

HORIZONS

# TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT  
AGIR POUR LE CLIMAT

Feuilleton

## Les effets macroéconomiques



**Ce document est édité par l'ADEME**

**ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Retrouvez les scénarios ADEME en ligne sur [www.transitions2050.ademe.fr](http://www.transitions2050.ademe.fr)

**Crédits photo:** Shutterstock

**Conception éditoriale et graphique:** bearideas

**Rédaction:** Gaël Callonnec, Hervé Gouédard, Patrick Jolivet

**Brochure réf. 011796**

**ISBN:** 979-10-297-1955-4

**Dépôt légal:** © ADEME Éditions, mars 2022

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L. 122-10 à L. 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

# Rappel des conclusions des premiers travaux

Ce feuilletton s'inscrit dans le travail de prospective énergie ressources « **Transition(s) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat** » présenté le 30 novembre 2021 qui comprend les travaux initiaux et 14 feuillets dont la publication s'étend de janvier à mai 2022. L'ensemble des documents publiés est disponible sur [www.transitions2050.ademe.fr](http://www.transitions2050.ademe.fr).

Pour rappel, « Transition(s) 2050 » est un travail prospectif qui dessine quatre chemins « types » cohérents et contrastés pour conduire la France vers la neutralité carbone tout en intégrant une large palette d'enjeux environnementaux, tels que les différents usages de la biomasse, l'eau d'irrigation, la qualité de l'air, la gestion des déchets, la quantité de matériaux pour la rénovation ou construction, souvent peu représentés dans les travaux prospectifs. Ces scénarios ont pour ambition d'éclairer les débats pour accélérer les prises de décisions, en particulier celles sur la prochaine Stratégie française énergie-climat.

Les quatre scénarios aboutissent tous à la neutralité carbone mais avec des voies différentes. Avant tout, ils ont pour objectif de faire prendre conscience à

tout un chacun, quel que soit son niveau de responsabilité et d'implication dans la construction de ce cheminement, de la nature des transformations et des choix à faire.

Ils sont le résultat de plus de 2 ans de travaux mobilisant plus d'une centaine d'experts de l'ADEME ainsi que des partenaires extérieurs de différents milieux professionnels et académiques, mais également un comité scientifique, constitué de membres du conseil scientifique de l'Agence et complété de personnalités qualifiées.

Pour chaque scénario, l'ADEME a construit un récit cohérent, décliné dans chaque secteur technique, économique et social, au travers de variables structurantes. La description des scénarios couvre les secteurs du bâtiment, de la mobilité des voyageurs et du transport de marchandises, de l'alimentation, de l'agriculture, des forêts, de l'industrie, des déchets et des services énergétiques (fossiles, biocarburants, gaz, hydrogène, chaleur/froid et électricité). Les quatre scénarios et les mots clefs qui les caractérisent sont les suivants :

 <b>S1 GÉNÉRATION FRUGALE</b>	 <b>S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES</b>	 <b>S3 TECHNOLOGIES VERTES</b>	 <b>S4 PARI RÉPARATEUR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frugalité contrainte</li> <li>• Villes moyennes et zones rurales</li> <li>• Low-tech</li> <li>• Rénovation massive</li> <li>• Nouveaux indicateurs de prospérité</li> <li>• Localisme</li> <li>• Moins de viande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modes de vie soutenables</li> <li>• Économie du partage</li> <li>• Gouvernance ouverte</li> <li>• Mobilité maîtrisée</li> <li>• Fiscalité environnementale</li> <li>• Coopérations entre territoires</li> <li>• Réindustrialisation ciblée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologies de décarbonation</li> <li>• Biomasse exploitée</li> <li>• Hydrogène</li> <li>• Consumérisme vert</li> <li>• Régulation minimale</li> <li>• Métropoles</li> <li>• Déconstruction/reconstruction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de masse</li> <li>• Étalement urbain</li> <li>• Technologies incertaines</li> <li>• Économie mondialisée</li> <li>• Intelligence artificielle</li> <li>• Captage du CO<sub>2</sub> dans l'air</li> <li>• Agriculture intensive</li> </ul>

Par ailleurs, au-delà de neuf enseignements clés, **ce travail a fait émerger cinq problématiques à mettre en débat** :

- La sobriété : jusqu'où ?
- Peut-on s'appuyer uniquement sur les puits naturels de carbone pour atteindre la neutralité ?
- Qu'est-ce qu'un régime alimentaire durable ?
- Artificialisation, précarité, rénovation : une autre économie du bâtiment est-elle possible ?
- Vers un nouveau modèle industriel : la sobriété est-elle dommageable pour l'industrie française ?

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF



HORIZONS

# Feuilleton Les effets macroéconomiques des scénarios de Transition(s) 2050

L'ADEME a élaboré quatre scénarios de transition énergétique visant à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Les trajectoires diffèrent entre elles en fonction des niveaux de sobriété et de progrès technologiques attendus.

L'ADEME a utilisé le modèle ThreeME (modèle macroéconomique multisectoriel d'évaluation des politiques énergétiques et environnementales) pour en estimer les effets sur la croissance, l'emploi, les revenus et la balance commerciale.

Cette étude montre clairement qu'un découplage entre le produit intérieur brut (PIB) et les émissions de gaz à effet de serre territoriales est tout à fait possible. Aucun des quatre scénarios n'engendre de récession par rapport au niveau actuel de l'activité économique. Mieux encore, trois d'entre eux génèrent un taux de croissance annuel légèrement supérieur à celui du tendanciel. Seul le scénario S1, qui prévoit une diminution significative de la production de biens manufacturés et d'automobiles, débouche sur un taux de croissance de l'activité inférieur au tendanciel.

Tous les autres scénarios débouchent sur une réduction du chômage, une amélioration du revenu disponible des ménages et une baisse du déficit public par rapport au tendanciel, alors même que les conséquences négatives du réchauffement climatique n'ont pas été prises en compte dans le tendanciel, ni l'impact positif sur notre compétitivité des politiques de transition mises en œuvre par le reste du monde.

En définitive, la décarbonation de l'énergie s'avère rentable pour l'économie. Le remplacement des combustibles fossiles par des énergies renouvelables et/ou le nucléaire permet à la France de réduire ses importations, d'échapper à la hausse des cours du pétrole et du gaz et de créer des emplois locaux.

Les investissements d'efficacité énergétique réalisés dans le bâtiment et l'industrie permettent de réaliser des économies supérieures à leurs coûts, charges d'intérêts incluses. Les entreprises engrangent ainsi davantage de profits et les ménages gagnent en pouvoir d'achat.

Outre la réduction du contenu carbone de l'énergie et des processus de production, la transition implique aussi une baisse du contenu carbone du panier de consommation des ménages. Là encore, la réduction de la consommation de produits manufacturés, bien souvent importés, au profit d'une augmentation de la consommation de services et produits locaux, moins intensifs en carbone, peut être favorable à l'économie française, pour peu que la diminution de la production de biens domestiques industriels soit limitée.

Le regain d'investissement et l'amélioration de la balance commerciale entraînent un supplément de création d'emplois qui favorise la consommation et donc la production. La transition est bénéfique d'un point de vue économique et environnemental.

Le **scénario S1** « Génération frugale » est celui qui mise le plus sur la sobriété. La transition repose essentiellement sur la baisse de la production de biens carbonés, une chute significative du nombre d'automobiles en circulation, de près de moitié par rapport au tendanciel, ainsi qu'une contraction de la construction neuve dans le résidentiel et le tertiaire. La diminution de l'investissement qui en découle n'est pas compensée par la hausse des investissements d'efficacité énergétique. La baisse des importations, notamment d'énergies fossiles, ne compense pas la chute des exportations. Le nombre d'emplois diminue par rapport au tendanciel d'approximativement 4 %. Le revenu disponible des ménages est donc moins important. Leur pouvoir d'achat diminue malgré la désinflation et la baisse de leur facture énergétique. La consommation est donc moins dynamique. En définitive, le taux de croissance annuel moyen du PIB atteint 1,1 % contre 1,3 % dans le tendanciel.

Le **scénario S2** « Coopérations territoriales », qui mobilise également la sobriété, mais de manière plus progressive, est nettement plus bénéfique. La baisse de la production industrielle et des constructions neuves est plus limitée que dans S1. L'indice de production de biens manufacturés est supérieur de 15 points à celui de S1 mais inférieur de 22 points à celui du tendanciel. Les ventes de véhicules sont supérieures de 25 % à celles de S1. La diminution des investissements productifs des entreprises est plus que compensée par la hausse des investissements dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Les importations diminuent si bien que le solde de la balance commerciale s'améliore. Par rapport au tendanciel, l'emploi augmente. Le taux de chômage baisse et la consommation s'accroît légèrement au profit essentiellement de biens décarbonés et de services produits localement. Le revenu disponible augmente, ce qui favorise une hausse du taux de croissance annuel par rapport au tendanciel. Le niveau du PIB de S2 est supérieur de 2,4 % à celui du tendanciel en 2050. Le niveau de l'emploi croît de 0,7 % par rapport au tendanciel.

Le **scénario S3** « Technologies vertes » est plus proche du tendanciel que les précédents en termes de production industrielle. La production de biens manufacturés est quasi équivalente, à l'exception du nombre de voitures en circulation. (32 M de véhicules contre 39 M dans le tendanciel). Les ressorts de la croissance de ce scénario sont comparables à S2 mais de moindre ampleur. La désinflation est moins importante que dans S2 et les importations de véhicules restent conséquentes, si bien que l'amélioration du solde de la balance commerciale exerce un effet d'entraînement plus limité sur

la croissance que dans le scénario précédent. Elle reste néanmoins plus élevée que celle du tendanciel. En 2050, le niveau du PIB de S3 est supérieur de 1,4 % à celui du tendanciel. Le niveau de l'emploi croît de 0,6 % par rapport au tendanciel. Il apparaît que le choix de technologie entre le nouveau nucléaire et l'éolien en mer flottant dans le mix électrique, toutes choses égales par ailleurs, n'a quasi aucune incidence sur les agrégats macroéconomiques.

Le **scénario S4** « Pari réparateur » exclut toute sobriété et compte uniquement sur le progrès technologique pour réparer les impacts de l'activité économique. C'est le plus consommateur d'énergie. La production industrielle est très légèrement supérieure à celle du tendanciel. Le nombre de constructions neuves et le nombre de véhicules en circulation y sont comparables. L'atteinte de la neutralité carbone suppose un supplément d'investissement de décarbonation dans l'industrie qui s'avère moins rentable que les précédents, car le coût d'abattement de la tonne de CO<sub>2</sub> est croissant. À cela s'ajoute la nécessité d'investir dans la capture et le stockage de CO<sub>2</sub>. La neutralité est atteinte grâce à des innovations technologiques fort coûteuses et peu productives qui limitent la compétitivité des entreprises et accroît les pressions inflationnistes. Les créations d'emplois sont plus nombreuses que dans les scénarios précédents (notamment dans l'industrie et le BTP) mais leur effet d'entraînement sur le PIB est compensé par une moindre hausse du revenu disponible brut que dans S2 et un impact négatif de l'évolution des échanges extérieurs en volume sur la croissance. Dans S4, le PIB en 2050 est supérieur de 2,7 % au niveau qu'il aurait à la même date dans le tendanciel et l'emploi de 2,8 %.

**Graphique 1** Comparatif des principaux agrégats macroéconomique : PIB, taux de chômage, revenu disponible des ménages, dette publique



\* Tous les scénarios, y compris S1, ont un PIB croissant. La croissance est cependant plus faible dans S1 que dans le TEND.  
 \*\* Revenu disponible brut des ménages, après factures énergétiques et annuités d'emprunts liées aux investissements d'efficacité énergétique dans le transport et le logement, après redistribution de la taxe carbone.

# SOMMAIRE

Rappel des conclusions  
des premiers travaux

**3**

Résumé exécutif

**4**

1. Méthodologie

**7**

2. Bilan/principaux  
résultats obtenus

**10**

3. Conclusion

**32**

4. Références  
bibliographiques

**34**

# 1. Méthodologie

L'ADEME a évalué les effets macroéconomiques et sectoriels de ses scénarios à l'aide du modèle macroéconomique d'équilibre général ThreeME.

Les résultats obtenus sont exprimés en différence entre les scénarios Transition(s) 2050 et un scénario dit tendanciel et lorsque c'est pertinent, en comparaison avec l'année de référence (2021). Les mesures existantes favorisant la transition énergétique ont été introduites dans le scénario tendanciel, à savoir : les aides à la rénovation énergétique dans le résidentiel, l'obligation de rénovation dans le tertiaire, le bonus malus automobile et les primes à l'achat de véhicules électriques, ainsi que l'augmentation du prix des quotas du système européen d'échange de quotas d'émissions (ETS). Les prix des énergies fossiles évoluent selon les hypothèses de la Commission européenne, les gains de productivité sur le long terme sont supposés varier selon celles de la SNBC 2020.

**Des mesures additionnelles ont été introduites dans les scénarios de neutralité carbone (NC) :**

- l'évolution du mix énergétique et la substitution progressive des énergies renouvelables aux combustibles fossiles dans la production d'électricité et de chaleur est conforme à celle des scénarios Transition(s) 2050.

**Côté bâtiment**, plusieurs mesures et/ou évolutions ont été introduites dans le modèle :

- une hausse des subventions à la rénovation énergétique, plus ou moins importante selon les scénarios ;
- un mécanisme de tiers financement plus ou moins développé entre les scénarios, pour favoriser la rénovation des logements ;
- l'évolution du nombre de m<sup>2</sup> de logement par habitant ;
- l'obligation de rénovation progressive des bâtiments du tertiaire, plus ou moins poussée dans les scénarios ;
- l'évolution du nombre de m<sup>2</sup> de bureau par salarié.

Ces évolutions ont été calibrées de sorte que la superficie des logements et des immeubles de bureau ainsi que leurs consommations énergétiques respectives correspondent aux hypothèses des différents scénarios de NC.

Concernant le **transport de voyageurs**, plusieurs évolutions ont été simulées, comme :

- l'interdiction de la vente des moteurs thermiques pour les véhicules légers au-delà de 2040 ;
- l'augmentation du taux de pénétration des biocarburants et de l'électricité ;
- des changements de comportements diminuant l'usage de la voiture comme le covoiturage, le partage de la voirie ou le télétravail ;
- la variation de l'offre de transport collectif, routier et ferré ;
- la diminution plus ou moins marquée par rapport au tendanciel du trafic aérien domestique (supposé exogène).

Là encore, le nombre de véhicules en circulation, leur rendement énergétique, les parts modales des divers modes de transports collectifs et leur mix énergétique sont conformes aux hypothèses techniques des scénarios de NC.

**Dans le transport de marchandises :**

- le report modal entre route, rail et fluvial est cohérent avec les évolutions considérées dans les récits des scénarios de NC ;
- les rendements et les mix énergétiques des différents modes de transport correspondent aux cibles des scénarios de NC.

**Côté industrie :**

- des signaux prix fictifs censés refléter les contraintes réglementaires ont été introduits dans le modèle pour générer les gains d'efficacité énergétique projetés dans les scénarios.

- les modifications des modes de production supposées par les ingénieurs de l'ADEME ont été prises en compte ainsi que les éventuels changements de composition des produits (la substitution de l'acier par de l'aluminium dans l'automobile, par exemple) ;
- des chocs de demande exogènes ont été introduits pour simuler certaines évolutions réglementaires comme la fin des emballages plastiques, la diminution de la consommation d'engrais azotés ou l'augmentation de l'utilisation du bois dans la construction neuve ;
- les exportations des différents produits ont été modifiées de façon exogène.

Ainsi, le niveau de production des différentes filières industrielles, l'évolution de leurs coûts de fabrication, leur intensité et leur mix énergétiques sont conformes aux hypothèses de chacun des scénarios de NC.

En définitive, les évolutions de l'offre et de la demande d'énergie, par nature, usage et secteur projetés dans les descriptifs techniques des scénarios ont été scrupuleusement reproduites.

