

ign

MAGAZINE

N° 106

Printemps 2022

**22_ Outils
ET DONNÉES**

La cartographie au service
de la Défense

27_ ÉCLAIRAGE

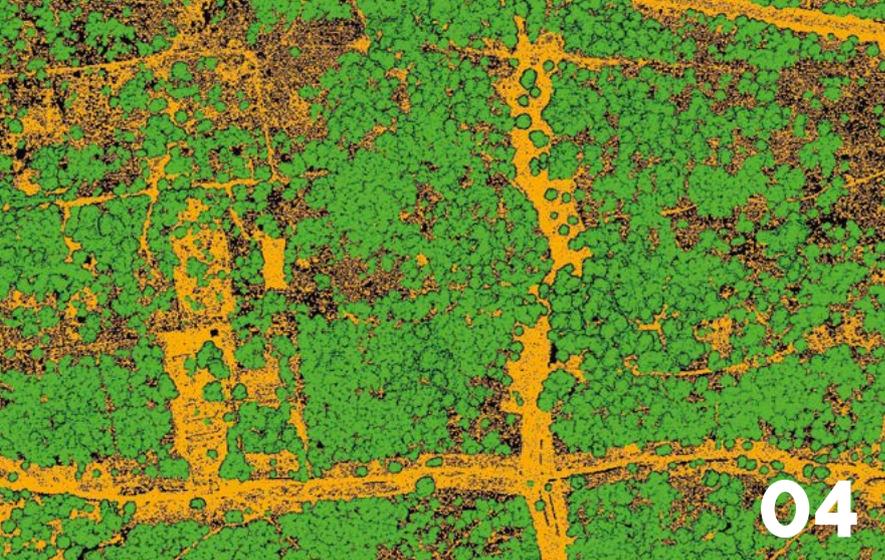
Le renseignement
géospatial

30_ PORTRAIT

DOA,
sniper littéraire



La géographie militaire



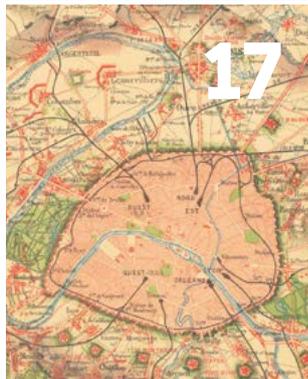
04

04_ L'essentiel

- _ Lancement de l'Observatoire de la forêt
- _ Les Others : coup de pouce
- _ IA : la feuille de route de l'IGN
- _ Odonymes : où sont les femmes?
- _ La bioéconomie forestière



07



17

08_ Le dossier

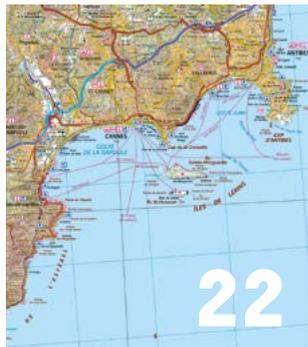
- _ La géographie militaire

16_ Décryptage

- _ Scorpion : un système d'information et de commandement des véhicules interconnectés

17_ Zoom sur

- _ Le Service historique de la Défense
- _ Le Service d'infrastructure de la Défense



22

22_ Outils & Données

- _ La cartographie au service de la défense du territoire national

24_ Recherche & Enseignement

- _ La section spécialisée Défense, un incubateur de synergies
- _ Une carte d'avance pour l'armée de Terre



27

27_ Éclairage

- _ Le renseignement géospatial : une géographie de combat

30_ Portrait

- _ DOA

ign
MAGAZINE

Trimestriel de l'Institut national de l'information géographique et forestière - 73, Avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé.
Tél. : 01 43 98 80 00. ISSN : 1624-9305 **Directeur de la publication** Sébastien Soriano **Directrice de la rédaction** Dominique Jeandot
Rédacteur en chef Eric Bonneau **Comité de rédaction** Lieutenant-Colonel David, Felipe chef du département défense et sécurité IGN, Colonel Arnaud, Ingénieur en chef Quentin, Benoite directrice du programme GÉODE 4D, Odile Responsable métier environnement DGA, Chef d'escadron Isabelle. **Ont participé à la rédaction** A. Brillu, O.Constant, D.Fidel, E. Leburgue, G.Tixier **Illustration** Matthieu Appriou
Conception éditoriale et graphique Citizen Press **Couverture** ECPAD
Crédits photos IGN, ECPAD Impression IGN Dépôt légal Printemps 2022

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Abonnez-vous gratuitement en contactant la rédaction : abonnement@ign.fr



SUIVEZ-NOUS SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX



facebook.com/ignfr/



twitter.com/IGNFrance



linkedin.com/company/ignfrance



instagram.com/ign_france/



Vice-amiral d'escadre Nicolas Vaujour

Sous-chef d'état-major « opérations » de l'état-major des armées, ministère des Armées

La géographie militaire au cœur des décisions

A lors que les armées ont entamé une réarticulation majeure de leur dispositif au Sahel, la viabilité du réseau routier, ferroviaire et portuaire africain est scrutée avec la plus grande attention. Dans la crise ukrainienne, les experts militaires ont cartographié les obstacles géographiques à l'avancée russe et spéculé sur les dates de la *raspoutitsa*, censée enliser l'armée russe. Quelques années auparavant, en avril 2018, la France lançait une série de 12 missiles de croisière qui atteignaient les objectifs assignés en Syrie, avec la précision requise grâce aux données géographiques embarquées...

L'actualité brûlante des opérations confirme donc la place cruciale de la géographie militaire dans la sphère opérationnelle. Elle vise à fournir des données, des produits et des informations nécessaires aux forces armées, pour la compréhension de l'environnement géographique, la préparation et la conduite des opérations. La géographie militaire est un des quatre domaines de l'aptitude interarmées géographie, hydrographie, océanographie, météorologie (GHOM). Tous les milieux et champs en sont tributaires : les opérations amphibies nécessitent une parfaite connaissance du littoral et de la météorologie du moment;

les opérations aéroportées sont menées après une analyse complète des conditions géographiques sur la zone d'application; la praticabilité d'axes routiers s'avère indispensable pour la manœuvre aéroterrestre.

« L'actualité brûlante confirme la place cruciale de la géographie militaire dans la sphère opérationnelle. »

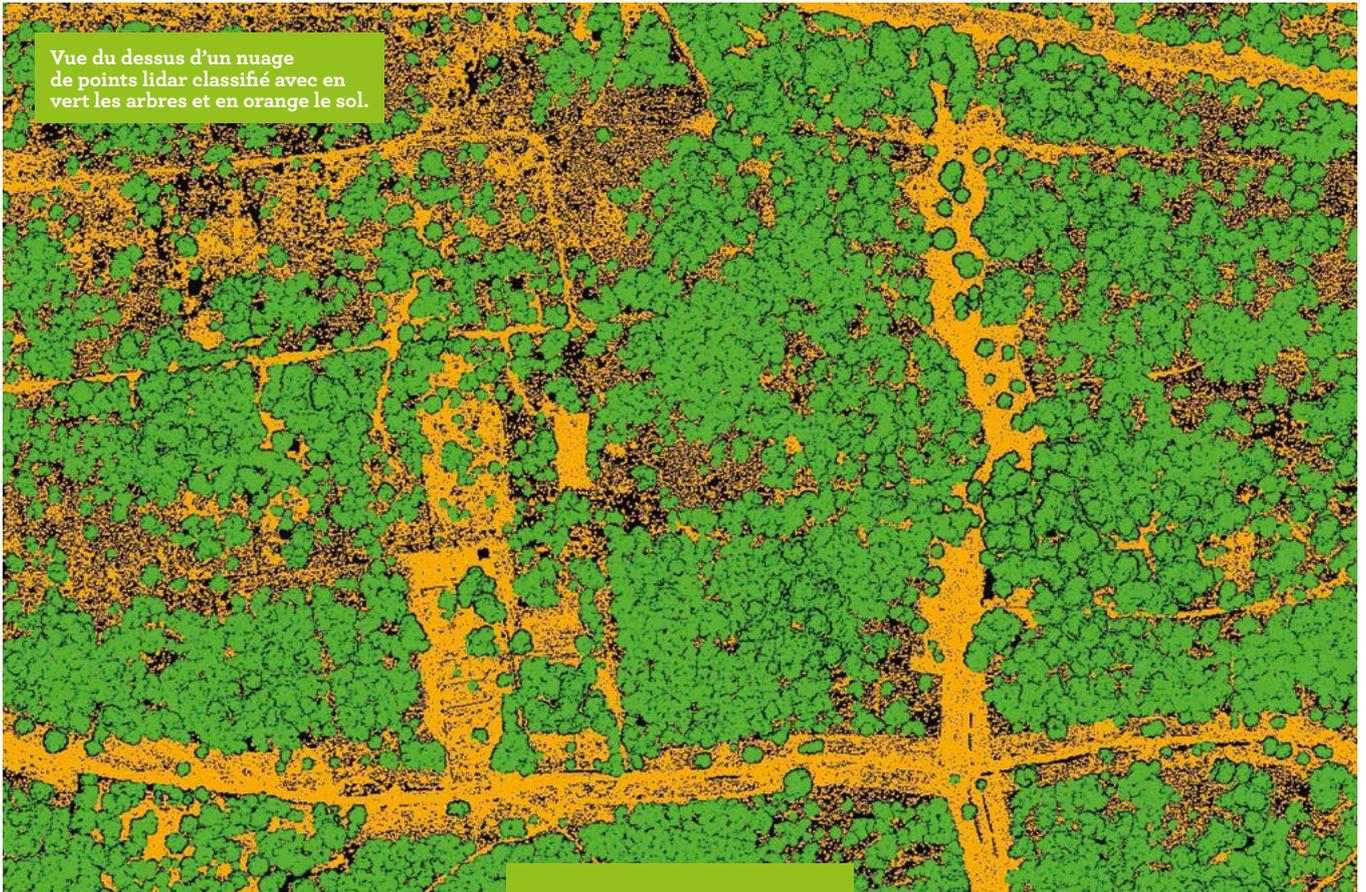
La géographie militaire est une science complète et complexe. Elle repose sur un socle de compétences humaines et des capacités techniques qui ont beaucoup évolué. Si les traditionnelles cartes conservent toute leur pertinence, en format papier comme numérique, les levés topographiques sont nécessaires pour le recalage de positions ou de centrales inertielles et la préparation de missions. 80 à 90 % des systèmes d'armes utilisent de l'information géographique, qui contribue directement à la précision et à la sûreté de leur emploi. Cette information prend la forme de modèles numé-

riques de terrain, de modèles 3D d'infrastructures – comme cibles potentielles – ou de détermination d'obstacles à la navigation aérienne. Dans la course à l'automatisation où l'intelligence artificielle constitue un puissant levier d'innovation, des chantiers majeurs sont engagés comme la détection automatique d'objets géolocalisés. L'enjeu est de gagner du temps de saisie, donc de réalisation des bases de données. Le système d'information GEODE 4D facilitera et accélérera la diffusion des données et des produits géographiques.

La France compte parmi les rares pays à disposer d'une chaîne complète, de l'acquisition d'informations depuis l'espace ou sur le terrain à la production des données. Au-delà du ministère, cette chaîne géographique repose sur un ensemble d'acteurs institutionnels et industriels qui complètent et enrichissent les capacités de production interne des armées : l'Institut national de l'information géographique et forestière est sollicité à cet effet pour piloter et qualifier des productions externalisées indispensables à la constitution d'un patrimoine géographique actualisé. Ce partenaire historique a toute la confiance des armées pour relever les enjeux fondamentaux de production de données à l'échelle mondiale et pour contribuer à renforcer l'interopérabilité entre alliés. ●



Vue du dessus d'un nuage de points lidar classifié avec en vert les arbres et en orange le sol.



