

Building cycles

Martial Dupaigne*

February 27, 2022

Abstract

This empirical work documents a peak in spectral density at medium term frequencies for a large number of construction-related and housing-related investment indicators. These periodicities belong to the ten years to twenty years range, as opposed to the 6-32 quarters typical business cycle frequencies. This peak is not apparent in other types of investment (equipment, R and D, etc).¹ Several questions follow: What is driving these medium term fluctuations (shocks and propagation mechanisms)? Do building-driven cycles percolate into other sectors? Do they call for sector-specific stabilization policies?

1 Introduction

Ce projet analyse l'investissement en construction en France à la lumière de deux littératures. La première étudie les caractéristiques conjoncturelles de l'investissement dans son ensemble, caractéristiques remarquablement robustes d'un pays à l'autre et depuis l'existence de comptes nationaux: dans les mots de Robert Lucas, *'business cycles are all alike'* (?). Précisément, l'investissement privé est très volatile (plus que le PIB), très procyclique et sa contribution à la croissance, qu'elle soit positive dans les expansions ou négative dans les récessions, est grande (?).

La seconde met en avant le rôle conjoncturel singulier de l'investissement en construction, que ? résume par la formule *'Housing is the business cycle'*. Au-delà d'une régularité empirique, cette particularité peut se comprendre comme un effet d'entraînement de ce type d'investissement vers le reste de l'économie. Dans la bouche de Leamer à nouveau, *'First homes, then cars, last business equipment'*.

Le travail que j'ai mené sur données françaises comprend trois étapes. La première étape construit, à partir des comptes nationaux depuis 1970, deux agrégats au sein de l'investissement privé en volume: l'investissement privé en construction et l'investissement privé hors construction. Ces deux postes de l'investissement connaissent des évolutions très différentes sur la période, tant en matière de volumes que de prix relatifs. La deuxième étape étudie l'investissement privé en construction à l'aide de techniques d'analyse spectrale. Cette étape montre que l'investissement en construction en France présente depuis 1970 des évolutions périodiques à des fréquences plus basses que celles retenues comme conjoncturelles. La troisième étape de ce travail passe en revue trois interprétations de ces cycles de moyenne fréquence.

2 Caractérisation de l'investissement en construction

2.1 La ventilation de l'investissement par groupes de biens et services

Dans les comptes nationaux, les [Opérations sur biens et services](#) distinguent différents types d'investissement (les liens pointent vers les séries à prix courants sur le site de l'INSEE)

- les [biens manufacturés](#), dont [biens d'équipement](#), [matériels de transport](#) et [autres produits industriels](#);

*Toulouse School of Economics & Université Paul Valéry. ANR ECHOPPE

¹Four decades ago, ? did emphasize a distinctive residential cycle with a shorter average duration. They also emphasized dissimilarities between construction subsectors.

- les produits agricoles;
- la construction;
- les services d'information et de communication, immobiliers, aux entreprises et aux ménages.

Le point de départ de cette analyse consiste à distinguer l'investissement en construction de l'investissement hors construction. Les volumes aux prix chaînés ne vérifient pas la propriété d'additivité et il est donc important d'utiliser les outils appropriés² pour construire les deux agrégats d'investissement en construction et hors construction (Whelan 2002). Cette étude concerne l'investissement privé et exclut donc l'investissement, en construction comme hors construction, des administrations publiques.³

2.2 L'investissement privé: prix et quantités

Les graphiques ??, ?? et ?? font apparaître une spécificité de l'investissement résidentiel en France depuis les années 1970, relativement aux autres formes d'investissement. Le graphique ?? présente les évolutions de la FBCF du secteur privé en volume, et de son prix relatif. Les quantités exhibent une tendance à la hausse, accompagnée de fluctuations largement associées à celles du PIB. L'investissement privé baisse par exemple lors de chacune des récessions (indiquées par les bandes verticales), et de façon très marquée trois fois sur quatre. Pour appréhender la dimension conjoncturelle d'une telle série, les travaux macroéconomiques considèrent souvent en écart à une tendance obtenue par un filtre Hodrick-Prescott; tendance représentée ici en traits pointillés. Cette pratique traduit la faiblesse des mouvements conjoncturels dans l'investissement privé, relativement à la croissance générale des agrégats macroéconomiques. Enfin, le prix relatif de l'investissement privé en termes de consommation finale présente une tendance à la baisse importante sur une partie de l'échantillon.

Le graphique ?? montre qu'on retrouve ces caractéristiques sur les postes hors construction de l'investissement privé en France depuis 1970. La tendance sur le prix relatif de l'investissement y est plus marquée encore, conformément aux travaux américains sur le rôle dans la croissance du progrès technique portant sur l'investissement (à la suite de ?). Selon cette littérature, c'est justement la baisse du prix relatif de l'investissement qui explique la hausse tendancielle des quantités investies.

Au contraire, l'investissement privé en construction représenté sur le graphique ?? se distingue de l'investissement privé total. Plus qu'une tendance à la hausse des quantités, on observe des cycles assez marqués. En dehors de l'épisode allant de la fin des années 1990 à la fin des années 2000, les périodes de contraction paraissent aussi longues que les expansions, ce qui contraste fortement avec le reste de l'investissement privé. Les prix relatifs ne présentent pas de tendance à la baisse comme pour le reste de l'investissement privé, mais une hausse importante depuis la fin des années 1990.⁴ Quantités et prix relatifs sont fortement positivement corrélées (.74, significativement positif avec une P-value de 0.00).⁵

Au total, ces trois graphiques soulignent la singularité des évolutions conjoncturelles de l'investissement privé en construction, relativement aux évolutions du reste de l'investissement privé. C'est le premier enseignement de ce travail.

3 Une analyse dans le domaine des fréquences de l'investissement privé en construction

L'analyse graphique des volumes de l'investissement privé en construction menée à la section précédente fait apparaître des cycles d'environ une quinzaine d'année, à la différence de

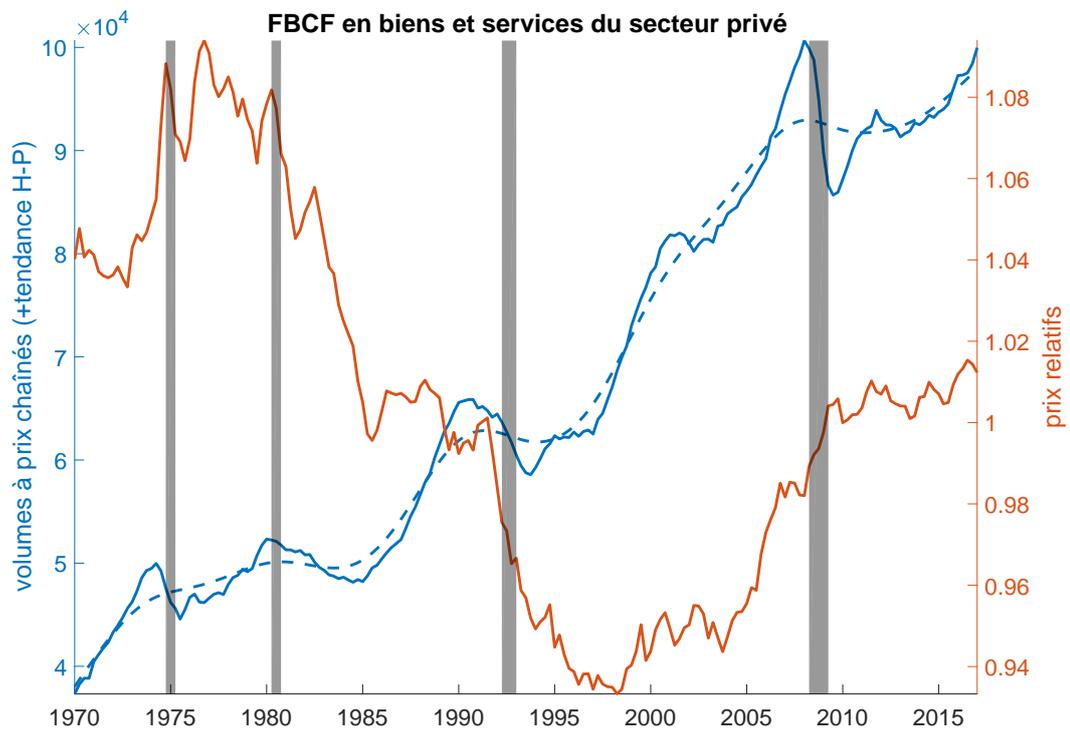
²La construction des agrégats en volume et des indices de prix est détaillée pas à pas en annexe ??.

³Le graphique ?? présente l'investissement en construction par secteur institutionnel.

⁴On peut d'ailleurs comprendre l'évolution du prix relatif de l'investissement privé, sur le graphique ??, par la composition des déflateurs des figures ?? et ??.

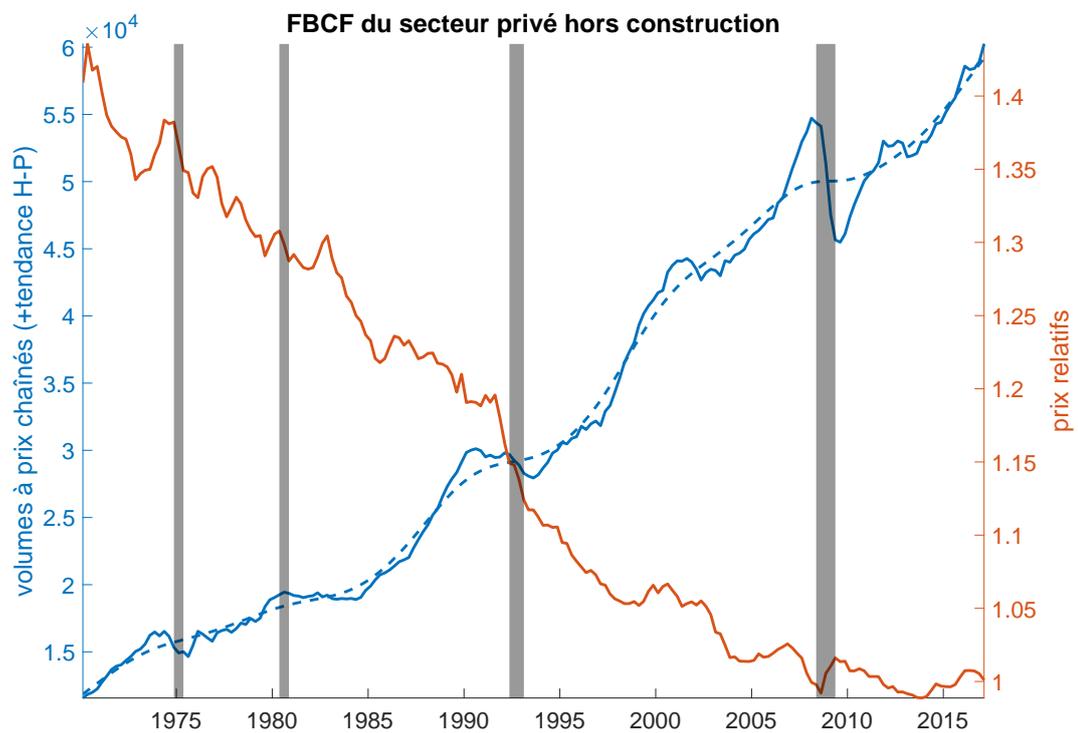
⁵? étudient cette corrélation sur données américaines HP-filtrées. Ils montrent que la corrélation entre les parties cycliques des prix et des quantités est généralement positive sur l'échantillon 1984-2013, mais pas entre 1960 et 1983. Il est intéressant de remarquer que l'investissement résidentiel est la composante de l'investissement pour laquelle cette corrélation est la plus positive, et la plus stable entre les deux sous-échantillons (entre .55 et .52).

