TMCftn

GEOINT CATALYST SINCE 1066

CHOSES VUES EN 2021 EN OBSERVATION DE LA TERRE

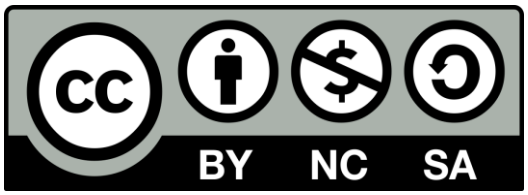
UNE ANNEE CHARNIERE

TMCftn Report Series

Décembre 2021

TMCFTN_2021_03

Cette note est diffusée sous licence Creative Commons



Thierry Rousselin – TMCftn
Décembre 2021

Table des Matières

1 Introduction 5
2 Des résolutions de plus en plus troubles 6
3 Des algos à tous les niveaux 15
4 Des modèles économiques qui s'affinent mais 19
5 2021, l'année du radar ? 23
6 La remontée en puissance des GAFAM et les enjeux de plateforme 26
7 Financements innovants, vraie solution ? 30
8 La consécration de nouveaux utilisateurs 33
9 Conclusion 35
9.1 Des leaderships réels ou virtuels 35
9.2 A quand la reconcentration ? 36
9.3 Un périmètre aux frontières évolutives 37
9.4 Et alors ? 37
10 Remerciements 41

Document Revision

Ed.	Rev.	Date	Evolution	Comments
1	0	31/12/2021	Première édition	N/A
1	1	10/01/2022	Corrections de forme Corrections de forme Corrections de forme Correction Ajout compétition NRO Corrections de forme	§2 pages 8, 12, 14 §3 pages 15, 17, 18 §4 pages 19, 20, 21, 22 §4 page 21 (paragraphe opérateurs) §5 page 23 §9 pages 35, 36, 37, 40, 41

Table des illustrations & tableaux

Figure 1 : Thèmes clés abordés dans la note 5
Figure 2 : Croissance du nombre de satellites d'observation commerciaux selon la NGA 7
Figure 3 : Classement « Olympique » des capacités d'observation mondiales selon David Gauthier, Director, Commercial and Business Operations NGA 8
Figure 4 : Le Space Information Corridor Chinois tel qu'il est proposé aux partenaires 9
Figure 5 : Le port de Freemantle vu le même jour par différents satellites BlackSky 9
Figure 6 : Exemple d'amélioration attendue en 2023 dans le domaine IR Thermique 10
Figure 7 : Exemple de données Maxar 15 cm HD 11
Figure 8 : Exemple de données Pléiades « poussées » à 12,5 cm 12
Figure 9 : Illustration des corrections proposées par Microsoft Azure 13
Figure 10 : Définition des 3 Tiers de la réglementation US 13
Figure 11 : Définition du Tip and Cue intersatellites 16
Figure 12 : Thématiques proposées dans l'appel à projets 2022 17
Figure 13 : Exemple de graphe prix au km² vs résolution (datant de 2014) 19
Figure 14 : Comparaison Microsoft, ORNL et données du comté de Tompkins 21
Figure 15 : Capacité expérimentale Iceye à 25 cm 23
Figure 16 : Détection de changement journalière sur Mossoul (Irak) 24
Figure 17 : Première image Haisi1 de Spacety 25
Figure 18 : Décomposition des différents types de plateforme selon AdviceGeo en 2017 27
Figure 19 : Earth Observation Operating Stack 28
Figure 20 : Tentative piteuse de positionner les plateformes de Digital Globe en 2017 28
Figure 21 : Prévisions de croissance du marché de l'observation de la Terre en 2017 30
Figure 22 : Cours de l'action Planet Labs au NYSE en 2021 31
Figure 23 : Comparaison des cours Rocket Lab et Planet Labs au NYSE en 2021 32
Figure 24 : Extrait de notre analyse des investissements de Peter Thiel en 2017 32
Figure 25 : Extrait de l'enquête Buzzfeed sur les camps de travail en Chine 33
Figure 26 : Extrait d'une vidéo du Monde sur l'activisme chinois en Mer de Chine 34
Figure 27 : Extrait de la Global Flood Database sur le Tchad 34
Figure 28 : Communication de Satellogic sur son « sales pipeline » 36
Figure 29 : Come Back Robert Johnson 39

1 Introduction

2021 a encore été une année perturbée en termes de contacts et d'interactions physiques mais, contrairement à 2020, la plupart des manifestations prévues ont pu se dérouler (sous des formes diverses) et, couplé à la multiplicité de publications, blogs, podcasts (en forte croissance) et autres supports de communication, notre communauté a beaucoup échangé dans un paysage de l'observation de la Terre qui n'a pas manqué d'événements clés.

La présente note vise juste à remettre en contexte certains éléments observés cette année. Elle ne vise ni l'exhaustivité (7 thèmes ont été choisis), ni l'objectivité. C'est juste l'appréciation d'un membre de la communauté, français qui plus est.

La liste des 7 thèmes abordés est présentée ci-dessous. Les thèmes en vert seront abordés dans la conclusion.

