

Choix social et coronavirus

Jérôme Lang

3 avril 2020

Avertissement *Cette note est avant tout à destination du LAMSADE. Cela dit, si vous voulez faire suivre, n'hésitez pas, mais à petite dose (pas de listes de diffusion etc.). C'est avant tout un document qui peut nous permettre de commencer à discuter de pistes de recherches à venir. J'ai essayé de faire en sorte que ce soit lisible pour tout le monde, au prix de certaines imprécisions et ambiguïtés. Les commentaires et critiques sont plus que bienvenus! À noter que ce que j'y dis n'est pas original : je me suis contenté de reprendre et d'adapter ce que j'ai lu ailleurs.*

La pandémie actuelle de Covid-19 pose des questions en ce qui concerne son traitement en urgence aussi bien que le travail en amont visant à réduire l'impact d'épidémies futures (ou du retour de l'actuelle). Je décris informellement deux grandes questions, qui font appel au choix social et/ou à l'élicitation de préférences et de croyances, et qui peuvent donc intéresser les chercheurs du LAMSADE.

1 Allocation équitable et efficace de ressources médicales en tension

On l'a lu et entendu dans les media : en Europe de l'ouest, de plus en plus, les hôpitaux manquent de place, de médecins et de matériel. C'est à ce jour en Lombardie que la situation est la plus critique. Quelques patients ont été transportés vers d'autres régions d'Italie, ou en Autriche, ou en Allemagne, mais certains ne seront tout simplement pas soignés, ou moins bien soignés que d'autres, par manque de ressources. L'allocation de ressources rares devient alors un choix terrible, particulièrement en ce qui concerne les respirateurs, puisqu'il s'agit souvent d'un choix entre une mort à court terme et une probabilité de survie (ce choix terrible est d'ores et déjà demandé aux médecins italiens [13]). Les paramètres du problème diffèrent selon qu'on parle de places en soins intensifs, de respirateurs, de masques ou de tests. Dans la suite de la discussion, on va concentrer l'attention sur les respirateurs, mais les arguments valent pour les autres ressources (avec quelques différences spécifiques).

Lorsqu'il s'agit d'allouer des ressources en tension (c'est-à-dire avec moins de ressources qu'il ne le faudrait pour satisfaire la demande), on considère souvent quatre principes éthiques (dont il semble qu'ils remontent aussi loin qu'à

Platon), qui sont repris dans le contexte de la lutte contre le Covid-19 dans [6], dont ce qui suit est largement inspiré : *maximisation du bien-être social* (ou utilitarisme), *égalité d'accès aux ressources*, *récompense* (ou mérite), et *égalitarisme ex-post* (ou compensation).

La maximisation du bien-être social (U, comme utilitarisme) consiste à maximiser la satisfaction globale des individus, ou autrement dit, la somme des satisfactions individuelles. Dans le contexte qui nous intéresse, il y a au moins deux façons de comprendre cette notion de satisfaction : (U1) si on considère qu'un individu est satisfait si et seulement s'il survit à la maladie, alors le principe utilitariste maximise l'espérance du nombre de vies sauvées par le traitement médical; (U2) mais si l'on considère que la satisfaction d'un individu est le nombre d'années qu'il va vivre, alors ce même principe maximise l'espérance du nombre global d'années de vie sauvées. (U1) et (U2) conduisent à des choix très différents. (U1) revient à choisir les patients avec la plus forte valeur de $p(\text{survie} \mid \text{traitement}) - p(\text{survie} \mid \text{pas de traitement})$

— c'est-à-dire le gain de probabilité de survie obtenu par le traitement, alors que (U2) revient à choisir les patients avec le plus fort gain d'espérance de vie obtenu par le traitement, ce qui conduit naturellement à privilégier des patients jeunes : s'il faut choisir entre une personne A de 60 ans qui va survivre avec une probabilité 1 si elle est traitée, et avec une probabilité 0.75 si elle ne l'est pas, et une personne B de 80 ans qui va survivre avec une probabilité 0.5 si elle est traitée et 0 si elle ne l'est pas, (U1) conduit à choisir B, tandis que (U2) conduit à choisir A.

