



## Séminaire « Soutenabilités »

### « La modélisation peut-elle nous prémunir de l'insoutenable ? »

#### Podcast n° 3 :

L'usage de la modélisation : de l'expertise à la décision

Point de vue, Gilles Salvat

Gilles Salvat est directeur de la santé et du bien-être animal à l'Anses, directeur général délégué « recherche et référence ». Docteur vétérinaire, docteur en microbiologie et inspecteur général de la santé publique vétérinaire, Gilles Salvat est spécialiste de la sécurité sanitaire des aliments, de la santé et du bien-être des animaux.

**Entretien réalisé par Blanche Monjour-De Ridder et Mathilde Viennot**

**Qu'apporte la modélisation, notamment celle développée à l'Anses, à la gestion d'une crise sanitaire ?**

L'Anses utilise la modélisation, notamment en santé animale, pour prévoir les conséquences de l'émergence de nouvelles épizooties. À partir de situations antérieures connues, la modélisation apporte donc un éclairage. Ainsi, l'apparition d'une nouvelle maladie animale en France va nécessiter la modélisation de sa propagation et la mise en place de mesures afin de limiter la contagion dans les cheptels et entre les cheptels ; les modèles de contamination vont alors intégrer les premiers éléments de la contagion (la maladie est-elle apparue dans l'Ouest de la France, qui comporte de fortes densités d'élevage, ou dans l'Est de la France, où les élevages sont moins denses mais plus à risque d'importer la contamination de l'étranger à partir de la faune sauvage ?) afin d'établir des premiers enseignements sur la transmission de la maladie et instaurer ainsi des premières mesures barrières. Concrètement, ces outils modélisent les chaînes de transmission des maladies : à partir de données observationnelles sur la circulation du virus, ses mutations, ses fréquences de mutation, le modèle permet de visualiser la transmission du virus d'une ferme à une autre et de la confronter aux causes possibles identifiées grâce aux données d'observation. Le modèle fournit une analyse des comportements, à la fois animaux et humains qui peuvent

favoriser la propagation (mauvaise désinfection, contamination des autres troupeaux, circulation des camions d'aliments, des animaux, etc.), fournissant ainsi des indications sur la temporalité de la transmission entre les fermes et les cycles de multiplication. Ces modèles sont cependant construits à partir d'expériences historiques, qui peuvent parfois ne pas s'appliquer exactement au virus émergent ; la quantité et la qualité des données sur le nouveau virus vont donc être un élément clé de la précision de la modélisation.

La modélisation à l'Anses est également utilisée en santé humaine, afin d'étudier les expositions aux contaminants dans l'air et dans l'eau (composants chimiques, particules, etc.). Par exemple, lors de l'incendie de l'usine Lubrizol, l'Anses a utilisé les modèles de l'Ineris<sup>1</sup> pour comprendre comment le nuage de fumée s'est propagé, afin d'évaluer l'exposition à ces fumées des denrées alimentaires cultivées ou des animaux. Cette évaluation était capitale afin d'évaluer ensuite les risques d'exposition par l'alimentation humaine.

Ces modélisations constituent donc des aides à l'expertise : comment protéger un élevage quand arrive une contamination ? Comment casser les chaînes de transmission ? Mais l'Anses est également un organe d'appui à la gestion de crise et d'aide à la décision quand cela est nécessaire et dans son champ de compétences. La modélisation permet une évaluation des risques, qui est ensuite transmise aux décideurs, chargés à leur tour de prendre des mesures de gestion de ces risques et notamment orienter le corpus réglementaire. Lors de l'épizootie d'influenza aviaire de 2017-2018, la modélisation a servi à mesurer les chaînes de transmission du virus, en séquençant le virus dans les troupeaux de canards contaminés et en prévoyant les mouvements d'animaux et de personnes entre élevages, et ce à partir de la connaissance historique d'un virus similaire. L'interprétation de ces chaînes de transmission a permis au Ministère de l'Agriculture de mettre en place une réglementation adéquate de contrôle des mouvements et de mesures barrières autour des élevages, mesures qui visent à prévenir des dangers et risques majeurs, ou encore à améliorer les plans de surveillance des virus, adaptés rétrospectivement.

La modélisation intervient donc *ante* et *post* crise, en prévision des chaînes de transmission et lors de la mise en place de mesures préventives.

### **En quoi les modèles épidémiologiques constituent-ils des outils d'aide à la décision hors temps de crise et quelles en sont selon vous les principales limites ?**

Hors temps de crise, les modèles nous permettent d'essayer de prévoir ce qui pourrait se passer lors de la survenue d'un événement sanitaire non souhaité. La modélisation rencontre néanmoins des limites dès lors qu'elle se fonde sur des données acquises lors de crises sanitaires antérieures. Lors de l'émergence d'un événement sanitaire, les modèles ne sont ni toujours très exacts ni très précis car ils prennent en compte des données rétrospectives et s'appuient sur des *proxys*, qui sont par définition des approximations. Si l'on s'attache aux maladies infectieuses, celles-ci ne se ressemblent pas toutes, notamment dans leurs modes de propagation, ce qui fait par exemple que le modèle de propagation de la grippe ne s'applique pas dans le cas de l'épidémie de Covid-19. La grippe se répand « en nappe » dans la population, de manière progressive et continue alors que la contamination au coronavirus se fait « par tâche », via notamment des super-excréteurs qui contaminent un nombre important de gens au sein de clusters.