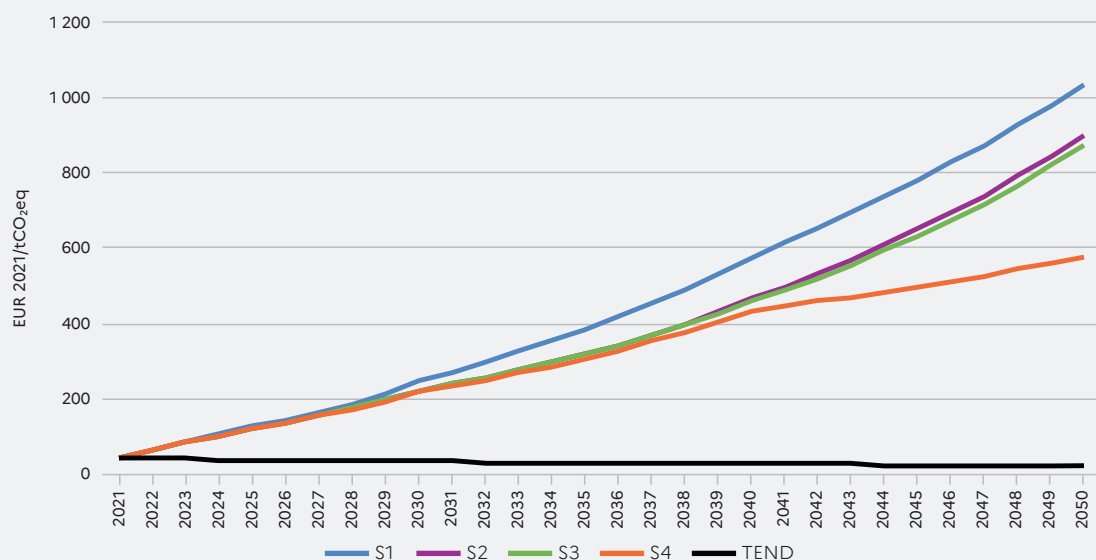
Une taxe carbone a été introduite dans le modèle pour permettre de réduire la demande énergétique et susciter des investissements d'efficacité énergétique dans le tertiaire, le logement et les transports. Les industries soumises au marché

européen de quotas de CO<sub>2</sub> et les combustibles à double usage sont exonérés. Le prix des quotas carbone évolue à la hausse de la même manière que dans le tendanciel<sup>1</sup>, sauf pour le scénario S4 dans lequel l'augmentation est deux fois moins importante. Des signaux prix fictifs ont été introduits dans le modèle pour simuler des mesures réglementaires ou structurelles comme l'interdiction de la vente de chaudières au fioul dans le résidentiel à partir de 2023, l'obligation de rénovation dans le tertiaire, l'interdiction de la vente de véhicules légers à moteur thermique en 2040, ou l'extension des réseaux de chaleur avec obligation de raccordement.

L'évolution du taux de la taxe dépend de la cible de consommation énergétique finale fixée par chaque scénario. Une taxe de 1 000 EUR/tCO<sub>2</sub> représente un coût d'environ 2 EUR par litre de carburant. Ce montant peut paraître élevé mais il faut garder à l'esprit qu'en 2050, l'essentiel des logements auront été rénovés, la quasi-totalité des véhicules rouleront à l'électricité ou à l'aide de carburants décarbonés. Tandis que les revenus auront augmenté de près de 39 %.

Par ailleurs, les recettes de taxe carbone prélevées sur les ménages leur sont intégralement redistribuées sous forme de crédit d'impôt sur le revenu. Les recettes prélevées sur les entreprises leur sont également redistribuées par un crédit d'impôt sur les sociétés, au prorata de leur valeur ajoutée.

Graphique 1 Taux de taxe carbone



Source : ADEME.

<sup>1</sup> Environ 30 EUR 2016/tCO<sub>2</sub> en 2030 et 90 EUR 2016/tCO<sub>2</sub> en 2050.



## Le modèle ThreeME

Développé par l'ADEME et l'OFCE et le CGDD depuis 2008, ThreeME (modèle macroéconomique multi-sectoriel d'évaluation des politiques énergétiques et environnementales) est un modèle macroéconomique en équilibre général d'inspiration néo-keynésienne. Il a les mêmes propriétés prédictives que le modèle Mésange de la DG Trésor (ministère de l'Économie), tout en étant multisectoriel.

L'équilibre offre/demande s'opère par un ajustement des quantités et non par un ajustement instantané des prix et des salaires :

- dans un modèle walrassien, l'investissement s'ajuste au stock d'épargne disponible, via une fluctuation des taux d'intérêt. Le montant d'investissement est donc prédéterminé par le stock d'épargne disponible. Une hausse des investissements d'efficacité énergétique débouchera sur une réduction des autres investissements, si bien que l'activité reste (au mieux) inchangée. Il y a un effet d'éviction quasi-total entre les investissements. Il est difficile dans ces conditions d'obtenir un double dividende (gain à la fois environnemental et économique) ;
- dans un modèle néokeynésien, les investissements peuvent être financés par crédits bancaires (ce qui correspond à la réalité de l'économie actuelle) et non uniquement grâce à un stock d'épargne disponible. C'est l'épargne qui s'ajuste au montant désiré d'investissement via les fluctuations des

revenus (quand les investissements augmentent, le PIB s'élève et les revenus s'accroissent, ce qui pour un montant inchangé de consommation provoque une hausse équivalente de l'épargne). Dans ce type de modèle, où l'investissement est financé par de la création monétaire, il peut y avoir une hausse globale de l'investissement dès lors que ceux-ci sont rentables. L'effet d'éviction est limité. Un effet multiplicateur est possible.

ThreeME est un modèle multisectoriel : il permet donc d'apprécier les effets économiques d'un transfert d'activité d'un secteur à l'autre, de la route vers le rail par exemple. Or, les secteurs n'ont pas tous la même propension à importer, ni la même intensité en emploi. Un transfert d'activité n'est donc pas neutre sur la croissance.

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 pour les entreprises (notamment l'industrie).

Les agents maximisent leur utilité en fonction des prix relatifs. Les ménages font des arbitrages sur l'isolation de leurs logements, leurs modes de chauffage, sur le choix de la puissance et du type de motorisation de leurs véhicules. Les entreprises peuvent substituer du capital à l'énergie et modifier leur mix énergétique.

## 2. Bilan/principaux résultats obtenus

Les simulations réalisées montrent que la réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 ne provoque pas de baisse de l'activité économique par rapport à son niveau actuel. La décroissance de la consommation énergétique et de la consommation de combustibles fossiles ne coïncident pas avec une décroissance du produit intérieur brut (PIB), ni même du taux de croissance du PIB pour peu que la réduction de la production de biens manufacturés soit limitée. Il apparaît même que la lutte contre le réchauffement climatique permette une légère amélioration de la croissance par rapport au scénario tendanciel.

En définitive, la transition débouche sur une hausse de l'activité économique parce qu'elle repose sur :

- le remplacement des énergies fossiles importées, dont les cours vont incontestablement augmenter, par des énergies renouvelables produites localement, dont les coûts de production restent relativement stables, voire diminuent sous l'effet d'économies d'échelle ou de progrès technologiques ;
- la diminution de la consommation de biens manufacturés dont le contenu carbone est élevé, qui sont en grande partie importés et l'augmentation des achats de produits et services moins intensifs en carbone, qui sont produits localement ;
- des investissements d'efficacité énergétique qui s'avèrent rentables à terme, compte tenu de la hausse du prix des énergies fossiles, en permettant aux ménages et aux entreprises de réaliser des économies sur leur facture énergétique supérieures au montant du remboursement des emprunts qu'ils ont contractés pour financer le coût initial des travaux. Cette hausse des revenus disponibles (nets des dépenses d'énergie et des annuités) permet aux agents d'accroître leur stock de capital à terme et donc leurs capacités productives.

Par conséquent, le niveau du PIB par tête (PIB/Pop) augmente mais l'intensité énergétique du PIB (E/PIB) et le contenu carbone de l'énergie (CO<sub>2</sub>/E) diminuent, si bien que les émissions de CO<sub>2</sub> baissent dans l'absolu, conformément à l'équation de Kaya : CO<sub>2</sub> = Pop x PIB/Pop x E/PIB x CO<sub>2</sub>/E.

### 2.1. Bref aperçu des scénarios

- Le scénario S1 est le moins bénéfique par rapport au tendanciel. La transition repose essentiellement sur une baisse de la production de biens carbonés et de la construction neuve dans le résidentiel et le tertiaire. Le ralentissement de l'investissement qui en découle n'est pas compensé par la hausse des investissements d'efficacité énergétique. La baisse des importations, notamment d'énergies fossiles, ne compense pas la chute des exportations. Par rapport au tendanciel, l'emploi diminue ce qui débouche sur une réduction du revenu disponible qui n'est pas entièrement contrebalancée par la baisse des prix et de la facture énergétique des ménages. La consommation est moins dynamique. En définitive, le taux de croissance annuel moyen du PIB est légèrement inférieur au tendanciel.
- Le scénario S2 est plus bénéfique que le scénario tendanciel. La baisse de la production industrielle et des constructions neuves est plus limitée que dans S1. La diminution des investissements productifs des entreprises est plus que compensée par la hausse des investissements d'efficacité énergétique et des investissements dans les énergies renouvelables. Les importations diminuent si bien que le solde de la balance commerciale s'améliore. L'emploi augmente. Par rapport au tendanciel, le taux de chômage baisse et la consommation s'accroît légèrement au profit essentiellement de biens décarbonés et de services produits localement. Le revenu disponible augmente, ce qui favorise une hausse du taux de croissance annuel par rapport au tendanciel.
- Les ressorts de la croissance du scénario S3 sont comparables à S2 mais de moindre ampleur. La production industrielle est quasi équivalente à celle du tendanciel et le nombre de véhicules en circulation est plus important que dans les scénarios précédents. La désinflation est moins importante que dans S2 et les importations de véhicules restent conséquentes, si bien que l'amélioration du solde de la balance commerciale exerce un effet d'entraînement plus limité sur la croissance que dans le scénario précédent. Elle reste néanmoins supérieure à celle du tendanciel. Il apparaît que la diminution de la part du nucléaire dans le mix électrique,

compensée par une hausse de l'éolien off-shore, toutes choses égales par ailleurs, n'a quasi aucune incidence sur les agrégats macroéconomiques.

- Le scénario S4 exclut toute sobriété et compte uniquement sur le progrès technologique pour réparer les impacts de l'activité économique. La production industrielle est supérieure à celle du tendanciel. Le nombre de constructions neuves et le nombre de véhicules en circulation y sont comparables. L'atteinte de la neutralité carbone suppose un supplément d'investissement de décarbonation dans l'industrie qui s'avère moins rentable que les précédents, car le coût d'abattement de la tonne de CO<sub>2</sub> est croissant. À cela s'ajoute la nécessité d'in-

vestir dans le captage et le stockage de CO<sub>2</sub>. La neutralité est atteinte grâce à des innovations technologiques fort coûteuses et peu productives qui limitent la compétitivité des entreprises et accroît les pressions inflationnistes. Les créations d'emplois sont plus nombreuses que dans les scénarios précédents (notamment dans l'industrie et le BTP) mais leur effet d'entraînement sur le PIB est compensé par une moindre hausse du revenu disponible brut net des factures énergétiques et du coût de la rénovation que dans S2 et un impact négatif de l'évolution des échanges extérieurs en volume sur la croissance. En définitive, le PIB de S4 est supérieur à ceux du tendanciel et de S1, mais comparable à ceux du S2 et du S3 en 2050.

**Tableau 1** Agrégats macroéconomiques (base 100 en 2021)

	TEND		S1		S2		S3		S4	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
<b>PIB</b>	109	144	100	136	114	148	113	147	113	148
<b>Consommation des ménages</b>	114	152	106	138	120	151	119	153	119	156
<b>Consommation des administrations publiques</b>	113	145	113	145	113	145	113	145	113	145
<b>Investissement</b>	112	142	106	121	120	141	117	141	118	150
<i>dont entreprises privées</i>	116	169	103	149	123	176	123	173	123	181
<i>dont ménages</i>	100	72	112	45	115	53	105	64	107	79
<i>dont public</i>	113	148	110	132	114	142	113	143	113	146
<b>Exportations</b>	90	97	58	64	85	85	86	86	91	99
<b>Importations</b>	105	124	80	80	100	101	103	109	108	125
<b>Revenu disponible réel par habitant*</b>	110	149	106	149	120	160	116	155	115	156
<b>Emplois</b>	98	103	90	96	101	103	101	103	101	105
<b>Dette publique</b>	145	319	193	566	138	309	137	304	134	256

\* Revenu disponible brut des ménages, après factures énergétiques et annuités d'emprunts liées aux investissements d'efficacité énergétique dans le transport et le logement, après redistribution de la taxe carbone.  
Source : ADEME.

Les taux de croissance annuels moyens des divers scénarios sont très proches. En 2050, l'indice de PIB du scénario S1 est inférieur au tendanciel, tandis que ceux des autres y sont légèrement supérieurs.

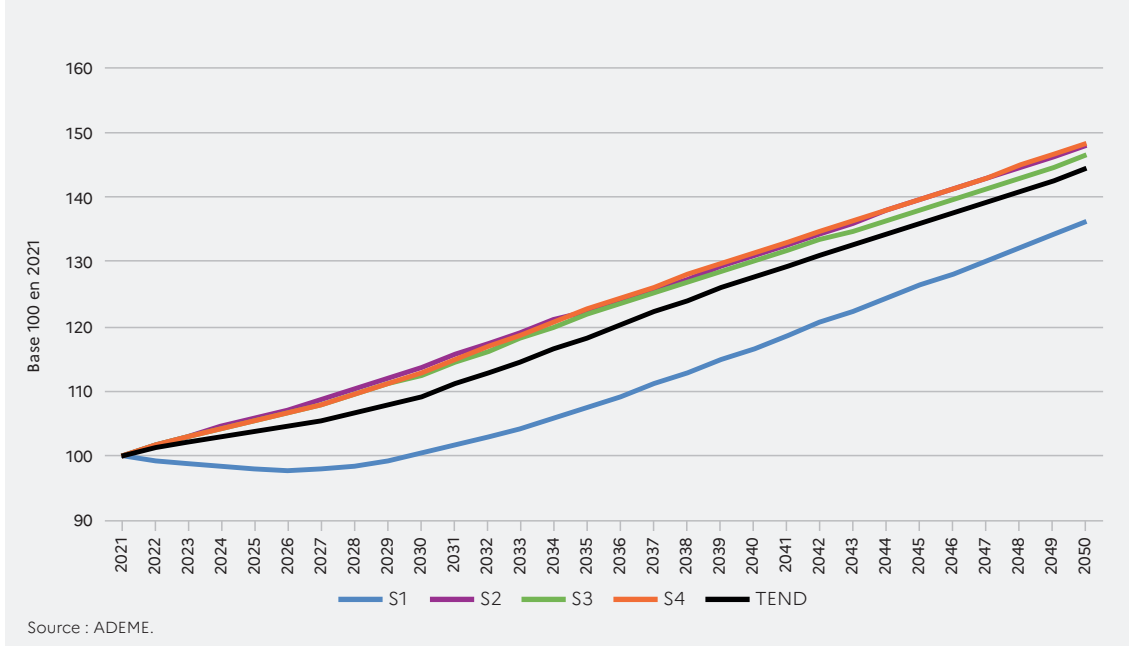
Le découplage entre PIB et émissions de gaz à effet de serre territoriales est manifeste puisque les quatre scénarios présentés atteignent la neutralité carbone, contrairement au tendanciel.

Dans tous les scénarios, le revenu disponible brut des ménages, après paiement de leurs factures énergétiques et remboursement des annuités des emprunts liés aux investissements d'efficacité énergétique, augmente par rapport au tendanciel à l'exception de S1. Ce phénomène est l'un des moteurs de la croissance induite par la transition. Les prix des énergies dans les scénarios de transition augmentent moins vite à long terme que dans le tendanciel. C'est

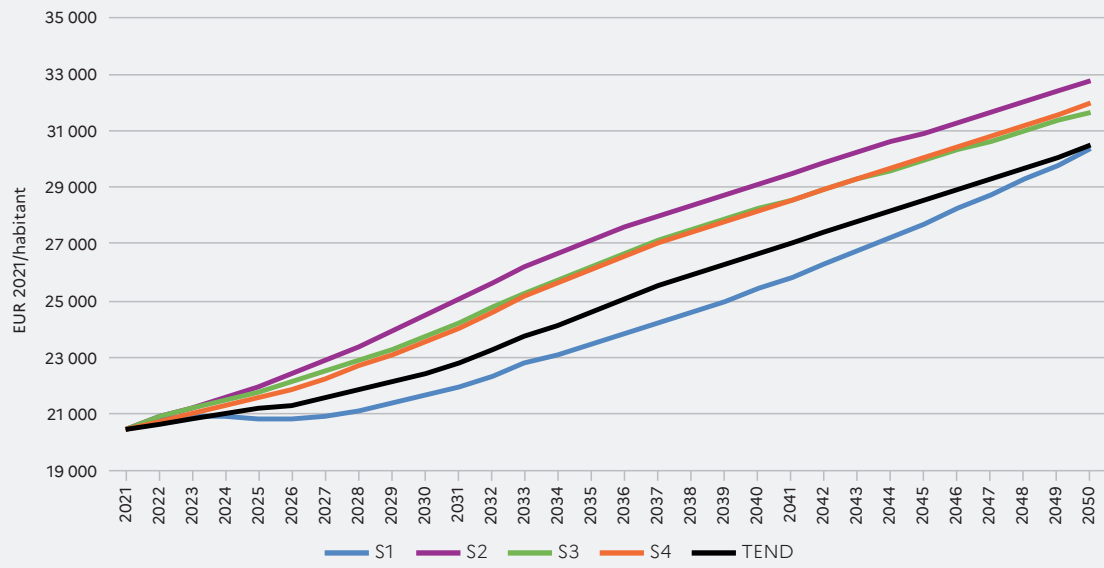
particulièrement notable pour les carburants. Ceci est lié à la forte pénétration des biocarburants dans le mix énergétique des transports, qui résulte de la hausse du prix et des taxes sur les énergies fossiles. En revanche les prix de l'électricité sont comparables.

