



## **PROJET D'ÉTUDE SOUS R-STUDIO**

**Taux de vaccination contre la grippe  
chez les personnes âgées de 65 ans et  
plus (2019)**

**POPULATION : PAYS DE L'OCDE**

*Par ASSADOU Appia Jocelyn,  
HABES Amine,  
EL BADAOUI Bilel*

# Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>I - ANALYSE DESCRIPTIVE.....</b>	<b>7</b>
1 - ANALYSE UNIVARIÉE DU TAUX DE VACCINATION (txvacc).....	7
1.1 - LES STATISTIQUES ÉLÉMENTAIRES.....	7
1.2 - ASYMÉTRIE ET L'APLATISSEMENT.....	8
2 - ANALYSE BIVARIÉE.....	9
2.1- DIAGRAMME DE CORRÉLATION ENTRE L'ENSEMBLE DES VARIABLES.....	9
2.2 - CHOIX DE VARIABLE POUR L'ANALYSE BIVARIÉE.....	9
2.3 - ANALYSE ENTRE DEUX VARIABLES QUANTITATIVES.....	9
<b>3- ANALYSE MULTIVARIÉE.....</b>	<b>11</b>
3.1 - L'ANALYSE DES COMPOSANTES FONCTIONNELLE.....	11
3.2- CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE SUR COMPOSANTE PRINCIPALES.....	13
<b>II- ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE.....</b>	<b>14</b>
1- QUALITÉ DE LA RÉGRESSION.....	14
1.1 - LE R-SQUARE.....	14
1.2 - F-TEST.....	14
1.3 - TEST DE STUDENT.....	15
1.3.1 Effet de l'espérance de vie.....	15
1.3.2 Effet des maladies chroniques.....	15
2- SPECIFICATION DU MODELE.....	16
2.1 - TEST DE RAMSEY.....	16
<b>3- MULTICOLINÉARITÉ.....</b>	<b>18</b>
3.1 - VÉRIFIONS LA COLINÉARITÉ.....	19
4 - ENDOGÉNÉITÉ.....	20
4.1 - TEST DE HAUSMAN.....	20
4.2 - TEST DE SARGAN.....	21
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>22</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>22</b>

## INTRODUCTION

Notre projet ambitieux vise à analyser de manière approfondie le taux de vaccination contre la grippe parmi la population âgée de 65 ans et plus au cours de l'année 2019, au sein des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

En utilisant le langage de programmation R, ce projet cherche à explorer et à modéliser les relations entre le taux de vaccination contre la grippe, notre variable indépendante, et un ensemble de variables potentiellement influentes qui sont donc nos variables dépendantes.

Notre objectif central est d'apporter une compréhension éclairée de ce phénomène en utilisant un ensemble varié de variables explicatives et des méthodes statistiques.

En examinant de près les données de vaccination de certains pays de l'OCDE, nous cherchons à identifier les facteurs qui influent sur le niveau de couverture vaccinale au sein de cette tranche d'âge spécifique. Par conséquent, notre démarche comprendra une exploration approfondie de l'évolution de l'espérance de vie, le pourcentage du personnel infirmier dans une population, l'étendue de la couverture santé et d'autres variables pertinentes qui pourraient jouer un rôle déterminant dans les choix de vaccination.

L'analyse statistique sera menée avec rigueur, faisant appel à des méthodes avancées pour évaluer la corrélation entre ces variables explicatives et le taux de vaccination observé. Cette approche nous permettra de dégager des tendances significatives et d'identifier des modèles qui contribuent à expliquer les variations de la couverture vaccinale au sein de la population étudiée.

En définitive, notre projet aspire à fournir des informations approfondies et des perspectives éclairantes sur les facteurs clés influençant la vaccination contre la grippe chez les personnes âgées au sein des pays de l'OCDE. Cette démarche multidimensionnelle renforcera notre compréhension collective de la santé publique.

Pour atteindre cet objectif, notre étude a été lancée par une recherche approfondie dans la littérature spécialisée afin d'identifier les variables explicatives qui pourraient potentiellement influencer le phénomène de la vaccination contre la grippe chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Il est important de rappeler que les taux de vaccination dénotent la proportion d'individus ayant reçu le vaccin spécifique dans le laps de temps recommandé. L'âge requis pour une immunisation complète diverge selon les calendriers de vaccination propres à chaque nation, influençant ainsi la couverture vaccinale. En effet, dans une majorité de pays, les taux de vaccination contre la grippe se mesurent par le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus ayant reçu le vaccin antigrippal au cours de l'année, divisé par le nombre total de

personnes dans cette tranche d'âge. Or, dans certaines nations, les données englobent aussi les individus de plus de 60 ans, témoignant ainsi d'une variation dans la définition de cette statistique d'un pays à l'autre. Dans le cadre de notre projet, pour avoir des résultats plus précis, nous avons décidé de sélectionner, dans un premier temps, les pays ayant des politiques vaccinales identiques.

Les résultats de cette recherche littéraire ont été synthétisés pour fournir un ensemble exhaustif de ces variables, permettant ainsi d'établir une base solide pour notre analyse.

Parmi les variables explicatives clés, identifiées dans la littérature, on retrouve :

*etendcouversante* [1] (Étendue de la couverture de santé) et *popcouvertsante* [2] (pourcentage de population bénéficiant d'une couverture de santé) :

La couverture de santé d'un pays peut influencer le taux de vaccination de plusieurs manières différentes. En effet, on sait que cela influe par exemple sur l'accès aux services de santé : Une couverture de santé étendue, avec des services de santé accessibles à tous, peut faciliter l'accès à la vaccination. Aussi, les pays avec une couverture de santé conséquente peuvent tendre à allouer des ressources adéquates (assez de doses, assez de personnels...) pour soutenir des programmes de vaccination. Il nous paraissait nécessaire d'incorporer l'étendue de la couverture de santé pour aborder l'angle de la robustesse d'une couverture de santé. On a pu remarquer que de nombreux pays de l'OCDE avaient des couvertures de santé très bien réparties dans leur population (entre 90 et 100%) à propos des services de soins de base. Il nous paraissait donc nécessaire d'incorporer l'aspect "étendu" à notre étude.

*depsantepropBIP* [3] (Dépenses de santé en proportion du PIB) et *depsanteparhab* [4] (Dépenses de santé par habitant) :

Les dépenses de santé tendent à impacter la structure des services de santé. En effet, on peut supposer que des dépenses plus élevées peuvent se traduire avec de meilleures infrastructures impactant la qualité des soins prodigues, dont la vaccination. Elles garantissent aussi un approvisionnement en produits pharmaceutiques (médicaments, vaccin...) et peuvent financer des campagnes de sensibilisation au sujet de la santé. En période hivernale, on recense de nombreuses opérations de sensibilisation en lien avec les opérations de vaccinations annuelles (grippes, covid...) destinées aux personnes de plus de 65 ans dans le but de les encourager à se faire vacciner.

