEME⁽¹⁾, qui pourtant finance divers travaux de recherche sur des questions liées, ne reçoit plus aucun subside du programme 190, émargeant au seul programme 181⁽²⁾.

Fortement augmentée en 2018 pour soutenir un secteur qui constitue l'un des fleurons de l'industrie française⁽³⁾, l'action 14 « Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile » bénéficiera en 2019 du maintien global de ses dotations en AE, mais subira un recul de 10 millions d'euros (-9,8 %) de ses CP. Dans le détail, la sous-action 14.1 « Recherches en amont » augmenterait de 20 millions d'euros en AE, contrebalancée par la diminution proportionnelle de la sous-action 14.3 « Équipementier ».

Après un léger retrait en 2018, l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » croîtrait de 1,2 million d'euros (+0,7 %) en AE et CP au seul bénéfice de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) dont la subvention s'établirait à 171,6 millions d'euros en AE et CP. Il s'agit de renforcer l'enveloppe qu'il consacre, souvent dans un cadre collaboratif, aux études et recherches sur les enjeux actuels et futurs en matière de risques nucléaires et radiologiques (sûreté des réacteurs, gestion des déchets, impacts des aléas naturels, radioprotection de l'homme, radiothérapies) et de couvrir les recrutements autorisés l'an dernier.

La subvention pour charges de service public de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) serait cependant préservée à son niveau actuel de 6,4 millions d'euros. Il convient de rappeler que l'institut est rattaché à titre principal au programme 181, dont il devrait recevoir 27,8 millions d'euros en 2019.

L'action 12 « Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement » augmenterait de 1 million d'euros en AE et CP (+1 %) en faveur l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), cependant que les dotations dédiées au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) diminueraient marginalement.

Les trois dernières actions (15 à 17) sont **consacrées aux dépenses liées aux technologies de l'énergie**. À elles trois, **elles concentrent 76,4 % des AE et 78,2 % des CP du programme 190 en 2019**. Si l'on rajoute les dotations de l'IRSN, ces proportions atteignent, respectivement, 86 et 88 %.

(1) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

(2) Se reporter à l'avis budgétaire sur la prévention des risques de Mme Danielle Brulebois.

(3) Cf. l'Avis budgétaire tome X sur le projet de loi de finances pour 2018.

Initiative bienvenue pour la transparence, le projet annuel de performances propose de ventiler l'ancienne action 10 « Recherche dans le domaine de l'énergie » entre deux nouvelles actions 16 et 17 distinguant les recherches en matière d'énergie nucléaire et celles relevant des nouvelles technologies de l'énergie (NTE).

1. La sanctuarisation, nécessaire, des dépenses pour la recherche nucléaire civile

On rappellera que le présent rapport n'examine pas le programme 191 dédié à la recherche duale qui englobe les recherches nucléaires dans le domaine militaire.

L'action 15 « Charges nucléaires de long terme des installations du CEA » correspond en fait à la couverture des dépenses, ou des provisions pour charges futures, des opérations de démantèlement et d'assainissement des installations nucléaires du Commissariat.

L'article 20 de la loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs ⁽¹⁾ impose aux exploitants d'installations nucléaires de base de constituer des provisions à cet effet. Le CEA a défini une programmation de ces travaux sur dix ans. Selon ses projections, fin 2017, il restait 26,12 milliards d'euros de travaux à réaliser ou à prévoir à terme, pour un coût à terminaison de 33,68 milliards d'euros. Environ 748 millions d'euros de dépenses sont budgétés en 2018 et 750 millions d'euros en 2019. Plus de 50 % sont actuellement destinés aux chantiers de démantèlement et de reprise et au conditionnement des déchets du CEA à Marcoule.

Une convention-cadre a été signée le 19 octobre 2010 entre l'État et le Commissariat. Jusqu'en 2015 cependant, l'État subventionnait moins de la moitié des dépenses annuelles ⁽²⁾. Ce n'est que depuis la loi de finances pour 2016 que 740 millions d'euros sont inscrits à cette fin chaque année au programme 190. Les prévisions pour 2019 les reconduisent en conséquence.

Toutefois, alors que cette subvention en était exonérée, elle a fait l'**objet, pour la première fois en 2018, d'une mise en réserve de 22,2 millions d'euros dont le CEA demande la levée** afin de sécuriser les dépenses en exécution. Celles-ci traduisent les prescriptions de travaux de l'Agence de la sûreté nucléaire et sont donc impératives. Pour les réaliser, le CEA a passé des contrats avec plusieurs entreprises. Leur renégociation coûterait cher ; mais continuer à les régler sans les 22 millions d'euros lui poserait aussi de sérieux problèmes de trésorerie.

(1) Codifié aux articles L. 594-1 et suivants du code de l'environnement.

(2) Laissant dans les comptes du CEA une créance sur l'État de 17,2 milliards d'euros à fin 2017.

Le projet annuel de performances pour 2019 présente par ailleurs une nouvelle action 16 « Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire » dotée de 433,4 millions d'euros en AE et CP, qui seraient répartis entre 432,9 millions d'euros pour soutenir les activités nucléaires civiles du CEA, 500 000 euros pour financer le Centre national d'alerte aux tsunamis (CENALT) et 500 000 autres euros pour le dispositif CISBIO qui travaille sur la reprise, le traitement et le conditionnement des sources radioactives scellées usagées de haute activité.

Ni le projet annuel de performances ni les ministères ne rappellent les enveloppes antérieures. On peut néanmoins relever que :

– la somme des crédits de l'action 16 avec ceux de l'action 17 « Recherche dans le domaine des NTE » **progresserait de 3,7 millions d'euros** (+ 0,6 %) par rapport aux crédits votés pour 2018 sur l'ancienne action 10 ;

– la somme des dotations envisagées pour le seul CEA au sein des actions 16 et 17 montrerait **une hausse de 7,8 millions d'euros** (+ 1,6 %), partiellement compensée par la perte de 4,2 millions d'euros sur les subventions versées à l'Institut français du pétrole-Énergies nouvelles (IFPEN) désormais inscrites sur l'action 17 ;

– enfin, lors de l'examen du projet de loi de finances pour 2018, les prévisions initiales étaient de 405 millions d'euros pour les travaux du CEA sur le nucléaire civil, 1 million d'euros pour le centre d'alerte aux tsunamis et 500 000 euros pour CISBIO – avant toute mise en réserve. Les crédits mobilisés sur l'activité nucléaire civile du Commissariat devraient ainsi connaître une progression nette par rapport à ce qui avait été annoncé pour 2018 : **un rebasage de l'enveloppe dédiée pouvant s'élever, au moins facialement, à presque 28 millions d'euros**. Même après mise en réserve, **cela représenterait un effort supplémentaire de l'État significatif** au sein d'un programme 190 qui, dans sa globalité, apparaît juste préservé.

Dans le principe, votre rapporteur pour avis ne voit **pas d'inconvénient à conforter la recherche nucléaire civile**.

Dans son dernier rapport sur les conséquences d'un réchauffement planétaire à 1,5 °C ⁽¹⁾, le GIEC rappelle que le nucléaire est une voie de production d'énergie décarbonée et une des solutions avec laquelle il est efficace de composer pour réduire les émissions de CO₂ et ralentir le réchauffement climatique.

Au surplus, comme les travaux menés par le rapporteur pour son précédent avis budgétaire l'ont démontré, la France ne sera pas en capacité de ramener à 50 %, dès 2025, la part du nucléaire dans l'offre nationale d'électricité. Il faudrait

(1) *GIEC (ou IPCC), Global warning of 1.5°C, an IPCC spatial report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global responses to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, 8 octobre 2018.*

recourir à de volumineuses importations ou relancer les centrales thermiques pour tenir l'objectif fixé par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, tout en répondant aux besoins de la population et de l'économie de notre pays.

Au reste, la décision de conserver une recherche nucléaire civile de haut niveau **ne remet pas en cause la nécessité de renforcer les recherches sur les énergies alternatives. En revanche, elle est indispensable** pour préserver les compétences scientifiques nationales nécessaires, améliorer et sécuriser toujours plus les technologies à l'œuvre dans l'industrie nucléaire et résoudre les difficultés posées par les usages de l'atome, en particulier celle de la gestion des déchets qui en sont issus.

Le démonstrateur technologique de réacteur de 4^e génération ASTRID

Une des pistes les plus intéressantes pour la gestion des combustibles usés est la « fermeture du cycle » (fabrication, traitement/recyclage).

Lors de sa visite des laboratoires du Commissariat sur le Plateau de Saclay, votre rapporteur pour avis a pu découvrir l'état d'avancement du programme ASTRID. Il vise à concevoir un démonstrateur de réacteur à neutrons rapides (RNR) d'une puissance de 600 MWélectrique jusqu'à un niveau d'avant-projet détaillé (APD).

Conduit dans le cadre d'une convention avec l'État sur 2010-2019, ce programme est également financé par des industriels et plusieurs instituts de recherche internationaux. Des avancées techniques importantes ont été réalisées depuis 2010. Mais la piste du déploiement d'une filière de réacteurs à neutrons rapides en France semble aujourd'hui repoussée aux années 2060 – même si elle est activement poursuivie en Inde et en Chine, et sérieusement étudiée aux États-Unis.

Pour conserver les savoirs déjà acquis dans notre pays et continuer à progresser dans une technologie réellement prometteuse, le CEA a proposé de faire évoluer le projet vers un programme de simulation des RNR. L'enjeu est de conforter les capacités propres de la France à développer, le temps venu, une filière sûre, performante et compétitive.

Votre rapporteur pour avis défend cette proposition constructive qui préserverait l'avenir de notre indépendance énergétique nationale et consoliderait une solution prometteuse pour la gestion des combustibles usés.

Or, les subventions « nucléaire civil » versées au CEA n'ont cessé de décroître depuis six ans, alors que, dans le même temps, certaines dépenses s'alourdissaient (notamment le financement de TGIR et le renforcement des moyens de protection physique des centres contre le terrorisme).

Si les dotations du programme 172 ont bien été rebasées pour suivre les besoins d'ITER et autres TGIR, le solde disponible pour les autres dépenses a régressé de 5 % entre 2012 et 2018. Quant à l'enveloppe Nucléaire du programme 190, elle a diminué en continue tant en prévisions qu'en exécution. Le reste disponible sur les ressources nationales – tous programmes confondus, mais hors PIA et programme ITER – a ainsi reculé de 15 % depuis 2012. Ses ressources

externes se stabilisant ces dernières années, en dépit d'efforts continus d'économie sur ses coûts de fonctionnement, le Commissariat s'est alors retrouvé face à d'importantes impasses de financement, qui l'ont contraint, entre autres, à ralentir les dépenses sur le projet ASTRID.

La situation générale du CEA

En 2017, le Commissariat a bénéficié de :

– 987,1 millions d'euros de subventions civiles et militaires de l'État, hors dotations ITER et fonds dédiés au démantèlement des sites ;

– 112 millions d'euros de subventions PIA ;

– 855 millions d'euros de recettes externes (dont 410 millions d'euros d'origine industrielle), sans compter une recette exceptionnelle de 270 millions d'euros au titre de la cession à l'État de sa participation résiduelle au capital d'AREVA, intégralement réinvestis dans une participation au capital d'ORANO Holding ;

– 662,8 millions d'euros au titre des fonds dédiés ;

Avec 84,2 millions d'euros de reports de crédits, le CEA a donc disposé d'un budget de **2 703 millions d'euros** (2 808 millions d'euros avec les dotations pour ITER).

En 2018, son budget initial a été calculé sur plusieurs enveloppes en hausse :

– 1 031,9 millions d'euros de subventions (hors ITER et fonds dédiés) grâce à une mise en réserve inférieure aux gels pratiqués les précédents exercices ;

– 130,9 millions d'euros de PIA ;

– 910,9 millions d'euros de recettes ;

– mais seulement 529,3 millions d'euros de fonds dédiés, en raison, notamment, de la mise en réserve de 3 % ;

– et un report de 3,9 millions d'euros établissant ce budget à **2 606 millions d'euros** (2 729,1 millions d'euros avec les crédits pour ITER).

Grâce à quoi, le CEA a prévu de financer en 2018 pour **2,2 milliards d'euros d'activités civiles de recherche** : dont 555,7 millions d'euros dans le nucléaire, 721,4 millions d'euros dans les technologies pour l'industrie et la communauté scientifique (dont les NTE), 216,8 millions d'euros pour la recherche fondamentale, auxquels s'ajoutent les dépenses pour ITER et diverses dépenses de fonctionnement. 34 % sont des dépenses de masse salariale.

Toutefois, **des difficultés de financement** demeurent – même si le CEA s'efforce de n'engager aucune dépense sans assurance financière –, en particulier pour la construction du **réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH)**. Il s'agit d'un réacteur expérimental destiné à maintenir une capacité d'irradiation expérimentale pour étudier le comportement des matériaux et combustibles sous irradiation, ainsi qu'à offrir à notre pays, et même à l'Europe, **une capacité de production de radionucléides à usage médical** – actuellement importés. Les travaux ont bien avancé mais il manque 700 millions d'euros pour finaliser sa construction à Cadarache (sur un coût à terminaison évalué entre 1,8 et 2,2 milliards d'euros). Or, seuls 249 millions d'euros d'AP ont été ouverts en 2018 sur le PIA3 ⁽¹⁾ pour couvrir ce besoin.

(1) Volet « Nucléaire de demain » de l'action 3 « Démonstrateurs et territoires d'innovation de grande ambition » du programme 422 « Valorisation de la recherche ».

Lorsque la trajectoire de son budget quinquennal 2018-2022 a été discutée avec l'État à l'été 2017, celui-ci aurait retenu une progression de la subvention réelle du programme 190, hors ITER et fonds dédiés, de 17 millions d'euros en 2019. Ce rebasage ramenait l'effort global d'économie demandé au Commissariat de -24 millions d'euros en 2018 à -14 millions d'euros les années suivantes, mais supposait tout de même la mise en veille du programme ASTRID et laissait une impasse financière encore substantielle sur la construction du RJH. Finalement, les arbitrages pour 2019 n'accordant qu'une hausse de 7,8 millions d'euros sur le programme 190 et maintenant une incertitude sur d'autres financements, **le CEA subirait un manque à gagner de 10 à 13 millions d'euros par rapport à ses besoins minimaux.**

Par ailleurs, si le projet de loi de finances pour 2019 reconduit son plafond d'emplois au même niveau que 2018, soit 19 149 ETPT, le CEA souligne qu'il n'a pas été ajusté pour intégrer la hausse des besoins pour la sécurisation des centres, ni l'augmentation présente et à venir des effectifs de la direction des applications militaires (DAM, + 318 entre 2018 et 2028). Elles obligent d'ores et déjà le Commissariat à **réduire les effectifs « civils » d'au moins 70 ETPT entre 2018 et 2019 et représenteront dans les années à venir une contrainte de plus en plus lourde pour ses recherches civiles.**

Qui qu'il en soit, si le projet de loi de finances pour 2019 ne lève pas toutes les difficultés ou contraintes financières du CEA (*cf. encadré ci-dessus*), il viendrait sensiblement redresser la trajectoire des dotations dédiées au nucléaire civil.

2. Mais un soutien aux NTE qui n'est pas à la hauteur des ambitions

Votre rapporteur pour avis déplore en revanche que ce renforcement s'opère **au détriment d'un investissement plus poussé du CEA dans les nouvelles technologies de l'énergie (NTE).**

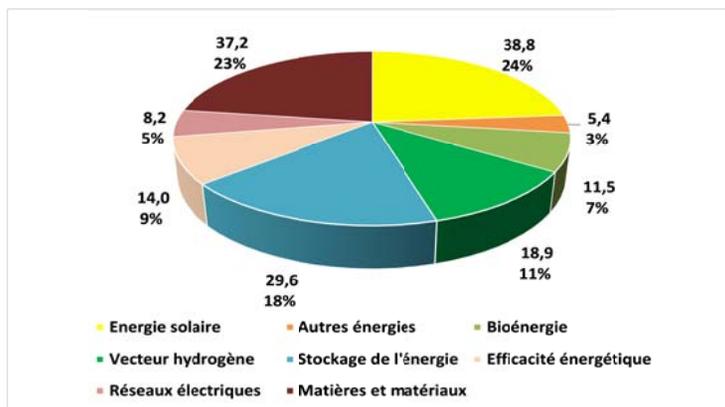
Le projet annuel de performances pour 2018 prévoyait en effet une enveloppe de 71,5 millions d'euros pour les travaux du CEA sur les NTE. Selon le projet pour 2019, l'enveloppe allouée au CEA au sein de l'action 17 « Recherche dans le domaine des NTE » s'établit désormais à **51 millions d'euros** (avant déduction de la mise en réserve). Ce seraient ainsi 20,5 M€ de l'État consacrés non plus aux NTE mais au nucléaire civil par le CEA (*cf. supra*).

Cela étant, **ce recul ne signifie pas un désengagement du Commissariat.**

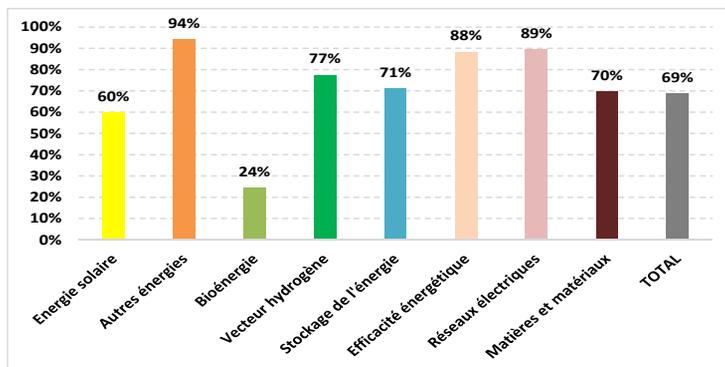
En premier lieu, le CEA a subi les années passées de récurrentes annulations de crédits sur cette enveloppe. Selon les rapports annuels de performance, il n'aura réellement perçu que 51,8 millions d'euros en 2016 et 50,4 millions d'euros en 2017 sur des dotations NTE inscrites à 73,5 millions d'euros. On ignore ce qu'il adviendra en 2018, mais, en dépit d'un premier recul de son enveloppe dédiée, le budget prévisionnel a prévu une augmentation des moyens consacrés aux travaux sur les NTE, le portant de 150,6 à **163,7 millions d'euros**. En audition, le Commissariat n'a pu préciser ses prévisions pour 2019, mais **il pense que son effort financier restera dans le même ordre de grandeur**, entre 150 et 160 millions d'euros.

En tout état de cause, après le CNRS, il resterait l'organisme public le plus investi dans ces recherches. Pour ce faire, le CEA mobilise ses recettes externes jusqu'à couvrir 70 % de ses dépenses dans les énergies non nucléaires décarbonées. Dépenses et ressources se répartissent selon les schémas ci-après :

RÉPARTITION DES DÉPENSES « NTE » DANS LE BUDGET INITIAL DU CEA POUR 2018
(en millions d'euros)



PART DES RECETTES EXTERNES DANS LE FINANCEMENT DES DÉPENSES « NTE » (en %)



Source : CEA octobre 2018.

Le CEA a choisi de travailler plutôt le mix énergétique et les pistes d'avenir dans le stockage de l'énergie, les réseaux intelligents et les nouvelles mobilités, dans une approche intégrée de ces différents secteurs.

L'autre enveloppe de la nouvelle action 17 est consacrée à la subvention pour charges de service public versée à l'IFPEN. Les prévisions pour 2019 sont affichées à **125,9 millions d'euros** en AE et CP. Alors que le projet annuel de performances pour 2018 distinguait une dotation à l'institut de 98,3 millions d'euros pour ses recherches dans les NTE et une autre de 32,1 millions d'euros pour ses activités historiques dans les hydrocarbures, l'intégralité de la nouvelle enveloppe sera **désormais entièrement dédiée aux recherches sur les NTE** (au sens large). **Votre rapporteur pour avis applaudit cet arbitrage qui flècherait**

officiellement 27,6 millions d’euros supplémentaires (avant mise en réserve) **sur les solutions décarbonées et leurs divers usages**, à charge pour l’IFPEN d’assurer par ses seules ressources industrielles le financement de ses travaux sur les énergies fossiles.

Il n’en reste pas moins regrettable que l’enveloppe globale des subventions versées à l’institut ait été amputée de 4,2 millions d’euros (- 3,2 %) par rapport aux prévisions pour 2018 – au-delà de la trajectoire prévue par son budget triennal de surcroît. Ce sont 4,2 millions d’euros de moins pour la recherche dans les NTE. De fait, l’IFPEN a entrepris sa transition scientifique depuis quelques années déjà, s’impliquant largement dans ces domaines sans que la subvention pour charges de service public dédiée ne suffise jusqu’alors à couvrir les dépenses engagées.

ÉVOLUTION DES DÉPENSES EN RECHERCHE ET INNOVATION DE L’IFPEN

<i>En millions d’euros</i>	Réalisé 2016	Réalisé 2017	2018 (estim. juin 2018)
Mobilité durable	38,8	38,4	39,4
Énergies nouvelles	32,1	30,4	39,0
Recherche fondamentale transverse	48,0	48,2	49,2
Total des charges NTE	118,9	117,0	127,6
Hydrocarbures responsables	116,7	115,9	106,8
TOTAL des charges en R&I	235,6	232,9	234,4
% Charges NTE	50,5	50,2	54,4

Source : IFPEN octobre 2018

Si l’IFPEN maintient simplement ses investissements dans les NTE et la mobilité durable en 2019, la subvention prévue sera encore inférieure aux besoins.

Or, l’institut est aujourd’hui **confronté à des difficultés de trésorerie**, malgré des ressources propres importantes (autour de 150 millions d’euros en 2017 ⁽¹⁾). Grâce à d’importantes réductions d’effectifs réalisées entre 2010 et 2014 et à la rationalisation de ses autres frais de fonctionnement, l’organisme a réussi à réduire puis stabiliser ses charges structurelles. Le budget était évalué à 316,4 millions d’euros en juin 2018, dont 150,4 millions d’euros de dépenses de personnel qui ne sont même plus couvertes par la subvention du programme 190.

Jusqu’en 2016, l’IFPEN est parvenu à s’adapter à la forte diminution de la subvention versée par l’État (de – 25 % depuis 2010), en jouant notamment sur la flexibilité d’une partie de ses emplois (pour compléter ses 1 651 ETPT en contrats à durée indéterminée ou déterminée). Mais une nouvelle baisse en 2017 s’est traduite par un premier déficit opérationnel. Avec le recul de ses ressources

(1) Ces ressources propres sont composées d’une dizaine de millions d’euros de dotations d’autres organismes publics, mais surtout des redevances perçues sur ses brevets et des dividendes versées par les sociétés créées par le groupe pour la valorisation commerciale de ses travaux.

propres constaté en 2018, l'institut pense que son résultat net sera encore déficitaire. Aussi a-t-il **sollicité la levée de la réserve**, d'un montant de 1,9 million d'euros, constituée sur la subvention de 2018. Ces crédits supplémentaires permettraient de poursuivre ses projets sur le stockage de l'énergie (investissement en cours de finalisation dans un démonstrateur de batterie à flux intégré à un micro réseau) ainsi que sur la mise au point d'un procédé de production de caoutchouc biosourcé (en collaboration avec Michelin).

