



LE PROGRAMME ALLEMAND

Sommaire

1. **Contexte**
2. **L'implication récente mais forte des autorités fédérales**
3. **L'action pionnière de plusieurs villes et Länder**
4. **Bibliographie**

1. Contexte

Plusieurs facteurs conditionnent le développement de la recherche et des applications hydrogène et piles à combustible (PAC) en Allemagne. Dans le domaine de la production d'électricité, on citera notamment l'abandon progressif de l'énergie nucléaire décidé par le gouvernement de Gerhard Schröder. Ainsi fut établie la convention du 14 juin 2000 entre la coalition politique au pouvoir et les exploitants pour encadrer cet abandon en limitant dans le futur la quantité d'énergie totale pouvant être produite par chaque centrale nucléaire. Ce calendrier fut repris par le gouvernement suivant en mars 2011, après la catastrophe de Fukushima: la Chancelière Angela Merkel proclama l'arrêt définitif de la totalité des centrales nucléaires au plus tard en 2022.

Mais depuis la situation n'évolue pas dans le sens prévu: *"en' six ans, les émissions de gaz à effet de serre allemandes ont stagné et leur baisse relative par rapport à 1990 est deux fois plus lente que dans le reste de l'Europe, malgré la fermeture des industries polluantes de l'ancienne RDA! Les prévisions du plan Merkel ont été fondées sur des hypothèses technologiques, économiques et sociétales malhonnêtes. A la lumière des faits, l'augmentation de la production électrique intermittente (éolienne et photovoltaïque) à la place du nucléaire n'a fait que conforter le rôle du charbon et du gaz, seules énergies capables de compenser les aléas du vent et du soleil faute de moyen de stockage viable! Quant aux gains d'efficacité énergétique, ils se sont avérés eux aussi largement surestimés par rapports aux comportements réels de la population et de l'industrie"*.

Néanmoins, cette décision de 2011 a été confortée par celle d'investir fortement dans les énergies renouvelables, solaire et éolienne, tout en prenant en compte l'importance que les allemands portent à l'automobile, un secteur qui emploie près de 800 000 personnes. Le défi était -et reste- de continuer à alimenter les 45 millions de réservoirs d'automobiles tout en diminuant la part des fossiles dans le carburant. **L'hydrogène** a été retenu comme une des alternatives. Des analyses économiques, menées par le ministère de l'industrie, indiquent que si l'Allemagne se positionne pour produire et exporter des voitures à hydrogène, son industrie se maintiendra, mais que si elle rate cette opportunité, son industrie automobile sera à terme menacée².

¹ extrait d'un article publié dans un blog CESTR le 25/09/2017.

² « National hydrogen and fuel cell technology innovation programme », 8 mai 2006, note des ministères des transports, des bâtiments, et des affaires urbaines ; de l'éducation et de la recherche ; et de l'économie et de la technologie.

2. L'implication récente mais forte des autorités fédérales allemandes

Aujourd'hui, "l'Allemagne est le pays européen en tête dans le domaine de l'hydrogène et de la technologie des piles à combustible", se targue le ministère allemand de l'industrie³. Une implication au niveau fédéral qui, si elle est récente, est particulièrement déterminée.

Deux phases doivent être distinguées dans le développement du soutien fédéral à la RD&D hydrogène et PAC : avant et après 2004.

2.1. Avant 2004

Au cours de la première phase, comme l'indique la figure 1 ci-dessous, les soutiens à l'hydrogène énergie sont relativement modestes et irréguliers, ils représentent environ 200 M€ de soutiens financiers publics, de 1974 à 2003, sans vision d'ensemble notable.

A partir de 1986 les financements ont été momentanément accrus pour l'hydrogène avant d'être à nouveau diminués. De cette époque datent notamment les premiers projets à grande échelle de démonstration autour de la production de l'hydrogène par voie solaire. On notera entre autres le programme « *Hy-Solar* » de coopération de l'Allemagne avec l'Arabie Saoudite pour la production d'hydrogène.

