

Projet

M1 Économétrie, statistiques & Économie

Introduction to programming for data analysis

Rédigé par :

Bana nadege SABI DJESSOU
Setondji hippolyte SODJINO
Vivien GBOYO
(Groupe B)

Superviseur :

Prof. Pierre Michel

Année Académique : 2024-2025

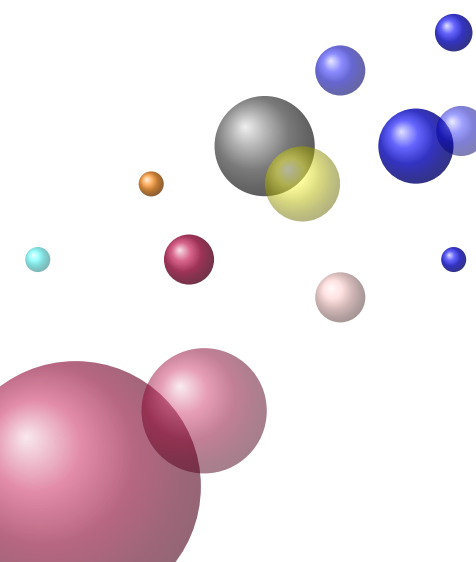


Table des matières

I	Description de la relation d'intérêt	2
1	Description des deux variables d'intérêt	2
2	Pourquoi est-il intéressant d'étudier la relation entre PIB et FBCF	2
II	Description de données	3
3	Mesure de FBCF	3
4	Mesure du PIB	3
5	Les colonnes utilisées pour fusionner les ensembles de données PIB et FBCF	3
6	L'unité d'observation dans notre ensemble de données final	3
7	Nombre d'observations dans notre ensemble de données final	3
III	Statistiques descriptives	4
8	Distribution de FBCF	4
9	Distribution du PIB	5
10	Tableau de statistiques récapitulatives avec la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum pour les deux variables	7
11	Tableau de statistiques récapitulatives où chaque ligne correspond à un pays et indique le nom du pays, la moyenne du PIB et l'écart-type et FBCF.	7
12	L'évolution moyenne de FBCF et du PIB au fil des années dans deux graphiques séparés.	9
13	L'évolution moyenne des variables FBCF et PIB au fil des années pour l'Allemagne et le Monténégro.	10
	Pourquoi avons-nous choisi ces deux pays?	11
	Pourquoi ces deux pays fournissent des informations importantes sur la relation entre FBCF et PIB?	11
14	La variation en FBCF et en PIB entre la première et l'année précédente pour chaque pays.	12
IV	Relation entre FBCF et PIB	13
15	Nuage de points pour la relation entre PIB et FBCF avec un ajustement linéaire.	13
16	Autre nuage de points de la relation entre PIB et FBCF avec un ajustement quadratique.	13
17	Variation intérieure de PIB et de la FBCF des pays au cours des années.	14
18	Régression du PIB sur FBCF	15
19	Régression du PIB sur FBCF en contrôlant les effets fixes du pays	15
20	Régression du PIB sur FBCF en contrôlant les effets fixes de l'année et du pays	19

Description de la relation d'intérêt

1 Description des deux variables d'intérêt

Nos variables d'intérêt sont le Produit Intérieur Brut (PIB) et la Formation brute de capital fixe (FBCF).

- Produit Intérieur Brut (PIB) : cette variable est prise sur Eurostat dans le fichier [nama_10_gdp_page_linear.csv](#) est un indicateur clé de l'activité économique mesurant la production globale. Il est mesuré en millions de dollars et représente la valeur totale de tous les biens et services produits dans un pays sur une période donnée (généralement un an).
- Formation brute de capital fixe (FBCF) : cette variable est aussi prise sur Eurostat et contenue dans le fichier [tec00011_page_linear.csv](#). Elle est mesurée en millions de dollars et décrit les investissements dans les actifs fixes, tels que les infrastructures, les machines, et autres biens durables utilisés dans la production.

2 Pourquoi est-il intéressant d'étudier la relation entre PIB et FBCF

La FBCF est un indicateur clé de l'investissement dans une économie. L'étude de la relation entre le PIB et la FBCF nous permet d'évaluer l'impact de l'investissement dans des actifs fixes (FBCF) sur le PIB dans la croissance économique. En effet, une augmentation de la FBCF (investissements en capital fixe) peut suggérer une expansion des capacités productives d'un pays, ce qui, à long terme, peut avoir un effet positif sur la croissance économique mesurée par le PIB.

Description de données

3 Mesure de FBCF

La FBCF est également mesurée en millions de dollars (USD). Elle est observée sur un jeu de données à 468 observations (39 Pays de l'Union Européenne de 2012 à 2023) Chaque valeur représente les investissements annuels en capital fixe pour un pays donné.

4 Mesure du PIB

Le PIB est mesuré en millions de dollars (USD). Il est observé sur un jeu de données à 390 observations (39 Pays de l'Union Européenne de 2014 à 2023). Chaque valeur représente le total de la production économique annuelle d'un pays.

5 Les colonnes utilisées pour fusionner les ensembles de données PIB et FBCF

Les colonnes `countries` (pays) et `year` (année) sont utilisées pour fusionner nos deux ensembles de données. Ces deux colonnes identifient respectivement le pays et l'année pour lesquels les données de PIB et de FBCF sont disponibles.

6 L'unité d'observation dans notre ensemble de données final

Dans notre ensemble de données final l'unité d'observation est **pays-année**. Chaque observation représente une combinaison unique d'un pays pour une année correspondante.

7 Nombre d'observations dans notre ensemble de données final

Nous avons **390 observations** dans notre ensemble de données final, après la fusion des données de PIB et de FBCF en fonction des pays et des années.

