

Plan stratégique **Recherche & Innovation**



AGENDA 2022

PLAN STRATÉGIQUE

RECHERCHE & INNOVATION

AGENDA 2022

Éditorial	6
Introduction	10
Axes technologiques prioritaires	13
1 Le numérique	15
2 Le <i>Big data</i>	16
3 Le Cyber	17
4 L'intelligence artificielle	18
5 L'“homme augmenté”	19
6 La robotique	20
7 L'identification humaine	21
8 Veille anticipative :	
technologies émergentes et technologies de rupture	22
Les acteurs de l'innovation	24
1 L'innovation participative spontanée ou provoquée	25
2 La recherche et l'innovation institutionnelle	25
3 La R&I en Gendarmerie, l'affaire de tous	26
4 Les partenaires publics	28
5 La coopération avec l'industrie de sécurité et de défense	30
6 Les ressources financières de la R&I	31
7 La valorisation des innovations	31
Projets R&I en cours	32
1 Le numérique :	33
Accès à la donnée électronique	33
Radiocommunication en mode direct	33
Transcrifilm	33
NEOGend : d'autres applications innovantes	34
Bouton d'alerte connecté	34
AMOCO - Affichage modulaire optimisé pour les CORG	34
Système d'Information étatique des drones collaboratifs (SIE)	35
SSAA - Système de suivi et d'assistance à l'autopsie	35
Identification des imprimantes 3D	36
Arrêt de véhicule en mouvement	36
2 Le <i>Big data</i> :	37
Analyse décisionnelle	37
Analyse de données de masse	37
Fusion de données	38
Analyse vidéo de masse	38
Datalab	38
Optimisation opérationnelle	38
Maintenance prédictive	39
3 Le Cyber :	40
Collecte de données en source ouverte sur internet	40
WifiCatcher	40
Objets connectés	40
4 L'intelligence artificielle :	41
Détection préventive des comportements atypiques	41
Géolocalisation indoor	41
ALICE (Automatic Labelling for Image Collections Exploration)	42
Retranscription des auditions	42
Détection de phénomènes émergents ou sériels	42
Détection à travers les murs	42
5 La robotique :	43
Drones bleus	43
Exosquelette	43
Véhicules autonomes	43
Lutte anti-drone	44





6 “L’homme augmenté”

Gilet tactique modulaire	45
Casque multi-mission	45
Vision multi-spectrale	46
Vêtements anti-feu	46
Nouveaux matériaux de protection balistique	47
Vêtements intelligents	47
Lunettes de réalité augmentée	47

7 L’identification humaine

Empreinte olfactive	48
Portrait robot génétique	48
SHUTTLE	49
Biométrie en mobilité	49
Age ADN	50
Inférence d’identité	50
D-blood : datation des traces de sang	50
Comparaison automatique de traces d’outils	50
L’analyse des corps gras comme source d’incendie criminelle	50

ANNEXES

1 - Lectures complémentaires	52
2 - Publications scientifiques et conférences majeures sur les projets	53
3 - Lexique	55

« *Innover aujourd'hui, pour mieux protéger les Français demain* »

« Intelligence artificielle, nano et biotechnologies, numérique : nous vivons une période de profondes mutations, marquée par l'émergence de ces innovations de rupture majeures. Sources d'opportunités, ces révolutions peuvent aussi représenter de nombreuses menaces. Il est donc essentiel de pouvoir les maîtriser, afin de permettre l'adaptation et la transformation de nos forces et d'emporter ainsi la guerre technologique.

La Gendarmerie nationale s'est toujours montrée en pointe dans ce domaine, comme en témoigne la création récente du Conseil scientifique de la Gendarmerie nationale. Ce Plan stratégique recherche et innovation agenda 2022 s'inscrit dans cette perspective.

Il s'agit tout d'abord d'une démarche stratégique. En partant des besoins exprimés par les gendarmes sur le terrain, 7 axes scientifiques ont été définis – numérique, *big data*, cyber, intelligence artificielle, robotique, "homme augmenté" et identification humaine – qui illustrent le souci croissant d'améliorer les savoir-faire opérationnels grâce aux innovations scientifiques.

Il s'agit ensuite d'une démarche partenariale. La réunion, au sein du Conseil scientifique, puis la collaboration engagée avec acteurs institutionnels, industriels de sécurité et de défense, et universitaires est le signe d'une vision ouverte et transversale du développement de nos forces.

Enfin, cette démarche se traduira par des projets concrets avec une programmation capacitaire sur 5 ans ainsi que la création d'un Observatoire national des sciences et des technologies de la sécurité (ONSTS) qui aura la charge de garantir le déploiement des projets mais aussi d'incuber de nouveaux programmes.

La mise en œuvre de ce plan nécessite bien sûr des moyens. Ils seront au rendez-vous.

Les crédits d'investissement pour 2018 ont ainsi été augmentés de 15 %, et seront pérennisés pour la durée du quinquennat.



Une *task force*, supervisée par la Délégation ministérielle aux industries de sécurité et à la lutte contre les cybermenaces, sera également créée afin d'accompagner nos porteurs de projets dans la valorisation des brevets et la réponse aux appels lancés par différents fonds tant français qu'euro péens.

Je souhaite un plein succès à tous les chercheurs et agents qui œuvreront à la réalisation de ce Plan 2022.

5 ans, 7 axes et de nombreux projets, pour anticiper la réponse aux menaces à venir, pour construire la sécurité de demain.

Gérard COLLOMB
Ministre d'État et ministre de l'Intérieur
le 22 décembre 2017



L'agenda 2022 du plan stratégique de recherche et d'innovation de la gendarmerie nationale porte l'ambition d'une conduite repensée en profondeur de la préparation du futur. Il traduit par secteur scientifique clé, les besoins exprimés par nos gendarmes sur le terrain en opportunités de modernisation technologique. Je souhaite que le lecteur y trouve l'assurance qu'il n'y a pas de progrès scientifique, aussi pointu soit-il, qui ne puisse être étudié pour assurer plus efficacement encore nos missions quotidiennes de sécurité.

Notre approche de la modernisation technologique a été profondément repensée et professionnalisée au cours de ces douze derniers mois : elle est notamment présentée dans le document *Cohérence des forces, engagement des moyens, modernisation technologique* de juin 2017, qui introduit une programmation capacitaire cohérente sur cinq ans de nos besoins en matériels à haute valeur ajoutée technologique. En soutien à cette « révolution à notre portée », il fallait une déclinaison « miroir », là où cela était nécessaire, des actions de recherche scientifique et d'innovation à conduire (R&I). C'est l'objet de ce premier plan stratégique de recherche et d'innovation de la gendarmerie nationale et de son agenda 2022 (PSRI agenda 2022). Il fixe les enjeux par technologies à maîtriser et précise les jalons à franchir dans les cinq prochaines années afin de permettre cette modernisation.

Dans un ministère toujours en prise avec l'actualité, la préparation du futur est un exercice difficile. Pour autant, la recherche et l'innovation technologiques et scientifiques doivent trouver une place centrale. Cet exercice doit cependant être conduit avec discernement et pragmatisme : horizon de préparation du futur limité au probable, c'est-à-dire de deux à cinq ans, sur des technologies déjà défrichées et un besoin opérationnel avéré. Face à la rareté des budgets consacrés à ces activités, il nous faut renforcer la place de l'innovation interne, monter des partenariats publics/privés, faire en sorte que la R&I, par sa valorisation, finance la R&I. Enfin, face à ces défis complexes, il faut savoir s'entourer des meilleurs conseils extérieurs afin de décloisonner, de moderniser et d'innover.

La recherche et l'innovation reposent sur un édifice désormais consolidé, au sommet duquel j'ai placé le Conseil scientifique de la gendarmerie nationale et ses nombreuses personnalités extérieures, institutionnelles ou qualifiées, pour ouvrir un espace de parole sans tabous. Pièce récente mais centrale, l'Observatoire national des sciences et des technologies de la sécurité (ONSTS) déploie une plate-forme partenariale avec le



monde extérieur, services publics et industries de sécurité et de défense, qui complète les partenariats conclus avec de grands centres de recherche. La chaîne « anticipation, recherche et technologie », que je préside personnellement, va puiser la matière dans toutes les unités de la gendarmerie pour assurer une vision partagée des priorités de recherche scientifique et technologique. Les ateliers de performance me font remonter le large éventail des innovations de terrain – celles de nos gendarmes. Enfin, la mission numérique donne le tempo de la transformation numérique.

Nous avons les outils. Il nous faut maintenant conduire efficacement cet agenda 2022 de recherche et d'innovation, stratégique pour notre modernisation. Il nous faut le rendre compréhensible au monde de la recherche, publique et privé. Il nous faut le rendre lisible au gendarme de terrain, qui exprime le besoin, ainsi qu'à l'autorité politique et au Parlement, qui nous accordent les moyens. Sept axes scientifiques et technologiques clés ont ainsi été identifiés : le numérique, le *Big data*, le cyber, l'intelligence artificielle, la robotique, "l'homme augmenté" et l'identification humaine. Ils font l'objet d'un effort continu de recherche et d'innovation, jalonné régulièrement d'étapes « terrain ». Ainsi, si l'homme augmenté est un axe scientifique et technologique de long terme, les briques accessibles à court terme pour augmenter la protection du gendarme sont exploitées concrètement sur le terrain au fur et à mesure de leur disponibilité. Cet ensemble repose sur une posture constante de veille anticipative, pour ne pas négliger la recherche fondamentale et rester à l'affût des technologies de rupture.

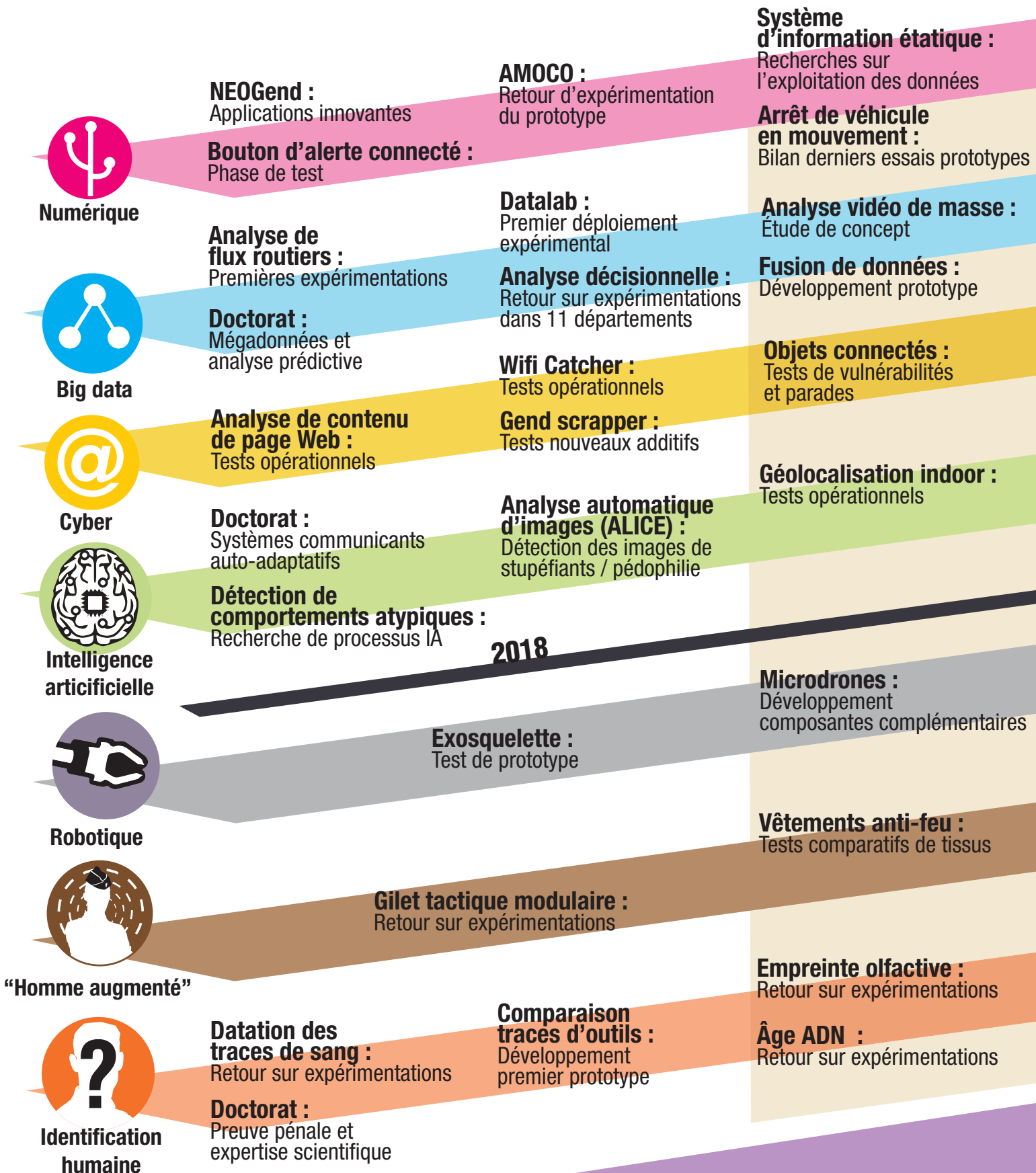
Trois lignes directrices fortes encadrent en outre notre agenda 2022. Je le veux d'abord inclusif, et le Conseil scientifique y tient toute sa place : notre programmation prend en compte là où cela existe les travaux menés par d'autres composantes de notre ministère, notamment la police nationale mais également la Délégation ministérielle aux industries de sécurité et à la lutte contre les cybermenaces (DMISC). Notre agenda se comprend en effet comme la contribution de la gendarmerie nationale à la modernisation technologique de l'ensemble du ministère de l'Intérieur. Je le veux audacieux en dépit du peu de ressources budgétaires consacrées à la R&I. Prouvons la valeur ajoutée de la démarche et faisons la connaître ; il m'appartiendra alors d'évoquer la question dans les instances *ad hoc*. Enfin, je n'oublie pas que notre institution recèle un potentiel humain de formation scientifique d'exception ; je saisirai cette occasion pour employer mieux encore notre communauté de personnels civils et militaires, ingénieurs, innovateurs et scientifiques, qui contribue pour une large part à ce que la gendarmerie nationale soit constamment à la pointe de la modernité.

Général d'armée Richard Lizurey
Directeur général de la gendarmerie nationale,

le 22 décembre 2017.



Agenda 2022 de la Gendarmerie nationale Recherche & innovation



Imprimantes 3D :
Preuve de concept
identification
des éléments sources

Doctorat :
Analyse d'objets
communicants

**Radiocommunication
directe :**
Premiers tests
opérationnels

**Maintenance
prédictive :**
Retour sur
expérimentations

Analyse de réseaux :
Preuve de concept

Big data à fin d'optimisation opérationnelle :
Bilan des expérimentations

**Développement continu
d'outils de veille**

**Détection de
phénomènes émergents :**
Retour sur les
expérimentations

Retranscription automatique des auditions :
Développement opérationnel

Détection à travers les murs :
Intégration de processus IA

2020-2021-2022

2019

Lutte anti-drones :
Évaluation concept
système intégré

Véhicules autonomes :
Analyse des risques
et vulnérabilités

**Nouveaux matériaux
de protection :**
Preuve de concept

Casque multi-mission :
Optimisation balistique

**Visualisation
multi-spectrale :**
Prototype

**Lunettes de réalité
augmentée :**
Expérimentations

Biométrie en mobilité :
Mise en service
photographie biométrique

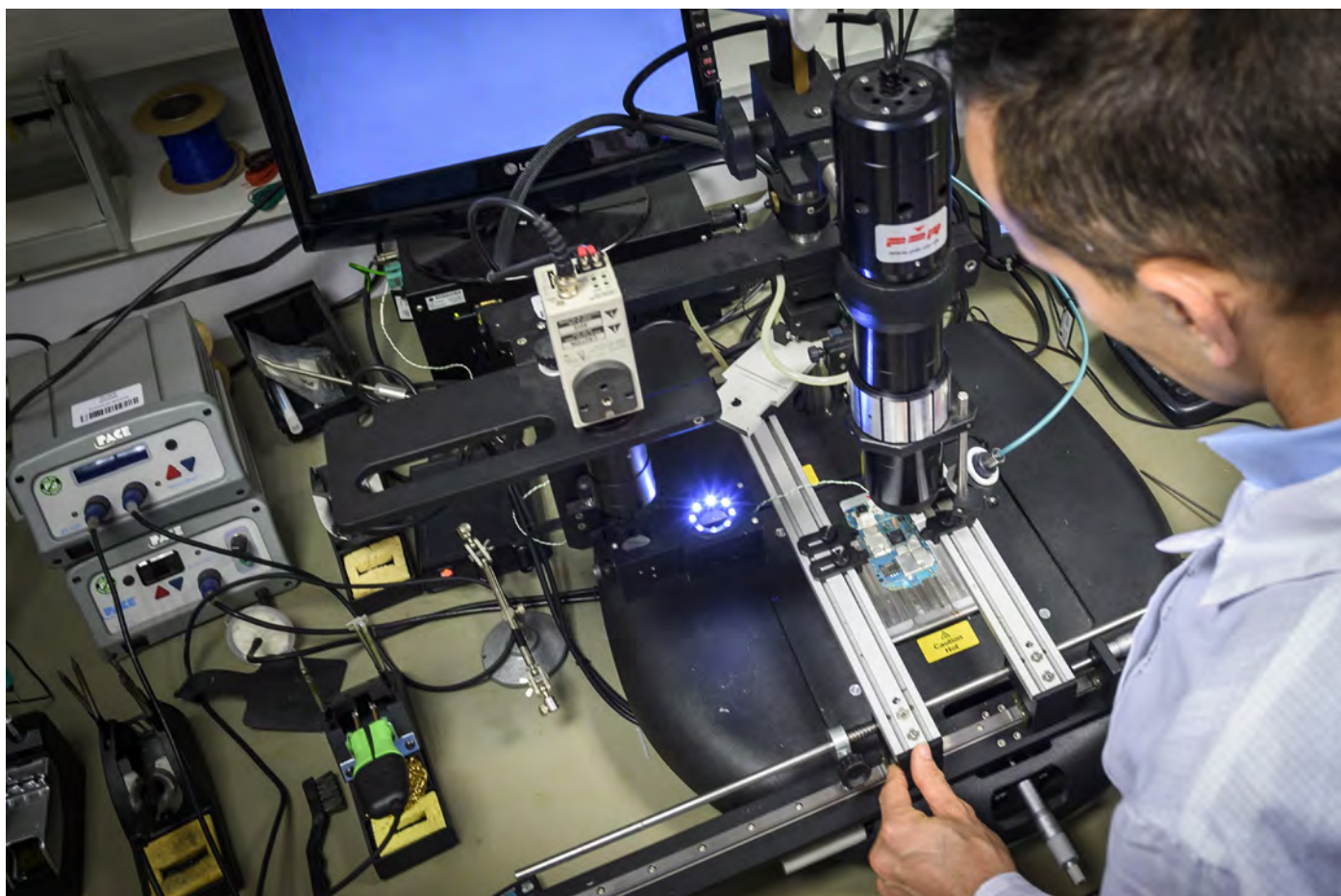
Inférence d'identité :
Preuve de concept

**Portrait robot
génétique :**
Objectif
d'agrément légal

Portrait robot génétique :
Preuve de concept

Veille-Anticipation & Rupture

L'autonomie énergétique, la cryptographie quantique, le développement durable, les mathématiques fondamentales, le micro-séquençage ADN, les nanotechnologies, l'optronique, la perception multi-spectrale, les sciences du vivant, les sciences du comportement, les technologies très basses fréquences, les véhicules autonomes, le web 3.0.