Dans S2 le reste à vivre des ménages après paiement des factures énergétiques et remboursement des investissements d'efficacité énergétique dans les transports et les logements, augmente par rapport au tendanciel de près de 2 300 EUR par an. Les ménages disposent de plus de 1 000 EUR supplémentaires en moyenne par an dans S3 et près de 1 500 EUR dans S4. Contrairement à S1, le revenu des ménages s'accroît avec la baisse du chômage et la hausse des salaires réels. Le reste à vivre de S2 est celui qui augmente le plus car les économies réalisées sur les dépenses énergétiques liées au transport et au logement sont les plus importantes.

Graphique 2 Évolutions du PIB



Graphique 3 Revenu disponible des ménages



N.B. : revenu disponible brut des ménages, après factures énergétiques et annuités d'emprunts liées aux investissements d'efficacité énergétique dans le transport et le logement, après redistribution de la taxe carbone.  
Source : ADEME.

## 2.2. Scénario 1 : « Génération frugale »

Dans le scénario S1, le sentier de croissance du PIB est inférieur à celui du tendanciel, avec une phase de légère contraction de l'économie jusqu'en 2029. Le taux de croissance annuel moyen entre 2022 et 2050 est de 1,1 % dans S1 contre 1,3 % dans le tendanciel. Cette différence peut sembler modeste. Néanmoins, en cumul sur la période, le niveau du PIB de S1 est inférieur de 5,7 % à celui du tendanciel en 2050. Cette différence correspond à une perte d'environ 4 années de croissance.

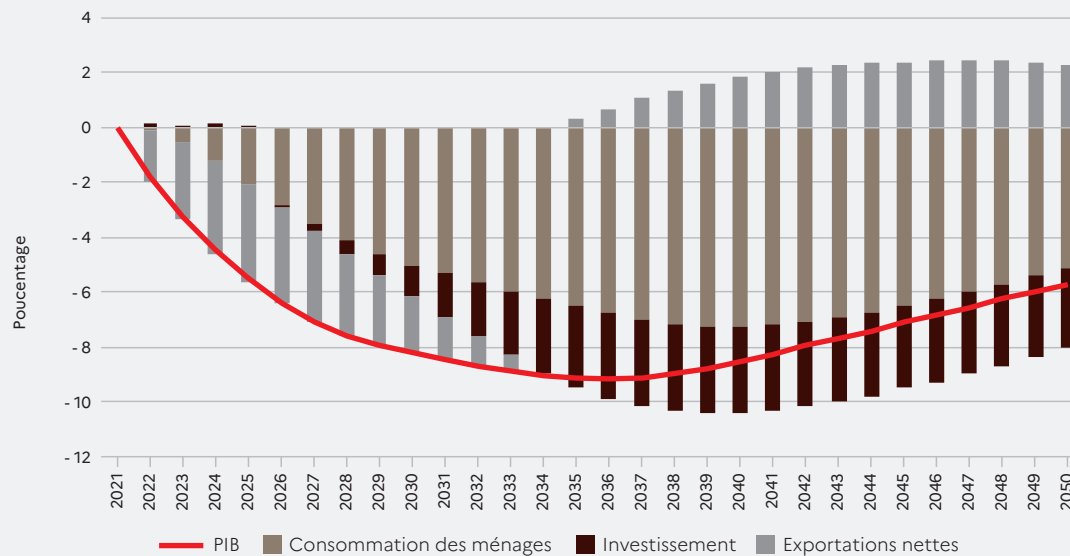
La croissance ralentit car le scénario S1 suppose :

- une baisse importante de la construction neuve de logements (liée à l'hypothèse de la baisse du nombre de m<sup>2</sup> de résidence principale par habitant : 43 m<sup>2</sup> contre 45 m<sup>2</sup>) ;
- une forte réduction de la superficie d'immeubles de bureaux produite sur la période ;

- une diminution significative de l'achat de véhicules (le nombre de véhicules particuliers en circulation en fin de période est de 20 M contre 39 M dans le tendanciel) ;

- une contraction de la production industrielle malgré la baisse des coûts unitaires de production liée aux gains d'efficacité énergétique. Celle-ci résulte à la fois de la diminution de l'activité du secteur automobile et du BTP mais aussi de l'industrie en général. Il est en effet supposé dans ce scénario que les industries résidentes réduisent leur capacité de production pour se replier sur le marché domestique en négligeant l'export. L'indice de production industrielle en euros constants est égal à 65 en 2050 dans S1 contre 102 dans le tendanciel à la même date.

Graphique 4 PIB et contributions de ses composantes : S1 en écart au TEND



Source : ADEME.

Dans un premier temps, la baisse de la production industrielle, en particulier de l'automobile et de la chimie ainsi que le ralentissement de l'activité du BTP, entraînent une chute de l'investissement et une contraction des débouchés. Le chômage s'accroît et la consommation diminue ce qui rétroagit négativement sur la production. L'ensemble des secteurs économiques sont affectés, y compris le secteur tertiaire. À l'horizon 2035, le PIB est inférieur de près de 11 % au niveau qu'il aurait pu avoir dans le tendanciel. Le taux de chômage augmente de 6,4 points.

Cette dynamique négative finit par s'enrayer grâce à l'amélioration du solde de la balance commerciale en volume. Pour faire face à la chute de la demande, les entreprises compriment leurs marges. Les salaires réels diminuent et les coûts de production baissent. Cela provoque un ralentissement de l'inflation (on parle de désinflation). Les entreprises françaises gagnent à nouveau de la compétitivité si bien que la chute des exportations ralentit. Parallèlement, les importations baissent drastiquement sous l'effet de la diminution de la consommation, de la préférence des consommateurs pour le « Made In France » et de la chute des achats de combustibles fossiles. À partir de 2030, l'indice du PIB en volume retrouve son

niveau de 2020. À partir de 2035, le taux de croissance du PIB converge vers celui du tendanciel et l'écart s'amenuise. Cependant, le rattrapage est très lent. En 2050, le PIB est encore inférieur de 5,7 % par rapport au tendanciel. Le niveau de vie des ménages est inférieur de 10 % à celui du tendanciel à la même date. Il y a 1,5 M d'emplois en moins dans S1 que dans le tendanciel.

Les investissements diminuent dans l'industrie sous l'effet de la baisse de la production, comme l'atteste la comparaison des **Tableaux 3** et **4** ci-dessous. Les investissements dans le BTP décroissent également du fait de la diminution de la construction neuve et cela malgré la hausse des travaux d'efficacité énergétique réalisés par les ménages et le tertiaire. Les secteurs des transports réduisent également leurs investissements sous l'effet d'une contraction de la demande, à l'exception du secteur ferroviaire. La baisse de la production industrielle a un impact négatif sur l'emploi qui rétroagit négativement sur l'activité du tertiaire, qui limite également ses investissements. Cela explique la baisse du PIB en niveau entre 2020 et 2030. C'est l'une des principales caractéristiques de ce scénario.

**Tableau 2** Investissements – TEND (MEUR 2021)

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Invt. annuel moyen	Invt. cumulé
<b>Agriculture</b>	12 644	12 709	12 706	12 686	12 670	12 834	13 408	14 208	15 469	16 916	13 950	418 497
<i>dont efficacité énergétique</i>	151	166	181	195	209	270	307	361	421	481	318	9 532
<b>Construction automobile</b>	5 660	5 781	5 895	6 006	6 119	6 831	7 788	8 734	9 576	10 343	7 911	237 318
<i>dont efficacité énergétique</i>	54	58	62	66	69	84	87	85	80	77	79	2 362
<b>Industrie (hors automobile)</b>	37 208	37 300	37 029	36 652	36 252	34 713	34 377	34 518	35 294	36 469	35 319	1 059 575
<i>dont efficacité énergétique</i>	446	474	500	522	545	660	775	923	1 083	1 250	815	24 461
<b>BTP</b>	6 165	6 335	6 480	6 620	6 753	7 378	8 064	8 639	9 093	9 412	8 005	240 160
<b>Résidentiel (ménages)</b>	132 053	131 824	132 576	133 324	133 782	132 629	126 607	116 201	106 391	94 844	121 251	3 637 541
<b>Transport</b>	18 437	18 516	18 509	18 462	18 398	18 291	18 878	19 743	20 736	21 888	19 413	582 400
<i>dont aérien</i>	3 566	3 606	3 632	3 650	3 663	3 768	4 016	4 314	4 613	4 934	4 123	123 689
<i>dont bus et cars</i>	2 682	2 695	2 709	2 722	2 735	2 798	2 872	2 947	3 015	3 075	2 880	86 399
<i>dont ferroviaire</i>	1 773	1 789	1 800	1 809	1 818	1 884	2 015	2 186	2 381	2 608	2 090	62 699
<i>dont fluvial</i>	2 231	2 242	2 242	2 238	2 233	2 225	2 273	2 342	2 430	2 541	2 319	69 564
<i>dont fret routier</i>	8 186	8 185	8 126	8 043	7 949	7 616	7 702	7 954	8 297	8 729	8 002	240 049
<b>Énergie</b>	10 424	23 052	22 175	21 893	21 435	18 677	23 676	25 272	26 877	29 910	23 643	709 281
<b>dont charbon</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
<b>dont carburants</b>	781	749	716	687	660	556	472	403	350	310	491	14 717
<i>dont carburants fossiles</i>	654	625	595	569	545	450	375	313	264	226	391	11 735
<i>dont biocarburants</i>	127	124	121	118	116	105	97	90	86	85	99	2 982
<b>dont chaleur et vapeur</b>	3 053	5 266	3 963	3 250	2 833	2 566	4 360	5 641	6 846	8 791	4 923	147 695
<i>dont gaz naturel</i>	680	2 346	1 579	1 138	857	425	796	686	390	151	694	20 806
<i>dont biogaz</i>	138	158	162	174	191	346	749	1 466	2 640	4 577	1 335	40 050
<i>dont chaleur (bois, biomasse)</i>	2 236	2 762	2 221	1 938	1 785	1 795	2 815	3 489	3 815	4 064	2 895	86 839
<b>dont électricité</b>	6 588	17 035	17 495	17 955	17 941	15 554	18 843	19 227	19 680	20 807	18 228	546 847
<i>dont nucléaire</i>	3 076	5 178	5 332	5 486	5 168	3 970	9 721	9 979	10 058	11 044	8 443	253 303
<i>dont thermique à flammes</i>	138	3 071	3 170	3 268	3 367	2 582	744	733	794	794	1 356	40 686
<i>dont éolien</i>	1 589	5 021	5 172	5 323	5 473	5 404	5 003	4 995	5 320	5 504	4 984	149 531
<i>dont solaire</i>	1 103	1 843	1 897	1 950	2 004	1 552	1 664	1 827	1 833	1 808	1 698	50 932
<i>dont hydraulique</i>	339	1 336	1 338	1 341	1 343	1 460	1 125	1 107	1 089	1 072	1 168	35 054
<i>dont cogénération</i>	343	586	586	586	586	586	586	586	586	586	578	17 340
<b>Services marchands</b>	234 196	239 136	243 752	248 214	252 587	278 192	315 878	356 623	391 893	424 280	323 477	9 704 322
<i>dont efficacité énergétique</i>	1 919	2 166	2 341	2 469	2 564	2 809	2 810	2 576	2 210	1 956	2 486	74 573
<b>Services publics</b>	89 030	90 179	91 370	92 590	93 827	100 406	107 988	116 108	123 991	131 536	109 374	3 281 212
<i>dont efficacité énergétique</i>	220	258	297	336	373	525	606	695	788	901	600	17 997
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS HORS MÉNAGES</b>	<b>413 764</b>	<b>433 008</b>	<b>437 917</b>	<b>443 122</b>	<b>448 042</b>	<b>477 323</b>	<b>530 058</b>	<b>583 844</b>	<b>632 928</b>	<b>680 754</b>	<b>541 092</b>	<b>16 232 765</b>
<i>dont public</i>	89 030	90 179	91 370	92 590	93 827	100 406	107 988	116 108	123 991	131 536	109 374	3 281 212
<i>dont privé</i>	324 734	342 828	346 547	350 532	354 215	376 917	422 070	467 736	508 937	549 218	431 718	12 951 553
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS MÉNAGES</b>	<b>193 038</b>	<b>195 026</b>	<b>198 002</b>	<b>200 951</b>	<b>203 669</b>	<b>216 977</b>	<b>230 037</b>	<b>236 326</b>	<b>242 500</b>	<b>247 066</b>	<b>226 081</b>	<b>6 782 419</b>
<i>dont résidentiel</i>	132 053	131 824	132 576	133 324	133 782	132 629	126 607	116 201	106 391	94 844	121 251	3 637 541
<i>dont acquisition véhicules auto classe A</i>	14 369	17 339	20 681	24 384	28 470	54 285	85 347	111 174	132 299	150 801	84 442	2 533 270
<i>dont acquisition véhicules auto classe B à G</i>	46 617	45 863	44 745	43 243	41 417	30 064	18 083	8 950	3 810	1 421	20 387	611 608
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (hors conso auto)</b>	<b>545 816</b>	<b>564 832</b>	<b>570 493</b>	<b>576 446</b>	<b>581 823</b>	<b>609 952</b>	<b>656 665</b>	<b>700 045</b>	<b>739 318</b>	<b>775 598</b>	<b>662 344</b>	<b>19 870 306</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (y.c. conso auto)</b>	<b>606 801</b>	<b>628 034</b>	<b>635 919</b>	<b>644 073</b>	<b>651 710</b>	<b>694 300</b>	<b>760 095</b>	<b>820 170</b>	<b>875 427</b>	<b>927 820</b>	<b>767 173</b>	<b>23 015 184</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS VERTS</b>	<b>37 735</b>	<b>48 110</b>	<b>53 268</b>	<b>58 873</b>	<b>64 706</b>	<b>94 577</b>	<b>124 927</b>	<b>149 177</b>	<b>170 312</b>	<b>190 083</b>	<b>121 904</b>	<b>3 657 133</b>
<i>dont efficacité énergétique</i>	10 807	12 215	14 338	16 288	17 951	22 137	20 382	16 967	14 817	13 363	17 416	522 472
<i>dont transports</i>	21 054	24 065	27 432	31 154	35 256	61 192	92 507	118 649	140 125	159 026	91 731	2 751 932
<i>dont énergie</i>	5 874	11 830	11 498	11 431	11 498	11 248	12 039	13 561	15 370	17 694	12 758	382 728
<i>dont ménages</i>	22 386	26 432	31 637	37 085	42 661	72 074	101 144	123 502	142 533	159 499	97 561	2 926 819
<i>dont public</i>	220	258	297	336	373	525	606	695	788	901	600	17 997
<i>dont entreprises</i>	15 130	21 420	21 333	21 452	21 672	21 978	23 177	24 979	26 990	29 683	23 744	712 317

N.B. : toutes les lignes vertes correspondent à des investissements verts.  
Source : ADEME.

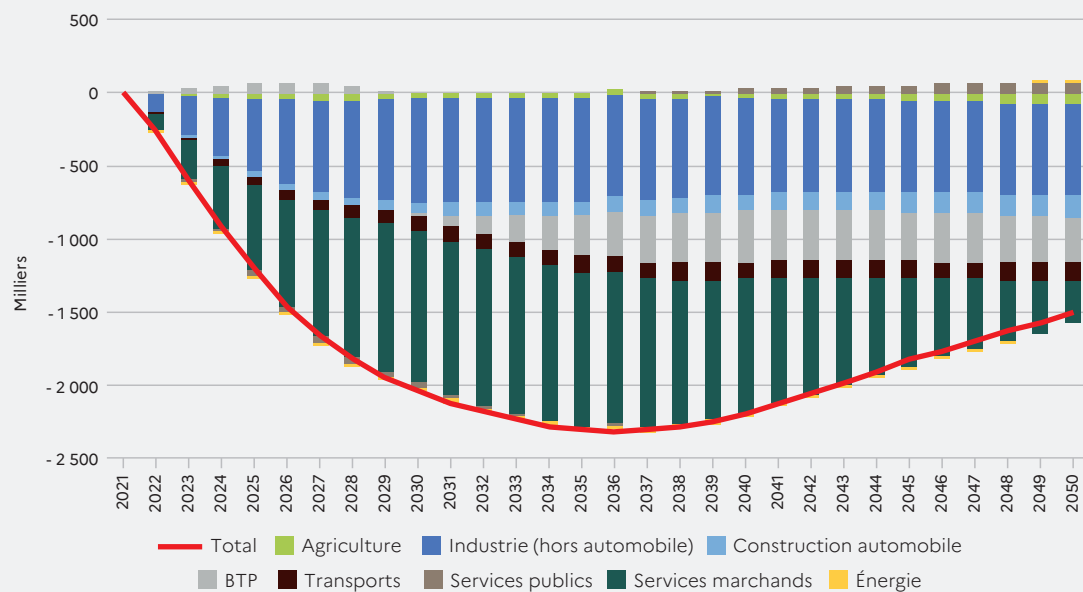


Tableau 3 Investissements – S1 (MEUR 2021)

