



## Avant-propos

Le Centre de Prospective et de Vieille Scientifique de la DRAST, en étroite collaboration avec l'ERANET « transport » et le groupe « politiques des transports » du PREDIT, à engagé depuis 2005 un important programme de réflexion sur les *énergies alternatives au pétrole pour l'automobile*, avec deux volets complémentaires : l'un portant sur les controverses scientifiques et techniques relatives à ces alternatives et l'autre sur les stratégies de recherche à long terme et la socio-économie de l'innovation. Il ne s'agit naturellement pas de ce substituer aux très nombreuses études et analyses déjà menées sur ce thème mais d'apporter des éléments d'évaluation complémentaires utiles à l'action publique et plus particulièrement à celle du PREDIT et de la DRAST

C'est dans ce contexte qu'il nous est apparu utile de rendre accessible l'étude réalisé à la demande de la DRAST par Simon Besse, ingénieur des Ponts et Chaussées, sur « *l'articulation entre la politique française dans le domaine des énergies alternatives au pétrole pour l'automobile* ».

Réalisé dans le cadre du Master « Action publique » de l'ENPC, ce travail a été suivi sur le plan scientifique par Philippe Laredo, professeur à l'ENPC, et sur le plan « administratif » par Mathieu Goetzke, responsable des affaires européennes à la DRAST et Jacques Theys, responsable du Centre de Prospective.

Le manque de temps, comme la difficulté à définir les contours précis de ce que devrait être un « *principe de subsidiarité* » appliqué à la recherche européenne, n'ont sans doute pas permis de mener à bien ce projet dans les meilleures conditions possibles. Nous pensons néanmoins que la richesse de l'information collectée devrait pouvoir intéresser de multiples lecteurs, et permettre d'amorcer un débat fructueux tant en France que, nous l'espérons, à l'échelle européenne.

Jacques THEYS  
Responsable  
du CPVST

Pascal BAIN  
Adjoint au chef  
du CPVST

Mathieu GOETZKE  
Responsable des  
affaires européennes  
à la DRAST





# Mastère d'action publique

Promotion 2005-2006

## Thèse professionnelle

Simon Besse

Subsidiarité et politique de recherche :  
L'articulation PREDIT-PCRD dans le domaine des  
énergies alternatives au pétrole pour l'automobile

Organisme d'accueil

Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer  
Direction de la Recherche et de l'Animation Scientifique et Technique  
Tour Pascal B 92055 La Défense CEDEX

Correspondant au sein de l'organisme d'accueil :  
MM. Mathieu GOETZKE et Jacques THEYS

Directeur de thèse professionnelle :  
M. Philippe LAREDO



## **Résumé**

Le programme de recherche en transport français PREDIT et le Programme-Cadre de Recherche et Développement technologique européen supportent tous deux la recherche sur les énergies alternatives au pétrole pour l'automobile. Ce rapport étudie, à travers les projets soutenus par ces deux programmes, la subsidiarité de fait qui préside à leur mise en œuvre afin de préparer les prochaines programmations. Plusieurs scénarios d'articulation sont ainsi mis en lumière et analysés en regard des évolutions actuelles du système de recherche européen.

Mots-clés : PCRD, PREDIT, Transport, Pétrole, Biocarburant, Hydrogène, Hybridation

## **Abstract**

The French transport research programme PREDIT and the European RTD Framework Program support both research on alternative energies for the oil for the car. This report studies, through the projects supported by these two programs, the effective subsidiarity which governs their implementation in order to prepare the next programmes. Several scenarios of articulation are thus set out and analyzed compared to the current evolutions of the European research system.

Keywords : FP, PREDIT, Transport, Oil, Biocarburant, Hydrogen, Hybridation

## Quatre pages

Acteur majeur de la recherche en transport en France, le PREDIT, Programme national de recherche et d'innovation sur les transports terrestres, fait face à la montée en puissance des programmes de recherche européens. Alors que les négociations pour la rédaction du 7e PCRD sont déjà largement entamées, et que le PREDIT 3 arrive à son terme, la coexistence de ces deux niveaux de programmation de même nature soulève la question de l'articulation entre ces deux programmes et du partage optimal des actions entre ces deux entités : distinction thématique entre les deux programmes, ou au contraire politique commune ? Les objectifs des deux programmes sont-ils semblables ? Et comment les industriels voient-ils ces programmes ? A travers l'analyse d'un secteur particulier de la recherche, celui des solutions alternatives au pétrole pour l'automobile, nous allons essayer de répondre à ces questions.

### **20 ans d'articulation PCRD-PREDIT**

Si le premier PREDIT a été lancé en 1990, six ans après les balbutiements du premier PCRD, l'action de l'Etat français en faveur des recherches sur les alternatives au pétrole pour l'automobile a toujours été importante : depuis les recherches sur les piles à combustibles des années 60 à l'enthousiasme qui a entouré le développement des voitures électriques dans les années 80, l'Etat a toujours su porter les solutions qu'il croyait prometteuses. Au début des années 90 s'effectue toutefois un revirement après le relatif échec de la commercialisation des voitures électriques, et depuis, les soutiens français se sont diversifiés et couvrent aujourd'hui la majorité des options envisageables pour remplacer le pétrole : biocarburants, hybridation, piles à combustible. Dans le même temps, le PCRD s'est affirmé comme un partenaire important des industriels sur le terrain de la recherche sur l'énergie et les transports.

Aujourd'hui, face à des stratégies des industriels mais aussi des instituts de recherche de plus en plus internationales, et avec le développement de structures intermédiaires entre fédéralisme et niveau national que sont les ERANet + et le développement d'actions au niveau intergouvernemental, la question du rôle des programmes nationaux et européens et de leur articulation se pose plus que jamais.

## **L'articulation de fait**

Dans le domaine des alternatives au pétrole pour l'automobile, on observe une distinction thématique très importante entre le PREDIT 3 et le 6<sup>e</sup> PCRD, le premier étant très axé sur les problèmes de traction électrique et de fabrication de batteries, là où le PCRD aborde en sus des domaines aussi variés que la recherche sur piles à combustibles et les biocarburants. Toutefois, cette différence n'est que de façade, et le PREDIT doit être replacé dans le contexte de l'ensemble des soutiens français à la recherche. Pas moins de quatre autres programmes de recherche s'investissent en effet sur ce sujet, mis en œuvre indépendamment du PREDIT. PACO, programme de recherche sur les piles à combustible et l'hydrogène, repris aujourd'hui sous le nom de Pan-H par l'ANR avec une structure différente a notamment soutenu, au cours des dernières années deux grands projets de recherche chez les constructeurs automobiles français : Renault (projet Respire) et Peugeot (Genepac). Sur le thème de la recherche sur les biocarburants opèrent également deux programmes de recherche : AGRICE, plus tourné vers l'amélioration des technologies existantes (EMHV et Ethanol) et la recherche sur les carburants et les moteurs ; et le tout nouveau PNRB porté par l'ANR, qui concentre ses efforts sur les biocarburants de seconde génération à partir de résidus lignocellulosiques. Ainsi replacé dans le contexte général, les différences PREDIT - PCRD s'estompent, les thématiques globales et les acteurs des projets étant les mêmes, et seules subsistent, au sein des grandes options, les arbitrages spécifiques sur chaque technologie.

## **La mise en commun des moyens**

Le principe de subsidiarité appliqué vers le haut, c'est à dire au profit de l'action collective au détriment de l'action nationale est souvent justifié par des aspects de normalisation, de mise en commun de moyens, ou de taille de projets. Le soutien de projets de démonstration en conditions réelles d'utilisation dont les coûts sont élevés, tel le projet Zero Regio sur les piles à combustible, ou la constitution de projets intergouvernementaux, comme Galileo ou le CERN dans d'autres domaines que celui des alternatives au pétrole constituent des exemples où cet axe se justifie. Toutefois, l'étude des projets financés par le PCRD et des positions des industriels rencontrés dessine un tout autre visage à l'action européenne.



## **Quel intérêt du PCRD pour les industriels ?**

Le PREDIT, et les programmes français en général, subventionnent de nombreux projets de taille moyenne, là où l'action du PCRD est plus concentrée : sur les alternatives au pétrole pour l'automobile, 66 projets sont soutenus par les programmes français, pour une subvention moyenne de 0,8 millions d'euros, contre 15 projets et 5,5 millions d'euros pour le PCRD.

Cette apparente séparation entre des grands projets européens et des projets aux ambitions plus modestes au niveau national doit toutefois être questionnée en regard des modalités de fonctionnement des projets européens. Premièrement, les « projets intégrés » européens rassemblent de nombreux partenaires, et couvrent parfois un champ de recherche très large (par exemple, le projet HySYS rassemble 25 entités séparées sur des thèmes aussi variés que l'électronique de puissance, les piles à combustible, les batteries et supercapacités), ce qui, dans le PREDIT, aurait constitué matière à plusieurs projets. L'agrégation des moyens permise par la coopération entre les acteurs de la recherche ne constitue donc pas l'attrait principal des projets européens, et, de l'aveu des personnalités rencontrées, le PCRD constitue plutôt un moyen pour les industriels de trouver des partenaires étrangers à intégrer dans leurs stratégies propres de recherche.

Mais alors, quel est l'intérêt institutionnel pour ces programmes ? Si les enjeux de normalisation, de mise en commun des moyens et de définitions de politiques publiques sont écartés des débats, ces programmes se résument-ils à des guichets de subvention pour des industriels qui opèrent selon leurs stratégies internationales propres ? L'une des réponses possibles est la création de systèmes d'innovation attirants pour les entreprises, et le développement de spécificités de recherche pour créer en Europe des pôles de compétence reconnus dans le monde entier. La question de la subsidiarité ne se pose alors plus sous le même angle que précédemment.

## **Des paris distincts entre les niveaux national et européen**

Le PREDIT soutient, de manière générale, des options technologiques plus variées que son homologue européen, par exemple en soutenant plusieurs types de technologies de batterie là où le PCRD n'en envisage que deux. De même, à travers son soutien à SVE, qui développe des voitures électriques, le PREDIT montre qu'il peut s'engager dans des voies complètement différentes de celles suivies par le PCRD. Ce soutien est naturellement lié à des politiques nationales propres (le développement de voitures électriques se fait en parallèle d'un réseau

de production d'électricité qui n'émet pas de CO<sub>2</sub>) et un contexte national spécifique (les petites voitures citadines constituent une part importante du parc automobile français). Le PREDIT se pose ainsi comme un acteur finançant des projets plus risqués que le PCRD, qui peuvent aboutir à des ruptures technologiques, et au développement de nouvelles voies. A contrario, les projets soutenus par le PCRD sont moins exploratoires. Cela peut être vu comme la volonté de la programmation française de développer ses spécificités, avec comme ambition la reconnaissance, au niveau européen ou international d'un savoir-faire.

Il n'est pas exclu que ces options, si elles fonctionnent, soient reprises par la suite au niveau européen, et qu'ainsi les acteurs français (c'est à dire ceux qui font de la recherche en France) retrouvent leurs options à un niveau plus global et puissent profiter des fonds investis dans le PCRD. Cet aspect « juste retour » sur investissement européen, et donc mise en avant des secteurs où les acteurs français sont moteurs, se retrouve d'ailleurs dans les discours du ministère de la recherche.

### **Décliner le PCRD par le PREDIT**

La recherche sur les piles à combustibles fournit un bel exemple de partage des tâches entre programme européen et programmes français : alors que le niveau européen se focalise sur la fixation des lignes directrices de l'action et la formulation d'une stratégie globale, par l'intermédiaire de la plate-forme technologique sur l'hydrogène HFP, et par plusieurs projets (HyCom-Prep, HyRoad) visant à structurer la recherche sur les piles à combustibles et l'hydrogène pour l'automobile ; les programmes français financent plutôt des projets de recherche et de développement, par exemple GENEPAC ou RESPIRE (ce qui ne signifie pas que le PCRD ne finance pas ce type de projet également). La détermination des options technologiques précises développées en France est donc laissée au niveau national, qui décline les grandes lignes d'une vision européenne à son niveau. Les choix précis technologiques sont donc décentralisés, alors que le cadre global reste défini au niveau supranational.

Le choix du niveau de décision supranational reste toutefois en suspens : à l'heure de la création de nouveaux mécanismes de collaboration intergouvernementale (par exemple ERANet +), quel place reste-t-il pour la programmation par le PCRD ?

Le système de recherche européen se situe à la croisée des stratégies d'acteurs aux objectifs différents. Stratégies industrielles tout d'abord, dans un monde où les entreprises sont de plus en plus internationales, et où elles ont les moyens de décliner leurs objectifs à travers les programmations des différentes régions du monde. Stratégie européenne commune ensuite, mais celle-ci a-t-elle les moyens de s'exprimer et d'influer sur les options choisies ? Stratégies nationales enfin, avec des objectifs propres pour chaque pays, et le développement de spécificités liées au paysage politique, industriel et social. A travers le développement actuel de la coordination intergouvernementale par ERANet et la mise en place de la géométrie variable dans la programmation européenne par l'utilisation des articles 169 et 171 du traité de Maastricht, l'influence respective de chacune des entités est en train de changer, au profit d'un pilotage décentralisé mais inscrit dans un cadre commun.

# Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>Les Alternatives au pétrole pour l'automobile, état des lieux.....</b>	<b>18</b>
I 30 ans de soutien public .....	18
I.1 75-85 : Le consensus électrique .....	18
I.2 85-95 : Diversification des orientations .....	21
I.3 95-2005 : Trois grandes options .....	24
II Paysage actuel et enjeux .....	27
II.1 Les options technologique actuelles .....	27
<b>Comparaison des programmes de recherche français et européens, la subsidiarité de fait .....</b>	<b>33</b>
I Programmes français de recherche et développement .....	34
II Programmes européens de R&D .....	36
II.1 Les thématiques abordées .....	38
II.2 Taille des projets.....	39
III Comparaison et enseignements .....	39
III.1 Taille des projets .....	39
III.2 Thématiques .....	40
<b>Quelle articulation PREDIT – PCRD ?.....</b>	<b>47</b>
I PREDIT et PCRD, des objectifs différents.....	47
I.1 Subsidiarité : définition et bases légales .....	47
I.2 Pourquoi une action européenne en matière de recherche sur les alternatives au pétrole ?.....	50
I.3 Les arguments en faveur de la recherche nationale .....	53
I.4 PREDIT, PCRD, quels objectifs pour les participants ?.....	54
II Scénarios d'articulation PREDIT-PCRD .....	56
II.1 Le juste retour .....	56
II.2 Le PREDIT pour décliner au niveau national les priorités de l'UE selon ses objectifs propres.....	57
II.3 Le PREDIT pour préparer les acteurs français à une action européenne .....	58
II.4 Le PREDIT explorateur d'options.....	58

II.5 La complémentarité .....	59
II.6 Des directions divergentes.....	59
<b>Conclusion.....</b>	<b>61</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>63</b>
Sigles et instituts.....	63
<b>Bibliographie.....</b>	<b>64</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>68</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Evolution des options technologiques soutenues par les programmes français et européens.....	26
Figure 2 : Options technologiques pour l'énergie automobile (inspiré de J.-L. Lecocq) .....	27
Figure 3 : Investissement public de recherche sur les PAC et l'hydrogène (estimation 2005-2010) (source : IPTS) .....	29
Figure 4 : Sous-axes de recherche retenus dans l'analyse et leur situation par rapport aux trois options principales.....	33
Figure 5 : Subventions accordées à la recherche sur le thème des énergies alternatives au pétrole pour l'automobile par les différents programmes français pendant la période 2002-2005.....	35
Figure 6 : Répartition des projets par thématiques au sein des programmes français (2002-2005).....	35
Figure 7 : Organisation du 6 <sup>e</sup> PCRD et Projets « Alternatives au pétrole pour l'automobile »	37
Figure 8 : Répartition des projets par axe de recherche .....	38
Figure 9 : Ventilation des subventions du PREDIT selon les grandes options technologiques (Biocarburant, Electrique, Hydrogène) .....	41
Figure 10 : Répartition des subventions françaises .....	45
et européennes de l'axe biocarburants .....	45
Figure A1 : Projets financés dans le cadre du PREDIT 3 (2002-2005) .....	69
Figure A2 : Projets financés dans le cadre d'AGRICE (2002-2005).....	73
Figure A3 : Liste des projets du 6 <sup>e</sup> PCRD retenus dans cette évaluation.....	76

## Liste des annexes

Annexe 1: Liste des personnalités rencontrées .....	69
Annexe 2 : Alternatives au pétrole pour l'automobile dans les programmes de recherche français .....	67
Annexe 3 : Liste des projets du 6 <sup>e</sup> PCRD retenus dans l'analyse .....	76
Annexe 4 : Traité de Maastricht, TITRE XVIII : Recherche et développement technologique .....	77

## Introduction

---

Depuis qu'elle est devenue un objet de consommation de masse, élément incontournable de nos sociétés modernes, l'automobile s'est également introduite dans les débats idéologiques et politiques : à la croisée des enjeux de mobilité, d'énergie et d'environnement, le véhicule particulier pose problème.

Faut-il pour autant le bannir ? Reste-t-il une place pour l'automobile dans notre modèle de société ? Sûrement, mais pas sans changements notables de l'objet automobile, et de son mode de propulsion. Le couple « moteur à combustion – essence », technologie aujourd'hui parfaitement maîtrisée, produite à faible coût, a fait ses preuves pendant de longues décennies, mais ne peut faire face aux défis économiques et environnementaux à long terme.

Premièrement, la dépendance énergétique vis à vis du pétrole reste un élément déterminant dans la recherche de nouvelles sources d'énergie pour les transports. En effet, le secteur des transports dépend à 95 % des importations pétrolières, et consomme plus de la moitié des importations de pétrole françaises.

La prise de conscience des problèmes de pollution liés à la voiture, aussi bien en milieu urbain avec les rejets de  $\text{NO}_x$ , de particules et la formation d'ozone, qu'au niveau global, avec les effets liés aux rejets de gaz à effet de serre (GES), poussent une demande sociale vers un véhicule plus propre et plus respectueux de l'environnement. Les engagements internationaux pris par l'Europe (-8 % d'émissions de GES par rapport à 1990<sup>1</sup>), ainsi que la volonté affichée de la France de diviser par 4 ses émissions de GES, dont un tiers provient des transports, d'ici 2050 ont récemment mis cet enjeu sur le devant de la scène.

Enfin, la perspective d'un épuisement des réserves de pétrole et de l'envolée de ses cours fourni un argument complémentaire en faveur du développement de technologies alternatives : « *Le pétrole, c'est comme une petite amie, vous savez depuis le début de votre relation qu'elle vous quittera un jour. Pour qu'elle ne vous brise pas le cœur mieux vaut la quitter avant qu'elle ne vous quitte.* » Fatih Birol, Chef économiste de l'AIE<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Engagement pris à Kyoto. En France, cela correspond à une stabilisation au niveau de 1990.

<sup>2</sup> Le monde, 23 septembre 2005



Face à ces enjeux, les programmes de recherche publique se sont fortement mobilisés, notamment en France par le biais du Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT), dont la 3e version arrive à son terme en 2007, et en Europe à travers les Programmes Cadres de Recherche et Développement technologique (PCRD), dont le 6e chapitre se clôture cette année. Ces deux programmes sont donc actuellement en pleine révision en vue de la préparation du PREDIT 4 et du 7e PCRD, soulevant par la même, dans un contexte budgétaire tendu, la question de leur positionnement relatif et du partage thématique entre ces deux programmes.

Ce document se propose d'étudier cette articulation à travers l'exemple important de la recherche sur « les alternatives au pétrole pour l'automobile ». Dans un premier temps, nous analyserons le contexte historique et les relations passées entre les programmes de recherche français et européens. La seconde partie compare, de façon plus systématique, la programmation française et européenne de ces dernières années, afin d'établir la subsidiarité de fait mise en oeuvre à ce jour. Enfin, le dernier chapitre fera le point sur les objectifs des deux programmes et les attentes de ceux qui y participent, à partir d'entretiens réalisés avec des acteurs du domaine de la recherche, et proposera des pistes pour faire évoluer le positionnement respectif du PREDIT et du PCRD.

# Les Alternatives au pétrole pour l'automobile, état des lieux

---

Ce chapitre se propose de poser les bases historiques, technologiques ainsi que le contexte international entourant la recherche sur les alternatives au pétrole pour l'automobile, afin de cerner le sujet et d'en appréhender les enjeux à travers un prisme plus global que l'articulation entre des programmes de recherche français et européen.

