

Programme de la Journée de la recherche UGE/IGN/ENSG - 28 mars 2024

9h - 9h30	Accueil - café
9h30 - 9h45	Introduction - <i>Patrick SILLARD</i> [ENSG, IGN]
9h45 - 10h45	Session Jumeaux numériques
	Le projet ICI - Modélisations épidémiologiques pour évaluer diverses interventions sanitaires - <i>Maxime COLOMB</i> [ASCII, INRIA-Saclay ; LaSTIG, IGN] ; Résumé : La plateforme ICI à pour objectif de simuler la diffusion d'épidémie au sein de modélisations détaillées de populations au sein d'un espace géographique. La modélisation de l'intérieur des bâtiments, la génération de populations synthétiques et la composition de flux de populations ont été présentés lors des JR 2023. Nous proposons de focaliser cette présentation sur les points suivants : l'attribution de lieux d'activités aux individus en fonction de leurs emplois du temps ; la description du module épidémiologique ; l'application de différents scénarios sanitaires modifiant les habitudes des individus ainsi que l'espace urbain ; la simulation systématique permettant l'analyse de sensibilité de divers groupes de paramètres ainsi que l'exploration et l'optimisation des mesures sanitaires.
	Digital Twins for Complex Infrastructures and Urban Ecosystems - <i>Mathieu ARQUIER</i> [GCC, ENPC ; Strains] ; Résumé : Digital Twins for Complex Infrastructures and Urban Ecosystems, DIGITWINS4CIUE, is a project co funded by the European Health and Digital Executive Agency, HADEA, under the Digital Europe Programme. The project will create a European Centre of Excellence (CoE) to accelerate the digital transformation of the civil engineering and construction sectors in Europe. It will serve as a hub for innovative research, collaboration, and knowledge-sharing, bringing together experts from academia, industry, and government.
	Générateur semi-procédural de villes virtuelles à partir de données géographiques ouvertes - <i>Nicolas AUDEBERT</i> [LaSTIG, IGN], <i>Armand VERSTRAETE</i> [Cédric, Cnam] ; Résumé : Les données synthétiques ont pris une place importante dans l'entraînement de modèles d'IA, en substitut à l'annotation coûteuse de données réelles. En particulier, les environnements virtuels permettent de simuler des situations dangereuses ou difficiles à observer. Nous présentons dans ce travail un générateur semi-procédural de villes 3D, basé sur de la donnée géographique ouverte. Le générateur est capable de produire des clones plausibles de communes réelles sans aucune intervention humaine, à partir d'informations de terrain et de couverture des sols issues des RGALTI et de la BDTOPO de l'IGN. En échange d'un niveau de fidélité plus faible que les jumeaux numériques classiques, la génération procédurale permet de compléter les données manquantes de ces bases de données, en générant de la végétation ou des bâtiments à la volée. Nous illustrons l'utilité de ces environnements virtuels pour la génération de jeux de données synthétiques d'images aériennes, dédiés à l'entraînement de modèles de détection d'inondation.
	Towards the design of a data layer for the management of the smart buildings - <i>Daphné TUNCER</i> [LVMT, ENPC] ; Résumé : The convergence between cyberphysical systems calls for joint resource management approaches that involve heterogeneous stakeholders and infrastructures. In this work, we look into technologies developed in the computer network domain to investigate how to deploy a data layer in the context of cyberphysical system infrastructures that can facilitate the implementation of novel (hardware/software) resource management methods.
10h45 - 11h	Présentation posters
11h - 11h45	Posters - café
	Session INRAE
	Un jumeau numérique pour l'adaptation résiliente et durable des réseaux d'eau - <i>Olivier PILLER</i> [ETBX, INRAE] ; Résumé : Mené à partir de canaux cyber et/ou physiques, l'aqua-terrorisme vise à compromettre la disponibilité et la qualité de l'eau potable avec des conséquences directes à l'échelle des populations et de la ville. Aujourd'hui, avec la révolution numérique, la résilience d'un réseau de distribution d'eau (RDE) est liée à la sécurité du système d'information (SI) interconnecté. La détection des défaillances et les contre-mesures appropriées dépendent non seulement de la conception du RDE, mais aussi de l'intégrité du SI, composé du réseau de capteurs, du système de surveillance et de leurs données. Les solutions du projet CoRREau intègrent un « jumeau numérique » connecté aux observations en temps réel et construit à partir d'un modèle hydraulique de RDE, d'une part, et une « ombre numérique » entraînée puis activée à partir de traces du réseau informatique, d'autre part. Les contributions mutuelles du jumeau numérique à la détection d'anomalies, et celle de l'ombre numérique à la résilience globale des deux infrastructures seront analysées, pour préparer un jumeau numérique complet intégrant les deux systèmes. L'optimisation multi-objectifs pour la conception optimale et/ou la détection d'anomalies sera traitée par algorithmes génétiques. Les études de cas sont basées sur des scénarios d'intérêt proposés par le service des eaux d'Eurométropole Strasbourg en France.
	Iota2 : Une chaîne de traitement d'imagerie satellitaire open-source pour l'extraction d'information géographique - <i>Mathieu FAUVEL</i> [CESBIO, INRAE], <i>Clément MALLET</i> [LASTIG, IGN] ; Résumé : La chaîne de traitements iota2 initialement développée pour le CES Produit "Occupation des SOIs" (OSO) dans le cadre du projet TOSCA-CNES éponyme (2015-2018) a permis de lever certains verrous et de proposer la première cartographie d'occupation des sols à l'échelle de la France depuis 2016. Dans le cadre de plusieurs projets nationaux (TOSCA PARCELLE, ANR MAESTRIA ...) des efforts de mutualisation et de capitalisation sur la chaîne de traitements iota2 en favorisant les interactions avec plusieurs CES du pôle THEIA ont été conduits. Cette présentation s'attachera à détailler les possibilités actuelles de iota2, les évolutions à venir ainsi que les collaborations entre le CESBIO et le LASTIG autour de iota2.

