

NOTE

LES EFFETS MACROECONOMIQUES D'UNE RELANCE DANS LA TRANSITION ENERGETIQUE

Le 28/05/2020

Direction Exécutive Prospective et
Recherche

Gaël Callonnec, Hervé Gouëdard,
Patrick Jolivet

Par son courrier en date du 9 mars 2020, le Haut Conseil pour le Climat a sollicité l'ADEME afin de modéliser les effets macroéconomiques d'un surcroît d'investissement compatible avec les besoins de financement de la transition, comparativement aux investissements actuellement en vigueur. Dans le contexte de crise liée au Covid-19, et suite à la publication par l'Institut pour l'Economie du Climat (I4CE) d'un plan de relance bas carbone, il a été décidé conjointement par le HCC et l'ADEME de modéliser les effets macroéconomiques de l'accroissement des dépenses publiques proposés par ce plan de relance, calibré afin d'atteindre certains objectifs sectoriels de la Stratégie Nationale Bas Carbone 2 (bâtiment, mobilité, électricité renouvelable).

Cet exercice a été réalisé par l'ADEME à l'aide du modèle ThreeMe. Faute de données robustes, il n'est pas encore possible de tenir compte de la crise économique liée au Covid-19 au sein de nos simulations. Ces dernières comparent donc un scénario tendanciel qui projette la photographie actuelle (mais pré-crise sanitaire) de l'économie française dans le temps, moyennant des hypothèses de cadrage macroéconomique¹, à un scénario de relance qui suit les préconisations d'I4CE en termes d'investissement public pour 3 secteurs clés. L'institut estime à 5.2 milliards € par an (0.2 point de PIB) jusqu'en 2023 le besoin de dépenses publiques additionnelles, avant de passer à 13.5 milliards € par an sur la période 2024-2028. Un regain d'investissement dans la transition énergétique permettrait à la France de relancer son économie, d'affirmer son indépendance énergétique, tout en réduisant ses émissions de gaz à effet de serre. Cet exercice met en évidence l'existence d'un « double dividende » de la transition énergétique contenue dans le plan de relance bas carbone, les objectifs climatiques SNBC 2 des secteurs concernés par ce plan étant atteints avec une augmentation du PIB de 1,9 % et une création nette de 400 000 emplois (directs, indirects et induits) à horizon 2025 (respectivement +2,8% et 680 000 emplois en 2030).

¹ Voir encadré page 18 explicitant ces hypothèses. Les résultats présentés dans cette note sont probablement sous-estimés, dans la mesure où l'on suppose dans nos scénarios que les autres pays sont non-coopératifs et ne mènent pas, eux aussi, des politiques de transition énergétique.

Les besoins d'investissement dans la transition énergétique

1. Le chiffrage de dépenses publiques supplémentaires proposé par I4CE repose sur la mise en place de mesures non budgétaires complémentaires

Le plan de relance I4CE permet d'atteindre trois objectifs sectoriels de la SNBC 2 (détaillés ci-dessous), et ce malgré le gel de la taxe carbone. Dans ce plan, le non recours à la fiscalité carbone nécessite de coupler les dépenses publiques additionnelles à des mesures complémentaires (réglementaires, technologiques, comportementales) d'envergure.

Par exemple, l'atteinte de l'objectif de consommation d'énergie pour les véhicules particuliers est atteint via :

- Un accroissement des dépenses publiques : +800 M€/an sur 2020-2023 (+3 Mds€/an sur 2024-2028), du fait d'une augmentation de la prime véhicule électrique (9 000€ sur 2020-2023, 8 000€ sur 2024-2028), mesure qui n'est pas entièrement financée par la hausse du malus écologique proposée par I4CE.
- Une densification du réseau de bornes de recharge.
- Le maintien des normes de réduction de GES sur les véhicules neufs imposées par l'UE.
- Une réglementation de la publicité des constructeurs automobiles.
- Une réglementation relative aux véhicules les plus polluants : interdire à la vente / limiter leur circulation.
- Une intégration de la taxe sur les véhicules de société (partiellement indexée sur les GES) directement dans le prix d'achat, afin de renforcer le signal-prix.

Bien que ces mesures non budgétaires complémentaires jouent un rôle essentiel dans l'atteinte des cibles énergétiques, on ne dispose que de peu d'éléments chiffrés quant aux coûts ou à la faisabilité de ces mesures. Nous ne présentons ici que le chiffrage des besoins d'investissement public et total de ce plan de relance.. L'ensemble des mesures nécessaires à l'atteinte des objectifs sectoriels SNBC 2/PPE de ce plan est néanmoins détaillé dans le tableur « 20-04-09 plan de relance_export » d'I4CE.

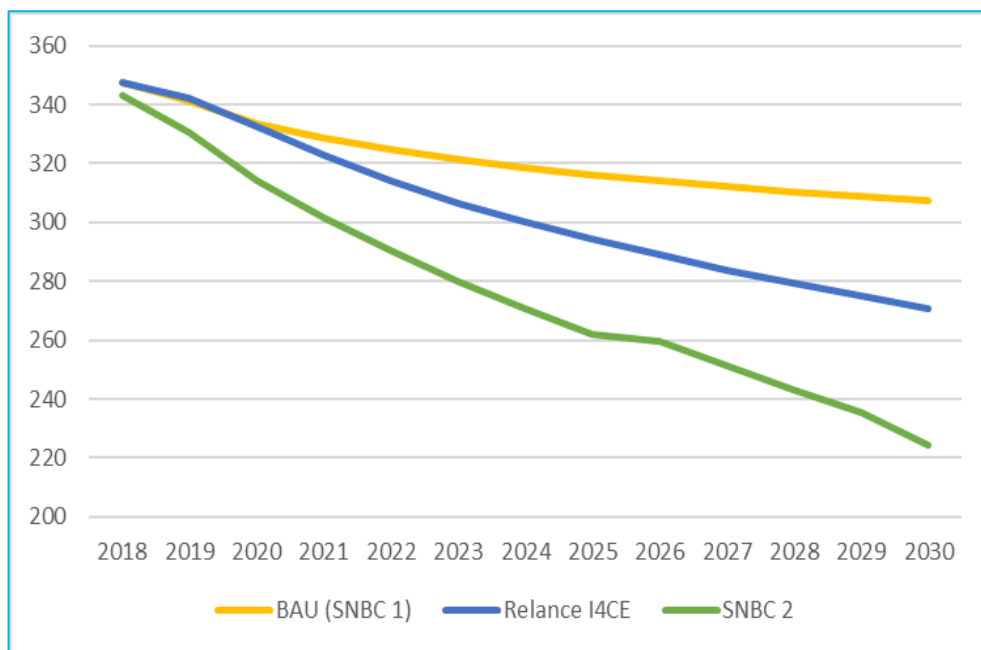
2. Le plan de relance d'I4CE couvre 3 secteurs clefs : rénovation énergétique, mobilité, électricité renouvelable

L'institut I4CE a chiffré les besoins additionnels d'investissement public dans la transition énergétique nécessaires à l'atteinte des objectifs de la deuxième stratégie nationale bas-carbone² pour les secteurs de la rénovation énergétique, de la mobilité et de l'électricité renouvelable³. Les secteurs de l'industrie, de l'agriculture, et des énergies renouvelables hors électricité sont hors périmètre de cette étude, faute de données. Ces secteurs suivent donc la même trajectoire que dans le tendanciel, ce qui explique que la trajectoire de réduction de gaz à effet de serre de ce plan de relance ne soit pas aussi ambitieuse que celle prévue par la SNBC 2 (voir Figure 1).

² http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-decret-relatif-a-la-strategie-bas-a2128.html?id_rubrique=4

³ <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2020/04/I4CE-Investir-pour-le-climat-sortie-de-crise-COVID-1.pdf>

Figure 1 - Emissions de CO2 (en Mt), avec et sans cibles d'émissions à 2050



Source : ADEME ThreeME 2020

Ne sont considérées ici que les émissions de CO2 à l'exclusion des autres GES

- En matière de rénovation énergétique des bâtiments :

Dans le résidentiel, le besoin d'investissements publics additionnels à court terme s'élèverait à +360M€/an⁴ entre 2020 et 2023 par rapport à 2018, soit un investissement public qui passerait de 1.9Mds€/an à 2.3Mds€/an. A partir de 2024, les aides publiques à la rénovation devraient augmenter de 5.2 Mds€/an par rapport à 2018 via une hausse du CITE, des aides versées par l'ANAH et une démultiplication des prêts éco-PTZ.

- A court terme, I4CE tient compte des contraintes pesant sur l'offre (« goulot d'étranglement ») comme sur la demande (la baisse des revenus liée à la crise rend illusoire une augmentation massive de la rénovation). Les objectifs de rénovation sont **relativement** peu ambitieux. Des rénovations sont néanmoins entreprises du fait d'une légère augmentation des subventions (CITE, ANAH, +200M€/an par rapport à 2018), de l'essor de l'éco PTZ (montant global multiplié par 4, +160M€/an), de la hausse des CEE (+700 M€/an pour atteindre 1.3 Mds€/an). Ces stimulus permettent de maintenir stables les rénovations classiques, tandis que les rénovations complètes sont multipliées par 16 (de 5 000/an à 80 000/an, seuil reconnu comme arbitraire par I4CE).
- A Moyen terme, des mesures complémentaires, entreprises dès 2020, viennent lever progressivement les contraintes existantes à court terme :
 - Obligation de rénovation séquencées
 - Accompagnement des ménages (pour limiter le reste à charge et entreprendre des rénovations plus performantes)

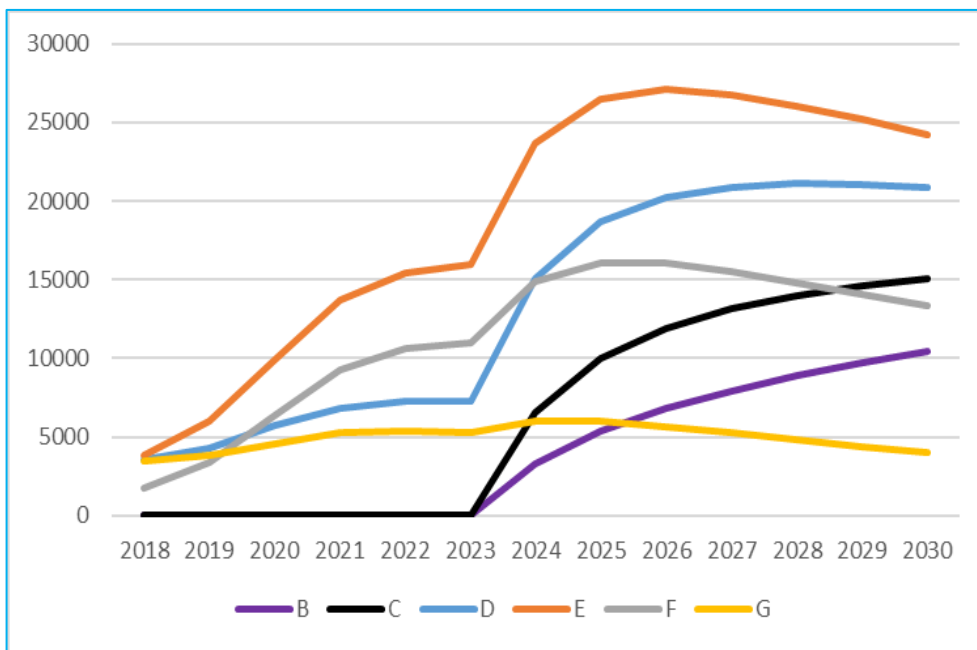
⁴ Le chiffrage I4CE s'élève à +200M€/an, mais ne tient pas compte du coût de l'éco PTZ, estimé dans le PLF 2020 à 40M€. Puisque le plan de relance I4CE prévoit que le montant global de prêts éco-PTZ octroyés soit multiplié par 4 sur la période 2020-2023, nous majorons le chiffrage I4CE de 160M€. Ce même raisonnement nous amène à majorer le chiffrage de moyen terme d'1.2 Mds€/an.