Figure 1: L'investissement privé depuis 1970



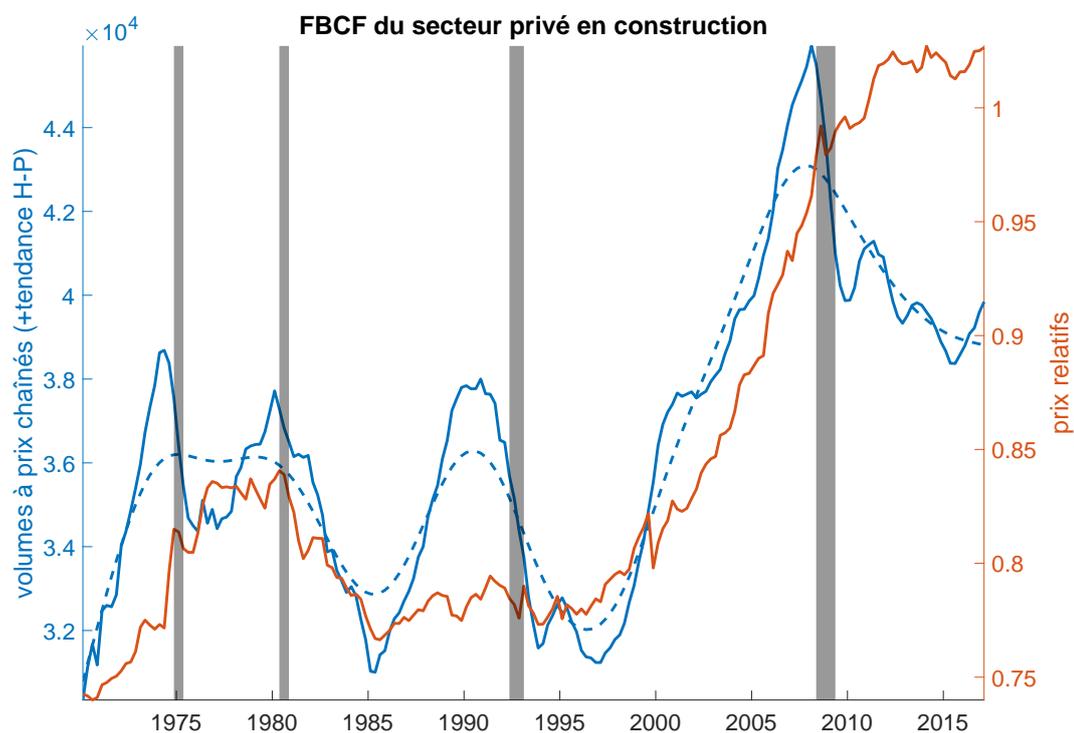
Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services. Les quantités représentent les volumes aux prix de l'année précédente chaînés (en ligne pleine) et la tendance Hodrick-Prescott (ligne pointillée); les prix relatifs désignent le déflateur de la FBCF divisée par le déflateur de la consommation finale totale. Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

Figure 2: L'investissement privé hors construction depuis 1970



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services. Les quantités représentent les volumes aux prix de l'année précédente chaînés (en ligne pleine) et la tendance Hodrick-Prescott (ligne pointillée); les prix relatifs désignent le déflateur de la FBCF divisée par le déflateur de la consommation finale totale. Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

Figure 3: L'investissement privé en construction depuis 1970



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services. Les quantités représentent les volumes aux prix de l'année précédente chaînés (en ligne pleine) et la tendance Hodrick-Prescott (ligne pointillée); les prix relatifs désignent le déflateur de la FBCF divisée par le déflateur de la consommation finale totale. Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

l'investissement hors construction présentant une tendance non-stationnaire marquée. Absence de tendance et cycles apparents suggèrent une analyse spectrale de cette série (voir ? pour une exposition des représentations spectrales de séries temporelles).

3.1 Le domaine des fréquences

La décomposition spectrale repose sur la transformée de Fourier discrète (ou DFT, obtenue en pratique par un algorithme de transformée de Fourier rapide, FFT). La transformée de Fourier discrète f d'une série temporelle $x_t, t = 1 \dots T$ s'écrit

$$f_k = \sum_{t=0}^{T-1} x(t) e^{-\frac{2\pi}{T} j k}, 0 \leq k \leq T-1.$$

Intuitivement, l'analyse spectrale décompose une série temporelle en un grand nombre d'harmoniques (c'est-à-dire d'évolutions parfaitement périodiques) de fréquence différentes. ? caractérisent les fréquences conjoncturelles (ou *business cycle frequency*) comme les fluctuations dont les périodes se situent entre 6 et 32 trimestres. Ces fréquences seront représentées en gris clair dans les différentes représentations de densité spectrale.

Nous utilisons une fenêtre de Hamming pour lisser la densité spectrale présentée dans les graphiques suivantes. La largeur de la fenêtre est de 13 pour les séries trimestrielles, 3 pour les séries annuelles et 37 pour les séries mensuelles; c'est-à-dire la fenêtre de taille impair la plus proche du nombre d'observation correspondant à trois années. Pour améliorer la résolution de la densité spectrale, nous adoptons une complétion de zéro (ou *zero-padding*) jusqu'à 1024 points pour les séries trimestrielles (512 pour les séries annuelles, 4096 pour les séries mensuelles). ? discutent l'influence de ces deux choix sur l'estimation des densités spectrales de séries conjoncturelles américaines.

Certaines des séries dont nous estimons la densité spectrale sont non-stationnaires. Une pratique usuelle est de prendre le taux de croissance des séries non-stationnaires en différence avant d'estimer leur spectre. Pour rendre plus directe la comparaison du spectre de l'ensemble des séries, nous adoptons une stratégie alternative et filtrons l'ensemble des séries par des filtres passe-haut (?) avant d'en estimer le spectre. En pratique, nous extrayons d'une série temporelle x_t sa composante $x_{t,k}$ ne contenant pas de mouvements de périodicité supérieure ou égal à k années; nous faisons varier k de 25 à 50 ans et obtenons donc 25 composantes des 25 filtres correspondant. Cette démarche n'a pas pour objectif de fournir un traitement définitif des mouvements de basse fréquence, mais plutôt de jouer un rôle de diagnostic: si les décompositions spectrales de la série initiale et des séries filtrées sont proches, on peut en conclure que les évolutions de basse fréquence ne posent pas de problème particulier.

3.2 Illustration d'une analyse dans le domaine des fréquences à l'aide d'une expérience contrôlée

Pour illustrer l'analyse de l'investissement en construction dans le domaine des fréquences, le graphique ?? présente les évolutions temporelles (colonne de gauche) et les densités spectrales (colonne de droite) de trois séries simulées:

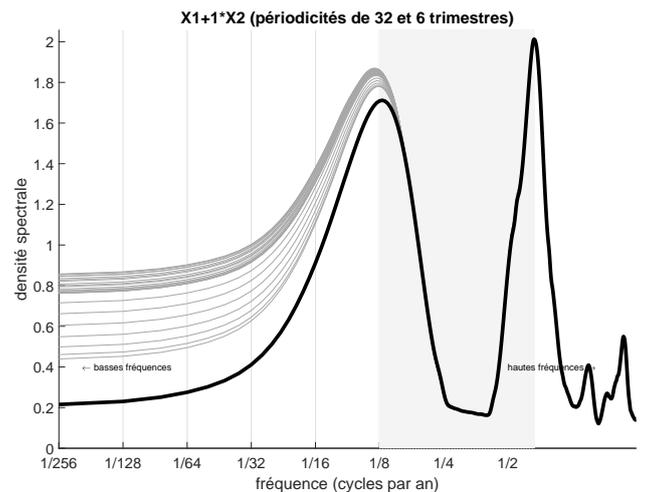
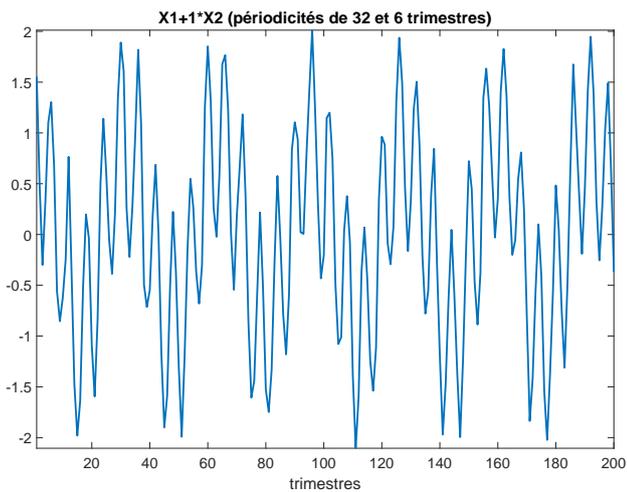
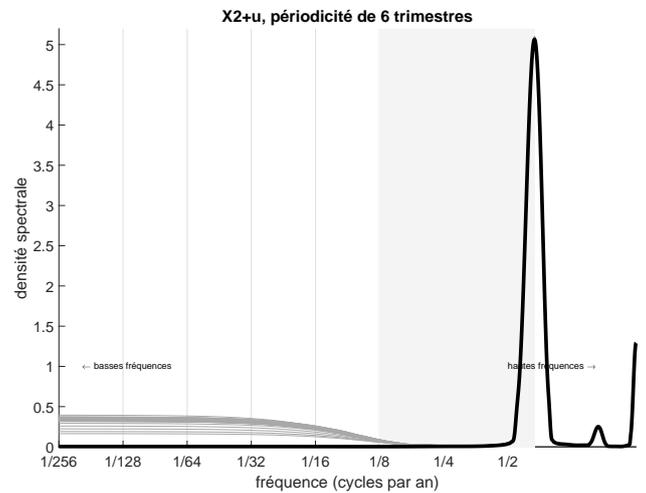
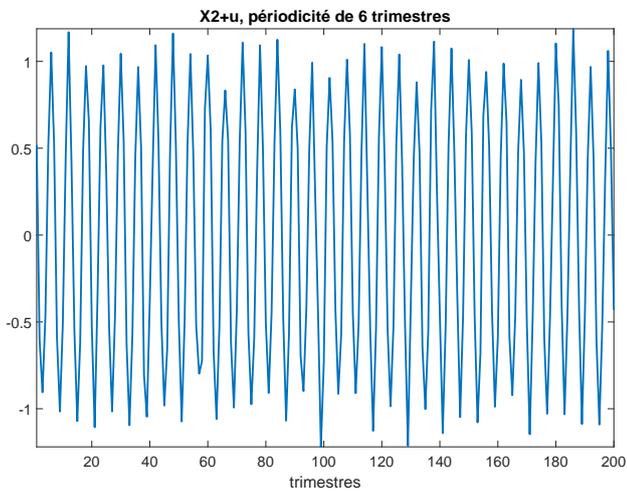
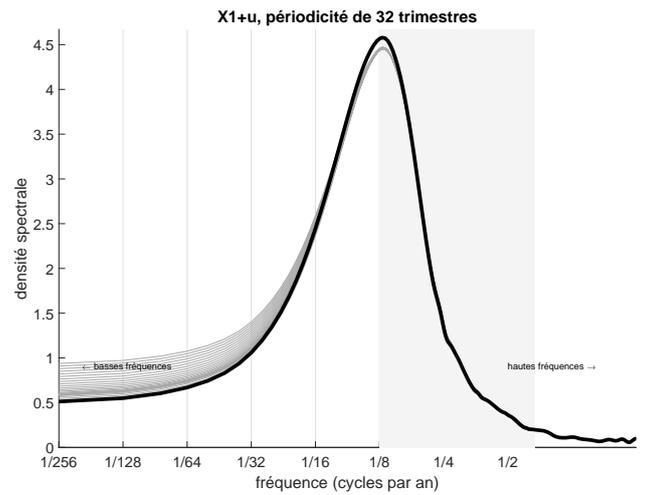
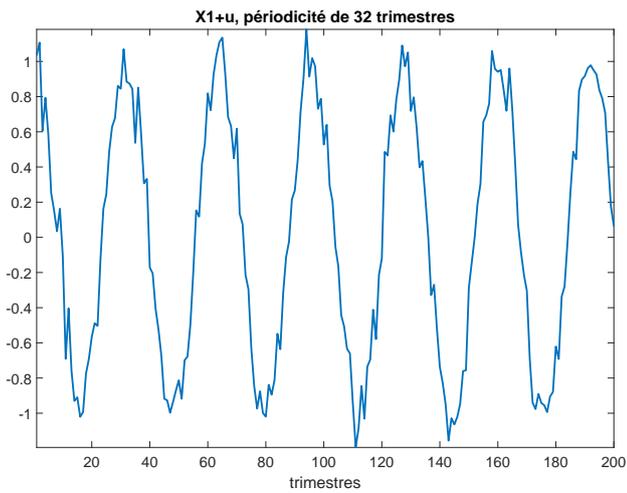
$$\begin{cases} x_{1,t} &= \cos\left(\frac{2\pi}{32}t\right) + u_{1,t} \\ x_{2,t} &= \cos\left(\frac{2\pi}{6}t\right) + u_{2,t} \\ x_{3,t} &= x_{1,t} + x_{2,t} \end{cases}$$

où u_1 et u_2 sont deux bruits blancs indépendants de variance 0.01 et $t = 1, \dots, 200$ (correspondant à 50 années de données trimestrielles).