De manière générale, **l'IFPEN demande une stabilisation durable des contributions nationales**. En 2018, il avait obtenu un moindre gel des crédits qui lui a finalement assuré des versements réels plus élevés, malgré le recul des dotations inscrites en loi de finances. Mais la nouvelle réduction de sa subvention en 2019 fragilise ses programmes d'investissement, alors qu'il a entrepris en 2018 d'explorer de nouveaux champs (géothermie, géosciences pour le climat, *etc.*) et qu'il compte ouvrir de nouveaux programmes de recherche en 2019. Ses ressources propres sont trop aléatoires pour sécuriser ses projets. **Ses recherches dans les NTE et la mobilité durable ont encore besoin de financements stables sur plusieurs années** : qu'il s'agisse de travaux insuffisamment matures ou de procédés donnant des résultats potentiellement valorisables mais pas encore rentables (en matière de biocarburants et d'utilisation de la biomasse par exemple), il leur faut monter en puissance. L'IFPEN commencerait seulement à atteindre la taille critique nécessaire à ses recherches en matière de transports durables.

En tout état de cause, même si les prévisions budgétaires pour 2019 affichent un renforcement des moyens pour la recherche dans l'énergie décarbonée, **ces efforts n'apparaissent pas à la hauteur des besoins réels des opérateurs, et encore loin des déclarations du Gouvernement en matière d'énergies alternatives et non nucléaires**. L'arbitrage que les nouvelles enveloppes budgétaires traduisent ne laisse aucun doute sur les priorités retenues.

D. DES SITUATIONS INÉGALES SELON LES OPÉRATEURS

Les organismes publics dont les subventions relèvent partiellement ou exclusivement du programme 190 ont tous exprimé la frustration d'être moins protégés par le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) en charge de sa gestion que ne le fait le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI) à l'égard de ses opérateurs.

Non seulement ils auront subi une érosion plus rapide de leurs subventions ainsi que des annulations récurrentes en exécution, mais le tableau ci-après montre une nouvelle stagnation, voire une régression, des dotations versées par le programme 190 alors que les prévisions du programme 172 connaîtraient une petite amélioration en 2019.

LES CRÉDITS ALLOUÉS AUX PRINCIPAUX OPÉRATEURS DE RECHERCHE DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET LA GESTION DES RESSOURCES EN 2018 ET 2019

(en millions d'euros)

	Program. Budget État	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
		LFI 2018	PLF 2019	2019/2018	LFI 2018	PLF 2019	2019/2018
CNRS Centre nat. de la recherche scientifique	172	2 668,8	2 694,1	+ 25,3 + 0,9 %	2 669,3	2 695,1	+ 25,8 + 1 %
	Autres progr.	0,1	1,1	-	0,1	1,1	-
CEA Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	172	666,3	688,1	+ 21,8 + 3,3 %	674,8	692,9	+ 18,1 + 2,7 %
	190.15	740	740	0 %	740	740	0 %
	190.16	476	432,9	+ 3,7	476	432,9	+ 3,7
	190.17		51	+ 0,6 %		51	+ 0,6 %
	Autres progr.	35,2	37,3	+ 6 %	35,2	37,3	+ 6 %
ANR Agence nationale de la recherche	172	736,1	768,8	+ 32,7 + 4,4 %	773,3	859,5	+ 86,3 + 11,2 %
Autres crédits (PIA)		0	0	-	72,5	327,5	-
INRA Institut national de la recherche agronomique	172	693,1	699,9	+ 6,8 + 1 %	693,1	699,9	+ 6,8 + 1 %
	Autres progr.	3,5	6,6	-	2,9	7,9	-
INSERM Institut nat. de la santé et de la recherche médicale	172	632,4	635,4	+ 3 + 0,5 %	632,4	635,4	+ 3 + 0,5 %
ADEME Agence de l'environ. et de la maîtrise de l'énergie	190.13	0	0	-	0	0	-
	Autres progr.	609,2	603,2	- 1 %	609,2	603,2	- 1 %
Autres crédits (PIA)		0	0	-	75	65	-
IRD Institut de recherche pour le développement	172	204,4	205,3	+ 0,9 + 0,5 %	204,4	205,3	+ 0,9 + 0,5 %
INRIA Institut nat. de recherche en informatique et en automatique	172	173,3	173,9	+ 0,7 + 0,4 %	173,3	173,9	+ 0,7 + 0,4 %
IRSN Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	190.11	170,5	171,6	+ 1,2 + 0,7 %	170,5	171,6	+ 1,2 + 0,7 %
	Autres progr.	3,7	3,7	-	3,7	3,7	-
IFREMER Institut français de recherche pour l'exploitation en mer	172	170,5	171,4	+ 0,8 + 0,5 %	170,5	171,4	+ 0,8 + 0,5 %
	Autres progr.	2,6	3,3	-	2,6	3,3	-
CIRAD Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement	172	130,2	130,3	+ 0,08 + 0,1 %	130,2	130,3	+ 0,08 + 0,1 %
	Autres progr.	0,9	0,8	-	0,9	0,8	-
IFPEN Institut français du pétrole et des énergies nouvelles	190.17	130,1	125,9	- 4,1 - 3,2 %	130,1	125,9	- 4,1 - 3,2 %

ANSES Agence nat. chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	190.13	1,6	1,6	0 %	1,6	1,6	0 %
	Autres progr.	95,1	100,5	+ 5,6 %	94,9	100,5	+ 5,9 %
IFSTTAR Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux	190.12	86,8	87,9	+ 1,1 + 1,2 %	86,8	87,9	+ 1,1 + 1,2 %
IRSTEA Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (ex-CEMAGREF)	172	60,8	61,4	+ 0,5 + 0,9 %	60,8	61,4	+ 0,5 + 0,9 %
	Autres progr.	24,3	24,3	-	24,3	24,3	-
BRGM Bureau de recherches géologiques et minières	172	49,4	49,5	+ 0,03 + 0,1 %	49,4	49,5	+ 0,03 + 0,1 %
	Autres progr.	25,6	27,7	-	25,6	27,7	-
INERIS Institut national de l'environn. industriel et des risques	190.11	6,4	6,4	0 %	6,4	6,4	0 %
	Autres progr.	27,8	27,8	-	27,8	27,8	-
IPEV Institut polaire français Paul-Émile Victor	172	14,9	14,9	+ 0,08 + 0,5 %	14,9	14,9	+ 0,08 + 0,5 %
CSTB Centre scientifique et technique du bâtiment	190.12	14,7	14,5	- 0,1 - 1 %	14,7	14,5	- 0,1 - 1 %
CNES Centre national d'études spatiales	193	1 534,8	1 741,6	+ 206,8 + 13,5 %	1 534,8	1 741,6	+ 206,8 + 13,5 %
	Autres progr.	152,8	150,2	-	152,8	150,2	-

Source : projets annuels de performances 2019. Dotations sans attribution de produits ni fonds de concours.

Comme cela a été vu précédemment, une large partie des nouveaux moyens ira au financement des TGIR et autres infrastructures de recherche. Néanmoins, le MESRI prévoit bien 35,5 millions d'euros supplémentaires en 2019 pour permettre aux organismes de recherche d'améliorer la carrière de leurs personnels chercheurs, ingénieurs et techniciens, notamment par la mise en œuvre du « parcours professionnel, carrières et rémunérations » et par la compensation financière de l'augmentation de la CSG. Et 25 autres millions d'euros compléteront les moyens de fonctionnement des laboratoires. Une partie de ces coûts est couverte par la revalorisation des dotations inscrites en loi de finances pour 2019. Le complément devrait être assuré par les marges de gestion que la direction générale de la recherche et de l'innovation du MESRI entend dégager sur le programme 172.

De fait, les prévisions reflètent les marges de manœuvre dont disposent ces deux ministères sur l'ensemble de leurs budgets. Chaque ministère répartit les crédits en fonction des moyens qui lui ont été accordés. Or, le cadrage budgétaire est autrement plus restrictif pour le ministère de la transition écologique et solidaire et ses opérateurs que pour le MESRI.

En 2018, le MTES a cependant obtenu qu'à l'instar des opérateurs du MESRI, ses organismes de recherche ne subissent qu'une mise en réserve de 3 % sur leurs crédits d'intervention au lieu des 8 % habituels. Malgré le durcissement parallèle de la mise en réserve des crédits de fonctionnement, cette décision leur a offert une marge financière supplémentaire qui a été appréciée par tous.

Le MESRI a indiqué que **cet allègement de la réserve budgétaire serait reconduit en 2019** pour l'ensemble des organismes de recherche, quelle que soit leur tutelle, mais dans une proportion moins généreuse. Lui-même maintiendra l'actuel taux de 3 % en prévoyant de compenser le manque à gagner pour le budget de l'État sur d'autres lignes de dépenses. Il ignore si le MTES a prévu, ou pourra, procéder de même.

Au demeurant, la plus grande difficulté soulignée par les organismes est **le manque de visibilité sur l'évolution de leurs moyens budgétaires à moyen, voire à court terme**. Ils ont besoin de promesses financières stables et assurées pour programmer des projets de recherche s'inscrivant souvent sur plusieurs années, et pour attirer les compétences nécessaires. Or, les exemples du CEA et de l'IFPEN montrent que l'État n'hésite pas à revenir sur ses engagements pluriannuels.

Cela étant, auditionnée par votre rapporteur pour avis, la direction en charge de la recherche au MTES a témoigné d'**une exécution budgétaire remarquablement « tranquille » en 2018**, sans rabot, surgel ou retard. Cela lui donne de meilleurs espoirs pour sa planification budgétaire.

Il est certain que de telles incertitudes ébranlent davantage les structures les plus modestes. De ce point de vue déjà, **les projets de rapprochement de certains opérateurs** – telle la fusion de l'IRSTEA et de l'INRA en discussion avancée, qui pourrait intervenir en 2020, ou celle qui est envisagée entre l'IFSTTAR et le Consortium I-Site, mobilisé sur le projet FUTURE de création de la nouvelle université Gustave Eiffel à Marne-la Vallée – devraient leur assurer une meilleure résistance aux aléas budgétaires.

Ils sont une réponse au reproche du Haut Conseil de la recherche sur la complexité de la gouvernance des organismes publics, souvent trop petits.

Ces rapprochements-fusions apparaissent également à votre rapporteur pour avis comme **une opportunité pour renforcer la coordination de la recherche nationale dans un contexte où il importe plus que jamais d'optimiser les dépenses**, voire d'investir l'argent public là où il sera le mieux employé.

Chaque opérateur a bien évidemment développé au fil du temps une approche spécifique des sujets qui fait son originalité, sa valeur ajoutée : par exemple, sans être enfermé dans une recherche purement fondamentale, le CNRS travaille plutôt les questions très amont ; le CEA, les connaissances appliquées et l'IFPEN, les innovations technologiques. Leurs découvertes constituent souvent

une chaîne de connaissances permettant de passer à l'étape suivante. Mais la répartition des rôles n'est pas si nette. Tous les opérateurs de recherche affirment – à juste titre – la nécessité de maintenir en leur sein une recherche fondamentale active pour ouvrir de nouvelles voies. Plusieurs organismes ont développé des expertises dans des domaines communs. Mais comment évite-t-on les doublons ? Comment articule-t-on ces divers travaux pour faire émerger plus rapidement des résultats opérationnels pour notre pays, une forme de retours sur les substantiels investissements nationaux accordés à la recherche publique ?

En s'attachant aux recherches sur les solutions hydrogène, votre rapporteur pour avis a relevé avec étonnement que le CNRS ne décompte pas moins de 513 ETPT travaillant sur les phénomènes liés à l'hydrogène, sans avoir l'assurance qu'ils échangent ou collaborent activement avec leurs homologues du CEA ou de l'IFPEN pour accélérer la mise au point des nouvelles technologies.

Interrogé sur cet enjeu, le CNRS a indiqué que la recherche menée en son sein sur l'hydrogène est structurée autour du Groupe de recherche (GdR) HySPaC (Hydrogène, systèmes et piles à combustible) qui réunit la communauté académique française sur les questions de production, de stockage et sur les grandes applications « stationnaires » et « mobiles » du combustible. HySPaC regroupe environ 400 chercheurs permanents du CNRS, du CEA et de l'IFSTTAR, ainsi que des universitaires et des industriels (EDF, AREVA, APERAM, Zodiac, GRTGAZ, Safran,...) en 106 équipes au sein de 71 laboratoires.

Le CEA confirme que les deux organismes ne travaillent pas exactement sur les mêmes créneaux mais dans une certaine continuité : le CNRS dispose d'équipements plus importants et pratique une recherche plus fondamentale ; avec 100 à 150 ETPT travaillant sur les NTE, le CEA travaille davantage sur les développements technologiques, la montée en puissance des projets et les transferts. Il a néanmoins proposé de créer ensemble, avec le financement de la Banque publique d'investissement, une plateforme (Initiative française sur l'hydrogène – IFHY) pour définir les axes prioritaires de travail, mutualiser les compétences, moyens techniques et plateformes de développement et de démonstration et pour assurer un continuum entre innovations scientifiques et technologiques et produits commerciaux, dans le but de développer la filière Hydrogène en France. Le CNRS n'a pas encore donné de réponse officielle ; leurs deux présidents sont cependant d'accord sur l'intérêt d'une coordination plus poussée entre eux. Mais l'institution scientifique qu'est le CNRS est-elle prête à accepter le chef de filat désigné du Commissariat ?

En attendant, le CEA se mobilise autour du projet H2LAB (dans le cadre du PIA 3 et du Grand programme d'investissement) qui s'attache à fédérer plus spécifiquement les travaux visant à améliorer la performance de la filière industrielle française.

De leur côté, le MESRI et l'ANR ont fait valoir que la Stratégie nationale de la recherche et sa déclinaison dans les appels à projets de l'agence favorisent une meilleure coordination des travaux des opérateurs publics dans la mesure où elles précisent les priorités portées l'État et font le tri entre les candidatures.

Les contrats d'objectifs et de performance des opérateurs doivent aussi s'inscrire dans cette stratégie, et inspirer en ce sens la programmation de leurs travaux. Les ministères compétents sont censés y veiller. Ils se concertent eux-mêmes régulièrement, notamment au sein du Comité opérationnel recherche.

Tous les organismes participent enfin aux alliances scientifiques (telles l'AllEnvi dans le domaine de la recherche environnementale ou l'Ancre, l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie) qui sont des lieux d'échanges propices à la coordination de leurs stratégies internes et de leurs principaux projets.

II. DEUX ATTENTES FORTES POUR LA RECHERCHE PUBLIQUE

A. LE DÉVELOPPEMENT DES SOLUTIONS HYDROGÈNE POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Dans son précédent rapport, votre rapporteur pour avis s'était intéressé à la façon dont la recherche publique française contribue à la construction d'un mix énergétique plus durable, quelles solutions technologiques elle développe, quelles réponses elle s'efforce d'apporter aux difficultés techniques et quels obstacles contrarient ou retardent la valorisation de ses innovations. Parmi les voies étudiées pour la transition énergétique, votre rapporteur pour avis a remarqué les potentialités offertes par les divers usages de l'hydrogène et les pistes prometteuses que semblaient explorer nos opérateurs de recherche. Il a souhaité creuser cette thématique.

On rappellera au préalable les grands objectifs poursuivis, qu'il s'agisse de réduction de la consommation des ressources énergétiques non renouvelables ou de limitation des émissions de gaz à effet de serre :

– ceux que l'Europe a assigné à la France : 23 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables en 2020 ; et une réduction de 20 % de ses émissions de CO₂ en 2020 par rapport à 1990 (et d'au moins 40 % en 2030) ⁽¹⁾ ;

– ceux que notre pays s'est donnés ⁽²⁾ : une consommation primaire d'énergies fossiles ramenée à 30 % en 2030 par rapport à la référence de 2012 ; 27 % d'énergies renouvelables dans sa consommation finale brute d'énergie en 2020, 40 % en 2030, ainsi que 40 % dans sa production d'électricité ; enfin une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et leur division par 4 entre 1990 et 2050.

L'hydrogène constitue un levier très intéressant pour atteindre ces objectifs.

1. Un combustible riche de possibilités

L'intérêt de l'hydrogène réside dans son abondance naturelle et dans la diversité de ses utilisations potentielles.

Il est en effet l'élément chimique le plus fréquent dans l'univers. Toutefois rarement présent à l'état pur sur notre planète, il doit être produit puis stocké avant d'être utilisé. Ses deux sources les plus accessibles sont les hydrocarbures et l'eau.

(1) Cf. la directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de ressources renouvelables ; et le Cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030, adopté en octobre 2014, que les députés européens proposent de réviser en 2018 en portant notamment le deuxième objectif à 37 % pour la France en 2030 par rapport à 2005.

(2) Cf. la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) définie par décret du 26 octobre 2016.

L'hydrogène n'est pas une source d'énergie mais **un « vecteur énergétique » très efficace**. L'énergie qu'il contient peut être récupérée soit en le brûlant (la combustion d'un kilogramme d'hydrogène libère trois fois plus d'énergie que celle d'un kilogramme d'essence ou de kérosène), soit par une pile à combustible (l'hydrogène couplé à un apport d'air et introduit dans la pile à combustible permet de produire de l'électricité). Dans les deux cas, l'opération **ne rejette que de l'eau**, ce qui réduit significativement le bilan de ses émissions de gaz à effet de serre, et aucune particule fine.

L'hydrogène n'est actuellement utilisé que pour ses propriétés chimiques, comme matière première dans le raffinage d'hydrocarbures, dans la production d'engrais et pour quelques autres usages (cimenterie, verrerie, *etc.*). Mélangé au CO₂ produit du méthane de synthèse, il peut également être utilisé comme combustible dans ces processus de fabrication.

Cette filière a un certain poids dans notre pays : la production d'hydrogène industriel représente plus de 900 000 tonnes par an, utilisé à 60 % dans la désulfurisation des carburants pétroliers, à 25 % dans la synthèse d'ammoniac et à 10 % dans la chimie.

Mais son bilan carbone est désastreux car il est produit à 94 % à partir d'énergies fossiles dans notre pays (gaz, charbon, hydrocarbures). Cette production est responsable de l'émission de 11,5 millions de tonnes de CO₂ en France, soit environ 3 % des émissions nationales.

Il y a donc **un premier enjeu de « décarboner » ces productions et les usages industriels qui en sont faits**.

Mais l'hydrogène comme vecteur énergétique présente d'autres **grands atouts économiques et environnementaux** qui ne sont pas exploités aujourd'hui. Ses propriétés permettent en effet **divers usages** selon la façon dont il est produit :

– Pour faire de la **chaleur** en l'injectant dans le réseau de gaz naturel, directement mélangé au méthane ou converti en méthane de synthèse après combinaison avec du CO₂ (le « *power-to-gas* »). Cela constitue une opportunité de réduction de l'utilisation de combustible fossile importé. Ce principe est à l'étude aux Pays-Bas, où il est même envisagé de remplacer les gaz naturels par l'hydrogène, mais aussi en France au travers des projets d'expérimentation GRHYD et JUPITER 1000 ;

– Comme **carburant** d'un véhicule à motorisation électrique (l'électricité étant produite par une pile à combustible directement dans le véhicule). Le transport étant responsable de près de la moitié des émissions polluantes en milieu urbain, la plupart des grandes villes ont en effet décidé de développer les transports électriques. Or, l'hydrogène pose moins de problèmes de matériaux et de recyclage que les batteries. De nombreux pays et industriels l'ont déjà identifié comme le carburant du futur.

Les solutions basées sur l'hydrogène compléteront au moins celles reposant sur une électrification « tout batterie », notamment pour les usages nécessitant des temps de rechargement rapides, de grands rayons d'action ainsi que pour les transports lourds ;

– L'hydrogène offre surtout **la solution la plus prometteuse pour le stockage longue durée de l'énergie**, notamment électrique, ce qui est le premier défi des systèmes de production renouvelable. En effet, l'intermittence de ces productions, leur pilotage limité et l'éparpillement des sources constituent des difficultés majeures qui ralentissent le développement des énergies renouvelables en l'absence de dispositifs collectifs et individuels capables de conserver les surplus pour répondre aux besoins en périodes creuses. Lorsque le taux d'énergies intermittentes sera élevé sur le réseau national, l'hydrogène pourra jouer un rôle clef dans sa stabilisation et dans l'intégration des différentes contributions.

Car les électrolyseurs permettent la conservation mais aussi la production d'énergie en inversant le processus pour **rendre l'électricité en fonction de la demande**. Avec les interconnexions qu'ils créeront entre les diverses sources de production grâce aux échanges d'hydrogène, ils offriront une flexibilité de pilotage du réseau électrique supplémentaire. Enfin, transportable, cet hydrogène pourra aussi bien répondre à la demande locale qu'être exporté vers d'autres zones en déficit. La relative facilité de la conversion de l'hydrogène en électricité ou en gaz (notamment du GNL pour les navires) ouvre même des **perspectives de diversification des emplois** selon les périodes et les besoins.

À plus court terme, les solutions hydrogène seront particulièrement utiles pour l'autonomie énergétique des zones non interconnectées (ZNI).

Toutefois, pour répondre pleinement aux défis des transitions environnementale et énergétique, **la production d'hydrogène doit être la moins carbonée possible**.

La meilleure voie consiste à produire de l'hydrogène à partir d'eau par la technique de l'électrolyse⁽¹⁾. Cette technologie existe déjà, mais elle présente encore un coût non compétitif par comparaison au vaporéformage d'hydrocarbure, fortement émissif de CO₂ (*cf. infra*).

Un autre enjeu sera d'utiliser une électricité elle-même produite sans utiliser les énergies fossiles.

Enfin, le dernier enjeu est d'améliorer sensiblement les performances technico-économiques de ses autres usages afin de rendre possible le développement de nouvelles filières industrielles.

(1) La technologie de l'électrolyse consiste à séparer une molécule d'eau (H₂O) en hydrogène (H₂) et en oxygène (O₂) par un apport d'électricité.

Quand ces technologies seront disponibles, non seulement elles se fonderont sur une ressource assez bon marché et accessible dans de nombreux endroits du monde, mais **elles permettront d'accélérer la décarbonation de plusieurs activités** dans l'industrie, la mobilité et les réseaux de gaz. C'est un objectif crucial pour inverser le processus destructeur du réchauffement climatique, et **d'autant plus urgent que l'autre option, consistant à soustraire du CO₂ de l'atmosphère, est complexe à mettre en œuvre**, extrêmement coûteuse et non dénuée d'effets pervers ⁽¹⁾.

