L'expert augmenté

Congrès de la Compagnie des ingénieurs experts près la cour d'appel de Paris (CIECAP) organisé à l'École nationale de la magistrature (Bordeaux), les 12 et 13 mai 2022.

Le développement de l'intelligence artificielle offre des perspectives totalement nouvelles à chacun d'entre nous. *« Il semble donc naturel que la question de l'expert augmenté, ou de l'expertise augmentée, se pose aujourd'hui dans tous les domaines d'activité »*, ainsi que l'a fait remarquer Isabelle Gorce, première présidente de la cour d'appel de Bordeaux, en introduction du congrès de la CIECAP (Compagnie des ingénieurs experts près la cour d'appel de Paris). Un événement qui a été organisé et coordonné par le président de la compagnie, Michel V. Vassiliadès, expert honoraire près la cour d'appel de Paris, expert près des cours administratives d'appel de Paris et de Versailles et médiateur.

« Les experts sont d'une certaine manière sommés actuellement d'être de plus en plus outillés pour mener leurs investigations dans un environnement lui-même fortement augmenté sur le plan technologique », a souligné Isabelle Gorce. Elle a cependant rappelé qu' *« il existe des limites matérielles et intellectuelles inhérentes aux nouvelles technologies et leur fiabilité dans certains domaines reste encore à démontrer. Une machine – notamment performée par l'IA – ne saurait se substituer à un expert, tant sur le plan physique que moral. Elle ne peut le supplanter et doit rester un palliatif à la limite des compétences physiques de l'homme-expert. Si l'expert doit repousser plus loin le rivage du doute, il doit avec modestie garder à l'esprit que dans certains cas il se heurtera à l'inexpliqué »*.

Dans le domaine médical, le traitement des personnes amputées est un bon exemple des progrès rendus possibles par les dernières avancées technologiques. Pour mener à bien ces traitements, la prise en charge thérapeutique des patients est pluridisciplinaire, comme l'a indiqué le Dr Linda Darmon, spécialiste en médecine physique et de réadaptation à l'hôpital d'instruction des armées Percy. *« Un médecin ne peut pas travailler tout seul dans son coin pour traiter de telles situations. À l'hôpital de Percy, les différents corps de métiers médicaux – chirurgiens, médecins MPR (médecine physique et de réadaptation), ergothérapeutes, psychomotriciens, orthoprothésistes, podo-orthésistes, kinésithérapeutes, psychologues – participent à la consultation visant à décider de procéder ou non à l'amputation »*.

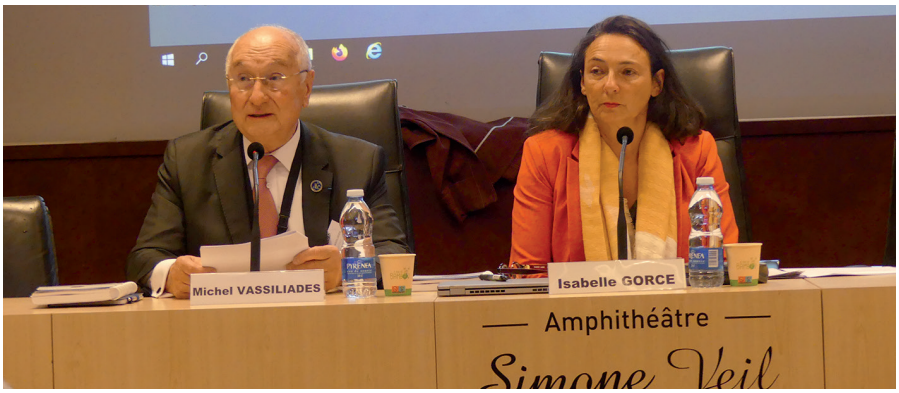
Pour l'instant, aucune prothèse ne permet de retrouver une sensation de toucher ; en revanche, une personne amputée peut exercer des activités – notamment sportives – très diverses. *« Chaque activité va nécessiter une prothèse différente »*, a précisé Joseph Bascou, ingénieur et chef du CERAH (Centre d'études et de recherche sur l'appareillage des handicapés). *« La prothèse universelle n'existe pas. Par exemple, si une personne acquiert une prothèse pour la course à pied, elle ne pourra pas faire du patin à roulettes ou du golf avec le même dispositif »*.

