



L'ANALYSE COÛT-EFFICACITÉ DES POLITIQUES DE SANTÉ PUBLIQUE : L'EXEMPLE DE LA MICROSIMULATION DES PROGRAMMES DE PRÉVENTION DES MALADIES CHRONIQUES NON-TRANSMISSIBLES

Michele Cecchini, Jane Cheatley, Cédric Doucet, Aliénor Lerouge
OCDE – Division de la santé

17 novembre 2022
Institut Henri Poincaré, Paris

The opinions expressed and arguments employed herein do not necessarily reflect
the official views of the Organisation or of the governments of its member countries.



This project is part of the
OECD work on Best Practices





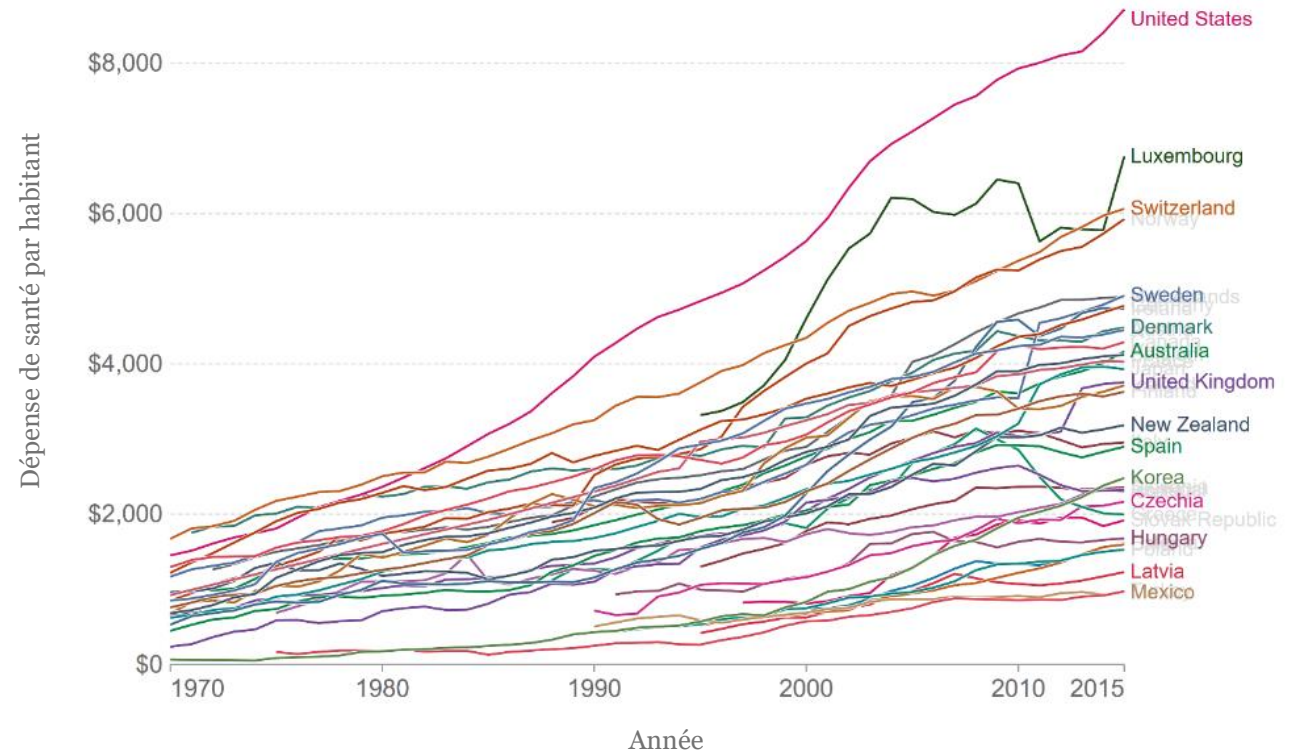
QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE



La dépense de santé dans les pays de l'OCDE

Sources: IHME – Global Burden of Disease, OECD.Stat, Our World in Data, World Bank – WDI

- La dépense de santé par habitant croît dans presque tous les pays de l'OCDE depuis 1970.
- La vitesse de croissance est sensiblement la même, à quelques exceptions notables près comme les États-Unis.
- La dépense de santé par habitant doit être mesurée à l'aune du PIB de chaque pays : si elle est plus rapide que la croissance économique nationale, une pression s'exerce au niveau du financement du système de santé.
- Cette pression va augmenter avec la décroissance démographique observée ou prévue dans beaucoup de pays de l'OCDE au cours de ce siècle.
- Ce problème relève de l'**économie de la santé**.
- Les systèmes de santé actuels sont-ils efficaces?
- Peut-on en améliorer le fonctionnement?