Après finalisation de ce programme, le gouvernement a poussé le développement des PAC à partir des années 1990 dans le cadre de son projet de développement de ressources d'énergies durables. Après avoir atteint un pic en 1995, les financements correspondants ont chuté de 30% jusqu'en 1999 avant de repartir à la hausse en 2000-01 dans le cadre du « programme pour les investissements du futur ».

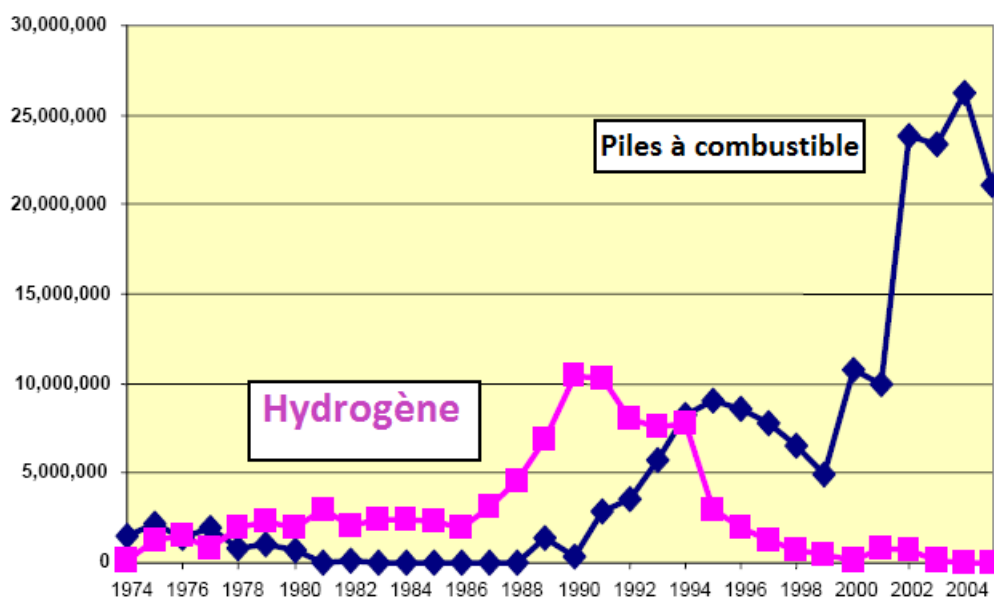


Figure 1 - Financements annuels fédéraux (en €) pour PAC et H₂ sur la période 1974-2004⁴

