

Infrastructures de données spatiales

Évaluations économiques : concepts,
méthodes et retours d'expérience

Hélène Rey-Valette, Chady Jabbour,
Pierre Maurel, Jean-Michel Salles



Infrastructures de données spatiales

Évaluations économiques :
concepts, méthodes et retours
d'expérience

Hélène Rey-Valette, Chady Jabbour,
Pierre Maurel, Jean-Michel Salles

Collection *Guide pratique*

Petit guide de l'observation du paysage
J.-P. Deffontaines, J. Ritter, B. Deffontaines, D. Michaud
2019, 36 p.

Guide de gestion des dunes et des plages associées
L. Gouguet
2018, 224 p.

Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière
M. Gosselin, Y. Paillet
2017, 160 p.

Insectes et acariens des cultures maraîchères en milieu tropical humide
Reconnaissance, bioécologie et gestion agro-écologique
P. Ryckewaert, B. Rhino
2017, 152 p.

Cet ouvrage a bénéficié du soutien financier de TETIS-INRAE,
du Laboratoire CEE-M de l'université de Montpellier
et du laboratoire CEE-M d'INRAE.

© Éditions Quæ, 2022
ISBN papier : 978-2-7592-3514-8
ISBN PDF : 978-2-7592-3515-5
ISBN epub : 978-2-7592-3516-2

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex

www.quae.com
www.quae-open.com

Cet ouvrage est diffusé sous licence CC-by-NC-ND 4.0.

Sommaire

Remerciements	5
Introduction	7
Un guide sur l'évaluation socio-économique des infrastructures de données spatiales	7
Un guide pour qui ?	9
Un guide pour quoi ?	10
Un guide comment ?	11
1. IDS, information géographique, télédétection	13
Quelques définitions et éléments de cadrage	14
Contexte des IDS en France et dans le monde	18
Modèles de développement des IDG et IDS	24
Périmètres fonctionnels des IDG et IDS vues par les concepteurs et les usagers	25
Des études économiques peu nombreuses	29
Absence de formations à l'évaluation économique des IDG/IDS	31
2. Enjeux, démarche et périmètre d'étude	35
Modèles économiques des IDS	36
Enjeux des évaluations socio-économiques	38
Approche économique de la valeur	39
Valeur des IDS	41
Catégories d'effets des IDS et types d'approches	47
Périmètre de l'évaluation : secteurs, filières, chaînes de valeur	52

3. Estimation de la valeur de l'imagerie satellitaire	55
Principes	56
Protocole de mise en œuvre d'une évaluation contingente	58
Cas de l'évaluation des images haute résolution de l'IDS Geosud	63
4. Évaluation des retombées économiques	67
Principes	68
Protocole d'enquête et de mesure	71
Cas de l'évaluation des cartes de coupes rases et d'occupation du sol	77
Approches fondées sur la comptabilité nationale	83
5. Approches multicritères et participatives	87
Principes	88
Protocole d'enquête et de mesure	94
Exemples d'effets organisationnels et institutionnels	96
Conclusion	105
Rappels des enjeux et du positionnement du guide	105
Limites des évaluations	107
Perspectives d'évolution	108
Recommandations	109
Bibliographie	111
Glossaire	115
Liste des sigles	117

Remerciements

Ce guide a été développé dans le cadre du projet Tosca MISE-IDS (Mesure des impacts socio-économiques des infrastructures de données spatiales) financé par le CNES (Centre national d'études spatiales) en 2018 et 2019. Ce travail a aussi bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du Programme d'investissements d'avenir, projet Equipex Geosud portant la référence ANR-10-EQPX-20 et qui s'est déroulé de 2010 à 2020.

Les auteurs tiennent à adresser tous leurs remerciements aux différentes personnes qui ont répondu aux enquêtes (entretiens semi-directifs, questionnaires) pour l'évaluation d'infrastructures de données spatiales (Geosud, pôle Theia) et de produits associés (cartographie des coupes rases en forêt, cartes d'occupation des sols) dont certains résultats sont repris dans ce guide. Ils remercient aussi Georges Aboueldahab et Camille Cousin qui ont effectué leurs stages de master sur ces projets.