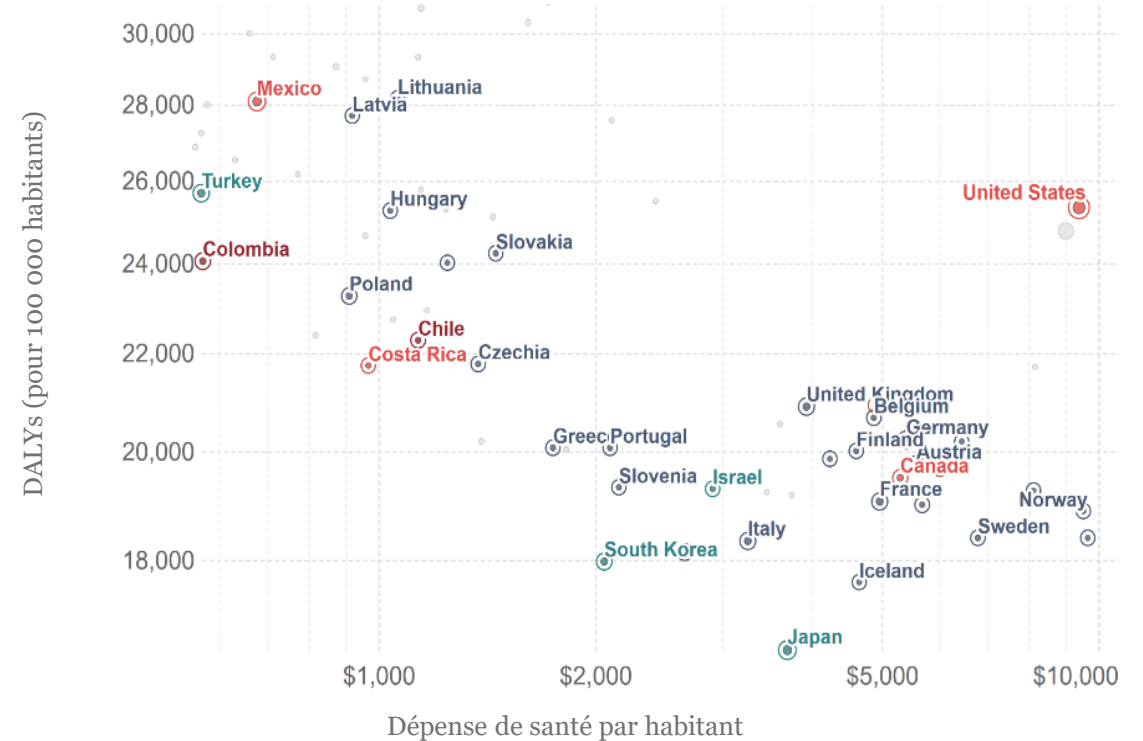
L'efficacité des systèmes de santé dans l'OCDE

Sources: IHME – Global Burden of Disease, OECD.Stat, Our World in Data, World Bank – WDI

- Pour mesurer l'efficacité des systèmes de santé, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande d'utiliser un indicateur composite : **le nombre d'années de vie corrigé de l'incapacité (DALY)**

$$\text{DALY} = \text{YLD} + \text{YLL}$$

- YLD : nombre d'années de vie avec une incapacité
- YLL : nombre d'années de vie perdues (mort prématurée)
- L'indicateur YLD est une mesure de la **morbidité**.
- L'indicateur YLL est une mesure de la **mortalité**.
- Dans les pays de l'OCDE, le DALY tend à diminuer quand la dépense de santé par habitant augmente.
- Toutefois, pour un même niveau de dépense, on observe des disparités entre systèmes de santé nationaux.

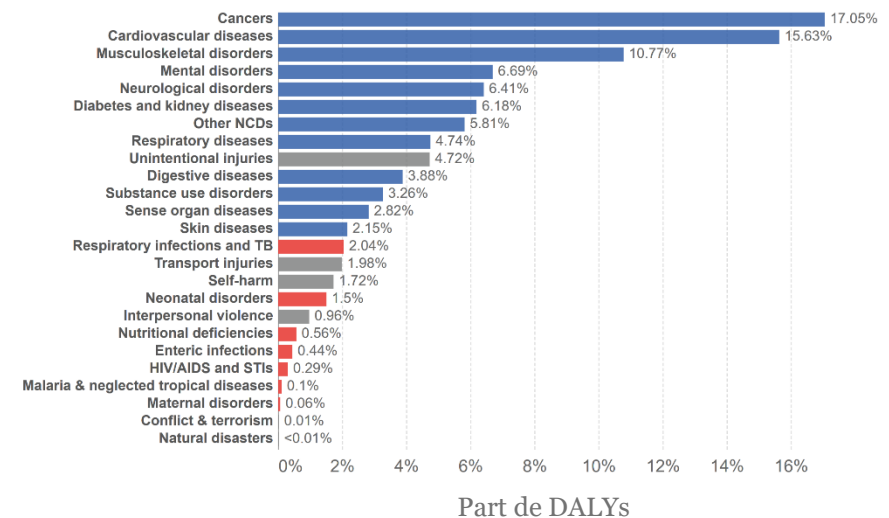
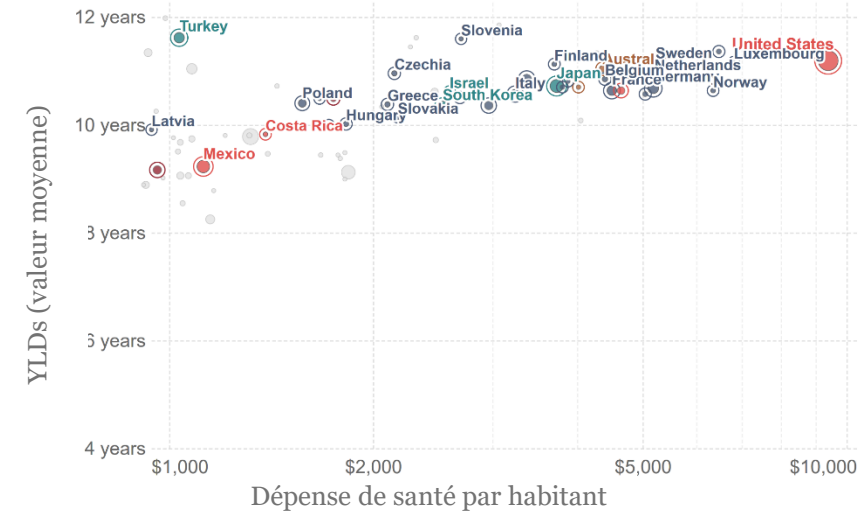