La gendarmerie nationale a toujours eu l'ambition de disposer des outils technologiques de pointe nécessaires à son action au quotidien. Composante éminemment scientifique du ministère de l'Intérieur, l'institution dispose d'une culture de recherche et d'innovation concrète. Forte de la compétence de son personnel, elle est ainsi à même de maîtriser les enjeux scientifiques, de procéder à une veille active des technologies émergentes ou de rupture, de spécifier, de comprendre et de mettre en œuvre des matériels à haute valeur ajoutée technologique, et enfin d'innover par elle-même.

Parce que le rythme du progrès scientifique, par exemple dans le domaine du numérique, ne cesse de s'accélérer, la gendarmerie nationale doit disposer d'une capacité accrue de captation des nouvelles technologies. Il a ainsi fallu repenser l'ensemble des processus, les rendre plus professionnels sans toutefois céder à la tentation de centraliser les décisions, en laissant respirer le terrain. Il fallait aussi accepter, sur ces sujets techniques complexes, le regard d'autres experts. L'agenda 2022 du Plan stratégique de recherche et d'innovation (PSRI) complète ainsi tout un train de réformes engagé en 2016.

Le PSRI planifie d'ici cinq ans, par technologies clés, les jalons à franchir en soutien de la modernisation technologique de la gendarmerie nationale. Il est décliné plus précisément sur les deux prochaines années où il présente une véritable programmation calendaire. Évolutif, revu chaque année, il renforce notre démarche de recherche et d'innovation par la mise en place d'une vision d'ensemble cohérente orientée vers la satisfaction du besoin exprimé par les unités de terrain. Cette démarche se veut lisible en interne des futurs utilisateurs mais aussi en externe, des nombreux acteurs de la sphère publique ou privée.

La politique de la gendarmerie nationale en matière de recherche et d'innovation est encadrée par plusieurs constats essentiels.

- La gendarmerie, en phase avec la société et au contact quotidien de la population, se doit de maîtriser la part des sciences et technologies indispensable à ses missions. Elle se doit d'utiliser les mêmes outils technologiques – c'est particulièrement vrai dans le domaine numérique.

- Certains domaines de sciences et d'innovations constituent ou constitueront à brève échéance des sources de rupture technologique et sociétale. La gendarmerie doit percevoir ces ruptures aussi tôt que possible pour faire face aux nouvelles menaces potentielles et détecter les éventuelles opportunités technologiques. Les technologies civiles ayant un rapport immédiat avec le besoin sont naturellement prises en compte.

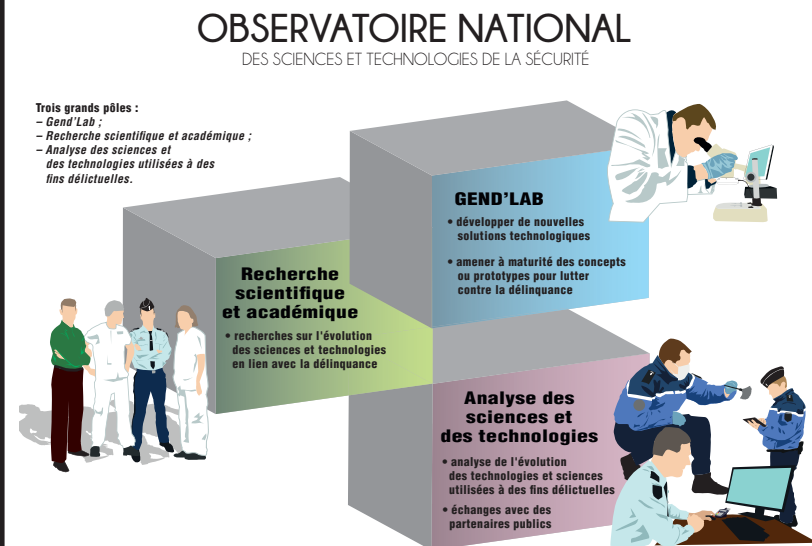
- L'innovation nécessite la rencontre et la compréhension mutuelle entre un savoir-faire scientifique et technologique et un savoir-faire opérationnel. Il faut donc s'attacher à construire les occasions et les environnements propices à l'émergence d'innovations qui répondent à un besoin opérationnel.

- Si le champ d'action recouvre bien toutes les sciences, des sciences dures à celles du vivant, l'horizon de recherche et d'innovation reste en priorité contenu à 5 ans ; cette politique est autant le fait des moyens qu'il est possible de consacrer à la R&I que de la capacité à évaluer avec précision l'évolution de la menace. La recherche plus fondamentale fait quant à elle l'objet d'une veille active.

- Dans un contexte budgétaire qui nécessite de préciser les actions, la R&I doit se concentrer sur les technologies stratégiques porteuses de forts enjeux opérationnels immédiats et sur les technologies disponibles qui nécessitent néanmoins un effort d'industrialisation.

- La coopération internationale est centrale : l'appréciation des opportunités et des menaces que les progrès scientifiques comportent est largement partagée par nos partenaires, notamment européens. À cet égard, la gendarmerie intensifie ses échanges, plus particulièrement au sein de la FIEP (association internationale des forces de police à statut militaire) et de l'ENFSI (réseau européen d'instituts de sciences forensiques). Dans le cadre bilatéral, le champ de la coopération avec l'Allemagne a été renforcé en 2017, notamment entre le Pôle judiciaire de la gendarmerie nationale (PJGN) et son homologue allemand le BKA.

L'objectif de la recherche et de l'innovation en gendarmerie est donc de construire des solutions opérationnelles rapides en réponse aux problématiques du terrain actuelles et futures, et de comprendre quelles utilisations malveillantes peuvent être faites de ces technologies. Pour cela, l'institution a lancé depuis 2016 une réorganisation profonde de ses composantes scientifiques. Elle a en particulier installé le 19 avril 2017 le Conseil scientifique de la gendarmerie nationale qui a pour vocation de consolider la modernisation



L'observatoire organise des échanges entre la gendarmerie nationale et les partenaires extérieurs, notamment scientifiques, en matière :

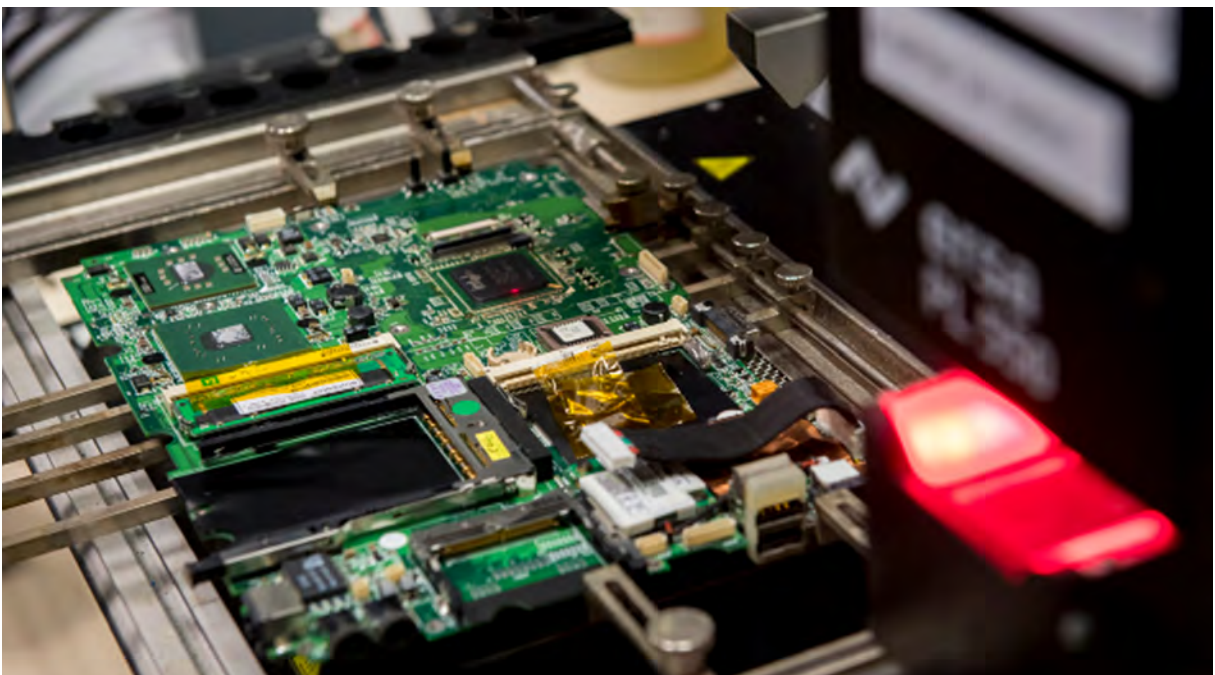
- de recherche académique à l'horizon de 3 à 5 ans ;
- de technologies de rupture et d'innovations développées ou suivies par la gendarmerie ;
- d'évaluation de la menace (utilisation des sciences et des technologies à des fins malveillantes).

technologique de la gendarmerie nationale par la prise en compte de regards extérieurs sur les questions scientifiques et techniques. Le Conseil scientifique donne son avis sur toutes les questions qui lui sont soumises par le directeur général de la gendarmerie nationale (art. 2 de l'arrêté du 3 juillet 2017). À cette occasion, la gendarmerie nationale a créé un nouvel instrument de travail, l'Observatoire national des sciences et des technologies de la sécurité (ONSTS), et précisé le rôle central du Centre de recherche de la gendarmerie nationale (CREOGN) en matière de lien avec le monde universitaire. Ces structures, qui rapportent dans ce cadre au Conseil scientifique, ont pour mission notamment d'évaluer régulièrement les nouvelles technologies en termes de potentiel, d'opportunité et de risque.

Le conseil d'orientation des travaux de l'ONSTS, coprésidé par le commandant du PJGN à Pontoise et d'une personnalité extérieure, comprend trois pôles dont les travaux ont débuté très concrètement en novembre 2017 :

- le pôle recherche scientifique et académique a pour mission d'organiser les échanges, notamment avec le monde universitaire, sur la recherche académique (doctorats, masters). Une première réunion a notamment permis de préciser les convergences avec l'université de Cergy-Pontoise et de définir des modalités pratiques et ambitieuses de coopération. Le CREOGN pilote ce pôle ;
- le pôle Gend'Lab a pour objectif principal de produire un livrable (application informatique, objet...) ou d'imaginer des idées ou concepts d'innovation (atelier d'idéation, de création...) dans un environnement doté d'équipements et de moyens innovants. Le premier Gend'Lab a mis en commun secteurs privés et publics sur la thématique de l'impression 3D. L'IRCGN est le moteur de ce pôle ;
- le pôle analyse évalue la menace liée à l'utilisation malveillante des sciences et des technologies. Il s'appuie sur un réseau de partenaires scientifiques, industriels et institutionnels qu'il anime au plan national et si nécessaire au plan local. Il organise et exploite des éléments recueillis du terrain sur l'utilisation des technologies ; ses premiers échanges avec notamment les industriels du secteur automobile se sont concentrés sur les vulnérabilités des infrastructures et des véhicules communiquant.

C'est donc sur ces bases qu'a été construit l'agenda 2022 de ce premier plan stratégique de recherche et l'innovation. Cette démarche inclut de manière cohérente d'autres travaux ministériels, notamment ceux conduits avec la police nationale et la Délégation ministérielle aux industries de sécurité et à la lutte contre les cybermenaces (DMISC).

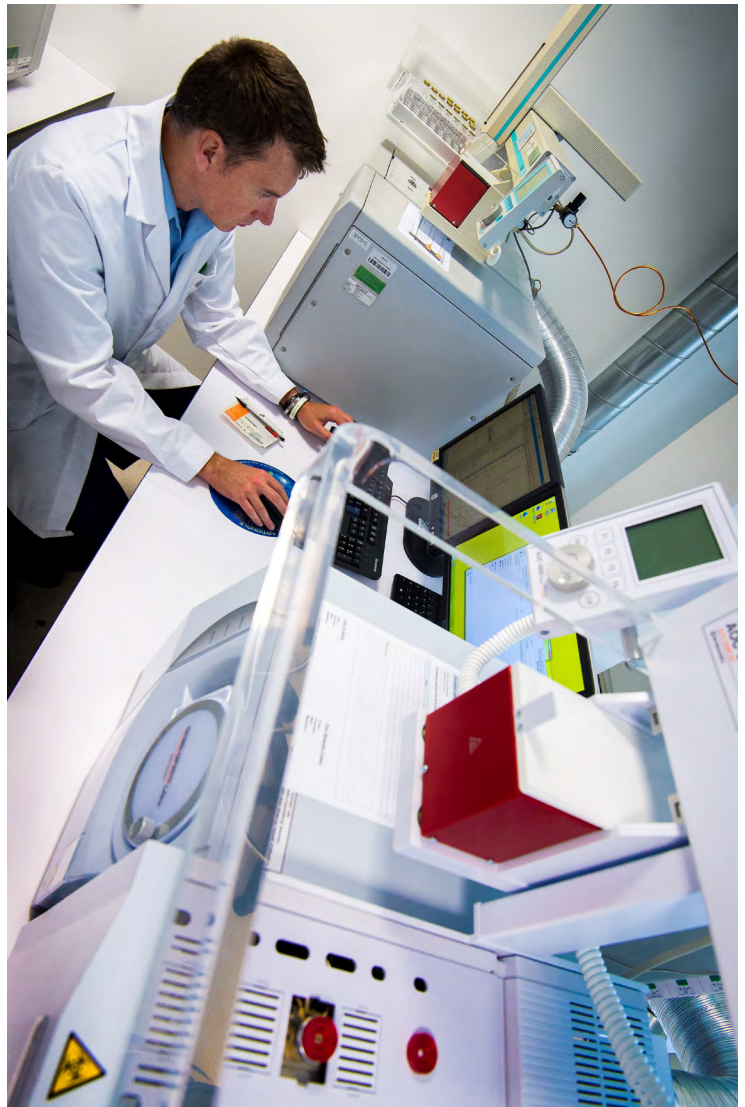


Sept axes prioritaires de recherche et d'innovation ressortent de la programmation des besoins en équipements et de l'évaluation de la menace. Ils correspondent à des domaines scientifiques et technologiques qui connaissent aujourd'hui une profonde accélération et présentent des opportunités de rupture dans leur progression :

- le numérique ;
- le Big data ;
- le cyber ;
- l'intelligence artificielle ;
- la robotique ;
- "l'homme augmenté" ;
- l'identification humaine.

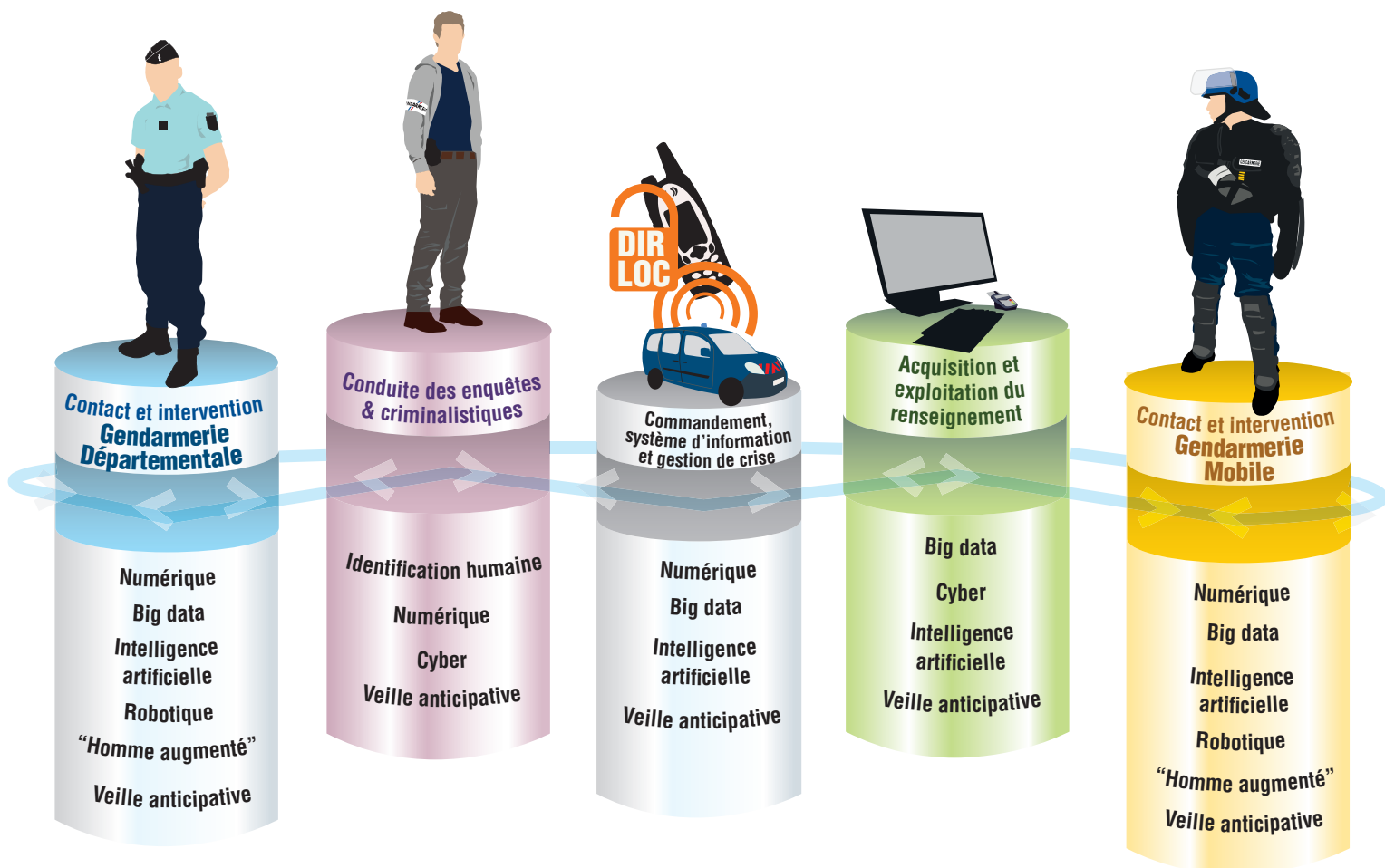
Ces axes reposent sur une posture de veille volontariste, tournée vers l'anticipation de nouvelles menaces, les ruptures technologiques possibles, et une veille scientifique organisée disposant par domaine d'un personnel référent :

- l'autonomie énergétique ;
- la cryptographie quantique ;
- le développement durable ;
- les mathématiques fondamentales ;
- le micro-séquençage ADN ;
- les nanotechnologies ;
- l'optronique ;
- la perception multi-spectrale ;
- les sciences du vivant ;
- les sciences du comportement ;
- les technologies très basse fréquence ;
- les véhicules autonomes ;
- le web 3.0.