Le contenu de ce guide découle également de travaux préliminaires engagés dès 2015 en collaboration avec l'association SIG-LR, la société Edater et le Conseil national de l'information géographique (CNIG). Qu'ils en soient ici remerciés.



Figure 0.1. Image SPOT-7, 26/08/2019. Baie de Somme – © Airbus DS 2019, reproduction IGN, INRAE, IRD, en vertu de la licence Airbus DS.

Introduction

Un guide sur l'évaluation socio-économique des infrastructures de données spatiales

Les infrastructures de données spatiales (IDS) permettent de fournir un ensemble de prestations techniques et de services mutualisés relatifs aux données issues de la télédétection. Il s'agit de faciliter la mise à disposition et l'accès à ces images en offrant, par exemple dans le cas du pôle national Theia (voir section « Des études économiques peu nombreuses ») dédié à l'observation des terres émergées par télédétection, les services suivants :

- acquérir, traiter et distribuer les données spatiales, créer les produits génériques et les outils nécessaires à l'ensemble de la communauté utilisatrice ;
- assurer l'archivage à long terme de ces données ;
- contribuer à la capitalisation des méthodes thématiques développées par les différents centres d'expertise scientifique ;
- assurer la diffusion des données, produits, outils et méthodes par le portail de Theia ;
- fournir un support technique aux différents centres d'expertise scientifique, et plus largement à la communauté scientifique.

Cette information satellitaire possède des caractéristiques particulières (précision, régularité des mises à jour, taille des images, etc.) et ses usages se multiplient et se diversifient très rapidement à diverses échelles. Il s'agit bien évidemment de contribuer aux problématiques globales d'aménagement du territoire pour les services de l'État ou pour les collectivités territoriales ou diverses institutions, en appui aux nombreux observatoires territoriaux et aux choix d'implantation optimale de diverses infrastructures ou activités. D'autres problématiques plus spécifiques sont concernées, telle la gestion des risques, de la biodiversité, de la qualité de l'environnement et des paysages ainsi que, de plus en plus, des problématiques sociales pour par exemple planifier les activités de secours à la suite d'une catastrophe ou évaluer la contribution du cadre de vie et des infrastructures au bien-être des habitants. Enfin, ces informations participent aussi à l'anticipation des crises par le suivi de phénomènes environnementaux et à l'évaluation et au contrôle de la mise en œuvre des politiques publiques, comme c'est le cas depuis longtemps pour le suivi des mesures agroenvironnementales européennes. Ces multiples applications découlent de recherches et de développements publics et privés qui permettent de passer des images brutes à des produits commerciaux très largement diffusés. On peut citer les services proposés à la filière agricole, par exemple Coptical[®] de la société Geosys, pour une mise à jour quotidienne à l'échelle de la parcelle d'indicateurs issus des images satellites, ou Farmstar[®], proposé par un consortium (Airbus Defence and Space, Arvalis, Terres Inovia) pour optimiser l'apport d'intrants aux caractéristiques des parcelles, ou encore l'application Oenoview[®], proposée par la société

TerraNIS et le groupe ICV pour estimer la vigueur de la vigne. La création de ces services spécifiques conduit très souvent à associer plusieurs types d'images, issus de satellites, mais aussi de drones ou de photos aériennes, et à les coupler avec d'autres types de données géographiques (ex. : cadastre, données météo), parfois au moyen de modèles (ex. : agrométéo, épidémiologique). La figure 0.2 précise les principales étapes pour passer de l'image brute à un produit spécifique.

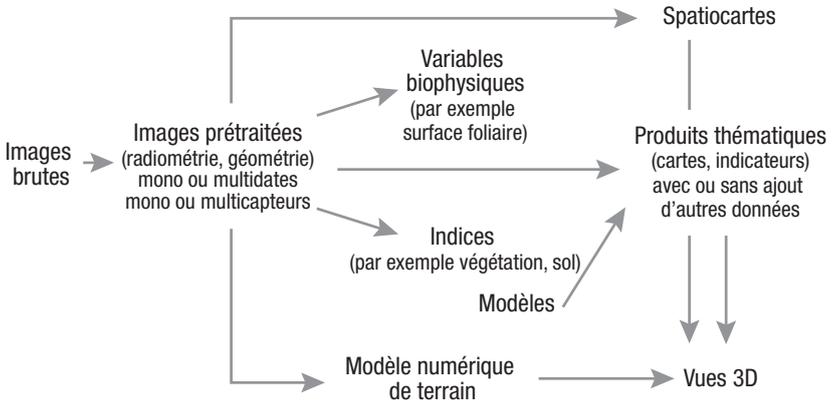


Figure 0.2. Principales étapes de fabrication pour des produits de télédétection.