Le fléau de la maladie dans les pays de l'OCDE

Sources: IHME – Global Burden of Disease, OECD.Stat, Our World in Data, World Bank – WDI

- Le nombre d'années de vie avec une incapacité augmente avec la dépense de santé par habitant.
- L'augmentation de la dépense de santé par habitant a donc un plus fort impact sur la réduction de la mortalité.
- Les **maladies chroniques non-transmissibles** sont les principaux vecteurs de l'augmentation de la morbidité.
- On s'intéresse dans ce travail à l'évaluation des **politiques de prévention** de ces maladies.
- Les politiques de prévention primaire visent à diminuer la prévalence et l'incidence des **facteurs de risque**.
- Les politiques de prévention secondaire/tertiaire visent à diminuer la prévalence et l'incidence des **comorbidités**.





CHOIX DE LA METHODE D'EVALUATION



Analyse coûts-avantages (cost-benefit analysis)

- L'analyse coûts-avantages d'une politique consiste à estimer la différence $B - C$ entre le bénéfice monétaire B tiré de cette politique et son coût C .
- Toute politique telle que

$$B - C < 0$$

est rejetée.

- Parmi toutes les politiques admissibles, on adopte la politique qui maximise le score $B - C$.
- Aux Etats-Unis, une analyse coûts-avantages est parfois juridiquement obligatoire avant de prendre une décision.
- En France, l'analyse coûts-avantages est recommandée par certains experts (par ex., rapport "Les grands défis économiques", Blanchard, Tirole, 2021)





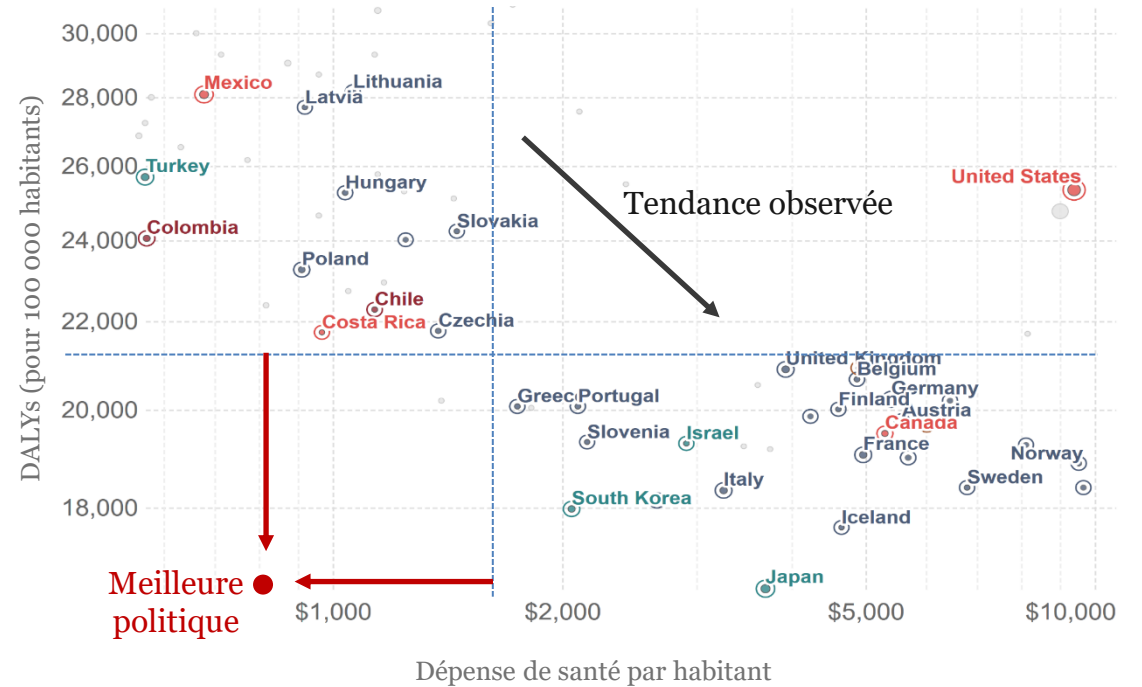
Analyse coûts-efficacité (cost-effectiveness analysis)

- L'analyse coûts-avantages de politiques de prévention soulève des questions méthodologiques et éthiques.
- Elle nécessite notamment une étape de monétarisation de potentiels avantages sanitaires qui dépasse le seul cadre mathématique.
- L'analyse coût-efficacité permet de contourner certaines difficultés en s'intéressant au rapport

$$R = \frac{\text{Coût}(B) - \text{Coût}(A)}{\text{DALY}(B) - \text{DALY}(A)}$$

pour arbitrer entre

- une politique de référence *A*
- et une politique candidate *B*





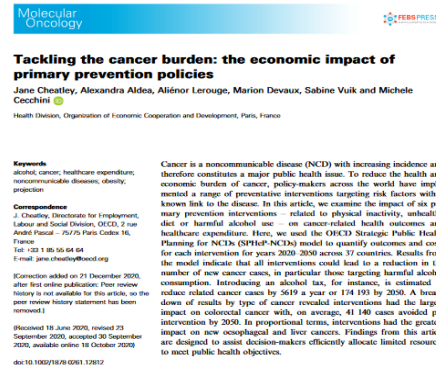
Exemples d'analyses coût-efficacité de politiques de prévention primaire réalisées par l'OCDE

Alcool



2021

Cancers



1. Introduction

The impact of cancer on global health is well publicised. Using latest available data, the estimated number of cancer incident cases and deaths across genders and all groups in the world was approximately 18.1 million and 9.5 million, respectively [1]. At the population level, depending on a country's income status, this translates into an age-standardized incident rate (ASIR) (a measure which takes into account differences in the age structure of populations being compared) between 110-342 and 113-278 per 100 000 people for men and women, respectively [2,3]. For both genders, colorectal and lung cancers are two of the most common forms of cancer along with prostate cancer for men and breast cancer for women [4-5].

