

SCIENCE & TECHNOLOGIE : UN ROBOT APPORTE SON CONCOURS

AUX ABEILLES. Comme vous le savez **plusieurs arbres et fleurs ont besoin de la pollinisation** pour se reproduire et apporter fruits et légumes à l'alimentation variée et équilibrée de l'homme. Plus **de 70 % des cultures.** Quasiement tous les fruits, légumes, oléagineux et protéagineux, épices, café et cacao en dépendent très fortement. «Les abeilles et autres pollinisateurs sont



essentiels à la sécurité alimentaire et à la nutrition», résume l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). **La disparition des abeilles à miel occidentales** (l'une des dix espèces mellifères) suscite une profonde inquiétude, car plus de **90 cultures commerciales sont tributaires** de celles-ci pour leur pollinisation ; c'est le cas notamment des avocats, des pastèques, des melons

et des arbres fruitiers comme les pêchers, les pruniers, les amandiers et les pommiers, qui constituent, pour le seul pays Les Etats-Unis, un marché total de 10 milliards de dollars. **Un nombre considérable d'abeilles ont disparu** depuis quelques années. **Ce phénomène est appelé le syndrome d'effondrement.** Plusieurs facteurs en sont la cause : Les pesticides, les parasites comme le Varroa destructor (un acarien dévastateur), les insectes nuisibles dont le frelon d'Asie; l'intervention de l'homme avec la monoculture intensive, et la disparition de champs de fleurs. La dérégularisation du climat avec de très fortes chaleurs dans les périodes de butinage mais aussi les inondations. Selon l'ONU, les « pollinisateurs ont un taux d'extinction qui suivant les différentes régions du monde **est aujourd'hui de 100 à 1 000 fois plus élevé que la normale** .En Israël, entre 20 et 30% des ruches disparaissent chaque année. Au Maroc dans la région de Béni Mellal-Khénifra [centre du pays], la perte subie et de 100 000 ruches (sources de l'Union des apiculteurs du Maroc). Un recensement officiel du pays en 2019 comptabilisait 910 000 ruches exploitées par 36 000 apiculteurs. En Israël, on a constaté la disparition complète de l'abeille à miel syrienne, Elles ont dû être remplacée par une variété italienne. Aujourd'hui, on compte environ **trois millions de colonies d'abeilles commerciales aux Etats-Unis, 620 000 en Europe et 120 000 en Israël**. A



terme, les « cultures nutritives » (fruits, noix, légumes) risquent d'être remplacées par des « cultures vivrières » (riz, maïs, pommes de terre). Ce qui va favoriser « **des régimes alimentaires déséquilibrés** », **s'inquiètent les**

Nations unies. La start-up israélienne Beewise d'une centaine de personnes a élaboré **des ruches robotisées**, qui surveillent les abeilles en permanence. Son objectif est de réduire la mortalité des abeilles, et ainsi garantir une sécurité alimentaire. Les conteneurs disposants des robots sont comme des ruches en bois. Le conteneur appelé "Beehome" peut **abriter jusqu'à l'équivalent de 24 ruches**. Les robots sont équipés de capteurs qui leur permettent de savoir ce qu'il se passe dans « les cadres » des ruches. Ils apportent à celles-ci les températures appropriées et soignent les abeilles en distribuant automatiquement du sucre, de l'eau, des médicaments. Netaly Harari est la directrice des opérations de Beewise. Ce dispositif ne remplace pas le rôle de l'apiculteur mais l'accompagne dans les différentes étapes du processus de

Prochaine édition

PRESENTATION DE LA VISITE D'UNE CARRIERE DE LA PIERRE DE CAEN

qui a servi à la construction de la Cathédrale de Canterbury en Angleterre 1425 et au Mémorial de Caen en en 1986.

Les galeries sont en-dessous d'un quartier nouveau de la ville de Caen.