L'égalité d'accès aux ressources (EA), ou encore *égalité ex ante*, donne à chacun les mêmes chances d'accès *a priori* aux ressources. Un premier exemple : on tire au hasard les patients qui bénéficieront des respirateurs (parmi ceux qui sont en demande). C'est très inefficace. Une autre solution, moins simpliste et souvent appliquée dans des contextes médicaux, consiste à donner la priorité aux premiers arrivés. Appliquer ce principe dans le cas qui nous intéresse semble à exclure (tout autant que le tirage au sort); pourtant, ne pas l'appliquer a des implications dramatiques (et traumatisantes pour les médecins) : certains patients devront être débranchés en cours en route (et ceci, même s'ils ont une meilleure probabilité de s'en sortir avec un respirateur que sans respirateur) au bénéfice de patients avec un meilleur gain moyen.

Le critère de la récompense et du mérite (R) tend naturellement à privilégier les personnels de santé, même au détriment de patients avec un meilleur pronostic. Il y a deux interprétations de ce critère : on peut le voir comme une récompense pour les actions passées ou à venir, ou encore comme une maximisation de la *valeur instrumentale*, qui a une implication sur le bien-être social futur : sauver des personnels de santé permet indirectement de sauver des vies d'autres patients, étant donné que le personnel médical, une fois guéri, peut retourner soigner des patients, et par ailleurs, le fait de savoir qu'ils seront prioritaires pour les soins s'ils tombent malades incite les personnels de santé à s'engager dans la lutte contre la pandémie, en prenant des risques pour eux-mêmes.¹ Ces

1. Si le fait d'être prioritaire en cas de besoin ne suffit pas (c'est-à-dire, n'est pas jugé assez

récompenses peuvent même être négatives : on pourrait imaginer qu'un patient qui a été surpris trois fois en flagrant délit de violation du confinement soit moins prioritaire qu'un patient qui a suivi scrupuleusement les règles...

L'égalitarisme *ex post* (EP) consiste à privilégier les patients qui sont les plus à plaindre, notamment les plus jeunes (donc ceux qui vivraient les vies les plus courtes s'ils mouraient de la maladie), ou encore ceux qui souffrent le plus, ou qui sont les plus malades, à cause du coronavirus ou d'autre chose. Ce critère favorise souvent les plus jeunes, comme le critère U2, mais pour une raison différente, et d'ailleurs ces critères peuvent être en conflit. Si le patient A a 40 ans et une probabilité de survie faible (disons 0.1) s'il est traité, et que le patient B a 50 ans et une probabilité 1 de survivre s'il est traité et 0 sinon, U2 choisira B tandis que EP choisira A. Ou encore, si A et B (toujours 40 et 50 ans) ont les mêmes probabilités de survie avec et sans traitement, mais que B a un handicap invalidant, EP peut choisir B alors que U2 choisira A.

Ces quatre grands principes de justice distributive sont discutés en détail dans [6], qui émettent 6 recommandations pour l'allocation de ressources médicales dans la pandémie de Covid-19 :

1. maximiser le bien-être social (avec un compromis entre U1 et U2 consistant à maximiser le nombre de patients qui survivront avec un nombre "raisonnable" d'années d'espérance de vie après traitement).
2. donner la priorité aux personnels de santé.
3. ne pas procéder à une allocation "premier arrivé premier servi", et pour les patients à pronostic similaire, procéder à un tirage au sort.
4. définir des priorités différentes pour les différentes ressources (notamment, il peut être plus pertinent de vacciner les plus âgés plutôt que les plus jeunes) et réviser les priorités au fur et à mesure que l'on acquiert de nouvelles connaissances.
5. donner une priorité aux patients qui acceptent de prendre des risques pour faire avancer la recherche sur la pandémie et son traitement ; cette priorité ne peut cependant être utilisée que pour des patients de pronostic similaires.
6. ne pas donner la priorité aux patients atteints du Covid-19 sur les patients souffrant d'autres pathologies, mais appliquer les critères précédents indépendamment de la pathologie.