Statistiques descriptives

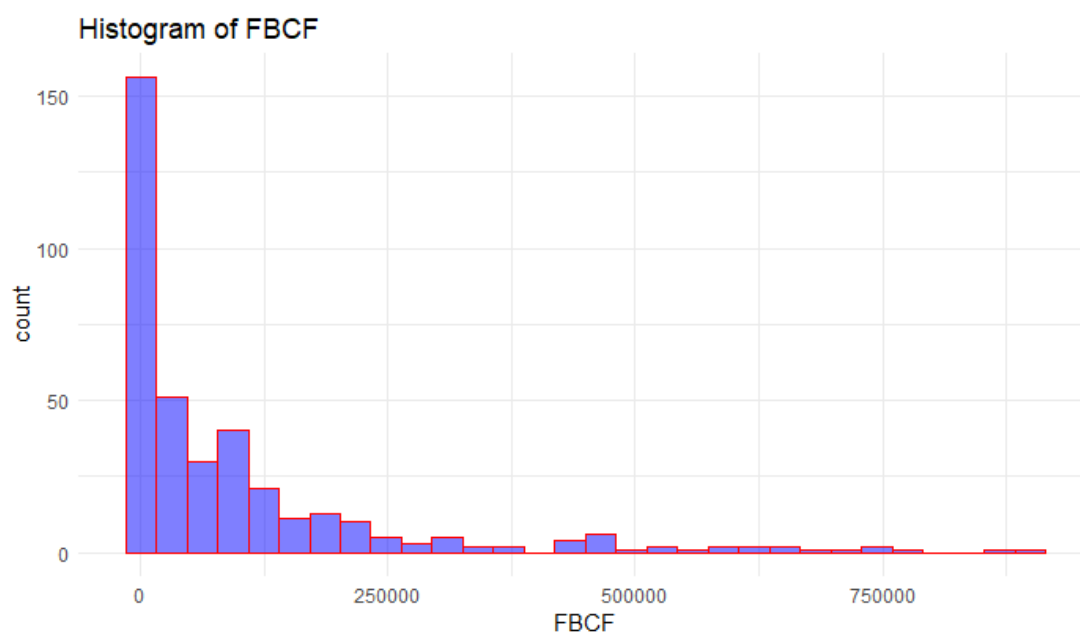
8 Distribution de FBCF

Le tableau suivant présente le résumer statistiques sur la variable FBCF.

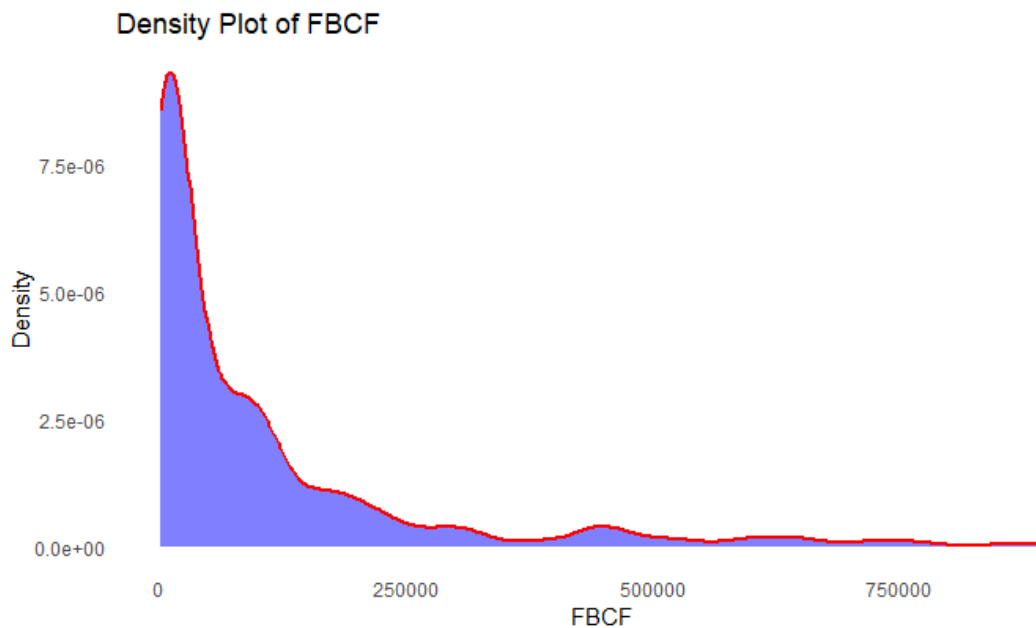
```
      fbcf
Min.   :  657.1
1st Qu.: 6958.6
Median :34064.8
Mean   :99195.3
3rd Qu.:111297.2
Max.   :899880.0
NA's   :14
```

FIGURE III.1 – Statistiques sur FBCF

L'histogramme de la distribution est représenté dans la figure suivante :



Le diagramme de densité de la distribution est représenté dans la figure suivante :



On constate que la FBCF moyenne est de 99.195 millions de dollars. La moitié des observations ont moins de 34.064 millions de dollars de FBCF. En observant l'histogramme et la courbe de densité, on remarque aussi que la plupart des pays se concentrent dans les premières classes. Ces classes regorgeant les plus grands effectifs. De plus, on a de moins en moins de pays au fur et à mesure que la FBCF atteint ses grandes valeurs.

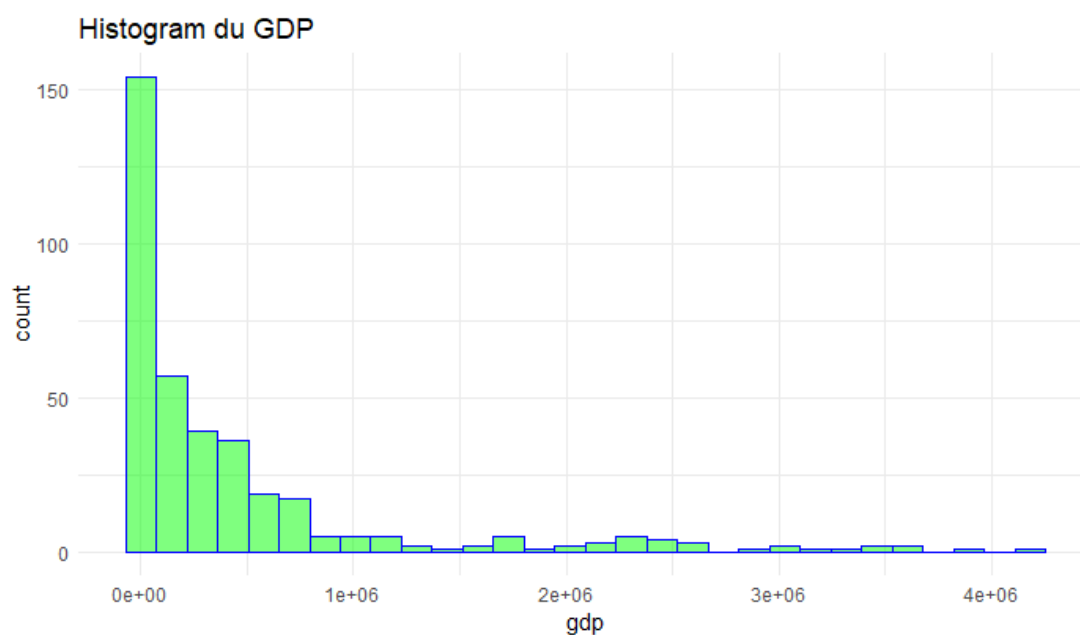
9 Distribution du PIB

Le tableau suivant présente le résumer statistiques sur la variable PIB.

