

POTENTIEL
TECHNICO-ECONOMIQUE
DES **PAC**
POMPES À CHALEUR

SOMMAIRE

- 1 — LA RENOVATION ENERGETIQUE DES BÂTIMENTS :
L'ENJEUX DES MAISONS INDIVIDUELLES CHAUFFEES AU FIOUL p. 2
- 2 — LA POMPE À CHALEUR : UNE SOLUTION PERFORMANTE POUR
RENOVER AVEC DES BENEFICES IMPORTANTS POUR LA FRANCE p. 7
- 3 — COMMENT DYNAMISER LE MARCHÉ DE LA POMPE À CHALEUR
POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS p. 13

L'ENJEUX DE LA RENOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

1.1. Le secteur du bâtiment : premier poste de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre en France

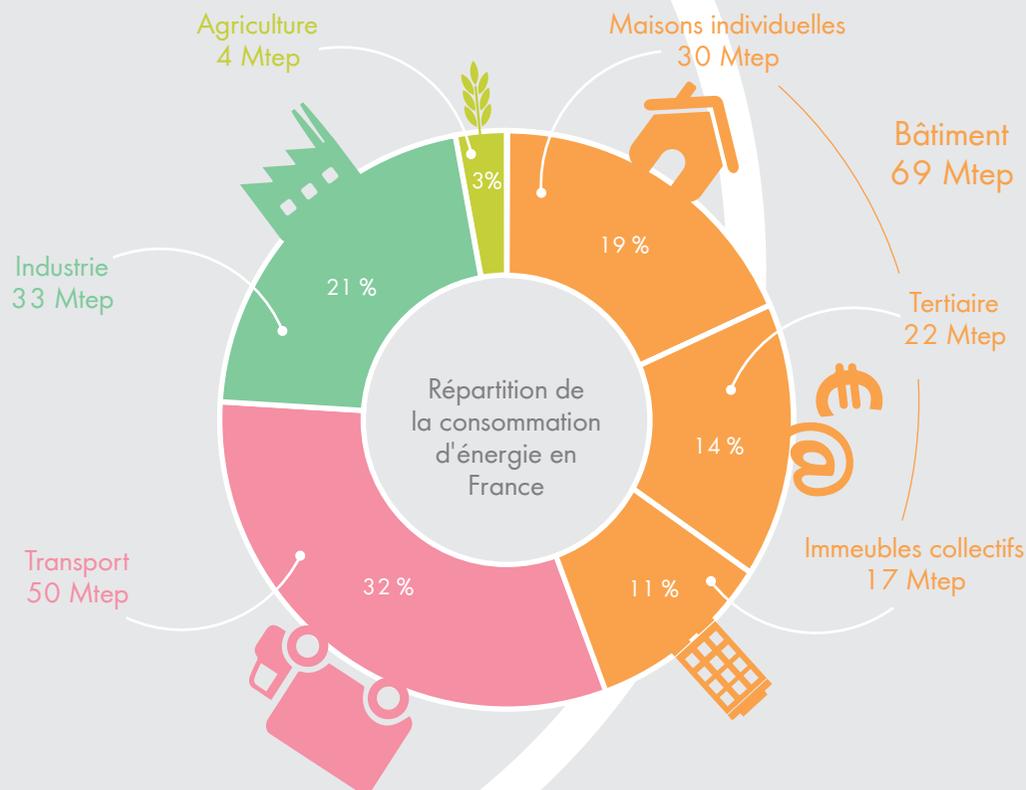
1.2. Les enjeux de la maîtrise de la demande en énergie dans le bâtiment

1.3. Les maisons chauffées au fioul : une cible prioritaire pour le chantier de la rénovation des bâtiments

1.4. Les PAC : des solutions performantes à disposition des ménages pour réduire la consommation d'énergie des logements



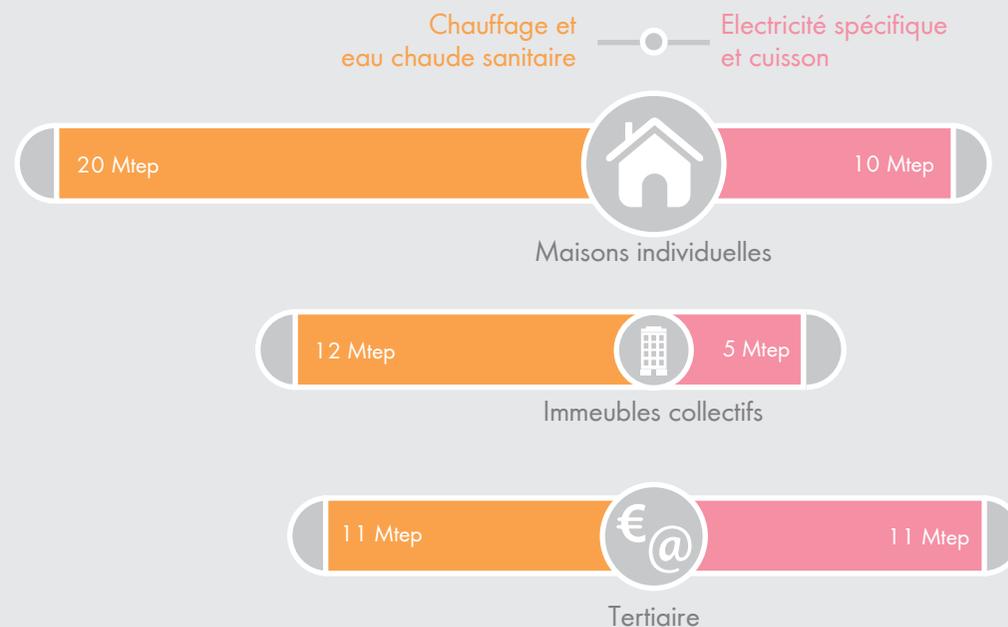
1.1. Le secteur du bâtiment : premier poste de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre en France



• Les bâtiments sont responsables de 44 % de la consommation finale de la France, soit 69 Mtep, et 25 % des émissions de gaz à effet de serre, soit 90 MtCO₂.