Since 2007, the ASIR for cancer increased in 123 out of 195 countries analysed as part of the Global Burden of Disease study, particularly amongst high-income countries due to ageing populations [6]. Conversely, over the same period, the cancer death rate declined in 145 countries [6].

Abbreviations
 ASIR, age-standardized incident rate; BMI, body mass index; DALY, disability-adjusted life year; MUP, minimum unit pricing; NCD, noncommunicable disease; OECD, Organization for Economic Cooperation and Development; PPS, purchasing power parity; SDG, Sustainable Development Goal; SPHeP-NCDs, Strategic Public Health Planning for NCDs; UN, United Nations; USD, United States Dollar; WHO, World Health Organisation.

McKee, *Obesity* 19 (2017) 179-189 © 2020 The Author. Published by Elsevier Press and John Wiley & Sons Ltd.
 This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2020

Obésité



2019



USAGE DE LA MICROSIMULATION



Le modèle de microsimulation SPHeP-NCD

Modules présents (synthèse de population)

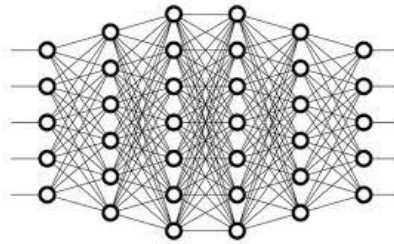
- Module démographique
- Module des facteurs de risque
- Module des maladies
- Module du marché du travail

Microsimulation



Population virtuelle

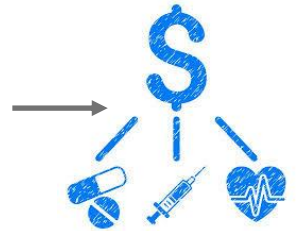
Module de système de santé (en développement)



Réseaux neuronaux artificiels



Usage prédit des services de soins



Dépenses de santé prédites

Données agrégées
au niveau national



Microdonnées au niveau du patient



*Population réelle
(échantillon)*

+



*Usage réel des
services de soins*

+



Dépenses de santé réelles



Les microdonnées collectées sont hétérogènes



Allemagne

- 257 410 patients
- 48 variables
- 3 démographiques
- Aucun facteur de risque
- 29 maladies
- 10 types de service
- 6 types de dépense
- Groupe de contrôle
- Groupe expérimental



Lituanie

- 452 769 patients
- 27 variables
- 2 démographiques
- 1 facteur de risque
- 12 maladies
- 6 types de service
- 6 types de dépense
- Groupe de contrôle



Espagne

- 97 005 patients
- 59 variables
- 5 démographiques
- aucun facteur de risque
- 32 maladies
- 10 types de service
- 1 type de dépense
- Groupe de contrôle
- Groupe expérimental



Etats-Unis

- 171 255 patients
- 26 variables
- 3 démographiques
- 1 facteur de risque
- 10 maladies
- 6 types de service
- 6 types de dépense
- Groupe de contrôle



Medical
Expenditure
Panel Survey
(MEPS)

Exemples de variable

- **démographie:** âge, sexe
- **Facteurs de risque:** indice de masse corporelle (IMC)
- **maladies:** BPCO, diabète, AVC, ...
- **services:** visites en ambulatoire, visites aux urgences, hospitalisations, durée de séjour
- **dépenses:** dépense totale



Modélisation de la demande de soins et contrefactualité

Dépense de santé par patient p et service s :

$$\text{Coût}_s(p) = \text{Quantité}_s(p) \times \text{Prix}_s(p)$$

Dépense de santé totale au niveau national :

$$\text{Coût} = \sum_{\text{Patient } p} \sum_{\text{Service } s} \text{Coût}_s(p)$$

Fonction de demande de soins (réseaux neuronaux):

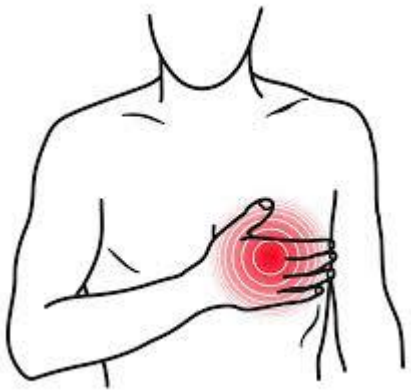
$$\text{Quantité}_s(p) = f_1(\text{âge, sexe, facteurs de risques, maladies})$$

Fonction de coût (réseaux neuronaux):

$$\text{Coût}_s(p) = f_2(\text{âge, sexe, facteurs de risques, maladie, } \text{Quantité}_s(p))$$