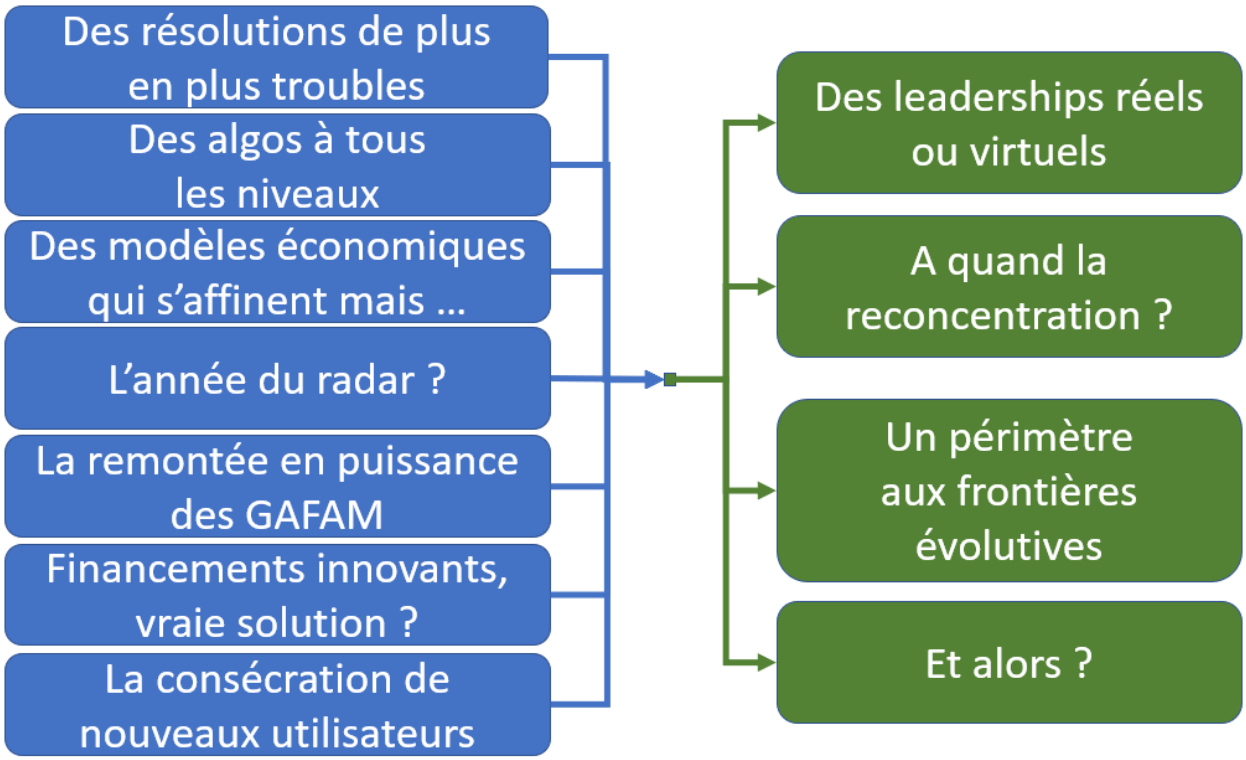


Figure 1 : Thèmes clés abordés dans la note

2 Des résolutions de plus en plus troubles

Nota : ce chapitre a été en partie publié sur le site Decryptageo en décembre 2021.

A quelques jours de distance, Microsoft annonce les nouvelles capacités d'interprétation offertes dans Microsoft Azure, via les algorithmes du Projet Turing, et la NOAA accorde la première licence commerciale à un satellite d'observation à 10 cm de résolution. Ces deux événements différents rendent néanmoins compte du terrible bazar qui règne désormais tant dans la résolution des images que dans les capacités d'interprétation.

Au commencement le monde était simple, la résolution spatiale des images disponibles commercialement correspondait à ce que permettait l'instrument de prise de vue à l'altitude où on l'avait placé. L'instrument HRV de Spot 1 acquérait des données à 10 m de résolution et Spot Image vous fournissait des images avec des pixels de 10 m de côté.

Et quand vous vouliez connaître le potentiel d'interprétation, les grilles NIIRS (National Imagery Interpretability Rating Scale), basées sur 60 ans d'expérience en photo-interprétation, vous disaient ce que vous pouviez détecter, reconnaître ou identifier sur ces images. C'était le bon temps …

Années 90 et 2000 : premiers bricolages

Cela se compliqua un peu à partir de la fin des années 90. A cette période les États-Unis donnaient le *La* sur les résolutions commerciales autorisées. S'ils disaient que la limite pour les capteurs optiques était à 5 m, personne ne se risquait à descendre plus bas (d'autant que les composants d'origine américaine inclus dans les satellites européens, canadiens ou japonais fournissaient un efficace moyen de pression).

La pagaille vint du fait que l'administration américaine changea plusieurs fois d'avis dans les années 90, en autorisant successivement la résolution spatiale de 3 m puis celle de 1m puis celle de 70 cm. Pour ne pas se laisser distancer, certains compétiteurs, à commencer par Spot Image pour Spot 5, durent « bricoler ». Alors que les deux instruments HRG à bord n'avaient qu'une résolution de 5 m, le « super mode » permettait de créer une image à 2,5 m de résolution à partir de deux images à 5 mètres acquises simultanément avec un demi-pixel de décalage. Il y avait donc, déjà, pas mal de traitement d'image avancé dans le produit livré au client.

Cette situation a perduré jusqu'au début des années 2010 dans un relatif *gentlemen's agreement* dû au faible nombre d'acteurs mondiaux. Il y avait bien quelques bidouilleurs aux pratiques limites, mais tout le monde les connaissait et ça n'impactait pas le marché.

Il est à noter que dans le domaine radar (où la résolution commerciale de l'image est partiellement un choix réalisé dans le processeur SAR au sol), le même genre de *gentlemen's agreement* existait également.

Les différents opérateurs canadiens, italiens, allemands et japonais convergèrent même sur des dénominations communes : SpotLight pour les données à 1 m, StripMap pour les données à 3 m et ScanSAR pour les données basse résolution.

Aujourd'hui toutes les frontières se brouillent ?

Sept facteurs peuvent expliquer la situation actuelle.

1. **La multiplication des acteurs**
   Depuis 2012, les projets se sont multipliés dans le monde entier (il y a une centaine de projets actifs de constellations d'observation actuellement et la NGA estime que 500 satellites d'observation seront lancés chaque année d'ici 2026). Dans la course aux financements et à la reconnaissance, tous les coups sont permis, y compris l'intoxication et les mensonges les plus éhontés.
   Face à ces discours, il faut prendre en compte la part d'espoirs irréalistes (quand un porteur de projet au stade PowerPoint vous expliquait en 2015 qu'en 2 ans sa constellation serait en orbite, il y croyait vraiment).
   Mais il faut également intégrer que beaucoup de nouveaux entrants viennent d'une culture beaucoup plus compétitive et agressive que notre ancien monde spatial très traditionnel, où l'on discutait « entre spécialistes ».

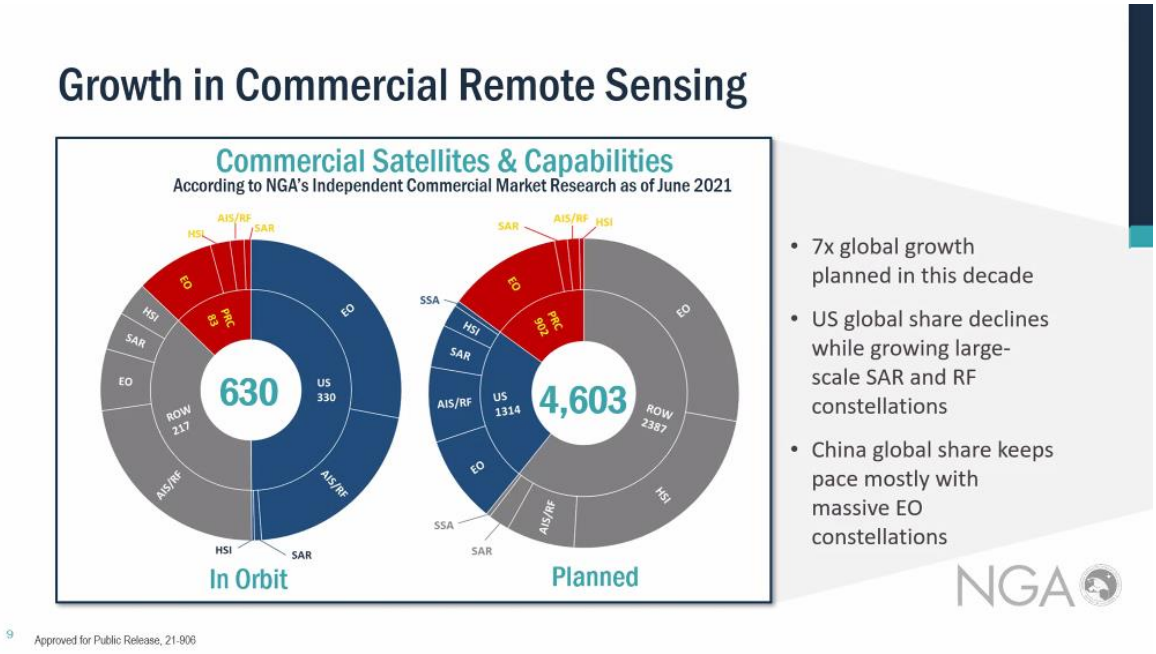


Figure 2 : Croissance du nombre de satellites d'observation commerciaux selon la NGA