La série x_1 , dont la série temporelle et la densité spectrale occupent la première ligne de la figure ??, combine un bruit blanc et une composante déterministe dont la périodicité est de 32 périodes. Sa densité spectrale présente un pic très marqué traduisant cette périodicité, soit une fréquence de 1/32 cycle par trimestre, ou encore 1/8 cycle par an. Des pics de moindre ampleur apparaissent à droite de ce pic à 1/8 cycle par an, pour des fréquences deux, quatre et huit fois plus élevées (des cycles deux, quatre et huit fois plus courts). Ces cycles sont des répliques du pic à 1/8 cycle par an.

La composante déterministe de la série x_2 exhibe une périodicité de 6 trimestres, à laquelle s'ajoute à nouveau un bruit blanc. Le pic dans la densité spectrale se situe plus à droite que la série x_1 , correspondant à un cycle par année et demie. Enfin, la série x_3 combine x_1 et

Figure 4: Analyse dans le domaine des fréquences: exemples illustratifs



Note: Données simulées. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale. La colonne de gauche présente la série temporelle; celle de droite les décompositions spectrales des données brutes (trait noir) et filtrées par différents filtres passe-haut (traits gris clairs).

x_2 , soit deux composantes déterministes de périodicité 6 et 32 trimestres et un bruit blanc ($u_1 + u_2$). Les deux périodicités sont bien représentées par des pics dans la densité spectrale de x_3 .

3.3 La décomposition spectrale de l'investissement

Les graphiques ??, ?? et ?? présentent les décompositions spectrales de l'investissement privé en volume, de l'investissement privé en construction et hors construction (correspondant respectivement aux séries des graphiques ?? à ??).

Le spectre de l'investissement privé fait apparaître le poids très important des mouvements de basse fréquence (à gauche sur le graphique ??) relativement aux autres fréquences. Les fréquences conjoncturelles (rectangle gris) correspondant à des périodicités entre 6 et 32 trimestres, notamment, sont quasiment inexistantes. Lorsque l'on fait disparaître avec les filtres passe-haut les mouvements de basse fréquence, la densité spectrale change largement de forme - même si les traits gris sont difficiles à distinguer sur le graphique du haut. Le graphique du bas reprend les densités après filtrage. Cette analyse spectrale confirme l'impression de non-stationnarité en différence laissée par l'examen de la série temporelle. Si l'on considère l'investissement privé dans son ensemble, les mouvements longs de la croissance et les mouvements courts de la conjoncture semblent largement indépendants.

Lorsque l'on décompose l'investissement privé par type de biens et de services, l'investissement privé hors construction représenté dans la figure ?? présente une densité spectrale très similaire. Peu de mouvements aux fréquences conjoncturelles ou à des fréquences plus élevées, et beaucoup de basses fréquences. L'annexe ?? distingue l'investissement en équipements, matériels de transports et autres produits industriels qui se caractérisent tous par des mouvements de basse fréquence (figure ??). L'investissement en services d'information-communication, services aux entreprises et services aux ménages (figure ??) également.

En revanche, la décomposition spectrale de l'investissement privé en construction ?? se distingue de celles des autres composantes de l'investissement.⁶ Le poids des basses fréquences est beaucoup moins marqué que pour les autres composantes de l'investissement; si les effets de l'application des filtres passe-haut restent visibles et importants, ceux-ci ne modifient plus aussi radicalement la décomposition spectrale. Des mouvements de moyenne fréquence, avec des périodicités d'une quinzaine d'années, sont identifiables aussi bien sur la série brute qu'après application des filtres passe-haut. Cette périodicité se retrouve dans le délai entre pics successifs, ou creux successifs, de la série temporelle (figure ??).

3.4 Autres indicateurs de construction

Au sein de l'investissement en construction, nous appliquons la même analyse dans le domaine des fréquences à différents indicateurs de mises en chantier.

Ces indicateurs ne sont pas corrigés des variations saisonnières et présentent sur la figure ?? des fluctuations marquées à cette fréquence (un cycle par an). Que ce soit pour le nombre de logements (en haut à gauche) ou les surfaces de plancher (en haut à droite), des pics dans la densité spectrale existent à des fréquences moyennes (des périodicités autour d'une vingtaine d'années). Une désagrégation entre logements collectifs et logements individuels montre que le pic de moyenne fréquence est très marqué pour les logements individuels, alors que les mises en chantier de logements collectifs connaissent également des mouvements de plus basse fréquence.

Ces exercices confirment le deuxième enseignement de notre travail: l'existence de cycles de quinze à vingt ans dans les mises en chantier et l'investissement en construction absents des autres formes d'investissement privé.

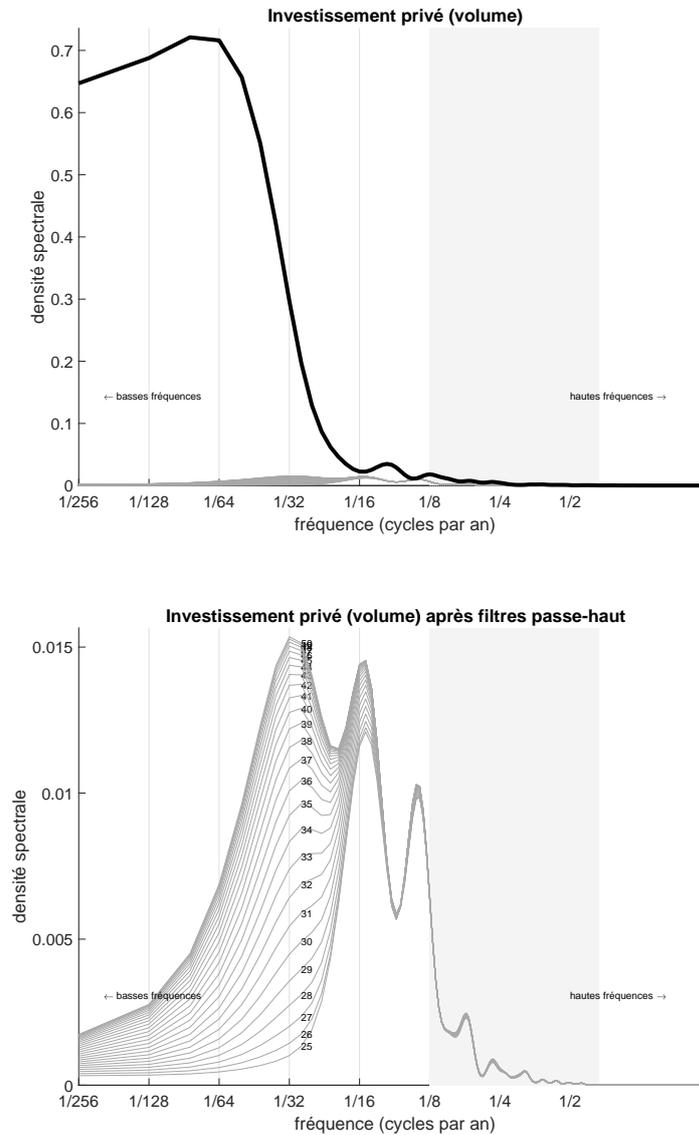
4 Interprétation

En matière prédictive, l'analyse en termes de densité spectrale montre l'intérêt de processus à mémoire longue. À titre de comparaison, la plupart des modélisations en séries temporelles de l'investissement (des entreprises comme des ménages) incorporent des termes autorégressifs

⁶La désagrégation par secteur de l'investissement privé en construction est disponible en annexe ??.

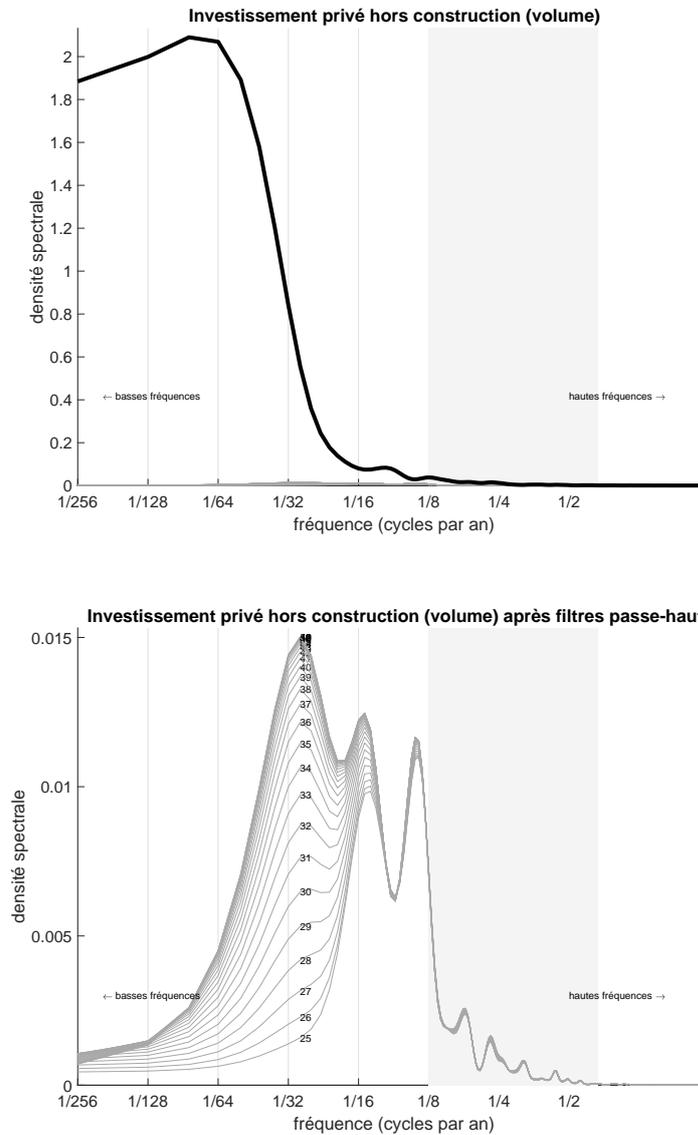
L'investissement en construction des administrations publiques connaît des fluctuations de basse fréquence plus marquées que les ménages et les entreprises non financières.

Figure 5: Densité spectrale de l'investissement privé depuis 1970



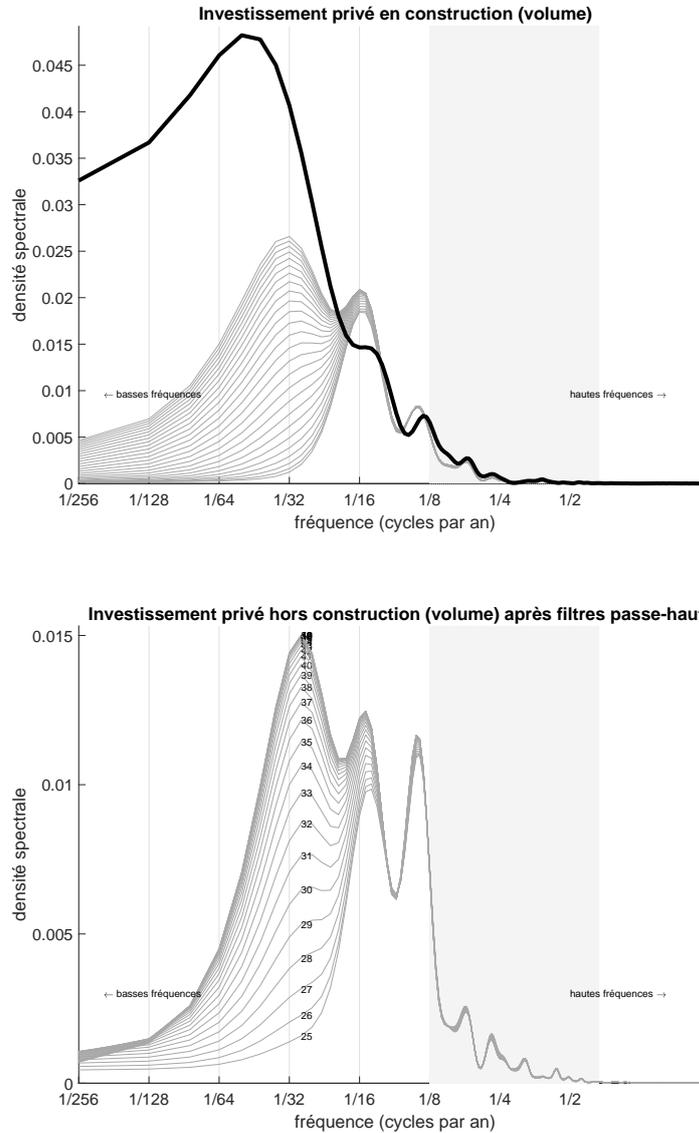
Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services et calculs de l'auteur. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale.