Dès lors que le virus est inconnu au début d'une crise sanitaire, une autre des limites liées à la modélisation, tient au lot d'incertitudes qui accompagne l'évolution de ce virus : ce dernier est-il saisonnier ? Y a-t-il une incidence des conditions atmosphériques sur sa survie et sur son mode de transmission ? Afin de limiter ces zones d'ombre, les épidémiologistes

---

<sup>1</sup> Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques.

cherchent à s'appuyer sur plusieurs modèles qui mobilisent plusieurs types de facteurs, que ce soit des facteurs d'ordre climatique ou des facteurs de comorbidités. Dans le cas de la fièvre aphteuse, le sens du vent et la localisation des foyers et des élevages indemnes entrent directement en considération dans les modèles car le virus se diffuse sur des dizaines si ce n'est des centaines de kilomètres dans le sens du vent tandis que les animaux sont connus pour être des super-excréteurs de ce virus. Les épidémiologistes ne sont pas toujours d'accord sur le caractère déterminant des facteurs pour expliquer la présence plus ou moins importante d'un virus sur un territoire comme en témoigne la polémique liée au coronavirus autour de la plaine du Pô. L'hypothèse a été émise que la très forte pollution et la présence de grandes agglomérations dans cette zone étaient des cofacteurs de risque et d'exposition virale à la Covid-19 non négligeables.

La principale limite des modèles épidémiologiques réside donc dans la méconnaissance d'une maladie au moment de son émergence. Ces modèles n'en demeurent pas moins des outils d'aide à la décision tangibles dont l'utilité est de modéliser combien de malades ou de morts seront évités en fonction des mesures prises par les pouvoirs publics. Bien que critiqués *a posteriori*, les modèles ont servi de support à la décision de confiner. Sans le confinement, les modèles prévoyaient environ 300 000 morts tandis qu'aujourd'hui le bilan s'élève environ à 30 000 morts. Néanmoins, on ne pourra jamais clairement prédire ce qui se serait passé en l'absence de confinement, les modèles *a posteriori* étant toujours assez difficiles à établir car la connaissance épidémiologique que l'on a aujourd'hui est tributaire de la décision prise en amont de confiner. Le modèle n'est qu'un conseil et ne prétend pas être une science exacte car il se fonde avant tout sur des probabilités et présente un risque d'erreur non négligeable, souvent bien décrit par les modélisateurs eux-mêmes. Les explications et les résultats que l'on tire d'un modèle sont alors à mettre en relation avec les biais, les incertitudes et les données manquantes. Le modélisateur adopte une attitude plus prudente face au modèle que les médias qui ont tendance à se focaliser sur les chiffres pour résumer le modèle sans se pencher sur ses sources d'incertitudes.

### **La communication sur l'évaluation scientifique des risques nuit-elle à la gestion du risque par le politique ?**

Cette question est éminemment complexe et n'appelle pas une réponse claire, par oui ou par non. Je dirais plutôt que la communication sur l'évaluation scientifique vis-à-vis de nos concitoyens est de l'ordre du devoir pour le scientifique à qui il incombe d'expliquer tandis que le devoir du politique est de prendre des décisions qui reposent en partie sur la science mais pas uniquement. Les scientifiques en charge de l'évaluation des risques se plaignent parfois que les décisions ne sont pas seulement fondées sur la science mais cela serait oublier que les décisions prises par les pouvoirs publics et les représentants politiques sont le résultat d'un mécanisme démocratique et non d'une dictature des sciences. Les mesures face à un risque peuvent aller plus loin que ce qui était conseillé par les scientifiques dans le but de rassurer les citoyens ou peuvent au contraire s'éloigner des recommandations scientifiques s'il est considéré que les conséquences économiques et sociales seront plus néfastes si l'on suit ces mêmes recommandations que si on ne les suit pas.

La plupart du temps, et c'est d'autant plus vrai lors de crises sanitaires, les politiques suivent les recommandations des scientifiques car ces derniers sont reconnus comme détenteurs du savoir. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces derniers réfléchissent dans leur champ de connaissance, forcément restreint, en intégrant des paramètres concernant la santé et le bien-être de la population par exemple mais laissent alors de côté les paramètres socio-économiques. Le rôle du gestionnaire est donc de procéder à une synthèse des différentes recommandations fournies par les évaluations biologiques, économiques, ou atmosphériques, pour n'en citer que quelques-unes, avant de fournir une réponse qui n'est pas immédiate mais bien le résultat d'un arbitrage.