Certaines options technologiques, telles l'utilisation de GPL ou de gaz naturel ont été volontairement écartées de notre étude en raison des faibles recherches dont elles font l'objet actuellement, et de leur faible potentiel pour remplacer le pétrole : en effet, tous deux sont issus de réserves fossiles (le GPL est issu du raffinage du pétrole) peu présentes en Europe et amenées à disparaître<sup>3</sup>.

## I 30 ans de soutien public

### I.1 75-85 : Le consensus électrique

Depuis 73, et encore plus après le second choc pétrolier de 79, les pays importateurs de pétrole font face à un fort renchérissement de leurs approvisionnements énergétiques. La question de la dépendance énergétique est alors une priorité, et la recherche d'autres carburants que le pétrole un enjeu primordial.

Alors que le Brésil et les USA mettent sur pied leur programme de développement de la filière alcool-carburant et développent des flottes dédiées ; les acteurs européens privilégient des programmes de recherche sur la traction électrique et les batteries.

Initialement, ce mouvement en faveur des véhicules électriques vient des producteurs d'électricité à une époque où la demande d'électricité, après des années de croissance, atteint un plafond. Une coopération entre grands opérateurs européens (le Français EDF, l'Allemand RWE et l'Anglais Electricity Council) voit même le jour afin de promouvoir les véhicules électriques. EDF y voit un moyen de trouver de nouveaux débouchés pour ses activités, et entame des recherches sur le sujet (notamment le programme TREGIE conjointement avec Renault). La recharge de la voiture la nuit permettrait ainsi de lisser le creux de

---

<sup>3</sup> Au rythme actuel, les réserves de gaz prouvées couvrent 55 ans, contre 40 pour le pétrole (source : site de J.-M. Jancovici, [www.manicore.com](http://www.manicore.com))

consommation d'électricité de la nuit, et donc d'utiliser de manière plus optimale les centrales électriques.

La CGE (Compagnie Générale d'Electricité)<sup>4</sup>, engagée dans la fabrication de batteries par l'intermédiaire de ses filiales SAFT et CEAC s'investit également sur le créneau dont les débouchés en terme de batterie sont prometteurs, en partenariat avec les constructeurs automobiles français PSA et Renault.

La vision partagée par ces différents acteurs, et appuyée par les espoirs mis dans les progrès des techniques sur les batteries et les piles s'appuie sur 4 points :

- Des verrous technologiques (autonomie des batteries, recharge) qui seront résolus sous 15 ans, permettant le développement de véhicules entièrement électriques, rechargeables sur secteur et compétitifs vis-à-vis des moteurs thermiques<sup>5</sup>. Le développement de la pile à combustible<sup>67</sup> à cette échéance est alors vu comme un aboutissement de cette technologie de véhicule électrique. Le développement des batteries et de systèmes de recharge rapide est le point crucial qui doit être levé.
- Un réseau de recharge rapide dense et l'installation dans les garages particuliers, sur les parkings de bornes de recharge lente.
- La mise en place d'une réglementation spécifique pour les véhicules électriques (problèmes de sécurité liés à l'inertie accrue des voitures étant donné le poids des batteries et aux risques de fuite des accumulateurs, spécification pour les freins électriques, normalisation des bornes de recharge)
- En terme d'usage, à long terme, le véhicule électrique doit remplacer la voiture à moteur thermique dans tous ses usages. A court terme, il est prévu qu'environ 7 % du parc automobile devienne électrique d'ici 15 ans, principalement en zone urbaine. Les actions des constructeurs automobiles s'orientent donc naturellement vers la réalisation de petits véhicules à usage urbain, pour une commercialisation rapide.

---

<sup>4</sup> La CGE prend le contrôle d'Alcatel en 66, d'Alsthom en 84 et est l'ancêtre du groupe Alcatel actuel.

<sup>5</sup> Nicolon, A., 1977

<sup>6</sup> Ou de batteries rechargeables, comme les piles Zn-Air, où l'électrolyte liquide serait remplacé

<sup>7</sup> Il est intéressant de noter que la mise au point de véhicule à Pile à combustible est prévue pour « dans 20 ans » depuis les années 60.

Les fabricants de batteries sont donc en première ligne, et c'est de leur capacité à améliorer les piles que dépend le devenir de cette vision. Si la CEAC se concentre sur l'industrialisation des batteries dont la technologie est maîtrisée (Pb-Acide), la SAFT et les équipes de recherche du CNRS envisagent de tester de nombreux nouveaux couples électrochimiques plus exotiques : Fe-Ni, Zn-Ni, Zn-Air, Zn-Cl, Na-S, Li-Sulfure de fer.

Sur le plan des acteurs institutionnels, les acteurs européens s'organisent au sein du COST 302, programme européen sur le véhicule électrique routier qui regroupe 11 pays<sup>8</sup>, et dont l'objectif est l'étude de l'impact de l'introduction des véhicules électrique ainsi que l'identification des points faibles et besoins en R&D nécessaires au développement de la filière.

En France, le GIVE (Groupement Interministériel Véhicule Electrique) voit le jour en 1973 pour coordonner les actions du gouvernement en matière de développement du véhicule électrique. Les programmes d'aide de la DGRST et de la DRME, en refusant de choisir des options technologiques<sup>9</sup> n'ont pas d'action incitative sur la direction que devrait prendre les recherches.

L'enthousiasme qui entoure le développement des voitures électriques fait passer au second plan les autres alternatives au pétrole : les recherches sur les piles à combustible sont au point mort après l'effervescence des années 60 autour de ce concept (la plupart des crédits accordés par le ministère de la recherche dans les années 60 étaient destinés au développement des piles). Seule la Sorapec<sup>10</sup>, PME de recherche en électrochimie continue néanmoins quelques travaux sur le sujet dans les années 80, et EDF fait de la veille technologique.

De même, les succès récents du Brésil et des Etats-Unis sur les biocarburants ne font pas d'émules en Europe. A noter toutefois le programme français sur les énergies renouvelables, piloté par le Commissariat à l'Energie Solaire<sup>11</sup>, qui s'intéresse notamment aux procédés de transformation de la biomasse en alcool faisant intervenir principalement des laboratoires publics (IFP, INRA, CNRS, INSA, IRH, IRCHA<sup>12</sup>) (1,6 MF en 1980).

Pour résumer, pendant cette période tous les acteurs industriels sont tournés vers le véhicule électrique, aidés en cela par les programmes de recherche français importants, à une époque

---

<sup>8</sup>France, Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, Irlande, Italie, Royaume-Uni, Suède, Suisse

<sup>9</sup> Nicolon, A., 1977

<sup>10</sup> Société de Recherche et d'Application ElectroChimique

<sup>11</sup> Créé en 78, fusionne avec l'AEE (Agence pour les Economies d'Energies, 74) au sein de l'AFME en 81

où le PCRD n'en est qu'à ses balbutiement et alors que les autres options sont laissées de côté.

## **I.2 85-95 : Diversification des orientations**

### **I.2.1 La voiture électrique citadine**

A partir de 85, les données qui présidaient la destinée des voitures électriques ont notablement évolué, et, s'ils ne changent pas véritablement leur fusil d'épaule, les grands constructeurs automobiles diversifient leurs engagements. En effet, le pétrole redevenu abordable met à mal la viabilité des voitures électriques à court terme, alors que la possibilité de développement des piles à combustible devient plus lointaine. Parallèlement, les grands espoirs qui étaient mis dans l'amélioration des batteries au début des années 80 sont restés vœux pieux, et de la multitude de couples électrochimiques envisagés à une époque, seul reste le Ni-Cd pour concurrencer la technologie Pb-Acide à court terme.

Malgré ce contexte moins favorable pour le développement de véhicule à traction électrique, on ne va pas abandonner 10 ans d'efforts de recherche, quitte à réviser les ambitions à court terme et à confiner la voiture électrique à un rôle urbain. C'est la vision qui domine à la fin des années 80 :

- De nombreux petits constructeurs s'engouffrent sur le créneau des petites voitures électriques (Ligier, Aixam, Jeanneau, Seer-Volta, Erad)
- L'Etat français s'affiche également comme un promoteur de cette vision, avec la signature d'un accord cadre Etat / Peugeot / Renault / EdF en 1992 organisant concrètement le développement des infrastructures liées au véhicule électrique : bornes de recharge, réseau d'entretien et de maintenance, recyclage des batteries.
- Des réseaux de soutien s'organise, notamment l'association Citelec des villes de France intéressées par le véhicule électrique.

L'amélioration des batteries, point-clef du développement des véhicules électriques est donc toujours d'actualité, soutenu par SAFT (piles Li-ion) et un nouvel arrivant, Bolloré, notamment fabricant de films plastique haute technicité, (piles Li-Polymère dès 1992).

Le PCRD a très tôt également soutenu le développement de véhicules électriques, notamment la recherche sur les batteries Li-polymère dans le cadre du programme européen Joule depuis

---

<sup>12</sup> Institut de Recherche Hydrologique, Institut de Recherche sur la CHimie Appliquée

1983, puis par le programme Joule-Rue (92-94) et les contrats avec le JRC des constructeurs européens<sup>13</sup> pour mener des tests en grandeur nature.

### **I.2.2 Les autres options**

Si les grands constructeurs automobiles ne remettent pas en cause leurs investissements passés sur les véhicules à traction électrique, et continuent à les développer par le biais de programmes d'expérimentation dans des villes-pilotes (La Rochelle par exemple), ils cherchent à diversifier leur action. PSA et Renault concluent ainsi des partenariats de recherche au sein d'un GIE PSA-Renault avec l'aide du PREDIT (90-95), pour développer des véhicules hybrides (programme conjoint VERT, et VERD pour Peugeot), dans lesquels un moteur (à turbine ou diesel) alimente une batterie, la traction étant électrique. L'idée d'une voiture moins gourmande en carburant car utilisant la traction électrique naît à cette période comme sous-produit des développements des véhicules électriques.

De même, PSA et Renault engagent en 1992 conjointement avec des laboratoires du CNRS et Sorapec des recherches sur les piles à combustibles dans le cadre du plan véhicule propre du gouvernement français, portant notamment sur l'amélioration des piles, la réduction des coûts et de la teneur en métaux précieux, le test de piles Ballard<sup>14</sup> et le stockage de l'hydrogène (sous forme de microbilles, de charbon actif). D'une durée de 5 ans, ce programme est complété d'abord par Renault avec une participation à un projet européen : Fever en 1994, en partenariat avec De Nora, Volvo, Ansaldo et Air Liquide ; puis Hydro-gen en 1996 conjointement avec PSA, Solvay, le CEA, De Nora et Ansaldo.

L'action de l'Europe à cette époque dans le domaine énergétique marquera en effet fortement les recherches sur les piles : dès 1986, soit bien avant les programmes français, dans le cadre du programme Joule sont soutenus des projets de piles à méthanol. A électrolyte solide et échange de proton (SPFC) dans un premier temps, puis à oxydation directe (DMFC) de 1989 à 1994.

Les biocarburants connaissent à cette même époque un regain d'intérêt, encouragé par la politique européenne depuis le milieu des années 80 (programme Joule) et désigné comme remplaçant du plomb<sup>15</sup> dans l'essence interdit à partir de 1989. L'IFP, mais aussi les pétroliers

---

<sup>13</sup> Joint Research Committee, rassemble BMW, DB, Fiat, PSA, Renault, Rover, Volvo, Man

<sup>14</sup> Constructeur canadien, leader mondial sur les PAC

<sup>15</sup> les dérivés oxygénés (alcools, esters) ont en effet des propriétés antidétonantes (mesurées par les indices de cétane et d'octane) analogues à celles du plomb

(Elf, Total, Shell) étudient la possibilité d'introduire ces nouveaux constituants<sup>16</sup> dans les essences dès 86. Il faut bien voir qu'il ne s'agit pas ici d'une politique de diversification des ressources, mais bien d'une solution technique à un problème industriel, sans ambition d'en faire une alternative énergétique au pétrole.

En revanche, l'action lancée en 78 chez les chimistes et les agriculteurs par le COMES en faveur des énergies renouvelables vise l'introduction de nouvelles sources d'énergies dans les transports. Ces recherches, ralenties par le retour à un pétrole abordable redeviennent d'actualité à une époque où le monde agricole connaît la surproduction. L'objectif est donc de trouver de nouvelles applications aux produits de la terre, et c'est dans le cadre d'une vision de renouveau de la filière agricole que les biocarburants trouvent leur place. Biocarburants, utilisation des coproduits, amélioration des plants (blé, colza), optimisation des méthodes de production, tout reste à faire dans une refonte du système agricole traditionnel. Il n'est pas anodin de voir Rhône-Poulenc annoncer l'avènement de l'agrichimie après la pétrochimie<sup>17</sup>.

Au niveau européen, le coup de pouce décisif pour les biocarburants sera la réforme de la Politique Agricole Commune qui autorise en 1992 la mise en culture des jachères pour les cultures énergétique. La même année est lancé le programme énergétique européen ALTENER sur l'utilisation des énergies renouvelables, qui laisse une place non négligeable aux biocarburants, notamment en développant des opérations de démonstration et des programmes de normalisation des carburants.

Parallèlement en France se met en place en 1994 AGRICE<sup>18</sup>, qui soutient des programmes de recherche pour l'amélioration des filières huile végétale et éthanol (projets de l'INRA, IFP, industrie agrochimique), de tests sur les moteurs de ces carburants (par l'IFP), ainsi que des études technico-économiques des filières bioénergétiques.

Ainsi, pendant cette seconde période, alors que l'avenir de la traction électrique est progressivement remis en cause on assiste à une diversification des options, d'abord au niveau européen, avec le soutien des recherche sur la PAC et les biocarburants, puis au niveau français.

---

<sup>16</sup> Méthanol, éthanol, MTBE, ETBE et TAME tertioamylmethyl éther [et les huiles végétales ?](#)

<sup>17</sup> ADEME, 1994

<sup>18</sup> Agriculture pour la Chimie et l'Energie

### **I.3 95-2005 : Trois grandes options**

Cette période correspond à un désenchantement de l'industrie automobile : le véhicule électrique, disponible chez les grands constructeurs, n'arrive pas à sortir des marchés de flottes captives et d'entreprises, en tout cas pas au niveau initialement prévu, et s'avère être un échec commercial : *"Une voiture qui n'a pas le droit de sortir de la ville est une voiture qui se condamne elle-même. PSA et nous avons à notre catalogue, pour pas cher, des voitures électriques mais nous ne voyons pas de client."*<sup>19</sup>

La diversification déjà opérée précédemment par les grands constructeurs automobiles se renforce, avec à la fois le soutien du développement des batteries haute performance (nouvelles technologies et supercapacités) et le développement du concept de véhicule hybride. Les recherches financées aussi bien par PSA que par Renault, en partenariat avec SAFT dans le cadre du PREDIT 2 (1996-2000) vont dans le sens du développement de nouvelles batteries (Li-C, Li-ion) plus performantes et moins coûteuses, en vue d'une industrialisation sur voitures électriques et surtout hybrides. De même, Bolloré continue ses développements, en partenariat avec EDF et Schneider Electric de batteries Li-Polymère, menant à la création en 2001 de Batscap qui produit ces batteries. Contrairement aux constructeurs automobiles historiques, Bolloré et SVE<sup>20</sup> parient sur la percée de voitures entièrement électriques et présentent leurs prototypes, respectivement la *Blue Car* en 2004 et *Cleanova* comme des alternatives de motorisation pour les voitures particulières, projets soutenus par le PREDIT.

En France, la création du réseau PACO en 1999 vient donner une nouvelle dimension à la recherche sur les piles à combustible et le développement de l'économie de l'hydrogène. Toujours imaginée pour le long terme (dans 20 ans), le développement de la voiture à pile à combustible est soutenu par les industriels tels qu'Air Liquide, qui s'engage dans la technologie de fabrication des piles en créant sa filiale Axane, ou Areva (Hélium), à l'origine pour des applications autres que le transport. Renault et Peugeot investissent également dans la recherche de moyens de stockage embarqués et l'intégration de système pile dans les véhicules à travers les actions du réseau PACO. La vision partagée de ces différents acteurs est le développement d'une économie de l'hydrogène, incluant un système de transport et de diffusion de ce nouveau vecteur énergétique pour aboutir à une organisation des transports

---

<sup>19</sup> Louis Schweitzer, PDG de Renault, 1998

<sup>20</sup> Société de la Voiture Electrique, collaboration Dassault Heuliez



particuliers proche de ce qui existe aujourd'hui avec l'essence. Les verrous technologiques à ce développement sont toutefois gigantesques (coût des piles, habitabilité, sécurité).

Au niveau européen, l'accent est placé sur la démonstration de la technologie, et vise principalement à la réalisation de véhicules à technologie intégrée, notamment des véhicules utilitaires (projets Hytran, Hychain). Peugeot et Renault, en partenariat avec d'autres acteurs européens avaient chacun un programme de développement de voiture à pile à combustible (Hydro-gen et Fever) qui ont pris fin en 1998-1999. Dans le cadre du quatrième PCRD (94-98), ce sont ainsi environ 75 millions d'euros qui ont été consacrés aux travaux sur les piles à combustible et les voitures électriques.

Le fort soutien européen sur l'hydrogène s'est concrétisé en 2004 par la mise en place de la plate forme hydrogène et piles à combustible HFP, et en 2005 par la création de HY-CO, réseau européen de recherche sur l'hydrogène.

Le développement des biocarburants s'est accéléré, mais le problème de leur compétitivité économique se fait toujours sentir. Alors qu'en 1994, l'objectif de l'AGRICE était de réduire l'écart de prix de revient entre l'essence et l'ETBE (respectivement le gazole et les esters d'huiles végétales) à 1 F en 10 ans, le bilan économique de ces filières du puits à la roue n'est toujours pas favorable aux biocarburants, et leur développement à court terme ne tient qu'à la volonté politique de soutenir le secteur par la défiscalisation. La filière biocarburant telle qu'elle a été pensée à ses débuts n'est donc pas viable dans le moyen terme.

Le développement de nouvelles filières (l'utilisation de la partie ligno-cellulosique des plantes et la conversion BtL sont à l'heure actuelle les plus prometteuses) semble donc nécessaire et c'est sur ce point que l'attention des laboratoires publics (INSA, CNRS, IFP) et des producteurs de cultures énergétiques (Afofel, Fédération des coopératives de betterave) se focalisent. Le récent lancement du PNRB<sup>21</sup> Les actions européennes sur la recherche sur les biocarburants vont dans le même sens que la politique menée en France et s'adressent aux mêmes partenaires.

Du côté des pétroliers, on s'intéresse également aux carburants de synthèse, mais étant donné le bilan économique des filières biocarburants, les recherches se basent plutôt sur la transformation du charbon ou du gaz en carburant liquide, qui sont des alternatives à plus court terme.

Comme nous avons essayé de le montrer dans ce bref historique, le sujet des alternatives au pétrole pour l'automobile revient régulièrement sur le devant de la scène depuis 30 ans, mais les options disponibles, et supportées par les différents acteurs, industriels, Etat, Europe à travers les programmes de recherche sont toujours les mêmes : véhicule à traction électrique, piles à combustible, biocarburants, véhicules hybrides. Seuls changent les niveaux d'incitation et les options retenues par les différents acteurs, ce que la figure 1 essaie de schématiser.

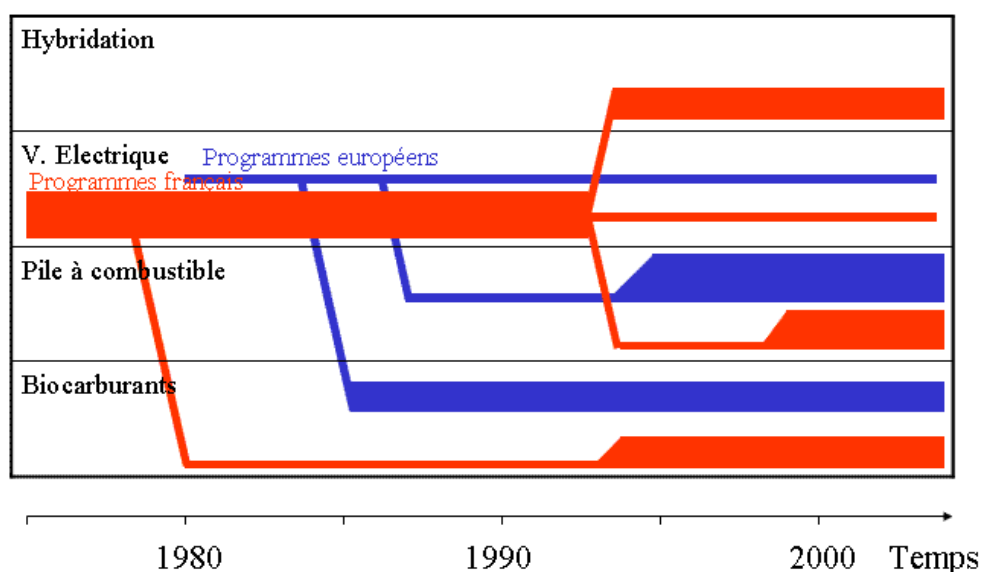


Figure 1 : Evolution des options technologiques soutenues par les programmes français et européens

Cette comparaison met en lumière une évolution de l'action des programmes de recherche. D'un programme français très directif et très spécialisé sur les voitures électriques dans les années 80, l'on s'est acheminé vers une diversification des options principalement au début des années 90. Pendant ce temps, l'action européenne, initialement très faible, s'est affirmée, avec des priorités différentes, notamment les biocarburants (années 80) ou les piles à combustibles (années 90). En effet, la promotion des biocarburants s'explique facilement par l'existence de la politique agricole commune, l'action de recherche de l'UE étant au service d'une de ses politiques. Ce n'est qu'à la fin des années 90 que les deux programmes se sont retrouvés en phase.