L'association italienne d'anesthésie et de soins intensifs a publié des recommandations similaires [13], plus détaillées (ce serait trop long d'en parler ici), qui sont déjà appliquées localement.

Il est clair que si dans l'urgence, l'agrégation des différents principes évoqués doit être faite de manière très simple (par exemple lexicographique), une réflexion plus approfondie peut mener à des agrégations plus complexes, qui incitatif), on peut envisager de donner au personnel médical le droit de désigner un certain nombre de bénéficiaires (passe-droits).

feront appel à des méthodes de décision multi-critères, et à l'élicitation de compromis entre différentes quantités concernées.

Reste une question cruciale : qui décide de l'importance des différents principes et critères ? Les médecins ? L'État ? Les citoyens ? Un peu des trois ? Actuellement, ce sont les médecins qui prennent ces décisions (ce qui est plutôt rassurant) ; mais on peut imaginer que les citoyens peuvent avoir également leur mot à dire. On pourrait alors éliciter les préférences collectives en donnant aux sujets des dilemmes tirés au hasard, comme le font [5, 8] pour le choix de patients en attente de greffe d'organe ou, hors du domaine médical, [3, 2] pour la conceptions de machines autonomes.

Il n'y a d'ailleurs pas que les critères sur lesquels il faut s'entendre : l'évaluation des probabilités de survie peut faire l'objet d'un processus d'agrégation d'opinions de médecins (cela l'est sans doute dans la réalité). Il y a une littérature immense sur l'agrégation de probabilités (en particulier sous le nom "opinion pooling").² Quelques questions spécifiques (ou pas) au problème qui nous concerne :

- Faut-il éliciter les probabilités numériquement (ce qui est souvent une tâche malaisée pour les médecins) ou plutôt demander aux médecins de classer les patients selon leur probabilité de survie avec traitement (ou de gain de probabilité de survie, ou de gain moyen d'années de vie suite au traitement) ?
- Faut-il donner à tous les médecins la même importance, ou pondérer les opinions en fonction de leur nombre de réponses correctes passées (ce qui est possible pour la survie immédiate mais évidemment pas pour le gain moyen d'années de vie) ?
- Faut-il agréger les avis en les considérant comme indépendants ? Par exemple, supposons que neuf médecins donnent leur avis : trois anesthésistes, trois infectiologues et trois pneumologues. Si six médecins sur neuf s'accordent à dire que le patient peut survivre si on lui donne un respirateur, la situation où ces six médecins sont deux anesthésistes, deux infectiologues et deux pneumologues ne doit sans doute pas mener à la même conclusion que celle où les six médecins sont les trois anesthésistes et les trois infectiologues.

2 Choix budgétaires collectifs

Nul ne sert de le rappeler : si autant de personnes meurent du Covid-19, c'est en partie parce qu'il y a trop peu de places en hôpital, trop peu de médecins et d'infirmier-e-s, trop peu de matériel médical (respirateurs, masques ...). Et s'il y a aussi peu de places en hôpital, de personnel et de matériel médical, à qui la faute ? On entend régulièrement : aux gouvernements successifs qui n'ont cessé de vouloir maîtriser, sinon réduire, les dépenses de santé. Mais les gouvernements en sont-ils les véritables responsables ? La santé coûte terriblement cher ;

². Comme je n'ai presque jamais rien lu sur le sujet, ce que je suggère ci-dessous a peut-être déjà été fait mille fois.