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Invt. annuel moyen	Invt. cumulé
<b>Agriculture</b>	12 644	12 442	12 180	11 970	11 824	11 791	12 347	13 029	13 588	13 973	12 668	380 026
<i>dont efficacité énergétique</i>	151	175	195	211	227	305	357	407	438	468	345	10 338
<b>Construction automobile</b>	5 660	5 581	5 406	5 210	5 017	4 262	3 857	3 494	3 177	2 915	3 978	119 345
<i>dont efficacité énergétique</i>	54	58	65	69	72	86	102	119	132	143	103	3 081
<b>Industrie (hors automobile)</b>	37 208	35 355	32 981	30 863	29 078	23 837	21 968	21 361	21 373	21 469	24 240	727 190
<i>dont efficacité énergétique</i>	446	631	666	656	653	714	768	924	994	1 159	820	24 607
<b>BTP</b>	6 165	6 391	6 647	6 892	7 098	7 314	6 478	6 078	6 198	6 359	6 569	197 080
<b>Résidentiel (ménages)</b>	132 053	137 070	148 274	155 936	161 233	153 049	104 360	80 765	71 068	59 659	110 167	3 305 020
<b>Transport</b>	18 437	18 176	17 675	17 137	16 620	14 795	14 318	14 437	14 838	15 317	15 264	457 933
<i>dont aérien</i>	3 566	3 588	3 505	3 377	3 231	2 451	1 950	1 597	1 350	1 172	2 124	63 713
<i>dont bus et cars</i>	2 682	2 674	2 653	2 623	2 586	2 356	2 115	1 912	1 784	1 721	2 144	64 318
<i>dont ferroviaire</i>	1 773	1 776	1 774	1 774	1 779	1 911	2 217	2 642	3 113	3 551	2 412	72 345
<i>dont fluvial</i>	2 231	2 193	2 130	2 066	2 006	1 779	1 632	1 502	1 379	1 267	1 661	49 821
<i>dont fret routier</i>	8 186	7 945	7 613	7 296	7 018	6 298	6 405	6 784	7 212	7 607	6 925	207 735
<b>Énergie</b>	10 424	27 304	19 602	20 083	20 559	16 314	17 632	17 881	21 910	20 456	18 518	555 544
<b>dont charbon</b>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	10
<b>dont carburants</b>	781	736	689	645	606	462	365	310	284	276	418	12 528
<i>dont carburants fossiles</i>	654	606	558	514	474	322	215	144	95	61	258	7 752
<i>dont biocarburants</i>	127	130	131	131	132	140	150	167	189	215	159	4 777
<b>dont chaleur et vapeur</b>	3 053	10 103	1 976	2 028	2 072	2 546	4 785	6 138	7 755	8 233	5 189	155 684
<i>dont gaz naturel</i>	680	3 840	0	0	0	0	0	0	0	0	151	4 523
<i>dont biogaz</i>	138	418	210	245	283	600	1 529	3 055	5 377	7 545	2 562	76 852
<i>dont chaleur (bois, biomasse)</i>	2 236	5 844	1 766	1 784	1 788	1 946	3 256	3 083	2 378	688	2 477	74 308
<b>dont électricité</b>	6 588	16 464	16 937	17 409	17 882	13 306	12 482	11 432	13 871	11 947	12 911	387 322
<i>dont nucléaire</i>	3 076	5 588	5 779	5 971	6 163	3 785	1 278	1 584	304	0	2 222	66 653
<i>dont thermique à flammes</i>	138	1 019	1 052	1 084	1 116	1 172	8	8	8	8	338	10 147
<i>dont éolien</i>	1 589	4 946	5 094	5 242	5 390	5 476	6 021	4 756	8 449	5 841	5 654	169 607
<i>dont solaire</i>	1 103	2 989	3 087	3 185	3 283	826	3 043	3 135	3 180	4 008	2 733	81 986
<i>dont hydraulique</i>	339	1 336	1 339	1 341	1 343	1 461	1 544	1 362	1 341	1 501	1 386	41 570
<i>dont cogénération</i>	343	586	586	586	586	586	587	587	587	587	579	17 359
<b>Services marchands</b>	234 196	236 963	238 691	240 050	241 219	255 390	287 775	325 510	365 422	405 921	301 560	9 046 812
<i>dont efficacité énergétique</i>	1 919	2 686	3 140	3 394	3 519	3 797	4 197	4 367	4 324	4 173	3 927	117 823
<b>Services publics</b>	89 030	90 080	91 101	92 083	93 021	97 650	102 856	108 176	113 357	118 384	103 550	3 106 506
<i>dont efficacité énergétique</i>	220	242	279	317	355	477	568	676	806	970	588	17 653
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS HORS MÉNAGES</b>	<b>413 764</b>	<b>432 291</b>	<b>424 285</b>	<b>424 288</b>	<b>424 436</b>	<b>431 352</b>	<b>467 231</b>	<b>509 967</b>	<b>559 864</b>	<b>604 794</b>	<b>486 348</b>	<b>14 590 437</b>
<i>dont public</i>	89 030	90 080	91 101	92 083	93 021	97 650	102 856	108 176	113 357	118 384	103 550	3 106 506
<i>dont privé</i>	324 734	342 212	333 183	332 205	331 415	333 702	364 375	401 791	446 507	486 410	382 798	11 483 931
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS MÉNAGES</b>	<b>193 038</b>	<b>194 736</b>	<b>201 289</b>	<b>205 335</b>	<b>207 926</b>	<b>193 133</b>	<b>148 388</b>	<b>125 293</b>	<b>116 368</b>	<b>105 781</b>	<b>155 864</b>	<b>4 675 906</b>
<i>dont résidentiel</i>	132 053	137 070	148 274	155 936	161 233	153 049	104 360	80 765	71 068	59 659	110 167	3 305 020
<i>dont acquisition véhicules auto classe A</i>	14 369	15 936	17 061	18 296	19 670	27 179	37 343	41 342	43 740	45 332	33 839	1 015 165
<i>dont acquisition véhicules auto classe B à G</i>	46 617	41 730	35 954	31 103	27 024	12 905	6 684	3 186	1 560	790	11 857	355 722
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (hors conso auto)</b>	<b>545 816</b>	<b>569 361</b>	<b>572 558</b>	<b>580 224</b>	<b>585 669</b>	<b>584 401</b>	<b>571 591</b>	<b>590 732</b>	<b>630 931</b>	<b>664 453</b>	<b>596 515</b>	<b>17 895 457</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (y.c. conso auto)</b>	<b>606 801</b>	<b>627 027</b>	<b>625 573</b>	<b>629 623</b>	<b>632 362</b>	<b>624 485</b>	<b>615 619</b>	<b>635 260</b>	<b>676 231</b>	<b>710 575</b>	<b>642 211</b>	<b>19 266 344</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS VERTS</b>	<b>37 735</b>	<b>72 852</b>	<b>83 507</b>	<b>94 283</b>	<b>102 791</b>	<b>107 055</b>	<b>81 695</b>	<b>72 084</b>	<b>78 974</b>	<b>79 513</b>	<b>85 005</b>	<b>2 550 136</b>
<i>dont efficacité énergétique</i>	10 807	34 025	47 678	57 011	63 945	62 795	22 258	8 542	7 456	7 256	29 401	882 028
<i>dont transports</i>	21 054	22 578	23 618	24 759	26 041	33 225	43 307	47 398	50 016	51 871	40 055	1 201 649
<i>dont énergie</i>	5 874	16 250	12 212	12 513	12 806	11 035	16 130	16 145	21 502	20 386	15 549	466 459
<i>dont ménages</i>	22 386	46 169	60 394	70 660	78 788	84 595	53 608	43 392	44 503	45 674	57 456	1 723 691
<i>dont public</i>	220	242	279	317	355	477	568	676	806	970	588	17 653
<i>dont entreprises</i>	15 130	26 442	22 835	23 306	23 648	21 983	27 518	28 017	33 666	32 869	26 960	808 792

N.B. : toutes les lignes vertes correspondent à des investissements verts.  
Source : ADEME.

Graphique 5 Emplois totaux : écart S1-TEND



La transition permet de réduire considérablement la facture énergétique de l'économie. La sobriété conjuguée à une forte pénétration des énergies renouvelables (biocarburants et biogaz) limite fortement l'augmentation des prix pondérés de l'énergie. Les prix de l'électricité et de la chaleur diffèrent assez peu du tendanciel. La différence entre les deux scénarios est surtout notable sur les carburants. Cela est principalement lié à la forte pénétration des biocarburants dans le mix des transports. Le reste à vivre des ménages après facture énergétique et remboursement des annuités de dette liées aux travaux d'efficacité énergétique baisse de près de 1 300 EUR progressivement jusqu'en 2030-2040. Il se redresse ensuite pour converger vers le niveau qu'il aurait dans le tendanciel en 2050. Le niveau de vie des ménages, déduction faite de leurs dépenses contraintes, est comparable à celui du tendanciel, malgré une diminution du revenu disponible brut réel moyen liée à la hausse du taux de chômage.

À partir de 2035, la plupart des bâtiments les plus consommateurs d'énergie ont été isolés. La modification du mix énergétique, la pénétration des bio-

carburants et des biogaz préservent les ménages de la hausse des prix des combustibles fossiles. La hausse des cours du pétrole et du gaz accroît la rentabilité des travaux d'efficacité énergétique.

D'un point de vue structurel, l'économie française serait plus localisée mais moins créatrice d'emplois. Pour limiter la hausse du chômage et des inégalités et renforcer l'attractivité et la soutenabilité de ce scénario, il conviendrait de mettre en place une politique fiscale plus progressive afin de limiter les déficits publics et les écarts de revenus. En prélevant une partie des sommes épargnées par les ménages les plus aisés, l'Etat pourrait financer une politique d'investissement plus dynamique afin de réduire le chômage.

Bien que l'on constate une légère récession entre 2022 et 2026, ce scénario n'est pas un scénario de décroissance économique mais bien un scénario de ralentissement de la croissance puisque l'indice du PIB de S1 est supérieur en 2050 à ce qu'il était en 2020 mais inférieur à celui du tendanciel au même horizon.

Tableau 4 Agrégats macroéconomiques : S1 en écart au TEND

		Unité	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PIB et VA	PIB	%	0	-1,8	-3,3	-4,5	-5,5	-8,2	-9,2	-8,6	-7,1	-5,7
	VA du secteur marchand	%	0	-2,3	-4,1	-5,6	-6,9	-10	-10,8	-9,9	-8,1	-6,3
Variations des composantes	Conso des ménages	%	0	-0,2	-1	-2,2	-3,5	-8,5	-10,7	-11,7	-10,4	-8,2
	<i>dont conso automobile</i>	%	0	-7,7	-16,8	-24,1	-29,8	-47,8	-53,1	-58,8	-62,8	-65,8
	Conso des APU	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Investissement	%	0	0,8	0,3	0,6	0,5	-5,2	-14,1	-15,6	-14,8	-14,6
	<i>dont entreprises privées</i>	%	0	-0,2	-3,9	-5,3	-6,5	-11,7	-14,0	-14,3	-12,5	-11,7
	<i>dont ménages</i>	%	0	4	11,8	16,7	19,9	11,6	-22,0	-29,0	-32,6	-36,6
	<i>dont public</i>	%	0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,9	-2,9	-5,1	-7,3	-9,2	-10,8
	Exportations	%	0	-10,3	-17,8	-23,4	-27,6	-35,9	-36,0	-34,6	-34,1	-34,5
	Importations	%	0	-3,9	-7,7	-10,7	-13,4	-23,4	-29,9	-33,6	-34,9	-35
Ménages	Revenu dispo réel des ménages	%	0	0,4	-0,5	-1,7	-3,0	-7,2	-9,7	-10	-8,3	-6,1
	Revenu dispo réel des ménages	MdEUR 2021	0	6	-8	-31	-54	-137	-199	-222	-197	-153
	Revenu dispo réel par emploi	%	0	1,4	2	2,1	2	1,3	-0,3	-1,4	-1,2	-0,2
	Variation du taux d'épargne	Pts de revenu	0	1	0,3	0	-0,2	0,8	2	2,9	3,3	3,3
Prix	Prix à la conso des ménages	%	0	-0,4	-0,9	-1,6	-2,6	-10,2	-17,5	-21,5	-22,1	-20,7
	Prix à la prod marchande	%	0	-0,5	-1,2	-2	-3,2	-11,6	-19,4	-23,5	-24	-22,3
	Prix des exportations	%	0	-0,5	-1	-1,5	-2,1	-7,9	-15,1	-19,5	-20,7	-19,8
	Prix des importations	%	0	0	0	0	0	-0,4	-1	-1,4	-2	-2,5
Travail	Salaire net réel	%	0	0,3	0,1	-0,5	-1,5	-7,4	-11,2	-12,8	-11,9	-9,6
	Coût réel du travail	%	0	0,5	0,6	0,2	-0,5	-3,9	-5,8	-6,9	-6,4	-5,1
	Emplois	%	0	-1	-2,4	-3,7	-4,9	-8,4	-9,4	-8,7	-7,3	-6
	Emplois	Milliers	0	-258	-588	-912	-1 206	-2 046	-2 313	-2 195	-1 831	-1 510
	Écart du taux de chômage	Pts pop. active	0	0,7	1,5	2,4	3,3	5,7	6,4	6,1	5	4,1
Soldes	Écart de la balance commerciale	Pts de PIB	0	-2,1	-3,3	-4,1	-4,6	-5,3	-5	-4,1	-3,2	-2,4
	<i>BC énergétique</i>	Pts de PIB	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5
	<i>BC non énergétique</i>	Pts de PIB	0	-2,2	-3,4	-4,4	-5	-6,3	-6,1	-5,4	-4,6	-3,9
	Écart du solde public primaire	Pts de PIB	0	-0,8	-1,8	-2,7	-3,5	-6	-7	-6,9	-5,9	-4,9
	Écart du solde public	Pts de PIB	0	-0,9	-1,8	-2,8	-3,6	-5,4	-6,5	-8,8	-11,1	-12,6
	Écart de la dette publique	Pts de PIB	0	2,9	6,6	11,2	16,8	54,2	94,1	127,5	153,2	175,6

N.B. : Salaire net réel : hors cotisations employeurs et employés, unitaire. Coût réel du travail : y.c. cotisations employeurs et employés, unitaire.  
Source : ADEME.

## 2.3. Scénario 2 : « Coopérations territoriales »

Dans le scénario S2, le niveau du PIB est supérieur de 2,4 % par rapport à celui du tendanciel en 2050, bien qu'il s'agisse d'un scénario de diminution de la production de biens matériels. En effet, ce scénario prévoit :

- une réduction du nombre de véhicules particuliers en circulation (25 M contre 39 M dans le tendanciel) ;
- une réduction de la construction neuve et des surfaces de bureau (la superficie de résidence principale par habitant est de 43 m<sup>2</sup> dans le scénario S2 contre 45 dans le tendanciel) ;
- une diminution de la production industrielle en volume en 2050. Son indice est de 80 dans le scénario S2 contre 102 dans le tendanciel. Cette contraction est néanmoins moins importante que dans S1.

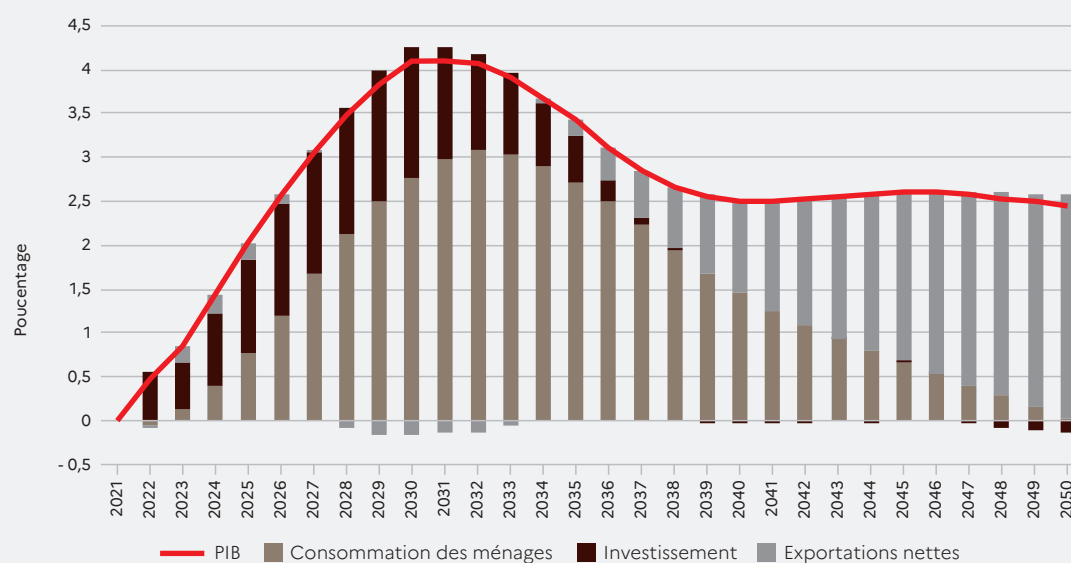
L'augmentation des investissements d'efficacité énergétique des ménages exerce un effet d'entraînement positif sur la croissance, avec une accélération particulièrement sensible dès la période 2020-2030. La hausse de l'emploi suscite une hausse plus soutenue de la consommation et notamment des services. Elle est favorisée par une légère baisse de l'indice du prix à la consommation par rapport au tendanciel, qui résulte à la fois d'une diminution des marges des entreprises industrielles et d'un effet de structure (les ménages consomment moins d'automobiles et d'énergie).

L'investissement des entreprises augmente également. La croissance des investissements de maîtrise de l'énergie compense les effets récessifs de la diminution de la demande de produits industriels, contrairement à ce qui se produirait dans S1.