- Formation des professionnels

Cela permet de passer d'un système de rénovation classique (de quasi 2 millions en 2020 à 0 en 2024) à un système de rénovation complète (de 80 000/an en 2020 à 800 000/an en 2024). Plus de rénovations sont ainsi entreprises (en valeur), d'autant que l'éco PTZ est largement démocratisé (montant multiplié par 30 en 2024 par rapport à 2018), et que les CEE augmentent en 2024 de 1.8 Mds€/an par rapport à 2018 (de 0.6 à 2.4 Mds€/an). Ceci entraîne une augmentation automatique des financements publics à niveau de CITE fixe (+4 Mds€/an de subventions hors éco-PTZ en 2024 par rapport à 2018, auxquels on rajoute +1.2 Mds€/an de subvention via éco-PTZ).

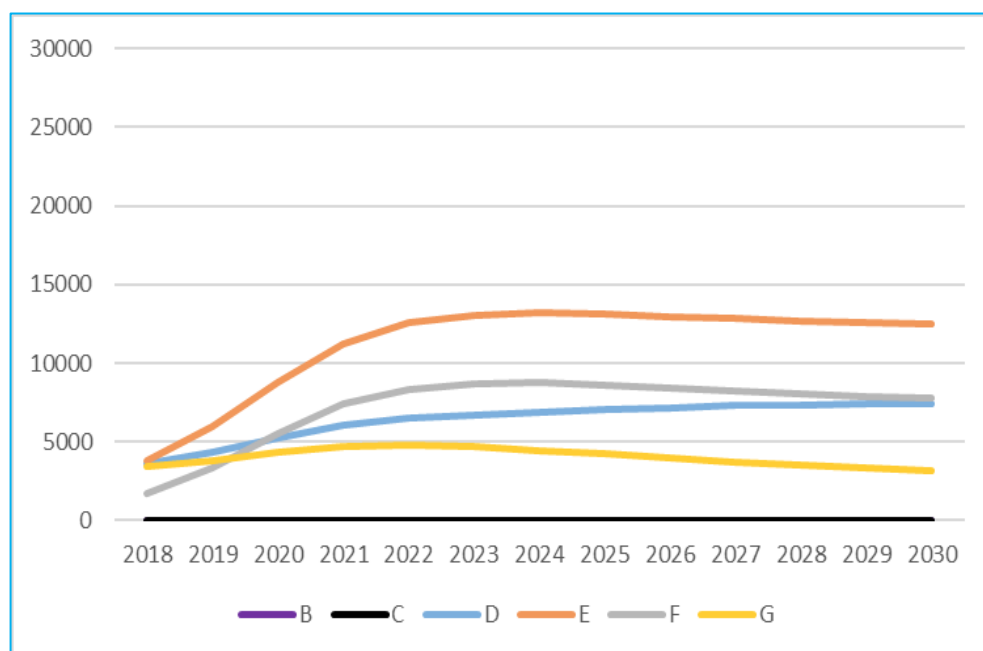
Les surfaces faisant l'objet d'une rénovation en fonction de leur classe énergétique initiale sont représentées en Figure 2 pour le plan de relance et en figure 3 pour le tendanciel, les coûts de la rénovation associée en figure 4 et 5.

Figure 2 - Surfaces rénovées en fonction de la classe énergétique initiale, en milliers de m², scénario de relance



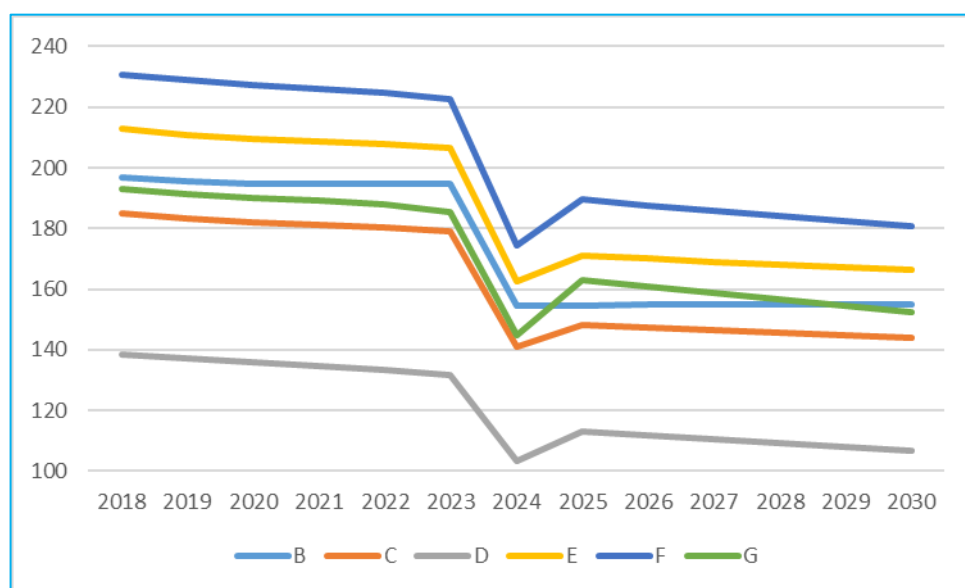
Source : ADEME ThreeME 2020

Figure 3 - Surfaces rénovées en fonction de la classe énergétique initiale, en milliers de m², scénario tendanciel



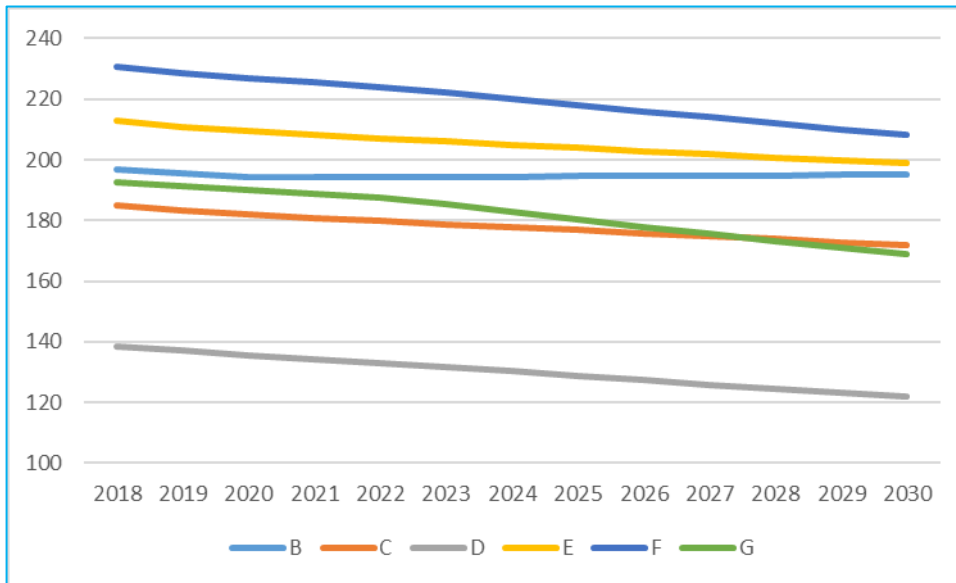
Source : ADEME ThreeME 2020

Figure 4 - Coût de la rénovation net des aides par classe énergétique initiale (en 2018€/m²), scénario de relance



Source : ADEME ThreeME 2020

Figure 5 - Coût de la rénovation net des aides par classe énergétique initiale (en 2018€/m²), scénario tendanciel



Source : ADEME ThreeME 2020

Dans le tertiaire public, l'Etat et les collectivités devront investir 600M€ supplémentaires par rapport à 2018, chaque année entre 2020 et 2023, puis 900M€ au-delà, toujours par rapport à 2018. Dans le tertiaire privé, l'ADEME considère qu'il faudrait instaurer un crédit d'impôt à l'efficacité énergétique de l'ordre de 15% du coût des équipements pour atteindre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie. Cela représenterait une dépense publique supplémentaire de l'ordre de 300 M€ par rapport à 2018, chaque année.

- En matière de mobilité :

Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'institut recommande :

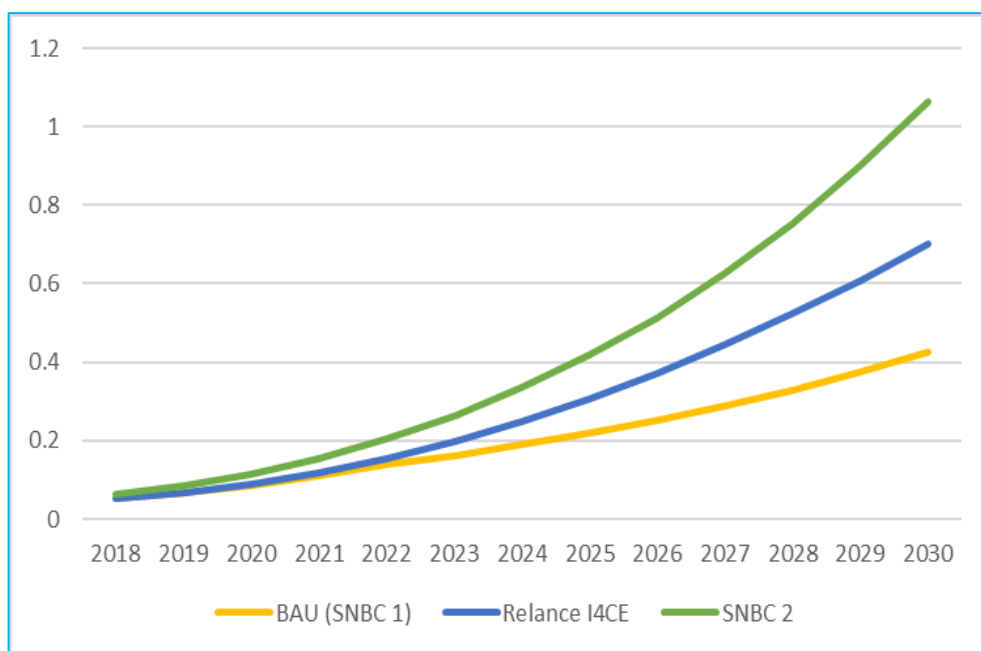
- D'augmenter les subventions annuelles de l'Etat aux transports collectifs urbains⁵ de 100M€/an par rapport à 2018 jusqu'en 2028 ; d'accroître les subventions à l'investissement du réseau ferroviaire de 1 milliard € par an jusqu'en 2023, puis de 1,3 milliards € entre 2024 et 2028, toujours par rapport à 2018 ;
- D'investir chaque année 1 milliard € supplémentaires par rapport à 2018 dans des aménagements cyclables ou piétonniers ;
- D'augmenter la prime à l'acquisition de véhicules électriques à 9 000€ (versus 6 000€ en 2018) jusqu'en 2023, puis de la limiter à 8 000€ au-delà. Cette mesure coûterait à l'Etat 800M€ par an entre 2020 et 2023, puis 3 milliards € par an au-delà. Afin d'atteindre les cibles d'immatriculations prévues par la SNBC malgré le gel de la taxe carbone, cette prime serait soutenue par des mesures complémentaires, qui :
 - diminuent le prix relatif de l'électrique vis-à-vis du thermique :
 - du fait du progrès technique
 - du fait d'une taxation plus agressive sur les véhicules thermiques (hausse du malus écologique)

⁵ La grande majorité de ces investissements concernant des transports ferrés (métros, tramways), ils ont été comptabilisés en soutien au secteur ferroviaire au sein de nos simulations, pour des questions de segmentation comptable.