11h45 - 13h	<p>Des orthophotographies historiques aux données LiDAR HD : une diversité de sources pour enrichir la cartographie du bocage et les indicateurs associés - David <i>SHEREEN</i> [DYNAFOR, INRAE] ; Résumé : La mise à disposition des données IGN, qu'elles soient récentes (LiDAR HD, MNS photogrammétriques) ou anciennes (orthophotographies historiques) ouvrent de nombreuses perspectives pour cartographier les arbres hors forêt et les haies champêtres, évaluer leur multifonctionnalité et suivre leur évolution. Dans cet exposé, nous donnerons à voir « la science en train de se faire » avec des premiers résultats de reconnaissance automatique de la couverture arborée dans les images anciennes par apprentissage profond ainsi qu'une illustration d'indicateurs LiDAR pour rendre compte de la structure des haies et leur diversité. Ces travaux s'inscrivent dans le développement d'une boîte à outil spécifique à la caractérisation du bocage - HedgeTools – qui a vocation à centraliser des méthodes pour faciliter l'évaluation de la qualité des haies et les services écosystémiques qu'elles offrent.</p>		
	<p>Localisation des aires pour gens du voyage : une source de discrimination ? - Léa <i>TARDIEU</i> [TETIS, INRAE ; CIRE], Antoine <i>LEBLOIS</i> [CEEM, INRAE ; CEE], Antoine <i>SENSIER</i> [AgroParisTech], Philippe <i>DELACOTE</i> [BETA, INRAE ; CEE] ; Résumé : La localisation des aires d'accueil pour gens du voyage est-elle une source de discrimination ? Afin de commencer à répondre à cette question, une base de données a été construite (https://doi.org/10.57745/G1LWND), combinant la localisation des aires pour gens du voyage à un ensemble de variables liées à l'environnement (aménités et désaménités), à l'accès aux services publics, et à un ensemble de données décrivant le contexte socio-démographique des aires, calculées à partir de bases de données géoréférencées publiques. La localisation des aires (accueil, grand passage, petit passage, etc) est obtenue à partir de la fusion entre une extraction d'Open Street Map en 2023 et une couche mise à disposition par Acker (2021). La base finale concerne 1581 aires contre 1351 chez Acker (certaines nouvelles aires n'étant pas détectées dans la base de 2021, d'autres ayant été déplacées ou supprimées). Nous analysons dans un premier temps l'environnement direct des aires d'accueil des gens du voyage pour établir leur exposition aux aménités et désaménités environnementales et leur accessibilité aux services publics. Dans un second temps, nous mobilisons différentes unités de comparaison afin de déterminer si l'on observe des discriminations de localisation des aires d'accueil, d'abord au sein des communes qui en ont établies, puis en comparant les communes qui en ont établies et celles qui n'en ont pas établies.</p>		
	<p>Questionnements et réflexion d'INRAE sur le jumeau numérique - Thierry <i>CAQUET</i> [INRAE] ; Résumé : Cette présentation présente les enjeux du développement de Jumeaux Numériques par l'INRAE, notamment dans le cadre de l'axe 4 du Metaprogramme DIGIT-BIO. La biologie numérique offre de nouvelles possibilités pour surveiller, expérimenter et agir sur des systèmes biologiques et environnementaux, en s'appuyant sur des représentations numériques de ces systèmes et leur mise à jour à haute fréquence, grâce aux technologies de capture et de transmission de l'information. Ces caractéristiques constituent les fondements du concept de « jumeau numérique », dont l'application encore émergente en sciences du vivant et de l'environnement promet de véritables avancées pour anticiper et intervenir sur ces systèmes, dans une vision dynamique et intégrative.</p>		
13h - 14h	Repas		
14h - 14h30	Posters - café		
14h30 - 15h15	<p>Table ronde : Jumeaux numériques et Communs</p> <p>Participants : Gilles CORDE (Program manager, IFPEN), Yann LE YHUELIC (Directeur du Business Development, 1Spatial France), Rémi Montorio (Responsable du jumeau numérique de la Métropole Européenne de Lille), Claude PENICAND (Directeur de la stratégie, IGN) et Perrine RUTKOWSKI (Responsable incubateur Accélérema, Cerema)</p> <p>Animation : Rudy Cambier (IGN)</p>		
15h15 - 15h30	Pause		
	Sessions parallèles		
	Applications des Jumeaux Numériques	Méthodes et applications en télédétection	Tutoriels [salle L-112]
	<p>A scientometric analysis of linkages between urban digital twins and urban simulation models - Juste <i>RAIMBAULT</i> [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Following the trend of smart cities, urban systems have been under an extensive focus for the development of urban digital twins, which are particularly relevant given their complex nature, the abundance of real-time data within cities, and the difficulty of decision-making to manage and design cities over several time scales. In that context, urban simulation models, which have been largely studied for several decades, should be at the core of such approaches, following the standard definition of a twin which mirrors the processes of the twinned system, and for these to have any interest for decision-making. We propose in this contribution a scientometric analysis of effective linkages between these two streams of literature, namely urban digital twins and urban simulation models. We construct a large citation network using open bibliographic data collection tools, and find that despite the fact that many twins use simulation, connections between the fields remain relatively low. This may reflect the fact that existing twins operate mainly at a short time scale, whereas urban simulation deals with slower dynamics. This highlights the need for a higher interoperability and integration between these approaches.</p>	<p>Dense Depth Supervised Neural Radiance Fields for Sparse Satellite Images - Lulin <i>ZHANG</i> [IPGP, IGN], Evelina <i>RUPNIK</i> [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Digital surface model generation using traditional multi-view stereo matching (MVS) performs poorly over non-Lambertian surfaces, with asynchronous acquisitions, or at discontinuities. Neural radiance fields (NeRF) offer a new paradigm for reconstructing surface geometries using continuous volumetric representation. NeRF is self-supervised, does not require ground truth geometry for training, and provides an elegant way to include in its representation physical parameters about the scene, thus potentially remedying the challenging scenarios where MVS fails. However, (1) NeRF and its variants require many views to produce convincing scene's geometries which in earth observation satellite imaging is rare. We present SpS-NeRF - an extension of Sat-NeRF adapted to sparse satellite views. It employs dense depth supervision to estimate surface model and synthetic images with high performance. Besides, (2) the reflectance models used in NeRFs are too simplistic to describe a surface as complex as the Earth's. Therefore, we aim to adopt more realistic reflectance models such as Hapke's model to recover the physical parameters of the scene. With reliable surface and reflectance models recovered from our method, it is helpful in diverse applications, such as improving image correlation performance between different epochs.</p>	