DES TECHNOLOGIES RECENTES AU SERVICE DES FORÊTS: LE LIDAR ET SES DIFFERENTES COMPOSANTES

A ce jour **62.000 hectares** de forêts ont brûlé dans l'année en cours, selon le Système européen d'information sur les incendies de forêt (EFFIS). **Quels sont les outils et techniques qui permettent d'engager des mesures de préventions aujourd'hui ?** Des nouvelles techniques de mesure peuvent être utilisées et une véritable gestion des forêts devrait être mise en œuvre avec des actions de bon sens sur terrain. Nous avons battus tous les records de chaleurs en France et dans de nombreux pays du monde. Les technologies du LIDAR permettent de cartographier les zones forestières, identifier différentes essences d'arbres, relever les accès des moyens terrestres contre les incendies, prévoir les travaux d'aménagement naturelles de barrières anti-feux, repérer les zones de débrous-



saillage. Il est grand temps de réorganiser la gestion du paysage forestier et de responsabiliser les propriétaires forestiers. **La problématique concerne toute la France : plus de 30% du territoire est recouvert de forêts,**

(*Suite 1 robot abeille*) soins apportés aux abeilles. via une application informatique sur ordinateur. L'apiculteur peut alors intervenir à distance ou sur place depuis son ordinateur. **Ces ruches robotisées fonctionnent à l'énergie solaire.** Ce dispositif de ruches robotisées peut extraire du miel, grâce à une centrifugeuse intégrée. Une centaine de ces ruches robotisées ont déjà été déployées en Israël et une dizaine aux Etats-Unis. Beewise a pour objectif d'entrer sur le marché européen dans les deux ans à venir. Le professeur Sharoni Shafir (*de la Faculté d'Agriculture de The Hebrew University of Jerusalem*) qui dirige le centre d'étude des abeilles de l'université indique que cette technologie peut aider à protéger les colonies d'abeilles de plus en plus fragilisées. Un apiculteur peut mettre plusieurs mois à se rendre compte d'un problème. Avec le robot, il peut s'occuper du problème en temps réel, cela réduit la mortalité des abeilles. Une étude réalisée en 2016 publiée dans la revue scientifique Actes of the national Academy of sciences montre les **quantités importantes d'Oméga 3 ingurgitées par les Abeilles.** Les omégas 3 sont nécessaires et importants pour la santé des humains et des mammifères. Des carences de ces derniers sont à l'origine de troubles de l'attention, de la mémoire, des troubles cognitifs des dépressions peuvent aussi en découler. Les abeilles se nourrissent des sucres des nectars diversifiés des fleurs qui jouent un rôle de protéines. **Un régime alimentaire faible d'omégas 3 pour les abeilles** provoque pour elles des troubles de reconnaissance entre le sucre et le salé. Il est constaté que la teneur d'oméga 3 est **beaucoup moins élevée avec des plantes et fleurs de production en monoculture.** Les carences en Oméga 3 rendent les abeilles plus faibles pour parcourir les distances de leur ruche et à leur zone d'activité. Elles sont diminuées pour résister à des agresseurs parasites qui peuvent les attaquer. Elles peuvent avoir des troubles d'orientation et ne plus repérer leur ruche. Les cultures intensives de tournesols et de céréales aux USA de plus en plus étendues sont pauvres en Oméga 3 alors qu'ils contiennent beaucoup d'Oméga 6. En Israël et en Australie les eucalyptus sont nombreux et sont plantés pour le bois mais aussi pour le miel sont faibles en Oméga 3. L'expérience montre que la diversité des fleurs et des arbres pollinisés sont les pistes de solutions pour retrouver des abeilles. Et **les spécialistes préconisent dans les champs à production monoculture d'au moins réserver des espaces pour des plantes à polliniser et d'accroître dans la diversité des plantes quelques soient les lieux du monde.** En effet 723 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 52 % des terres arables, 14 % de la surface agricole mondiale en 2020/2021. Le blé, l'orge et le maïs sont les principales céréales des surfaces agricoles. Le sol consacré aux autres céréales (avoine, seigle, sorgho...) devrait augmenter de 1,1 % entre 2021 et 2031. Les abeilles sont les plus importants pollinisateurs. Les bourdons sont aussi acteurs de pollinisation de plus de 110 cultures. Leur population est en baisse car ils sont très sensibles aux variations climatiques. Les frelons européens sont aussi pollinisateurs ils se nourrissent essentiellement de mouches contrairement à leurs homologues chinois qui attaquent et se nourrissent d'insectes variés dont les abeilles. La diminution importante des abeilles insecte pollinisateur présente **une double perte pour l'homme.** Elles sont actrices dans la survie de plusieurs arbres fruitiers, légumineuses, arbustes. Ces différentes espèces monosexuées dites "dioïques", (*se dit d'une plante dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des plantes différentes, nécessitant une pollinisation*). On peut citer parmi tant d'autres ceux que nous trouvons dans nos régions, (*sans compter les différentes variétés de fleurs, et plantes médicinales utilisées par l'industrie pharmaceutiques.*) Les fruits