<sup>21</sup> Programme National de Recherche sur les Bioénergie, piloté par l'ANR

L'histoire de la recherche sur les alternatives au pétrole est donc semée d'options technologiques et d'expérimentations, certaines ont abouties à des résultats concrets, comme l'incorporation de biocarburants dans les essences, d'autres ont échouées, comme les recherches sur les couples électrochimiques constituant les batteries dans les années 80, d'autres ont eu des résultats concrets, comme les politiques actuelles d'incorporation de biocarburants dans les essences.

## II Paysage actuel et enjeux

### II.1 Les options technologique actuelles

La figure 2 synthétise les principales options technologiques existantes et la place des différentes options technologiques discutées ci-dessus, on y retrouve en effet les carburants fossiles, les voitures électriques à batteries, les piles à combustible (PAC), l'hybridation, les carburants de synthèse (Biocarburants), avec, de façon indicative, leur efficacité pour réduire les rejets de CO<sub>2</sub><sup>22</sup>.

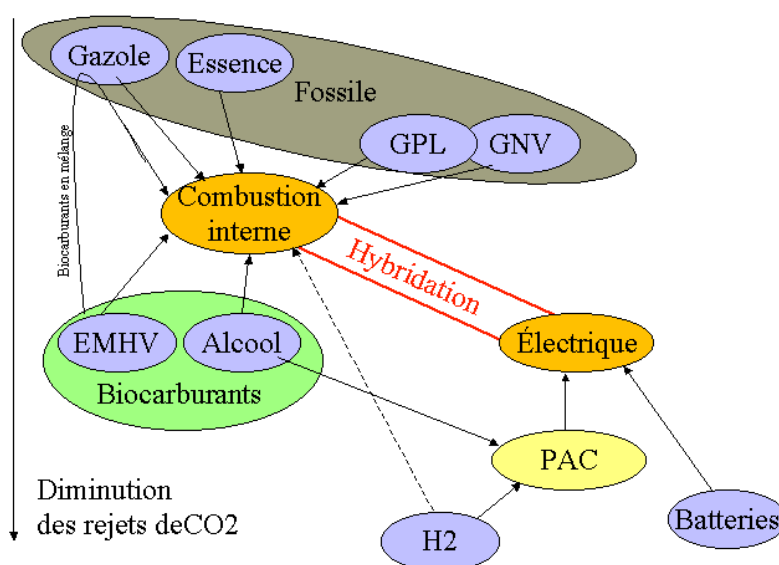


Figure 2 : Options technologiques pour l'énergie automobile (inspiré de J.-L. Lecocq)

Conformément aux typologies habituellement établies, nous décrivons la diversité des options envisagées à travers trois grandes catégories représentant trois directions très différenciées : 1) l'hydrogène et les piles à combustible, 2) l'électricité et l'hybridation, 3) les biocarburants.

<sup>22</sup> Ceci dépendra fortement 1) de l'option précise retenue et 2) du mode de production de l'énergie : par exemple la fabrication d'H<sub>2</sub> à partir d'une énergie tirée de centrale à charbon rejettera beaucoup plus de CO<sub>2</sub> que la même fabrication à partir d'énergie tirée d'une centrale nucléaire

Les choix énergétiques pour l'automobile s'inscrivent au sein d'un contexte de recherche et de concurrence au niveau mondial, qui conditionne l'action de l'UE en matière d'orientation et de soutien à la recherche, et on ne peut comprendre les actions menées sans avoir à l'esprit le contexte international.

### **II.1.1 L'hydrogène et les piles à combustible<sup>23</sup>**

Le paysage de la recherche sur l'hydrogène et les piles à combustible est dominé par les grands pays industrialisés (Etats-Unis, Canada, Japon), bien que d'autres (Chine, Inde) entament des recherches également.

Les USA, le Canada et le Japon sont pour l'heure mieux organisés et sont les seuls pays à avoir défini des orientations claires et des structures de pilotage et de coordination de cette recherche. Parmi ceux-ci, le Canada a la plus forte implication sur la pile à combustible, avec une feuille de route clairement identifiée et une industrie regroupée géographiquement (côte pacifique) et au sein de grandes entreprises (Ballard), ce qui constitue un atout indéniable pour la collaboration intra canadienne et internationale. Les Etats-Unis, ont, dans une moindre mesure, également développé des instruments de coordination avec l'US fuel Cell council et le World Fuel Cell Council.

La visibilité de l'action européenne est à ce titre moins importante, d'abord car la définition d'une feuille de route est récente, mais également car la coordination entre les différentes politiques des états membres (PACO en France, Appice en Espagne, Fuel Cells UK...) n'est pas complètement assurée. L'absence de champion industriel européen reconnu sur le terrain joue également en défaveur de l'UE. A une échelle intra-européenne, l'Allemagne, puis le Royaume-Uni rassemblent la majeure partie de l'activité Hydrogène/pile à combustible.

Concernant le financement de la R&D, l'Europe, dans son ensemble, soutient la comparaison avec ses concurrents en terme de moyens, mais ceux-ci sont principalement mis en oeuvre à un niveau décentralisé (Etats, voire Länder en Allemagne).

S'il est difficile de lire dans les actions des différents acteurs les stratégies de recherche différents, certaines grandes lignes peuvent toutefois être tirées. On s'aperçoit que l'Europe reste en retrait sur la recherche sur la production d'hydrogène et sur le stockage (mis à part le stockage liquide, pour lequel l'Europe est seconde en terme de dépôts de brevets, mais est en

passer de perdre cette place) et sur le développement des PAC. En revanche, la recherche sur les piles est variée et forte (comme les Etats-Unis, tandis que le Japon se concentre sur les PEMFC, qui, selon différentes études (Technopolis, 2005) semble être la technologie la plus à même d'être utilisée sur les voitures particulières. Enfin, sur le terrain stratégique de la normalisation des équipements et des problèmes de sécurité, les USA sont leader.

Pays	Nombre d'employés	R.&D publique (estimation 2005-2010)
États-Unis	3800	1400M€
Canada	2700	700M€
Japon		1000M€
Corée du Sud		220M€
Union Européenne		240M€
France		100M€*
Royaume-Uni	850	120M€
Allemagne	2800	470M€

Figure 3 : Investissement public de recherche sur les PAC et l'hydrogène (estimation 2005-2010) (source : IPTS)

La recherche sur l'hydrogène et les piles à combustible nous fournit l'exemple de stratégie très structurée de la part des grands pays comme les Etats-Unis et le Canada, avec pour la plupart la définition d'une feuille de route, une stratégie d'introduction de la technologie, un investissement public important, et des acteurs dédiés. Cette structuration est en cours également en Europe, notamment via la plate-forme technologique HFP.

## II.2.2 Electricité & Hybridation<sup>24</sup>

Sur le terrain de l'hybridation, les constructeurs japonais (Toyota, Honda) ont une longueur d'avance, et ont commencé à commercialiser leurs modèles et à pénétrer le marché US. Il leur sera certainement plus difficile de venir en Europe, car les petites voitures (dans les pays latins et la France) ont déjà des niveaux de rejet de CO<sub>2</sub> assez bas, et l'amélioration des moteurs thermiques associée à la substitution partielle de l'essence par des biocarburants permettra certainement d'atteindre les objectifs d'émission de GES à moyen terme sans recours à l'hybridation. Toutefois, les avantages en terme de bruits et surtout d'image (Si la

<sup>23</sup> source : IPTS, 2005, *Assessing the international Position of EU's Research and Technological Development and Demonstration (RTD&D) on Hydrogen and Fuel Cells*, EUR 21685 EN

\*Chiffres établis à partir des investissements de PACO, la mise en place du programme Pan-H, qui a distribué 40M€ en 2005 rend ce chiffre dépassé.

possession d'une voiture hybride devient un effet de mode) associés aux effets de synergies technologiques avec les véhicules à PAC pourrait faire de l'hybridation le maillon intermédiaire entre le moteur thermique et électrique, même en Europe.

Sur ce terrain, l'industrie européenne possède quelques atouts, notamment un constructeur de batteries d'envergure internationale (SAFT), depuis sa fusion avec Johnson Controls en 2006, et des équipementiers automobiles compétents (Siemens, Valeo, Bosch) pour ce qui est de l'électronique de puissance et des moteurs électriques.

Toutefois, les constructeurs automobiles européens (et notamment français) sont très peu visibles sur le thème de l'hybridation, qui leur semble être une demi-solution temporaire demandant de lourds investissements, face à laquelle l'amélioration des motorisations diesel est une alternative crédible dans laquelle les constructeurs européens sont engagés depuis longtemps.

Mais si la recherche sur les véhicules hybrides ne se fait pas vraiment en Europe, cela ne signifie pas que les acteurs européens n'y participent pas : l'internationalisation des firmes permet par exemple à Renault de faire de la recherche sur les véhicules hybride au Japon, à travers Nissan et sur les PAC aux Etats-Unis et DaimlerChrysler commercialise des véhicules hybrides aux Etats-Unis.

### **II.2.3 Biocarburants<sup>25</sup>**

*1<sup>ère</sup> génération : EMHV et Alcool*

Le Brésil et les Etats-Unis ont mis en place des réseaux dans les années 70-80, et sont depuis les leaders sur le marché de l'éthanol. Le Brésil a notamment développé une flotte de véhicules dits « fuel flexible » (FFV) acceptant en mélange dans l'essence de 0 à 85 % d'éthanol et a rendu obligatoire l'incorporation d'éthanol dans l'essence. De ce fait, aujourd'hui, 40 % de la consommation d'essence au Brésil l'est sous forme d'éthanol dans les voitures particulières, et ce pays produit 52% de l'éthanol mondial. Le Brésil, avec ce pari sur l'éthanol constitue ainsi le modèle le plus abouti d'utilisation de biocarburants dans le monde.

---

<sup>24</sup> source : IPTS, 2005, *Hybrids for Road Transport*, Technical Report EUR 27143 EN

<sup>25</sup>source : C. CABAL, C. GATIGNOL, Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2005, *Rapport sur la définition et les implications du concept de voiture propre*.

Les Etats-Unis produisent quant à eux 43% de l'éthanol mondial sur 19Mt au total, mais son utilisation est assez peu répandue dans les flottes particulières. Des flottes de véhicules particuliers FFV (estimé à 2 millions de véhicules) existent, mais souvent sans que les propriétaires ne le sache, et sans qu'ils puissent se ravitailler en essence à haut degré d'éthanol. En effet, la majorité de l'éthanol produit est consommé en mélange à 10% dans l'essence.

Les pays européens ont plutôt opté pour l'utilisation de l'EMHV en mélange dans le diesel étant donné la forte proportion de motorisation diesel actuelle et sa constante augmentation au détriment des moteurs essence. L'EMHV est ainsi très largement produit en Europe : Allemagne 44%, France 22% et Italie 17% de la production mondiale. Toutefois, l'effort fourni est bien inférieur à ce qui a été consenti au Brésil et aux Etats-Unis pour l'éthanol : la production d'EMHV mondiale est en effet plus de dix fois inférieure à celle d'éthanol (1.6Mt face à 19Mt), et la bonne place de l'Europe sur l'EMHV ne fait que refléter la très forte diésélisation du parc européen par rapport aux autres régions du monde.

L'éthanol est quant à lui incorporé sous forme d'ETBE dans l'essence. Au total, les carburants oxygénés (ETBE et EMHV) ne représentent que moins de 1% des carburants distribués actuellement en France, quasi exclusivement en mélange dans l'essence. Des flottes captives (notamment bus) existent également, dotées de motorisation acceptant de plus haut niveau d'EMHV.

### *2<sup>e</sup> génération : voie thermochimique et biochimique*

Si les filières biocarburants actuellement développées n'utilisent, dans les plantes que les graines ou les racines, l'ambition des biocarburants de seconde génération tient en la transformation de l'ensemble de la plante, notamment la partie lignocellulosique (les feuilles et branches). Ces nouveaux procédés permettraient ainsi d'augmenter la productivité des cultures dédiées par l'utilisation de plantes à croissance rapide, mais également d'utiliser des ressources habituellement faiblement valorisées, comme les résidus agricoles.

Deux grandes voies sont actuellement à l'étude : la voie thermochimique, dans laquelle le matériau est transformé en gaz ( $H_2$ ,  $CO_2$ ...) par chauffage avant d'être recomposé<sup>26</sup> ; et la voie biochimique, visant à transformer la cellulose en sucre, puis en alcool.

L'Allemagne est le pays le plus avancé sur la voie thermochimique, avec la société Choren, soutenue par Volkswagen et DaimlerChrysler.

Nous nous sommes ici limités, dans cette description succincte, aux 3 grandes catégories d'alternatives au pétrole envisagées à ce jour, mais il faut bien se rendre à l'évidence que derrière ces catégories coexistent de nombreuses options différentes, à la fois technologiques mais aussi réglementaire et de nombreuses voies explorées par différents acteurs et soutenus de manières différentes par les politiques publiques. Des paris structurés réalisés aujourd'hui sur l'hydrogène aux échecs sur les batteries des années 80, de la tentative réussie du Brésil sur les biocarburants à la spécialisation des acteurs japonais sur les PEMFC et la PAC, autant d'options et encore plus de scénarios de mise en œuvre existent, et autant de stratégies et de politiques publiques.

Dans ce contexte, les programmes nationaux de recherche et les programmes européens soutiennent certaines options, et en négligent d'autres, en fonction de leurs anticipations concernant le véhicule particulier de demain et de leurs objectifs propres. C'est cette articulation, à travers la manière dont les programmes européens et français se complètent, se soutiennent ou se chevauchent dans chacun des domaines de recherche sur les alternatives au pétrole pour l'automobile que nous allons maintenant étudier.

---

<sup>26</sup> Ce passage par les molécules élémentaires permet, en fonction de la chimie mise en œuvre lors de la recombinaison, de générer à peu près tout type d'hydrocarbures



## Comparaison des programmes de recherche français et européens, la subsidiarité de fait

---

Cette partie se propose de comparer de façon quantitative les contenus des programmes français et européens de recherche sur les alternatives au pétrole pour l'automobile à travers les projets financés par le PCRD et par les différents programmes français, afin de mettre en évidence les parallèles et les divergences des deux niveaux de programmation, et la façon dont s'est établie la répartition des domaines de recherche au cours des dernières années.

Afin d'analyser plus finement les actions des deux programmes, les trois grandes familles d'options présentées précédemment ont été déclinées en 8 sous-axes de recherche définis à partir du regroupement des projets financés par le PREDIT et les programmes français (figure 4) :

- Electronique de puissance, chaîne de traction et moteurs électriques
- Batteries et supercondensateurs
- Pile à combustible et reformers embarqués pour l'automobile
- Systèmes de stockage de l'Hydrogène
- Evaluation et mise en place d'une économie de l'hydrogène
- Fabrication de biocarburants de seconde génération
- Technologie biocarburants pour l'automobile
- Evaluation socioéconomique et environnementale des filières biocarburants

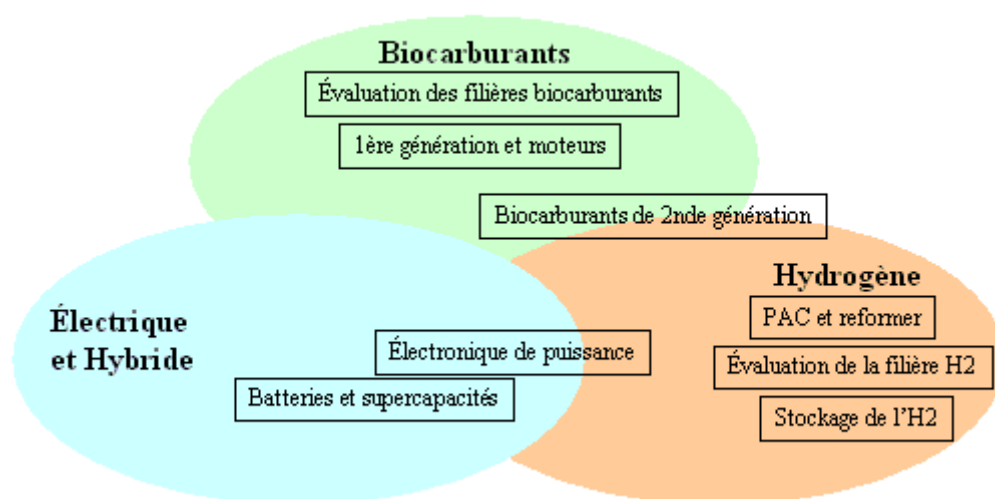


Figure 4 : Sous-axes de recherche retenus dans l'analyse et leur situation par rapport aux trois options principales

Pour effectuer cette comparaison, nous avons retenu la programmation de la période 2002-2005, ce qui correspond à la totalité de la programmation passée du PREDIT 3 et du 6<sup>e</sup> PCRD, tous deux opérant sur la période 2002-2006.