Retour d'expérience sur la construction d'un jumeau numérique d'un projet de construction de tramway - Lionel HENRY [ESRI France] ; Résumé : L'expérience lancée en janvier 2024, à Lyon, réunissait des acteurs du monde de la construction autour des standards numériques (IFC) afin de partager des informations et modèles 3D sur un projet fictif de tramway dans le centre ville de Lyon. Fort de ces données, l'objectif ensuite est la mise en oeuvre d'un jumeau numérique intégrant ses informations et modèles 3D dans leur contexte géographique. Là encore, des standards sont utilisés pour partager des indicateurs, agréger des données en Open data (IGN, CSTB entre autres).

Transferability between two areas of a data-fusion based method for Land Use classification - Martin CUBAUD [LaSTIG, IGN], Arnaud LE BRIS [LaSTIG, IGN], Laurence JOLIVET [LaSTIG, IGN], Ana-Maria OLTEANU-RAIMOND [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Mapping Land Use (LU) is crucial for monitoring and managing the dynamic evolution of the human activities of a given area and their consequential environmental impacts. In this study, a Machine Learning framework, using the the XGBoost algorithm applied to attributes constructed from various heterogeneous spatial data sources, is defined and used to automatically classify LU in the two French departments of Gers and Rhône. It reaches a mean F1 score of 83% and 86% respectively. This research work also assesses the robustness and transferability of the machine learning model between these two highly diverse study areas, and highlights the challenges encountered, that arise mainly from the differences of distribution of the attributes and classes between the study areas. Adding few samples from the test study area allows the model to learn some specificities of the test study area and thus to improve the results. Moreover, the study evaluates the individual contributions of each data source to the accuracy of predictions of the LU classes, providing insights concerning the relevance of each data source in enhancing the overall precision of the Land Use classification. The findings contribute to a validated LU classification workflow, identify valuable data sources, and enhance understanding of model transferability challenges.

Tendances de productivités à l'échelle de sylvoécorégions et de leurs déterminants climatiques - Lionel HERTZOG [LIF, IGN] ; Résumé : En capitalisant sur 40 ans de données de l'inventaire forestier national français, nous avons exploré les tendances de la productivité forestière au niveau régional. Les résultats montrent des tendances contrastées entre les régions étudiées, les régions situées dans des zones climatiques plus chaudes montrant des tendances linéaires négatives de la productivité au cours de la période étudiée et les régions situées dans des zones climatiques plus froides montrant des tendances en forme de cloche. Ces résultats impliquent que la poursuite et l'exacerbation du changement climatique au XXIe siècle exerceront une pression supplémentaire sur la productivité des forêts, impactant le potentiel de puits de carbone des forêts et réduisant les possibilités de prélèvement durable de bois.

Quels sont les obstacles à une représentation réaliste des déformations du sol avec les GNSS ? - Kevin GOBRON [IPGP, IGN] ; Résumé : Les systèmes de navigation globaux par satellites (GNSS) permettent l'estimation de séries de positions de stations GNSS réparties sur le territoire français, et dans le monde entier. Ces séries forment une représentation numérique des déformations du sol précise à quelques millimètres. La disponibilité d'une description aussi précise des déformations est essentielle à bon nombre d'applications civiles et scientifiques, allant de l'auscultation d'ouvrages d'art à l'étude du niveau des mers en passant par la réalisation du repère international de référence terrestre (ITRF) qui est le socle de base du positionnement précis sur notre planète. Face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques induites par notre occupation du sol, le besoin de planification territoriale durable (sur plusieurs décennies) requiert, pour des soucis de prédictions, une estimation des déformations du sol précise à une fraction de millimètre par an. Un tel objectif demande de surpasser notre capacité à estimer et modéliser les déformations à la surface de la terre à l'aide des GNSS. Aussi, dans cette présentation, nous allons exposer les principaux obstacles à une représentation ultra-précise des déformations du sol avec les GNSS, ainsi que les pistes de travail initiées au sein de l'équipe de géodésie de l'IGN/IPGP.