UN NOUVEAU MODÈLE D'INVESTISSEMENT TECHNOLOGIQUE : L'APPROCHE CAPACITAIRE, FIL DIRECTEUR DE L'AGENDA 2022 DU PSRI

La gendarmerie nationale s'est engagée en 2016 dans une démarche de nature capacitaire afin d'assurer une modernisation efficiente et cohérente de ses équipements. Ainsi, l'ensemble des 156 projets d'investissements dont 71 programmes à haute valeur ajoutée technologique sont rattachés à cinq pôles capacitaires à finalité opérationnelle. Quatre sont en lien direct avec les principales missions de la gendarmerie nationale : contact/intervention pour la gendarmerie départementale et la gendarmerie mobile, conduite d'enquêtes, acquisition et exploitation du renseignement. Le cinquième est transverse et indispensable à l'ensemble des missions : il comprend les outils de commandement, les systèmes d'information et ceux de gestion de crise. C'est cette lecture qui permet de dégager les axes d'effort pour chacun des pôles et les actions de recherche et d'innovation à mener, par domaine technologique et dans le temps, afin de disposer de l'équipement souhaité au moment voulu.



1 LE NUMÉRIQUE

Le mot « numérique » renvoie directement au processus de numérisation qui consiste à convertir le monde réel en données chiffrées que des machines conçues à cette fin peuvent exploiter. Si le numérique date des années 60 et a connu déjà trois tournants décisifs dans sa croissance, le dernier, l'apparition du smartphone il y a 10 ans, a accru de manière exponentielle son usage. Ce sont plus de 6 milliards de smartphones qui seront utilisés en 2020 selon les projections, 6 milliards de producteurs de données numériques. Et le quatrième tournant est d'ores et déjà engagé avec les objets connectés. Par ailleurs, les dernières applications comme l'intelligence artificielle sont potentiellement en mesure d'introduire des ruptures profondes.

Le sujet du numérique est tellement vaste que la gendarmerie nationale a choisi de traiter séparément trois applications particulièrement importantes du numérique : le cyber, le *Big data* et l'intelligence artificielle. Nous ne conservons de fait dans le sujet du numérique que la partie complémentaire à ces trois grandes thématiques. Le sujet n'en reste pas moins vaste. Économie, finance, travail, formation, rapport social, information, consommation, culture, loisir, mobilité : toutes les composantes de notre société présentent une dimension numérique prégnante. Autrement dit, cela signifie qu'une partie de plus en plus grande de notre environnement quotidien est traduite en information numérique, accessible ou prête à l'emploi pour produire de la sécurité.



La mobilité numérique facilite la tâche du gendarme en intervention, comme le contrôle d'un véhicule avec un smartphone NEOGend.

Les principaux jalons de R&I à venir

- Les innovations applicatives pour NEOGend en 2018 dans la continuité des travaux déjà réalisés
- Le retour d'expérience sur le prototype AMOCO début 2018
- La phase de test du bouton d'alerte connecté courant 2018
- La recherche sur l'exploitation des données du SIE drones en 2019
- La preuve de concept sur l'identification des éléments sources de l'impression 3D en 2019
- Le bilan des derniers essais prototypes pour l'arrêt des véhicules en mouvement début 2019
- La radiocommunication en mode direct à compter à l'horizon 2020-2022

Être de son temps, c'est utiliser les mêmes moyens que son environnement. Il revient à la gendarmerie de concevoir le cas échéant les outils nécessaires pour accéder à cette information numérisée, la sélectionner très précisément, et la partager au juste besoin pour remplir l'ensemble de ses missions de sécurité. Il lui revient également de développer ses propres outils numériques et de veiller à leur appropriation par le gendarme sur le terrain. Il s'agit en outre et de manière concomitante d'observer avec le plus haut degré d'expertise, l'emploi ou le risque

d'emploi du numérique à des fins malveillantes et de mettre en place les parades adaptées. Dans ce registre, l'Observatoire central des systèmes de transports intelligents joue un rôle central de veille et offre une plateforme d'échanges avec l'ensemble des parties prenantes à ce domaine.

2 LE BIG DATA

Le *Big data* un sujet relativement récent. L'expression « *Big data* » date d'un article scientifique de 1997 sur les défis technologiques à relever pour visualiser « les grands ensembles de données ». Il est la conséquence directe de la multiplication de l'information disponible sous forme de données numériques. Les enjeux induits par les données massives peuvent se synthétiser en règle des 3V : Volume, Vitesse et Variété.

Le volume de données numériques générées par an ne cesse de croître de manière exponentielle. Il sera de l'ordre de 40 zettaoctets (4×10^{22}) en 2020 au niveau mondial selon les prévisions.

Or la donnée stockée a un coût en termes d'espace et d'énergie dépensée à la conserver. Comment la capter, la ranger et la conserver au juste besoin, en conformité avec un cadre juridique évolutif ?

À cette première complexité s'ajoute la problématique de la variété des données à traiter : données structurées, non structurées, données brutes ; multiplicité des formats, texte, audio, vidéo ; formats de données publiques ou propriétaires ; lien entre les données ; textes multilingues, *etc.* Si les outils de collecte de données en source ouverte se sont multipliés, un travail continu de recherche et d'innovation est nécessaire pour accéder à toute la donnée disponible au moindre coût. Enfin le *Big data* ne sert à rien sans la vitesse. Il faut pouvoir accéder à la donnée ou au résultat recherché rapidement. Moteurs de recherche, outils de criblage, techniques de rapprochement sont au cœur de ce troisième enjeu, et font l'objet de priorités de recherche.

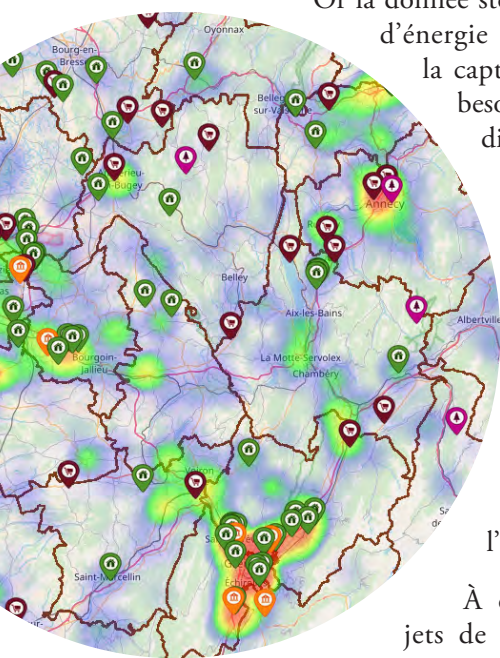
À ces trois enjeux : volume, variété et vitesse s'ajoutent les nombreux sujets de recherche visant à l'exploitation statistique des données massives une fois rangées et prêtes à l'emploi. Les données massives ouvrent très largement le champ de

l'exploitation de la statistique descriptive (techniques pour décrire un nombre important de données) et de la statistique inférentielle (techniques pour induire des caractéristiques inconnues d'une population à partir d'échantillons de celles-ci, avec une certaine marge d'erreur) : cette dernière ouvre le chapitre des capacités prédictives.

La gendarmerie nationale s'investit dans le *Big data*, dans un effort sur le long terme. Elle a d'ores et déjà initié une analyse de ses flux de données, leurs origines, leurs finalités, leurs formats et leurs cadres juridiques. Elle a fait évoluer et continue à faire évoluer sa capacité de stockage, attentive aux nouvelles architectures permettant d'optimiser le volume de stockage et le temps d'accès. Et elle a initié l'expérimentation de nouvelles technologies offrant une très grosse puissance de calcul. Ces premiers travaux vont être poursuivis en augmentant le niveau d'expertise tout au long du cycle de vie de la donnée, de sa captation à sa destruction.

Les principaux sujets de R&I à venir

- La création du Data lab et l'optimisation opérationnelle par analyse de données de masse en 2018
- Le retour sur l'expérimentation de l'analyse décisionnelle début 2018
- Les tests d'analyse de données de masse à des fins opérationnelles en 2018
- L'étude de concept vidéo de masse en 2019
- La fusion de données en renseignement criminel en 2019
- Le retour sur la maintenance prédictive des moteurs d'hélicoptère en 2019
- La preuve de concept sur l'analyse de réseaux à l'horizon 2020-2022
- Le bilan des expérimentations sur l'utilisation massive des données à des fins d'optimisations opérationnelles à l'horizon 2020-2022



Projection cartographique de données de masse en lien avec les cambriolages.



Une salle de serveurs sur le site de Rosny-sous-Bois.

3 LE CYBER

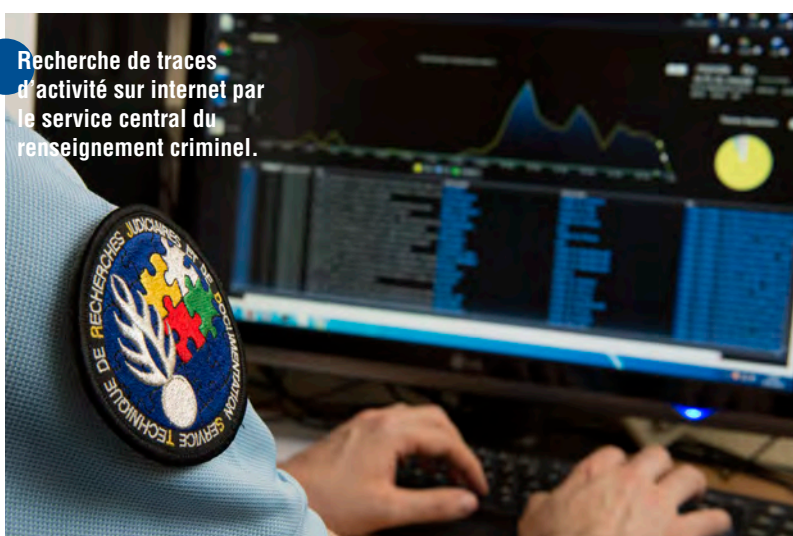
Avec le développement d'internet s'est créé un monde virtuel : le cyberspace, avec ses canaux de communication, ses interactions sociales, sa monnaie et ses coins sombres comme le *Darknet*. Ainsi, la lutte contre la criminalité, les trafics, les escroqueries ou le terrorisme se déroule aujourd'hui de plus en plus dans le cyberspace.

Les menaces sont réelles. Le dernier rapport annuel d'Europol en septembre 2017 souligne notamment le développement préoccupant d'objets connectés non sécurisés de plus en plus nombreux, et la poursuite du développement du *Darknet* comme place de marché privilégiée pour de nombreuses délinquances numériques (commerce de logiciels malveillants, trafic de faux documents, trafic de stupéfiants ou encore commerce de matériel pédopornographique). C'est également le constat que nous faisons.

La gendarmerie nationale a ainsi investi le cyberspace depuis plusieurs années en structurant, au niveau territorial, le réseau cybergend, coordonné au niveau national par le centre de lutte contre les criminalités numériques (PJGN/C3N). L'enjeu est simple : celui de pouvoir mener les actions de renseignement et de police judiciaire dans le cyberspace autant que dans le monde réel. Or le cyberspace évolue rapidement. La recherche et l'innovation sont donc une nécessité pour être toujours en prise avec les dernières innovations du net. D'autant que chaque type d'usage du net nécessite des outils spécifiques.

Les principaux sujets de R&I à venir

- Les tests opérationnels sur l'analyse de contenu de page Web en 2018
- Les travaux sur la collecte de données en source ouverte en 2019
- Le développement continu d'outils de veille internet, tout particulièrement sur le *Darknet*
- Les tests opérationnels du Wificatcher en 2018
- Les objets connectés et leurs vulnérabilités pour 2019-2020



Recherche de traces d'activité sur internet par le service central du renseignement criminel.

Ainsi, des partenariats avec le monde de l'enseignement supérieur et de la recherche ont été établis ; des coopérations ont été nouées avec l'industrie de sécurité et de défense. Ils ont d'ores et déjà permis au C3N de développer de nouvelles méthodes et de nouveaux outils d'investigation numérique, fruit en partie de ses travaux de recherche et de ses innovations.

Le recrutement de personnels hautement qualifiés et leur formation continue constituent également une priorité. Dans ce domaine aussi, la gendarmerie nationale sait se montrer attractive en matière d'équipements et de R&I afin d'attirer les talents.

4 L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle comprend essentiellement la maîtrise du langage naturel, la représentation des connaissances, le raisonnement, l'apprentissage, la perception du monde physique et l'interaction avec celui-ci. On distingue à ce titre l'intelligence artificielle forte et l'intelligence artificielle faible. La première fait référence à une machine qui pourrait non seulement produire un travail intelligent mais parvenir jusqu'au ressenti de sentiments et à la conscience de soi. À ce jour, si les ordinateurs particuliers permettent un nombre de calculs par seconde supérieur à celui du cerveau humain, estimé à 1×10^{14} calculs par seconde, les solutions pour imiter la pensée humaine ne sont pas encore trouvées. Ce domaine fait l'objet d'une veille active.

L'intelligence artificielle faible est une approche pragmatique qui vise simplement à simuler le raisonnement humain dans l'accomplissement de tâches précises et bornées. Elle est la conjonction de disciplines mathématiques (statistique, probabilité, optimisation), d'algorithmie et d'informatique ayant pour finalité l'imitation du raisonnement humain. Dans cette catégorie, les progrès sont très significatifs.

L'apprentissage automatique (*Machine learning*) est la discipline phare de l'intelligence artificielle dite faible. Des modules d'apprentissage interfacés avec des modèles statistiques permettent d'accroître la performance des logiciels dans les domaines où l'apprentissage est possible grâce notamment à un grand nombre d'occurrences. De manière simple, l'IA par apprentissage automatique permet de constituer des raccourcis dans le volume gigantesque des calculs statistiques normalement nécessaires. Elle augmente le niveau de performance en améliorant dans l'algorithme les très nombreux seuils pivots qui aiguillent les calculs vers le résultat.

Dans le champ de la sécurité intérieure, nombreux sont les domaines où l'IA, dans sa composante d'apprentissage automatique, est en mesure de prendre en charge des tâches aujourd'hui laborieuses et répétitives.

La remontée d'alarme en temps réel sur de la surveillance vidéo, le traitement vidéo ou audio de masse, la reconnaissance faciale, la transcription automatique des auditions en sont des exemples concrets qui feront gagner des milliers d'heures de travail aux gendarmes sur le terrain. L'aide à la décision est aussi un axe majeur de recherche et d'innovation sur lequel la gendarmerie nationale investit.

La France a fait de l'intelligence artificielle un axe stratégique ; la gendarmerie nationale a ainsi pu contribuer directement à la mission confiée par le Premier ministre au député Cédric Villani en vue d'éclairer le gouvernement quant à la construction d'une

stratégie nationale. Les principaux développements internes faisant appel à ces technologies ont fait l'objet de présentations détaillées. L'institution a également contribué efficacement aux travaux ministériels initiés par la DMISC.

Les principaux sujets de R&I à venir

- La recherche de processus adaptés d'IA pour la détection des comportements atypiques en 2018
- L'analyse automatique d'images de stupéfiant / de pédophilie à partir de 2018
- La géolocalisation *indoor* avec des tests en conditions opérationnelles en 2018
- Le retour sur les premières expérimentations de détection des phénomènes émergents ou sériels en 2019
- La recherche de processus adaptés d'IA pour la détection à travers les murs à l'horizon 2020-2022
- La retranscription automatique des auditions à l'horizon 2020-2022



5 L'“HOMME AUGMENTÉ”



Le gendarme doit intervenir dans un environnement marqué par une menace physique plus variée et d'amplitude croissante ainsi que par une interconnexion avec de nombreux systèmes d'information et de communication. Il doit disposer des équipements qui lui permettent de faire face à

cette menace, d'exploiter pleinement les systèmes d'information et de communication tout en réalisant l'ensemble de ses missions quotidiennes de sécurité au contact de la population.

Protection balistique, au choc, à la perforation, équipement de régulation thermique, augmentation des sens et notamment de la vue et de l'ouïe, consultation et renseignement des applications métier en mobilité, communication par échange phonique ou vidéo au contact et en intervention : les domaines qui exigent un renforcement des capacités humaines et leurs augmentations sont nombreux. Ce constat est d'autant plus fort que la menace fait aussi appel de son côté à des capacités technologiques disponibles dont l'existence et l'opportunité peut être connue au travers de quelques clics sur la toile ou dans le *Darknet*.

À ce stade, l'augmentation est externe et non permanente. Elle consiste en l'adjonction de systèmes et d'équipements autour du corps du gendarme ; le tout devant néanmoins s'intégrer dans un ensemble cohérent avec la morphologie tout en offrant une totale liberté de mouvement du corps et de l'usage des deux mains. De nombreux travaux de recherche et d'innovation sont nécessaires à l'obtention de cette cohérence. La seule accumulation des dispositifs n'est pas acceptable tant elle risque de fragiliser l'homme par son poids, son encombrement et la charge mentale qu'elle induit.

Par ailleurs, automobiles, montres, téléviseurs, lunettes, appareils domestiques, le nombre d'équipements connectés explose. Leur usage à des fins d'amélioration de la production de sécurité est aujourd'hui expérimenté sur le terrain. Des lunettes et des véhicules connectés sont actuellement en phase de test dans des unités de gendarmerie. Les lunettes permettraient aux gendarmes de bénéficier d'informations pour agir en toute sécurité (carte, distance, *etc.*) sans entraver leur mobilité.

Le gendarme est au centre de l'action ; si de nombreux ressorts technologiques sont à portée de R&I, d'autres relèvent encore du concept. Toutefois, les ruptures scientifiques et technologiques sont dans ce domaine particulièrement probables tant ils font l'objet de travaux de recherche. C'est pourquoi la veille anticipative ainsi que la coopération avec le ministère des Armées sont soutenues.

