Trajectoires bas carbone au moindre coût : Incertitudes technologiques et comportementales

Nicolas Taconet

▶ **To cite this version:**

Nicolas Taconet. Trajectoires bas carbone au moindre coût : Incertitudes technologiques et comportementales. 2017. hal-01887766

HAL Id: hal-01887766
https://enpc.hal.science/hal-01887766

Submitted on 4 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Trajectoires bas carbone au moindre coût :

Incertitudes technologiques et comportementales.

Rapport de thèse professionnelle pour le Mastère Spécialisé PAPDD, promotion 2016-2017.
Pour le compte du Ministère de la Transition écologique et solidaire.

Nicolas Taconet

Encadré par Antonin Vergez, chef du bureau de l'Économie des Biens Communs, Commissariat Général au Développement Durable, et Céline Guivarch, chercheur au CIRED.

Le Facteur 4

Face à l'impératif de l'atténuation du changement climatique, la France s'est fixée pour objectif de diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050, par rapport au niveau de 1990. L'accord de Paris a également introduit l'enjeu global de la neutralité carbone avant la fin du XXIème siècle. Ces objectifs volontaristes posent à la société de véritables défis : **sur quels leviers peut-on s'appuyer pour atteindre le Facteur 4, ou la neutralité carbone ? Quelles transformations structurelles, à la fois des systèmes techniques et des modes de vie ces objectifs impliquent-ils ?**

En contexte de forte incertitude sur les évolutions socio-techniques futures, comment de mauvaises nouvelles sur le potentiel des technologies bas carbone ou l'ampleur des changements de comportements reconfigurent-ils les possibles trajectoires de transition bas carbone au niveau national, notamment en termes de coût total et de répartition sectorielle ?

Les trajectoires de transition bas carbone soumises à l'incertitude…

Toute trajectoire de transition nécessite de définir implicitement le « champ des possibles » futur, à la fois technique, économique et social, pour parvenir à une économie décarbonée en 2050. Aussi , avant la publication de la Stratégie Nationale Bas Carbone, les exercices de prospective avaient-ils mis au jour une grande diversité de trajectoires de transition bas carbone à l'échelle de la France (scénarios du Débat National sur la Transition Energétique, du comité trajectoire, des *Visions* ADEME…), s'appuyant sur une combinaison variée de différents leviers (électrification des vecteurs, recours accru aux énergies renouvelables, capture et stockage du carbone, sobriété…). Ces combinaisons variées reflètent des **incertitudes fondamentales sur l'ampleur potentielle des changements de nature comportementale, le progrès technique** et l'avènement de technologies bas carbone compétitives**.**

Ces incertitudes présentent un risque du point de vue de la décision publique : en s'appuyant sur une seule vision des évolutions socio-techniques futures, on risque de dévier de la trajectoire si nos anticipations venaient à ne pas se réa-

liser, de renchérir le coût total de la transition ou de compromettre l'atteinte du facteur 4.

1. Quelle peut être la contribution des leviers comportementaux pour atteindre le facteur 4 en 2050 ?
2. Quels seraient les effets, sur la trajectoire de transition bas carbone, de mauvaises nouvelles sur les technologies clés ?

Des scénarios contrastés sur les technologies et les changements de comportements

Les changements de comportement font référence à des modifications dans les préférences des agents et le système de valeur qui guide les choix individuels, **qui aboutissent à une diminution de la demande de biens ou services considérés** (par exemple, le télétravail réduit la demande de mobilité). Ils se distinguent de leviers technologiques dans la mesure où ces derniers permettent de répondre aux mêmes besoins finaux (on se chauffe ou se déplace autant, en utilisant des moyens technologiques plus propres…).

Différents scénarios contrastés sur les changements de comportements et les technologies les plus incertaines ont été construits, pour en analyser les conséquences.

La sélection et la paramétrisation de ces incertitudes se basent sur :

- La littérature académique
- Les exercices de prospectives existants
- Des entretiens avec des experts sectoriels

Changements de comportements analysés : Densification urbaine, développement du télétravail, modes doux, report modal vers les transports en commun, développement des circuits courts, covoiturage, développement des logements collectifs, changements alimentaires.

