Les Cahiers du GERAD ISSN : 0711–2440

La recherche opérationnelle. De quelques enjeux juridiques des mécanismes d'aide à la décision

J. Ninin,
L. Mazeau

G–2018–80

October 2018

La collection *Les Cahiers du GERAD* est constituée des travaux de recherche menés par nos membres. La plupart de ces documents de travail a été soumis à des revues avec comité de révision. Lorsqu'un document est accepté et publié, le pdf original est retiré si c'est nécessaire et un lien vers l'article publié est ajouté.

Citation suggérée : J. Ninin, L. Mazeau (Octobre 2018). La recherche opérationnelle. De quelques enjeux juridiques des mécanismes d'aide à la décision, Rapport technique, Les Cahiers du GERAD G–2018–80, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Avant de citer ce rapport technique, veuillez visiter notre site Web (https://www.gerad.ca/fr/papers/G-2018-80) afin de mettre à jour vos données de référence, s'il a été publié dans une revue scientifique.

The series *Les Cahiers du GERAD* consists of working papers carried out by our members. Most of these pre-prints have been submitted to peer-reviewed journals. When accepted and published, if necessary, the original pdf is removed and a link to the published article is added.

Suggested citation : J. Ninin, L. Mazeau (October 2018). La recherche opérationnelle. De quelques enjeux juridiques des mécanismes d'aide à la décision, Technical report, Les Cahiers du GERAD G–2018–80, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Before citing this technical report, please visit our website (https://www.gerad.ca/en/papers/G-2018-80) to update your reference data, if it has been published in a scientific journal.

La publication de ces rapports de recherche est rendue possible grâce au soutien de HEC Montréal, Polytechnique Montréal, Université McGill, Université du Québec à Montréal, ainsi que du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018
– Bibliothèque et Archives Canada, 2018

The publication of these research reports is made possible thanks to the support of HEC Montréal, Polytechnique Montréal, McGill University, Université du Québec à Montréal, as well as the Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

Legal deposit – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018
– Library and Archives Canada, 2018

GERAD HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Tél. : 514 340-6053
Téléc. : 514 340-5665
info@gerad.ca
www.gerad.ca

La recherche opérationnelle. De quelques enjeux juridiques des mécanismes d'aide à la décision

Jordan Ninin [a,b]
Laurène Mazeau [c]

[a] *GERAD Montréal (Québec), Canada, H3T 2A7*

[b] *Maître de conférences, ENSTA Bretagne, Equipe PRASYS, Lab-STICC*

[c] *Maître de conférences, Université de Bretagne Occidentale, CRDP*

jordan.ninin@ensta-bretagne.fr
laurene.mazeau@univ-brest.fr

October 2018
Les Cahiers du GERAD
G–2018–80
Copyright © 2018 GERAD, Ninin, Mazeau

Les textes publiés dans la série des rapports de recherche *Les Cahiers du GERAD* n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs. Les auteurs conservent leur droit d'auteur et leurs droits moraux sur leurs publications et les utilisateurs s'engagent à reconnaître et respecter les exigences légales associées à ces droits. Ainsi, les utilisateurs :

- Peuvent télécharger et imprimer une copie de toute publication du portail public aux fins d'étude ou de recherche privée ;
- Ne peuvent pas distribuer le matériel ou l'utiliser pour une activité à but lucratif ou pour un gain commercial ;
- Peuvent distribuer gratuitement l'URL identifiant la publication.

Si vous pensez que ce document enfreint le droit d'auteur, contactez-nous en fournissant des détails. Nous supprimerons immédiatement l'accès au travail et enquêterons sur votre demande.

The authors are exclusively responsible for the content of their research papers published in the series *Les Cahiers du GERAD*. Copyright and moral rights for the publications are retained by the authors and the users must commit themselves to recognize and abide the legal requirements associated with these rights. Thus, users :

- May download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research ;
- May not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain ;
- May freely distribute the URL identifying the publication.

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

1 Propos introductifs

La notion de recherche opérationnelle est peu connue du grand public. Elle renvoie pourtant à des notions qui cartographient notre territoire sémantique et juridique contemporain à l'image des *Big data*, de l'E-réputation, ou encore des algorithmes prédictifs. Tous les problèmes de décision ou d'optimisation présentent des enjeux industriels et économiques très importants. Ce que l'on peut retenir à ce stade et qui sera précisé par la suite, c'est que la recherche opérationnelle est une discipline des méthodes scientifiques pour aider à prendre des décisions. Quelle est la spécificité de la recherche opérationnelle ? Pourquoi pose-t-elle des problèmes spécifiques qui ne peuvent pas être appréhendés par le droit de la responsabilité en général ? Si les modélisations informatiques soulèvent de nombreuses questions juridiques, notamment en termes de responsabilité, elles peuvent également être pensées comme un outil favorisant la résolution des conflits [1].

La recherche opérationnelle a contribué à la réalisation de nombreux projets technologiques, mais aussi sociétaux et économiques. Dès le 17^{e} siècle, des mathématiciens comme Blaise Pascal [2] tentent de résoudre des problèmes de décision dans l'incertain avec *l'espérance mathématique*. D'autres, au 18^{e} et 19^{e} siècle, résolvent des problèmes combinatoires, à l'image du problème du déblai et remblai [3]. Au début du 20^{e} siècle, on assiste à une accélération massive des procédés de recherche opérationnelle comme l'illustre notamment la théorie des files d'attente [4]. Mais ce n'est qu'avec la Seconde Guerre mondiale que la recherche opérationnelle va s'organiser pour la première fois et acquérir son nom. En 1940, Patrick Blackett est appelé par l'état-major anglais à diriger la première équipe de recherche opérationnelle pour résoudre certains problèmes tels que : l'implantation optimale de radars de surveillance, la gestion des convois d'approvisionnement ou encore la planification des vols de surveillance anti-sous-marins, etc. [5]. Aujourd'hui elle est utilisée pour les réseaux internet, de téléphonie, etc., dans le monde entier. La société savante de recherche opérationnelle française (ROADEF) organise chaque année une conférence francophone qui regroupe environ 500 participants [6]. Au niveau européen, son équivalent, EURO, regroupe environ 3500 participants chaque année [7].

Au cours des trente dernières années, on estime que la capacité de résolution de la recherche opérationnelle a progressé d'un facteur un milliard, et ce n'est pas seulement du fait de l'amélioration de la vitesse de calcul des ordinateurs [8]. On estime que cette progression est équitablement imputable à l'amélioration des processeurs des ordinateurs, aux progrès dans la résolution de programmes linéaires (l'une des pierres angulaires de la recherche opérationnelle), et à l'implémentation efficace de techniques avancées de mathématiques appliquées. Cette puissance est cependant loin de constituer une panacée : la théorie de la complexité nous apprend que certains problèmes ne peuvent pas être résolus de manière optimale dans un temps raisonnable. Et ce, même si l'on utilise des ordinateurs un milliard de fois plus puissants que ceux existant actuellement [9]. Or, fort de ces formidable avancés, le nombre d'utilisateurs de processus de recherche opérationnelle a très fortement augmenté et inonde notre quotidien. Mais, l'utilisateur profane distingue parfois mal l'aide à la décision de l'automatisme. Cette idée peut être illustrée par une citation de l'ex-PDG de Google. Celui-ci affirmait en 2010 dans une interview au *Wall Street Journal*, que : *Ce que veulent la plupart des gens, ce n'est pas que Google réponde à leurs questions, mais leur dise ce qu'ils doivent faire* [10]. L'absence de connais-

1. Voir M. Lamoureux, *La causalité juridique à l'épreuve des algorithmes*, JCP G n^{o} 25, 20 juin 2016, doctr. 731. Utilisant la *Compram Methodology* (cette méthode donne des lignes de guidance pour gérer des problèmes complexes de la société basée sur une méthodologie scientifique) : D.J. DeTombe, *Handling Societal Complexity. A Study of the Theory of the Methodology of Societal Complexity and the COMPRAM Methodology*, 2015, Heidelberg : Springer Verlag ; A.J Muntjewerff, *Societal Complexity and Legal Problem Solving* In Book of Abstracts, Volume 30 of the 27th Euro Conference of Operational Research, Glasgow, 2015.

2. Voir B. Pascal, *Pensées*, Texte établi par L. Brunschvieg en 1897, Paris, GF-Flammarion, 1976.

3. G. Monge. *Mémoire sur la théorie des déblais et de remblais.* Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année, pp. 666–704, 1781.

4. A. K. Erlang, *Solutions of Some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges*, The Post Office Electrical Engineers Journal 10, 1918, pp.189–197, Translated from Elektroteknikeren, 13.

5. B. Roy, *Regard historique sur la place de la recherche opérationnelle et de l'aide à la décision en France*, Math. et Sci. Hum., 2006, n^{o}175.

6. Voir : https://www.roadef.org/

7. Voir : https://www.euro-online.org/

8. R. Bixby, *A Brief History of Linear and Mixed-Integer Programming Computation*, Doc. Math., vol. Optimization Stories, pp. 107–121, 2012.

9. Ce type de problème est notamment à la base de certaines techniques de cryptographie, comme le système RSA basé sur la factorisation d'entiers en produit de nombres premiers.