(*Suite 2 robot ruche* à noyau (prune, pêche, cerise, abricot) Les fruits à pépin (pomme, poire, raisin, coing) Poiriers (Pyrus) Les baies et fruits rouges (myrtille, groseille, cassis) Les agrumes (citron, pamplemousse, orange, clémentine) Les fruits à coque (noix, amande, châtaigne, noisette) Les fruits exotiques (litchi, ananas, mangue, papaye) mais aussi l'épinard et l'asperge, l'oseille. Mais l'autre perte est **la diminution progressive des quantités de miel alors que la demande de consommation croit.**

La production mondiale de miel est estimée à 1,8 million de tonnes. La moitié du miel récolté sur la planète est chinoise. La Turquie et l'Argentine sont les deuxième et troisième producteurs de la planète suivis par l'Iran, la Russie et l'Ukraine. Avec 17 489 tonnes, la France était le 27^e producteur mondial et représentait 0,97% de la production mondiale en 2018. **La France est le pays le plus consommateur de miel en Europe** avec près 600 grammes par an, par personne, soit un marché annuel dépassant les 40 000 tonnes. Ainsi, le prix du miel de France peut varier sensiblement d'une année à l'autre, se situant généralement entre 10 et 30 € le kilo. On peut se féliciter de cette initiative de cette entreprise qui a mis au point un outil multifonctions pour les apiculteurs, permettre la surveillance des abeilles, les combler de leur carence alimentaire, et leur apporter des soins de santé pour se déplacer et se défendre de leur prédateurs. Si cette avancée technologique a su motivé une équipe de personnes pour la survie des abeilles avec un esprit environnemental, elle met en avant les progrès comportementaux en tant qu'humain qu'ils nous restent à effectuer pour rendre à la nature une diversité nécessaire à notre propre survie.

Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux. Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux.

Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux. Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux.



Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux. Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux.

Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux. Le miel est un produit naturel qui apporte de nombreux bienfaits pour la santé. Il est riche en sucres naturels, en vitamines et en minéraux. Il peut être utilisé pour soulager les toues, les allergies et les problèmes de digestion. Il est également un excellent produit cosmétique pour hydrater la peau et les cheveux.



(Suite 1 Incendies de forêts et Le LIDAR) dont 70% sont privées. Cela représente 3 millions de propriétaires divers et variés : « il y a des propriétaires particuliers ou institutionnels, comme des banques ou des assurances », explique Arnaud Sergent chercheur à l'INRAE. **La seule contrainte pour un propriétaire particulier est l'interdiction de défricher.** Pour le reste, c'est le flou, « Une grande partie des forêts sont délaissées : en dessous de 25 hectares, elles ne sont pas gérées, et c'est pareil depuis quelques années pour les forêts de moins de 4 hectares ». un grand nombre de leurs propriétaires ne s'en occupe pas correctement. Les achats de terrains boisés ou à planter, permettaient pour un bon nombre de propriétaires de bénéficier **d'avantages fiscaux.** Mais ce patrimoine vivant nécessite un minimum de **débroussaillage.** *(Contrairement au défrichage qui met fin à la destination forestière du terrain, le débroussaillage est un travail entrepris dans le but de protéger le terrain contre l'incendie de forêt, tout en lui gardant sa vocation forestière.)* Pour ce faire un outil moderne au service des forêts:

Le LiDAR est une méthode de télédétection et de télémétrie semblable au radar, mais au lieu d'onde de radio il **émet des impulsions de lumière infrarouge** sur des objets ou de la matière. L'un des objectifs du système LiDAR est d'émettre une onde qui **n'interfère pas avec les autres capteurs**

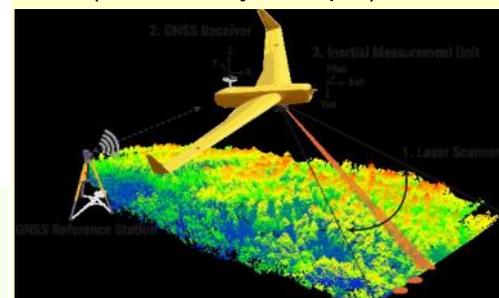
(c'est-à-dire la caméra, l'œil humain). Pour cette raison, la longueur d'onde des LiDAR se situe principalement dans la partie proche infrarouge du spectre électromagnétique (750 nm à 1,5µm). Voir graphique. Il calcule la distance de chaque objet en fonction du délai de l'impulsion d'envoi et celui de son retour. Chaque seconde, le LiDAR prend ainsi des millions de points de mesure précise de la distance, à partir desquels on peut produire une matrice 3D de son environnement. Le terme lidar couvre une très

grande **variété de systèmes de mesure à distance par laser.** Le lidar en anglais « Light Detection And Ranging » traduit soit en français « **détection et estimation de la distance par la lumière** » ou « **par laser** ». Sous l'aspect technique Un lidar est un système **opto-électronique** composé d'un **émetteur laser**, d'un récepteur comprenant un **collecteur de lumière**

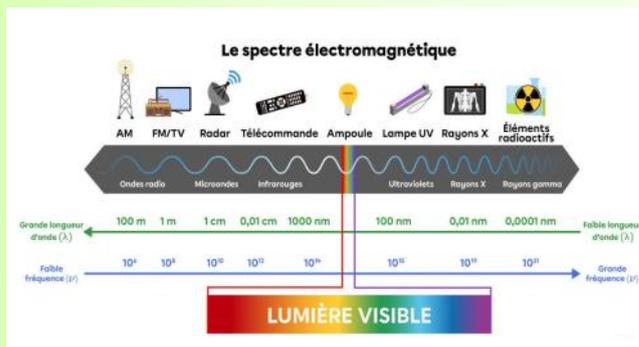
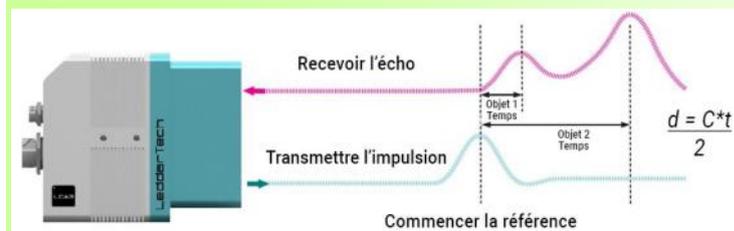
(télescope ou autre optique) et un **photodétecteur qui transforme la lumière en signal électrique**, ainsi que d'une **chaîne électronique de traitement du signal** qui extrait **l'information recherchée.** Les composants du LiDAR **génèrent des cartes 3D** qui permettent de détecter les objets, d'en déterminer la position et même de les identifier. Le LiDAR, quant à lui, offre des données de mesures 3D précises sur de courtes et de longues distances, quelques soient les conditions de la météo et de l'éclairage. Le LiDAR est une solution compacte qui permet un haut niveau de précision pour la cartographie 3D. À une distance de 100 mètres, les systèmes Yellowscan LiDAR ont une résolution de quelques centimètres. Parmi les secteurs utilisant le LiDAR les secteurs des transports avec l'automobile en particulier dans les systèmes avancés d'aide à la conduite et la conduite autonome. Actuellement les véhicules semi-autonomes et autonomes utilisent un amalgame de technologies de détection beaucoup moins performantes que le lidar et tributaires des conditions mauvaises de la météo qui amoindrissent leurs performances. **Les avantages du LIDAR :** une Cartographie 3D précise, une excellente performance en faible luminosité. Un retour d'information de la distance et de son traitement très rapide. Le LIDAR, instrument incontournable de **télédétection active**, trouve ses applications entre autres en **topographie (géomorphologie)**, dans la gestion des **risques sismique, météorologie**, pour l'**étude de la pollution atmosphérique, l'agronomie, la sylviculture**), pour les recherches **archéologiques**, la **gestion du trafic aérien**, le **guidage de véhicules terrestres, aériens ou spatiaux.** Le LIDAR est fondé sur des lasers rayonnant dans le domaine **infrarouge**, le domaine **visible** ou le domaine **ultraviolet proche.** La technique du LIDAR permet de repérer le monde vivant de l'atmosphère et marin c'est le **LIDAR à fluorescence avec une émission dans le domaine ultraviolet et une réception filtrée dans le domaine visible** est ainsi capable de détecter la présence et la concentration de molécules organiques fluorochromes, à distance. Cela rend possible une **télédétection spécifique du vivant dans l'atmosphère ou dans l'océan.** Quelle est cette technologie laser qui