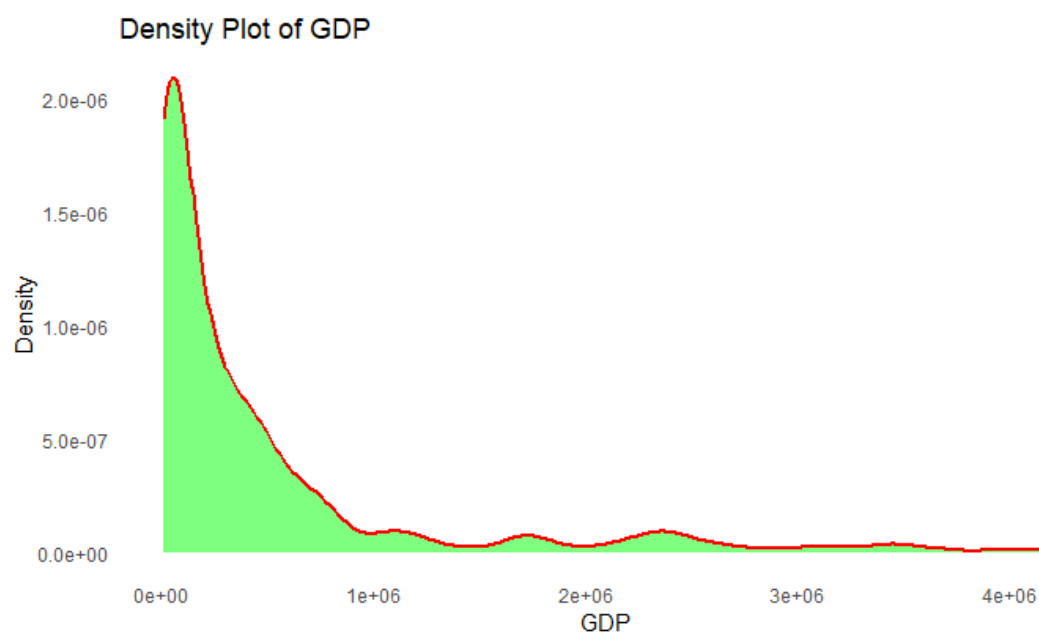
```
gdp
Min.   : 3458
1st Qu.: 27855
Median : 168550
Mean   : 449764
3rd Qu.: 467163
Max.   : 4185550
NA's   : 5
```

FIGURE III.2 – Statistiques sur PIB

L'histogramme de la distribution est représenté dans la figure suivante :

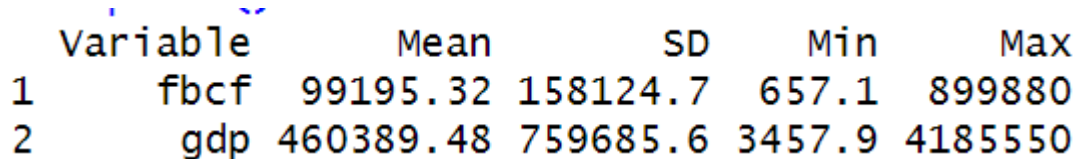


Le diagramme de densité de la distribution est représenté dans la figure suivante :



On observe que la distribution du PIB va de 3458 à 4 185 550 (en millions de dollars) et qu'en moyenne on observe un PIB de 449 764 millions de dollars. Il y a en général de moins en moins de pays pour les plus grandes valeurs du PIB.

10 Tableau de statistiques récapitulatives avec la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum pour les deux variables



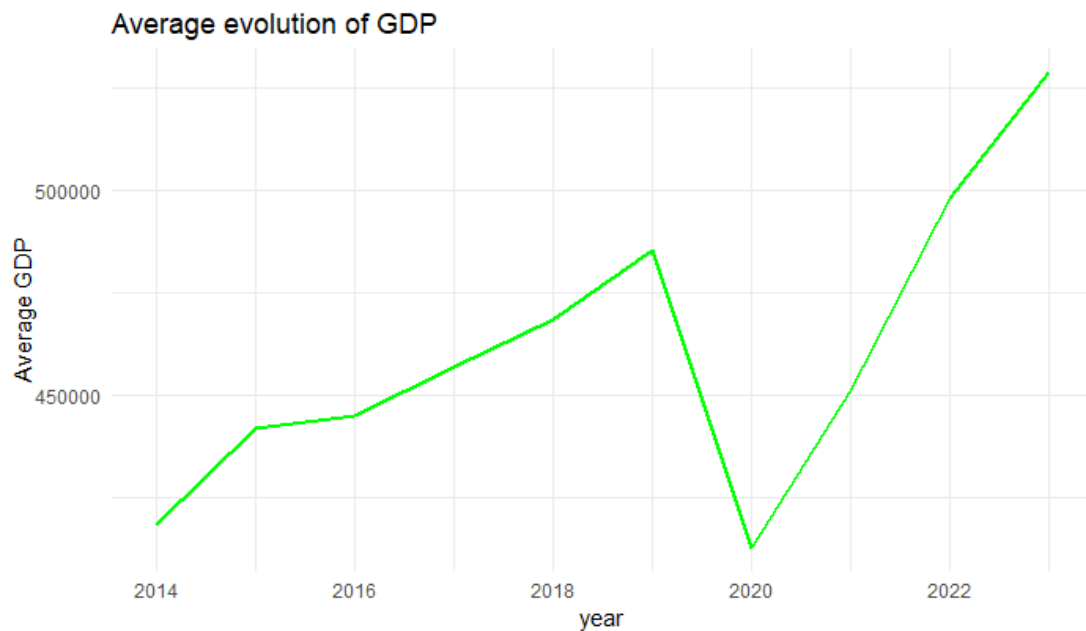
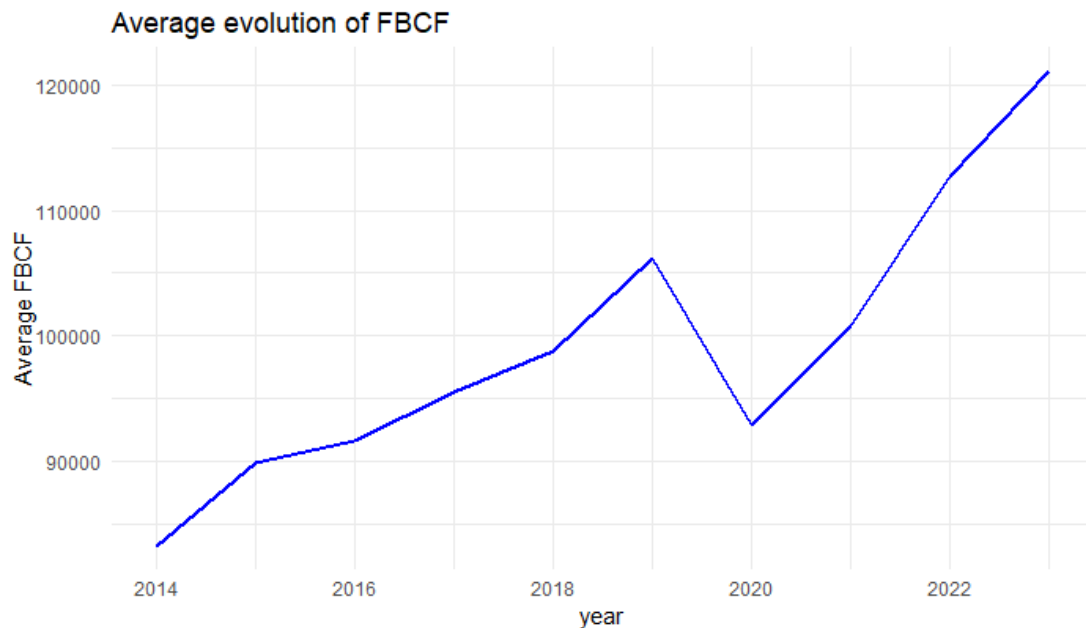
```
Variable      Mean      SD      Min      Max
1      fbcf  99195.32 158124.7  657.1  899880
2       gdp 460389.48 759685.6 3457.9 4185550
```