Incertitudes technologiques considérées : moindre développement de la mobilité électrique, non disponibilité des véhicules 2L/100 km, des véhicules à hydrogène, de la capture et du stockage du CO2 (CSC), moindre capacité de production de gaz renouvelable, coût des rénovations et des pompes à chaleur dans les bâtiments, des abattements dans l'industrie.

D-CAM : trajectoires de transition à moindre coût

Les scénarios sont analysés avec l'outil D-CAM, développé au CGDD en 2015. Il permet de tracer des trajectoires de transition optimales au sens du « moindre coût », et calcule la dynamique temporelle de déploiement des gisements de réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Une base de données renseigne sur les leviers de décarbonation dans les différents secteurs de l'économie : Transports, Énergie, Agriculture, Industrie, Déchets et Bâtiments.

Chaque levier est caractérisé par :

- Son potentiel pour répondre à la demande sectorielle ou sa capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Son coût
- Sa vitesse de déploiement

La base de données a été consolidée pour les besoins de l'étude. Chaque incertitude est traduite par la modification d'un ou plusieurs de ces trois paramètres.

Le scénario bas-carbone au moindre coût est comparé à un scénario « au fil de l'eau », dans lequel les technologies et les comportements sont

figés à ce qu'ils étaient en 2012, ce qui permet d'attribuer à chaque levier un gisement de réduction d'émissions de gaz à effet de serre.

Hypothèses principales :

- le cadrage macroéconomique (PIB, prix des énergies) est celui que la Commission Européenne a proposé en juiln 2016 aux Etats membres, jusqu'en 2035, prolongé jusqu'en 2050 avec le même TCAM que sur 2030-2035.
- les demandes par secteur sont estimées à partir des séries de PIB, soit grâce aux élasticités issues de travaux du CGDD, soit avec les sorties du modèle ThreeMe.
- Les coûts des mesures comportementales ont été fixés à 0, par défaut, car les obstacles à leur activation sont avant tout d'ordre social (normes, valeurs…), plutôt qu'économique ou financier.

Le Facteur 4, un objectif ambitieux

Les résultats montrent que le Facteur 4 est un objectif ambitieux. Des changements dans les méthodes d'inventaire dans le secteur agricole permettraient de valoriser des réductions d'émissions essentielles pour garder une marge de manœuvre. Sans ces gisements agricoles, la base de données ne permet pas, dans le cas le plus optimiste, d'aller au-delà de -77 %, à peine plus que le Facteur 4, tandis qu'**on peut envisager des réductions de -84 %** lorsque ces réductions sont comptabilisées.

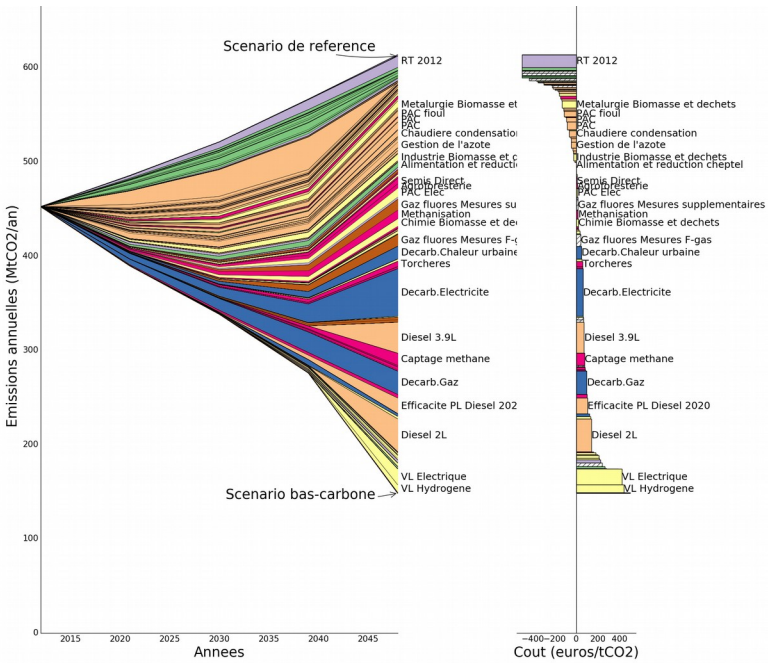

Illustration 1: Trajectoire d'atteinte du Facteur 4 fournie par l'outil dans la configuration la plus optimiste