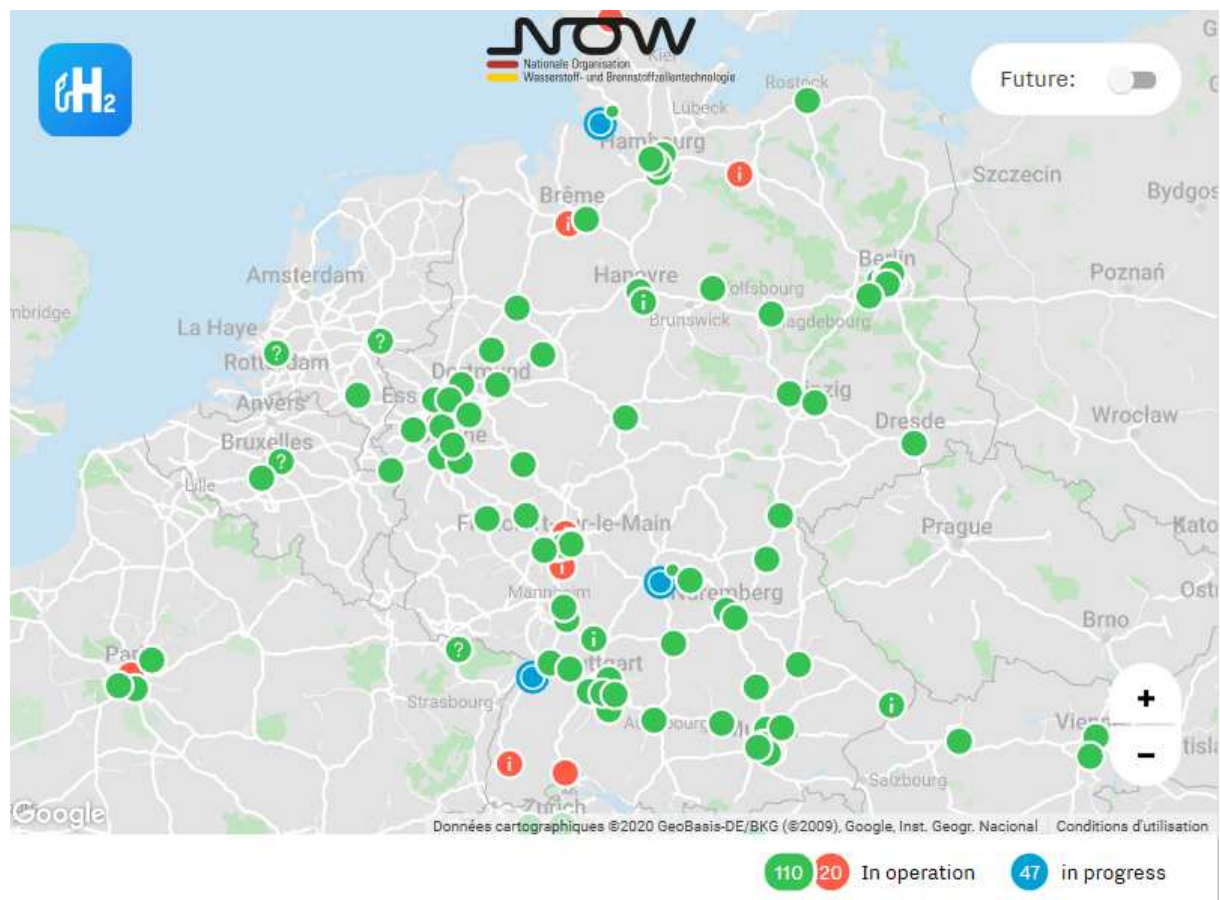
³ Ibid. (réf. 2)

⁴ Ibid.

2.2. Depuis 2004

En 2004, furent à la fois arrêtées une stratégie nationale de développements des investissements dans le domaine des « hautes technologies » (« high-tech strategy »), et une stratégie fédérale pour les carburants. Il en a résulté une accélération marquée du soutien à l'hydrogène et aux PAC.

Ainsi en 2007, fut lancé le **programme national d'innovation hydrogène et PAC** (dit '**NIP**' pour « *National Innovation Program Hydrogen and Fuel Cells* »), doté de 500 M€ de soutien public équivalent aux dépenses du secteur privé dans les 10 années suivantes. Pour la période 2007 - 2016, un budget de 1,4 milliard d'euros avait été adopté: il a permis d'accroître le nombre de stations-service hydrogène de 15 en 2013 à 100 en 2017 et devait permettre d'installer 500 exemplaires de cogénérateurs résidentiels à pile à combustible à court terme⁵. L'implantation des 50 stations décidées pour 2015 a été publiée par l'organisation **NOW**. L'initiative "*H₂ Mobility*" prévoit l'implantation de 400 stations d'ici 2023. La localisation des stations (2019) est donnée sur la figure 2.



Cette organisation **NOW**, créée dans le cadre du programme NIP début 2008, a pour rôle de financer des projets de RD&D. L'objectif fut de stimuler une forte coordination des activités des entreprises, laboratoires et acteurs publics pour développer un secteur industriel allemand compétitif et favoriser la commercialisation rapide des applications développées en Allemagne. Ces activités font partie d'une stratégie plus large du gouvernement allemand en matière de carburants et de hautes technologies énergétiques et mettent l'Allemagne dans le peloton de tête des pays engagés dans le développement de l'hydrogène et des PAC.