© IGN

L'IGN, VIGIE DE LA FORÊT

Lancement de l'Observatoire de la forêt

Les Assises de la forêt et du bois se sont clôturées le 16 mars. L'objectif, fixé par le Premier ministre dès juillet 2021, était de faire converger les différentes stratégies et les intérêts de l'ensemble des acteurs autour d'une vision multifonctionnelle de la forêt. L'IGN a été un des acteurs de cette concertation et a pu contribuer aux échanges et propositions autour des enjeux de la connaissance de la forêt et du bois. L'inventaire forestier, conduit par l'institut, se voit consolidé et mobilisera dès cette année des innovations technologiques telles que la couverture Lidar HD ou l'intelligence artificielle. Un Observatoire national de la forêt et du bois est lancé, et l'IGN se voit confier sa gestion dès 2023 en

partenariat avec l'Office national des forêts, le Centre national de la propriété forestière, et en lien avec les acteurs la filière forêt-bois et l'Office français de la biodiversité. L'objectif de cet observatoire est de pouvoir disposer de toutes les données en toute transparence pour faciliter le dialogue et piloter les actions en lien avec les milieux forestiers. Ces Assises ont renforcé la volonté de sensibiliser et d'ouvrir davantage à l'ensemble de la société les enjeux de notre forêt, et l'IGN s'y engage en tant que vigie de la forêt. ●



Pour en savoir plus :

agriculture.gouv.fr/cloture-des-assises-de-la-foret-et-du-bois



© Les Others

PARTENARIAT

Les Others : coup de pouce

L'IGN soutient l'outil pédagogique Recto Verso du média indépendant Les Others pour faciliter vos randonnées en France. Recto Verso est une carte papier grand format avec au recto une carte de France qui recense plus de 600 espaces naturels et au verso une méthode en 7 étapes pour organiser son voyage et devenir autonome : profil, destination, itinéraire,

déplacement, logement, équipe et matériel. Au-delà, c'est aussi un écosystème de 100 fiches topo et une plateforme en ligne. Un pourcentage des ventes est reversé pour l'entretien des chemins de randonnée. Voyager sans laisser de trace est leur code de bonne conduite, nous adhérons! ●

 **Pour en savoir plus**
lesothers.com

LES CHIFFRES



7 000
heures de vol :

évaluation du nombre d'heures de vol avion du programme Lidar HD.



25 000
bornes de propriété

ont été signalées au 19 mars 2022 avec l'outil collaboratif Aléa dans le cadre d'un inventaire participatif avec Géofooncier, pour co-construire une référence terrain appuyée sur les bornes.



5
centimètres :

résolution des ortho-images du premier PCRS image réalisé par l'IGN sur le département du Morbihan.

La boutique IGNrandô 

Traversée du massif des Vosges

Toutes les compétences de la FFRandonnée, du Club Vosgien et de l'IGN dans une même carte pour vous offrir une grande aventure avec cette traversée des Vosges. Grâce à elle, vous planifiez vos étapes et évaluez le dénivelé. Avec elle, lancez-vous comme Franck Buchy pour une « Fugue au cœur des Vosges ».

Prix : 8,95 € TTC
Échelle 1 : 100 000 (1 cm = 1 km)



La Loire-Atlantique à vélo

Le vélo est le grand gagnant de l'épidémie de Covid. Le virus du vélo se répand en France. Pour répondre à cet engouement, l'IGN continue d'étendre sa série Découverte à vélo pour tous les adeptes du cyclotourisme et VTT, des novices aux experts, avec des centaines d'itinéraires cyclo, VTT et Véloroutes classés par difficulté, distance et durée, pour parcourir des milliers de kilomètres!

Prix : 8,95 € TTC
Échelle 1 : 120 000 (1 cm = 1.2 km)



Les Côtes-d'Armor à vélo

Voilà un titre qui pourrait décourager toute initiative vélocipédique car les côtes à vélo sont les juges de paix de la condition physique du cycliste. Mais pas d'inquiétude, cette carte est aussi une cote d'amour pour ce département breton. Elle est destinée autant aux sorties sportives qu'aux balades en famille et touristiques.

Prix : 8,95 € TTC
Échelle 1 : 105 000 (1 cm = 1.05 km)

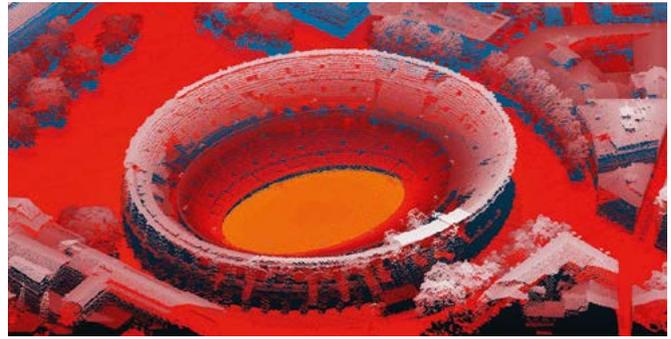


@_BATOU_ 9 février 2022

WOW. L'IGN a dévoilé les premiers résultats de son programme Lidar HD : d'ici qqes années, toute la France en 3D en haute définition, gratuitement, usage commercial autorisé.

Si vous voulez tester, j'ai fait un tuto et les outils sont gratuits:

👉 <https://www.3dvf.com/lidar-hd-porte-ses-fruits-decouvrez-la-france-en-3d-grace-a-lign/>



@J_DENORMANDIE 21 décembre 2021

VISITE DE LA FORÊT DE HAGUENAU, LA PLUS VASTE D'ALSACE. L'@IGNFrance et l'@ONF_Officiel travaillent ensemble pour doter la France d'une connaissance 3D de toutes nos forêts, grâce à la technologie Lidar, et ainsi mieux les connaître, mieux les gérer et mieux les protéger.

VOUS L'AVEZ DIT

Vous nous faites part de vos réflexions et questions sur les réseaux sociaux. Engageons la conversation !



@OUTILSTICE 7 janvier 2022

Découvrez les 50 meilleurs Outils Tice de l'année. Félicitations aux équipes de @IGNFrance! « Remonter le temps avec les cartes de l'IGN » fait partie de mon palmarès #2021 des meilleurs outils et services pour l'éducation. #BestOf #ebook

👉 <https://bit.ly/3JQPhmM>



@WORLDLINEFRANCE 1^{er} février 2022

#Worldline et ses partenaires construisent la Géoplateforme de l'@IGNFrance, l'infrastructure publique de géodonnées collaborative, mutualisée et open source.

Plus d'informations dans le #CommuniquéDePresse:

👉 okt.to/X4wi6T



@ARCHEOMATIQUE 8 janvier 2022



Reçu aujourd'hui le pic d'Ossau en #chocolat façonné à partir de des données @IGNFrance Un double plaisir cartographique et sensoriel! Merci à Mr Laurent (<https://lesbiscuitsdemr Laurent.com>)



@ANCTERRITOIRES 15 mars 2022

La Base Adresse Nationale est désormais transférée à @IGNFrance, tjr en collab avec l'ANCT et la @_DINUM. La qualité de l'adressage ds les #CollTerr conditionne le fonctionnement de nbreux services : services d'urgence, distrib courrier, déploiement de la fibre...





Carte de chaleur, résultat de traitements par deep learning, en vue de la constitution de l'Occupation du sol à Grande échelle.

© IGN

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

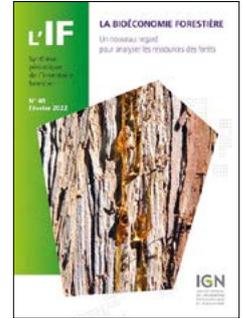
La feuille de route de l'IGN

L'IGN change d'échelle et s'engage avec force dans l'intelligence artificielle (IA) avec une feuille de route 2022-2024. Accélérer le traitement des données et enrichir les sources, un virage technologique qui passe par l'IA. Celle-ci offre des perspectives nouvelles comme observer en continu le territoire national et rendre compte des changements rapides, ceux de l'artificialisation des sols, des cultures agricoles, ou prévenir les risques. L'IGN ambitionne de « démocratiser l'IA » par la constitution de « communs pour l'IA » avec un large écosystème d'acteurs – communautés scientifiques et techniques, collectivités territoriales – et, pour répondre au défi de cartographier l'anthropocène, il noue des alliances avec des acteurs industriels et des start-up afin de proposer une offre étendue aux politiques publiques. Pour cela, l'institut va constituer un vivier d'une quarantaine d'ingénieurs en IA d'ici à deux ans, et renforcer la place de l'IA dans les cursus de formation initiale et continue de l'ENSG. ●

 **Pour en savoir plus**
ign.fr/institut/feuille-de-route-ia-2022-2024

PUBLICATION La bioéconomie forestière

L'inventaire forestier vient de publier son n° 48 de *L'IF* sur la bioéconomie forestière. La bioéconomie a récemment fait l'objet de l'élaboration d'une stratégie de développement par la Commission européenne.



L'IGN se positionne comme un acteur clé de la connaissance des ressources bioéconomiques, en améliorant la connaissance des ressources « non-bois » présentes dans les arbres forestiers, en développant les outils d'analyse territoriale de ces ressources et en favorisant une vision plus intégrative de la filière forêt-bois. À l'exemple des travaux récemment menés dans le cadre des projets ExtraForEst et GemmEst, qui contribuent à la meilleure connaissance des ressources forestières, pas seulement le bois, mais aussi les autres composés produits dans les écosystèmes forestiers (écorces, nœuds, extractibles, gemme). Ces travaux donnent aux décideurs nationaux et régionaux une vision systémique du fonctionnement des filières bioéconomiques forêt-bois pour optimiser la gestion des ressources forestières. La lecture de ce nouveau numéro est accessible à tous, du professionnel au simple curieux. Retrouvez-le gratuitement en ligne. ●

 **Pour aller plus loin**
inventaire-forestier.ign.fr

EXPÉRIMENTATION

Où sont les femmes?

À l'occasion de la Journée internationale des droits des femmes, trois agents de l'IGN se sont lancés dans la cartographie des odyonymes féminins (boulevard, rue, place, etc.). Cette cartographie, à découvrir sur le Géoportail, illustre la faible représentation des femmes dans le choix des noms de voies. Seuls 18 % des odyonymes de personnalités portent des noms de personnalités féminines, plus souvent dédiés aux allées et promenades. Cette expérimentation démontre le potentiel de la cartographie comme outil de médiation pour éveiller les consciences. Une visite du « matrimoine » de la commune de votre choix s'impose! ●



© IGN

 **Pour aller plus loin**
geoportail.gouv.fr/donnees/ou-sont-les-femmes



La géographie militaire

Placé sous la double tutelle des ministères chargés de l'écologie et de l'agriculture, l'IGN est aussi l'opérateur de référence en matière d'information géographique auprès du ministère des Armées.