Figure 6: Densité spectrale de l'investissement privé hors construction depuis 1970



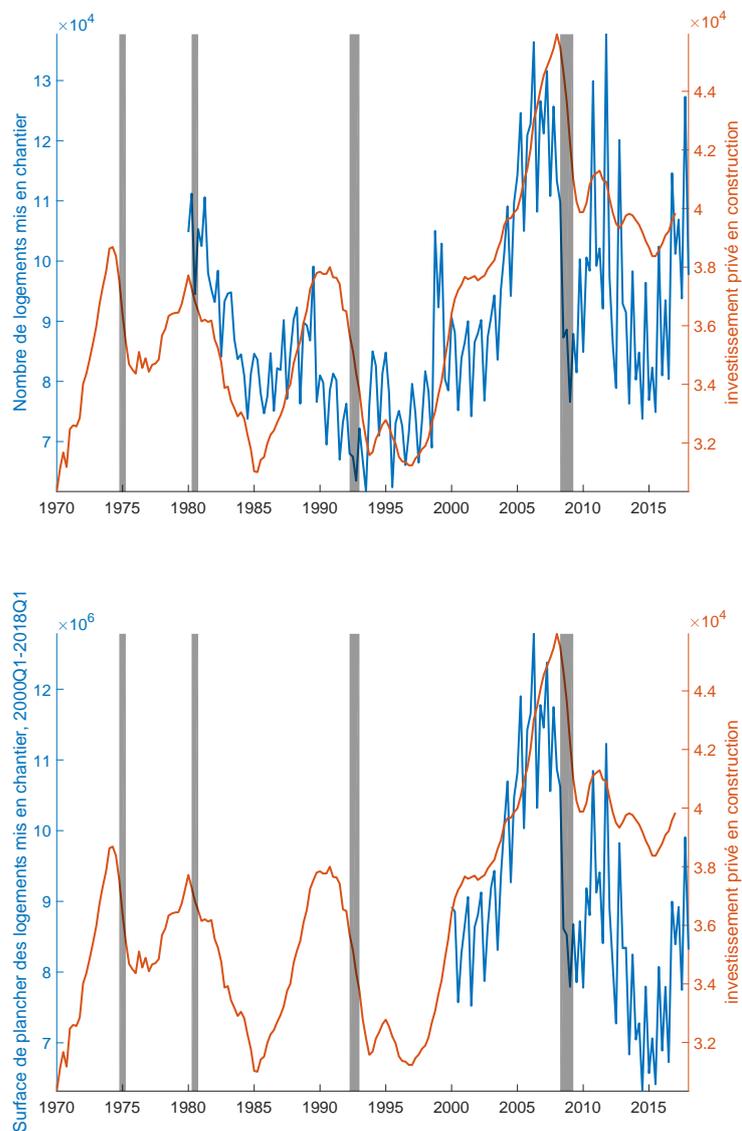
Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services et calculs de l'auteur. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale.

Figure 7: Densité spectrale de l'investissement privé en construction depuis 1970



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services et calculs de l'auteur. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale.

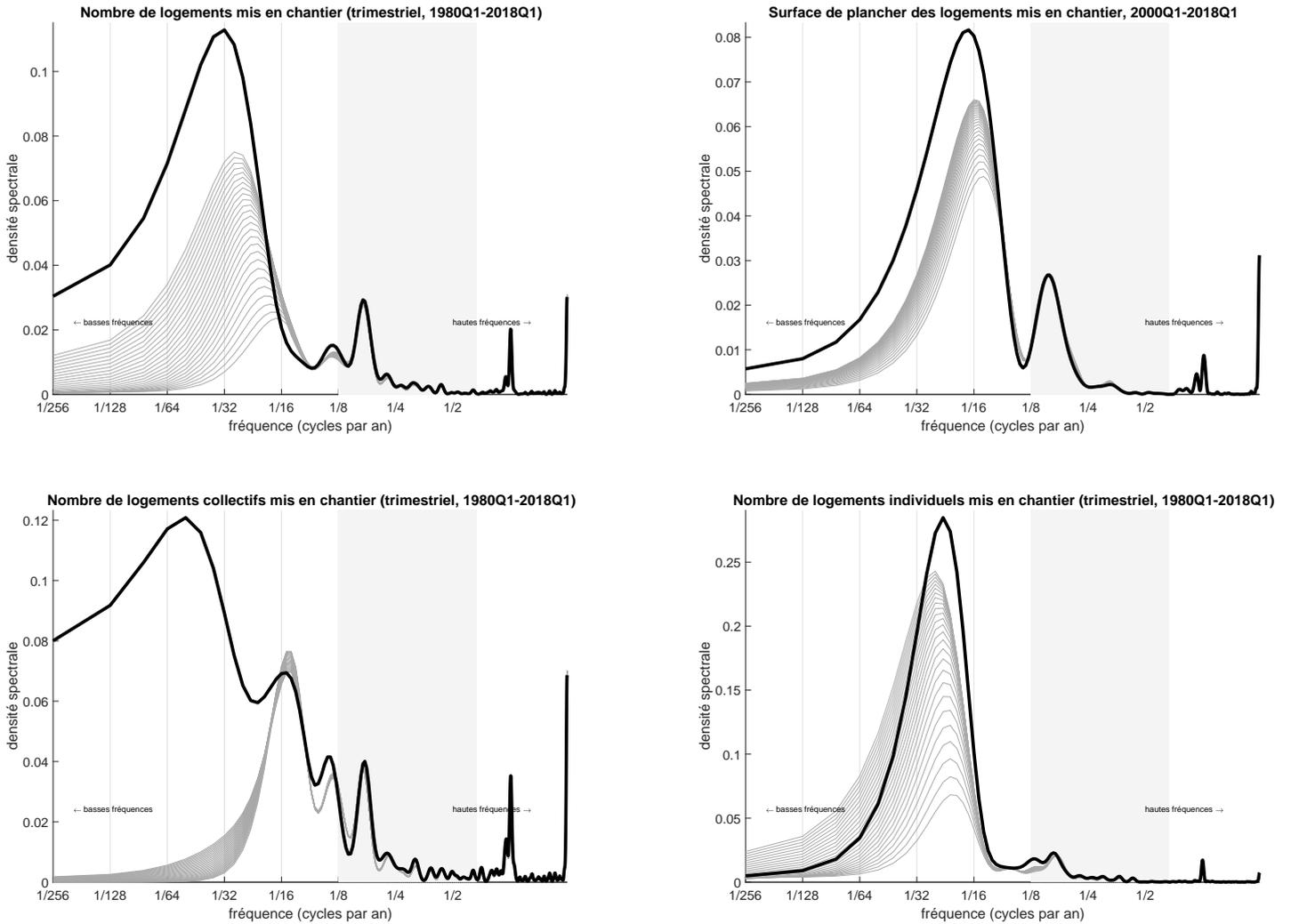
Figure 8: Mises en chantier de logements neufs et investissement privé en construction



Note: Nombres de logements mis en chantier (haut) et surfaces (bas) issus de Sit@del2. Données INSEE issues des opérations sur biens et services.

Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

Figure 9: Logements et surfaces mis en chantiers: domaine des fréquences



Note: Données Sit@del2. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale.

courts et une force de rappel vers une relation de long terme. Ces modélisations de type correction d'erreur peuvent capturer le rattrapage d'une cible mais sont moins utiles si la cible elle-même présente des évolutions périodiques.

Nous passons maintenant en revue plusieurs cadres théoriques permettant d'interpréter les fluctuations du volume d'investissement privé en construction.

4.1 Effets d'écho

Le graphique ?? a mis en évidence la succession de volumes d'investissement privé en construction particulièrement élevés tous les dix ans environ, ou au contraire particulièrement faibles; à la différence de l'investissement privé hors construction (graphique ??).

Cette caractéristique se rapproche des effets d'écho que l'on trouve dans les modèles à générations de capital. Ces modèles remplacent la construction d'un stock de capital agrégé via une dépréciation physique progressive (comme dans la méthode de l'inventaire permanent) par une obsolescence économique discrète et la prise en compte de l'histoire des investissements de chaque génération durant leur utilisation. Intuitivement, le long d'un sentier de croissance équilibrée, le déclassement d'une génération massive d'investissements anciens s'accompagne en écho par un investissement courant élevé⁷ – et réciproquement, les périodes d'investissement limitées prédisent de futurs volumes réduits d'investissement au moment du déclassement de la génération actuelle. En revanche, l'investissement privé en construction ne présente pas les asymétries courantes dans les modélisations à générations de capital.

4.2 Cycles de suraccumulation-liquidation

Une deuxième interprétation des cycles présentés par l'investissement privé en construction lie les périodes d'investissement faible avec les périodes d'investissement élevé les précédant, et réciproquement.

Plusieurs éléments propres à la construction vont dans le sens d'un enchaînement d'épisodes d'accumulation et de liquidation. En phase d'accumulation, la durée des projets de construction rend difficile l'ajustement aux modifications d'une cible (plus que pour d'autres types d'investissement). En cas de retournement, la rigidité à la baisse des prix observée dans l'immobilier signifie que les signaux de prix ne jouent pas immédiatement leur rôle. La suraccumulation consécutive nécessite une phase de liquidation, au sens d'un apurement des stocks (par exemple, des bâtiments construits et non vendus). Si celle-ci se poursuit au delà du nécessaire, les stocks de construction peuvent se révéler en dessous de leur valeur désirée, justifiant le prochain boom d'investissement en construction.⁸

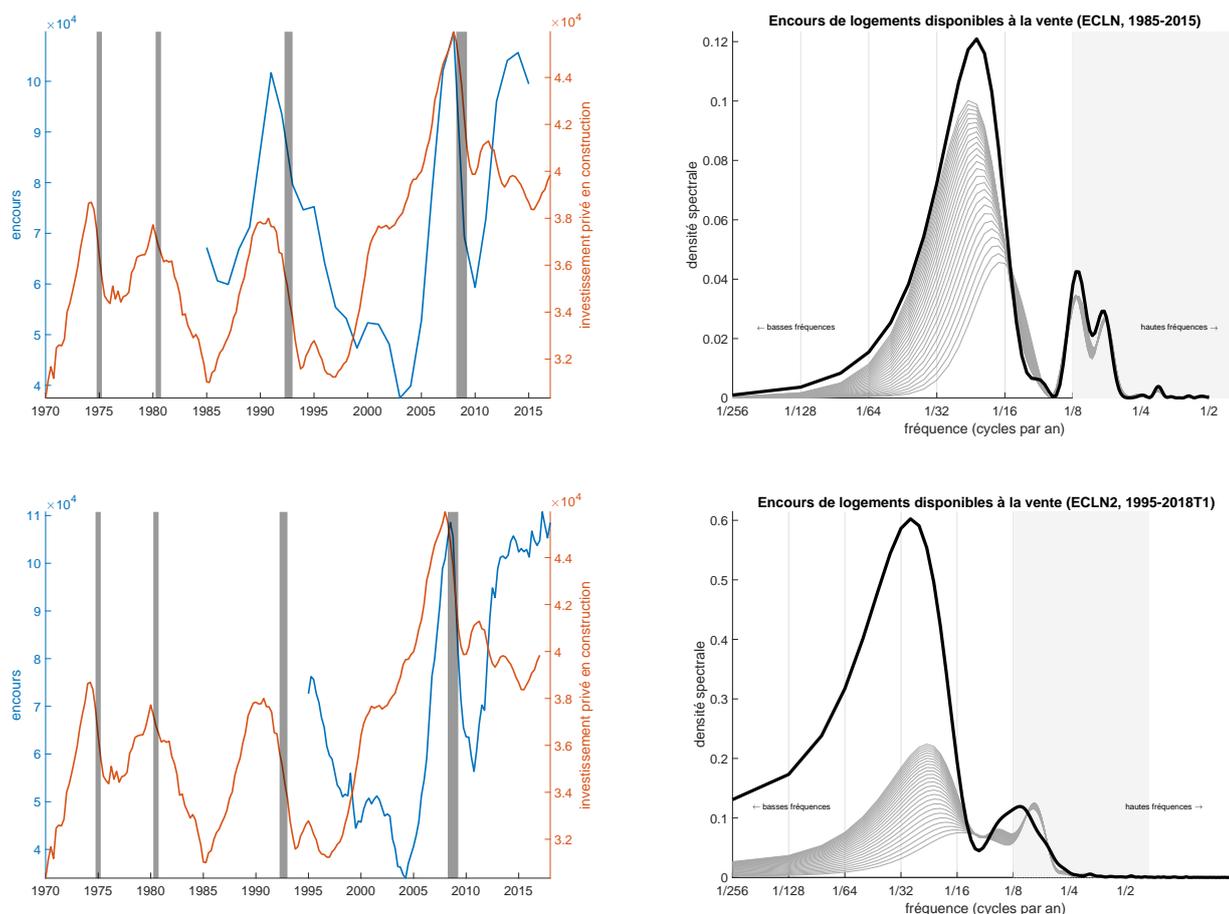
La discussion précédente met en évidence la difficulté de tester ce mécanisme de suraccumulation-liquidation. Pour évaluer si une période de construction plus massive que la normale est à l'origine d'un ralentissement de la construction (et symétriquement si un sous-investissement est à l'origine d'un flux de construction massif permettant le rattrapage du stock), il est nécessaire de définir le niveau "normal" d'investissement privé en construction, c'est-à-dire la cible dont les évolutions à la hausse comme à la baisse seraient ratées.