2. Un axe de recherche soutenu par l'État

Depuis la loi sur la transition énergétique pour une croissance verte et sa traduction dans la stratégie nationale de recherche énergétique (SNRE), publiée fin 2016, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la stratégie nationale bas-carbone (SNBC), dont les révisions sont conduites en cette année, l'hydrogène est au cœur des priorités. ⁽²⁾

Ces travaux étaient déjà identifiés dans les orientations de la stratégie nationale de recherche de 2015, ainsi que dans la précédente programmation de l'ANR. Entre 2005 et 2010, celle-ci a financé les programmes PAN-H et H-PAC qui devaient structurer la communauté académique et industrielle de l'hydrogène. Le programme PAN-H travaillait sur les défis précédemment évoqués ; le programme H-PAC était surtout orienté sur les applications stationnaires. 89 projets ont été financés en six ans avec une aide de l'ANR de 100 millions d'euros sur un coût total de 194 millions d'euros.

Cependant, à l'issue des deux programmes, l'ANR a enregistré une réduction du nombre de candidatures aux appels à projets génériques : seuls 5 à 8 projets par an ont été financés sur les six dernières années, pour des montants d'aide annuelle variant entre 2 millions d'euros et 3,8 millions d'euros. 60 % concernaient les verrous des piles à combustible, 30 % les problématiques de l'électrolyse, le reste portant sur le stockage et les méthodes de caractérisation. La moitié des projets se sont attachés à explorer des voies de rupture, comme les approches bio-inspirées ou utilisant le vivant (bio-électrolyse) ou photo-électrochimique (photo-électrolyse de l'eau) pour la production propre d'hydrogène.

Globalement, ces projets financent une recherche « amont », principalement portée par des équipes de recherche publique. 25 % des projets étaient déposés avec des entreprises et 20 % avec des partenaires internationaux.

(1) Cf. l'article du Monde daté du 1^{er}-2 novembre 2018, Climat : le pari des « émissions négatives ».

(2) La première orientation de la SNRE, liée aux thématiques transformantes clés pour la transition énergétique, vise explicitement la piste hydrogène en matière de systèmes de mobilité (paragraphe 1.1.1.3), de stockage et l'électrolyse (paragraphe 1.2.1.2) et d'intégration des différents vecteurs énergétiques dans le réseau (paragraphe 1.2.1.3).

Cette première période de soutien aux recherches sur l'hydrogène a produit des résultats de grande qualité, mais **ils ont manqué de relais industriels**.

Aussi, dans le cadre de la révision 2018-2028 de la programmation pluriannuelle de l'énergie, un **rapport** a-t-il été demandé par l'État à la DGEC ⁽¹⁾ et au CEA afin de définir une stratégie d'innovation et de déploiement de l'hydrogène en France. Il a été élaboré sur la base d'une enquête conduite en 2017 auprès d'un large ensemble de partenaires industriels et remis en juin 2018. Les auteurs de ce rapport réaffirment que la compétitivité durable des filières liées à l'hydrogène « vert » reposera sur des échanges étroits entre les acteurs en recherche et développement et les industriels qui déploieront les nouveaux procédés. Cela suppose une accélération des transferts de technologie issus de la recherche, ainsi que la construction d'une vision à plus long terme favorisant l'émergence de ruptures technologiques, tout en restant cohérente sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

C'est l'objet de la « **feuille de route recherche** » actuellement en préparation avec les contributions du CEA, du CNRS, de l'ANCRE et des agences de financement, l'ANR et l'ADEME.

En parallèle, le ministère de la transition écologique et solidaire a présenté, le 1^{er} juin, un **plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique qui s'adresse surtout aux industriels** concernés par ces évolutions.

Le plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique du MTES

Le MTES part du constat que des soutiens à la recherche et développement ainsi qu'à la démonstration existent déjà, mais qu'il n'y a pas d'outil spécifique pour accompagner les premiers déploiements industriels ou territoriaux de l'hydrogène décarboné. Le plan vise donc à combler ce manque. Composé de 3 axes correspondant à 3 grands usages, il propose une approche en plusieurs temps.

1. Le premier résultat visé est le « **verdissement** » des usages industriels existants, avec un objectif de 10 % d'hydrogène décarboné en 2023 et de 20 à 40 % en 2028.

Depuis 2010, les innovations technologiques ⁽²⁾ ont déjà permis de diviser par quatre les coûts de la production par électrolyse. L'hydrogène ainsi produit revient aujourd'hui aux environs de 4 à 6 €/kg ⁽³⁾, un prix qui commence à le rendre crédible pour les utilisateurs. Les experts pensent que la poursuite des recherches permettra d'atteindre un prix de 2 à 3 €/kg à l'horizon 2028, ce qui serait comparable au prix actuellement payé par les plus gros consommateurs industriels (de 1,5 à 2,5 €/kg). Mais le MTES mise également sur les économies d'échelle que dégagera le développement en grande série d'électrolyseurs.

(1) Direction générale de l'énergie et du climat du MTES.

(2) Il s'agit de l'électrolyse par membrane à échange de protons (PEMFC) et alcaline qui est aujourd'hui la plus aboutie ; mais la technologie à haute température, actuellement étudiée, est encore plus prometteuse.

(3) Pour une durée d'utilisation de 4 000 à 5 000 heures par an et un coût de l'électricité autour de 50 €/MWh.

Aussi la phase d'amorçage du plan s'attachera-t-elle à soutenir la maturation des nouveaux électrolyseurs et leurs premiers déploiements jusqu'à atteindre un stade de cumul de centaines de MW représentatif des futurs usages.

Quant aux industries ayant un usage moins intensif quoique stable, elles représentent un marché immédiatement accessible pour de l'hydrogène produit localement, dans la mesure où le combustible qu'elles doivent faire venir leur revient à 8 à 20 €/kg. Estimé à 200 000 tonnes par an, ce marché économiserait la génération de 2 millions de tonnes de CO₂ chaque année. Mais il ne se développe pas en raison des investissements nécessaires et des risques technologiques industriels résiduels.

Le plan doit contribuer à lever ces difficultés en mettant en place **un soutien à l'investissement des industriels dans l'acquisition d'électrolyseurs.**

2. En capitalisant sur ces développements, le MTES pense qu'il sera **alors possible de développer les nouveaux usages** :

– Les usages liés à **la mobilité**, d'abord autour de flottes captives ne nécessitant que des infrastructures de charge réduites.

De nombreux projets de flottes de véhicules professionnels légers voient déjà le jour dans les territoires.

En raison d'un effet volume encore limité, le coût total de possession d'un véhicule hydrogène reste supérieur à celui des équivalents thermiques (entre 20 % et 50 %). À l'horizon 2030, grâce notamment aux progrès espérés de l'électrolyse, l'hydrogène décarboné distribué en station devrait être à un niveau de prix comparable (< 7 €/kg) au coût de l'énergie pour un véhicule diesel. Ces avantages se retrouvent surtout dans certains transports lourds (routier, ferroviaire et fluvial) pour lesquels le poids, l'encombrement et l'énergie embarquée des batteries « tout électrique » restent pénalisants. Les recherches doivent donc se poursuivre pour développer une gamme de véhicules lourds ou d'autres modes de transport (bateaux, trains, avions) utilisant l'hydrogène. Le plan recommande notamment d'**étudier la place de l'hydrogène dans le verdissement du parc ferroviaire.**

Le plan s'attachera quant à lui à **aider la mise en place de projets territoriaux pilotes** sous forme d'avances remboursables pour les stations de recharge et d'aide à l'acquisition de véhicules professionnels ou de transports collectifs de personnes.

Une mission d'accompagnement de ces projets est parallèlement confiée à l'ADEME ;

– Et lorsque le besoin apparaîtra, le **stockage massif intersaisonnier de l'énergie renouvelable** dans le réseau gazier, avec un nouveau mode de pilotage du réseau électrique.

Ce type de besoin émerge déjà dans les pays où les énergies renouvelables occupent une part importante et pour les réseaux isolés. En France, les zones non interconnectées (ZNI) sont très concernées par ces problématiques.

Le plan prévoit donc **des aides pour des projets hybrides** (associant plusieurs usages de l'hydrogène) dans ces territoires. Les premières expérimentations et premiers déploiements de services au réseau électrique qui y seront développés serviront de pilotes pour d'autres pays.

Il est parallèlement demandé aux acteurs du réseau d'étudier les services que les électrolyseurs pourraient déjà apporter en métropole ;

– Ainsi que le recours au « *power to gas* », procédé qui pourrait contribuer à la fois à la réduction des émissions de CO₂ du système gazier et à une plus grande indépendance énergétique de notre pays.

Un groupe de travail avec les industriels concernés doit préciser les données technologiques et les mesures réglementaires qu'il convient de mettre en œuvre pour permettre l'injection d'hydrogène dans les infrastructures gazières et les installations qui y sont connectées, avec une première restitution fin 2018.

Pour la réalisation du plan, ou plus précisément pour le financement des trois catégories d'aides qui feront l'objet d'appels à projets de l'ADEME, le Gouvernement a promis 100 millions d'euros dès l'année 2019, *via* un fonds confié à l'agence. Si les premiers déploiements sont concluants, l'objectif du MTES est d'apporter ensuite un financement régulier de 100 millions d'euros par an en faveur de l'hydrogène jusqu'à ce que le marché des électrolyseurs atteigne son autonomie.

Même s'ils ne concernent pas directement la recherche publique, votre rapporteur constate que **tous ces moyens ne sont pas au rendez-vous**. 50 millions d'euros devraient être mobilisés, en avances remboursables, sur le PIA 3. Mais l'ADEME n'apportera de son côté que 20 millions d'euros, pris au demeurant sur sa trésorerie et **non versés par le budget de l'État**.

Une fois encore, votre rapporteur pour avis constate qu'il y a loin entre les promesses gouvernementales et leur concrétisation.

Quoi qu'il en soit, l'ADEME a lancé en octobre le premier appel à projets du plan sur les trois prévus. Il vise les « écosystèmes de mobilité hydrogène », c'est-à-dire les consortiums qui s'organisent pour, simultanément, produire et distribuer de l'hydrogène dans leurs territoires et développer les usages locaux de véhicules de transport de personnes ou de marchandises. Les usages qui seront financés sont les flottes professionnelles. Par ailleurs, le plan confirme la poursuite des aides aux travaux de recherche et développement *via* l'ANR ou l'ADEME, notamment pour les démonstrateurs « *power to gas* » et pour l'innovation des véhicules terrestres.

De fait, en parallèle et au-delà ce plan, l'État continue d'apporter des **financements** à la recherche sur les solutions hydrogène. Outre les dotations allouées aux opérateurs et les allègements fiscaux en faveur de l'innovation privée, mais qui ne sont pas fléchés, toutes ses agences de financement sont mobilisées :

• **L'ANR maintient ses aides financières**, sans que le budget pour 2019 ne propose de renforcement particulier – au moins jusqu'à la finalisation de la feuille de route recherche ?

Ainsi, l'axe de l'appel à projets générique consacré à la recherche pour la transition énergétique (avec une dotation de 18,3 millions d'euros prévue en 2018) mentionne toujours explicitement l'hydrogène-énergie et les piles à combustible, sans toutefois qu'une enveloppe ne leur soit spécialement affectée. Les projets plus ciblés sont des coopérations européennes :

– Un appel à projet franco-allemand entre l'ANR et le BMBF (ministère allemand de la recherche), couvrant les thématiques du stockage de l'énergie (dont le stockage sous forme d'hydrogène et son utilisation dans les PAC) et des réseaux énergétiques intelligents ; la participation d'entreprises françaises et allemandes aux projets est exigée. L'ANR prévoit un budget de 4 millions d'euros ;

– Un appel à projets multilatéral européen, *Solar-driven chemistry*, sur la voie exploratoire des fuels solaires, dont la production directe d'hydrogène (par photo-électrolyse). L'ANR prévoit un engagement financier de 1 million d'euros pour financer les partenaires français des projets sélectionnés.

Il est vrai que si la France a une avance reconnue sur certaines technologies, les autres pays ne ménagent pas leurs investissements. Il serait contreproductif de construire de nouvelles filières industrielles, dans des secteurs très concurrentiels et avec des acteurs qui ont souvent une dimension internationale, sans tenir compte des progrès mondiaux.

La recherche sur les solutions hydrogène dans le monde

Au niveau de l'Europe, l'hydrogène fait partie des axes de développement et certains pays comme l'Allemagne considèrent la filière comme très prometteuse. Une entreprise commune a été mise en œuvre dans le cadre de la stratégie communautaire H2020, nommée FCH JU ⁽¹⁾ en 2009, avec une suite en 2014 (FCH2 JU).

Le programme pluriannuel de la FCH2 JU s'articule autour de 5 axes visant à diminuer les coûts et améliorer les performances des piles à combustible et de l'électrolyse de l'eau, à démontrer à grande échelle la faisabilité de l'usage de l'hydrogène pour soutenir l'intégration des énergies renouvelables et à réduire l'utilisation des matériaux critiques.

La FCH2 JU a lancé 4 appels à projets depuis 2014. 393 millions d'euros ont financé 73 projets répartis entre les thématiques Transport (191 millions d'euros) et Énergie (202 millions d'euros). Avec **53 millions d'euros** perçus depuis son lancement, la France est le troisième pays bénéficiaire. L'Allemagne a reçu un niveau d'aide plus important (109 millions d'euros) car **sa filière hydrogène est à un niveau de démonstration plus avancé** (des PME développent déjà des catalyseurs pour l'industrie chimique).

Le secteur privé a bénéficié de 75 % du budget, les académiques (RTO et Universités) environ 20 %, et les opérateurs publics, de l'ordre de 5 %.

(1) Fuel cells and hydrogen joint undertaking ou piles à combustible et hydrogène.

Au niveau mondial, l'hydrogène est également vu comme un maillon clé de la transition énergétique, mais les forces semblent encore dispersées. L'*Hydrogen Council*, qui regroupe les 18 groupes majeurs du secteur industriel de l'hydrogène, a toutefois présenté une étude à la COP23 dont les conclusions affirment que l'hydrogène pourrait contribuer à l'objectif de réduction des émissions de CO₂ à hauteur de 20 % à l'horizon 2050.

Ces travaux ont permis d'alimenter les réflexions menées à Malmö en mai 2018 entre les représentants de l'Union européenne et ceux des 23 pays participant à « Mission Innovation » sur la transition énergétique. Cette dernière a décidé de créer un huitième challenge innovant sur l'hydrogène propre et renouvelable. Ce challenge doit permettre d'initier et fédérer des actions de recherche au niveau international ainsi que des actions de démonstration à grande échelle *via* des partenariats publics-privés. Il sera connecté au challenge 3 dédié à la capture et au stockage de CO₂, au challenge 4 dédié aux bioénergies et au challenge 5 dédié aux carburants solaires (photosynthèse artificielle). Un lancement effectif des travaux est prévu début 2019. L'Australie devrait en être le pilote, la France l'un des membres.

• **L'ADEME est mobilisée à plusieurs niveaux :**

– Pour favoriser les échanges et l'émergence des initiatives dans le domaine, l'agence a créé en 2009 la plateforme HyPac, qui a été remplacée en 2018 par l'organisation professionnelle AFHYPAC ;

– Dans le cadre de son budget Recherche, elle a financé depuis 2006 22 projets de « démonstrations en conditions réelles » pour un coût total de plus de 18 millions d'euros. Le périmètre des projets est très variable, allant de petits projets dédiés à l'intégration d'une pile à combustible pour une alimentation électrique d'équipement en haute montagne à des expérimentations de démonstration en taille réelle d'un *cluster* de mobilité hydrogène. La mobilité hydrogène (du vélo aux flottes), les technologies de piles à combustible et des membranes, la compression et la durée de vie des piles ont ainsi pu être étudiées en associant un grand nombre d'acteurs de la recherche et d'industriels.

La répartition des projets entre les deux agences se fait selon le niveau de maturité (TRL) des technologies étudiées ou expérimentées : les plus faibles (TRL<4), et les moins innovantes s'adressent à l'ANR ; les niveaux compris entre 4 et 7 à l'ADEME ;

– Et dans le cadre des programmes d'investissements d'avenir, elle a retenu 10 projets depuis 2012, 4 concernant le domaine « Hydrogène et piles à combustible » et 6 le domaine « Stockage et conversion de l'énergie », pour des coûts totaux de, respectivement, 100 millions d'euros et 69 millions d'euros. La moitié d'entre eux sont dédiés à des **programmes de démonstration** : soit pour une démonstration préindustrielle de production d'hydrogène bas carbone sur une unité de reformage de méthane à la vapeur (SMR), soit pour des démonstrations d'unités *power to gas*, soit pour une démonstration de distribution d'hydrogène issu du vaporéformage de biogaz. Le reste des projets se divise entre de nouvelles

approches du stockage ou de nouvelles voies pour la fabrication de piles à combustible ou d'électrolyseurs.

On rappellera enfin que l'ADEME avait été associée à l'appel à projets « Territoire hydrogène » ouvert en 2016, qui s'adressait surtout aux porteurs d'innovation privés. 39 projets ont été retenus ; l'agence ne leur offrait pas de financement direct, mais une labellisation avant de les orienter vers les différents guichets publics (européens, nationaux ou locaux). La majorité a trouvé des financements.

• **Peuvent également intervenir BPI France et les autres agences** chargées des programmes d'investissement d'avenir. Les projets relevant d'un financement par BPI France ont cependant des finalités plus industrielles. Elle est en particulier concernée par les projets relatifs à la filière automobile, dont le dernier contrat stratégique a explicitement abordé la question de l'hydrogène, en juin dernier.

3. Des opérateurs de la recherche publique impliqués

Le MTES « s'investit » donc dans l'accélération du déploiement des solutions hydrogène. Il n'en demeure pas moins qu'un certain nombre de technologies et d'applications n'ont pas encore atteint les niveaux de maturité et de développement technique souhaités en termes de durabilité, de performance, d'intégration aux systèmes et de coût. **Des actions de recherche et développement supplémentaires sont nécessaires pour leur aboutissement**, pour s'attaquer aux verrous, voire imaginer de nouvelles solutions, qu'il s'agisse par exemple d'affiner les procédés de production d'hydrogène vert, d'évaluer les conditions de température et de pression envisageables pour son stockage ou de développer tout une gamme de moyens de transport lourds fonctionnant à l'hydrogène. La pleine maîtrise des risques que présente l'usage de l'hydrogène est aussi un sujet d'études approfondies.

Au niveau français, les forces de recherche sont majoritairement localisées au CNRS, au CEA et à l'IFPEN :

– La participation du CEA au rapport sur le déploiement des solutions hydrogène pour la transition énergétique et le Plan Hydrogène l'ont conforté dans une position assez naturelle de chef de file.

Le CEA a en effet engagé très tôt des programmes significatifs dans le but de développer une propriété intellectuelle sur la filière hydrogène et les piles à combustible, en développant ses recherches sur l'ensemble de la filière. Il collabore aussi à plusieurs travaux européens. Le Commissariat dispose en outre d'une ligne de production d'assemblage membrane-électrode de taille préindustrielle pour la technologie basse température. Plus largement, il dit avoir les capacités de promouvoir des recherches de rupture dans le domaine, de

développer les innovations jusqu'au stade industriel, mais aussi de répondre à des besoins industriels spécifiques.

Son premier atout est son **avance technique dans l'électrolyse haute température** qu'il développe depuis une dizaine d'années. Celle-ci présente **de nombreux avantages** : elle diminue les coûts de production de l'hydrogène de 15 % et permet d'atteindre un rendement de 80 à 95 %, très supérieur aux meilleures technologies d'électrolyse existantes ⁽¹⁾. La température nécessaire au fonctionnement du système peut être amenée par n'importe quelle source de chaleur (rejet de l'industrie, incinérateur, *etc.*). Et la réversibilité de l'électrolyseur est un élément de flexibilité du système électrique ; il offre même la possibilité de fonctionner en co-électrolyse pour produire du gaz de synthèse.

Les travaux du CEA sur les solutions hydrogène

1. Le CEA maîtrise aujourd'hui cette technologie d'électrolyse haute température à l'échelle de quelques kilowatts.

Pour répondre aux enjeux climatiques, il propose une **feuille de route ambitieuse** avec comme objectif une production d'hydrogène à un coût compétitif (<2 €/kg H₂) sur des usines de taille industrielle à **échéance 2026**. Pour être économiquement rentable, la taille minimum de cette usine est estimée à 300 MW, soit l'alimentation de 500 000 véhicules par an ou le stockage d'hydrogène en soutien d'une centrale de production d'énergie renouvelable de 1 GW.

L'enjeu est donc de passer de la dizaine de kilowatts à 300 mégawatts en huit ans. Réussir cette industrialisation suppose deux étapes :

– La première consiste à maîtriser la fabrication, d'ici 2021, d'un prototype industriel de 300 kW. C'est avant tout une étape de consolidation des procédés existants et de mise à l'échelle de plusieurs composants. Les modules de ce prototype seront réalisés dans l'atelier pilote en cours de réalisation dans le pôle hydrogène du CEA-Grenoble. Il faudra lever des verrous technologiques, mais aucun verrou scientifique majeur n'est identifié à ce jour ;

– La deuxième étape consistera à passer de 300 kW à 2 MW d'ici 2023, en réunissant une quinzaine de modules élémentaires dans un démonstrateur industriel. Elle nécessitera l'utilisation d'une ligne pilote, capable de produire des piles à haute cadence, de manière fiable et reproductible, **préfigurant une ligne industrielle**. Cette étape permettra de tester la modularité de la technologie du CEA ; des outils d'automatisation et des contrôles de procédé seront développés tout au long de la chaîne de fabrication. Le retour d'expérience sera fondamental pour concevoir la future ligne industrielle capable de produire quelques milliers de piles par an.

2. Au-delà de ces travaux, le CEA mène également des recherches à propos :

– des réservoirs d'hydrogène à haute pression (700 bars). Ainsi, le Commissariat a travaillé avec l'entreprise française Raigi à l'élaboration d'**un réservoir qui devrait prochainement être homologué** et pourra être utilisé pour les véhicules. Certaines équipes travaillent aussi sur le stockage solide (par hydrure) ;

(1) 60 à 70 % pour les électrolyseurs PEM ou alcalins.

– des piles à combustible (cœurs de pile basse température et piles à combustible haute température notamment), avec l’obtention de forts taux de conversion. L’équipementier automobile Faurecia se montre très intéressé. Plus en amont, le CEA travaille aussi avec l’Institut de Biosciences et biotechnologies de Grenoble à trouver des matériaux de substitution au platine, catalyseur utilisé par les piles à combustible (la piste du cobalt est allée jusqu’au démonstrateur) ;

– du pilotage des réseaux avec des productions électriques intermittentes et une gestion des stockages selon le profil de charge des consommateurs. Le CEA imagine par exemple que les gros consommateurs industriels comme les cimentiers pourraient revaloriser le CO₂ qu’ils capteraient *via* l’électrolyse de l’hydrogène plutôt que de le rejeter. Mais **le Commissariat n’aurait pas encore trouvé de partenaire industriel pour cette piste.**

– Le CNRS a, quant à lui, une expertise historique sur les différentes thématiques hydrogène et piles à combustible, et pilote 513 ETPT travaillant dessus dans ses unités de recherche, soit respectivement 13 % et 11 % des effectifs mobilisés sur les secteurs de l’énergie.