Par ailleurs, ce développement de l'usage des informations spatiales est renforcé par le contexte de numérisation massive de nos sociétés, avec un accroissement exponentiel du volume des données issues de l'ère du big data et des techniques de l'intelligence artificielle. Outre la constitution d'un réseau d'entreprises et de start-up, le développement des IDS a élargi le périmètre de leurs adhérents et par suite des utilisateurs de ces images, en passant d'une **approche axée sur l'information de base à une approche de plus en plus centrée sur les produits et services à valeur ajoutée**. Ces évolutions, stimulées par l'activité des IDS telles que Geosud ou le pôle Theia en France, sont portées par **un contexte international très actif et de plus en plus concurrentiel, avec le déploiement des grands systèmes d'observation de la Terre**. On peut citer par exemple le programme américain Landsat démarré dans les années 1970, le programme européen Copernicus, la création de globes virtuels par des sociétés commerciales (Google Earth, Planet) et l'arrivée des acteurs du *New Space* avec l'émergence des micro- et nano-satellites (SpaceX, Blue Origin, Firefly Space, etc.). Le développement de ces IDS s'accompagne d'investissements importants, tant financiers qu'humains (fonctionnement des stations de réception, exploitation des satellites, gestion du personnel, maintenance, etc.), et nécessite d'importants budgets majoritairement issus de subventions publiques, même si des missions satellitaires entièrement privées commencent à voir le jour. Dès lors, comme pour tout investissement dans le champ de l'innovation, la question se pose, d'une part, de sa **justification socio-économique** en matière de retour sur

investissement selon la diversité de ses produits et usagers et, d'autre part, des **formes possibles de tarification**. Il est couramment admis en matière d'évaluation économique d'appréhender un investissement sur la base du flux de valeur ajoutée nette qu'il génère; ce qui implique dans le cas d'une IDS de pouvoir identifier et mesurer l'importance et la répartition des effets générés. La multiplication des IDS et de leurs fonctions conduit à **s'interroger sur leurs effets et leur contribution à la croissance et au développement durable des économies**, posant la question classique du « modèle économique » des IDS, c'est-à-dire de la justification et de la pérennisation de leur plan de financement.

S'agissant d'information, cette question du modèle économique et de la gratuité des données de base renvoie plus généralement au rôle de l'information et à la question des biens publics. Dans un contexte d'économie de la connaissance (Foray, 2018), où la contribution de la connaissance aux performances économiques, mais aussi à l'organisation sociale et à la démocratie devient une problématique centrale, les IDS tendent de plus en plus à être considérées comme des biens publics constituant **un capital informationnel** (Parker et van Alstyne, 2017). Leurs fonctions et leurs modalités de gestion s'inscrivent alors dans la problématique des « communs » (Ostrom et Baechler, 2010). Ainsi, au-delà des potentiels de croissance et d'emploi, la production et l'accessibilité à l'information spatiale contribuent à améliorer les décisions publiques et jouent un rôle essentiel dans le suivi d'une pluralité d'enjeux environnementaux et pour l'adaptation des principes et des stratégies de développement territorial aux changements globaux.

Un guide pour qui ?

L'objectif de ce guide est de présenter les concepts et méthodes opérationnelles pouvant être mobilisés pour évaluer les effets et la valeur des IDS d'un point de vue socio-économique. Il s'adresse à l'ensemble des acteurs concernés par les IDS, qu'il s'agisse :

- des services de l'État, collectivités territoriales, associations ou toute autre institution utilisant les images ou produits issus de l'information satellite et, à ce titre, pouvant être adhérents à une ou plusieurs IDS;
- des gestionnaires et salariés d'IDS ou d'observatoires territoriaux;
- des organismes publics ou privés impliqués dans le financement des IDS;
- des bureaux d'études et sociétés participant à la fourniture d'images ou à la construction et à la gestion de satellite;
- des chercheurs concernés par la production d'images ou de produits dérivés ou impliqués dans des travaux sur l'élaboration ou le suivi de politiques publiques mobilisant ce type d'outils;
- des formateurs intervenant dans ce domaine;
- ainsi que plus généralement des citoyens ou des *think tank*, souhaitant mieux appréhender la diversité des rôles des IDS ainsi que les effets et les évolutions générées par l'usage des informations spatiales.