Alternativement, la logique suraccumulation-liquidation implique que des projets d'investissement en construction ne trouve pas preneurs à la fin des booms, et que c'est le délai nécessaire à l'apurement de ce stock qui ralentit la construction en phase de liquidation. Puis inversement, qu'une fois un faible niveau de stocks atteints, l'expansion soit particulièrement vigoureuse pour reconstituer ceux-ci. Pour une partie de l'investissement en construction, les logements commercialisés par les promoteurs immobiliers, on dispose d'une variable permettant d'évaluer les stocks construits mais non vendus: l'encours de logements neufs, issus de l'Enquête sur la Commercialisation des Logements Neufs (ECLN, devenue ECLN2 après la refonte de 2017). Le graphique ?? présente deux versions de ces données: annuelles de 1985 à 2015 issues de l'ECLN (première ligne); ECLN2 trimestrielle depuis 1995 (seconde ligne). On retrouve des cycles d'une vingtaine d'années dans ces encours de logements. Notons que les variations relatives de l'encours excèdent, au cours des expansions comme des contractions, celles des flux d'investissement en construction et des mises en chantier.

⁷Les échos s'amortissent ou non au cours du temps selon que les agents aient un objectif de lissage de la consommation (?) ou pas (?).

⁸Les modèles proie-prédateurs sont les premiers exemples de dynamique non-linéaire de ce type en économie.

Figure 10: Encours de logements neufs et investissement privé en construction



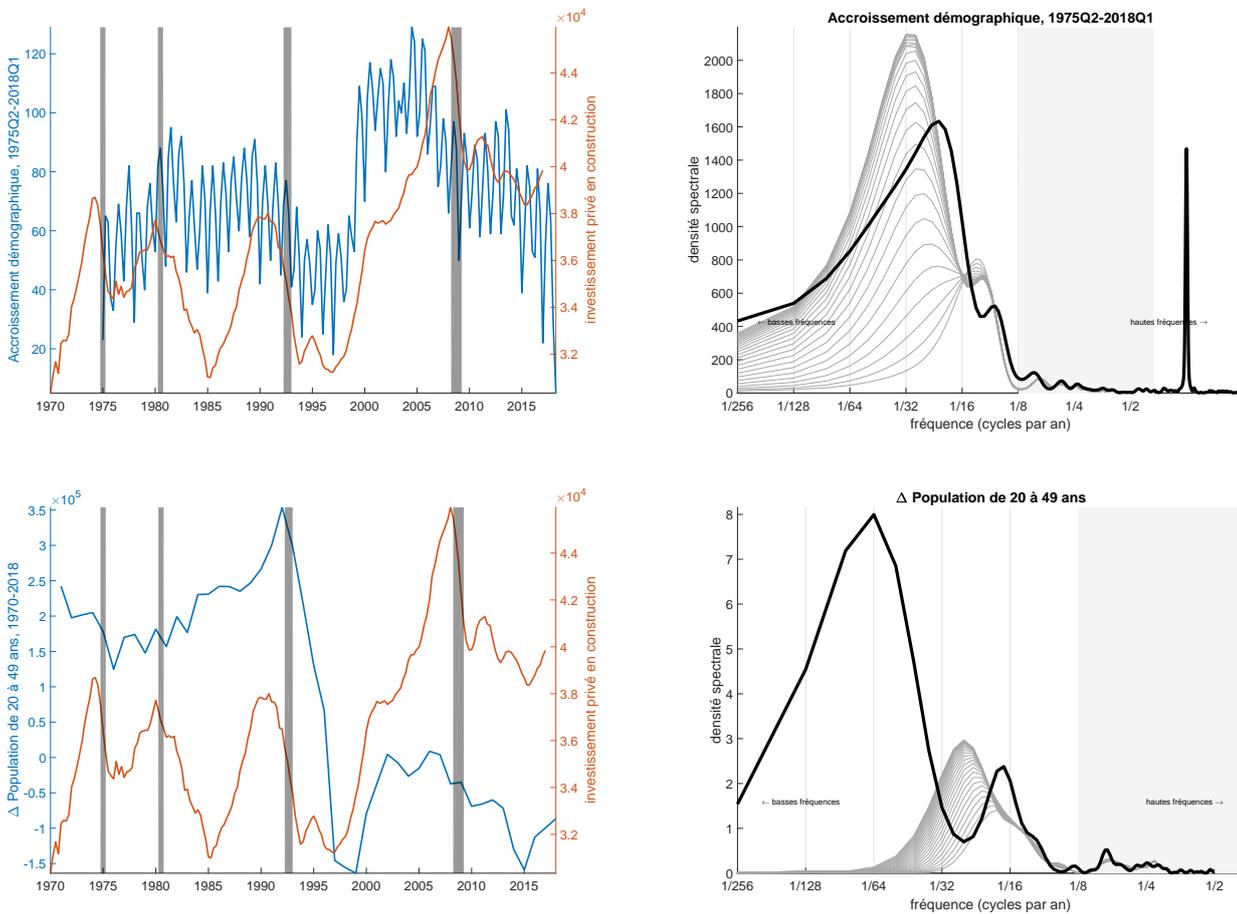
Note: Encours de logements neufs issus des ECLN et données INSEE issues des opérations sur biens et services avec calculs de l'auteur. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13 (3 pour les données annuelles de l'ECLN). Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points en trimestriel, 512 en annuel) permet d'augmenter la précision spectrale. La colonne de gauche présente les séries temporelles; celle de droite la décomposition spectrale des données brutes et filtrées par différents filtres passe-haut.

4.3 Cycles démographiques

Effets d'écho et cycles de suraccumulation–liquidation peuvent expliquer les cycles observés dans l'investissement privé en construction, les évolutions passées de l'investissement expliquant le niveau courant. Une troisième interprétation de ces cycles ne repose pas sur une dynamique non-markovienne. Si l'un des déterminants contemporains de l'investissement privé en construction présente lui-même des cycles de moyen terme, alors la construction peut présenter des évolutions quasi-périodiques en l'absence d'effets d'écho ou de cycles de suraccumulation.

La démographie est une force susceptible de présenter des évolutions périodiques de moyen terme et d'influencer la construction. Simon Kuznets y voyait l'origine de cycles de périodicités de 15 à 25 ans, qualifiés depuis de *Kuznets swings*. À nombre de logements par personne constant, il y aurait proportionnalité au cours du temps entre population et stocks de logements, ou entre construction nette et accroissement démographique. L'accroissement démographique tend à se ressembler d'une génération à l'autre, les enfants d'une cohorte nombreuse excédant ceux d'une cohorte réduite. Les graphiques ?? représentent les évolutions de l'accroissement démographique (en haut) et ceux de la variation de la population âgée de 20 à 49 ans au premier janvier (en bas), conjointement aux fluctuations de l'investissement privé en construction. Le pouvoir prédictif sur les mises en chantier de la tranche d'âge 20-49 est mis en évidence par ?.

Figure 11: Démographie et investissement privé en construction



Note: Données INSEE. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 3 pour les données annuelles (37 pour les mensuelles). Une complétion de zéros jusqu'à 512 en annuel (4096 en mensuel) permet d'augmenter la précision spectrale. La colonne de gauche présente les séries temporelles; celle de droite la décomposition spectrale des données brutes et filtrées par différents filtres passe-haut.

La série mensuelle d'accroissement démographique exhibe de surprenantes évolutions de

haute fréquence. Le pic dans la densité spectrale pour des cycles d'une vingtaine d'année, conforme à ce qu'obtenait Kuznets, pourrait donc être à l'origine des mouvements de l'investissement en construction. Les données annuelles sur la population de 20 à 49 ans présentent plus de mouvements de basse fréquence. Le pic de la densité spectrale des données non filtrées correspond à des périodicités plus longues. En revanche, les données filtrées présentent elles aussi des mouvements correspondant à des cycles d'une vingtaine d'années.

Au moins deux interprétations des cycles de la construction sont donc possibles: la conséquence de mouvements longs de la démographie ou la succession d'épisodes de suraccumulation et de liquidation. Une différence importante entre ces deux interprétations est normative. Si la construction suit les cycles longs de la structure démographiques, aucune inefficience évidente ne justifie de politiques de stabilisation dans ce secteur de l'économie.⁹ En revanche, la logique de la suraccumulation-liquidation appelle en elle-même une stabilisation des flux de construction.

5 Conclusion

En France, les volumes d'investissement privé en construction se distinguent fortement des autres formes d'investissement ainsi que des autres composantes du PIB. Le prix relatif en termes de biens de consommation de l'investissement privé en construction ne présente pas la tendance à la baisse marquée des autres postes; le volume d'investissement privé en construction ne connaît pas de croissance tendancielle, mais d'amples fluctuations.

Une analyse dans le domaine des fréquences montre que les fluctuations de l'investissement privé en construction exhibent des périodicités de quinze à vingt ans. Des indicateurs de construction basés sur les mises en chantier font apparaître des fréquences similaires. Ces fréquences sont plus basses que celles retenues traditionnellement pour décrire les évolutions conjoncturelles. À la différence de l'investissement en construction, la décomposition spectrale des autres postes de l'investissement fait apparaître des mouvements de basse fréquence, traduisant la non-stationnarité de ces séries.

Si la fréquence des fluctuations observées de l'investissement privé en construction s'éloigne de celles de l'activité en général (PIB, revenus, emploi, chômage, etc), des politiques de relance de l'économie ciblant la construction risquent de faire effet à contretemps.

A Données: sources et traitement

A.1 Sources

Pour construire des données d'investissement pour le secteur privé, nous utilisons les statistiques sur l'équilibre du produit intérieur brut suivantes, issues des [Comptes nationaux trimestriels](#) (les liens pointent vers chacune des séries), qui distinguent la FBCF des différents secteurs institutionnels:

- FBCF totale de l'ensemble des secteurs institutionnels: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF totale des administrations publiques: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF totale des ménages: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF totale des ISBLSM: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF totale des sociétés financières: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF totale des entreprises non financières: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)

Le déflateur de chaque série est obtenu en divisant les valeurs aux prix courants par les volumes à prix chaînés.

⁹La question de la réallocation sectorielle des facteurs de production reste posée, comme pour n'importe quel autre secteur.