15h30 -
16h30

Tutoriel MicMac - Mehdi
DAAKIR [LaSTIG, IGN],
Marc PIERROT-
DESEILLIGNY [LaSTIG, IGN]

Construction of geo-commons by communities of practice: the case of orienteering maps generation from open LIDAR data - *Juste RAIMBAULT* [LaSTIG, IGN] ; Résumé : One important aspect of geo-commons lies in the diversity of their sourcing, and consequently in the possibility of crowdsourcing by domain experts in very specific contexts, enabled by the open sourcing of raw data, tools and methods. We propose in this contribution to illustrate such processes of geo-commons construction through the niche domain of orienteering maps generation from open LIDAR data. Forest orienteering maps have a large scale (1/10000 for middle distance and 1/15000 for long distance) and a quasi exhaustive description of topographic details, implying a very high production cost by expert cartographers. Although the interpretation and selection part remains crucial and fieldwork still necessary, base map automatic generation from LIDAR data has shown a significant potential in reducing mapping costs and times, but also in empowering runners to train on previously unmapped terrains. The free software Karttapullautin has allowed communities of practice of orienteering mappers in several countries (Norway, Finland, Switzerland, France, Spain, New Zealand) to systematically generate maps across an unprecedented coverage. We detail the different production contexts, in which institutional or private partners can be involved. Future work will include interviews with stakeholders in the various country contexts, to better understand stakes at play during the construction of geo-commons.

Les jumeaux numériques au service de la sécurité des ponts - *Dominique SIEGERT* [COSYS, UGE], *Frédéric BOURQUIN* [COSYS, UGE] ; Résumé : Cette communication vise à présenter les principaux résultats du projet Ponts connectés IA2 (Indicateur Adimensionnel par Instrumentation et Assimilation de données pour le contrôle de santé des ouvrages : application aux affouillements) et proposer des perspectives pour le développement de jumeaux numériques sur la base du retour d'expérience du projet. Le projet IA2 a été porté par la société Sixense en partenariat avec l'université Gustave Eiffel, Cofiroute et le département du Lot (46). Deux ouvrages réels représentatifs de 2 familles d'ouvrages, les ponts mixtes et les ponts voûte en maçonnerie, ont été modélisés et instrumentés : pont bipoutre mixte de l'A85 sur la Loire et le pont voûte de Gagnac sur Cère (Lot). Des approches spécifiques aux deux familles de ponts ont été développées pour détecter et localiser des désordres structurels liés aux affouillements des fondations ou endommagements des voûtes en maçonnerie. L'approche conséquentielle adoptée pour prévenir l'affouillement des piles de ponts mixtes repose sur le traitement des vibrations ambiantes excitées par le trafic et l'identification robuste aux effets thermiques de la diminution des raideurs de fondation. La validation de la méthode se fonde actuellement sur la maquette numérique du pont mixte de l'A85 et sur des scénarios virtuels d'endommagement. Les développements futurs nécessaires pour finaliser l'outil ciblent le couplage de la maquette numérique au protocole d'instrumentation et d'analyse modale opérationnelle avancée. Dans le cas de la famille de pont en maçonnerie, l'approche développée repose sur la mesure de la déformation des voûtes. Par ailleurs, à partir d'un a priori sur les zones du pont les plus susceptibles d'être endommagées, et les modes de dégradation les plus susceptibles de se produire, la maquette numérique permet d'optimiser le nombre, la position et le type de capteurs à installer sur le pont à surveiller pour en permettre la détection, avec forte probabilité, d'une grande gamme de dégradations potentielles. Une fois les capteurs adaptés mis en place, sous passage d'un convoi de poids connu, l'émergence de ces endommagements se détecte à partir des données de capteur, sans calcul.

16h30 -
16h45

Pause

Sessions parallèles

Modèles et production de données

Un tableau de bord collaboratif des évolutions de bâtiments et de la densification - *Bénédicte BUCHER* [LaSTIG, IGN], *Mouhamadou NDIM* [LaSTIG, IGN], *Ana-Maria OLTEANU-RAIMOND* [LaSTIG, IGN], *Juste RAIMBAULT* [LaSTIG, IGN], *Julien PERRET* [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Cet article présente la conception d'une infrastructure de données géographiques sur les évolutions des bâtiments dédiée aux études comparatives de densification des zones urbaines en France, en Allemagne et au Royaume-Uni, au cours de la dernière décennie. Ces données d'évolution sont dérivées des données d'autorité nationales disponibles dans chaque pays, et de l'analyse de leur documentation détaillée pour distinguer les biais introduits par des évolutions des produits utilisés sur la période. Notre proposition étudie l'implication de différents experts requis pour la production des données, la gestion de leur qualité et la documentation des données produites : experts des produits sources, experts des traitements, utilisateurs SIG, experts locaux en densification, scientifiques étudiant le phénomène de densification.

Visualisation, cartographie et interaction utilisateur

Exploration de la théorie de l'ancrage pour les cartes panscalaires - *Maieul GRUGET* [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Nous émettons l'hypothèse que, dans l'espace virtuel des cartes pan-scalaires interactives, c'est-à-dire des cartes web interactives, multi-échelles et zoomables, les éléments cartographiques perçus par l'utilisateur de la carte lors d'un zoom peuvent imiter les qualités des ancrages ou des points de repère du monde réel pour aider l'utilisateur à se localiser ou à localiser des objets. Cet article explore la présence et les caractéristiques de ces ancrages cartographiques potentielles à travers l'analyse de dessins numériques se superposant sur des vues de cartes interactives, recueillis à l'aide d'une enquête en ligne. Nos résultats nous permettent d'identifier les ancrages cartographiques potentielles, de les caractériser dans leur variabilité stylistique, d'identifier des logiques similaires malgré les variations de localisation, et de discuter les variables d'anchorness.

