

MAI 2022



# Fiche Méthodologique

---

Prolongement de la structure économique  
française

La Société Nouvelle

AUTEUR

Joris BLAIN

MISE EN PAGE

Maëlysse LEMAIRE

## CONTEXTE

Afin de préciser nos estimations prospectives des empreintes des activités économiques françaises, à la fois tendancielle et en termes d'objectifs, un travail de prévision de la structure économique française a été mené. L'objectif de ce travail est de disposer d'une modélisation de l'économie française « plausible » jusqu'en 2030 et ainsi d'effacer l'hypothèse peu convaincante de structure économique inchangée. En l'espèce, il s'agit d'un scénario tendanciel statistique qui s'appuie sur les évolutions passées et sur les perspectives macroéconomiques annoncées.

Cette fiche méthodologique détaille la mise en œuvre de cette évolution. Elle énumère en premier lieu les données utilisées et leur source. Une seconde partie présente les équations appliquées et les différents étalonnages effectués. Enfin, la troisième partie synthétise les résultats obtenus, propose quelques visualisations et démonstrations du jeu de données tout en rappelant certaines limites de ces prévisions.

## DONNEES UTILISEES

Dans un premier temps, le modèle statistique s'appuie sur des données historiques, issues des comptes nationaux annuels de l'Insee :

- Comptes de production et d'exploitation par branche (CPEB) : valeur ajoutée brute (B1G), valeur ajoutée nette (B1N), production (P1) et consommations intermédiaires (P2). Ces données sont disponibles par division A88 en séries temporelles depuis 1999 ;
- Comptes de patrimoine non financier (PAT-NF) : consommations de capital fixe (CCF ou P51C) et valeur ajoutée nette (B1N) ;
- Equilibre ressources-emplois (ERE) en produits : production intérieure (P1), consommations intermédiaires (P2), importations (P7), corrections CAF-FAB (P8), impôts sur les produits (D21), subventions sur les produits (D31), marges de transports (P91) et marges commerciales totales (P92). Ces données sont disponibles par division A88 en séries temporelles depuis 1999 ;
- Tableau des entrées intermédiaires (TEI) : il détaille les produits transformés ou entièrement consommés au cours du processus de production des branches au niveau NACE Rév.2 par 38. Ces données sont disponibles en séries temporelles depuis 1978 ; et,
- Tableau des entrées-sorties symétriques (TESS) domestique : il précise la répartition des produits des branches au niveau NACE Rév.2 par 38. La matrice est diagonale à l'exception des branches produisant plusieurs produits.

Au-delà de ces données historiques, la modélisation s'appuie sur les prévisions macroéconomiques du FMI (*World Economic Outlook*), et plus particulièrement celles afférentes à la croissance et l'inflation. Elles couvrent à date la période 2023 à 2028. Ces valeurs, prolongées linéairement, permettent d'étalonner les tendances statistiques des prix par produit et des valeurs ajoutées brutes<sup>1</sup> jusqu'en 2030.

En notant  $i$  le produit considéré,  $n$  l'année,  $\Pi$  l'inflation,  $\hat{\Pi}$  l'inflation prédite,  $g$  la croissance et  $\hat{g}$  la croissance prédite viennent les valeurs étalonnées suivantes :

$$\hat{\Pi}'_{i,n} = \hat{\Pi}_{i,n} \cdot \frac{\sum_i \hat{\Pi}_{i,n}}{\hat{\Pi}_n} \qquad \hat{g}'_{i,n} = \hat{g}_{i,n} \cdot \frac{\sum_i \hat{g}_{i,n}}{\hat{g}_n}$$

Les indices des prix à la production par produit, établis par l'Insee, étoffent également notre prolongement en servant d'explicatives directes pour ceux de l'industrie (mensuels depuis 2005), des services (trimestriels depuis 2005) et de

<sup>1</sup> L'écart entre PIB et valeurs ajoutées brutes provient du poste « Impôts sur les produits nets des subventions sur les produits » qu'on suppose alors proportionnellement fixe. Les valeurs ajoutées brutes sont comptabilisées au prix de base par opposition au prix d'acquisition.

l'agriculture (mensuels depuis 2005). Le terme « explicative directe » renvoie à un prolongement mécanique par l'inflation par produit, il suppose donc une inflation par produit neutre sur la structure de l'économie en volume. Les prix sont également utilisés comme variables explicatives classiques.

