Thème des TIPE en prépas à la rentrée 2026 : « Sobriété, efficacité, optimisation »

Le thème « Sobriété, efficacité, optimisation » se prête tout à fait au domaine des sciences géographiques, domaine d'expertise de Géodata Paris. Nous proposons ici quelques pistes en lien avec la production de données géographiques.

Efficacité des données d'Observation de la Terre.

Les technologies d'Observation de la Terre (telles que la lasergrammétrie et la photographie depuis des vecteurs aériens ou satellitaires) ne cessent de se perfectionner. Grâce aux innovations matérielles, électroniques, optiques, informatiques et algorithmiques, elles captent des traces toujours plus fines, toujours plus fidèlement caractérisées, toujours plus fréquentes, de détails qui se trouvent dans le monde. Il en résulte des jeux de données numériques toujours plus volumineux (pixels des images numériques, points 3D des nuages photogrammétriques et LiDAR, sans compter les produits dérivés : cartes thématiques, cartes d'occupation du sol, modèles numériques de surface, cartes orthophotographiques, modèles 3D…). Au sens de leur propre progrès, il est indéniable que les performances intrinsèques de ces technologies ne cessent de s'améliorer.

Cependant, raisonner en termes d'*efficacité* demande de ne pas observer les technologies en autonomie, mais de les rapporter aux usages : aux usages qui seront eux-mêmes améliorés par les technologies améliorées, ainsi qu'aux nouveaux usages que les technologies améliorées peuvent inspirer, par effet d'aubaine ou d'opportunité, une fois qu'elles sont disponibles. De ce nouveau point de vue, systémique, les données produites par les technologies d'Observation de la Terre sont-elles bien toutes utilisées aujourd'hui ? Ou pourraient-elles être affectées par des processus de gâchis du type « 80 % des usages sont assurés par 20 % des données », voire « 90 % des usages sont assurés par 5 % des données », voire « 99 % des usages sont assurés par 10 % des données » ? De tels pourcentages de données peuvent s'entendre en termes d'étendue spatiale (des données très fréquentes sur des parties d'un territoire connues pour n'évoluer qu'à un rythme lent sont très largement inutiles), en termes de nature des détails qu'on cherche à voir (à partir d'une photo, identifier l'essence d'un arbre isolé, cela réclame-t-il des données qui permettent d'identifier l'essence d'un arbuste isolé ? l'essence d'un buisson isolé ? l'essence d'un brin d'herbe isolé ?), en termes de finesse de la « résolution spatiale », c'est-à-dire de l'échantillonnage de l'espace géométrique qui préside à la numérisation photographique ou lasergrammétrique des détails du monde (dans la plupart des conditions courantes d'exploitation interactive des images aériennes à l'écran, une image où les détails sont captés avec une résolution spatiale de 4 pixels.m^{-2} ne se distingue pas d'une image où la résolution est de 25 pixels.m^{-2} [voir Figure 1], or cette dernière image est 25/4=6,25 fois plus volumineuse, en termes d'octets, que la première).

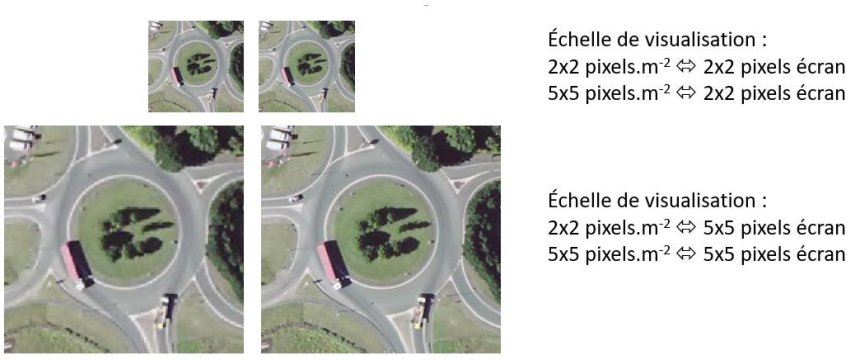


Figure 1 : Le volume de l'image de droite est plus de 6 fois le volume de l'image de gauche, sans vraiment montrer davantage de choses du monde dans les conditions habituelles d'exploitation. Gâchis !

Construire et mener son sujet de TIPE dans cette problématique implique une diversité de recherches, notamment sur les points suivants : chaînes de production de données image et LiDAR à partir de

vecteurs aériens et satellitaires ; limites de l'information sur la forme et sur la nature des choses du monde véhiculée par les données numériques issues des capteurs photographiques et LiDAR ; outils d'exploitation de telles données ; usages de telles données ; formes informatiques prises par les données produites ; algorithmes de sous-échantillonnage de données géolocalisées. Il conviendra aussi d'établir un modèle de « Taux d'usage des données d'Observation de la Terre », et de l'évaluer, par exemple à l'échelle de la souveraineté nationale, ou de la souveraineté européenne. Si le sujet ainsi cerné est trop vaste, il reste possible de le restreindre à un type de données (tel satellite, ou telle couverture aérienne pour tel pays).

Optimisation du temps de calcul

Enfin, en géodésie, la science qui détermine la forme et les dimensions de la Terre, la détermination du champ de pesanteur de la Terre par technique satellitaire ou la détermination précise de coordonnées de points à sa surface (jusqu'à quelques millimètres), nécessite l'estimation d'un grand nombre de paramètres inconnus à l'aide d'un grand nombre de mesures. Ainsi, une méthode d'estimation comme la méthode des moindres carrés nécessite l'inversion d'une matrice (matrice normale) de taille pouvant dépassant 10 000 ou plus. Des méthodes de « réduction de paramètres » ou de réutilisation des équations normales « cumul d'équations normales » sont alors utilisées pour réduire le nombre d'opérations. Les matrices sont aussi parfois creuses (comprenant beaucoup de zéros), il n'est donc pas nécessaire d'effectuer toutes les opérations.