« **O**util stratégique de planification et d'aide à la décision, la géographie militaire se distingue par sa finalité : la conduite des opérations. Nous utilisons l'information géographique pour nous positionner précisément, manœuvrer et naviguer

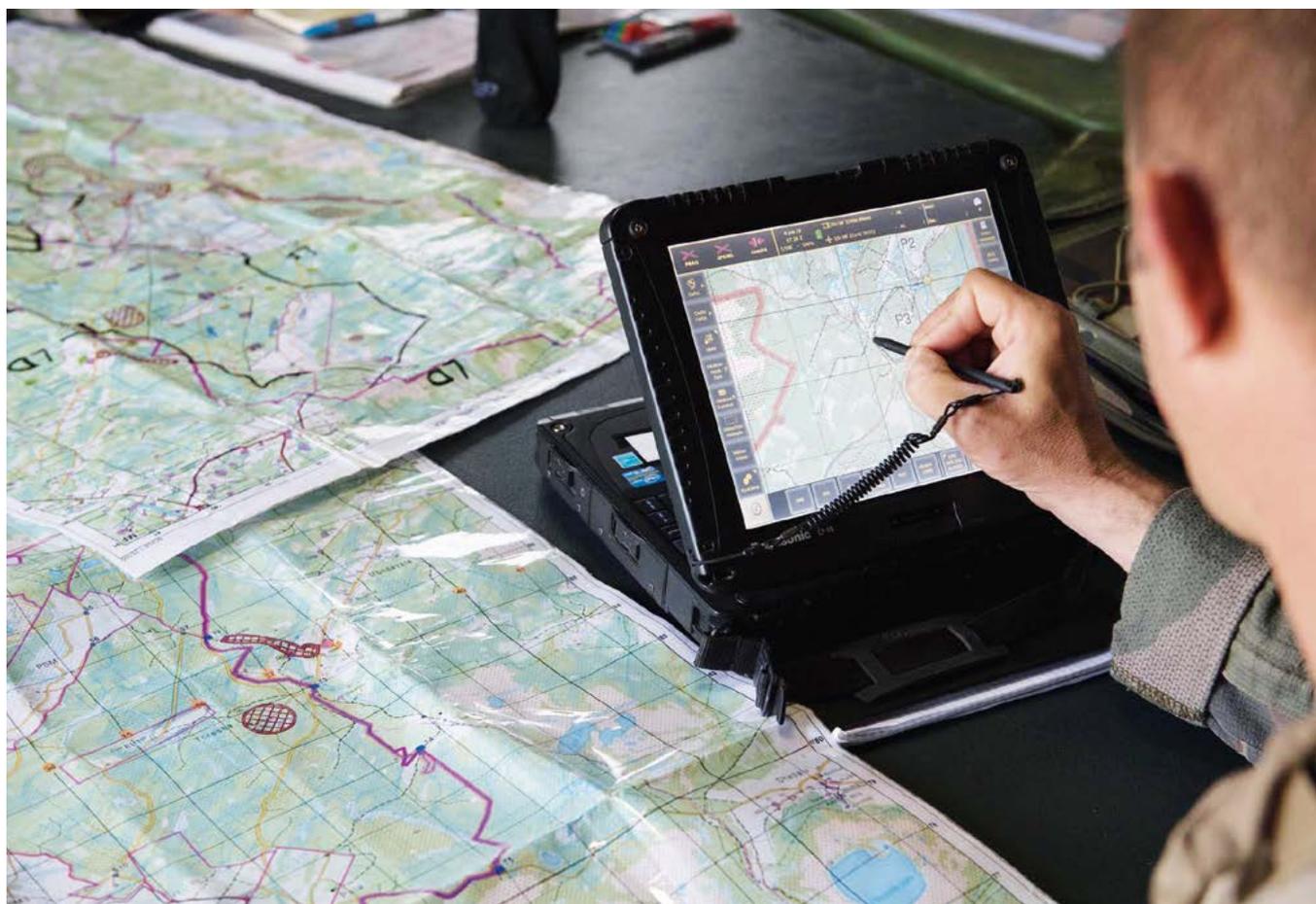
aisément, utiliser nos moyens efficacement : outre nos systèmes d'information opérationnels et de commandement, près de 90 % de nos systèmes d'armes utilisent de l'information géographique », explique le colonel Arnaud, chef du bureau géographie, hydrographie, océanographie et météorologie (BGHOM) du commandement pour les opérations interarmées (CPOIA). La France compte parmi les rares pays à disposer d'une chaîne complète allant de l'acquisition d'informations sur le terrain ou depuis l'espace jusqu'à la production des données ou de cartes géographiques. Les armées françaises, qui disposent pourtant de leur propre établissement géographique (EGI) ainsi que d'un régiment d'« arpenteurs » comprenant des topographes et des cartographes (le 28^e groupe géographique), ont fait le choix de s'appuyer sur des partenaires de confiance : des établissements publics comme l'IGN, le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom) ou encore Météo-France et une base industrielle et technologique de défense (BITD).

« 90 % de nos systèmes d'armes utilisent de l'information géographique »

Colonel Arnaud, chef du BGHOM

Une relation de confiance

Historiques - l'IGN est issu du Service géographique de l'armée dissous en 1940, voir *IGN Magazine* n° 99 -, les relations entre l'IGN et le ministère des Armées sont désormais régies par un protocole signé en juin 2000 et un accord-cadre conclu en mai 2010. En 2015, les statuts de l'IGN ont été modifiés pour préciser que « dans l'intérêt de la Défense ou de la sécurité nationale et sur demande du ministre de la Défense, l'institut contribue à la préparation, au développement et à la mise en œuvre de l'infrastructure de données géographiques nécessaires pour l'exécution



© Elise FOUCAUD/ECPAD/Défense



Un pilote du 16^e bataillon de chasseurs (16^e BCh) conduit un véhicule blindé de combat d'infanterie (VBCI) lors d'un exercice au camp de Pabradė, en Lituanie.

© Elise Foucaud/ECPAD/Défense

des missions des armées et des programmes du ministère de la Défense ». De fait, la Défense est aujourd'hui le premier client de l'IGN et sa première source de financement, hors subvention pour charges de service public. « *La relation de confiance entre le ministère des Armées et l'IGN ne cesse de se consolider. Nous l'assistons en matière de production, d'expertise et de formation* », souligne David, le chef adjoint du service des partenariats et des relations institutionnelles de l'IGN. Ainsi, par exemple, fort de son expérience en cartographie mobile avec les véhicules Stéréopolis, l'IGN a récemment accompagné la Direction générale de l'armement (DGA) pour élaborer le cahier des charges des véhicules du système léger de topographie (SLT) destinés au 28^e groupe géographique. Et on retrouve bien sûr l'institut dans toutes les composantes du programme GEODE 4D, qui vise à donner aux forces armées une vision globale de l'ensemble des caractéristiques d'un environnement, en articulant données géographiques, hydrographiques, océanographiques et météorologiques.

GEODE 4D

Ce programme d'armement d'une durée de quinze ans repose sur trois productions principales : Geosocle, des orthomosaïques issues d'images satellitaires ; Geomaps, une base de données vectorielles et des produits cartographiques ; et TREx, un programme multinational de modèle numérique de surface. À côté de ces productions pilotées par l'IGN et assurées par une base industrielle et technologique de défense (BITD), dont Airbus, Thales et diverses PME, GEODE 4D inclut la réalisation d'un système d'information qui offre, sur différents niveaux de confidentialité, un accès sécurisé à ces données. « *Ce système doit fournir aux forces armées une vision interopérable, cohérente et partagée de l'environnement géophysique, ainsi qu'alimenter des systèmes d'armes, du niveau stratégique au niveau tactique. L'IGN a une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage et nous apporte son expertise tant sur les aspects géographiques que sur les aspects de normalisation indis-*

« GEODE 4D est un programme complexe assez unique au monde »

pensables pour faciliter le traitement, la diffusion et le partage des productions, y compris avec les forces armées alliées », explique Benoîte, la directrice du programme GEODE 4D à l'Agence du numérique de défense (AND), créée en mai 2021 pour piloter, au sein de la DGA, les systèmes numériques complexes ou à fort enjeu.

Changer d'échelle

« *GEODE 4D est un programme complexe assez unique au monde. Il nous offre une connaissance des milieux où nous intervenons dans l'ensemble de leurs dimensions, avec la possibilité de transmettre ces informations et la capacité à changer d'échelle en apportant à la fois la vision très détaillée indispensable au terrain, et la vue plus large indispensable au niveau décisionnaire* », souligne le colonel Arnaud. Entre le changement d'échelle, l'observation du territoire en continu, l'intermédiation des données géographiques avec d'autres données, l'interopérabilité et la normalisation : les activités de l'IGN au sein de GEODE 4D sont au cœur de son métier et de ses ambitions. Comme le note le chef adjoint du service des partenariats et des relations institutionnelles de l'IGN : « *Une traduction civile de GEODE 4D, c'est la Géoplateforme : une infrastructure collaborative et mutualisée de production et de diffusion de géodonnées destinée à un écosystème d'utilisateurs.* » ●

Normalisation : la clé de l'interopérabilité

Les données géographiques doivent pouvoir être partagées, à la fois en interne, entre les forces armées et entre les ministères, et à l'international, avec les membres de l'OTAN, de l'Union européenne ou de pays avec lesquels la France a des accords bilatéraux. Pour cela, elles doivent être compatibles avec de multiples systèmes et dispositifs : du simple téléphone au poste de pilotage d'un avion de chasse ou d'un sous-marin...

Format, représentation, diffusion

Pour garantir cette interopérabilité, il est primordial de s'entendre sur des formats de données, des règles de représentation et des services de diffusion ou encore des métadonnées. Cela passe par la normalisation de ces informations. Il ne s'agit pas seulement de s'accorder sur la manière de représenter les points. « *Pour se retrouver sur un point précis du globe, partager des coordonnées X,Y ne suffit pas. Il faut aussi y associer des métadonnées indiquant par exemple quel système de coordonnées on utilise, mais aussi, si l'on souhaite être précis, une information temporelle, car les plaques tectoniques auxquelles sont rattachés certains systèmes de coordonnées, se déplacent...* » détaille Dimitri, qui dirige le département normalisation et référentiels de l'IGN. Son travail consiste à s'assurer que tous puissent accéder et comprendre la géodonnée d'une manière commune et partagée.

ISO et OTAN

Réfèrent national en matière de normalisation, l'IGN représente la France dans le groupe international de normalisation de l'ISO. Depuis vingt ans et sous couvert d'un accord avec la Direction générale de l'armement (DGA), l'IGN appuie la Défense sur la normalisation des données géospatiales au sein de différents groupes de travail de l'OTAN, portant par exemple sur les réseaux de commandement, la symbologie des activités humaines ou encore l'hydrographie... « *Nous nous efforçons de ne pas y réinventer la roue : les normes OTAN s'appuient largement sur les standards civils, que nous adaptons aux besoins spécifiques de la Défense* », explique Dimitri.

Exercice à grande échelle

Chaque année, des membres du département normalisation et référentiels de l'IGN participent aux côtés de personnels des forces armées françaises à un exercice dirigé par l'OTAN, mobilisant pendant trois semaines techniciens



© 28GG/Armées

et experts issus d'une vingtaine de pays. « *Ces exercices CWIX [Coalition Warrior Interoperability Exploration, Experimentation, Examination Exercise] éprouvent l'interopérabilité des systèmes de communication, d'information, de commandement... On vérifie que les normes définies sur le papier fonctionnent effectivement* », explique le chef d'escadron Isabelle, expert géographe chargée des relations internationales au bureau GHOM du commandement pour les opérations interarmées. En 2021, lors d'un tel exercice, le système d'information GEODE 4D, qui mettait à disposition des forces les données d'environnement géophysique a démontré sa compatibilité avec les procédures et spécifications Federated Multinational Networking de l'OTAN. Avec le soutien de l'IGN, le ministère des Armées s'attache à faire avancer la normalisation en même temps que le développement industriel. « *Loin de se réduire à une litanie de spécifications techniques, une norme est avant tout le fruit d'un travail collectif, de jeux d'influence, de négociations. Idéalement, elle doit aboutir à un consensus et non découler d'un vote à la majorité* », témoigne le commandant Isabelle. « *Grâce à l'expertise de l'IGN et à notre expérience opérationnelle, notre voix porte. La normalisation, telle que nous la souhaitons, doit servir l'intérêt général, aider les nations à travailler ensemble sans être bridées par des formats propriétaires. La France fait partie des rares pays à s'investir sur ces sujets qui sont indispensables à la préservation de notre autonomie, de nos systèmes et de nos données* », conclut-elle. ●

Geosocle : un socle d'images de référence



Satellite Pléiades Néo.