METHODOLOGIE STATISTIQUE

Comptes de production et d'exploitation par branche (CPEB)

Valeur ajoutée brute

La première équation vise à prévoir la croissance réelle de la valeur ajoutée brute des divisions. Notons que les prix désignent ici les prix par produit observés, puis prédits et étalonnés jusqu'à 2030, assignés aux produits correspondants. L'évolution du prix de la branche est supposée au niveau de l'inflation nationale. Pour cela, on régresse le taux de croissance réelle des séries par division par le taux de croissance national, en ajoutant une variable temporelle, des variables de retard et des effets croisés sur ces variables. En considérant  $X = \Delta B1G_{t,i} \times (1 + \pi_t)$  où B1G représente la valeur ajoutée brute, t l'année, i la branche et  $\pi$  l'inflation, on obtient :

Equation 1.1 - Modélisation de la croissance réelle des divisions économiques

$$X = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & g_{t,i} & t & g_{t,i} \times t & t^2 & g_{t,i}^2 & B1G_{t-1,i} & B1G_{t-2,i} & B1G_{t-1,i} \times B1G_{t-2,i} \end{pmatrix} + \varepsilon_{i,t} \tag{1.1}$$

Ces valeurs sont étalonnées sur la base des projections de croissance nominale du FMI pour la France telles que :

Equation 1.2 - Etalonnage de la croissance réelle des divisions économiques

$$\widehat{B1G}_{t,i} = \widehat{B1G}_{t,i} \times \frac{B1G_t}{\sum_i B1G_{t,i}} \tag{1.2}$$

Les valeurs ajoutées brutes des branches sont ensuite déduites par agrégation des valeurs obtenues à l'échelle des divisions.

Valeur ajoutée nette (B1N) et consommations de capital fixe (P51c)

Afin de répartir la valeur ajoutée brute prédite entre valeur ajoutée nette et consommations de capital fixe, on cherche à expliquer la répartition du flux de croissance réelle (l'explicative est, en différence, l'élasticité de la composante à l'agrégat) :

Equation 2 - Modélisation l'élasticité de la valeur ajoutée nette à la valeur ajoutée brute en différence

$$\Delta \left( \frac{\Delta B1N_{t,i}}{\Delta B1G_{t,i}} \right) = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\Delta B1N_{t-1,i}}{\Delta B1G_{t-1,i}} & t \end{pmatrix} + \varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

On applique le modèle sur données prédites par itération pour trouver les élasticités de la valeur ajoutée nette. Par répartition et déduction, on obtient les valeurs ajoutées nettes et consommations de capital fixe des divisions puis des branches.

### Consommations intermédiaires (P2)

Pour obtenir les valeurs de l'agrégat adjacent à la valeur ajoutée brute (consommations intermédiaires) dans la valeur de la production (P1), on prolonge le taux de consommations intermédiaires des divisions, en utilisant en explicatives les taux de croissance de la division et national et une variable temporelle.

Equation 3 - Modélisation du taux de consommations intermédiaires en différence

$$\Delta \left( \frac{P2_{t,i}}{P1_{t,i}} \right) = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_3 \end{pmatrix} \left( 1 - g_{t,i} - t \sum_i g_{t,i} \right) + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

Etant donné  $P1 = P2 + B1G$  et mécaniquement  $1 = \frac{P2}{P1} + \frac{B1G}{P1}$ , la prévision des taux de consommations intermédiaires nous permet de déduire successivement, par division, le taux de valeur ajoutée brute, la valeur de la production, les consommations intermédiaires puis, par branche, la valeur de la production et les consommations intermédiaires.

### Tableau des entrées intermédiaires (TEI)

Le tableau des entrées intermédiaires répartit les consommations intermédiaires des branches en produits. En tenant compte du prolongement déjà effectué des consommations intermédiaires des activités économiques, notre modèle statistique prédit le taux de croissance de la part du produit j dans les consommations intermédiaires de la branche i par une variable de retard et une variable temporelle. On obtient :

Equation 4 - Modélisation du taux de croissance de consommations intermédiaires des branches

$$\frac{\Delta P2_{t,i,j}}{P2_{t-1,i,j}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_2 \end{pmatrix} \left( 1 - \frac{\Delta P2_{t-1,i,j}}{P2_{t-2,i,j}} - t \right) + \varepsilon_{i,t,j} \quad (4)$$

Les flux sont ensuite déduits par multiplication de la part, prédite par le modèle, au total, déjà prolongé précédemment.