⁵ De fait, plus de 1000 cogénérateurs avaient été installés fin mai 2015

L'organisation globale est présentée sur la figure 3:

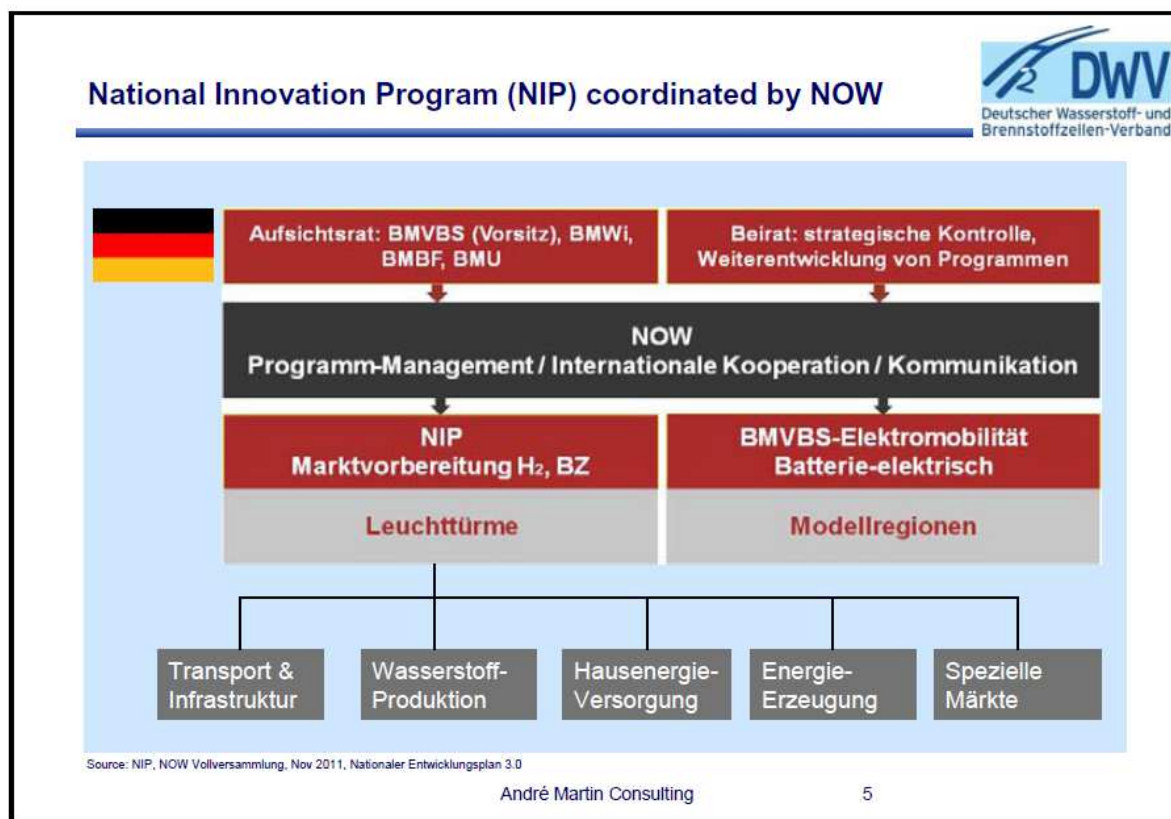


Figure 3 - Organisation hydrogène/PAC en Allemagne

Les autorités fédérales qui participent aux programmes et projets H₂ et PAC sont les suivantes:

- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI)
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi)
- Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety
- Federal Ministry of Education and Research

Deux associations nationales traitent du sujet H₂ et PAC :

- German Hydrogen and Fuel Cell Association DWV
- Fuel Cell Initiative IBZ

A noter : des rencontres franco-allemandes sur le sujet H₂/PAC ont été organisées en 2014 et 2017 pour mettre en place des initiatives communes.