(Suite 2 Incendies de forêts et Le LIDAR) permet de cartographier à travers la végétation, dans des situations de faible contraste ou d'ombre ? Pour cartographier des cartes en 3 D avec l'analyse de millions de données il est nécessaire d'utiliser le LIDAR dans un ensemble spécifique appelé **le système LIDAR:** il comprend le **Moyen de transport en mouvement** suivant un itinéraire donné qui assure le déplacement du lidar embarqué. **C'est le Système de navigation et de positionnement** il est crucial de déterminer la position et l'orientation absolue du capteur pour s'assurer que les données capturées sont des données exploitables. Les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) fournissent des informations géographiques précises concernant la position du capteur (latitude, longitude, hauteur) et une unité de mesure inertielle (IMU) définit à cet endroit l'orientation précise du capteur (tangage, roulis, lacet).

Le Scanner laser (LIDAR) pulsent une lumière laser depuis divers systèmes mobiles (automobiles, avions, drones...) à travers l'air et la végétation (Laser aérien) et même l'eau (Laser bathymétrique).



Un scanner reçoit la lumière en retour (échos), mesurant les distances et les angles. La vitesse de balayage influence le nombre de points et d'échos qui sont mesurés. Ce dernier envoi des impulsions lumière et leur retour. L'ensemble des millions de données est collecté et transmis aux **ordinateurs et calculateurs.** Ils reconstituent point par point la cartographie du terrain analysé (eau, terre etc.). Le calcul est nécessaire pour faire fonctionner le système LiDAR en définissant la position précise de l'écho. Il est également nécessaire pour la visualisation des données en vol ou le post-traitement des données afin d'augmenter la précision et l'exactitude du nuage de points de la cartographie 3D. **Véritable saut technologique**, la couverture **LIDAR va permettre en France d'ici 2025 de cartographier les 182 000 km2 de l'ensemble**