Pour distinguer l'investissement en construction et hors construction, nous utilisons les [Opérations sur biens et services \(base 2010\)](#) suivantes qui ventilent en 17 branches/produits:¹⁰

- FBCF en construction de l'ensemble des secteurs institutionnels: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF en construction des administrations publiques: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF en construction des ménages: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF en construction des ISBLSM: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF en construction des sociétés financières: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)
- FBCF en construction des entreprises non financières: [Valeur aux prix courants](#), [Volume aux prix de l'année précédente chaînés](#)

A.2 Construction des données à prix chaînés

Nous construisons des séries de FBCF en valeur pour le secteur privé en retranchant la FBCF des administrations publiques en valeur de la FBCF de l'ensemble des secteurs institutionnels en valeur:

$$\text{valeurs}^{\text{privé, total}} = \text{valeurs}^{\text{ensb, total}} - \text{valeurs}^{\text{APU, total}}.$$

Les volumes aux prix chaînés ne vérifiant pas la propriété d'additivité, nous utilisons l'approximation de soustraction-chaînée (?), dont les étapes sont détaillées dans ce qui suit. La croissance d'une période sur l'autre de FBCF du secteur privé en volume aux prix de l'année précédente chaînés $x_t^{\text{privé, total}}$ est donnée par un indice de Fisher $q_t^{\text{privé, total}}$ (moyenne géométrique du facteur de croissance entre t et $t-1$ aux prix de la période t et du facteur de croissance aux prix de la période $t-1$):¹¹

$$x_t^{\text{privé, total}} = x_{t-1}^{\text{privé, total}} \cdot q_t^{\text{privé, total}}.$$

L'indice de Fisher $q_t^{\text{privé, total}}$ s'écrit, en notant respectivement $p_t^{\text{ensb, total}}$ et $p_t^{\text{APU, total}}$ les déflateurs de la FBCF totale de l'ensemble des secteurs institutionnels et des administrations publiques, et $x_t^{\text{ensb, total}}$ et $x_t^{\text{APU, total}}$ les volumes de FBCF totale de l'ensemble des secteurs institutionnels et des administrations publiques aux prix chaînés:

$$q_t^{\text{privé, total}} = \left(\frac{p_t^{\text{ensb, total}} x_t^{\text{ensb, total}} - p_t^{\text{APU, total}} x_t^{\text{APU, total}}}{p_t^{\text{ensb, total}} x_{t-1}^{\text{ensb, total}} - p_t^{\text{APU, total}} x_{t-1}^{\text{APU, total}}} \times \frac{p_{t-1}^{\text{ensb, total}} x_t^{\text{ensb, total}} - p_{t-1}^{\text{APU, total}} x_t^{\text{APU, total}}}{p_{t-1}^{\text{ensb, total}} x_{t-1}^{\text{ensb, total}} - p_{t-1}^{\text{APU, total}} x_{t-1}^{\text{APU, total}}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Le déflateur $p^{\text{privé, total}}$ de la FBCF du secteur privé se définit

$$p^{\text{privé, total}} = \frac{p^{\text{ensb, total}} x^{\text{ensb, total}} - p^{\text{APU, total}} x^{\text{APU, total}}}{x^{\text{privé, total}}}.$$

Par construction, le produit des quantités chaînés et des indices de prix définis de cette façon est identique à chaque date aux valeurs nominales.

Comme nous l'avons fait pour l'investissement dans son ensemble, nous construisons des séries de FBCF-construction en valeur pour le secteur privé en retranchant la FBCF des administrations publiques en valeur de la FBCF de l'ensemble des secteurs institutionnels en valeur:

$$\text{valeurs}^{\text{privé, construction}} = \text{valeurs}^{\text{ensb, construction}} - \text{valeurs}^{\text{APU, construction}}.$$

Nous reconstruisons les volumes aux prix chaînés $x^{\text{privé, construction}}$ et le déflateur $p^{\text{privé, construction}}$

$$\begin{cases} x_t^{\text{privé, construction}} &= x_{t-1}^{\text{privé, construction}} \cdot q_t^{\text{privé, construction}} \\ p^{\text{privé, construction}} &= \frac{\text{valeurs}^{\text{ensb, construction}} - \text{valeurs}^{\text{APU, construction}}}{x^{\text{privé, construction}}} \end{cases}$$

¹⁰L'activité construction (identifiant FZ) est classée dans les services (*cf* INSEE Méthodes num. 126, mai 2012).

¹¹Nous utilisons une période de référence T pour normaliser le niveau de FBCF du secteur privé en volume $x_T^{\text{privé, total}}$ au niveau de l'année de base.

en utilisant l'indice de Fisher $q^{\text{privé, construction}} =$

$$\left(\frac{p_t^{\text{ensb, construction}} x_t^{\text{ensb, construction}} p_t^{\text{APU, construction}} x_t^{\text{APU, construction}}}{p_t^{\text{ensb, construction}} x_{t-1}^{\text{ensb, construction}} p_t^{\text{APU, construction}} x_{t-1}^{\text{APU, construction}}} \times \frac{p_{t-1}^{\text{ensb, construction}} x_t^{\text{ensb, construction}} p_{t-1}^{\text{APU, construction}} x_t^{\text{APU, construction}}}{p_{t-1}^{\text{ensb, construction}} x_{t-1}^{\text{ensb, construction}} p_{t-1}^{\text{APU, construction}} x_{t-1}^{\text{APU, construction}}} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Enfin, nous construisons des séries de FBCF hors construction pour le secteur privé (en valeur):

$$\text{valeurs}^{\text{privé, nonconstruction}} = \text{valeurs}^{\text{privé, construction}} - \text{valeurs}^{\text{privé, construction}}.$$

Nous reconstruisons les volumes aux prix chaînés $x^{\text{privé, non construction}}$ et le déflateur $p^{\text{privé, non construction}}$

$$\begin{cases} x_t^{\text{privé, non construction}} &= x_{t-1}^{\text{privé, non construction}} \cdot q_t^{\text{privé, non construction}} \\ p^{\text{privé, non construction}} &= \frac{\text{valeurs}^{\text{privé, total}} - \text{valeurs}^{\text{privé, construction}}}{x^{\text{privé, non construction}}} \end{cases}$$

en utilisant l'indice de Fisher $q^{\text{privé, non construction}} =$

$$\left(\frac{p_t^{\text{privé, total}} x_t^{\text{privé, total}} p_t^{\text{privé, construction}} x_t^{\text{privé, construction}}}{p_t^{\text{privé, total}} x_{t-1}^{\text{privé, total}} p_t^{\text{privé, construction}} x_{t-1}^{\text{privé, construction}}} \times \frac{p_{t-1}^{\text{privé, total}} x_t^{\text{privé, total}} p_{t-1}^{\text{privé, construction}} x_t^{\text{privé, construction}}}{p_{t-1}^{\text{privé, total}} x_{t-1}^{\text{privé, total}} p_{t-1}^{\text{privé, construction}} x_{t-1}^{\text{privé, construction}}} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

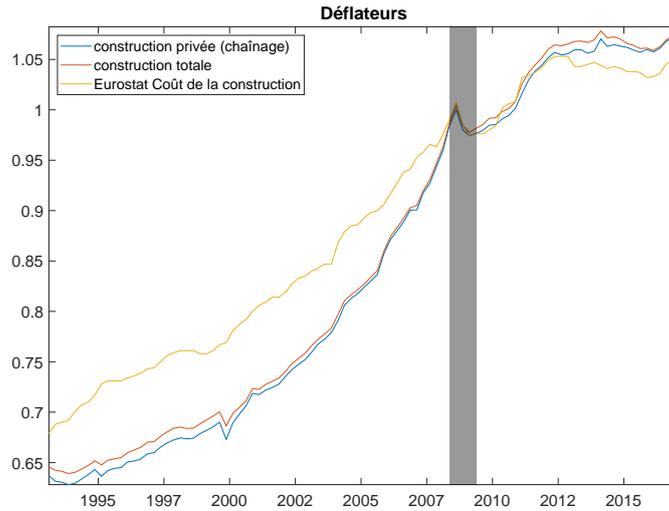
A.3 Indice des prix

Différents indices de prix à la construction ont connu des remises en question: ceux d'Eurostat au cours des années 90 (?), les indices français dans une note d'Alain Trannoy et Etienne Wasmer pour le Conseil D'analyse Economique (CAE).¹² Le partage prix-quantités est en effet ce qui distingue l'investissement en construction du reste de l'investissement privé; les évolutions nominales sont beaucoup moins singulières (graphiques ??).

Le graphique ?? présente simultanément le déflateur de l'investissement privé en construction obtenu par chaînage (celui du graphique ??), le déflateur de l'investissement *total* en construction et le coût de la construction disponible depuis 1993 dans les bases Eurostat. Les déflateurs INSEE et Eurostat sont (sans surprise) très corrélés. Il est important de noter que ces indices de prix à la construction exhibent une baisse visible au cours de la grande récession; l'absence de baisse au cours de cette période constituant l'anomalie par rapport aux pays comparables soulevée par A. Trannoy et E. Wasmer (?, page 47).

¹²De fait, la production des indices de prix de la construction ont été transféré à l'INSEE au cours de l'année 2014.

Figure 12: Trois déflateurs de l'investissement construction



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services et Eurostat: Coût de la construction (ou prix à la production), nouveaux bâtiments résidentiels `sts_copi_q`). Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

B Autres mesures de l'investissement privé en construction

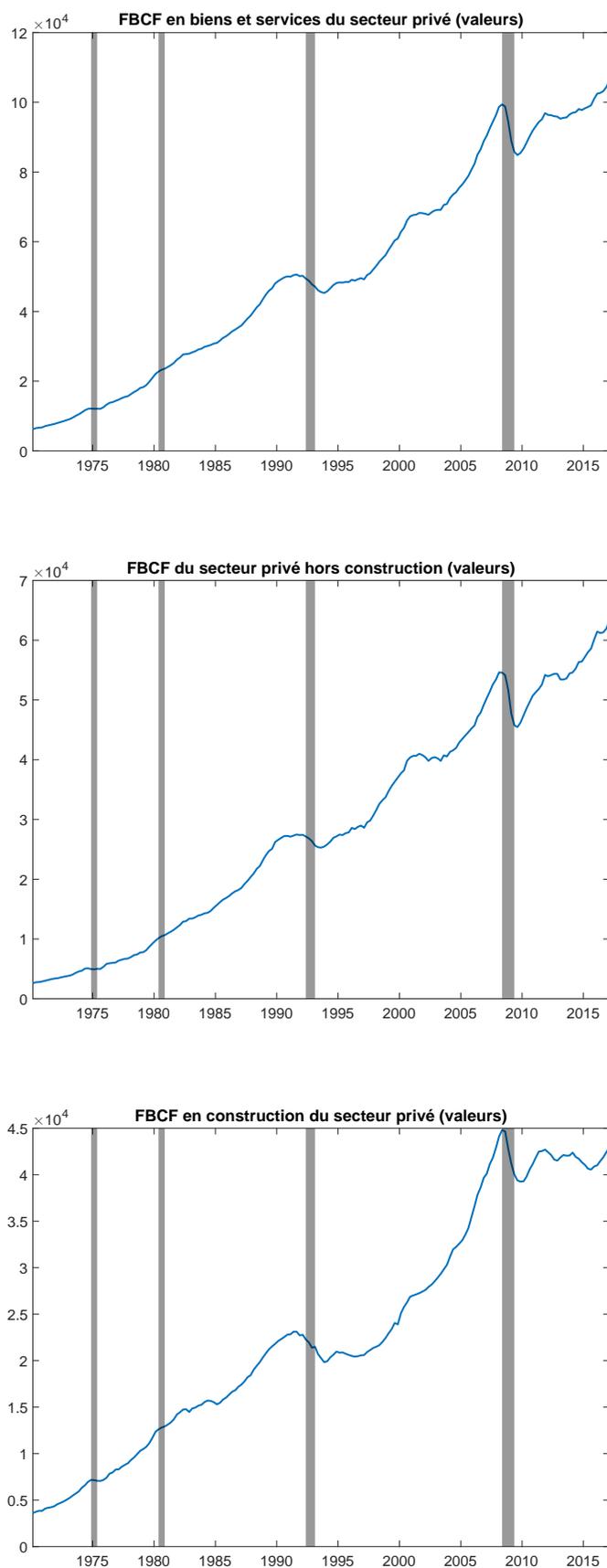
B.1 Valeurs et parts dans le PIB

Les graphiques ?? et ?? présentent les évolutions depuis 1970 de l'investissement privé et sa répartition entre construction et investissements hors construction sous une forme alternative aux graphiques ?? à ??. Le graphique ?? concerne les investissements en euro courants, qui paraissent cointégrés, contrairement aux volumes en euro constants. Ce graphique montre donc que les différences dans l'évolution des prix relatifs et des quantités de l'investissement privé, qu'ils concernent ou non la construction, se compensent en partie. C'est bien dans le partage prix-quantité que l'investissement en construction se distingue du reste de l'investissement privé.

Le graphique ?? présentent l'investissement en pourcentage du PIB. Ce graphique illustre la relative stabilité de la part de l'investissement privé dans le PIB, conformément à un régime de croissance équilibrée. Au sein de cet ensemble, les parts respectives de l'investissement en construction et hors construction divergent.