- du fait de politiques commerciales en faveur de véhicules bas carbone des constructeurs (cf. législation européenne qui fixe des seuils d'émissions maximum moyens sur les immatriculations).
- accroissent la préférences des agents à l'électrique, à prix relatifs constants :
 - via la densification du réseau de bornes
 - du fait d'évolutions réglementaires sur les véhicules thermiques (interdiction de publicité, circulation restreinte)
 - du fait d'un signal-prix plus visible en introduisant la taxe sur les sociétés (indexée sur la puissance du véhicule) directement dans le prix de vente (à fiscalité constante)

Ne pouvant pas jouer sur autant de leviers dans ThreeME, nous avons dû augmenter le niveau de la prime à moyen terme afin de débloquer les mêmes investissements – et donc la même dépense publique – qu'I4CE. Nous supposons ainsi que la prime est maintenue à 9 000€ après 2023. Le stock de véhicules électriques s'élève à 1 120 000 unités en 2025 (310 000 immatriculations dans l'année), à 3 070 000 unités en 2030 (700 000 immatriculations, voir Figure 6).

Figure 6 - Ventes de véhicules électriques (en Millions de véhicules)



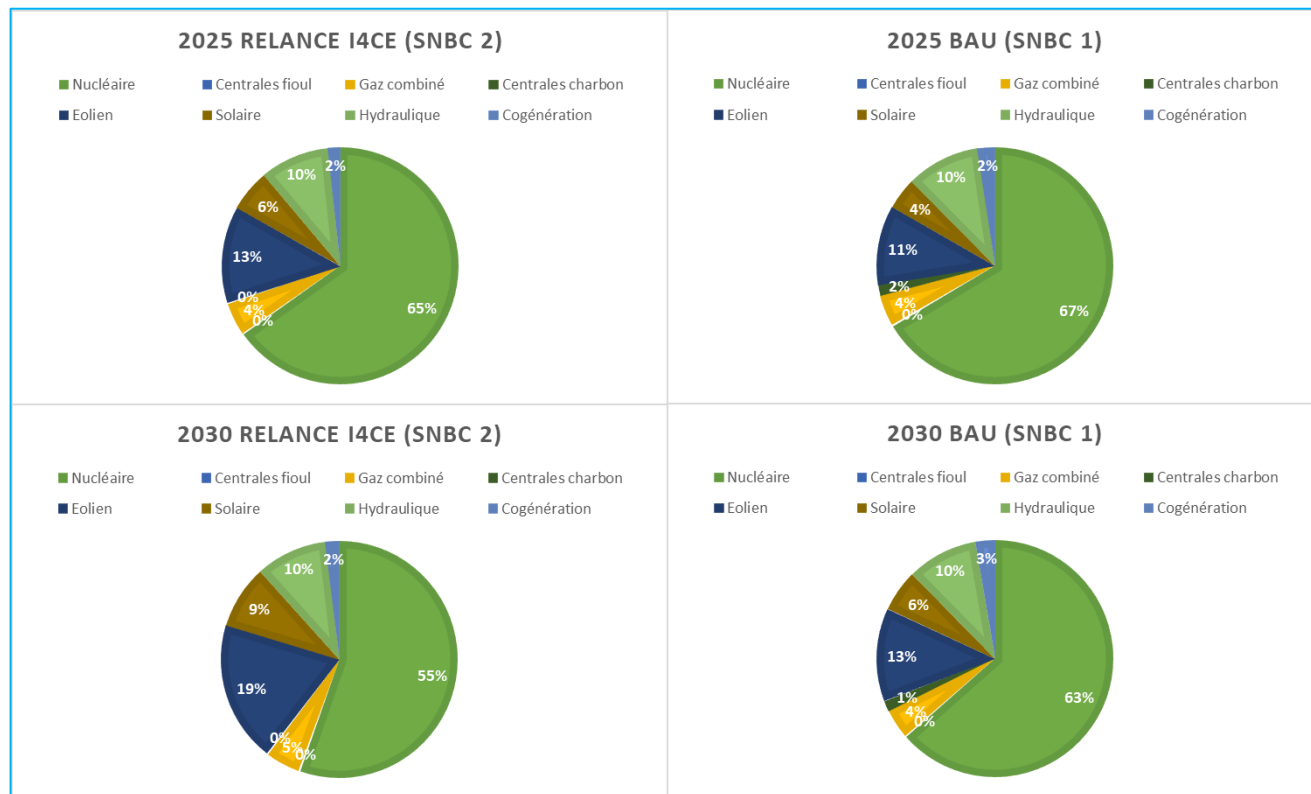
Source : ADEME ThreeME 2020

- En matière de production d'électricité renouvelable :

I4CE recommande que les investissements publics dans la production d'électricité renouvelable augmentent de 100M€/an jusqu'en 2028, par rapport à 2018, ce qui doit permettre d'atteindre les objectifs SNBC 2. Ainsi, nous retenons le mix énergétique de la SNBC 2 dans notre scénario de relance (voir Figure 7). Celui de notre tendanciel est celui de la SNBC 1. On suppose dans le plan de relance

que l'Etat augmente la TICFE de 1.3 Mds€/an⁶ entre 2020 et 2023 par rapport à 2018, puis de 2.9 Mds€/an entre 2024 et 2028 par rapport à 2018 pour financer les ENR. Les investissements de réseau se répercutent sur le prix de l'électricité, dont l'évolution est précisée en Figure 8.

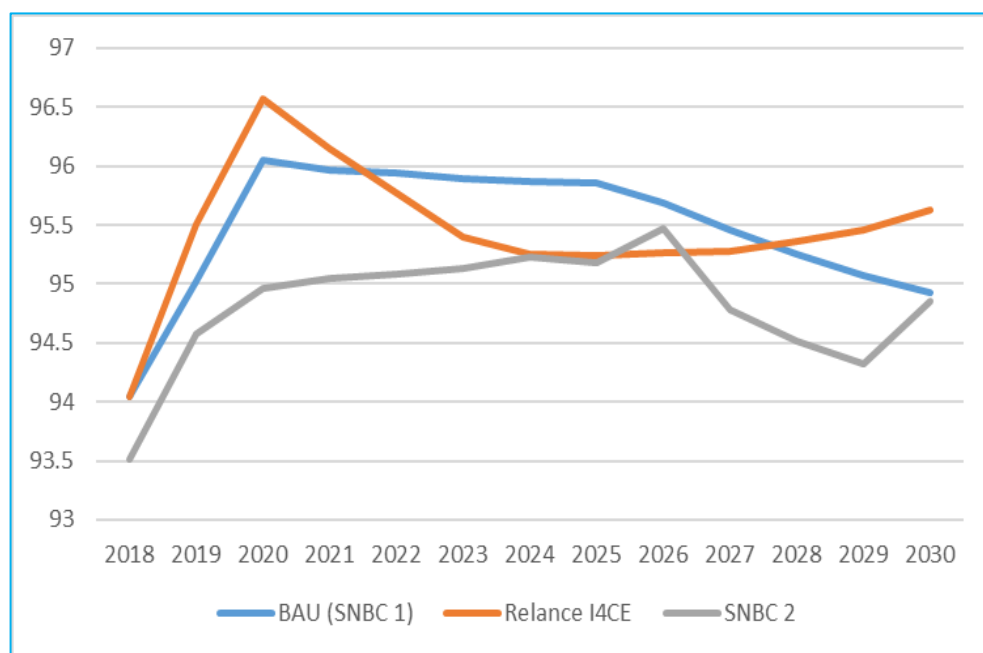
Figure 7 - Mix électriques des scénarios de relance et de tendanciel



Source : ADEME ThreeME 2020

⁶ Seule une fraction de ce supplément (200M€/an entre 2020 et 2023, puis 1 Mds€/an entre 2024 et 2028) résulte effectivement du plan de relance, puisque l'augmentation de la CSPE provient en grande partie d'engagements pré-2018.

Figure 8 - Coût de l'électricité (en 2018€/MWh)



Source : ADEME ThreeME 2020

Par ailleurs, l'institut travaille actuellement sur un chiffrage pour d'autres types d'énergies renouvelables (réseaux de chaleur et biocarburants notamment).

3. L'intégration de ce plan de relance au sein du modèle ThreeMe

L'ensemble des financements publics additionnels mentionnés ci-dessus, figurant dans le plan de relance d'I4CE, ont été introduits dans nos simulations d'impact macroéconomique. En revanche, faute de données précises sur les montants consacrés à l'efficacité énergétique dans l'industrie et sur les coûts des équipements nécessaires à l'atteinte des objectifs assignés à ce secteur, I4CE n'a pas estimé le besoin de soutien public à l'industrie. Il en va de même pour l'agriculture. Ainsi, aucun choc n'a été modélisé pour ces secteurs, qui sont hors-scope de nos simulations.

L'ADEME a cherché à introduire dans le modèle macroéconomique d'équilibre général ThreeME l'ensemble de ces dépenses par différents leviers :

- Le taux effectif d'aide à l'isolation des logements passe de 11,5 à 38% pour à la fois déclencher le supplément d'investissement désiré et atteindre les cibles d'économie d'énergie dans le résidentiel fixées par la SNBC2.
- Un signal prix fictif a été introduit dans l'équation de substitution capital/travail du tertiaire public, pour l'inciter à réaliser les investissements d'efficacité énergétique prévus. Il a été calibré de manière à reproduire la chronique d'investissement estimée par I4CE. Cette technique est un proxy utilisé pour modéliser une obligation réglementaire.
- Un crédit d'impôt à l'efficacité énergétique à destination du tertiaire privé a été introduit dans le modèle. Son taux a été fixé à 15% jusqu'en 2023, puis 27% au-delà, de manière à reproduire la chronique d'investissement désirée.