10. E. Schmidt, Interview *Google and the Search of the Future*, Wall Street Journal, 14 août 2010.

sance de l'outil informatique participe généralement de ce détachement. Et l'utilisateur profane aura en effet tendance à considérer que la règle établie par défaut, conçue par l'homme de l'art et suivie par la plupart des autres utilisateurs, est sans doute la meilleure option pour lui aussi [11]. En ce sens, en France, le rapport du Conseil d'État relatif au numérique et droits fondamentaux [12] soulève que la complexité de l'outil informatique et le secret industriel qui l'entoure participent à une asymétrie de l'information entre professionnels et profanes de l'internet. Ainsi, la recherche opérationnelle apparaît comme étant au cœur d'un glissement vers une prise de décision optimale. Parce que « machinique » et donc supposée parfaite, la décision prise devrait en devenir automatique.

Or, la complexité des procédés de recherche opérationnelle utilisés par les professionnels pose la question de la compréhension et de la maîtrise de ces outils, y compris par les professionnels eux-mêmes. En effet, si l'on prend l'exemple du « *machine learning* » (ces logiciels ont la capacité d'apprendre et de s'améliorer de manière autonome), on découvre que plus on les utilise, plus ils apprennent des utilisateurs et miment leurs choix et comportements. Ainsi, les solutions proposées reflètent non pas la « meilleure » décision pour le problème de l'utilisateur, mais la solution la plus largement adoptée par les autres utilisateurs. Le logiciel peut ainsi influencer l'utilisateur à prendre une mauvaise décision. Les questions de la déontologie, mais aussi de la régulation de la recherche opérationnelle se posent ainsi de manière spécifique. Or, en France, bien que la recherche opérationnelle soit spécifiquement visée pour le crédit d'impôt recherche [13], il n'existe à notre connaissance aucune législation particulière visant à encadrer, appréhender cette discipline.

Pourtant la recherche opérationnelle est au cœur de problématiques contemporaines et fournies qu'il s'agisse de confidentialité des données (*Big data*), d'imputation d'obligation, de prise de décision, ou d'information des utilisateurs. Que se passe-t-il lorsque l'aide à la décision devient systématiquement « la » décision ? Qui est responsable des mauvais choix opérés par le système ? Existe-t-il des règles déontologiques ou éthiques lorsque ces techniques ont un impact sur l'homme ? Traite-t-on de la même façon des ressources matérielles et humaines ? Toutes ces questions semblent *a priori* recouvrir des domaines distincts. Mais en réalité, elles appellent une approche systémique pour toutes les technologies issues de la recherche opérationnelle. Il convient dès lors de présenter une approche globale de l'aide à la décision (Section 2) et de son influence sur le droit de la responsabilité civile à travers deux illustrations significatives (Section 3).

2 Les raisons de l'implication de la recherche opérationnelle en droit de la responsabilité civile

Il convient d'abord de définir et préciser ce qu'est la recherche opérationnelle et l'aide à la décision (Section 2.1), avant de la distinguer de l'automatisme (Section 2.2).

2.1 Définition et méthodologies de la recherche opérationnelle

La recherche opérationnelle peut se définir comme « *l'ensemble des méthodes et techniques rationnelles d'analyse et de synthèse des phénomènes d'organisation utilisables pour élaborer de meilleures décisions* » [14]. Elle vise la recherche de la meilleure façon d'opérer des choix dans un système complexe en vue d'obtenir un résultat souhaité, ou le meilleur résultat possible. Elle fait partie des techniques dites d'« aide à la décision ». Et ce, dans la mesure où elle propose des modèles conceptuels en vue d'analyser et de maîtriser des situations

11. Conseil d'État, *Étude annuelle 2014. Le numérique et les droits fondamentaux,* Doc. fr., coll. Les rapports du Conseil d'État, n°65, 2014, p. 400.

12. *ibid.*

13. L'article 16 du Chapitre 4 « *Recherche scientifique et technique* » du Code général des impôts prévoit que : *Sont considérées comme opérations de recherches scientifiques ou techniques, en vue de l'application des dispositions du 1 de l'article 39 quinquies A du Code général des impôts, les activités ayant le caractère de recherches fondamentales, de recherches appliquées ou d'opérations de développement, effectuées soit en bureaux d'études ou de calcul, soit en laboratoires, soit en ateliers pilotes, soit en stations expérimentales, ou encore opérées dans des circonstances spéciales dans le cadre d'installations agricoles ou industrielles et ayant pour objet : (. . .) L'amélioration des facteurs de production et de rentabilité économiques, notamment l'automatisation et la recherche opérationnelle ainsi que l'amélioration des méthodes et techniques de production, de conservation et de transformation des produits, aux divers points de vue de la qualité des rendements et de la productivité (. . .).*

14. R. Faure, B. Lemaire, C. Picouleau, *Précis de recherche opérationnelle* 7e éd. : Méthodes et exercices d'application, éd. Dunod, 2014.

complexes pour permettre aux décideurs de comprendre, évaluer les enjeux et d'arbitrer ou de faire les choix les plus efficaces.

L'objectif de la recherche opérationnelle est de mettre au point des méthodes, de les implémenter au sein d'outils (logiciels) pour trouver des solutions qui seront ensuite confrontées à la réalité et reprises jusqu'à satisfaction de l'utilisateur. Autrement dit, la recherche opérationnelle vise à résoudre certains problèmes opérationnels (utilisable sur le terrain des opérations) par des méthodes scientifiques à l'aide de programmes informatiques.

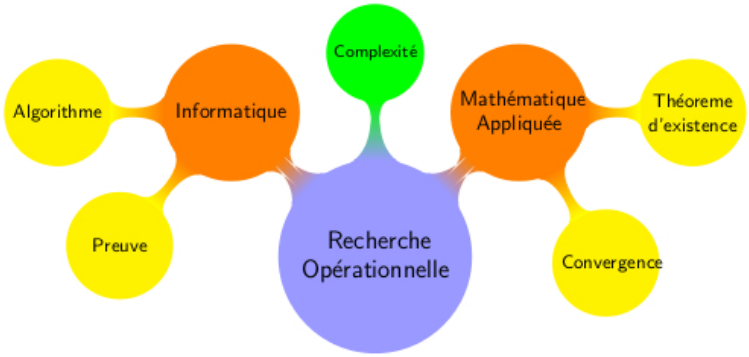

Figure 1 – Composantes de la recherche opérationnelle

Comme l'illustre la figure 1, la recherche opérationnelle se trouve au carrefour des mathématiques appliquées et de l'informatique. Elle utilise les mathématiques appliquées, notamment par le biais de *théorèmes d'existence* pour prouver l'existence de solutions au problème posé, ou encore de *propriétés de convergence* afin de prouver que la solution trouvée est bien la solution au problème posé. Elle est également par essence liée à l'informatique. Elle utilise des *algorithmes* qui sont la traduction numérique des mathématiques appliquées et des *preuves* qui permettent de valider le programme en prouvant qu'il termine en un temps fini. Enfin, la complexité est une discipline qui permet de déterminer si un problème est difficile ou non. Un problème « facile » peut être résolu en quelques secondes (classe P), alors qu'un problème « difficile » peut nécessiter plusieurs années de calcul pour être résolu complètement (classe NP) [15]. Les finalités de la recherche opérationnelle et de l'aide à la décision sont multiples. La recherche opérationnelle aide à trouver des solutions à des problèmes où l'homme est dépassé ; soit parce qu'il s'agit d'un problème nouveau, soit parce que le problème est trop complexe dans sa globalité, soit pour permettre à l'utilisateur de voir plusieurs possibilités là où il n'en envisageait qu'une, soit pour proposer des solutions plus robustes aux aléas et au changement imprévisible. Elle peut également aider à juger de la qualité d'une solution en confirmant et justifiant des décisions par des critères mathématiques [16].

La méthodologie de la recherche opérationnelle comprend trois étapes essentielles qui soulèvent des problématiques propres.

La première étape est la modélisation (ex. : utilisation des *Big data*). Elle consiste dans l'observation attentive du problème et sa formulation, ainsi que la collecte de données associées. Il convient par la suite de construire un modèle mathématique qui tente d'abstraire l'essence du problème réel. Tout modèle est donc par nature une simplification de la réalité, mais cette représentation doit être suffisamment précise pour capturer les caractéristiques essentielles de la situation, et pour tirer des conclusions valides au problème réel. Il conviendra dès lors de tester ce modèle, et de le modifier au besoin.