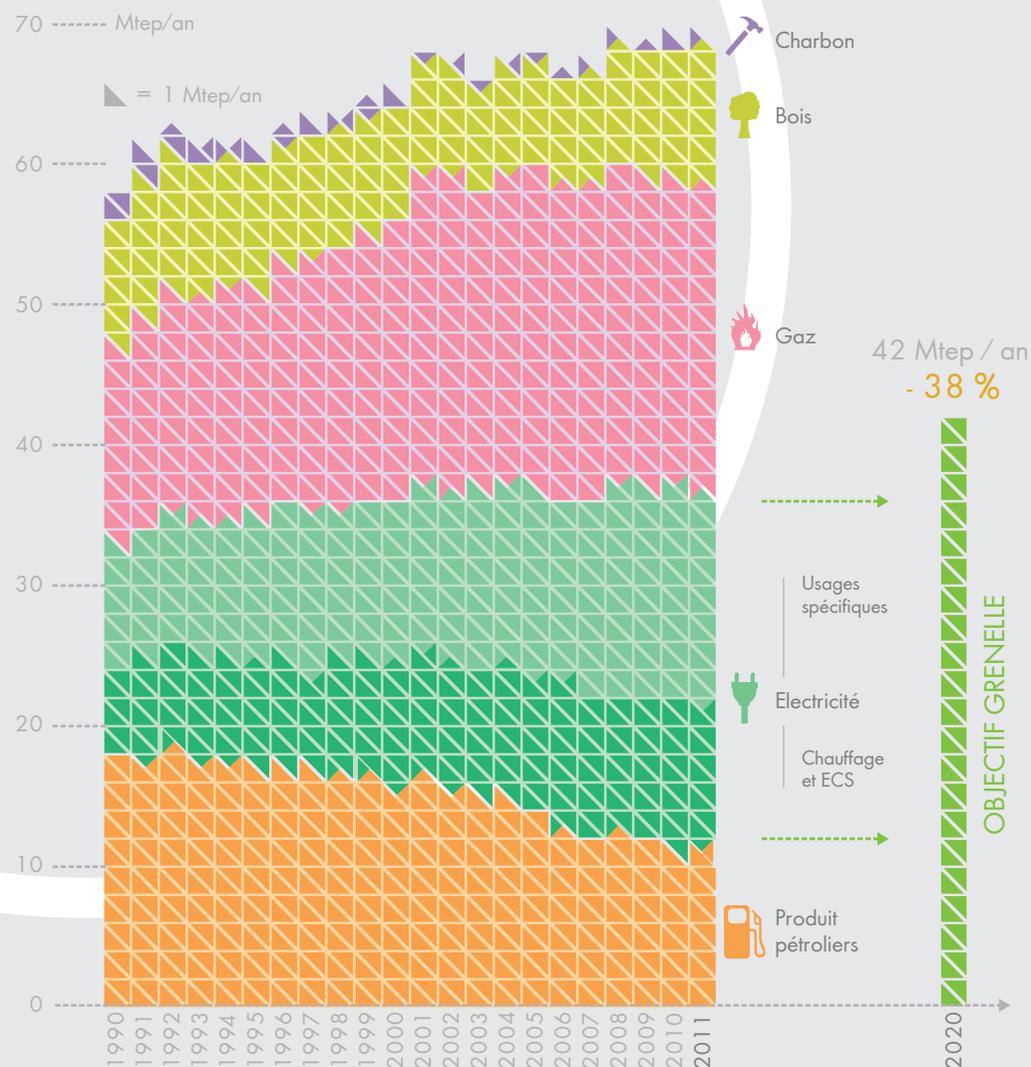
• Le secteur du bâtiment est la priorité du Grenelle de l'environnement et du DNTE en particulier les logements individuels et collectifs qui offrent un potentiel d'amélioration considérable de l'efficacité énergétique.

- Le secteur résidentiel, et les maisons individuelles en particulier, constitue le principal poste de consommation du secteur du bâtiment (30 Mtep).
- Au sein du secteur résidentiel, le chauffage et l'eau chaude sanitaire constituent près de 80 % de la consommation d'énergie. On peut constater que la demande énergétique des maisons individuelles est équivalente à celle de toute l'industrie.



Sources des graphiques : Chiffres clés du bâtiment 2012 - ADEME

CONSOMMATION FINALE D'ENERGIE DU SECTEUR RESIDENTIEL ET TERTIAIRE



POURQUOI REDUIRE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DES BÂTIMENTS ?

La réduction de la consommation d'énergie, par des travaux d'isolation, des équipements performants, et une évolution des comportements des occupants de ces bâtiments, est motivée par trois enjeux :

- **La réduction de la facture d'énergie des ménages et, plus globalement, celle de la France :**

Le bâtiment est responsable d'une facture de **13 Md€** pour la France, liée aux importations d'énergie.

(source : Chiffres clés du bâtiment - ADEME 2012)

- **La création d'emplois :**

Environ 100 000 emplois pourraient être créés d'ici 2020 grâce au chantier de rénovation des bâtiments.

(source : Efficacité des bâtiments - MEDDEM 2008)

- **La lutte contre le changement climatique :**

Le secteur du bâtiment est responsable de **24 %** des émissions de CO₂ de la France, soit **90 MtCO₂**.

(source : ADEME 2012)

QUELS SONT LES OBJECTIFS ?

Le Grenelle a fixé l'objectif d'une réduction de **38 %** de la consommation d'énergie du parc d'ici à 2020. Le Gouvernement a confirmé lors de la conférence environnementale l'objectif de porter chaque année 1 million de logements à des niveaux élevés de performance thermique, 500 000 dans le neuf, et 500 000 en rénovation. Il faut donc tout mettre en oeuvre dès aujourd'hui pour atteindre cet objectif ambitieux.



REPARTITION DES 13 MILLIONS DE MAISONS INDIVIDUELLES (HORS BOIS ET GPL)
PAR TYPE D'ÉNERGIE ET DÉPENSES DE CHAUFFAGE

POURQUOI CIBLER EN PRIORITE LES LOGEMENTS CHAUFFÉS AU FIOUL ?

- **5% des émissions de CO₂ pour la France :**
Le fioul est le mode de chauffage le plus émissif en rejetant en moyenne 5 tCO₂ / maison / an. Les 3 millions de logements chauffés au fioul représentent 15 MtCO₂
- **Un mode de chauffage très onéreux qui dépend du prix du pétrole :**
3 millions de maisons sont chauffées au fioul. Avec une **facture annuelle moyenne de 2 000 €**, le fioul est le mode de chauffage le plus cher (1 500 € pour le gaz, 1 200 € pour l'électricité). Cette dépense atteint 3 000 € par an pour les 800 000 maisons les plus énergivores.
- **1 million de ménages chauffés au fioul sont précaires :**
Le fioul est donc surreprésenté parmi les ménages en situation de précarité énergétique.
- **Un impact négatif sur l'économie française :**
Le fioul représente 2,5 Md€ d'importation de pétrole et contribue donc à dégrader significativement la balance commerciale de la France.

* Les maisons chauffées principalement au bois ne sont pas représentées sur le graphique. Elles représentent 900 000 logements supplémentaires.