## **I Programmes français de recherche et développement**

La thématique des alternatives au pétrole pour l'automobile se situe à la frontière des thématiques transport, énergie et environnement, correspondant aux préoccupations de ministères différents et également de programmes de recherche différents. Ce ne sont en effet pas moins de cinq programmes de recherche français qui sont impliqués sur le sujet :

- Le **PREDIT**, Programme de recherche et d'innovation sur les Transports terrestres, cofinancé par le MEDD, le MTETM, le Ministère de la recherche, l'ADEME et Oseo-Anvar
- **AGRICE**, programme de l'ADEME sur les bioénergies (depuis 1994)
- Le **PNRB** (Programme national de recherche sur les bioénergies, depuis 2005), de l'ANR
- **PACO** (Programme pile à combustible, terminé en 2004)
- **Pan-H** (Plan d'Action National Hydrogène et pile à combustible, depuis 2005) de l'ANR

Pour des raisons de confidentialité, le détail des subventions accordées par Oseo-Anvar, orientées vers les PME, et par l'ANR n'est pas disponible, et l'évaluation globale de la politique de la France sur les alternatives au pétrole pour l'automobile s'en trouve affectée. Pour cette raison, le détail qui suit ne prend pas en compte les aides d'Oseo-Anvar, et se contente d'une approximation grossière pour le programme Pan-H (voir annexe 2)

Les figures 5 et 6 présentent la synthèse des subventions accordées par les différents programmes selon le découpage en axes de recherche définis précédemment I.2. (voir annexe 2 pour les détails)

Programme	Predit		Agrice		PNRB		PaCo		Pan-H		Total	
	nb projets	subventions (x1000€)	nb projets	subventions (x1000€)	nb projets	subventions (x1000€)	nb projets	subventions (évaluation)	nb projets	subventions (évaluation)	nb projets	subventions (x1000€)
<b>Thématique</b>												
<b>Electronique de Puissance</b>	9	11 793	0								9	11793
<b>Batteries et S.-condensateurs</b>	8	5 689	0								8	5689
<b>Biocarburants à base de lignocellulose</b>	0		6	1 019	7	6 070					13	7089
<b>Aval des filières Biocarburant</b>	6	1 394	6	837							12	2231
<b>Evaluation filères biocarburants</b>	2	316	2	94	3	2 370					7	2780
<b>PAC et Reformer</b>	1	16	1	1 150			5	15 000	4	6 400	11	22 566
<b>Stockage embarqué de l'Hydrogène</b>	0		0				2	1 800	1	1 600	3	3400
<b>Evaluation filière Hydrogène</b>	1	59	0				1 ?		1 ?		3	59
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>19267</b>	<b>15</b>	<b>3100</b>	<b>10</b>	<b>8440</b>	<b>8</b>	<b>16800</b>	<b>6</b>	<b>8000</b>	<b>66</b>	<b>55607</b>

Figure 5 : Subventions accordées à la recherche sur le thème des énergies alternatives au pétrole pour l'automobile par les différents programmes français pendant la période 2002-2005

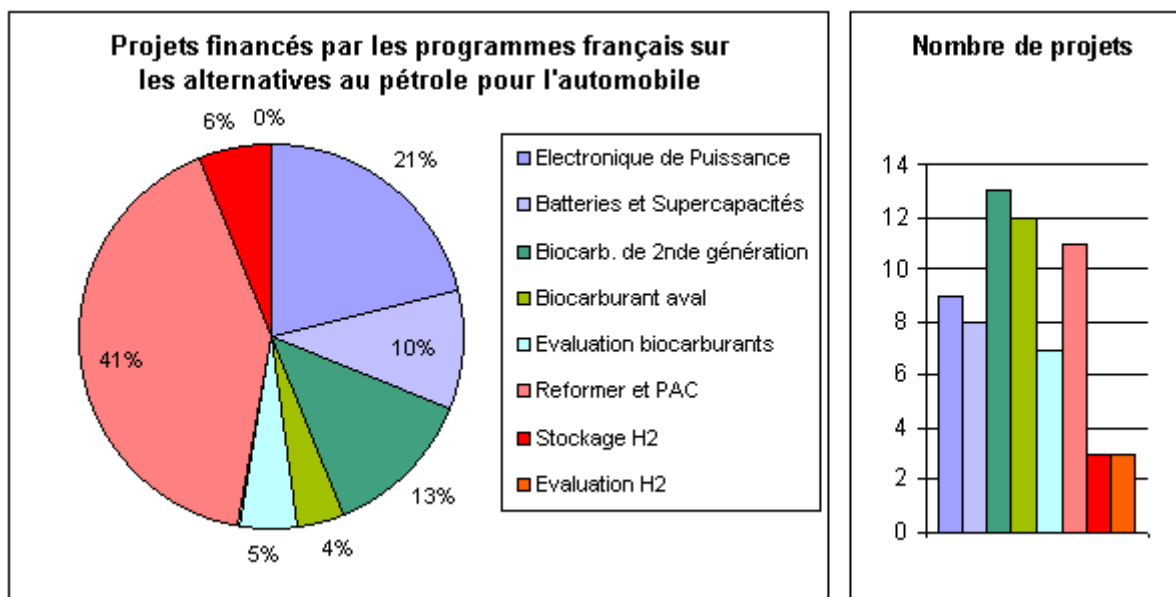


Figure 6 : Répartition des projets par thématiques au sein des programmes français (2002-2005)

Les récents investissements sur les piles à combustibles, notamment les deux grands projets soutenus par PACO, GENEPAC et RESPIRE, en 2003 et les programmes de l'ANR, placent la thématique « PAC et Reformer » loin devant les autres thèmes de recherche en terme de subventions, suivies par la recherche sur les thèmes connexes de l'électronique de puissance et des batteries, financées par le PREDIT. Enfin, le PNRB, lancé en 2005, a relancé les recherches sur les biocarburants de seconde génération à base lignocellulosique.

Du point de vue de la taille des projets, les différents axes de recherche ne reçoivent pas du tout les mêmes traitements, là où PACO et Pan-H, sur le thème de l'hydrogène concentrent leurs efforts sur peu de projets (en moyenne plus d'1,5M€ de subvention par projets), le PREDIT, mais surtout AGRICE initie beaucoup de plus petits projets.

## **II Programmes européens de R&D**

Le 6<sup>e</sup> PCRD prévoit, dans le cadre de sa priorité thématique « Développement durable, changement global et écosystèmes » (à laquelle sont alloués 2120M€), une sous priorité « Transports de surface durables » affectée de 610 M€ de subventions. Toutefois, cette sous priorité englobe un cadre beaucoup plus large que le champ des alternatives au pétrole pour l'automobile qui est étudié ici et regroupe toutes les recherches relatives aux transports de surface, notamment les études pour le transport par rail, le transport maritime, l'intermodalité, le fret et la sécurité routière.

A côté de cette priorité, la recherche sur les transports de surface est également abordée de façon indirecte<sup>27</sup> par l'axe « Technologie pour la société de l'information » (Thématique 2, cf figure 7) et « Soutien aux politiques communautaires et anticipation des besoins S&T » (Thématique 8). Toutefois, dans le cadre de ces thématiques, on ne retrouve pas de projets dédiés aux alternatives au pétrole : l'aspect transport inclus dans la thématique 2 est dédié à la sécurité (« eSafety for air and Road transport »), et les projets de la thématique 8 sont trop larges pour être considérés comme appartenant à la thématique « énergie alternative au pétrole ».

Enfin, si la thématique transport rassemble la quasi-totalité des projets sur les énergies alternatives au pétrole, avec notamment un appel à projet spécifique à l'hydrogène, la recherche sur les nouvelles générations de biocarburants est abordée par l'intermédiaire de la sous-priorité « systèmes énergétiques durables », comme spécifié sur la figure 7.

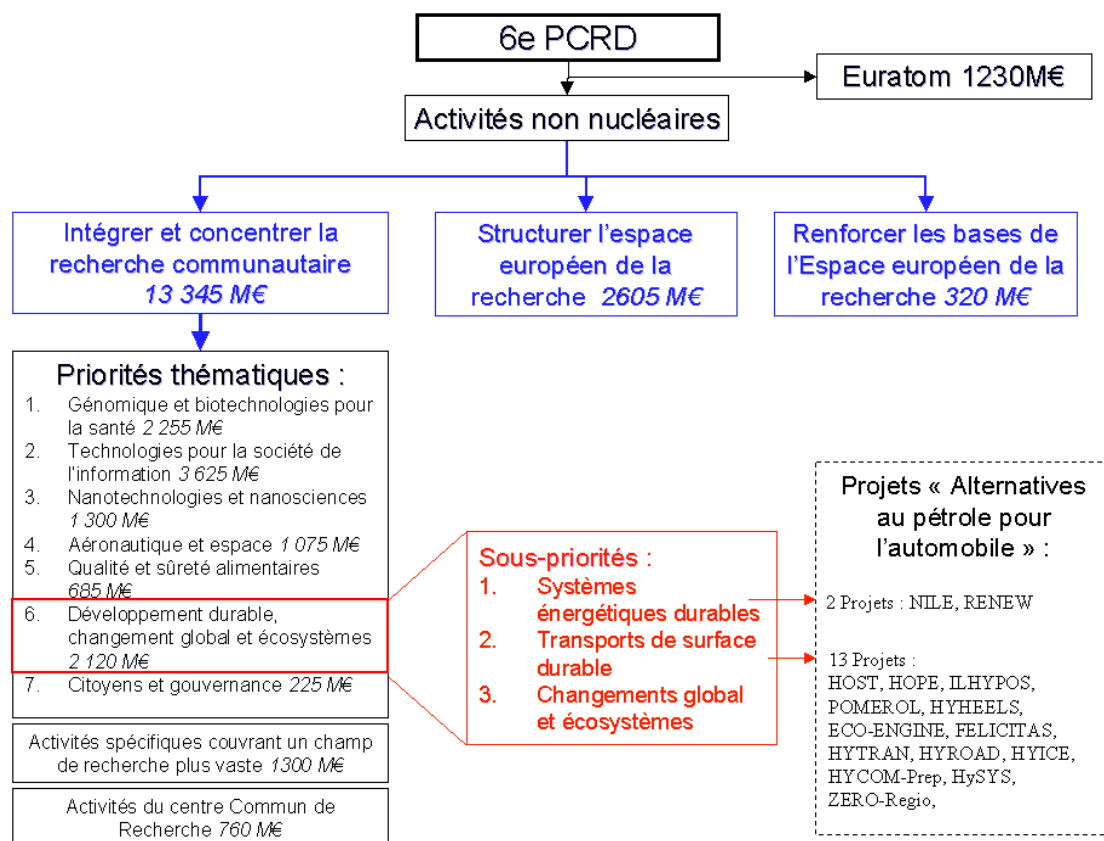


Figure 7 : Organisation du 6<sup>e</sup> PCRD et Projets « Alternatives au pétrole pour l'automobile »

L'examen en détail des projets financés<sup>28</sup> par le 6<sup>e</sup> PCRD fait ainsi ressortir 15 projets concernant les alternatives au pétrole pour l'automobile, représentant 156 M€, dont 83 M€ sont subventionnés par le PCRD. (voir figures 7 et 8)

Les acteurs français y sont très fortement représentés (au sein de 14 des 15 projets), principalement par l'IFP, Renault (4 projets), l'Inrets, GdF et SAFT (2 projets). De plus, l'IFP coordonne deux projets (NILE et ECO-ENGINE, soit respectivement 7,7 et 2 M€ de subvention) et SAFT un troisième (POMEROL, 3 M€).

Toutefois, la comparaison avec l'implication des acteurs allemands est sans appel puisqu'ils coordonnent 7 projets parmi les plus importants. (2 projets par Siemens, un par BMW, un par Daimlerchrysler, un par Planet, un par le Fraunhofer Institut et un par Infraser GmbH, représentant 42 M€ de subventions au total). A ce titre on remarquera que les constructeurs automobile français ne coordonnent pas de projets intégrés, ce qui confirme l'impression,

<sup>27</sup> voir Miquel C., 2004, pour une analyse détaillée des programmes transports européens

<sup>28</sup> Source : base de données Transport de M. Goetzke et base de données du site du 6<sup>e</sup> PCRD [www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)

relayée par les acteurs eux-mêmes, d'une industrie automobile française qui ne s'impose pas au sein des structures coopératives européennes telle EUCAR<sup>29</sup> face aux groupes allemands.

## II.1 Les thématiques abordées

L'analyse des projets soutenus dans le cadre du 6<sup>e</sup> PCRD fait ressortir une répartition des thèmes de recherche assez homogène entre les différentes catégories retenues, même si l'accent est globalement très porté sur les thèmes Hydrogène (38 % des subventions au total) et dans une moindre mesure sur les biocarburants de seconde génération à base de fibres lignocellulosiques (20%).

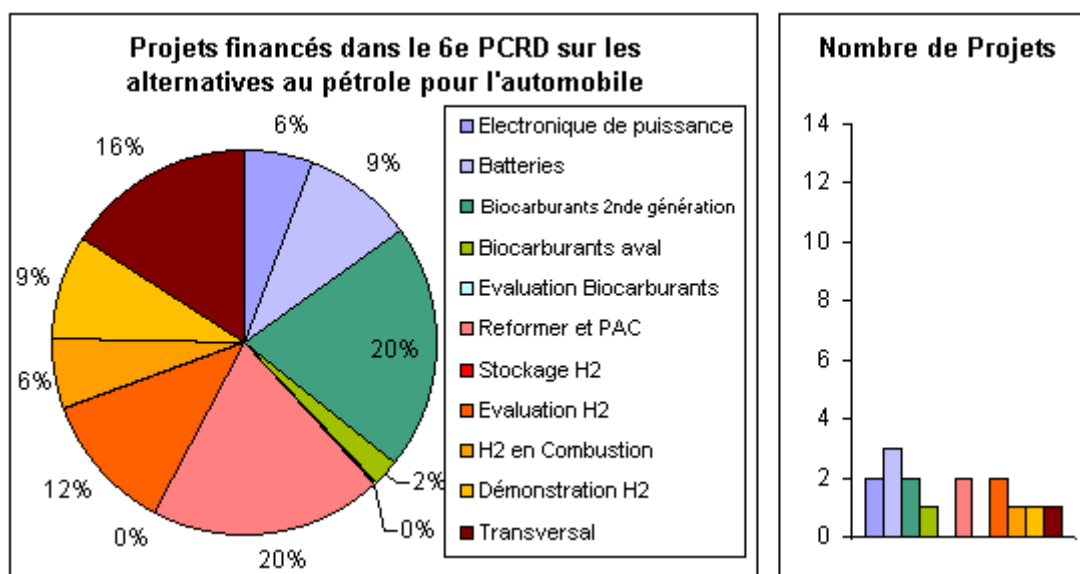


Figure 8 : Répartition des projets par axe de recherche

A côté de ces thématiques, déjà présentes dans les actions françaises apparaissent deux nouveaux grands thèmes : la recherche sur l'utilisation de l'hydrogène dans les moteurs à combustion interne et le projet de démonstration hydrogène (ZERO Regio), organisé en Allemagne et en Italie.

Autre fait notable, certains projets sont extrêmement transversaux de fait que leur classement s'avère difficile. C'est le cas du projet HySYS qui rassemble à la fois des recherches sur les piles à combustible, les batteries et l'électronique de puissance.

<sup>29</sup> EUCAR est le forum des directeurs de recherche des constructeurs automobiles, et dispose à ce titre d'une voix importante au sein d'ERTRAC.

## **II.2 Taille des projets**

Il existe une grande hétérogénéité dans la taille des projets, du STREP<sup>30</sup> de 2 M€ de budget au projet intégré de 27 M€ (pour plus de détail, la liste des projets retenus se trouve en annexe 3)

Le projet européen le plus important pour les énergies alternatives au pétrole reste donc HySYS, qui regroupe 25 partenaires<sup>31</sup> sous le commandement de DaimlerChrysler. Ce projet intégré d'un coût de 27,5 M€ est financé à hauteur de 13,5 M€ par la Commission européenne, et aborde tous les aspects de la construction d'un véhicule à PAC : pile elle-même, chaîne de traction électrique et batteries.

## **III Comparaison et enseignements**

### **III.1 Taille des projets**

La taille des projets financés par le PCRD se révèle beaucoup plus importante que celle des projets soutenus par les programmes français : là où ces derniers subventionnent 66 projets pour 56 M€, le PCRD distribue 83 M€ à une quinzaine de projets seulement.

Toutefois, cette différence doit être un peu nuancée, car les projets européens intègrent généralement de plus grands domaines de recherche qui sont répartis en sous-projets plus ou moins indépendants. Un projet européen pourrait ainsi être vu comme une superposition de petits projets soutenus par les programmes français. Le projet HySYS en est l'exemple le plus typique, qui mélange dans le même projet des recherches sur les piles à combustible, les batteries, l'électronique de puissance et la réalisation d'un véhicule, ce qui, dans le PREDIT aurait certainement fait l'objet d'autant de projets.

Une autre raison de nuancer cette différence, évoquée par certaines personnalités rencontrées, mais qu'il nous est impossible de vérifier, provient de la collaboration réellement mise en œuvre lors de ces projets. En effet, on retrouve souvent au sein d'un même projet des industriels concurrents (par exemple plusieurs constructeurs automobile), opérant au sein de sous-projets différents, et il est tentant de penser que l'échange d'information ne s'effectue pas de façon optimale.

Il n'en reste pas moins que le PREDIT finance globalement de nombreux petits projets et de nombreuses options technologiques qui ne sont pas toutes reprises au niveau européen. Le cas

---

<sup>30</sup> Specific Targeted Research Project

<sup>31</sup> 14 industries (dont PSA, SAFT, Renault, Fiat), 2 PME, 4 instituts (dont CNRS) et 5 universités issus de 8 pays européens et la Suisse

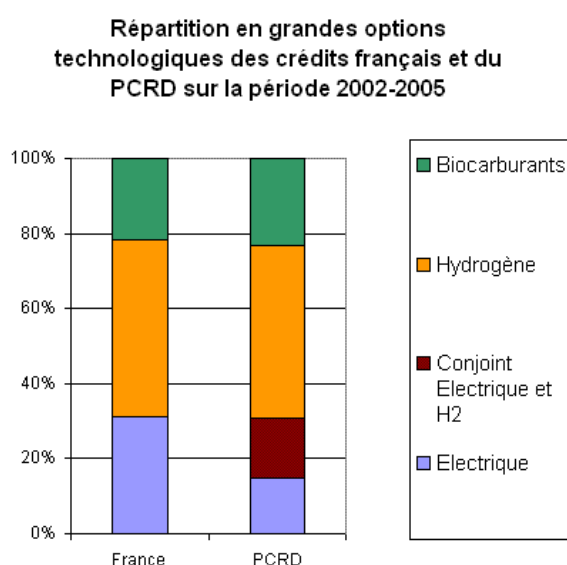
des batteries est emblématique : là où le PREDIT subventionne 8 projets et de nombreuses options technologiques différentes (Li-ion Fer Phosphate titanate, Ni-MH, Supercapacités), le PCRD finance 3 projets (Li-ion et supercapacités).

De même, la recherche française sur l'amélioration des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération et les essais moteurs fait intervenir une multitude de petits projets disjoints portés principalement par l'IFP là où l'unique projet européen ECO-Engine se contente de recherche sur la combustion avancée.

Ainsi, si les thématiques développées dans les deux programmes sont proches, la manière de les aborder est totalement différente : là où le PREDIT initie de nombreuses nouvelles voies, le PCRD focalise sur certains aspects, a priori ceux sur lesquels il y a consensus étant donné le mode de construction des thématiques de recherche européennes.

### III.2 Thématiques

Tout d'abord, contrairement à une idée évoquée lors des entretiens avec les acteurs du secteur, il n'y a pas réellement, dans le domaine qui nous intéresse, de séparation entre une recherche orientée long terme au niveau européen, qui s'occuperait de préparer la voiture d'après-demain, et une recherche plus court terme organisée par les Etats. Il est vrai que la comparaison des seuls projets PREDIT et PCRD laisse à penser le contraire, étant donné que le volet transport du PCRD inclut de nombreux projets hydrogène qui sont traités à l'extérieur du PREDIT, dans PACO et Pan-H.





*Figure 9 : Ventilation des subventions du PREDIT et du PCRD selon les grandes options technologiques (Biocarburant, Electrique, Hydrogène)*

D'un point de vue global, c'est à dire en établissant l'agrégation des axes de recherche selon les trois grandes options technologiques (électrique, hydrogène et biocarburants, cf. figure 9), la seule différence notable thématique entre les programmes français et européens provient du penchant plus marqué des programmes français pour le développement des voitures électriques au détriment de l'option hydrogène. Il est toutefois difficile de chiffrer cette différence étant donné la présence de projets combinant les deux options et le secret qui entoure la répartition exacte des crédits au sein de ces projets.

Toutefois, si les répartitions thématiques globales sont comparables, l'examen plus avant du contenu des programmes montre une hétérogénéité des choix à l'intérieur de chacune des grandes options.

## **Hydrogène et PAC**

### *Les options technologiques*

Comme nous l'avons présenté, les programmes français et européens laissent une place prépondérante à cette option (pour les programmes français 47 % de la totalité des fonds alloués aux énergies alternatives au pétrole pour l'automobile et de 47 à 63% pour le PCRD), avec toutefois des différences notables entre les deux niveaux de programmation :

- Soutien du projet moteur à combustion interne à Hydrogène par le PCRD (HyICE)
- Projet de démonstration pur de Pile à Combustible (Zero Regio) par le PCRD
- Projets d'évaluation socioéconomiques et de structuration des réseaux (sur l'Hydrogène) menés au niveau européen.

Le Projet HyICE met en avant une technologie très minoritaire parmi les constructeurs automobile, soutenue principalement par BMW. L'absence de promoteurs de cette option en France explique pourquoi elle n'est pas explorée par les programmes français.

Le projet de démonstration Zero Regio, d'un coût total de 18M€ sur 5 ans et subventionné à hauteur de 7,5M€ est organisé dans deux villes en Italie et en Allemagne et consiste en une expérimentation en grandeur nature et en conditions normales d'utilisation de véhicules à PAC. Dans un premier temps seront construites deux stations-service ouvertes au public à même de délivrer de l'hydrogène (liquide ou sous pression) ainsi que les carburants habituels,

avant une phase de démonstration de 3 ans sur 5 véhicules à PAC en condition normale d'utilisation. Ce type de projet de démonstration en conditions normales d'utilisation n'a pas son pendant dans les programmes français. Dans ce cas précis, Jean-Luc Lecocq, du ministère de la Recherche, a une explication : il n'est pas encore temps de faire des expérimentations en vraie grandeur sur les piles à combustible alors que la recherche exploratoire sur les constituants du système (production- stockage, reformer, constituants des piles) n'est pas aboutie et que le système qui sera finalement mis sur le marché sera probablement très différent de celui qui est testé aujourd'hui.

D'un autre côté, ce genre de projet est très visible, et il est peut-être dommageable que les acteurs français ne participent pas à ce type d'expérience pour montrer leur savoir-faire. Cela avait déjà été le cas lors du projet CUTE du 5<sup>e</sup> PCRD qui avait fait rouler des bus à PAC dans une dizaine de villes d'Europe.