- Le taux de subvention à l'investissement du secteur ferroviaire (voyageurs et marchandises) est passé de 32% à 65%. Pour modéliser l'impact de la hausse de l'offre de transport en commun sur la demande, un signal prix fictif sur le coût d'usage de la route a été parallèlement introduit dans l'équation de demande des ménages.
- Les dépenses publiques dans la voirie ont été augmentées de 1 milliard € par an, de façon exogène. En parallèle, partant d'une hypothèse de report modal issue de la SNBC 2, il a été supposé que le trafic des véhicules particuliers sur courte distance serait réduit en conséquence de 0,1% chaque année.
- La part des divers modes de production d'électricité a été modifiée de manière exogène pour prendre en compte l'essor des énergies renouvelables. Le montant de la CSPE, endogène, s'ajuste en conséquence.

L'introduction de ces mesures budgétaires et fiscales prévues par I4CE débouche sur un regain d'investissement public et privé dans ThreeME comparable aux estimations réalisées par I4CE, sauf dans quelques domaines (voir Tableau 1 ci-dessous) :

- Les écarts dans le résidentiel sont liés à l'éco-PTZ, comme mentionné plus haut.
- Pour le ferroviaire, les dépenses publiques ThreeMe présentées dans le tableau 1 incluent les dépenses de fonctionnement en plus des dépenses d'investissement (qui elles sont identiques à celles prévues par I4CE).
- L'écart constaté sur les énergies renouvelables résultent de leurs hypothèses de coût et de déploiement de l'éolien en mer, qui n'a pas encore été introduit dans ThreeME.
- Les hypothèses d'évolution de la CSPE ne sont pas identiques.

Tableau 1 - Choc de dépenses publiques et effets d'entraînement sur l'investissement

		Choc de dépenses publiques annuel additionnel par rapport à 2018 (Mds€/an) (ADEME)	Choc de dépenses publiques annuel additionnel par rapport à 2018 (Mds€/an) (I4CE)	Supplément d'investissement total (public et privé) annuel par rapport à 2018 (Mds€/an) (ADEME)	Supplément d'investissement total (public et privé) annuel par rapport à 2018 (Mds€/an) (I4CE)
Rénovation résidentielle	2020 - 2023	0.6	0.2	4.2	3.7
	2024 - 2028	5.2	4.0	10.0	11.6
Rénovation tertiaire privée	2020 - 2023	0.3	0.3	1.4	1.5
	2024 - 2028	0.3	0.3	1.6	1.9
Rénovation tertiaire publique	2020 - 2023	0.5	0.6	0.6	0.6
	2024 - 2028	0.5	0.9	0.6	0.9
Acquisition véhicules électriques (hors hybrides)	2020 - 2023	0.9	0.8	3.6	3.5
	2024 - 2028	3.1	3.0	11.4	12.3
Infrastructures ferroviaires (y.c. transports en commun)	2020 - 2023	1.1	1.1	0.9	1.7
	2024 - 2028	1.4	1.4	1.8	0.7
Pistes cyclables	2020 - 2023	0.9	0.9	0.9	0.9
	2024 - 2028	0.9	0.9	0.9	0.9
Production Electricité Renouvelables	2020 - 2023	0.0	0.0	2.0	4.3
	2024 - 2028	0.0	0.0	3.0	8.0
CSPE	2020 - 2023	2.0	1.3	2.0	1.3
	2024 - 2028	4.3	2.9	4.3	2.9
TOTAL	Court terme (2020-2023)	6.4	5.2	15.6	17.5
	Moyen terme (2024-2028)	15.7	13.5	33.6	39.2

Source : ADEME ThreeME 2020

Le modèle ThreeME⁷

Développé par l'ADEME et l'OFCE depuis 2008, ThreeME (Modèle Macroéconomique Multisectoriel d'Evaluation des politiques Energétiques et Environnementales) est un modèle macroéconomique en équilibre général d'inspiration néo keynésienne. Il a les mêmes propriétés prédictives que le modèle Mésange utilisé par la Direction générale du Trésor (voir figure 9), à cela près qu'il est multisectoriel.

ThreeME est un modèle Néo Keynésien. Les prix n'équilibrent pas instantanément l'offre et la demande de biens et services. Les entreprises les fixent en appliquant une marge sur leurs coûts unitaires de production (théorie du Mark up). Ainsi, il peut exister un décalage entre le niveau de production désiré par les entreprises et la demande qui leur est adressée. Pour éviter les invendus, les entreprises ajustent leur production en fonction de la consommation.

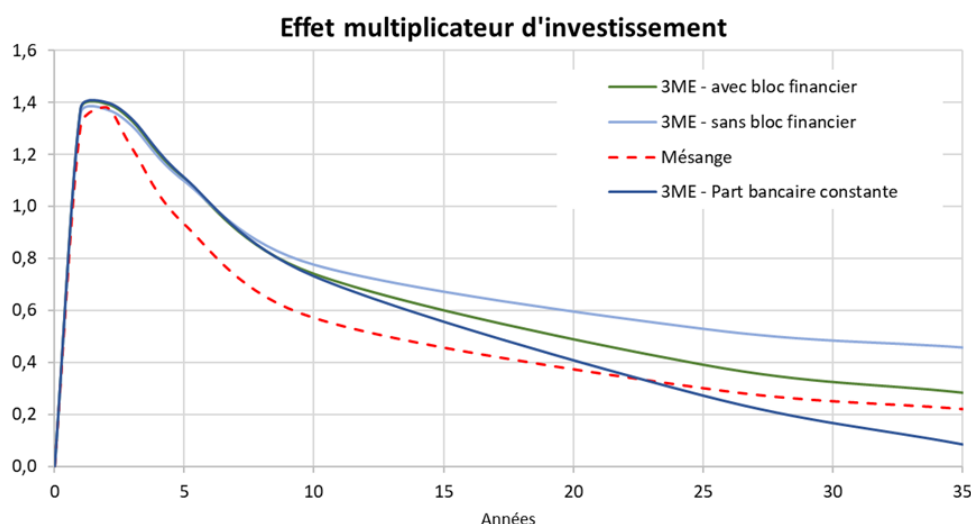
Les salaires n'évoluent pas de manière à assurer l'égalité entre l'offre et la demande de travail. Ils varient en fonction de l'inflation et du taux de chômage (théorie de la wage setting). Il est ainsi possible de modéliser l'existence d'un chômage involontaire. Un équilibre de sous-emploi est donc durablement possible.

Les investissements ne sont pas seulement financés par l'épargne mais aussi par du crédit bancaire, c'est-à-dire de la création monétaire, si bien que pour un stock d'épargne donné, la hausse des investissements dans un secteur ne se fait pas automatiquement au détriment des autres. Si la rentabilité des investissements augmente, (suite à une hausse de la consommation et ou à une baisse des taux d'intérêts fixés par la banque centrale, par exemple), l'offre de crédit s'accroît et le stock de capital augmente, si bien qu'à long terme, le niveau de la production peut durablement s'élever.

Ce type de modèle révèle l'existence d'un effet multiplicateur de l'investissement : une hausse de l'investissement entraîne une hausse de la production, une augmentation de l'emploi et donc de la consommation qui rétroagit positivement sur la production et l'investissement. Un tel phénomène est naturellement impossible dans un modèle qui postule que l'économie est à l'équilibre de plein emploi et qu'il existe un effet d'éviction total entre investissements.

Ainsi une hausse de l'investissement public correspondant à un point de PIB, entraîne une hausse de la production de 1,4 point de PIB en moyenne à court terme (voir figure 9). On dit que le multiplicateur est égal à 1,4.

Figure 9 - Effets d'une hausse de l'investissement public d'un point de PIB sur la croissance en %



Source : ADEME ThreeME 2020

⁷ La description complète du modèle, disponible en open source, est accessible ici : <https://www.threeme.org/>

ThreeME est un modèle multisectoriel : il permet donc d'apprécier les effets économiques d'un transfert d'activité d'un secteur à l'autre, du rail vers la route par exemple. Or comme les secteurs n'ont pas tous la même propension à importer, ni la même intensité en emploi, un transfert d'activité n'est pas neutre sur la croissance. Ainsi l'essor des énergies renouvelables produites sur place, au détriment de la consommation des énergies fossiles qui sont importées permet à la fois d'améliorer la balance commerciale, d'accroître l'emploi et la consommation, ce qui mécaniquement augmente le PIB⁸, à moins que la hausse du coût de l'énergie qui en découle ne lamine la compétitivité de l'industrie... L'évolution des prix relatifs des diverses sources d'énergie est donc déterminant.

ThreeME est un modèle hybride : l'énergie n'est pas désirée pour elle-même. C'est un bien complémentaire dont la demande dépend de l'évolution du parc immobilier et automobile ainsi que de la substitution entre capital et énergie dans l'industrie.

Les agents maximisent leur utilité en fonction des prix relatifs. Les ménages font des arbitrages sur l'isolation de leur logement, leur mode de chauffage, sur le choix de la puissance et du type de motorisation de leur véhicule. Par exemple, Ils réalisent des travaux d'isolation, si l'opération est rentable et si son temps de retour est attractif. Les entreprises peuvent substituer du capital à l'énergie et modifier leur mix de leur approvisionnement énergétique (en substituant du gaz au pétrole par exemple) si elles en tirent un surcroît de profit. La hausse du prix des combustibles fossiles les conduira ainsi à augmenter leurs investissements d'efficacité énergétique.

La possibilité d'un double dividende écologique et économique

1. Impact du plan de relance en termes de consommation d'énergie et d'empreinte carbone

Après l'introduction des mesures listées ci-dessus, la consommation finale d'énergie en France, par secteur et par usage (hors industrie et agriculture) évolue approximativement conformément aux objectifs de la SNBC 2 (cf. Tableau 2). Ces résultats accréditent les estimations de besoin de financement d'I4CE.

⁸ Le Produit intérieur brut est égal à la somme de la consommation, de l'investissement et de la balance commerciale.