Classification des maisons (hors bois) sur la base des consommations réelles constatées, en énergie finale :

- Maisons Fioul du performant à énergivore : 80 / 120 / 200 kWh/m²/an

- Maisons Gaz du performant à énergivore : 90 / 140 / 220 kWh/m²/an

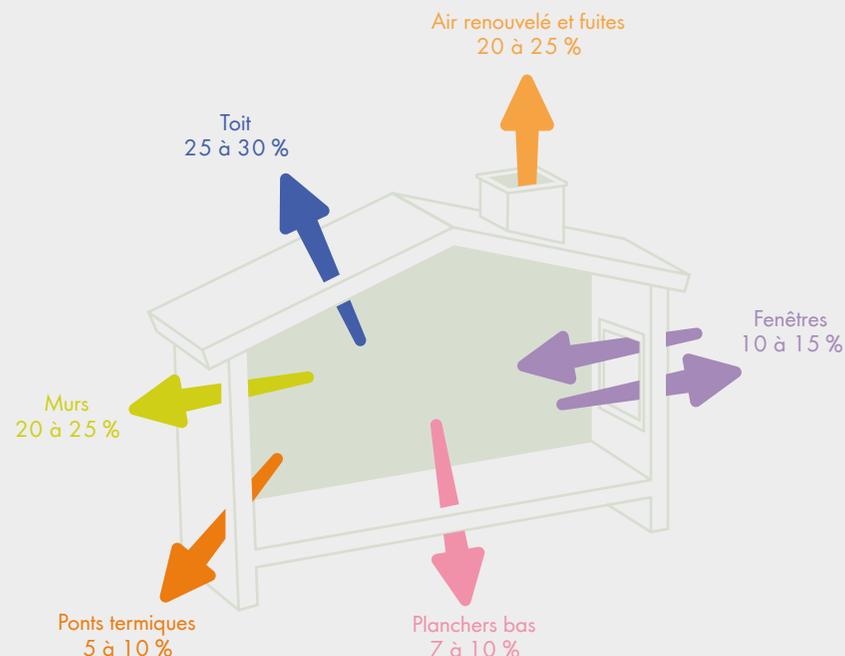
- Maisons Electricité du performant à énergivore : 50 / 70 / 110 kWh/m²/an

NB : ces consommations sont différentes des DPE car les ménages corrigent leur consommation en fonction du coût associé.

(source : ANAH, Chiffres clés du bâtiment 2012 + Calculs Carbone 4)

LA RENOVATION DES LOGEMENTS EST UN ENSEMBLE D'OPERATIONS PORTANT À LA FOIS SUR LES EQUIPEMENTS ET SUR LE BÂTI :

- Traiter l'enveloppe des bâtiments :
 - Isolation du bâti (combles, planchers, murs...).
- Installer des équipements performants :
 - Des moyens de chauffage et eau chaude (pompes à chaleur, chaudières à condensation, poêles à bois, ECS thermique...).
 - Des moyens de diffusion, de ventilation performants et de régulation des moyens de chauffage.
- Une logique structurée de bouquets de travaux combinant un ensemble de gestes afin de maximiser les gains et minimiser l'investissement.



La pompe à chaleur possède toutes les qualités pour contribuer de façon importante au chantier de rénovation des bâtiments, en particulier pour les maisons chauffées au fioul :

- Un mode de chauffage performant valorisant les énergies renouvelables.
- Compatible avec les systèmes de chauffage existants.
- Complémentaire avec un bouquet de travaux (isolation...).

LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION PERFORMANTE POUR RENOVER LES MAISONS INDIVIDUELLES

- 2.1. La pompe à chaleur : un dispositif de valorisation d'énergie renouvelable et un usage performant de l'électricité
- 2.2. Les trois grandes familles de pompe à chaleur sur le marché
- 2.3. Les solutions PAC : une solution de substitution économique et écologique aux énergies fossiles
- 2.4. Un certain nombre de freins à lever pour permettre à la filière de se développer pleinement
- 2.5. La PAC hybride, ou en relève de chaudière, une solution innovante combinant 2 énergies complémentaires



LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION POUR RENOVER
LES MAISONS INDIVIDUELLES

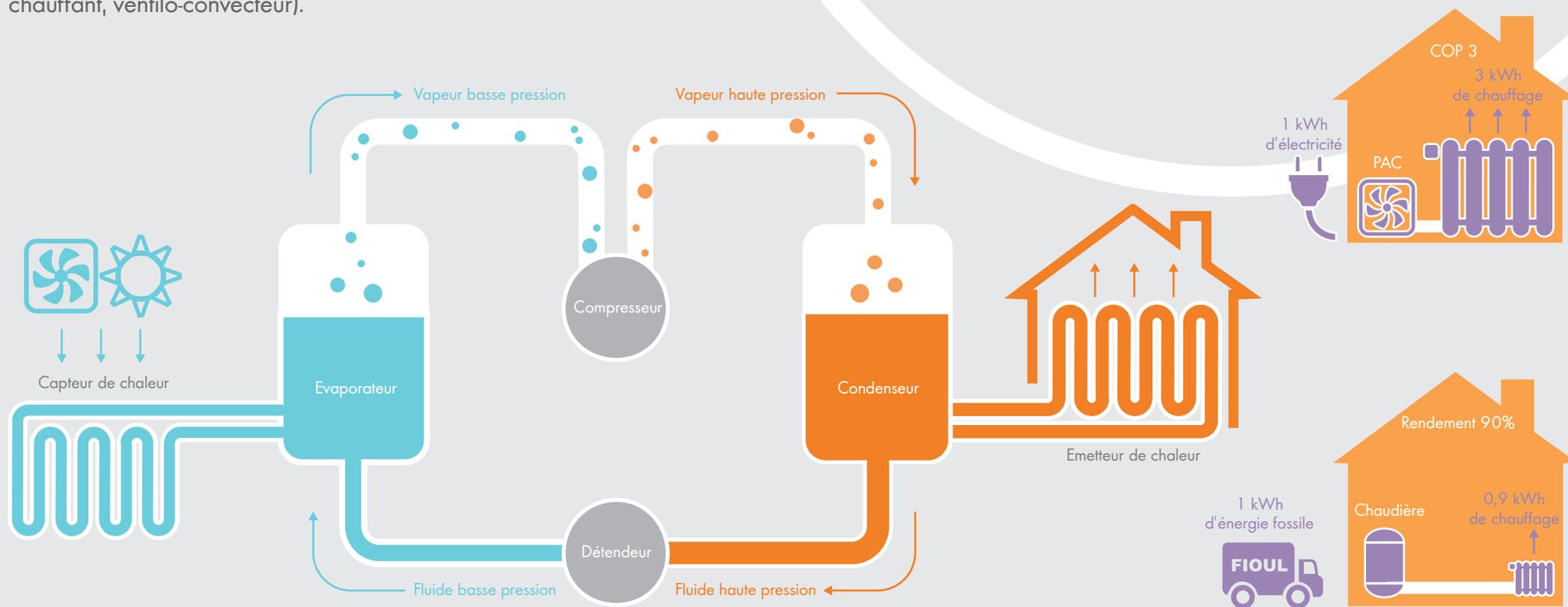
La pompe à chaleur est un mode de chauffage valorisant les énergies renouvelables particulièrement adapté aux maisons individuelles en conservant le vecteur de chauffage existant.