Tous secteurs confondus, les exportations en valeur diminuent légèrement par rapport au tendanciel. Néanmoins, les importations baissent encore davantage si bien que le solde de la balance commerciale s'améliore.

La hausse conjuguée de la consommation (très modérée du fait du ralentissement des achats de véhicules), des investissements et du solde de la balance commerciale entraîne une augmentation du PIB par rapport au tendanciel. Elle exerce un effet multiplicateur sur l'activité : l'élargissement des débouchés des entreprises suscite une hausse de l'emploi (c'est là encore une différence notable avec S1). Celle-ci génère une augmentation des salaires réels et de la consommation, qui rétroagit positivement sur la production et donc l'investissement. En définitive, le taux de croissance moyen du PIB entre 2022 et 2050 s'élève à 1,35 % dans le scénario S2 contre 1,28 % dans le tendanciel. Les recettes de l'État augmentent si bien que le déficit public diminue par rapport au tendanciel.

Graphique 6 PIB et contributions de ses composantes : S2 en écart au TEND



Source : ADEME.

Tableau 5 Agrégats macroéconomiques : S2 en écart au TEND

		Unité	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PIB et VA	PIB	%	0	0,5	0,9	1,4	2	4,1	3,4	2,5	2,6	2,4
	VA du secteur marchand	%	0	0,6	1,1	1,8	2,5	5,1	4,5	3,6	3,8	3,6
Variations des composantes	Conso des ménages	%	0	-0,1	0,2	0,7	1,3	4,6	4,5	2,3	1,1	0
	<i>dont conso automobile</i>	%	0	-8,2	-1,2	-14,1	-15	-17,8	-28,9	-41,3	-49	-54,3
	Conso des APU	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Investissement	%	0	2,6	2,6	4,0	5,1	7,2	2,5	0	0,1	-0,6
	<i>dont entreprises privées</i>	%	0	3	0,3	1,1	2	6,2	6,2	5,3	5	4,4
	<i>dont ménages</i>	%	0	3,5	10,1	14,4	16,9	14,7	-8,0	-21,1	-20,7	-25,5
	<i>dont public</i>	%	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,8	0,6	-0,5	-1,9	-3,6
	Exportations	%	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-5,5	-8,9	-10,6	-11,3	-12,1
	Importations	%	0	-0,4	-1,6	-2	-2,4	-4	-7,7	-12,0	-15,6	-18,7
Ménages	Revenu dispo réel des ménages	%	0	0,4	0,9	1,4	2	4,7	4,4	2,7	2	1,3
	Revenu dispo réel des ménages	MdEUR 2021	0	7	16	25	36	90	90	60	46	33
	Revenu dispo réel par emploi	%	0	0,2	0,5	0,7	1	2,1	2,3	1,8	1,2	0,6
	Variation du taux d'épargne	Pts de revenu	0	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,8	1,5	1,8	2,2
Prix	Prix à la conso des ménages	%	0	0	0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,8	-3,4	-6,5	-8,8
	Prix à la prod marchande	%	0	0	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,5	-3,3	-6,9	-9,4
	Prix des exportations	%	0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	0,2	-0,4	-3,1	-6,6	-9,3
	Prix des importations	%	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	-1,5	-2,2	-2,8	-3,2	-3,6
Travail	Salaire net réel	%	0	0	0	0,1	0,3	2,4	3,7	2,7	1,5	0,9
	Coût réel du travail	%	0	0	0,1	0,2	0,4	1,8	2,7	2,2	1,8	1,7
	Emplois	%	0	0,2	0,4	0,7	1,1	2,6	2	0,8	0,8	0,7
	Emplois	Milliers	0	41	88	166	258	635	497	209	200	177
	Écart du taux de chômage	Pts pop. active	0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,7	-1,7	-1,4	-0,6	-0,5	-0,5
Soldes	Écart de la balance commerciale	Pts de PIB	0	0	0,3	0,3	0,4	0,7	1,1	1,3	1,5	1,6
	<i>BC énergétique</i>	Pts de PIB	0	0,1	0,3	0,4	0,5	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5
	<i>BC non énergétique</i>	Pts de PIB	0	-0,1	0	-0,1	-0,1	-0,5	-0,3	-0,1	-0,1	0,1
	Écart du solde public primaire	Pts de PIB	0	-0,1	0	0,1	0,3	1,1	0,8	0,1	-0,2	-0,4
	Écart du solde public	Pts de PIB	0	-0,1	0	0,2	0,4	1,5	1,4	1,3	1,3	0,8
	Écart de la dette publique	Pts de PIB	0	-0,4	-0,7	-1,4	-2,3	-9,5	-13,7	-12,8	-11,8	-10,3

N.B. : Salaire net réel : hors cotisations employeurs et employés, unitaire. Coût réel du travail : y.c. cotisations employeurs et employés, unitaire.  
Source : ADEME.

La valeur ajoutée des secteurs énergétiques diminue à l'exception des énergies renouvelables. Les dépenses dans l'automobile, le BTP et la production de produits manufacturés sont moindres que dans le tendanciel. Les ménages réorientent leur consommation vers des biens moins carbonés, ce qui profite essentiellement aux services, dont l'activité est plus importante que dans le tendanciel. La valeur ajoutée du secteur des transports est inférieure à leur niveau dans le tendanciel sauf pour les transports ferroviaires. La réduction du transport de voyageurs par bus est liée à la généralisation du télétravail. Ceci explique les écarts d'évolution d'emplois sectoriels illustrés ci-dessous.

Les créations d'emploi s'élèvent à + 635 000 en 2030 par rapport au tendanciel et + 177 000 en 2050. En définitive le taux de chômage baisse de 0,5 point de population active par rapport au tendanciel.

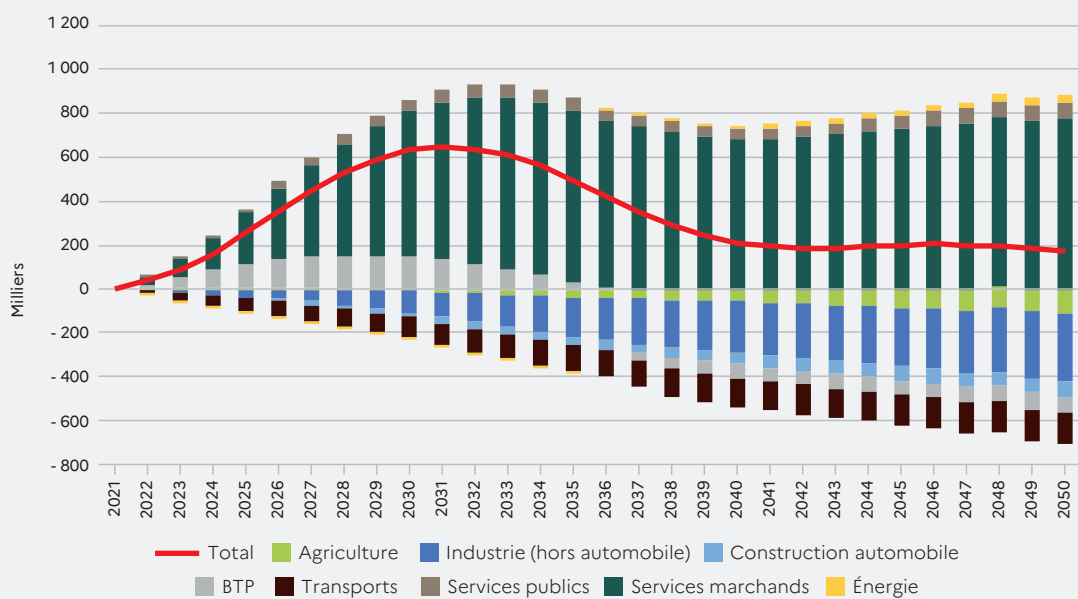
Le supplément d'investissement dans l'industrie et les services s'élève à près de 26,3 MdeUR en moyenne par an sur la période. Cela représente l'équivalent

de 0,9 % du PIB actuel. Cette enveloppe inclut les investissements directs liés à la transition et les investissements indirects liés au supplément d'activité qu'elle génère.

Les seuls investissements de maîtrise de l'énergie (cf. **Tableau 6**, ligne « Total des investissements verts », tous secteurs confondus) s'élèvent à 48 MdeUR en moyenne par an dans S2 contre 35 MdeUR dans le tendanciel, soit un écart de 13 MdeUR. C'est une somme relativement modeste, équivalente à 0,5 % du PIB actuel.

Ces dépenses ne doivent pas être considérées comme un coût, puisqu'elles sont lucratives. Elles génèrent plus de gains que le montant des annuités de remboursement des emprunts nécessaires à leur financement. À terme, compte tenu de la hausse des cours des combustibles fossiles, les investissements d'efficacité énergétique et/ou de substitution des énergies renouvelables aux énergies fossiles sont rentables. C'est pourquoi le PIB de S2 est supérieur au niveau qu'aurait le tendanciel en 2050.

Graphique 7 Emplois totaux : écarts S2-TEND



Source : ADEME.

Tableau 6 Investissements – S2 (MEUR 2021)

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Invt. annuel moyen	Invt. cumulé
<b>Agriculture</b>	12 644	12 774	12 825	12 840	12 836	12 783	12 820	12 983	13 253	13 528	12 974	389 207
<i>dont efficacité énergétique</i>	151	173	193	211	226	281	306	350	390	431	310	9 301
<b>Construction automobile</b>	5 660	5 711	5 739	5 772	5 813	6 140	6 472	6 683	6 875	7 019	6 410	192 310
<i>dont efficacité énergétique</i>	54	61	66	71	75	92	104	117	133	151	105	3 155
<b>Industrie (hors automobile)</b>	37 208	37 448	37 119	36 686	36 200	33 794	31 963	30 708	29 994	29 488	32 561	976 824
<i>dont efficacité énergétique</i>	446	575	607	627	646	734	819	940	1 067	1 199	851	25 520
<b>BTP</b>	6 165	6 447	6 738	7 044	7 323	8 243	8 333	8 250	8 488	8 480	8 024	240 706
<b>Résidentiel (ménages)</b>	132 053	136 475	146 009	152 524	156 400	151 998	116 296	91 492	84 105	70 376	115 774	3 473 209
<b>Transport</b>	18 437	18 145	17 709	17 309	16 960	15 904	15 670	15 879	16 434	17 151	16 414	492 429
<i>dont aérien</i>	3 566	3 572	3 551	3 521	3 486	3 326	3 245	3 225	3 272	3 365	3 333	99 980
<i>dont bus et cars</i>	2 682	2 689	2 689	2 685	2 680	2 639	2 577	2 471	2 337	2 198	2 518	75 541
<i>dont ferroviaire</i>	1 773	1 787	1 798	1 809	1 821	1 902	2 019	2 174	2 372	2 597	2 089	62 681
<i>dont fluvial</i>	2 231	2 219	2 181	2 138	2 091	1 869	1 690	1 550	1 442	1 354	1 726	51 788
<i>dont fret routier</i>	8 186	7 878	7 490	7 157	6 882	6 168	6 140	6 460	7 011	7 638	6 748	202 439
<b>Énergie</b>	10 424	31 938	20 269	20 278	20 087	18 505	19 595	21 322	23 520	28 547	21 184	635 510
<b>dont charbon</b>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
<b>dont carburants</b>	781	740	696	657	622	510	452	436	436	428	505	15 139
<i>dont carburants fossiles</i>	654	604	554	508	467	309	194	114	62	32	238	7 141
<i>dont biocarburants</i>	127	136	143	149	155	201	259	322	374	396	267	7 999
<b>dont chaleur et vapeur</b>	3 053	15 293	3 217	2 816	2 677	3 261	5 177	7 336	9 816	12 327	6 580	197 413
<i>dont gaz naturel</i>	680	7 452	0	0	0	0	0	0	0	0	271	8 135
<i>dont biogaz</i>	138	517	294	322	365	803	1 913	4 061	7 435	11 435	3 546	106 386
<i>dont chaleur (bois, biomasse)</i>	2 236	7 323	2 923	2 494	2 312	2 459	3 264	3 275	2 381	892	2 763	82 892
<b>dont électricité</b>	6 588	15 905	16 355	16 805	16 787	14 733	13 965	13 550	13 267	15 793	14 098	422 951
<i>dont nucléaire</i>	3 076	5 587	5 779	5 971	5 694	3 110	2 253	1 598	546	1	2 283	68 498
<i>dont thermique à flammes</i>	138	1 012	1 045	1 077	1 109	3 028	2	2	2	2	624	18 720
<i>dont éolien</i>	1 589	4 946	5 093	5 241	5 389	5 474	7 414	7 533	8 370	10 121	6 969	209 069
<i>dont solaire</i>	1 103	2 406	2 482	2 557	2 633	951	2 413	2 420	2 416	3 799	2 299	68 979
<i>dont hydraulique</i>	339	1 367	1 370	1 373	1 376	1 585	1 297	1 410	1 348	1 284	1 345	40 344
<i>dont cogénération</i>	343	586	586	586	586	586	586	586	586	586	578	17 341
<b>Services marchands</b>	234 196	240 808	247 591	254 918	262 565	305 474	353 385	396 864	435 455	468 695	354 332	10 629 960
<i>dont efficacité énergétique</i>	1 919	2 898	3 394	3 662	3 780	3 581	2 995	2 256	1 564	1 065	2 619	78 566
<b>Services publics</b>	89 030	90 243	91 510	92 823	94 166	101 243	108 632	115 519	121 545	126 693	108 722	3 261 663
<i>dont efficacité énergétique</i>	220	267	308	343	372	479	526	586	660	785	527	15 819
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS HORS MÉNAGES</b>	<b>413 764</b>	<b>443 514</b>	<b>439 500</b>	<b>447 669</b>	<b>455 949</b>	<b>502 087</b>	<b>556 872</b>	<b>608 207</b>	<b>655 566</b>	<b>699 601</b>	<b>560 620</b>	<b>16 818 609</b>
<i>dont public</i>	89 030	90 243	91 510	92 823	94 166	101 243	108 632	115 519	121 545	126 693	108 722	3 261 663
<i>dont privé</i>	324 734	353 271	347 990	354 846	361 783	400 844	448 239	492 687	534 020	572 908	451 898	13 556 946
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS MÉNAGES</b>	<b>193 038</b>	<b>193 484</b>	<b>201 663</b>	<b>207 671</b>	<b>211 754</b>	<b>211 937</b>	<b>182 234</b>	<b>156 649</b>	<b>148 569</b>	<b>134 609</b>	<b>178 196</b>	<b>5 345 878</b>
<i>dont résidentiel</i>	132 053	136 475	146 009	152 524	156 400	151 998	116 296	91 492	84 105	70 376	115 774	3 473 209
<i>dont acquisition véhicules auto classe A</i>	14 369	16 545	19 776	23 671	28 264	53 845	65 771	65 157	64 464	64 233	53 776	1 613 282
<i>dont acquisition véhicules auto classe B à G</i>	46 616	40 465	35 877	31 476	27 090	6 094	168	0	0	0	8 646	259 388
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (hors conso auto)</b>	<b>545 816</b>	<b>579 989</b>	<b>585 509</b>	<b>600 194</b>	<b>612 349</b>	<b>654 085</b>	<b>673 168</b>	<b>699 698</b>	<b>739 670</b>	<b>769 977</b>	<b>676 394</b>	<b>20 291 817</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (y.c. conso auto)</b>	<b>606 801</b>	<b>636 998</b>	<b>641 163</b>	<b>655 341</b>	<b>667 704</b>	<b>714 024</b>	<b>739 106</b>	<b>764 856</b>	<b>804 134</b>	<b>834 210</b>	<b>738 816</b>	<b>22 164 487</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS VERTS</b>	<b>37 735</b>	<b>66 012</b>	<b>76 118</b>	<b>87 864</b>	<b>98 018</b>	<b>126 336</b>	<b>115 409</b>	<b>100 486</b>	<b>101 905</b>	<b>103 012</b>	<b>103 605</b>	<b>3 108 138</b>
<i>dont efficacité énergétique</i>	10 807	25 490	36 783	44 840	50 346	54 023	26 207	9 527	8 379	4 117	25 728	771 837
<i>dont transports</i>	21 054	23 240	26 444	30 302	34 856	60 255	72 056	71 352	70 616	70 382	60 110	1 803 292
<i>dont énergie</i>	5 874	17 282	12 891	12 722	12 816	12 058	17 146	19 607	22 910	28 513	17 767	533 009
<i>dont ménages</i>	22 386	38 061	51 991	63 598	73 511	102 702	87 228	70 436	69 030	64 719	75 092	2 252 758
<i>dont public</i>	220	267	308	343	372	479	526	586	660	785	527	15 819
<i>dont entreprises</i>	15 130	27 684	23 819	23 924	24 136	23 156	27 654	29 464	32 215	37 507	27 985	839 561

N.B. : toutes les lignes vertes correspondent à des investissements verts.  
Source : ADEME.