*consulmedparhabit* [5] (Consultations médicales par habitant) :

Les visites médicales régulières peuvent aussi être amenées à influer sur les taux de vaccination. Les consultations médicales sont souvent l'occasion pour les professionnels de la santé de discuter de la vaccination avec les patients, de fournir des informations sur les vaccins recommandés et d'administrer des vaccins lorsque cela est nécessaire. Ainsi, le

nombre de consultations médicales dans un pays peut avoir un impact sur la sensibilisation à la vaccination et sur le taux de couverture vaccinale.

***pernelinfipour100*** [6] (personnel infirmier pour 100 habitants) :

Le pourcentage de personnel infirmier peut avoir un impact significatif sur les campagnes de vaccination de plusieurs manières. Les infirmiers jouent un rôle de plus en plus crucial dans l'administration des vaccins. Leur implication, en plus de celle des médecins, dans les campagnes de vaccination peut contribuer à une augmentation de la couverture vaccinale, en particulier lorsqu'ils sont autorisés à prescrire et à administrer des vaccins sans nécessiter une prescription médicale spécifique dans le cas d'épidémie importante. L'élargissement des compétences vaccinales des infirmiers peut contribuer à une stratégie vaccinale plus efficace et à une meilleure couverture vaccinale. En France, par exemple, l'Ordre National des Infirmiers a plaidé pour un élargissement des compétences vaccinales des infirmiers afin de bénéficier à un plus grand nombre de patients

***espdevie65*** [7] (évolution de l'espérance de vie):

L'espérance de vie peut être influencée par le taux de vaccination de plusieurs manières et vice-versa. On peut supposer que les pays avec une espérance de vie plus élevée peuvent avoir des systèmes de santé plus développés, ce qui peut favoriser une meilleure sensibilisation à l'importance de la vaccination. Une population informée sur les avantages de la vaccination est plus susceptible de participer aux campagnes de vaccination. Ce qui peut avoir un impact sur la mortalité. Une espérance de vie plus élevée est souvent associée à une population plus âgée. Les personnes âgées sont souvent encouragées à se faire vacciner contre la grippe, la pneumonie et d'autres maladies, ce qui peut avoir un impact sur les taux de vaccination. De plus, la vaccination peut contribuer à la baisse de la mortalité, ce qui peut à son tour influencer positivement l'espérance de vie.

***maladiechronique65*** [8] (Maladies chronique) ***incapac65*** [9] (État de santé et incapacité autodéclarés) et ***etatdesanteetlimitationauto*** [10] (état de santé et limitations quotidiennes)

L'état de santé et l'incapacité autodéclarée à 65 ans, y compris les maladies chroniques, peuvent contribuer à expliquer un taux de vaccination de plusieurs manières. Elles peuvent influer positivement ou négativement cette variable. En effet, on peut penser qu'un taux de vaccination élevé s'explique par le fait qu'une population est fortement vulnérable et tend donc à se vacciner pour se protéger. Les personnes atteintes de maladies chroniques ou en mauvais état de santé peuvent être plus vulnérables aux maladies respiratoires. Par conséquent, elles peuvent être plus enclines à se faire vacciner pour se protéger contre les complications liées à leur état de santé. De nombreuses études montrent l'impact que peut avoir une complication d'une maladie respiratoire telle que la grippe.

Hors, on a pu remarquer que si une personne est sensibilisée au risque des maladies respiratoires et décident de se vacciner avant d'être âgée, peut, là-aussi, influer sur ses risques

d'avoir un état de santé dégradé en vieillissant. On peut donc aussi réfléchir au fait qu'une population ayant un taux de vaccin plus élevé que les autres aura un taux d'incapacité plus faible que les autres.

L'intégration de ces variables dans notre cadre d'analyse statistique permettra une évaluation approfondie de leur impact respectif sur le taux de vaccination. De plus, cette démarche nous permettra de dégager des tendances significatives et d'identifier des associations spécifiques entre ces facteurs et la couverture vaccinale observée.

En résumé, notre démarche méthodologique, appuyée par les résultats de la recherche littéraire, permettra d'explorer de manière exhaustive les multiples facettes de la vaccination contre la grippe chez les personnes âgées, en éclairant les facteurs qui influent sur ce phénomène crucial pour la santé publique.

# I - ANALYSE DESCRIPTIVE

## 1 - ANALYSE UNIVARIÉE DU TAUX DE VACCINATION (txvacc)

### 1.1 - LES STATISTIQUES ÉLÉMENTAIRES

```
stat.desc(my_data1)["txvacc"]
```

```
summary(txvacc)
```

	txvacc	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
nbr.val	21.000000	10.40	18.30	40.40	35.91	52.20	61.30
nbr.null	0.000000						
nbr.na	0.000000						
min	10.400000						
max	61.300000						
range	50.900000						
sum	754.100000						
median	40.400000						
mean	35.9095238						
SE.mean	4.0115364						
CI.mean	8.3679182						
var	337.9409048						
std.dev	18.3831691						
coef.var	0.5119302						

#### interprétation :

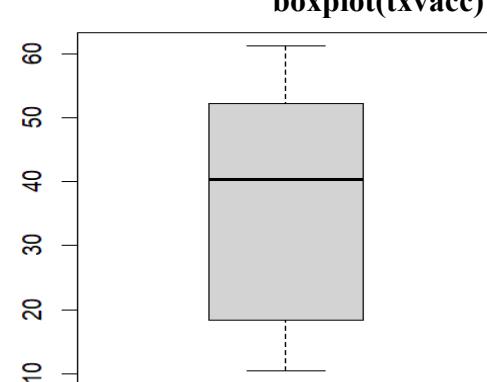
Le taux de vaccination moyen dans ces pays est de 35,91% avec un écart type de 18,38 qui se rapproche de la moyenne. La dispersion autour de la moyenne est faible. La population est homogène.

50% des pays de l'OCDE ont un taux de vaccination supérieur à 40,40% et 50% ont un taux de vaccination inférieur à 40,40 %.

#### Interprétation :

Parmi les pays de l'OCDE on observe un taux de vaccination min de 10,40% et un taux maximum de 61,30%.