Tableau 2 - Consommations finales d'énergie par secteur et combustible, en Mtep (*)

2020	coal	fuel and biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
Transport	0	42	1	0	43
Personal vehicles	0	24	0	0	24
Public and freight transport	0	19	1	0	20
Residential	0	6	13	12	31
Service	0	4	13	8	25
Industry and agriculture	4	19	12	13	49
Agriculture	0	2	0	0	3
Total Final Mtep	5	71	39	34	148

	coal	fuel and biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
	0	41	1.3	0	43
	0	22	0	0	22
	0	19	1	0	21
	0	6	13	14	32
	0	2	13	8	23
	3	17	11	15	46
	0	3	1	0	4
	3	66	38	37	144
	0.0	0.0	0.0	0	

2025	coal	fuel and biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
Transport	0	40	2	0	42
Personal vehicles	0	22	0	0	22
Public and freight transport	0	18	2	0	20
Residential	0	5	12	10	27
Service	0	3	10	5	18
Industry and agriculture	4	19	12	13	49
Agriculture	0	2	0	0	3
Total Final Mtep	5	67	36	28	136

	coal	fuel and biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
0	37	2.1	0	39	
0	20	1	0	21	
0	17	1	0	19	
0	4	13	13	29	
0	1	12	8	21	
3	14	11	15	43	
0	3	1	0	4	
3	56	38	36.0	132	
0.0	0.0	0.0	0		

2030	coal	fuel and biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
Transport	0	39	2	0	41
Personal vehicles	0	20	0	0	21
Public and freight transport	0	19	2	0	20
Residential	0	4	11	8	23
Service	0	2	9	4	15
Industry and agriculture	5	19	13	13	50
Agriculture	0	2	0	0	3
Total Final Mtep	5	64	34	25	128

	fuel and coal	biofuel	elec	gas biogas biomass	Total
0	31		3.2	1	35
0	16		1	0	18
0	15		1.7	1	17
0	2		12	13	27
0	1		12	7	19
2	12		11	14	39
0	2		1	0	4
2	45		37	35.0	120

Source : ADEME ThreeME 2020

(*) hors bois domestiques, consommations non énergétiques incluses. Les sorties du modèle ThreeME sont répertoriées dans le tableau bleu. Le tableau orange indique les cibles de consommation énergétiques par combustible et par usage de la SNBC 2.

Vu les dépenses engagées dans la rénovation énergétique, la consommation d'énergie dans le résidentiel-tertiaire en 2030 serait inférieure aux objectifs de la SNBC de 4 Mtep. En revanche, la consommation d'énergie dans les transports serait supérieure de 6 Mtep aux objectifs en 2030.

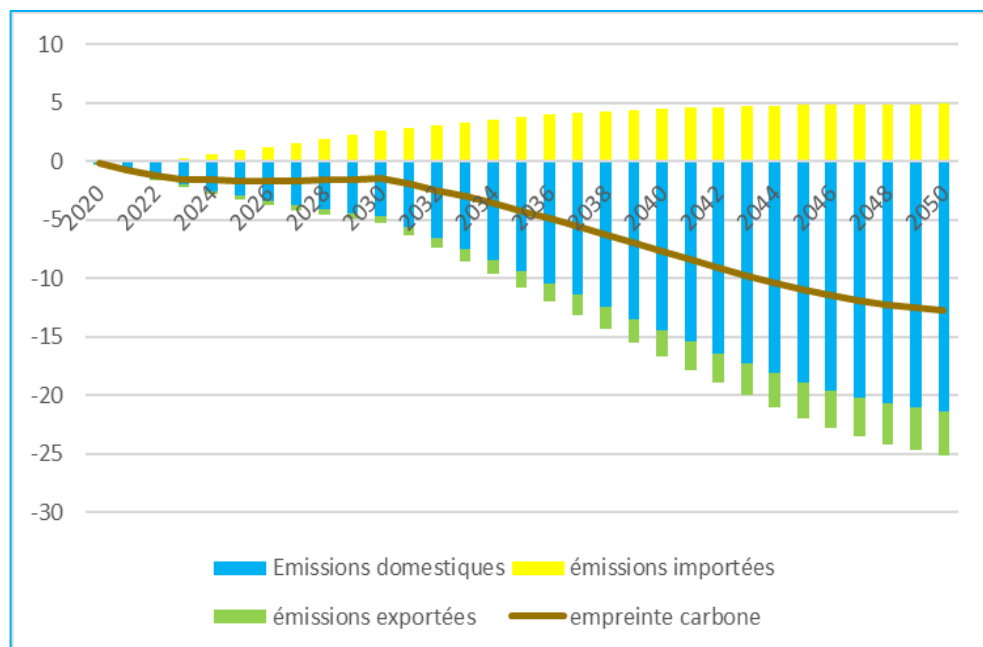
L'empreinte carbone de la France⁹, qui évalue le contenu en CO2 (et exclusivement en CO2 dans le cas présent) des biens consommés sur le territoire, importations comprises, hors export, diminue en écart relatif au scénario sans relance (cf. Figure 10). Cela signifie que la baisse des émissions domestiques n'est pas compensée par une augmentation de nos importations. L'inflexion est d'abord modeste, du fait d'une recrudescence de l'importation des biens d'équipement et des biens de consommation manufacturés, liée à la hausse de l'activité et du pouvoir d'achat. L'écart relatif s'accroît ensuite progressivement. A partir de 2030, l'écart de PIB entre les scénarios avec et sans relance, se stabilise. Le contenu carbone des émissions importées n'augmente plus par rapport au tendanciel, tandis que les émissions domestiques continuent à se résorber sous l'effet de la poursuite des investissements d'efficacité énergétique et de l'évolution du mix.

Dans un scénario sans relance, l'empreinte carbone de la France pourrait croître de 120MtCO2 en 20 ans. Le plan de relance ainsi conçu permettrait de réduire cette augmentation à 70 MtCO2. L'empreinte

⁹ L'empreinte carbone de la France est égale aux émissions domestiques moins le contenu carbone des biens exportés plus le contenu carbone des biens importés. Le contenu carbone des produits étrangers est estimé sur la base des consommations intermédiaires de combustibles fossiles des producteurs et du contenu carbone de leurs consommations intermédiaires. Il a été estimé par l'OFCE via un calcul matriciel établi à partir des tables entrées sorties internationales de la base Exiobase, pour l'année 2015.

carbone continuerait donc d'augmenter légèrement, malgré la relance, si les émissions domestiques dans l'industrie et l'agriculture ne baissent pas et si le reste du monde ne réduit pas le contenu carbone des biens manufacturés qu'il produit.

Figure 10 - Empreinte carbone en MtCO₂, écart au scénario sans relance (en %)



Source : ADEME ThreeME 2020

2. Impact du plan de relance en termes macroéconomiques

Les résultats obtenus sont exprimés en différence entre un scénario de relance bas-carbone, permettant d'atteindre nos objectifs d'émissions de GES à l'horizon 2030 et un scénario au fil de l'eau, ou tendanciel. La différence entre les deux scénarios provient donc uniquement du jeu de mesures simulé : on raisonne ainsi « toutes choses égales par ailleurs ». Une telle hypothèse, simplificatrice, suppose qu'un évènement non intégré dans le modèle produirait des effets identiques pour chacun des deux scénarios, s'il était intégré : la différence entre les deux resterait ainsi inchangée. Les effets de la crise que nous connaissons actuellement ne sont pas modélisés, ce qui représente une hypothèse recevable si les capacités de production ne sont pas durablement détruites et/ou à l'arrêt. Cette hypothèse paraît incontournable en l'état actuel des connaissances.

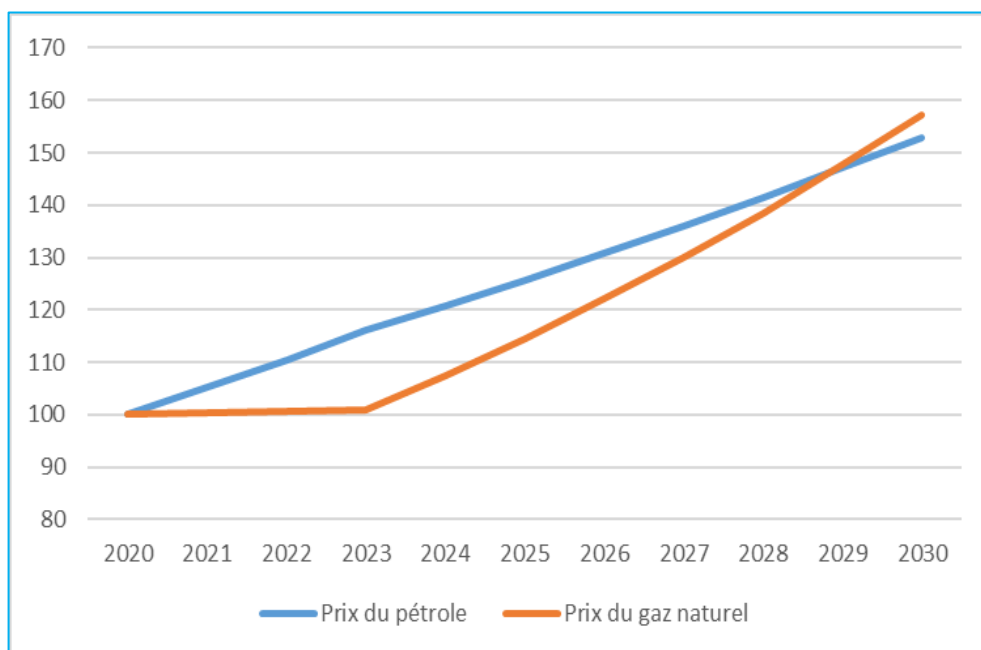
Principales hypothèses du scénario tendanciel :

Le taux de croissance tendanciel est de 1.5% il correspond à la somme de la croissance démographique (0.4%) et des gains de productivité du travail (+1.1% chaque année en moyenne).

La taxe carbone est supposée figée à son taux actuel (44,6€/tCO₂).

L'évolution du prix des énergies fossiles importées correspond aux prévisions du scénario « ENR haut » de l'Agence Internationale de l'Energie.

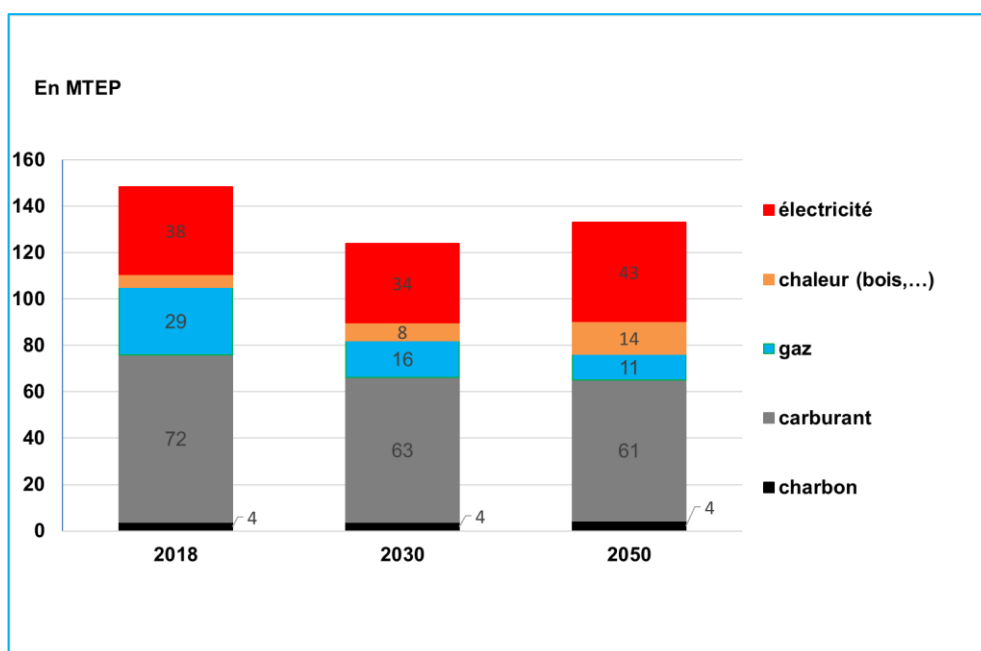
Figure 11 – Evolution de l'indice du prix des combustibles fossiles (base 100 en 2020)



Source : AIE, scénario ENR haut, 2018.