Un guide pour quoi ?

Réalisé dans le cadre d'un contrat du programme Tosca financé par le CNES, ce guide vise à familiariser les opérateurs et usagers divers liés au monde de l'information satellitaire aux dimensions socio-économiques requises pour caractériser et mesurer les effets résultant des IDS.

Il s'agit d'offrir un niveau minimum de compréhension de ces processus de façon, selon les types de lecteurs, à :

- prendre conscience de la diversité des effets et des composantes de la valeur des IDS ;
- orienter les choix méthodologiques pour des études futures en fonction des questions posées, en particulier s'agissant de la rédaction de futurs cahiers des charges d'études dans ce domaine ;
- comprendre et éventuellement vérifier la pertinence méthodologique de travaux d'évaluation réalisés dans ce domaine ;
- aider des équipes désireuses de réaliser des enquêtes pour évaluer divers dispositifs relevant des IDS.

Plus précisément, les méthodes d'évaluation présentées dans ce guide pourront permettre :

- d'analyser les différentes dimensions socio-économiques des IDS et de l'information spatiale ;
- d'identifier les chaînes de valeur et les acteurs concernés en vue de contribuer à une meilleure organisation et structuration de ces chaînes de valeur au sein des communautés concernées ;
- de contribuer à la création de nouvelles formes de coopération, externes et internes aux IDS, notamment pour créer de nouvelles dynamiques de marché, identifier de nouvelles technologies, produits et services en fonction des besoins des utilisateurs finaux ;
- de promouvoir une approche orientée « innovation ouverte » des IDS en mettant l'accent sur la diversité des effets au sein des communautés d'utilisateurs et sur le rôle de l'innovation comme mécanisme de création de valeur et de compétitivité ;
- de justifier les investissements auprès des financeurs en étudiant les bases d'un modèle économique adapté et en explorant diverses modalités de tarification ;
- de renouveler l'approche technique des IDS comme producteurs d'images et hébergeurs apportant de l'espace de stockage et des capacités de traitement au profit d'une approche :
 - organisationnelle, mettant l'accent sur leur rôle d'intermédiaire facilitateur pour l'engagement des acteurs dans des collectifs de co-innovation et pour la coordination et la structuration de l'organisation industrielle autour des IDS,
 - institutionnelle, appréhendant les IDS comme des « biens communs » participant à l'amélioration de l'efficacité et de la gouvernance des politiques publiques.

Un guide comment ?

Le guide est structuré en cinq chapitres sur des sujets distincts et complémentaires, complétés par un glossaire (mots avec *), qui offrent au lecteur les possibilités d'une lecture à la carte en fonction de ses centres d'intérêt et de son niveau de connaissance en économie.

Ce document se veut être un guide opérationnel et sa rédaction a été conçue de façon pragmatique et la plus pédagogique possible pour le rendre accessible à un public largement diversifié.

Nous avons veillé à ce qu'il soit accessible à des personnes n'ayant pas de compétences spécifiques en économie ou dans le domaine de l'information satellitaire. De ce fait, il évite de discuter des débats méthodologiques entre experts et propose au contraire différents types d'encadrés pour faciliter différents niveaux de lecture.

Conventions de couleurs pour les trois types d'encadrés.