L'évaluation peut nuire à la gestion du risque lorsque les scientifiques se trompent et que leurs recommandations induisent une décision qui sera par la suite contestée. La prise en compte des incertitudes est alors essentielle à la bonne utilisation des modèles. Inversement, dès lors que l'on ne suit pas l'évaluation scientifique, il peut émaner une critique politique. La différence de gestion politique de l'épidémie de Covid-19 entre la France et le Royaume-Uni en est parfaitement symptomatique : à partir d'une modélisation commune, établie au *London College*, les décisions de confinement ont été opposées dans les deux pays - la décision britannique de ne pas confiner la population dans un premier temps, ce qui allait à l'encontre des résultats du modèle, a été alors largement contestée.

L'évaluation scientifique peut donc être orthogonale à la décision politique, ce qui a pour conséquence certaine de gêner la clarté du discours politique. Et à l'inverse, la science peut être responsable d'une mauvaise évaluation lorsque celle-ci cherche à répondre aux attentes du politique, entraînant alors une erreur d'appréciation chez le décideur. Afin de ne pas tomber dans cet écueil, ont été créées les Agences de sécurité sanitaire (ASS), autorités indépendantes en charge de l'évaluation des risques sanitaires, dont le fonctionnement évite que l'évaluation collective ne soit entachée par de potentielles pressions émanant du politique. Ces autorités se prononcent ponctuellement sur les scénarios de gestion de crise mais ne discriminent entre deux scénarios que lorsque la parole leur est donnée et le font au regard de considérations scientifiques.

La dimension collective de l'expertise apparaît alors comme un gage de vérité et de transparence, et garantit une vision scientifique plus large du fait de la construction possible d'un consensus entre experts mais également de la possibilité d'expressions d'avis divergents au sein de la communauté des experts.

### **L'usage de la modélisation nuit-elle à l'expertise scientifique ?**

L'usage de la modélisation ne nuit pas en tant que tel à l'expertise mais la modélisation ne peut être l'alpha et l'oméga de l'expertise. Autrement dit, la modélisation est avant tout un outil, complémentaire à d'autres outils qui peuvent être une observation épidémiologique des cas humains lors d'une pandémie ou une revue de littérature systématique. Ainsi la modélisation alimente l'expertise mais n'en est pas le seul outil. La modélisation n'est pas non plus le seul support de l'expertise et de l'évaluation des risques car l'avis des scientifiques et notamment leurs avis contradictoires occupent une place importante. La tentation est souvent grande de prendre le modèle comme boîte noire or si on ne sait pas comment il est construit, l'esprit critique se perd. A cet égard, les modélisateurs prennent toujours le soin d'expliquer les limites de leurs modèles et leurs incertitudes afin d'éclairer l'utilisation qui peut en être faite. Cet esprit critique est garanti notamment par la pluridisciplinarité, essentielle dans le processus de modélisation et dans celui d'expertise car gage de justesse et de précision.

### **Les modèles peuvent-ils par nature être neutres et objectifs ?**

Il n'y a pas, par nature, un modèle qui serait neutre, en réalité, il y a plusieurs types de modèles qui se fondent sur des hypothèses statistiques différentes. En statistique, deux écoles pensées fondent les modèles, une école bayésienne et une école non bayésienne. Un modèle n'est pas en soi objectif ou non mais la confrontation des modèles dans l'exercice de l'expertise garantit une certaine forme d'objectivité et de neutralité des modèles.

Plus que la neutralité ou l'objectivité des modèles, la qualité et la robustesse des données sur lesquelles se fonde un modèle ainsi qu'une parfaite transparence quant au type de modèle utilisé sont primordiales. Il est ainsi nécessaire pour éclairer la communauté scientifique en charge de l'évaluation que la catégorie de modèle utilisé soit connue, par

souci de comparabilité, car lorsque différents modèles donnent des résultats identiques, cela peut être un gage supplémentaire de la qualité de la prévision.

La mauvaise qualité des données au début d'une émergence n'empêche pas une production scientifique foisonnante. Depuis le début de la crise de l'épidémie de Covid-19, la production scientifique est sans précédent car beaucoup d'équipes de chercheurs ont réorienté leurs travaux du fait des nombreuses questions de recherche soulevées par cette crise sanitaire. Ainsi, près de 25 000 articles sur la Covid-19 ont été publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture et pas moins de 5 500 articles sont en cours de révision par les pairs depuis le début de cette pandémie. Le processus de publication des articles scientifiques s'est beaucoup accéléré avec la crise sanitaire, le délai de révision par les pairs est passé de six mois à quelques jours voire quelques heures, entraînant parfois la publication de production scientifique de moindre qualité. L'expertise collective réinterroge le processus de *peer review* en émettant des critiques constructives vis-à-vis des articles, ce qui concourt à garantir son objectivité et sa neutralité.