Exemple: prévention secondaire chez le généraliste

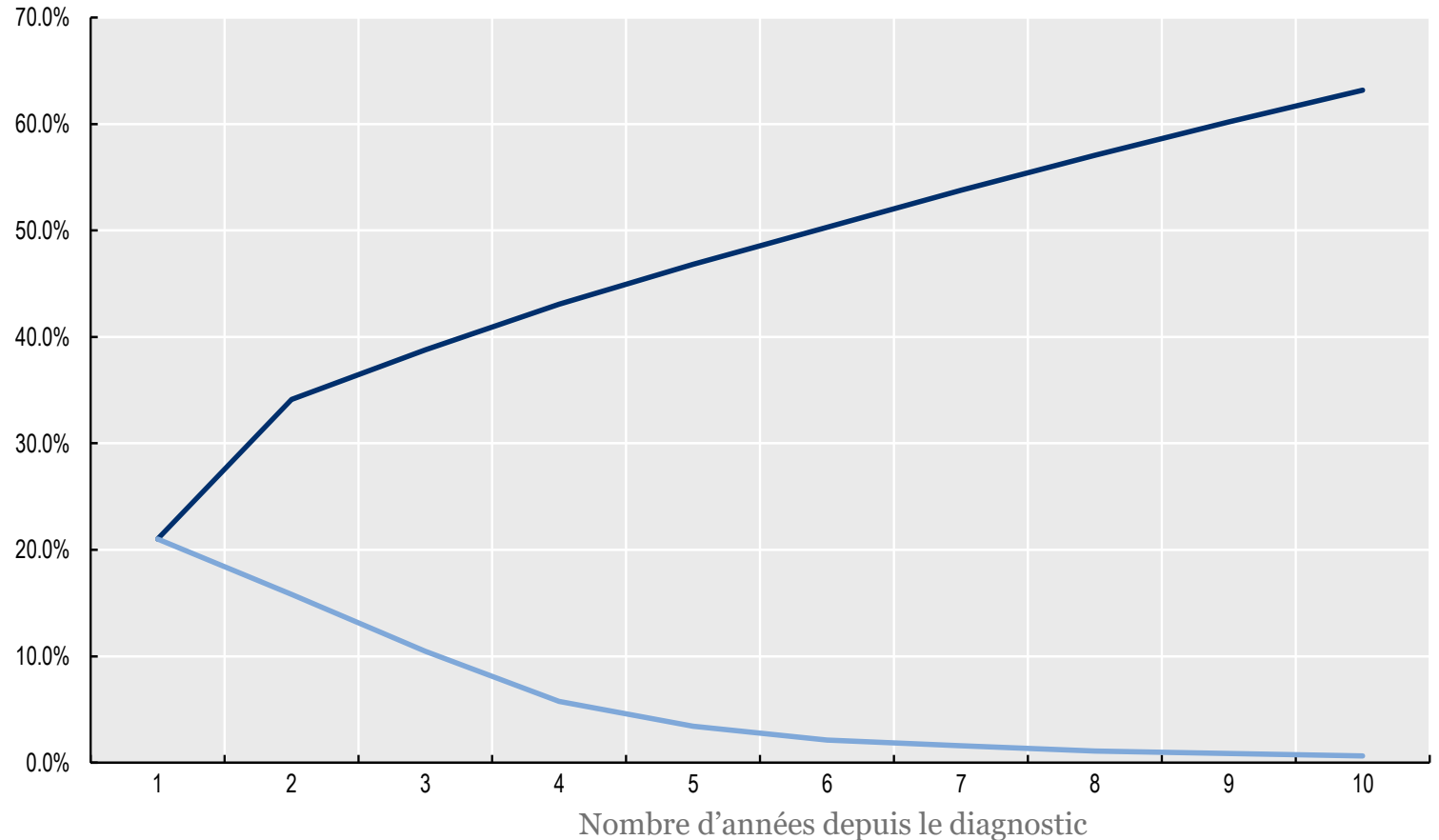


- Homme de 50 ans
- Infarctus du myocarde + diabète

■ Politique de référence

■ +1 visite annuelle chez le médecin généraliste

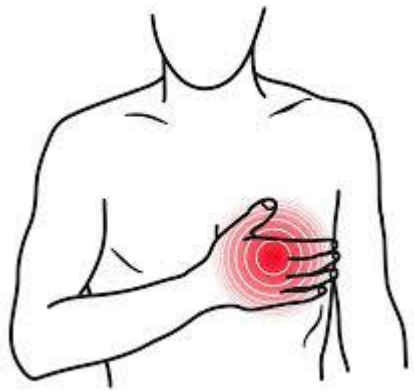
Probabilité de visiter les urgences



Les résultats présentés sont préliminaires et ont été obtenus avec un modèle simplifié. Il s'agit d'une preuve de concept sans portée politique.