© NGA – Présentation DGI 2021 – Septembre 2021

2. **La montée en puissance de la Chine**
   En 15 ans, la Chine est passé du statut de second client (après la défense américaine) des opérateurs commerciaux occidentaux à celui de potentiel principal compétiteur. Utilisons le terme « potentiel », car les parts de marché des principaux opérateurs commerciaux chinois sont encore négligeables comparées à Maxar, Airbus DS et même Planet.
   Mais l'activisme en termes de développement de nouveaux capteurs et constellations, son rythme effréné de lancements, ont permis à la Chine de réduire l'énorme retard qu'elle avait au début des années 2010. Cette progression est désormais reconnue (et vue comme une menace) par les autorités américaines, comme en témoigne ce classement des capacités présenté par la NGA en avril 2021.

Figure 3 : Classement « Olympique » des capacités d'observation mondiales selon David Gauthier, Director, Commercial and Business Operations NGA

© NGA – Présenté à la réunion ACCRES – 27 avril 2021

Sur l'année 2021, pas moins d'une soixantaine de satellites d'observation, de météorologie ou de détection de navires ont été lancés. Et ce n'est qu'un début. À côté des constellations institutionnelles bien établies (différents satellites Gaofen, HY, FY, TH …) et de leurs acteurs commerciaux dérivés (5 Jilin lancés avec succès sur 2021), de multiples acteurs régionaux ou privés chinois lancent des projets et investiguent les domaines plus « prospectifs » (radar, hyperspectral, atténuation du signal GPS, SIGINT) et ont désormais la possibilité de lancer leurs satellites.

Cette mise en compétition, orchestrée par les autorités chinoises, a pour but de faire émerger des capacités nouvelles, si possible disruptives. L'annonce en fin d'année de la constellation Tiangang de 36 satellites illustre ce phénomène. Zhuhai, le constructeur et opérateur privé du sud de la Chine, qui s'était manifesté en 2018-2019 par des POC vidéo et hyperspectral, a obtenu d'être impliqué dans un programme clé de l'administration chinoise.

Cette montée en puissance de la Chine ne s'encombre évidemment d'aucune des règles traditionnelles des occidentaux et sera disponible pour tous les clients du « Space Information Corridor » Chinois.

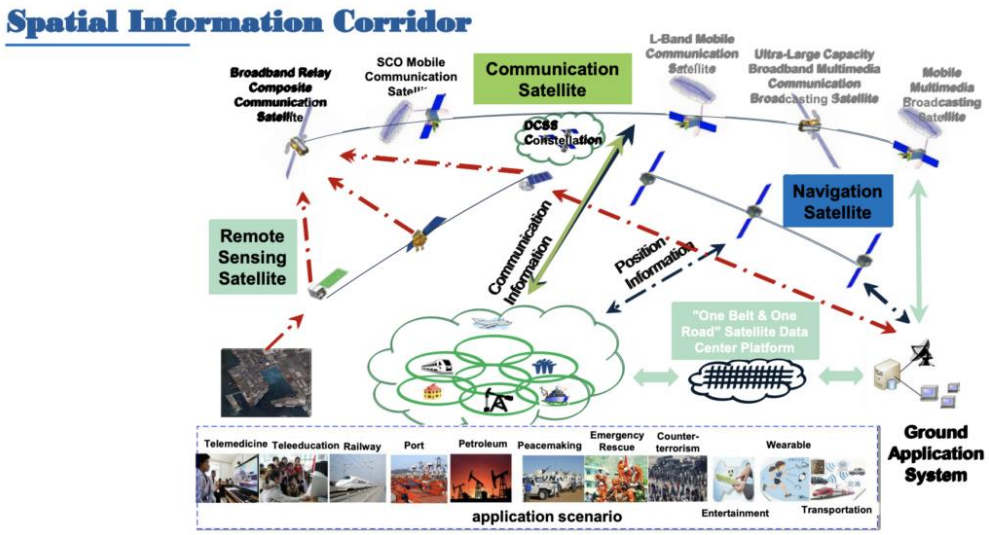


Figure 4 : Le Space Information Corridor Chinois tel qu'il est proposé aux partenaires

© CSNA - Novembre 2021

3. Le rééquilibrage bienvenu entre résolution spatiale et résolution temporelle

Il s'agit de l'apport essentiel des porteurs de nouveaux projets depuis Skybox Imaging au début des années 2010 jusqu'à Planet, Satellogic ou BlackSky aujourd'hui. Dans un univers dans lequel la plupart des acteurs privilégiaient la qualité image et la résolution spatiale, les nouveaux entrants ont fait comprendre et démontré à tous que la résolution temporelle permet de répondre à de multiples questions à fort impact économique et social.

Quand BlackSky, avec ses 12 satellites actuels, peut proposer jusqu'à 15 créneaux d'observation dans une seule journée sur certaines cibles (cette capacité est pour l'instant limitée à quelques lieux), la résolution spatiale de 1 m de ses satellites importe peu. Et l'opérateur annonce qu'il ne passera à 50 cm qu'à partir de 2023 au plus tôt, ce qui confirme que ce n'est pas l'enjeu.

Figure 5 : Le port de Freemantle vu le même jour par différents satellites BlackSky

© BlackSky - Décembre 2021

4. L'arrivée à maturité des nouvelles bandes spectrales

C'était l'arlésienne depuis 30 ans. Toujours annoncées, les capacités Infra Rouge Moyen, Infra Rouge Thermique ou Hyper-spectrales restaient pour la plupart à l'état de projets lointains et l'utilisateur devait continuer à se servir de données Landsat ou Aster. Il y a désormais de multiples projets quasiment opérationnels dans le monde entier et l'accès à des ressources dans ces domaines sera une des grandes améliorations des années 2022-2024. Et ce, malgré le traumatisme des opérateurs à la suite du lancement de WorldView 3 en 2014. En effet, ce dernier propose 8 bandes spectrales SWIR (entre 1,195 et 2,365 nm) avec une résolution spatiale de 3,7 m. L'administration américaine a mis plus de deux ans à statuer pour savoir si les images commercialisées devaient être vendues à cette résolution ou rééchantillonnées. Pendant tout ce temps, le satellite était en orbite et opérationnel mais Digital Globe était coincé et perdait des ventes potentielles.