Précisions méthodologiques	Permet de préciser certaines notions ou méthodes	
Apports illustratifs	Exemples facilitant l'appropriation des notions ou méthodes	
Compléments d'informations	Propose d'approfondir un point précis	

Des exemples concrets et opérationnels sont systématiquement fournis sur la base de travaux réalisés par les auteurs à partir du projet de l'Equipex Geosud (voir section « Le projet Geosud ») et du pôle national Theia (voir section « Le pôle national Theia »). En particulier, deux produits dérivés d'images satellites ont fait l'objet d'évaluations détaillées pour illustrer l'évaluation des retombées économiques et les approches multicritères :

– **la cartographie des coupes rases en forêt** pour le compte du ministère de l'Agriculture. Les cartes de détection des coupes rases en forêt ont été produites par Geosud à partir de 2013 à la demande du ministère de l'Agriculture, suite à une directive de 2012 renforçant le suivi des plans de gestion des forêts (obligatoires au-delà de 25 hectares et volontaires à partir de 10 hectares). Les cartes produites permettent de disposer d'un inventaire exhaustif de ces coupes. Elles aident les services de l'État (Directions régionales de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt, Draaf, et Directions départementales des territoires et de la mer, DDTM) afin que les engagements de coupes pris par les propriétaires dans le cadre des plans de gestion des forêts (avec, dans certains cas, des droits à des subventions associés) sont bien respectés et, inversement, qu'il n'y a pas de coupes illicites, notamment en lien avec l'augmentation du prix du bois ces dernières années ;

– **la cartographie d'occupation du sol** (au niveau national et au niveau local) pour des utilisateurs multiples. Les images fournies par Geosud et le pôle

Theia ainsi que les recherches menées au sein de ce même pôle contribuent à améliorer les cartes d'occupation des sols, très utilisées pour l'aménagement du territoire ou la gestion des risques. La disponibilité d'images satellitaires à haute et très haute résolution spatiale a en effet permis de produire des cartes d'occupation des sols plus précises en matière d'échelle cartographique, mises à jour plus fréquemment et sur de plus grandes étendues territoriales.

Par ailleurs, **les démarches d'évaluation de la valeur des IDS** (chapitre 3) sont explicitées en s'appuyant sur les résultats d'une enquête menée à l'échelle des adhérents de Geosud/Theia. L'évaluation vise à déterminer la valeur des images satellites à haute résolution spatiale (HRS) perçue par les utilisateurs directs de cette IDS.

Après une partie introductive sur les IDS (chapitre 1) et une partie dédiée au cadrage du guide (chapitre 2), les trois grands types d'approches évaluatives possibles pour les IDS sont ensuite présentés :

- l'estimation de la valeur de l'information spatiale (chapitre 3) ;
- l'évaluation des retombées économiques quantitatives (chapitre 4) ;
- l'identification d'une diversité de retombées qualitatives par la mise en œuvre d'approches multicritères (chapitre 5).

Enfin en conclusion, les auteurs rappellent les enjeux de ces approches d'évaluation économique, les limites, mais aussi les perspectives compte tenu des évolutions technologiques et sociales, avant de proposer quelques recommandations pour soutenir le développement de ces approches.

1. IDS, information géographique, télédétection



Figure 1.1. Image SPOT-7, 25/08/2019. Mont-Blanc – © Airbus DS 2019, reproduction IGN, INRAE, IRD, en vertu de la licence Airbus DS.

Avec les progrès technologiques d'internet, les avancées en matière d'ouverture des données et l'arrivée de nouveaux acteurs issus du monde du numérique, les données géographiques, dont celles issues de l'imagerie satellitaire, sont de plus en plus gérées à travers des plateformes informatiques accessibles à distance. Des communautés d'experts et d'utilisateurs se développent et se structurent autour de ces plateformes, l'ensemble constituant les IDS et les infrastructures de données géographiques (IDG).

La multiplication de ces infrastructures à différentes échelles (locale, régionale, nationale, mondiale) soulève la question de leurs apports à la société au regard des investissements qu'elles nécessitent. Cette question générale amène à d'autres, plus précises, traitées dans les chapitres qui suivent : qu'est-ce qui confère de la valeur à l'information spatiale et aux IDS ? Comment cette valeur peut-elle être mesurée ou estimée ? Quels sont les modèles économiques envisageables pour pérenniser les IDS ?

Avant de développer ces différents points, nous présentons ici dans un premier temps les définitions que nous avons retenues pour cerner les objets traités dans le document et les articulations entre ces objets : donnée géographique et donnée spatiale, imagerie satellitaire, plateforme et infrastructure

de données, télédétection et géomatique. Nous donnons ensuite un aperçu de l'évolution du paysage des IDS en France, en Europe ainsi que celles de niveau mondial. Nous abordons alors la question de leurs modèles de développement, puis nous présentons un recensement succinct d'études socio-économiques déjà réalisées sur les IDS. Nous terminons ce chapitre par une analyse de la place accordée à la dimension socio-économique dans les programmes des formations en télédétection et géomatique en France.