### Equilibre ressources-emplois (ERE)

#### Consommations intermédiaires

Les consommations intermédiaires (P2) en produits sont déduites du Tableau des entrées intermédiaires au niveau A38. La décomposition en A88 est obtenue par prolongement linéaire des différences des parts (i.e. en points) de chaque produit dans son agrégat, ensuite étalonnée pour sommer à l'unité, soit :

Equation 5 - Modélisation de l'évolution de la part des consommations intermédiaires afférentes à une division au sein de sa branche

$$\frac{\Delta P2_{i,t}}{\sum_i \Delta P2_{i,t}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{pmatrix} (1 - t) + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

## Tableau des entrées-sorties symétrique et production en produits

Afin de basculer de production (P1) en branche vers une production en produit, il convient de reconstituer le TESS, notamment en modélisant puis prédisant les transferts de production (TR10) pour les branches multiproduits ou produits multibranches. Par produit, on prolonge d'abord les transferts totaux par régression quadratique sur le temps puis la répartition entre les branches contributrices, en utilisant le même procédé statistique. En plus de nous permettre de reconstruire les TESS, ces prolongements débouchent sur la déduction de la production en produits (P1) au niveau A38. La décomposition en A88 suit la même logique que l'équation (5), en ajoutant toutefois un terme quadratique :

Equation 6 – Modélisation de l'évolution de la part de valeur produite afférente à une division au sein de sa branche

$$\frac{\Delta P1_{i,t}}{\sum_i \Delta P1_{i,t}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & t & t^2 \end{pmatrix} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

## Importations en produits

Dans le but de prolonger les ressources en produits des activités économiques qui ne proviennent pas de la production nationale, un prolongement des importations par produit est effectué. Pour ce faire, on modélise la croissance réelle des flux d'importations en cherchant à l'expliquer par une évolution temporelle et par son lien avec la croissance réelle de production. A date, le système de prix utilisé pour ces explicatives ne diffère pas du système national. Dès lors, on obtient :

Equation 7 – Modélisation du taux de croissance réelle des importations

$$\frac{\Delta P7_{i,t}}{P7_{i,t-1}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \frac{\Delta P1_{i,t}}{P1_{i,t-1}} & t \end{pmatrix} + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

A l'instar des prévisions de croissance et d'évolution des prix présentées précédemment, un étalonnage est effectué sur la base des prévisions d'importations totales de la France présentées par le FMI dans son *World Economic Outlook*. Enfin, établies par produit (88), ces prévisions sont agrégées pour rendre disponible le niveau branche (38).

## Marges de transport (P91) et marges commerciales (P92)

Pour prolonger les marges de transport et de commerce, l'idée première est de prédire l'agrégat fictif de marges totales (P9) puis d'affecter une décomposition à partir des tendances observées. Premièrement, on explique le taux de marges totales dans la valeur produite et importée par produit par le taux de croissance prédit de cette valeur et une variable temporelle, soit :

Equation 8 – Modélisation du taux de marge totale dans la valeur produite et importée

$$\frac{P9_{i,t}}{P1_{i,t} + P7_{i,t}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \frac{\Delta(P1_{i,t} + P7_{i,t})}{P1_{i,t-1} + P7_{i,t-1}} & t \end{pmatrix} \quad (8)$$

Ensuite, un prolongement linéaire du taux de marges commerciales dans les marges totales est effectué et un étalonnage, basé sur l'évolution prédite linéairement des marges au niveau national, est opéré. Finalement, les déductions, successivement des marges de transport et des agrégats par branche, finalisent la prédiction des marges.

### Impôts (D21) et subventions (D31) sur les produits

A date, on pose l'hypothèse de proportionnalité des impôts et subventions sur les produits à l'évolution, respectivement, des recettes et dépenses publiques telles que prédites par le FMI dans le *World Economic Outlook*. Chaque valeur est projetée jusqu'à 2030 à partir de la dernière valeur observée. Pour raffiner cette stratégie, on peut imaginer l'introduction d'une variable captant la dynamique du secteur, les impôts étant théoriquement corrélés aux niveaux de production et de marges.

### Correction CAF-FAB (P8)

Faisant également appel à une hypothèse de proportionnalité, le prolongement du poste de correction CAF-FAB, réalisé au niveau 88, est établi par produit de la moyenne des 20 dernières années du rapport entre correction CAF-FAB et importations avec le niveau des importations précédemment prédits. Une déduction permet d'obtenir les valeurs au niveau 38.

### Composition en produits des consommations en capital fixe (CFC)

Une des spécificités de notre modèle entrées-sorties à date est une ventilation entre produits (38) des consommations de capital fixe par branche, habituellement catégorisés selon une nomenclature des actifs de la comptabilité nationale, à la manière du tableau des entrées intermédiaires. La méthodologie appliquée pour la construction de ces données est détaillée dans une note dédiée<sup>2</sup>. Pour prolonger les séries observées, on met en place une régression captant les évolutions temporelles quadratiques des taux de consommations branches-produits.