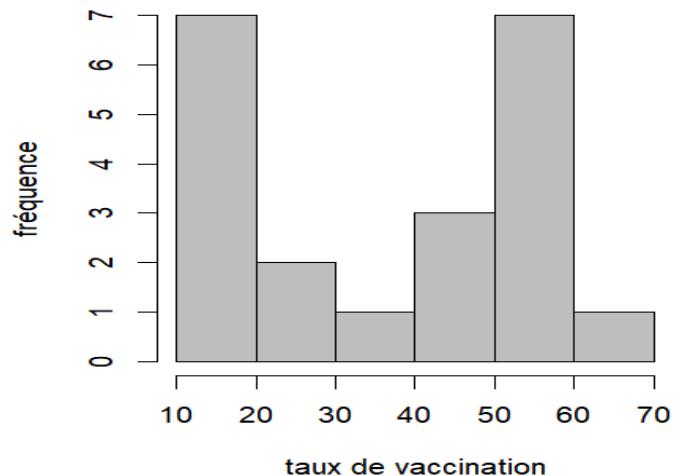
25% des pays de l'OCDE ont un taux de vaccination inférieure à 18,30% et les 75 autres ont un taux de vaccination supérieur à 18,30 %.



## 1.2 - ASYMÉTRIE ET L'APLATISSEMENT

```
hist(txvacc, breaks = 7, col = "grey", main = "Histogramme", xlab = "taux de vaccination", ylab = "fréquence")
```

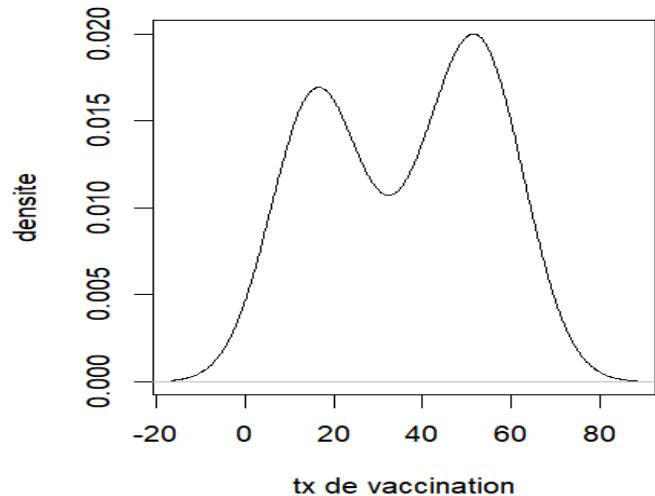
**Histogramme**



```
d <- density(txvacc)
```

```
plot(d, main ='densite', xlab = 'tx de vaccination', ylab = 'densite')
```

**densite**



- **Asymétrie (skewness(txvacc))**

$-0.133 < 0$  on a une distribution asymétrie négative vers le bas dû aux valeurs extrêmes.

- **Aplatissement (kurtosis(txvacc))**

$-1.756 < 0$  on a un aplatissement platykurtic

## 2 - ANALYSE BIVARIÉE

### 2.1- DIAGRAMME DE CORRÉLATION ENTRE L'ENSEMBLE DES VARIABLES

```
cor_matrix <- cor(my_data1[c("txvacc", "depsantepropBIP", "popcouvertsante",  
"consulmedparhabit", "etatdesanteetlimitationauto", "depsanteparhab", "etendconversante",  
"incapac65", "maladiechronique65", "espdevie65", "persnelinfipour100")])
```

```
corrplot(cor_matrix, type = "upper", diag = FALSE)
```

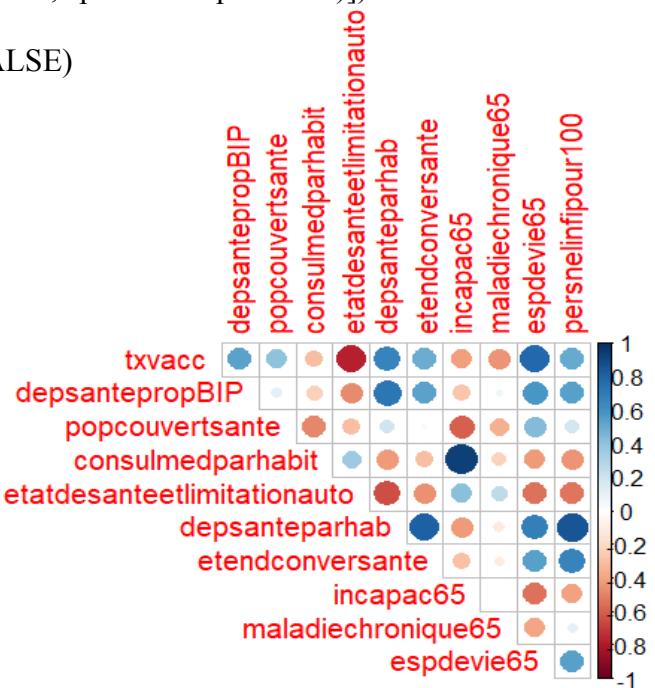
Résumé :

$\text{cor}(\text{txvacc}, \text{etendconversante}) = 0.4972$

$\text{cor}(\text{txvacc}, \text{espdevie65}) = 0.789$

$\text{cor}(\text{txvacc}, \text{depsanteparhab}) = 0.665$

Il existe une corrélation positive entre le taux de couverture, l'étendue de couverture santé, l'espérance de vie et la dépense de santé par habitant.



### 2.2 - CHOIX DE VARIABLE POUR L'ANALYSE BIVARIÉE

### 2.3 - ANALYSE ENTRE DEUX VARIABLES QUANTITATIVES

Intéressons nous aux corrélations positives précisément entre le taux de vaccination et l'espérance de vie dans les pays de l'OCDE.

**Question de recherche :** l'espérance de vie dans les pays de l'OCDE est elle une cause explicative du taux de vaccination ?

## Notion de causalité

On observe que plus le taux de vaccination est important, plus l'espérance de vie est grande et inversément.

L'espérance de vie étant toujours une valeur positive, lorsque l'espérance de vie est égale à 0, le taux de vaccination (-734%) n'a aucune signification, sauf une impossibilité de cas.

Lorsque l'espérance de vie (espdevie65) augmente d'une unité, on peut s'attendre à ce que le taux de vaccination (txvacc) augmente d'environ 9.104 unités, toutes choses égales par ailleurs. (c'est la relation causale).