© Airbus DS

« **A**vec une résolution de 30 cm, la constellation Pléiades Néo propose la meilleure résolution au monde pour des satellites non militaires », s'enthousiasme Michaël, architecte du projet GEOSOCLE pour Airbus Defence & Space. Depuis 2015, avec les images des satellites Spot et Pléiades, Airbus et l'IGN réalisent ensemble une vaste mosaïque des zones, régions ou villes, qui intéressent l'état-major des armées, pour constituer un socle d'images de référence calées avec précision. Chaque année, environ 6 millions de km² sur l'« Arc de crise » (zone d'intérêt majeur des armées) sont ainsi programmés, photographiés, orthorectifiés, vérifiés, mis en forme et assemblés en orthomosaïques, auxquels s'ajoutent désormais 200 000 km² couverts par Pléiades Néo, dont les premiers satellites viennent d'être mis sur orbite.

Double expertise

Chacune de ces opérations est un défi en soi : comment couvrir la zone équatoriale masquée par les nuages une grande partie de l'année, comment composer avec les vents de sable ou le smog urbain, comment identifier la surface d'une piste ou calculer la hauteur d'un bâtiment ? Les deux cotraitants, qui ont l'habitude de travailler ensemble, apportent chacun leur expertise et trouvent ensemble les solutions. « Nous avons une grande complémentarité : Airbus se concentre sur l'acquisition des données, nous travaillons sur leur qualification, et nous nous répartissons la production », décrit Vincent, chef du service de l'imagerie spatiale de l'IGN.



Image Geosocle issue du satellite Pléiades.

Automatisation

Depuis décembre 2021, GEOSOCLE 2 a fait évoluer le marché. Outre la nouvelle résolution offerte, réservée aux zones les plus stratégiques, l'accent est mis sur l'accélération des processus et l'enrichissement du produit avec des données altimétriques issues de TReX (voir encadré). Désormais, cette production planifiée est en mesure de répondre à des besoins urgents grâce à une chaîne automatisée, avec des temps de réaction raccourcis : un seul mois peut suffire pour produire une mosaïque couvrant 150 000 km², en moyenne les temps de production nominaux ont également été divisés par deux. La correction des effets atmosphériques (brumes, gaz, poussières...) et le traitement radiométrique des images bénéficient aussi de cette automatisation. Enfin, une nouvelle base de points d'appui, SRP*, de grande densité et de très grande précision coéditée par l'IGN et Airbus facilite le calage géométrique automatique des images partout dans le monde.

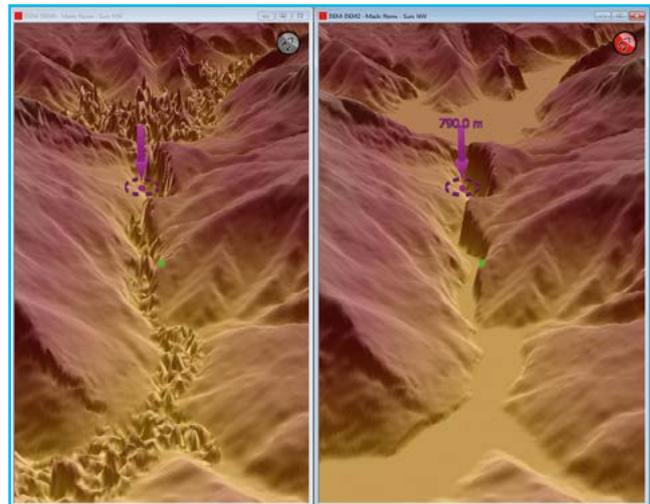


« La constellation Pléiades Néo propose la meilleure résolution au monde pour des satellites non militaires »

La construction de ce socle de référence pour l'armée présente aussi des avantages pour les activités civiles : « *La modélisation 3D à partir d'images stéréoscopiques nourrit nos travaux civils* » indique Vincent, tandis que pour Michaël, « *le soutien de la Défense a rendu possible le développement de l'aérospatial français et de satellites civils d'observation de la Terre* ». ●

*Space Reference Points

© Airbus DS / IGN 2016

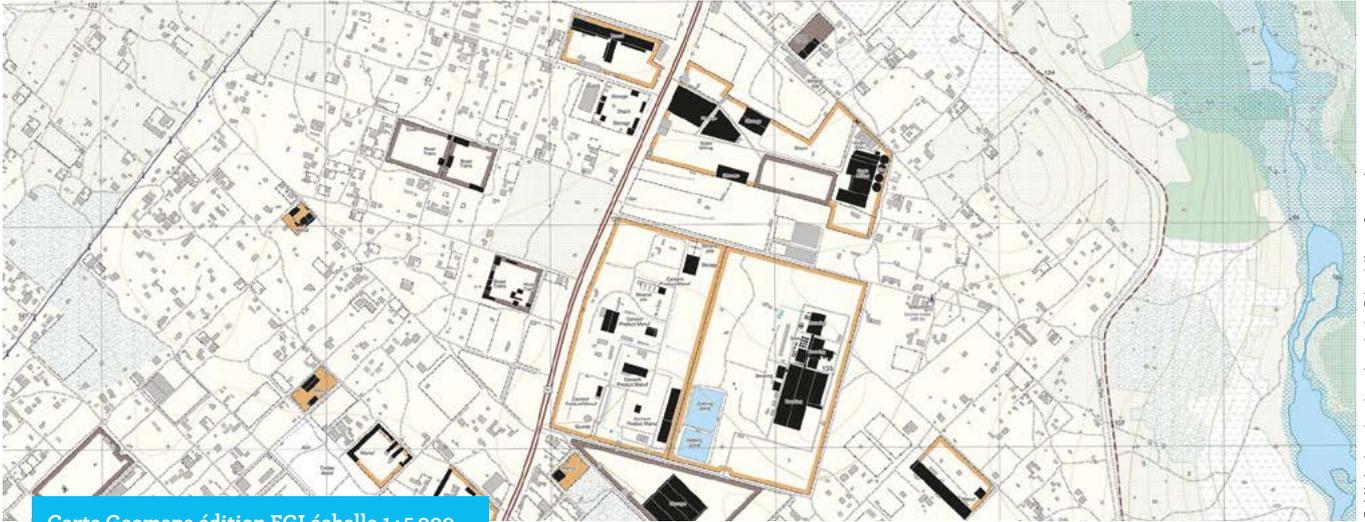


Vue du lac de Castillon au niveau du Verdon.
Image de gauche : données brutes issues des acquisitions satellites. Image de droite : données éditées après nettoyage des artefacts et validation.

© MINARM/DGA+TREX

TREx : un programme multinational de modèle numérique de surface

Il y a une dizaine d'années, le satellite TerraSar-X et son jumeau Tandem-X ont scanné au radar la surface terrestre. Cette ressource est exploitée par une alliance de 32 pays à travers le programme multinational TREx. L'objectif de cette coopération ? Obtenir un modèle numérique d'élévation de la totalité des surfaces émergées du globe, avec une résolution de 12 mètres et une précision altimétrique absolue inférieure à 10 m. L'IGN est le seul établissement public du programme. « *La Direction générale de l'armement nous a demandé de participer à la maîtrise d'ouvrage. Nous éditons les données satellitaires puis vérifions et validons les dalles éditées par les autres pays* », explique Marie-Cécile, ingénieure de l'IGN chargée de ce projet qui mobilise à plein temps une douzaine de personnes réparties entre l'institut et Airbus Defence & Space, qui assiste l'IGN en qualité de sous-traitant. La quasi-totalité des surfaces de la Terre a été répartie entre les États membres du programme. La France s'est engagée à éditer 1179 cellules, soit une surface représentant 25 fois l'Hexagone. La validation des données est assurée de manière croisée par les autres pays, chaque pays contrôlant l'équivalent des deux tiers de son volume de production.



© Ministère des Armées de la République française

Geomaps : des données et des cartes

EN CHIFFRES

Des échelles allant du

1:5 000
au **1:250 000**

19
thèmes différents

230
classes d'objets

Jusqu'à
2 800 000
objets saisis
sur une seule ville

68
zones urbaines
déjà traitées représentant
plus de 11 000 km²

« **L**es cartes militaires sont des produits d'exception » introduit Florent ingénieur civil chargé à la DGA de l'architecture des dispositifs Geosocle et Geomaps du programme GEODE 4D. « Par la richesse et la précision de leur contenu, mais aussi par leurs formes qui s'adaptent aux différentes missions : ici elles devront être imperméables, là elles devront pouvoir être lues avec des lunettes de vision nocturne et partout elles devront pouvoir être partagées avec des alliés. » Geomaps transforme en base de données vectorielles et en produits cartographiques numériques et papier les ortho-images acquises à travers le marché Geosocle. Une forme de délégation de maîtrise d'ouvrage a été confiée à l'IGN : « Nos deux maîtres d'œuvre [associés en groupement momentané d'entreprises], Thales et Airbus Defence & Space, couvrent tous les ans une surface équivalente à 30 fois Paris en données urbaines. Et ils cartographient annuellement à une échelle allant du 1:5 000 au 1:250 000 des surfaces représentant les deux tiers de l'Hexagone » estime Xavier, chef de projet maîtrise d'ouvrage à l'IGN. Pour les villes, deux niveaux d'échelle sont retenus : 1:5 000 et 1:10 000. Plus de 300 cartes différentes sont livrées chaque année. Chaque échelle de données est déclinable en 5 gammes de produits cartographiques : affichable, imprimable, raster et en deux types de projection. « Nous effectuons en interne, au sein de notre groupement, la "rastérisation" et la production des produits cartographiques », expliquent d'une même voix,

Fabien, chef de projet chez Thales, et Stephan, responsable technique chez Airbus Defence & Space. Les produits finis sont alors mis à la disposition de l'IGN : « Nous intervenons pour des phases de contrôle et d'expertise tout au long de la production, ce qui consiste par exemple à arbitrer sur l'interprétation du type de revêtement de pistes d'atterrissage qui conditionne le type d'aéronef susceptible d'y atterrir », indique Xavier. À la fin de la production, l'IGN fournit à la DGA un avis argumenté accompagnant la livraison des produits cartographiques et des données.

Geomaps 2

Geomaps 2, la deuxième édition du programme renforce les exigences : les modèles de données urbains évoluent dans un nouveau standard international pour assurer leur homogénéité à différentes échelles. L'automatisation prend une part plus importante, notamment pour enrichir l'information, comme la hauteur de bâtiments dérivée de modèles d'élévation haute résolution issus de l'imagerie spatiale, ou encore pour surveiller l'état d'obsolescence des informations déjà produites grâce à la détection de changements mettant en jeu des algorithmes d'intelligence artificielle. L'enjeu de mieux prioriser les mises à jour et gagner en réactivité fait l'objet d'expérimentations pour fournir plus rapidement les produits cartographiques aux forces opérationnelles. Enfin, des travaux de normalisation dans le domaine de la géographie humaine sont en cours afin d'associer à la cartographie physique traditionnelle la connaissance des populations. ●



Intelligence géospatiale et géographie humaine

Agrégé et docteur en géographie, professeur des universités à Sorbonne Université, **Philippe Boulanger** est spécialiste de géographie militaire, discipline à laquelle il a consacré de nombreux ouvrages. Il dirige, entre autres, le séminaire de recherche Géographie et Défense à Sorbonne Université.

Qu'apporte la géographie militaire à l'enseignement de la géographie ?

Philippe Boulanger : La géographie militaire nous montre les limites d'une géographie hyperspécialisée. Aujourd'hui le géographe ne peut plus se contenter d'un profil technique. Il doit être à la fois à la source de la production de données et capable de les analyser, et même de les programmer dans un système d'information. La géographie militaire, qui combine l'imagerie aérienne et spatiale, l'intelligence artificielle, la topographie, la gestion de base de données avec l'étude des activités humaines, ce qu'on appelle la géographie humaine, nous renvoie à une forme d'universalisme. Évidemment, dans le monde universitaire, ce décloisonnement des savoirs prend du temps. Mais pour s'intégrer dans le monde professionnel, nos étudiants ont besoin de fusionner des compétences multiples.