Enfin, Le PCRD finance deux projets importants (HyRoad et HyCom-Prep<sup>32</sup>) d'évaluation et de préparation des communautés hydrogène, afin d'accompagner le développement de cette nouvelle technologie. Parmi ses objectifs figurent la structuration, au niveau européen, des acteurs de la recherche sur l'hydrogène et les piles à combustibles, le développement d'un chemin technologique menant à une économie de l'hydrogène, l'identification des faiblesses et opportunités du système existant, la définition d'une stratégie de développement de la technologie et la diffusion de ces informations aux acteurs concernés. Ce programme doit donc épouser la mise en place d'une économie de l'hydrogène sous tous ses aspects, en liaison constante avec la plate-forme technologique HFP.

La comparaison entre les projets français et européens met ainsi en évidence une volonté forte, au niveau européen, de soutenir la création d'un espace de recherche européen sur les piles à combustibles et l'hydrogène, et l'implication du PCRD dans tous les secteurs touchant à la recherche sur l'hydrogène. Ainsi, le programme européen, en soutenant non seulement des projets de développement de PAC, mais également les projets de démonstration, de moteur à combustion à hydrogène et de structuration du secteur s'inscrit comme un des acteurs incontournables du développement de l'économie de l'hydrogène.

A ce titre, les programmes français opèrent de façon plus académique en finançant quasi exclusivement, à travers PACO des projets de développement comme Respire ou Genepac

---

<sup>32</sup> aujourd'hui fusionnés sous le nom de Roads2 Hycom

dédiés à la mise au point de véhicules, et par PAN-H des projets sur les constituants des PAC.

### *Les acteurs*

Pour les piles à Combustibles, la France s'est dotée fin 2003, suite à la rallonge pécuniaire du Plan VPE, de deux projets (un par constructeur automobile) de grande taille (12 et 15M€ de coût global), comparables aux projets européens sur le sujet, mais financés a priori<sup>33</sup> à une hauteur moindre que ces derniers par l'argent public. Ce soutien des programmes français n'empêche pas les constructeurs français de s'impliquer également au niveau européen, (HySYS pour PSA, Hytran pour Renault). En revanche, les acteurs français habituels sur les domaines PAC et hydrogène dans le programme PACO (CEA, Helion...) sont absents des projets transports retenus dans le cadre de cette étude. Le secret qui entoure Pan-H ne permet pas d'aller plus avant dans cette analyse, le programme représentant à lui seul 30 % des subventions françaises de l'axe hydrogène sur le thème des alternatives au pétrole pour l'automobile.

## **Electricité et Hybridation**

### *Les options technologiques*

Comme décrit précédemment, cet axe de recherche est proportionnellement plus soutenu par les programmes français (exclusivement par le PREDIT) que le PCRD. En terme de proportion des investissements, si les actions sur les batteries et les supercapacités sont comparables, l'axe électronique de puissance est plus soutenu par le PREDIT. Il convient de nuancer ce point en introduisant dans la comparaison une partie des sommes allouées au projet européen HySYS à cheval sur les axes batteries, électronique de puissance et hydrogène et qui à lui seul représente 16 % des fonds du PCRD alloués aux énergies alternatives au pétrole pour l'automobile.

Sur l'axe batteries et supercapacités, si les investissements sont comparables, le PREDIT, à travers ses huit projets, finance un éventail d'options plus large que le PCRD. Concernant l'axe électronique de puissance, le PREDIT laisse une place importante au développement de véhicule électrique à batterie à travers son soutien au programme Cleanova de SVE, axe de

---

<sup>33</sup> Nous ne disposons que d'une évaluation du financement de ces projets, pas du montant réel.

recherche totalement ignoré par le PCRD, qui soutient exclusivement des actions visant à la réalisation de véhicules hybrides (essence-PAC ou essence-batteries).

### *Les acteurs*

Pour le PREDIT, l'axe de recherche « électronique de puissance » est quasiment contrôlé par le CEREVEH<sup>34</sup>, qui rassemble la quasi totalité des acteurs du domaine « véhicule électrique » avec 4 projets (5,1M€). Viennent ensuite SVE (1 projet, 3,5M€) puis Valeo (3 projets, 2,5M€). Nous y voyons le signe d'une structuration réussie de la communauté française de recherche sur les voitures électriques, qui arrive à proposer des actions conjointes de recherche. En revanche, le CEREVEH n'intervient pas, en tant que tel, dans les projets européens, mais certains de ses membres y sont représentés (par exemple Matra ou Valeo), sur des projets équivalents à ceux du PREDIT. Ce sont donc peu ou prou les mêmes acteurs industriels, d'envergure européenne, qui participent aux projets français et européens.

Exception notable, le programme Cleanova du joint venture SVE (2003, entre Dassault et Heuliez) est très largement subventionné (3,47M€ au niveau français par le PREDIT, alors que l'industriel est absent de l'échiquier européen. En effet, ce projet, œuvre d'industriels nouveaux sur ce créneau (en tout cas n'ayant pas participé jusqu'ici aux programmes de recherche français), a pour but la réalisation de voiture électrique, thème qui n'est abordé dans le PCRD que sous l'angle de la fabrication des batteries elles-mêmes et non d'un point de vue global.

Concernant l'axe batteries, SAFT est le leader franco-américain<sup>35</sup>, peut-être le seul industriel européen à ce jour capable de rivaliser au niveau international, et participe à la majorité des projets français (4 sur 8 représentant 4,4 M€ sur 5,7M€) ainsi qu'à trois projets européens, dont un qu'il coordonne.

## **Biocarburants**

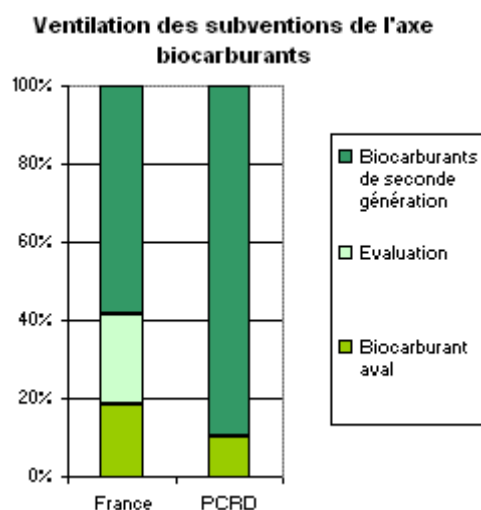
### *Les options technologiques*

Aussi bien à travers le PCRD que par le biais des différents programmes français, la recherche sur les biocarburants reçoit 22% du budget alloué aux alternatives au pétrole pour l'automobile. Toutefois, la répartition des subventions est très différente dans les deux cas. En effet, là où le PCRD consacre la quasi totalité de ses moyens à la recherche sur les

---

<sup>34</sup> Centre d'Etudes et de REcherches Véhicules Electriques et Hybrides

biocarburants de seconde génération (91%), les programmes français dans leur ensemble (PREDIT, AGRICE et PNRB) sont plus nuancés et subventionnent à la fois la recherche sur les biocarburants de seconde génération, l'amélioration des procédés pour les carburants de 1<sup>ère</sup> génération, les essais moteurs et l'évaluation des différentes filières existantes.



*Figure 10 : Répartition des subventions françaises  
et européennes de l'axe biocarburants*

Mais l'examen approfondi des projets français montre que sous cette apparente diversité se cache plutôt un changement de cap des programmes français au cours des dernières années : alors qu'AGRICE et le PREDIT subventionnait très majoritairement les biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération, la mise en place du PNRB en 2005, agissant majoritairement sur les biocarburants de seconde génération a fortement modifié cette répartition : 6 des 8,5 M€ du PNRB alimentent la recherche sur les biocarburants de seconde génération, ce qui représente 85% des subventions françaises dans ce domaine. Ainsi, sur l'année 2005, la correspondance thématique entre les programmes français et européen est très proche.

#### *Les acteurs*

Le français IFP est un spécialiste reconnu au niveau européen, et domine très largement, parmi les acteurs français, le secteur de la recherche sur les biocarburants. L'institut participe à de nombreux projets français soutenus par AGRICE et le PNRB (la moitié des projets sur les biocarburants de seconde génération et la quasi totalité des projets en aval du cycle (moteur, formulation de carburants, amélioration des procédés pour la filière huiles végétales), mais est également présent au niveau européen (quatre projets dont deux qu'il

---

<sup>35</sup> Depuis son joint venture avec Johnson Control en 2005

coordonne). L'IFP est ainsi, sur la thématique biocarburants, le seul à avoir une vue globale de l'ensemble des actions menées.

Ce chapitre clôt l'état des lieux sur la thématique des alternatives au pétrole et l'analyse des programmes de recherche français et européens qui lui sont dédiés. La subsidiarité de fait lisible à travers cette comparaison nous a montré que le PREDIT devait être remis dans un contexte plus global avant d'être comparé au PCRD, et a permis de définir les grandes lignes de l'articulation actuelle entre l'action des programmes français et européens.

## Quelle articulation PREDIT – PCRD ?

---

Les parties précédentes ont défini le contexte à la fois technologique et international dans lequel les programmes de recherche français et européens évoluaient, et les enjeux auxquels ils devaient faire face, ainsi que l’articulation thématique existante entre les programmes de recherche français sur les alternatives au pétrole pour l’automobile et le PCRD.

Cette dernière partie s’intéresse plus particulièrement à la relation entre le PCRD et le PREDIT, et vise, à partir des enseignements tirés précédemment, à définir les modalités possibles d’articulation entre les deux niveaux de programmation. Dans un premier temps, il s’agit de fixer les règles et les enjeux de cette articulation, et de broser, à partir des entretiens réalisés avec les acteurs de la recherche sur les alternatives au pétrole les objectifs de cette articulation. La dernière partie ouvre des pistes de réflexion pour organiser l’articulation des deux programmes.

### **I PREDIT et PCRD, des objectifs différents**

#### **I.1 Subsidiarité : définition et bases légales**

La subsidiarité est le principe de base permettant de fixer la frontière entre l’action individuelle et l’action collective. Dans le droit européen, elle s’exerce de plusieurs façon : premièrement par la fixation de domaines de compétence exclusive ou partagée entre les Etats et l’UE, qui peut être interprété comme la reconnaissance d’une meilleure efficacité à l’un ou l’autre des niveaux de décision ; deuxièmement par la fixation des règles de partage des actions dans le cadre des domaines de compétence partagée.

La formulation explicite de ce principe, de façon très générale, dans le canon européen n’intervient qu’avec le traité de Maastricht, en 1992 (Article G du « Traité sur l’Union Européenne » modifiant le Traité instituant la Communauté Européenne de Rome, 1957<sup>36</sup>),

*« [...] Dans les domaines qui ne relèvent pas de sa compétence exclusive, la Communauté n’intervient, conformément au principe de subsidiarité, que si et dans la mesure où les objectifs de l’action envisagée ne peuvent pas être réalisés de manière suffisante par les États membres et peuvent donc, en raison des dimensions ou des effets de l’action envisagée, être mieux réalisés au niveau communautaire. L’action de*

---

<sup>36</sup> Correspond à l’article 5 dans les textes consolidés actuels

*la Communauté n'excède pas ce qui est nécessaire pour atteindre les objectifs du présent traité.»*,

complété en 1997 par le protocole n°30 annexé au TCE, qui établit clairement la subsidiarité comme

*« un concept dynamique qui devrait être appliqué à la lumière des objectifs énoncés dans le traité. Il permet d'étendre l'action de la Communauté, dans les limites de ses compétences, lorsque les circonstances l'exigent et, inversement, de la limiter et d'y mettre fin lorsqu'elle ne se justifie plus. »*

Sur le thème plus spécifique de la recherche, compétence partagée entre les Etats et l'Union, on retrouve dans le traité de Maastricht<sup>37</sup> les principes d'intervention de l'Europe à travers le Programme-Cadre de Recherche et Développement, dans le but *« de renforcer les bases scientifiques et technologiques de l'industrie de la Communauté et de favoriser le développement de sa compétitivité internationale, ainsi que de promouvoir les actions de recherche jugées nécessaires au titre d'autres chapitres [du traité de Maastricht]. »*

Afin d'arriver à ces objectifs, l'accent est mis sur les nécessaires coordination des activités nationales et coopération entre les entreprises, les centres de recherche et les universités, sur la valorisation des résultats de recherche ainsi que sur la circulation des idées, notamment par la mobilité des chercheurs. Le programme-cadre de R&D, et principalement son volet subvention de projet, est l'outil principal de cette politique de coordination.

Toutefois, le système qui prévalait jusqu'à la rédaction du 6<sup>e</sup> PCRD, visant la coordination par la coopération des équipes de recherche, est battu en brèche notamment depuis le rapport Busquin (2000). Partant principalement du constat que la recherche en Europe était insuffisante, et notamment bien moins importante que dans les grands autres puissances mondiales<sup>38</sup>, l'UE a décidé en 2001 de relancer la recherche dans le cadre de ce qui a été nommé la stratégie de Lisbonne, qui vise à faire de l'UE *« l'espace économique basé sur les connaissances le plus compétitif et le plus dynamique du monde »*. La stratégie de Lisbonne a introduit le concept de méthode ouverte de coordination (MOC), visant à donner plus de flexibilité à la mise en œuvre des politiques européenne en instaurant une gestion décentralisée et non formelle. Ce processus, s'articule en quatre points<sup>39</sup> : des lignes

---

<sup>37</sup> Titre XVIII : Recherche et développement technologique, articles 163 à 173 (version consolidée)(cf. annexe 4)

<sup>38</sup> 1,8% du PIB en UE contre 2,8-2,9% aux Etats-Unis et au Japon

<sup>39</sup> Collignon S. et Al, *La stratégie de Lisbonne et la méthode ouverte de coordination, Notre Europe, policy paper n°12*, 2004



directrices définies au niveau européen ; 2) une mise en œuvre décentralisée ; 3) l'établissement d'outils de comparaison et 4) une revue par les pairs. Dans le domaine de la recherche, cela a conduit à la mise en œuvre des ERANet<sup>40</sup> qui doivent être le lieu d'échange paneuropéen des organismes de recherche. Différents forums thématiques d'échange entre les différents acteurs européens (par exemple ERA-Net Transport, HY-CO pour l'hydrogène) ont ainsi vu le jour. La volonté affichée est de coordonner les initiatives des états à travers différentes actions :

- Mise en réseau de centres d'excellence
- Approche commune des besoins de financement des grandes infrastructures de recherche
- Coopération, cohérence des politiques, transfert de connaissances
- Etablissement d'un système commun de référence scientifique
- Accroissement de la mobilité des chercheurs

En parallèle se sont mises en place des plate-formes technologiques (ERTRAC pour le transport routier, HFP pour l'hydrogène...) rassemblant les industriels des différents secteurs intéressés<sup>41</sup>, les organismes de recherche, les représentants des Etats membres, de la Commission européenne et des usagers, et dont le rôle est d'éclairer les décisions et d'établir une vision commune des défis à relever et de la recherche à développer, par exemple par la publication de visions prospectives à horizon de 20 ans et d'un agenda de recherche stratégique.

Allant dans la même direction d'un abandon de la recherche programmée vers un rôle accru des acteurs eux même, Michel Gaillard, chef de la mission affaires européennes du ministère de la recherche, se questionne sur l'impact qu'aurait une augmentation du budget d'un PCRD aux modes d'action inchangés: si la coordination par la coopération permet de créer des synergies importantes là où rien n'existait, il n'est pas dit qu'une fois ces contacts établis l'augmentation des budgets impactent d'autant la coordination. Ainsi, d'autres modes d'action pourraient prendre le pas sur la programmation. La construction de plateformes technologiques rassemblant les acteurs de la recherche et définissant les grandes lignes de l'action européenne en est un premier exemple, mais il existe également dans le traité de Maastricht certaines options qui n'ont jusqu'ici que très rarement été utilisées et qui pourraient prendre de l'envergure:

---

<sup>40</sup> Communication de la commission européenne, 2000, *Vers un espace européen de la recherche*

<sup>41</sup> pour ERTRAC : constructeurs automobile, équipementiers, pétrolier, constructeurs d'infrastructure routière

- L'implication de la Commission dans des programmes de recherche entrepris par plusieurs états, ce qui est un moyen d'introduire la géométrie variable dans le PCRD (Art 169 du traité)
- La création d'entreprises ou de structures communes abondées par la Commission. (Art 171 du traité)

Ces formes d'interventions sont pour l'heure très marginales, mais on peut citer, dans d'autres domaines que les transports terrestres, l'action Bonus en mer baltique (Art 169) ou le programme en gestation Cleansky (Art 171) qui sera piloté par un consortium industriel aéronautique.

Enfin, plus récemment, suites aux réflexions menées sur la possibilité d'une véritable recherche fédérale européenne, et dans la continuité d'une intégration plus poussée des systèmes de recherche nationaux, il a été proposé la création d'un Conseil européen de la recherche dans le cadre du projet de 7<sup>e</sup> PCRD (2007-2013). Ce conseil permettrait de répondre à une des critiques souvent adressée à la recherche européenne qui finance plutôt de la recherche industrielle et sociale et a une logique de court et moyen terme tandis que la recherche fondamentale, sur le long terme est gérée en grande partie par les Etats. Ce conseil fixerait des orientations pour la recherche fondamentale européenne, en finançant, à la manière des fondations américaines, de grands projets.

Gronbaek (2003), voit dans cet ERC le moyen d'effacer les barrières à la coopération entre états et d'atteindre la masse critique nécessaire pour faire face à la concurrence internationale en matière de recherche. Dans ce cadre, l'ERC seraient un donneur de subvention *autonome* qui couvrirait tous les secteurs de la science et qui baserait ses choix sur des critères objectifs et des évaluations faites par les pairs.

## **I.2 Pourquoi une action européenne en matière de recherche sur les alternatives au pétrole ?**

Comme décrit précédemment, les projets du PCRD ont jusqu'ici principalement eu pour objet de faire coopérer les acteurs de la recherche européenne, ce que les états-membres auraient eu du mal à réaliser d'eux-mêmes. Au-delà de cette première justification de l'action européenne de nombreux autres arguments se sont développés pour appuyer la montée en puissance de l'intervention européenne en matière de recherche.

Historiquement, le premier argument en faveur d'une Europe de la recherche est celui de la taille des projets et des moyens mis en jeu. Les projets ambitieux, qui demandent de gros

moyens nécessitent une mobilisation de moyens scientifiques voire financiers qu'un état seul n'est pas en mesure de produire et serait effectué de façon plus efficace par le partenariat. De même, l'agrégation des efforts des états permet de bénéficier d'effets d'échelle importants au niveau de la production de recherche. C'est le sens de grands projets tels le CERN, initié en 1954 par 12 pays européens.

Aujourd'hui, dans les domaines industriels, on parle plutôt de concurrence mondiale dans le domaine de la R&D, mais le principe reste le même : l'union fait la force. Afin de faire face aux recherches organisées par les grands pays comme les USA ou le Japon, mais également face à la montée en puissance de l'Inde et de la Chine, la coopération des états et la structuration, sur un espace suffisamment grand, de l'offre de recherche, semble indispensable. Toutefois, les exemples d'une telle réussite de projets européens ne sont pas à mettre au crédit du PCRD, mais sont plutôt le fruit de coopérations intergouvernementales, comme le CERN ou l'ESA. Le contexte international qui règne aujourd'hui dans la recherche sur les PAC et l'hydrogène se prête à cette analyse, et c'est au nom de la création d'un pôle européen de compétence sur ce sujet que s'articule l'action européenne : celle-ci joue le rôle de chef de file en axant son action sur la coordination et la définition de lignes directrices, notamment à travers les projets HyCom-prep et HyRoad dans le domaine des transports et Hychain sur l'économie de l'hydrogène en général.

De plus, au-delà de l'agrégation des moyens permise, le regroupement au niveau européen donne à l'action des états une meilleure visibilité et permet ainsi d'asseoir la reconnaissance, au niveau international, des compétences en R&D, ainsi que de peser dans les négociations internationales, par exemple lors de fixation de normes et standards. Par exemple, la présence de la Commission européenne au sein d'IPHE<sup>42</sup> constitue un atout indéniable en terme de cohérence des propos et de force du discours dans la construction d'une économie de l'hydrogène.