Les 106 équipes constituant le GdR HySPàC (*cf. première partie*) interviennent sur la production d’hydrogène économe en CO₂, sa purification et son stockage gazeux ou solide, sur les différents constituants des cœurs de cellules (membranes polymères, électrolytes céramiques, catalyseurs, couches de diffusion, plaques bipolaires, *etc.*) et les systèmes (auxiliaires, gestion électrique, modélisation, diagnostic, hybridation, *etc.*) impliqués dans les piles à combustible basse température et haute température et dans l’électrolyse de l’eau.

Et pour lever les verrous restants, tels que la tenue au cyclage, la fiabilité du système ou la température de fonctionnement, sont envisagés des travaux en amont sur l’ensemble des technologies liées à l’hydrogène, pour notamment proposer à terme de nouveaux matériaux et concepts pour les futurs moyens de production et de stockage ou les nouvelles générations de piles, ainsi que de nouveaux outils de diagnostic puis de pronostic permettant de rendre les systèmes plus efficaces et durables.

Les laboratoires travaillant sur les usages (comme la plateforme FCLAB) sont équipés en bancs d’essais applicatifs de longue durée pour les applications stationnaires et mobiles en tous milieux, pour le couplage aux énergies renouvelables et pour les auxiliaires comme les compresseurs et convertisseurs.

– S’appuyant sur son expertise et les procédés qu’il a développés dans la chimie et le raffinage des hydrocarbures, **l’IFPEN explore d’autres approches technologiques** qui pourraient être associées à différents stades de la chaîne Hydrogène.

Les travaux de l'IFPEN sur les solutions hydrogène

1. Au stade de la production :

– L'institut a développé des technologies permettant de capter le CO₂ généré par le réformage du méthane (tels le procédé de captage post-combustion DMX™ qui est au stade de la démonstration industrielle ou celui d'oxy-combustion, avec un pilote en cours de construction en Chine dans le cadre du projet H2020 CHEERS) ;

– Il travaille sur la production d'un hydrogène issu d'un biogaz. Celui-ci peut être produit par une gazéification de biomasse selon son procédé BioTfuel ; il peut ensuite être purifié en biométhane par une technologie IFPEN, développée et testée dans le démonstrateur BIOMET qui injecte ce biométhane dans le réseau GRDF depuis mars 2017 ; le biométhane sert alors à la production d'hydrogène associée au dispositif de captage ;

– Une autre forme de production d'hydrogène vert est de convertir du bioéthanol par combinaison avec de l'eau comme dans son procédé Hyradix ;

– L'IFPEN étudie également la production naturelle d'hydrogène et sa possible exploitation. Mais de nombreux verrous restent à lever.

2. Au stade du stockage : les savoir-faire et outils développés par l'IFPEN pour l'exploration et la production d'hydrocarbures peuvent être utilisés pour modéliser la tenue mécanique des réservoirs, simuler l'interaction entre l'hydrogène et la paroi de la cavité, évaluer les transformations potentielles des minéraux composant les roches, ainsi que les risques de corrosion et dégradation des métaux et matériaux des ouvrages.

3. S'agissant de la conversion de l'hydrogène en méthane, le CO₂ nécessaire peut avoir été capté sur une production industrielle, ou en e-fuel ou fuel synthétique. Une fois la méthanation engagée, il est ensuite possible de produire un précurseur de carburant par une synthèse chimique de type Fischer-Tropsch, maîtrisée par les équipes IFPEN. D'autres voies existent à base de procédé de *Biomass To Liquide* (BTL de type BioTfuel) avec de l'hydrogène vert.

4. Enfin, concernant les usages, l'institut travaille en complémentarité avec le CEA, non sur les piles à combustible, mais sur les questions liées et la mobilité, comme la sécurité des batteries ou l'utilisation de l'hydrogène pour alimenter une pile à combustible, un système de combustion interne, pour améliorer les performances d'une combustion au gaz naturel ou au biogaz ou d'une bicarburant essence-gaz naturel – comme dans le procédé CIGAL développé par IFPEN et testé sur des flottes de véhicules.

– L'INERIS, enfin, ne recherche pas d'innovation, mais il accompagne ceux qui les découvrent et les développent pour anticiper les risques qu'elles peuvent porter. Il a ainsi mis au point des tests sur les batteries.

Il est également associé aux travaux d'un démonstrateur GRHYD lancé à Dunkerque par ENGIE pour tester l'injection d'hydrogène dans le réseau de gaz de la ville.

Auditionné par la Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire le 10 octobre dernier, l'institut a reconnu que **les nouvelles technologies de l'hydrogène présentent des risques mais considère qu'ils peuvent être maîtrisés.**

Le responsable de la recherche à l'ADEME partage aussi cette confiance dans la sécurisation des nouveaux procédés et usages.

4. Et quelques grands acteurs industriels

L'ANR constate que si les recherches antérieures ont manqué de relais industriels, **aujourd'hui, au contraire, les entreprises concernées montrent un réel intérêt pour les nouvelles technologies.**

Le renchérissement des quotas carbone peut avoir une influence ; peut-être en est-il de même de la responsabilisation de la filière automobile française à l'occasion de la négociation de son dernier contrat stratégique – quoique tous les grands constructeurs mondiaux se sont emparés du sujet face aux limites du modèle « tout électrique ». Mais la crédibilité des solutions techniques déjà mises au point, l'association des acteurs économiques à l'élaboration et à la mise en œuvre du plan Hydrogène – une démarche qui n'a jamais été entreprise pour le photovoltaïque –, la prise en compte de leurs contraintes de coûts, la mobilisation de moyens d'État pour déployer des démonstrateurs d'envergure et amorcer le marché en investissant dans les premiers électrolyseurs et les premiers projets territoriaux, ont également fortement joué.

Le plan Hydrogène cite quelques industriels qui se sont d'ores et déjà positionnés sur cette piste : entre autres, Faurecia, le cimentier VICAT, SAFRAN, le leader mondial de la motorisation des avions commerciaux moyen-courriers et des hélicoptères, qui voient en l'hydrogène une solution pour réduire leur empreinte écologique, mais envisagent aussi les possibilités de diversification qu'offrent les nouvelles technologies (vente locale d'électricité, nouvelles applications commerciales...).

Certains des grands groupes disposent de forces de recherche significatives qu'ils peuvent mobiliser, ou mobilisent déjà sur diverses voies :

– SAFRAN a ainsi conçu un système de piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène pour alimenter les équipements non-propulsifs des aéronefs en vol et au sol. Avec les aides du PIA et de BPI France, il a entrepris son déploiement dans les avions existants. Il a enfin inscrit dans sa feuille de route technologique l'extension de l'utilisation de l'hydrogène au système propulsif dans des configurations associant thermique et électrique. Cela suppose la mise au point de piles plus puissantes et de solutions d'emport d'hydrogène en volumes plus importants ;

– Faurecia développe avec les grands centres de recherche, comme le CEA ou le Collège de France, des solutions de rupture sur les principaux composants des piles à combustible et sur les performances système.

Le MESRI évoque également Air Liquide, Total, Michelin, ainsi que des ETI/PME comme SymbioFCCell (pile à combustible GENPAC) ou Mc Phy (solution de stockage stationnaire sous forme d'hydrure), ou des *start-ups* comme Sylfen.

Parmi les acteurs privés s'investissant dans la piste de l'hydrogène, votre rapporteur pour avis a rencontré l'énergéticien ENGIE. Le gazier vient de créer une *Business Unit* Hydrogène pour développer son activité Hydrogène vert dans le monde entier. Car il est convaincu que ce combustible aura une place de choix dans le mix énergétique de demain et que **notre pays sera au rendez-vous si le soutien public aux premiers investissements est à la hauteur**. Il souligne que, sur ce plan, d'autres pays, comme l'Allemagne, l'Australie ou le Japon, sont actuellement plus avancés.

En tout état de cause, ENGIE pense que c'est le moment d'investir ces secteurs dans la mesure où le développement de l'énergie solaire pourrait s'accélérer avec la baisse des prix, que les solutions hydrogène, leurs performances et leurs coûts évoluent vite et que **l'on dispose des techniques pour transporter l'hydrogène produit sur de longues distances**⁽¹⁾. L'entreprise se prépare aux exportations internationales en travaillant sur la conversion d'un échangeur de méthane à La Fos.

ENGIE est déjà en position de **tester l'injection de l'hydrogène vert dans les réseaux gaziers** et les diverses installations connectées (habitat, tertiaire et mobilité) grâce à son démonstrateur GRHYD lancé le 11 juin à Dunkerque.

Elle soutient également des projets de recherche et développement sur deux points cruciaux : les piles à combustible de grande puissance (de 1 MW) et le stockage de gros volumes. Elle travaille avec l'INERIS et les services pompiers sur les différentes questions de sécurité. ENGIE collabore par ailleurs avec le CEA sur l'amélioration des techniques d'électrolyse. Ils construisent ensemble des programmes de recherche et vont ouvrir leur partenariat à d'autres investisseurs français, sachant que ces travaux représentent un investissement de 50 millions d'euros.

Avec le CEA encore et d'autres acteurs scientifiques ou industriels, l'entreprise participe à H2Lab pour favoriser l'émergence d'une filière française de l'hydrogène. En complément de cette démarche, elle travaille avec les acteurs territoriaux, à travers des pôles de compétitivité, et construit avec Cap Énergie un futur pôle d'excellence qui formera les compétences techniques et opérationnelles nécessaires. ENGIE est donc elle-même très impliquée, mais elle rappelle **que les investissements sont si lourds qu'elle ne pourrait avancer seule**.

Elle conseille en particulier aux organismes de recherche français **de ne pas s'éparpiller**, mais de savoir regarder les meilleures technologies déjà existantes dans le monde pour accélérer les progrès.

(1) La liquéfaction de l'hydrogène exigeant des températures de -250° est encore chère ; mais le Japon vient de s'y lancer. Une autre option est son captage par des molécules carbonées, pour être libéré après son transport, un procédé déjà expérimenté par l'Allemagne et le Japon. Une troisième est une technologie en progrès de captation sur silice associée à l'eau.

ENGIE recommande enfin une adaptation du cadre réglementaire pour qu'il soit incitatif et stable, ou au moins équivalent aux avantages dont bénéficient les véhicules à batterie électrique.

5. Les résultats attendus et les difficultés rencontrées

Organismes publics et industriels se déclarent confiants dans la capacité intrinsèque de la recherche française à lever les verrous scientifiques, technologiques et économiques d'ici quelques années.

En termes de résultats, s'agissant des projets qu'elle finance, l'ANR explique que 2020 verra seulement l'aboutissement des travaux lancés en 2016. Ils apporteront des approfondissements scientifiques et une maturation des concepts technologiques, mais ne seront pas encore opérationnels. En revanche, à l'échéance de 2030, les recherches en cours devraient aller bien au-delà, jusqu'au transfert vers les entreprises des solutions développées dans les laboratoires, et même au stade de la standardisation des outils et d'une normalisation des procédés.

Sur ses divers chantiers, le CEA obtient de nombreux résultats encourageants et développe déjà plusieurs nouveaux équipements performants et proches d'une mise sur le marché (*cf. supra*). Par exemple, le Commissariat a réalisé le premier système de production d'hydrogène embarqué dans le système énergétique d'un bateau, en adaptant un électrolyseur PEM du commerce couplé à un système hybride PV/batterie/chaîne hydrogène. L'équipement modifié permet un gain de poids de 100 kg tout en présentant un rendement amélioré de 7 % par rapport à la version commerciale.

De même, grâce à son interdisciplinarité, le GdR HySPàC piloté par le CNRS a permis des avancées scientifiques et technologiques (*cf. également supra*) aux retombées significatives en termes de développement, de valorisation et de rayonnement de la recherche académique française sur l'hydrogène (une centaine de publications et communications en 2017 et 2008 et la création de plusieurs start-ups – McPhy Energy, Mahytec, Sylfen... – qui poursuivent la montée en maturité des innovations). Par exemple, en associant deux technologies (batteries et chaîne hydrogène très innovante), la *start-up* Sylfen développe une solution unique permettant d'offrir un service de stockage d'énergie à l'échelle de bâtiments, voire de quartiers ou de territoires.

Selon le MTES, les analyses montreraient que **la compétitivité de l'hydrogène « décarboné » ou « vert » pourrait être atteinte à l'horizon 2035.**

Mais la voie de l'hydrogène a **ses limites et ses obstacles.**

Elle n'est pas envisageable n'importe où car elle suppose que des volumes d'eau suffisants soient disponibles et que leur exploitation à des fins énergétiques ne concurrence pas d'autres usages vitaux.

Elle nécessite le déploiement des véhicules et matériels adaptés, de réseaux de distribution (dans le meilleur des cas pour compléter le réseau gazier existant) et de stations de recharge sur l'ensemble du territoire. Au regard des investissements que cela suppose, il n'est pas envisagé de multiplier les petites stations. C'est la raison pour laquelle les acteurs et le plan gouvernemental se focalisent sur l'alimentation plus localisée des flottes professionnelles et des gros moyens de transport.

Il faudra stocker durablement d'importants volumes d'hydrogène sans que l'on sache encore comment.

Le fait est que l'hydrogène n'aura pas sa place partout, mais il aura certainement sa place dans le futur mix énergétique.

La dernière incertitude est la manière dont l'industrie française s'appropriera ces solutions. Et dont elle maintiendra son soutien à la recherche : sa fragilité est une des principales difficultés que rencontre le développement des programmes scientifiques. L'ANR relève bien un intérêt plus affirmé pour les perspectives offertes par les nouvelles technologies de l'hydrogène ; mais elle a pu constater par le passé l'implication fluctuante de certains grands groupes, alternant des cycles d'engouement suivis de périodes de désillusion puis de repli – comme les constructeurs automobiles sur les batteries.

Au surplus, la relative faiblesse du tissu industriel français – comparé à l'Allemagne par exemple – fait que les entreprises françaises sont beaucoup moins présentes dans les projets européens de la JU FCH2, tant dans les projets de recherche que dans les programmes de démonstration-expérimentation, alors que les organismes publics français font presque jeu égal avec la recherche publique allemande et sont *leaders* de nombreux projets.

Or, de nouveaux retards et délais dans le déploiement des solutions hydrogène peuvent fragiliser les entreprises qui ont beaucoup investi dans la recherche et développement de ce domaine. Ainsi, PAXITECH, *start-up* historique créée à partir du CEA-LITEN et présente dans le domaine depuis plus de quinze ans vient-elle de disparaître.

Le CEA applaudit de son côté le caractère ambitieux du plan Hydrogène et l'effort que représente la promesse d'une enveloppe de 100 millions d'euros. Mais il souligne qu'elle ne pourra suffire pour conduire une action réellement structurante pour la recherche et le déploiement industriel des solutions hydrogène. **Il faut un soutien de la chaîne complète de l'innovation sur plusieurs années, et plus conséquent** que ces 100 millions d'euros.

B. L'ACCOMPAGNEMENT VERS UNE AGRICULTURE DURABLE

1. Comment aider les agriculteurs français à sortir de l'usage des phytopharmaceutiques ?

Notre pays a décidé d'engager son agriculture dans l'abandon des deux principales familles de produits phytopharmaceutiques : la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages interdit ainsi, depuis le 1^{er} septembre 2018, l'usage des produits contenant des substances de la famille des néonicotinoïdes ou des semences traitées avec ces produits, n'admettant que quelques rares dérogations jusqu'au 1^{er} juillet 2020. Puis au printemps dernier, à l'occasion de l'examen du projet de loi pour l'équilibre du secteur agricole et alimentaire, le Président de la République a annoncé que les produits à base de glyphosate seront à leur tour interdits dans un délai de trois ans, sauf impasses techniques.

Au demeurant, si les néonicotinoïdes et le glyphosate sont particulièrement visés aujourd'hui, la question de la réduction voire de l'abandon à terme de l'utilisation de produits de synthèse pour la protection des végétaux se pose plus largement.

Sans revenir sur les questions des risques que peuvent représenter ces substances pour la santé humaine et des dégâts causés à l'environnement et à la biodiversité ⁽¹⁾, votre rapporteur pour avis est aussi conscient que l'interdiction des néonicotinoïdes et du glyphosate signifie pour nombre d'agriculteurs de renoncer à deux outils très efficaces de lutte contre un spectre large de menaces pour leurs cultures et qu'un tel renoncement bouleverse profondément les modes de travail et l'équilibre économique des exploitations.

La situation est d'autant plus sensible que les délais impartis à cette révolution agronomique sont rapides à l'échelle des exploitations agricoles, supposant notamment de nouveaux équipements, de nouvelles formations, la diffusion des bonnes pratiques, et l'existence de solutions techniques alternatives car peu de cultures sont capables par elles-mêmes de résister aux attaques des divers champignons, maladies et prédateurs sans subir de lourds dégâts, parfois jusqu'à l'anéantissement.

Votre rapporteur a donc interpellé les acteurs de la recherche publique française pour savoir ce qu'ils font, de leur côté, pour accompagner les agriculteurs français dans la résolution de ces problèmes cruciaux de ravageurs.

Au préalable, les ministères, l'Agence nationale de la recherche comme les opérateurs auditionnés ont rappelé le rôle de la recherche fondamentale dans la mise en évidence et le décryptage des effets non intentionnels des produits phytopharmaceutiques et dans l'évaluation de leurs impacts.

(1) Cf. le rapport n° 852 de la mission d'information commune sur les produits phytopharmaceutiques, avril 2018.

La révélation de la désorientation des abeilles par les néonicotinoïdes (INRA, 2012) et, en miroir, la démonstration de la contribution essentielle de ces dernières dans le rendement des cultures (CNRS-INRA, 2018), l'étude de l'écroulement des populations d'insectes en Allemagne, la mise en évidence de l'effondrement des populations d'oiseaux dans nos campagnes (CNRS-MNHN, 2018), le rôle possible de certaines molécules sur la santé humaine (glyphosate et risques de cancers, chlordécone...) ont été, en effet, des moments clé dans le processus engagé par la France. Mais l'on pourrait citer bien d'autres études, dont les opérateurs français ont régulièrement fait la synthèse et l'évaluation pour la bonne information des décideurs publics (Expertise collective Pesticides et environnement de l'INRA-CEMAGREF en 2005, expertise collective Agriculture et Biodiversité de l'INRA en 2008, expertise collective Variétés tolérantes aux herbicides du CNRS-INRA en 2011 et les expertises collectives Pesticide de l'Inserm en 2013).

Au reste, ces explorations n'en sont qu'à leurs balbutiements, pour la double raison que, vraisemblablement, les évaluations initiales des substances produites ou réalisées lors de leur demande d'autorisation par l'Europe n'ont pas été aussi poussées qu'elles auraient dû, et qu'en tout état de cause, ces études sont complexes et demandent beaucoup de temps (au moins dix ans pour être concluantes). Il y a donc **une nécessité absolue à poursuivre ces travaux de recherche fondamentale pour compléter et renforcer la mesure et l'évaluation des effets** des produits chimiques actuellement diffusés, mais aussi de ceux des substances et des procédés qui seront utilisés comme alternatives. Car **il ne s'agit pas de remplacer un produit considéré comme un poison par une solution aussi sinon plus dangereuse**. La recherche française (INSERM et autres organismes) s'est notamment attachée à constituer et suivre des cohortes pour approfondir les relations santé-environnement.

Ensuite, les auditionnés ont souligné la mobilisation, depuis plus de dix ans, de l'effort public de recherche au service de la dynamique de sortie des produits phytopharmaceutiques.

L'ANR, notamment, a financé 120 projets de recherche en lien avec ces thématiques, de 2008 à 2017, pour un coût total de 57 millions d'euros.

Par ailleurs, l'engagement en 2009 du plan Écophyto a permis d'allouer 62 millions d'euros au financement ou cofinancement de plus de 250 projets de recherche ou d'expérimentations scientifiques en conditions réelles des nouvelles approches agronomiques ⁽¹⁾.

Avec l'appui technique de l'INRA, le réseau des fermes DEPHY – et DEPHY-EXPE ⁽²⁾ pour les plus innovantes – a ainsi démontré la faisabilité d'une réduction significative, voire de l'abandon, des traitements chimiques qui ne

(1) Chiffres à fin 2017. 22 millions d'euros étaient issus de la redevance pour pollution diffuse (RDP), 18 millions de l'ANR et 27 millions du CASDAR, le compte d'affectation spécial « Développement agricole et rural ».

(2) Réseau de Démonstration, expérimentation et production de référence sur les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques.

sacrifie pas exagérément les rendements et préserve, parfois améliore, après une phase de transition, les rendements des exploitations.

Parce que la réponse aux ravageurs ne se fondera plus sur un seul produit mais sur une combinaison de solutions, et parce que l'agriculture française est aussi diverse que ses cultures et les conditions pédoclimatiques de ses différents terroirs, la recherche publique a aussi travaillé sur :

– des projets finalisés de long terme (comme le développement de variétés de vigne résistantes au mildiou, l'évaluation de systèmes de cultures de long terme, l'expérimentation du « zéro pesticide », *etc.*) ;

– le développement des outils et l'évaluation de l'agroécologie ;

– des recherches technologiques variées : sur la robotique agricole de précision (Challenge Rose pour « Robotique et capteurs au service d'Écophyto ») ou sur la pulvérisation pour des traitements à la juste dose et les plus ciblés possible sur les zones et les ravageurs concernés (optidose).

L'IRSTEA est à l'origine du dispositif de contrôle technique des pulvérisateurs. Des travaux sont également menés sur la dispersion des pesticides dans l'environnement, leurs impacts sur les milieux aquatiques, ainsi que pour limiter leur transfert dans ces mêmes milieux.

La recherche publique française a ainsi développé 580 projets sur dix ans, soutenus par divers programmes (ANR, Écophyto, Casdar, PIA, Horizon2020...) – sans parler des autres travaux menés avec ou par des chercheurs étrangers.

Tout cela constitue déjà une base riche de nouvelles connaissances, d'approches différentes et d'outils innovants, mais qui restaient épars. La recherche publique est alors passée à une étape supérieure pour éclairer les décideurs publics, les professionnels et l'ensemble de nos concitoyens.

À la demande du Gouvernement, conjuguant leurs expertises et les résultats des travaux antérieurs, l'INRA et l'ANSES ont réalisé **deux importants bilans** des connaissances et savoir-faire existants afin d'apprécier la faisabilité d'un abandon des substances visées : le rapport sur les usages et alternatives au glyphosate publié par l'INRA fin 2017 et l'avis sur les méthodes de substitution aux néonicotinoïdes publié par l'ANSES en mai 2018 ⁽¹⁾. Ces rapports constituent des références essentielles pour identifier les dérogations qui pourront être temporairement admises à l'interdiction de ces substances. Mais la première qualité de ces études fut **de montrer qu'une sortie est possible dans les deux cas**.

(1) Cf. *Rapport INRA sur « les usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française », 30 novembre 2017 ; ANSES, saisine n° 2016-SA-0057, Avis relatif à « l'Évaluation mettant en balance les risques et les bénéfices relatifs à d'autres produits phytopharmaceutiques autorisés ou des méthodes non chimiques de prévention ou de lutte pour les usages autorisés en France des produits phytopharmaceutiques comportant des néonicotinoïdes », 7 mai 2018.*

L'évaluation de l'ANSES a mis en balance les risques et les bénéfices des produits phytopharmaceutiques à base de néonicotinoïdes et de leurs alternatives. Sur les 136 usages autorisés étudiés – correspondant à plus de 3 600 situations –, l'agence a pu identifier des solutions de substitution (chimiques et non chimiques), suffisamment efficaces et opérationnelles pour la grande majorité d'eux, hormis six cas « orphelins ».