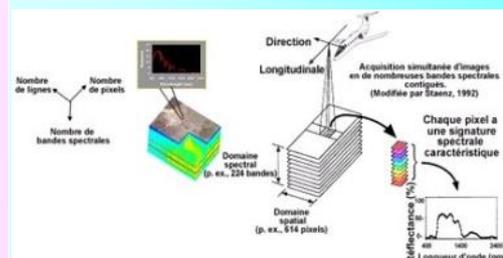


(Suite 3 Incendies de forêts et Le LIDAR) des peuplements forestiers en métropole et Outre-mer (hors Guyane). Cette cartographie « haute définition », coordonnée par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), fait partie du volet « reboiser les forêts françaises » du plan de relance. Cette opération de grande envergure est accentuée par les événements de cette année 2022. L'été fut celui de tous les records de chaleur. Il a favorisé une grande partie des incendies dans différentes régions de France mais aussi du monde. **Cette technologie du LIDAR permettra d'analyser les différentes forêts, la diversité de leurs végétations les différentes essences d'arbres et arbustes et les caractéristiques de leur terrain.** Le LIDAR et ses différents systèmes d'utilisation conjugués avec d'autres outils de mesure pourront apporter une aide précieuse avec des informations concrètes dans les arbitrages et choix des arbres, la diversité environnementale, les travaux de préventions des incendies forêts au-delà des clivages politiques et des intérêts individuels particuliers.

L'IMAGERIE HYPERSPECTRALE UNE TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA PREVENTION DES INONDATIONS.

Les inondations dans le monde sont au rang de premier risque naturel et représentent en France plus de la moitié des risques naturels avec des enjeux humains (Berz, 2000). **Une commune française sur trois est concernée par les inondations** (dont 300 grandes agglomérations). **Pour 160 000 km de cours d'eau, une surface de 22 000 km² est reconnue particulièrement inondable : deux millions de riverains sont concernés.** Les dégâts causés par les inondations **représentent environ 80 % du coût des dommages imputables aux risques naturels**, soit en moyenne 600 M€. Au sens large, les inondations comprennent les débordements d'un cours d'eau, les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages, les inondations par rupture d'ouvrages de protection, les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves. **Les inondations au sens de débordements de cours d'eau en plaine alluviale** sont souvent les plus spectaculaires et les plus dévastatrices. Une augmentation du risque d'inondation dans une plaine alluviale peut être due à un accroissement l'urbanisation avec la construction d'habitations en plaine alluviale et l'augmentation des surfaces imperméabilisées (routes d'accès zones de parking) qui en cas de fortes précipitations accroissent le ruissellement et de débit d'écoulement. **Le retour d'expérience, ultérieur à la crise, vise à tirer des enseignements des crues survenues par le passé afin de mieux comprendre les phénomènes mis en jeu et d'aider la gestion des crues à venir.** (constituée des mesures hydrométriques, de l'identification des laisses de crues, des surfaces inondées extraites d'images satellitaires ou de photographies aériennes...) **La prévision vise à anticiper la survenue d'une crue** et ses conséquences afin d'alerter les populations et de mettre en place des secours plus efficaces. Dans le cadre de la gestion de crise, les étendues inondées et les voies de circulation coupées sont des informations très utiles pour l'aide aux organismes d'intervention et de secours. La modélisation hydraulique est un outil couramment employé pour la compréhension, l'analyse et la gestion des inondations. **Dans le cadre de la prévision**, les modèles employés doivent être rapides et simples à mettre en œuvre de manière à fournir des résultats de façon précise, mais surtout le plus vite possible **Les photographies aériennes et les images satellitaires acquises en période de crue sont**