Une caractéristique additionnelle est que la recherche opérationnelle essaye souvent de trouver une ou plusieurs solution(s), dite(s) solution « optimale(s) », au problème examiné. Un ou plusieurs critères sont choisis pour permettre d'ordonner les solutions proposées. Cette recherche d'optimalité est un thème important, et son interprétation en terme managérial peut être épineuse. En ce sens, il est difficile pour un individu de pouvoir maîtriser tous les aspects du problème à l'étude. C'est la raison pour laquelle la recherche

15. S. A., Cook, *An Overview of Computational Complexity*, Communications of the ACM, 26(6), 1983, 400–408.
16. *Livre Blanc de la recherche opérationnelle*, 2011, ROADEF.

opérationnelle met généralement en présence une équipe de travail pluridisciplinaire réunissant des experts en mathématiques, statistiques et probabilités, ingénierie, économie, administration, informatique, physiques, sciences comportementales, ainsi qu'en techniques spécifiques de la recherche opérationnelle. Une contrainte supplémentaire s'ajoute encore à l'étape de la modélisation. La recherche opérationnelle ne modélisera qu'une partie de la réalité. Il est en effet nécessaire de simplifier le modèle pour pouvoir le résoudre. Pour qu'il soit solvable (en rapport avec sa classe de complexité), un modèle est donc généralement le résultat d'un consensus entre le demandeur (voulant représenter au mieux la réalité) et l'ingénieur de recherche opérationnelle (cherchant à simplifier le problème pour pouvoir le résoudre).

La deuxième étape est celle de la résolution (ex. : utilisation d'algorithmes, de méthodes mathématiques, et de théorèmes exprimés dans un code informatique, etc.). Cette nouvelle étape va consister à trouver une solution au modèle. C'est à ce stade que les mathématiques appliquées et l'informatique prennent le relais. La résolution se base essentiellement sur le monde abstrait des mathématiques où tout a été redéfini en termes de variables, paramètres, fonctions, critères et contraintes. À l'aide d'un programme informatique, une solution mathématique « optimale » est recherchée selon le critère défini dans la modélisation. Les possibilités du programme et les garanties apportées sont toujours bien connues et basées sur les preuves mathématiques : optimalité locale, optimalité globale, équilibre de Nash, solution robuste, etc. Il est intéressant de noter que la résolution est complètement abstraite, il n'est donc pas rare qu'une même technique de résolution soit utilisée pour résoudre un problème concernant la gestion de personne ou la gestion de marchandises. Si en terme mathématique, il ne s'agit que de variable, en revanche en termes d'éthique et de droit, la question est bien plus complexe.

La troisième et dernière étape consiste à interpréter la solution trouvée dans le problème réel (ex. : affichage à l'utilisateur, filtrage, sélection des données, etc.). C'est à ce stade que la problématique d'aide à la décision se pose concrètement. Une fois le problème résolu, son exposition à l'utilisateur aura un impact décisif sur sa décision. Tout comme en marketing, le choix des mots, des polices, de la taille et des couleurs dans la présentation du résultat influence l'utilisateur. Face à la multitude des critères et des solutions existantes, le choix de montrer uniquement la « meilleure » solution, ou plusieurs « bonnes » solutions, est de la responsabilité du concepteur du logiciel [17]. Pour satisfaire au mieux les attentes des utilisateurs, le concepteur du logiciel peut s'appuyer sur les préférences de l'utilisateur qui peuvent être explicites et communiquées volontairement par l'utilisateur (âge, niveau de connaissance, localisation GPS, nom, etc.), ou être implicites et déduites de la récurrence des opérations de l'utilisateur ou des autres utilisateurs, comme le résultat d'un profilage (*machine learning*, préférence par défaut, etc.).

La recherche opérationnelle présente ainsi de nombreuses particularités, qu'il est indispensable de bien distinguer de l'automatisme afin de mesurer au mieux les conséquences juridiques de son utilisation.

2.2 Distinction de la recherche opérationnelle de l'automatisme

Il est essentiel d'établir en amont les critères distinguant un processus d'aide à la décision d'un mécanisme automatique. Bien que pour l'ingénieur en recherche opérationnelle ou l'automaticien, la question de savoir ce qu'est un système d'aide à la décision et le différentier d'un système autonome paraisse claire, pour l'utilisateur profane, la différence est parfois subtile. Et pourtant, cette distinction technique entraîne une différence majeure de traitement juridique pour savoir qui est responsable de la décision, par exemple en cas d'accident [18].

En automatique, un système est caractérisé par sa dynamique, son état interne, par ces entrées / commandes, noté u, et par ces sorties / observations, noté y (cf. figure ci-dessous). Les « entrées » du système correspondent aux commandes sur lesquelles l'utilisateur agit à chaque instant (ex : le volant et l'accélérateur d'une voiture, etc.). Elles dépendent donc du temps, noté t. Les « sorties » désignent les observations disponibles et accessibles par l'utilisateur sur le système à chaque instant (ex. : la vitesse d'une voiture, la quantité d'essence restante, sa position GPS, etc.). La « dynamique » correspond au comportement et à l'évolution

17. J. P. Brans, et B. Mareschal, *Promethee Methods*, In Multiple Criteria Decision Analysis : State of the Art Surveys, pp. 163–186, 2005, Springer New York.
18. Voir *infra* l'exemple des moteurs de recherches ou encore des GPS automobiles.

du système dans son environnement (ex. : principe fondamental de la dynamique, équation de la chaleur, etc.). L' « état » du système fait référence à toutes les variables intrinsèques du système observable ou non (ex. : vitesse angulaire de chaque roue, débit d'injection, vitesse de rotation du moteur, etc.). Le processus d'automatisation va consister à créer un régulateur qui, à partir des sorties/observations du système, génère une commande qui sera mise en entrée du système.

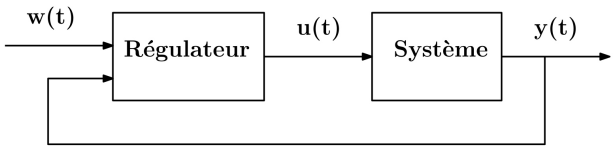

Figure 2 – Schéma d'un système bouclé

Les systèmes réels sont beaucoup plus complexes que le schéma présenté. Toutes les entrées d'un système ne sont pas nécessairement régulées et automatisées ; une voiture avec régulateur de vitesse a toujours besoin d'un conducteur pour tourner le volant. Par ailleurs, la plupart des régulateurs ont également des entrées appelées « consigne » et notées w sur la figure ci-dessus. Par exemple, le régulateur de vitesse d'une voiture demande en entrée la vitesse qu'il doit suivre afin de générer l'accélération nécessaire pour maintenir la vitesse du véhicule à chaque instant. Un indice pouvant aider à différencier l'aide à la décision de l'automatisme est l'aspect temporel du processus. Si une action est demandée à chaque instant à l'utilisateur, nous serons alors en présence d'un processus d'aide à la décision. L'utilisateur doit valider toutes les commandes mises en entrée du système. En d'autres termes, le processus de recherche opérationnelle propose et l'utilisateur dispose. En revanche, si l'utilisateur n'intervient que de façon ponctuelle, le processus pourra être considéré comme automatisé, régulé. Le processus global ne nécessite pas d'intervention humaine pour évoluer (ex. le régulateur de voiture, le thermostat d'ambiance). Même si le système est entièrement automatisé, il laissera toujours la possibilité à utilisateur de reprendre la main pour le stopper. Ce type de sécurité est présent sur tous les systèmes automatisés. Car, bien qu'un système soit autonome, il est possible qu'un cas de force majeure, au sens juridique du terme, se produise et nécessite un arrêt d'urgence. Par conséquence, cela implique qu'un système muni d'un moyen d'arrêt n'est pas nécessairement de l'aide à la décision. C'est-à-dire qu'un système peut être autonome malgré la présence ponctuelle d'un humain dans le système (ex. : une chaîne de production industrielle a toujours un opérateur prêt à appuyer sur un bouton d'arrêt d'urgence).

Les processus de recherche opérationnelle sont utilisés au quotidien par des millions de personnes (internet, transport, chaîne d'approvisionnement, management, tournée de véhicules, etc.). Bien que le développeur ne conçoive pas son outil pour décider à la place de l'utilisateur, ce dernier se basera très souvent sur le résultat du processus de recherche opérationnelle. L'utilisateur aura plus confiance en la décision du processus qu'en sa propre analyse. Par ailleurs, sur un plan juridique, il est moins risqué pour l'exploitant de faire valoir que son système est de l'aide à la décision plutôt qu'un mécanisme automatique. Or, dans la pratique cette distinction n'est pas aussi nette surtout lorsque l'on observe que les utilisateurs ont de moins en moins la possibilité ou l'envie de choisir. C'est ce que nous illustrerons dans la seconde partie.

3 Illustrations de l'implication de la recherche opérationnelle en droit de la responsabilité civile

Plusieurs exemples peuvent illustrer le degré d'aide à la décision utilisé et son influence sur la mesure de la responsabilité de l'utilisateur. Nous retiendrons tour à tour le cas de l'exploitant de moteur de recherche sur l'internet (Section 3.1), puis celui des systèmes GPS automobiles et des voitures dites « autonomes » (Section 3.2).

3.1 Recherche opérationnelle et réseaux internet

La complexité des procédés de recherche opérationnelle utilisés par les professionnels de l'internet pose la question de la compréhension et de la maîtrise de ces outils, y compris par les exploitants eux-mêmes. Dans

cet univers hyper connecté et complexe, nous semblons de plus en plus prêts à sous-traiter à des processus mathématiques, une certaine responsabilité de choisir. Un acteur désormais incontournable cristallise ces difficultés : l'exploitant de moteur de recherche [19]. Les premiers moteurs de recherche sont nés dans les années 1990 (Archie en 1990, Wanderer en 1993). Le premier annuaire (Yahoo !) connut un succès immédiat [20], il s'en est suivit de Lycos, Excite ou encore AltaVista en 1995. C'est en 1998 que Google révolutionne le concept de la recherche en ligne en se singularisant par son système de référencement fondé sur la popularité des sites auprès des internautes [21].

Un moteur de recherche est un processus d'aide à la décision. L'utilisateur envoie une requête par le biais de mots clefs et une liste de liens vers des sites internet lui est alors proposée. Il incombe alors à l'utilisateur de choisir le site le plus en adéquation avec sa recherche. La méthode de base de résolution pour indexer les milliards de pages internet est bien connue [22], elle a cependant évolué depuis ses débuts. Et ce, notamment pour éviter les phénomènes de « *Google bombing* », qui consistent à faire remonter artificiellement un lien internet dans les premiers résultats d'une recherche spécifique. Actuellement, plus de 200 paramètres sont pris en compte pour définir l'ordre final proposé à l'utilisateur par Google, le but est même « *de deviner plus précisément ce que vous recherchez* » [23]. Mais l'impact et l'importance de chacun de ces paramètres dans le classement final ne sont pas divulgués aux utilisateurs [24]. La question est donc de savoir dans quelle mesure les propositions des moteurs de recherches influencent le choix des utilisateurs et pèsent sur l'engagement de leur responsabilité civile, comme l'illustre le contentieux relatif au droit à l'oubli numérique.

En janvier 2012, la Commission européenne propose d'introduire à l'article 17 de son projet un « droit à l'oubli numérique ». En mars 2014, le Parlement européen se prononce quant à lui en faveur d'un « droit à l'effacement » qui consiste pour toute personne à « *obtenir que leurs données soient effacées et ne soient plus traitées, lorsque ces données ne sont plus nécessaires au regard des finalités pour lesquelles elles ont été recueillies ou traitées, lorsque les personnes concernées ont retiré leur consentement au traitement ou lorsqu'elles s'opposent au traitement de données à caractère personnel les concernant ou encore, lorsque le traitement de leurs données à caractère personnel n'est pas conforme au présent règlement...* » [25].

Dans l'attente de l'adoption d'un nouveau texte, la Cour de justice de l'Union européenne consacre un droit au déréférencement le 13 mai 2014 [26]. La CJUE qualifie les exploitants de moteur de recherche de « responsables de traitement » des données personnelles [27]. Pour ce faire, la CJUE considère d'abord que l'activité de moteur de recherche est un « traitement de données » au sens de l'article 2 de la Directive de 1995 [28]. La définition extrêmement large de l'activité de traitement de données permet de mettre à la charge de l'exploitant d'un moteur de recherche une obligation de déréférencement toutes les fois qu'il indexe, classe et diffuse des données personnelles parmi les résultats de recherche [29]. La Cour retient par ailleurs qu'en déterminant les finalités et les moyens du traitement des données à caractère personnel à mettre en œuvre,

19. Voir L. Mazeau, *La responsabilité civile des exploitants de moteur de recherche - Obligation de déréférencement, automatisation, recherche opérationnelle* dans la rubrique *Responsabilité*, Cahiers Droit, Sciences & Technologies, 5, 2015, 267–275.

20. Son activité principale consistait à indexer manuellement les sites Web.

21. Voir I. Laurence, *Histoire des moteurs de recherche*, L'information et le renseignement par Internet, Paris, Presses Universitaires de France, *Que sais-je ?*, 2010, p. 26 seq.

22. S. Brin, L. Page, *Proceedings of the Seventh International World Wide Web Conference. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, Computer Networks and ISDN Systems, 30(1), 1998, 107–117.

23. Voir le site décrivant les perspectives de recherche sur l'algorithme de Google : https://www.google.com/search/howsearchworks/algorithms/

24. Certains moteurs de recherche sont en revanche ouverts, à l'image de « *Duck Duck Go !* » où les options sont communiquées par le moteur de recherche.

25. Voir la Résolution législative du Parlement européen du 12 mars 2014 sur la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, spé., Amendement 27 de la Proposition de règlement Considérant 53.

26. CJUE, 13 mai 2014, aff. C 131/12,*Google Spain SL, Google Inc c/ Agencia Espanola de Proteccion de Datos, Mario Costeja Gonzales*. Voir not., S. Mauclair, *Vers un droit à l'oubli numérique...*, *Revue Juridique Personne et Famille*, 2014, no 007/008 ; C. Castets-Renard,*Google et l'obligation de déréférencer les liens vers les données personnelles ou comment se faire oublier du monde numérique*, RLDI 2014/106.

27. La Cour consacre l'existence d'une obligation de déréférencement à la charge de l'exploitant, fondé sur le droit d'opposition de la personne au traitement de ses données personnelles et sur le droit à l'effacement des données dont le traitement n'est pas conforme à la directive n°95/46/CE.

28. Selon cet article, le traitement de données correspond à « t*oute opération ou ensemble d'opérations effectuées ou non à l'aide de procédés automatisés* ».

29. Sur cette qualification voir not., C. Castets-Renard, *op. cit.*

l'exploitant du moteur de recherche est un « responsable du traitement de données personnelles » au sens de l'article 2 d) de la Directive n°95/46/CE [30]. L'objectif poursuivi par la Cour étant « *d'assurer une protection efficace et complète des personnes concernées* », elle rappelle le « *rôle décisif [du moteur de recherche] dans la diffusion globale desdites données en ce qu'[il] rend celles-ci accessibles à tout internaute effectuant une recherche à partir du nom de la personne concernée* » [31]. De manière récurrente, la société américaine mettait en avant le caractère automatique empreint de neutralité de ses opérations. L'exploitant parvenait donc parfois à échapper à sa responsabilité en arguant son rôle passif et la neutralité de ses résultats [32]. En réponse à ces arguments classiques, la CJUE rétorque qu'il importe peu que les données aient déjà été publiées sur internet et ne soient pas modifiées par le moteur de recherche. Il s'agit bien d'un traitement de données dans la mesure où l'exploitant détermine les moyens et finalités de cette opération. Les juridictions nationales avaient déjà réfuté la neutralité et le caractère automatique de l'intervention du moteur de recherche [33]. Les utilisateurs ignorent bien souvent que les résultats affichés ne sont pas neutres, mais prennent en compte, *via* des mécanismes d'aide à la décision, leurs précédentes recherches (il n'existe pas un, mais plusieurs Google, nous utilisons donc tous un moteur de recherche Google différent). Il est donc possible de considérer suivant cette même trame d'analyse que les résultats que Google référence ne sont pas la résultante d'une simple compilation de faits, mais résultent d'une « *accumulation de faits qui sont organisés, triés grâce aux choix éditoriaux contenus dans les algorithmes de recherche, et ces jugements et algorithmes représentent l'opinion des différents moteurs de recherche sur ce qui est susceptible d'intérêt pour les tiers* » [34]. La CJUE accorde ainsi la possibilité à chacun de demander aux exploitants de moteurs de recherche, sous certaines conditions, le déréférencement de liens apparaissant dans les résultats de recherche effectués sur la base de son nom. Le déréférencement suppose soit une atteinte au respect de la vie privée, soit une atteinte au droit des données à caractère personnel. Il n'y a donc pas un déréférencement de plein droit du seul fait que des données à caractère personnel figurent sur la page litigieuse. La CJUE précise par ailleurs que la personne concernée par le traitement n'est pas tenue de démontrer que l'indexation de l'information dans la liste des résultats du moteur de recherche lui cause un préjudice. La Cour affirme que c'est au regard de ses droits fondamentaux reconnus par les articles 7 (respect de la vie privée) et 8 (données personnelles) de la Charte des droits fondamentaux, qu'elle bénéficie d'un droit à ce que les informations ne soient plus liées à son nom dans la liste de recherche. Dans ce contexte, l'intérêt de la personne doit ainsi être mis en relation avec ceux du public dans la mesure où il est question de la mise en balance de deux droits fondamentaux ayant une valeur équivalente [35]. Afin de préciser les contours de cette obligation, s'appuyant sur les travaux du G29 [36], la CNIL [37] dresse les critères qu'elle entend surveiller pour justifier ou non du droit au déréférencement. Après avoir rappelé que les demandeurs ne sont pas tenus d'agir préalablement auprès de l'éditeur du contenu il est notamment fait référence à l'intérêt du public d'avoir accès à l'information en particulier si cette personne joue un rôle dans la vie publique.

Quinze jours après la décision de la CJUE du 13 mai 2014, la société Google met en ligne un formulaire pour recueillir les demandes de suppression de résultats de recherche. Dans son rapport « *Transparence des informations* » de 2014, Google indique avoir reçu près d'un million de demandes de déréférencement par

30. L'article 2 d) est ainsi libellé : le responsable du traitement est « *la personne physique ou morale, l'autorité publique, le service ou tout autre organisme qui seul, ou conjointement avec d'autres, détermine les finalités et les moyens du traitement des données à caractère personnel* ».

31. Dans le même sens voir not., T. com. Paris, 1re ch., 28 janv., 2014, *M. X. c/ Google Inc., Google France*, RLDI 2014/103, n°3428 et RLDI 2014/105, n° 3494, obs. M. Combes.

32. Voir F. Lecomte et A. Bégué, *Panorama des régimes d'irresponsabilité applicables à Google*, RLDC 2014, n° 105. Voir également : A. Tourette, *Responsabilité civile et neutralité de l'internet : Essai de conciliation*, thèse, Nice Sophia Antipolis, 2015, spéc. n° 85 seq. sur l'indexation automatique.

33. Voir Cass. 1re civ., 19 juin 2013, n° 12–17.591. Voir not., D. Forest, *Google et le « droit à l'oubli numérique» : genèse et anatomie d'une chimère juridique*, RLDI 2014/106, n° 13.

34. Extrait du Livre Blanc, réf citée par F. Lecomte et A. Bégué, *op. cit.*

35. Cette demande doit identifier le requérant et l'adresse (URL) des liens à supprimer, et indiquer en quoi le lien vers des informations personnelles est « *non pertinent, obsolète ou inapproprié* » selon les termes de l'arrêt de mai 2014.

36. Le 24 novembre 2014, le Groupe de travail Article 29 sur la protection des données et de la vie privée (ou G29) formule un certains nombres de lignes directrices concernant la personne demandant le déréférencement et les informations susceptibles d'être déréférencées. Ces critères, non exhaustifs, apportent une interprétation commune de l'arrêt de la CJUE de mai 2014 par les différentes autorités de protection européennes. Voir : http://ec.europa.eu/newsroom/article29/news-overview.cfm

37. Voir not., M. Giguer, *Droit à l'oubli / Droit au référencement : les 13 critères définis par les « CNIL » européennes*, Cahiers de droit de l'entreprise, n° 6, nov. 2014, prat. 30.

jour [38]. Ces chiffres questionnent notamment sur les moyens humains et techniques dont dispose l'exploitant afin de faire face à cette nouvelle obligation. L'exploitant du moteur de recherche doit donc notamment définir, au cas par cas, ce qui relève de la vie privée et ce qui relève de la vie publique. L'exploitant devra non seulement être juge du contenu, mais aussi faire la balance d'intérêts fondamentaux. Celui-ci n'a donc pas à être juge d'un « *contenu manifestement illicite* » comme c'est le cas des hébergeurs [39]. Cela est d'autant plus surprenant que le Conseil Constitutionnel français, en marge de sa décision de 2004 relative à la loi pour la confiance dans l'économie numérique mettait en exergue le risque d'encourager la régulation privée des communications sur l'internet, car « *la caractérisation d'un message illicite peut se révéler délicate, même pour un juriste* » [40]. Par analogie, l'analyse vaut également pour les mesures de déréférencement mises en œuvre par les moteurs de recherche dans la mesure où elles restreignent la liberté d'expression et le droit à l'information du public [41]. Les risques d'un tel transfert des juridictions vers un acteur privé affleurent. Il s'agit principalement du risque lié à une « censure privée » face à une « histoire collective » [42]. Alors que la Commission *ad hoc* de réflexion et de propositions sur le droit et les libertés à l'âge numérique recommande que le recours au blocage de contenus sur l'internet ne soit utilisé qu'à titre subsidiaire et sur décision judiciaire, le risque est alors de voir les exploitants des moteurs de recherche déréférencer des pages alors que les autorités de contrôle ou les magistrats ne leur auraient pas nécessairement enjoint de le faire [43]. Si un risque peut apparaître concernant l'évaluation du contenu informationnel litigieux, la technique même de déréférencement peut aussi soulever des interrogations. Si l'exploitant du moteur de recherche ne satisfait pas à son obligation de déréférencement, alors il pourra voir sa responsabilité civile engagée [44].

Face à l'afflux de demandes de déréférencement, l'exploitant va nécessairement devoir utiliser des moyens automatiques de traitement. L'intervention humaine, si elle existe, ne pourra pas durer plus de quelques secondes afin de répondre à chaque demande dans un temps acceptable. Or, l'appréciation des conditions de ce droit au déréférencement appelle un jugement qui ne peut être laissé à un processus automatique. Le dessaisissement de la prise de décision au profit d'une « *pseudo objectivité machinique* » peut en effet faire craindre une forme de « *gouvernance algorithmique* » [45]. Ces méthodes pourraient participer au développement de contentieux fournis dans lesquels l'exploitant serait assigné en justice en raison d'un déréférencement automatique préjudiciable, injustifié et donc abusif. Il est surtout essentiel de prendre garde d'un déréférencement qui prendrait les traits d'une régulation algorithmique dans laquelle les décisions ne seraient plus entre les mains des juges, mais de programmes mathématiques ! Dans une telle configuration, des décisions seront prises de manière automatique, sans intervention humaine, et pourtant les professionnels pourront en être tenus pour responsable juridiquement.

Ces concepts s'illustrent également sur les réseaux routiers où la distinction entre aide à la décision et automatisme est encore plus nébuleuse.

38. Voir le rapport en ligne : https://transparencyreport.google.com/eu-privacy/overview

39. Voir Conseil Constitutionnel, Décision n° 2004-496 DC, 10 juin 2004, JO 22 juin 2004, p. 11182, Rec., p. 101.

40. *Les Cahiers du Conseil constitutionnel*, Cahier n° 17, Commentaire de la décision n° 2004-496 DC du 10 juin 2004

41. Au soutien de cette même idée, on peut également faire référence à la décision du Conseil Constitutionnel du 10 juin 2009 relative à l'HADOPI (Décision n° 2009-580 DC du 10 juin 2009, Considérant no16), qui retenait que le législateur ne peut confier à une autorité administrative, fusse-t-elle indépendante, le pouvoir de restreindre l'exercice du droit de s'exprimer librement. Le Conseil a estimé que seule une juridiction pouvait être habilitée à prendre des mesures portant une atteinte d'une telle nature à la liberté d'expression et de communication. Le Conseil d'État juge encore que « *le déréférencement affecte la liberté d'expression de l'éditeur du site en rendant l'information publiée moins accessible et en le ramenant ainsi à la situation antérieure à Internet* », Conseil d'Etat, *op. cit.*, p. 188.

42. Voir not., M. Ermert, *German Constitutional Judge Expresses Concerns About the 'Right to be Forgotten' Decision*, Internet Policy Review, 15 août 2014.

43. La Commission *ad hoc* de réflexion et de propositions sur le droit et les libertés à l'âge du numérique (juin 2104) qui envisage de renforcer le cadre légal du droit à l'information et d'instaurer le « droit de savoir » à l'ère numérique.

44. TGI Paris, ordonnance de référé du 19 décembre 2014 (*Marie-France M. c/ Google France et Google Inc*). Cette décision s'inscrit dans le prolongement de celle du TGI de Paris dans laquelle le juge avait déjà enjoint l'exploitant Google, sous peine d'astreinte, de déréférencer une page internet contenant des propos diffamatoires pour lesquels leur auteur avait été condamné pénalement, qui apparaissait encore dans la liste des résultats lorsqu'on indiquait dans le moteur de recherche le nom des personnes victimes de ces propos : TGI Paris, ordonnance de référé du 16 septembre 2014 (*M. et Mme X et M. Y/ Google France*).

Voir également la décision du 10 mars 2016 de la CNIL qui condamne la société Google à 100 000 Euros de sanction pécuniaire à la suite du refus de respecter la mise en demeure de la Présidente de la CNIL de procéder au déréférencement sur l'intégralité des extensions du nom de domaine de son moteur de recherche. https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/d2016-054_sanction_google.pdf

45. A. Rouvroy et T. Berns, *Gouvernementalité algorithmique et perspectives d'émancipation – Le disparate comme condition d'individuation par la relation ?*, Réseaux, 2013/1 n° 177.

3.2 Recherche opérationnelle et réseaux routiers

Pour tenter d'établir une distinction plus nette, deux systèmes seront étudiés. Le premier concerne le GPS automobile qui est un pur système d'aide à la décision (Section 3.2.1). Le second est quant à lui au carrefour de l'aide à la décision et de l'automatisme et il vise les véhicules équipés d'aides à la conduite (Section 3.2.1). Cette différentiation entraîne dans son sillage une modification substantielle dans le traitement juridique qui en découle en cas d'accident.

3.2.1 Le GPS automobile : un pur système d'aide à la décision

L'utilisation du GPS en voiture est une parfaite illustration d'un mécanisme de pur aide à la décision. Deux exemples de graphes illustrent schématiquement ci-après le processus de recherche opérationnelle utilisé par le GPS automobile.

Dans ces deux cas, les routes sont modélisées par des graphes. Chaque intersection est modélisée par un nœud et des arêtes relient ces nœuds entre eux si une route existe. Un poids (ou une valeur) est associé à chaque arête en fonction de la distance entre les deux intersections ou du temps nécessaire pour parcourir la distance en voiture. Ensuite, un algorithme dit du « plus court chemin »[46] permet de trouver le chemin reliant deux nœuds du graphe en minimisant le poids des arêtes empruntées. Enfin, les résultats s'affichent sur l'écran du GPS automobile sous la forme d'itinéraires.

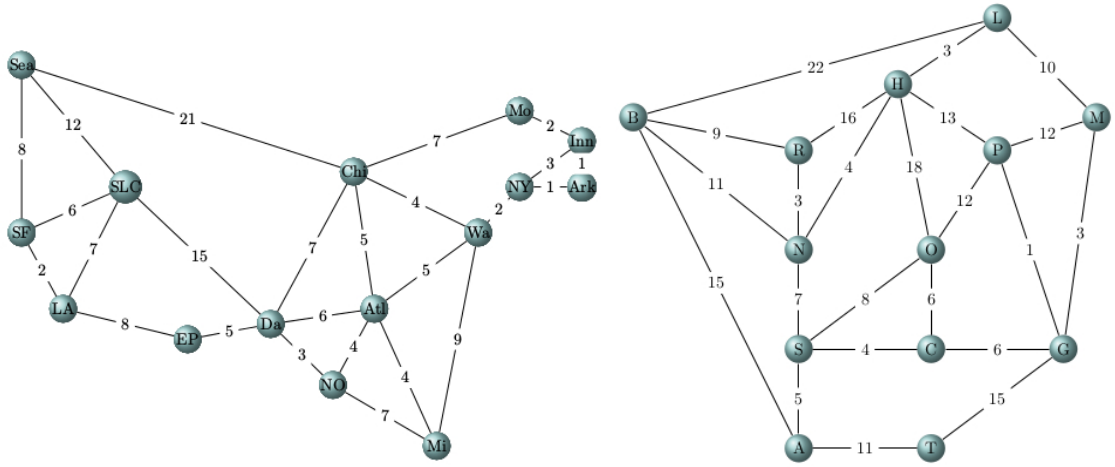

Figure 3 – Exemples de graphes

Dans ce cadre, l'utilisateur est « conseillé » dans ses choix et le GPS ne dispose d'aucune maîtrise sur le véhicule. Ce système n'aura donc pas d'influence sur la qualification de conducteur du véhicule. En effet, en France, même si la notion de conducteur n'est pas définie dans la loi de 1985, elle est déterminante dans l'application de la loi du 5 juillet 1985 et joue un double rôle. D'abord elle permet de désigner le débiteur de la dette de réparation[47]. Ensuite elle permet de fixer l'étendue du droit à indemnisation de la victime, puisque toute faute commise par un conducteur est de nature à diminuer ou à exclure son droit à indemnisation[48]. La doctrine retient qu'est « *conducteur l'individu qui, lors de l'accident, a la maîtrise effective du véhicule terrestre à moteur* »[49] ou encore qu'est conducteur « *celui qui, au moment de l'accident, a la possibilité de maîtriser les moyens de locomotion du véhicule terrestre à moteur, sur lequel il dispose des pouvoirs de commandement* »[50]. La jurisprudence adopte la même approche[51]. Ainsi, pour retenir la qualité de

46. E. W. Dijkstra, *A Short Introduction to the Art of Programming*, Vol. 4, 1971, Eindhoven : Technische Hogeschool Eindhoven.
47. L. 5 juill. 1985, art. 2.
48. L. 5 juill. 1985, art. 4.
49. C. Maury, *Controverses sur la notion de "conducteur"*, D. 2005 p. 938, citant J. Flour, J.-L. Aubert et E. Savaux, *Les obligations*, t. 2, Le fait juridique, 13e éd., Sirey, n° 341.
50. Ph. Le Tourneau, *Droit de la responsabilité et des contrats*, Dalloz Action, 2014–2015, n° 8134.
51. Voir not. : Crim. 10 janv. 2001, n° 00-82.422, Bull. crim., n° 1 ; *D.* 1991. IR 982. – Civ. 2e, 31 mai 2000, n° 98-21.203, Bull. civ. II, n° 91 ; *RCA* 2000, n° 259, note Groutel.

conducteur, il suffit que la victime, lors de l'accident, ait été en situation de piloter le véhicule. Ainsi, même s'il utilise un GPS automobile, le conducteur doit vérifier l'exactitude des informations délivrées et adapter sa conduite en conséquence. Que se passerait-il si l'information ne peut pas être vérifiée par le conducteur, le rôle causal d'une aide informative (GPS automobile) dans la survenance de l'accident pourrait-elle poser question ? Ne serait-ce toutefois pas passer outre ce qu'est l'aide à la décision dans ce contexte ? Le niveau d'aide à la décision est très faible et la liberté du conducteur est totale (on conduisait bien avant l'invention des GPS automobile !).

En réalité, les questions en matière de responsabilité se posent principalement en présence d'aides « substitutives » à la décision du conducteur [52]. Prenons en ce sens l'exemple des voitures dites « autonomes ».

3.2.2 La voiture dite « autonome » : un glissement de l'aide à la décision vers l'automatisme

L'expérience de la voiture dite « autonome » chez la société Google trouve son origine dans les travaux de l'agence américaine chargée de la recherche et du développement des nouvelles technologies destinées à un usage militaire ; la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). Les Google Cars ont parcouru plusieurs millions de kilomètres dont 1,6 million en mode autonome. Au cours de ces six années de roulage, il s'est produit onze accidents impliquant uniquement des dommages au niveau de la carrosserie, mais n'engendrant aucune blessure corporelle. Lors de ces accidents, la Google Car n'était pas en mode autonome, mais toujours conduite par une personne physique [53].

En mai 2016, sur une autoroute de Floride [54], une voiture électrique de la marque Telsa entre en collision avec un poids lourd qui s'était mis en travers de son chemin, alors qu'elle était en mode « pilote automatique » [55]. L'agence américaine de la sécurité routière (NHTSA) a précisé dans un communiqué que l'accident était survenu lorsqu' « *un camion a pris un tournant à gauche en face de la Tesla à une intersection* ». La société Telsa précise quant à elle : « *Ce que nous savons, c'est que le véhicule était sur une autoroute à double sens avec Autopilot activé quand un poids lourd s'est mis perpendiculairement à la Model S. Ni Autopilot ni le conducteur n'ont détecté la manœuvre du poids lourd (...) donc les freins n'ont pas été enclenchés* » [56]. C'est le premier accident mortel d'une voiture Tesla équipée du pilotage automatique en plus de 200 millions de kilomètres parcourus.

Depuis plusieurs années, le secteur aéronautique rencontre ce même type de problème. Or, celui-ci a su évoluer et dépasser certaines de ses difficultés en ajoutant une multitude de systèmes de sécurité et d'enregistrement pour comprendre et déterminer la chaîne de responsabilité dans les accidents. Par ailleurs, les pilotes bénéficient d'une formation spécifique pour les avions de ligne ; tous les appareils volants sont identifiés et localisés et les contrôleurs aériens vérifient l'état général du trafic et préviennent les risques de collisions. En revanche, sur le réseau routier, ce niveau de sécurité et de surveillance est encore loin d'être atteint. Le plus gros obstacle à cette transposition résulte de la complexité de l'environnement extérieur à la voiture. Pour les avions, le recul et l'expérience acquises sur le pilote automatique ont permis de le rendre extrêmement fiable. En dépit de cela, en cas de problème, le pilote dispose toujours d'un bref laps de temps pour reprendre la main et éviter l'accident. Pour une voiture en circulation, les possibilités d'événements pouvant se produire et gêner la conduite sont presque infinies. Qui plus est, le temps entre le moment de la détection de l'anomalie et son évitement par le conducteur est extrêmement réduit. Pour créer une voiture sans conducteur humain, il faut donc la rendre fiable et la sécuriser dans un environnement aux événements aléatoires pratiquement infinis. C'est à ce stade que la recherche opérationnelle est utilisée.

L'une des problématiques qui se posent consiste à savoir comment parvenir à minimiser le nombre de tests à effectuer tout en certifiant la fiabilité du système dans un large panel de situations. En effet, ces tests étant coûteux en temps et/ou en argent, il est important pour le constructeur de la voiture d'en effectuer un nombre raisonnable. L'ensemble des événements possibles est donc impossible à tester. La recherche opérationnelle va

52. I. Vingiano, *Quel avenir juridique pour le « conducteur » d'une « voiture intelligente » ?*, LPA, n° 239, 2014.
53. Voir le *Google Self-Driving Car Project* : https://www.google.com/selfdrivingcar/
54. Les Etats-Unis n'ont pas ratifié la Conventions de Vienne sur la circulation routière et sur la signalisation routière de 1968.
55. Ce mode permet à la voiture de suivre une file. La voiture tourne seule le volant, respecte la vitesse maximale autorisée grâce à une analyse des panneaux de signalisation, et freine en cas de besoin.
56. Voir : https://www.tesla.com/fr_FR/blog/tragic-loss

ainsi aider à choisir les tests à opérer et va apporter des éléments de preuve « mathématique » pour démontrer que certains tests ne sont pas nécessaires [57]. La fiabilité de l'autonomie de la voiture est donc certifiée par des processus de recherche opérationnelle. Or, depuis quelques années, les progrès ont été tels que le panel de situations pouvant être certifié devient extrêmement large à tel point que l'utilisateur pourrait penser qu'il est complet et envisage l'ensemble des situations potentiellement dommageables. Et c'est dans ce contexte qu'un glissement de l'aide à la décision vers l'automatisme peut se produire. La validité et la certification des processus de l'autonomie du véhicule sont intrinsèquement limitées. Tant qu'un processus n'est pas certifié ou fiable, il reste de l'aide à la décision. Il est donc essentiel que le constructeur définisse les limites intrinsèques aux possibilités du système et les communique clairement aux utilisateurs. Le constructeur devrait même interdire son utilisation en dehors de ce cadre, s'il y a de forts doutes que l'utilisateur puisse outrepasser facilement ces limites (ex. : un système qui ne peut marcher que le jour doit être interdit d'utilisation la nuit).

Si l'on garde à l'esprit les exemples de Google Car et de la voiture Tesla, on peut observer que dans le premier cas, l'objectif de Google est de créer une voiture dans laquelle l'humain n'a pas la possibilité de conduire (absence de volant et d'accélérateur). Dans une telle configuration, la responsabilité du constructeur sera assumée en cas d'accident [58].

En revanche, pour le cas de l'autopilote de Tesla, le constructeur fait valoir que : « *Our system is called Autopilot because it's similar to systems that pilots use to increase comfort and safety when conditions are clear. Tesla's Autopilot is a way to relieve drivers of the most boring and potentially dangerous aspects of road travel – but the driver is still responsible for, and ultimately in control of, the car* » [59]. Ainsi, selon le constructeur, l'objectif poursuivi par l'autopilote de Telsa serait donc d'améliorer le confort de conduite et la sécurité du véhicule. Mais comment le conducteur peut-il juger que les conditions sont réunies pour utiliser l'autopilote ? peut-il l'utiliser en ville ? sur route nationale ? sur autoroute ? par beau temps ? par temps de pluie ? de jour ? de nuit ? Toutes ces informations sont nécessaires à l'utilisateur pour lui garantir une bonne utilisation du produit. On peut ainsi légitimement s'interroger sur la pertinence, voire l'obligation pour le constructeur de proposer une formation aux utilisateurs de son véhicule, à l'image du brevet passé par le pilote d'avion privé, ou encore penser à créer une nouvelle catégorie sur les permis de conduire. Un autre aspect de l'autopilote Telsa soulève des questions. Le système allégerait la charge du conducteur en le suppléant sur certaines tâches, tout en le gardant responsable de son manque de vigilance en cas d'accident... Pourtant, l'utilisateur ne serait plus occupé à conduire le véhicule sur la route, mais simplement à surveiller la route, à l'image des contrôleurs aériens surveillant le trafic. Or l'action de surveillance nécessite tout autant d'attention que l'action de conduire, à la différence que l'utilisateur fera, de fait, beaucoup moins d'actions, ce qui pourrait amplifier sa baisse d'attention, voir son endormissement, et finalement, induire une baisse du niveau de sécurité du véhicule. Comment le constructeur pourrait-il s'abstraire de sa responsabilité alors que les mécanismes mis en place supplée plus qu'ils n'aident le conducteur dans sa conduite ?

L'exemple de la Google Car ou encore celui de la voiture Telsa révèle comment à mesure que les ordinateurs effectuent des tâches toujours plus complexes, qu'ils effectuent un travail d'analyse et de prise de décision, le logiciel réduit notre horizon et notre attention. L'automatisation transforme son utilisateur en simple observateur, et inhibe d'une certaine manière le développement de ses compétences [60]. C'est ce que révèle notamment l'administration fédérale de l'aviation qui rédige en 2011 une « *safety alert* » en exhortant les compagnies aériennes de limiter l'usage du pilote automatique du fait de l'augmentation des erreurs de pilotages des opérateurs humains, trop habitués à se laisser faire par la machine. Lorsque l'aide à la décision ne se contente plus de seconder l'activité humaine, mais la transforme et la supplée, la question de la responsabilité juridique qui en découle prend alors une dimension bien différente.

57. Exemple de travaux dans ce domaine : M. Chau et Y. Le Guennec - IRT SystemX ; Y. Tourbier et T. Vuong - Renault ; F. Daïm - ESI Group, *Modèle réduit paramétré de simulation de Crash.*

58. Des sociétés telles que Google, Volvo ou encore Mercedes ont déjà affirmé qu'ils accepteront de prendre la responsabilité juridique en cas d'accident causé par leur voiture autonome.

59. Traduit par nous : « Notre système est appelé Autopilot, car il est similaire aux systèmes que les pilotes utilisent pour augmenter le confort et la sécurité lorsque les conditions sont favorables. L'autopilot de Tesla est un moyen de soulager les conducteurs des aspects les plus ennuyeux et potentiellement dangereux de leur trajet, mais le conducteur est toujours responsable, et dispose en définitive du contrôle de la voiture ». Source : https://www.tesla.com/blog/dual-motor-model-s-and-autopilot

60. N. Carr, *All Can Be Lost : The Risk of Putting Our Knowledge in the Hands of Machines*, The Atlantic, nov. 2013.

En France, outre le Code de la route, c'est la Convention de Vienne du 8 novembre 1968 relative à la circulation routière qui est applicable. Cette Convention précise en son article 8 que : tout véhicule en mouvement doit avoir un conducteur ; tout conducteur doit posséder les qualités physiques et psychiques nécessaires et être en état physique et mental de conduire ; tout conducteur de véhicule à moteur doit avoir les connaissances et l'habileté nécessaires à la conduite du véhicule ; tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule [61]. En mars 2016, une modification de la Convention de Vienne sur la circulation routière annoncée par la commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) autorise les systèmes de conduites automatisées seulement « *si ces technologies sont conformes aux réglementations de l'ONU ou peuvent être contrôlées et désactivées par le conducteur* » [62]. L'amendement de l'UNECE ne revient cependant pas encore sur l'article de 8 de la Convention de Vienne qui précise que « *tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur* ». En février 2016, l'agence américaine de sécurité routière (*National Highway Traffic Safety Administration*, ci-après NHTSA) a estimé quant à elle qu'un système informatique basé sur l'intelligence artificielle des voitures autonomes pouvait être considéré comme leur conducteur [63]. La NHTSA affirme qu'il est possible de remplacer le terme « conducteur » dans les textes de loi par celui de « système de contrôle embarqué ». Sans aller aussi loin que la proposition américaine, une deuxième avancée réglementaire est actuellement en préparation. Elle concerne l'introduction de fonctions de direction à commande automatique dans les règlements des Nations Unies sur les véhicules. Cela comprend notamment les systèmes qui, dans certaines circonstances, prendront le contrôle du véhicule sous le contrôle permanent du conducteur. Il est ici fait référence aux systèmes veillant au maintien de la trajectoire (éviter un changement de voie accidentel), aux fonctions d'assistance au stationnement, et aux fonctions autopilote sur autoroute. Mais il serait intéressant d'ajouter une obligation de surveillance de l'attention du conducteur humain (maintien des mains sur le volant, surveillance des clignements des yeux pour prévenir l'endormissement, etc.), ou encore une obligation de formation, pesant sur le constructeur du véhicule, à l'utilisation et aux limites de ces technologies. Par ailleurs, la limitation imposée aux fonctions de pilotage automatique au-dessous de 10km/h actuellement contenue dans le règlement N° 79 de l'ONU, devrait être révisée.

Les outils juridiques devront donc évoluer pour que la responsabilité sans faute soit celle du constructeur de l'automobile (et le cas échéant des sous-traitants) qui aura développé les systèmes de conduite automatique. Consacrer la responsabilité sans faute du constructeur éliminerait la nécessité de déterminer qui est responsable de la collision. Or, c'est une approche qui n'est pas actuellement reconnue dans la loi du 25 juillet 1985. Mais dans une telle mesure, la loi assurerait toujours une chaîne de responsabilité favorisant l'indemnisation des préjudices soufferts par la victime. Ensuite, il appartiendrait à ce responsable de prouver les causes réelles de l'accident (« *un capteur défaillant, un problème mécanique ou encore un bug de l'algorithme, et de se faire rembourser le cas échéant* »). Cela ne sera pas sans causer un certain nombre de difficultés principalement sur le plan probatoire. Comment prouver que le conducteur n'est pas à l'origine de l'accident ? Comment le constructeur parviendra-t-il à prouver les causes réelles de l'accident ? Les données enregistrées (*via* des boites noires) et traitées par le véhicule autonome pourront permettre au juge de disposer d'éléments probants, par exemple pour reconnaître une défaillance technique. Mais ces données devront impérativement être communiquées au juge ainsi qu'à toutes les parties en cas de litige, comme c'est le cas actuellement lors d'un accident aérien.

L'implication des procédés d'automatisation dans le contexte des véhicules autonomes pose enfin la question de l'éventuelle application de la loi n° 98-389 du 19 mai 1998 sur la responsabilité des produits défectueux [64]. Cette hypothèse pourrait se heurter à plusieurs obstacles : preuve de l'existence du dommage,

61. L'accord européen du 1er mai 1971 précise que : « *tout conducteur doit rester maître de son véhicule de façon à pouvoir se conformer en toutes circonstances aux exigences de la prudence* ». Accord européen du 1er mai 1971 complétant la Convention sur la circulation routière ouverte à la signature à Vienne le 8 novembre 1968 – Annexe.