Quelques définitions et éléments de cadrage

Information géographique, information spatiale, plateforme, IDG, IDS, etc., autant de termes qui reposent sur des définitions et des acceptions variables au fil du temps et selon les communautés qui les utilisent. Partant de ce constat, nous précisons ici les choix qui ont été faits dans l'utilisation de ces termes et leurs définitions pour la réalisation de ce document.

Selon l'Association française pour l'information géographique (Afigéo, 2015), « l'information géographique (IG) est définie comme l'ensemble de la description d'un objet et de sa position géographique à la surface de la Terre ». Elle peut être considérée comme :

- une information de base ou de référence (ex. : Référentiel à grande échelle d'IGN) ;
- une information thématique relative à un domaine particulier (environnement, transport, réseaux d'infrastructures, foncier, etc.) venant enrichir la description d'un espace ou d'un phénomène défini par des informations de base.

Les informations géographiques peuvent être produites à partir de différentes sources de données (enquêtes statistiques, relevés sur le terrain, capteurs au sol ou embarqués sur des plateformes aériennes ou satellitaires, savoirs locaux, etc.). Il s'agit de **données géographiques** à partir du moment où elles disposent d'attributs qui permettent de les localiser dans l'espace géographique. Parmi ces sources, la télédétection constitue un domaine spécifique qui se distingue par une forte dimension technologique, les caractéristiques des données acquises (encadré 1.1) ainsi que les spécificités des compétences mobilisées. C'est de plus un secteur en pleine évolution en matière de technologies et de modèles économiques avec l'arrivée de nouveaux acteurs issus du monde du numérique. Dans ce guide, nous nous intéresserons uniquement à un type particulier de données de télédétection, à savoir les images d'observation de la Terre prises à partir de capteurs embarqués sur des satellites. Nous utiliserons le terme englobant de **données spatiales** pour désigner à la fois les images satellites et les données dérivées de ces images. Nous considérons ici que les données spatiales constituent un type particulier de données géographiques. L'encadré qui suit récapitule les caractéristiques essentielles des images satellites.

Encadré 1.1. Principales caractéristiques des données de type imagerie satellitaire

Les images d'observation de la Terre proviennent de capteurs embarqués sur des plateformes satellitaires. Elles se caractérisent par différents paramètres qui varient suivant les satellites.

Résolution spatiale

Selon les satellites, la résolution spatiale (taille d'un point élémentaire de l'image ou pixel) varie de quelques dizaines de centimètres (image à très haute résolution, ou THRS, ex.: Pléiades) à plusieurs mètres (haute résolution, ou HRS, ex.: SPOT 6-7, Sentinel, Landsat), voire centaines de mètres ou kilomètres (basse résolution, ex.: Modis). La résolution spatiale détermine la taille des objets observables.

Résolution spectrale

La résolution spectrale (nombre et position des bandes spectrales d'observation) se calcule grâce à des **capteurs, dits passifs**, qui mesurent la part de rayonnement solaire réfléchi par la cible avec des bandes d'observation situées dans le visible (vision humaine) et l'infrarouge. Les mesures ne sont possibles que de jour et en l'absence de nuages. Selon le capteur, le nombre de bandes peut varier de quelques unités à plusieurs dizaines, voire centaines (capteur dit « hyperspectral »). D'autres **capteurs, dits actifs**, émettent leur propre rayonnement et mesurent le signal renvoyé par la cible. C'est le cas de capteurs radar et lidar. Ils fonctionnent de jour comme de nuit et le signal traverse les nuages. Ces différentes bandes spectrales sont toutes sensibles à certaines propriétés biophysiques et géométriques de la cible observée (couleur, humidité, biomasse, texture, structure, etc.).