Tutoriels [salle C-310]

Modèle de classification pour l'inférence de la précision spatiale des bâtiments d'OSM avec des indicateurs intrinsèques - *Arnaud LE GUILCHER* [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Pour évaluer la qualité des données de la base OSM, les similarités entre les objets de la base OSM et leurs homologues dans une base de référence peuvent constituer des métriques pertinentes. Cependant, de telles bases de référence n'existent pas partout, ou ne sont pas nécessairement en libre accès. C'est pourquoi il peut être intéressant de disposer de méthodes d'évaluation de la qualité se fondant exclusivement sur des indicateurs intrinsèques (c'est-à-dire des indicateurs calculés uniquement à partir des données elles-mêmes, sans utiliser d'informations extérieures). Dans cette étude, nous utilisons la distance radiale (entre un bâtiment OSM et son homologue dans la base de référence) comme mesure-cible pour évaluer la qualité de forme des bâtiments, avec pour objectif d'entraîner un classifieur utilisant les forêts aléatoires, et utilisant comme entrées des indicateurs intrinsèques, pour déterminer si la distance radiale, pour un bâtiment OSM donné, est supérieure ou inférieure à un certain seuil. Le classifieur est évalué sur un premier jeu de donnée en calculant la courbe ROC (Receiver Operating Curve, courbe exprimant les performances de l'algorithme pour l'ensemble des seuils de détection possibles) et en utilisant l'aire sous la courbe (Area Under Curve, AUC) comme métrique de performance. La transférabilité du classifieur est ensuite évaluée en mesurant sa performance sur un second jeu de données distinct. Les expériences montrent que le classifieur a des résultats raisonnablement bons sur chacun des deux jeux de données, et que les indicateurs intrinsèques donnent des informations pertinentes pour évaluer la qualité de forme des bâtiments.

Produire automatiquement des orthophotos du XXème siècle : évaluation et maturation de la chaîne HIATUS - *Célestin HUET* [SIMV, IGN] ; Résumé : Hiatus est une chaîne de traitement presque entièrement automatisée pour reconstruire des orthophotos à partir des images argentiques acquises tout au long du XXème siècle et qui ont été numérisées dernièrement. Jusqu'à présent, une première couverture de la France entière a été produite à partir d'images de 1945 à 1965, sous le nom de BD Ortho historique. Cependant, cette production a nécessité de nombreuses opérations manuelles, principalement pour saisir les points d'appuis. Hiatus permet de produire ces orthophotos avec un nombre d'opérations manuelles particulièrement réduit pour un résultat tout aussi satisfaisant. L'enjeu est de taille car l'IGN possède plus de 3,5 millions d'images argentiques numérisées, acquises au cours de plus de 26000 chantiers, que ce soit en France métropolitaine, dans les DOM-TOM ou dans les anciennes colonies. Hiatus permet notamment de répondre à plusieurs défis techniques : recherche de repères de fond de chambre, construction d'orthophotos, recherche de points d'appuis et égalisation radiométrique. Hiatus traite indifféremment les images en couleur (RVB ou IRC) ou bien les images à un seul canal (panchromatique ou infrarouge).

16h45 -
17h45

Modélisation et instanciation d'un modèle de données routières pour le cyclisme - *Raphaël BRES* [LIFAT, Université de Tours ; LaSTIG, IGN], *Veronika PERALTA* [LIFAT, Université de Tours], *Arnaud LE GUILCHER* [LaSTIG, IGN], *Thomas DEVOGELE* [LIFAT, Université de Tours], *Ana-Maria OLTEANU-RAIMOND* [LaSTIG, IGN], *Cyril DE RUNZ* [LIFAT, Université de Tours] ; Résumé : Les mobilités évoluent de nos jours vers l'utilisation du vélo venant compléter ainsi l'usage transports en commun. Cette évolution s'accompagne d'une forte volonté de la part des acteurs municipaux d'aménager des nouvelles infrastructures cyclables, qui ont connu un essor notamment depuis les confinements liés à la COVID-19. Ces changements de mobilités demandent des améliorations dans les modèles de données routières car la mobilité à vélo requiert des informations inutiles pour d'autres usagers du réseau routier de la BDTOPO. Malgré certains ajustements dans le modèle de données routières de la BDTOPO, l'acquisition de ces nouvelles données est coûteuse et l'IGN a mis en place une politique de remplissage au fur et à mesure des grandes campagnes de mise à jour des données. Cela amène par exemple de grands manques dans le nombre de bandes cyclables dans la région Centre Val-de-Loire qui n'en compte que 4 dans la BDTOPO contre 1586 dans OpenStreetMap (OSM). De plus les changements que l'IGN peut apporter au modèle routier sont limités car il faut conserver la cohérence existante pour le réseau des véhicules à moteur ainsi que piéton. Dans ce contexte, l'objectif de cette présentation est de présenter une proposition d'un modèle générique du réseau routier orienté utilisateur, c'est-à-dire enrichi avec des nouvelles caractéristiques qui peuvent être extraites de sources de données variées tel que OSM, le modèle numérique de terrain, de données de fréquentations et d'accidentologie, etc. Ce modèle permet par exemple, la génération des itinéraires à vélo en fonction des différents types d'utilisateurs (le plus rapide pour un trajet domicile travail, le plus sécurisé pour du loisir avec des enfants), le calculs de différents indicateurs de cyclabilité. Nous présentons également, l'instanciation de notre modèle avec l'ensemble des données de la BDTOPO.

