

Quant aux finances publiques, il ressort des données que le solde des administrations publiques s'est dégradé en 2022 et 2023 pour s'élever à respectivement -0,3% et -1,3% du PIB après avoir enregistré un surplus de l'ordre de 0,5% du PIB en 2021. Outre une croissance économique atone au cours des deux dernières années, la progression des déficits trouve son origine dans les multiples paquets de mesures en faveur des entreprises et des ménages pour limiter la hausse de l'inflation et les incidences de la hausse des prix de l'énergie sur leurs bilans. Le coût budgétaire de ces mesures a atteint environ 2,3% du PIB sur la période 2022-2023<sup>9</sup>. Ainsi, l'aggravation des déficits a causé le creusement de la dette publique pour s'établir à 25,7% du PIB en 2023, en progression de 1 point de pourcentage par rapport à 2022 et en hausse de près de 3 p.p. par rapport à son niveau d'avant la pandémie.

Encadré 1.1:

## LES CONDITIONS FINANCIÈRES ET LES RISQUES POUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE AU LUXEMBOURG

La prévision du risque sur la croissance économique basée sur sa distribution future, contrairement à la prévision de la croissance elle-même (prévision des points), est aujourd'hui un important outil d'analyse pour la stabilité financière, car il permet d'évaluer les effets de l'évolution des variables financières sur la croissance économique à venir. Ainsi, le principal point de départ de l'approche « *Growth at Risk* (GaR) » est de se focaliser sur le contenu informatif des indicateurs financiers dans la prévision des risques pour la croissance.

L'article fondateur de cette approche est celui d'Adrian *et al.* (2019)<sup>10</sup>. L'approche GaR fixe un taux de croissance économique tel que la probabilité que le taux de la croissance future soit inférieur au taux fixé. Ce seuil correspond souvent au 5<sup>e</sup> ou 10<sup>e</sup> percentile de la distribution de la croissance future<sup>11</sup>.

### MÉTHODOLOGIE DE LA GAR

La méthodologie de la GaR suit une procédure en deux étapes. Dans une première étape, notre modèle (1) est estimé à l'aide de la méthode des régressions quantiles :

$$\text{CroissPIB}_{t+8T} = \alpha + \beta_1 \text{CroissPIB}_t + \beta_2 \text{RisqueCyclique}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

où  $\text{CroissPIB}_{t+8T}$  est le taux de croissance projeté sur les huit prochains trimestres,  $\text{CroissPIB}_t$  indique le taux de croissance du PIB réel à la période ( $t$ ),  $\text{RisqueCyclique}_t$  est un indicateur du risque systémique cyclique. Il est mesuré par la moyenne mobile<sup>12</sup> du taux de croissance annuel de l'écart du ratio des crédits au secteur privé domestique sur le PIB par rapport à sa tendance, et  $\varepsilon_t$  dénote le terme d'erreur.  $\alpha$ ,  $\beta_1$ , et  $\beta_2$  sont des paramètres de la régression à estimer.

<sup>9</sup> Pour les détails, voir Avis de la BCL sur le projet de budget 2024 (chapitre 2.1.2).

<sup>10</sup> Adrian, T., Boyarchenko, N., & Giannone, D. (2019). Vulnerable growth. *American Economic Review*, 109(4), 1263-89.

<sup>11</sup> On utilisera le quantile à 5% ( $\tau=0,05$ ) tout au long de cette étude.

<sup>12</sup> La moyenne mobile est calculée sur huit trimestres.

Dans une seconde étape, la fonction quantile ainsi obtenue est lissée avec une distribution de Student asymétrique (*skewed-t distribution*)<sup>13</sup> afin d'obtenir les densités de la croissance future du PIB. De façon plus concrète, on estime les quatre paramètres de la distribution asymétrique en minimisant la distance entre la fonction quantile empirique et la fonction quantile de la distribution asymétrique  $F^{-1}(\tau; \mu, \sigma, \alpha, \nu)$ . L'équation de la minimisation s'écrit :

$$\{\hat{u}_{t+h}, \hat{\sigma}_{t+h}, \hat{\alpha}_{t+h}, \hat{\nu}_{t+h}\} = \min_{\mu, \sigma, \alpha, \nu} \sum_{\tau} (\hat{Q}_{y_{t+h}|x_t}(\tau|x_t) - F^{-1}(\tau; \mu, \sigma, \alpha, \nu))^2 \quad (2)$$

où  $\mu, \sigma, \alpha, \nu$  sont les quatre paramètres de la *skewed-t* distribution, à savoir la moyenne, l'écart-type, l'asymétrie et le degré de liberté.  $y_{t+h}$  et  $x_t$  représentent respectivement le taux de croissance futur à l'horizon  $h$  et la matrice de variables explicatives. Le résultat de cette minimisation nous fournit, pour chaque période du temps, les quatre paramètres estimés de la distribution asymétrique de Student qui sont par la suite utilisés pour construire les distributions futures du taux de croissance réelle du PIB.