Le mix énergétique du scénario tendanciel évolue conformément aux cibles de la SNBC 1 :

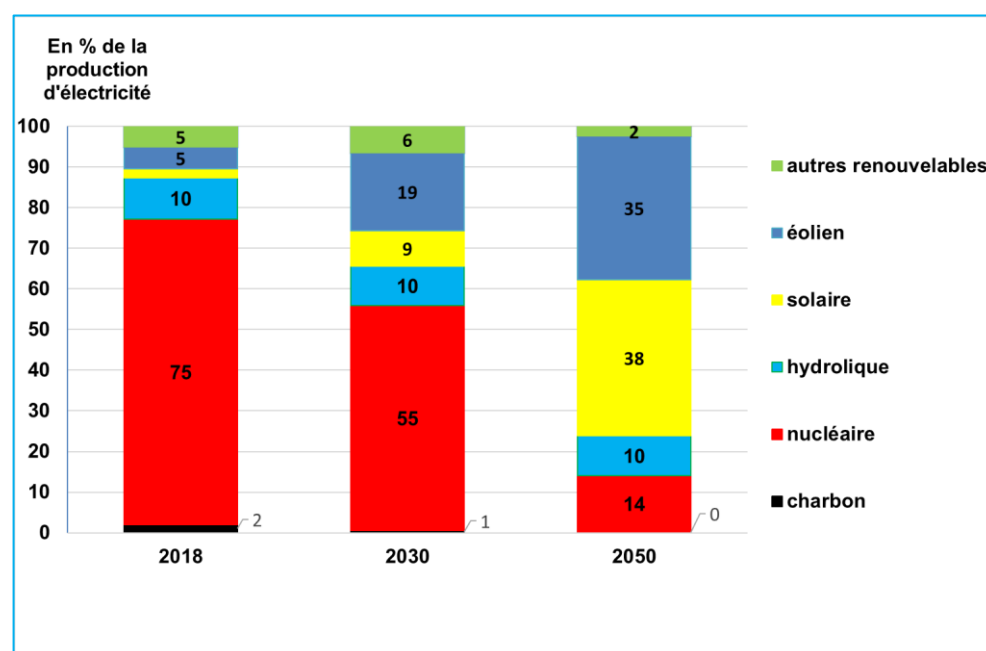
Figure 12 - Evolution du mix énergétique dans le scénario tendanciel



Source : ADEME ThreeME 2020

Le mix électrique évolue également conformément aux cibles de la SNBC 1 :

Figure 13 – Evolution du mix électrique dans le scénario tendanciel

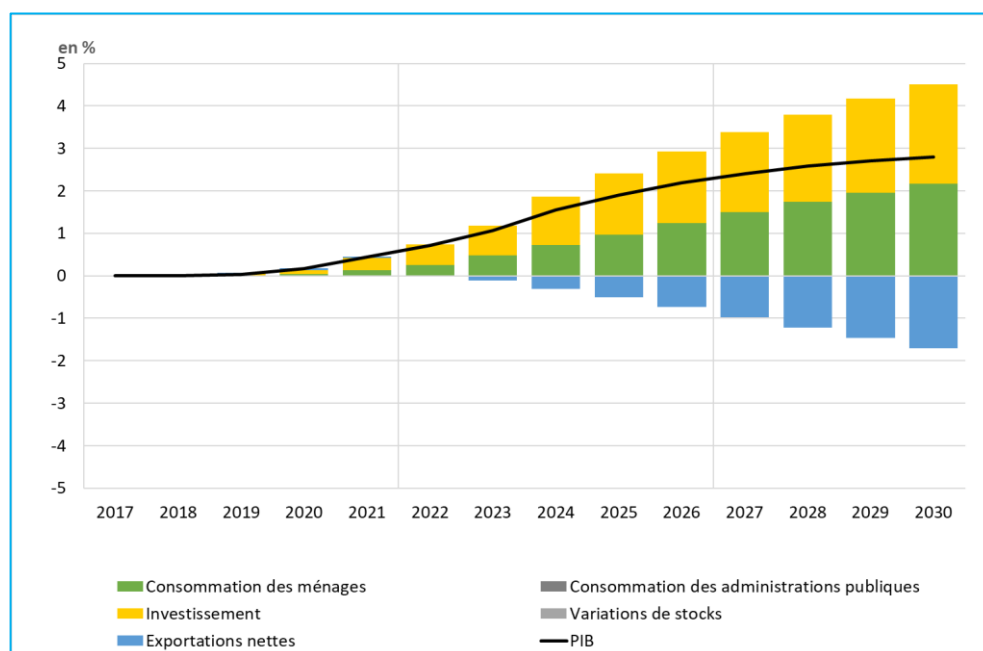


Source : ADEME ThreeME 2020

Le scénario tendanciel suppose, comme le scénario de relance, que la structure productive du reste du monde est inchangée (année de base 2015).

Selon les estimations effectuées avec le modèle ThreeME, les mesures du plan de relance auraient un effet graduel positif sur le PIB de +1.9 % en 2025 et +2.8 % en 2030 (Figure 14, Tableau 3) par rapport au scénario tendanciel. Le premier moteur de cette croissance « intérieure » serait l'investissement (+1,4 pt de contribution à l'écart de PIB en 2025, puis +2,4 pts en 2030) avec un effet d'entraînement sur la consommation (+1 pt de contribution à l'écart de PIB en 2025, puis +2.2 pts en 2030). Parallèlement, les échanges extérieurs atténueraient les gains de PIB (-0,5 pt puis -1.7 pt de PIB en 2025 et 2030) en raison d'une fuite par les importations et une dégradation de la compétitivité externe.

Figure 94- Effets du plan de relance bas carbone sur le PIB



Source : ADEME ThreeME 2020

Lecture : le graphique se lit en écart entre les deux scénarios : en 2030, le PIB, dans le scénario de relance bas carbone, est supérieur de 2.8% au PIB dans le scénario de référence. Il ne s'agit donc pas de l'écart des taux de croissance annuels, mais de leur cumul sur toute la période.

Tableau 3 - Effets macroéconomiques du plan de relance bas carbone

Ecart relatif AMS/AME en %	2020	2025	2030
PIB	0.2	1.9	2.8
VA du secteur marchand	0.2	2.3	3.2
Consommation des ménages	0.1	1.8	3.9
<i>dont consommation automobile</i>	-3.5	-0.6	6.8
Consommation des administrations publiques	0.0	0.0	0.0
Investissement	0.5	7.0	11.6
<i>dont entreprises</i>	0.2	5.6	11.0
<i>ménages</i>	0.4	7.4	8.6
<i>investissement public</i>	1.8	11.1	18.2
Exportations	0.0	-0.5	-2.2
Importations	-0.1	1.1	3.4
Revenu disponible réel des ménages en %	0.1	1.9	3.7
Revenu disponible réel des ménages en Mds€2015	2	31	63
Revenu disponible réel par tête	0.0	0.3	1.0
Taux d'épargne	0.0	-0.1	-0.4
Prix à la consommation des ménages	-0.1	0.6	2.8
Prix à la production marchande	0.0	0.9	3.7
Prix des exportations	0.0	0.7	2.8
Prix des importations	0.0	-0.2	-0.5
Salaire net réel (hors cotisations employeurs et employés, unitaire)	0.1	0.5	2.3
Coût réel du travail (yc. Cotisations employeurs et employés, unitaire)	0.0	-0.2	0.4
Emploi en %	0.1	1.6	2.6
Emploi en millier	25	400	678
Taux de chômage (en point)	-0.1	-1.1	-1.8
Balance commerciale (X-M)	0.1	-0.2	-0.5
Facture énergétique (M-X)	0.0	-0.3	-0.5
Solde public primaire	-0.1	0.2	0.5
Solde public	-0.1	0.2	0.4
Dettes publiques	0.0	-2.4	-6.7

Source : ADEME ThreeME 2020

Tableau 4 - Décomposition de Kaya

	Population (en milliers)	PIB par tête (en milliers €2015)	Intensité énergétique du PIB (en tep par M€2015)	Contenu en CO2 de l'énergie (en tonne de CO2/tep)	Emissions de CO2 en Mt
2020	67506	35.8	101.9	1.35	332.3
2021	67777	36.3	98.7	1.33	322.7
2022	68049	36.8	95.5	1.31	314.1
2023	68321	37.2	92.4	1.30	306.6
2024	68595	37.7	89.2	1.30	300.2
2025	68870	38.2	86.2	1.30	294.1
2026	69146	38.7	83.3	1.30	288.9
2027	69423	39.2	80.6	1.30	284.0
2028	69701	39.7	78.0	1.30	279.2
2029	69980	40.2	75.6	1.29	274.8
2030	70261	40.7	73.4	1.29	270.6

Source : ADEME ThreeME 2020

La lutte contre le changement climatique nous procurerait l'équivalent d'un gain d'une « bonne » année de croissance supplémentaire sur 5 ans. La décroissance de nos émissions territoriales n'implique donc pas une décroissance du PIB.

Une relance par un effet multiplicateur des investissements

Les investissements augmenteraient de 11,6% par rapport à leur niveau de référence en 2030. On peut constater que l'effet d'éviction des investissements d'efficacité énergétique sur les autres est très faible :

- D'une part parce que l'on suppose que ces investissements sont essentiellement financés au moyen de crédits bancaires, c'est-à-dire grâce à de la création monétaire et non pas seulement au moyen de l'épargne disponible.
- Ensuite, la plupart de ces investissements sont rentables. La somme cumulée des économies d'énergie compense leur coût initial, charge d'intérêts incluse¹⁰ (même si les TRI sont inférieurs à la moyenne des investissements, leur VAN est positive). Il y a création de valeur.
- Enfin, l'efficacité énergétique entraîne une diminution des importations de combustibles fossiles.

La hausse des investissements et la baisse des importations dopent la demande domestique et donc le PIB. Par conséquent, la production et l'emploi augmentent. Le chômage diminue et les salaires réels s'élèvent. La consommation s'accroît, ce qui en retour provoque une nouvelle hausse de l'activité économique. Parallèlement, le supplément de consommation débouche sur une hausse de l'inflation qui pénalise la compétitivité extérieure de la France. Cela limite la croissance.