La droite de régression est :

$$\text{txvacc} = -735 + 9,104 * \text{espdevie65}$$

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-22.3347	-5.6969	-0.3446	5.1927	20.6653

Coefficients:

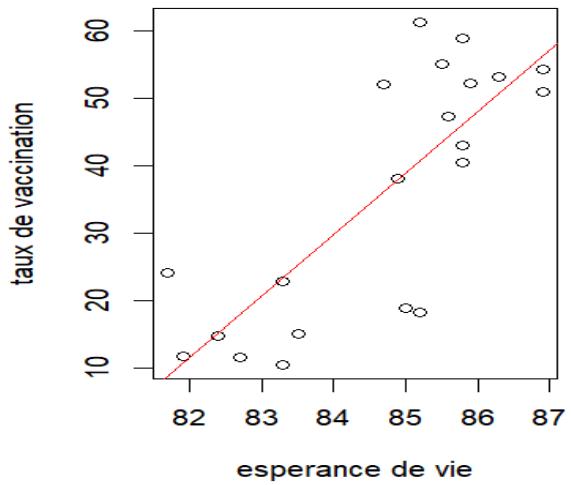
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )							
(Intercept)	-734.995	137.369	-5.351	3.66e-05	***						
espdevie65	9.104	1.622	5.613	2.06e-05	***						
---											
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'	0.05	.	0.1	'	1

Residual standard error: 11.57 on 19 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.6238, Adjusted R-squared: 0.604  
F-statistic: 31.5 on 1 and 19 DF, p-value: 2.061e-05

Cette relation est-elle significative:

p-value = 0,026 < 0,05 la variable espérance de vie est significative.

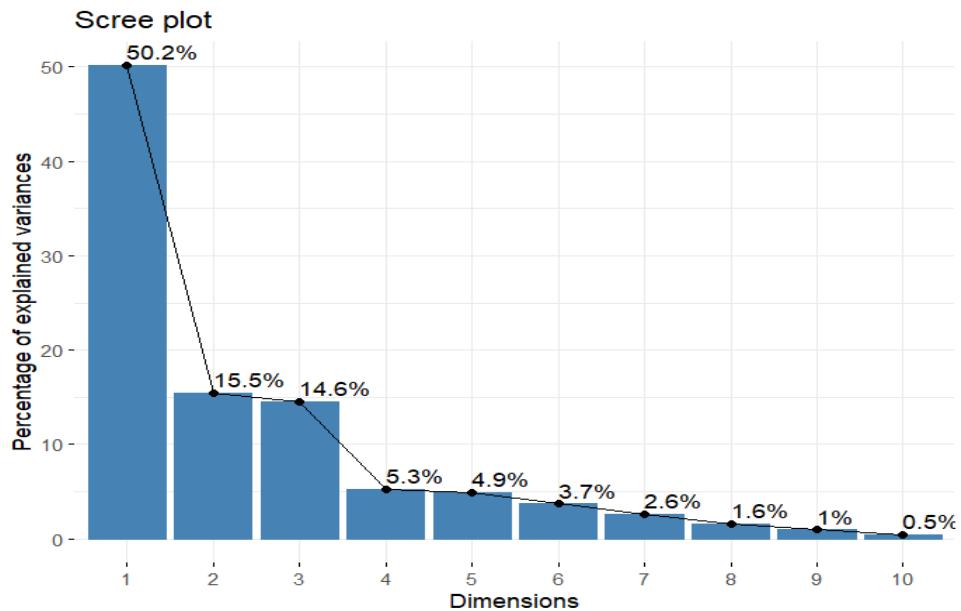
R-squared = 0,6238 On peut dire que le modèle explique 62,38% de la variation du taux de vaccination.



### 3- ANALYSE MULTIVARIÉE

#### 3.1 - L'ANALYSE DES COMPOSANTES FONCTIONNELLE

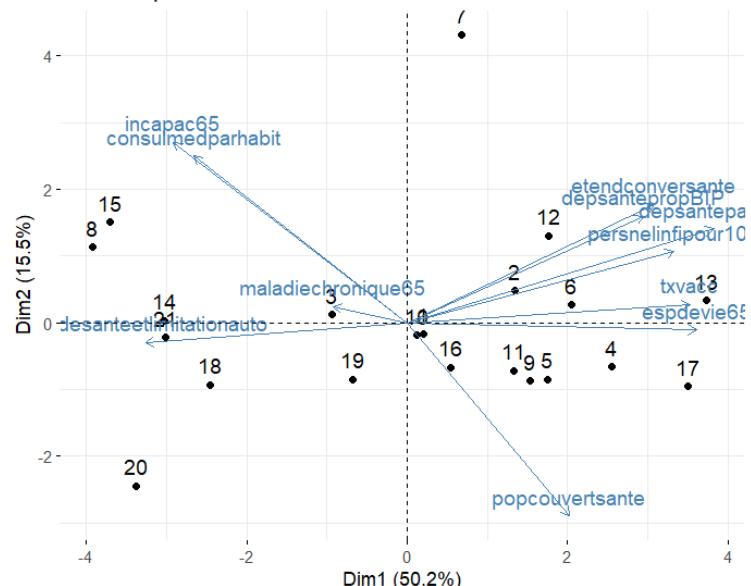
- fviz\_eig(res.pca, addlabels = TRUE)



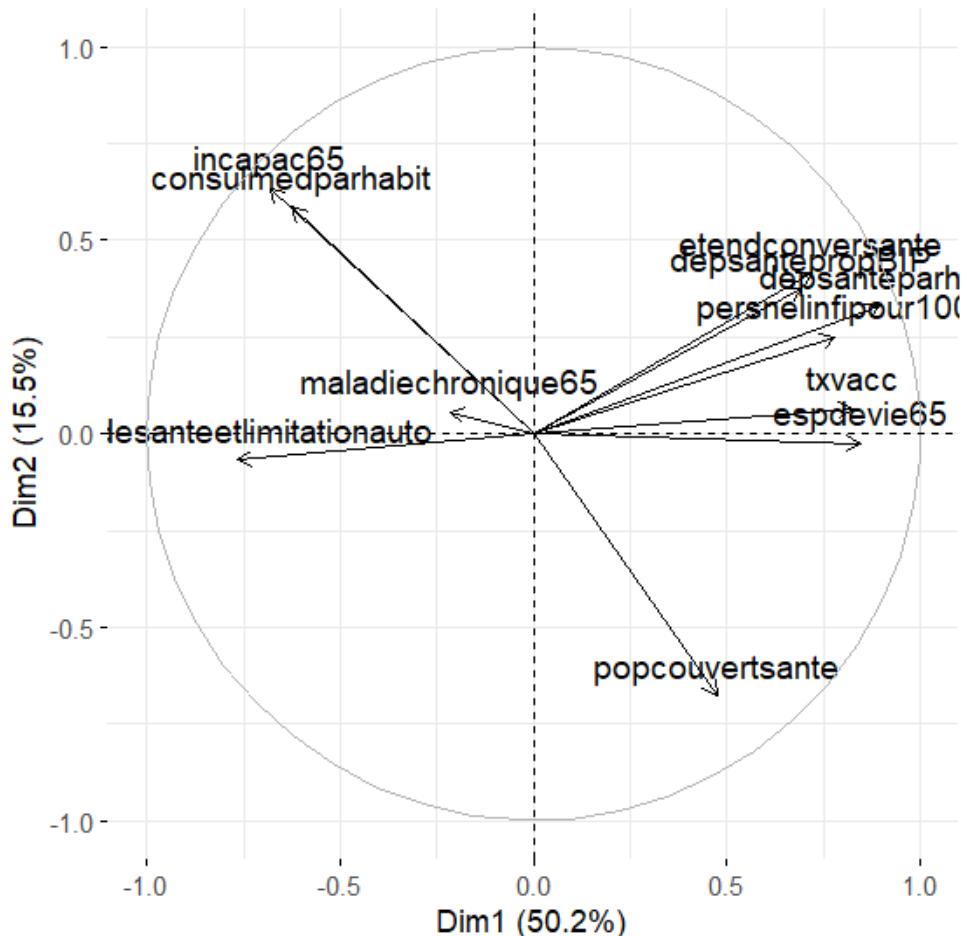
##### Interprétation :