FIGURE III.3 – Tableau des statistiques descriptives du PIB et de la FBCF

11 Tableau de statistiques récapitulatives où chaque ligne correspond à un pays et indique le nom du pays, la moyenne du PIB et l'écart-type et FBCF.

	countries	mean_fbcf	sd_fbcf	mean_gdp	sd_gdp
1	Albania	3267.30	878.9008	13678.94	3614.243
2	Austria	94976.70	14367.1985	389834.4	45016.854
3	Belgium	113178.02	16842.7869	474107.61	59007.099
4	Bosnia and Herzegovina	4037.82	927.1492	18228.82	3615.025
5	Bulgaria	11490.74	2768.7970	62002.36	10967.86
6	Croatia	11460.20	2861.5764	58919.91	10999.79
7	Cyprus	4280.98	1383.1662	22420.46	4099.96
8	Czechia	57243.07	15756.8210	221900.22	50685.93
9	Denmark	67757.25	12234.1454	311021.62	51773.06
10	Estonia	7408.80	1986.0473	27671.71	6177.033
11	Finland	55661.60	7362.4870	235148.08	22590.85
12	France	531118.71	71594.8662	2398393.0	215872.3
13	Germany	724846.30	101945.3081	3482953.57	375511.8
14	Greece	23259.51	5255.3505	184134.67	16535.816
15	Hungary	35126.07	10053.2928	140178.64	27615.714
16	Iceland	4613.81	1431.6542	21139.88	4723.996
17	Ireland	107347.01	43178.8582	361894.6	42512.357
18	Italy	340962.09	68905.0516	1781457.57	145555.8
19	Kosovo*	2153.72	540.0923	7039.91	1598.405
20	Latvia	6655.37	1499.0121	30247.67	5673.339
21	Lithuania	10664.53	3502.6271	42498.91	8637.359
22	Luxembourg	11228.31	1819.7094	63568.70	10996.76
23	Malta	2923.85	880.7482	14075.33	3676.92
24	Montenegro	1114.86	254.5911	4689.13	1138.65
25	Netherlands	166442.70	29473.6236	823831.00	127811.745
26	North Macedonia	2521.03	512.6096	10871.41	1641.859
27	Norway	121927.24	23090.1578	506169.00	79732.49
28	Poland	65397.72	17398.7857	277860.86	52964.18
29	Portugal	47218.32	11878.7930	231627.42	36854.96
30	Romania	36060.40	8895.6227	204529.26	42256.71
31	Russia	366716.14	95299.7813	1522381.93	292525.9
32	Serbia	6701.99	1746.5223	29167.01	7075.542
33	Slovakia	38983.12	10060.6941	156712.24	25145.47
34	Slovenia	12230.34	2733.2458	51387.53	8665.182
35	Spain	261014.63	51177.2268	1189620.64	153261.3
36	Sweden	114421.89	22107.5860	499431.60	68970.21
37	Switzerland	190812.91	26959.6086	650914.26	103564.4
38	United Kingdom	366279.31	48582.7799	2318249.51	174519.9

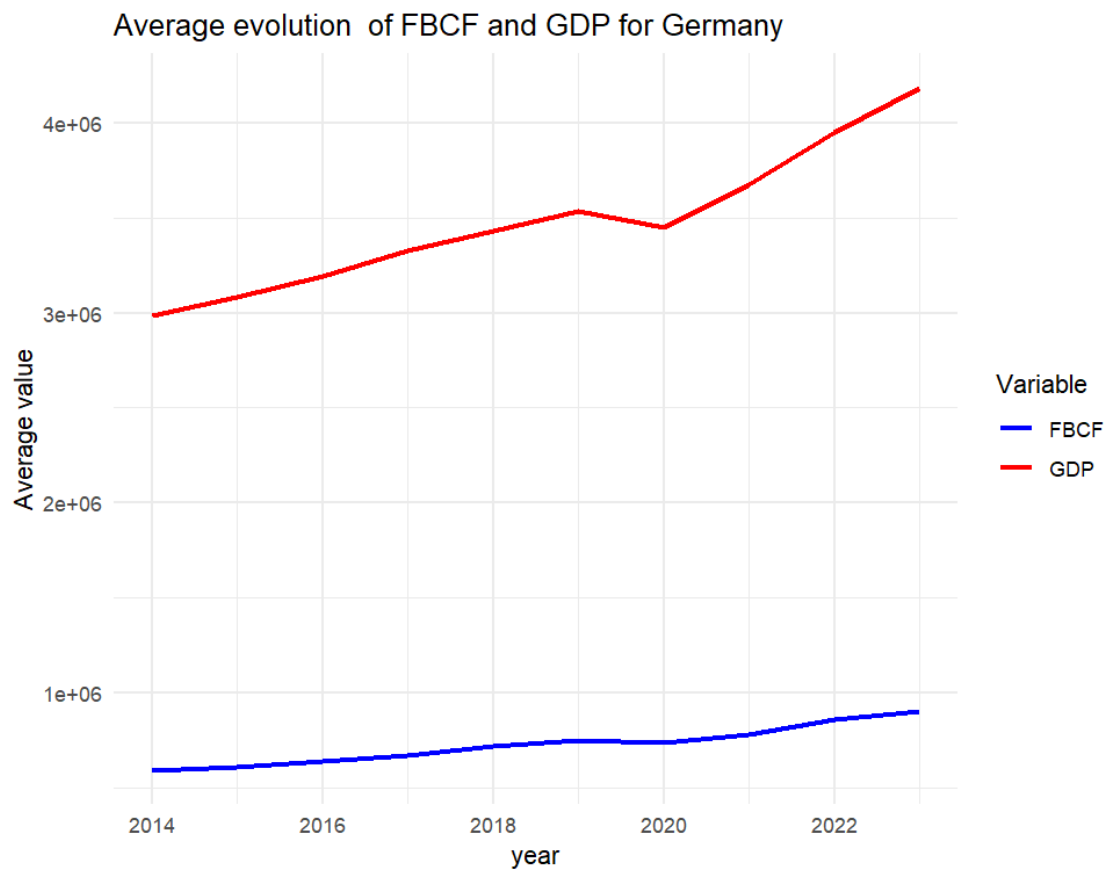
12 L'évolution moyenne de FBCF et du PIB au fil des années dans deux graphiques séparés.