Evolution des programmes et financements

- En octobre 2016, le gouvernement fédéral a formalisé le programme interministériel NOW 2016 - 2026. Il comporte deux branches :
 - l'une assure la continuité des programmes de R&D
 - l'autre supporte les actions nécessaires à une activation du futur marché.

Le BMVI prévoit d'investir 250 M€ d'ici 2019, tandis que le BMWi poursuit son support à la R&D dans le cadre du 6ième programme de recherche sur l'énergie, au niveau de 25 M€/an environ. De plus, le BMWi soutient le Funding programme for the purchase of fuel cell heating devices pour les acheteurs privés dans le cadre du National Action Plan for Energy Efficiency (NAPE).

- pour les acheteurs privés dans le cadre du *National Action Plan for Energy Efficiency* (NAPE).
- Fin 2016, il circulait en Allemagne 250 véhicules à pile à combustible. Par ailleurs, le gouvernement allemand a donné son accord pour que le programme de soutien aux véhicules à pile à combustible se poursuive jusqu'en 2026.
- En mars 2017, le BMVI a lancé un nouveau programme, baptisé NIP 2, doté de 250 M€ pour la période 2017-2019, qui s'élargit aux domaines ferroviaire et marin.
- En juin 2017, dix sociétés allemandes du secteur des transports se joignent au *Centre for Solar Energy and Hydrogen Research (ZSW)*, implanté à Baden-Württemberg, dans le cadre du projet "AutoStack Industry (ASI)". Leur objectif est de développer la pile à combustible jusqu'au stade de sa complète maturité alors qu'il nécessite aujourd'hui encore trop d'opérations manuelles. Cet ensemble vise une production annuelle de 30 000 stacks issus d'une ligne de production très automatisée. Cette action se développe dans le cadre du NIP et il a été doté d'une subvention de 21,3 M€ par le BMVI.
- En juin 2017, la société suédoise *PowerCell Sweden AB* a reçu du BMVI, et d'un ensemble d'industriels (BMW, Daimler, Ford et Volkswagen) une déclaration d'intention pour le développement d'une plate forme commune de développement de stacks, dans le cadre de NOW. Ce projet est planifié en deux phases dont la première, d'une durée de 29 mois, devrait coûter 36 M€.
- En septembre 2017, BMVI a subventionné (pour 3,2 M€), pour le compte de NIP, l'achat de 185 exemplaires de la Toyota Mirai. Les 25 premières seront déployées à Hambourg.
- En 2017, La répartition des budgets entre BMVI et BMWi est résumée sur la figure 4

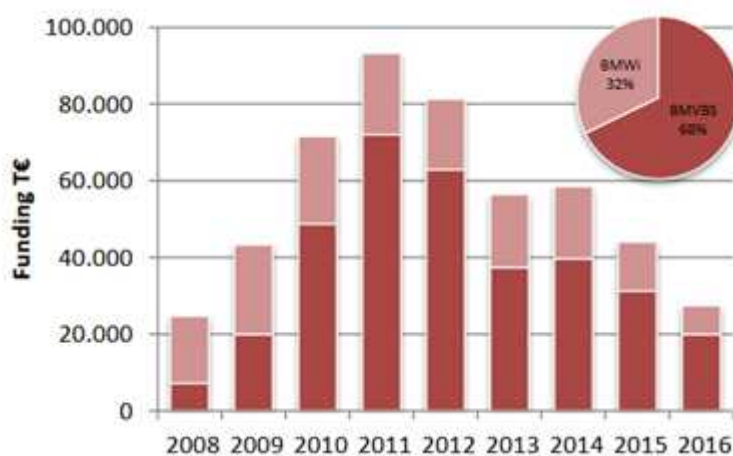


Figure 4 - Répartition du budget entre BMVI et BMWi

(Hydrogen, Fuel Cell and Battery Electric Drives – Federal Market Preparation Programs in Germany, Status Quo & Outlook - Rapport NOW)

- En novembre 2017, le programme NIP 2 de NOW/NIP (2016-2026)⁶ informe qu'il inclut le financement de la construction de nouvelles stations-service hydrogène ouvertes au public. Il couvrira 60% des coûts d'investissement et pourra inclure la réalisation d'électrolyseurs utilisant une énergie verte.