### ESTIMATION DU RISQUE SUR LE TAUX DE CROISSANCE ÉCONOMIQUE DU LUXEMBOURG

Le tableau 1.3 affiche les estimations de la régression pour différents quantiles. Les données utilisées sont à fréquence trimestrielle et couvrent la période 2001T2 à 2023T4. Les résultats indiquent que le coefficient du risque systémique cyclique est négatif pour l'ensemble des régressions quantiles. Néanmoins, il n'est statistiquement significatif que pour le percentile 5%. Cela signifie que l'accumulation des risques cycliques affectent négativement la croissance économique future. Les résultats du tableau 1.3 montrent également l'importance de la sensibilité de la croissance économique future aux variables explicatives.

Tableau 1.3:

#### Estimation de la régression quantile

VARIABLES	5%	25%	50%	75%	95%
Risque Cyclique	-0,407** (0,196)	-0,094 (0,118)	-0,127 (0,096)	-0,155 (0,153)	0,336 (0,446)
Croissance PIB	-0,67** (0,313)	-0,147 (0,093)	-0,191 (0,135)	-0,123 (0,248)	-0,134 (0,394)
Constante	-0,025* (0,015)	0,012*** (0,004)	0,022*** (0,006)	0,043*** (0,007)	0,081*** (0,014)

Source: BCL.

Notes: Les écarts-types sont présentés entre parenthèses. Seuil de signification \*\*\* p=1%, \*\* p=5%, \* p=10%.

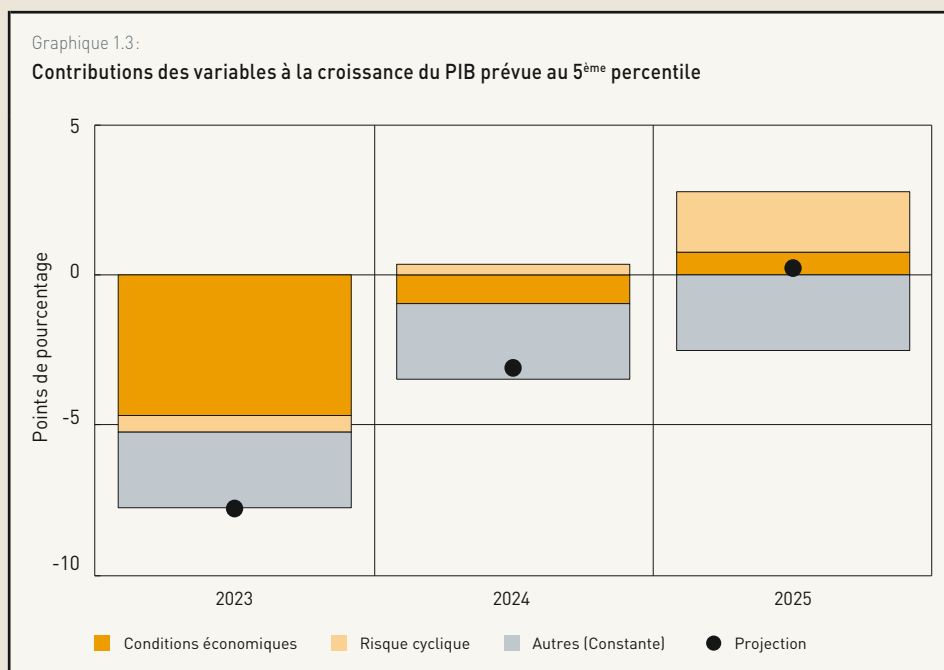
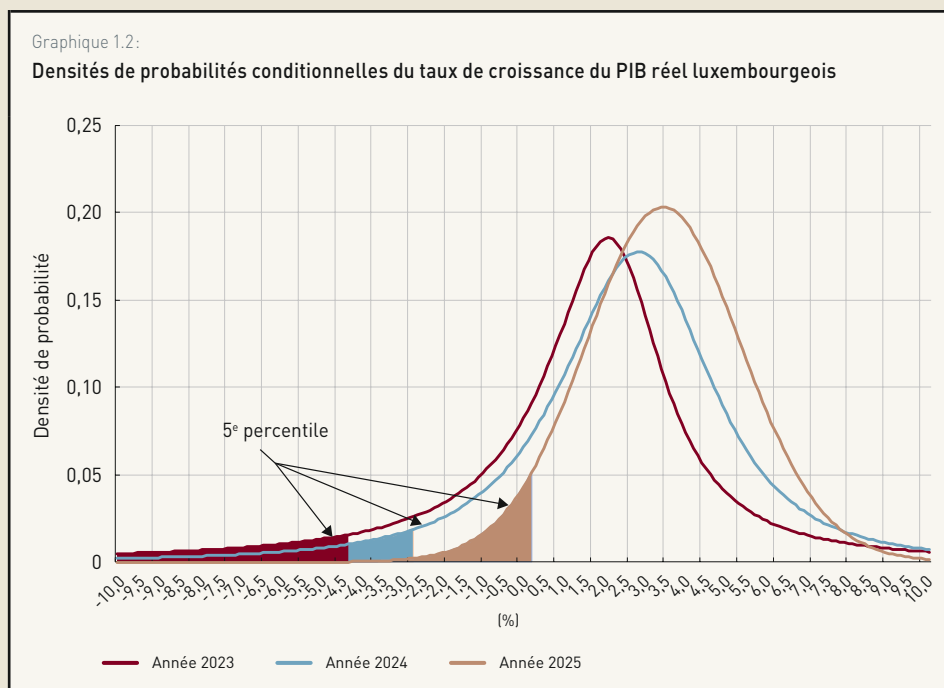
<sup>13</sup> La distribution asymétrique de Student est définie par Azzalini et Capitanio (2003) dans leur article intitulé: Distributions generated by perturbation of symmetry with emphasis on a multivariate skew t-distribution, Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 65(2), 367-389. Elle s'écrit comme suit :