c'est de loin l'un des deux postes de dépenses publiques les plus importants (avec l'éducation). Si Emmanuel Macron (ou François Hollande, ou Nicolas Sarkozy) avait fait campagne en disant "Je promets d'augmenter fortement les moyens alloués au système médical", ses adversaires n'auraient pas manqué de lui demander avec quel financement il comptait le faire. Et si le même Macron (ou Hollande, ou Sarkozy) avait alors annoncé qu'il comptait pour cela augmenter de façon significative les impôts ou réduire drastiquement les autres services publics (et avant tout l'éducation), aurait-il été élu ? Probablement pas, et cela aurait été un autre qui à coups de "je suis sensible au ras-le-bol fiscal", aurait été élu... au détriment des hôpitaux. On ne peut pas avoir l'hôpital et l'argent de l'hôpital, il faut choisir. D'un côté, des hôpitaux modernes couvrant le territoire, accessibles à tous, avec une réserve suffisante de lits pour parer à des situations de crise, du matériel (scanners, IRM etc.) permettant de prendre en charge des patients potentiellement atteints d'une maladie grave sans les faire patienter un mois sur une liste d'attente (hélas oui...), plus de médecins, et un SAMU qui répond dans les 10 secondes au lieu de passer du Vivaldi pendant 15 minutes. D'un autre côté, moins d'impôts pour financer les hôpitaux, et donc : des téléphones et des ordinateurs qu'on change au fur et à mesure que des modèles plus sophistiqués sont disponibles, de grands écrans de télévision, des forfaits haut débit illimités, des voitures, des voyages en avion, des appartements plus grands, mieux chauffés et climatisés, des vêtements en nombre, et cetera. On a compris : ce n'est pas si simple.

Il faut donc prendre collectivement une décision lourde d'implications : quelle part de notre budget à consacrer à la santé ? La santé étant un bien comme un autre, la question peut se reformuler ainsi : quelle est la manière optimale de répartir le budget des ménages sur les différents postes de dépenses publiques (par exemple, pour simplifier : santé, éducation, justice, infrastructures, autres dépenses publiques) et les dépenses privées (le pouvoir d'achat), que les individus peuvent répartir comme ils le souhaitent ? Comment peut-on prendre une telle décision collective ? Bien entendu, la question est hautement complexe, : les citoyens ont une connaissance réduite des sommes nécessaires au bon fonctionnement du système de santé (et des autres services publics) ; le budget disponible pour les dépenses privées ne doit pas être uniforme mais, dans un système redistributif, doit évidemment dépendre des ressources des individus. Mais on peut, dans un premier temps, commencer par modéliser la question comme un problème de répartition (en anglais "portioning") : les individus concernés (les citoyens) expriment leurs préférences sur la façon dont ils préfèrent que le budget disponible soit réparti entre différents postes de dépenses, et une méthode d'agrégation permet de calculer la répartition collective qui en résulte.

Les préférences peuvent être exprimées de différentes façons. La plus naturelle est peut-être celle où les individus indiquent leur répartition optimale, et le mécanisme considère que leurs préférences entre différentes répartitions possibles dépendent de la distance à la répartition optimale ; ce cadre est appelé *knapsack voting* [11]. Il s'agit ensuite de déterminer des règles d'agrégation satisfaisantes. On peut être tenté par la moyenne, mais cette règle est terriblement sensible aux comportements stratégiques (si je souhaite que la part optimale du budget

allouée à la santé soit 20 % et que les sondages me disent que la moyenne devrait se situer autour de 15 %, j'ai intérêt à dire que je souhaite que cette part soit 100 %). Prendre la médiane au lieu de la moyenne permet de résister aux comportements stratégiques, et fonctionne bien pour deux postes budgétaires, mais pas au-delà, parce que les contraintes de normalisation ne sont plus respectées. Si on choisit la solution qui maximise la somme des satisfactions individuelles (où la satisfaction individuelle d'un individu est définie comme la proximité à sa répartition optimale, au sens d'une certaine métrique), on peut obtenir une règle d'agrégation non-manipulable³, mais qui peut être très injuste, très peu proportionnelle : dans le cas extrême où on a deux postes budgétaires A et B, 51 % des votants souhaitant donner tout à A et 49 %, tout à B, alors cette règle donne tout à A. Mais cette règle fait partie d'une famille bien plus générale, proposée dans [9], qui contient des règles bien plus justes et proportionnelles, tout en étant non-manipulables.⁴

Au lieu de demander aux individus leur répartition optimale absolue ("quel devrait être, selon vous, le budget alloué à la santé, à l'éducation, aux dépenses privées etc. ?"), on peut leur demander les proportions idéales entre les budgets alloués à plusieurs postes de dépenses, ("quel devrait être, selon vous, le ratio entre le budget alloué à la santé et le budget alloué aux dépenses privées, etc. ?") [4, 14].