Le numérique a-t-il transformé la géographie militaire ?

P. B. : Ce qui est désormais en jeu, c'est notre capacité à maîtriser la fusion de données géolocalisées multi-capteurs. Il s'agit de ce que les Américains appellent le *Geoint*, pour *geospatial intelligence*. L'acquisition, la gestion et l'analyse d'une masse importante de données très diverses sont évidemment en lien avec l'intelligence artificielle. Mais cela implique aussi de recourir à la géographie humaine, dont les données sont peu normalisées et pour laquelle des méthodologies restent à construire. Il faut apprendre aux géographes à aller au-delà du monde géophysique. Évaluer les réactions des populations à un événement est aussi stratégique que de connaître les hauteurs précises des collines d'un théâtre d'opérations. Ce type de données ne devrait pas concerner les seuls services de renseignement. Il y a là

un enjeu culturel pour l'armée. La géographie militaire de demain devra offrir des outils de géographie humaine fiables et maîtrisés.

Quelle place occupe la géographie militaire française dans le monde ?

P. B. : De la fin du XIX^e siècle aux années 1930, la géographie militaire française représentait une école de pensée qui rayonnait à l'échelle mondiale. Aujourd'hui, à l'entrée du XXI^e siècle, elle connaît une mutation inédite. Avec le programme GEODE 4D, le BGHOM refait de la géographie un savoir stratégique central. Les exigences de qualité de la production pour des savoirs précis et diversifiés, le partage de l'information, l'expertise de partenaires institutionnels comme l'IGN ainsi que le soutien de grands groupes industriels refont de notre pays un moteur et une référence. ●

D A T E S C L É S

1998

Docteur en géographie de l'université de Paris 4-Sorbonne.

2000

Maître de conférences à l'université de Paris 4-Sorbonne.

2010

Professeur des universités.

2012

Fonde et dirige la *Revue de géographie historique* (en ligne).

2017

Président du conseil scientifique de l'Institut de recherche stratégique de l'École militaire.

2020

Directeur et fondateur du master Gaed Géopolitique-Geoint de Sorbonne Université Lettres.

13 mai 2022

Co-organise avec le BGHOM le colloque « La géographie militaire, un savoir stratégique pour les armées françaises depuis le XIX^e siècle », au grand amphithéâtre de la Société de géographie de Paris (entrée libre, 184, bd Saint-Germain).

Scorpion : un système d'information et de commandement des véhicules interconnectés

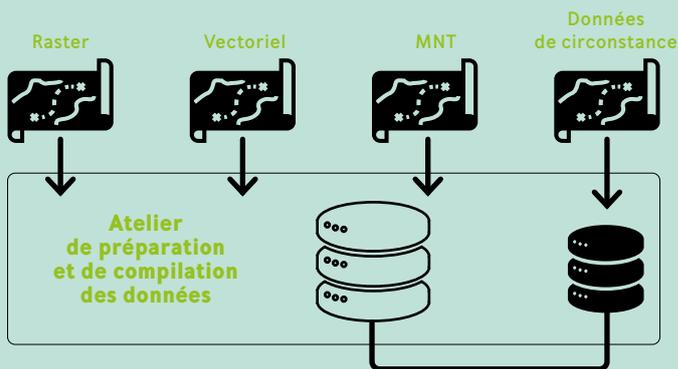
Le programme Scorpion (Synergie du contact renforcée par la polyvalence et l'infovalorisation) modernise les capacités du combat de contact de l'armée de Terre avec des blindés modernes et connectés entre eux, aptes à pratiquer le combat collaboratif grâce à l'échange de données en temps quasi réel.

PLANIFICATION ET ÉQUIPEMENT

1

Phase de préparation des données

Avant le déploiement, l'administrateur d'un groupement tactique interarmes (GTIA) collecte et sélectionne les produits cartographiques issus du programme GEODE 4D. Il génère une base de données optimisée pour l'exploitation.



2

Chargement sur clé USB

Cette base est ensuite chargée par clé USB dans les différents véhicules du GTIA Scorpion. Elle constitue le « fond cartographique » couvrant l'ensemble du théâtre d'opérations.

3

Le système d'information du combat Scorpion (SICS)

Il est destiné à assurer la coordination tactique.



OPÉRATION

Les images satellitaires et les données sont numérisées et partagées entre toutes les unités du GTIA (groupement tactique interarmes) Scorpion. Grâce au SICS et aux postes de radio, celles-ci partagent entre elles leur position et des informations stratégiques, et échangent avec les avions, les hélicoptères ou les drones engagés à leurs côtés. Le système réduit le temps entre la détection d'une menace et sa neutralisation et évite les tirs fratricides.





ZOOM SUR

Service historique de la Défense : la mémoire des armées

Service d'archive du ministère des Armées, le Service historique de la Défense collecte, conserve, inventorie et communique les archives de l'histoire militaire de la France. Sa vaste collection de cartes et plans s'est récemment enrichie de nombreux documents précieux qui lui ont été remis par l'IGN.



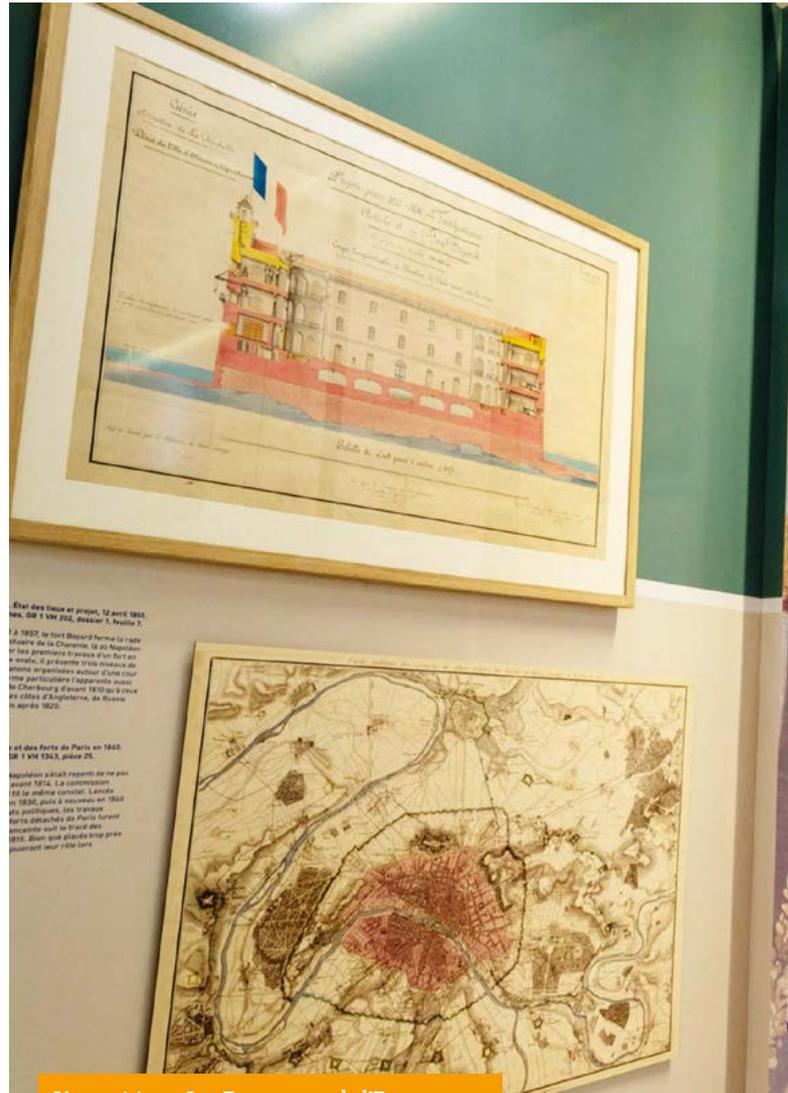


Le Service historique de la Défense (SHD) est né en 2005 de la fusion des services historiques de l'armée de Terre, de la Marine nationale, de l'armée de l'Air et de la Gendarmerie nationale. Il est aussi l'héritier direct du Dépôt de la guerre, créé par Louvois, ministre d'État de Louis XIV en 1688 pour « faire faire des registres des plus importantes dépesches concernant la guerre, les limites et autres matières ». « À ce titre, le SHD et l'IGN sont liés par une histoire commune, l'IGN et le SHD étant les héritiers du service géographique et de la section historique, tous deux issus du Dépôt de la guerre », indique François, chef par intérim de la division de la collecte des archives de l'administration centrale au SHD.

Rattaché au ministère des Armées, le SHD se compose actuellement du Centre historique des archives – installé dans le château de Vincennes – et de neuf autres sites répartis dans toute la France. « Au total nous sommes environ 600 collaborateurs », précise Olivier, responsable de fonds à la division des archives techniques et de l'information géographique du SHD. Nos missions sont très variées. Elles commencent par la collecte de documents et d'objets pour nos collections et fonds d'archives – versements réglementaires des services producteurs, dons de particuliers ou encore achats en salles des ventes ou auprès de marchands spécialisés. En fonction de leur intérêt, ces pièces seront ensuite classées, inventoriées, décrites, numérisées pour certaines, entretenues et, si besoin, restaurées. » Des tâches qui n'ont rien d'anodin puisque le SHD conserve 450 km linéaires d'archives, dont près de 18 millions de photographies, 900 000 ouvrages réunis dans ce qui constitue la plus grande bibliothèque d'Europe en matière d'histoire militaire, mais aussi 60 000 objets relevant de la « symbolique » de la Défense (insignes, drapeaux, étendards, pavillons...) et environ 120 000 cartes et plans...

Un patrimoine pour tous

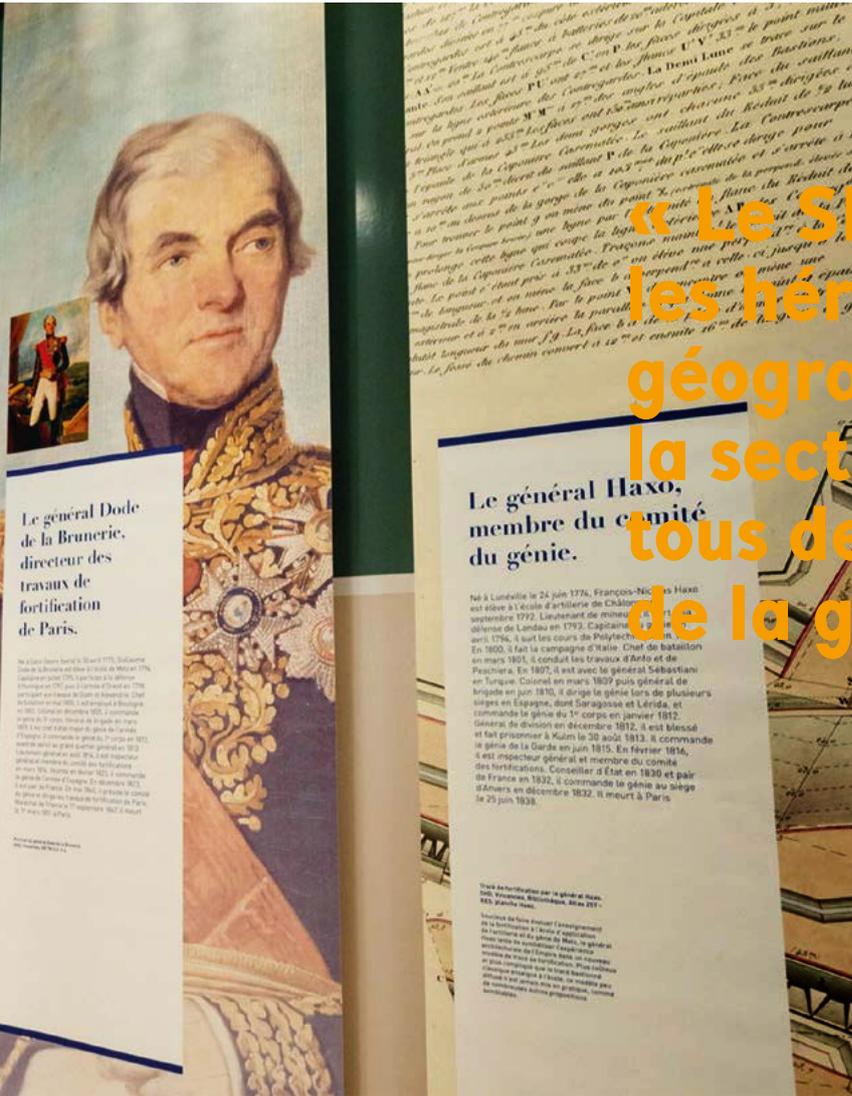
« Le SHD est par ailleurs chargé de mettre ses fonds à disposition des publics, poursuit François. Particuliers comme professionnels, tout le monde peut ainsi avoir accès à nos archives gratuitement, en ligne ou dans les salles de lecture de nos centres. Dans ce cadre, l'une de nos activités essentielles consiste à faire reconnaître les droits des combattants et des militaires, en produisant livrets matricules de soldats, états de service, etc. » Le SHD compte par ailleurs des chercheurs et des historiens, qui contribuent à l'écriture de l'histoire du fait militaire et à l'enseignement dans les écoles militaires. Il œuvre enfin à la valorisation de son patrimoine