L'oculométrie au service de la cartographie - *Laura WENCLIK* [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Les cartes pan-scalaires, c'est-à-dire les cartes multi-échelles interactives que l'on peut manipuler sur le Géoportail ou Google Maps, sont des outils adoptés par le grand public et les professionnels, grâce à leur facilité d'utilisation sur un téléphone ou un ordinateur. Mais le mode d'utilisation réel de ces cartes est peu étudié et cela manque quand il s'agit d'améliorer le design de ces cartes. Une manière d'étudier le comportement des utilisateurs est d'utiliser l'oculométrie. Dans cette présentation nous présentons deux expériences durant lesquelles nous avons utilisé l'oculométrie. Dans la première, nous étudions où les utilisateurs regardent pendant des interactions de type pan ou zoom. Dans la deuxième, nous étudions le regard pendant les toutes premières secondes face à une carte, durant la phase dite pré-attentive.

Tutoriel OpenMOLE - *Juste RAIMBAULT* [LaSTIG, IGN], *Paul CHAPRON* [LaSTIG, IGN], *Julien PERRET* [LaSTIG, IGN], *Maxime COLOMB* [ASCI, INRIA-Saclay ; LaSTIG, IGN]

Quantification des risques auxquels sont soumis les cyclistes lors de leurs trajets quotidiens - Emmanuel CLEDAT [LaSTIG, IGN] ; Résumé : "Quel est le principal motif qui dissuade les potentiels cyclistes d'utiliser le vélo pour effectuer leurs trajets quotidiens ? Ce n'est ni le froid, ni le vent, ni la pluie. Ce sont les dangers de la route : la peur de subir un accident avec des conséquences dramatiques pour le cycliste et sa famille. Améliorer les conditions de sécurité des cyclistes pourrait libérer un énorme potentiel pour promouvoir une mobilité sportive, économique et éco-responsable. Notre projet a pour but de quantifier rigoureusement l'ensemble des dangers que subissent les cyclistes lors de leurs trajets, de manière à mieux cibler les actions concrètes pour l'amélioration de leur sécurité. Pour cela, nous avons équipé un vélo avec des LIDARs (Light Detection and Ranging : capteurs de distances), un capteur imageur et une antenne GNSS. Les résultats de notre récolte de données permettront d'établir des statistiques précises qui orienteront des mesures concrètes pour améliorer la sécurité des cyclistes. Campagnes de sensibilisation ciblées visant l'ensemble des usagers de la route ; des modifications de la législation (distance minimale au dépassement, limitations de vitesse); des conseils de conduites à destination des cyclistes et des autres usagers de la route; une amélioration des infrastructures routières pour les cyclistes. Ainsi, ce projet sera une contribution pour promouvoir le cyclisme pour les trajets utilitaires et pour le loisir, de manière à développer une mobilité positive pour la santé, pour le confort des habitants vivant près d'une rue ou d'une route et pour l'environnement (pollution de l'air, pollution sonore, pollution de gomme de pneu, emprise au sol, etc).

Les multiples facettes du design de cartes interactives - Quentin POTIÉ [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Comment fabriquer une bonne carte ? Et d'ailleurs qu'est-ce que ça veut dire "une carte", en 2024, alors que nous utilisons tous des téléphones ? Nous verrons à travers cet exposé comment le design cartographique a évolué au cours de ce dernier quart de siècle et en quoi il est intimement lié à nos appareils électroniques et à nos habitudes d'utilisation. Nous introduirons ensuite les concepts de carte pan-scalaire et d'ancre cartographique puis nous verrons comment ils peuvent nous aider à construire de meilleures cartes interactives.

- Posters**
- Mass redistributions at the core-mantle interface from satellite gravity** - Charlotte GAUGNE [IPGP, CNES] ; Résumé : Measured by GRACE satellites from 2002 to 2017, spatio-temporal variations in the Earth's gravity field can provide us new constraints on mass redistributions at the core-mantle boundary. To search for such deeper signals, we compare the observed gravity signals with gravity variations associated with water cycle sources. Here we present and discuss the results of our investigations.
- Radiance Fields Refinement for Unconstrained Scenes** - Karim KASSAB [LaSTIG, Criteo] ; Résumé : Modeling large scenes from unconstrained images has proven to be a major challenge in computer vision. We employ pre-trained networks to refine K-Planes representations via conditioned optimization guidance using an alternating training procedure. We carry out extensive experiments and verify the merit of our method on synthetic data and real tourism photo collections. Our method enhances rendered scenes with richer details and outperforms the state of the art on the task of novel view synthesis in-the-wild.
- A tool for 3D manipulation on CityGML objects** - Florent GENIET [LaSTIG, IGN] ; Résumé : The project of creating a digital twin of the french territory implies a lot of challenges. The first one is the creation of large 3D urban dataset. This step involves large 3D reconstruction process, to create 3D models from point cloud data. The solution we propose in our research is to create a semi-automatic process to combine the skills of the operators of the IGN, who are able to create models with very few errors, and the capability of automatic process, which can deal with large data with mistakes only on the tricky buildings. Some of the automatic process that exist already give satisfying results on most of the classic buildings. So now, what we need is a tool to allow operators to apply some corrections the 3D models. The creation of this tool is today the heart of this project. An other challenge is to represent the data properly, with all the aspects that a digital twin require (metadata on the buildings, organisation of the buildings in several parts...). The norm CityGML gives a good idea of what such a data should look like. But this norm is so rich that today, there exist only partial implementation of this norm. To respond to this challenge of representation of the data, we also want to create our subset of the CityGML norm, subset that should only contain the needed informations.