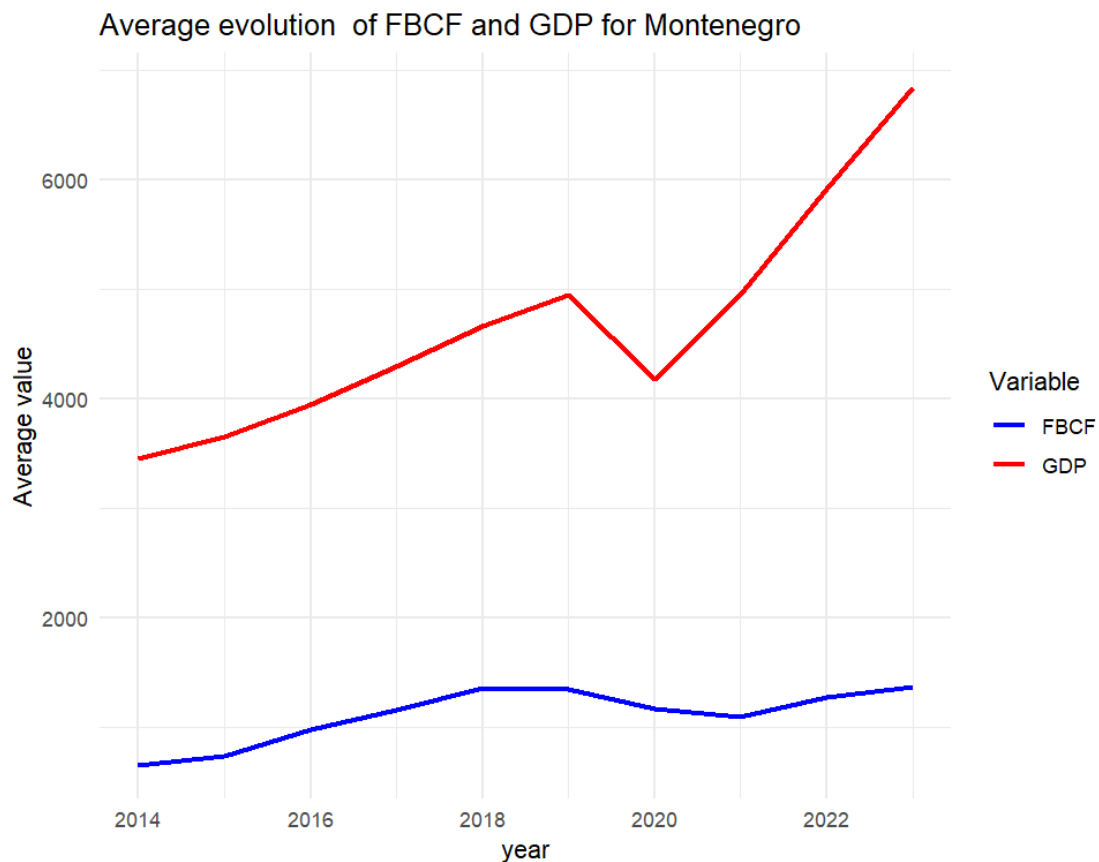
L'analyse de ces graphiques suggèrent que le PIB et la FBCF ont une tendance similaire au cours des années et on remarque qu'en 2020 particulièrement, ces deux variables ont connu une lourde chute qu'on pourrait associer à la crise du COVID-19 qui a eu des répercussions sur l'activité économique.

13 L'évolution moyenne des variables FBCF et PIB au fil des années pour l'Allemagne et le Monténégro.

- L'évolution moyenne des variables FBCF et PIB au fil des années pour l'Allemagne.



- L'évolution moyenne des variables FBCF et PIB au fil des années pour le Monténégro.



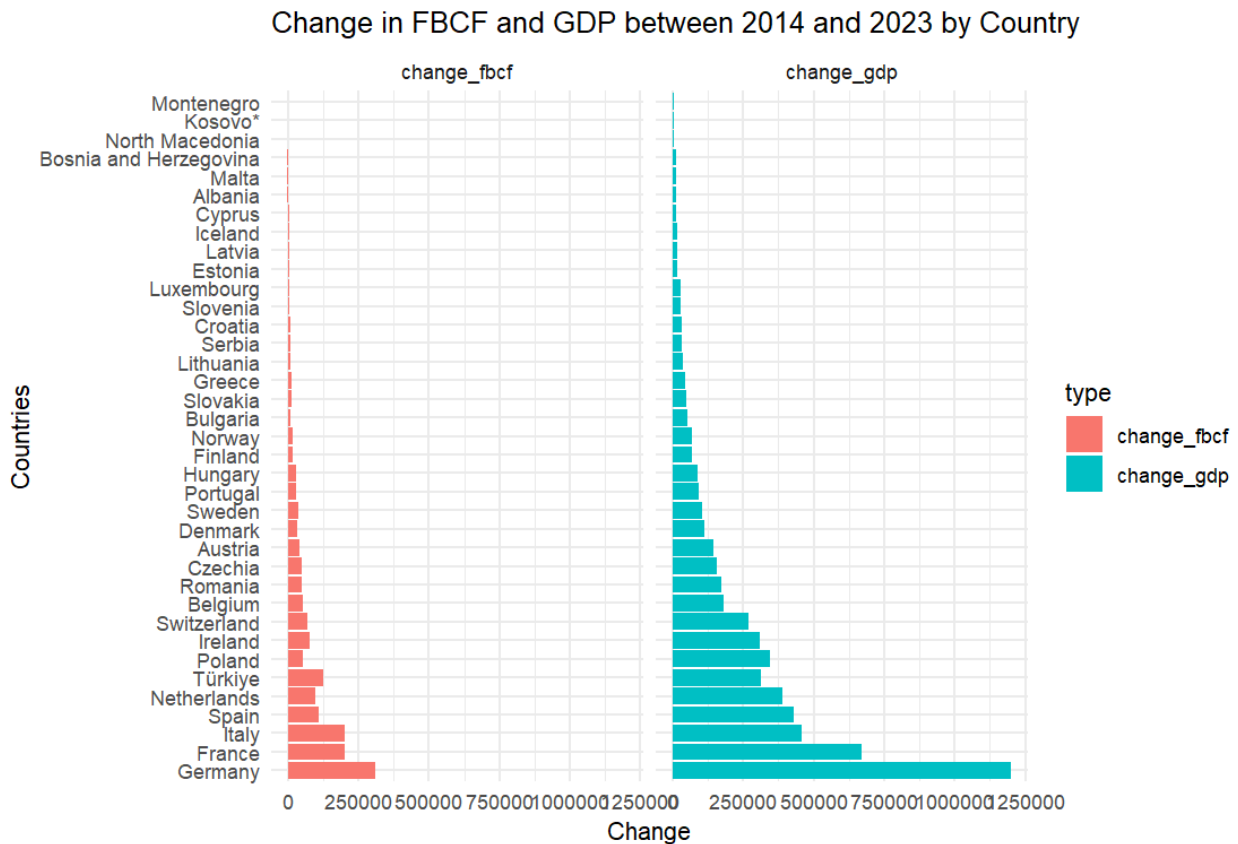
Pourquoi avons-nous choisi ces deux pays ?