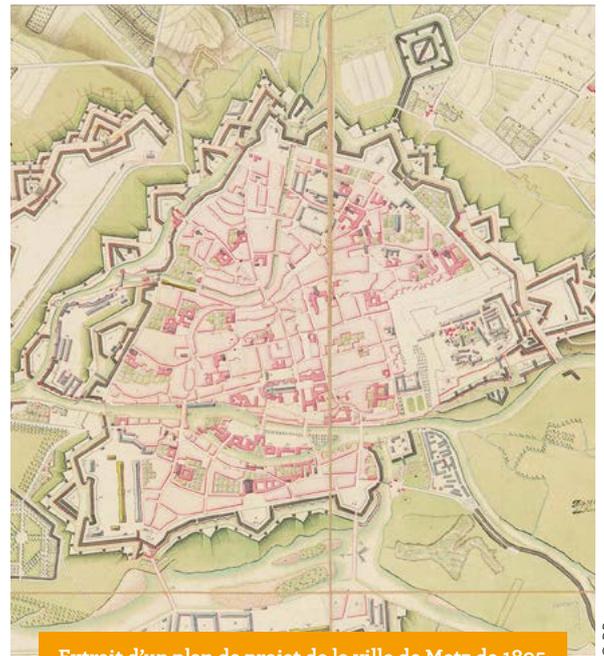
L'exposition « Les Forteresses de l'Empereur ».



Extrait du plan de Cherbourg de 1812.



« Le SHD et l'IGN sont les héritiers du service géographique et de la section historique, tous deux issus du Dépôt de la guerre »



© DR

par le biais d'expositions comme celle qui a ouvert ses portes en février, consacrée aux forteresses du Premier Empire, dont Olivier est l'un des commissaires scientifiques. « Pour cette exposition, l'IGN nous a prêté plusieurs très beaux instruments de levé topographique anciens, remarque ce dernier. Ce prêt offre par ailleurs une bonne illustration des relations que nous entretenons avec l'Institut depuis quelques années. »

Retour aux sources pour la carte d'état-major

En 2019, l'IGN a en effet décidé de rendre hommage à ses origines militaires en remettant une partie de ses collections historiques au SHD à l'occasion du déménagement de sa cartothèque. C'est ainsi qu'en octobre 2020 les portes du château de Vincennes se sont ouvertes pour accueillir l'intégralité des feuillets de la carte d'état-major ainsi que 255 liasses de carnets de calculs ayant servi à la réaliser. « La carte d'état-major est un document extrêmement précieux pour une entité comme la nôtre et nous avons décidé de lui consacrer des locaux rénovés et équipés de meubles à plans spécifiquement conçus pour offrir des conditions de conservations idéales », ajoute Olivier. L'an dernier, l'IGN a effectué

deux autres versements, comportant les « pré-minutes » de la carte d'état-major et une vaste collection de plans qui retracent l'histoire des fortifications et des frontières tracées entre le XVII^e et le XIX^e siècle. « Et cette année nous recevons les derniers éléments de la collection état-major (les minutes) ainsi que les dossiers de la Commission des frontières, qui a orchestré les travaux cartographiques menés par le service géographique de l'armée après la Première Guerre mondiale », annonce François en conclusion. Une fois reconditionnés, classés et cotés, ces documents viendront à leur tour enrichir l'extraordinaire patrimoine sur lequel veille le SHD. ●





© DR

SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DÉFENSE

La carte comme outil de dialogue

Créé en 2005, le Service d'infrastructure de la Défense (SID) gère l'ensemble du domaine immobilier du ministère des Armées. Pour faciliter son travail au quotidien, il s'appuie sur GéoSID, un système d'information géographique qui fait appel, entre autres, aux données de l'IGN.

Avec environ 5 000 sites répartis en métropole, dans les départements et régions d'outre-mer ainsi qu'à l'étranger – notamment au Sénégal, en Côte d'Ivoire, au Gabon et à Djibouti –, le périmètre d'intervention du Service d'infrastructure de la Défense (SID) est mondial. Et ses besoins en termes de cartographie... colossaux. « Nous intervenons sur 28 000 parcelles cadastrales, sur lesquelles nous devons localiser près de 60 000 bâtiments et ouvrages, soit 40 millions de m² en surface hors d'œuvre,

le premier patrimoine de l'État en volume », précise le colonel Jean-Yves, sous-directeur chargé de la gestion du patrimoine à la direction centrale du SID.

Ces cartographies sont visualisées depuis 2015 avec l'aide du logiciel GéoSID, dont Marie est la responsable fonctionnelle. « Nous travaillons avec le PCI Vecteur, des orthophotographies, le modèle numérique de terrain RGE ALTI et le fond cartographique Plan IGN. Avant l'intégration dans GéoSID, l'éditeur Esri formate pour nous les données IGN, ce qui en facilite l'intégration », explique-t-elle.

« La carte facilite la compréhension de nos projets, c'est bien plus simple que de s'envoyer des tableaux! »



Visualiser l'emprise d'un projet immobilier

Le portail géographique ainsi alimenté est un appui indispensable. « La carte facilite la compréhension de nos projets et des réponses que nous apportons aux besoins des utilisateurs, c'est bien plus simple que de s'envoyer des tableaux! » résume le colonel Jean-Yves. Véritables outils de dialogue, les cartes extraites permettent aux bénéficiaires d'un projet d'accéder plus facilement à l'information qui les intéresse et de mieux analyser, voire anticiper, les impacts éventuels.

Au quotidien, 400 dessinateurs et agents domaniaux répartis au sein du SID et formés en interne travaillent sur GéoSID, et 17 000 utilisateurs, parmi les effectifs des armées occupant les emprises, bâtiments et ouvrages, consultent le portail.

Une de ses premières missions? Faciliter le pilotage des projets immobiliers du ministère des Armées,

Légende :

- Risque très élevé
- Risque élevé
- Risque moyen
- Risque faible
- Hors cartographie

comme l'amélioration des infrastructures des six lycées militaires des Armées, qui accueillent des élèves dont les parents sont généralement au service de l'État, de la seconde au baccalauréat, et pour certains jusqu'aux classes préparatoires à l'entrée dans les grandes écoles d'officiers. « GéoSID est utilisé pour cartographier l'état général et les projets de ces lycées au profit des autorités ministérielles », ajoute le colonel Jean-Yves.

Un outil évolutif aux multiples casquettes

Les applications vont au-delà de ces projets immobiliers. « À l'origine de GéoSID, il y avait le besoin de superposer notre patrimoine domanial aux informations transmises par le Muséum national d'histoire naturelle concernant la biodiversité, rappelle Marie. Il s'agissait de connaître et visualiser les impacts mutuels entre l'activité de nos armées et cette biodiversité, notamment avec les contraintes liées à Natura 2000. »

Désormais, en fonction des couches d'informations sélectionnées dans GéoSID, il est possible de visualiser des plans d'exposition au bruit, les zones d'interdiction de prises de vues aériennes et les plans de servitudes aéronautiques. L'outil ne cesse de s'enrichir. De nouvelles données concernant les risques pyrotechniques y sont également ajoutées. « Nos emprises ont une histoire, poursuit le colonel Jean-Yves. Certaines ont vu plusieurs guerres, ont servi à la production de munitions, ont été bombardées... Avant tous travaux agressant le sol, le ministère doit connaître les risques associés pour prendre les mesures de sécurisation adaptées. »

Prochainement, le SID souhaite s'appuyer sur GéoSID pour mieux partager avec les bénéficiaires du ministère des Armées les degrés de priorité à accorder aux projets immobiliers en matière de rénovation. Il sera alors possible de visualiser une cartographie des risques des bâtiments pour une aide à la gestion du patrimoine. La cartographie réalisée pour les lycées militaires sera ainsi étendue à l'ensemble du patrimoine du ministère. ●



© IGN FRANCE 2021

SCAN DÉFENSE

La cartographie au service de la défense du territoire national

Spécialement conçu pour les armées, le Scan Défense constitue le socle de l'information géographique militaire sur le territoire national. Les cartes qui en sont extraites regorgent d'informations précieuses sur le terrain et irriguent toutes les forces.

« **P**resque tous nos systèmes d'armes, de commandement, de communication, de gestion, d'administration... sont alimentés par des données géographiques numériques », résume le lieutenant-colonel Samuel, qui commande l'Établissement géographique interarmées (EGI), basé dans l'Oise. Quant aux cartes papier, 160 000 sont imprimées annuellement pour les armées, la gendarmerie, la sécurité civile et les alliés de l'Organisation du traité de l'Atlantique nord (OTAN). « Les cartes papier permettent d'avoir une vision globale d'un théâtre d'opérations, à la différence de la carte numérique sur écran d'ordinateur, précise-t-il. Le papier a également l'avantage de résister aux pannes et au brouillage informatique lors d'une attaque cyber. »

Chaque année, l'IGN fournit à l'EGI le Scan Défense, une pyramide cartographique numérique du territoire métropolitain et des départements et régions d'outre-mer (du

1:5 000 au 1:1 000 000), produite par traitement automatisé de la BD TOPO pour les échelles comprises entre le 1:5 000 et le 1:50 000. « Il s'agit de cartographie simplifiée et moins coûteuse, explique Hervé, chef d'équipe produit cartographie et chaîne graphique à l'IGN. Le Scan Défense permet d'embarquer facilement la France entière et de produire ses propres cartes. »

Deux échelles, utilisées pour embrasser en un coup d'œil une large zone, sont traitées de façon particulière et pourvues de nombreux détails. « Nous nous concentrons sur le 1:50 000 et le 1:100 000, ajoute le Lieutenant-colonel Samuel, dont dérivent deux séries imprimables couvrant la France métropolitaine. »

Un contenu cartographique sur mesure

Avant l'automatisation du traitement de la BD TOPO et la livraison du premier Scan Défense à l'armée en 2017,

« Les cartes papier permettent d'avoir une vision globale d'un théâtre d'opérations. »



« le contenu des cartes civiles et militaires était identique, se souvient Hervé, à l'exception de la légende, complétée d'informations pour lire le carroyage¹ avec un système de coordonnées pour l'OTAN ».