Une baisse des dépenses énergétiques

Le revenu disponible des ménages, après paiement de la facture énergétique, des annuités d'emprunt et de la part cash des investissements d'efficacité énergétique, augmente (figure n°15). Cela signifie qu'après avoir payé leur facture énergétique et les dépenses liées aux économies d'énergies, le reste à vivre des ménages dans le scénario de relance bas carbone est supérieur à ce qu'il aurait été dans le scénario de référence. Ceci s'explique pour deux raisons. D'abord, les investissements d'économie d'énergie dans le bâtiment et les transports s'avèrent rentables à long terme : la somme cumulée des économies d'énergie est supérieure au montant des investissements et de leur charge financière, net des aides publiques. Ensuite, le regain d'activité économique provoque à la fois une baisse du chômage et une augmentation des salaires réels, si bien que la masse salariale augmente, et donc le pouvoir d'achat des ménages.

¹⁰ La Valeur Actuelle Nette (VAN) est égale à la somme actualisée des gains moins le coût initial de l'investissement.

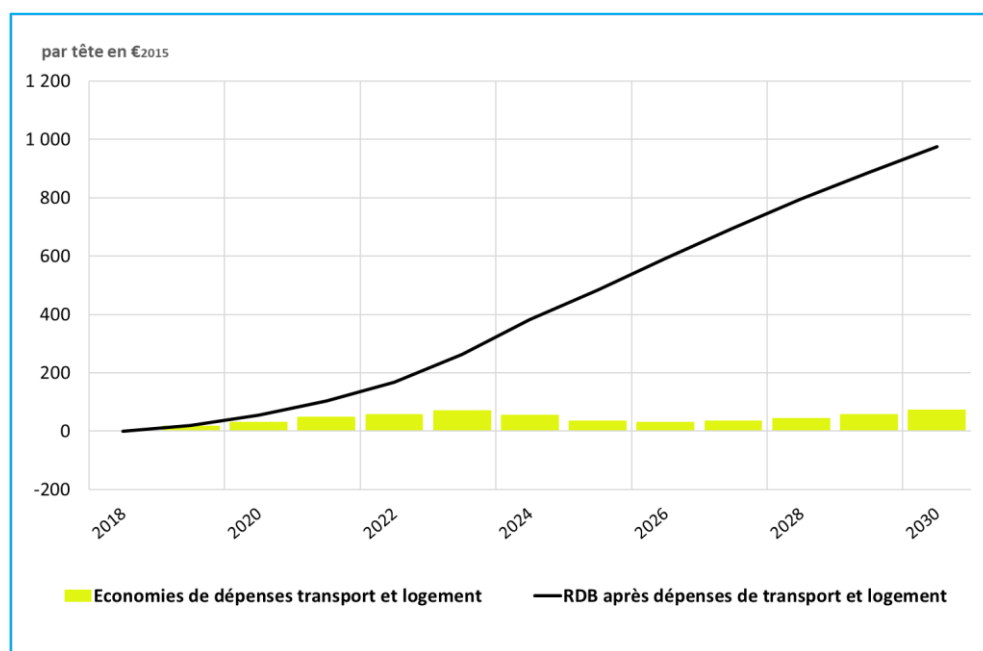
$$VAN = \sum \frac{gains_t}{(1+R)^t} - Inv$$

Le taux d'actualisation R correspond à la moyenne pondérée du taux des emprunts et du taux de rémunération des fonds propres exigé par les actionnaires.

Un investissement est supposé rentable lorsque la valeur actualisée nette est supérieure ou égale à zéro. Cela signifie que les gains, nets de la rémunération du capital, excède le montant initial de l'investissement.

Le taux de rentabilité interne TRI est le taux d'actualisation qui permet d'annuler la VAN. Si le TRI est supérieur à la rémunération du capital exigée par les créanciers et les actionnaires R , alors l'investissement est rentable.

Figure 15 - Revenu disponible des ménages (RDB) après paiement de la facture énergétique et du coût des investissements d'efficacité énergétique



Source : ADEME ThreeME 2020

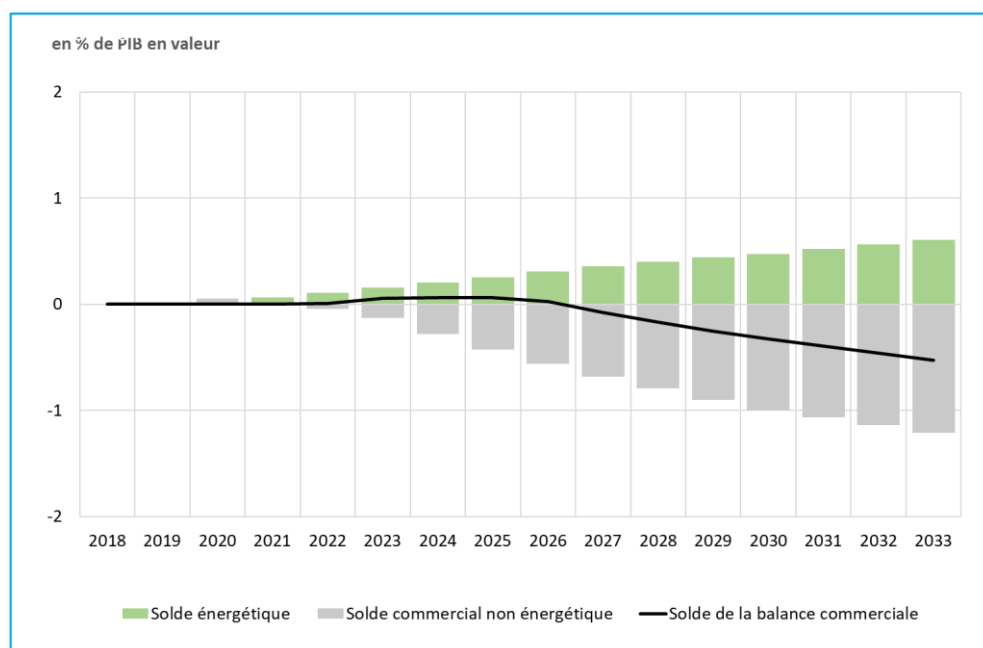
La balance commerciale serait affectée en volume, mais peu en valeur

Parallèlement, la compétitivité-coût des entreprises serait grevée par trois facteurs. L'augmentation de la demande de biens et services liée à la l'augmentation de l'activité économique incite les entreprises à augmenter leurs prix. En parallèle, la réduction du chômage favorise une augmentation relative des salaires réels, dont le coût est répercuté par les entreprises sur les prix de vente. Les prix à la consommation seraient ainsi supérieurs de 0,6 % par rapport à leur niveau dans le scénario de référence en 2025 et 2,8% en 2030.

Au final, le prix des exportations augmenterait de 0,7 % en 2025 (2,8% en 2030) par rapport au scénario de référence, et entraînerait des pertes de parts de marchés qui feraient chuter les exportations de - 0,5% en 2025 (-2.2% en 2030). En parallèle, l'augmentation de la consommation s'accompagnerait d'un regain d'importations. Au bout du compte, le commerce extérieur contribuerait négativement à l'écart de PIB à hauteur de -0,5 pt en 2025 (-1,7 pt en 2030) mais sans compromettre la relance.

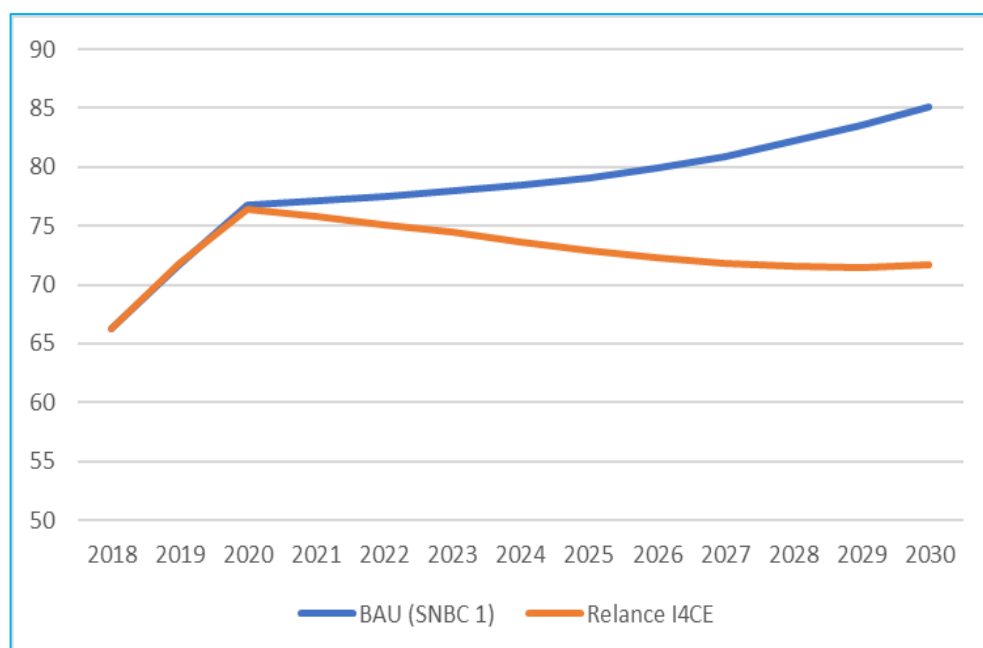
La dégradation de la compétitivité externe de l'économie française est pessimiste dans cet exercice, car il a été supposé que le reste de l'union européenne et du monde ne mettrait pas en place de politique de relance. Il est donc fort probable que la distorsion de prix relatifs estimée soit exagérée. Quoiqu'il en soit, la balance des échanges extérieurs en valeur ne serait presque pas affectée (figure n°16). Les pertes de compétitivité en volume seraient en partie compensées par la réduction des importations de combustibles fossiles (dont les prix devraient croître plus rapidement que les autres) d'une part, et la hausse du prix des exports, d'autre part. Il y a donc une amélioration globale des termes de l'échange, car on importe moins ce qui est plus cher. On exporte moins de biens mais à un prix plus élevé. *In fine*, le déficit de la balance commerciale en valeur se dégraderait de seulement de 0.2 pt de PIB par rapport au scénario de référence en 2025.