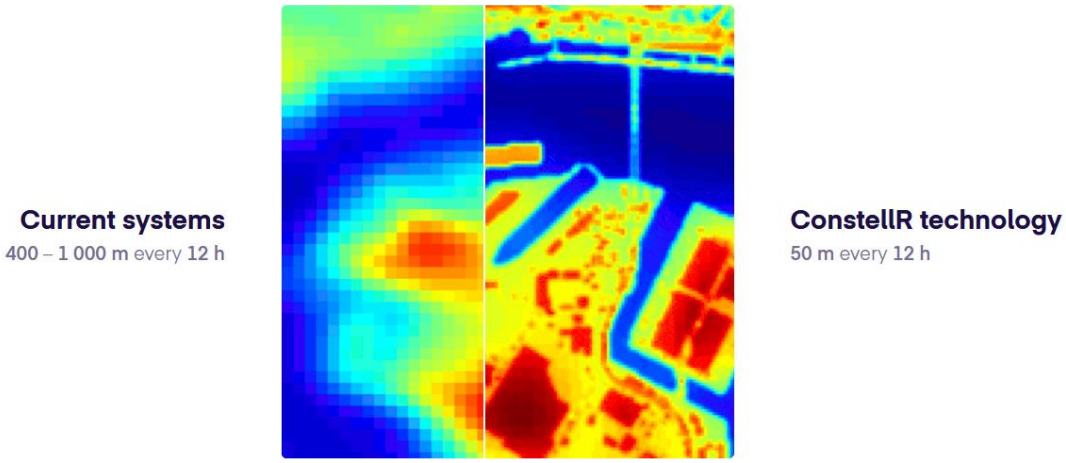


Figure 6 : Exemple d'amélioration attendue en 2023 dans le domaine IR Thermique

©ConstellIR – Décembre 2021

5. Tous les chemins mènent à Rome

- Pour une même résolution spatiale du produit, l'image peut être acquise au moyen d'un satellite très performant à 600 km d'altitude ou d'un satellite beaucoup plus rustique à 170 km.
- Certaines innovations sont difficiles à évaluer et on n'en comprend les capacités (voire la faisabilité) que lorsque les satellites sont déjà en orbite et fournissent des données.
- Les nouvelles possibilités du traitement à bord des images (voir §3) vont également changer la donne en termes de capacités opérationnelles.
- Voler très bas (en dessous de 250 km) n'est plus un tabou réservé aux satellites militaires dans un monde de satellites commerciaux à durée de vie courte et faible coût.

6. Les nouvelles possibilités offertes par l'intelligence artificielle et le traitement des données

Booster la résolution spatiale des images n'est donc pas nouveau et Pléiades en était un bon exemple, passant d'une résolution native de 70 cm à des images distribuées à 50 cm. Ce qui change est la disponibilité large de techniques permettant soit

d'augmenter la résolution, soit d'améliorer la lisibilité des images à résolution identique. Là où, il y a 10 ou 20 ans, seuls des labos pointus maitrisaient ce type de processus, ces techniques sont aujourd'hui répandues dans de multiples applications grand public. Ce sont elles qui transforment par exemple un utilisateur de smartphone tremblotant en as de la photographie. Combinées à une archive d'images satellites mondiale et à jour ainsi qu'à des bases de tags référençant à peu près tous les types d'objets de la planète, les possibilités sont infinies.

Techniquement, on peut distinguer trois types d'actions :

- La super résolution obtenue avec une image unique (via de l'apprentissage profond).
- La super résolution obtenue avec plusieurs images du même capteur (ce qui renvoie les anciens au bon vieux « ralenti »).
- La super résolution multi bandes (dont une des implémentations historiques a été le pan-sharpened).

Lorsque Planet distribue des images homogénéisées à 3 m de résolution à partir d'une constellation de satellites aux caractéristiques hétérogènes (différentes générations de capteurs, différentes altitudes de vol), il procède déjà à un énorme travail algorithmique invisible de l'utilisateur. Le fait-il par de la super résolution sur image unique ou en mixant une pile d'images (le plus probable), ce n'est pas écrit dans la documentation commerciale.
Pour s'aligner sur le standard du marché à 50 cm, le même Planet a abaissé l'orbite de ses SkySat en 2019. Comme cela ne suffisait pas, c'est par un traitement algorithmique que les SkySat atteignent désormais la résolution souhaitée.
Maxar, en retard sur son projet de constellation Legion, a essayé de couper l'herbe sous les pieds d'Airbus DS, en proposant en décembre 2020 une offre rééchantillonnée à 15 cm des données WorldView 2 ou 3, quelques mois avant le lancement du premier satellite Pléiades Néo. L'utilisateur va donc se retrouver à une même résolution spatiale avec de multiples offres de qualité variable et au potentiel d'interprétation différent.

Figure 7 : Exemple de données Maxar 15 cm HD

©Maxar – Décembre 2020

Des développeurs se sont placés sur ce créneau spécifique de création d'images super-résolues. Ainsi lorsque vous souhaitez « faire passer » une image Pléiades, acquise sur une zone urbaine, de sa résolution commerciale de 50 cm (déjà super-résolue) à une super-résolution de 12,5 cm, Aventior le propose et UP42 (une des plateformes d'Airbus – voir §6) l'a intégré dans son offre.

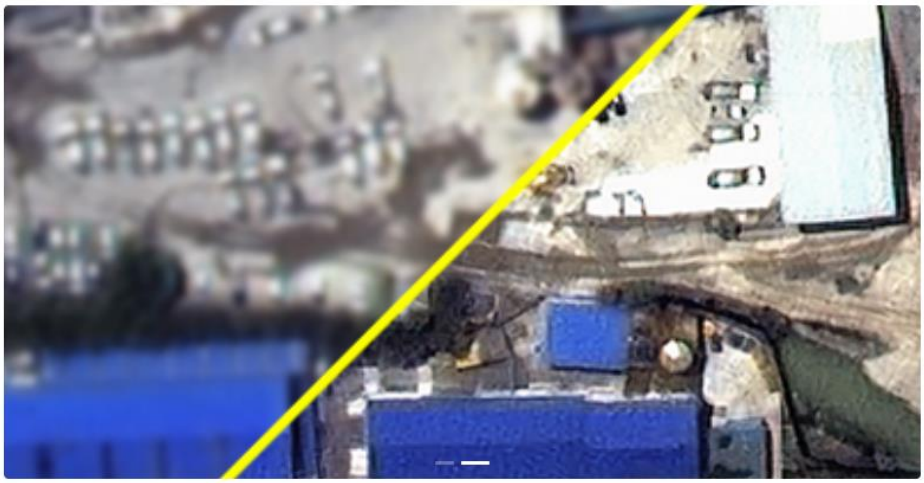


Figure 8 : Exemple de données Pléiades « poussées » à 12,5 cm

©UP42 – Décembre 2021

Au total, il n'y a rien de mal à faire de la super résolution mais un minimum de clarté pour l'utilisateur ne serait pas inutile. De là à ce que l'on sorte un label Bio sur la traçabilité des images …