Equation 9 – Modélisation du taux de consommations de capital fixe des produits dans les consommations des branches

$$\frac{CFC_{i,j;t}}{\sum_j CFC_{i,j;t}} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_2 \end{pmatrix} (1 \quad t \quad t^2) \quad (9)$$

On s'assure enfin de la bonne additivité des proportions en les étalonnant sur l'unité.

Commenté [SH1]: Mot manquant ?

<sup>2</sup> Librement disponible en ligne : <https://lasocietenouvelle.org/blog/fiche-methodo-amelioration-modelisation-stat>.

## RESULTATS ET SYNTHÈSE

### Résultats

La présentation des principaux résultats issus de l'exercice de prolongement se focalise sur les grandes tendances et trajectoires méso-économiques à venir, les résultats nationaux résultant en grande partie des différents étalonnages effectués. Le principal apport de cette contribution concerne la déclinaison à l'échelle des branches et divisions économiques des scénarios prospectifs utilisés (FMI).

Au sein des rapprochements effectués et présentés graphiquement en euros 2015 (graphique 1), on constate d'abord une persistance des moteurs classiques de la croissance à horizon 2030 :

- Services techniques spécialisés (numérique, finance, immobiliers et techniques) : environ 10 milliards d'euros 2015 par an. On observe cependant un recul progressif et tendanciel du taux de croissance de ces activités ;
- Administration et éducation : environ 5 milliards d'euros 2015 par an. Le modèle prédit une stabilisation d'un niveau historiquement haut de croissance pour ces branches ;
- Services divers (santé, social, loisirs et autres) : environ 5 milliards d'euros 2015 par an. Bien que ces niveaux de croissance aient été atteints au début des années 2000, ces dynamiques s'estomperaient progressivement ;
- Commerce : environ 4 milliards d'euros par an ; et,
- Industrie : environ 3 milliards d'euros par an. En profitant de l'élan post-Covid et de la réindustrialisation enclenchée, l'industrie renouerait avec la croissance. Néanmoins, l'industrie serait le dernier groupe, avec la construction, à recouvrer son volume de valeur ajoutée brute post-Covid, en 2025.

Cet exercice offre également une vue méso-économique sur l'évolution probable de la composition de la valeur produite entre consommation intermédiaires, valeur ajoutée nette et consommation de capital fixe.

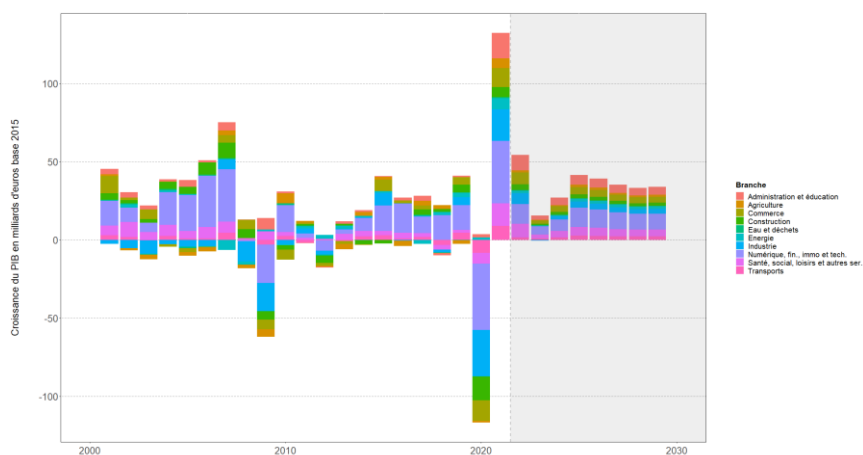
Au niveau macroéconomique, la projection débouche sur une valeur ajoutée nette en recul progressif léger (42.2% de la production en 2000, 40% en 2020 et 38.4% en 2030) et une stagnation des consommations intermédiaires (48.7%), comme exposé graphique 2. On observe une dynamique notable des consommations de capital fixe, en hausse tendancielle depuis 2000 (8.7% en 2000, 11.4% en 2020 et 12.9% en 2030).