Analyse sémantique computationnelle et spatialisée du corpus des Cahiers citoyens : Caractérisation de "corpus de petite taille" - Sami GUEMBOUR [LaSTIG, Univ. Eiffel] ; Résumé : Le Grand débat national (GDN) a été organisé en France de janvier à mars 2019 en réponse au mouvement des Gilets jaunes. Il visait à consulter tous les Français sur quatre sujets majeurs de société. Différents modes de participation ont été mis en place, tels que des réunions, des cahiers citoyens et une plate-forme de consultation en ligne. Les cahiers citoyens ont généré un corpus textuel considérable, avec plus de 19 000 cahiers contenant environ 40 millions de mots. Ces contributions sont plus libres et abordent une variété de sujets choisis par les participants. Le corpus des contributions en ligne du GDN a déjà fait l'objet de diverses études en traitement automatique des langues, tandis que le corpus des cahiers citoyens a été principalement étudié de manière qualitative et à petite échelle. L'objectif de cette thèse est d'effectuer une analyse sémantique et spatialisée des contributions des cahiers citoyens afin de permettre une comparaison basée sur des critères géographiques et territoriaux. L'analyse s'appuiera sur l'identification des thèmes abordés dans les contributions et permettra d'extraire et d'explicitier les profils sémantiques les plus saillants. Ces profils pourront ensuite être contrastés pour analyser et comparer les contextes d'utilisation des contributions. L'ensemble des contributions des cahiers citoyens ou une partie spécifique basée sur des critères textométriques, thématiques, sociologiques ou démographiques pourront être étudiés. L'hypothèse de cette analyse est que les problématiques pertinentes et les commentaires associés dépendent non seulement des caractéristiques des contributeurs, mais aussi de leur localisation géographique, incluant des facteurs tels que la ruralité, l'accès aux services et la proximité des grands axes de transport. Le défi principal sera de déterminer à partir de quelle taille un sous-corpus peut être caractérisé de manière significative. Les critères de sélection peuvent aboutir à des sous-corpus de petite taille, ce qui peut affecter la qualité des résultats des modèles d'analyse sémantique. En parallèle du GDN, d'autres plates-formes de consultation ont été créées, telles que le Vrai débat et Entendre la France, qui ont généré d'autres corpus de contributions. L'analyse systématique du corpus des cahiers citoyens permettra de comparer les thèmes abordés dans les contributions des différentes plates-formes et d'évaluer l'impact du dispositif de consultation sur les profils des contributions. Cette analyse constitue un autre défi de la thèse.

Reconnaissance de lieu à grande échelle à partir de nuages de points 3D - Chahine-Nicolas ZEDE [LaSTIG, Univ. Eiffel] ; Résumé : L'objectif de la thèse est de proposer une méthode de recherche, fondée sur les nuages de point, pour retrouver une scène observée, comme un scan d'un croisement, d'une rue ou d'un quartier dans un jeu de données géoréférencé. Un second objectif de la thèse est de proposer une solution qui puisse être efficace à grande échelle. Une proposition est d'appliquer à des données 3D, le principe de recherche de DSI-QG (Derivative Search Index with query generation), jusque-là utilisé pour la recherche d'informations dans un grand corpus de texte, en combinant les étapes d'indexation et de recherche. Pour l'adapter à ces données, on utilise un transformer SPT (Sparse Pyramid Transformer), issu de GD-MAE (Generative Decoder for Masked Auto-Encoder) pour la description multi-échelle du nuage en 3 niveaux. On a ainsi une description de la scène à l'échelle du point, des voxels et des groupes de voxels. Des modèles de vision-to-text sont ajoutés pour associer à chaque requête un indice. En 3D, cela revient à conserver de manière implicite les informations caractéristiques d'un lieu. Pour un nuage de points en entrée, on obtient une liste des indexes des positions les plus probables de la requête d'entrée. Cette méthode est évaluée sur plusieurs jeux de données LiDAR, comme KITTI ou MulRAN, qui ont subi des perturbations (bruits, occultation, rotation etc...).

Lire une carte comme une BD - Bérénice LE MAO [LaSTIG, IGN], **Guillaume TOUYA** [LaSTIG, IGN] ; Résumé : Bien que les cartes interactives ne cessent d'être utilisées, aussi bien par des utilisateurs non spécialistes qui aiment visualiser un trajet en voiture sur Google Maps ou par des professionnels qui doivent intervenir sur le terrain, ces supports manquent encore de concepts clairs théorisant l'outil. Désignées comme des applications interactives zoomables composées de nombreuses cartes à différentes échelles, où chaque représentation à une échelle individuelle est incomplète pour faciliter la navigation à échelle variable, les cartes pan-scalaires manquent encore d'une théorie bien définie pour leur conception à échelle variable. Ces lacunes peuvent parfois faire défaut aux concepteurs de cartes, incertains des bonnes pratiques de design pan-scalaire à adopter. Cela se traduit par de nombreuses cartes à échelles variables qui respectent principalement les critères de qualité établis pour les cartes statiques traditionnelles. Cependant, nous soutenons que la considération première dans la conception à échelle variable devrait être l'articulation de ses représentations, avant d'évaluer la qualité de chaque carte. La progressivité d'une carte interactive reste toutefois trop abstraite pour pouvoir pleinement l'utiliser. C'est pourquoi nous avons décidé d'examiner d'autres médias plus théorisés tels que la bande dessinée, le cinéma ou encore la musique, afin d'explorer leur manière d'intégrer la progressivité dans l'articulation de leur séquence d'images statiques juxtaposées. A l'image du monteur au cinéma, le cartographe dispose d'une diversité de choix possibles afin de jouer sur le rythme, le sens et la cohérence d'une carte.