S'agissant du glyphosate, le bilan de l'INRA est aussi optimiste puisqu'il n'identifie que quatre catégories d'impasses techniques « à titre provisoire » : les exploitations pratiquant l'agriculture de conservation des sols, les cultures menées dans des conditions difficiles (en coteaux, à la montagne, sur des sols très caillouteux...) sans bénéficier d'une forte valeur ajoutée, les cultures destinées à des marchés spécifiques aux fortes contraintes techniques (comme les productions de semences) ainsi que quelques situations de niche.

La deuxième qualité de ces rapports est d'établir **une forme de « catalogue » des options déjà disponibles**. On en dénombre plusieurs grands types, d'ampleur et de complexité variables : de la simple substitution par une autre substance active (!) à la reconception des systèmes agricoles, en passant par l'utilisation de variétés résistantes ou moins attractives, les stratégies d'esquive (en décalant la date de semis ou en modifiant l'emblavement après une détection précoce du bio-agresseur dans le sol), le piégeage du bio-agresseur, le remplacement des pesticides par des techniques de biocontrôle, *etc.*, ou une combinaison de plusieurs de ces techniques dans le cas – fréquent – où leur effet n'est que partiel.

L'IRSTEA dit partager la conviction de l'INRA que la sortie du glyphosate est possible en suggérant d'associer les progrès, présents et à venir, des technologies de pointe (numérique, robotique, voire satellitaire) et des approches agronomiques systémiques allant vers une transition agro-écologique (qui joue notamment sur l'allongement des rotations culturales). L'institut observe au passage que l'abandon du glyphosate stimulera le marché des techniques alternatives, et par suite, l'emploi chez les équipementiers.

Cela étant, ces « catalogues » des solutions de substitution ne sont pas complets. **Les opérateurs de la recherche française doivent poursuivre leurs travaux.**

Au matin ou à la veille de l'interdiction des néonicotinoïdes et du glyphosate en France, les objectifs sont désormais de trois ordres :

– résoudre les impasses techniques qui demeurent : des réponses n'ont pas encore été trouvées pour toutes les cultures et tous les ravageurs qui les menacent ;

– rendre opérationnelles, et accessibles, les solutions émergentes. Il est en particulier nécessaire de poursuivre les expériences à plus grandes échelles et dans un cadre qui n'est plus « protégé » par le voisinage d'exploitations traitées chimiquement. **Il manque encore cet échelon d'expérimentation et de**

démonstration de l'efficacité (et de l'innocuité) des alternatives. L'échelle de temps s'étant fortement comprimée pour les utilisateurs des deux pesticides, cela représente un très grand défi pour nos agriculteurs ;

– diffuser cet éventail de bonnes pratiques, outils et procédés alternatifs. Cela signifie les faire connaître, les partager, lever les craintes et aider les exploitants à choisir les plus adaptés à leurs besoins.

Sur le terrain, les organismes publics de recherche travaillent avec les acteurs techniques et professionnels du monde agricole sur l'identification des techniques de substitution, dans le cadre de l'élaboration des contrats de solutions par filières, et valident les fiches-action associées aux certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (CEPP). L'INRA élabore également des guides techniques par cultures, par méthodes alternatives et par itinéraires techniques. L'ANSES participe au consortium du biocontrôle, suit le déploiement contrôlé des vignes résistantes et lance 13 projets sur la substitution des néonicotinoïdes.

Les ministres en charge de l'environnement, de l'agriculture et de la recherche ont par ailleurs lancé en juillet dernier un plan de sortie en trois ans du glyphosate pour renforcer les outils d'accompagnement des agriculteurs.

Le plan de sortie du glyphosate

Le 22 juin dernier, les trois ministères ont annoncé cinq ensembles d'actions :

1. La création d'un centre de ressources d'ici la fin de l'année pour rendre accessible à toutes les professions agricoles les alternatives disponibles (par extension du portail ÉcophytoPIC et enrichissement des fiches techniques).
2. Le renforcement des actions d'accompagnement dans le cadre du programme Écophyto, pour diffuser les solutions et trouver de nouvelles réponses pour les usages pour lesquels il demeure des impasses.
3. La mobilisation des réseaux territoriaux des chambres d'agriculture et de l'enseignement agricole pour faire connaître et promouvoir les alternatives au glyphosate sur l'ensemble des territoires, avec l'appui des CIVAM⁽¹⁾ et des coopératives agricoles.
4. Le suivi des quantités vendues et utilisées des produits contenant du glyphosate afin de faire toute la transparence sur les usages, en publiant régulièrement les données et en les mettant à disposition du public.
5. La valorisation de ce travail au niveau européen avec les pays volontaires pour s'engager comme la France dans une sortie rapide du glyphosate. Une première réunion avec ces pays s'est tenue en marge du Conseil Agriculture en juillet.

(1) Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural.

Un délégué interministériel sera nommé et une *task force* « Glyphosate » anime et assure le suivi du plan d'action. Elle est pilotée par les ministères de l'agriculture et de la transition écologique et solidaire, avec l'appui de l'INRA, de l'ACTA et de l'APCA ⁽¹⁾. Cette équipe rendra compte des actions engagées et des progrès accomplis tous les trois mois aux ministres et aux parlementaires.

Les ministres ont enfin indiqué que, dans les trois prochaines années, une évaluation comparative sera conduite avant tout renouvellement des autorisations de mise sur le marché des produits contenant du glyphosate et que seront progressivement interdits les usages pour lesquels des solutions alternatives non chimiques existent et sont couramment utilisées.

En termes de recherche plus spécifiquement, et au-delà de la seule question du glyphosate, **les équipes apparaissent davantage mobilisées** pour développer les solutions de substitution – particulièrement à l'INRA, à qui la mission d'information commune de l'Assemblée nationale précitée a reproché d'avoir, jusqu'à récemment, peu investi l'exploration des alternatives aux pesticides.

Aujourd'hui, non seulement l'institut est très impliqué dans les expérimentations DEPHY, mais il est aussi le premier porteur d'une soixantaine des projets financés par le plan Écophyto. Sans se limiter à ce cadre financier, l'INRA poursuit ses travaux sur la mise au point et l'identification des alternatives aux traitements phytopharmaceutiques, avec un investissement spécial sur le glyphosate et les néonicotinoïdes. L'institut tient à souligner qu'**il ne cherche, ni développe de molécules chimiques pour remplacer les molécules chimiques existantes**. En revanche, il s'attache à améliorer l'efficacité et l'accessibilité des combinaisons de solutions, à compléter les manques et à explorer les différents leviers envisageables : comme les molécules naturelles en biocontrôle (l'institut est à la tête d'un consortium public/privé sur le biocontrôle regroupant une cinquantaine de partenaires), les techniques agronomiques et les équipements associés, ainsi que les possibles réponses génétiques (par le développement de variétés résistantes ou tolérantes aux ravageurs).

On notera que pour ces dernières, il faut en moyenne 10 à 15 ans pour trouver les gènes de résistance et maîtriser leur développement, l'enjeu étant de minimiser et retarder au maximum les phénomènes de contournement de résistances par les ravageurs qui peuvent se développer. Ces travaux sont cependant très prometteurs pour apporter des solutions efficaces sur certaines menaces.

L'INRA dit travailler à **concentrer ses recherches sur la résolution des impasses**, ainsi que sur les cultures ne disposant encore que d'une alternative chimique (comme la betterave sucrière et l'orge de brasserie qui étaient gros consommateurs de néonicotinoïdes). Étant donné le calendrier très serré du processus de sortie du glyphosate, les travaux sont réalisés à partir des données

(1) Association des instituts techniques agricoles et Assemblée permanente des chambres d'agriculture.

mobilisables immédiatement (issues des réseaux DEPHY, des rapports nationaux et internationaux, des publications scientifiques et techniques) et de la consultation d'experts.

Au reste, l'ANR et l'INRA pensent que **l'enjeu pour l'efficacité du processus de sortie des deux pesticides, et pour l'avenir de l'agriculture en général, est d'appliquer ces stratégies à tous les produits phytopharmaceutiques.**

S'agissant des moyens mobilisés, le programme 190 n'est pas directement concerné. L'action du MTES est conduite au travers du plan Écophyto II. Le dispositif reçoit 41 millions d'euros sur les recettes de la RPD⁽¹⁾, par l'intermédiaire de l'Agence française de la biodiversité, ainsi que des compléments régionaux lui permettant d'atteindre un budget annuel de 71 millions d'euros. Celui-ci est reconduit en 2019, mais les interventions qu'il finance ont été reventilées pour tirer les enseignements de la première phase du plan.

En 2017, sur les trois appels à projets lancés dans le cadre d'Écophyto (le challenge ROSE avec le cofinancement de l'ANR, l'appel « Produits phytopharmaceutiques perturbateurs endocriniens » et l'appel « Protections durables des cultures sans néonicotinoïde »), 14 projets avaient été retenus, représentant un soutien total de 1,35 million d'euros.

Le 27 juillet, les ministres en charge de l'environnement, de l'agriculture, de la santé et de la recherche ont déclaré vouloir donner une nouvelle impulsion au plan Écophyto II. Le budget d'intervention ciblera désormais plus particulièrement les actions de recherche appliquée et de transfert de l'innovation, ainsi que de déploiement des collectifs d'agriculteurs (pour accélérer les échanges d'observations et de bonnes pratiques). Les outils du Grand plan d'investissement pourraient être également mobilisés.

Enfin, ces moyens seront complétés à partir de 2019 par un **programme prioritaire de recherche (PPR) du PIA 3⁽²⁾, « Alternatives aux phytosanitaires », doté de 30 millions d'euros sur 5 à 7 ans** et animé scientifiquement par l'INRA. Il est organisé autour de cinq défis : défi de la santé et de l'environnement, défi du végétal, défi du biocontrôle et de la connaissance des microbiomes, défi des agroéquipements et des capteurs au service de l'agro-écologie et défi du changement des pratiques et des organisations territoriales. Il a pour ambition de favoriser la production de connaissances susceptibles d'induire des changements dans les approches des ravageurs, ainsi que la montée en compétence de l'ensemble des acteurs.

En sus d'Écophyto II, ce sont les programmes 172 et 142 « Enseignement supérieur et recherches agricoles » qui sont mis à contribution au sein de la MIREs, à travers les opérateurs concernés qu'ils subventionnent (INRA, CNRS,

(1) Perçue par les agences de l'eau qui reversent les 41 millions d'euros à l'AFB.

(2) Action 2 « Programmes prioritaires de recherche » du programme 421 « Soutien des progrès de l'enseignement et de la recherche ».

IRD, CIRAD), le financement de grandes infrastructures utiles à ces recherches ⁽¹⁾, l'appel à projets génériques de l'ANR, dont plusieurs axes sont concernés ⁽²⁾, et quelques autres contributions. Le Gouvernement vient notamment de décider de lancer un appel à projets thématiques, confié à l'ANR et intitulé pour le moment « Écophyto maturation », afin de financer des projets permettant, à partir des résultats déjà obtenus, de travailler avec des entreprises ou des acteurs du monde agricole à la mise au point de solutions opérationnelles (TRL > 5). Il y aura un premier appel en 2019 et un second en 2021, chacun doté de 3 millions d'euros.

La transition des pratiques agricoles vers la sortie des pesticides figurant dans les actions-phares du Grand chantier « Alimentation et transition écologique », engagée à la suite des États généraux de l'alimentation, le MESRI semble montrer **un volontarisme plus affirmé**.

Mais, quand bien même des soutiens financiers exceptionnels seraient mobilisés, une forte contrainte demeure : **le temps nécessaire à la recherche**.

Aux dires du MESRI, l'expérience montre que le projet de recherche de court terme n'est pas toujours le plus approprié pour l'action ; elle montre aussi que la recherche sur les systèmes de production alternatifs et durables a besoin de bien plus de trois ans pour donner des résultats fiables.

Au surplus, certains risques liés à la mise en œuvre à grande échelle des techniques de substitution (s'il faut faire face à une épidémie fulgurante par exemple) ne peuvent pas être analysés par les démonstrateurs actuels.

Ces constats font craindre que la grande question : « L'agriculture française pourra-t-elle disposer de solutions raisonnablement efficaces face aux ravageurs de ses cultures aux échéances imparties ? » ne trouve **pas de réponse entièrement rassurante**.

(1) ANAEE-ECOTRONS, ANAEE-NATURA, EMPHASIS, IN-SYLVA, PNDB, RARE.

(2) L'ANR cite les axes :

- B1 axe 2 : Innovations scientifiques et technologiques pour accompagner la transition écologique ;
- B5 axe 1 : Biologie des animaux, des organismes photosynthétiques et des microorganismes d'intérêt pour les ressources biologiques ;
- B5 axe 2 : Biologie de la nutrition, alimentation, systèmes alimentaires sains et durables, et sécurité alimentaire mondiale ;
- B11 axe 3 : Bioéconomie - technologies (chimie, biotechnologie, procédés) spécifiques et approches système ;
- B11 axe 8 : Interactions Homme-environnement - sociétés, changements climatiques, développement durable des territoires, sécurité alimentaire.

2. Comment développer leurs capacités à répondre aux objectifs de verdissement de la PAC ?

Le verdissement de la PAC

Créée en 1957, entrée en vigueur en 1962, la politique agricole commune ou PAC est la première politique commune de l'Union européenne. Il s'agissait d'abord de relever ensemble le défi de l'auto-suffisance alimentaire, puis d'assurer aux populations européennes une offre alimentaire de qualité, abondante et diversifiée. Au fil du temps, elle est aussi devenue un enjeu d'échanges commerciaux en son sein et avec le reste du monde et un cadre très structurant pour le travail et les exploitations des agriculteurs européens.

Pour répondre aux nombreuses missions qui lui sont assignées, la PAC dispose d'un budget représentant près de 40 % du budget européen ; ce sont environ 363 milliards d'euros pour la période 2014-2020, qui financent notamment tout un dispositif d'aides directes aux agriculteurs.

En 2011, a été introduite une distinction entre un premier « pilier » d'aides directement payées en fonction des caractéristiques des exploitations (à hauteur de 73 % du budget des aides) et un second « pilier » de compensation pour le développement rural (à hauteur de 23 %). Au sein du premier pilier, sont également distinguées les aides découplées (par distinction des aides couplées qui aident spécifiquement les exploitations agricoles produisant certains produits), décomposées depuis 2015 en trois parties : le droit au paiement de base, appelé DPB, versé en fonction des surfaces détenues par les agriculteurs, le paiement vert et le paiement redistributif.

La dernière réforme de la PAC, entamée en 2013 et mise en œuvre en 2015, a en effet introduit un système de « verdissement » des aides du premier pilier. Le paiement de base, alloué à l'ensemble des agriculteurs éligibles, peut être complété par un **paiement vert** réservé aux pratiques bénéfiques pour l'environnement et le climat, sur la base d'une enveloppe de 30 % des plafonds nationaux d'aides. Les petits agriculteurs assujettis au régime de paiement simplifié et les certifiés biologiques peuvent toutefois percevoir ce paiement d'office. Ces pratiques sont définies selon trois critères obligatoires :

- la diversification des cultures : c'est-à-dire avoir sur ses terres arables (terres agricoles sauf les prairies permanentes et les cultures permanentes) au moins trois cultures dans le cas général :
- le maintien des prairies permanentes, avec interdiction de retourner certaines prairies permanentes, dites « sensibles » ;
- la préservation de surfaces d'intérêt écologique (SIE) sur son exploitation : c'est-à-dire avoir des éléments (arbres, haies, bandes tampon, certains types de culture...) correspondant à au moins 5 % de la surface en terres arables et SIE, et situés sur ces terres arables ou leur étant adjacents.

Ce dispositif est complété par les **mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC)** visant à accompagner les exploitations agricoles qui s'engagent dans le développement de pratiques combinant performance économique et performance environnementale ou dans le maintien de telles pratiques lorsqu'elles sont menacées de disparition. Ces mesures sont mobilisées pour répondre aux enjeux environnementaux rencontrés sur les territoires tels que la préservation de la qualité de l'eau, de la biodiversité, des sols ou de la lutte contre le changement climatique.

Elles ont été profondément revues dans le cadre de la réforme de la PAC de 2015 pour être définies en mesures systémiques (systèmes herbagers et pastoraux individuels ; systèmes herbagers et pastoraux collectifs ; systèmes polyculture-élevage ; systèmes de grandes cultures).

Les conditions définies par ces deux dispositifs ont une répercussion directe sur les montants des aides que les agriculteurs peuvent recevoir de la PAC. Pour être en mesure d'y répondre, les exploitants doivent avoir une bonne appréhension des phénomènes environnementaux et climatiques, une compréhension des impacts de leurs choix agronomiques et une connaissance des options culturales (quand elles existent).

Or, la prochaine révision de la politique agricole commune pourrait aller encore plus loin dans la conditionnalité verte de ses aides. Aussi votre rapporteur pour avis a-t-il voulu savoir comment la recherche publique française prépare le monde agricole à ces évolutions.

Il s'avère qu'aujourd'hui, **aucun opérateur auditionné ne travaille spécifiquement sur les objectifs donnés** par ces dispositifs.

Il est vrai toutefois que les fondements agronomiques et écologiques des pratiques qu'ils promeuvent ont été largement étudiés dans le passé.

Ainsi, l'ANR faisait-elle le point en 2015 ⁽¹⁾ sur les projets portant sur les nouvelles approches agro-écologiques qu'elle a accompagnés. Par exemple, plusieurs projets ont étudié les effets sur les rendements et sur l'environnement de la diversification des assolements, de l'introduction des légumineuses dans les rotations, des associations de cultures et des mélanges d'espèces.

On peut penser par ailleurs que le **programme international pour le piégeage de carbone dans les sols (« 4/1000 »)**, qui lie évolution des pratiques agricoles et atténuation du changement climatique, prépare le terrain des prochaines exigences européennes. Il est soutenu en France par l'INRA, l'IRD, IRSTEA et le CNRS. 200 000 euros du programme 172 lui sont destinés en 2019.

(1) Cf. Cahier de l'ANR : *Émergence de l'agro-écologie et perspectives pour le futur*, 2015.

On peut enfin évoquer quelques projets de recherche en sciences économiques et sociales qui étudient actuellement les dispositifs de politiques publiques à mettre en place pour encourager plus fortement la transition agro-écologique de l'agriculture, une de leurs premières suggestions étant une PAC plus ambitieuse sur le plan environnemental, même si le premier « verdissement » a représenté un tournant important.

L'INRA étudie les impacts des dispositifs de la PAC et ses pistes d'amélioration. Il a ainsi porté dans de récentes communications quelques suggestions pour renforcer son efficacité environnementale :

– Il conseille de mettre en place des grands blocs de mesures favorables à la lutte contre le réchauffement climatique et à l'environnement, associés à des indicateurs de résultats.

– Les plans stratégiques nationaux souhaités par la Commission européenne dans le cadre de la future PAC devraient intégrer un volet obligatoire sur la réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques et/ou un soutien aux alternatives.

En effet, pour l'équilibre entre les différentes agricultures nationales, la réponse doit être européenne. Or, la directive de 2009 sur une utilisation des phytopharmaceutiques compatible avec le développement durable n'offre pas un cadre suffisamment structurant pour garantir une concurrence loyale, ni un niveau de protection équivalent de l'environnement et de la santé sur tout le territoire de l'Union européenne.

– En matière d'élevage, la France doit défendre son modèle à l'herbe en favorisant une politique plus volontariste de soutien aux prairies. Quand elles sont maintenues dans le temps et qu'elles sont multi-espèces, les prairies rendent des services écosystémiques importants qu'il faut reconnaître à leur juste valeur.

– La conservation du carbone est un enjeu global à traiter davantage dans la PAC. Deux approches sont envisageables aujourd'hui : allonger la durée de couverture des sols et diversifier les cultures ; et/ou développer des « territoires démonstrateurs carbone » dans un dispositif européen de recherche-action qui implique les grands organismes de recherche, les instituts techniques agricoles et les agriculteurs.

– Enfin, l'INRA recommande de cibler les dispositifs de soutien à l'investissement (PCE) sur les grandes priorités stratégiques et de les rapprocher des dispositifs MAEC qui incitent aux changements de pratiques.

EXAMEN EN COMMISSION

La commission du développement durable et de l'aménagement du territoire a examiné le mercredi 7 novembre, pour avis, sur le rapport de M. Gérard Manuel, les crédits relatifs à la recherche dans les domaines du développement durable, de la gestion des milieux et des ressources de la mission « Recherche et enseignement supérieur ».

Mme Laurence Maillart-Méhaignerie, présidente. Mes chers collègues, nous sommes réunis pour achever l'examen pour avis du projet de loi de finances pour 2019 avec la discussion portant sur les crédits de la mission « Recherche et enseignement supérieur », dans les domaines du développement durable, de la gestion du milieu et des ressources inscrits dans cette mission.

M. Gérard Manuel, rapporteur pour avis. L'avis qui m'a été confié porte sur le budget consacré à la recherche dans les domaines du développement durable et de la gestion des milieux et des ressources, qui se répartit, au sein de la mission interministérielle « Recherche et enseignement supérieur », dite MIRES, entre plusieurs actions du programme 172 « Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires », du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables » et du programme 193 « Recherche spatiale ». Ce dernier augmentera en 2019 de 205 millions d'euros en autorisations d'engagement (AE) et en crédits de paiement (CP) par rapport aux crédits votés pour 2018, pour s'élever à 1,82 milliard d'euros. Le programme 172 progressera également d'environ 118 millions d'euros en AE et 172 millions d'euros en CP, pour atteindre des dotations respectives de 6,84 et 6,94 milliards d'euros. Inscrites à 1,77 milliard d'euros en AE et 1,73 milliard d'euros en CP, les dotations du programme 190 n'augmenteront, quant à elles, que de 5,8 millions d'euros en AE ; elles reculeront même de 7,2 millions d'euros en CP.

On pourrait se satisfaire de cette situation qui traduit globalement de réels efforts financiers. Toutefois, il apparaît que ces renforts profiteront bien peu aux recherches portant sur la transition énergétique et le développement durable. Dans le contexte d'augmentation des taxes sur l'essence, il aurait pu en être autrement.

La seule évolution qui leur bénéficiera réellement est le renforcement de l'enveloppe allouée par le programme 172 aux appels à projets de recherche de l'Agence nationale de la recherche (ANR), qui compte ces thématiques parmi ses priorités. Toutefois, les 33 millions d'euros d'AE supplémentaires ne sont pas spécialement fléchés, et le rebasage de 86 millions d'euros en CP couvrira surtout l'apurement des retards de versement des aides de l'agence.