Enfin, le jeu de données comporte une projection des interactions des branches économiques nationales qui rend compte de tendances relatives (consommations intermédiaires et de capital fixe). Le graphique 3 image une utilisation possible en visualisant la série temporelle des entrées intermédiaires de l'industrie manufacturière. Cette dernière s'orienterait vers une diversification de ses consommations intermédiaires, les 5 principaux fournisseurs (agregés par section NACE) voyant leur part dans les intrants stagner ou même baisser pour les activités spécialisées, scientifiques et techniques et surtout les industries extractives dont la part baisse d'environ 3% chaque année. Ces dynamiques restent néanmoins marginales pour une activité qui produit elle-même plus de 3/5 de ses intrants.

### Limites et perspectives

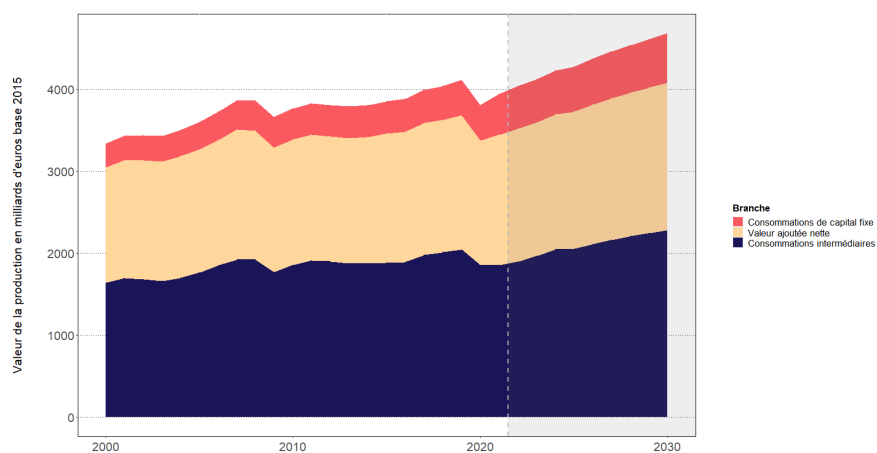
Il convient d'informer le lecteur et l'utilisateur de ces données des limites de cette projection. De nombreux raffinements statistiques restent à introduire, tout comme l'élargissement de la période d'entraînement des séries, l'utilisation possible des détails trimestriels, une modélisation plus cohérente des prix et l'intégration de différents facteurs économiques non évoqués comme le marché du travail, les tendances de productivité, les politiques économiques, les tendances et chocs extérieurs ou intérieurs exogènes. A cet égard, la prochaine version de cet exercice visera à projeter les données nécessaires au bon fonctionnement d'une nouvelle version de la modélisation macroéconomique entrées-sorties de La Société Nouvelle, impliquant la projection de tendances pour les régions du monde modélisées et l'amélioration continue des techniques statistiques et sources de données utilisées.

Graphique 1 – Contributions des branches d'activité à la croissance économique nationale



Source : Comptes nationaux annuels (Insee) et World Economic Outlook (FMI)  
 Traitement : La Société Nouvelle

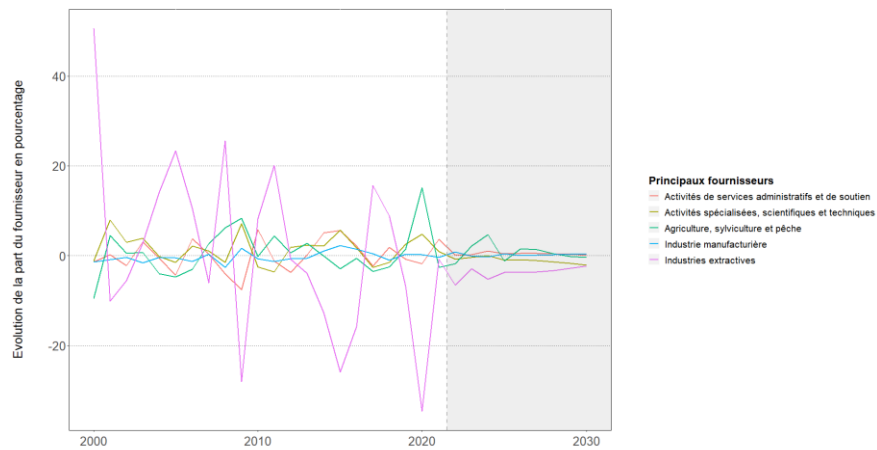
Graphique 2 – Valeur de la production nationale par composante



Source : Comptes nationaux annuels (Insee) et World Economic Outlook (FMI)  
 Traitement : La Société Nouvelle



Graphique 3 – Evolution de la part dans les intrants des principaux fournisseurs de l'industrie manufacturière



Source : Comptes nationaux annuels (Insee)  
Traitement : La Société Nouvelle