Si la concurrence mondiale est un atout en faveur de l'action communautaire, la concurrence intraeuropéenne l'est également : dans un marché ouvert, où les acteurs sont de plus en plus paneuropéens, les actions en faveur de la recherche doivent embrasser le contexte européen dans son ensemble, ce qui justifie une nouvelle fois l'action communautaire comme plus à même de prendre en compte la globalité des problèmes à l'échelle de l'Europe. Toutefois, si le déplacement des problématiques au niveau européen permet de recadrer l'action dans une

---

<sup>42</sup> International Partnership for the Hydrogen Economy

perspective plus large, certains des acteurs rencontrés émettent des réserves quant à la réelle émergence d'une synthèse de ceux-ci au profit d'un catalogue dans lequel chacun retrouverait ses priorités, que ce soit les Etats ou les industriels. La question se pose en effet de savoir si les négociations européennes sur la programmation de la recherche aboutissent à quelque chose de mieux que la somme des intérêts des états-membres et de la conjoncture.

Rejoignant cette argumentation, la présence d'aspects transnationaux dans le domaine de recherche considéré fait préférer la mise en commun de la recherche au niveau européen plutôt qu'au niveau des états. Dans le cadre de la recherche sur les alternatives au pétrole, on pourra citer la mise en place de réseaux d'approvisionnement en carburants.

Les différentes justifications de l'action européenne évoquées jusqu'ici insistent toutes sur la nécessaire coordination des actions des états en matière de recherche, inscrite comme moyen du PCRD. Elle vise à la cohérence d'ensemble de l'action européenne, comprise comme la somme des actions des états. Ainsi, la coopération entre les systèmes de recherches des différents états, la circulation des idées, par exemple par la mobilité des chercheurs sont plus facilement réalisables à un niveau supranational que par les états seuls. On entend également ici éviter les recherches menées en double sans concertation dans différents pays. La création de l'espace européen de la recherche (EER) et de plate-formes technologiques<sup>43</sup> où les industriels peuvent se rencontrer et définir ensemble les grandes lignes de leurs politiques de recherche sont les réalisations les plus visibles allant dans ce sens.

Dans le cadre des objectifs découlant de la stratégie de Lisbonne<sup>44</sup>, se dessine également la nécessité pratique d'une intervention européenne, pour une recherche dans laquelle la majeure partie des Etats membres sous-investissent : sur l'objectif de 1% de recherche publique à l'horizon 2010, seuls 0,7% sont en moyenne réalisés, avec de fortes disparités et peu d'évolution ces dernières années. La Commission se substituerait ainsi aux états défaillants. Toutefois, comme l'a souligné Laredo (2004), compte tenu des contraintes budgétaires actuelles, il n'est pas réaliste de croire que l'action de la commission en faveur de la recherche sera suffisante.

---

<sup>43</sup> par exemple, dans le domaine des transports, ERTRAC European Road Transport Research Advisory Council

<sup>44</sup> Communication de la Commission, 2002, *Plus de recherche pour l'Europe, Objectif : 3%*, COM(2002) 499  
Conseil des ministres, 2000, Lisbonne : faire de l'Europe "l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable **accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale**".

Enfin, l'action européenne en matière de recherche et développement vise à soutenir des politiques propres à l'union européenne, parmi lesquelles figurent en premier lieu le soutien au développement régional. Il s'agit ici de développer les structures et les réseaux de recherche dans les régions les moins avancées et chez les nouveaux pays adhérents. Cette thématique est largement présente, en pratique, dans le PCRD, et a par exemple mené à la création de programmes spécifiques dans les nouveaux pays adhérents<sup>45</sup>.

### **I.3 Les arguments en faveur de la recherche nationale**

Au vu des justifications apportées au pilotage des politiques de recherche au niveau communautaire, la place restante pour une politique de recherche nationale semble de plus en plus réduite. Il n'en est rien, le fait que les programmes européens ne représentent qu'environ 5 %<sup>46</sup> de la recherche publique européenne n'en est que le signe le plus visible.

En effet, le premier argument en faveur des états est déjà contenu en filigrane dans la définition du principe de subsidiarité : « *la Communauté n'intervient [...] que si et dans la mesure où les objectifs de l'action envisagée ne peuvent pas être réalisés de manière suffisante par les États membres* ». Les états ont donc la primauté de l'action, le principe d'une subsidiarité vers le bas, lorsqu'elle est possible, est donc posé, et il s'applique naturellement à la recherche. Ce principe rend notamment compte de la reconnaissance, au niveau européen, des aspirations des populations à conserver une certaine autonomie pour les décisions influençant le style de vie des individus et l'évolution même de la nation (ou de la région).

De même, on invoque parfois la volonté de préserver une certaine diversité dans les options choisies par les différents états membres. La subsidiarité vers le bas permet de conserver des options qui n'auraient peut-être pas été soutenues à un niveau européen, et évite ainsi le piège d'une recherche centralisée et la création d'une pensée unique de la recherche. Ainsi le PREDIT subventionne des options technologiques, comme la voiture électrique à batteries (Projet Val-VNX de SVE), qui ne sont pas retenues au niveau de la programmation européenne, et fait le pari d'un développement de ce type de véhicule, indépendamment de la ligne directrice européenne.

---

<sup>45</sup> Par exemple les programmes de soutien et d'organisation de la recherche en transport en Slovaquie (SURFTRAN), Pologne et Hongrie (HUNPOL-TRAN) et Roumanie (SPRINT).

<sup>46</sup> Communication de la Commission européenne, *Vers un espace européen de la recherche*, 2000

Il ne faut en effet pas oublier que la programmation de recherche nationale reflète les objectifs propres des Etats et soutient leurs politiques propres : emploi, développement du territoire, développement industriel... Ces politiques, qui sont encore très largement du domaine de compétence des états interviennent nécessairement dans les choix réalisés par les Etats, là où les actions européennes n'ont pas de politique établies. Le soutien des véhicules électriques par le PREDIT ne se comprend ainsi que par rapport à la politique énergétique française et au choix de production de l'électricité à partir d'une source non émettrice de CO<sub>2</sub>, le nucléaire. De même, le soutien des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération par AGRICE s'explique par la politique agricole et la possibilité d'utiliser les terres en jachères pour l'usage énergétique.

De plus, pour des secteurs spécifiques, certains acteurs rencontrés se demandent le bien fondé de l'action européenne. Le cas de l'innovation et des PME est souvent mis en avant (par exemple Laffitte, 2000) : alors que l'on assiste à une décentralisation au profit des régions du soutien des PME, (voir par exemple la structure d'Oseo-Anvar en France ou la récente mise en place des pôles de compétitivité) et à une montée en puissance des régions sur ce créneau, ne serait-il pas contradictoire de faire de l'UE un nouvel échelon du soutien à l'innovation ? De plus, le schéma posé par le PCRD nécessite une ingénierie de projet lourde que de petites entités peuvent plus difficilement acquérir. L'aspect très bureaucratique de l'action européenne est ainsi très souvent mis en avant par les interlocuteurs porteurs de projets, comme inadapté à gérer les projets de taille moyenne. C'est d'ailleurs à ce titre que l'action de l'UE en faveur des PME est détachée de la programmation générale.

Il est ainsi légitime de penser que les états, et a fortiori les régions, de par leur connaissance fine des entreprises et laboratoires et les contacts plus faciles qu'ils entretiennent ensemble peuvent gérer plus efficacement des aides financières à la recherche que ne le fait l'UE. Les exemples des PME, ou la création de pôles régionaux comme c'est le cas avec les pôles de compétitivité, cités par une des personnalités interviewées, sont révélateurs d'une subsidiarité en œuvre vers le bas. Mais cet argument est à double tranchant pour l'Etat, ne devra-t-il pas lui-même se l'appliquer vis-à-vis des régions ?

#### **I.4 PREDIT, PCRD, quels objectifs pour les participants ?**

Après avoir esquissé les rôles relatifs du PREDIT et du PCRD à travers les arguments avancés pour justifier l'action européenne et française en terme de recherche, il semble important de rappeler quels sont les moyens réellement mis en jeu lorsque l'on parle du PREDIT 3 ou du 6<sup>e</sup> PCRD. Sur l'axe « énergie alternatives au pétrole pour l'automobile », nous avons vu

(seconde partie) que le PREDIT distribuait entre 2002 et 2005 55M€ et le PCRD 83M€ ces derniers devant encore être répartis entre les états membres. Autant dire pas grand chose en comparaison des budgets d'investissement des industriels du secteur automobile : pour un constructeur comme PSA, environ 4 %<sup>47</sup> du budget de recherche provient de ces programmes. La situation est quelque peu différente pour des instituts de recherche (IFP, INRETS) dont une part importante des fonds provient de l'Etat, mais la part de financement européen paraît petite : la division de recherche Moteur-énergie de l'IFP, qui participe pourtant à de nombreux projets européens (4 projets, donc deux en tant que coordonnateur dans le cadre de notre étude) ne dépend, financièrement, des fonds européens qu'à hauteur de 6%.

L'enjeu de ces programmes, pour ceux qui y participent, n'est donc pas réellement la manne financière qu'ils représentent, surtout lorsqu'on ajoute la quantité de travail nécessaire, aux dires des acteurs rencontrés, pour décrocher un projet européen. Il faut chercher ailleurs les raisons d'une participation à un programme, et les attentes des industriels envers la recherche publique. Trois grands axes ont été mis à jour au cours des entretiens.

La recherche de partenariats nouveau, aussi bien au niveau français qu'au niveau européen. En faisant se rencontrer les différents acteurs au sein de groupes de travail (par exemple au sein du conseil d'orientation du PREDIT ou d'ERTRAC) les programmes permettent de trouver de nouveaux partenaires. La logique de l'engagement dans un programme est donc claire : il s'agit de trouver des partenaires pour réaliser ses propres projets, et non de mettre en commun ses capacités de recherche avec ses concurrents. Philippe Pinchon, directeur de la division de recherche moteur-énergie de l'IFP, cite ainsi le partenariat réalisé avec BMW dans le cadre du Projet CLEVER<sup>48</sup> du PCRD, qui n'aurait sûrement pas vu le jour en dehors du cadre du PCRD. Cet aspect est l'objectif principal d'une participation à un programme européen : dans un domaine de la recherche qui s'europeanise, il n'y a plus de place pour des organismes nationaux de recherche. En France, alors que le PREDIT existe depuis 15 ans, cette fonction de mise en relation des acteurs est naturellement moins présente, les difficultés d'interaction étant moins forte et les interlocuteurs connus. Ce point soulève la question de la capacité réelle des institutions à infléchir les orientations d'acteurs désormais internationaux : les entretiens avec les porteurs de projets nous ont montré que le PCRD, de par sa rédaction

---

<sup>47</sup> Source : P. BEUZIT, mais ce chiffre englobe vraisemblablement le développement industriel, notamment la construction de prototypes, et serait plus élevé concernant l'innovation pure.

<sup>48</sup> Ce projet de réalisation d'un petit véhicule à essence à faible consommation est hors du cadre de notre étude.

très bottom-up, tendait à être utilisé par les industriels de façon opportuniste, en fonction de leurs stratégies propres.

La structuration des réseaux de recherche, en fédérant les acteurs potentiels. L'accent est placé sur la coordination nécessaire entre les acteurs de la recherche, afin de constituer des réseaux de compétences reconnus et des structures de rencontre et d'échange. Les acteurs rencontrés sont à ce titre unanimes pour affirmer que le PREDIT, et PACO, ont joué ce rôle dans leurs domaines respectifs, en structurant, chacun dans leur domaine les acteurs concernés et en organisant les échanges au sein de la communauté scientifique.

Enfin, l'orientation stratégique de la recherche, donc la définition, par les programmes, de grandes orientations et/ou d'objectifs. Il ne s'agit pas ici de planifier la recherche, mais de définir un cadre et des objectifs auxquels les acteurs de la recherche peuvent se raccrocher en inscrivant leurs actions dans un dessein plus large. Ce point, mis en exergue par la plupart de nos interlocuteurs a pour corollaire la nécessité de continuité des priorités des programmes.

## **II Scénarios d'articulation PREDIT-PCRD**

A la lumière des arguments évoqués ci-avant et en regard de la situation analysée dans la seconde partie de ce rapport, il est à présent possible de formuler des scénarios d'articulation entre le PREDIT et le PCRD. Nous en présentons six de nature différente.

### **II.1 Le juste retour**

L'arbitrage financier des états entre le PCRD et un programme national de R&D est forcément délicat : mettre dans le pot commun du PCRD, c'est ne pas être sûr de récupérer ce qu'on a investi, et, dans un contexte budgétaire tendu, les négociations sur le budget de la politique de recherche européenne sont des exercices difficiles. Dans ce cadre, il paraît naturel de favoriser dans la rédaction du PCRD les options qui vont avoir le plus d'impact au niveau national, et de fonder la répartition des thèmes de recherche entre programmes nationaux et PCRD à sur le principe d'un juste retour attendu. On favoriserait ainsi pour le PCRD les axes de recherche où les acteurs français ont le plus de chance de récupérer des projets. Cette manière de répartir les thèmes de recherche entre niveau national et européen, s'il est présent dans les discours, notamment du ministère de la recherche, n'apparaît pas clairement à travers l'examen des projets financés par le PCRD et les programmes français.



Toutefois, cette manière de procéder connaît plusieurs écueil, d'abord car l'apport d'un projet européen ne se limite à l'investissement ou à l'emploi créé au niveau national, et qu'il est plus difficile de comptabiliser le surplus engendré par exemple par la mise en réseau permise par le PCRD. Ensuite, nous dit Michel Gaillard, parce que les effets mêmes des projets du PCRD, en terme de retour sur investissement, d'emploi ou de structuration du territoire au niveau national ne sont bien souvent pas connus.

## **II.2 Le PREDIT pour décliner au niveau national les priorités de l'UE selon ses objectifs propres**

Comme nous l'avons déjà évoqué, un des griefs les plus souvent avancés contre le PCRD réside dans son manque d'orientations claires. En effet, si le mode d'élaboration des thématiques du PCRD conduit à des thèmes de recherche bien définis, de l'avis des industriels interrogés, ceux-ci sont toutefois très dispersés et ne dessinent pas, dans le domaine qui nous intéresse, de dessein global très clair.

A ce titre, le chapitre « environnement, énergie, ressources » de l'agenda de recherche stratégique rédigé par ERTRAC, qui traite des besoins en recherche pour réduire les émissions de Gaz à effet de serre des véhicules routiers est emblématique (Ertrac, 2004) et reprend toutes les options possibles d'alternatives au pétrole sans définir de priorités ou d'objectifs. La programmation européenne établit ainsi les grandes lignes de la politique de recherche, mais ne fixe pas dans le détail les actions à mener.

C'est à ce niveau, il nous semble, que le PREDIT a une carte à jouer, en déclinant les thématiques du PCRD au niveau national selon des modalités qui lui sont propres, par exemple en terme de compétitivité industrielle ou de développement territorial. Il s'agit ici d'introduire dans le PREDIT des éléments de politique de recherche, en fixant des objectifs clairs et en promouvant des projets stratégiques qui seront un atout pour le secteur.

Les rôles respectifs du PCRD et des programmes français sur l'axe de recherche sur la PAC et l'hydrogène correspondent à peu près à cette option-là. Alors que le PCRD se mobilise fortement pour fixer des lignes directrices et structurer les acteurs à travers les programmes Hycom-Prep et HyRoad, l'action de Pan-H et de PACO peut être vue comme une action de soutien à certaines options technologiques qui semblent être prometteuse (PEMFC), afin de faire de la recherche française le leader européen sur ces options, au détriment d'autres secteurs de recherche.

### **II.3 Le PREDIT pour préparer les acteurs français à une action européenne**

Comme nous l'avons évoqué précédemment avec la création de l'espace européen de la recherche, les laboratoires et industriels sont aujourd'hui confrontés à la concurrence de leurs homologues européens, et dans le domaine de recherche qui nous intéresse, à la concurrence des pays extra-européens. La recherche, au minimum, d'une reconnaissance européenne est donc devenu un enjeu primordial pour des acteurs qui veulent garder une place dans le monde de la recherche européenne. Demain, il n'y aura plus de place pour ceux qui seront restés en franco-français prévient M. Médevielle, vice-président de l'INRETS chargé des relations internationales. Sur ce point, la stratégie des porteurs de projets, amenée à

Dans ce contexte, le rôle du PREDIT devrait aussi être de préparer les acteurs potentiels français à tisser des liens au niveau européen :

En incitant les acteurs à s'investir dans les programmes européens, notamment dans les domaines où les programmes français n'interviennent pas (par exemple les actions de démonstration en condition réelle). Il est de toute façon stratégique, en terme de visibilité, de participer au maximum de projets européens. Concernant notre thématique particulière, les acteurs français, notamment les instituts de recherche publique, prennent une part active aux projets européens et pourraient, par ce biais, entraîner les autres acteurs.

En structurant les acteurs de la recherche en France afin de faire émerger des partenariats et des projets plus importants et visibles, et situer la recherche française sur l'échiquier européen. Là encore, de l'avis des personnes rencontrées, le PREDIT a joué ce rôle, notamment à travers les conseils d'orientation et il est important qu'il conserve ce rôle fédérateur. Le soutien de projets communs, comme par exemple sur les véhicules hybrides les projets du CERREVEH, constitue également un mode de structuration de la recherche.

En finançant directement des projets qui pourraient faire l'objet d'un projet européen par la suite. Le PREDIT pourrait donc anticiper les projets futurs du PCRD ou même donner l'impulsion nécessaire à sa création. A la lumière des projets financés, il semble qu'aujourd'hui, sur la thématique qui nous intéresse, le PREDIT ne remplisse pas vraiment ce rôle d'accompagnement du PCRD.

### **II.4 Le PREDIT explorateur d'options**

Un des grands atouts du PREDIT réside dans sa flexibilité, là où le PCRD, une fois rédigé, inscrit l'action européenne dans un cadre assez rigide. L'examen des projets de recherche

subventionnés par le PREDIT a en effet montré que le celui-ci organisait une recherche assez dispersée en favorisant de nombreuses options technologiques qui ne sont pas forcément reprises au niveau européen. De plus, selon les acteurs rencontrés, le choix des projets du PREDIT est assez souple, et aura tendance à favoriser la qualité intrinsèque d'un projet à son adéquation avec une ligne directrice et des objectifs affichés.

Cette flexibilité peut être un atout, car elle permet d'être réactif, de faire évoluer les objectifs et d'explorer des voies non couvertes par le PCRD, par exemple afin d'anticiper les développements futurs du PCRD. Toutefois, l'articulation actuelle nous montre, par exemple dans le cas de la recherche sur les biocarburants de seconde génération, que la programmation française ne joue pas réellement ce rôle d'anticipation.

## **II.5 La complémentarité**

Dans le domaine de la recherche sur les biocarburants nous avons vu qu'au cours des années 2002-2004 s'était développée une organisation des recherches entre les programmes français (AGRICE et PREDIT) et européen très remarquable : alors que l'Europe soutenait le développement des biocarburants de seconde génération, les programmes français étaient quasi exclusivement tournés vers l'amélioration des procédés de production des biocarburants de première génération, la formulation des essences et les essais moteurs, projets principalement réalisés par l'IFP. Il ne faudrait pas en conclure que les recherches sur les carburants de première génération n'intéressaient pas l'UE, au contraire : dans le même temps la directive européenne 2003/30/CE fixait des objectifs indicatifs de substitution des carburants pétroliers par les biocarburants dans les transports routiers de 2% en 2005 et 5,75% en 2010, objectifs de trop court terme pour être réalisés uniquement par l'avènement des biocarburants de seconde génération. Il y avait donc dans ce secteur un choix délibéré de répartition des recherches entre PCRD et programmes nationaux, qui a été toutefois remis en cause avec l'avènement du PNRB en France.

Autre exemple de partage thématique, dans le domaine des piles à combustible, avec la reprise au niveau communautaire des programmes de démonstration, qui ne sont pas réalisés au niveau français.

## **II.6 Des directions divergentes**

Le dernier axe d'articulation mis en évidence ici est inspiré du soutien des programmes français pour les projets de voiture électrique, comme Cleanova de SVE. Dans ce cas, le

PREDIT a fait le pari de miser sur une technologie étrangère au PCRD, encouragé par la présence en France d'acteurs capables d'investir dans le domaine comme SVE (Dassault-Heuliez) et Batscap (Bolloré). Cette articulation nous paraît intéressante car elle peut être vue comme la volonté de développer un savoir faire particulier français sur un domaine particulier jugé prometteur, et donc favoriser par la suite l'implantation en France d'acteurs venus bénéficier de ce savoir faire spécifique. Dans le cas de la voiture électrique, nous sommes toutefois encore loin d'une telle réalisation.