Les principaux sujets de R&I à venir

- La fin des tests opérationnels du gilet tactique modulaire en 2018
- Les travaux sur les vêtements anti-feu pour l'intervention en 2019
- L'optimisation balistique du casque multi-mission en 2019
- Le prototypage de la vision multi-spectrale à l'horizon 2020-2022
- Les travaux de preuve de concept sur des nouveaux matériaux de protection balistique à l'horizon 2020-2022
- La lunette de réalité augmentée à l'horizon 2020-2022

6 LA ROBOTIQUE

Robot mécanique mais aussi robot logiciel, le périmètre de la robotique est vaste. Dotés de toujours plus d'aptitudes et moins chers à fabriquer, les robots se sont multipliés dans l'industrie et ont investi de très nombreux champs d'emploi jusqu'au domaine domestique. Le développement des drones aériens et des véhicules autonomes en sont les dernières illustrations les plus populaires.

L'intensité des innovations sur des briques technologiques de robotique et les créations de robots mécaniques ou logiciels ne cesse de croître, augurant d'un développement voire de rupture à brève échéance lorsque les services que les robots offriront à la population rencontreront des attentes fortes comme de nouvelles solutions

Les principaux sujets de R&I à venir

- L'évaluation de concept de lutte anti-drone en 2018
- Le test de prototype exosquelette en 2019
- Les drones Bleus : fin de la première campagne de test opérationnel et de développement de la composante complémentaire à l'horizon 2019
- Les expérimentations de vulnérabilité de certains systèmes connectés en 2018
- L'analyse des risques et vulnérabilités des véhicules autonomes à l'horizon 2020-2022

de mobilité ou d'autonomie. À mesure de son imprégnation dans notre société, la gendarmerie nationale se doit de connaître le sens du développement de la robotique et ses ressorts technologiques.

Il faut être prêt d'une part à exploiter les opportunités et les fonctionnalités les plus pertinentes comme celui de concourir à certaines interventions particulièrement sensibles en réduisant l'exposition des intervenants et en augmentant leur capacité d'action. C'est le sens des travaux déjà menés par la gendarmerie avec certaines entreprises innovantes en lien avec la Délégation générale pour l'armement.

La robotique soulève d'autre part de nouvelles interrogations en matière de sécurité et de nouvelles menaces. La robotique constitue un nouveau vecteur bas coût pour projeter une agression. La sécurité intérieure doit donc se doter des outils permettant de détecter et de neutraliser cette nouvelle menace. Ce travail est d'ores et déjà en cours sur les premières briques de robotiques qui se sont démocratisées comme les drones volants.

Dans ce domaine également, la veille anticipative est essentielle, les échanges avec l'industrie et ses propres analyses du marché sont ainsi constants. L'appréhension des opportunités et des menaces avec nos partenaires européens et le ministère des Armées est un élément moteur de la posture de la gendarmerie nationale.



Usage de robot lors d'un exercice de réaction contre une attaque NRBC.

7 L'IDENTIFICATION HUMAINE



Une équipe de Techniciens de l'identité criminelle (TIC) déployée avec leur véhicule.

La criminalistique a notamment pour objectif de pouvoir établir grâce à des traces laissées dans un espace donné la présence d'individus ainsi que la chronologie des faits. L'identification des personnes est un axe de recherche et de développement majeur de la criminalistique : il vise à pouvoir collecter, exploiter et fusionner le volume de traces de nature différente laissées par les acteurs de la scène d'intérêt.

L'utilisation des empreintes digitales pour identifier la présence de suspects sur une scène de crime a maintenant plus d'un siècle. Les travaux dans ce domaine visent aujourd'hui à pouvoir recueillir un spectre plus large de traces papillaires (traces digitales et palmaires), mais aussi d'autres traces corporelles comme les traces d'oreille.

L'empreinte génétique est un autre pilier essentiel de l'identification humaine. Les travaux de recherche consistent à pouvoir conduire une identification à partir de traces biologiques de plus en plus réduites et dans des délais de plus en plus courts. À ce titre, L'IRCGN a développé en 2016 un écouvillon permettant des prélèvements génétiques directs, simplifiés et sécurisés. L'analyse se fait au plus près de la scène d'intérêt grâce au Lab ADN qui produit les 20 premiers profils ADN en 3 heures, puis 20 profils toutes les 20 minutes. Les travaux de recherche dans ce domaine sont continus et soutenus.

Les principaux sujets de R&I à venir

- Le retour sur expérimentation de la datation des traces de sang en 2018
- Le développement d'un premier prototype de système de comparaison automatique de traces d'outils
- La preuve de concept sur le portrait robot génétique en 2019
- L'expérimentation de l'empreinte olfactive en 2019
- L'expérimentation de la détermination de l'âge par ADN en 2019
- La fin de la conception et la mise en service de la biométrie en mobilité en 2019
- La preuve de concept sur l'inférence d'identité à l'horizon 2020-2022

L'IRCGN a également validé ses travaux sur le portrait-robot génétique ; il est en mesure d'apporter aux enquêteurs des orientations morphologiques et biogéographiques particulièrement fiables. Un travail est également conduit afin de pouvoir donner l'âge d'un individu à partir de son ADN. Par ailleurs, des recherches sont en cours afin de discriminer une personne au moyen de son empreinte olfactive. À ce jour, le système de piégeage de l'odeur a été validé, la méthode de différenciation des composés est en finalisation ; une méthode d'identification formelle est à portée dans le cours de l'agenda 2022.

8 VEILLE ANTICIPATIVE :

TECHNOLOGIES ÉMERGENTES ET TECHNOLOGIES DE RUPTURE



Le dernier axe est dédié à l'anticipation des évolutions sociales, scientifiques et technologiques à court, moyen et long terme. Bien que ne constituant pas de la R&I au sens propre du terme, il s'agit de mener de manière continue et structurée, en lien avec les autres composantes du ministère de l'Intérieur et le monde extérieur, une veille scientifique technologique active sur les sujets d'intérêt pour la gendarmerie nationale. Pour la partie technologique et scientifique, les axes d'intérêt majeur sont : l'autonomie énergétique, la cryptographie quantique, le développement durable, les mathématiques et notamment les réseaux bayésiens et la théorie de la décision, les microséquenceurs ADN, les nanotechnologies, l'optronique, la perception multi-spectrale, les sciences du vivant, les sciences du comportement, la technologie très basse fréquence, les objets connectés, les véhicules autonomes et le web 3.0. Chacun de ces thèmes dispose d'un référent au sein de l'institution.

La recherche fondamentale en gendarmerie

L'institution ne délaisse pas la recherche fondamentale ; cette posture préserve notre capacité à capter en particulier les technologies de rupture, mais également d'interagir avec la richesse de la culture scientifique de nos universités et des universités étrangères ainsi que de l'industrie de sécurité et de défense. La mise en place du Pôle recherche scientifique et académique de l'ONST en 2017 a conduit au recensement des projets de recherche académiques et mis en lumière l'implication de la gendarmerie dans tous les domaines de la recherche fondamentale. Ce sont ainsi 60 doctorants civils ou militaires dont les travaux couvrent les thématiques suivantes :

Sociologie : Radicalisation, Mobilités saisonnières

Politique : Terrorisme, Véhicules autonomes, Trafic de stupéfiants

Philosophie : Incertitude statistique en criminalistique

International : Communautarisme, Environnements naturels

Juridique : Coopération institutionnelle, Renseignement

Droit : Grand banditisme, Dualisme Police-Gendarmerie, Recueil d'information, Confiscation des avoirs, Protection des données

Économie : Analyse économique de crises

Biologie : Vieillesse ADN, Comparaison de visages

Histoire moderne : La Gendarmerie sous l'occupation, Les crimes nocturnes à Paris sous l'Empire

Histoire contemporaine : Administration G. W. Busch aux USA

Statistiques : Systèmes de sécurité

Géographie : Géographie opérationnelle

Informatique : Big Data, Intelligence Artificielle, Réalité augmentée

Objets connectés : Imprimantes 3D, Véhicules, Géolocalisation, Drones

Communication : Illustrations interactives, Interaction numérique



La technologie, à la fois opportunité et menace

Si les innovations technologiques constituent des opportunités majeures d'amélioration des missions de la gendarmerie nationale sur le terrain – par exemple la mobilité digitale avec le *smartphone* NEOGend ou l'utilisation de la troisième dimension grâce au drone aérien, elles constituent aussi de nouvelles menaces potentielles qu'il convient de bien mesurer pour anticiper les parades et identifier les auteurs, à l'instar de la problématique des drones malveillants.

C'est donc une course à l'innovation technologique voire à la suprématie technologique qui s'opère dans de nombreux domaines : le cyberspace, les communications, l'impression 3D, le cryptage... C'est tout l'enjeu de la veille anticipative et de l'effort de R&I en gendarmerie : percevoir de manière précoce les nouvelles opportunités scientifiques et technologiques et prendre l'initiative. Le pôle « veille » de l'Observatoire national des sciences et des technologies de sécurité (ONSTS) joue un rôle central en décelant et en partageant l'information sur les signaux à bas bruit, révélateurs de nouvelles formes de délinquance. Des campagnes « terrain » sont prévues dès 2018, dans des groupements tests, sur des thématiques ciblées (objets connectés par exemple).



Les forces humaines

La gendarmerie nationale est une institution scientifique ; elle compte dans ses rangs 60 docteurs, plus de 300 ingénieurs, 53 masters recherches et 71 DEA scientifiques. Il s'agit d'une ressource essentielle, unique, sur laquelle elle s'appuie pour définir et mener à bien les projets innovants ou conduire la recherche scientifique. De fait, l'environnement technologique et ses évolutions nécessitent en effet de disposer d'un véritable vivier d'officiers scientifiques : ainsi, depuis 2017, 50 % des recrutements d'officiers par voie de concours externe concernent des candidats scientifiques. Le nombre d'officiers recrutés sur titre au concours d'entrée à l'EOGN aura été multiplié par quatre entre 2015 et 2018. Ces officiers complètent le recrutement traditionnel d'ingénieurs issus des grandes Écoles militaires (Saint-Cyr, Navale, Air et Polytechnique). À court terme, la formation de personnels par le biais de DBA (Doctorate in Business Administrative) pourrait créer une autre filière d'excellence reconnaissant les compétences, l'expérience dans un processus souple d'élargissement de la base des doctorants. De manière similaire, l'inscription accrue au Répertoire nationale des certificats professionnels (RNCP) des formations gendarmerie permettrait d'accompagner l'inventivité technologique. Par ailleurs, notre ressource en sous-officiers constitue un autre levier de mise en place du vivier de profils scientifiques répondant aux besoins des filières. La mise en place d'un concours sous-officiers spécifique est à l'étude. En soutien de ce dispositif, l'Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale (IRCGN), avec ses 230 personnels dont plus de la moitié titulaire d'un master scientifique ou d'un doctorat, rassemble sur un même site 40 disciplines scientifiques : de la biologie à la cryptologie en passant par la génétique, la médecine légale, la toxicologie, la chimie, l'informatique, les véhicules ou encore les explosifs ou l'intelligence artificielle.

1 L'INNOVATION PARTICIPATIVE SPONTANÉE OU PROVOQUÉE

Parce qu'elle dispose de personnels soucieux de la performance au quotidien, maîtrisant les complexités techniques ou scientifiques, la gendarmerie nationale a mis en place depuis 2007 les Ateliers de performance (AdP) ; ils sont devenus un creuset de propositions internes pour innover ou simplifier certaines pratiques professionnelles. Ce dispositif d'innovation participative spontanée a pour particularité de confronter les innovateurs avec leurs pairs, des utilisateurs, à l'occasion des assises des AdP. Un comité de suivi associe ensuite des représentants des directions et services de la direction générale, pour apprécier les avantages ou difficultés qui pourraient résulter de la mise en œuvre des pratiques. À ce jour, 1 300 bonnes pratiques ont été présentées, 650 bonnes pratiques retenues, et entre 10 et 20 % des bonnes pratiques sont reprises chaque année. Un répertoire et un wiki dédié à l'innovation permettent de diffuser ces bonnes pratiques.

L'innovation participative provoquée est une approche convergente entre les besoins de la direction générale et les propositions du terrain. En fonction du sujet, elle peut prendre la forme de défis participatifs, d'ateliers d'idéation ou de hackathons. La méthodologie utilisée est le mode « LAB » qui repose sur les nouvelles techniques d'accélération (séquences de travail agiles et créatives) afin d'obtenir des résultats rapides et plus proches des aspirations des personnels et des usagers. La démarche est collaborative et repose sur une participation la plus large possible de façon à favoriser l'émergence de solutions innovantes résultant de l'intelligence collective.

La gendarmerie nationale a ainsi organisé en avril 2016 un premier hackathon à partir d'une innovation interne, l'application GendLoc, qui géolocalise précisément une personne égarée à partir de son smartphone, sans l'installation préalable d'une application. Des ateliers participatifs sont organisés régulièrement pour favoriser, d'une part, la captation des idées internes, comme le défi drone et permettre, d'autre part, le développement de nouveaux services comme une application de prévention et de lutte contre les cambriolages construite directement avec les usagers.

2 LA RECHERCHE ET L'INNOVATION INSTITUTIONNELLE

Depuis 2016, la gendarmerie nationale a entièrement repensé et professionnalisé son dispositif de pilotage de la préparation du futur, au sommet duquel est placé son conseil scientifique. L'installation de cette instance supérieure le 19 avril 2017 établit une plate-forme d'échanges sans tabous qui permet de croiser les regards internes et externes sur des sujets complexes ; la gendarmerie recherche le contradictoire. Ce conseil associe des représentants du monde universitaire, des établissements publics scientifiques (ONERA, CEA/DAM, CNRS), de la Direction générale de l'armement (DGA), de la Délégation ministérielle aux industries de sécurité et à la lutte contre les cybermenaces (DMISC), de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), de la direction générale de la recherche et de l'innovation (ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation) ainsi que des personnalités extérieures qualifiées. Cette tour de contrôle a vocation à développer plus encore notre maîtrise des questions scientifiques et technologiques. Face aux enjeux technologiques en matière de sécurité, la gendarmerie nationale doit structurer sa démarche et la confronter avec les avis d'institutions et d'experts reconnus.

La chaîne anticipation, recherche et technologie veille quant à elle à ce que tous les choix technologiques majeurs qui engagent l'avenir de l'institution aient bien fait l'objet de réflexions partagées. Sur ces bases, un comité de pilotage stratégique présidé par le directeur général arrête les grandes orientations en matière de programmes d'équipements, de recherche, d'innovation scientifique et de veille, notamment sur les technologies de rupture. C'est également lors de ces comités de pilotage que sont discutées les menaces à venir et la valorisation possible de nos inventions (transferts de technologies vers l'industrie).

L'Observatoire national des sciences et des technologies de la sécurité (ONSTS) a pour mission d'organiser les échanges avec les partenaires, notamment scientifiques en matière de recherche académique d'ici 5 ans, de technologies de rupture, d'innovations développées ou suivies par la gendarmerie et d'évaluation de la menace. Il rend compte directement au Conseil scientifique.

Enfin, pour piloter la transformation numérique, enjeu de modernisation et de meilleure efficacité, la Mission numérique a été créée à la DGGN à l'été 2017. Elle vise à apporter une plus grande qualité de travail aux personnels à partir de solutions digitales, tout en délivrant simultanément un meilleur service aux usagers. Ses premiers dossiers sont l'accompagnement du déploiement généralisé de NEOGend en 2017 et la création d'une offre de service sur Internet au profit des usagers avec la brigade numérique à vocation nationale en 2018.

3 LA R&I EN GENDARMERIE, L'AFFAIRE DE TOUS

Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale (IRCGN)

Technicien d'identification criminelle s'équipant pour analyser une scène de crime



L'IRCGN est un organisme de recherche et d'innovation majeur pour la gendarmerie. Il a pour missions la réalisation d'analyses et d'examen à la demande des magistrats ou en soutien aux enquêteurs, la formation des techniciens et enquêteurs dans les domaines de la criminalistique, et la recherche fondamentale et appliquée en sciences forensiques. 40 disciplines scientifiques sont rassemblées sur le même site : de la biologie à la cryptologie, en passant par la génétique, la médecine légale, la toxicologie, la chimie, l'informatique, les véhicules ou encore les explosifs. 240 méthodes d'essai dont 135 sont accréditées dans ce plateau pluridisciplinaire que l'activité constante de recherche scientifique permet de maintenir au meilleur niveau mondial.

Groupe d'intervention de la gendarmerie nationale (GIGN)

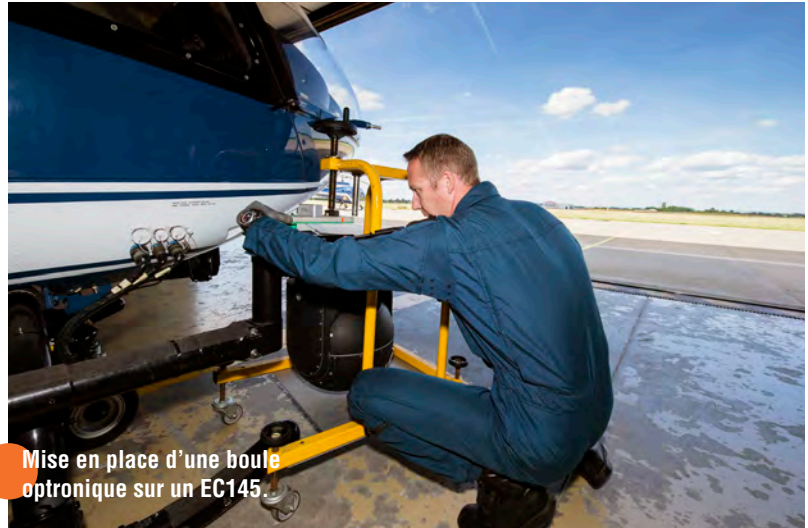
Formation dédiée au contre-terrorisme, à la gestion de crises extrêmes, à la lutte contre le grand banditisme ainsi qu'à la sécurité et la protection des intérêts vitaux de l'État, le GIGN a pour vocation d'offrir aux autorités confrontées aux crises les plus graves les solutions adaptées, graduées et nécessaires pour en sortir. Les militaires du GIGN sont constamment formés et équipés de moyens et d'armements spécifiques, à l'avant-garde technologique, souvent issus de leurs propres travaux de recherche et d'innovation.



Préparation d'une intervention du GIGN.

Commandement des forces aériennes de la gendarmerie nationale (CFAGN)

Le CFAGN est en charge du parc aérien de la gendarmerie (hélicoptères et drones). Son expertise en aviation militaire ou civile est fondamentale pour tous les projets de recherche ou d'innovation impliquant la dimension aérienne et pour maintenir la flotte au plus haut niveau de performance technologique.



Mise en place d'une boule optronique sur un EC145

Service central de renseignement criminel (SCRC)

Le SCRC développe des outils et des méthodes d'aide à la décision, d'élaboration du renseignement ou de lutte contre les cybermenaces. Son département d'ingénierie informatique a recours systématiquement aux méthodes d'intelligence artificielle, de machine learning, traite du *Big data* et de cyber, et certains outils informatiques développés en son sein sont en cours de déploiement opérationnel (analyse décisionnelle).