## 2.4. Scénario 3 : « Technologies vertes » avec variante nucléaire

Le scénario 3 est bien plus proche du tendanciel que les précédents. La production de biens manufacturés est quasi équivalente, à l'exception du nombre de voitures en circulation. En effet, le scénario S3 prévoit :

- une variation de la superficie des résidences principales moins importante que dans S1 et S2 (44 m<sup>2</sup> de résidence principale par habitant en 2050 contre 45 m<sup>2</sup> dans le TEND). La stratégie dite « haussmannienne » de déconstruction/reconstruction des logements les plus énergivores entraîne une augmentation de l'activité du bâtiment mais elle est compensée par la réduction de la superficie des logements par tête ;

- une moindre réduction du nombre de véhicules particuliers en circulation (32 M de véhicules contre 39 M dans le tendanciel) ;

- une production industrielle en volume moins réduite que dans les scénarios S1 ou S2 (indice de 86 contre 102 dans le tendanciel).

En 2050, le niveau du PIB de S3 est supérieur de 1,4 % à celui du tendanciel. La croissance est essentiellement liée au regain d'investissement dans l'efficacité énergétique. Cela entraîne une augmentation de l'activité et de l'emploi, qui provoque une hausse de la consommation qui elle-même rétroagit positivement sur la production.

Graphique 8 PIB et contributions de ses composantes : S3 en écart au TEND

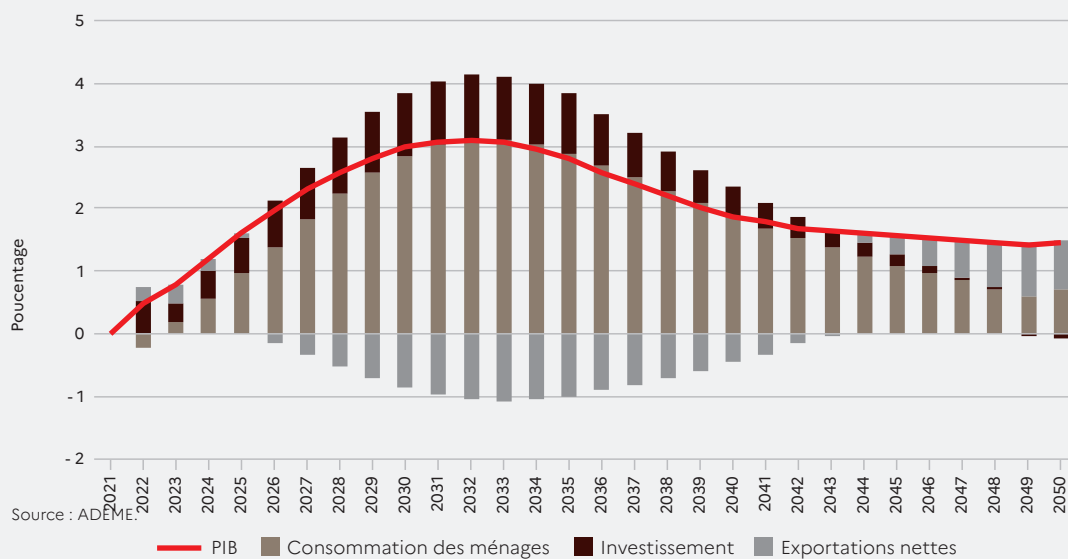




Tableau 7 Agrégats macroéconomiques : S3 en écart au TEND

		Unité	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PIB et VA	PIB	%	0	0,5	0,8	1,2	1,6	3	2,8	1,9	1,6	1,4
	VA du secteur marchand	%	0	0,7	1	1,5	2	3,7	3,5	2,6	2,3	2,2
Variations des composantes	Conso des ménages	%	0	-0,4	0,3	1	1,7	4,7	4,7	3	1,8	1,1
	<i>dont conso automobile</i>	%	0	-1,71	-12,4	-8,5	-4,8	6,2	-1	-12,6	-19,8	-19,2
	Conso des APU	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Investissement	%	0	2,5	1,4	2,1	2,7	4,9	4,7	2,3	0,9	-0,3
	<i>dont entreprises privées</i>	%	0	3,8	1,2	1,9	2,6	6,3	6,8	4,9	3,8	2,2
	<i>dont ménages</i>	%	0	0,8	2,7	4,1	4,8	4,7	1,6	-5,4	-9,8	-11,2
	<i>dont public</i>	%	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	-0,6	-1,8	-3,2
	Exportations	%	0	-0,2	-0,5	-0,9	-1,4	-5	-8,5	-10,6	-11,5	-11,8
	Importations	%	0	-0,8	-1,4	-1,5	-1,5	-1,4	-3,3	-6,7	-9,9	-12,1
Ménages	Revenu dispo réel des ménages	%	0	0,3	0,7	1,1	1,6	3,6	3,8	2,7	1,8	1,2
	Revenu dispo réel des ménages	MdEUR 2021	0	4	12	19	28	69	79	61	43	30
	Revenu dispo réel par emploi	%	0	0	0,2	0,4	0,6	1,5	1,7	1,5	1,1	0,5
	Variation du taux d'épargne	Pts de revenu	0	0,6	0,2	0	-0,2	-1	-0,6	0,1	0,5	0,4
Prix	Prix à la conso des ménages	%	0	0	0	0	-0,1	0	-0,1	-1,5	-3,9	-6,1
	Prix à la prod marchande	%	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,2	-1,3	-4,0	-6,6
	Prix des exportations	%	0	0	0	0,1	0,1	0,6	0,5	-1,1	-3,9	-6,6
	Prix des importations	%	0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,6	-1,7	-2,5	-3,1	-3,6	-4,0
Travail	Salaire net réel	%	0	0	0	0,1	0,3	1,7	2,8	2,6	1,7	0,9
	Coût réel du travail	%	0	0	0,1	0,2	0,3	1,2	1,7	1,7	1,4	1,3
	Emplois	%	0	0,3	0,4	0,7	1	2,1	2,1	1,2	0,8	0,6
	Emplois	Milliers	0	62	110	173	239	514	511	294	194	162
	Écart du taux de chômage	Pts pop. active	0	-0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-1,4	-1,4	-0,8	-0,5	-0,4
Soldes	Écart de la balance commerciale	Pts de PIB	0	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,4	0,5	0,4
	<i>BC énergétique</i>	Pts de PIB	0	0,1	0,3	0,4	0,6	1,1	1,4	1,5	1,5	1,5
	<i>BC non énergétique</i>	Pts de PIB	0	0,1	0,1	0	-0,2	-1	-1,2	-1,1	-1	-1,1
	Écart du solde public primaire	Pts de PIB	0	0	0,2	0,3	0,4	1	0,9	0,3	-0,1	-0,4
	Écart du solde public	Pts de PIB	0	0	0,2	0,4	0,5	1,3	1,4	1,2	1,2	0,9
	Écart de la dette publique	Pts de PIB	0	-0,5	-1	-1,7	-2,6	-9,1	-14,2	-14,8	-13,6	-11,7

N.B. : Salaire net réel : hors cotisations employeurs et employés, unitaire. Coût réel du travail : y.c. cotisations employeurs et employés, unitaire.  
Source : ADEME.

La recrudescence de l'activité liée à la transition est équivalente à deux années de croissance supplémentaires à l'horizon 2030 par rapport au tendanciel. Ce gain s'estompe ensuite en fin de période puisque les entreprises et les ménages réduisent leurs investissements d'efficacité énergétique dans S3 à mesure que le potentiel d'économie d'énergie s'épuise, alors que dans le tendanciel, il est prévu que les entreprises et les ménages investissent dans l'efficacité énergétique tardivement sous l'effet de la hausse du cours des combustibles fossiles.

Dans le tendanciel, on constate une dégradation de la balance commerciale en fin de période, liée à la recrudescence d'importation de biens d'équipement et de consommation. C'est pourquoi, dans S3, on constate une amélioration relative du solde des échanges extérieurs par rapport au tendanciel à partir de 2040.

Le gain relatif semble converger vers 1,4 % à long terme. Cela s'explique par le fait que les économies d'énergies importées réalisées précocement dans S3 ont été recyclées dans l'économie pour accroître le stock de capital productif (notamment dans le tertiaire). Les investissements de maîtrise de l'énergie s'avèrent rétrospectivement rentables au vu de la hausse des cours des combustibles.

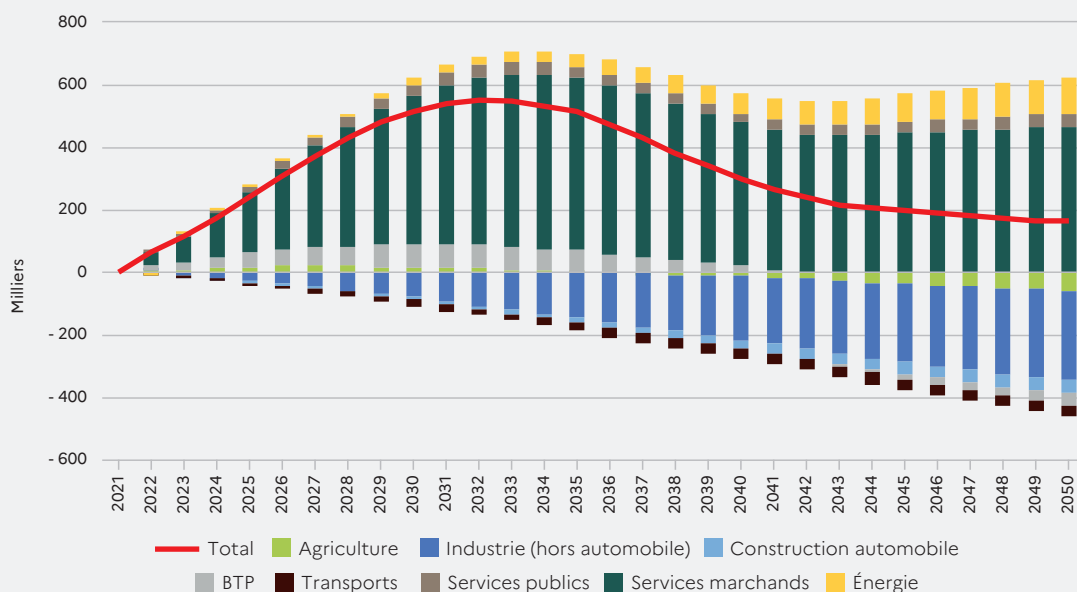
Le scénario S3 génère un supplément de créations d'emplois par rapport au tendanciel de plus de 500 000 équivalents temps plein (etp) en 2035, qui s'estompe dans le temps. Le taux de chômage est inférieur de 0,4 point de population active en 2050 par rapport au tendanciel (*Graphique 9*).

Le supplément d'investissement dans l'industrie et les services s'élève à près de 18 MdEUR en moyenne par an sur la période. Cela représente l'équivalent de 0,7 % du PIB actuel. Cette enveloppe inclut les investissements directs liés à la transition et les investissements indirects liés au supplément d'activité qu'elle génère.

Les seuls investissements de maîtrise de l'énergie (cf. *Tableau 8*, ligne « Total des investissements verts », tous secteurs confondus) s'élèvent à 42,7 MdEUR en moyenne par an dans S3 contre 34,9 MdEUR dans le tendanciel, soit un écart de 7,8 MdEUR. C'est une somme relativement modeste, équivalente à 0,3 % du PIB actuel.

Ces dépenses ne doivent pas être considérées comme un coût, puisqu'elles sont lucratives. Au total, elles génèrent plus d'économies que le montant des annuités des emprunts nécessaires à leur financement. À terme, compte tenu de la hausse des cours des combustibles fossiles, les investissements d'efficacité énergétiques et/ou de substitution des énergies renouvelables aux énergies fossiles sont donc rentables. C'est la raison pour laquelle le PIB de S3 est supérieur à celui du tendanciel en 2050.

**Graphique 9** Emplois totaux : écarts S3-TEND



Source : ADEME.

**Tableau 8** Investissements – S3 (MEUR 2021)

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Invt. annuel moyen	Invt. cumulé
<b>Agriculture</b>	12 644	12 812	12 911	12 979	13 029	13 274	13 647	14 061	14 519	15 019	13 762	412 851
<i>dont efficacité énergétique</i>	151	173	193	209	224	280	304	339	373	413	303	9 081
<b>Construction automobile</b>	5 660	5 681	5 761	5 865	5 982	6 696	7 397	7 862	8 254	8 666	7 266	217 973
<i>dont efficacité énergétique</i>	54	66	75	82	87	104	111	114	122	135	107	3 200
<b>Industrie (hors automobile)</b>	37 208	37 544	37 308	36 962	36 556	34 596	33 405	32 454	31 875	31 599	33 808	1 014 253
<i>dont efficacité énergétique</i>	446	603	649	676	696	789	891	1 009	1 142	1 286	914	27 418
<b>BTP</b>	6 165	6 408	6 592	6 793	6 983	7 805	8 493	8 754	8 854	8 859	8 112	243 349
<b>Résidentiel (ménages)</b>	132 053	132 909	136 200	138 882	140 232	138 726	128 352	109 723	95 671	83 950	119 500	3 585 007
<b>Transport</b>	18 437	18 537	18 497	18 416	18 316	18 045	18 410	19 040	19 886	20 909	18 927	567 818
<i>dont aérien</i>	3 566	3 609	3 636	3 656	3 671	3 765	3 940	4 116	4 286	4 466	3 979	119 361
<i>dont bus et cars</i>	2 682	2 725	2 752	2 774	2 796	2 905	3 022	3 106	3 141	3 130	2 988	89 645
<i>dont ferroviaire</i>	1 773	1 787	1 803	1 820	1 839	1 951	2 097	2 272	2 495	2 771	2 167	64 995
<i>dont fluvial</i>	2 231	2 224	2 195	2 161	2 125	1 953	1 819	1 705	1 618	1 554	1 842	55 268
<i>dont fret routier</i>	8 186	8 193	8 112	8 004	7 885	7 471	7 533	7 841	8 345	8 988	7 952	238 549
<b>Énergie</b>	10 425	34 473	22 956	23 044	23 003	23 783	28 154	25 607	26 017	25 237	25 093	752 785
<b>dont charbon</b>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<b>dont carburants</b>	781	738	690	647	612	512	472	468	464	436	518	15 533
<i>dont carburants fossiles</i>	654	600	544	495	452	292	178	99	51	26	225	6 753
<i>dont biocarburants</i>	127	138	145	152	160	219	294	369	413	410	293	8 780
<b>dont chaleur et vapeur</b>	3 053	16 640	4 688	4 336	4 318	5 664	7 294	7 548	7 120	5 655	6 633	199 001
<i>dont gaz naturel</i>	680	7 548	138	0	0	0	0	0	0	0	279	8 368
<i>dont biogaz</i>	138	512	281	304	338	673	1 277	2 008	2 820	3 358	1 541	46 241
<i>dont chaleur (bois, biomasse)</i>	2 236	8 580	4 270	4 032	3 979	4 991	6 017	5 540	4 300	2 297	4 813	144 392
<b>dont électricité</b>	6 589	17 094	17 577	18 060	18 073	17 607	20 388	17 591	18 433	19 145	17 941	538 245
<i>dont nucléaire</i>	3 077	5 388	5 561	5 735	5 438	3 275	6 645	4 300	3 477	3 333	4 584	137 535
<i>dont thermique à flammes</i>	138	1 658	1 712	1 765	1 818	1 854	2	2	2	122	553	16 578
<i>dont éolien</i>	1 590	5 740	5 918	6 097	6 275	7 761	6 750	6 662	8 330	8 111	6 893	206 802
<i>dont solaire</i>	1 103	2 474	2 552	2 630	2 708	2 754	4 439	4 530	4 551	5 518	3 862	115 856
<i>dont hydraulique</i>	339	1 248	1 248	1 248	1 248	1 377	1 966	1 511	1 488	1 475	1 471	44 133
<i>dont cogénération</i>	343	586	586	586	586	586	586	586	586	586	578	17 340
<b>Services marchands</b>	234 197	240 688	246 987	253 470	260 023	296 765	341 249	382 938	418 897	450 868	343 598	10 307 948
<i>dont efficacité énergétique</i>	1 919	2 571	2 981	3 201	3 298	3 251	2 890	2 282	1 712	1 333	2 513	75 398
<b>Services publics</b>	89 030	90 244	91 488	92 756	94 036	100 793	108 187	115 375	121 729	127 160	108 602	3 258 069
<i>dont efficacité énergétique</i>	220	256	289	315	337	471	547	587	639	723	515	15 450
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS HORS MÉNAGES</b>	<b>413 765</b>	<b>446 386</b>	<b>442 500</b>	<b>450 284</b>	<b>457 927</b>	<b>501 757</b>	<b>558 940</b>	<b>606 092</b>	<b>650 032</b>	<b>688 316</b>	<b>559 168</b>	<b>16 775 045</b>
<i>dont public</i>	89 030	90 244	91 488	92 756	94 036	100 793	108 187	115 375	121 729	127 160	108 602	3 258 069
<i>dont privé</i>	324 735	356 142	351 012	357 528	363 891	400 963	450 754	490 717	528 304	561 157	450 566	13 516 976
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS MÉNAGES</b>	<b>193 038</b>	<b>183 820</b>	<b>191 577</b>	<b>198 069</b>	<b>202 987</b>	<b>217 855</b>	<b>222 624</b>	<b>210 256</b>	<b>201 675</b>	<b>204 192</b>	<b>208 495</b>	<b>6 254 846</b>
<i>dont résidentiel</i>	132 053	132 909	136 200	138 882	140 232	138 726	128 352	109 723	95 671	83 950	119 500	3 585 007
<i>dont acquisition véhicules auto classe A</i>	14 369	14 780	19 696	25 445	32 114	71 149	94 029	100 533	106 005	120 242	79 694	2 390 816
<i>dont acquisition véhicules auto classe B à G</i>	46 616	36 131	35 681	33 742	30 641	7 980	243	0	0	0	9 301	279 023
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (hors conso auto)</b>	<b>545 817</b>	<b>579 295</b>	<b>578 700</b>	<b>589 167</b>	<b>598 159</b>	<b>640 483</b>	<b>687 293</b>	<b>715 814</b>	<b>745 703</b>	<b>772 266</b>	<b>678 668</b>	<b>20 360 052</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (y.c. conso auto)</b>	<b>606 802</b>	<b>630 206</b>	<b>634 077</b>	<b>648 353</b>	<b>660 914</b>	<b>719 612</b>	<b>781 564</b>	<b>816 348</b>	<b>851 708</b>	<b>892 508</b>	<b>767 663</b>	<b>23 029 891</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS VERTS</b>	<b>37 736</b>	<b>54 640</b>	<b>60 104</b>	<b>69 897</b>	<b>79 473</b>	<b>126 111</b>	<b>147 561</b>	<b>143 042</b>	<b>143 138</b>	<b>154 337</b>	<b>124 208</b>	<b>3 726 254</b>
<i>dont efficacité énergétique</i>	10 807	13 847	18 659	22 648	25 304	29 792	25 266	14 219	7 391	4 885	18 066	541 986
<i>dont transports</i>	21 054	21 515	26 445	32 200	38 874	77 958	100 966	107 617	113 260	127 697	86 691	2 600 724
<i>dont énergie</i>	5 874	19 278	15 000	15 049	15 295	18 361	21 329	21 206	22 488	21 755	19 451	583 545
<i>dont ménages</i>	22 386	24 959	34 168	43 610	52 776	96 046	114 553	110 421	109 407	121 237	93 408	2 802 255
<i>dont public</i>	220	256	289	315	337	471	547	587	639	723	515	15 450
<i>dont entreprises</i>	15 130	29 426	25 648	25 972	26 359	29 594	32 461	32 034	33 092	32 377	30 285	908 550

N.B. : toutes les lignes vertes correspondent à des investissements verts.  
Source : ADEME.