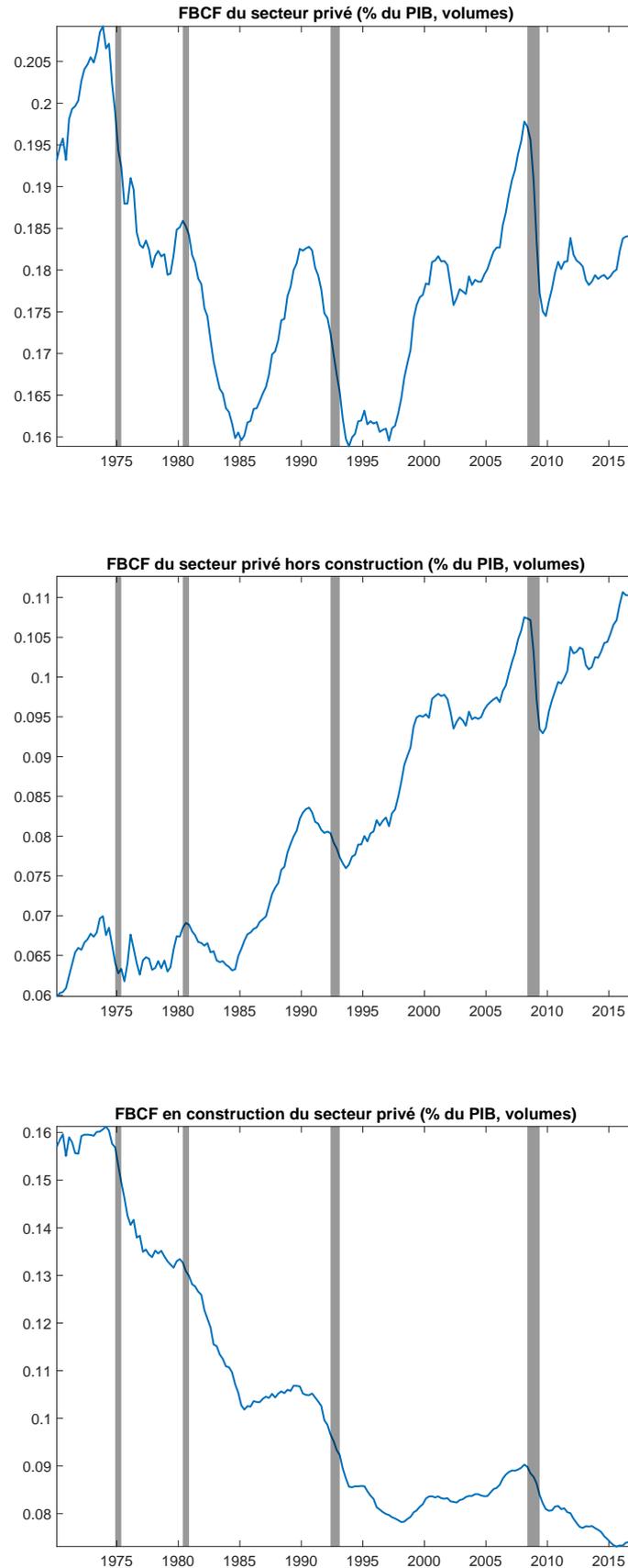
B.2 L'investissement en construction par secteur institutionnel

Figure 13: L'investissement privé nominal depuis 1970



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.
Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

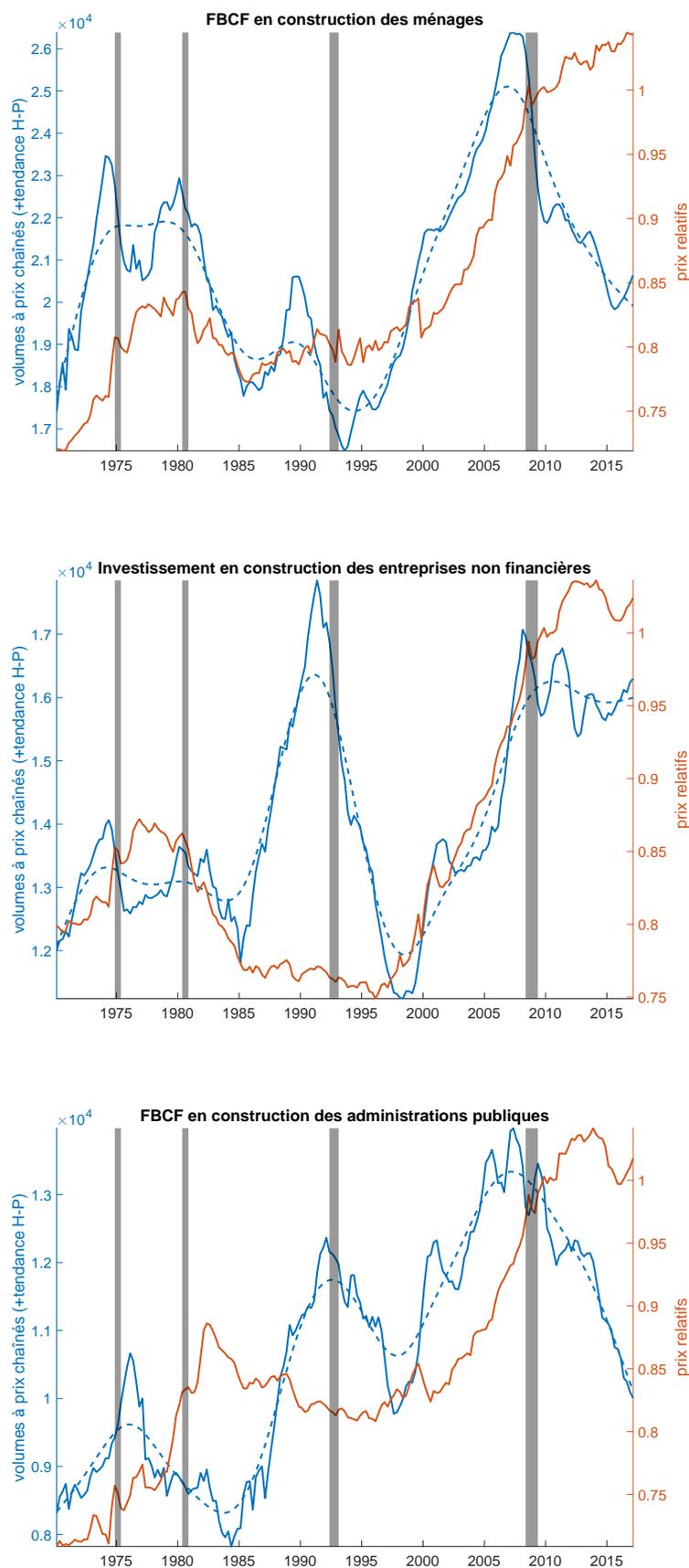
Figure 14: L'investissement privé en parts du PIB



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.

Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

Figure 15: L'investissement en construction depuis 1970: ménages, entreprises non financières et administrations publiques



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.

Les quantités représentent les volumes aux prix de l'année précédente chaînés (en ligne pleine) et la tendance Hodrick-Prescott (ligne pointillée); les prix relatifs désignent le déflateur de la FBCF divisée par le déflateur de la consommation finale totale. Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

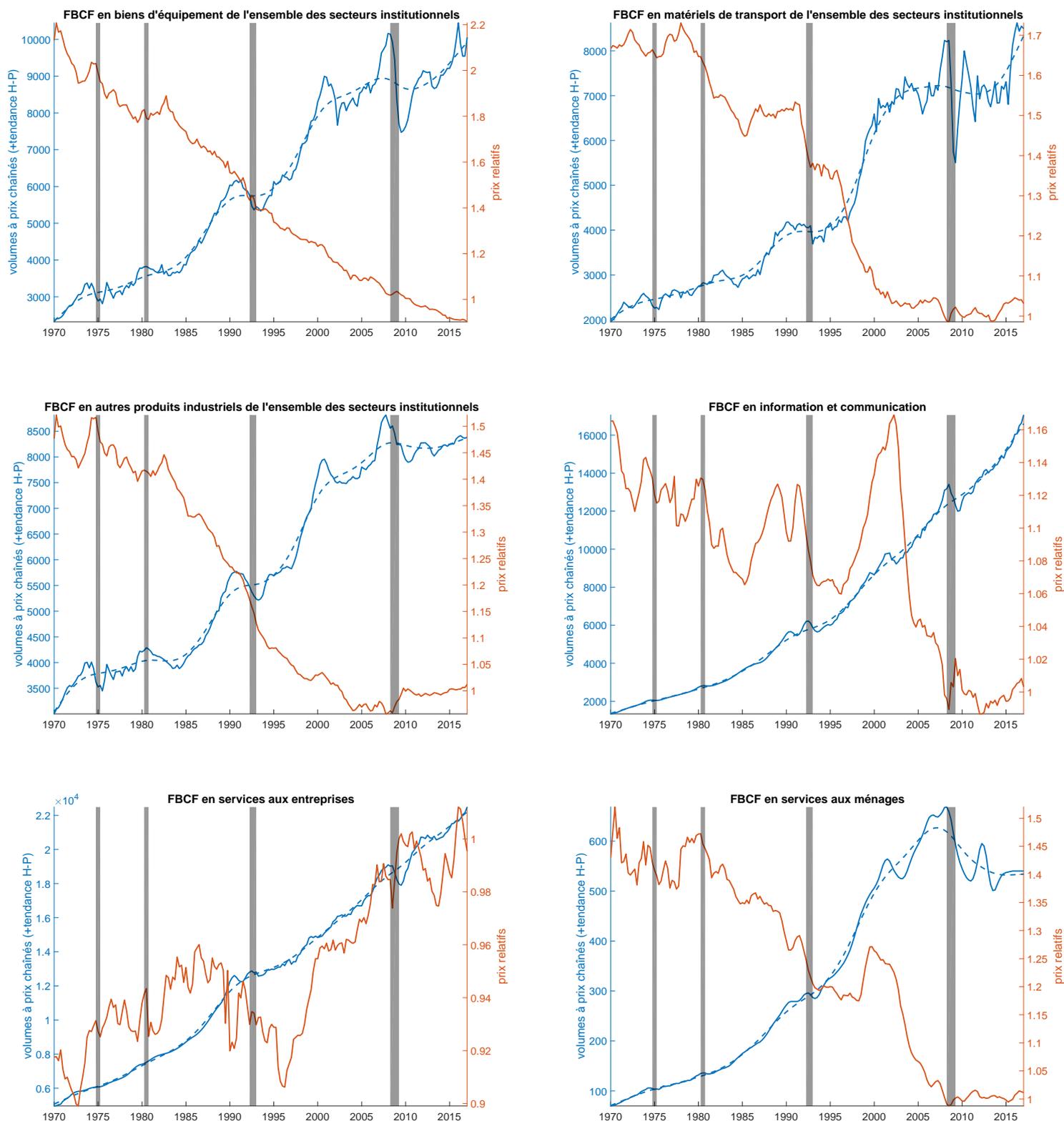
C Les autres composantes de l'investissement privé

Notre analyse distingue l'investissement en construction de l'investissement hors construction. Le graphique ?? représente individuellement les évolutions en volume des investissements en

- biens d'équipement `idbank 001688971`
- matériels de transport `idbank 001688973`
- autres produits industriels `idbank 001688975`
- information et communication `idbank 001689057`
- services aux entreprises `idbank 001689061`
- services aux ménages `idbank 001689063`.