Service des technologies et des systèmes informatiques de la sécurité intérieure (ST(SI)²)

Le ST(SI)², entité relevant de la gendarmerie nationale et de la police nationale, participe au développement des innovations dans le domaine du numérique. En tant qu'administrateur principal des systèmes d'information du ministère de l'Intérieur, il dispose de l'expertise, de l'expérience et du personnel qualifié. Au-delà des évolutions propres aux systèmes d'information, le ST(SI)² s'implique dans l'adaptation des technologies informatiques de pointe (*Deep learning, Big data...*) aux besoins métiers de la gendarmerie et de la police. Un data lab sera créé en 2018, afin de conduire des développements sur des masses de données structurées ou non.

Mission du pilotage et de la performance (MPP) :

La MPP apporte un soutien aux personnels ayant des idées innovantes par deux voies complémentaires : l'innovation participative spontanée (au travers des ateliers de performance, du soutien de projets de gendarmes et d'un wiki dédié à l'innovation en gendarmerie), et l'innovation participative provoquée (organisation de hackathons, d'ateliers d'idéation et de défis participatifs). L'innovation participative en gendarmerie a été récompensée par le prix Hermès 2017 de l'Innovation catégorie « amélioration de la condition humaine » / « amélioration de la relation entre les hommes » par Le Club de Paris des directeurs de l'innovation.

Centre de recherche de l'école des officiers de la gendarmerie nationale (CREOGN)

Le CREOGN développe des relations avec les universités, les grandes écoles et des cercles de réflexions stratégiques. Il constitue ainsi une base de référence d'experts pouvant être sollicités pour participer à des groupes de travail, à des conférences ou colloques, ou pour contribuer à des publications. En 2017, le CREOGN a ainsi mis en ligne 35 publications : 4 revues de la gendarmerie, 10 revues du CREOGN, 10 veilles juridiques, 3 focus juridiques et 8 notes dont 5 ont été traduites en anglais en vue de leur publication sur le site du CEPOL. Le CREOGN maintient l'ambition de la gendarmerie nationale de préparer non seulement le probable, l'horizon à court terme, mais également le possible, c'est-à-dire l'imprévu.

Centre de planification et de gestion de crises (CPGC)

Fort de son engagement permanent sur le terrain et de ses retours d'expérience, très récemment élément central du dispositif de la gendarmerie face à la tempête tropicale IRMA, le CPGC, unité opérationnelle relevant de l'administration centrale (direction des opérations et de l'emploi) est constamment à la pointe de l'innovation par ses développements centrés sur la cartographie de crise, le déploiement de moyens de communication ou la géolocalisation en situation extrême.

Le Centre de recherche et d'expertise de la logistique (CREL)

Le CREL a pour mission principale la conception et l'amélioration de l'équipement des forces selon quatre axes : physique des matériaux, chimie, textile et balistique. En tant que centre de veille technologique, il est notamment pourvu d'un laboratoire dédié à la recherche appliquée (développement de nouveaux équipements), et au contrôle (analyse et tests des produits industriels).

4 LES PARTENAIRES PUBLICS

Les sujets scientifiques et technologiques sont complexes ; la gendarmerie nationale a toujours dans ce contexte cherché à s'entourer d'avis extérieurs et à soumettre sa propre démarche à la critique d'experts afin de conforter ses choix.

Depuis 2014, la gendarmerie entretient des relations régulières avec l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA). Avec cet office et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), la gendarmerie collabore en matière de recherche technologique et scientifique : propagation électromagnétique, modélisation des effets d'une explosion, décontamination d'objets ou encore traitement du signal. La hotline scientifique entre l'ONERA et la gendarmerie a été activée à plusieurs reprises notamment

Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA)

L'ONERA est le centre français de la recherche aéronautique, spatiale et de défense. Cet établissement public pluridisciplinaire est doté de moyens uniques en Europe, et a vocation à mettre ses compétences scientifiques au service des administrations publiques. Dans ses missions figurent notamment celles d'anticiper les ruptures technologiques pour mieux préparer l'avenir, et d'expertiser pour l'État les grands choix technologiques de demain. Une convention relative à la coopération dans le domaine des sciences et des technologies d'avenir a été signée le 16 décembre 2014 ; les domaines scientifiques concernés recouvrent, sans exclusive, le traitement du signal et de la parole, le traitement de l'image, les technologies liées au radar et lidar, au laser, à la spectrométrie, à la veille optique et optronique, au brouillage et à la furtivité. Une *hotline* scientifique a été établie afin de bénéficier de l'expertise de l'ONERA sur l'appréciation technique de menaces particulières.

dans le cadre de la détection de drones malveillants. Quant aux projets ambitieux de datation des traces de sang, de rehaussement des empreintes digitales ou encore de piégeage des odeurs, ils sont réalisés avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS). En matière de veille technologique et scientifique, la participation de la gendarmerie au Groupe de Recherche (GdR) est une évolution recherchée. Dans un secteur plus opérationnel, la gendarmerie et la Direction générale de l'armement (DGA) travaillent quotidiennement au maintien au plus haut niveau de performances de notre flotte d'hélicoptères.

Le milieu universitaire n'est pas en reste : une collaboration des plus emblématiques demeure celle développée entre le Pôle judiciaire de la gendarmerie nationale (PJGN) et l'université de Cergy-Pontoise. Cette dernière rassemble plus de 20 000 étudiants aux compétences aussi variées que ses domaines de recherches (biologie moléculaire, psychologie, *etc.*). Les étudiants chercheurs apportent des savoirs théoriques là où la gendarmerie nationale apporte la pratique. Dans le même temps, la gendarmerie entretient de nombreuses collaborations externes avec des acteurs de la recherche nationale et internationale, comme l'*European Network of Forensic Science Institutes* (ENFSI).

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)

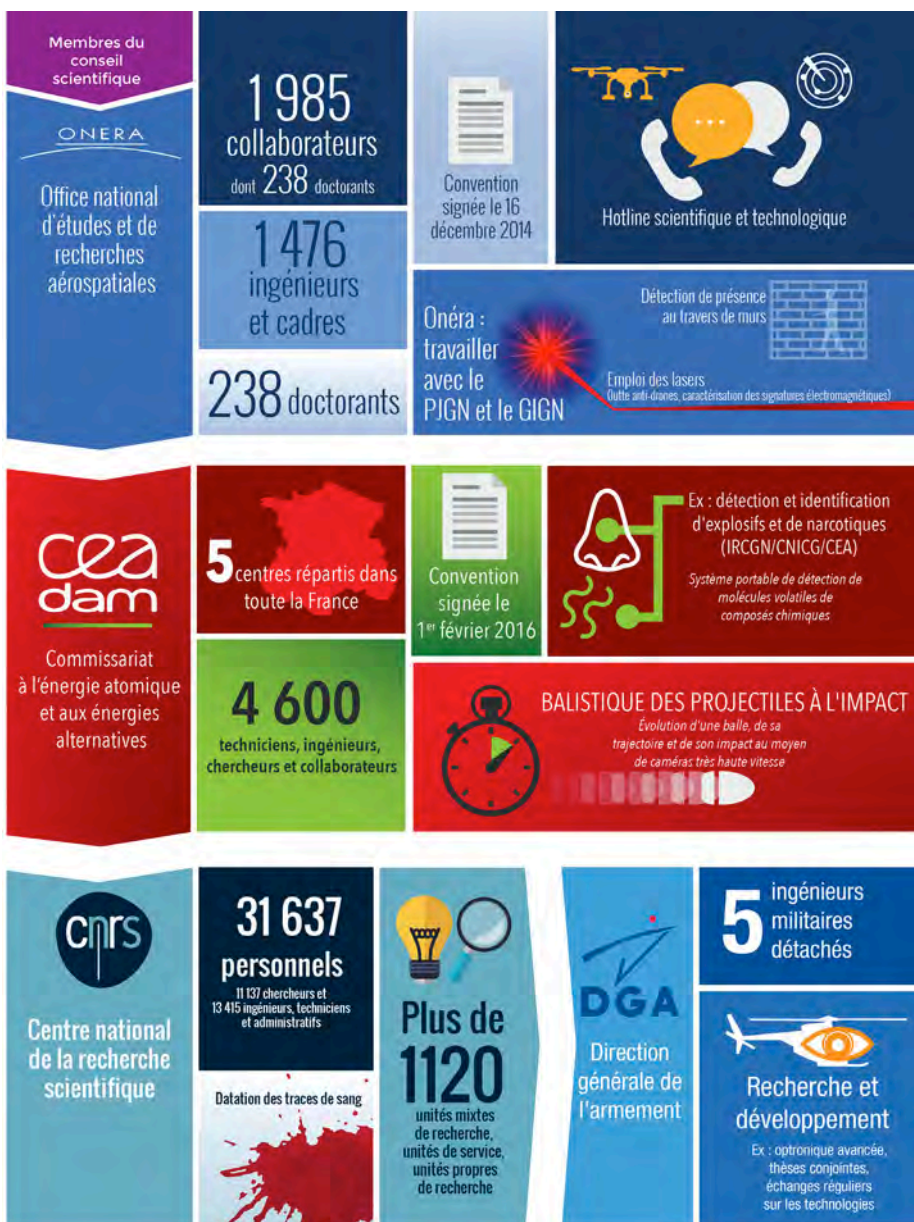
Le CEA, établissement public de recherche à caractère scientifique, technique et industriel est, avec la direction des applications militaires (DAM), un acteur majeur dans le domaine des recherches en sécurité, avec une spécialisation particulière dans le domaine des menaces terroristes NRBC-E. Cet établissement public pluridisciplinaire est doté de moyens uniques en Europe ; il a vocation à apporter son expertise scientifique et technique auprès des autorités nationales, notamment dans le cadre d'actions d'analyse des menaces et des risques associés. Une convention relative à la coopération dans le domaine de la détection de matières sensibles (explosifs, narcotiques) et la sécurité des aéronefs a été signée le 1^{er} février 2016.

European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI)

Cette institution, fondée en 1995, rassemble des instituts de criminalistique de toute l'Europe dans le but de faciliter les échanges d'information et d'améliorer les capacités et méthodes médico-légales. Elle est reconnue par la Commission Européenne comme la seule autorité en Europe dans le domaine de la criminalistique. L'IRCGN en est un membre fondateur.

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

Le CNRS est un organisme public de recherche placé sous la tutelle du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Implanté sur l'ensemble du territoire national au travers de plus de 1100 unités de recherche et de service, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance. Les nombreuses disciplines de recherche sont regroupées en dix instituts (Institut des sciences biologiques, Institut de chimie, Institut écologie et environnement, Institut des sciences humaines et sociales, Institut des sciences de l'information et de leurs interactions, Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes, Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions, Institut de physique, Institut national de physique nucléaire et physique des particules, Institut national des sciences de l'univers) et favorisent les projets transverses.



5 LA COOPÉRATION AVEC L'INDUSTRIE DE SÉCURITÉ ET DE DÉFENSE

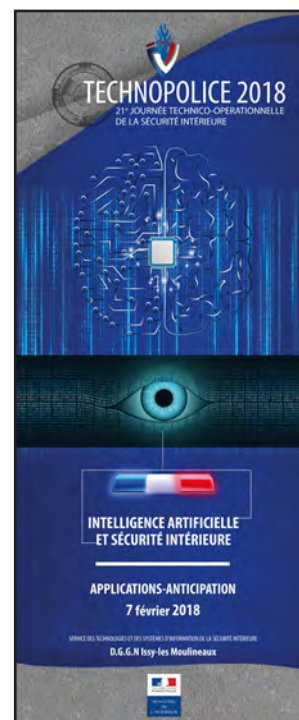
La gendarmerie nationale entretient un dialogue dense et régulier avec l'industrie de sécurité et de défense. Il s'agit là d'une nécessité pour notre performance technologique. En effet, ce dialogue permet tout à la fois à l'institution d'être au fait du progrès scientifique et technologique et à l'industrie d'orienter sa propre recherche en fonction du besoin pressenti. Le dialogue est à ce titre mutuellement bénéfique.

Les échanges sont conduits avec les groupements professionnels (Conseil des industriels de la confiance et de la sécurité – CICS, Groupement des industries de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres – GICAT, Comité de la filière industrielle de sécurité – COFIS), ou de manière directe entre les directions de programme et les industriels concernés.

L'Observatoire national des sciences et des technologies de la sécurité (ONSTS) est appelé à jouer un rôle central, notamment avec ses pôles Gend'Lab et Analyses, dans une démarche collaborative d'échanges en matière d'innovation et de menaces.

Par ailleurs, les *start-up* françaises dont le dynamisme est établi seront mieux sollicités : l'innovation française réside pour une large part dans ces dernières et leurs capacités à capter un large spectre de technologies dont certaines de rupture. L'intérêt de conduire ensemble tout ou partie d'un processus de R&I dans la perspective de la commercialisation d'une innovation est de nature à intéresser divers fonds d'investissement ; cette évolution souhaitable pourrait ainsi se dessiner.

En outre, des rencontres thématiques sont également organisées deux fois par an par le ST(SI)² ; elles réunissent des industriels et les services de l'État concernés autour de débats libres et d'exposés directs sur les besoins en sécurité intérieure.



6 LES RESSOURCES FINANCIÈRES DE LA R&I

La R&I en sécurité intérieure n'a jamais fait l'objet de financements significatifs, alors même qu'elle constitue un levier puissant de transformation et d'amélioration. L'exercice consiste à conserver une politique volontariste en la matière tout en préservant les crédits destinés en priorité à l'équipement des personnels sur le terrain. Ainsi, pour 2018, une ligne budgétaire spécifique au financement de la R&I a pour la première fois été identifiée.

Pour soutenir l'effort, la gendarmerie nationale a développé, au-delà de sa propre capacité à innover et à conduire des travaux de recherche interne, des stratégies nouvelles tel le recours à des évaluations de concepts à caractère technique et opérationnel qui permettent aux unités de gendarmerie d'expérimenter du matériel et d'en évaluer l'apport à notre profit. De même, les partenariats avec des organismes scientifiques ou des universités nous permettent de bénéficier, sur le terrain, de la recherche scientifique de pointe menée par des experts, dans des domaines qui nous intéressent au quotidien.

Des actions de recherche de financements nationaux auprès de l'ANR ou auprès du programme cadre européen H2020 sont menées en étroite coordination avec les composantes concernées du ministère de l'Intérieur, notamment la DMISC. Ces financements nécessitent une organisation *ad hoc* pour les obtenir ainsi que de bonnes coopérations ; ils sont contraignants en conduite mais peuvent représenter un apport financier non négligeable. S'agissant du programme H2020, la gendarmerie est pleinement mobilisée dans le cadre de la mission confiée récemment à la DMISC.

7 LA VALORISATION DES INNOVATIONS

De nombreuses innovations de la gendarmerie débouchent sur des brevets ou des savoir-faire protégés. La gendarmerie nationale ne procède pas à leur industrialisation. Elles font ainsi l'objet de licences d'exploitation concédées à des industriels dès lors que l'Institution doit en acquérir pour ses besoins propres (par exemple kit d'extraction rapide d'ADN, gilet pare-balles dit 3 en 1, système hélicoptère de cartographie de crise, laboratoire mobile d'analyses génétiques).

Ces partenariats comportent une rétribution négociée entre les parties sur les ventes potentielles hors ministère de l'Intérieur. Cette source de revenus innovante est appelée à monter en puissance et sera prioritairement destinée à financer d'autres actions de R&I. Cette démarche est soutenue par l'Agence du patrimoine intellectuel de l'État (APIE) qui relève du ministère de l'Économie et des Finances.



Les projets en cours par axes technologiques

1 LE NUMÉRIQUE

Accès à la donnée électronique

Pour recueillir l'ensemble des éléments d'enquête, il est devenu indispensable d'avoir accès aux données numériques d'un grand nombre de supports. La multiplicité de ces derniers (ordinateur, tablette, smartphone, clés USB...) et des technologies (clouds, version des OS, types de connectique...), ainsi que l'évolution rapide des logiciels nécessitent une adaptation constante des moyens de captation de l'information.

La gendarmerie dispose au sein de l'IRCGN d'experts qui travaillent sur cette problématique en partenariat avec des institutions internationales (Interpol, Europol, ENFSI). Ces experts veillent les changements technologiques des terminaux informatiques personnels, suivent les tendances technologiques en termes de stockage de données, et développent les adaptations nécessaires dans les logiciels de captation de données (R&I interne).

Radiocommunication en mode direct

L'obsolescence du réseau actuel RUBIS est estimée pour l'horizon 2025-2035. La préparation d'un nouveau réseau de communication possédant les mêmes garanties de service et intégrant les nouvelles exigences en termes de transmission de données est fondamental pour la poursuite des missions de la gendarmerie.



Coupler les technologies pour conserver ses moyens radio en toutes circonstances.

Au niveau mondial, la norme *LTE 4G Mission-critical* a été choisie pour remplacer à terme les technologies PMR (*Professional Mobile Radio*). Cette norme voit une augmentation significative des bandes passantes et par conséquent offre la possibilité de diversifier les modes de communication (voix, image...). Cependant si la norme prévoit des fonctionnalités de résilience appelée ProSe (*Proximity Services*), et des modes dégradés divers compatibles avec des missions de sécurité publique, la radiocommunication directe en *LTE 4G* est non disponible.

Pour prendre en compte cette question, le ST(SI)², en liaison avec les industriels conduit des travaux de recherche afin de doter le smartphone NEOGend d'un mode direct comparable à celui de TETRAPOL, avec un maillage possible entre les accessoires (réseau de type Mesh dynamique). Le projet combine les différentes disciplines des télécommunications, et fait partie d'un ensemble européen. Les premiers tests opérationnels sont prévus pour 2020.

Transcrifilm

Transcrifilm est une solution logicielle, dédiée à la retranscription écrite d'auditions filmées, qui vise à coordonner la lecture du film avec l'avancée de la retranscription. L'objectif de la R&I est un gain en efficacité grâce à l'automatisation de tâches lors du visionnement des vidéos. Un prototype est en cours de développement et sera expérimenté début 2018.

NEOGend : d'autres applications innovantes

La gendarmerie saisit les opportunités liées au développement des technologies du smartphone pour adapter ses outils métiers à un usage en mobilité. L'innovation est un processus continu dans ce domaine. Aujourd'hui, les développements nouveaux portent principalement sur la création de nouvelles fonctionnalités adaptées à de nouveaux usages (ex. système d'alerte, boutons connectés). L'innovation est issue en grande partie des remontées des acteurs de terrain *via* les ateliers de performance ou d'idéation de la MPP notamment. Elle nécessite néanmoins un gros travail d'industrialisation qui est mené par le ST(SI)² afin de donner aux nouvelles applications la robustesse et la facilité d'emploi attendue.