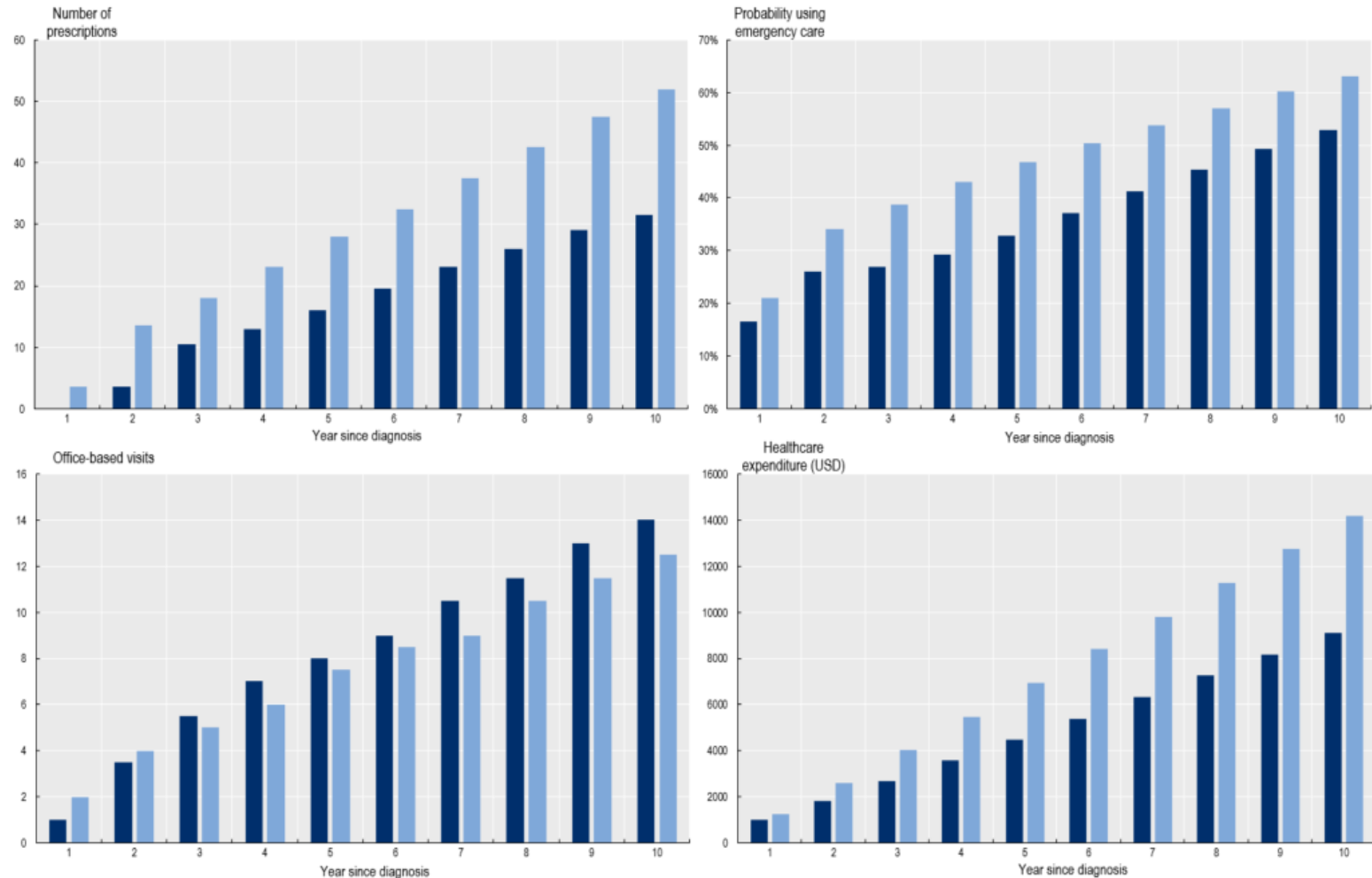


Exemple: prévention secondaire d'une comorbidité



Homme de 50 ans

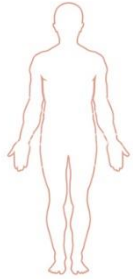
- Infarctus du myocarde
- Infarctus du myocarde + diabète



Les résultats présentés sont préliminaires et ont été obtenus avec un modèle simplifié. Il s'agit d'une preuve de concept sans portée politique.



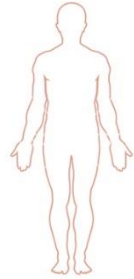
Exemple: coût de la morbidité



Patient
sans maladie



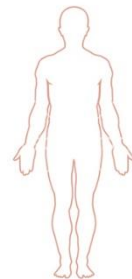
Coût C_0



Patient souffrant
d'une maladie A



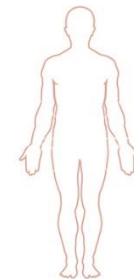
Coût $C_{A,0}$



Patient souffrant
d'une maladie B



Cost $C_{B,0}$



Patient souffrant
des maladies A et B



Cost $C_{A,B,0}$

Coût de la maladie A: $C_A = C_{A,0} - C_0$

Coût de la maladie B: $C_B = C_{B,0} - C_0$

Coût de la comorbidité (A,B): $C_{A,B} = C_{A,B,0} - C_B - C_A - C_0$



RECHERCHE D'UN MODÈLE



Des modèles multipartites sont traditionnellement utilisés

Théorème de l'espérance totale :

$$\mathbb{E}(X) = \sum_{i=1}^n \mathbb{P}(A_i) \mathbb{E}(X|A_i)$$

Modèle bipartite (two-part model) :

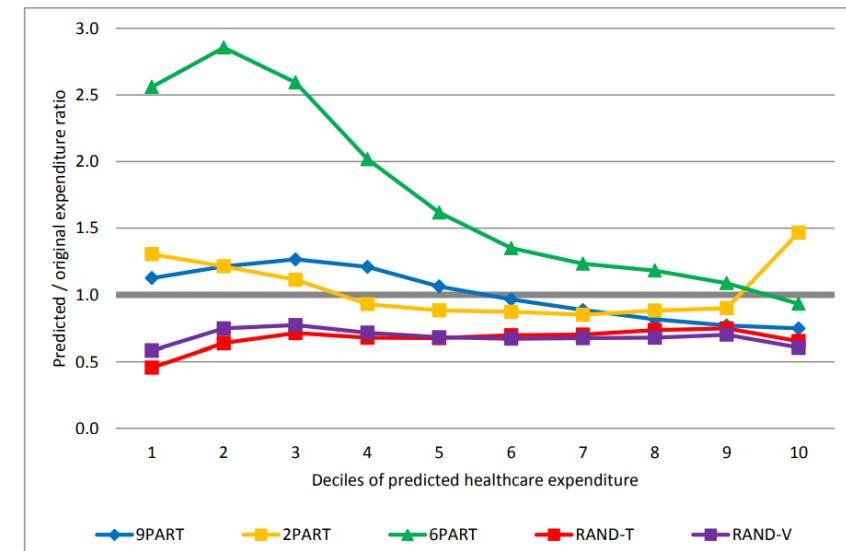
$$\mathbb{E}(X) = \mathbb{P}(X > 0) \mathbb{E}(X|X > 0)$$