$$f(y; \mu, \sigma, \alpha, \nu) = \frac{2}{\sigma} t\left(\frac{y-\mu}{\sigma}; \nu\right) T\left(\alpha \frac{y-\mu}{\sigma} \sqrt{\frac{\nu+1}{\nu+\frac{y-\mu}{\sigma}}}; \nu+1\right), \text{ où } t(\cdot) \text{ est la fonction de densité (PDF) et } T(\cdot) \text{ est la fonction de répartition (CDF)}$$

de la distribution asymétrique de Student.

Le graphique 1.2 affiche les densités estimées de probabilités conditionnelles des taux de croissance du PIB du Luxembourg pour les périodes 2023, 2024 et 2025<sup>14</sup> sur la base du modèle (1). On observe que les distributions de croissance varient d'une période à une autre, en particulier au niveau de leurs queues gauches. On observe un déplacement vers la droite des densités de probabilités estimées pour les années 2024 et 2025. Ceci, ceteris paribus, pourrait laisser présager une future amélioration de l'activité et de la croissance économique au Luxembourg. En d'autres termes, le risque pour la croissance économique future par rapport à l'année 2023 serait plutôt orienté à la baisse.

La GaR à 5% est indiquée par les parties hachurées. La décomposition de la croissance prévue (graphique 1.3) permet d'appréhender la contribution des variables explicatives à la croissance déterminée par le 5<sup>ème</sup> percentile. Il ressort que la baisse du risque cyclique et l'amélioration des conditions macroéconomiques devraient se traduire par des taux de la croissance du PIB du 5<sup>ème</sup> percentile en 2024 et 2025 plus élevés que celui de 2023. Dans le même temps, les probabilités d'une récession ont été fortement réduites.



<sup>14</sup> Étant donné que les observations sont à fréquence trimestrielle, nous obtenons les estimations annuelles par une moyenne arithmétique des densités trimestrielles estimées. La projection centrale issue du modèle 1 est différente de la projection de croissance du PIB préparée par la BCL dans le cadre des projections macroéconomiques de l'Eurosystème et publiées dans les bulletins 2023/3 et 2024/1.



## RÉFÉRENCES

Adrian, T., N. Boyarchenko, and D. Giannone. 2019. "Vulnerable Growth," *American Economic Review* 2019, 109(4): 1263-1289.

Ananthakrishnan P., S. Elekdag, P. Jeasakul, R. Lafarguette, A. Alter, A. X. Feng, and C. Wang. 2019. "Growth at Risk: Concept and Application in IMF Country Surveillance", IMF Working Paper, WP/19/36.

Corradi, V., and N. Swanson. 2006. "Predictive Density Evaluation." In *Handbook of Economic Forecasting, Volume 1*, edited by G. Elliott, C. W. J. Granger, and A. Timmermann. Amsterdam: Elsevier.

De Nicolò, G., and M. Lucchetta. 2017. "Forecasting Tail Risks." *Journal of Applied Econometrics* 32 (1): 159-70.

Komunjer, I. 2013. "Quantile Prediction." In *Handbook of Economic Forecasting, Volume 2, Part B*, edited by G. Elliott and A. Timmermann. Amsterdam: Elsevier.

Tay, A. S., and K. F. Wallis. 2000. "Density Forecasting: A Survey." *Journal of Forecasting* 19 (4): 235-54.