De plus, les erreurs passées (par exemple le cas des batteries dans les années 80, avec la profusion de recherche sur de nouveaux couples d'électrolyte qui n'ont abouti à rien), nous montre que ce genre de paris ne paye pas toujours, et incite à la prudence.

## Conclusion

---

Le thème des énergies alternatives au pétrole pour l'automobile, récurrent au sein des politiques publiques depuis le milieu des années 70, a engendré en 30 ans de nombreuses options de recherches différentes, parfois heureuse, parfois suivie d'échec, parmi l'ensemble de la communauté internationale. Après un soutien très fort pour le développement de la voiture électrique, les programmes de recherche français se sont petit à petit diversifiés, et soutiennent aujourd'hui de nombreuses options différentes, supportées ou non par le PCRD.

Au niveau international, on assiste à une compétition importante, à la fois au niveau privé par exemple entre les constructeurs automobiles, et entre les pays qui veulent développer cette recherche de pointe et les emplois qui vont avec. Le Canada d'une part, en misant sur les piles à combustible, et le Japon d'autre part, dans le domaine de l'hybridation, ont réussi, à partir d'une politique volontariste, à se faire reconnaître comme des pôles d'excellence dans leurs domaines respectifs. En relation avec cette spécialisation géographique et dans un contexte d'internationalisation des firmes, certains acteurs, développant historiquement leurs recherches en France, établissent de nouveaux centres à l'étranger : Renault développe ses PAC à Boston et a confié la réalisation de sa technologie hybride à Nissan.

De même, les participations des entreprises aux programmes de R&D institutionnels semblent répondre plus à une logique de recherche de partenaire dans le cadre de stratégie propre que d'une volonté de mise en commun des recherches avec les concurrents.

Dans ce contexte, l'existence de deux niveaux de programmation en France peut-être un atout si leur articulation est mise en œuvre de façon ordonnée. L'examen des projets financés par les deux niveaux de programmation a mis en lumière un certain nombre d'articulations possibles, comme faire du PCRD le soutien des industries françaises, préparer par le PREDIT la participation au PCRD, préparer au sein du PREDIT les options promues par le PCRD, décliner au sein du PREDIT les grandes lignes du PCRD ou organiser une séparation thématique entre les programmes. De celle-ci, nous en retiendrons trois, qui semblent répondre aux enjeux de la recherche actuelle.

La première solution est développée par le PREDIT lorsqu'il s'agit du soutien des projets délaissés par les autres acteurs, comme les voitures électriques à batteries : développer, en France, un savoir faire particulier. S'appuyant sur une industrie des batteries en place (SAFT) et des

industriels importants (dans ce cas Dassault et Bolloré), ainsi que sur les spécificités du paysage français (électricité produite à partir de processus non émetteurs de CO<sub>2</sub>, proportion importante de petits véhicules citadins dans le parc automobile) se développe une alternative propre, dans un domaine laissé à l'écart par le PCRD. Cette option d'un PREDIT qui prépare l'avenir hors du cadre du PCRD conduit à la superposition de programmations française et européenne autonomes, et donc sûrement à une sous-utilisation des potentialités de l'Europe de la recherche, mais a le mérite de laisser une totale liberté d'action et de développer des solutions originales.

Second axe, le PREDIT pourrait préparer la participation au PCRD, et ainsi anticiper les évolutions futures de celui-ci, en structurant les acteurs français de la recherche autour de solutions qui seront promues au niveau européen. Il ne s'agit pas ici de faire collaborer des industriels concurrents, qui n'ont de toute façon pas forcément intérêt à le faire, mais bien de structurer une offre de recherche cohérente au niveau national.

Enfin, l'articulation observée sur le thème des PAC et de l'hydrogène, faisant largement intervenir à la fois le programme européen et les programmes français dans ce qu'ils ont de spécifique est le dernier scénario. A l'heure de la mise en place des plates-formes technologiques (HFP) et des ERA-Net (Hy-Co), le PCRD est focalisé, dans ce domaine, sur les actions de structuration de la recherche et sur la mise en place de stratégies de recherche. La répartition des rôles qui en découle, à savoir un PCRD fixant le cadre de l'action européenne et des programmes français les déclinant, s'inscrit dans le cadre de la méthode ouverte de coordination prônée au sommet de Lisbonne et de la gestion décentralisée des politiques publiques qu'elle implique, et ouvre la voie d'un entre deux entre fédéralisme et action nationale. Cette dernière option s'applique particulièrement bien aux recherches sur l'hydrogène, domaine où les besoins en recherche sont importants, et où la concurrence internationale, en terme d'investissement public est forte.

## Glossaire

---

EEHV	Ester Ethylique d’Huile Végétale
EMHV	Ester Méthylique d’Huile Végétale
ETBE	Ethyl Tertio-Butyl-Ether
FFV	Fuel Flexible Vehicle
GES	Gaz à Effet de Serre (principalement CO <sub>2</sub> )
PAC	Pile à Combustible (à Hydrogène sauf mention contraire)
SOFC	Solid Oxyde Fuel Cell
PEM(FC)	Proton Exchange Membrane (Fuel Cell)

### **Sigles et instituts**

ADEME	Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie
AGRICE	Agriculture pour la Chimie et l’Energie
ANR	Agence Nationale pour la Recherche
CEREVEH	Centre d’Etudes et de Recherches Véhicules Electriques et Hybrides
CLORA	Club des Organismes de Recherche Associés
DRAST	Direction de la Recherche, et de l’Animation Scientifique et Technique
EARPA	European Automotive Research Partners Association
ECTRI	European Conference of transport Research Institute
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council
EUCAR	European Council for Automotive R&D
IFP	Institut Français du Pétrole
ISTED	Institut des Sciences et des Techniques de l’Equipement et de l’Environnement pour le Développement.
MTETM	Ministère des Transports, de l’Equipement, du Tourisme et de la Mer
PACO	Programme Pile à Combustible (1999-2004)
PAN-H	Plan d’Action National Hydrogène et piles à combustible de l’ANR
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement (UE)
PNRB	Programme National de Recherche sur les Bioénergies
PREDIT	Programme de Recherche et d’Innovation sur les Transports terrestres
HFP	European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform

# **Bibliographie**



ADEME, *Biocarburants en Europe, premier forum européen sur les biocarburants, 9-11 mai 1994*, 1994

BAUQUIS P.-R., *Quelles énergies pour le kes transports au XXIe siècle ?*, Les cahiers de l'Economie n°55, 2004

CABAL C., GATIGNOL, C., *Rapport sur la définition et les implications du concept de voiture propre*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2005

CEREVEH, 2004, *Quels véhicules hybrides ? Pour quoi faire ?*, séminaire du 8 novembre 2004

COHEN, E. LORENZI, J.-H., *Politiques industrielles pour l'Europe*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, n°26, 2000.

COLLIGNON S., DEHOUSSE R., GABOLDE J., JOUEN M., POCHET P., SALAIS R., SPRENGER R.-U., ZSOLT DE SOUSA H., *La stratégie de Lisbonne et la méthode ouverte de coordination*, Notre Europe, policy paper n°12, 2004

COME, C., *Prospective de l'EER à l'horizon 2020*, Recherche, Technologie et Société, 2005, n°60, pp.8-13

COME, C., *Prospective de l'EER à 2020 : quelles trajectoires pour les acteurs français de la recherche ?*, Recherche, Technologie et Société, 2004, n°55, pp.12-17

COMMISSION EUROPEENNE, *Thematic Priority 1.6: Sustainable Development, Global Change and Ecosystem, 1.6.2: Sustainable Surface Transport, Work Program 2002-2006*, 2002

COMMISSION EUROPEENNE, *Vers un espace européen de la recherche*, 2000

De MONGOLFIER P., De VRIES M., *Coordination et interaction PREDIT-Programmes Européens*, 2000

ERTRAC, *Strategic Research Agenda*, 2004

ERTRAC, *Vision 2020 and Challenges*, 2004

GLORIA A., *Prospective sur le véhicule proper et économe Bilan des recherches académiques et industrielles*, Ministère de la recherche, 2004

GRONBAEK, D. J v H, *A European Research Council : an idea whose time has come ?*, *Science and Public Policy*, 2003, n°30, pp.391-404

HIS S., *L'hydrogène : vecteur énergétique du futur ?*, *Panorama 2004*, 2004, Edition IFP

IPTS, ESTO, *Assessing the international position of EU's Research and Technological Development and Demonstration (RTD&D) on Hydrogen and Fuel Cells*, Rapport technique de la Commission Européenne n°EUR 21685 EN, 2005

IPTS, *Hybrids for Road Transport*, Rapport technique de la Commission Européenne n°EUR 27143 EN, 2005

LAFFITTE, P., *Vers un espace européen de la recherche pour maîtriser la nouvelle économie*, *office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*, 2000

LAREDO, P., *Prospective de l'espace européen de la recherche*, *Revue française d'administration publique*, 2004, n°112, pp. 675-685

LARRUE P., De LAAT B., BUSSILLET S., *Stratégie PAC-Transport: Etude de la stratégie du développement de la pile à combustible dans le domaine des transports*, Technopolis, 2005

MIQUEL, C., *Analyse des programmes européens de recherche et développement dans le domaine des transports*, Thèse professionnelle MAP de l'ENPC, 2005

NICOLON, A., *Le véhicule électrique (ou les difficultés de l'innovation technologique)*, *Energie et Société*, Paris : Edition du CNRS, 1977, 122p

PREDIT 3, *Bilan à mi-parcours, Carrefour du PREDIT*, 2005

THEYS J., *Quelles technologies clefs pour l'Europe, les enjeux liés aux transports*, Commission européenne, 2005

TZIMAS E., SORIA A., PETEVES S.D., *The introduction of alternative fuels in the European transport sector: techno-economic barriers and perspectives*, Rapport technique de la Commission Européenne n° EUR 21173 EN, 2004

### **Sites internet**

6<sup>e</sup> PCRD [février-juin 2006], [cordis.europa.eu](http://cordis.europa.eu)

Agence Nationale pour la Recherche [février-juin 2006] [www.gip-anr.fr](http://www.gip-anr.fr)

AGRICE [mars-mai 2006] [www.ademe.fr/partenaires/Agrice/index.htm](http://www.ademe.fr/partenaires/Agrice/index.htm)

PACO [mars-mai 2006] [www.reseaupaco.org](http://www.reseaupaco.org)

Plate-forme européenne Pile à Combustible et Hydrogène [mars-mai 2006], [www.hfpeurope.org](http://www.hfpeurope.org)

PREDIT 2 et 3 [février-juin/2006], [www.PREDIT.prd.fr](http://www.PREDIT.prd.fr)

Projet Batterie Li-MH par Batscap [avril 2006], [www.batscap.com](http://www.batscap.com)

Projet Cleanova, voiture électrique par SVE soutenu par le PREDIT [avril 2006], [www.cleanova.com](http://www.cleanova.com)

Projet européen Hytran [avril-juin 2006], [www.hytran.org](http://www.hytran.org)

Projet européen Renew [mai 2006] [www.renew-fuel.com](http://www.renew-fuel.com)

Projet européen Zero Regio [mai 2006], [www.zeroregio.com](http://www.zeroregio.com)

Réchauffement climatique, site de vulgarisation de J.-M Jancovici [avril 2006], [www.manicore.com](http://www.manicore.com)

# **Annexes**

## Annexe 1: Liste des personnalités rencontrées

Rémi BARRÉ	CNAM, professeur
Pierre BEUZIT	Renault, ex-directeur de la recherche Eucar, ex-représentant de Renault et ex-président Renault, directeur chargé de la stratégie énergie Alpea hydrogène, président
Daniel CLÉMENT	ADEME, directeur de la recherche, coresponsable du PNRB
Elie FAROULT	Commission européenne, DG Recherche
Michel GAILLARD	Ministère de la recherche, chef de la mission affaires européennes
Jean-Luc LECOCQ	PSA Ministère de la recherche
Jean-Pierre MÉDEVIELLE	INRETS, directeur adjoint chargé des relations internationales
Pierre PAPON	OST, Président d'honneur ESPCI, Professeur
Philippe PINCHON	IFP, directeur de la division recherche moteur-énergie

## **Annexe 2 : Alternatives au pétrole pour l'automobile dans les programmes de recherche français**

L'étude menée ci-dessous ne prend en compte que la programmation française, et n'inclut pas les investissements publics liés au fonctionnement des organismes de recherche public (par exemple CNRS, CEA ou IFP). De plus, les options issus de carburants fossile tels le GPL ou le Gaz naturel ont été volontairement exclues du champ d'investigation.

L'originalité du sujet développé ici, « les énergies alternatives au pétrole pour l'automobile » le place à la croisée de trois grands thèmes qui intéressent l'Etat : la politique énergétique, la politique de transport et la politique environnementale. Cette singularité porte de nombreux acteurs à s'intéresser au sujet, selon des angles d'approches différents : le MTETM, le MEDD, le MINEFI<sup>49</sup> sont tous trois légitimes à soutenir les actions dans ce domaines, ainsi que le ministère de la recherche pour ce qui concerne le volet recherche. Cette diversité se retrouve dans la multitude de programmes touchant de près ou de loin à ce sujet : ce ne sont pas moins de 5 programmes différents qui abordent ce thème :

- Le PREDIT, programme de recherche en transport terrestre, cofinancé par la DRAST, l'ADEME, Oseo-Anvar, le ministère de la recherche et celui de l'écologie. Parmi les 11 groupes du PREDIT, le n°8 s'occupe de véhicules propres et économes, mais on trouve également quelques actions orientées alternatives au pétrole dans d'autres groupes.
- Le PNRB, programme de l'ANR nouvellement créé (premier appel à projet lancé en 2005) qui s'occupe spécifiquement de bioénergies et aborde en son sein la problématique des biocarburants.
- AGRICE, piloté par l'ADEME depuis 1994 sur les bioénergies.
- Pan-H, programme de l'ANR (2005) sur les piles à combustible et l'hydrogène, qui a remplacé PACO (1999-2004)

---

<sup>49</sup> Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, Ministère de l'Écologie et du développement Durable, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie

- Le plan VPE (Véhicule propre et économe), lancé en 2004 qui s'est greffé sur la structure existante et a apporté des fonds supplémentaires (40 M€) utilisé via le PREDIT et PACO.

Ces différents programmes ont des échéanciers différents, et l'étude sera menée sur la période 2002-2005, ce qui nécessite, pour certains programmes (PACO et AGRICE), de ne considérer que des fragments de leur programmation pluriannuelle.

## **Le PREDIT (Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres)**

Le PREDIT est organisé en 11 groupes opérationnels pour couvrir toute l'étendue de la recherche sur les transports. Sur le thème des énergies alternatives au pétrole, seuls sont présents les groupes 8 « Véhicule propre et économe » et , dans une moindre mesure les GO 7 « Impacts énergétiques et environnementaux de transports » et 10 « Véhicules et infrastructures : développements intégrés ».

Le groupe opérationnel 8 du PREDIT (GO8) finance principalement la recherche technologique sur les thèmes de dépollution des gaz d'échappement, d'amélioration des moteurs, de nouveaux carburants, de réduction du bruit, de réduction de la consommation des auxiliaires, de gestion de l'énergie.

Au total, le GO 8 a subventionné la recherche de 2002 à 2005 pour 71 M€<sup>50</sup>. La répartition de cet effort sur la période considérée est toutefois très hétérogène, puisque de 10 à 12 M€ ont été distribués chaque année de 2002 à 2004 alors que ce sont 35M€ qui l'ont été en 2005. Cette variation est le reflet de l'instigation du plan VPE du gouvernement<sup>51</sup>, qui a octroyé un rallonge de 40 M€ sur les thèmes couverts par le GO 8.

Dans le cadre du groupe 8 du PREDIT 3, 21 projets sur le thème des alternatives au pétrole pour l'automobile ont été financés, dont 10 en 2005, représentant 59,5 M€ La majorité des projets financés sont des études techniques dans le domaine du développement d'électronique

---

<sup>50</sup> Auxquels il faut ajouter 11,8M€ de subventions de l'Anvar. L'anvar subventionne de la recherche compétitive dans les PME et refuse, au nom de la protection des porteurs de projets, de fournir d'autres informations que le montant global des subventions accordées. Les données utilisées ici ne prennent donc pas en compte sa participation

<sup>51</sup> lancé en 2004, premiers projets en 2005

de puissance pour véhicules hybrides, électriques et à hydrogène, la recherche sur les batteries puis sur les biocarburants.

Dans le cadre du GO 10, une étude a été commandée à l'institut Technopolis intitulée « Stratégie PàC-Transport : Etude de la stratégie du développement de la pile à combustible dans le domaine des transports », qui définit une trajectoire d'introduction de la pile à combustible dans les transports. Cette étude, d'un coût de 59 k€ a été financée entièrement par le PREDIT.

Le GO7 a financé 4 projets totalisant 760 k€ pour un total de 463 k€ de subventions. Ce sont principalement des études techniques sur les biocarburants (3 projets), ainsi qu'une étude des bilans énergétiques globaux de ces filières.

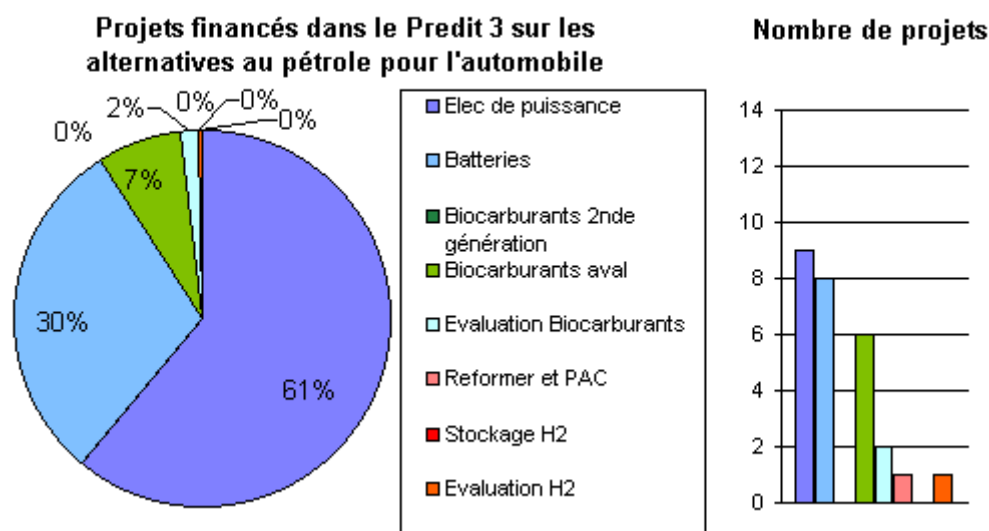


Figure A1 : Projets financés dans le cadre du PREDIT 3 (2002-2005)

<b>PREDIT 3 2002-2005</b>	Nombre de projets	Coût total des Projets	Montant total des Subventions	
	21	60,3 M€	19,3 M€	
Plus grandes subventions accordées				
Montant	Projet		Partenaires	
3.73 M€	EPO : étude et conception de mode de refroidissement et gestion thermique de modules de puissance		Cereveh, Inrets, Valeo, MBDA, écoles : ENSMA, ENSEIRB	



3.47 M€	VAL-VNX : démonstration véhicule électrique	SVE, Dassault, Heuliez
---------	---	------------------------

Au sein du PREDIT, l'accent est très fortement mis sur le développement de véhicule hybride et électrique, au détriment des autres pistes biocarburants et hydrogène. Cette répartition se comprend assez bien quand on sait que ces axes de recherche disposent de programmes propres indépendants (AGRICE et PNRB pour les biocarburants ; PACO puis Pan-H pour l'hydrogène et les piles à combustible).

### **Les Programmes de l'ANR**

L'Agence Nationale de la Recherche nouvellement créée en février 2005 pour devenir un organisme de financement de projets de recherche indépendant, souple et appliquant des critères transparents n'a pour l'instant développé qu'un unique appel à projet dans les domaines qui nous intéressent à travers le PNRB (Plan National de Recherche sur les Bioénergies) et Pan-H (Plan d'Action National Hydrogène et pile à combustible).

De façon analogue à OSEO-Anvar, l'ANR ne divulgue pas les noms des entreprises participant aux projets retenus, ni ne donne le détail des subventions accordées.

### **Le PNRB (Programme National de recherche sur les Bioénergies)**

Le Programme National de recherche sur les Bioénergies s'intéresse à l'utilisation énergétique des ressources agricoles ou industrielles organiques, notamment pour une application transport. L'appel à projet de 2005 était axé sur la recherche sur les biocarburants de seconde génération à base lignocellulosique et les 2 techniques différentes envisagées pour l'élaboration de carburants, à savoir la voie thermochimique (gazéification puis recombinaison des molécules) et la voie biologique (fermentation des substrats).