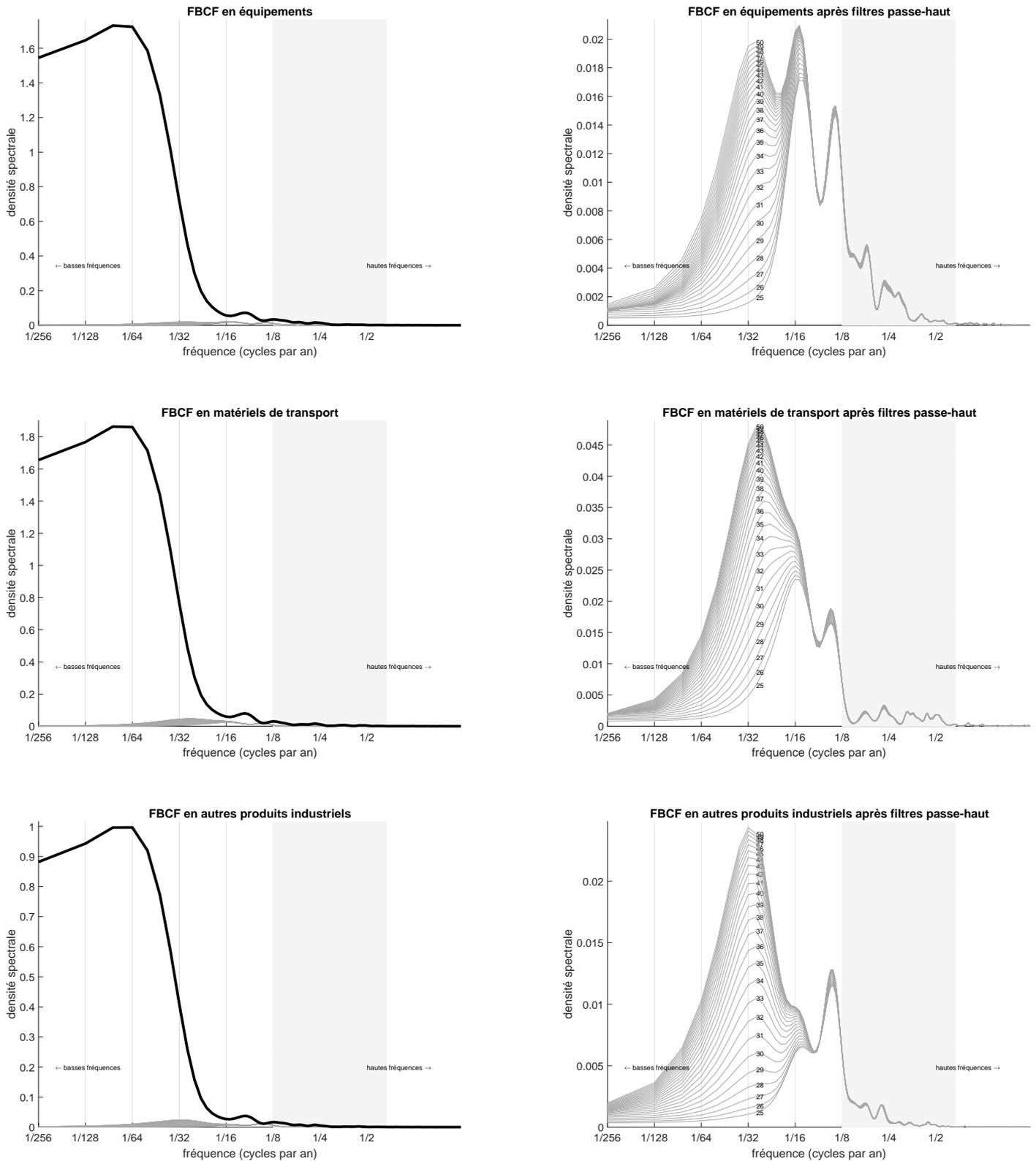
Le graphique ?? représente les densités spectrales des postes de l'investissement en biens. Que ce soit pour les biens d'équipements, le matériel de transport ou les autres produits industriels, les décompositions spectrales diffèrent de façon très marquée de celle de l'investissement privé en construction. Les fluctuations de basse fréquence, compatibles avec une non-stationnarité en différence, dominent largement le spectre. L'utilisation de filtres passe-haut faisant disparaître les composantes dont la périodicité excède 25 à 50 années confirme ce diagnostic, les spectres des séries filtrées s'éloignant de ceux des séries initiales.

Figure 16: L'investissement par composante depuis 1970: volumes et prix relatifs



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.
 Les bandes verticales désignent les périodes de récession caractérisées par l'algorithme de datation MBBQ basé sur ?.

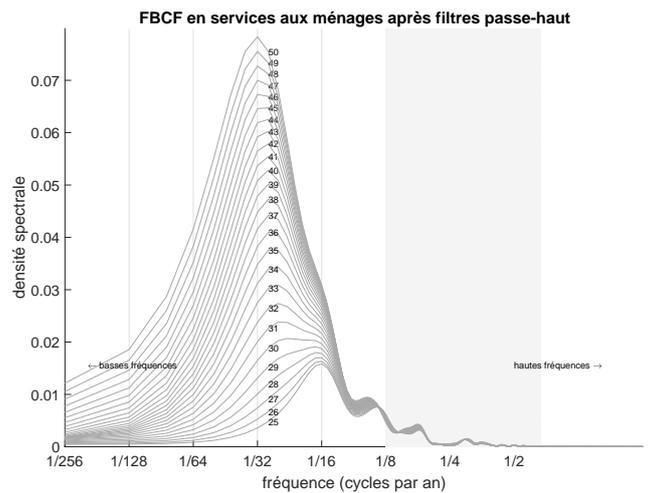
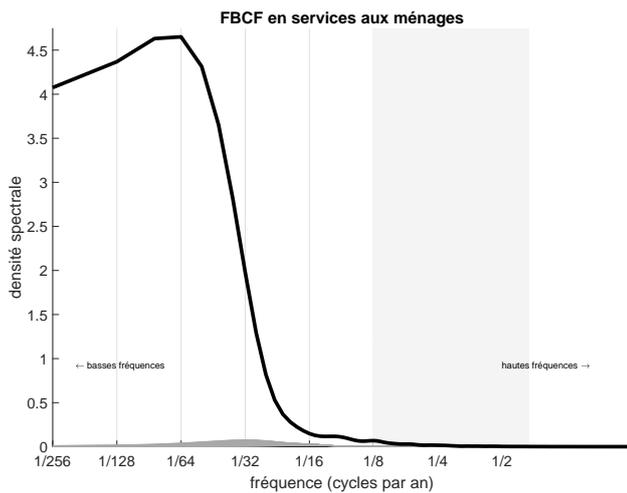
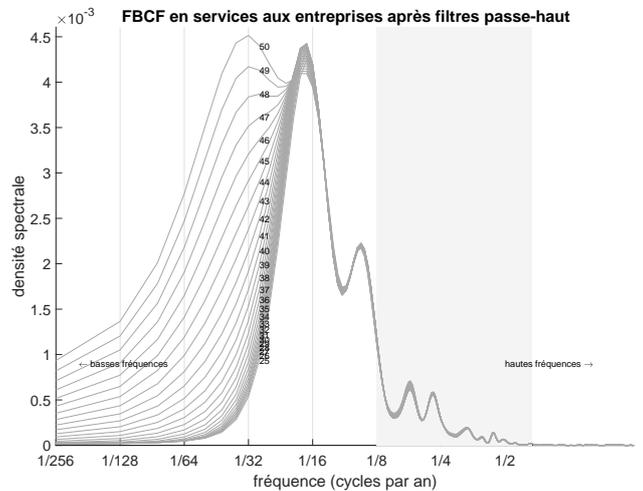
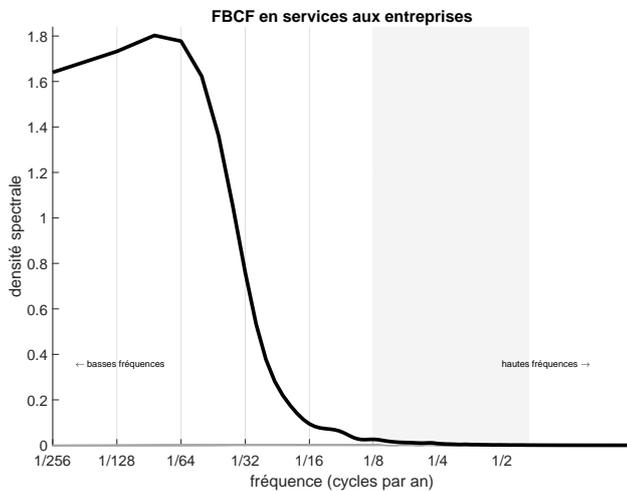
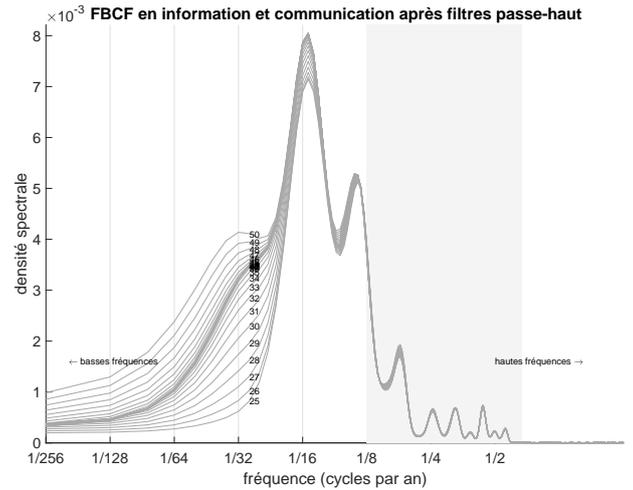
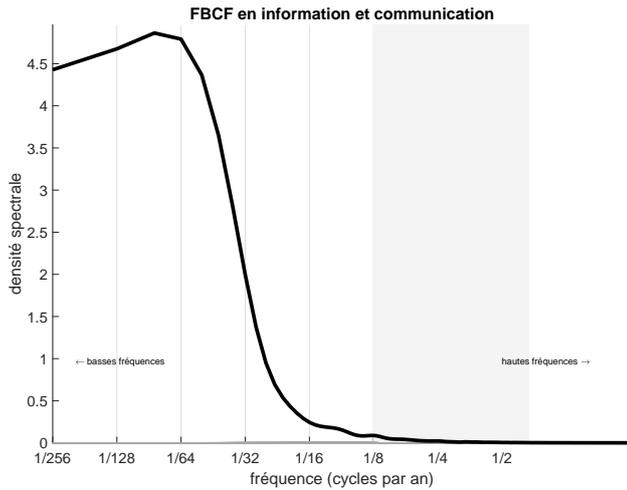
Figure 17: L'investissement en volume par composante de biens depuis 1970



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.

Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale. La colonne de gauche présente la décomposition spectrale des données brutes et filtrées par différents filtres passe-haut; celle de droite des données filtrées uniquement.

Figure 18: L'investissement en volume par composante de services depuis 1970

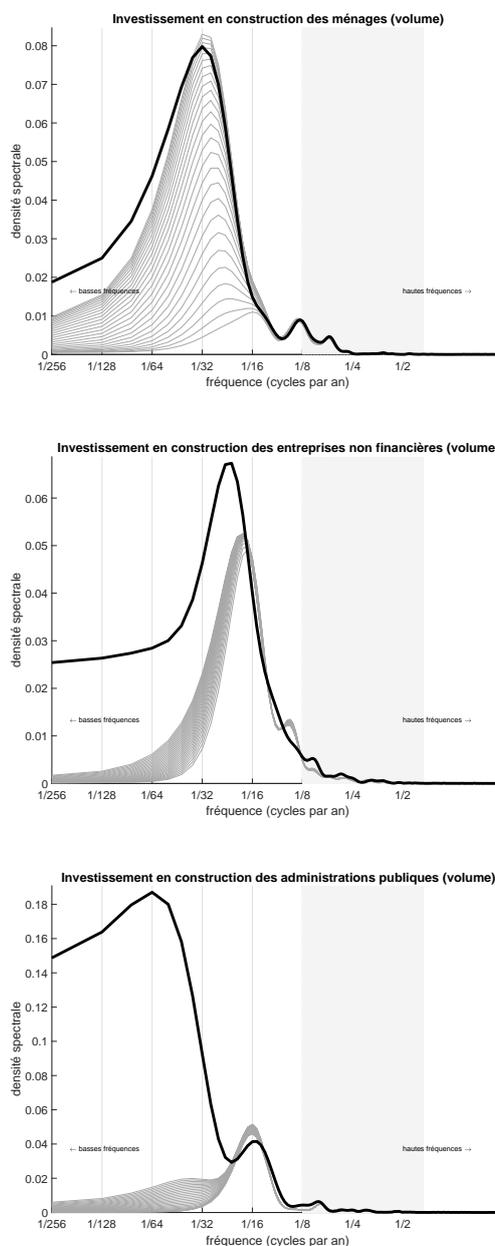


Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services.

Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale. La colonne de gauche présente la décomposition spectrale des données brutes et filtrées par différents filtres passe-haut; celle de droite des données filtrées uniquement.

D Autres indicateurs de construction

Figure 19: L'investissement en construction par secteur institutionnel: domaine des fréquences



Note: Données INSEE issues des opérations sur biens et services et calculs de l'auteur. Représentation spectrale discrète obtenue par transformation de Fourier discrète, puis application d'une fenêtre de Hamming de longueur 13. Une complétion de zéros (jusqu'à 1024 points) permet d'augmenter la précision spectrale.