7. **Les opérateurs vont se retrouver concurrencés par les plateformes**

L'annonce de Microsoft qui propose un nettoyage et une amélioration de la lisibilité (et du potentiel d'interprétation humaine ou algorithmique) dans le cadre du projet Turing n'est que le début d'un mouvement qui va placer les opérateurs de Cloud (Amazon, Google et Microsoft en premier lieu) en concurrence avec les opérateurs satellitaires sur le marché de « l'Analytics Ready » , les fameuses données ARD au catalogue de tous les opérateurs depuis 3 ans pour garantir aux acteurs de l'analyse une meilleure interopérabilité multi-sources et l'absence des problèmes de géométrie ou de radiométrie qui ont pollué le fonctionnement de leurs algorithmes. Les opérateurs avaient pourtant un atout pour assurer cette mise en forme des données, lié à leur connaissance fine de la prise de vue permettant certains types de traitements pointus. Mais les plateformes ont énormément progressé en traitant des Peta de données dans le cadre de la mise à disposition de collections entières type Sentinel ou Landsat. Elles disposent en outre d'une force de frappe algorithmique sans commune mesure avec celle des opérateurs de satellites, en particulier dans la capacité à généraliser ces résultats sur des millions de km² (voir §6). Quant aux nouveaux acteurs qui avaient commencé à se positionner sur le marché de la « raffinerie de données », ils risquent de jouer le rôle de la tranche de jambon dans un sandwich SNCF (voir §4).

Figure 9 : Illustration des corrections proposées par Microsoft Azure

© Microsoft – Décembre 2021

Quelques conséquences déjà constatées sur la régulation

Comme cela a été indiqué antérieurement, l'ancien système de régulation américain était essentiellement basé sur la résolution spatiale des images et leur capacité de photo interprétation humaine (classe NIIRS). Il donnait le ton de la régulation mondiale.

Il a été remplacé par un nouveau système toujours géré par la NOAA pour le Département du Commerce. Il repose sur un principe en trois « Tiers » : Dans chaque tiers, l'originalité et l'exclusivité des capacités offertes (quelles qu'elles soient, spatiales, spectrales, temporelles ou radiométriques) est analysée afin d'en déduire un degré d'ouverture de la commercialisation.

- A system with the capability to collect unenhanced data substantially the same as unenhanced data already available from entities or individuals not licensed under this part, such as foreign entities, is categorized as Tier 1;
- A system with the capability to collect unenhanced data substantially the same as unenhanced data already available, but only from entities or individuals licensed by CRSRA, is categorized as Tier 2; and
- A system with the capability to collect unenhanced data not substantially the same as unenhanced data already available from any domestic or foreign entity or individual is categorized as Tier 3.

Figure 10 : Définition des 3 Tiers de la réglementation US

© NESDIS NOAA - Tiering Threshold Document Q3 2021

Et les règles pour chaque « Tier » sont revues et publiées chaque trimestre, pour tenir compte de l'évolution de l'offre mondiale.

C'est ainsi que la première licence pour une constellation proposant des images à 10 cm de résolution vient d'être accordée à Albedo. Il s'agit clairement d'une capacité satellitaire unique au monde dans le domaine commercial. Albedo a donc reçu une licence Tier 3. Celle-

ci comporte donc de multiples restrictions. En cas d'urgence nationale pour les États-Unis (décision à la discrétion du département de la Défense et du Directeur National du Renseignement), l'activité de l'opérateur commercial peut basculer exclusivement au profit de la Défense. De plus, dans le même contexte, les données en archive ne peuvent être distribuées à des tiers. Albedo espère lancer le premier satellite en 2023, ce qui laisse aux acteurs actuels le temps de verrouiller leur activité … et de proposer des offres HD de retraitement à 10 ou 8 cm de leurs données 25 ou 30 cm.

Quelques conséquences pour les utilisateurs

Les différents facteurs présentés plus haut peuvent et vont se combiner : Comment comparer les résultats d'un instrument à la pointe de l'art type Pléiades Neo ou WorldView 3 avec les résultats d'un instrument médiocre… amélioré par l'IA ?

De plus, la même image acquise par un capteur un jour donné pourra avoir de multiples niveaux de lisibilité selon la plateforme sur laquelle elle sera exploitée : une situation qui ouvre vers des disputes infinies entre celles et ceux qui regarderont une situation à la même date sans en tirer les mêmes conclusions.

Enfin, les débats légitimes sur l'ouverture du capot des algorithmes vont se déplacer : ils se focalisaient sur les algorithmes de détection et d'interprétation, il va falloir se préoccuper tout autant de la matière image.

L'utilisateur va donc devoir être sioux, non pas pour séparer le bon grain de l'ivraie (ce n'est pas un concours de beauté), mais pour constamment choisir ce qui correspond vraiment à son besoin. De plus en plus de cas d'usages pertinents utilisent des images qu'un expert, assis sur ses certitudes scientifiques, classerait « images de merde ». Mais il y aura à l'inverse des cas où il ne faudra faire aucune concession sur la qualité native des images (et sa sainte trilogie Ground Sampling Distance, Modulation Transfer Function, Signal Noise Ratio). Cela ouvre sur des perspectives enthousiasmantes sur la disponibilité de tous les types et qualité de données pouvant servir le plus grand nombre de besoins et de budgets clients. Mais cela prélude aussi de vrais enjeux de formation et d'éducation de tous les acteurs. Et surtout ces réflexions paraissent bien éloignées du mot d'ordre entendu durant toute l'année 2021 d'interviews en conférences (aux Etats Unis comme en Europe), car celui-ci était : « Simplify, Simplify, Simplify ». Pas certains que les deux démarches puissent se combiner car à trop simplifier pour les utilisateurs, le problème à terme pourrait être celui de la confiance dans les données. Et penser que l'on va résoudre ce problème de confiance avec plus de métadonnées est une vue de l'esprit. Non, ce n'est pas la fin des bonnes résolutions !

3 Des algos à tous les niveaux

Quand le sujet Intelligence Artificielle / Machine Learning (AI/ML) est abordé en observation de la Terre, c'est la plupart du temps pour parler d'extraction d'information dans la partie aval de la chaine de valeur (le fameux « marché de l'analyse »). En fait, l'usage de l'AI/ML est beaucoup plus large et en 2021, certaines des évolutions les plus significatives se sont produites dans les parties amont ou médianes de la chaine de valeur. Petit tour d'horizon.