Notre choix s'est porté sur l'Allemagne et la Monténégro en raison du fait qu'ils présentent les valeurs moyennes les plus importantes (Allemagne) et les plus faibles (Monténégro) de la FBCF et du PIB sur notre période d'étude. Par ailleurs, ils présentent des niveaux de développement économique différents. L'analyse des données relatives à ces deux pays peut nous montrer de quelle manière les faibles niveaux de FBCF influencent le PIB d'une part et de quelle manière les niveaux plus élevés de FBCF agissent sur le PIB d'autre part.

Pourquoi ces deux pays fournissent des informations importantes sur la relation entre FBCF et PIB ?

De l'analyse des données relatives à ces deux pays et à travers les graphiques, on remarque qu'en général une hausse de FBCF est associée à une hausse du PIB en Allemagne comme au Monténégro. Cependant, les variations sont en général plus importantes dans le cas de Monténégro. On peut le voir à travers l'effet probable de la crise du COVID 19 en 2020. On voit ainsi que la relation entre la FBCF et le PIB est positive à travers deux contextes économiques différents. Cela constitue une information capitale dans l'analyse de la relation.

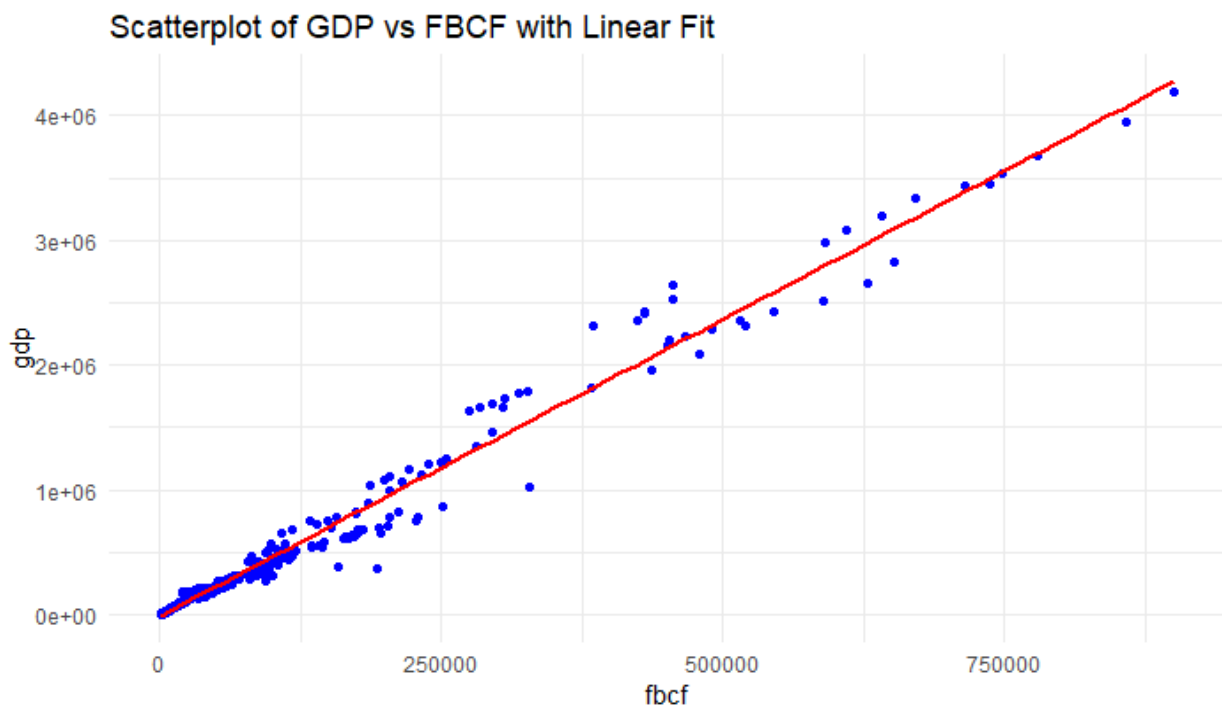
14 La variation en FBCF et en PIB entre la première et l'année précédente pour chaque pays.



On remarque qu'entre 2014 et 2023, les pays ayant enregistré une forte croissance de FBCF sont aussi ceux qui ont connu les plus fortes croissances du PIB comme la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne. De même les pays qui ont connu une faible variation de FBCF sont ceux qui ont connu une faible variation du PIB. Par ailleurs, tous les pays ont connu en général une variation positive sur la période.

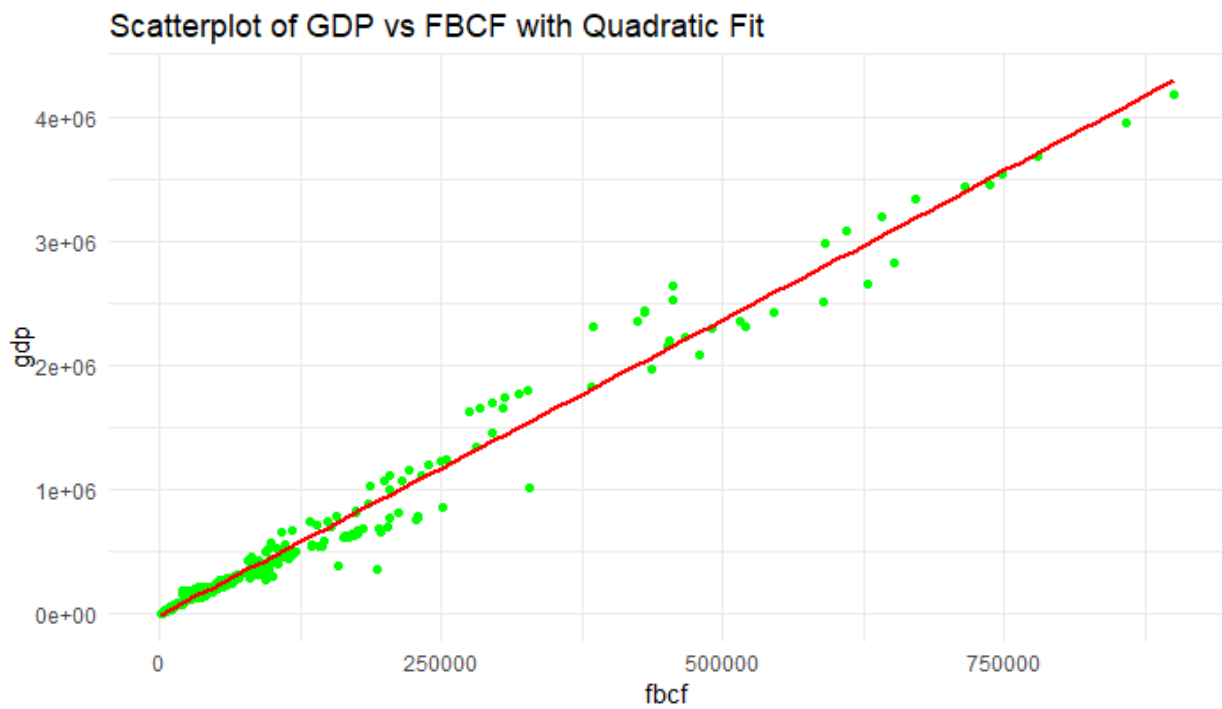
Relation entre FBCF et PIB

- 15 Nuage de points pour la relation entre PIB et FBCF avec un ajustement linéaire.