Résolution temporelle

Quand un satellite est programmable (ex.: Pléiades, SPOT), la résolution temporelle (fréquence de retour au-dessus d'un même point) peut être ajustée. Pour les autres, elle dépend des caractéristiques et du nombre de satellites d'une même constellation et peut varier d'une journée (nanosatellites Planet) à plusieurs jours (5 jours pour Sentinel-2, 16 jours pour Landsat). Cette caractéristique détermine la capacité des satellites à observer des phénomènes plus ou moins dynamiques. Elle dépend aussi des conditions d'ennuagement pour les satellites passifs. Disposer sur une même zone d'images à plusieurs dates au cours d'une même saison ou d'une même année permet de mieux identifier et caractériser certains objets ou phénomènes. Des images acquises à plusieurs années d'intervalle et conservées en archive permettent de mesurer des changements et des dynamiques (ex.: coupes rases dans les forêts, artificialisation des terres).

Mode d'observation

Certains satellites observent la Terre de manière systématique et régulière (Landsat, Sentinel, etc.). D'autres sont programmables et peuvent orienter leurs capteurs afin d'observer des zones à la demande (Pléiades, SPOT 6-7). Ils permettent aussi d'acquérir des images d'une même zone avec des angles de prise de vue différents à partir desquels peuvent être produits des modèles numériques de terrain pour en restituer le relief.

Largeur des images

La largeur d'une image (ou fauchée) varie de quelques dizaines de kilomètres (20 km pour Pléiades, 60 km pour SPOT) à plusieurs centaines (185 km pour Landsat, 290 km pour Sentinel-2, 2 330 km pour Modis).

Volume des fichiers images

Les différentes résolutions d'une image conditionnent la taille des fichiers qui peut aller de quelques mégaoctets (Mo) à plusieurs gigaoctets (Go). L'arrivée des séries temporelles des satellites Sentinel a fait entrer la télédétection dans l'ère du big data. Ainsi, un an d'images Sentinel-2 sur la France métropolitaine représente 20 téraoctets (To) de données.

Coûts des images

Du fait de financements publics en amont, certaines images sont gratuites ou quasi gratuites et en accès ouvert complet (Sentinel, Landsat) ou pour des usages non commerciaux (Pléiades, SPOT 6-7). Les tarifs commerciaux des images peuvent varier de quelques euros par kilomètre carré à plusieurs dizaines d'euros par kilomètre carré dans le cas des images à très haute résolution spatiale.

Avec le développement d'internet, des technologies de l'information et de la communication, des logiciels libres, de standards de données et d'échanges ainsi que l'explosion du volume des données, la production, la gestion, la diffusion et l'utilisation de l'information géographique se réalisent de plus en plus sur des architectures informatiques ouvertes et distribuées qui s'éloignent de systèmes d'information centralisés ou de logiciels propriétaires.

Nous utilisons ici le terme de « plateforme » pour désigner ces nouvelles architectures informatiques. Les données de télédétection sont gérées au moyen de plateformes spécifiques qui se caractérisent par de très fortes capacités de stockage et de calcul ainsi que des services de traitement orientés images (traitement du signal et d'images, *machine learning*).

Les concepts d'IDG et d'IDS sont apparus au début des années 1990 pour mettre l'accent sur les aspects de coordination et d'échanges. Parmi les multiples définitions qui ont été proposées, nous pouvons citer par exemple celle de Cromptoets *et al.* (2004) :

"SDIs subsume technology, systems, standards, networks, people, policies, organizational aspects, geo-referenced data, and delivery mechanisms to end users."

« Les infrastructures de données spatiales (IDS) sont définies comme un ensemble de technologies appropriées, de politiques et de dispositions institutionnelles, qui facilitent la mise à disposition et l'accès aux données spatiales » (traduction des auteurs).

Ces infrastructures sont vues comme des organisations visant à encourager la mutualisation, l'innovation et la transparence autour des données géographiques. Elles constituent des centres de ressources et d'expertise technique, en matière de données et d'outils géographiques, mais également de formation, tout autant que des points focaux pour l'animation et les échanges transversaux. Même si les deux termes IDG et IDS sont souvent utilisés de manière indifférenciée, nous utiliserons dans ce guide **l'abréviation IDG pour désigner les infrastructures basées sur des données géographiques prises au sens large et l'abréviation IDS pour celles dédiées uniquement aux données de télédétection.** Nous utiliserons le terme de « plateforme » pour désigner les composantes données, technologie et informatique des infrastructures. La figure 1.2 présente les points communs et les spécificités entre les IDG et les IDS parmi les plateformes de services.