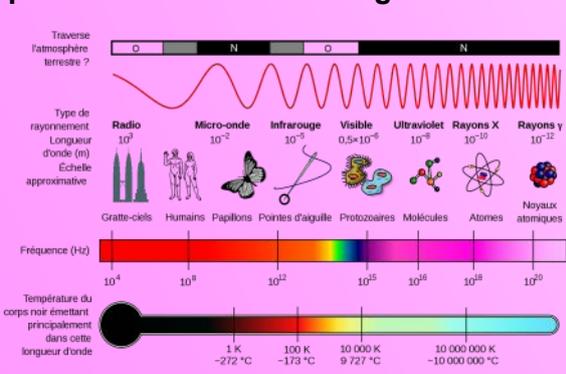
(Suite 1 imagerie hyperspectrale et inondation) mathématique avec une matrice 3 dimensions générée par un logiciel. L'imagerie hyperspectrale est une technique qui permet d'obtenir une image d'un sujet dans des centaines de bandes spectrales contiguës ce qui permet de produire un spectre de réflectance complet pour chacun des éléments individuels (pixels) composant l'image. L'imagerie hyperspectrale permet de **reconnaître dans le pixel la « signature spectrale » des constituants qu'il contient**, c'est-à-dire de les identifier. **La position en longueur d'onde des pics d'absorption spécifiques dépend de leur composition chimique.** Leur amplitude va quant à elle donner des indications sur la quantité (ou la concentration) des constituants présents. On peut ainsi **non seulement identifier les différents matériaux présents** (minéraux, végétaux, constituants chimiques, etc.), mais également **en déterminer les concentrations et les caractéristiques physiques**, ajoutant ainsi une dimension quantitative à la cartographie de paramètres d'intérêt dans



des domaines d'application très divers. (Les usages d'une telle technique se diversifient dans de nombreux domaines dont ceux de la minéralogie dont l'identification de gisements de minerais, l'étude des inondations leurs débits leurs zones d'écoulements avec le repérage du passage de l'eau mais aussi des dépôts de sédiments après son passage et mesurer sa zone



d'influence.) Une caractéristique des capteurs hyperspectraux est de permettre l'accès à l'identification et à l'estimation des proportions (ou abondances) des matériaux à une résolution inférieure à la taille du pixel (1 pixel fait 0,02646 cm ou 2,646 millimètres). **L'hyperspectrale est initialement une technologie spatiale de télédétection** avec une orientation unique **l'imagerie**



très pertinentes pour la gestion des inondations. Elles donnent en instant T des informations sur le niveau submersion des infrastructures des ruptures des communications (routes, voies ferrées) de l'état des ouvrages d'art impliqués. Mais aussi indiquent dans un même instant les surfaces inondées, et les niveaux d'eau impliqués avec des références et données topographiques. **Les Modèles Numériques de Terrain** fournissent l'alti-

tude du sol terrestre. Et **Les Modèles Numériques de Surface (MNS)** fournissent, l'altitude du « sursol surfaces toitures bâtiments et surfaces de couvertures boisées. **L'imagerie hyperspectrale** consiste à acquérir **l'intensité lumineuse émise par un matériau** dans de nombreuses (typiquement plusieurs centaines) longueurs d'ondes différentes, **pouvant couvrir le spectre électromagnétique du domaine visible au proche infrarouge.** (Voir graphe du spectre électromagnétique) Pour traiter ces problèmes, des méthodes avancées de traitement de l'information ont été développées. Ces données proviennent d'un objet physique, observé dans des conditions réelles par un instrument et non une abstraction

(Suite 2 imagerie hyperspectrale et inondation) **des surfaces complexes**. (balayage spatial) qui lisent **les images au fil du temps**, des scanners séquentiels à bandes (balayage spectral), qui acquièrent **des images d'une zone à différentes longueurs d'onde**, et une **imagerie hyperspectrale instantanée**, qui utilise un tableau fixe pour générer une image en un instant. Cette imagerie trouve un intérêt dans différents secteurs: En astronomie, agriculture, biologie moléculaire,

imagerie biomédicale, géosciences, physique et surveillance. Car elle permet une véritable signature spectrale des minéraux, des végétaux et des organismes.

INGÉNIEURS PROFESSIONNELS DE FRANCE
Région Basse-Normandie (Calvados, Manche, Orne)
Membre IESF - Ingénieurs et scientifiques de France
Membre de la Fédération SNIPF

Contact Courriel : jluc.leveque@gmail.com Edition N°16

Les sources documentaires: (textes et autres) sont référencées dans un document annexe joint à cette newsletter