Commençons avec le traitement à bord

Mettons de côté les algorithmes servant les équipements de la plateforme ou de l'instrument (pour lesquels l'auteur est incompétent), pour parler du traitement à bord des images qui viennent d'être acquises.

Aujourd'hui, on le trouve en orbite dans des démonstrateurs (DARPA, US Air Force, SDA, Chine, Europe) et pas (à notre connaissance) sur des satellites opérationnels civils ou commerciaux ; et les traitements portent sur des sujets assez limités.

En simplifiant légèrement, distinguons trois cas de figures :

- Un traitement bord permettant de juger la qualité de l'image acquise et de décider si elle mérite d'être transmise au sol ;
- Un traitement bord d'analyse métier, permettant de transmettre en temps réel de l'information élaborée et pas juste une image ;
- Un traitement bord de détection, permettant d'orienter et programmer un autre moyen de renseignement.

Les deux satellites POC chinois lancés en 2019 appartenaient à la première catégorie et intégraient une IA de notation de la couverture nuageuse (NCN) L'idée est que la NCN soit réalisée juste après l'acquisition et que, si elle est supérieure à un certain seuil, l'image soit immédiatement effacée à bord et n'encombre pas le flux de télémétrie descendants.

Différents satellites expérimentaux américains lancés ces deux dernières années testent typiquement la deuxième option, en premier lieu dans le domaine militaire, mais on peut attendre des évolutions fortes à court terme en particulier en surveillance maritime et arctique.

C'est évidemment la troisième catégorie qui fait le plus fantasmer, avec tous les cas de figure : satellite – satellite(s) / satellite – moyens stratosphériques / satellite – drone ou avion / satellite – moyen sol.

Les trains de satellites ne sont pas nouveaux. Le A Train franco-américain (Aqua, CloudSat, CALIPSO, PARASOL, OCO-2 et Aura) date de la fin des années 90 et certaines de ses composantes sont toujours opérationnelles. Le Tip and Cue entre satellites est également assez ancien (en particulier dans le domaine militaire), mais pour l'essentiel, les résultats d'exploitation de l'image du 1er satellite étaient obtenus au sol, avant transmission d'une programmation optimisée au 2e satellite. Aujourd'hui, Iceye est le premier opérateur à proposer ce type de workflow sur sa propre constellation en bande X. Décembre 2021 a également vu l'annonce du successeur commercial de Radarsat-2 (constellation Chorus) avec un satellite en bande C qui fera de la détection et un satellite en bande X, placé sur la même orbite juste derrière (fourni par Iceye), qui se focalisera sur les cibles. Et la récente levée de fond d'Adaspace en Chine, avait pour but de financer le déploiement de la constellation Xingshidai surnommée la « AI satellite constellation ».

Les capacités de traitement du secteur aval sont donc en train de monter à bord.

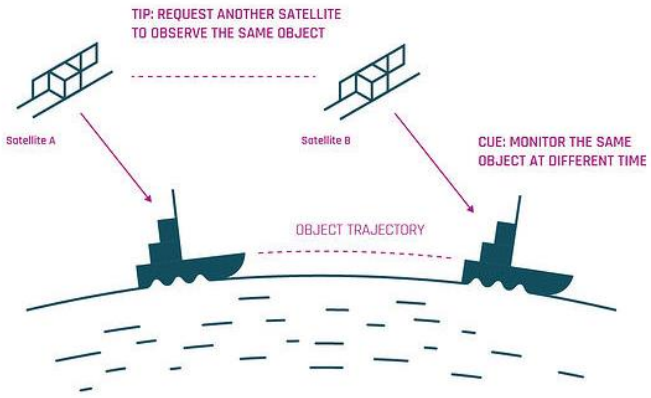


Figure 11 : Définition du Tip and Cue intersatellites

© Iceye - Décembre 2021

A plus moyen terme, dans la logique des satellites reconfigurables, certains satellites pourront intégrer les IA des clients sur des périodes données (par exemple un satellite qui ferait du traitement bord dédié agriculture sur une saison donnée et se reconfigurerait sur une autre mission, avec d'autres IA, le reste de l'année). Le AI Powered Smart Bus d'Hera (en ISR militaire) permet déjà ce type d'évolutions.

Continuons avec la production des images

Dans cette phase (grosso modo ce qu'on appelait traditionnellement le passage L0 à L2), qui est déjà chez tous les opérateurs un processus largement automatisé, les IA interviennent en premier lieu sur la détection des défauts et anomalies sur les produits réalisés. Mais cela permet également d'optimiser des traitements radiométriques, par exemple passer du Top Of Atmosphere (TOA) classique à une véritable image en réflectance niveau sol.

Ce deuxième niveau ne peut être traité, *a priori*, que par l'opérateur de la constellation, mais l'exemple Capella (réception AWS-Ground Segment, production et hébergement AWS, livraison directe au client sans que l'image ne soit jamais passé par chez Capella) montre que l'on peut déjà avoir sur cette phase des opérations conjointes entre l'opérateur et son fournisseur omnipotent.

Poursuivons avec la phase très à la mode de préparation des données

Cette phase inclut (toujours en simplifiant) trois types de tâches :

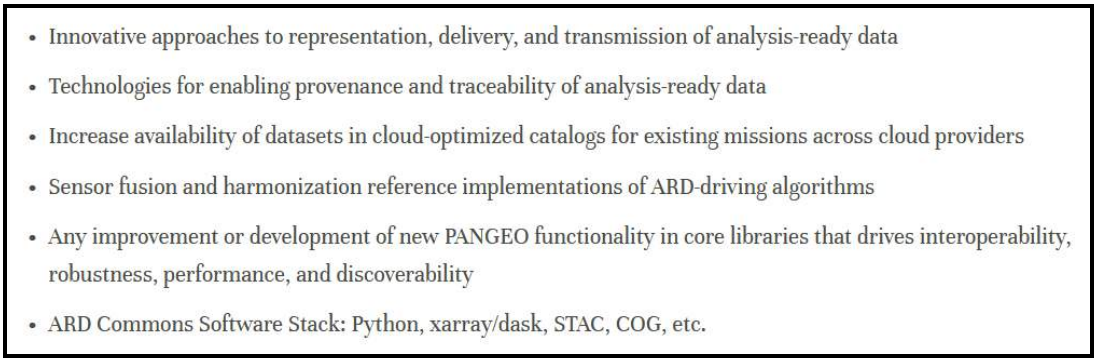
- D'abord les **tâches traditionnelles** (ortho rectification, mosaïquage, rééchantillonnage).
- Plus récemment (grosso modo 3 à 4 ans) sont arrivées **les tâches de type ARD.**
- Encore plus récemment (grosso modo 18 mois à 2 ans) sont arrivées **les tâches de type amélioration du potentiel des données.**