Depuis, il s'est adapté pour faciliter les opérations : les zones militaires sont plus ou moins détaillées, les lieux de regroupement comme les stades de foot, parcs d'attractions ou grandes places sont précisés pour l'opération « Sentinelle » de lutte contre le terrorisme, et une densité accrue de toponymes situe lacs, étangs, rivières, barrages, bosquets, champs, hameaux... « En cas de manœuvre sur le terrain, les unités tactiques doivent disposer d'un maximum de repères locaux », souligne le lieutenant-colonel Samuel. Enfin, le travail des couleurs permet d'atténuer les informations touristiques, de mieux identifier les zones urbaines et de voir émerger le relief par un effet d'estompage.

Des échanges continus pour faciliter les arbitrages

Faire apparaître toutes ces informations sans pénaliser la lisibilité peut relever du casse-tête. Par exemple : un parc éolien signalé par une petite éolienne au 1:500 000 doit-il être représenté par toutes les éoliennes qui le composent au 1:100 000 ? Ou un seul symbole entouré d'un halo gris suffira-t-il ? « Nous avons des usagers exigeants qui nous font remonter des demandes vis-à-vis de ces nouvelles cartes numériques », conclut le lieutenant-colonel Samuel. C'est pour répondre au mieux à leurs attentes que nous avons des échanges continus avec l'IGN. »

L'EGI et l'équipe d'Hervé déterminent ainsi ensemble le bon symbole, la bonne représentation, le bon choix et le bon traitement de la donnée source, à chaque échelle. ●

1. Carroyage : quadrillage découpant la carte en carreaux.

2 QUESTIONS À



Françoise

Responsable de la production des cartes aéronautiques civiles et militaires

Qu'est-ce qu'une carte aéronautique ?

Utilisée pour le vol à vue, la carte OACI¹ au 1:500 000 indique les repères à la navigation. Elle se distingue d'une carte topographique par l'ajout d'une surcharge aéronautique fournie par le Service de l'information aéronautique. Grâce aux informations sur la gestion de l'espace aérien en trois dimensions, un pilote sait, suivant la symbolologie, s'il est autorisé à pénétrer dans l'espace aérien ou doit le contourner. Nous produisons chaque année deux séries de cartes : l'OACI pour les pilotes civils et la LFC²-France pour la Défense, en versions papier et numérique (Scan). Les cartes papier sont pelliculées ou non, une particularité qui permet de les annoter et de les réutiliser à plusieurs reprises.

Quelles sont les spécificités des cartes « Low Flight Chart » ?

La carte militaire est également renseignée par des zones de basse altitude et faible hauteur. La LFC répond aux besoins de la Défense avec l'ajout des zones d'entraînement, des couloirs dédiés à la très basse altitude et grande vitesse, des zones interdites aux aéronefs militaires et tout ce qui peut représenter un danger pour le vol (parc éolien, remontée mécanique, ligne électrique). Elle est imprimée sur du papier contenant plus d'azurant optique faisant ressortir sa blancheur pour une lecture de nuit sous lampe UV.

1. Organisation de l'aviation civile internationale.
2. Low Flight Chart.



Sémantisation d'un maillage texturé 3D. Les points rouge représentent les bâtiments, les points vert la végétation et les points marron le sol.

© DR

COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

La section spécialisée défense, un incubateur de synergies

Pour guider son effort de recherche, l'IGN s'est doté d'un Comité scientifique et technique, largement ouvert. Sa section spécialisée Défense s'attache à faire le lien entre ses thématiques d'intérêt et celles des armées, afin de mutualiser leurs ressources.

«

Comment définir simplement la section spécialisée défense (SSD) du Comité scientifique et technique (CST) de l'IGN ? Comme un incubateur de projets communs. J'y porte les thématiques d'intérêt de la Défense nationale et l'IGN, son schéma directeur de la recherche. Où les deux se recoupent, nous travaillons à identifier et à susciter des recherches ou des développements technologiques que l'IGN pourrait conduire, et la Défense

soutenir. » Responsable métier environnement à la Direction générale de l'armement (DGA), Odile est présidente de cette instance consultative créée en 2018. Le formalisme y est réduit au minimum. Deux fois par an, peu de temps avant le CST, la SSD réunit une petite dizaine d'experts qui peuvent changer selon l'ordre du jour. Outre les représentants de l'IGN et de la DGA, ils appartiennent aux grandes agences nationales : Shom¹, CNES², CEA³... Car il s'agit aussi d'élargir le point de vue pour ne manquer aucune opportunité de mutuali-

sation ni risquer un doublon. « Pour ses activités enseignement supérieur et recherche, regroupées au sein de l'École nationale des sciences géographiques [ENSG-Géomatique], l'IGN fonctionne comme un petit EPST¹, avec une instance ouverte, le Comité scientifique et technique, chargé de donner des avis sur la qualité scientifique et technique et l'orientation des activités de recherche menées, explique Nicolas, directeur de l'ENSG-Géomatique et directeur IGN chargé notamment du bon fonctionnement du CST. La SSD a été la toute dernière section spécialisée créée et mise en place... juste avant la crise sanitaire, qui a freiné son démarrage. Elle finalise actuellement sa première feuille de route, avec deux priorités : la géovisualisation et l'optimisation de la production de modèles urbains en 3D. »

Cumuler les usages civils et militaires

Côté 3D, la SSD a déjà soutenu deux thèses dont l'une est en cours (voir encadrés). Côté géovisualisation, elle s'intéresse plutôt à des technologies matures. « La Défense porte un grand intérêt aux technologies duales, pouvant cumuler usages civils et militaires, confirme Odile. L'heure est à l'innovation ouverte. C'est pourquoi, outre des thésards, la SSD entend soutenir des PME, prêtes à investir rapidement de nouveaux marchés. » Tous deux partagent le même souhait : voir se développer un écosystème foisonnant de laboratoires et d'entreprises capables de faire dialoguer ressources et besoins, dans une convergence d'intérêts bien comprise. En pleine cohérence avec les dispositifs ASTRID et ASTRID Maturation de l'Agence innovation défense, à laquelle la SSD ne se substitue pas. « Même si les projets coconstruits dans un esprit de dualité seront bien reçus par ces guichets », reconnaît en conclusion Odile. ●

1. Service hydrographique et océanographique de la Marine

2. Centre national d'études spatiales

3. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

4. Établissement public à caractère scientifique et technologique

Modèle 3D compact de haute précision

Ce fut la première soutenance de thèse par visio à l'IGN, au sortir du premier confinement, le 1^{er} juin 2020. Pourtant, les recherches de Stéphane s'inscrivent dans une continuité, celle de l'exploitation de l'immense masse de données produites depuis 2008 par Stéréopolis, le véhicule de numérisation 3D mobile urbaine de l'IGN. Il reprend même la question centrale de la captation par scanner laser : comment retrouver, dans des nuages de points, les continuités et les vides sans se laisser abuser, par exemple, par la densité de la ramure d'un arbre ? Son innovation majeure est d'introduire un tri préalable entre « candidats » à une surface, une linéarité ou un point. Ils peuvent ensuite faire l'objet de reconstitutions différenciées, à base de triangles, d'arêtes ou de points. Grâce à cette boîte à outils simplifiée – Stéphane parle de complexe simplicial –, il est possible d'alléger la représentation pour la rendre plus facile à manipuler. L'intérêt est évident pour une armée en campagne. Sa thèse a été entièrement financée par la DGA.

 **Pour aller plus loin**
theses.fr/2020PESC2012

La machine qui sait qu'elle ne sait pas

La thèse de Grégoire cherche la voie du milieu entre traitement manuel et automatique des données de télédétection pour produire des modèles de villes en 3D à coûts et à qualité optimisés. En dernier lieu, il s'agit d'apprendre aux algorithmes à s'interrompre pour faire appel à un opérateur s'ils sortent d'un intervalle de confiance. Comme un élève pose une question au professeur quand il estime avoir atteint ses limites. Une première phase de travail a permis de faire progresser l'état de l'art en matière de reconnaissance automatisée des surfaces : eau, herbe, bois, toits... Avant une parenthèse de quelques mois pour formation professionnelle. Car Grégoire est ingénieur de l'armement, « prêté » à l'IGN le temps de sa thèse. Une forme de soutien à la recherche nouvelle, prometteuse de synergies supplémentaires sur le long terme.



« S'adosser à notre expertise est un choix stratégique fait de longue date par la Défense »

Une carte d'avance pour l'armée de Terre

Le 28^e groupe géographique de l'armée de Terre vient de se doter d'un système mobile de cartographie en 3D. L'IGN a mis son expertise à son service pour lui permettre d'avoir un outil performant et adapté à ses besoins.

Le petit véhicule protégé - PVP en langage militaire abrégé - s'avance dans les rues. Une seule chose le distingue d'un autre patrouilleur, la structure ajoutée sur son toit. S'y cachent un scanner laser, des caméras et un récepteur GNSS pilotés et alimentés depuis l'habitacle, dont personne ne sort. Son parcours terminé, le PVP rentre à sa base avec un volume de données suffisant pour réaliser la carte, le modèle de surface et le plan en 3D des zones traversées. Suffisamment précis pour planifier, par exemple, le passage d'un convoi sans risquer qu'il soit bloqué par un portique ou un arbre. Pour l'armée de Terre, ce nouveau système léger de topographie, ou SLT, présente un intérêt évident (voir encadré). Après deux ans de conception et de mise au point, il vient de recevoir son autorisation d'emploi pour être déployé sur les théâtres d'opérations. De la rédaction du cahier des charges à la réalisation des essais, l'IGN a joué le rôle d'assistant à la maîtrise d'ouvrage. « S'adosser à notre expertise est un choix stratégique fait de longue date par

la Défense, explique Alain, chef du projet pour l'IGN. *Bien sûr, les contraintes et les attendus du SLT ne sont pas les mêmes que ceux de nos véhicules Stéréopolis, mais l'expérience que nous avons développée avec ceux-ci et, plus généralement, dans la production de modèles 3D urbains nous a permis de conseiller et d'épauler la Direction générale de l'armement [DGA] pour la partie acquisition et exploitation des mesures. Entre Equans, le maître d'œuvre, ses fournisseurs, la DGA et les utilisateurs du 28^e groupe géographique, nous jouons le rôle de tiers de confiance.* » Une intervention décisive sur les protocoles d'exploitation des données, le SLT devant pouvoir opérer sur des terrains difficiles voire inhospitaliers, sans l'ensemble du support disponible sur le territoire national. « *Entre contraintes et besoins opérationnels, nous avons trouvé le juste rendu, estime Frédéric, architecte projets géographie à la DGA. Cela va nous permettre de compléter avec efficacité les moyens d'acquisition dont les forces disposaient déjà sur les théâtres d'opérations et d'accroître la finesse des cartographies 3D urbaines.* » ●

3 QUESTIONS À

Colonel Julien

Chef de corps du 28^e groupe géographique de l'armée de Terre

Quels sont les principaux atouts du SLT ?

D'abord un gain de temps considérable, puisqu'il ne nécessite ni stationnement ni sortie du véhicule. C'est d'ailleurs son deuxième point fort : l'opérateur n'a pas à s'exposer. Il peut même effectuer le levé en convoi, à une vitesse pouvant atteindre 90 km/h.

En conditions opérationnelles, jusqu'à 300 kilomètres pourraient être acquis chaque jour.

Est-il facile à utiliser ?

Ses kits d'intégration sur tous nos véhicules facilitent grandement l'intervention des géographes sur tous types de terrain, en zone sécurisée ou non.

L'information recueillie est-elle de bonne qualité ?

Le capteur laser Leica Pegasus enregistre 1 million de points à la seconde, livrant quasi instantanément des distances et des gabarits d'infrastructures.

Avec la visualisation 3D, les personnels comprennent très vite l'environnement auquel ils ont affaire. Et toutes ces données restent disponibles pour des vérifications ou des traitements approfondis, sans devoir s'exposer à nouveau.