Dans la configuration la plus optimiste, l'objectif est atteint à des coûts raisonnables (peu de gisements dont le coût est supérieur à 100 euros/tCO2). En revanche, **combiner plusieurs hypothèses pessimistes sur les comportements et les technologies compromet le Facteur 4**.

La neutralité carbone doit donc passer par une part importante de compensation, soit physique (fixation de carbone dans les écosystèmes), soit comptable (via des achats de crédits internationaux).

Les risques technologiques de la transition bas carbone

De nombreuses technologies dont on pense qu'elles joueront un rôle clé dans la transition bas carbone sont soumises à de fortes incertitudes, sur leurs possibilités de développement, leurs coûts ou leur acceptabilité sociale.

L'atteinte du facteur 4 au moindre coût dépend donc de l'avènement de certaines technologies incertaines, arrivant en 2030. Les risques sont d'autant plus importants que certaines technologies mobilisées en cas de mauvaise nouvelle

sont elles-mêmes incertaines. Par exemple, en l'absence de CSC, D-CAM mobilise des véhicules électriques longue distance et des rénovations lourdes dans les bâtiments, dont le coût est, lui aussi, fortement incertain.

La contribution des gisements comportementaux

Les gisements comportementaux ont dans le cadre de leur paramétrisation pour cette étude, **une contribution relativement limitée**, notamment lorsque toutes les technologies sont présentes dans leur version optimiste.

Ces gisements sont également **déterminants pour l'atteinte du Facteur 4 dans des cas technologiques pessimistes** : les activer constitue une forme d'assurance contre les risques technologiques.

Leur utilité se révèle dans ce qu'ils pourraient potentiellement **diminuer le coût total de la transition bas carbone** de manière considérable. Par ailleurs, à court terme, et notamment avant l'arrivée de technologies bas carbone en 2030, ils permettent de limiter les émissions, ce qui **diminue le budget carbone total sur toute la période**.

Enfin, ces gisements, à la différence de gisements plus technologiques, ont **des conséquences sur le bien-être des individus**, qui peuvent être difficiles à estimer. Ils peuvent être porteurs de co-bénéfices, notamment en matière de santé (changements alimentaires, pratique du vélo et de la marche), ou être synonymes de perte de bien-être (sentiment de privation).

Perspectives et approfondissements

L'étude fournit des **éléments pour l'actualisation de la Stratégie Nationale Bas Carbone,** prévue pour 2019. La SNBC fixe les grandes orientations stratégiques pour mettre en œuvre la transition bas carbone. Les niveaux d'efforts indicatifs par secteur de la SNBC pourront être comparés à ceux trouvés dans les différents scénarios de cette étude.

L'outil D-CAM a vocation à devenir un outil de dialogue environnemental permettant la confrontation de visions du monde antagoniste dans un même cadre. L'étude constitue également **un premier jalon vers le développement, conjointement avec France Stratégie, d'une interface en ligne de D-CAM**, permettant à chacun de tracer des trajectoires de transition en fonction de différentes croyances sur les incertitudes futures.

Les prolongements suivants sont envisageables pour enrichir l'analyse :

– Élargir à d'autres facteurs d'incertitudes, en particulier liés au cadrage macroéconomique.

– Consolider les données sur les gisements comportementaux, auxquels la littérature académique consacre une place relativement faible.

– Déterminer des primes de risque liés à des gisements incertains, ce qui permettrait de valoriser des gisements comportementaux.

– Inclure dans l'outil D-CAM une contrainte sur la consommation en énergie finale, tel que le spécifie la LTECV.