Face à ces patients amputés, il est important de ne pas agir de manière *« robotisée »*, a fait valoir Linda Darmon : *« Dans le bilan que nous allons réaliser avec la personne amputée, nous allons analyser son environnement familial, social, professionnel, pour savoir quel matériel de prothèse choisir et quelle rééducation réaliser. C'est extrêmement individualisé. Chaque projet est différent. Notre but est que la personne amputée récupère physiquement, fonctionnellement et moralement »*.

Afin de choisir le bon matériel, de réaliser convenablement l'emboiture liant le corps de la personne amputée à la prothèse et de régler celle-ci correctement, la biomécanique peut être utilisée. Cette dernière peut être définie comme l'application des outils de la mécanique, de ses méthodes et principes aux tissus et organes biologiques et à leurs problèmes médicaux associés. Selon Joseph Bascou, *« il est intéressant d'avoir recours à la biomécanique parce que les outils habituels des médecins fournissent des mesures assez restreintes. La biomécanique permet de disposer de nombreuses données quantitatives et objectives afin de réaliser la prothèse convenant parfaitement à une personne donnée »*.

Dans le cadre de l'analyse biomécanique, *« pourra notamment être étudié le cycle de marche de la personne amputée, avec d'un côté la phase où le pied analysé est en appui sur le sol et de l'autre côté la phase où ce pied est en phase oscillante, autrement dit en l'air »*, ainsi que l'a détaillé Joseph Bascou. *« Il est important de veiller à ce que lorsque les personnes amputées sont en appui sur leur jambe munie d'une prothèse, celle-ci ne se dérobe pas contre leur volonté. Il faut faire en sorte que le patient ait un appui sécurisé sur la prothèse. Nous reproduisons notamment en laboratoire différentes situations de la vie courante, avec des parcours sur lesquels sont présents des pentes, des escaliers ou des dévers. »*

L'objectif des prothèses n'est pas de créer des hommes augmentés qui vont dépasser l'être humain ordinaire, mais



Michel V. Vassiliadès, président de la CIECAP et Isabelle Gorce, première présidente de la cour d'appel de Bordeaux.

Joseph Bascou, ingénieur, a présenté différents types de prothèses pour personnes amputées.

de permettre à des personnes amputées de marcher à nouveau, de pratiquer la quasi-totalité des activités accessibles aux non-amputés et de limiter l'apparition de troubles musculosquelettiques à long terme, comme l'a expliqué Linda Darmon.

Questionnée par Robert Giraud, expert agréé par la Cour de cassation et président d'honneur du Conseil national des compagnies d'experts de justice, quant à l'existence actuelle de contentieux liés à l'utilisation de prothèses ou à la responsabilité de prothésistes, Linda Darmon a signalé que *« si un médecin a une obligation de moyens par rapport à son patient – car un médecin ne peut que s'engager à tout mettre en œuvre pour obtenir la guérison du malade sans pouvoir garantir cette dernière –, en revanche un prothésiste a une obligation de résultat dans la mesure où il doit livrer une pièce prothétique répondant aux caractéristiques demandées par le praticien. Le médecin indique au prothésiste le problème médical de la personne, puis ils déterminent ensemble s'il est possible de réaliser une prothèse permettant à la personne amputée de marcher correctement, de réaliser telle ou telle performance fonctionnelle ou de pratiquer tel ou tel sport. À partir du moment où le prothésiste accepte de créer la prothèse, il faut que cela fonctionne : si ce n'est pas le cas alors que la personne amputée a été de bonne volonté – qu'elle s'est bien rendue aux rendez-vous, etc. – et qu'on s'aperçoit par exemple que l'emboiture ou un autre réglage de la prothèse ne sont pas adaptés et que le prothésiste indique qu'il n'arrivera pas à corriger cela, c'est soit que celui-ci est incompétent pour réaliser ce qu'il s'était engagé à faire soit qu'il est de mauvaise foi. Nous savons très bien que les prothésistes savent faire certaines choses mais pas d'autres. Par exemple, certains savent réaliser des orthèses – les appareillages qui vont aider une partie du corps encore existante mais déficitaire –, et d'autres savent bien mieux faire des prothèses pour les personnes amputées. En cas de contentieux dans ce domaine, un expert médecin peut être sollicité ».*