Le renseignement géospatial : une géographie de combat

Inauguré en janvier 2015, le Centre de renseignement géospatial interarmées (CRGI) de la Direction du renseignement militaire (DRM) agrège et analyse les données géolocalisées pour évaluer la menace sur un théâtre d'opérations.



« Nos équipes sont constituées de cartographes, d'experts terrain, d'interprètes images, de spécialistes en cybernétique ou en renseignement humain... »



Géomaticien formé au renseignement.

« **Q**ue fait l'ennemi ? Que peut-il faire ? » Le capitaine Pierre résume en deux questions la mission du CRGI. « La géographie inventorie des objets observables, mobiles ou fixes, variants ou invariants. La géographie militaire s'en distingue par sa finalité, qui est de définir le potentiel de succès d'un effet militaire sur un terrain, qu'il s'agisse de gagner du temps, de réduire une unité ou de conquérir un espace par exemple. Il s'agit de maîtriser un environnement pour conduire une manœuvre. Cela vise essentiellement au soutien de l'action amie. Le renseignement géospatial, ou Geoint, s'intéresse, lui, à la compréhension d'un adversaire ou d'un belligérant », détaille l'officier.

Multi-capteurs et multi-terrains

Toutes les informations géoréférencées et datées sont mises à contribution, recoupées et analysées. Elles sont issues de tous types de capteurs : radars, satellites, drones, avions, écoutes, renseignements d'origine humaine... Et elles concernent tous les terrains : terre, air, mer mais aussi espace, cyberspace et ondes électromagnétiques. Les experts du CRGI agrègent et analysent tous types de renseignement et fournissent l'ensemble des données disponibles sur un même support géoréférencé : « Nous mettons à la disposition des armées des données brutes ou interprétées au travers d'une

interface propre à la DRM, avec un visualisateur géographique qui rend ces données souvent très techniques accessibles et exploitables par un utilisateur novice », explique le capitaine Pierre. Les renseignements fournis par le CRGI servent au niveau stratégique, en informant les autorités civiles ou militaires, au niveau opérationnel, auprès du commandement sur le terrain mais aussi au niveau tactique, en étant intégrés aux différents systèmes de préparation des forces.

Spécialistes et généralistes

Analyse à l'instant T ou suivi en temps réel d'un théâtre d'opérations, les spécialistes du CRGI savent faire parler tous types de données : photographie aérienne, imagerie satellite, interception de communications... Mais qui sont ces soldats de l'ombre ? « Nos équipes sont constituées de cartographes, d'experts terrain, d'interprètes images, de spécialistes en cybernétique ou en renseignement humain... Ce sont des géomaticiens formés au renseignement ou des spécialistes du renseignement devenus géographes », indique le capitaine Pierre avant de citer le journaliste Robert D. Kaplan, auteur de *La Revanche de la géographie* : « Le géographe est un généraliste qui dépasse la spécialisation des métiers. » L'expertise des membres du CRGI réside aussi dans leur méthode d'analyse, capable de s'appliquer à tous les théâtres d'opérations. ●



© ministère des Armées / DRM

Le cycle du renseignement



La Direction du renseignement militaire (DRM)

La Direction du renseignement militaire est le service de renseignement des armées. Placée sous l'autorité du chef d'état-major des armées, la DRM a vocation à éclairer la prise de décision autonome des hautes autorités politiques et militaires, et à appuyer les forces armées en fournissant le renseignement nécessaire à la planification et à la conduite de la manœuvre militaire. Elle assure une veille stratégique permanente. Elle dispose de centres spécialisés et d'un centre de formation concourant à son autonomie d'action. De plus, la DRM est le chef de file de la fonction interarmées du renseignement, et coordonne fonctionnellement les moyens de renseignement issus des trois armées, représentant 8 000 hommes et femmes.

 **Pour aller plus loin**
defense.gouv.fr/drm



Préparatrice de données à la DRM.

© ministère des Armées / DRM

DOA

Ancien parachutiste, l'écrivain français DOA est l'un des auteurs de romans de guerre et d'espionnage les plus marquants de la décennie littéraire.



Sniper littéraire

Discret, pudique. Presque énigmatique. Le romancier français DOA cultive le goût du secret.

Rare dans les médias, éloigné des réseaux sociaux, il refuse de donner son vrai nom.

Son pseudo fait référence à *Dead on Arrival* (« mort à l'arrivée »), un film noir américain des années 1950. « *Ce que je donne à voir de moi se trouve dans mon travail. Tout le reste relève de l'intime* », clame l'écrivain. Il y a pourtant beaucoup à dire sur DOA.

Ex-producteur de jeux vidéo, scénariste à la télévision et pour le cinéma, ce natif de Lyon aime la BD et le cinéma, David Bowie et la musique électro. Si la littérature n'avait pas marché, il aurait été ébéniste ou cuisinier. Mais la littérature marche, et même très bien. Le quinquagénaire a publié huit romans. Parmi eux, le mythique diptyque *Pukhtu*, aux éditions Gallimard, récompensé par le Grand Prix de la littérature policière et le prix Mystère de la critique, en 2016. Le pitch ? 2008, en pleine guerre d'Afghanistan, *Pukhtu* tisse l'histoire d'agents français de la direction du renseignement militaire, de soldats américains reconvertis dans la sécurité privée, de chefs talibans assoiffés de vengeance. Le tout sur fond de trafic international d'héroïne.

Jargon militaire

Dans cette fresque d'espionnage et de guerre de 1400 pages, DOA entremêle les récits, les scènes d'action, les rapports militaires avec une précision bluffante. Ses phrases sont truffées de jargon militaire. « *Ce travail représente six ans de ma vie. Pour fabriquer mon livre, j'ai lu beaucoup la presse et la littérature spécialisées, utilisé les rapports officiels, les documents publiés par le Sénat américain ou l'Assemblée nationale. J'ai aussi rencontré une multitude de sources anonymes* », explique le minutieux auteur, qui se souvient encore de son arrivée à Kandahar City, pour préparer *Pukhtu* : « *Après une dizaine d'heures de route depuis Spin Boldak, ville-frontière avec le Pakistan à 110 km au sud-est, je suis là et une pensée ne me quitte pas : je suis complètement cinglé.* »

Les romans de DOA laissent filtrer une réelle admiration de l'auteur pour l'armée, l'esprit de corps des soldats. Un souvenir, peut-être, de ses classes lors de son service national : « *Après cinq mois à l'École d'application de l'infanterie de Montpellier, j'ai été affecté au 6^e régiment parachutiste d'infanterie de marine de Mont-de-Marsan. J'ai fini par commander une section dans une compagnie de combat à l'étranger, mais sans jamais participer à une opération militaire.* »

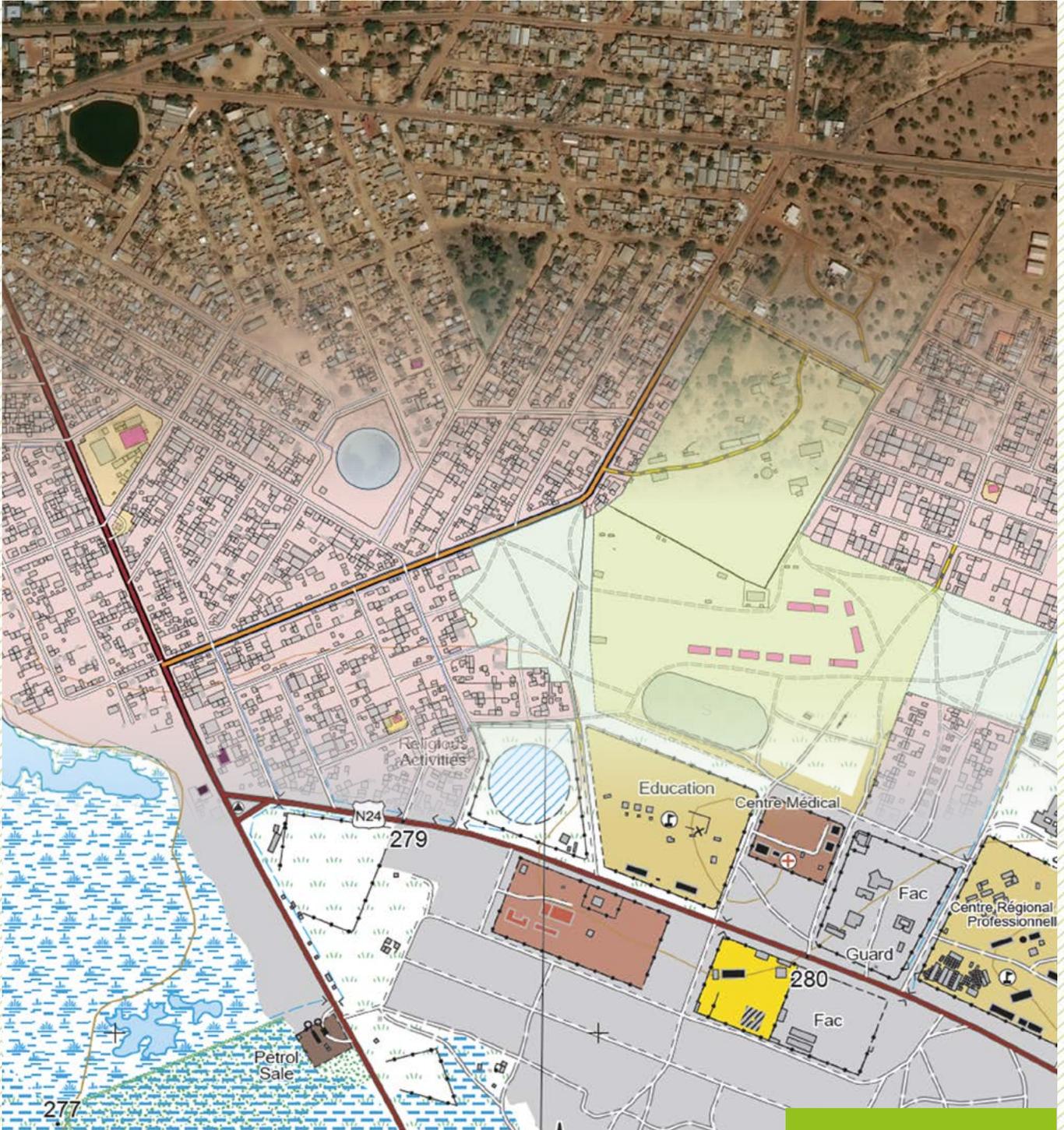
« Ce que je donne à voir de moi se trouve dans mon travail. Tout le reste relève de l'intime »



Être utile aux soldats

Plus récemment, en 2020, DOA est recruté parmi la Red Team, un groupe de dix auteurs de science-fiction chargés de faire de la prospective pour le ministère des Armées.

La mission consiste à imaginer les futures crises géopolitiques et ruptures technologiques impliquant les militaires. « *On est venu me chercher principalement à cause du diptyque afghan "Pukhtu". J'ai accepté de participer à l'aventure par reconnaissance vis-à-vis de certains des militaires engagés que j'ai côtoyés au cours de mon service puis, plus tard, dans le cadre de ma seconde vie professionnelle, littéraire. Ce qui m'importait, c'était que mon apport soit utile aux militaires, parce que je sais - un peu - les difficultés de ce métier des armes et les sacrifices qu'il implique.* » Malheureusement, tous ses travaux littéraires sont confidentiels. Le goût du secret, encore. ●



© Airbus DS / IGN 2015

ign
MAGAZINE



TÉLÉCHARGEZ GRATUITEMENT IGN MAGAZINE SUR
ign.fr/institut/kiosque



Téléchargez le magazine en scannant ce QR code!

Zone urbaine au Sahel

Cette image nous montre une emprise urbaine au Sahel. En haut, il s'agit d'une image satellite issue de Geosocle et sa transformation vers le bas, en carte du 1 : 10 000 et au 1 : 5 000 issue de Geomaps.

 **Pour en savoir plus**
geoservices.ign.fr/defense