Si tout cela est trop compliqué pour les individus, on peut aussi demander de donner, pour chaque poste budgétaire, une valeur numérique traduisant son importance selon l'individu [7] ou de classer les postes budgétaires [1].

Enfin, la meilleure solution est peut-être de laisser les individus exprimer leurs préférences *par rapport à la répartition actuelle* : "voici la répartition actuelle des postes budgétaires : santé : 20%, etc. Pour chacun des postes budgétaires importants (santé, éducation, dépenses privées etc.), pensez-vous que le budget devrait être maintenu constant, légèrement augmenté, significativement augmenté, légèrement diminué etc. ? (On peut supposer qu'on explique aux individus les conséquences pratiques de chaque augmentation ou diminution de budget.) Bien entendu, il n'est pas possible d'augmenter tous les budgets : l'individu doit avoir sous les yeux un graphique avec des curseurs, de sorte qu'à chaque fois qu'il augmente un budget, il voit les autres descendre. L'article récent [10] va dans ce sens (à quelques détails près), et a expérimenté le système sur le budget des Etats-Unis, avec des participants recrutés sur Mechanical Turk. Les résultats sont convaincants mais il reste beaucoup à faire.

On vient de parler de choix quantitatifs concernant les dépenses médicales, relativement à d'autres dépenses (publiques ou privées). Il est clair que l'impact des choix qui vont venir sur les épidémies futures sera déterminant. Mais il y a d'autres choix collectifs quantitatifs à faire, et ceci *pendant* l'épidémie : les décisions publiques prises influent, d'un côté, sur le nombre de morts, et de l'autre, sur l'économie. Considérons deux choix extrêmes. Si on veut minimiser

3. C'est le cas avec la métrique ℓ_1 [11].

4. Elles consistent en des généralisations multidimensionnelles des médianes généralisées de Moulin [12].

le nombre de morts (à partir du moment où le virus est arrivé, et en l'impossibilité de faire du dépistage à grande échelle, faute de matériel — c'est-à-dire la situation dans la majeure partie de l'Europe de l'ouest), un confinement total et long est probablement la meilleure solution, avec les conséquences économiques que l'on imagine. Si, à l'opposé, on décide de ne rien faire du tout (pas de confinement, aucune pause de l'économie) alors il y aura, dans un pays comme la France, plus de 100 000 victimes du coronavirus, et peu de dégâts économiques directs. Édouard Philippe a beau dire "Notre priorité absolue est la santé de nos concitoyens", il n'a pas choisi la solution qui allait dans ce sens, mais une solution compromise entre nombre de victimes et dégâts économiques. Peut-on lui en vouloir ? Oui si on pense que la vie des citoyens prime sur tout le reste, mais combien de citoyens pensent réellement cela ? (Si c'était le cas pour une majorité, il faudrait commencer par interdire la circulation motorisée en ville avec ses dizaines de milliers de morts par pollution aux particules fines, plus les morts par accident.)

Il y a donc là aussi des choix collectifs, qui sont complexes, puisqu'il existe plusieurs leviers d'action (notamment : qui doit aller travailler ? quelles sont les conditions de sortie du domicile ? quelles sont les conditions de regroupement autorisé de personnes ? quand les cours doivent-ils reprendre ?), chacun d'entre eux avec un nombre attendu de morts en plus ou en moins et des dégâts organisationnels et/ou économiques. On pourrait envisager d'élucider, auprès de la population, les préférences sur le *trade-offs* — ce serait très intéressant du point de vue du choix social, mais ce n'est sans doute pas une bonne idée : la fracture entre jeunes et vieux, ainsi qu'entre malades et bien portants, serait béante.