La consolidation des dépenses de fonctionnement et d'investissement dans les grandes infrastructures de recherche, promise par le projet de loi de finances pour 2019, constitue à l'évidence un élément de sécurisation des opérateurs financés par le programme 172. Mais les crédits consacrés aux recherches menées dans le domaine de l'environnement au titre de l'action 18 stagneront. De leur côté, les crédits alloués aux recherches dans le domaine de l'énergie par l'action 17 augmenteront de 18 millions d'euros en AE et de 14 millions d'euros en CP afin, seulement, de renforcer la contribution française à de très grandes infrastructures internationales de recherche, particulièrement le réacteur thermonucléaire expérimental ITER de Cadarache.

S'agissant du programme 193, il faut noter que le renfort financier accordé sera intégralement consacré au rattrapage de la dette que la France a contractée auprès de l'Agence spatiale européenne (ESA). Ces prévisions permettront enfin à notre pays de respecter ses engagements, mais à la condition que le Gouvernement lève la réserve prise sur les crédits de cette année et renonce à en constituer une nouvelle l'année prochaine.

Quant au programme 190, consacré au développement durable et à l'énergie, le recentrage des subventions qu'il verse à l'Institut français du pétrole et des énergies nouvelles (IFPEN) pour les recherches dans les nouvelles technologies de l'énergie fera effectivement croître son enveloppe de 28 millions d'euros. Mais cela ne fera pas progresser les ressources mobilisées par l'institut sur ces sujets car, dans le même temps, le PLF pour 2019 ampute à nouveau ses moyens de 4 millions d'euros. Après un recul de plus de 25 % depuis 2010, les ressources propres de l'institut ne suffisent plus à compenser le manque à gagner. L'opérateur s'est trouvé en déficit opérationnel en 2017, et cela devrait se reproduire en 2018. Or, même revalorisée, l'enveloppe de 126 millions d'euros allouée en 2019 par le programme 190 aux travaux de l'IFPEN pour la recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie ne couvrira même pas les dépenses que l'institut y consacre déjà.

J'y insiste : l'IFPEN ne pourra pas continuer sur cette trajectoire.

En sens inverse, le projet de loi de finances pour 2019 ramènera, au moins en apparence, l'enveloppe prévue pour les recherches du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie de 72 millions d'euros en 2018 à 51 millions en 2019. Et en parallèle, l'enveloppe consacrée à la recherche nucléaire civile augmentera de près de 28 millions d'euros entre les prévisions pour 2018 et celles pour 2019. Dans l'absolu, je suis convaincu de la nécessité de maintenir une recherche de pointe en ce domaine : le nucléaire est déjà une voie de production d'énergie décarbonée, comme l'a récemment rappelé le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Et s'il convient de soutenir activement le déploiement des autres sources d'énergie renouvelable, la France n'est pas en capacité de ramener la part du nucléaire dans sa consommation d'électricité à 50 % dès 2025. En attendant la réalisation de cet objectif, il faut que

la recherche continue à améliorer et sécuriser toujours plus les technologies à l'œuvre, et travaille à résoudre l'important problème de la gestion des déchets. En outre, une analyse plus fine montre que l'augmentation de 28 millions d'euros avant mise en réserve ne couvrira pas la réalité des besoins de financement du CEA en 2019.

Par ailleurs, je déplore que cette augmentation se fasse au détriment de l'enveloppe théoriquement dédiée aux investissements du CEA dans les autres énergies décarbonées. Certes, les dotations réellement versées les années précédentes n'ont jamais dépassé 52 millions d'euros, malgré une enveloppe affichée à plus de 73 millions. Au surplus, le CEA consacre à ces dépenses un budget bien plus substantiel, estimé à près de 164 millions d'euros en 2018 ; il a indiqué qu'il pense maintenir son effort financier dans le même ordre de grandeur en 2019.

Il n'en reste pas moins que cette nouvelle ventilation des crédits alloués aux recherches dans l'énergie ne traduit pas vraiment les ambitions affichées par le Gouvernement en matière d'énergies alternatives.

La seule stabilisation des dotations ne me semble pas à la hauteur des défis posés par les dérèglements climatiques, dont les effets dévastateurs se multiplient ces dernières années.

En raison de ces différents choix décevants, je ne proposerai pas l'adoption des crédits des programmes 172, 190 et 193.

Outre l'examen de ces crédits, dans mon rapport j'ai souhaité approfondir deux thématiques : la contribution de la recherche publique française au développement des solutions en hydrogène pour la transition énergétique, et sa contribution à la construction d'une agriculture durable.

Ces travaux ont renforcé ma conviction que les nouvelles technologies de l'hydrogène peuvent apporter des solutions très efficaces pour le déploiement des énergies renouvelables et l'essor des mobilités durables. L'hydrogène est en effet la voie la plus prometteuse pour le stockage massif de longue durée, mais aussi pour les échanges de l'électricité produite par des sources par nature très intermittentes et éparpillées. L'hydrogène peut aussi être utilisé pour produire de la chaleur, en l'injectant dans le réseau de gaz naturel, ou encore comme carburant des véhicules fonctionnant à l'électricité produite par une pile à combustible. Cette technique permet de réduire la taille des batteries, qui seraient surdimensionnées dans le cas de transports lourds réalisant de grands trajets.

Mais aujourd'hui, l'hydrogène n'est encore utilisé dans notre pays que par quelques grosses industries et il n'est produit que par la méthode de vaporeformage d'hydrocarbures, qui est fortement émettrice de CO₂. Une autre technique beaucoup plus vertueuse existe déjà, *a fortiori* si elle utilise une énergie décarbonée : l'électrolyse de l'hydrogène à partir de l'eau ; mais le coût de cette approche demeure prohibitif.

L'État français soutient des programmes de recherche sur l'hydrogène et ses divers usages depuis l'année 2005. Devant les progrès obtenus et les grandes potentialités de ce combustible, il a décidé d'accélérer le développement des nouvelles solutions. En juin dernier, le ministère de la transition écologique et solidaire a présenté un plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique qui vise à encourager l'investissement des industriels français dans ces nouvelles approches en accompagnant financièrement les premières installations d'électrolyseurs dans les usines consommant de l'hydrogène.

L'ambition très pertinente de ce plan est de favoriser à la fois une décarbonation plus rapide de diverses activités et la création d'une filière française en levant les obstacles financiers et psychologiques aux investissements. En stimulant l'innovation, cette initiative portera ces déploiements à une échelle susceptible de diminuer les coûts. Toutefois, je relève que le Gouvernement avait promis 100 millions d'euros pour les appels à projets de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) en 2019. Or, seuls 70 millions d'euros seraient réellement fléchés à ce jour.

Mais ces nouvelles technologies et applications n'ayant pas encore atteint les niveaux de maturité et de développement souhaités, des actions de recherche et développement supplémentaires sont également nécessaires. Il faut s'attaquer aux verrous, imaginer de nouvelles solutions, qu'il s'agisse d'affiner les procédés de production d'hydrogène vert, d'évaluer les conditions de température et de pression envisageables pour son stockage, de pleinement maîtriser les risques que présente l'usage de l'hydrogène ou de développer une gamme de moyens de transport lourd utilisant ce carburant.

Pour ce faire, le Gouvernement se contente de maintenir ses financements, *via* l'ANR et l'ADEME, qui s'appuient, en autres, sur les programmes de démonstration des investissements d'avenir en cours. Heureusement, les grands opérateurs de la recherche publique concernés, le CEA, *leader* mondial dans la technologie très prometteuse de l'électrolyse haute température, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et l'IFPEN, se mobilisent plus que jamais, s'organisant pour gagner en efficacité. Contrairement à ce qu'il s'est passé pour le photovoltaïque, quelques grands groupes industriels s'associent également à ces travaux, convaincus que l'hydrogène est une voie d'avenir pour la transition énergétique, même si elle ne pourra en être la solution unique.

Afin d'obtenir des résultats probants, la chaîne de l'innovation a besoin de soutiens publics plus substantiels assurés sur plusieurs années. D'autres pays comme l'Allemagne sont davantage investis dans ce domaine.

Ma deuxième thématique était consacrée à l'accompagnement apporté par la recherche publique à notre agriculture. Les agriculteurs français sont en effet confrontés au défi majeur de révolutionner leurs méthodes culturales en seulement quelques années pour s'adapter aux interdictions présentes ou à venir de produits phytopharmaceutiques. Or, toutes les solutions de substitution ne sont pas encore

parfaitement au point, ni opérationnelles ; et il demeure des impasses techniques pour certaines cultures.

La recherche publique française n'a pas attendu les ultimatums, donnés aux utilisateurs de néonicotinoïdes ou de glyphosate particulièrement, pour améliorer la mesure et l'évaluation des effets non intentionnels des produits chimiques actuellement utilisés. Il est indispensable que cette recherche fondamentale soit non seulement poursuivie, mais renforcée, car décideurs et professionnels doivent être en mesure d'évaluer l'innocuité des solutions alternatives avant d'y recourir.

La recherche s'est aussi attachée à développer et expérimenter de nouvelles approches grâce aux appels à projets de l'ANR, qui a apporté 57 millions d'euros entre 2008 et 2017, et au plan « Écophyto » par lequel ont été investis 62 millions d'euros depuis 2009. Le réseau des fermes « Démonstration, expérimentation et production de références sur les systèmes économes en phytosanitaires » (DEPHY), avec l'appui technique de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), a permis de montrer la faisabilité et la crédibilité économique d'une réduction significative, voire de l'abandon des traitements chimiques par le recours à de nouvelles méthodes.

J'ai pu constater enfin que les grands opérateurs de recherche sont désormais investis dans l'objectif d'apporter un accompagnement et des solutions à la sortie des phytopharmaceutiques, notamment l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et l'INRA. Après avoir pris connaissance de leurs récents bilans portant sur les alternatives existantes aux produits à base de néonicotinoïdes ou de glyphosate, les deux organismes ont multiplié leurs travaux pour combler les manques ou accompagner l'émergence de nouvelles solutions.

L'État a par ailleurs décidé de compléter les moyens qu'il mobilise à travers le plan « Écophyto », l'ANR, les subventions des différents opérateurs concernés et le financement de grandes infrastructures, par un nouveau programme prioritaire de recherche du programme d'investissement d'avenir (PIA), intitulé « Alternatives aux phytosanitaires » et doté de 30 millions d'euros sur cinq à sept ans.

Il n'en reste pas moins que ces recherches demandent plusieurs années, parfois des décennies, pour donner des résultats opérationnels et fiables. Aussi vous dis-je mon inquiétude quant à la capacité à court terme de notre agriculture à renoncer aux traitements chimiques pour assurer la protection indispensable de ses cultures.

Mme Laurence Maillart-Méhaignerie, présidente. Je donne maintenant la parole à nos collègues, en commençant par les représentants des groupes.

Mme Nathalie Sarles. Merci, monsieur le rapporteur, pour cet avis sans appel ; nous partageons tous les impératifs concernés par la recherche dans les

domaines que vous évoquez, et nous sommes aussi soucieux de voir suffisamment de moyens attribués.

À la lecture de votre rapport pour avis, ce qui frappe le plus, c'est le nombre d'opérateurs qui interviennent dans le champ de la recherche dans les domaines de l'énergie, du développement, de la mobilité durable, de l'agriculture et de la santé. La question de la coordination des recherches se pose alors, qu'elle s'opère entre le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation et le ministère de la transition écologique et solidaire, ou entre ces deux ministères et les opérateurs placés sous leur autorité ; la partie de votre travail consacrée au pilotage du programme étant en effet laconique.

Votre rapport nous éclaire sur la ventilation des crédits alloués aux actions 16 et 17, respectivement relatives à l'« Énergie nucléaire » et aux « Nouvelles technologies de l'énergie ». Si, en effet, la recherche nucléaire civile doit être maintenue à un niveau certain, nous pouvons nous interroger sur le déséquilibre devant exister entre les deux. La recherche en nouvelles technologies de l'énergie (NTE) nécessite également des crédits importants. C'est d'ailleurs ce que vous soulignez, même si vous forcez quelque peu le trait.

En effet, l'IFPEN voit son enveloppe amputée de 4,2 millions d'euros. Pour autant, la recherche en NTE n'est pas impactée, bien au contraire. Ainsi en 2018, la ventilation des subventions était de 98,3 millions pour les NTE et 32,1 millions pour les recherches dans le domaine des hydrocarbures. En 2019, 125,9 millions seront alloués aux recherches pour les NTE, soit une augmentation du budget de 27,6 millions d'euros. Bien que le déséquilibre perdure, nous ne pouvons que saluer l'engagement du Gouvernement en faveur des nouvelles énergies.

Le tableau récapitulatif des crédits alloués aux principaux opérateurs montre d'ailleurs très bien cette hausse généralisée de toutes les actions du programme 190. Par ailleurs, le programme 172 est marqué par une hausse des subventions attribuées aux opérateurs, ce qui témoigne de l'engagement fort de l'État pour la recherche.

Votre rapport pose également la question de la sincérité budgétaire. Nous l'avons vu, la distinction faite au sein de l'ancien programme 10 et la création de deux nouvelles actions 16 et 17 participent de la transparence du budget. Dans un contexte où le financement de la transition écologique et le fléchage des ressources sont au cœur des débats, nous ne pouvons que saluer cette initiative. La sincérité du budget se retrouve également dans l'attribution des crédits nécessaires à l'action des opérateurs qui doivent être regardés sans esprit polémique. C'est notamment le cas pour le budget de l'ADEME financé sur ce programme. Il ne faut en effet pas créer de confusion entre les besoins de trésorerie de l'ADEME pour les projets en cours et pour les projets à venir. Les fonds en réserve doivent être utilisés afin qu'ils soient pérennisés. Augmenter le budget de cet opérateur alors qu'un certain nombre de projets ont été abandonnés par des partenaires

reviendrait à priver les autres opérateurs de financement. À ce titre, le budget du programme 190 est sincère, gage du sérieux budgétaire du Gouvernement.

Enfin, j'aimerais connaître votre avis sur les partenariats financiers envisagés dans la recherche : est-ce une piste que vous avez envisagée ? Cette question me paraît essentielle aujourd'hui.

M. Jean-Marie Sermier. Je veux saluer l'excellent travail de M. Gérard Menuel, car le secteur de la recherche, qui comporte beaucoup d'organismes et de lignes budgétaires, est complexe. Certaines augmentations sont en trompe-l'œil, et le rapporteur pour avis a bien su les déceler, car elles ne sont pas à la hauteur des attentes de la société.

Le groupe Les Républicains considère que ce rapport est important, car un choix de société partage ceux qui pensent que les avancées technologiques n'apporteront que du malheur, et que seule la décroissance maintiendra la planète à un haut niveau de confort ; et ceux, dont nous sommes, qui pensent qu'il faut faire confiance au génie humain et à nos structures françaises de recherche, qui sont de grande qualité et se hissent au premier rang européen et parfois mondial.

Nous pensons que ces recherches peuvent être capables de trouver des solutions permettant de continuer le développement, d'avoir une vie positive en termes de croissance tout en maintenant une planète décente, propre et favorable aux générations futures.

Dans cet esprit, un certain nombre de recherches ont été citées, notamment celles qui portent sur les herbicides, dont l'un, le glyphosate, fait régulièrement la une des médias. Les recherches s'attachent à trouver d'autres molécules, moins polluantes peut-être, bien que le glyphosate n'ait jamais fait l'objet d'études françaises démontrant qu'il faille lui retirer ses autorisations de mise sur le marché.

Nous devons trouver des solutions pour que cette recherche aboutisse rapidement, de manière à ce que nos agriculteurs puissent disposer de solutions leur permettant de poursuivre les cultures de conservation.

Monsieur le rapporteur pour avis, où en sommes-nous aujourd'hui au sujet de l'agriculture de conservation, qui est économe en CO₂, épargne les sols et a besoin d'un certain nombre d'herbicides ?

Je tiens enfin à signaler l'excellent amendement II-CD88 de notre collègue Martial Saddier, qui propose de donner plus de moyens à la lutte contre les cancers dont sont atteints les enfants en augmentant de 18 millions d'euros les crédits de la recherche qui lui est consacrée. Seriez-vous favorable, monsieur le rapporteur pour avis, à cet amendement ?

Mme Florence Lasserre-David. Le développement de la mobilité durable, la recherche dans le domaine de l'énergie, l'excellence des instituts de

recherche au niveau européen et international : tels sont les équilibres, parmi tant d'autres, recherchés par les programmes qui appellent aujourd'hui notre attention.

Défendre ces objectifs paraît superflu tant ils relèvent de notre responsabilité collective. Les objectifs de la mission « Recherche et enseignement supérieur » sont des enjeux fondamentaux qu'il nous faut soutenir avec conviction afin de permettre à notre pays d'accompagner les acteurs concernés vers la maturité et la compétitivité.

À cet égard, la France est loin d'être démunie : elle dispose d'une communauté de recherche dans le domaine de l'énergie mondialement reconnue, accompagnée d'un important dispositif de démonstration et de partenariats publics-privés contribuant à l'essor de nouvelles technologies de l'énergie.

Si la poursuite de ces objectifs est essentielle, elle ne doit pas se faire au détriment de la protection de la santé. À ce titre, le groupe MODEM salue l'augmentation des crédits destinés à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Dans le même esprit, nous ne pouvons que nous féliciter de la poursuite, en 2019, du programme international Cabri CIP visant à élargir l'horizon des connaissances sur le comportement du combustible des réacteurs à eau sous pression lors d'une augmentation accidentelle et soudaine de puissance du réacteur.

Dans les domaines de l'environnement et de la santé, nous souscrivons sans réserve à l'affectation totale par l'ANSES de sa subvention, au titre du programme 190, au financement d'appels à projets de recherche dans le périmètre du programme santé-environnement.

Par ailleurs, je tenais à préciser que les objectifs portés par ce texte ne sont pas à considérer dans un cadre purement national. En effet, certains d'entre eux recoupent les orientations du programme Horizon Europe qui dispose d'une enveloppe de 100 milliards d'euros pour la période 2021-2027, ce qui est le symbole d'une véritable prise de conscience européenne.

Aussi, monsieur le rapporteur pour avis, la qualité de la recherche scientifique française m'amène-t-elle à vous interroger sur les orientations qui, selon vous, permettraient de renforcer l'excellence des instituts de recherche liés à ce programme.

Enfin, quels sont les leviers qui permettraient de favoriser la recherche partenariale, tant entre acteurs publics qu'entre ceux-ci et les acteurs privés, dans le cadre des programmes au cœur de nos discussions ce matin ?

M. Christophe Bouillon. Chacun a conscience que la réussite de la transition énergétique passe par la recherche, singulièrement dans le domaine du développement des énergies renouvelables, pour lequel elle est susceptible

d'apporter des sauts technologiques qui faciliteront la réduction des coûts de ces énergies. Cela est également vrai dans le domaine du stockage, qui constitue aujourd'hui un enjeu essentiel pour l'énergie, notamment du fait de l'augmentation de ce qu'on peut qualifier d'énergie intermittente ; et cela vaut aussi pour la notion d'efficacité énergétique.

Je voudrais malgré tout exprimer deux regrets, même si j'ai conscience que commencer par des regrets si tôt le matin n'est jamais bon pour la santé. (*Sourires.*)

S'agissant du programme 190, comme le rapporteur pour avis, je ne vois qu'une simple reconduction des crédits. Je souhaiterais insister particulièrement sur les nouvelles technologies de l'énergie, car en 2018 le projet annuel de performance qui s'y rapporte prévoyait 70 millions d'euros environ, et il n'y a aujourd'hui qu'à peine 50 millions. Le compte n'y est pas.

Le second regret porte sur le programme 172. Là encore, les crédits accordés au développement durable sont en cause ; il est évident que la simple stabilisation des dotations n'est pas à la hauteur des enjeux. Si l'on souhaite réussir le mix énergétique, il faut que celui-ci fasse l'objet de suffisamment de recherche, notamment dans le domaine des énergies renouvelables.

Je voudrais souligner un point, également relevé par le rapporteur pour avis, qui concerne l'hydrogène. C'est avec raison que l'on parle actuellement beaucoup de ce carburant qui peut constituer une solution pour le stockage de l'énergie. J'insiste malgré tout sur le fait que c'est avant tout un vecteur énergétique et qu'il faut faire attention à ce que sa production ne résulte pas de la combustion d'hydrocarbures et d'énergies fossiles. Nous devons veiller à la façon dont on produit l'hydrogène pour pouvoir ensuite l'utiliser ; c'est pourquoi il convient d'encourager la recherche dans ce domaine. Certes, chacun d'entre nous a pu saluer l'adoption d'un plan « Hydrogène » doté de 100 millions d'euros, même si ce montant n'est pas encore atteint à ce jour.

J'insiste sur un point : la recherche française est de qualité et nous disposons d'un bon réseau industriel, qui mérite toutefois d'être aidé.

Mais tout cela est sans commune mesure avec ce qui se pratique en Allemagne : quand nous investissons 100 millions d'euros, l'Allemagne investit un milliard d'euros, et comme les euros allemands sont équivalents aux euros français, cela signifie qu'il s'agit d'une bataille essentielle.

Nous devons donc être à la hauteur des enjeux sur l'hydrogène.

M. Loïc Prud'homme. On peut effectivement s'interroger au sujet de l'orientation de tel ou tel budget, sur tel ou tel objet de recherche.

Pour ma part, mes chers collègues, je souhaiterais vous questionner, avec un peu plus de recul, sur le financement de la recherche publique elle-même. De

quelle efficacité les chercheurs peuvent-ils faire preuve aujourd'hui alors qu'ils passent leur temps à courir derrière les projets de l'ANR dont seulement un dixième aboutit ? Quel gaspillage de temps et d'argent !

L'ANR mobilise une énergie considérable dont la majorité des laboratoires ne tire aucun bénéfice, alors que son budget ne cesse de diminuer et que son fonctionnement technocratique devient quasiment illisible. Comment les chercheurs peuvent-ils réellement se consacrer à leurs travaux de recherche alors qu'ils consacrent leur temps à élaborer des projets destinés à être soumis à l'ANR ? Ce système conduit à dépenser plus d'argent pour faire moins de recherche. Par ailleurs, quand ils ne courent pas les appels à projets, pour 25 % d'entre eux, les chercheurs se trouvent en position précaire, occupés à faire de la recherche sur projets afin de satisfaire aux demandes et aux appels à projets de l'agence.

Cette situation ne peut que conduire à se demander ce que veulent le Gouvernement et l'ANR, à la suite de l'équipe précédente comme de celle qui était aux affaires avant elle. Il s'agit d'une logique libérale qui consiste à financer par priorité la recherche appliquée à des fins d'exploitation industrielle, alors que des découvertes essentielles, dans l'histoire récente comme plus ancienne, surviennent rarement dans le cadre de projets finalisés.

Se complaire dans ce sous-financement de la recherche revient à la laisser mourir pour laisser la porte ouverte à l'« expertise », à de grands *lobbies* qui demeurent les seuls compétents. Je pense aux grands projets inutiles comme la « Montagne d'or » en Guyane, le grand contournement ouest (GCO) de Strasbourg ou l'incinérateur d'Ivry. Nous aurions bien besoin, pour ces exemples-là, d'une expertise et d'une recherche publique indépendantes, financées et libres.