Figure 16 - Impact de la SNBC sur la balance commerciale en valeur



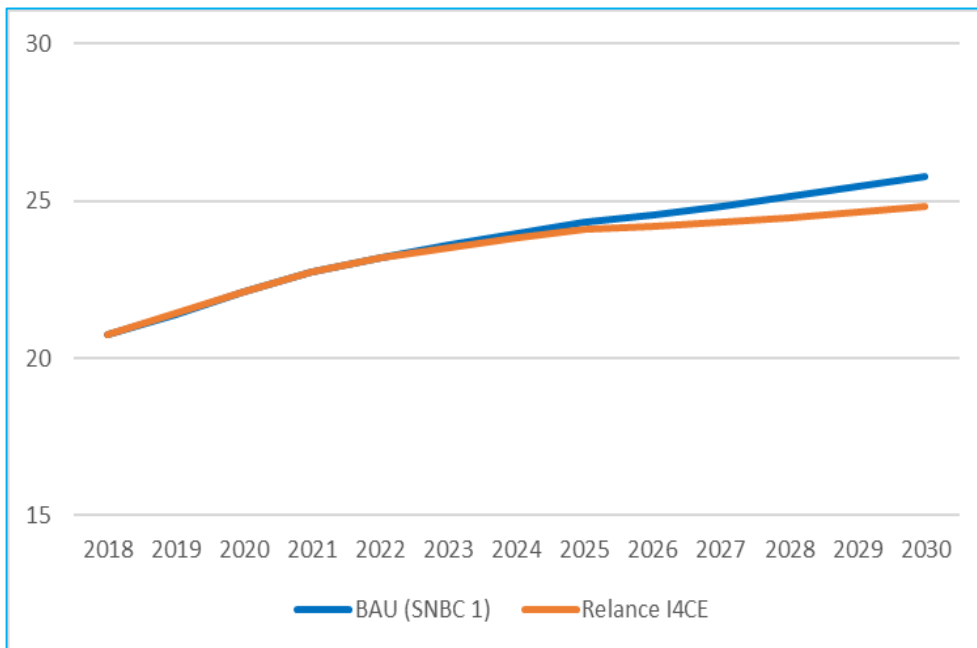
Source : ADEME ThreeME 2020

Figure 17 - Importations énergétiques (en Mds 2018€)



Source : ADEME ThreeME 2020

Figure 18 - Exportations énergétiques (en Mds 2018€)



Source : ADEME ThreeME 2020

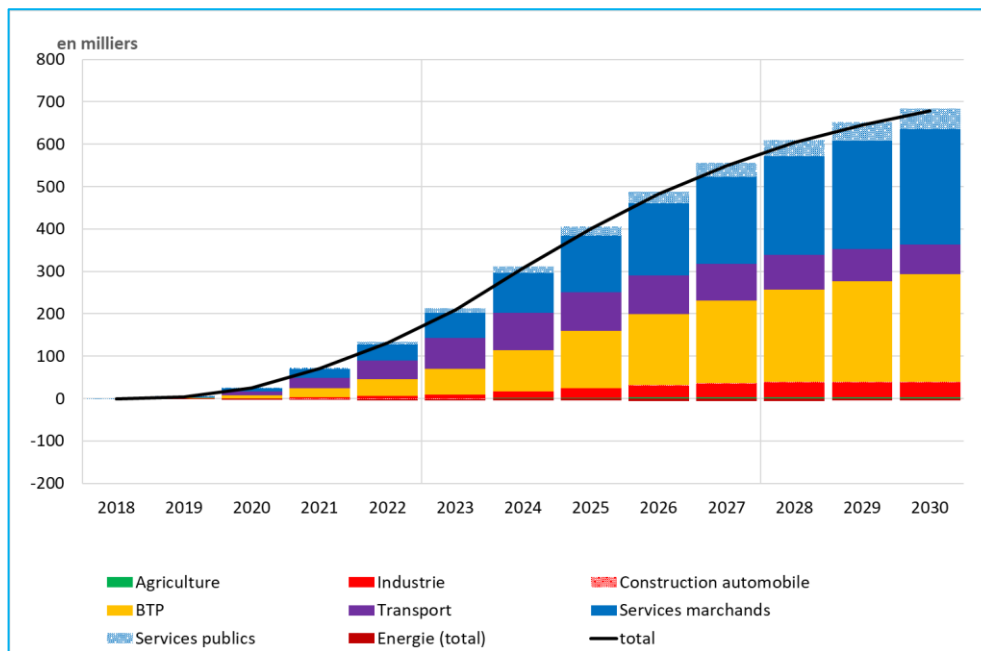
Des effets positifs sur l'emploi

L'accroissement de la production permettrait de créer et ou sauvegarder près de 400 000 emplois à l'horizon 2025 et 680 000 en 2030 par rapport au scénario tendanciel (Figure 19). Cette hausse de l'emploi correspond à une hausse du taux d'emploi de la population active de 2,6 % par rapport à la tendance.

Le secteur de la construction serait celui qui créerait le plus d'emplois (+ 135 000 emplois en 2025, soit 34 % du total des créations) grâce aux investissements d'efficacité énergétique dans le bâtiment. Le secteur tertiaire bénéficierait des effets d'entraînement et créerait 134 000 postes supplémentaires en 2025. L'industrie hors énergie créerait ou sauvegarderait 22 000 emplois. La relance serait neutre sur le secteur automobile (stabilité des emplois en 2025, 1 000 emplois créés en 2030 sous réserve que la fabrication des batteries électriques soit réalisée sur le territoire national).

Ces créations dépassent de loin les pertes d'emplois dans le secteur de l'énergie (-5 000 emplois en 2025).

Figure 19 - Gains nets d'emplois par secteur



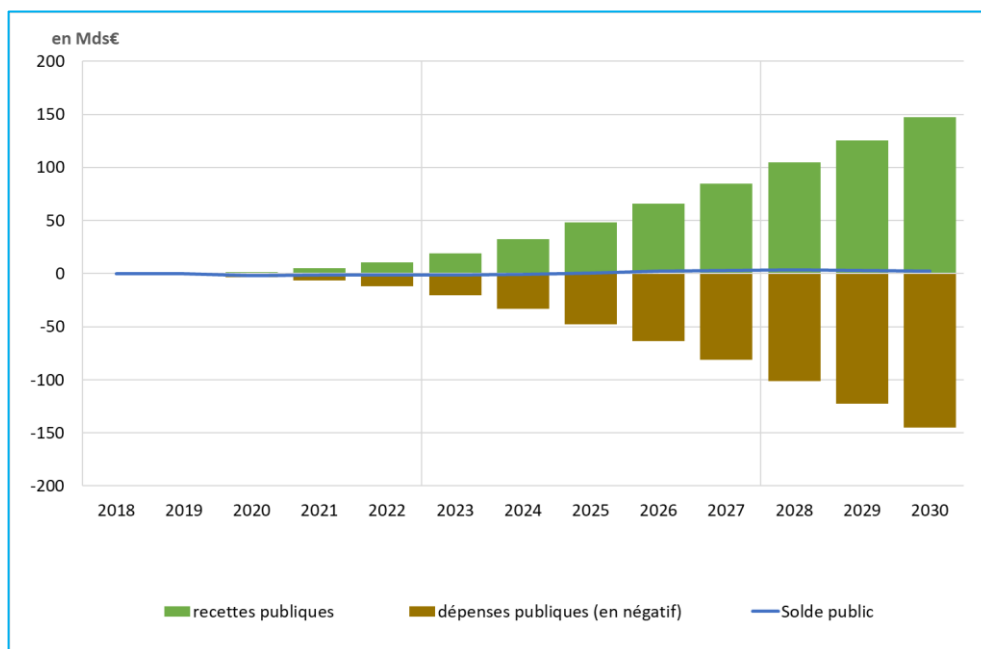
Source : ADEME ThreeME 2020

Une amélioration des finances publiques

L'augmentation des dépenses publiques liée à la relance (augmentation du montant des subventions versées, coût de l'isolation des bâtiments publics) est compensée par la croissance des recettes publiques liée au regain d'activité (figure n°20). En effet, les recettes de TVA, d'IR et d'IS augmenteraient de 44 Mds€₂₀₁₅ en 2025 par rapport au tendanciel. Cela permettrait une réduction progressive du déficit public, jusqu'à - 0,2 pt de PIB en valeur par rapport à AME en 2025.

Cela permettrait de réduire progressivement le ratio de dette publique de 2.4 points de PIB en 2025 et de 6.7 points de PIB en 2030 par rapport au scénario de référence.

Figure 20- Effets de la relance bas carbone sur le solde public



Source : ADEME ThreeME 2020

En définitive, une relance dans la transition énergétique devrait permettre à la France d'accroître son PIB, de réduire le chômage, d'augmenter le pouvoir d'achat des ménages, de réduire les déficits publics et le niveau de sa dette publique sans aggraver notablement le déficit de sa balance commerciale. Ces travaux attestent de la possibilité de découpler PIB et émissions territoriales de gaz à effet de serre.

Bibliographie

- Malliet P., Haalebos R., Nicolas E., (2019) "La fiscalité carbone aux frontières et ses effets redistributifs", Rapport de l'ADEME, OFCE, Beyond Ratings
- Aldy J., Ley E., Parry I. (2010), « What is the role of carbon taxes in climate change mitigation », *PREMnotes, The World Bank*
- Armington P. (1969), « A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production », International Monetary Fund Staff Papers, XVI
- Bass F. (1969), « A new product growth model for consumer durables », *Management Science*, vol. 15, no 5, p215–227
- Callonnec G., Cals G., Nauleau M-L., Saussay A., Reynes F., Landa G., Malliet P, (2016) « Un mix électrique 100 % renouvelable ? Analyse et optimisations », *Ademe, OFCE*
- Callonnec G., Landa G., Malliet P., Reynes F., Yeddir-Tamsamani Y. (2013), « A full description of the ThreeME model : Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy », *Ademe, OFCE*
- Callonnec G., Landa G., Malliet P., Saussay A., Reynès F. (2016), « Les propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME : Un cahier de variantes », *OFCE, Sciences-po*
- Callonnec G., Combaud M. (2019), « Les effets macroéconomiques et environnementaux de la fiscalité carbone » Ademe, DG Trésor, *Rapport particulier du Conseil des Prélèvements Obligatoires*.
- Callonnec G., Baiz G. (2016), « SNBC : Une évaluation macroéconomique », Théma, CGDD, Ademe
- Callonnec G., Cancé R. (A paraître), « Evaluation de l'action pour le climat avec le modèle ThreeME », Théma CGDD-Ademe
- Ceci-Renaud N., Guillot L., Thao Khamsing W. (2016), « Simuler l'impact social de la fiscalité énergétique : le modèle Prometheus », Etudes et documents, Commissariat général au développement durable
- Dufernez A-S., Elezaar C., Leblanc P., Masson E., Partouche H., Bardaji J., Campagne B., Khder M-B., Lafféter Q., Simon O. (2017), « Le modèle macroéconomique Mésange : réestimation et nouveautés », Cahiers, Documents de travail de la DG Trésor
- Holmstrom B., Tirole J., « Financial Intermediation, Loanable Funds, and the Real Sector », *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 112, No. 3. (Aug., 1997), pp. 663-691
- Reynès F. (2006), « La formation des salaires et le concept de taux de chômage d'équilibre : une tentative de réconciliation des courbes Wage Setting et de Phillips », *Science Po publications*
- Phillips W, (1958), « The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom », *Economica*
- Quinet A. et al. (2019), "La valeur de l'action pour le climat : une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques », *France Stratégie*
- « La stratégie nationale bas-carbone (SNBC) », (2018), *Ministère de la transition écologique et solidaire*
- « Projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone » : la transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone », (2018), *Ministère de la transition écologique et solidaire*
- « Évaluation Environnementale Stratégique de la Stratégie Nationale Bas-Carbone » (2018), Rapport d'évaluation environnementale stratégique (2018), Ministère de la transition écologique et solidaire
- « Klimapfade für Deutschland » (Les trajectoires climats pour l'Allemagne), (2018), *Bundesverband der deutschen Industrie (BDI), BCG(Boston) – Prognos (Bâle)*

« Une planète propre pour tous, une vision européenne stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat », (2018), *Commission Européenne*