Au total, ce sont 8,5 M€ qui ont été distribués via le PNRB répartis entre 10 projets différents. La majeure partie de ces projets concernaient les aspects techniques proprement dits du traitement de la biomasse lignocellulosique (7 projets, 6M€) tandis que les 3 projets restants concernaient la mise en place d'outils pour évaluer les potentialités de la biomasse lignocellulosique.

## **Pan-H (Plan d'action national sur l'hydrogène et les piles à combustible)**

Comme le PNRB, Pan-H est un programme de l'ANR, dont le premier appel à projet a eu lieu en 2005. Il est l'héritier du programme PACO (Pile à Combustible), lancé en 1999. Son objet est beaucoup plus large que les transport, puisque le programme inclut l'économie de l'hydrogène dans son ensemble ainsi que les technologies de piles à combustible. Au total Pan-H représente 40 M€ par an d'investissement public en 2005

Une grande partie des recherches concerne ainsi soit des projets beaucoup trop amont pour être inclus dans cette étude (la production de l'hydrogène, son acheminement ou son stockage non embarqué sur véhicule), ou visant des applications non transport (piles pour portables, cogénération). Sur les 25 projets financés en 2005, il n'a donc été conservé ici que les projets ayant un lien direct avec une application transport, soit 5 projets techniques et un projet d'étude socio-économique.

Toutefois, les montants alloués par projet sont inconnus, bien qu'en moyenne chaque projet soutenu par Pan-H reçoit 1,6M€ C'est cette valeur que nous avons retenue pour les projets technologiques financés par Pan-H.

## **PACO (Programme Pile A Combustible)**

PACO a été mis en place en 1999 pour organiser la recherche française sur l'hydrogène et les piles à combustible. Il a en 2005 été remplacé par Pan-H lors de la création de l'ANR.

De 2002 à 2005, PACO a financé 8 projets en relation avec le transport automobile (les applications bus, transport lourd et militaires ont été volontairement mises de côté) pour un coût total des projets de 40 M€ soit 17,3M€ de subventions accordées. Encore une fois, l'accès au détail des financements accordés n'a pas été possible, bien que l'information soit a priori publique. Le programme ayant été interrompu, aucun interlocuteur n'a pu fournir ces renseignements. Les chiffres mentionnés ici sont donc des évaluations basées sur le coût global des projets et le taux de subvention moyen accordé par PACO.

Les projets retenus sont quasi exclusivement des systèmes Pile à Combustible associés à des reformers embarqués (RESPIRE (Renault), GENEPAC (Peugeot)).

<b>PACO 2002-2005</b>	Nombre de projets	Coût total des Projets	Montant total des Subventions	
	8	40,2 M€	17,3 M€ <sup>(*)</sup>	
Plus grandes subventions accordées				
Montant	Projet		Partenaires	
6,5M€ <sup>(*)</sup> Coût total : 15,12M€	RESPIRE : Réduction des Emissions par Système Pile et Reformer Essence		Renault, Snecma, Total, 3M France, INRIA, Supelec, ARMINES	
5,2M€ <sup>(*)</sup> Coût total : 12,12M€	GENEPAC : Faisabilité technique d'un générateur électrique PAC		PSA, CEA, CNRS Poitiers, CNRT Belfort	

<sup>(\*)</sup>Estimations à partir du coût total du projet et du taux moyen de subvention de PACO (43%)

## **AGRICE (AGRIculture pour la Chimie et l'Energie)**

AGRICE est un programme lancé en 1994, renouvelé en 2000 et piloté par l'ADEME, dont l'objet est la recherche sur les applications non alimentaires de l'agriculture.

Au total, ce sont 15 projets sur les biocarburants qui ont été financés à hauteur de 30% sur la période 2002-2005 (date de début de projet) pour un total de 3,1 M€ de dépense publique.

La majeure partie des fonds (7 projets, 2,17 M€) sont attribués à la recherche sur les nouveaux procédés de conversion de la biomasse, sujets également portés par l'ANR alors que 6 projets (836 000 €) sont dédiés à l'amélioration des techniques existantes (principalement filière oléagineuse), la formulation des carburants et l'adéquation des moteurs.

Le reste des subventions est destinée à l'évaluation socio-économique et écologique des différentes filières (2 projets, 94 000 €).

Le principal partenaire d'AGRICE est l'IFP, qui participe à 7 projets.

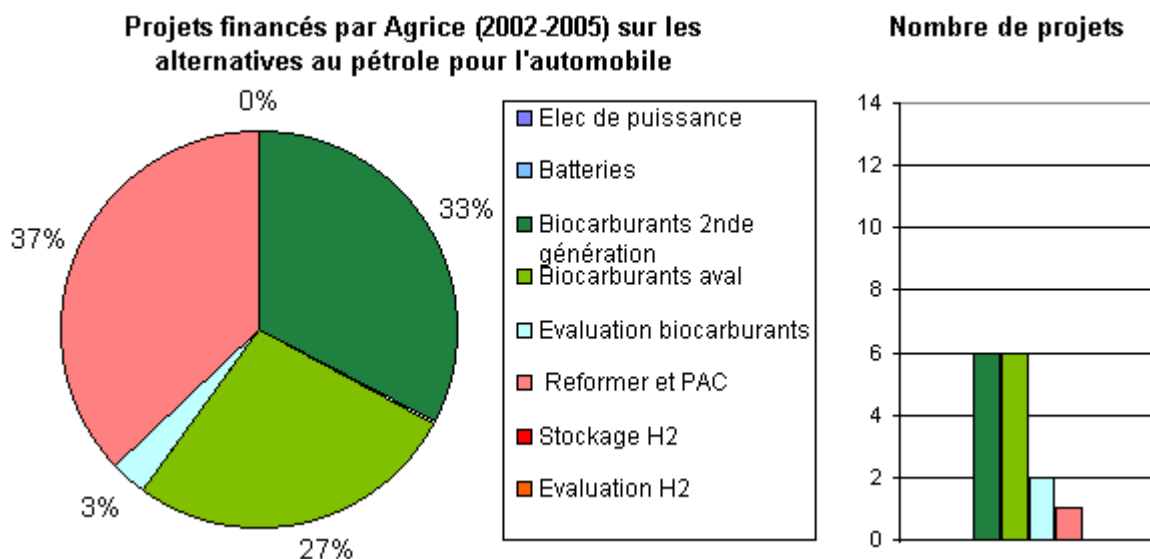


Figure A2 : Projets financés dans le cadre d'AGRICE (2002-2005)

<b>AGRICE 2002-2005</b>	Nombre de projets	Coût total des Projets	Montant total des Subventions	
	15	10,2 M€	3,1 M€	
Plus grandes subventions accordées				
Montant	Projet		Partenaires	
1,15 M€	BIOSTAR : Développement d'un reformer d'éthanol à membrane interne. (reformer d'Hydrogène à partir d'éthanol)		CETH, Université de Poitiers, CREED.	
0,38 M€	GASPAR : Gazéification de la biomasse pour la synthèse et la production de carburants renouvelables.		CEA Grenoble, IFP Lyon, Université Joseph Fourier/GRECA, CIRAD Amélioration méthodes innovation scientifique.	

## Synthèse et politique de recherche globale menée au niveau français

Programme	Predit		Agrice		PNRB		PaCo		Pan-H		Total	
	nb projets	subventions (x1000€)	nb projets	subventions (k€)	nb projets	subventions (k€)	nb projets	subventions (évaluation)	nb projets	subventions (évaluation)	nb projets	subventions (k€)
<b>Thématique</b>												
<b>Electronique de Puissance</b>	9	11 793									9	11793
<b>Batteries et Supercondensateurs</b>	8	5 689									8	5689
<b>Biocarburants à base de lignocellulose</b>			6	1 019	7	6 070					13	7089
<b>Aval de la filière Biocarburant</b>	6	1 394	6	837							12	2231
<b>Evaluation filère biocarburants</b>	2	316	2	94	3	2 370					7	2780
<b>Systèmes Pile et Reformer</b>	1	16	1	1 150			5	15 000	4	6 400	11	22 566
<b>Stockage embarqué de l'Hydrogène</b>							2	1 800	1	1 600	3	3400
<b>Evaluation filière Hydrogène</b>	1	59					1 ?		1 ?		3	59
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>19267</b>	<b>15</b>	<b>3100</b>	<b>10</b>	<b>8440</b>	<b>8</b>	<b>16800</b>	<b>6</b>	<b>8000</b>	<b>66</b>	<b>55607</b>

*Subventions accordés à la recherche sur le thème des énergies alternatives au pétrole pour l'automobile par les différents programmes français pendant la période 2002-2005.*

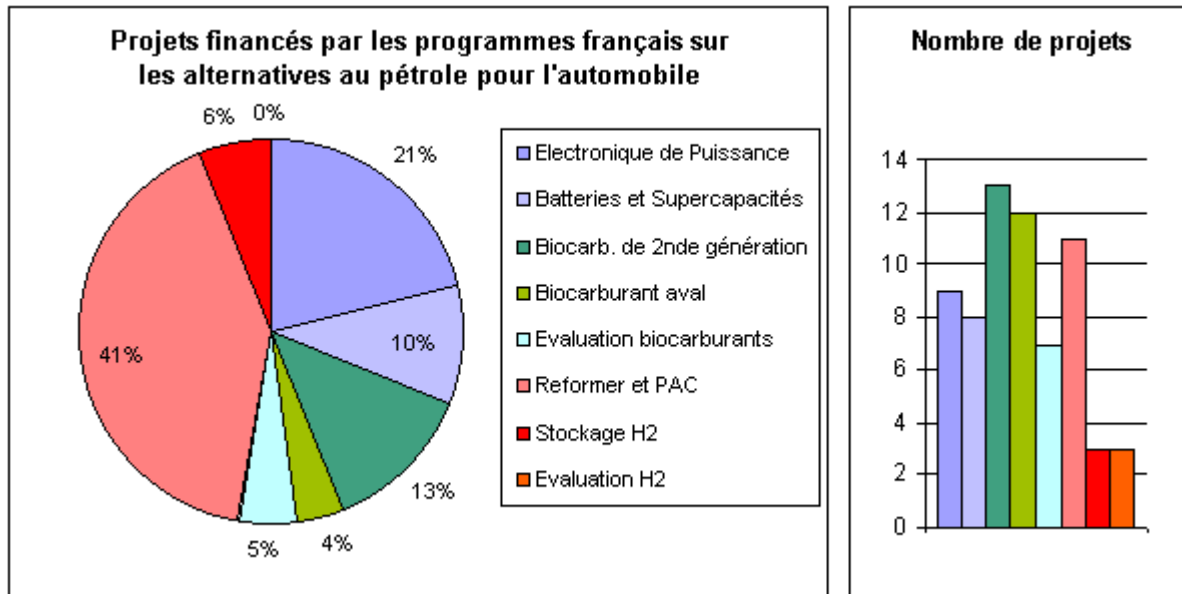
Au total, 66 projets soutenus pour un total de 55M€ mais la granulométrie est très hétérogène en fonction des programmes considérés : AGRICE subventionne une multitude de petits projets (en moyenne 0,2 M€ par projets) tandis que PACO et Pan-H concentrent plus leurs investissements (voir tableau) Il convient toutefois de remarquer que ce sont les deux programmes pour lesquels les évaluation des subventions sont très incertaines. Il subsiste néanmoins une différence notable entre la taille des projets (en terme de coût total) par ces programmes et par AGRICE.

Programme	PREDIT	AGRICE	PNRB	PACO	Pan-H	Moyenne
Subvention moyenne par projet	0,7 M€	0,2 M€	0,8 M€	2,1 M€ <sup>(1)</sup>	1,6 M€ <sup>(1)</sup>	0,8 M€

<sup>(1)</sup> Estimations

Orientations : avec PACO puis Pan-H, revirement vers la recherche sur les piles à combustibles et les reformers. En fait, 2 gros projets sont soutenus par PACO : Genepac (PSA) et Respire (Renault)

En terme d'investissement, le second axe de recherche est l'électronique de puissance et les moteurs, soutenu par les actions du PREDIT,



*Synthèse des actions de l'ensemble des programmes de recherche considérés (PREDIT, PNRB, Pan-H, PACO, AGRICE) sur le thème « énergies alternatives au pétrole pour l'automobile »*

### Annexe 3 : Liste des projets du 6<sup>e</sup> PCRD retenus dans l'analyse

Thématique	Acronyme	Coût global M€	Subv. (M€)	Acteurs français
Electronique de Puissance	HOST	3,0	2,0	MATRA
	HOPE	4,9	2,9	Inrets, Renault, Valeo, TU Belfort
Batteries et Supercapacités	ILHYPOS	3,0	1,7	Univ P. Sabatier, CNAM
	POMEROL	5,8	3,0	<b>SAFT</b> (Coordonnateur), CEA
	HYHEELS	5,8	3,2	TU Belfort
Biocarburants de seconde génération	NILE	12,8	7,7	<b>IFP</b> (Coordonnateur), VTT, INRA, CNRS
	RENEW	19,8	10,0	Renault, EDF
Aval de la filière biocarburants	ECO-ENGINE	2,1	2,0	<b>IFP</b> (Coordonnateur), GdF, TotalFinaElf, Univ. Paris 6, Johnson Controls
Hydrogène et PAC	FELICITAS	12,7	8,0	Univ. Belfort, INRETS
	HYTRAN	16,8	8,8	Renault
Evaluation Hydrogène	HyRoad	7,7	4,5	IFP, GdF
	HyCom-Prep	8,4	5,5	Air Liquide, Alpea, Ineris
H <sub>2</sub> en combustion interne	HYICE	7,7	5,0	IFP
Transversal	HySYS	27,5	13,5	PSA, SAFT, CNRS, Renault
Démonstration H <sub>2</sub>	ZERO Regio	18,0	7,5	-

Figure A3 : Liste des projets du 6<sup>e</sup> PCRD retenus dans cette évaluation

## **Annexe 4 : Traité de Maastricht, TITRE XVIII : Recherche et développement technologique**

### **Article 163**

1. La Communauté a pour objectif de renforcer les bases scientifiques et technologiques de l'industrie de la Communauté et de favoriser le développement de sa compétitivité internationale, ainsi que de promouvoir les actions de recherche jugées nécessaires au titre d'autres chapitres du présent traité.

2. À ces fins, elle encourage dans l'ensemble de la Communauté les entreprises, y compris les petites et moyennes entreprises, les centres de recherche et les universités dans leurs efforts de recherche et de développement technologique de haute qualité; elle soutient leurs efforts de coopération, en visant tout particulièrement à permettre aux entreprises d'exploiter pleinement les potentialités du marché intérieur à la faveur, notamment, de l'ouverture des marchés publics nationaux, de la définition de normes communes et de l'élimination des obstacles juridiques et fiscaux à cette coopération.

3. Toutes les actions de la Communauté au titre du présent traité, y compris les actions de démonstration, dans le domaine de la recherche et du développement technologique sont décidées et mises en œuvre conformément aux dispositions du présent titre.

### **Article 164**

Dans la poursuite de ces objectifs, la Communauté mène les actions suivantes, qui complètent les actions entreprises dans les États membres:

a) mise en œuvre de programmes de recherche, de développement technologique et de démonstration en promouvant la coopération avec et entre les entreprises, les centres de recherche et les universités;

b) promotion de la coopération en matière de recherche, de développement technologique et de démonstration communautaires avec les pays tiers et les organisations internationales;



c) diffusion et valorisation des résultats des activités en matière de recherche, de développement technologique et de démonstration communautaires;

d) stimulation de la formation et de la mobilité des chercheurs de la Communauté.

### **Article 165**

1. La Communauté et les États membres coordonnent leur action en matière de recherche et de développement technologique, afin d'assurer la cohérence réciproque des politiques nationales et de la politique communautaire.

2. La Commission peut prendre, en étroite collaboration avec les États membres, toute initiative utile pour promouvoir la coordination visée au paragraphe 1.

### **Article 166**

1. Un programme-cadre pluriannuel, dans lequel est repris l'ensemble des actions de la Communauté, est arrêté par le Conseil, statuant conformément à la procédure visée à l'article 251, après consultation du Comité économique et social.

Le programme-cadre:

— fixe les objectifs scientifiques et technologiques à réaliser par les actions envisagées à l'article 164 et les priorités qui s'y attachent,

— indique les grandes lignes de ces actions,

— fixe le montant global maximal et les modalités de la participation financière de la Communauté au programme-cadre, ainsi que les quotes-parts respectives de chacune des actions envisagées.

2. Le programme-cadre est adapté ou complété en fonction de l'évolution des situations.

3. Le programme-cadre est mis en œuvre au moyen de programmes spécifiques développés à l'intérieur de chacune des actions. Chaque programme spécifique précise les modalités de sa réalisation, fixe sa durée et prévoit les moyens estimés nécessaires. La somme des montants estimés nécessaires, fixés par les programmes spécifiques, ne peut pas dépasser le montant global maximal fixé pour le programme-cadre et pour chaque action.

4. Le Conseil, statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission et après consultation du Parlement européen et du Comité économique et social, arrête les programmes spécifiques.

### **Article 167**

Pour la mise en œuvre du programme-cadre pluriannuel, le Conseil:

- fixe les règles de participation des entreprises, des centres de recherche et des universités,
- fixe les règles applicables à la diffusion des résultats de la recherche.

### **Article 168**

Dans la mise en œuvre du programme-cadre pluriannuel peuvent être décidés des programmes complémentaires auxquels ne participent que certains États membres qui assurent leur financement sous réserve d'une participation éventuelle de la Communauté.

Le Conseil arrête les règles applicables aux programmes complémentaires, notamment en matière de diffusion des connaissances et d'accès d'autres États membres.

### **Article 169**

Dans la mise en œuvre du programme-cadre pluriannuel, la Communauté peut prévoir, en accord avec les États membres concernés, une participation à des programmes de recherche et de développement entrepris par plusieurs États membres, y compris la participation aux structures créées pour l'exécution de ces programmes.

### **Article 170**

Dans la mise en œuvre du programme-cadre pluriannuel, la Communauté peut prévoir une coopération en matière de recherche, de développement technologique et de démonstration communautaires avec des pays tiers ou des organisations internationales.

Les modalités de cette coopération peuvent faire l'objet d'accords entre la Communauté et les tierces parties concernées, qui sont négociés et conclus conformément à l'article 300.

### **Article 171**

La Communauté peut créer des entreprises communes ou toute autre structure nécessaire à la bonne exécution des programmes de recherche, de développement technologique et de démonstration communautaires.

### **Article 172**

Le Conseil, statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission et après consultation du Parlement européen et du Comité économique et social, arrête les dispositions visées à l'article 171. Le Conseil, statuant conformément à la procédure visée à l'article 251 et après consultation du Comité économique et social, arrête les dispositions visées aux articles 167, 168 et 169. L'adoption des programmes complémentaires requiert l'accord des États membres concernés.

### **Article 173**

Au début de chaque année, la Commission présente un rapport au Parlement européen et au Conseil. Ce rapport porte notamment sur les activités menées en matière de recherche et de développement technologique et de diffusion des résultats durant l'année précédente et sur le programme de travail de l'année en cours.



# DOSSIERS CPVS DEJA PARUS

**N°1**

**« Evolution du coût et de l'accès à l'automobile »**  
Février 2002

**N°2**

**« Temps libre, loisirs, tourisme, quels impacts sur  
l'automobile et la mobilité ?**  
Septembre 2002

**N°3**

**« Automobile et sécurité »**  
Septembre 2002

**N°4**

**« Automobile et pollution de l'air »**  
Octobre 2002

**N°5**

**« Décentralisation et avenir du ministère  
de l'Equipement »**  
Avril 2003

**N°6**

**« Automobile, environnement et société  
à l'horizon 2010-2030 »**  
Avril 2003

**N°7**

**« Tarification de la circulation en zone urbaine : le  
cas du péage urbain de Londres »**  
Avril 2004

**N°8**

**AGORA 2020 : synthèse à mi-parcours**  
Février 2005

**Directeur de la publication :**  
Jacques Theys : Responsable du Centre de Prospective et de Veille Scientifique

**Secrétariat de rédaction :**  
Jérôme Morneau

**Réalisation technique et diffusion :**  
Marie-Eléonor BIR

**Publications du CPVS en ligne sur le site internet :**  
<http://www.equipement.gouv.fr/recherche/publications/accueilpublications.htm>

**Impression :**  
Service de la reprographie, DGPA/DAJIL/PLM2, MTETM