⁶

- En février 2018, NIP fait savoir que le programme 2006-2016 a atteint ses objectifs et que le programme se poursuit sous l'appellation NIP2 jusqu'en 2026. Une somme de 1,4 G€ aura été investie par le gouvernement Fédéral pour le compte de 240 industriels et d'une cinquantaine d'instituts publics. L'Allemagne couvre toute la chaîne de fourniture avec 32 industriels fabricants ou distributeurs de composants bien que n'ayant aucun produit commercial dans le domaine de la mobilité. La référence du rapport d'évaluation figure dans la bibliographie en fin de texte.
- En juillet 2019 le ministre allemand de l'Economie, Peter Altmaier, annonce la création de 20 « real laboratories » qui devront tester les technologies du futur, parmi lesquelles figure l'hydrogène. Ces laboratoires seront dotés d'un budget annuel de 100 M€.
- En juillet 2019, le ministre Fédéral des transports annonce une dotation de 70 M€ pour le développement des véhicules électriques à pile à combustible pour lequel le centre de Ulm ZSW (Center for Solar Energy and Hydrogen Research) jouera un rôle central.
- En août 2019, *Avacon Netz*, filiale de E.ON, lance une opération pilote en Saxony-Anhalt pour augmenter le taux d'hydrogène dans le réseau de gaz et le passer à 20%, une première dans le réseau allemand. Cette opération est cofinancée par le DVGW (the German Gas and Water Association)
- En octobre 2019, dans le cadre de son programme de soutien aux filières alternatives, le ministère de l'éducation et de la recherche allemand a alloué une nouvelle enveloppe de 300 M€ pour financer le développement d'hydrogène vert d'ici à 2023.
- En décembre 2019, PowerCell Sweden AB a reçu l'accord des autorités allemandes pour la phase 2 du projet allemand *Autostack Industrie*. L'objectif de ce projet est de développer une pile à combustible pour l'industrie automobile allemande ; les autres partenaires sont Audi, BMW, Ford, Volkswagen et ZSW. Cette pile pourrait être disponible à partir de 2022.
- En février 2020, l'Allemagne finalise son plan national hydrogène qui était prévu initialement pour fin 2019. Le plan fixerait un objectif de 20 % d'hydrogène neutre en carbone dans sa consommation d'ici 2030, ce qui correspond à l'installation d'une capacité d'électrolyseurs de 3 à 5 GW. La stratégie allemande se concentre jusqu'en 2023 sur la consolidation d'un marché domestique, avant de s'étendre à l'export à partir de 2024. Le gouvernement allemand envisage de recourir à l'importation depuis l'Australie ou l'Afrique pour son approvisionnement en hydrogène, notamment l'hydrogène vert importé à hauteur de 50 %. Dans la mobilité, le Plan fixerait l'objectif de 60 000 voitures particulières à hydrogène en 2021, stimulé par 2,1 G€ de primes d'achat d'ici 2023. 900 M€ seraient prévus pour les utilitaires et poids lourds et 600 M€ pour les bus. Enfin, 600 M€ seraient fléchés vers les laboratoires de test de la transition énergétique d'ici 2025
- En début 2020 est publiée l'évolution des budgets alloués à cette thématique ; elle est détaillée sur la figure 5.