Les valeurs propres représentent l'importance relative de chaque composante principale dans la capture de la variance des données. En visualisant ces valeurs propres, on peut prendre des décisions sur le nombre de composantes principales à retenir pour une analyse ultérieure. Sur ce graph nous avons 10 composantes rangées par ordre décroissant (scree plot). Cela peut nous aider à décider du nombre de composantes principales à conserver dans notre analyse.

- fviz\_pca\_var(res.pca, axes = c(1,2))
- fviz\_pca(res.pca)      PCA - Biplot



## Variables - PCA



Interprétation :

L'ensemble des variations dans le cercle de corrélation nous donne des informations sur la proximité des variables. Constatons que les points "personnel infirmier pour 100 habitants", "étendue de la couverture santé", "dépense de santé par habitant", "dépense santé en fonction du PIB" et "l'espérance de vie des plus de 65 ans" sont très proche du cercle de corrélation et donc très bien représenté dans le cercle. Aussi, les angles formés par les variables "l'espérance de vie des plus de 65 ans" et "txvacc"; "personnel infirmier pour 100 habitants" et "dépense de santé par habitant"; "étendue de la couverture santé" et "dépense santé en fonction du PIB" indiquent qu'elles sont bien corrélées entre elles.

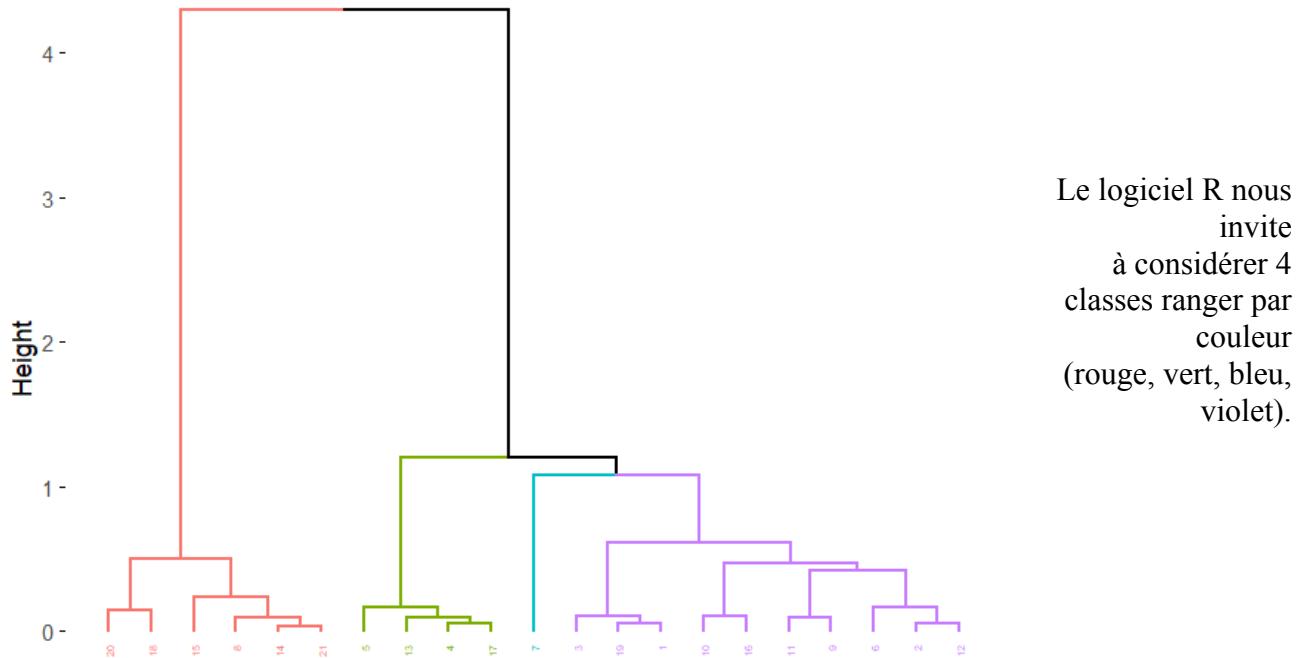
En revanche, les angles formés par "maladiechronique", "etatdesanteetlimitatonauto", "popcouvertsante", "incapacite65", "consulmedparhabit" et le reste des variables indiquent qu'elles sont indépendantes entre elles.

"espdevie65" étant proche de la Dim2 indique qu'il est très bien représenté par cet axe. Même constat pour la variable "etatdesanteetlimitatonauto".

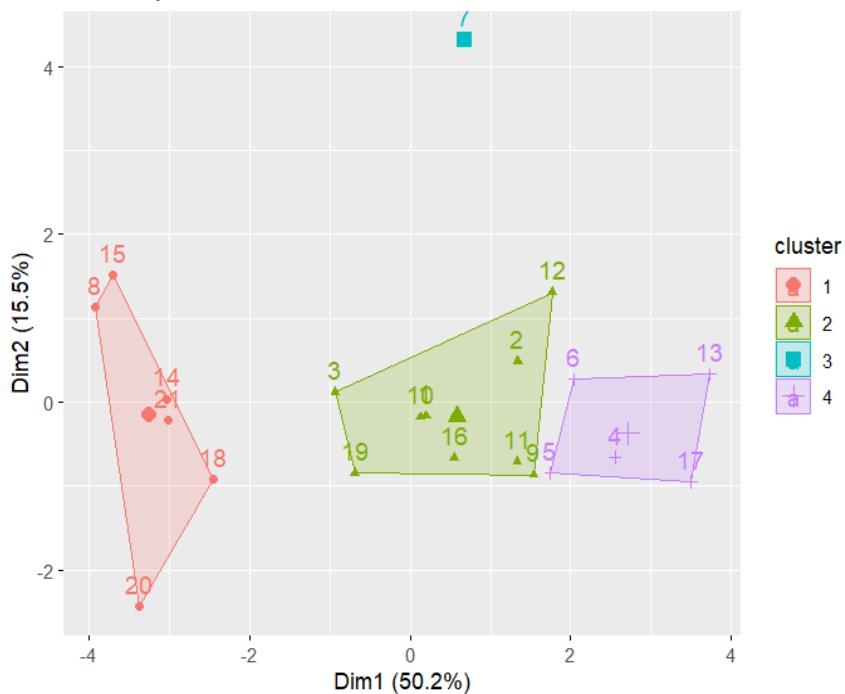
De ces observations on peut conclure que la Dim2 correspond plutôt à l'espérance de vie des plus de 65 ans.