Estimation décomposée en deux sous-problèmes:

1. Problème de classification : estimation de $\mathbb{P}(X > 0)$
2. Problème de régression : estimation de $\mathbb{E}(X|X > 0)$

Comparaison sur les microdonnées MEPS (Cecchini, 2018)

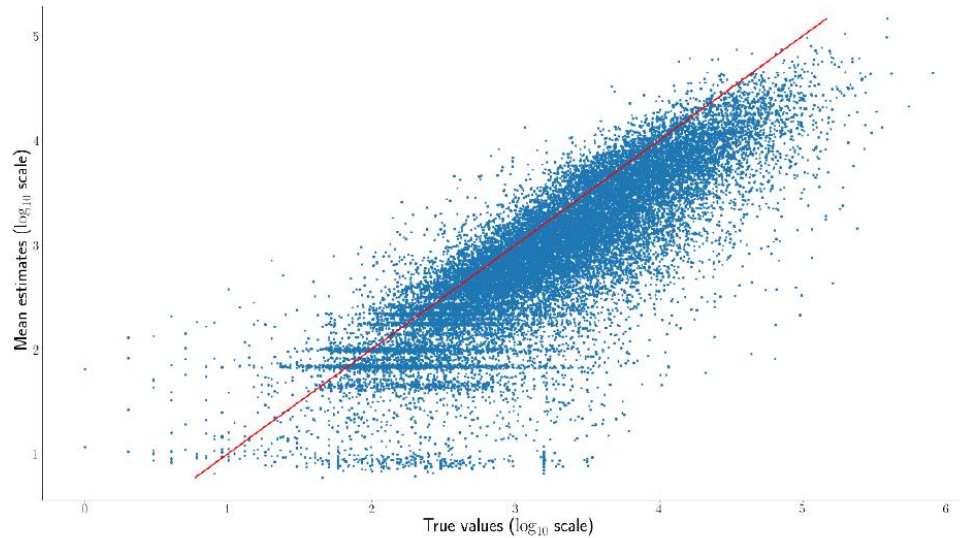
Regression approach	Original data			Predicted data			T-test
	Mean	95% Conf.interval	Std. dev.	Mean	95% Conf.interval	Std. dev.	
RAND-T	4,559	4,508 4,610	11,336	3,067	3,045 3,089	4,938	0.000
RAND-V	4,359	4,312 4,406	10,955	2,789	2,771 2,806	4,031	0.000
2PART	3,982	3,939 4,025	10,543	4,673	4,623 4,723	12,187	0.000
6PART	4,044	3,997 4,092	11,519	4,414	4,384 4,443	7,177	0.000
9PART	3,412	3,393 3,430	4,614	4,044	3,997 4,092	11,519	0.000





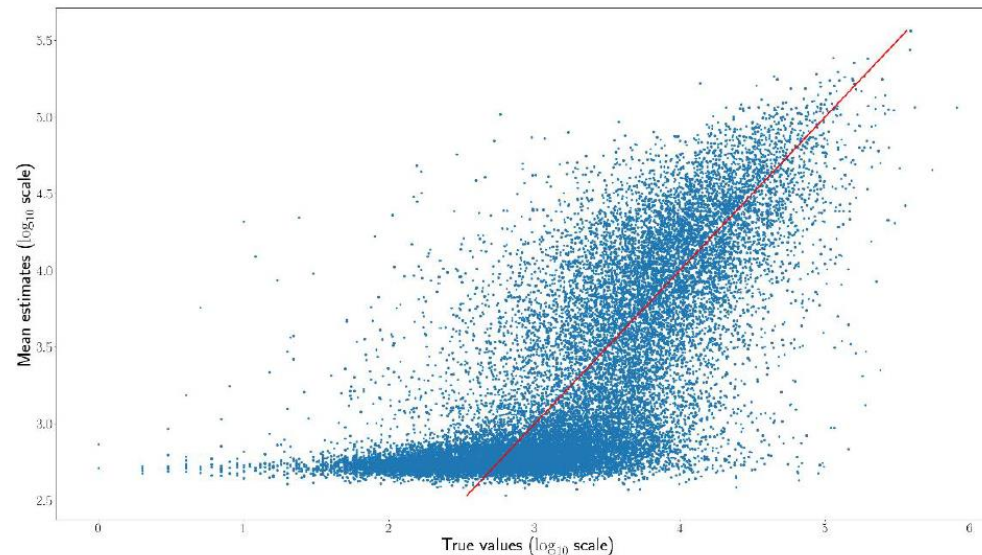
Deux niveaux de prédiction des dépenses de santé

Échelle individuelle



Control variables				Test error	
Age + Sex	Diseases	Disease duration*	Utilisation	mean	std
			x	59.00%	2.51%
x			x	59.33%	1.46%
x		x	x	59.76%	1.98%
	x	x	x	59.85%	1.77%
	x		x	59.97%	1.36%
		x	x	60.46%	1.62%
x	x		x	60.47%	0.77%
x	x	x	x	60.61%	2.39%
	x			92.77%	0.89%
x	x			93.25%	1.45%
x				93.79%	2.76%
		x		94.57%	1.56%
x		x		94.60%	1.77%
	x	x		94.80%	1.91%
x	x	x		95.39%	2.48%