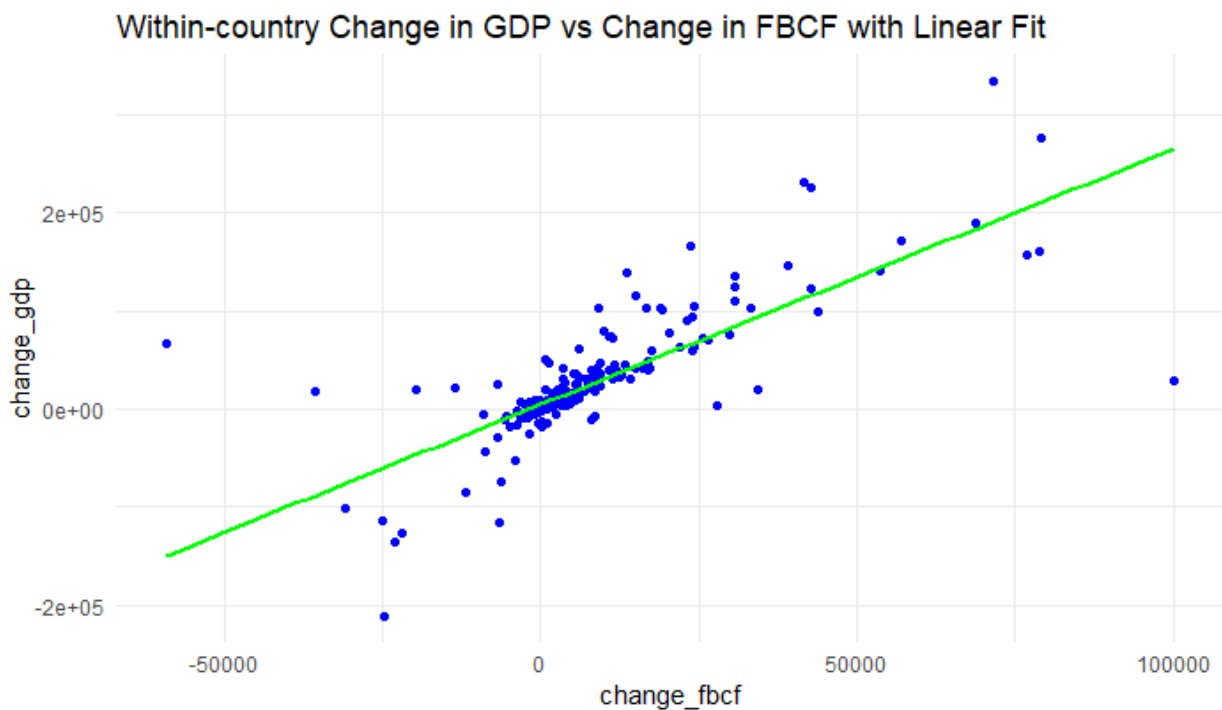
Ce graphique montre une relation positive linéaire entre les deux variables PIB et FBCF. En moyenne, une augmentation de la FBCF est associée à une augmentation du PIB.

- 16 Autre nuage de points de la relation entre PIB et FBCF avec un ajustement quadratique.



L'ajustement quadratique montre également une relation positive entre le PIB et FBCF.

17 Variation intérieur de PIB et de la FBCF des pays au cours des années.



Le graphique montrant que, de manière générale, les hausses dans l'investissement en capital fixe (FBCF) sont liées aux hausses du PIB dans les pays.

18 Régression du PIB sur FBCF

TABLE IV.1 –

<i>Dependent variable :</i>	
	gdp
fbcf	4.757*** (0.035)
Constant	−11,449.860* (6,510.412)
Observations	376
R ²	0.980
Adjusted R ²	0.980
Residual Std. Error	106,900.600 (df = 374)
F Statistic	18,564.210*** (df = 1 ; 374)
<i>Note :</i> *p<0.1 ; **p<0.05 ; ***p<0.01	

19 Régression du PIB sur FBCF en contrôlant les effets fixes du pays

TABLE IV.2 – Analysis of GDP regressions on FBCF with and without country fixed effects

	<i>Dependent variable :</i>	
	Model 1	Model 2
	(1)	(2)
FBCF	4.757*** (0.035)	3.056*** (0.066)
factor(countries)Albania		3,692.867 (10,727.700)
factor(countries)Austria		99,550.600*** (12,436.240)
factor(countries)Belgium		128,193.900*** (13,088.240)
factor(countries)Bosnia and Herzegovina		5,887.554 (10,728.850)
factor(countries)Bulgaria		26,902.410** (10,752.520)
factor(countries)Croatia		20,142.780* (10,752.370)
factor(countries)Cyprus		9,336.207 (10,729.260)
factor(countries)Czechia		46,944.300*** (11,376.730)
factor(countries)Denmark		106,919.500*** (11,627.680)
factor(countries)Estonia		5,027.686 (10,736.750)
factor(countries)Finland		65,026.430*** (11,342.210)
factor(countries)France		773,752.700*** (36,798.380)
factor(countries)Germany		1,267,556.000*** (49,222.930)

TABLE IV.3 – Analysis of GDP regressions on FBCF with and without country fixed effects (suite)

factor(countries)Greece	113,045.000*** (10,835.730)
factor(countries)Hungary	32,820.420*** (10,975.260)
factor(countries)Iceland	7,038.376 (10,729.870)
factor(countries)Ireland	33,802.230*** (12,870.660)
factor(countries)Italy	739,351.700*** (25,013.880)
factor(countries)Kosovo*	457.348 (10,726.460)
factor(countries)Latvia	9,906.006 (10,734.580)
factor(countries)Lithuania	16,939.420 (10,748.780)
factor(countries)Luxembourg	29,340.850*** (10,751.300)
factor(countries)Malta	5,138.967 (10,727.260)
factor(countries)Montenegro	1,281.707 (10,725.770)
factor(countries)Netherlands	314,820.800*** (15,385.850)
factor(countries)North Macedonia	3,165.813 (10,726.810)
factor(countries)Norway	107,300.700*** (12,375.050)
factor(countries)Poland	231,703.500*** (12,489.110)