## 3.2- CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE SUR COMPOSANTE PRINCIPALES

Cluster Dendrogram



Cluster plot



### Interprétation :

Le Cluster plot permet d'observer que certains pays ont presque les mêmes caractéristiques. Le taux de vaccination dans ces pays évolue plus ou moins dans le même sens. Ainsi, pour la catégorie de pays en classe rouge (La Corée, Le Japon, La Pologne, le Pays Bas, la Norvège et La France), pour la classe verte (La Belgique, l'Autriche, l'Irlande, Luxembourg, ...), pour la classe violette (le Danemark, la Tchécoslovaquie, l'Italie , etc..), seule la Finlande est dans une configuration distincte de tous les autres pays de l'OCDE.

## II- ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE

### 1- QUALITÉ DE LA RÉGRESSION

#### 1.1 - LE R-SQUARE

```
Call:  
lm(formula = txvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +  
    depsantepropBIP + personnelinfpour100)  
  
Residuals:  
    Min      1Q  Median      3Q     Max  
-25.098  -6.525  -2.722   9.087  30.218  
  
Coefficients:  
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) -4.713e+02  1.827e+02  -2.579  0.01617 *  
espdevie65    6.153e+00  2.223e+00   2.768  0.01047 *  
maladiechronique65 -7.878e-01  2.306e-01  -3.416  0.00218 **  
depsanteparhab -1.986e-03  4.029e-03  -0.493  0.62638  
depsantepropBIP  2.501e+00  2.198e+00   1.138  0.26592  
personnelinfpour100 2.197e+00  1.451e+01   0.151  0.88085  
---  
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1  
  
Residual standard error: 14.06 on 25 degrees of freedom  
(8 observations effacées parce que manquantes)  
Multiple R-squared:  0.6064, Adjusted R-squared:  0.5277  
F-statistic: 7.702 on 5 and 25 DF,  p-value: 0.0001687
```

r-square = 0.6064 soit 66,56% de la variance observée du taux de vaccination est expliquée par le model, c'est à dire par des différences liée à l'espérance de vie par des différences de fréquence de maladie chronique, par les dépenses de santé allouées à chaque habitant, de la capacité en terme d'effectif du personnel infirmier pour 100 habitant et des dépenses de santé en proportion du PIB.

#### 1.2 - F-TEST

Formulation des Hypothèses :

H0 = tous les coefficients sont nuls

H1 = au moins l'un des coefficients est non nul

Valeur statistiques :

p-value = 0,0001687 < 0,05

Prise de décision :

On prend 0 risque de se tromper en rejetant H0.

On accepte H1 alors le modèle est globalement explicatif.

## 1.3 - TEST DE STUDENT

### 1.3.1 Effet de l'espérance de vie

#### A - Formulation des hypothèses

H0 : Le modèle n'est pas significatif

H1 : Le modèle est globalement significatif

#### B - Significativité

p-value =  $0,010 < 0,05$ , On prends 0 risque à rejeter l'hypothèse nul

On accept H1 alors l'espérance de vie explique le taux de vaccination

#### C - Sens de l'effet

le sens de l'effet est positif

#### D - Ampleur de l'effet

l'espérance de vie a un effet non négligeable sur le taux de vaccination. On dira que pour une année de vie supplémentaire. On a une hausse de taux de vaccination de 6,15% en moyenne et toutes choses égales par ailleurs.

### 1.3.2 Effet des maladies chroniques

#### A - Formulation des hypothèses

H0 : Le modèle n'est pas significatif

H1 : Le modèle est globalement significatif

#### B - Significativité

p-value =  $0,02 < 0,05$ , On prends 0 risque à rejeter l'hypothèse 0

On accept H1 alors les maladies chroniques le taux de vaccination

#### C - Sens de l'effet

le sens de l'effet est négatif

#### D - Ampleur de l'effet

En moyenne et toutes choses égales par ailleurs, les pays qui enregistrent plus de maladies chroniques ont un taux de vaccination qui diminue de 0,78%.

## 2 - SPECIFICATION DU MODELE

### 2.1 - TEST DE RAMSEY

#### A - Formulation des hypothèses

H0 : le modèle est bien spécifié

H1 : mauvaise forme fonctionnelle et/ou omission de variable

#### B - Procédure de Test

on crée une variable txvaccp issue de la fonction :

**my\_data1\$txvaccp <- model1\$fitted.values**

Call:

```
lm(formula = txvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +  
    depsantepropBIP + persnelinfpour100 + I(txvaccp^2))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-20.794	-5.338	-1.978	5.559	16.723

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	9.281e+01	5.021e+02	0.185	0.856
espdevie65	-1.096e+00	6.298e+00	-0.174	0.864
maladiechronique65	2.679e-01	9.133e-01	0.293	0.774
depsanteparhab	-8.662e-04	5.854e-03	-0.148	0.884
depsantepropBIP	-1.927e-01	2.472e+00	-0.078	0.939
persnelinfpour100	1.520e+00	1.700e+01	0.089	0.930
I(txvaccp^2)	1.961e-02	1.731e-02	1.133	0.276

Residual standard error: 11.62 on 14 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7203, Adjusted R-squared: 0.6004

F-statistic: 6.009 on 6 and 14 DF, p-value: 0.002755

#### C - lecture de la valeur théorique

p-value (txvaccp) = 0,276 > 0,05

On accepte H0

Le modèle est bien spécifié.

#### D - test complémentaire

créons une variable **diff** telle que :

**my\_data1\$diff <- log(model1\$fitted.values) - model3\$fitted.values**

Effectuons le test de student sur la **diff**

```

Call:
lm(formula = txvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +
    depsantepropBIP + persnelinfpour100 + diff)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-21.4134 -4.3674 -0.0376  4.8621 16.3974 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 1.060e+04 8.009e+03  1.324   0.207    
espdevie65 -1.359e+02 1.027e+02 -1.324   0.207    
maladiechronique65 1.580e+01 1.194e+01  1.323   0.207    
depsanteparhab -6.333e-02 4.807e-02 -1.318   0.209    
depsantepropBIP -2.424e+01 1.844e+01 -1.315   0.210    
persnelinfpour100 -8.245e+01 6.452e+01 -1.278   0.222    
diff          -2.738e+01 1.989e+01 -1.376   0.190    