Semantic edge collapse - Grégoire GRZECZKOWICZ [DGA ; LaSTIG, IGN] ; Résumé : Les systèmes d'acquisitions actuels permettent de générer des représentations 3D sous forme de maillage de très grandes résolutions. Néanmoins, lorsque la géométrie le permet, ces maillages peuvent être simplifiés localement avec une perte minimale d'information (au niveau des surfaces planes notamment). Notre apport consiste en une méthode de décimation des maillages qui repose sur la contraction d'arêtes et prend en compte une information sémantique surfacique pour aligner les arêtes finales du maillage sur les frontières sémantiques.

Etablissement d'une méthode low-cost de collecte de vérité terrain pour l'étude de la précision de traces GNSS de randonneurs en forêt - Paul CALLOCH [ENSG], **Brice LABBE** [ENSG], **Lorine PESEUX** [ENSG] ; Résumé : Afin d'améliorer la BD Topo de l'IGN, nos commanditaires cherchent à établir une méthode permettant de géolocaliser les sentiers de randonnée grâce aux données collectées par les objets connectés des coureurs ou des cyclistes (téléphones, montres connectées). Pour qu'ils puissent évaluer leurs résultats, nous sommes en charge d'établir une méthode low-cost, c'est-à-dire facile, rapide et pas chère permettant de géolocaliser des sentiers en forêt. En somme, il s'agit de trouver une méthode de traçage de sentier dont les résultats servent de vérité terrain.

Coriveriolis : la force de Coriolis rend-elle les rives des rivières dissymétriques ? - Loïs BILHERAN [ENSG], **Joanna GOSSE** [ENSG], **Félix MERCIER** [ENSG] ; Résumé : La force de Coriolis est une force inertielle s'appliquant à un objet en mouvement lorsqu'il est observé depuis un référentiel en rotation, déviant sa trajectoire orthogonalement au mouvement. Tous les objets en mouvement à la surface du globe subissent cette force. Elle influe notamment sur le sens de l'enroulement d'un cyclone, le sens des courants marins... Nous nous demandons donc si elle peut affecter le déplacement de l'eau d'un cours d'eau.

Analyse de données issues de capteurs LIDAR montés sur un vélo pour étudier les risques auxquels sont soumis les cyclistes lors de leurs trajets quotidiens - *Gabin BOURLON* [ENSG], *Alexandre ESTEOULLE* [ENSG], *Elisabeth GIROUX* [ENSG] ; Résumé : Dans cette étude, on s'intéresse au principal frein d'utilisation du vélo pour les trajets quotidiens : le comportement des automobilistes envers les cyclistes. Pour cela, Emmanuel Clédat a développé un module d'acquisition permettant de mesurer les distances de dépassement par LIDAR. Grâce à celui-ci, il a pu relever de nombreux dépassements en faisant varier son type de conduite. Le type « débutant » se résume à serrer le trottoir en maintenant une vitesse plus faible. Et au contraire, un cycliste « confirmé » s'écarte du trottoir avec une plus grande allure. En étudiant les données recueillies, nous avons pu étudier l'impact de ces paramètres sur les comportements des automobilistes.

Classification du combustible forestier à l'aide des données LiDAR HD et Sentinel2 pour la modélisation du risque incendie - *Eliot BARRIERE* [ENSG], *Amaury BLOTIN* [ENSG], *Mathurin PAIN* [ENSG] ; Résumé : Dans quelle mesure les nouvelles données LiDAR HD en cours d'acquisition sur toute la France peuvent-elles aider à la prévention des feux de forêt, dans le cadre d'une classification du combustible ? La prévention de feux de forêt est un enjeu croissant dans le monde d'aujourd'hui. Dans le cadre de cette problématique, on a étudié la pertinence d'un type de données en pleine démocratisation : le LiDAR (Light Detection And Ranging) HD.

Etude de corrélation entre la distribution spatiale de la végétation en milieu urbain et la présence de colonies de moineaux - *Romain COIN* [ENSG], *Axel DEBOCK* [ENSG], *Laure GREGOIRE* [ENSG] ; Résumé : Ce projet, initié par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), s'inscrit dans le contexte d'une disparition alarmante des moineaux domestiques en milieu urbain (Bernat-Ponce, 2020). Entre 2003 et 2016, 72% des moineaux parisiens ont disparu. Ce qui est surprenant puisque les moineaux domestiques sont une espèce anthropophile, ils nichent notamment dans des habitations humaines (cavités). L'objectif de notre recherche fut de mieux comprendre leur mode de vie et d'identifier les éléments nécessaires à leur survie, plutôt que de proposer directement des solutions à leur disparition. Pour cela nous avons cherché à étudier l'environnement proche des colonies de moineaux, car nous savons de la littérature que le déplacement des moineaux est limité à une centaine de mètres, tout au plus, autour de leur colonie (lieux de nidification). Ainsi, nous avons étudié d'une part la distribution de la végétation autour des colonies, et d'autre part les structures du bâti occupé par les moineaux. Des données sur la localisation des colonies de moineaux fournies par la LPO (voir ci-contre) nous ont permis d'analyser le voisinage des colonies selon les deux axes indiqués précédemment.

Tracer l'utilisation des cartes web pour mieux comprendre leur utilisation - *Rieulle BRUSQ* [ENSG], *Lilia CAMPO* [ENSG], *Vanessa PECH* [ENSG] ; Résumé : Les cartes web interactives sont largement utilisées, par des personnes averties ou non. Puisqu'il n'existe pas encore de formation ou de guide pour se les approprier, les habitudes et comportements face à ces cartes sont très variés. Notre but est de concevoir des outils qui permettent d'identifier ces comportements d'utilisation et d'évaluer leur impact carbone, afin de mieux les comprendre.