62. Voir : https://www.unece.org/fr/info/media/presscurrent-press-h/transport/2016/unece-paves-the-way-for-automated-driving-by-updating-un-international-convention/la-unece-ouvre-la-voie-a-la-conduite-automatisee-en-modifiant-la-convention-de-vienne-sur-la-circulation-routiere.html

63. Dans la lettre que la NHTSA adresse sur son site internet à la société Google elle retient qu'elle « *will interpret 'driver' in the context of Google's described motor vehicle design as referring to the (self-driving system), and not to any of the vehicle occupants* ».

64. Code civil, art. 1386-1 et suivants. – Voir notamment : Ph. le Tourneau, *Contrats informatiques et électroniques,* Dalloz, coll. « Référence », 9e éd. 2016–2017, nos 212–13 et s.

détermination de la défectuosité au moment de la commercialisation du véhicule autonome, établissement du lien de causalité scientifique et/ou juridique entre ces derniers, etc. En effet, pour que le régime de la responsabilité du fait des produits défectueux fonctionne, le défaut doit pouvoir être décelé compte tenu de l'état des connaissances scientifiques et techniques au moment de la mise en circulation du produit. Or, il est tout à fait envisageable que le véhicule autonome évolue entre sa sortie de la concession et un accident survenu quelques mois ou années après (modification du comportement par apprentissage *via machine learning*, ajout de nouvelles fonctionnalités par téléchargement de programmes *ad hoc*). Dans un tel schéma, la responsabilité du fabricant dont l'évolution du produit ne serait plus de son seul fait sera plus épineuse à envisager. La responsabilité sans faute du professionnel devra en effet s'établir en considérant de nouveaux critères tels que la complexité du système, son degré d'aide à la décision, ou encore les possibilités d'intervention laissées à l'utilisateur. Par ailleurs, il convient d'insister sur le fait que l'hypothèse de réflexion ne concerne pas les dysfonctionnements matériels classiques du véhicule autonome (éclatement d'une roue, panne moteur, explosion, etc.) qui peuvent s'inscrire dans les régimes existants de responsabilité civile. La difficulté apparaît lorsque l'on envisage les conséquences d'une décision (tourner, freiner, arrêter le véhicule) correspondant au fonctionnement « normal » du véhicule. Lorsqu'elle est à l'origine d'un préjudice, cette décision peut-elle entrer dans la sphère de la loi sur les produits défectueux ? Une telle problématique renvoie aux questionnements soulevés autour de l'application de ce régime aux biens immatériels [65]. En effet, les procédés automatiques mis en œuvre dans ces véhicules ne sont ni corporels, ni totalement standardisés contrairement au modèle théorique pensé initialement dans la législation relative aux produits défectueux. Face à ces enjeux, le Parlement européen a adopté le 16 février 2017 une résolution contenant des recommandations notamment relatives aux règles du droit de la responsabilité en matière de robotique [66]. Cet exemple illustre comment la recherche opérationnelle et l'aide à la décision soulèvent des questionnements nouveaux qu'il sera nécessaire au juge et au législateur de prendre en compte.

4 Propos conclusifs

La compréhension du concept de la recherche opérationnelle est une étape nécessaire pour l'application d'un régime juridique idoine. La complexité des systèmes et les procédés de recherche opérationnelle utilisés posent la question de la compréhension et de la maîtrise de ces outils, y compris par les professionnels eux-mêmes. Ainsi, une meilleure évaluation du degré d'aide à la décision, et donc de liberté laissée à l'utilisateur, doit être prise en compte par le juge. La recherche opérationnelle pourra ainsi directement influencer la mesure de la responsabilité de l'utilisateur : plus l'utilisateur est libre dans ses choix, plus il sera responsable. Et inversement, plus l'utilisateur est conditionné, limité dans ses choix, ou intervient que ponctuellement, moins il sera responsable.

D'après Bernard Roy, président d'honneur de la ROADEF, « *L'équipe de R.O., en particulier le coordonnateur, doit absolument se garder de considérer qu'il lui revient de conclure son étude par une décision* » [67]. Ce d'autant que la recherche opérationnelle, par sa quête incessante de l'optimalité, a réussi à gagner la confiance parfois excessive des utilisateurs. Bien qu'existante, la liberté de choisir des utilisateurs est facilement abandonnée au profit de la solution optimale promise par la recherche opérationnelle.

Ce constat s'impose avec d'autant plus d'acuité qu'il n'existe pas à ce jour de régulation de la recherche opérationnelle à l'instar d'autres disciplines scientifiques. Si elle est visée par le Code des impôts français, elle devrait également pouvoir investir d'autres champs disciplinaires du droit. Les questions de la déontologie, mais aussi de la régulation de la recherche opérationnelle se posent ainsi de manière décisive.

65. Voir A. Lucas, *La responsabilité des choses immatérielles*, mél. Catala, Litec, 2001, p. 817.
66. Le Parlement européen envisage la mise en place d'un régime d'assurance obligatoire complété par un fonds garantissant un dédommagement de la victime (y compris en l'absence de couverture). Résolution du Parlement européen du 16 février 2017 contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique (2015/2103(INL)).
67. B. Roy, *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, éd., Economica, Paris, 1985.

Reference

R. Bixby, *A Brief History of Linear and Mixed-Integer Programming Computation*, Doc. Math., vol. Optimization Stories, pp. 107–121, 2012.

J. P. Brans, et B. Mareschal, *Promethee Methods*, in Multiple criteria Decision Analysis : State of the Art Surveys, pp. 163–186, 2005, Springer New York.

S. Brin, L. Page, *Proceedings of the Seventh International World Wide Web Conference. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, Computer Networks and ISDN Systems, 30(1), 1998, 107–117.

N. Carr, *All Can Be Lost : The Risk of Putting Our Knowledge in the Hands of Machines*, The Atlantic, nov. 2013.

C. Castets-Renard, *Google et l'obligation de déréférencer les liens vers les données personnelles ou comment se faire oublier du monde numérique*, RLDI 2014/106.

Conseil d'État, *Étude annuelle 2014*. Le numérique et les droits fondamentaux, Doc. fr., coll. Les rapports du Conseil d'État, n° 65, 2014.

S. A., Cook, *An Overview of Computational Complexity*, Communications of the ACM, 26(6), 1983, p. 400–408.

D.J. DeTombe, *Handling Societal Complexity. A Study of the Theory of the Methodology of Societal Complexity and the COMPRAM Methodology*, 2015, Heidelberg : Springer Verlag.

E. W. Dijkstra, *A Short Introduction to the Art of Programming*, Vol. 4, 1971, Eindhoven : Technische Hogeschool Eindhoven.

A. K. Erlang, *Solutions of Some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges*, The Post Office Electrical Engineers Journal 10, 1918, p.189–197, Translated from Elektroteknikeren, 13.

M. Ermert, *German Constitutional Judge Expresses Concerns About the 'Right to be forgotten' decision*, Internet Policy Review, 15 août 2014.

R. Faure, B. Lemaire, C. Picouleau, *Précis de recherche opérationnelle*, 7e éd. : Méthodes et exercices d'application, éd., Dunod, 2014.

M. Giguer, *Droit à l'oubli / Droit au référencement : les 13 critères définis par les "CNIL" européennes*, Cahiers de droit de l'entreprise, n° 6, nov. 2014, prat. 30.

M. Lamoureux, *La causalité juridique à l'épreuve des algorithmes*, JCP G n° 25, 20 juin 2016, doctr. 731.

I. Laurence, *Histoire des moteurs de recherche*, L'information et le renseignement par Internet, Paris, Presses Universitaires de France, *Que sais-je ?*, 2010.

F. Lecomte et A. Bégué, *Panorama des régimes d'irresponsabilité applicables à Google*, RLDC 2014, n° 105.

A. Lucas, *La responsabilité des choses immatérielles*, mél. Catala, Litec, 2001, p. 817.

L. Mazeau, *La responsabilité civile des exploitants de moteur de recherche - Obligation de déréférencement, automatisation, recherche opérationnelle* dans la rubrique *Responsabilité*, Cahiers Droit, Sciences & Technologies, 5, 2015, 267–275.

G. Monge. *Mémoire sur la théorie des déblais et de remblais*. Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année, pp. 666–704, 1781.

A.J Muntjewerff, *Societal Complexity and Legal Problem Solving* In Book of Abstracts, Volume 30 of the 27th Euro Conference of Operational Research, Glasgow, 2015.

B. Pascal, *Pensées*, Texte établi par L. Brunschvieg en 1897, Paris, GF-Flammarion, 1976.

A. Rouvroy et T. Berns, *Gouvernementalité algorithmique et perspectives d'émancipation - Le disparate comme condition d'individuation par la relation ?*, Réseaux, 2013/1 n° 177.

B. Roy, *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, éd., Economica, Paris, 1985.

B. Roy, *Regard historique sur la place de la recherche opérationnelle et de l'aide à la décision en France*, Math. et Sci. Hum., 2006, n° 175.

E. Schmidt, Interview *Google and the Search of the Future*, Wall Street Journal, 14 août 2010.

A. Tourette, *Responsabilité civile et neutralité de l'internet : Essai de conciliation*, thèse Nice Sophia Antipolis, 2015, spéc. n° 85 seq. sur l'indexation automatique.

I. Vingiano, *Quel avenir juridique pour le "conducteur" d'une "voiture intelligente" ?*, LPA, n° 239, 2014.