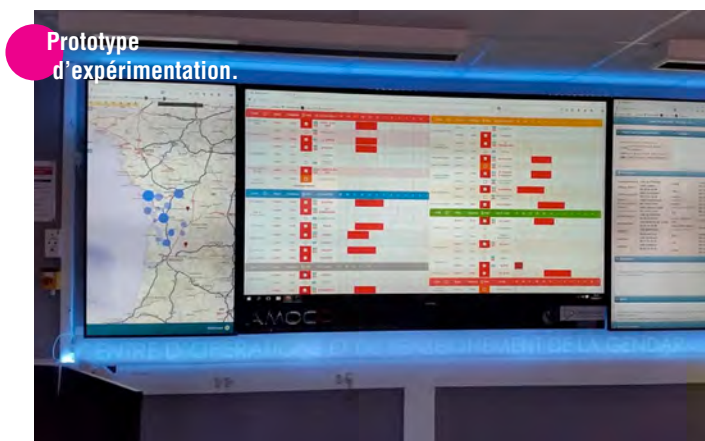
Les technologies explorées sont notamment les réseaux pour objets connectés (SigFOX, protocole NFC...) et la géolocalisation. Un des grands chantiers en cours est la localisation exhaustive de toutes les données métier (point de contrôle, prise de plainte, lieu d'infraction...). NEOGend est le catalyseur de nombreuses innovations logicielles. Des rendez-vous réguliers permettent d'analyser les dernières innovations proposées pour décider de leur lancement en production. Le prochain rendez-vous est prévu début 2018.



Bouton d'alerte connecté

Ce projet a vocation à développer et expérimenter un bouton d'alerte permettant à un gendarme en situation de danger immédiat de transmettre en temps réel par un bouton poussoir un message d'alerte vers les réseaux de la gendarmerie, par Bluetooth *via* son terminal mobile NEOGend et par les réseaux bas débit LoRa et SigFox. Le projet est en cours de développement avec une phase de tests programmée en 2018.

AMOCO - Affichage modulaire optimisé pour les CORG



L'efficacité du CORG dépend de sa faculté de traiter au plus vite un grand nombre d'informations provenant d'autant de sources différentes sur des supports tout aussi multiples. Des difficultés de partage et de mise à jour de l'information entre opérateurs peuvent se manifester. Le projet AMOCO fait basculer les CORG dans le tout numérique en offrant une capacité de traitement de l'information renforcée. Un prototype a été mis en place à l'été 2017 pour expérimentation jusqu'à début 2018.

Système d'information étatique des drones collaboratifs (SIE)

La loi impose désormais sept nouvelles obligations dont six incombent aux propriétaires de drones civils de plus de 800 g. Ils ont notamment jusqu'au 1^{er} juillet 2018 pour équiper leur aéronef d'un dispositif de signalement électronique.

L'obligation d'enregistrement et de signalement doit permettre au moyen d'un nouveau Système d'information étatique (SIE) une détection en temps quasi-réel des drones coopératifs et par extension d'identifier les drones potentiellement malveillants. Elle doit optimiser l'engagement des moyens de Lutte anti-drone (LAD) et offrir la possibilité d'alimenter les procédures judiciaires qui pourraient être déclenchées en cas d'infraction.

Le programme SIE est un projet pionnier à l'échelle européenne et mondiale visant à l'obtention d'une

solution fiable et peu onéreuse. La gendarmerie nationale est en charge de la conception, du développement, du déploiement opérationnel et de la gestion du SIE.

Les principaux travaux de recherche à mener sont de concevoir le dispositif de signalisation (identifiant, positions, horodatage) en lien avec les fabricants de drones en choisissant notamment la technologie de transmission la mieux adaptée au besoin ainsi que le système d'information centralisé proprement dit avec le niveau de sécurité attendu pour un tel système.

Détection en temps quasi-réel des drones.



SSAA - Système de suivi et d'assistance à l'autopsie

Système ayant pour vocation d'améliorer le suivi et l'assistance à l'autopsie par le médecin légiste, il facilite la prise d'images photos et vidéos, offre une diffusion dans une salle déportée, et permet la conservation et la traçabilité de l'acte, ainsi que la facilitation des expertises complémentaires et contre-expertises ultérieures, etc. La phase de R&I s'achève avec un premier retour d'expérience opérationnel en 2018.

Le SSAA.

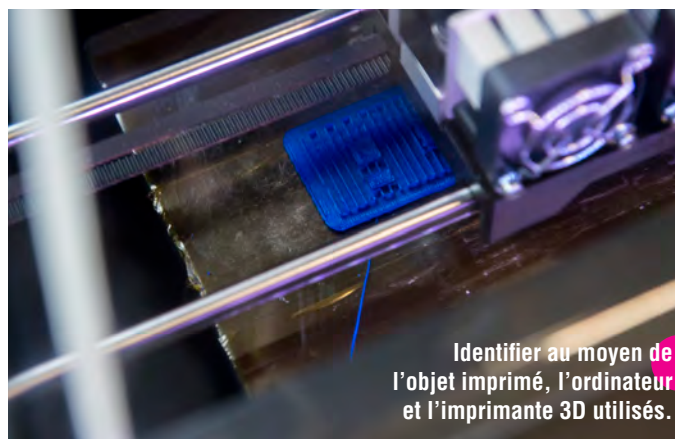


Identification des imprimantes 3D

L'impression 3D, ou stéréolithographie, a été développée dans les années 90. La diminution continue des coûts de l'impression 3D, des imprimantes et des consommables d'impression a entraîné une forte augmentation de leur nombre en France : les chiffres de ventes sont en croissance constante et le nombre de fabricants et de modèles augmente chaque année. Le développement de plateformes en ligne d'impression à la demande et de sites communautaires de stockage de modèles 3D participent au dynamisme du marché.

Cette technologie est potentiellement un nouvel outil pour la délinquance. Au-delà des problématiques de droits d'auteur sur les modèles 3D ou les objets copiés, se pose la question de l'impression 3D d'objets illégaux comme les armes, les passe-partout sécurisés, les clés...

Aussi la gendarmerie conduit des travaux de R&I dont l'enjeu est de pouvoir associer avec certitude l'ordinateur qui a lancé l'impression, l'imprimante et l'objet imprimé. La variété des technologies d'impression 3D disponibles (plus de 9 différentes) ainsi que la diversité des matériaux utilisés (PLA, ABS, Nylon, cuivre, autres métaux...) constituent une vraie complexité dont il est difficile de s'affranchir. La recherche se concentre à ce stade sur les différentes technologies, matériaux et imprimantes grand public disponibles, afin de mettre en place un protocole d'analyse des objets imprimés en 3D permettant d'identifier l'imprimante ainsi que l'origine du filament utilisé. Le projet progresse très rapidement et devrait aboutir à des démonstrations en 2019-2020.



Identifier au moyen de l'objet imprimé, l'ordinateur et l'imprimante 3D utilisés.

Arrêt de véhicule en mouvement

Si sur le long terme, l'Europe réfléchit à une réglementation obligeant les constructeurs à mettre en place dans les véhicules un système d'arrêt d'urgence à distance, l'arrêt de véhicules en mouvement est pour la gendarmerie nationale un sujet d'actualité. Divers axes de recherche continuent d'être explorés.

La difficulté est de stopper les véhicules de façon certaine tout en préservant l'intégrité physique des personnes et des biens. En complément des moyens existants (herses...) la technologie des micro-ondes à forte puissance fait l'objet d'expérimentations sur le terrain et en laboratoire. Les effets délétères des rayonnements micro-onde sur les circuits électroniques sont connus et documentés depuis les années 90. Un rayonnement suffisamment puissant peut perturber le fonctionnement d'un système électronique du type calculateur de bord et en provoquer l'arrêt forcé.



Perturber le système électronique pour provoquer l'arrêt forcé.

Depuis 2015 la gendarmerie a participé aux tests de plusieurs prototypes en collaboration avec des partenaires industriels ou publics. Les prototypes doivent subir de nouveaux tests, et le respect des normes de sécurité doit être vérifié pour permettre une décision d'équipement fin 2019.

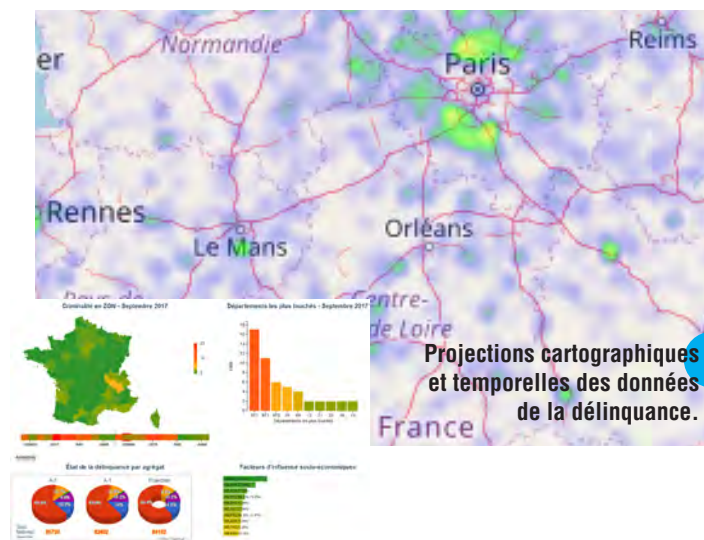
2 LE BIG DATA

Analyse décisionnelle

À partir de données d'activité des acteurs de terrain (constatations de faits, localisations de contrôles, dépôts de plaintes...) il est possible de développer une approche anticipative basée sur les stratégies d'analyse Big Data et des modèles statistiques. Cette approche se fait par la remontée d'informations importantes sous la forme de projections cartographiques ou chronologiques dynamiques de probabilités de commission d'infractions.

Les calculs s'appuient sur l'exploitation de l'intégralité de l'information statistique relative aux faits constatés sur une période de 6 à 10 ans en fonction de l'agrégat étudié. 600 variables socio-économiques (démographie, tissu économique...) issues des statistiques de l'INSEE et d'autres informations externes (météorologie, grands événements planifiés) comme internes (services externes des unités) pouvant avoir une influence sur l'évolution de la délinquance, pourront être progressivement intégrées dans l'application. Le commandant d'unité peut ainsi visualiser le niveau de menace potentielle, l'intégrer dans son analyse multifactorielle du terrain et adapter sa posture opérationnelle et ses modes d'action.

Le déploiement initial de cet outil est en cours ; la recherche se poursuit sur la nature des technologies logicielles utilisées et la prise en compte d'une part croissante d'intelligence artificielle (*machine learning*). L'objectif est un déploiement généralisé en 2019.

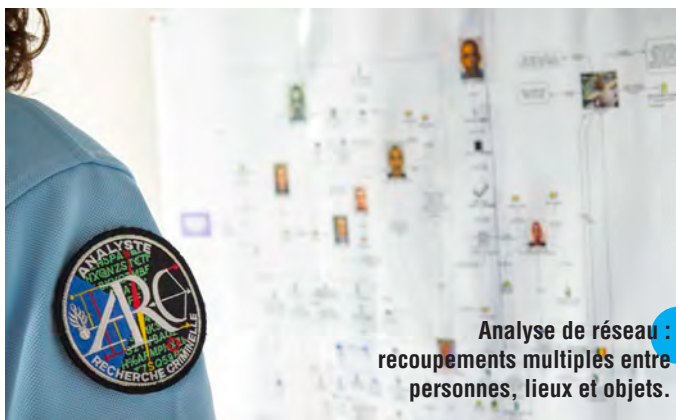


Projections cartographiques et temporelles des données de la délinquance.

Analyse de données de masse

Au-delà des risques liés à l'augmentation du volume du trafic numérique, la quantité de données disponibles permet dorénavant des approches plus systématiques des analyses relationnelles. En effet, il est possible d'utiliser des méthodes statistiques pour mettre en évidence, au sein d'un ensemble de données, des corrélations pouvant signifier une proximité réelle entre plusieurs événements, personnes, objets ou lieux. Ces proximités,

placées dans une démarche prospective, peuvent apporter une plus-value importante dans la lutte contre la délinquance (mise en évidence de réseaux ou de comportements sériels...) ou dans la détection de la radicalisation d'individus (fréquentation de mêmes lieux...). Des études sont en cours. Une première étape probante sur l'analyse des réseaux est visée à compter de 2020.



Analyse de réseau : recoupements multiplés entre personnes, lieux et objets.

Fusion de données

La gendarmerie dispose de nombreuses sources d'information, de natures et de valeurs différentes. Pour faciliter et fiabiliser le traitement de ces informations et les interprétations en termes de renseignement, enquête, intervention ou prévention, il est nécessaire de pouvoir fusionner les données. En effet, cela permet d'éviter les redondances, de fiabiliser l'analyse et de mettre en place un système de priorisation. Dans cette optique, la gendarmerie travaille au développement de solutions logicielles adaptées à différents enjeux dont le renseignement criminel (rendez-vous en 2019).



Plusieurs vidéos de surveillance d'une même scène d'infraction.

Analyse vidéo de masse

La multiplication des systèmes de vidéosurveillance et de la prise vidéo amateur lors d'événements constitue une réelle difficulté quant à leur exploitation dans un temps raisonnable.

Le périmètre du « traitement vidéo de masse » comprend des fonctionnalités de base comme la gestion des multiples formats, le stockage ou le derushage, et une grande diversité d'outils d'analyse comme l'analyse de mouvement, la lecture automatique de plaques d'immatriculation, la reconnaissance faciale, la détection de mouvements anormaux...

C'est pourquoi la gendarmerie participe au projet SIGMA-TAU, initié en 2016 par la DGPN et mené par le ST(SI)². À ce titre, elle prend part au développement de la plateforme d'intégration vidéo SIGMA, servant de support pour les analyses vidéo spécifiques et capable de traiter tous les formats de fichier vidéo. Elle travaille également à la définition des outils de traitement vidéo dont l'utilisation doit être modulaire. Prévue pour une mise en service fin 2020, la plateforme doit voir son concept mis en place et éprouvé en 2019.

Datalab

Le datalab est une structure informatique développée en étroite collaboration avec la police nationale, qui doit à terme fournir une puissance de calcul dynamique et robuste à disposition des enquêteurs pour leurs outils numériques consommateurs en ressources. Il fournira aussi des capacités d'ingestion de la donnée quelque soit leur nature. Le déploiement expérimental de la structure est prévu en 2018.

Optimisation opérationnelle

L'utilisation d'algorithmes de traitement de données de masse peut permettre, en plus de l'anticipation des besoins au vu des données de la délinquance, une optimisation des ressources opérationnelles de la gendarmerie. En effet, à partir de l'ensemble des données de fonctionnement de l'institution (véhicules, armement, personnels...), il est possible de mettre en évidence des tendances et de les prendre en compte dans les décisions de commandement. Plusieurs expérimentations sur ce sujet seront conduites d'ici à 2020 dans les domaines de l'optimisation des parcs (TDM) ou de l'organisation du service. Les données issues de PULSAR seront dans ce cadre particulièrement travaillées.

Reconfiguration d'un
appareil après une mission
de transfert hospitalier.



Maintenance prédictive

À l'heure actuelle, le suivi de la maintenance des moteurs du parc d'hélicoptères de la gendarmerie nationale se fait à l'aide de livrets moteurs électroniques remplis à la main par les techniciens et mécaniciens et sur la base d'échéanciers horaires. En partenariat avec l'industriel, la gendarmerie expérimente un système de suivi automatisé de la maintenance, grâce à l'utilisation de puces RFID. Ce système doit permettre la gestion automatisé des heures de vol, des configurations moteurs, des échéances de maintenance et des potentiels des pièces d'équipement.

L'intégration de stratégies *Big data* est en cours pour aboutir à une optimisation des besoins en maintenance, et par extension une diminution des risques de dysfonctionnement en vol. Une expérimentation sera réalisée fin 2019.

3 LE CYBER

Collecte de données en source ouverte sur internet

Face à la multiplication des contenus en accès libre sur internet (réseaux sociaux, hébergeurs de contenu, sites de vente en ligne, blogs...), la collecte de données en source ouverte sur internet nécessite des outils adaptés. En effet la diversité des sites, la volumétrie ainsi que les systèmes de protection de contenus (systèmes de suppression rapide, protections contre les automates...) rendent difficile l'exploration manuelle ou l'utilisation d'outils peu complexes. Face à l'augmentation continue des infractions sur Internet, l'enjeu est d'offrir au réseau CyberGEND les capacités de rechercher, fixer, capter et analyser des données publiquement accessibles sur Internet, caractérisées par un risque fort de suppression rapide (censure des réseaux sociaux et autres hébergeurs de contenus), des protections contre les automates (darknet, captchas) et des volumétries importantes. Les technologies utilisent des algorithmes de pointe et des calculateurs puissants, fruits d'une collaboration entre le réseau CyberGEND, le SIRPA, la SDAO, le COMCyber et les polices suisse et belge.



Plusieurs outils sont en cours de développement et doivent faire l'objet de déploiement entre 2018 et 2019. Il s'agit notamment de :

- ARTIST, applicatif rapportant instantanément toutes les entités figurant sur une page web (liens avec url, identités numériques, métadonnées des contenus, etc.) pour réduire les délais d'analyse d'un site et révéler le cas échéant les éléments recherchés.
- GENDscraper, applicatif de capture de contenu, avec possibilité de paramétrage en profondeur des contenus à aspirer au sein des pages. L'outil permet entre autres à l'enquêteur de contourner

d'éventuels filtres anti-robot afin de poursuivre son exploration automatique. De nombreux additifs sont actuellement en conception.

WifiCatcher

Dispositif d'identification des réseaux Wifi ambiants et des terminaux qui leur sont connectés. Un premier support « concept » a été réalisé et testé, permettant d'attester des connexions pirates d'un mis en cause sur les box internet de ses voisins.

Des tests opérationnels de ces solutions logicielles sont planifiés en 2018.

Ces outils, du moins leur partie déjà opérationnelle, développés en lien avec le C3N bénéficient d'ores et déjà à d'autres entités du renseignement.

Objets connectés

En charge d'opérations de plus en plus diverses, certaines ayant un impact direct sur le monde réel, le développement des objets connectés fait l'objet d'une attention particulière de la part de la gendarmerie. Afin d'évaluer les risques potentiels des objets connectés, une analyse globale est engagée comprenant notamment un suivi de l'utilisation des objets connectés à des fins malveillantes, la compréhension des faiblesses détectées et un dialogue avec les acteurs du domaine, privés comme publics. Un point de ces travaux et notamment des vulnérabilités et risques associés est envisagé début 2019.

4 L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Détection préventive des comportements atypiques

Des études scientifiques ont mis en évidence, par des analyses sociologiques et comportementales, un certain nombre d'indicateurs pouvant être considérés comme atypiques pour une personne vaquant à des occupations normales.



Surveillance vidéo d'un aéroport.