## 2.5. Scénario 3 : « Technologies vertes » avec variante éolien offshore

Les consommations finales d'énergie dans le scénario S3EnR-offshore sont comparables à celles du scénario S3Nuc par secteur et par usage. Seul le mix électrique a été modifié.

Les effets macroéconomiques du scénario S3EnR-offshore sont quasi identiques au scénario S3Nuc. Le supplément de PIB en 2050 par rapport au niveau qu'il aurait dans le tendanciel s'élève à 1,5 % contre 1,4 % dans S3Nuc. Ceci montre que le choix d'une part importante du nucléaire ou d'éolien offshore dans le mix électrique a fort peu d'incidence sur l'activité économique. Le prix de l'électricité est sensiblement comparable à celui du S3Nuc : il s'élève à 125 EUR/MWh contre 126 EUR/MWh dans S3Nuc.

Les investissements dans le secteur électrique sont légèrement supérieurs à ceux du scénario S3Nuc : de l'ordre de 1 MdEUR par an en moyenne. Cependant, le secteur de l'électricité n'emploie plus que 82 000 salariés en 2050 soit 6 000 de moins que dans le scénario S3Nuc (contre 96 000 dans le tendanciel). Cela explique la très légère baisse du coût de l'électricité.

Elle favorise à la fois une hausse de la consommation et une amélioration de la compétitivité des entreprises qui se traduit par un léger redressement du solde de la balance commerciale en comparaison à S3Nuc.

Cela exerce un effet d'entraînement positif sur le PIB : l'augmentation de l'activité génère un supplément d'investissement et d'emplois, qui rétroagit positivement sur la consommation et donc la production.

En définitive le nombre de créations d'emplois d'élève à + 172 000 etp dans le scénario S3EnR-offshore par rapport au tendanciel, soit 10 000 de plus que dans S3Nuc.

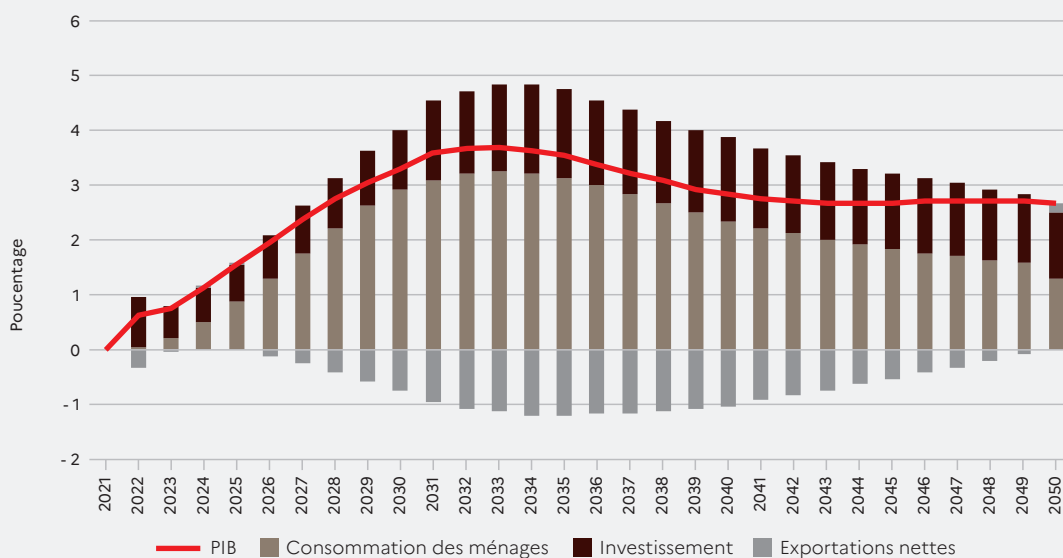
## 2.6. Scénario 4 : « Pari réparateur »

Le scénario S4 est le plus énergivore de tous. Dans S4, le PIB en 2050 est supérieur de 2,7 % au niveau qu'il aurait à la même date dans le tendanciel.

Contrairement à S1, le nombre de véhicules en circulation ne baisse presque pas par rapport au tendanciel. Le nombre de constructions neuves non plus. La superficie des résidences principales est de 45 m<sup>2</sup> par personne contre 43 m<sup>2</sup> dans S1. L'indice de production industrielle est de 103 en 2050 contre 102 en 2050 dans le tendanciel par rapport à une base 100 en 2021.

La croissance est essentiellement liée au regain d'investissement dans l'efficacité énergétique et dans les capacités productives de l'industrie. La hausse de l'investissement entraîne une augmentation de l'activité et de l'emploi, qui provoque une hausse de la consommation qui elle-même rétroagit positivement sur la production.

Graphique 10 PIB et contributions de ses composantes : S4 en écart au TEND



Source : ADEME.

Tableau 9 Agrégats macroéconomiques : S4 en écart au TEND

		Unité	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PIB et VA	PIB	%	0	0,6	0,8	1,2	1,6	3,3	3,6	2,8	2,7	2,7
	VA du secteur marchand	%	0	0,7	0,9	1,4	1,8	3,9	4,3	3,6	3,4	3,5
Variations des composantes	Conso des ménages	%	0	0,1	0,4	0,9	1,5	4,9	5,1	3,8	3	2,1
	<i>dont conso automobile</i>	%	0	-1,7	-1,3	0,4	2,8	13,3	2,1	-9,1	-15,4	-24,1
	Conso des APU	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Investissement	%	0	4,5	2,8	3	3,3	5,3	7,9	7,4	6,8	6
	<i>dont entreprises privées</i>	%	0	4,6	1,7	2	2,5	6,1	10	9	8	7
	<i>dont ménages</i>	%	0	7,5	7,6	7,6	7,4	6,6	7,1	8,2	9,3	9,8
	<i>dont public</i>	%	0	0	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	0,2	-0,3	-0,9
	Exportations	%	0	-0,6	-0,1	0,5	0,9	1,1	-0,1	-0,6	0,1	1,5
	Importations	%	0	0,5	0,1	0,4	0,8	3,3	4	3,1	2	0,6
Ménages	Revenu dispo réel des ménages	%	0	0,2	0,6	1	1,4	3,8	4,6	4,1	3,6	3,3
	Revenu dispo réel des ménages	MdEUR 2021	0	3	10	17	25	73	95	90	86	83
	Revenu dispo réel par emploi	%	0	-0,1	0,1	0,2	0,4	1,1	1,2	1,2	0,9	0,5
	Variation du taux d'épargne	Pts de revenu	0	-0,5	-0,4	-0,5	-0,6	-1,2	-0,6	0	0,4	0,9
Prix	Prix à la conso des ménages	%	0	0,2	0,3	0,4	0,5	1,4	3,1	3,9	3,2	2,1
	Prix à la prod marchande	%	0	0,1	0,1	0,2	0,3	1,6	3,7	4,6	3,7	2,4
	Prix des exportations	%	0	0,1	0,2	0,4	0,6	2	3,7	4,3	3,4	2
	Prix des importations	%	0	0	-0,1	-0,2	-0,4	-1,2	-1,6	-2	-2,5	-3
Travail	Salaire net réel	%	0	-0,3	-0,3	-0,2	0	1,6	3,5	4,1	3,9	3,6
	Coût réel du travail	%	0	-0,1	-0,1	0	0,1	1,1	1,9	2,2	2,2	2,2
	Emplois	%	0	0,3	0,5	0,7	1	2,7	3,4	2,8	2,7	2,8
	Emplois	Milliers	0	71	117	180	256	650	833	713	675	697
	Écart du taux de chômage	Pts pop. active	0	-0,2	-0,3	-0,5	-0,7	-1,8	-2,3	-2	-1,8	-1,9
Soldes	Écart de la balance commerciale	Pts de PIB	0	-0,3	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	1,1	1,5	1,9
	<i>BC énergétique</i>	Pts de PIB	0	0	0,2	0,3	0,4	0,8	1	1	1,1	1,1
	<i>BC non énergétique</i>	Pts de PIB	0	-0,3	-0,1	0	0	-0,3	-0,2	0,1	0,4	0,8
	Écart du solde public primaire	Pts de PIB	0	0,2	0,3	0,4	0,6	1,5	1,7	1,4	1,2	1,2
	Écart du solde public	Pts de PIB	0	0,2	0,3	0,4	0,7	1,8	2,1	2,2	2,7	3
	Écart de la dette publique	Pts de PIB	0	-1	-1,4	-2,3	-3,4	-12,3	-22,4	-29,3	-35,7	-42,8

N.B. : Salaire net réel : hors cotisations employeurs et employés, unitaire. Coût réel du travail : y.c. cotisations employeurs et employés, unitaire.  
Source : ADEME.

C'est le scénario le plus créateur d'emplois, ce qui est compréhensible puisque c'est le seul qui prévoit une augmentation de la production industrielle par rapport au tendanciel. La valeur ajoutée des secteurs du BTP et de l'automobile augmentent en 2050 par rapport au tendanciel, ce qui n'est pas le cas dans les autres scénarios. Cela est lié aux hypothèses retenues sur le nombre de véhicules en circulation et sur les constructions neuves.

Le scénario S4 entraîne la création de près de 700 000 emplois supplémentaires par rapport au tendanciel, essentiellement dans le tertiaire mais pas uniquement. Cela le distingue fortement des autres scénarios. Le taux de chômage diminue de 1,9 point. Cela engendre une augmentation des salaires réels.

Contrairement aux autres scénarios, l'inflation ne diminue pas car la demande de produits manufacturés ne se contracte pas. Le coût du travail est plus élevé. Les économies d'énergies sont moins importantes. La baisse des émissions est davantage liée à la décarbonation du mix énergétique et à la capture de CO<sub>2</sub> qu'aux gains d'efficacité énergétique. Les coûts unitaires de production sont donc relativement plus élevés que dans les autres scénarios. Les entreprises sont relativement moins compétitives. Si les exportations augmentent par rapport au tendanciel, les importations s'accroissent davantage, ce qui limite la croissance. Ce phénomène explique pourquoi le niveau du PIB de S4 n'est que légèrement supérieur à celui de S2 malgré le grand nombre d'emplois supplémentaires.

C'est le scénario qui permet de réduire le plus le montant de la dette publique à terme par rapport au tendanciel. Grâce au supplément de croissance, les recettes augmentent plus vite que les dépenses. Par ailleurs, le regain de pressions inflationnistes érode le volume de la dette publique.

Le prix des carburants est inférieur à celui des autres scénarios car la fiscalité carbone est moins élevée (de l'ordre de 577 EUR/tCO<sub>2</sub> en 2050). Le prix de l'électricité est comparable à celui des autres scénarios (128 EUR/MWh contre 127 dans le tendanciel).

Le revenu disponible des ménages après dépenses énergétiques et remboursement des annuités de l'emprunt augmente de plus de 1 500 EUR en 2050 par rapport au tendanciel. Cette hausse n'est presque pas imputable aux économies d'énergies réalisées. Elle résulte pour les deux tiers de l'augmentation des emplois et des salaires réels.

Le niveau de production de l'industrie est comparable au tendanciel mais sa consommation d'énergie dans S4 est inférieure de 5 Mtep en 2050 par rapport au tendanciel. C'est plus que dans les autres scénarios. L'industrie réalise moins d'investissements d'efficacité énergétique, en revanche, elle réalise plus d'investissements de substitution entre énergies pour réduire la part du pétrole et du gaz naturel dans son mix. Ces dépenses sont onéreuses et moins lucratives que dans les scénarios précédents. Les « investissements verts » des entreprises s'élèvent à 33 MdEUR/an en moyenne (contre 26 MdEUR/an dans S2). La hausse de la demande et la hausse des coûts unitaires de production expliquent pourquoi il n'y a pas de désinflation dans ce scénario.

Graphique 11 Emplois totaux : écarts S4-TEND

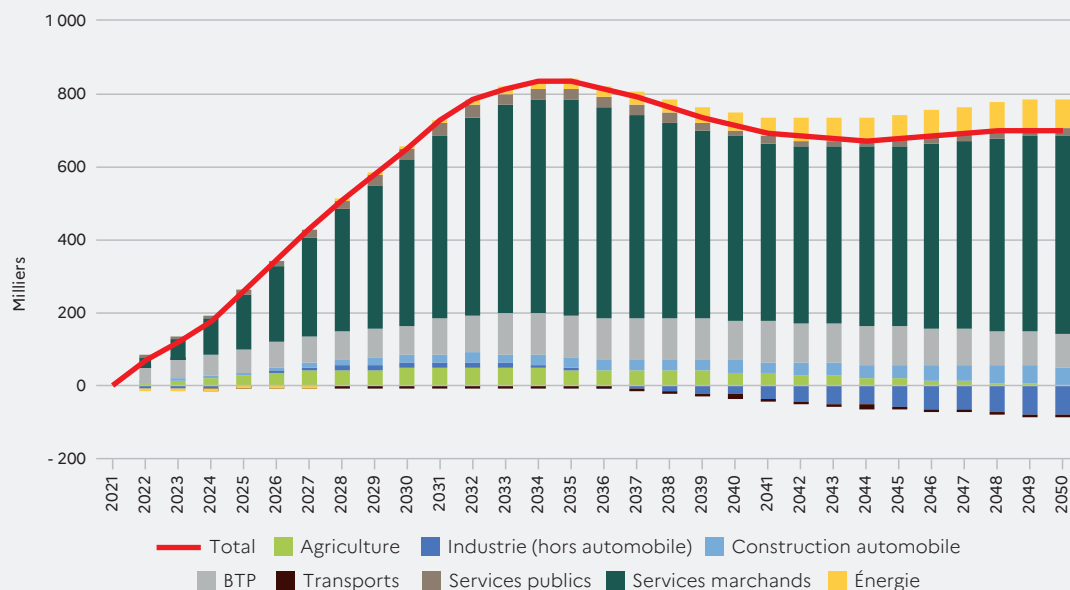


Tableau 10 Investissements – S4 (MEUR 2021)