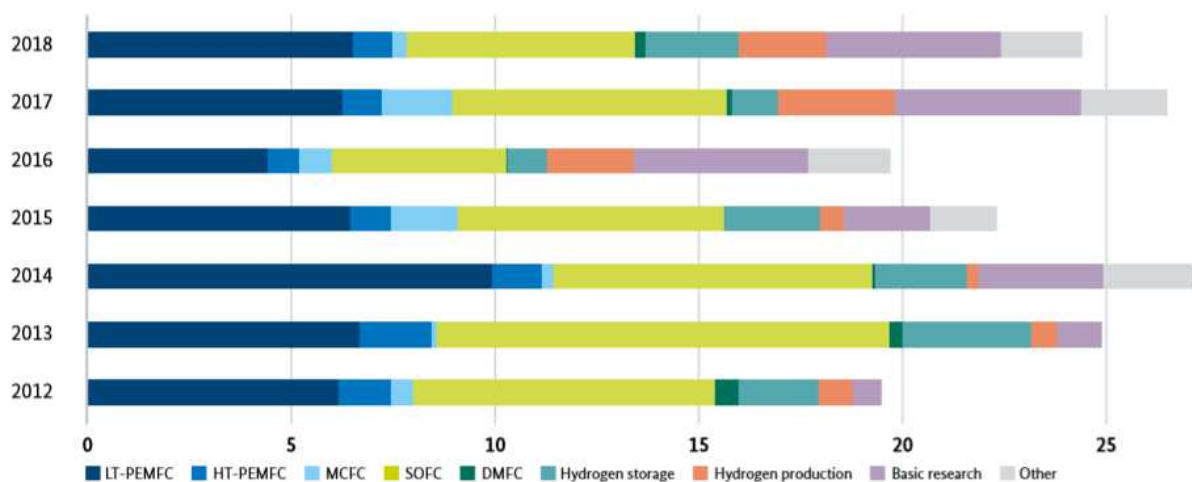


Figure 5- Evolution des budgets piles à combustible et hydrogène (M€)

(Report on Energy Research 2019 - Adresse web au §4)

3. L'action pionnière de plusieurs villes et Länder

La figure 6 montre la participation des Länder aux programmes hydrogène et piles à combustible depuis 2008.

Topic	Actual outlays in million euros									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Biomass	21.48	7.79	15.90	18.73	18.71	22.44	20.56	21.53	11.78	13.05
Fuel cells and hydrogen	9.47	10.86	15.14	8.11	5.40	12.29	9.82	11.46	12.83	13.73

Figure 6 – Evolution des dépenses des Länder sur hydrogène/PAC

En mars 2019 est dévoilée l'initiative *HyLand* qui regroupe les municipalités qui souhaitent s'investir dans l'économie hydrogène ; elles s'intègrent dans l'une des structures : HyStarters (138), HyExperts (28) ou HyPerformers (6). Les financements seront assurés via le NIP.

L'implication de certains Länder et de certaines villes est ancienne, et initialement fut même plus forte qu'au niveau fédéral. Les principales activités se situent en Bavière, en Rhénanie-Westphalie du nord, dans le Baden-Württemberg, ainsi que dans les villes de Hambourg et de Berlin.

3.1 - La Bavière

Le gouvernement de Bavière (par l'intermédiaire du *Bavarian Ministry for Economics, Transport and Technology*) a soutenu de manière marquée, à partir des années 1990, la technologie hydrogène, créant en 1996 le *cluster* industriel WIBA (*Hydrogen Initiative Bavaria*)

Il a permis le soutien à la R&D pour les applications suivantes:

- piles à combustible pour téléphones et ordinateurs portables ;
- le transport, avec en particulier les aspects stockage, distribution / remplissage et sûreté ;
- les applications stationnaires résidentielles.

Ce cluster ne semble plus actif.

3.2 - Rhénanie-Westphalie du Nord

Sous la direction de l'agence EnergieAgentur.NRW, un réseau de plus de 300 entreprises et centres de recherche. Le « [Fuel Cell & Hydrogen Network NRW](#) » a été créé en 2000, en construisant l'une des plus importantes plateformes technologiques en Europe se concentrant sur les PAC. Son activité se poursuit.

3.3 - Baden-Württemberg

Il existe deux structures dans le Bade-Wurtemberg:

- le Centre pour l'Energie Solaire et l'Hydrogène (*Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg - ZSW*) regroupant universités, instituts de recherche et firmes privées. Il est doté aujourd'hui de plus d'une centaine d'employés.