Il serait plus efficace à mon sens d'augmenter la dotation récurrente des laboratoires, quels qu'ils soient ; ce qui permettrait aux chercheurs d'utiliser rapidement des moyens au moment où il faut avancer vite. Notre collègue Christophe Bouillon vient de rappeler qu'il y a des moments où il faut savoir rapidement se positionner sur un sujet et conduire sereinement les travaux à long terme. Nous devons faire progresser les connaissances fondamentales, indispensables au développement technologique de demain et propres à relever le défi de l'urgence de la transition écologique.

M. Paul-André Colombani. La mission « Recherche et enseignement supérieur » est l'une des plus importantes du budget, en termes non seulement de masse financière, mais aussi de résultats à long terme. Les gains de productivité du système économique au cours des prochaines années, voire des prochaines décennies, en dépendent. Cependant, la formation du travail humain détermine également notre capacité à créer des innovations qui permettront de répondre aux grands défis de demain, notamment dans le domaine de la transition écologique. C'est pourquoi je veux exprimer devant notre commission l'avis du groupe

Libertés et Territoires sur les crédits de cette mission fondamentale à long terme – qui, hélas, peinent à convaincre à court terme.

Je note tout d’abord que la mission « Recherche et enseignement supérieur » bénéficie en 2019 de près de 28 milliards d’euros en autorisations d’engagement et de plus de 28 milliards d’euros en crédits de paiement – contre 27 milliards et demi, aussi bien en AE qu’en CP, en 2018. Cet effort représente 2,25 % du PIB, ce qui place la France au cinquième rang des pays de l’OCDE, devant le Royaume-Uni et l’Espagne, mais derrière la Corée du Sud, le Japon et les États-Unis. Un effort a été consenti, certes, mais il semble insuffisant, et parvenir à l’objectif plus ambitieux de 2,5 % du PIB aurait été davantage à la hauteur des enjeux en la matière.

Pour ce qui est du programme 192 « Recherche et enseignement supérieur en matière économique et industrielle », nous sommes passés de près de 740 millions d’euros en 2018 à moins de 680 millions d’euros. On s’explique mal une telle diminution quand on sait que la France fait partie des pays ayant le plus à craindre des délocalisations d’usines en raison de la concurrence des pays de production à bas coût : le seul moyen de protéger nos emplois de cette concurrence sans dégrader le statut des travailleurs est d’investir dans la production industrielle de haut de gamme, comme le fait l’Allemagne.

Enfin, en ce qui concerne la construction de 60 000 nouveaux logements étudiants, j’espère que ces logements ne feront pas l’objet du phénomène de métropolisation et qu’afin de respecter l’équilibre territorial, leur distribution sera assurée de façon équitable, notamment dans les territoires ruraux et de montagne. Si je salue l’effort accompli par le Gouvernement en faveur de cette mission, je relève cependant qu’il reste beaucoup à faire et que la concurrence des autres pays devient de plus en plus forte, alors que le système universitaire français semble être entré dans une phase de déclin.

Mme Sophie Auconie. Madame la présidente, mes chers collègues, je parlerai au nom du groupe UDI, Agir et Indépendants pour mon collègue Guy Bricout, retenu dans les embouteillages à l’entrée de Paris.

Mon intervention concerne la recherche dans le domaine des mobilités. En la matière, l’effort me semble faible sur le plan budgétaire. Si les moyens de transport que nous utiliserons demain n’existent probablement pas encore, les taxes pour les véhicules utilisés actuellement existent bel et bien. Comme nous l’avons dit lundi soir dans l’hémicycle, nous sommes persuadés que la hausse de la fiscalité sur les carburants n’est acceptable que si, d’une part, ces recettes sont redirigées totalement vers la transition énergétique, et si, d’autre part, nos concitoyens, y compris en zone rurale, peuvent bénéficier d’alternatives économiquement et techniquement viables : il y a donc une double raison de flécher massivement les recettes liées à la hausse de la fiscalité écologique vers la recherche et le développement d’innovations.

Hélas, monsieur le rapporteur pour avis, force est de constater que cette mission ne répond pas à la forte attente qu'elle suscite. Ainsi, alors que l'an dernier vous notiez une montée en puissance des investissements pour une croissance verte, aujourd'hui vous déplorez que les renforts promis ne soient pas ou peu orientés vers les enjeux de la transition énergétique ou du développement durable. Alors que les transports et les systèmes urbains durables constituaient l'une des priorités de la recherche publique mise en œuvre par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre de France Europe 2020, on peut aujourd'hui se demander ce qu'il en sera après 2020, alors que beaucoup reste à faire.

Nous pourrions être rassurés devant les 4 milliards d'euros que doit consacrer le Grand Plan d'investissement (GPI) au développement d'un système de transport durable, mais il est difficile de l'être en voyant que, pour les véhicules industriels, les montants contribuant au GPI dans le projet de loi de finances de cette année sont en fait des crédits dédiés au financement de la prime à la conversion, soit 306 millions d'euros pour 2019.

Dans le même temps, il me semble que les transports durables ne font pas partie des priorités affichées par le Fonds pour l'innovation de rupture (FIR) lancé en début d'année, et qui sera constitué des cessions d'actifs publics issues de la future loi relative à la croissance et à la transformation des entreprises, dite « PACTE ». Il y a pourtant urgence à développer des innovations utiles au quotidien, à rendre le véhicule électrique plus accessible et plus autonome, à développer des solutions de recharge moins coûteuses et à anticiper le recyclage des supports d'énergies renouvelables tels que les batteries.

L'hydrogène est également une piste intéressante. Cependant, si le plan « Hydrogène » du Gouvernement est ambitieux dans ses objectifs, il l'est beaucoup moins dans ses financements – le montant de crédits prévu, s'élevant à 100 millions d'euros, est insuffisant. L'électrochoc ne pourra venir que d'un effort massif associant les chercheurs, les constructeurs automobiles et l'État, qui doit apporter des financements pour démocratiser les innovations.

Le rapport de MM. Philippe Mauguin et Marc Michel préconise la fusion de l'INRA et de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) au 1^{er} janvier 2020. Pouvez-vous nous préciser quelles conséquences la fusion prévue pourra avoir sur le plafond d'emplois de ces instituts, et quelles synergies et économies on peut en attendre ? J'en profite pour saluer le travail de l'INRA, dont l'expertise est particulièrement utile – je pense par exemple au rapport qu'il a publié l'an dernier sur les alternatives au glyphosate.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. S'exprimant au nom du groupe La République en Marche, Mme Nathalie Sarles a souligné que les moyens consacrés au budget de la recherche et de l'enseignement supérieur avaient été renforcés. Ils l'ont effectivement été, mais dans des proportions très mesurées, ce qui me conduit à considérer que les moyens ont simplement été maintenus par

rapport à l'année dernière. Pour ce qui est de l'IFPEN, l'audition de son président a mis en évidence un besoin urgent de trésorerie, le montant des dépenses étant, depuis plusieurs années, largement supérieur à celui des recettes, ce qui ne peut que mener l'institut à une impasse. Peut-être l'IFPEN est-il mal positionné au niveau national, et l'on peut se demander dans quelle mesure son nom, faisant référence au pétrole, ne constitue pas un handicap... En tout état de cause, s'il n'est pas rapidement doté de moyens supplémentaires, il se trouvera tôt ou tard en danger.

M. Jean-Marie Sermier a fait remarquer que certaines augmentations de ce budget constituaient des trompe-l'œil. Effectivement, comme je l'ai moi-même indiqué dans mon rapport, certaines augmentations ne visent qu'à rattraper le fait que des engagements pris par le passé n'ont pas été tenus. Il a par ailleurs souligné l'intérêt de l'agriculture de conservation en matière environnementale, notamment son impact sur les émissions de carbone ; sur ce point, je regrette moi aussi l'insuffisance des recherches visant à la mise au point de nouvelles molécules herbicides ayant vocation à être mises en œuvre dans le cadre de l'agriculture de conservation, car j'estime que l'agriculture française et européenne aura besoin de ces molécules dans les années à venir. Je vous ferai part le moment venu de ma position sur l'amendement déposé par M. Saddier, mais je peux d'ores et déjà vous dire que vous n'avez aucun motif de vous inquiéter à ce sujet.

Mme Florence Lasserre-David a évoqué, pour le MODEM, le problème de la sûreté nucléaire. Dans ce domaine, si des moyens importants sont consacrés à la sécurisation des sites existants, ce qui me semble absolument nécessaire, d'autres actions mériteraient d'être mieux accompagnées. Lors des auditions auxquelles j'ai procédé, il a beaucoup été question de la transposition au secteur privé de certaines innovations. Pour ce qui est des solutions qu'est susceptible d'apporter le vecteur hydrogène, il conviendra de veiller à ne pas reproduire les erreurs commises par le passé avec le photovoltaïque et ayant abouti à ce que des brevets déposés par la France soient aujourd'hui exploités en exclusivité par d'autres pays, en particulier la Chine. Nous devons donc faire en sorte que les solutions mises au point par la recherche française – parfois en collaboration avec d'autres pays européens – profitent davantage à notre pays, et j'ai bon espoir que ce soit le cas.

S'exprimant au nom du groupe Socialistes et apparentés, M. Christophe Bouillon a évoqué la simple reconduction des crédits du programme 190, dont je fais également état dans mon rapport. Effectivement, on a l'impression que les moyens mis en œuvre ne sont pas suffisants pour permettre le basculement attendu vers les énergies renouvelables – peut-être le sont-ils encore moins que l'année dernière. Il a rappelé qu'en matière d'énergie, l'hydrogène n'est pas une véritable source d'énergie, mais un simple vecteur, et que l'Allemagne investit huit à dix fois plus que la France au profit de l'hydrogène – ce qui explique que nos voisins d'outre-Rhin progressent beaucoup plus vite que nous dans ce domaine.

Il me semble, monsieur Prud'homme, que vous vous êtes montré, au nom de La France insoumise, un peu sévère à l'égard de l'organisation de la recherche en France, et je considère pour ma part que nous avons en France une recherche de grande qualité.

M. Loïc Prud'homme. Je connais bien ce milieu !

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Je sais que vous le connaissez et j'estime, moi aussi, que la diminution du nombre de chercheurs de haut niveau dans notre pays ne sera pas sans poser certains problèmes. Pour ce qui est de l'ANR, son action me paraît indispensable à la coordination et à la mise en place d'une stratégie nationale de la recherche – peut-être n'est-elle pas aussi efficace qu'on pourrait le souhaiter, mais elle joue son rôle.

M. Paul-André Colombani a exprimé, au nom du groupe Libertés et Territoires, l'idée selon laquelle la France ne se situe pas dans les tout premiers en matière de recherche. Effectivement, bien que le budget de la recherche de notre pays soit important en volume, il ne lui confère que le cinquième ou sixième rang mondial, ce qui n'est pas suffisant compte tenu de son ambition d'entreprendre une véritable transition énergétique.

J'en viens, enfin, à l'intervention effectuée par Mme Auconie pour le groupe UDI, Agir et Indépendants. Vous avez, à juste titre, souligné que la hausse de la taxe sur les carburants devrait logiquement être affectée à la transition énergétique, ce qui n'apparaît pas établi en l'état actuel des choses : sans doute conviendrait-il de mettre en place un fléchage afin que cela puisse être le cas.

Le rapprochement entre l'INRA et l'IRSTEA se fera non pas au moyen d'une absorption, mais d'une simple fusion – les deux organismes ont récemment publié un communiqué en ce sens, d'où il ressort que le rapprochement s'effectuera à la date du 1^{er} janvier 2020. Par ailleurs, les auditions auxquelles j'ai procédé ont permis d'établir que cette opération se fera en maintenant le personnel en place – telle est du moins l'ambition affichée par les présidents des deux organismes.

Mme Danielle Brulebois. Je veux commencer par féliciter notre collègue M. Gérard Menuel pour ce rapport de qualité. Il souligne à juste titre les efforts financiers accomplis, notamment en faveur de la recherche fondamentale.

Pour ce qui est de la transition agro-écologique de l'agriculture, et en particulier des produits de substitution aux phytosanitaires, je souhaite vous interroger sur le renforcement de la recherche consacrée aux risques émergents auxquels sont exposés les êtres humains en matière de santé et d'environnement. Ces risques, encore insuffisamment pris en compte par la législation, représentent un véritable enjeu dans un contexte d'inquiétude croissante. Qu'il s'agisse de la 5G, des nanoparticules ou des perturbateurs endocriniens, les individus sont exposés à une nouvelle catégorie de risques qui doit être abordée par la recherche. En effet, ces risques sont fortement suspectés d'agir inopportunément entre eux,

produisant alors des effets encore plus nocifs – un « effet cocktail » connu, mais dont les mécanismes restent mystérieux pour les scientifiques. Monsieur le rapporteur pour avis, pouvez-vous nous indiquer si la recherche relative à ces risques émergents va bénéficier de moyens accrus afin de tenter de prévenir leurs effets ?

M. Jean-Yves Bony. Je félicite également notre rapporteur pour avis pour son exposé.

L'Agence spatiale européenne fédère vingt-deux pays européens en matière de recherche, avec en particulier des programmes relatifs à la physique fondamentale de la matière, de la vie et des activités humaines. Or, depuis plusieurs années, la France n'honore pas ses engagements financiers, ce qui a abouti à une dette cumulée atteignant plusieurs centaines de millions d'euros en 2018. Pouvez-vous nous préciser où en est la résorption de cette dette et si les échéances dites « de rattrapage » ont été honorées ?

Mme Pascale Boyer. Monsieur le rapporteur pour avis, je vous remercie pour votre présentation de la répartition financière prévue dans le projet de loi de finances 2019 en matière de recherche, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables, et je soutiens un avis favorable eu égard à l'augmentation des crédits. Au sujet des moyens dévolus au ministère de la transition écologique et solidaire pour l'exercice à venir – notamment le programme 190, à hauteur de 3,5 millions d'euros – vous concluez qu'il serait utile de s'interroger sur les pratiques financières des ministères. Compte tenu, d'une part, du fait que les crédits et le ciblage des opérateurs du programme 190 relèvent de la responsabilité directe du ministère de la transition écologique et solidaire, d'autre part, de la portée directement opérationnelle des travaux menés, notamment dans le champ de la mobilité durable, le ministère a-t-il connaissance des opérateurs présents sur les territoires ruraux et de montagne, par exemple dans les Hautes-Alpes ?

M. Martial Saddier. Je tiens, moi aussi, à féliciter le rapporteur pour avis pour la qualité de son travail. Mes chers collègues, nous connaissons tous la terrible maladie qu'est le cancer – terrible pour celui qui est diagnostiqué, mais terrible également pour son entourage. Cette situation devient tout à fait intolérable lorsqu'elle touche les enfants. Or, on compte chaque année 2 500 nouveaux cas de cancers diagnostiqués à des enfants dans notre pays et les traitements n'ont pratiquement pas évolué au cours des trente dernières années, ce qui fait que le taux de survie à dix ans, évalué à 70 %, n'a pas évolué au cours de la même période. Afin de remédier à cette situation inacceptable, je défendrai tout à l'heure un amendement visant à augmenter les crédits de la recherche portant sur les cancers pédiatriques.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Mme Danielle Brulebois connaît très bien le programme 181 « Prévention des risques », puisqu'elle en est la rapporteure pour avis, et je suis d'accord avec toutes les remarques qu'elle a faites à ce sujet, notamment à propos des risques émergents.

Pour ce qui est de la dette de l'ESA, évoquée par M. Jean-Yves Bony, je rappelle que si elle n'existait plus en 2015, elle s'élevait à 151 millions d'euros en 2016, à 354 millions d'euros en 2017 et atteindra 412 millions d'euros en 2018. Cependant, la part affectée à l'Agence spatiale européenne dans le cadre du programme 193 s'élève à 1,175 milliard d'euros en 2019, ce qui doit permettre de réduire la dette cumulée au cours des dernières années en ramenant celle-ci à 279 millions d'euros pour 2019, et d'envisager son extinction en 2020.

Au sujet du programme 190, je ne suis pas en mesure de répondre précisément à votre question portant sur la situation des Hautes-Alpes, madame Boyer. Le Gouvernement a pris la précaution d'orienter les programmes relatifs aux solutions alternatives vers les territoires les plus marginalisés en termes d'infrastructures de transport, mais rien ne permet d'affirmer que cette décision sera suivie d'effet.

La question des cancers pédiatriques constitue une réelle préoccupation, et nous étudierons dans quelques instants l'amendement déposé par M. Saddier à ce sujet – étant précisé que cette proposition n'entre pas tout à fait dans le périmètre des trois programmes que j'ai eu à examiner.

M. Emmanuel Maquet. Monsieur le rapporteur pour avis, vous évoquez dans votre rapport la place de l'hydrogène dans la transition énergétique. Le potentiel de cette solution est très prometteur, tant pour nos déplacements du quotidien que pour le stockage de l'énergie. En matière de transport ferroviaire, notamment, des locomotives à hydrogène pourraient remplacer le tout diesel, mais aussi le tout électrique, car l'électrification des lignes de chemin de fer est extrêmement onéreuse, et 47 % du réseau ferré français ne sont pas encore électrifiés. C'est une page de la science qui reste à écrire, un champ vierge au sein duquel nous devrions nous battre pour en devenir les *leaders*, comme nous l'avons été pour l'énergie nucléaire. Malheureusement, nous n'investissons pas assez dans cette recherche, alors que d'autres pays, comme l'Allemagne, en ont fait une priorité. Pensez-vous que nous avons déjà raté le coche, ou êtes-vous optimiste sur la place de la France dans le déploiement de cette énergie ?

M. Pierre Vatin. Monsieur le rapporteur pour avis, je souhaite, moi aussi, vous féliciter pour votre rapport. Pouvez-vous nous rassurer quant au travail des différentes agences nationales que finance le budget de l'État ? Leur coordination est-elle satisfaisante ? En d'autres termes, évitons-nous à coup sûr les doublons ou peut-il arriver que des agences travaillent chacune de leur côté sur des programmes de recherche identiques ou très voisins ? Il serait particulièrement dommageable que des efforts de financement soient doublonnés au détriment d'autres programmes de recherche délaissés de ce fait.

Par ailleurs, sur le programme 172, je me fais l'écho de vos inquiétudes sur le développement durable et la lutte contre le réchauffement climatique, qu'il s'agisse au final des crédits alloués sur cette thématique à l'Agence nationale de la recherche ou aux autres actions du programme. L'engagement politique du

Gouvernement ne se traduit pas dans sa programmation budgétaire pour 2019, ce que je regrette profondément.

Mme Valérie Beauvais. Monsieur le rapporteur pour avis, je vous remercie pour la qualité de votre rapport.

La France a investi un milliard d'euros dans la recherche sur les biocarburants – notamment l'éthanol –, des énergies présentant un bilan carbone positif. Pouvez-vous nous préciser si nous allons continuer à investir dans ce domaine, et le cas échéant à quelle hauteur ? Les biocarburants constituent-ils une priorité dans la recherche et dans son application ? Les grands groupes pétroliers sont-ils coopératifs et engagés, ou entravent-ils au contraire la recherche en s'opposant au développement de cette énergie dite verte ? Outre qu'il pourrait constituer une véritable transition écologique, le développement de ces carburants permettrait de soutenir la filière agricole, qui en a bien besoin.

M. Jean-Luc Fugit. Je veux rappeler que le plan « Hydrogène » n'a d'intérêt que si l'hydrogène utilisé est produit par électrolyse de l'eau, en utilisant comme source d'énergie de l'électricité provenant d'une source d'énergie renouvelable, par exemple l'éolien ou le photovoltaïque. En effet, former de l'hydrogène – en réalité du dihydrogène – à partir de carburants fossiles ne constituerait en rien un progrès.

Pourriez-vous préciser la réponse que vous avez faite à Mme Nathalie Sarles au sujet des partenariats public-privé, que je n'ai pas très bien comprise, et m'indiquer si, dans ce domaine, les dispositifs mis en œuvre par la France et l'Allemagne s'inscrivent dans des périmètres comparables ?

Enfin, monsieur le rapporteur pour avis, je souhaite appeler votre attention sur un amendement que j'ai cosigné avec ma collègue Mme Amélie de Montchalin au sujet de l'IFPEN, visant à transférer 10 millions d'euros supplémentaires en autorisations d'engagement à cet institut. Cet amendement a été adopté en commission des finances, et j'espère pouvoir compter sur votre soutien mardi prochain, lors de sa présentation en séance publique.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Au sujet du transport ferroviaire, je veux rappeler à M. Emmanuel Maquet que, si l'hydrogène n'est qu'un vecteur, il est permis d'être optimiste au niveau national, même si la France a pris un peu de retard par rapport à d'autres pays – d'autant que la technologie actuellement mise en œuvre en Allemagne, notamment en Bavière, a été mise au point par la recherche française.

M. Pierre Vatin a souligné la nécessaire coordination entre les différents organismes de recherche français. En la matière, les choses ont bien évolué au cours des dernières années, et la coordination se fait mieux entre les différents ministères.

Mme Valérie Beauvais a évoqué l'énergie verte qu'est l'éthanol. L'Institut français de l'environnement (IFEN) travaille sur ce dossier en liaison avec certains pôles de compétitivité, dont un que notre collègue connaît bien puisqu'il se situe près de Reims, dans sa circonscription. Il faut intensifier la recherche en la matière en France.

On parle beaucoup de l'éthanol du fait du tarif intéressant de ce combustible pour les véhicules, grâce au soutien public. Mais les mille points de distribution actuels ne permettent pas encore de couvrir tout le territoire. Nous prenons malgré tout la bonne direction. Ce combustible constitue une bonne alternative.

Monsieur Fugit, j'ai rappelé, concernant le plan de déploiement de l'hydrogène, les vertus du stockage. Les partenariats public-privé sont davantage développés en Allemagne qu'en France. Il y a également davantage de transpositions, même si une partie d'entre elles est d'origine française puisqu'en amont, la recherche a été réalisée en France. Lors de mes auditions, j'ai pu constater l'intérêt grandissant des grands groupes privés s'agissant de l'utilisation de l'hydrogène dans le domaine de la mobilité.

Mme Laurence Maillart-Méhaignerie, présidente. Nous en venons à l'examen des amendements.

Article 39 et État B : Crédits du budget général

La commission examine l'amendement II-CD90 de M. Loïc Prud'homme.

M. Loïc Prud'homme. Notre amendement vise à créer un nouveau programme 901 au sein de la mission, intitulé « Recherche pour la transition écologique ». Il s'agit de doter les opérateurs financés sur l'action 13 « Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable » du programme 190, en prenant des crédits sur les activités financées par l'action 16 « Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire ». Nous souhaitons insister sur l'urgence climatique, qui doit présider à tout projet de recherche.

Malheureusement, le vocabulaire employé traduit les actions qui seront menées par le Gouvernement. En l'espèce, la création d'une nouvelle ligne « Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire » nous alarme. Il est évident qu'il faut favoriser la transition écologique et qu'une partie de la recherche doit être consacrée à la transformation de notre parc en un parc énergétique durable, propre et sans danger. Or ce n'est clairement pas la voie suivie par le Gouvernement. Pour abonder ce nouveau programme 901, nous souhaitons diminuer à due concurrence les actions 13 et 16 du programme 190.