Je termine par cette remarque : le comportement des citoyens qui décident de ne pas respecter le confinement est un comportement typique de *passager clandestin* dans un jeu de contribution à un bien public (en l'occurrence, le confinement). Un article (en espagnol) : <https://theconversation.com/el-homo-oeconomicus-confinado-134515>.

Références

- [1] Stéphane Airiau, Haris Aziz, Ioannis Caragiannis, Justin Kruger, Jérôme Lang, and Dominik Peters. Portioning using ordinal preferences : Fairness and efficiency. In *Proceedings of the Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2019*, pages 11–17, 2019.
- [2] Edmond Awad, Sohan Dsouza, Jean-François Bonnefon, Azim Shariff, and Iyad Rahwan. Crowdsourcing moral machines. *Commun. ACM*, 63(3) :48–55, 2020.
- [3] Jean-François Bonnefon, Fatimah Ishowo-Oloko, Zakariyah Soroye, Jacob W. Crandall, Iyad Rahwan, and Tahal Rahwan. Behavioural evidence for a transparency-efficiency tradeoff in human-machine cooperation. *Nature Machine Intelligence*, pages 517 – 521, 2019.

- [4] Vincent Conitzer, Rupert Freeman, Markus Brill, and Yuqian Li. Rules for choosing societal tradeoffs. In *Proceedings of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 460–467, 2016.
- [5] Vincent Conitzer, Walter Sinnott-Armstrong, Jana Schaich Borg, Yuan Deng, and Max Kramer. Moral decision making frameworks for artificial intelligence. In *Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 4831–4835, 2017.
- [6] Ezekiel J. Emanuel, Govind Persad, Ross Upshur, Beatriz Thome, Michael Parker, Aaron Glickman, Cathy Zhang, Connor Boyle, Maxwell Smith, and James P. Phillips. Fair allocation of scarce medical resources in the time of covid-19. *The New England Journal of Medicine*, 2020.
- [7] Brandon Fain, Ashish Goel, and Kamesh Munagala. The core of the participatory budgeting problem. In *Web and Internet Economics - 12th International Conference, WINE 2016, Proceedings*, pages 384–399, 2016.
- [8] Rachel Freedman, Jana Schaich Borg, Walter Sinnott-Armstrong, John P. Dickerson, and Vincent Conitzer. Adapting a kidney exchange algorithm to align with human values. In *Proceedings of the Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 1636–1643, 2018.
- [9] Rupert Freeman, David M. Pennock, Dominik Peters, and Jennifer Wortman Vaughan. Truthful aggregation of budget proposals. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Economics and Computation, EC 2019*, pages 751–752, 2019.
- [10] Nikhil Garg, Vijay Kamble, Ashish Goel, David Marn, and Kamesh Munagala. Iterative local voting for collective decision-making in continuous spaces. *J. Artif. Intell. Res.*, 64 :315–355, 2019.
- [11] Ashish Goel, Anilesh K. Krishnaswamy, Sukolsak Sakshuwong, and Tanja Aitamurto. Knapsack voting for participatory budgeting. *ACM Trans. Economics and Comput.*, 7(2) :8 :1–8 :27, 2019.
- [12] Hervé Moulin. On strategy-proofness and single peakedness. *Public Choice*, 35(4) :437–455, 1980.
- [13] M. Vergano, G. Bertolini G, A. Giannini A, G. Gristina, S. Livigni, G. Mistraletti, and F. Pertini. *Clinical Ethics Recommendations for the Allocation of Intensive Care Treatments in Exceptional, Resource-Limited Circumstances*. Italian Society of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation, and Intensive Care (SIAARTI), March 16, 2020.
- [14] Hanrui Zhang, Yu Cheng, and Vincent Conitzer. A better algorithm for societal tradeoffs. In *The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2019*, pages 2229–2236, 2019.