Échelle populationnelle



Control variables				Test error	
Age + Sex	Diseases	Disease duration*	Utilisation	Mean	std
		x	x	5.39%	0.94%
x			x	5.53%	0.85%
	x	x	x	5.62%	1.02%
x		x	x	5.85%	1.21%
			x	6.00%	0.87%
	x		x	6.11%	1.15%
x	x		x	6.14%	0.88%
x	x	x	x	6.25%	1.43%
		x		7.57%	0.65%
x		x		7.67%	0.47%
x	x	x		8.52%	0.46%
	x	x		8.72%	1.02%
x	x			9.79%	0.41%
	x			9.94%	0.55%
x				12.74%	8.88%



Prédiction de l'absence de dépenses de santé

Expenditure	Accuracy	True positive rate	True negative rate	Balanced accuracy
Office-based visits	99.05	99.98	98.58	99.28
Outpatient visits	99.72	100	98.16	99.08
Emergency room visits	99.18	99.99	94.22	97.1
Inpatient visits	99.91	99.99	98.93	99.46
Prescriptions	99.9	99.99	99.85	99.92
Total	95.09	82.49	99.51	91

Prédiction binaire de l'absence de dépenses de santé à partir du profil médical et de la demande de soins du patient

Expenditure	Accuracy	True positive rate	True negative rate	Balanced accuracy
Office-based visits	71.66	63.27	74.32	68.79
Outpatient visits	85.35	85.36	0	42.68
Emergency room visits	86.83	86.86	56.67	71.76
Inpatient visits	92.43	92.43	0	46.22
Prescriptions	73.08	63.58	81.33	72.45
Total	78.37	50.85	81.57	66.21

Prédiction binaire de l'absence de dépenses de santé à partir du seul profil médical du patient

Observations:

- La connaissance de l'utilisation des services de soins conduit à des prédictions plus précises.
- La décomposition des dépenses de soins améliore la qualité des prédictions.



Prédiction de l'absence de soins

Healthcare service use	Accuracy	True positive rate	True negative rate	Balanced accuracy
Office-based visits	72.1	62.65	74.96	68.81
Outpatient visits	85.03	85.12	35	60.06
Prescriptions	72.97	66.09	77.3	71.69
Nights in hospital	92.45	92.49	28.57	60.53
Hospital discharges	92.32	92.37	30.77	61.57
Emergency room visits	85.97	86.25	47.6	66.93

Prédiction binaire de la demande de soins à partir du profil médical du patient

Healthcare service use	Accuracy	True positive rate	True negative rate	Balanced accuracy
Nights in hospital	92.46	92.59	47.42	70.01
Hospital discharges	92.34	92.47	48.96	70.71
Emergency room visits	86.04	86.37	51.85	69.11

Prédiction binaire de la demande de soins en hôpital à partir du profil médical et de la demande de soins ambulatoires

Observations:

- Le taux de bonne classification (accuracy) n'est pas un bon indicateur de performance.
- Il peut être artificiellement élevé lorsqu'une classe est sur-représentée.
- La moyenne des taux de vrais positifs et de vrais négatifs (balanced accuracy) est plus pertinente.
- Les réseaux de neurones sont meilleurs que l'approche naïve (balanced accuracy > 50%)
- Ces résultats sont améliorables en optimisant les hyperparamètres (valeurs par défaut utilisées ici)



Prédiction de la demande de soins

Diseases	Office-based visits	Outpatient visits	Prescriptions	Nights in hospital	Hospital discharges	Emergency room visits
Asthma	-9.01	4.5	-21.75	-17.47	10.05	-0.72
Arthritis	-10.99	-8.06	-20.76	2.95	7.35	-0.12
Chronic bronchitis	-10.03	35.01	10.67	2.31	20.46	11.81
Coronary heart disease	-6.01	15.45	-22.31	-0.64	16.2	1.83
High cholesterol	-10.44	-7.13	-17.68	5.08	11.23	2.89
Diabetes	-10.38	-16.8	-25.27	2.21	10.13	6.15
Emphysema	-3.17	-6.48	38.89	-1.5	11.82	8.22
High blood pressure	-10.59	-14.95	-21.28	1.79	9.17	-0.31
Myocardial infarction	-4.79	22.04	-28.51	4.93	16.82	2.98
Stroke	3.69	3.7	-18.09	13.17	21.7	8.59
All diseases	-14.61	-22.2	-15.85	6.91	5.62	-2.63

Prédiction de la demande de soins à partir du profil médical du patient

Diseases	Nights in hospital	Hospital discharges	Emergency room visits
Asthma	5.49	-13.62	-3.79
Arthritis	-4.68	-10.65	-7.83
Chronic bronchitis	-2.52	1.96	2.11
Coronary heart diseases	2.4	1.4	20.55
High cholesterol	-1.76	-8.88	-2.82
Diabetes	4.15	-5.32	-0.74
Emphysema	41.21	24.23	17.57
High blood pressure	6.32	0.09	5.6
Myocardial infarction	-3.08	0.67	11.37
Stroke	5.92	-6.47	1.72
All diseases	1.73	-6.5	-3.25

Prédiction de la demande de soins hospitaliers à partir du profil médical du patient et de la demande de soins en ambulatoire et en ville

Observations:

- On voit ici les erreurs relatives sur la valeur moyenne.
- Les erreurs sont généralement petites sauf pour quelques maladies (par ex. emphysème)



Prochaines étapes

- Collecter des données de patients couvrant idéalement toute une population
- Améliorer la prédiction de la demande de soins
- Réfléchir à une manière d'extrapoler l'analyse de politiques nationales aux pays pour lesquels seuls des données agrégées sont connues
- Ajouter un module d'inférence causale pour diminuer le risque de baser une décision sur un facteur cofondant



Contact

Si vous êtes intéressés par ce projet, ou plus généralement les activités de la Division de la santé de l'OCDE, n'hésitez pas à me contacter:

cedric.doucet@oecd.org