Son principe consiste à capter les calories naturellement présentes dans un milieu naturel (air, sol, source souterraine à proximité) pour chauffer son logement. La chaleur prélevée dans le milieu naturel sert ensuite à réchauffer l'air intérieur du logement grâce à des émetteurs (radiateur, plancher chauffant, ventilo-convecteur).

2.1. La pompe à chaleur : un dispositif de valorisation de l'énergie renouvelable et un usage performant de l'électricité

Un usage efficace de l'électricité.

La performance d'une PAC est mesurée par son COP (coefficient de performance). Une pompe à chaleur qui transfère 3 kWh d'énergie renouvelable pour chauffer un logement tout en consommant 1 kWh d'électricité (lié au compresseur et aux auxiliaires) possède alors un COP de 3. Les COP vont de 2 à 5 en fonction de la technologie et de la performance de l'installation.



LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION POUR RENOVER
LES MAISONS INDIVIDUELLES

2.2. Les trois grandes familles de pompes à chaleur sur le marché

	PAC Air-Air	PAC Air-Eau	PAC Sol-Eau et Eau-Eau
Principe de fonctionnement	La PAC puise la chaleur dans l'air extérieur (procédé aérothermique) pour la restituer sous forme d'air chaud pulsé à l'aide de ventilo-convecteurs (vecteur air). Cette technologie est principalement utilisée pour produire du froid en été (climatiseur) et plus rarement pour chauffer les pièces principales d'un logement.	La pompe fonctionne également à partir d'un procédé aérothermique mais la restitution de la chaleur se fait à partir de radiateurs ou un plancher ou mur chauffant. La diffusion de la chaleur se fait donc par le même principe que les chaudières gaz ou fioul. Par ailleurs, cette solution peut-être installée en remplacement ou relèvement d'une chaudière existante ou intégrée dans un équipement hybride combinant chaudière et PAC.	La pompe puise la chaleur dans la terre (géothermie) à l'aide de capteurs horizontaux (longs serpentins enterrés à un mètre de profondeur) ou verticaux (plongeant à quelques dizaines, voire centaine de mètres de profondeur). Plus rarement, les PAC peuvent également puiser la chaleur dans les nappes phréatiques ou sources souterraines, on parle alors de PAC Eau-Eau.
Avantages/inconvénients propres à la technologie de PAC	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Facilité d'installation. ⊕ Rafraîchissement l'été. ⊖ Chauffage par vecteur air peu culturel en France. ⊖ Solution non adaptée au parc de maisons chauffées au fioul et gaz. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Solution idéale en complément d'une chaudière fioul ou gaz. ⊖ Investissement élevé. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Haute performance. ⊖ Investissement très élevé. ⊖ Solution nécessitant des travaux de terrassement.
Exemple de coûts	1 000 - 8 000 € TTC	10 000 - 15 000 € TTC	15 000 - 20 000 € TTC
Domaine de pertinence pour la rénovation	Rénovation des maisons initialement chauffées à l'électricité ou en multi-équipement.	Rénovation des maisons initialement chauffées au gaz ou au fioul.	Complicé en rénovation (travaux de terrassement) et de fait réservé au neuf.
Marché annuel en France (2012)	300 000 équipements dont 30 000 pour un usage principal en tant que chauffage des pièces principales.	53 000	6 500

Source marchés annuels : AFPAC 2013



LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION POUR RENOVER
LES MAISONS INDIVIDUELLES

Afin d'améliorer la performance des maisons chauffées au fioul, des travaux sont réalisés, par exemple, pour isoler les combles, remplacer la ventilation, mettre une régulation, etc.

Concernant le renouvellement de la chaudière, deux choix sont possibles :

- Remplacer la chaudière existante par une chaudière fioul à condensation plus performante.
- Remplacer la chaudière par une solution hybride : PAC Air-Eau en complément d'une chaudière.

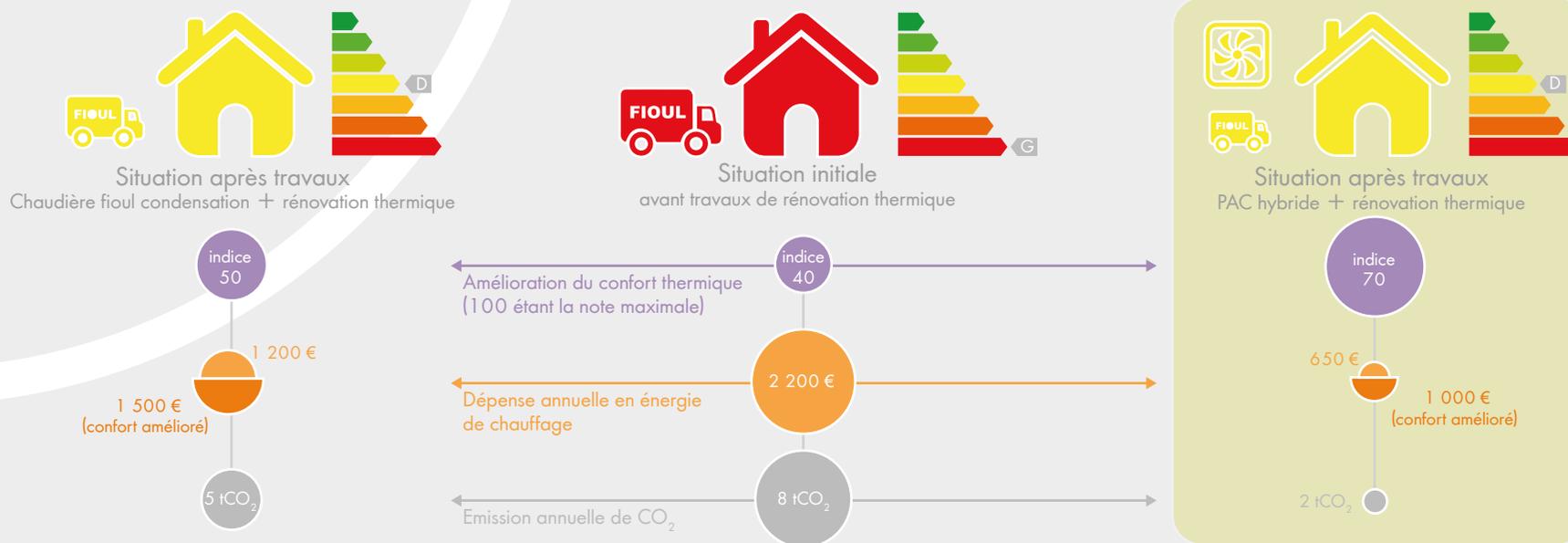
2.3. Les solutions PAC : une solution de substitution économique et écologique aux énergies fossiles

L'amélioration de la performance du bâti couplée à la performance de la PAC permet en théorie au ménage de diviser par 4 ses dépenses en énergie de chauffage ! Cependant, ce gain sera en partie utilisé pour améliorer le confort de l'utilisateur.

- Ceci correspond à « l'effet rebond » traduisant une amélioration du bien être et une moindre perception de la contrainte énergétique de la part des ménages.

La PAC permet une très forte baisse des émissions de CO₂ liées au chauffage du logement.

- Réduction de 85 % par rapport à la situation initiale.



STRATEGIE PAC GAGNANTE
SUR TOUS LES TABLEAUX

LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION POUR RENOVER
LES MAISONS INDIVIDUELLES

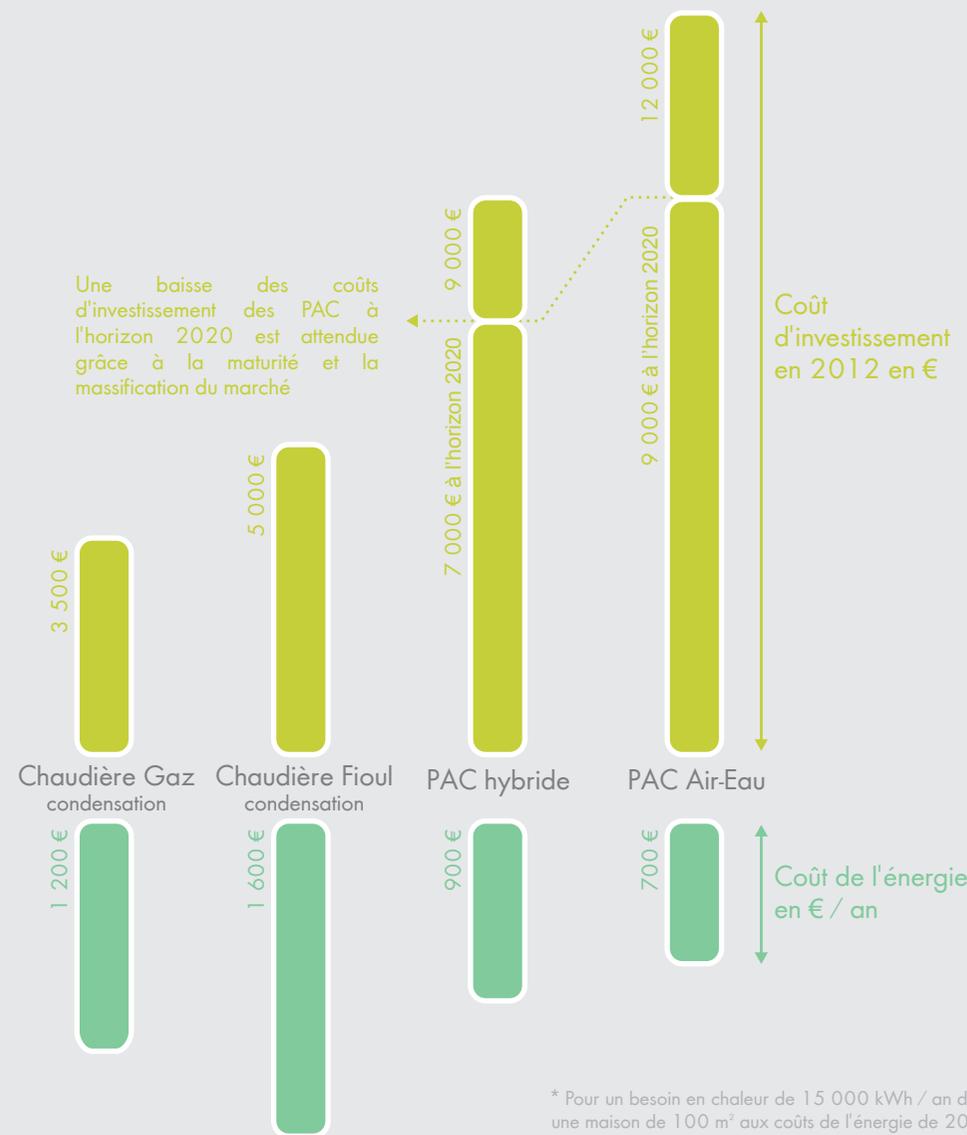
Les PAC : des produits performants mais complexes et chers dont le retour sur investissement peut-être long :

- Le coût d'investissement pour une pompe à chaleur est au moins 2 fois supérieur à celui d'une chaudière fioul.

- Dans le cas d'une maison fioul énergivore, les économies d'énergie liées au remplacement de la chaudière par une PAC permettent un temps de retour sur investissement de 13 ans. Le crédit d'impôt développement durable actuel permet de ramener ce temps à 10 ans.

- Dans le cas d'une maison déjà performante ou chauffée au gaz, les économies d'énergie générées par une PAC ne sont pas suffisantes pour rentabiliser l'investissement par rapport au maintien de l'énergie fossile.

2.4. Un certain nombre de freins à lever pour permettre à la filière de se développer pleinement



LES POMPES À CHALEUR

UNE SOLUTION POUR RENOVER
LES MAISONS INDIVIDUELLES



POMPE A CHALEUR

Permet de valoriser les avantages de la PAC lors des températures pas trop froides ($> 5^{\circ}$).

- Faible dépense en énergie
- Valorisation des énergies renouvelables
- Baisse des émissions de CO_2



PAC HYBRIDE
ou en relève de
CHAUDIÈRE



Combiner les avantages de la chaudière et de la PAC.

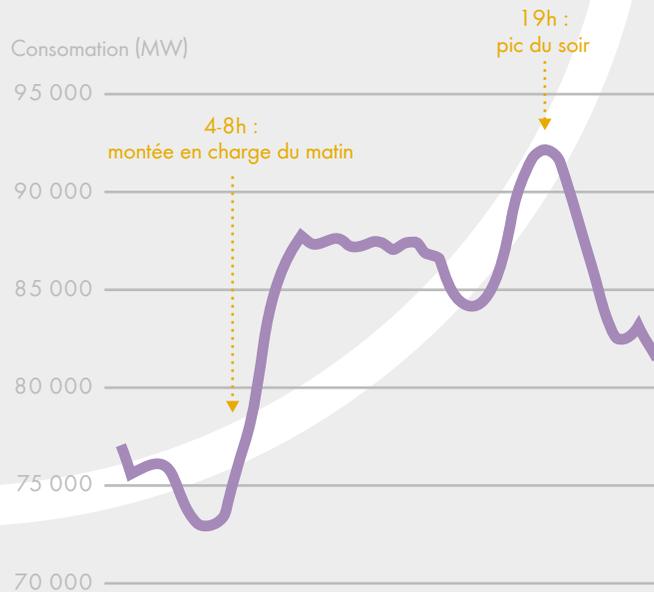
- Une minimisation de la facture
- Une maximisation de l'efficacité énergétique
- Une minimisation des émissions de CO_2
- Une minimisation de la pointe de demande électrique

CHAUDIÈRE



Permet de prendre le relais de la pompe à chaleur lors des températures froides ($< 5^{\circ}$) quand le COP se dégrade.

La PAC couvre, à minima, 60 à 80 % des besoins en chauffage, la chaudière assure le complément.



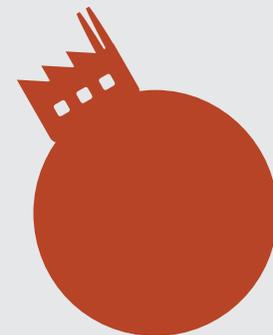
CONSOMMATION MOYENNE D'ELECTRICITE EN FRANCE
PENDANT UNE JOURNÉE D'HIVER (PUISSANCE MW)

La PAC hybride ou en relève de chaudière (fioul et gaz) est une solution prometteuse :

- La PAC hybride s'efface naturellement du réseau électrique en période de grand froid, c'est la chaudière qui prend le relais. Ceci limite l'augmentation de la pointe de demande électrique française.
- La PAC hybride ayant un compresseur de plus faible puissance, le coût sera plus faible qu'une PAC traditionnelle.

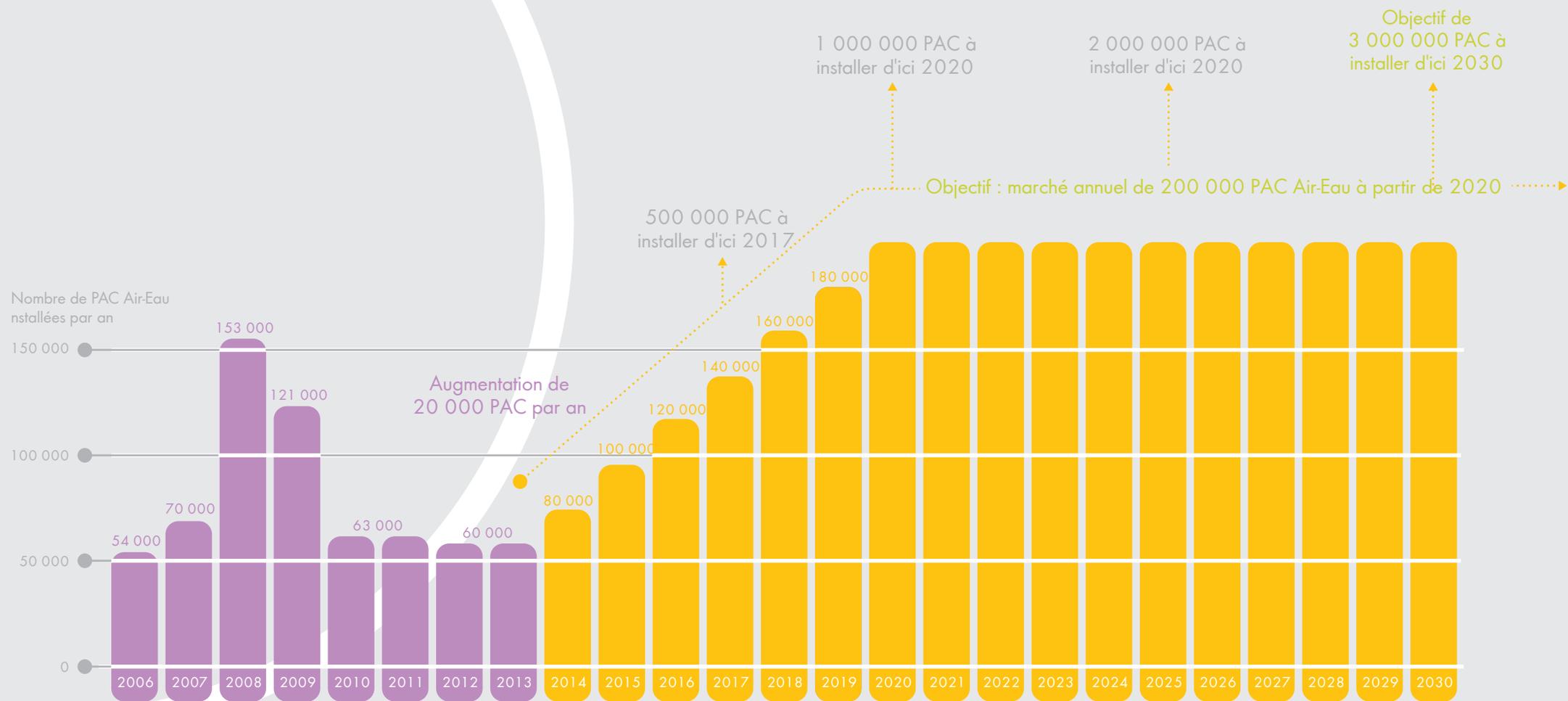
LES FREINS À LEVER POUR DYNAMISER LE MARCHÉ DE LA POMPE À CHALEUR

- 3.1. Un objectif de 200 000 PAC installées par an à partir de 2020 pour remplacer 3 millions de chaudière fioul d'ici 2030
- 3.2. Développer le marché de la PAC pour créer des emplois et réduire le déficit commercial de la France
- 3.3. Dynamiser le marché de la PAC pour atteindre les objectifs d'efficacité énergétique
- 3.4. Les actions prioritaires à activer pour développer pleinement la filière de la pompe à chaleur
- 3.5. D'autres points bloquants à lever pour développer la filière



LES FREINS À LEVER
POUR DYNAMISER
 LE MARCHÉ DE LA PAC

3.1. Un objectif de 200 000 PAC installées par an à partir de 2020 pour remplacer 3 millions de chaudière fioul d'ici 2030



L'objectif visé correspond au remplacement de 3 millions de chaudière fioul et GPL d'ici 2030 dans des maisons individuelles. Cet objectif correspond à 75 % du parc existant de maisons chauffées au fioul et GPL.

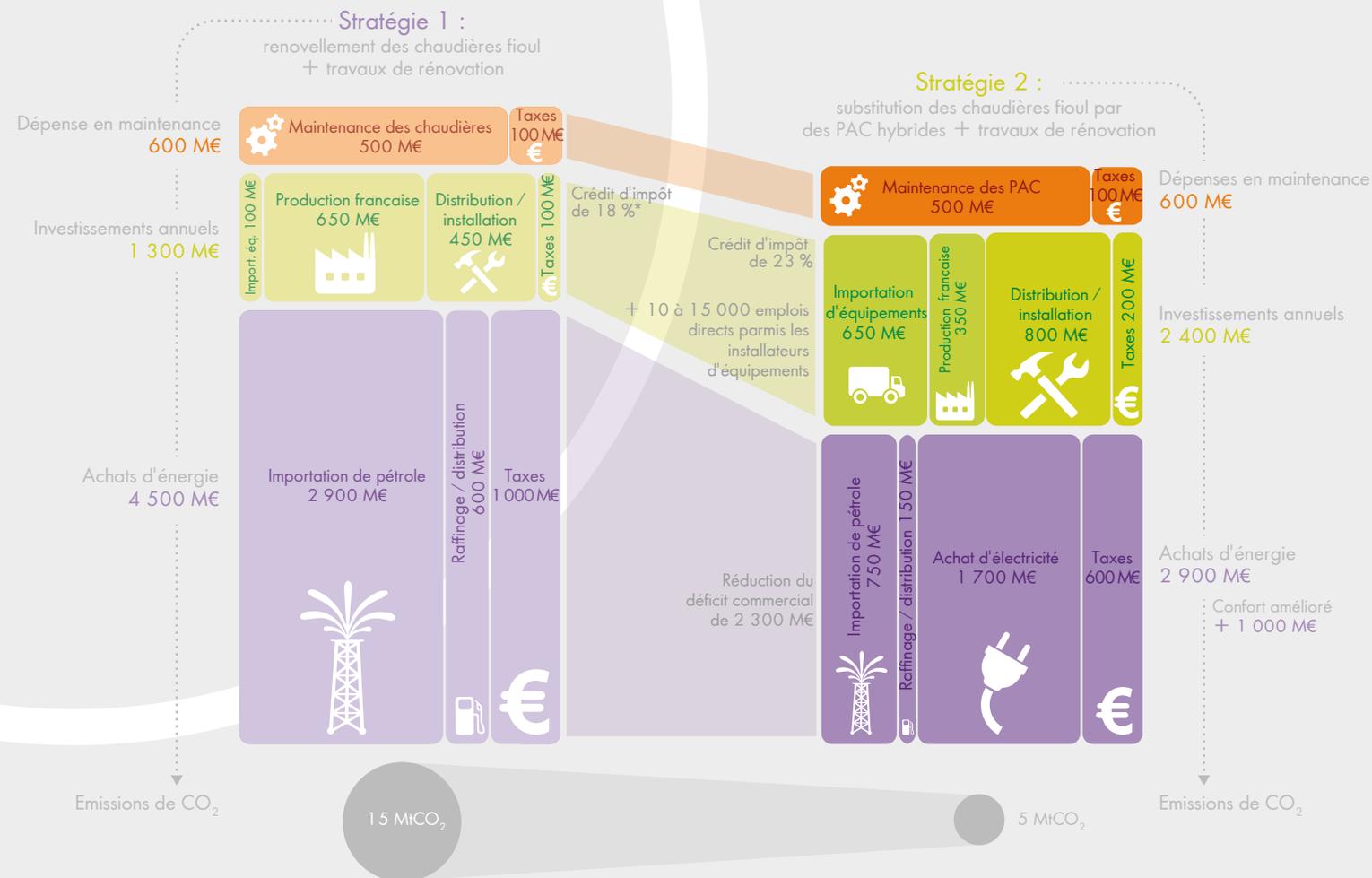
Le marché actuel de la PAC, actuellement très insuffisant pour répondre à cet objectif ambitieux, doit donc au moins tripler de volume d'ici 2020 en passant de 60 000 à 200 000 unités vendues par an.

Source du graphique : AFPAC

LES FREINS À LEVER POUR DYNAMISER LE MARCHÉ DE LA PAC

3.2. Développer le marché de la PAC pour créer des emplois et réduire le déficit commercial de la France

L'analyse ci-dessous permet de comparer deux stratégies d'efficacité énergétique pour ce parc de 3 millions de maisons individuelles chauffées au fioul à l'horizon 2020 :



Les principaux bénéfices attendus liés au développement massif des PAC en remplacement du fioul sont les suivants :

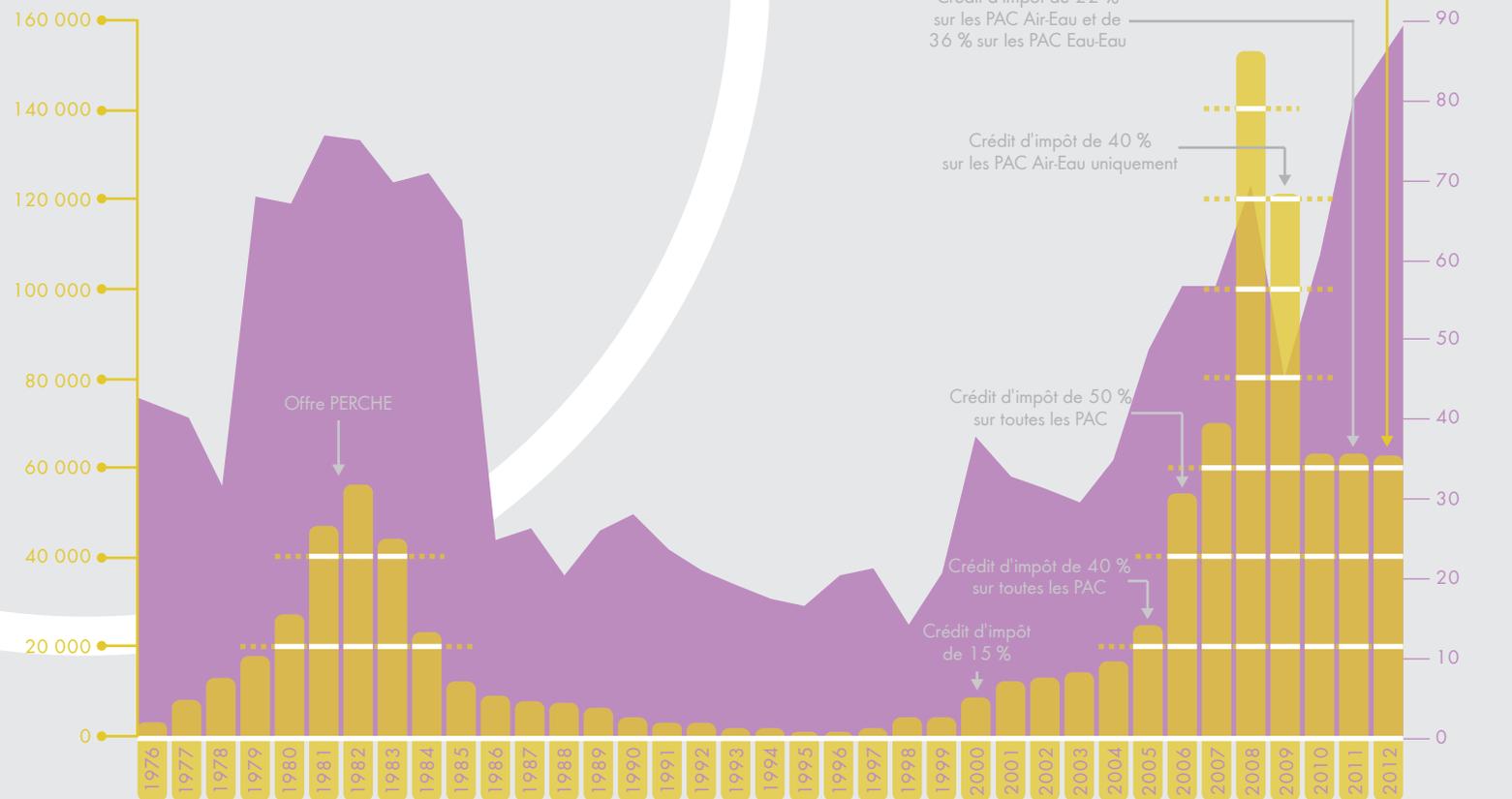
- Réduction du déficit commercial de 2,3 Md€ grâce aux économies de pétrole.
- Une hausse de l'activité économique en France, en substituant les achats d'hydrocarbure par de l'activité sur le territoire national. Une politique volontariste doit permettre de maintenir une part de la valeur ajoutée de la production en France
- 15 000 créations d'emploi parmi les installateurs.
- Des émissions évitées de 12 MtCO₂ par an.

* Crédit d'impôt dans le cadre d'un bouquet de travaux. Pour info : le crédit d'impôt représente 170 M€ pour les chaudières et 470 M€ pour les PAC.

LES FREINS À LEVER
POUR DYNAMISER
 LE MARCHÉ DE LA PAC

3.3. Dynamiser le marché de la PAC pour atteindre les objectifs d'efficacité énergétique

Nombre de PAC installées



Le marché de la pompe à chaleur Air-Eau est encore émergent :

- Le marché de la pompe à chaleur est apparu en France à l'issue de la crise pétrolière de 1979 afin de substituer les chaudières au fioul des logements. La baisse du prix du pétrole entre 1985 et 2000 a ensuite eu raison du marché de la PAC.

- A partir de 2000, la remontée du prix du fioul, l'apparition des crédits d'impôt développement durable et l'émergence de nouveaux produits performants et innovants ont permis de remettre les pompes à chaleur au goût du jour.

- Le marché de la PAC (hors Air/Air) est relativement stable depuis 3 ans à environ 60 000 unités par an.

Principales hypothèses de calcul : les deux cas correspondent à un parc de 3 millions d'équipements installés : 3 Millions de chaudière fioul à condensation dans le premier cas et 3 Millions de PAC Air-Eau dans le deuxième. Le marché des équipements correspond dans les deux cas à 200 000 unités vendues par an. Les dépenses d'investissement et en énergie sont calculées sur la base des prix de marché 2013.

ETAT 1. COMMUNIQUER ET SENSIBILISER :

La PAC est une filière ENR dont le développement doit être une priorité claire au niveau de l'Etat en remplacement du fioul.

- Cette priorité est motivée par les bénéfices collectifs générés par le remplacement du fioul par les pompes à chaleur dans les maisons individuelles
- La puissance publique, les acteurs associés, les filières, doivent être accompagnés dans leur prise de conscience et de compréhension des enjeux en vue d'actions à tous les niveaux :
 - Communication institutionnelle vis à vis des clients.
 - Programmes des formations initiales, promouvoir les usages.
- Enfin il convient d'organiser autour de ces objectifs les outils existants :
 - CEE : valoriser les filières PAC et PAC Hybrides à leur juste niveau.
 - CIDD : poursuivre le bénéfice fiscal de la PAC.
 - Eco-conditionnalité des aides.
 - Bouquet de gestes avec la rénovation et bonifications.

FABRICANTS 2. ADAPTER L'OFFRE DES PRODUITS PAC À LA RENOVATION DES MAISONS INDIVIDUELLES (PRODUCTEURS, DISTRIBUTEURS, INSTALLATEURS) :

Développer des solutions les plus simples possible à installer et favoriser les solutions hybrides (PAC / chaudière).

- Un dimensionnement standard par typologie de maison individuelle fioul et des réglages simplifiés doivent permettre de réduire les coûts et améliorer les performances réelles.
- Les solutions hybrides (PAC / chaudière) doivent être favorisées car elles permettent de répondre à ces exigences tout en autorisant un pilotage limitant le problème de la pointe électrique.
- Afin d'apporter une solution adaptée à chaque logement, une cartographie des offres et des cibles de marché associées doit être réalisée (dimensionnement, cas d'usage et de réglages) pour permettre un meilleur accès au marché.

FILIERE

3. AMELIORER LA QUALITE ET LA PERFORMANCE DES INSTALLATIONS SUR LE LONG TERME :

Développer une filière spécialisée, professionnelle, compétente, reconnue et engagée.

- Eco-conditionnalité des installateurs au travers d'une qualification qui devra devenir plus ambitieuse, à l'image de la certification EHPA⁽¹⁾.
- Systématiser la mise en service de l'installation via un tiers de confiance accompagnée d'une extension de garantie, proposition de services de maintenance et suivi dans la durée.
- Spécialiser la filière en s'appuyant notamment sur la force commerciale des distributeurs de fioul.
- Formation continue et initiale à améliorer.

FILIERE

4. STIMULER LA DEMANDE FINALE :

Informers les particuliers des bénéfices liés aux PAC et proposer des solutions de financement innovantes afin de lever la barrière liée à un coût d'investissement élevé.

- Travailler l'image de la PAC : communications de l'ADEME, de la filière, formation des installateurs et marketing associé.
- Aider la filière à mieux promouvoir le produit vis à vis des particuliers en raisonnant en coût complet avec des outils d'analyse économique adaptés.
- Aligner l'ensemble des aides et accompagnement, intégrer les solutions PAC comme une offre en tant que telle des guichets uniques à venir.

(1) European Heat Pump Association

CONCLUSION

CONTEXTE

Aujourd'hui, près de 3 millions de maisons individuelles sont chauffées au fioul, soit :



2,5 Md€
D'IMPORTATIONS ANNUELLES
DE PETROLE



15 MtCO₂
REJETTEES PAR AN



1 M DE FOYERS
EN SITUATION DE PRECARITE

SOLUTIONS

Des solutions compétitives existent afin de remédier à cette situation :



LA POMPE A CHALEUR



LA POMPE A CHALEUR
HYBRIDE

ATTENTES

Dynamiser l'installation de pompes à chaleur en relève ou en substitution de chaudières, pour réduire les émissions de CO₂ et les coûts de l'énergie pour les ménages, en atteignant des objectifs ambitieux pour la France, ne pourra se faire que par la mobilisation de deux acteurs clés :



L'ETAT



LES PRODUCTEURS,
LES DISTRIBUTEURS,
LES INSTALLATEURS



PRESENTATION



96 rue de la Victoire
75009 Paris
01.76.21.10.00.

Jean-Marc Jancovici
jean-marc-jancovici@carbone4.com

Benoît Lemaignan
benoit.lemaignan@carbone4.com

Julien Adam
julien.adam@carbone4.com

REALISATION



103 avenue de la figone
13012 Marseille
06.83.85.37.39.

Adèle Raby
adele.raby@kamisphere.fr

Guillaume Ner
guillaume.ner@kamisphere.fr