TABLE IV.4 – Analysis of GDP regressions on FBCF with and without country fixed effects (suite)

factor(countries)Portugal		91,592.810*** (11,018.160)
factor(countries)Romania		56,949.080*** (11,270.270)
factor(countries)Serbia		17,062.670 (10,744.650)
factor(countries)Slovakia		32,496.110*** (10,806.250)
factor(countries)Slovenia		18,595.270* (10,743.390)
factor(countries)Spain		476,474.200*** (18,981.060)
factor(countries)Sweden		124,856.400*** (13,307.350)
factor(countries)Switzerland		125,550.100*** (15,797.410)
factor(countries)Türkiye		81,940.770*** (18,143.090)
factor(countries)United Kingdom		1,134,349.000*** (31,703.080)
Constant	-11,449.860* (6,510.412)	
Country FE	-	Yes
Observations	376	376
R ²	0.980	0.999
Adjusted R ²	0.980	0.999
Residual Std. Error	106,900.600 (df = 374)	33,917.050 (df = 337)
F Statistic	18,564.210*** (df = 1 ; 374)	6,591.648*** (df = 39 ; 337)
<i>Note :</i>		
*p<0.1 ; **p<0.05 ; ***p<0.01		

20 Régression du PIB sur FBCF en contrôlant les effets fixes de l'année et du pays

TABLE IV.5 – Analysis of the regression of GDP on FBCF with and without fixed effects by country and year

	<i>Dependent variable :</i>		
	gdp		
	Model 1	Model 2	Model 3
	(1)	(2)	(3)
FBCF	4.757*** (0.035)	3.056*** (0.066)	2.892*** (0.075)
factor(countries)Albania		3,692.867 (10,727.700)	−3,064.959 (11,667.630)
factor(countries)Austria		99,550.600*** (12,436.240)	107,841.400*** (12,922.650)
factor(countries)Belgium		128,193.900*** (13,088.240)	139,471.300*** (13,583.900)
factor(countries)Bosnia and Herzegovina		5,887.554 (10,728.850)	−743.838 (11,661.630)
factor(countries)Bulgaria		26,902.410** (10,752.520)	21,493.970* (11,618.430)
factor(countries)Croatia		20,142.780* (10,752.370)	14,729.330 (11,618.550)
factor(countries)Cyprus		9,336.207 (10,729.260)	2,744.716 (11,659.790)
factor(countries)Czechia		46,944.300*** (11,376.730)	49,043.350*** (11,945.230)
factor(countries)Denmark		106,919.500*** (11,627.680)	110,743.800*** (12,158.540)
factor(countries)Estonia		5,027.686 (10,736.750)	−1,050.561 (11,638.740)

TABLE IV.6 – Analysis of the regression of GDP on FBCF with and without fixed effects by country and year (suite)

factor(countries)Finland	65,026.430*** (11,342.210)	66,865.980*** (11,917.390)
factor(countries)France	773,752.700*** (36,798.380)	853,610.000*** (40,322.850)
factor(countries)Germany	1,267,556.000*** (49,222.930)	1,379,201.000*** (54,492.770)
factor(countries)Greece	113,045.000*** (10,835.730)	109,567.700*** (11,605.570)
factor(countries)Hungary	32,820.420*** (10,975.260)	31,290.300*** (11,661.330)
factor(countries)Iceland	7,038.376 (10,729.870)	501.499 (11,657.330)
factor(countries)Ireland	33,802.230*** (12,870.660)	44,122.830*** (13,360.240)
factor(countries)Italy	739,351.700*** (25,013.880)	788,006.200*** (26,892.990)
factor(countries)Kosovo*	457.348 (10,726.460)	−6,483.205 (11,676.820)
factor(countries)Latvia	9,906.006 (10,734.580)	3,704.128 (11,643.380)
factor(countries)Lithuania	16,939.420 (10,748.780)	11,395.410 (11,621.880)
factor(countries)Luxembourg	29,340.850*** (10,751.300)	23,889.340** (11,619.490)
factor(countries)Malta	5,138.967 (10,727.260)	−1,675.216 (11,670.400)
factor(countries)Montenegro	1,281.707 (10,725.770)	−5,829.313 (11,685.930)
factor(countries)Netherlands	314,820.800*** (15,385.850)	334,838.400*** (16,047.150)

TABLE IV.7 – Analysis of the regression of GDP on FBCF with and without fixed effects by country and year (suite)

factor(countries)North Macedonia	3,165.813 (10,726.810)	−3,714.468 (11,673.720)
factor(countries)Norway	107,300.700*** (12,375.050)	115,290.000*** (12,862.180)
factor(countries)Poland	231,703.500*** (12,489.110)	240,251.300*** (12,975.160)
factor(countries)Portugal	91,592.810*** (11,018.160)	90,544.210*** (11,685.670)
factor(countries)Romania	56,949.080*** (11,270.270)	58,225.380*** (11,860.880)
factor(countries)Serbia	17,062.670 (10,744.650)	11,355.690 (11,626.480)
factor(countries)Slovakia	32,496.110*** (10,806.250)	28,466.530** (11,602.300)
factor(countries)Slovenia	18,595.270* (10,743.390)	12,835.130 (11,628.080)
factor(countries)Spain	476,474.200*** (18,981.060)	507,952.600*** (20,055.610)
factor(countries)Sweden	124,856.400*** (13,307.350)	137,064.900*** (13,811.550)
factor(countries)Switzerland	125,550.100*** (15,797.410)	146,971.800*** (16,500.050)
factor(countries)Türkiye	81,940.770*** (18,143.090)	110,876.700*** (19,113.450)
factor(countries)United Kingdom	1,134,349.000*** (31,703.080)	1,202,152.000*** (34,752.690)
factor(year)2015		4,527.344 (7,583.374)
factor(year)2016		2,618.126 (7,593.060)

TABLE IV.8 – Analysis of the regression of GDP on FBCF with and without fixed effects by country and year (suite)

factor(year)2017			3,359.293 (7,622.795)
factor(year)2018			5,345.428 (7,656.882)
factor(year)2019			989.890 (7,761.327)
factor(year)2020			−5,599.667 (7,755.928)
factor(year)2021			10,089.500 (7,885.272)
factor(year)2022			22,480.200*** (8,162.389)
factor(year)2023			29,129.460*** (8,405.463)
Constant	−11,449.860* (6,510.412)		
Country FE	-	Yes	Yes
Year FE	-	-	Yes
Observations	376	376	376
R ²	0.980	0.999	0.999
Adjusted R ²	0.980	0.999	0.999
Residual Std. Error	106,900.600 (df = 374)	33,917.050 (df = 337)	32,983.980 (df = 328)
F Statistic	18,564.210*** (df = 1 ; 374)	6,591.648*** (df = 39 ; 337)	5,663.602*** (df = 48 ; 328)

Note :

*p<0.1 ; **p<0.05 ; ***p<0.01