Residual standard error: 11.4 on 14 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.731,    Adjusted R-squared:  0.6158 
F-statistic: 6.342 on 6 and 14 DF,  p-value: 0.002146

```

### interprétation :

$$p\text{-value}(diff) = 0,19 > 0,05$$

La p-value associée à  $diff > 0,05 \Rightarrow$  le coef de diff n'est pas significatif.  
On accepte  $H_0$  : modèle log-linéaire < modèle linéaire.

### 3 - MULTICOLINÉARITÉ

créons une table

```
my_datacor1 <- my_data1[c("espdevie65", "maladiechronique65","depsanteparhab",
"depsantepropBIP", "persnelinfpour100")]
```

```
cor(my_datacor1)
```

	espdevie65	maladiechronique65	depsanteparhab	depsantepropBIP	persnelintipour100
espdevie65	1.0000000	-0.39018234	0.6821777	0.58688803	0.5441546
maladiechronique65	-0.3901823	1.00000000	-0.1136521	0.06049224	0.1122856
depsanteparhab	0.6821777	-0.11365214	1.0000000	0.72108588	0.8545399
depsantepropBIP	0.5868880	0.06049224	0.7210859	1.00000000	0.5411010
persnelinfpour100	0.5441546	0.11228557	0.8545399	0.54110105	1.0000000

```
summary(model3)
```

```
Call:
lm(formula = txvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +
    depsantepropBIP + persnelinfpour100)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-23.2350 -7.6925 -0.6303  5.6298 15.5774 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -4.170e+02  2.249e+02 -1.854   0.0835 .  
espdevie65    5.371e+00  2.685e+00  2.000   0.0639 .  
maladiechronique65 -6.199e-01  4.735e-01 -1.309   0.2102    
depsanteparhab  2.471e-03  5.107e-03  0.484   0.6355    
depsantepropBIP  9.572e-01  2.275e+00  0.421   0.6799    
persnelinfpour100 3.367e+00  1.708e+01  0.197   0.8464    
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1 

Residual standard error: 11.73 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6946,    Adjusted R-squared:  0.5929 
F-statistic: 6.825 on 5 and 15 DF,  p-value: 0.001662
```

#### interprétation :

R2= 0,59

le coefficient entre depsanteparhab et espdevie65 = 0,68 > R2 nous permet de soupçonner une colinéarité entre ces deux variables.

Il y a également un soupçon de colinéarité entre depsanteparhab et persnelinfpour100.

### 3.1 - VÉRIFIONS LA COLINÉARITÉ

```
Call:  
lm(formula = lntxvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +  
    depsantepropBIP + persnelinfpour100 + I(depsanteparhab *  
    espdevie65))  
  
Residuals:  
    Min      1Q  Median      3Q     Max  
-0.69603 -0.16577  0.01451  0.24588  0.65415  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) -8.216e+00  1.651e+01 -0.498   0.627  
espdevie65    1.358e-01  1.958e-01  0.694   0.499  
maladiechronique65 -2.056e-02  1.618e-02 -1.271   0.225  
depsanteparhab -1.171e-03  6.094e-03 -0.192   0.850  
depsantepropBIP  3.513e-02  7.768e-02  0.452   0.658  
persnelinfpour100 3.003e-01  5.752e-01  0.522   0.610  
I(depsanteparhab * espdevie65) 1.467e-05  7.159e-05  0.205   0.841  
  
Residual standard error: 0.395 on 14 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.7226,   Adjusted R-squared:  0.6037  
F-statistic: 6.078 on 6 and 14 DF,  p-value: 0.002615
```

R2 = 0,603 .

Le coefficient entre depsanteparhab et espdevie65 est égal à 0,841 > 0,603.  
On observe que les variables sont colinéaires.

## 4 - ENDOGÉNÉITÉ

### 4.1 - TEST DE HAUSMAN

Testons l'endogénéité de la variable espérance de vie (espdevie65 )

```
Call:  
lm(formula = espdevie65 ~ etatdesanteetlimitationauto)  
  
Residuals:  
    Min      1Q  Median      3Q     Max  
-2.67287 -0.96133 -0.00704  0.90404  2.79802  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept)   87.1296    0.9200  94.708 <2e-16 ***  
etatdesanteetlimitationauto -0.1593    0.0566  -2.816    0.011 *  
---  
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1  
  
Residual standard error: 1.375 on 19 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.2944, Adjusted R-squared:  0.2573  
F-statistic: 7.927 on 1 and 19 DF, p-value: 0.01104
```

RÉSULTAT: p-value = 0,011 < 0,05 on rejette H0 le modèle est significatif.

```
Call:  
lm(formula = lntxvacc ~ espdevie65 + maladiechronique65 + depsanteparhab +  
    depsantepropBIP + persneinfpour100 + I(depsanteparhab *  
    espdevie65) + h, data = my_data1)  
  
Residuals:  
    Min      1Q  Median      3Q     Max  
-0.52906 -0.18042  0.06491  0.20045  0.43340  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) -2.965e+01  1.523e+01 -1.947  0.0735 .  
espdevie65    3.913e-01  1.807e-01  2.165  0.0496 *  
maladiechronique65 -1.400e-02  1.326e-02 -1.056  0.3102  
depsanteparhab -3.441e-03  4.981e-03 -0.691  0.5018  
depsantepropBIP  2.832e-02  6.276e-02  0.451  0.6592  
persneinfpour100  2.114e-01  4.653e-01  0.454  0.6572  
I(depsanteparhab * espdevie65) 4.034e-05  5.846e-05  0.690  0.5023  
h               -3.300e-01  1.133e-01 -2.912  0.0121 *  
---  
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

le coef de la variable h n'est pas significatif (=0).

On ne peut pas rejeter H0 du test de Hausman

On accepte H0 : la variable espérance de vie est donc exogène

## 4.2 - TEST DE SARGAN

### **Formulation d'hypothèse:**

H0: l'instrument est valide

H1: l'instrument n'est pas valide.

### **Calcul du test statistique :**

`sum(model5$residuals^2)`

$\text{SCR\_0} = 2.183802$

`sum(model6$residuals^2)`

$\text{SCR\_1} = 43.12745$

$(\text{sum(model5$residuals}^2) * \text{sum(model6$residuals}^2))/21$

$S = 4.4848$

### **Lecture de la valeur théorique dans la table de KHI<sup>2</sup>**

$K = 10 - 1 = 9$

$\text{alpha} = 0,05$

$\text{khi}^2 = 3,33$

### **Prise de décision :**

$S > \text{khi}^2$

On rejette H0

### **Conclusion :**

On peut conclure que l'instrument n'est pas valide

## CONCLUSION

L'analyse exhaustive du taux de vaccination des personnes âgées de 65 ans et plus dans les pays de l'OCDE en 2019 a fourni des perspectives riches sur les tendances et les relations avec divers facteurs socio-économiques.