Les progrès de la chirurgie grâce à l'intelligence artificielle

La chirurgie dans son ensemble a connu de grandes mutations depuis une dizaine d'années sous l'effet des nouvelles technologies, et sensiblement de l'intelligence artificielle. *« Cela est en train de totalement transformer le métier de chirurgien, l'approche que nous avons vis-à-vis des malades mais également l'appréhension d'un dossier par un expert judiciaire »*, estime le professeur Jacques Marescaux, chirurgien hospitalier et fondateur de l'Institut de recherche contre les cancers de l'appareil digestif (Ircad), centre de référence de renommée mondiale en matière de chirurgie mini-invasive. *« Actuellement, on estime qu'il y a plus de 100 000 erreurs chirurgicales en France par an : 20 % d'entre elles sont dues à des erreurs de diagnostic et l'autre partie aux stratégies chirurgicales adoptées. C'est quelque chose qui devrait totalement disparaître avec les nouvelles technologies. »*

Jacques Marescaux a montré aux participants du congrès une vidéo sur laquelle on peut constater chez un patient la présence d'une tumeur de la glande parathyroïde : *« une telle tumeur fait généralement environ 6 ou 7 millimètres, a expliqué le chirurgien. Sans les nouvelles technologies, on peut mettre environ deux heures voire plus pour la trouver dans le cou d'un patient, surtout si ce dernier est obèse. Avec elles, nous pouvons trouver cette tumeur en 10 ou 15 minutes ».*

Des dispositifs récemment apparus permettent pareillement de mieux localiser une tumeur dans le foie. Jacques Marescaux a présenté une vidéo de réalité virtuelle d'un patient chez lequel la tumeur avait été localisée sur le côté droit du foie par les équipes chirurgicale et de radiologie d'un service universitaire réputé, qui affirmaient par conséquent qu'il fallait effectuer une ablation du côté droit du foie. *« Or, avec les techniques de réalité virtuelle, on voit parfaitement que la tumeur n'est pas à droite mais à gauche du foie et qu'il aurait donc fallu pratiquer une ablation du côté gauche du foie chez ce patient ».*

L'intelligence artificielle pourrait aussi prévenir des complications chirurgicales, par exemple lors de l'ablation de la vésicule biliaire, a signalé le chirurgien. *« Pour cette intervention banale, il existe 5 000 complications graves par an aux États-Unis et 7 000 au Japon. S'agissant de la France, il est très difficile d'avoir des informations exactes à ce sujet. Quoi qu'il en soit, si de tels logiciels permettent d'éviter des complications susceptibles d'être léthales, il est évident qu'un jour ils seront obligatoires. »*

Comment vont faire les médecins experts et les magistrats lorsque dans quelques années des plateformes intégrant tous ces systèmes d'intelligence artificielle seront disponibles en France mais que la majorité des hôpitaux n'en disposeront pas faute de moyens financiers suffisants, s'est interrogé Jacques Marescaux. *« Certains malades pourraient alors faire remarquer qu'ils n'ont pas bénéficié des meilleurs dispositifs de prise en charge. Ils pourraient notamment affirmer que s'ils avaient été opérés par l'intermédiaire d'un robot chirurgical, il n'y aurait pas eu de complications. »*

Interrogé par l'assistance quant à la détermination de la responsabilité en cas d'erreur lors d'un acte chirurgical impliquant l'intelligence artificielle, Jacques Marescaux a rappelé que *« comme il faut un pilote dans un avion, il faut un responsable dans un bloc opératoire. En France, ce responsable, c'est obligatoirement le chirurgien. Cependant, en cas d'utilisation de l'intelligence artificielle, la détermination de la responsabilité dans le cadre d'une erreur médicale sera effectivement plus compliquée ».*

Vincent Vigneau, récemment nommé président de la chambre commerciale de la Cour de cassation, a précisé qu'il faut distinguer sur ce sujet responsabilités civile et pénale : *« S'il s'agit d'une défaillance de la machine, pour laquelle le chirurgien n'est pour rien, celui-ci ne peut pas engager sa responsabilité pénale. En revanche, sa responsabilité civile est engagée sur le fondement de l'article 1242 du Code civil selon lequel toute personne est responsable du dommage causé par les biens qu'elle a sous sa garde. La machine est sous la garde du chirurgien qui engage donc sa responsabilité civile. Rien ne l'empêche ensuite de*

se retourner contre le fabricant de la machine pour une action récursoire. Le premier objectif de la responsabilité civile est l'indemnisation de la victime. Une fois que la victime est indemnisée par l'établissement de santé qui a procédé à l'intervention, celui-ci pourra se retourner contre le fabricant. Cela peut aussi se faire au cours du même procès. Le fabricant de la machine sera alors appelé en garantie ».

L'expert augmenté dans le domaine industriel

Au sein de SOLSI, société de conseils et de services en ingénierie mécanique et simulation numérique, c'est l'idée de l'ingénieur augmenté qu'on retrouve, à travers la quantité importante d'éléments de calculs qui doivent être traités par l'outil informatique, ainsi que l'a expliqué le gérant de la filiale SOLSI-SCAN Christophe Doub. *« Au sein de l'entreprise, nous utilisons le scanning de précision*[1] *et le scanning de relevés industriels*[2]*. On fait notamment appel à nous pour réaliser des expertises lorsque des défauts sont constatés sur un produit ou que des accidents ont eu lieu ».*

Christophe Doub a pris l'exemple du travail mené par SOLSI sur le couvercle en plastique d'une batterie utilisée dans le milieu marin. *« Une entreprise avait constaté qu'il y avait un problème d'étanchéité relatif au couvercle de la batterie. Il était donc nécessaire d'analyser ce couvercle et en particulier le clip permettant l'attache afin de déterminer pour quelle raison l'assemblage entre le couvercle et le corps de la batterie ne fonctionnait pas correctement. Avec un scanner, nous avons comparé le couvercle réel au couvercle théorique imaginé par la société de fabrication afin de mesurer les écarts de mesures et de cotes. Avec un logiciel de métrologie*[3]*, il est notamment possible de superposer l'image en 3D de l'outil théorique (celui tel qu'imaginé par le fabricant) et une image 3D de l'outil réel. On peut alors effectuer une comparaison de surface, etc., et constater les éventuels décalages entre le modèle théorique et le modèle réel ».*

Christophe Doub, gérant de SOLSI-SCAN, a fait une démonstration de l'utilisation du scanning 3D de précision.

Le droit autour du bâtiment augmenté

Dans le secteur du bâtiment, l'avènement de la digitalisation a été symbolisé par l'utilisation du BIM, à la fois outil numérique et nouvelle manière de travailler : le M de BIM (« Building Information… ») peut signifier « model » (en français, « maquette »), « modeling » (autrement dit, la façon de travailler collaborative impliquant les différents acteurs de l'acte de construire) ou management (un élément essentiel dans le cadre d'un travail collaboratif).

Le BIM est au service des acteurs de l'acte de construire mais aussi des experts, la numérisation des bâtiments permettant de disposer de nombreuses données, a signalé Maître Cécile Benoît-Renaudin, avocate au barreau de Paris. *« Le BIM n'aura aucune utilité lorsqu'il s'agira d'aller constater des désordres. En revanche, il peut être intéressant pour déterminer l'importance et l'origine de ceux-ci. Cela sera du cas par cas, aucun bâtiment n'étant construit en suivant exactement la même procédure ».*

Le BIM pourrait également être intéressant concernant la détermination d'une solution réparatoire, a fait remarquer Cécile Benoît-Renaudin : *« À partir des données présentes sur la maquette BIM, les différentes solutions proposées par les parties pourront être testées afin de déterminer si celles-ci pourraient convenir, en fonction des contraintes existantes. »*

L'intelligence artificielle en criminalistique

En criminalistique, les nouvelles technologies peuvent notamment être utilisées pour *« geler et fixer »*[4] une scène d'accident. La scène d'un crash aérien, d'un accident ferroviaire ou de toute autre catastrophe risque à tout moment d'être *« modifiée ou polluée »* par des éléments extérieurs, a expliqué le chef d'escadron Christophe Lambert, chef du département « signal, images, paroles » à l'Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale (IRCGN). *« Or, cette scène constitue le point de départ de l'enquête judiciaire et les enquêteurs auront besoin tout au long de leur travail de se référer aux informations concernant sa configuration. Il faut prendre soin de cette scène, veiller à sa protection. »*

Le chef d'escadron Jérémy Sinnaeve, chef de l'unité d'expertises en accidentologie au sein du département « véhicules » de l'IRCGN, a expliqué que *« lorsqu'un véhicule doit être analysé, plutôt que de faire des mesures in situ, nous allons scanner directement le véhicule afin d'effectuer les diverses mesures nécessaires ultérieurement. Cela permet aussi de disposer d'une sauvegarde numérique qui peut être précieuse si par exemple une contre-expertise a lieu mais que le véhicule a entre-temps été détruit. En outre, grâce au scanner laser et au nuage de points*[5] *qui est établi, nous sommes capables de déterminer de manière plus précise la position des véhicules au moment de la collision ».*

Concernant l'utilisation du drone, le chef d'escadron Christophe Lambert a fait savoir que cet outil permet, en criminologie, de réaliser des photographies aériennes d'une scène de crime ou d'une scène d'accident, qui seront ensuite utilisées avec des logiciels de photogrammétrie. Il s'agit d'une technique qui permet à partir de photographies 2D de générer un nuage de points en trois dimensions[6]. *« L'avantage de cette méthode est qu'elle peut être utilisée pour des scènes de grande ampleur : des scènes de catastrophes aériennes, d'accidents ferroviaires ou d'accidents de la route, etc. »*, a énuméré Christophe Lambert. *« On peut aussi utiliser le drone et la photogrammétrie pour une scène contaminée, comme une décharge à ciel ouvert contenant des déchets amiantés. Sans le drone, les enquêteurs sont obligés pour pouvoir aller directement sur place de s'équiper d'une combinaison qui les protège de la tête au pied avec une bouteille d'oxygène leur servant d'assistance respiratoire ».*

De manière générale, dans le cadre d'expertises, le drone peut constituer un véritable œil déporté et optimisé permettant d'obtenir une vision globale et précise de l'étendue des dommages, quel que soit le domaine d'activités (énergie, ouvrages d'art, bâtiments, etc.), a souligné Éric Goyheneche, directeur du développement des marchés « expertise et inspection » au sein du Groupe Institut de Soudure.

Frédéric Coppey, responsable des activités « bacs de stockage » au sein du

Groupe Institut de Soudure, a indiqué que le drone permettait d'inspecter des zones difficiles d'accès physiquement, en réduisant le temps d'intervention et les situations accidentogènes liées au travail en hauteur, l'utilisation du drone remplaçant le recours à des nacelles ou des échafaudages. Les drones peuvent notamment être utilisés dans le domaine du bâtiment pour l'inspection visuelle de corrosions internes ou externes ; en cas de fissurations ; pour des contrôles thermographiques[7] ; pour l'analyse de déformations ou d'anomalies telles que des fuites, des coulures[8], l'absence d'éléments de boulonnerie ou encore la présence de fixations endommagées ; etc.

Le groupe Sam Drones – société partenaire du Groupe Institut de Soudure en matière d'utilisation de drones et dirigée par Éric Philippe – a proposé lors du congrès de la CIECAP une démonstration d'un vol de drone dans le ciel bordelais ; il a notamment été possible de constater qu'un drone pouvait en zoomant dévoiler une information présente à deux kilomètres de distance, telle que la plaque d'immatriculation d'un véhicule.

Les écueils de la justice prédictive

À l'issue des deux journées du congrès, Maître Jean-Pierre Martin, avocat au barreau de Paris, a souligné que *« tout ce qui a été présenté est fascinant mais aussi inquiétant par certains aspects. Cependant, l'inquiétude fait partie de la vie »*.

Jean-Pierre Martin a fait valoir que lorsqu'on parle d'un expert augmenté, il n'est pas question d'une substitution de l'humain par le robot : *« L'esprit humain restera le maître de l'avis rendu ; les experts seront simplement aidés, assistés et enrichis intellectuellement et matériellement. La justice dans son ensemble profitera de cet enrichissement de l'expert, et tous les auxiliaires de justice pourront suivre cette voie de progrès. Cette révolution doit nous apporter des améliorations mais nous devons éviter deux écueils : la stratégie prédictive et la disruption. La stratégie prédictive est la situation dans laquelle l'ordinateur serait amené à donner directement un avis conçu à partir de données variées et nombreuses. La disruption marque, elle, la rupture avec le monde matériel, celui de l'écrit, pour arriver à un monde virtuel où rien n'existe matériellement. Je ne pense pas que la justice puisse arriver à cette disruption parce que certains principes juridiques à respecter – comme les droits de la défense ou le principe de la contradiction – sont incompatibles avec un monde entièrement virtuel »*.

Chargé de prononcer les derniers mots du congrès, Vincent Vigneau a indiqué qu' *« il est impossible d'imaginer que les progrès liés à l'intelligence artificielle ne transformeront pas les méthodes de travail des experts, même s'il est difficile de cerner pour l'instant la nature exacte et l'ampleur de cette transformation »*.