Historiquement, les **tâches traditionnelles** ont d'abord été réalisées, soit par les utilisateurs eux même (en premier lieu les clients militaires qui n'achetaient que du 1B ou du 2), soit par des producteurs à valeur ajoutée (le fonds de commerce initial en France d'ISTAR, IGN Espace ou GeoImages). Dans les années 2000 les opérateurs ont considéré qu'ils devaient reprendre la main sur ces tâches et les ont internalisés avec la volonté de

simplifier l'offre en poussant la plupart des clients à choisir le niveau 3. Ce mouvement était aussi censé faciliter et accélérer l'adoption des nouveaux modes de diffusion (streaming …). On a vu la même chose en Chine, avec l'émergence dans les années 2000 d'EastDawn (qui se proposait de devenir la « Geospatial Factory of The World »), dont les compétences ont depuis été reprises et intégrées par les opérateurs Space Will et Charming Globe.
Mais dans le cadre des contrats passés par les grands opérateurs avec Google ou Microsoft, sur l'accès à de larges collections HR/VHR pour nourrir Google Maps/Earth ou Bing Maps, ainsi que dans le cadre de la récupération et transformation systématique de toutes les acquisitions Landsat et Sentinel (1 et 2), les GAFAM ont acquis le même niveau de compétence dans le domaine que les opérateurs. Ils ont même développé une expertise multi-sources plus large que chacun des opérateurs.

Aujourd'hui, les acteurs dominants pour ces tâches sont les opérateurs eux-mêmes et les Google – Amazon – Microsoft. Les acteurs indépendants résiduels sont désormais connectés à des marchés verticaux et légitiment leur existence par des originalités de production liées à des besoins utilisateurs (en France, un Planet Observer, dans ses activités dédiées au marché des médias, est un bon exemple) mais ce sont généralement de petites structures, avec un potentiel de croissance limité.

Les tâches de type ARD sont apparues avec les premiers retours (2015-2018) des acteurs de l'analyse (que ce soit les multiples POCs financés par des institutions ou les premiers RETEX des nouveaux entrants type Orbital Insight, Space Know et autres). Soudainement des données ortho rectifiées par Digital Globe ou Airbus DS et qui avaient passé les critères qualité des opérateurs (critères définis depuis toujours par la secte des géographes obsédés du PCCN ou du PLCN90[1]) s'avéraient désastreuses pour la production d'Insight, car elles généraient un taux de faux positifs ou de faux négatifs lié aux défauts de la production qui s'ajoutaient aux faux positifs / faux négatifs intrinsèques à l'algorithme (exemple classique : les raccords de mosaïquage qui deviennent des segments de route). C'est là que l'on s'est rappelé (enfin !) que l'œil humain (et son cerveau associé) a une capacité de filtrage extrêmement sophistiquée qui lui permet de ne pas se laisser perturber par des défauts de l'image ou de la mosaïque, dont il comprend au premier regard qu'ils ne sont pas significatifs. Donc on trouvera ici toutes les tâches d'homogénéisation permettant une exploitation optimisée des données par des algorithmes. Mais il faut bien intégrer que derrière la notion d'ARD, il y a non seulement cette homogénéisation, mais aussi la nécessaire standardisation de l'accès qui peut être illustrée par les thématiques de l'appel à projets publié fin 2021.



- Innovative approaches to representation, delivery, and transmission of analysis-ready data
- Technologies for enabling provenance and traceability of analysis-ready data
- Increase availability of datasets in cloud-optimized catalogs for existing missions across cloud providers
- Sensor fusion and harmonization reference implementations of ARD-driving algorithms
- Any improvement or development of new PANGEO functionality in core libraries that drives interoperability, robustness, performance, and discoverability
- ARD Commons Software Stack: Python, xarray/dask, STAC, COG, etc.

Figure 12 : Thématiques proposées dans l'appel à projets 2022

© ARD-Zone - Décembre 2021

[1] L'auteur de ces lignes a été pendant quelques années un des grands prêtres de cette secte en France.

Bien évidemment le volume de travail et la complexité de ces tâches de préparation varient selon que l'on est dans un contexte totalement multi-sources (mosaïque intégrant des données d'opérateurs et de caractéristiques différentes), dans un contexte mono sources avec de grandes disparités entre les capteurs (ex : les SuperDove de Planet), ou dans un contexte mono sources à 1 ou 2 satellites identiques (Pléiades Neo actuellement).

Sur le marché de l'ARD, les premiers à se positionner ont été de nouveaux acteurs qui très souvent couplaient le discours ARD à un discours d'indépendance vis-à-vis de l'écosystème d'un opérateur unique. Le premier qui a construit ce discours est Descartes Labs (émanation des chercheurs cloud de Los Alamos National Laboratory) qui a même inventé le terme marketing « data refinery ». Et il y a aujourd'hui des acteurs de ce type dans le monde entier, certains se spécialisant dans un type de données (transformation des données Sentinel 2 en ARD), d'autres sur un marché applicatif (préparation de données pour la Défense), d'autres se positionnant comme génériques et agnostiques. Mais très vite, les opérateurs ont vu le risque d'être coupés des marchés applicatifs et se sont positionnés : Planet et Maxar d'abord, Airbus DS l'hiver dernier à l'occasion du lancement Pléiades Néo avec One Atlas Analytics. Google, Amazon ou Microsoft ont toutes les capacités pour venir sur ce marché, même si aujourd'hui ils n'y sont que partiellement (proposant certaines corrections dans les données qu'ils mettent à disposition aux sociétés d'analyse ou proposant des algos accessibles issus de leurs propres travaux ou de la communauté de développeurs associés sans traiter eux même les données).

Et reste le débat toujours en cours de savoir si des données ARD « génériques » (agnostiques en termes d'applications) sont réellement adaptées aux différents besoins des marchés d'Analyse verticaux (voir §4).

Les tâches de type **amélioration du potentiel des données** ont déjà été abordées au §2. Il s'agit d'une préoccupation assez universelle car elle recoupe :

- Des enjeux de productivité (combien d'images produisent des résultats mitigés via des analystes images ou via des algorithmes : ni franchement mauvais, ni vraiment conclusifs).
- Des enjeux de lisibilité (humaine) pour tous. Encore aujourd'hui, il y a sur Google Earth ou sur Bing Maps des images que seul un photo interprète à l'œil de faucon peut vraiment comprendre sans efforts, et devant lesquelles le béotien, ne disposant pas des clés, renoncera très vite.

A ce stade on ne peut pas encore parler de marché, il y a eu des démonstrations et des annonces, mais pour l'essentiel, ce qui est opérationnel est intégré en mode furtif. C'est le cas par exemple chez Planet dans le cadre de la montée en résolution des SkySat, qui s'accompagne d'utilisation d'algos permettant de simuler une meilleure FTM et rendre l'image plus lisible. Donc c'est opérationnel, mais pas vraiment expliqué, au nom du mot d'ordre « notre rôle est de tout simplifier pour le client ».

Ce panorama permet donc de constater qu'avant même de discuter de l'IA/ML au service de l'analyse, il faut donc dès maintenant beaucoup d'algorithmes et de machine learning en amont pour permettre aux algorithmes et au machine learning en aval de fonctionner.