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Invt. annuel moyen	Invt. cumulé
<b>Agriculture</b>	12 644	12 860	13 019	13 153	13 275	13 911	14 742	15 610	16 470	17 348	14 901	447 044
<i>dont efficacité énergétique</i>	151	174	194	211	226	287	315	357	385	420	312	9 353
<b>Construction automobile</b>	5 660	5 814	5 972	6 147	6 339	7 568	8 889	10 147	11 531	13 013	9 074	272 230
<i>dont efficacité énergétique</i>	54	60	64	68	71	82	69	47	23	-11	52	1 546
<b>Industrie (hors automobile)</b>	37 208	37 412	37 223	37 007	36 764	35 616	35 263	34 897	34 908	35 408	35 601	1 068 038
<i>dont efficacité énergétique</i>	446	580	573	579	592	697	785	908	1 068	1 242	828	24 854
<b>BTP</b>	6 165	6 544	6 742	6 914	7 076	7 877	8 830	9 473	9 901	10 106	8 622	258 665
<b>Résidentiel (ménages)</b>	132 053	141 754	142 699	143 498	143 730	141 217	135 327	125 413	115 901	103 776	130 136	3 904 072
<b>Transport</b>	18 437	18 601	18 661	18 686	18 697	18 965	19 832	20 846	22 043	23 444	20 290	608 706
<i>dont aérien</i>	3 566	3 611	3 643	3 671	3 696	3 860	4 116	4 369	4 629	4 918	4 171	125 133
<i>dont bus et cars</i>	2 682	2 731	2 792	2 847	2 898	3 150	3 406	3 622	3 784	3 910	3 378	101 327
<i>dont ferroviaire</i>	1 773	1 798	1 823	1 849	1 878	2 046	2 246	2 466	2 737	3 070	2 316	69 479
<i>dont fluvial</i>	2 231	2 260	2 277	2 292	2 304	2 348	2 405	2 451	2 489	2 522	2 401	72 023
<i>dont fret routier</i>	8 186	8 201	8 126	8 028	7 921	7 561	7 660	7 938	8 403	9 025	8 025	240 744
<b>Énergie</b>	10 423	37 137	25 246	24 184	23 471	22 431	37 461	37 196	35 721	34 807	31 607	948 197
<b>dont charbon</b>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<b>dont carburants</b>	781	747	703	662	627	507	445	414	404	396	492	14 757
<i>dont carburants fossiles</i>	654	613	565	521	482	334	232	155	98	60	267	8 016
<i>dont biocarburants</i>	127	134	138	141	145	173	213	260	305	337	225	6 741
<b>dont chaleur et vapeur</b>	3 053	18 212	5 848	4 311	3 587	3 817	8 830	10 389	8 735	5 381	7 413	222 376
<i>dont gaz naturel</i>	680	10 427	2 124	1 041	480	0	797	103	0	0	739	22 172
<i>dont biogaz</i>	138	426	240	247	265	483	1 252	2 299	3 048	3 177	1 566	46 988
<i>dont chaleur (bois, biomasse)</i>	2 236	7 358	3 483	3 023	2 841	3 335	6 781	7 988	5 687	2 204	5 107	153 216
<b>dont électricité</b>	6 588	18 177	18 694	19 211	19 258	18 106	28 185	26 392	26 582	29 029	23 702	711 058
<i>dont nucléaire</i>	3 076	5 388	5 561	5 735	5 438	3 275	8 919	6 947	6 255	5 325	6 162	184 845
<i>dont thermique à flammes</i>	138	2 604	2 688	2 771	2 855	2 202	469	210	126	948	1 017	30 517
<i>dont éolien</i>	1 589	5 740	5 918	6 097	6 275	7 761	11 655	12 174	13 233	15 836	10 524	315 709
<i>dont solaire</i>	1 103	2 474	2 552	2 630	2 708	2 754	4 770	4 866	4 864	4 976	3 934	118 009
<i>dont hydraulique</i>	339	1 385	1 389	1 392	1 396	1 528	1 785	1 610	1 517	1 358	1 488	44 637
<i>dont cogénération</i>	343	586	586	586	586	586	586	586	586	586	578	17 340
<b>Services marchands</b>	234 196	240 288	245 945	251 878	258 018	293 988	339 434	381 730	418 952	453 165	342 526	10 275 771
<i>dont efficacité énergétique</i>	1 919	2 467	2 764	2 934	3 026	3 091	2 759	2 159	1 596	1 175	2 360	70 814
<b>Services publics</b>	89 030	90 222	91 451	92 719	94 014	100 960	108 680	116 362	123 575	130 210	109 467	3 284 020
<i>dont efficacité énergétique</i>	220	272	314	347	377	528	587	660	773	901	588	17 642
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS HORS MÉNAGES</b>	<b>413 763</b>	<b>448 879</b>	<b>444 258</b>	<b>450 688</b>	<b>457 655</b>	<b>501 316</b>	<b>573 130</b>	<b>626 263</b>	<b>673 099</b>	<b>717 502</b>	<b>572 089</b>	<b>17 162 672</b>
<i>dont public</i>	89 030	90 222	91 451	92 719	94 014	100 960	108 680	116 362	123 575	130 210	109 467	3 284 020
<i>dont privé</i>	324 733	358 656	352 807	357 969	363 641	400 356	464 450	509 901	549 524	587 293	462 622	13 878 652
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS MÉNAGES</b>	<b>193 038</b>	<b>203 159</b>	<b>205 740</b>	<b>208 766</b>	<b>211 636</b>	<b>225 744</b>	<b>233 246</b>	<b>231 222</b>	<b>229 525</b>	<b>217 659</b>	<b>224 411</b>	<b>6 732 340</b>
<i>dont résidentiel</i>	132 053	141 754	142 699	143 498	143 730	141 217	135 327	125 413	115 901	103 776	130 136	3 904 072
<i>dont acquisition véhicules auto classe A</i>	14 369	18 075	22 894	28 784	35 746	77 052	97 751	105 809	113 624	113 883	84 501	2 535 041
<i>dont acquisition véhicules auto classe B à G</i>	46 616	43 330	40 147	36 484	32 160	7 475	168	0	0	0	9 774	293 226
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (hors conso auto)</b>	<b>545 816</b>	<b>590 633</b>	<b>586 957</b>	<b>594 186</b>	<b>601 386</b>	<b>642 533</b>	<b>708 457</b>	<b>751 677</b>	<b>789 000</b>	<b>821 278</b>	<b>702 225</b>	<b>21 066 744</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENT (y.c. conso auto)</b>	<b>606 801</b>	<b>652 038</b>	<b>649 998</b>	<b>659 454</b>	<b>669 291</b>	<b>727 060</b>	<b>806 377</b>	<b>857 486</b>	<b>902 624</b>	<b>935 161</b>	<b>796 500</b>	<b>23 895 012</b>
<b>TOTAL INVESTISSEMENTS VERTS</b>	<b>37 735</b>	<b>55 604</b>	<b>58 977</b>	<b>66 658</b>	<b>75 156</b>	<b>121 875</b>	<b>152 610</b>	<b>160 851</b>	<b>166 013</b>	<b>163 337</b>	<b>132 802</b>	<b>3 984 062</b>
<i>dont efficacité énergétique</i>	10 807	12 636	14 884	16 770	18 114	20 660	19 760	16 720	14 137	11 479	16 785	503 552
<i>dont transports</i>	21 054	24 864	29 786	35 771	42 825	84 597	105 807	114 349	122 635	123 384	92 596	2 777 870
<i>dont énergie</i>	5 874	18 104	14 307	14 116	14 216	16 619	27 043	29 783	29 241	28 474	23 421	702 640
<i>dont ménages</i>	22 386	27 158	33 868	41 416	49 566	93 026	112 996	118 399	123 915	121 634	97 146	2 914 383
<i>dont public</i>	220	272	314	347	377	528	587	660	773	901	588	17 642
<i>dont entreprises</i>	15 130	28 174	24 794	24 895	25 212	28 320	39 027	41 792	41 325	40 803	35 068	1 052 037

N.B. : toutes les lignes vertes correspondent à des investissements verts.  
Source : ADEME.

### 3. Conclusion

Les simulations réalisées par l'ADEME montrent que la transition a peu d'effets sur le taux de chômage, le niveau de vie de la population, le taux de croissance de l'économie et donc le niveau du PIB en 2050. Ces indicateurs sont relativement similaires d'un scénario à l'autre et fort proches du tendanciel.

Cela signifie qu'un découplage radical entre le Produit Intérieur Brut (PIB) et les émissions de gaz à effet de serre territoriales est possible, quel que soit le mode de transition retenu. Dans aucun des scénarios, l'atteinte de la neutralité carbone ne provoque une baisse du PIB en niveau.

Elle pourrait tout au plus entraîner à terme un léger ralentissement du taux de croissance annuel tendanciel si l'on mise essentiellement et de manière rapide sur la sobriété pour atteindre la neutralité, plutôt que sur les gains d'efficacité énergétique. Ainsi dans S1, le taux de croissance annuel moyen entre 2022 et 2050 est de 1,1 % contre 1,3 % dans le tendanciel. Cette différence pourrait sembler négligeable si elle n'était pas sans effet sur l'emploi. Dans ce scénario, la baisse de l'activité de l'industrie est telle qu'elle exerce un effet d'entraînement négatif sur les services. Le taux de croissance du tertiaire est inférieur à celui du tendanciel jusqu'en 2035.

Dans tous les autres scénarios, le taux de croissance annuel du PIB est même supérieur à celui du tendanciel. Pourtant, les scénarios S2 et S3 prévoient aussi une décroissance de la production de biens manufacturés. Leur PIB est supérieur en 2050 au niveau qu'il aurait eu dans le tendanciel, bien que l'indice de production industrielle en 2050 soit inférieur à son niveau actuel. Dans S2 et S3, la baisse de la production industrielle est compensée par une recrudescence d'activité dans les services, ainsi que dans S2 par un rééquilibrage de la balance commerciale (diminution des importations de produits industriels). Les deux scénarios S2 et S3 illustrent donc que le choix de la sobriété et de l'efficacité énergétique pour mener la transition écologique peut être une alternative économique crédible à la poursuite d'un modèle de croissance de la production en volume (scénario S4) : si les niveaux de croissance sont proches entre les trois scénarios (et même très proches entre S2 et S4), le niveau d'emploi est supérieur dans S4, alors que le reste à vivre des ménages est supérieur dans S2. Aussi, le choix d'un scénario plutôt qu'un autre relève plus de priorités politiques que de considérations macroéconomiques.

Cela corrobore les affirmations des macro-économistes qui affirment que le PIB n'est pas le bon indicateur de l'évolution de la production de biens manufacturés et de l'empreinte écologique. Le PIB ne mesure que la somme des revenus distribués au cours du processus de production. Il ne mesure que des flux monétaires marchands générés par des transactions domestiques et extérieures, égales à la somme des revenus consommés ou investis. Son niveau à terme dépend du nombre d'actifs employés et de leur productivité, autrement dit, du revenu moyen par tête ou de la valeur ajoutée produite en moyenne par chacun. Il ne dit rien, ni sur le degré de décarbonation de la production et des transports, ni sur la part des services dans la consommation, ni sur la sobriété énergétique des bâtiments.

La transition repose essentiellement sur le remplacement des énergies carbonées par des énergies renouvelables ou du nucléaire, sur la substitution du capital et/ou du travail à l'énergie, sur le transfert d'activité des secteurs énergivores vers ceux qui le sont moins (de la route vers le rail, par exemple), de la consommation de biens très intensifs en carbone, comme le plastique ou l'acier, vers des matériaux qui le sont moins, comme le bois ou les services. Elle n'implique donc pas une diminution de l'activité dans l'absolu mais plutôt une modification des modes de production et des habitudes de consommation. Sans variation notable du niveau de l'épargne, de l'emploi et de la valeur ajoutée par tête, il n'y a aucune raison qu'une modification des modes de production et des modes de vie occasionne un changement radical du niveau de vie.

Ces transferts ont cependant une incidence sur le PIB, puisque les secteurs productifs n'ont pas tous la même intensité en main d'œuvre ou en capital, ni la même propension à importer leurs fournitures. Les changements du panier de consommation des ménages ont un effet sur la balance commerciale, puisque les biens et services acquis ne sont pas tous produits sur le territoire national au même degré. La transition a donc un impact sur l'investissement, les échanges extérieurs et l'emploi et donc par conséquent sur le revenu disponible et la consommation. Or, comptablement le PIB est égal à la somme de la consommation, de l'investissement et du solde des échanges extérieurs.



À l'exception de S1 qui prévoit une baisse drastique de la production industrielle et du bâtiment en niveau, tous les scénarios envisagés débouchent sur une augmentation de l'investissement et de l'emploi par rapport au tendanciel, une contraction des échanges extérieurs (sauf pour S4) avec une amélioration du solde de la balance commerciale :

- en effet, l'investissement augmente avec le regain d'efficacité énergétique dans l'industrie et le bâtiment et avec les investissements dans les énergies renouvelables, cela malgré la diminution de la part de l'industrie dans le PIB pour les trois premiers scénarios ;
- les importations diminuent grâce à la baisse des achats de combustibles fossiles à l'étranger et la réduction du nombre de produits manufacturés consommés par les ménages qui proviennent en grande partie du reste du monde ;

- si la consommation de biens matériels diminue, elle est très largement compensée par une augmentation de l'achat de prestations de services qui sont essentiellement produites localement.

En définitive, l'économie est moins intensive en énergie, mais plus intensive en capital et en main d'œuvre. La part des services augmente au détriment de la production manufacturière. Au global, le ratio de la valeur ajoutée sur la production ne baisse pas. Au contraire, on constate une hausse du revenu disponible par tête qui résulte en grande partie de la baisse de la facture énergétique et d'une diminution du taux de chômage.

L'augmentation du revenu disponible débouche sur une augmentation de la consommation et donc de la production qui favorise l'emploi. Ce qui entraîne une nouvelle hausse du revenu disponible. C'est un cercle vertueux qui explique pourquoi le PIB augmente malgré la diminution relative de la production de biens carbonés.

### De quelle manière ces résultats macroéconomiques sont-ils robustes aux incertitudes sur les évolutions contextuelles et le fonctionnement de l'économie française ?

Des économistes comme Pisani-Ferry (2021)<sup>2</sup> ont récemment souligné le besoin de préciser la macroéconomie de l'action climatique. Pour estimer ces incertitudes macroéconomiques, une analyse complémentaire est en cours avec le Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED). L'objectif est d'évaluer la sensibilité de l'évaluation macroéconomique de la transition bas carbone à deux ensembles d'incertitudes.

- Premièrement, celles liées au contexte : il s'agit par exemple de l'évolution de la productivité générale de l'économie française, des prix des énergies fossiles importées, de l'évolution des marchés et des coûts de production des partenaires commerciaux étrangers, ou de la possibilité d'endettement du pays.

- Deuxièmement, les incertitudes liées au fonctionnement de l'économie, qui correspondent aux incertitudes sur les paramètres qui gouvernent les réactions économiques et les « comportements » qui sont modélisés. Il s'agit par exemple de la réponse des salaires au niveau de chômage et à l'évolution des prix, la réaction des échanges extérieurs de biens et services à l'évolution des coûts de production français et étrangers, le degré d'éviction par les investissements bas carbone des autres investissements.

Cette étude complémentaire sera publiée fin 2022. Elle fournira des éléments d'analyse sur la résilience ou la robustesse des scénarios et stratégies bas carbone associées à différents contextes macroéconomiques.

<sup>2</sup> Pisani-Ferry, 2021 : <https://legrandcontinent.eu/fr/2021/09/01/climat-macroeconomie/>.

## 4. Références bibliographiques

Gaël Callonnec, Gissela Landa, Paul Mailliet, Frédéric Reynès, Yasser Yeddar Tamsamani, *A full description of the ThreeME model: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy*, 2013 (<http://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/documents/threeme/doc1.pdf>).

Gaël Callonnec, Gissela Landa, Paul Mailliet, Frédéric Reynès, Aurélien Saussay, *Dynamic and long term properties of the ThreeME model: simulation of standard shocks*, Revue de l'OFCE, 2016.

Gissela Landa, Paul Mailliet, Frédéric Reynès, Aurélien Saussay, *The State of Applied Environmental Macroeconomics*, Revue de l'OFCE, 2018.

Gaël Callonnec, Gissela Landa, Paul Mailliet, Frédéric Reynès, Aurélien Saussay, Adeline Gueret, Jinxue Hu, Meriem Hamdi-Cherif, Hervé Gouëdard, *ThreeME Version 3: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy – A full description*, 2021 (<https://www.threeme.org/publications>).

## FEUILLETON TRANSITION(S) 2050

« **Transition(s) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat** » est une prospective qui peint quatre chemins cohérents et contrastés pour atteindre la neutralité carbone en France en 2050. Ils visent à articuler les dimensions technico-économiques avec des réflexions sur les transformations de la société qu'elles supposent ou qu'elles suscitent.

Le rapport Transition(s) 2050, première étape de cet exercice, a été publié le 30 novembre 2021. Chaque secteur y est détaillé, à savoir ceux qui relèvent de la consommation, du système productif, de l'offre d'énergie, des ressources et des puits de carbone. Il est complété par des feuillets qui apportent un éclairage supplémentaire, en particulier sur les impacts induits.

C'est l'objet du présent ouvrage qui évalue les effets macroéconomiques et sectoriels de chaque scénario à l'aide du modèle macroéconomique d'équilibre général ThreeMe et en particulier le PIB, les emplois et le revenu disponible/habitant.

L'ensemble de ces publications est le résultat d'un travail de deux ans mené par l'ADEME en interaction avec des partenaires extérieurs afin d'éclairer les décisions à prendre dans les années à venir. Car le but n'est pas de proposer un projet politique, ni « la » bonne trajectoire mais de rassembler des éléments de connaissances techniques, économiques et environnementales afin de faire prendre conscience des implications des choix sociétaux et techniques qu'entraîneront les chemins qui seront choisis.



La version numérique de ce document est conforme aux normes d'accessibilité PDF/UA (ISO 14289-1), WCAG 2.1 niveau AA et RGAA 4.1 à l'exception des critères sur les couleurs. Son ergonomie permet aux personnes handicapées motrices de naviguer à travers ce PDF à l'aide de commandes clavier. Accessible aux personnes déficientes visuelles, il a été balisé de façon à être retranscrit vocalement par les lecteurs d'écran, dans son intégralité, et ce à partir de n'importe quel support informatique.

Version e-accessible par  DocAxess

011796