Concernant les conséquences pour les juges de l'émergence de l'intelligence artificielle, Vincent Vigneau a fait remarquer que *« l'utilisation d'outils de justice prédictive par les juges eux-mêmes est de nature à modifier profondément leur office. Cette utilisation est porteuse à la fois d'évolutions positives et de conséquences fâcheuses. Les outils d'exploitation électronique des bases de données favoriseront l'harmonisation dans l'intérêt des justiciables. Ils vont en effet permettre aux juges de comparer leurs pratiques juridictionnelles par rapport à une moyenne statistique et connaître les tendances jurisprudentielles de leurs collègues ; cela favorisera la mise en cohérence de l'activité juridictionnelle. […] Mais nous pouvons aussi craindre ce qu'on appelle l'effet performatif des systèmes de justice prédictive, qui n'ambitionnent pas seulement de décrire une pratique jurisprudentielle mais qui promettent aussi de faire acte jurisprudentiel. Le juge sera toujours, en droit, libre de s'écarter de la norme mais il y a un risque que ces algorithmes fassent insidieusement peser sur le juge une obligation de se conformer aux jugements rendus par ses collègues. Est-ce que le juge se sentira toujours aussi libre de juger en fonction de sa seule conscience si on lui explique que la grande majorité de ses collègues jugent différemment pour la même situation donnée ? Est-ce qu'il sera obligé de motiver sa divergence par rapport à la norme résultant des algorithmes ? À tout le moins, on peut craindre que le déploiement des algorithmes ne favorise des phénomènes d'imitation et ne conduise à une sorte de conformisme de la part des juges pour lesquels il sera plus difficile de rendre des décisions divergentes, lesquelles seront plus difficilement acceptées par les avocats, les justiciables et les citoyens dans leur ensemble. La justice prédictive va finalement conforter les jurisprudences majoritaires au risque d'en empêcher toute évolution »*.

Le président de la chambre commerciale de la Cour de cassation a ainsi souligné que *« s'il est nécessaire d'encourager tout ce qui permet de réduire l'aléa judiciaire et favoriser la cohérence, il faut impérativement veiller à ne pas porter atteinte à la liberté de jugement du juge ni stigmatiser celui qui souhaiterait s'écarter de la moyenne »*.

Vincent Vigneau a conclu son propos en signalant la nécessité de s'interroger sur la neutralité de l'intelligence artificielle : *« l'ambition des systèmes d'intelligence électronique de produire des analyses exhaustives et fiables dénuées de toute subjectivité humaine peut nous faire croire que le produit de leur travail est exempt de biais et de scories. En réalité, la "datafication" repose sur des indicateurs quantitatifs indirects résultant des choix plus ou moins arbitraires de concepteurs de logiciels, de sorte que les résultats qui en résultent ne peuvent être considérés comme neutres ou dénués de biais car ils dépendent en grande partie des valeurs attribuées aux différentes données collectées »*.

NOTES

1. Le scanning de précision est notamment utilisé pour la mesure et le contrôle de pièces dans l'industrie.
2. Le scanning de relevés industriels est notamment utilisé pour relever et modéliser l'existant (relever des dimensions sur des installations industrielles ou autres, créer une maquette numérique de bâtiments et installations industrielles, diagnostiquer des installations existantes, etc.) ; visualiser en 3D des installations de façon précise et exhaustive ; ou encore réduire les risques de collisions entre équipements et inspecter des installations industrielles.
3. La métrologie rassemble l'ensemble des techniques permettant de réaliser des mesures, de les interpréter et d'assurer leur fiabilité.
4. Le gel des lieux consiste à empêcher par le placement de protections l'accès à la scène d'accident ou de crime et donc la modification de celle-ci. La fixation consiste, elle, à numériser la scène avec par exemple un scanner laser ou un drone réalisant des photographies aériennes, afin de disposer d'un jumeau numérique de la scène.
5. Un nuage de points est une représentation numérique 3D d'un objet ou d'un espace. Il se compose de millions de points, dont chacun est placé selon un repère de coordonnées x, y et z. Contrairement à d'autres modes de représentations 3D, les points du nuage ne sont pas liés entre eux.
6. Voir « La photogrammétrie en accidentologie routière », de Mauro Balestra, *Revue Experts* n° 161, avril 2022.
7. La thermographie est une technique permettant d'obtenir une image thermique d'une scène par analyse des infrarouges. Cela permet notamment de détecter les problèmes dans les réseaux électriques (surtensions…) ou les déperditions thermiques (fuites dans l'isolation d'un bâtiment…).
8. Coulure : sur une paroi, une traînée ou trace verticale de peinture, de mortier, de laitance, etc.