Si ces résultats sont d'ores et déjà exploités en donnant lieu à un logiciel d'aide à la détection, la gendarmerie étudie la possibilité de développer le concept au moyen d'intelligence artificielle type *machine learning* pour une exploitation à terme en vidéo surveillance automatisée. Un projet de recherche est en cours à ce sujet et doit se poursuivre en 2018. Il concerne toutes les composantes de l'Institution et se prête à de nombreux cas d'usage.

Géolocalisation indoor

Les équipes d'intervention sont amenées à intervenir dans des locaux potentiellement complexes pour lesquels les plans ne sont souvent pas à jour ou peu adaptés, où le GPS est inopérant et où il est difficile de maintenir une communication avec l'extérieur. Pour répondre à cette problématique, la gendarmerie étudie des solutions de localisation indoor autonome pour développer un outil individuel de géolocalisation en temps réel dans les 3 dimensions, capable de traiter l'information localement et de la transmettre au commandement lorsqu'une liaison de communication existe. Des solutions à bas coût et robustes font l'objet de travaux de recherche qui associent l'Institution : elles utilisent des caméras vidéos, dans le spectre visible ou infrarouge, et des algorithmes relevant du domaine de l'intelligence artificielle. Des campagnes d'évaluation sont programmées relatives à divers cas d'usage (robotique, homme augmenté).

À l'horizon 2021-2022, le système pourrait constituer une des briques permettant à un intervenant de visualiser en réalité augmentée sa localisation dans le bâtiment, la position de ses équipiers, celle d'adversaires signalés, ou autres informations importantes relative à son environnement proche.

ALICE (Automatic Labelling for Image Collections Exploration)

Le projet de recherche, lancé en 2016 par le C3N, a pour but d'automatiser la recherche, le tri et l'identification des images susceptibles de matérialiser un crime ou un délit aggravé. Un processus d'analyse sémantique a été développé par *deep learning* pour l'identification des images d'armes à feu.

Le développement actuel vise à élargir le spectre des images ciblées (stupéfiants, pédophilie...) en 2018 et à rendre le système d'analyse portable pour en doter les N-TECH. En collaboration avec l'UCP (université de Cergy-Pontoise), l'industriel M2M et le PJGN, un doctorant participe au développement.

N-TECH vérifiant le contenu d'images signalées par ALICE.



Retranscription des auditions

La gendarmerie cherche à doter les enquêteurs d'un système permettant de retranscrire automatiquement une audition orale. Un tel outil sera aussi particulièrement utile dans le cadre de témoignages multiples collectés sur la voie publique ou l'exploitation d'enregistrements collectés dans le cadre de l'enquête.

Une salle d'audition.



La gendarmerie conduit depuis 2016 des tests en lien avec des universités et des industriels. L'IA par sa capacité d'apprentissage est au cœur du développement de ce type de logiciels. Un développement opérationnel est prévu pour 2020.

Détection de phénomènes émergents ou sériels

Une des applications des algorithmes d'intelligence artificielle est la détection, au sein d'un ensemble de données, de points divergents ou de points concourants. En renseignement criminel, ces applications trouvent un vif intérêt pour la mise en évidence au sein de l'ensemble des données de la délinquance, des phénomènes nouveaux (points divergents) ou des phénomènes sériels (points concourants). La gendarmerie expérimente actuellement ce concept, et prévoit d'en faire une évaluation après expérimentations en 2019.

Détection à travers les murs

Afin de sécuriser ses interventions, la gendarmerie travaille sur des technologies radar de détection à travers les murs de personnes ou d'objets. Cependant, la visualisation est complexe à interpréter du fait de la nature même du signal. Deux approches sont étudiées afin d'améliorer le concept. Un premier axe est la détection multi-capteurs : en ajoutant au radar des informations d'un autre type de capteur, une meilleure résolution d'image peut être obtenue. Le second axe est l'adaptation de processus d'intelligence artificielle comme le *deep learning* pour aider à l'interprétation des images. Les premières démonstrations pourront être disponibles dès 2020.

5 LA ROBOTIQUE

Drone bleu gendarmerie en phase de test.



Drones bleus

Depuis 2014, la gendarmerie s'est dotée de premières capacités de nanodrones et de microdrones pour remplir un ensemble de missions qui vont de la reconnaissance 3D jusqu'au relevé de scène de crime. Deux types de microdrones ont notamment été développés spécialement pour répondre à des exigences spécifiques en termes de robustesse et de sécurité. D'autres capacités de drones sont à l'étude pour remplir des missions très spécifiques comme de la reconnaissance *indoor*. Un retour d'expérience complet de l'emploi opérationnel est prévu en 2018 afin de décider du développement complémentaire de la capacité à l'horizon 2019.

De nombreuses missions peuvent gagner en efficacité par l'emploi de drones aériens : la recherche de personnes disparues, la caractérisation de l'atmosphère en sont les premiers exemples. Dans chaque cas, il s'agit de conduire des travaux de recherche tant au niveau de l'intégration de charges utiles dans les vecteurs que des études systèmes permettant concrètement une mise en œuvre rapide et robuste. Le CFAGN et la direction des opérations et de l'emploi étudient le besoin et les éléments de doctrine afin de lancer des travaux, en amont, de nature technologique sur les capteurs et leur intégration dans les vecteurs à compter de 2019.

Exosquelette

De nombreuses interventions impliquent des efforts physiques intenses. Ils peuvent à l'extrême nuire à l'efficacité des missions en épuisant les ressources physiques et psychologiques, ou mettre en danger l'intégrité physique des hommes en provoquant notamment des accidents. Le dos et les genoux sont particulièrement fragiles et font partie des articulations les plus sollicitées en cas de port prolongé de lourdes charges.

Les solutions médicales développées pour soulager l'effort chez les personnes en surpoids peuvent trouver une application opérationnelle chez les professionnels de la sécurité publique lourdement équipés. En partenariat avec la DGA, le GIGN participe au prototypage d'exosquelettes pour faciliter les missions et augmenter la résilience des unités. Un prototype d'exosquelette pour les membres inférieurs a été testé et a servi de preuve de concept. La conception d'un nouveau prototype est lancée et devrait être terminée en 2018 et testé en 2019. Il s'agit cette fois d'une orthèse de genou motorisée. Ces prototypes intègrent biomécanique, robotique et algorithmes complexes pour fournir un soutien dynamique adapté au mouvement.

Véhicules autonomes

La gendarmerie anticipe la révolution engagée des véhicules autonomes (terrestres, aériens ou aquatiques) dans le domaine des mobilités, notamment au travers de l'Observatoire central des systèmes de transports intelligents (OCSTI) en conduisant d'ores et déjà une réflexion sur la prise en compte de ce nouveau mode de circulation pour les usagers, le transport de marchandises, mais aussi les déplacements des forces de sécurité intérieure. L'enjeu est de bien prévoir les conséquences possibles de la généralisation des véhicules autonomes en termes de sécurité des mobilités et de sécurité publique et d'apporter une expérience de terrain tant dans la rédaction des nouveaux textes législatifs que dans la définition de scénarios particuliers auxquels devront se confronter d'une part les véhicules autonomes (barrage de police, véhicule en intervention, mixité...) mais aussi les forces de l'ordre.

Des tests sont donc envisagés à l'horizon 2020 afin de prendre toute la mesure des risques et opportunités de ces robots connectés.

Lutte anti-drone

La gendarmerie examine les solutions technologiques pour constituer un système complet et cohérent de détection, d'identification et de neutralisation des drones malveillants. À cette fin, les experts du ST(SI)² conduisent des expérimentations techniques et opérationnelles. Un projet de R&I sera mené en collaboration avec le MININT, le RAID, la BRI, le GIGN, et le SGDSN, de manière à expérimenter en méthode agile des solutions techniques et les amener, lorsque c'est possible et pertinent, jusqu'à la maturité opérationnelle. Ce projet touche à de nombreuses technologies de pointe : radar (dont radar holographique), traitement du signal, technologie hyperfréquence, brouillage, fusion de données, laser, aspects systèmes et automatisation. Ce projet structurant doit pouvoir lever progressivement l'ensemble des points durs technologiques pour être ensuite exploité à des fins opérationnelles.



Contrôle d'un drone à l'aéroport de Roissy.

6 L'“HOMME AUGMENTÉ”

Gilet tactique modulaire

Le gendarme est confronté depuis de nombreuses années à la densification de son équipement (arme, bâton télescopique, menottes, pistolet à impulsion électrique, gilet pare-balles, chaussures de sécurité, NEOGend...) qui alourdi considérablement son ceinturon. Par ailleurs, la confrontation avec des individus disposant d'armes de guerre est une éventualité qui conditionne le niveau de protection du gendarme.

Exemple d'équipement traditionnel, difficile à manipuler et ne disposant pas de rangements.



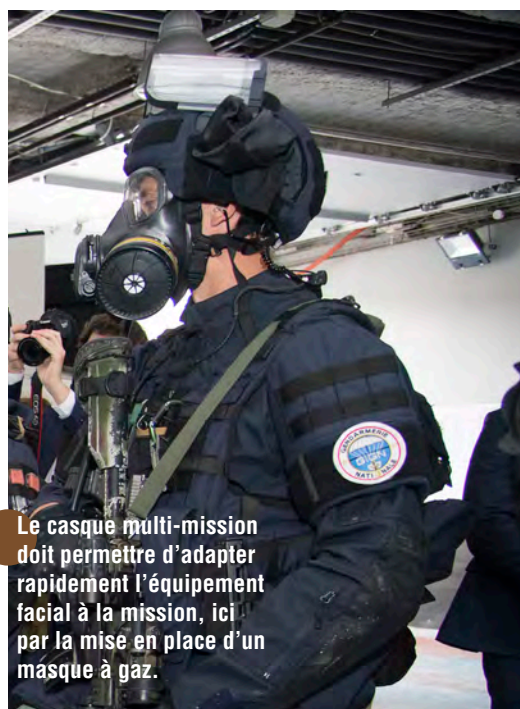
Pour faire face à cette double contrainte, le SAELSI et le service de confection de la garde républicaine ont conçu une housse tactique modulaire qui s'utilise avec le pack balistique du gilet individuel. Cette dernière permet d'une part de mieux répartir les équipements et d'alléger le ceinturon, d'autre part de renforcer en 10 secondes le niveau de protection par l'adjonction de plaques balistiques côté face et dos sans toucher aux équipements disposés sur le buste. Un brevet a été déposé par la gendarmerie et une vingtaine de prototypes ont été testés en unités. Un retour sur expérience est prévu en 2018.

Casque multi-mission

Les casques à protection balistique sont des équipements lourds à l'utilisation contraignante. Pendant plusieurs années, il existait un casque par type de mission et risques estimés de la mission. Avec la diversification des équipements, certaines situations nécessitaient de retirer le casque pour utiliser un appareil à l'ergonomie incompatible, mettant en danger le gendarme.

Le GIGN participe depuis 2015 au développement d'un casque modulaire, utilisable sur n'importe quelle mission et offrant une ergonomie renforcée. En partenariat avec un industriel, un nouveau casque a été conçu, qui permet en moins de 2 secondes de fixer ou d'enlever la visière balistique. Ce nouveau casque permet également l'utilisation en sécurité de lunettes de vision nocturne. Le développement se fait sous forme interactive.

Actuellement, le GIGN concentre ses recherches sur l'optimisation de la protection balistique pour réduire le poids du casque. Il s'agit d'un enjeu de taille, le casque pesant plus de 5 kg pour un équipement total d'environ 35 kg. La réduction du poids, au-delà de la diminution du stress physique, permettrait notamment une plus grande endurance lors de missions longues. L'objectif serait de disposer à compter de 2019 d'un casque modulaire allégé.



Le casque multi-mission doit permettre d'adapter rapidement l'équipement facial à la mission, ici par la mise en place d'un masque à gaz.

Le casque multi-mission doit permettre d'adapter rapidement l'équipement facial à la mission, ici par la mise en place d'un masque à gaz.

Vision multi-spectrale

L'homme ne dispose que d'un spectre d'ondes visibles ou audibles très réduit. La diversification des capteurs vidéos hors du champ du visible (infrarouge, ultrasons...) ainsi que le développement des algorithmes d'analyse d'images permettent dorénavant de voir et de se repérer dans des conditions où la vue est limitée.

Visualisation de véhicules et de personnes de nuit par caméra thermique.



La gendarmerie s'implique dans le développement de concepts de lunettes modulaires permettant d'adapter immédiatement le type de capteur au contexte pour la continuité de vision. Les technologies abordées sont multiples : thermographie, intelligence artificielle, réalité augmentée, optique... Le concept identifie plus vite les menaces potentielles, et dans un deuxième temps, grâce à la réalité virtuelle, de matérialiser des zones d'intérêt lors de missions (présence de blessés, zone d'influence d'un IED non désactivé...). Cependant,

les prototypes testés jusqu'à présent restent encore inaboutis sur certains aspects : ergonomie, autonomie énergétique, système d'affichage en réalité augmentée... Ces thématiques vont représenter les principaux axes de recherche des trois prochaines années.

Le GIGN travaille à la conception d'un prototype qui puisse devenir opérationnel à compter de 2020.

Vêtements anti-feu

De nombreux travaux et développements existent sur l'ignifugation de matériaux tissés. Le principe repose soit sur des traitements chimiques ralentissant le processus de combustion, soit sur des propriétés physiques de matériaux limitant l'apport en oxygène. La plupart des vêtements d'intervention en gendarmerie sont traités contre le feu. En revanche peu d'études sont disponibles sur le transfert de chaleur entre une source extérieure au vêtement et la peau sous le vêtement. L'enjeu est important car un vêtement simplement ignifugé ne peut prendre feu mais ne protège pas le gendarme contre les risques de brûlures par conduction de la chaleur.

Les gendarmes mobiles sont régulièrement exposés au feu lors de missions de maintien de l'ordre.



C'est pourquoi le GIGN mène un travail constant sur le suivi et l'amélioration de la résistance thermique des matériaux utilisés pour la confection de ses vêtements d'intervention. Il a notamment dirigé une étude sur les différentes normes de sécurité en termes de résistance au feu, et établi un standard interne de résistance thermique qu'il utilise pour ses achats de tenues de combat. Le GIGN continue ses tests de façon régulière sur les nouveaux matériaux développés par les industriels, afin de pouvoir continuer à améliorer la protection des militaires engagés.

Nouveaux matériaux de protection balistique

Dans le domaine de la protection balistique, les technologies actuelles basées sur la céramique progressent constamment. Face à la diversification des armes à feu accessibles, il est cependant nécessaire d'anticiper à plus long terme. Pour faire face à la présence d'armes de guerre en intervention, l'augmentation du volume de plaques balistiques n'est plus la solution.

Pour pouvoir continuer à protéger au mieux les forces de sécurité, le SAELSI avec le concours du CREL veille les progrès technologiques et conduit de nombreuses campagnes de test.

Le GIGN étudie par ailleurs les technologies de rupture en sciences des matériaux. Le GIGN s'est notamment intéressé au fil d'araignée synthétique, dont les propriétés permettraient une protection contre les petits et moyens calibres à poids et encombrement réduit. Des études estiment en effet que la soie d'araignée est 10 fois plus résistante que l'acier et 3 fois plus que le kevlar. Sur le plus long terme, le GIGN suit les développements des nanotechnologies, qui permettraient aux gilets pare-balles de se rigidifier lors d'un impact en fonction de la force appliquée tout en restant souples hors sollicitation.

Tout l'enjeu est d'augmenter la protection balistique tout en diminuant le trauma et le poids afin, dans ce dernier cas de regagner en mobilité.

Vêtements intelligents

Grâce à la miniaturisation des systèmes de mesures électroniques, il est maintenant possible de fabriquer des capteurs suffisamment petits pour être intégrés dans le tissu de vêtements. En parallèle d'études de résistance des matériaux dédiés à l'augmentation de la résilience des vêtements d'intervention, la gendarmerie travaille sur le concept de tissus intelligents, capables de mesurer certains paramètres environnementaux, de signaler à leur porteur les informations pertinentes, tout en offrant des possibilités de camouflage améliorées.

L'intégration de capteurs spécifiques à des vêtements peut notamment permettre de gérer en temps réel l'exposition du porteur aux facteurs de risques environnementaux comme la chaleur, le bruit, les radiations. Elle peut également offrir un suivi sur le long terme des expositions pour la santé au travail.

L'intégration de capteurs miniaturisés aux vêtements peut aussi permettre de réduire la visibilité des unités. En effet, grâce aux progrès en optronique, il est possible d'utiliser les informations de couleur et contrastes environnementaux pour modifier l'aspect du vêtement et le rendre moins repérable.

Lunettes de réalité augmentée

La réalité augmentée est un domaine de recherche transverse pour la gendarmerie. Elle peut en effet trouver des applications dans tous les aspects du métier, de la reconstitution de scènes de crime à la visualisation d'information sur le terrain. Si les technologies de captation et d'analyse d'information sont matures, la retransmission de ces informations vers l'utilisateur au moyen de lunettes spécifiquement conçues n'est pour l'instant pas en adéquation avec le besoin des unités. En effet, les systèmes de visualisation sont encore trop lourds, encombrants et limités en autonomie.

La gendarmerie a conduit différentes expérimentations de terrain à ce sujet et prévoit un bilan exhaustif en 2020 pour tester les dernières avancées dans le domaine et réévaluer le potentiel opérationnel de la réalité augmentée.

7 L'IDENTIFICATION HUMAINE

Empreinte olfactive

La gendarmerie, en partenariat avec la région Île-de-France, des industriels et des instituts de recherche, développe la signature chimique corporelle comme technique d'identification judiciaire agréée. Le projet est multidisciplinaire : chimie organique, physique des matériaux, biologie, statistiques. Il s'agit en effet de pouvoir capter les odeurs, les analyser et les interpréter en termes d'identification pour une présentation devant des magistrats.

Station de recherche en analyse d'odeurs.



Le projet, commencé en 2016, requiert un important travail de recherche et d'innovation pour chacune de ces trois étapes : captation de la chimie corporelle (odeur) de manière fiable ; exploitation des prélèvements pour séparer, détecter et mesurer les composés qui vont constituer une identité ; enfin traitement informatique des chromatogrammes et développement des outils statistiques avancés (approches fréquentistes et bayésiennes à des fins de comparaison) nécessaires à l'obtention de résultats pertinents et viables devant les magistrats. Une preuve de concept a été obtenue en 2017 et des travaux complémentaires sont prévus en 2018 et 2019

pour amener ce concept à un emploi opérationnel. L'objectif d'agrément est attendu pour 2020.

Les travaux de l'IRCGN trouvent également des applications dans le domaine de la santé publique (cancer, maladie de Lyme), des partenariats sont en cours de définition avec des acteurs majeurs de ce secteur (2018).