<http://www.zsw-bw.de/>

- le "*Brennstoffzellen + Batterie-Allianz Baden-Württemberg*": <http://www.bba-bw.de/>

3.4 - Hambourg

La ville de [Hambourg](#) a l'ambition de devenir une « métropole de l'hydrogène » et d'être l'une des villes phare dans l'utilisation de l'hydrogène. La ville avait ainsi créé en 2005 l'initiative locale de

Hambourg pour les PAC et les technologies de l'hydrogène baptisée *hySolutions Hamburg*⁷. La ville dispose de bus à hydrogène (cf. Fiche 9.2), d'une navette fluviale à hydrogène, ainsi que d'équipements pour son aéroport, alimentés en électricité par des PAC.

3.5 - Berlin

Depuis 2004, le *Clean Energy Partnership* (CEP - Partenariat pour une Energie Propre) a permis de mener à Berlin le programme de démonstration le plus important et technologiquement avancé en Europe au moment de sa mise en œuvre. Regroupement international d'entreprises comme Aral, BMW, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), DaimlerChrysler, Ford, GM/Opel, Hydro, Linde, StatoilHydro, TOTAL et Vattenfall Europe. Son objectif était d'adapter technologiquement l'hydrogène et de le mettre à l'épreuve quant à son aptitude d'utilisation au quotidien et à sa capacité par un partenariat public-privé.

Dans le cadre de ce partenariat, Berlin a permis la construction de stations-service hydrogène (32 stations installées en août 2017) dont une grande partie par TOTAL. Les partenaires ont testé auprès du grand public une flotte de voitures à piles à combustible.

A noter, en juillet 2013, l'annonce d'une collaboration entre le CEP et le Scandinavian Highway Partnership (SHHP) dans le domaine de la mobilité à hydrogène

3.6 - Land de Hesse

Le gouvernement régional du land de Hesse a mis en place, en octobre 2013, un programme de subvention des piles à combustible pour la micro-cogénération. Cette subvention spécifique aux piles à combustible vient s'ajouter à celle déjà en vigueur au niveau fédéral depuis avril 2012, qui a pour but de soutenir l'installation plus générale de systèmes de cogénération ayant une puissance maximale de 20 kW. La subvention fédérale pour un système résidentiel de 1,5 kW peut atteindre 1800 euros, auxquels il faut ajouter la part de la subvention régionale des piles résidentielles. Un partenariat a déjà été signé avec des fournisseurs locaux d'énergie. C'est le cas de *Gas Union*, basé à Francfort, qui a commencé l'installation des premiers systèmes subventionnés.

4 - Bibliographie

- De nombreuses références d'applications de la pile à combustible en Allemagne sont disponibles dans les fiches suivantes du "Tout savoir sur..." sur le site AfhyPac, dans la rubrique "Documentation":

- Fiche 9.1.1 : Le programme Daimler
- Fiche 9.1.3 : Le programme BMW
- Fiche 9.1.11 : Le programme Volkswagen
- Fiche 9.2.1 : Les bus Daimler à PAC
- Fiche 9.3.1 : Applications stationnaires de la PAC dans le secteur industriel
- Fiche 9.3.2 : Applications de la PAC dans le domaine résidentiel
- Fiche 9.4.2: Les applications marines et sous-marines
- Fiche 9.4.3: Les applications aéronautiques et spatiales
- Fiche 9.4.5: Les applications ferroviaires

- **2019 Federal Government – Report on Energy Research**

https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/federal-government-report-on-energy-research-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=7

- **Evaluation of the National Innovation Program Hydrogen and Fuel Cell Technology**

https://www.now-gmbh.de/content/1-aktuelles/1-presse/20180126-bericht-evaluierung-nip-1/now_nip-evaluation-summary_web.pdf

⁷ http://www.hysolutions-hamburg.de/index.php?L=0&id=45&news_uid=12&check#news_12