En outre, même si ce sujet relève en partie du programme « Enseignement supérieur et recherche agricole », je souhaite à nouveau évoquer la fusion entre l'INRA et l'IRSTEA, qui pourraient participer à la transition écologique.

Cette fusion prévue en 2020 nous inquiète, car l'IRSTEA est budgétairement « dans le rouge » et l'INRA dispose d'un budget notoirement insuffisant au regard des enjeux écologiques... Le rapprochement doit donc s'accompagner de financements durables et du recrutement de titulaires, afin de pérenniser notre recherche sur le long terme.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Cet amendement supprime non seulement des dotations allouées à la recherche nucléaire civile, mais aussi celles destinées au plan national « Santé-environnement » mis en œuvre par l'ANSES et celles du Centre national d'alerte aux tsunamis (CENALT).

Il est indispensable de continuer à soutenir la recherche nucléaire civile. Car l'objectif visant à ramener à 50 % la part du nucléaire dans la production d'électricité sera difficilement atteint en 2025. En outre, le GIEC a pris une position particulière concernant le nucléaire civil du fait de la nécessaire décarbonisation de l'énergie.

Mon avis sera donc défavorable car il est essentiel de maintenir une recherche de pointe, capable d'améliorer et de sécuriser les technologies mises en œuvre, tout en résolvant le problème de la gestion des déchets nucléaires.

M. Loïc Prud'homme. M. le rapporteur pour avis vient de confirmer que nous avons raison d'être inquiets de l'apparition de cette action « Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire ». La seule trajectoire suivie pour décarboner notre énergie est celle du nucléaire ! Nous pensons qu'il faut plutôt investir massivement dans la recherche concernant les énergies renouvelables.

M. Jean-Pierre Vigier. Je soutiens le rapporteur pour avis. Bien évidemment, il faut réaliser la transition écologique, mais elle doit s'opérer dans la durée. Il faut surtout sécuriser notre production d'énergie, notamment d'énergie électrique. Heureusement que nous disposons d'énergie nucléaire ! Nous serions sinon totalement dépendants des pays voisins. Nous le constatons en hiver : la demande est forte et, malgré nos centrales nucléaires, nous devons acheter de l'électricité à l'étranger.

La commission rejette l'amendement.

Elle en vient à l'amendement II-CD87 de M. Matthieu Orphelin.

M. Matthieu Orphelin. Le sujet, très sérieux, du financement du plan de déploiement de l'hydrogène a déjà été abordé par de nombreux collègues de tous les groupes lors des interventions liminaires. En l'état actuel de notre débat budgétaire, subsiste un écart entre les 100 millions d'euros prévus dans le plan gouvernemental de juillet dernier et les crédits prévus dans le projet de loi de finances pour 2019. L'ADEME y consacra 20 millions d'euros, par le biais d'un appel à projets lancé il y a quelques semaines dans le domaine de la mobilité. Parallèlement, le programme d'investissements d'avenir (PIA) prévoit 50 millions d'euros d'avances remboursables pour des projets principalement industriels.

La semaine dernière, dans l'hémicycle, le ministre d'État, ministre de la transition écologique et solidaire a indiqué qu'il comblerait l'écart de 30 millions d'euros, si les 70 millions d'euros étaient dépensés rapidement. Cet amendement vise donc à en discuter également avec la ministre en charge de la recherche : comment faire ? À quel rythme en 2019 ?

En outre, alors que notre programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) va être rendue publique dans quelques jours, nous devons mieux articuler les moyens et priorités de la recherche publique et les objectifs de la PPE. Or si l'on analyse les quinze dernières années de dépenses publiques en matière de recherche et développement dans le secteur de l'énergie, on se rend facilement compte que notre soutien public à la recherche n'est pas aligné sur les priorités de la PPE. Pire, les écarts sont très importants ! L'année dernière, 150 millions d'euros ont été consacrés à la recherche dans le secteur de la maîtrise de l'énergie, 170 millions d'euros aux énergies renouvelables, 30 millions d'euros à l'hydrogène et 407 millions d'euros au nucléaire... Ce n'est pas un jugement de valeur, mais nos priorités de recherche publique doivent rejoindre nos priorités énergétiques. C'est l'objet de cet amendement. Prolongeons la discussion en séance avec le Gouvernement.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Votre amendement transfère 30 millions d'euros de la recherche duale – civile et militaire – vers le financement du plan de déploiement de l'hydrogène du ministère de la transition écologique et solidaire. Lors de mon analyse du programme 190, j'ai souligné cette impasse de 30 millions d'euros. Vous portez les financements du plan de 70 à 100 millions d'euros ; je suis convaincu des grandes potentialités de l'hydrogène comme vecteur d'énergie et facteur de mobilité décarbonés – je l'ai indiqué dans mon rapport. Je donnerai un avis favorable à cet amendement.

M. Jean-Baptiste Djebbari. L'ambition du plan « Hydrogène » est intacte. Pour reprendre les propos de Mme Brulebois il y a quelques jours, ce plan est financé sur cinq ans – 50 millions sur le budget et 50 millions sur le PIA. Je tiens à clarifier la question des financements de l'ADEME. Cette dernière a dégagé environ 240 millions d'euros en crédits de paiement, liés à l'abandon de certains projets. Sans avoir besoin de crédits supplémentaires, elle peut donc financer les projets liés à l'hydrogène. Nous ne parlons pas ici des autorisations d'engagement de l'ADEME, augmentées en octobre dernier de 24 millions d'euros pour atteindre un budget rectificatif de 574 millions d'euros. Par ailleurs, le ministre d'État s'est engagé à continuer d'augmenter les autorisations d'engagement – et donc le budget – de l'ADEME d'environ 10 % l'année prochaine.

Il faut faire attention à ne pas confondre les crédits de paiement, c'est-à-dire les financements disponibles à l'ADEME, qui ne sont pas en danger, avec son budget. Pourquoi ? Vous privez un projet ou un programme de financement et, si le budget alloué à l'ADEME n'est pas consommé, c'est Bercy qui rafle tout ! Nous ne voterons donc pas cet amendement.

M. Jean-Marie Sermier. L'hydrogène est une énergie d'avenir, d'autant plus qu'elle permet le stockage. Le Gouvernement ne peut pas taxer les automobilistes français au motif qu'ils utilisent des énergies fossiles sans proposer d'alternatives ! Nous l'avons dit lundi soir dans l'hémicycle. Bien sûr, il faut réfléchir sur le long terme, mais également formuler des propositions. L'hydrogène en est une. Il faut dès à présent amplifier les recherches afin que nous puissions utiliser l'hydrogène dans nos systèmes ferroviaires, comme les Allemands, ou développer les mobilités à base d'hydrogène, comme certains pays asiatiques, et notamment la Chine, le font.

En outre, quand on parle d'hydrogène, on parle également de stockage. Si nous pouvions stocker l'électricité que nous produisons, nous en aurions suffisamment et ne nous poserions pas la question de savoir si le développement de tel ou tel système de production est onéreux !

Cet excellent amendement est frappé au coin du bon sens. Vos arguments ne tiennent pas, monsieur Djebbari !

M. Bruno Duvergé. Nous en sommes tout à fait d'accord : il faut continuer à développer très rapidement les énergies renouvelables. Le développement de l'hydrogène comme source alternative d'énergie doit emprunter trois axes : en premier lieu, la production ; nous produisons actuellement 950 000 tonnes d'hydrogène par an, mais il provient à plus de 90 % du méthane. Nous devons accélérer la transformation de la production de façon vertueuse, en utilisant l'électricité fatale, éolienne et solaire. En deuxième lieu, les véhicules ; les constructeurs français ne vont pas assez vite, même si certains équipementiers investissent. Toyota a ainsi pris beaucoup d'avance... En troisième lieu, les réseaux ; de quel réseau a-t-on besoin – production locale, mini-réseau ou réseau de distribution plus large ?

Mme Danielle Brulebois. Nous sommes tous convaincus que le plan de déploiement de l'hydrogène est essentiel aux mobilités propres, mais il ne faut pas tout mélanger et affirmer que les fonds de l'ADEME ne sont pas suffisants. C'est faux ! Le Plan hydrogène est doté de 50 millions d'euros sur cinq ans, auxquels s'ajoutent 50 millions d'euros de financements au titre du PIA. Il ne sert à rien de surdoter l'ADEME, notre collègue M. Djebbari l'a très bien expliqué : cela sera contre-productif, la régulation budgétaire risquant de conduire à une reprise de ces crédits...

M. Jean-Charles Colas-Roy. L'intention de notre collègue M. Matthieu Orphelin et de ses cosignataires est tout à fait louable, mais il s'agit quand même d'un amendement à 30 millions d'euros. On fait bien peu de cas de la recherche duale – civile et militaire – qui est ponctionnée... Bien sûr, c'est le jeu. Malgré tout, le rapporteur pour avis aurait pu nous en dire un mot.

Notre collègue Matthieu Orphelin a lui-même précisé qu'il s'agissait d'un amendement d'appel pour que le Gouvernement précise ses intentions et expose clairement comment seront alloués ces crédits. Ce dernier s'est engagé sur 100 millions d'euros ; on nous a répondu dès lundi soir dans le cadre du vote du budget de la mission « Écologie, développement et mobilité durables » dans l'hémicycle.

Quoi qu'il arrive, cet amendement sera redéposé pour la séance publique. Considérant qu'il s'agit d'un amendement d'appel, je m'abstiendrai.

M. Matthieu Orphelin. J'avais prévu de retirer cet amendement, mais compte tenu des débats, je vais le maintenir pour plusieurs raisons. Monsieur Colas-Roy, pour le gage, vous savez bien que l'on ne peut pas faire autrement. Le seul capable de lever le gage est le Gouvernement...

En outre, mon amendement n'abonde pas les crédits de paiement de l'ADEME, mais le programme. Monsieur Djebbari, je connais la problématique des autorisations d'engagement et des crédits de paiement de cette agence puisque j'en étais l'un des directeurs il y a encore dix-huit mois ! Vos arguments s'entendent pour le Fonds chaleur, par exemple, mais sont quasiment hors sujet dans le cas présent... Par ailleurs, je n'ai jamais dit que ces 30 millions d'euros devaient passer par l'ADEME.

Je remercie le rapporteur pour avis pour son avis favorable. Monsieur Colas-Roy, vous avez raison, c'est un amendement d'appel mais l'appel sera encore plus audible s'il est voté en commission ! Certes, j'ai été rassuré par les déclarations du ministre d'État lundi soir en séance, mais nous attendons toujours des précisions sur les modalités de déblocage des 30 millions d'euros si les 70 autres millions sont dépensés dès les premiers mois de 2019.

M. Bruno Millienne. Monsieur Djebbari, je comprends vos arguments, mais notre rôle est également d'inciter encore plus fortement le Gouvernement à investir sur de nouvelles énergies, notamment l'hydrogène. Regardez ce qui se passe actuellement pour les énergies fossiles ! Nous sommes là pour tirer la sonnette d'alarme. Nous soutiendrons cet amendement d'appel, même si, au final, il a très peu de chance d'être adopté.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Ce débat est riche. Je rappellerai que, sur les 100 millions d'euros, 50 millions seront versés comme avances remboursables au titre du PIA et 20 millions sont ponctionnés sur la trésorerie de l'ADEME. Il s'agit par ailleurs d'un engagement du Gouvernement. Si nous votons cet amendement, nous devons arriver en séance avec des arguments pour le faire adopter. Pour autant, on ne peut pas dire que le Gouvernement ne s'est pas engagé – il a bien parlé de 100 millions d'euros investis dès 2019.

Enfin, s'agissant de l'hydrogène, l'ADEME n'est que gestionnaire de fonds, et non bénéficiaire de subventions.

La commission adopte l'amendement.

Elle examine ensuite l'amendement II-CD88 de M. Martial Saddier.

M. Martial Saddier. J'ai exposé pendant la discussion générale le cas extrêmement douloureux des familles et des enfants touchés par le cancer. Malheureusement, dans notre pays, seuls 3 % des crédits de recherche de l'Institut national du cancer (INCa) sont consacrés aux cancers des enfants. Pourtant, 2 500 nouveaux cas sont diagnostiqués chaque année. Ce n'est pas un reproche vis-à-vis de l'INCa, mais une malheureuse réalité.

Au cours des années 1970 et 1980, des progrès ont été réalisés sur la base des traitements pour adultes. Mais, depuis les années quatre-vingt, nous stagnons : l'espérance de vie ne progresse plus et très peu de nouveaux traitements sont mis sur le marché, car les moyens sont insuffisants, car les chercheurs passent leur temps à courir après l'argent, car ce sont désormais les associations et les parents bénévoles qui sont seuls moteurs. Mes chers collègues, vous le constatez tous dans vos circonscriptions, ces parents sacrifient leur vie pour leurs enfants ; ce n'est plus tenable ! Nous devons les aider.

Il ne s'agit pas d'un amendement d'appel, car nous ne pourrions pas clore ce débat en commission. Je vous en conjure, amenons la discussion dans l'hémicycle, afin de faire bouger les lignes. Les besoins sont estimés à 18 millions d'euros. Nous ne devons pas faire de politique mais, en collaboration avec le Gouvernement, apporter une solution à une situation inacceptable pour les enfants et les familles.

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. Bien évidemment, le sujet est grave. Mon avis sera favorable, en espérant que le Gouvernement lève le gage de 18 millions d'euros sur la recherche en aéronautique civile.

M. Bruno Millienne. J'entends et je partage le constat de notre collègue concernant les cancers pédiatriques. C'est la raison pour laquelle nous allons examiner une proposition de loi sur ce sujet en novembre, dans le cadre de l'ordre du jour réservé au groupe MODEM. Je vous demanderai de faire preuve de sagesse, d'attendre l'examen de cette proposition de loi et de la voter. Cela résoudra en grande partie les problèmes que vous évoquez.

M. Jean-Baptiste Djebbari. Nous allons soutenir la proposition de loi du MODEM. C'est un véhicule plus adapté pour évoquer le financement, l'accès aux médicaments ou le soutien aux familles touchées par ces cancers. Il est toujours délicat de s'opposer à un tel amendement, mais sachez que nous soutenons son esprit et une action résolue de la majorité présidentielle en la matière.

Mme Nathalie Sarles. Je partage l'analyse de M. Djebbari. Mme Agnès Buzyn, ministre de la santé, a été interrogée sur ce sujet lors des questions au Gouvernement. Elle a indiqué qu'une action de fond serait engagée. On ne peut se cantonner à l'adoption d'un amendement dans le cadre d'un avis

budgétaire. La réflexion sur ce sujet doit être plus large, même si, bien entendu, nous savons combien ce sujet est dramatique pour tous les parents concernés et sommes conscients de la nécessité d'accélérer.

M. Christophe Arend. Monsieur Saddier, je suis sensible à votre proposition car j'ai exercé trois ans dans un centre de recherches contre le cancer, au contact d'enfants malades. Mais ce serait un raccourci que d'affirmer que le Gouvernement ne soutient pas la recherche contre les cancers pédiatriques. Le cancer, ce sont plusieurs maladies qui touchent à la fois les enfants et les adultes. La recherche est effectivement orientée vers les adultes, mais bénéficie également aux cancers pédiatriques, bien qu'ils soient parfois spécifiques.

Cet amendement est contradictoire avec le précédent qui plaidait en faveur de crédits de recherche accrus dans les domaines de l'énergie et de la mobilité durables : la recherche en la matière est aussi un moyen de prévention et de lutte contre les cancers. Certes, il faut être ambitieux, monsieur Saddier. Mais il me semble que le principe de raison doit prévaloir et qu'il est préférable de prouver qu'un produit ou une substance n'est pas dangereux plutôt que de tenter de prouver *a posteriori* son caractère dangereux. Le principe de précaution n'a rien à voir avec l'innovation responsable que certains essaient de défendre...

Je voterai contre cet amendement, mais soutiendrai la proposition de loi de nos collègues du MODEM. J'appelle l'ensemble des membres de la commission à se saisir de cette question et à avancer dans le bon sens, d'abord en se focalisant sur la prévention, puis sur la recherche en matière de cancers pédiatriques.

Mme Sophie Auconie. Je soutiens totalement la proposition de M. Martial Saddier. Je ne l'ai pas entendu dire qu'il regrettait le non-engagement de l'État sur ce sujet. Il souhaite simplement envoyer un signal budgétaire fort.

Je soutiens bien évidemment aussi la proposition de loi du MODEM puisqu'elle va dans le même sens. La réflexion est transpartisane. Mais, monsieur Millienne, nous devons le graver dès maintenant dans le projet de loi de finances. Sinon, même si la proposition de loi est adoptée, il nous faudra attendre 2020 pour disposer de crédits budgétaires. Il ne faut pas perdre une année !

M. Martial Saddier. Je remercie Mme Auconie pour ses propos. Je pensais pourtant avoir pesé chaque mot de mon intervention. Je ne fais de reproche à personne et j'appelle, sur ce sujet encore plus que sur d'autres, au rassemblement. Bien évidemment, je soutiendrai la proposition de loi mais – c'est le fonctionnement de nos institutions – il y a toujours un décalage entre le moment où nous votons un texte et le débat budgétaire. En conséquence, cette proposition de loi, probablement soutenue par tous, sera un pas en avant, mais elle sera purement déclarative si elle ne se traduit pas en monnaie sonnante et trébuchante !

Enfin, je le dis aux députés de la majorité, le fait majoritaire ne doit pas aboutir à ce que nos commissions ne servent plus à rien. Le travail en commission est aussi là pour alimenter les débats en séance avec le Gouvernement. Il ne s'agit

pas de forcer la main de ce dernier, mais de l'amener à prendre des engagements financiers au service de la future proposition de loi. Même si le sujet n'est en rien comparable à nos débats précédents sur l'hydrogène, nous avons collectivement intérêt à envoyer un signal et à reprendre ce débat dans l'hémicycle. Nous soutiendrons tous la proposition de loi et le Gouvernement pourra s'engager clairement sur les moyens financiers.

M. Jean-Pierre Vigier. Je suis d'accord, l'un n'empêche pas l'autre ! Accepter cet amendement serait un acte fort, en préalable à l'examen et l'adoption de la proposition de loi, qui serait ainsi financée.

M. Pierre Vatin. Je partage les constats de MM. Saddier et Vigier. En outre, cette majorité est particulièrement allante pour nous dire qu'il est urgent d'attendre depuis dix-huit mois !

M. Jean-Baptiste Djebbari. On peut attendre jusqu'au 29 novembre !

M. Bruno Millienne. Monsieur Saddier, j'entends vos propos. Nous sommes très sensibles à cet amendement, mais la proposition de loi sera débattue le 29 novembre et l'attente, en conséquence, limitée. Sur un sujet aussi important, j'imagine mal que l'on nous refuse un amendement en projet de loi de finances rectificative pour une mise en œuvre avant 2020.

M. Jean-Baptiste Djebbari. Absolument !

M. Hubert Wulfranc. Les termes du débat ont été clairement posés, notamment par Mme Auconie. Nous ne faisons pas de politique sur ce sujet. L'enjeu, très concret, a été parfaitement exposé. Nous notons votre engagement et votre soutien concernant la proposition de loi à venir. Avançons ensemble. Nous sommes sensibles au caractère pragmatique de votre proposition.

Pour autant, même si je n'ai pas la prétention d'être compétent en matière médicale, je suppose que les 18 millions d'euros demandés correspondent à des projets de recherche. Il faut donner des moyens à la communauté des chercheurs et des praticiens car ils doivent faire face à cette détresse, qui nous échappe. Ce serait un signal très fort.

M. Martial Saddier. Mes chers collègues de la majorité, j'ai eu, moi aussi, la chance de faire deux mandats dans une majorité et, à ce titre, je me permets de vous donner un modeste conseil : pour avoir une petite chance que ces 18 millions d'euros soient bien fléchés dans le projet de loi de finances rectificative, vous avez tout intérêt à amener le débat bien en amont dans l'hémicycle ! La ministre prendra alors peut-être l'engagement de les inscrire dans le projet de loi de finances rectificative...

M. Gérard Menuel, rapporteur pour avis. La commission des finances a examiné un amendement semblable, du même montant, et l'a adopté après débat. Il serait important d'être sur la même ligne en séance.

La commission rejette l'amendement.

Puis elle émet un avis favorable à l'adoption des crédits de la mission « Recherche et enseignement supérieur ».

LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES

(par ordre chronologique)

Institut national de la recherche agronomique (INRA)

M. Philippe Mauguin, président-directeur général

M. Fabrice Marty, directeur général délégué à l'appui de la recherche

Mme Claire Brennetot, conseillère du président-directeur général pour les relations parlementaires et institutionnelles

ainsi que les responsables et les équipes du Centre INRA Île-de-France-Versailles-Grignon

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

M. François Moisan, directeur exécutif en charge de la stratégie, de la recherche et de l'international

Agence nationale pour la recherche (ANR)

M. Thierry Damerval, président directeur général

M. Olivier Spalla, responsable du département scientifique « Sciences Physiques Ingénierie, Chimie et Énergie »

M. Frédéric Monot, responsable du département scientifique « Environnements, écosystèmes, ressources biologiques »

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

M. Roger Genet, directeur général

Mme Agathe Denéchère, directrice générale adjointe

Mme Sarah Aubertie, chargée des relations institutionnelles

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)

M. Marc Michel, président

M. Pierre-Yves Saint, conseiller du président

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

M. Alain Schuhl, directeur général délégué à la science

Mme Stéphanie Thiébault, directrice de l'Institut Écologie et environnement (INEE)

M. Thomas Borel, chargé des relations avec le Parlement

Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) – Commissariat général au développement durable (CGDD) – direction de la recherche et de l'innovation (DRI)

M. Serge Bossini, directeur et responsable du programme 190

Mme Hélène Bégon, sous-directrice aux affaires générales

Mme Dominique Berthon, cheffe du budget, direction des affaires financières

IFP énergies nouvelles (IFPEN)

M. Didier Houssin, président

M. Eric Lafargue, directeur général adjoint

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)

M. François Jacq, administrateur général et président du conseil d'administration

Mme Marie-Astrid Ravon-Berenguer, directrice des finances et des programmes

M. Jean-Pierre Vigouroux, chef du service des affaires publiques, chargé des relations avec le Parlement

ainsi que les responsables et les équipes des laboratoires du CEA au Plateau de Saclay

ENGIE

M. Olivier Machet, Technology and business developer manager à la Business unit (BU) Hydrogène d'ENGIE

M. Étienne Giron, délégué aux affaires règlementaires d'ENGIE

Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI)

– Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI)

M. Pierre Valla, adjoint au directeur général de la recherche et de l'innovation

M. Damien Rousset, adjoint au chef du service de la performance du financement et de la contractualisation avec les organismes de recherche

M. Maurice Caraboni, chef du département de la gestion et du pilotage budgétaire des programmes

– Service de la stratégie scientifique, de la recherche et de l'innovation

M. Frédéric Ravel, directeur scientifique du secteur Énergie, développement durable, chimie et procédés

M. Michel Beckert, chargé de mission Agronomie, bioéconomie et économie circulaire - secteur Environnement-univers.