Les taux de vaccination varient significativement parmi les pays de l'OCDE, allant de 10,4% à 61,3%. Cette variabilité souligne l'importance de comprendre les facteurs qui contribuent à ces différences.

L'analyse bivariée a révélé une corrélation positive significative entre le taux de vaccination et l'espérance de vie. Les pays avec une espérance de vie élevée tendent à présenter des taux de vaccination plus élevés.

La modélisation multivariée a permis de développer un modèle de régression incluant l'espérance de vie et le personnel de santé pour 100 habitants comme prédicteurs du taux de vaccination. Cependant, il est essentiel de noter que d'autres variables non incluses dans cette analyse pourraient également jouer un rôle.

Cette analyse fournit une base solide, mais des études plus approfondies pourraient explorer d'autres facteurs tels que les politiques de santé, l'accès aux soins, et les campagnes de sensibilisation pour mieux comprendre les disparités observées.

Les résultats suggèrent que les pays pourraient bénéficier de politiques de santé publique ciblées en fonction de leur contexte économique et démographique. L'élaboration de stratégies adaptées à chaque réalité nationale pourrait améliorer les taux de vaccination des personnes âgées.

En résumé, cette analyse fournit un aperçu complet du paysage du taux de vaccination des personnes âgées dans les pays de l'OCDE. Les résultats servent de base pour des discussions plus approfondies et des actions visant à renforcer les initiatives de vaccination dans ces diverses nations.

## ANNEXES

### BIBLIOGRAPHIE :

Nous avons principalement travaillé avec l'aide du document panorama de la santé 2021, disponible au sein de la librairie des documents de l'OCDE et traitant des données de l'année 2019 :

OCDE (2021), *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/fea50730-fr>.

[1]OCDE (2021), « Population bénéficiant d'une couverture de santé », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/d9136695-fr>.

[2]OCDE (2021), « Étendue de la couverture de santé », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/7615d857-fr>.

[3]OCDE (2021), « Dépenses de santé en proportion du PIB », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/abdeea0e-fr>.

[4]OCDE (2021), « Dépenses de santé par habitant », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/e96c0da9-fr>.

[5]OCDE (2021), « Consultations chez le médecin », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/06562aa5-fr>.

[6]OCDE (2021), « Personnel infirmier », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/f88f2cda-fr>.

[7]OCDE (2021), « Espérance de vie et espérance de vie en bonne santé à 65 ans », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/791a57ae-fr>.

[8]OCDE (2021), « Maladies chroniques », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/d41dba95-fr>.

[9]OCDE (2021), « État de santé et incapacité autodéclarés à 65 ans », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/bf0a7f84-fr>.

[10]OCDE (2021), « État de santé et incapacité autodéclarés à 65 ans », dans *Panorama de la santé 2021 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/bf0a7f84-fr>.

### URL pour accéder aux données :

[1][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/etendue-de-la-couverture-de-sante-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_4ad37222-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F4ad37222-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/etendue-de-la-couverture-de-sante-2019-ou-annee-la-plus-proche_4ad37222-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F4ad37222-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[2][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/population-beneficant-d-une-couverture-pour-un-ensemble-de-services-de-base-2017-ou-annee-la-plus-proche\\_b8174dcd-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fb8174dcd-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsh](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/population-beneficant-d-une-couverture-pour-un-ensemble-de-services-de-base-2017-ou-annee-la-plus-proche_b8174dcd-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fb8174dcd-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsh)

## eetml.sheet

[3][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/depenses-de-sante-en-pourcentage-du-pib-2019-ou-annee-la-plus-proche-et-2020\\_c3941dda-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fc3941dda-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/depenses-de-sante-en-pourcentage-du-pib-2019-ou-annee-la-plus-proche-et-2020_c3941dda-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fc3941dda-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[4][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/depenses-de-sante-par-habitant-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_f0994f6f-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Ff0994f6f-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/depenses-de-sante-par-habitant-2019-ou-annee-la-plus-proche_f0994f6f-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Ff0994f6f-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[5][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/consultations-medicales-par-habitant-2000-et-2017-ou-annee-la-plus-proche\\_01bc3bd0-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F01bc3bd0-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/consultations-medicales-par-habitant-2000-et-2017-ou-annee-la-plus-proche_01bc3bd0-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F01bc3bd0-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[6][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/personnel-infirmier-en-exercice-pour-1-000-habitants-200-0-et-2017-ou-annee-la-plus-proche\\_21451bae-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F21451bae-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/personnel-infirmier-en-exercice-pour-1-000-habitants-200-0-et-2017-ou-annee-la-plus-proche_21451bae-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F21451bae-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[7]:[https://www.oecd-ilibrary.org/fr/limitations-dans-les-activites-quotidiennes-population-agee-de-plus-de-65-ans-pays-europeens-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_cfc6f80a-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fcfc6f80a-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/limitations-dans-les-activites-quotidiennes-population-agee-de-plus-de-65-ans-pays-europeens-2019-ou-annee-la-plus-proche_cfc6f80a-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fcfc6f80a-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[8][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/personnes-faisant-etat-d-un-probleme-de-sante-ou-d-un-handicap-de-longue-duree-par-quintile-de-revenu-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_7b3f7e37-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F7b3f7e37-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/personnes-faisant-etat-d-un-probleme-de-sante-ou-d-un-handicap-de-longue-duree-par-quintile-de-revenu-2019-ou-annee-la-plus-proche_7b3f7e37-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F7b3f7e37-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[9][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/adultes-de-65-ans-et-plus-declarant-un-etat-de-sante-moyen-mauvais-ou-tres-mauvais-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_e7ea66b4-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fe7ea66b4-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/adultes-de-65-ans-et-plus-declarant-un-etat-de-sante-moyen-mauvais-ou-tres-mauvais-2019-ou-annee-la-plus-proche_e7ea66b4-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fe7ea66b4-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)

[10][https://www.oecd-ilibrary.org/fr/limitations-dans-les-activites-quotidiennes-population-agee-de-plus-de-65-ans-pays-europeens-2019-ou-annee-la-plus-proche\\_cfc6f80a-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fcfc6f80a-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/limitations-dans-les-activites-quotidiennes-population-agee-de-plus-de-65-ans-pays-europeens-2019-ou-annee-la-plus-proche_cfc6f80a-fr.xlsx?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2Fcfc6f80a-fr&mimeType=vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet)