

# Annexes Chapitre 4

## Prévisions de court terme

Olivier DARNÉ

## 1.1. Le produit intérieur brut (PIB)

La mesure de la **production globale** en comptabilité nationale est le **produit intérieur brut (PIB)**.

Le PIB est un **indicateur de la santé de l'économie**

- Il mesure l'**évolution de l'activité économique**
- Il sert à adapter la **politique économique** en fonction de la situation de l'activité du pays
- Point de départ de **prévisions économiques**
- Un cadrage économique pour élaborer les **politiques publiques**
- Il aide à déterminer les moyens dont dispose l'état pour **financer les dépenses publiques** (santé, retrait ...)
- Il aide les entreprises à connaître le **contexte économique** global sur leur territoire d'activité

Il y a trois manières de concevoir le PIB d'une économie :

- 1 Le PIB est la **valeur** (en euros, dollars, ...) des biens et services finaux produits dans l'économie durant une période donnée.
- 2 Le PIB est la somme des **valeurs ajoutées** créées dans l'économie (par les agents résidents) au cours d'une certaine période.
- 3 Le PIB est la somme des **revenus distribués** dans l'économie au cours d'une période donnée.

## Calcul du PIB

Pour calculer le PIB, l'Insee utilise des **sources administratives** (déclarations des entreprises, comptes des administrations publiques ...) et des **enquêtes conjoncturelles** ciblées (sur la consommation, la production ...).

Trois méthodes de calcul existent :

(1) **Approche par la production** :

$$\begin{aligned}\text{PIB} &= \text{valeur ajoutée brute au prix de base} + \text{impôts sur les produits} \\ &\quad - \text{subventions sur les produits}\end{aligned}$$

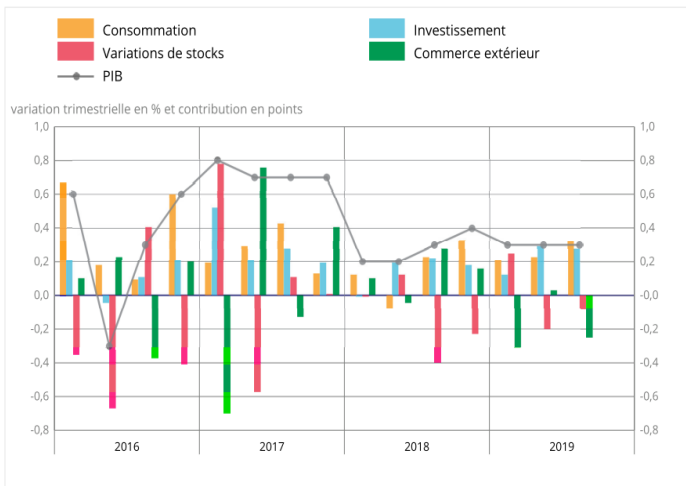
(2) **Approche par la demande** :

$$\begin{aligned}\text{PIB} &= \text{dépense de consommation finale} \\ &\quad + \text{formation brute de capital fixe (investissement)} \\ &\quad + \text{exportations} - \text{importations}\end{aligned}$$

(3) **Approche par le revenu** :

$$\begin{aligned}\text{PIB} &= \text{rémunération des salariés} \\ &\quad + \text{excédent brut d'exploitation et revenu mixte brut} \\ &\quad + \text{impôts sur la production et les importations} - \text{subventions}\end{aligned}$$

## Le produit intérieur brut et ses composantes



## Le PIB et ses composantes en volumes chaînés

variations t/t-1, en %, données CVS-CJO

	2018 T4	2019 T1	2019 T2	2019 T3	2018	2019 (acquis)
PIB	0,4	0,3	0,3	0,3	1,7	1,2
Importations	1,3	1,1	-0,3	0,7	1,2	2,3
Dép. conso. ménages	0,4	0,3	0,2	0,4	0,9	1,2
Dép. conso. APU*	0,5	0,1	0,5	0,5	0,8	1,2
FBCF totale	0,8	0,5	1,3	1,2	2,8	3,4
dont ENF**	1,1	0,5	1,1	1,4	3,9	3,9
dont ménages	-0,2	0,2	1,7	0,7	2,0	1,9
dont APU*	1,2	0,9	1,3	1,0	2,4	3,9
Exportations	1,8	0,1	-0,2	-0,1	3,5	1,8
Contributions :						
Demande intérieure finale hors stocks	0,5	0,3	0,5	0,6	1,3	1,7
Variations de stocks	-0,2	0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,3
Commerce extérieur	0,2	-0,3	0,0	-0,2	0,7	-0,2

\* APU : administrations publiques

\*\* ENF : entreprises non financières

Les volumes sont mesurés aux prix de l'année précédente chaînés et corrigés des variations saisonnières et des effets des jours ouvrables (CVS-CJO).

Source : Insee

Insee, 31 janvier 2020

## Intégration du trafic de stupéfiants dans le calcul du PIB

Depuis mai 2018, l'Insee a intégré dans son calcul du PIB le trafic de stupéfiants, suite aux recommandations d'Eurostat.

L'Insee estime que l'apport du trafic de stupéfiants au PIB est de 2,7 milliards d'euros en 2017. Soit 0,12% de la richesse nationale produite

Ce changement va entraîner une révision à la hausse du PIB mais pas forcément de la croissance française.

Cette prise en compte est destinée à aligner les statistiques françaises sur celles des autres pays européens, ces activités étant considérées comme légales dans certains États, à l'image des Pays-Bas, ce qui gonfle leur PIB, et illégales dans d'autres.

## Les limites du PIB

Le PIB est **critiqué** car il ne représente que la valeur des échanges économiques

- les **activités bénévoles** ou **domestiques** sont exclues
- les richesses ne résultant pas d'activités de productions (ex. plus-values boursières) sont exclues
- la **sous-estimation du numérique**  
(Martin Feldstein (2017), *Underestimating the Real Growth of GDP, Personal Income, and Productivity*, Journal of Economic Perspectives)





## Indicateurs complémentaires du PIB

Il existe des **indicateurs complémentaires** du PIB pour mesurer la qualité de vie

- les émissions de CO<sub>2</sub>
- les inégalités de patrimoine ou d'accès au logement
- les indicateurs de développement durables
- l'**indice de développement humain** (IDH) proposé par les Nations Unies
- ...

## PIB nominal vs PIB réel

**PIB nominal** : la somme des quantités de biens finaux produits multipliés par leur prix courant. On parle de PIB à prix courants ou en valeurs. Le PIB peut alors croître pour 2 raisons :

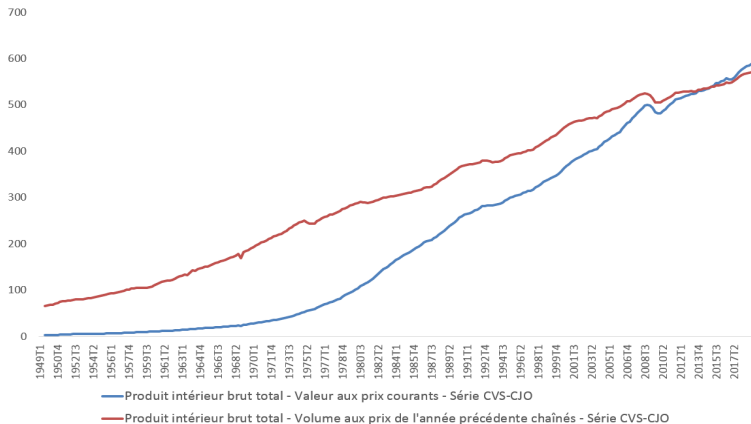
- la production des biens augmente
- le prix des biens augmente aussi

**PIB réel** : la somme des quantités de biens finaux produits multipliés par un prix constant (prix commun). On parle de PIB à prix constants ou en volume.

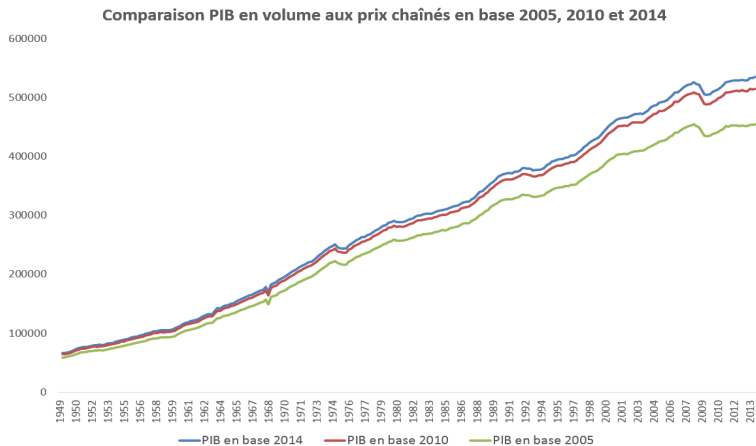
Les comptes nationaux sont passés le 30 mai 2018 à la **base 2014** (avant 2010).

Le PIB réel est aussi exprimé en **prix chaînés** : l'année de base est toujours l'année précédente (et non une date fixe).

Comparaison PIB en valeur et en volume en milliards d'euros



Source : Insee, janvier 2019



Source : Insee, janvier 2019

## Comptes nationaux trimestriels

- ▶ Pour un trimestre donné, 2 exercices sont effectués par l'Insee :
  - Les "**premiers résultats**" sont publiés depuis janvier 2016 moins de 30 jours (45 jours avant) après la fin du trimestre.  
Ils donnent une première estimation de la croissance trimestrielle du PIB mais ne contient que des données encore très incomplètes, notamment en ce qui concerne le dernier mois du trimestre
  - Les "**résultats détaillés**" sont publiés moins de 85 jours après la fin du trimestre.  
Ils mettent à jour la première estimation de la croissance trimestrielle du PIB.
- ▶ Au 4ème trimestre de 2018 le PIB publié le 30 janvier 2019 lors des "résultats détaillés" est de
  - 579.9 milliards d'euros en volume aux prix de l'année précédente chaînés
  - 608.7 milliards d'euros en valeur aux prix courants
- ▶ On utilise souvent la **croissance du PIB par habitant** comme indication de l'amélioration de la richesse individuelle, assimilée au niveau de vie.

**Tableau 1 : estimations successives du PIB trimestriel pour l'année 2010**

	2010 T1	2010 T2	2010 T3	2010 T4
Premiers résultats (J+45)	0,1%	0,6%	0,4%	0,3%
Résultats détaillés (J+90)	0,1%	0,7%	0,3%	0,4%
Compte annuel provisoire (A+1)	0,2%	0,5%	0,4%	0,3%
Compte annuel semi définitif (A+2)	0,3%	0,7%	0,4%	0,4%
Compte annuel définitif (A+3)	0,2%	0,6%	0,5%	0,5%

Source : Insee.

## Exemple : ISMA - indicateur synthétique mensuel d'activité (BdF 2007-2014)

- ▶ L'ISMA est un outil de prévision de la croissance trimestrielle du PIB de la France
- ▶ L'équation d'étalonnage est basée sur des données mensuelles du volet industrie de l'Enquête mensuelle de conjoncture (EMC) de la Banque de France
  - rapidement disponibles
  - (très) peu révisées
  - indications précoces sur le passé récent et les perspectives d'évolution à court terme du comportement des acteurs économiques

► **EMC : Quatorze soldes d'opinion sont sélectionnés pour l'ensemble de l'industrie manufacturière :**

- l'évolution de la production par rapport au mois précédent M/M-1 (EVPRO)
- l'évolution des livraisons M/M-1 (EVLIV)
- l'évolution des commandes globales M/M-1 (EVCOM)
- l'évolution des commandes étrangères M/M-1 (EVCOME)
- l'évolution du prix des matières premières M/M-1 (EVPRMP)
- l'évolution du prix des produits finis M/M-1 (EVPRPF)
- l'évolution des stocks de produits finis M/M-1 (EVSTPF)
- l'état du carnet de commandes (ETCC)
- le niveau des stocks de produits finis (STPF)
- le niveau des stocks de matières premières (STMP)
- le niveau du carnet de commandes en semaines d'activité (CSEMA)
- le taux d'utilisation des capacités de production (TUC)
- l'évolution prévue de la production pour les prochains mois (PREVPRO)
- l'évolution prévue des stocks de produits finis pour les prochains mois (PREVSTPF)

Website: <http://webstat.banque-france.fr/fr/home.do>

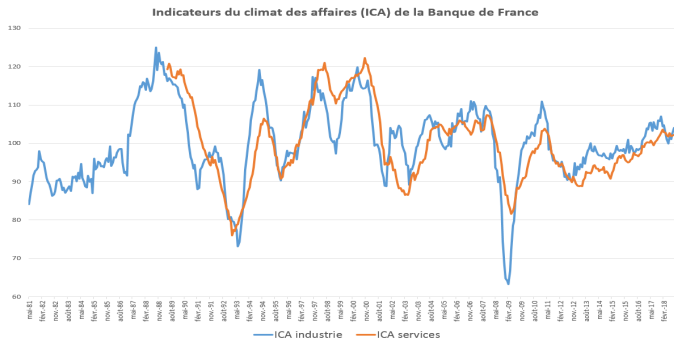


La version 2007 de l'ISMA reposait sur des étalonnages du PIB sur les facteurs d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les soldes d'opinion de l'EMC dans l'industrie.

$$\text{PIB}_t = 0.690 - 0.344 \text{ PIB}_{t-1} + 0.434 \text{ Axe1}_t + 0.131 \text{ Axe2}_t$$

(10.5)      (-3.13)                      (8.37)                      (2.99)

Le premier axe représente l'Indicateur du Climat des Affaires (ICA) dans l'industrie de la Banque de France



- La version 2014 (Mogliani, Brunhes-Lesage, Darné et Pluyaud, 2014) repose sur des étalonnages du PIB sur une sélection de soldes d'opinion :

$$\text{PIB}_t = 0.147_{(3.67)} - 0.442_{(-4.74)} \text{PIB}_{t-1} + 0.019_{(3.98)} \text{EVCOM}_t + 0.032_{(4.03)} \text{PREVPRO}_t + 0.012_{(2.39)} \text{EVCOM}_{t-1}$$

Dans l'**industrie**, l'ICA\* s'établit à 103 en décembre, après 101 en novembre.

Dans les **services**, l'ICA\* s'établit à 102 en décembre, comme en novembre.

Dans le **bâtiment**, l'ICA\* s'établit à 105 en décembre, comme en novembre.

Selon l'indicateur synthétique mensuel d'activité (ISMA), le **produit intérieur brut progresserait de 0,2% au quatrième trimestre 2018** (troisième estimation, inchangée).

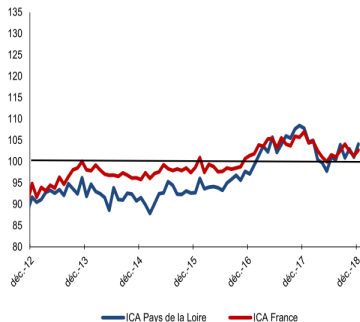
*\* Indice du climat des affaires calculé à partir des données de l'enquête, retraitées CVS-CJO et lissées sur cinq mois*

Conjoncture-prévisions, BdF, le 11 janvier 2019

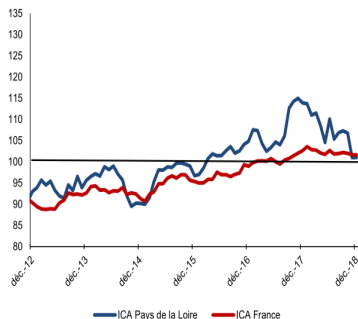
## Indicateurs du Climat des Affaires

*Un indicateur du climat des affaires permet une lecture rapide et simplifiée de la situation conjoncturelle. Il résume par une variable synthétique l'évolution des soldes d'opinion qui présentent des évolutions similaires dans le temps. En hausse, il traduit une amélioration du climat conjoncturel ; en baisse, sa dégradation ; 100 = moyenne de longue période.*

### Industrie



### Services marchands



La conjoncture en Pays de la Loire, BdF, décembre 2018

## Exemple : Modèle de prévision de court terme (Insee 2006)

- ▶ L'objectif est de prévoir de la croissance trimestrielle du PIB de la France
- ▶ L'ensemble d'information sont les soldes d'opinion issus des enquêtes de conjoncture de l'Insee.
- ▶ Au travers de questions posées aux chefs d'entreprise sur l'activité passée et à venir, elles donnent des indications sur les évolutions de court terme de l'activité.

## ► Les soldes d'opinion de l'enquête de conjoncture dans l'industrie de l'Insee :

- État des carnets de commandes de l'étranger (CARNET-E)
- État des carnets de commandes globaux (CARNET)
- Perspectives générales (PGENE)
- Perspectives personnelles de production (PPERS)
- Prix prévus (PRIXPREV)
- Production passée (PRODPASS)
- Niveau des stocks (NIVSTOCK)

$$\text{PIB}_t = \underset{(6.46)}{0.58} - \underset{(-2.04)}{0.18} \text{PIB}_{t-1} + \underset{(7.91)}{0.05} \text{PRODPASS}_t + \underset{(2.44)}{0.06} \text{PPERS}_t$$

Website: <https://www.insee.fr/fr/statistiques?categorie=1>

## Modèles à retards échelonnés

La justification de l'existence de retards et le recours aux modèles à retards échelonnés peuvent avoir plusieurs causes :

- l'existence de **phénomènes de mémoire ou d'inertie**. Les agents ne modifient pas immédiatement leur consommation suite à une augmentation du revenu. Il existe un phénomène d'inertie de la consommation dû, par exemple, aux habitudes de consommation.
- des **raisons technologiques ou techniques**. Une hausse des dépenses d'investissements peut avoir des effets étalés sur l'investissement en raison notamment de l'existence de délais de production.
- les **phénomènes d'anticipations**. Les variables économiques sont souvent fonction des anticipations des agents, qui sont elles mêmes fréquemment fondées sur le passé.

## Formulation générale et définitions

En notant  $h$  le nombre de retards, un **modèle à retards échelonnés** peut s'écrire de manière générale :

$$Y_t = \mu + \delta_0 X_t + \delta_1 X_{t-1} + \cdots + \delta_h X_{t-h} + \varepsilon_t$$

Le nombre de retards  $h$  pouvant être fini ou infini.

- on utilise un nombre de retards  $h$  **infini** lorsque l'on pense que les effets retardés des variables explicatives durent très longtemps ;
- on privilégie un nombre de retards  $h$  **fini** lorsque l'on pense que l'effet d'une variation de  $X$  n'a plus d'influence sur  $Y$  après un nombre relativement restreint de périodes.

Le modèle à retards échelonnés de degré  $h$  peut se réécrire :

$$Y_t = \mu + B(L)X_t + \varepsilon_t$$

- $B(L) = \delta_0 + \delta_1 L + \dots + \delta_h L^h$
- $L$  : opérateur de retard,  $LX_t = X_{t-1}$
- $\delta_0$  : **multiplicateur de court terme** ou multiplicateur courant ou multiplicateur d'impact de  $X$ .

$$\delta_0 = \frac{\Delta Y_t}{\Delta X_t} = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{X_t - X_{t-1}}$$

Le coefficient  $\delta_0$  mesure donc la variation de  $Y_t$  suite à une variation de  $X_t$

- La somme des coefficients  $\delta_i$ , noté  $B(1)$  est appelé **multiplicateur de long terme** ou multiplicateur d'équilibre

$$B(1) = \delta_0 + \delta_1 + \dots + \delta_h$$

Le polynôme  $B(1)$  mesure l'effet, à long terme, d'une variation de  $X$  sur la valeur de  $Y$ .



Exemple : soit l'estimation suivante du modèle à retards échelonnés :

$$C_t = \mu + 0,4R_t + 0,2R_{t-1} + 0,1R_{t-2}$$

- le multiplicateur de court terme est  $\delta_0 = 0,4$   
⇒ suite à une augmentation de 1% du revenu, l'individu augmente sa consommation à la même période de 0,4%.
- le multiplicateur de long terme est  $B(1) = 0,7$   
⇒ à long terme, l'effet total d'une hausse de 1% du revenu est une hausse de 0,7 de la consommation.

Suite à une augmentation de 1% du revenu, l'individu augmente sa consommation à la même période de 0,4%, de 0,2 à la période suivante, et de 0,1 à la période qui suit.

## Détermination du nombre de retards et estimation

- Détermination du nombre de retards  $h$  :
  - Effectuer des tests de significativité des coefficients
  - Maximiser le coefficient de détermination ajusté  $\overline{R}^2$
  - Minimiser les critères d'information AIC ou BIC
  - NB: le critère AIC a tendance à surestimer la valeur de  $h$  alors que le critère BIC tend à sous-estimer  $h$  dans le cas de petit échantillon.
- Estimation des modèles à retards échelonnés
  - Il est théoriquement possible d'estimer un modèle à retards échelonnés par les MCO si la variable explicative est supposée non stationnaire
  - Cependant, plus le nombre de retards est important, plus apparaît le risque de **multicolénéarité** entre les variables explicatives retardées
  - Dans ces conditions, on sait que l'estimation des coefficients est imprécise, du fait que les écart-types des coefficients ont tendance à être trop élevés

Afin de pallier à ce problème, des hypothèses peuvent être effectuées sur la forme des retards afin de réduire le nombre de paramètres à estimer, en fonction que  $h$  soit fini ou infini

► Les modèles à retards échelonnés en **nombre fini** : **modèles à retards échelonnés polynomiaux** (PDL, *polynomial distributed lag*) ou **modèles à retards d'Almon** (1962) : ils consistent à supposer que la vraie distribution des retards peut être approximée par un polynôme d'ordre  $q$  faible :

$$\delta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \cdots + \alpha_q i^q = \sum_{j=0}^q \alpha_j i^j$$

avec  $h > q$  (en pratique  $q = h - 1$ )

► Les modèles à retards échelonnés en **nombre infini** : ils consistent à se ramener à un modèle avec un nombre fini de paramètres à estimer en imposant une forme particulière à la structure des coefficients  $\delta_i$  :

- l'**approche de Koyck** : sous l'hypothèse que les  $\delta_i$  sont de même signe, Koyck (1954) suppose que les retards décroissent de manière géométrique

$$\delta_i = \lambda^i \delta_0 \quad i = 0, 1, \dots \text{ et } 0 < \lambda < 1$$

- l'**approche de Pascal** : la distribution des coefficients est telle que les coefficients sont faibles au départ, augmentent jusqu'à atteindre un maximum et diminuent ensuite

$$\delta_i = (1 - \lambda)^{r+1} C_{r+i}^i \lambda^i \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

où  $C_{r+i}^i$  est le coefficient du binôme de Newton.

## Modèles à retards échelonnés autorégressifs (ARDL)

Dans les modèles ARDL, les valeurs retardées de la variable expliquée viennent s'ajouter aux valeurs présente et passées des variables explicatives dans l'ensemble des variables explicatives.

De manière générale, un modèle ARDL s'écrit

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + \delta_0 X_t + \delta_1 X_{t-1} + \cdots + \delta_h X_{t-h} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=0}^h \delta_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

où  $\varepsilon_t$  est un processus homoscedastique non autocorrélé.

### 3. Modèles à retards échelonnés autorégressifs (ARDL)

- De tels modèles à retards échelonnés autorégressifs sont notés  $ARDL(p, h)$ .
- Les modèles  $ARDL(p, h)$  peuvent être estimés par la méthode des MCO dans la mesure où le terme d'erreur  $\varepsilon_t$  est supposé avoir les « bonnes » propriétés statistiques.
- L'estimateur des MCO est alors un estimateur efficace

## Les modèles MIDAS

Les **modèles MIDAS** (*Mixed Data Sampling*) permettent d'utiliser des variables à différentes fréquences dans un modèle univarié (Ghysels, Sinko et Valkanov, 2007)

Une régression MIDAS permet

- expliquer une **variable à faible fréquence** (annuelle ou trimestrielle) par des **variables explicatives à hautes fréquences** (mensuelle ou journalière)
- sans procédure d'agrégation
- dans un cadre parcimonieux

La **régression MIDAS univariée** est définie par

$$Y_t = \mu + \beta B(\theta) X_t^{(m)} + \phi X_{t-1} + \varepsilon_t$$

- $X_t^{(m)}$  : variable stationnaire disponible à une plus haute fréquence que  $Y_t$  telle que nous observons  $m$  fois  $X_t^{(m)}$  sur la période  $[t-1; t]$
- $B(\theta)$  : poids polynomiaux permettant le mixage des fréquences, à partir d'un lissage

$$B(\theta) = \sum_{k=1}^K b_k(\theta) L^{(k-1)/m}$$

- $K$  : nombre maximal de retards de la série à haute fréquence



Pour estimer la fonction de pondération  $b_k(\theta)$  Ghysels, Sinko et Valkanov (2007) proposent d'utiliser le **polynôme retardé d'Almon exponentiel (normalisé) à deux paramètres** tel que  $\theta = (\theta_1, \theta_2)$  :

$$b_k(\theta) \equiv b_k(\theta_1, \theta_2) = \frac{\exp(\theta_1 k + \theta_2 k^2)}{\sum_{k=1}^K \exp(\theta_1 k + \theta_2 k^2)}$$

Comme le polynôme de retard n'a pas une forme linéaire, la méthode des moindres carrés non linéaires (MCN) doit être utilisée pour estimer les différents paramètres  $(\mu, \beta, \phi, \theta)$

Foroni, Marcellino et Schumacher (2015) proposent l'[approche sans restriction MIDAS](#) ou [U-MIDAS](#) (*Unrestricted MIDAS*)

$$Y_t = \mu + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{t-k/m}^{(m)} + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Cette régression U-MIDAS serait bénéfique quand la fréquence d'observation entre les deux séries est petite, comme pour le cas d'une série trimestrielle avec une série mensuelle.

La [méthode des MCO](#) peut directement être appliquée car pas d'hypothèse sur les poids (linéaire)  $\Rightarrow$  risque d'un grand nombre de paramètres à estimer

On peut noter que l'[approche du blocking](#) est équivalente à l'[approche U-MIDAS](#) car les régressions du *blocking* ont recours à des polynômes à retard linéaire non restreints dont les coefficients peuvent être estimés par les MCO.

# Prévisions pour des modèles linéaires

## Définition

L'erreur de prévision pour un **processus AR(1)** avec  $h > 1$  est donnée par

$$\hat{e}_{t+h} = \varepsilon_{t+h} + \phi \varepsilon_{t+h-1}$$

## Démo

$$\hat{e}_{t+1} = X_{t+1} - \hat{X}_{t+1} = \phi X_t + \varepsilon_{t+1} - \phi X_t = \varepsilon_{t+1}$$

$$\begin{aligned}\hat{e}_{t+2} &= X_{t+2} - \hat{X}_{t+2} = \phi X_{t+1} + \varepsilon_{t+2} - \phi \hat{X}_{t+1} \\ &= \varepsilon_{t+2} + \phi(X_{t+1} - \hat{X}_{t+1}) \\ &= \varepsilon_{t+2} + \phi \varepsilon_{t+1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{e}_{t+3} &= X_{t+3} - \hat{X}_{t+3} = \phi X_{t+2} + \varepsilon_{t+3} - \phi \hat{X}_{t+2} \\ &= \varepsilon_{t+3} + \phi(X_{t+2} - \hat{X}_{t+2}) \\ &= \varepsilon_{t+3} + \phi \varepsilon_{t+2}\end{aligned}$$

...

## Définition

L'**erreur de prévision** pour un **processus ARMA**( $p, q$ ) avec  $h > 1$  est donnée par

$$\hat{e}_{t+h} = \sum_{i=0}^{h-1} \psi_i \varepsilon_{t+h-i} \quad \text{avec } \psi_0 = 1 \text{ et } \Psi(B) = \frac{\Theta(B)}{\Phi(B)}$$

## Démo

$$\begin{aligned} \hat{e}_{t+1} &= X_{t+1} - \hat{X}_{t+1} = \varepsilon_{t+1} + \psi_1 \varepsilon_t + \cdots - \psi_1 \varepsilon_t + \psi_2 \varepsilon_{t-1} + \cdots \\ &= \varepsilon_{t+1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{e}_{t+2} &= X_{t+2} - \hat{X}_{t+2} = \varepsilon_{t+2} + \psi_1 \varepsilon_{t+1} + \psi_2 \varepsilon_t + \cdots - \psi_2 \varepsilon_t + \psi_3 \varepsilon_{t-1} + \cdots \\ &= \varepsilon_{t+2} + \psi_1 \varepsilon_{t+1} \end{aligned}$$

...