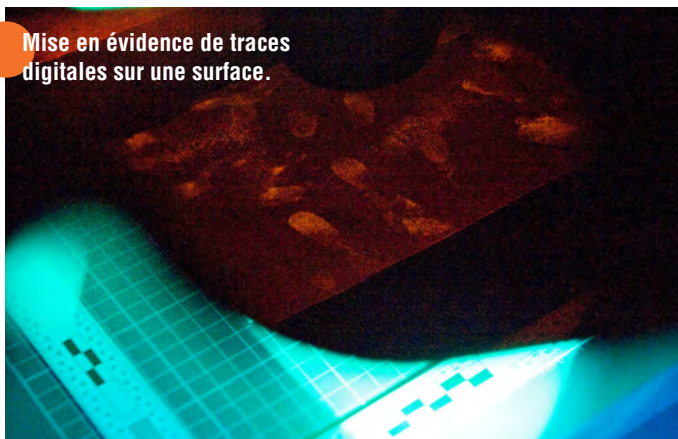
Portrait robot génétique

L'objectif recherché est de fournir aux enquêteurs des orientations morphologiques et biographiques fiables à partir d'un échantillon d'ADN. Le développement est dépendant des progrès en recherche fondamentale dans le domaine génétique visant à établir des corrélations robustes entre caractères morphologiques apparents et profil ADN. Des premiers tests sur certains critères phénotypiques ont été menés avec succès et une amélioration du concept est en cours, en vue d'une expérimentation en conditions réelles en 2019.



Analyse d'échantillons ADN par un technicien de l'IRCGN.

Mise en évidence de traces digitales sur une surface.



SHUTTLE: Analyse de traces de transferts entre un auteur et une victime ou un lieu (principe de Locard)

Sur une scène d'infraction, de très nombreuses traces sont relevées et scellées. Cette multiplicité génère une vraie complexité quant à leur exploitation dans un temps et pour un coût limité. L'IRCGN participe en collaboration avec l'ENSI

de Caen au projet européen SHUTTLE qui vise au développement d'une plate-forme de tri automatisée des traces. Le principe est de disposer d'une station de pré-analyse des traces capable d'identifier le type de trace et de quantifier son potentiel pour l'enquête. À partir de ces données, l'opérateur pourra ainsi décider de manière objective du circuit à faire suivre à la trace. Cela permettra une standardisation du traitement des traces, de la décision d'analyse, et d'optimiser les délais et les coûts.

Biométrie en mobilité

Pour faciliter les relevés de traces digitales, le développement d'outils de biométrie en mobilité est en cours. Un logiciel de prise de photo biométrique a été développé pour NEOGend et sera mis en service courant 2018 pour un retour sur expérience début 2019. L'évolution de l'ensemble des systèmes centraux pour y intégrer la biométrie sera la prochaine étape majeure.



Contrôle de pièce d'identité.

Âge ADN

Les molécules d'ADN, porteuses du code génétique d'un individu, sont jusqu'à présent exploitées pour la donnée génétique elle-même. Elles sont cependant porteuses de plusieurs niveaux d'information, dont les possibilités d'exploitation en criminalistique n'ont pas encore été évaluées. Notamment, les molécules d'ADN dans les cellules sont liées à de nombreuses protéines qui leur apportent une stabilité physico-chimique et assurent la régulation de l'expression des protéines. Des études génétiques récentes ont montré le rôle de ces protéines dans le vieillissement des molécules d'ADN, et ont introduit le concept d'âge ADN.

La gendarmerie évalue les potentialités de l'âge ADN en termes d'identification humaine. L'enjeu est de savoir si, à partir d'une molécule d'ADN, l'on peut déterminer l'âge de l'individu à qui il appartient. Cela passe par deux études complémentaires : l'évaluation de la corrélation qui existe entre les modifications des protéines liées à l'ADN et l'âge de l'ADN afin de vérifier que cette corrélation permet bien de chiffrer l'âge de la molécule d'ADN et l'évaluation de la corrélation entre l'âge ADN et l'âge physique de l'individu indépendamment de ses conditions de vie (tabagisme, déséquilibre alimentaire...).

Un prototype de logiciel a été développé et est en cours de test jusqu'en 2019.

Inférence d'identité

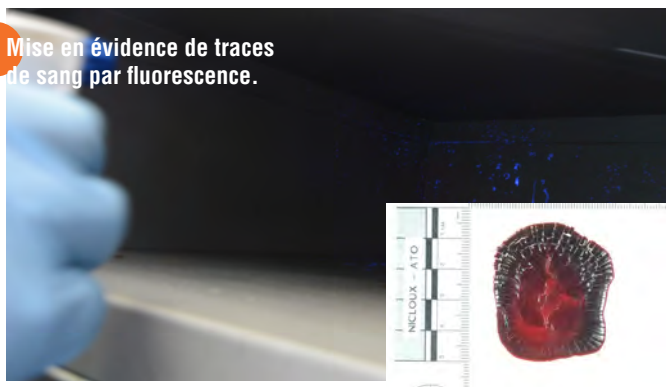
L'inférence est un procédé statistique complétant un ensemble d'informations incomplet à partir des informations présentes. Ce concept peut être appliqué à l'identification et la criminalistique. En effet, à partir d'informations non discriminantes en nombre suffisant, il est possible de déduire une identité. Beaucoup de données présentes sur internet contiennent une part d'informations permettant de déduire une partie de l'identité d'une personne sans donner son identité complète. Par exemple, un selfie peut permettre de voir la couleur des yeux et des cheveux, une vidéo peut permettre de voir dans quelle région la personne vit. En recoupant toutes ces informations et en appliquant des filtres statistiques il est possible de remonter à l'identité officielle de la personne.

La gendarmerie travaille sur les applications criminalistiques de ce concept, actuellement en étude de faisabilité. Les axes de recherche concernent la puissance de calcul nécessaire à de telles inférences ainsi que la robustesse des algorithmes devraient aboutir à une preuve de concept en 2020.

D-blood : datation des traces de sang

La gendarmerie travaille sur ce sujet depuis 2015 avec le CNRS de Marseille. Son objectif est de déterminer précisément l'influence des facteurs environnementaux (hygrométrie, température, type de support), afin de disposer de modèles fiables de séchage des traces de sang permettant, à partir de l'étude physico-chimique de ces traces de les dater. Un logiciel prototype a été développé pour calculer l'antériorité du saignement. Un post-doctorant en mécanique des fluides a mené une étude préliminaire pour déterminer les paramètres de séchage.

Mise en évidence de traces de sang par fluorescence.



À partir de l'étude de la cinétique de séchage de flaque de sang, un premier paramétrage du logiciel de détermination de l'antériorité du saignement a été réalisé. Un retour sur les expérimentations est attendu en 2018.

Comparaison automatique de traces d'outils

Le domaine des traces d'outils s'applique à toutes traces laissées par un outil (clef à molette, couteau, pince coupante, tournevis...) sur un support plus mou (métal, plastique, caoutchouc...) avec lequel il a été en contact. Les traces résultent de l'action mécanique d'instruments coupants (cisailles, tenailles...), éraflant (scies...) ou disjoignant (pied de biche, casse-barillets...) sur des supports déformables (chaînes, barillets, tubes de gaz, pneumatiques, portes, durite...). Actuellement l'ensemble des comparaisons de traces d'outils se fait de façon manuelle. Ceci engendre une perte de temps du technicien car aucune aide informatique n'existe.

L'objectif est de développer un système permettant de réaliser des comparaisons de traces d'outils de manière automatique afin de détecter un phénomène sériel, voire de remonter à l'outil et son possesseur. Le principe est de calquer ce qui existe dans le cadre des rapprochements balistiques et de l'appliquer au domaine des traces d'outils. Le système se divise en trois parties à savoir un système d'acquisition d'images avec un éclairage optimisé, un logiciel spécifique permettant le pilotage des matériels, la prise d'images, le marquage des images, et le stockage dans une base de données et l'algorithme de corrélation d'images. L'objectif est de disposer d'un premier prototype fin 2018.

L'analyse des corps gras comme source d'incendie criminelle

L'IRCGN est classiquement en charge de rechercher et d'identifier des produits dits accélérateurs tirés d'échantillons liquides ou de résidus d'incendie. Il s'agit en grande majorité de liquides inflammables et leur mise en évidence peut traduire une intention criminelle. La vente dans les commerces d'un nombre croissant de produits biodégradables issus de l'agro-industrie voire de la pétrochimie amène une nouvelle complexité. En effet, ce type de produit peut être sujet à l'auto-échauffement et créer des départs de feu. De plus, pour limiter les coûts de production, les fabricants utilisent des compositions chimiques similaires ce qui complique les possibilités d'identification.

Aussi, la gendarmerie développe-t-elle une nouvelle méthode d'analyse qui repose sur la technique séparative de chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse pour répondre aux questions suivantes : l'incendie est-il criminel ? Une origine accidentelle est-elle possible ? Le produit retrouvé chez ou sur un suspect peut-il être rapproché de celui mis en évidence dans des prélèvements d'incendie ? Les premiers résultats seront disponibles à l'horizon 2020.



Présentation de différents corps gras souvent retrouvés sur les lieux d'incendies.

1 LECTURES COMPLÉMENTAIRES



2 PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET CONFÉRENCES MAJEURES SUR LES PROJETS

A. Bauer, *Dernières nouvelles du crime*, CNRS, (2013)

A. Bauer, *Criminologie plurielle : une introduction générale de la criminologie*, Presse universitaire de France, (2011)

M. Bidoit, Rolf Hennicker, *Constructor-based observational logic*, *The Journal of Logic and Algebraic Programming*, Volume 67, Issues 1–2, Pages 3-51, April–May (2006)

G. Biolluz, P. Encrenaz, M. A. Janssen, R. D. West, D. O. Mulleman, *Cassini radar : prospects for Titan surface investigations using the microwave radiometer*, (2003)

F. Bertoncini, D. Thiébaud, M. Gagean, B. Carrazé, P. Valette, X. Duteurtre, *Easy Hyphenation of Supercritical-fluid Chromatography to Atomic Emission Detection for Analysis of Lubricant Additives*. *Chromatographia* (2001)

N. Bousquières, F. Partouche, T. Fritz, *Influence des traitements de révélation de traces digitales sur les résultats d'analyse des encres jet d'encre sur support papier par spectrométrie RAMAN*, *Spectra Analyse*, n°300, pages 36 à 41 (2014)

R. Callé, G. Rochefort, N. Desbuards, C. Plag, D. Antier, F. Ossant, *Evaluation of the Sensitivity of an in vitro High Frequency Ultrasound Device to Monitor the Coagulation Process: Study of the Effects of Heparin Treatment in a Murine Model*, *Ultrasound in medicine & biology* (2010)

R. Callé, C. Plag, F. Patat, F. Ossant, *Interest of the attenuation coefficient in multiparametric high frequency ultrasound investigation of whole blood coagulation process*. *The Journal of the Acoustical Society of America* (2009)

G. Cognon, T. Dodier, M. Petit, O. Roussel, *Les indices qui signent, La police scientifique – Textes et Documents pour la Classe – ed. SCEREN, CNDP-CRDP, n°1070, 1 p. 18-21. (2014)*

G. Cognon, A. Junker, T. Ducellier, C. Remillon, C. Briffa, N. Haraczaj, *Investigations et analyses chimiques sur les incendies - un sujet d'actualité qui s'enflamme*, *L'Actualité chimique*, N°378-379 (2013)

V. Cuzuel, G. Cognon, I. Rivals, C. Sauleau, F. Heulard, D. Thiébaud, J. Vial, *Origin, analytical characterization and use of human odor in forensics*, *J. Forensic Sci* (2017)

V. Cuzuel, E. Portas, G. Cognon, I. Rivals, F. Heulard, D. Thiébaud, J. Vial, *Sampling method development and optimization in view of human hand odor analysis by thermal desorption coupled with gas chromatography and mass spectrometry*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* (2017)

V. Cuzuel, A. Sizun, G. Cognon, I. Rivals, F. Heulard, D. Thiébaud, J. Vial, *Human odor and forensics. Optimization of a comprehensive two-dimensional gas chromatography method based on orthogonality: How not to choose between criteria*. *Journal of Chromatography* (2017)

B. Frere, F. Suchaud, G. Brun, N. Haraczaj, *Analyses de métaux - Comparaison d'alliages balistiques*, *L'Actualité chimique*, N°378-379 (2013)

B. Frere, G. Bernier, T. Ducellier, O. Rigal, *Cette arme a-t-elle tiré ?*, *L'Actualité chimique*, N° 342-343 (2010)

F. Germinet, P. Müller, C. Rojas-Molina, *Ergodicity and Dynamical localization for Delone-Anderson operators*, *Rev. Math. Phys.* 27,15500201-1-36 (2015)

F. Germinet, F. Klopp, *Spectral statistics for random Schrödinger operators in the localized regime*, *J. Europ. Math.soc* 14, 1967-2031 (2014)

- F. Germinet**, P.D. *Hislop editors Adventures in Mathematical Physics, Contemporary Mathematics*, volume 447 (2007)
- N. Haraczaj, C. Remillon, A. Ducrozet, C. Sauleau, F. Crispino, B. Frere, C. Cognon, A. Hoffmann, P. Arpinod**, *Forensic application of Carburane – a quality control software for the characterisation and differentiation of gasoline petroleum fractions used as fire accelerants. An intelligence approach*. Australian Journal of Forensic Sciences (2014)
- N. Haraczaj, F. Forain**, *Les produits de marquage codés*, Revue Francophone des laboratoires, N°489 (2017)
- T. Heckmann, T. Souvignet, D. Naccache**, *Electrically conductive adhesives, thermally conductive adhesives and UV adhesives in data extraction forensics*, Digital Investigation (2017)
- T. Heckmann, T. Souvignet, S. Lepeer, D. Naccache**, *Low-temperature low-cost 58 bismuth – 42 tin alloy forensic chip re-balling and re-soldering*, Digital Investigation (2016)
- C. Nicloux, J. Bressler**, *Effect of Four Latent Blood Visualization Products on DNA*, IABPA Newsletter September (2014)
- P. Perrot, G. Galou, H. Daudigny**, *GPR : Applications in criminal investigation*, Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA) - Proc. IEEE (2014)
- C. M. Persson, R. Maoli, P. Encrenaz, Å. Hjalmarsen, M. Olberg, G. Rydbeck, M. Signore, U. Frisk, Aa. Sandqvist, J. Y. Daniel**, *The first spectral line surveys searching for signals from the dark ages*, Astronomy & Astrophysics, vol 515, p.72 (2010)
- E. Pham Hoai**, *ADN, une perpétuelle avancée*, Revue Francophone des laboratoires, N°489 (2017)
- C. Plag, Y. Mofid, T. Matéo, R. Callé, F. Ossant**, *High frequency ultrasound imaging of whole blood gelation and retraction during in vitro coagulation*. The Journal of the Acoustical Society of America. (2012)
- C. Plag, R. Callé, A. Gouge, F. Patat, F. Ossant**, *Méthode d'analyse ultrasonore des transformations mécaniques du sang coagulant : Effets des antiagrégants plaquettaires et des anticoagulants*, SFA. 10^e Congrès français d'Acoustique (2010)
- L. Prat**, *MapExif : an image scanning and mapping tool for investigators*, International Journal of Digital Crime and Forensics (2015)
- T. Souvignet, M. Regnery**, *Fraude aux mouchards bancaires (skimming) et analyse forensique*, MISC N° 77 (2015)
- T. Souvignet, T. Prufer (BKA), J. Frinken (BKA), R. Kricsanowits (BKA)**, *Case study : from embedded system analysis to embedded system based investigators tools*, Elsevier Editorial System for digital Investigation (2014)
- N. Valescant, D. Camara, P. Perrot**, *Crime forecasting: proactive action based on mathematics*, URSI Radio Science for Humanity, to appear (2017)
- N. Valescant, D. Camara, P. Perrot**, *Forecasting criminality patterns for decision-making*, URSI Radio Science for Humanity (2017)

3 LEXIQUE

- ADN** : Acide Désoxyribonucléique : structure moléculaire du code génétique
- Mobilités** : Mouvements et flux de personnes
- Avoirs** : Biens matériels et financiers possédés
- SI** : Système d'Information : ensemble des structures support du réseau informatique
- Application métier** : Logiciel conçu spécifiquement pour la réalisation d'une ou plusieurs tâches propres au métier de gendarme
- BTA** : Brigade territoriale autonome
- Smart city** : concept de ville connectée intégrant une gestion numérique de ses systèmes vitaux (réseaux électriques, distribution d'eau, enlèvement des ordures...)
- LFI** : Loi de finances initiale, prévoyant les ressources et charges de l'État pour l'année civile en cours
- PIA** : Programme d'Investissement d'Avenir
- Horizon 2020** : Programme Européen pour la recherche et le développement pour 2014-2020
- Hercule III** : Programme Européen de lutte contre la fraude et la délinquance financière pour 2014-2020
- Caméra IR** : Caméra à capteur thermique, capable de mesure le rayonnement infra rouge
- Centrale inertielle** : Instrument de navigation capable d'intégrer ses mouvements pour calculer son orientation sa vitesse et sa position relative.
- Veille scientifique** : Surveillance de l'actualité de la recherche fondamentale internationale (publications d'articles, résumés de conférences...)
- Veille technologique** : Surveillance de l'actualité industrielle (conception produits ou logiciels)
- Cas d'usage** : Contexte terrain ou le produit pourrait être utilisé
- Doctrine d'emploi** : Contexte et procédures d'utilisation d'un outil
- OS** : *Operating system*, système d'exploitation d'un appareil informatique (ordinateur, smartphone...)
- Intelligence Artificielle** : Capacité logicielle de prise de décision sans intervention humaine
- Enveloppe Soleau** : Preuve d'antériorité officielle permettant de faire valoir des droits à la propriété intellectuelle.
- Cloud** : « Nuage », solution de stockage d'information en ligne, partagée et synchronisée entre plusieurs appareil
- Dématérialisation** : Passage au format numérique d'informations préalablement disponible sous format papier, vidéo, ...
- Sourçage** : Appel à compétence industrielles pour des projets de développement ou de banc d'essais
- TAJ** : Fichier de traitement des antécédents judiciaires
- FPR** : Fichier des personnes recherchées
- NEOGend** : Solution tablette et smartphone rassemblant des applications métiers fonctionnant en mobilité
- N-TECH** : Expert en criminalistique dédié à la recherche d'indices numériques
- DGGN** : Direction Générale de la Gendarmerie Nationale
- DGPN** : Direction Générale de la Police Nationale
- C3N** : Centre de lutte contre les criminalités numériques de la Gendarmerie nationale
- ANR** : Agence Nationale pour la Recherche
- Darknet** : Sous-structure de l'internet 2.0 non référencée sur les moteurs de recherche et accessible uniquement *via* des navigateurs dédiés
- FLARM** : Dispositif d'alerte anti-collisions utilisé dans l'aviation
- Norme ASTERIX** : Standard de transfert d'informations dans le domaine de l'aviation
- INSEE** : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
- CyberGEND** : Réseau des enquêteurs N-TECH de la Gendarmerie Nationale



Plan stratégique
Recherche & Innovation

AGENDA 2022