4 Des modèles économiques qui s'affinent mais …

Là encore, pas question de traiter en totalité en quelques pages les enjeux des modèles économiques. Le lecteur consultera utilement la note « Space Economy Fundamentals » publiée cette année par Pierre Lionnet. Mais illustrons quelques dilemmes clés au travers des annonces de l'année.

Nota : Les enjeux liés aux plateformes seront abordés dans le §6.

Parlons d'abord du positionnement stratégique des opérateurs

En cette année 2021, trois grands acteurs (Planet, BlackSky et Satellogic) ont fait la cour aux analystes financiers pour préparer leur entrée en bourse (voir §7).

Cela a permis de constater que leur positionnement revendiqué est très différent :

- Planet se définit comme un « Data Subscription Business »
- BlackSky se définit comme un « Analytics Business »
- Satellogic se définit comme « A mapping Capacity at near Zero Marginal Cost »

Il en découle qu'ils ne visent pas exactement les mêmes types de clients (même s'il y a des recouvrements, en particulier du côté de la défense et des institutionnels US), ni le même nombre (Satellogic vise essentiellement la longue traine[2]), ni le même mode de relation avec les clients et avec les partenaires.

Planet vise 130 M$ pour l'année fiscale 2021-22 avec actuellement (Q3 2021), 742 clients[3]. Ils ciblent une marge de 94-96% sur les nouveaux clients à venir. Il leur faudra trouver et fidéliser beaucoup de clients payants pour atteindre les objectifs de rentabilité fixés à l'horizon 2025-26.

En intégrant dans l'analyse les deux leaders mondiaux Maxar et Airbus DS, il est clair que les cinq modèles économiques sont différents. A partir de là, les analyses classiques du type prix au km² vs résolution spatiale (telle que celle présentée dans la figure ci-dessous) n'ont, en fait, plus grande signification (et nous n'avons même pas intégré les offres chinoises).

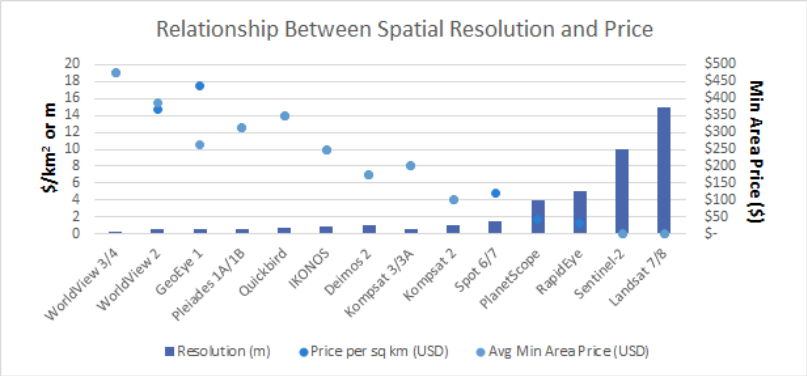


Figure 13 : Exemple de graphe prix au km² vs résolution (datant de 2014)

© UP42 - Décembre 2021

[2] Il y a des similitudes avec le business visé initialement par les promoteurs d'e-Corce en 2007 (similitudes qu'on retrouve dans le discours de communication).
[3] Oui, une société qui réalise 130 M$ de CA avec 700 clients peut valoir 3 Mrds de $

A la niche

Les nouveaux entrants (ceux qui se sont déclarés depuis 2019) doivent tenir compte de l'existence et des infrastructures déjà déployées ou en cours des opérateurs anciens, mais aussi de ceux de la génération précédente.

On constate donc que pour séduire les investisseurs (aux Etats Unis et en Europe) ou les bureaucrates de Pékin (en Chine), la technique est la même, trouver une niche originale. Celle-ci peut concerner le produit visé, la manière de le collecter ou le modèle économique.

Aux Etats Unis, peuvent ainsi être cités :

- Alba Orbital : Night Lights, revisite à 15 cm, pocket satellites
- Earth Observant : VLEO (très très basse altitude)
- Skeyeon : Basse altitude à 250 km et satellite transformable en compost (on exagère à peine)
- Orbital Sidekick , Pixxel, Hypersat : Hyperspectral

Le grand nombre de projets hyperspectraux tient au fait que dans ce domaine, aucun des projets de la génération précédente ne s'est encore imposé (même si HySpecIQ, après bien des vicissitudes, semble soutenu par le DoD).

La même situation existe en Europe avec :

- SatRevolution (Pologne) : Pocket satellites
- Satellite Vu (UK) : IR Thermique
- ConstellIR (GE) : IR Thermique et focalisation sur l'eau

En Chine, les projets risqués ou très éloignés des canons de l'observation classique sont laissés ou confiés à des provinces (trop heureuses de pouvoir afficher leur politique spatiale « autonome ») ou à des acteurs privés.

Analyse générique ou Analyse métier (en anglais « Analytics or Insight »)

Dans les débuts d'émergence de l'analyse à base d'IA/ML, sont apparus très vite deux stratégies. Certains essayaient de résoudre des problèmes de segments verticaux bien identifiés (par exemple, les besoins métiers des traders pétroliers ou des analystes militaires ou des assureurs maritimes ou des betteraviers), alors que d'autres tentaient de résoudre une classe de problèmes techniques pouvant servir de multiples segments verticaux (par exemple, l'extraction de toutes les routes ou de tous les bâtiments ou de tous les réservoirs circulaires du Monde).

L'évolution du marché de l'**analyse générique** sur les 4 dernières années peut être illustré avec les emprises de bâtiments. La première tentative crédible capable de produire les données sur un continent entier fut l'œuvre d'une association entre Digital Globe (qui fournissait la denrée GBDX), Ecopia (qui développa l'algorithme et le workflow) et des porteurs de projets australiens. Sur cette base, Ecopia devint, dès 2017, le champion des « building footprints ». Quatre ans après, Ecopia se retrouve concurrencé par un autre acteur commercial (Planet), un acteur public US, ORNL (qui bénéficie d'une réputation de 30 ans dans la spatialisation de données démographiques), et trois des GAFAM (Google, Microsoft et dans une moindre mesure Facebook). D'un seul coup, le marché pour Ecopia et pour les autres acteurs purement commerciaux n'est plus le même, d'autant que Google (avec son Open Buildings Dataset compatible d'OSM) et Microsoft se servent de ces services comme produits d'appel (diffusés en open source) pour fidéliser des communautés d'institutions, d'ONG et de mouvements civils indépendants. Et le cas des bâtiments peut être désormais étendu à d'autres domaines, comme en témoigne l'irruption récente de Google sur le « marché » de la cartographie des inondations (voir §8).

Mais la figure ci-dessous indique que les débats ne sont pas terminés, car les résultats de ces algorithmes sont encore pour le moins divergents.

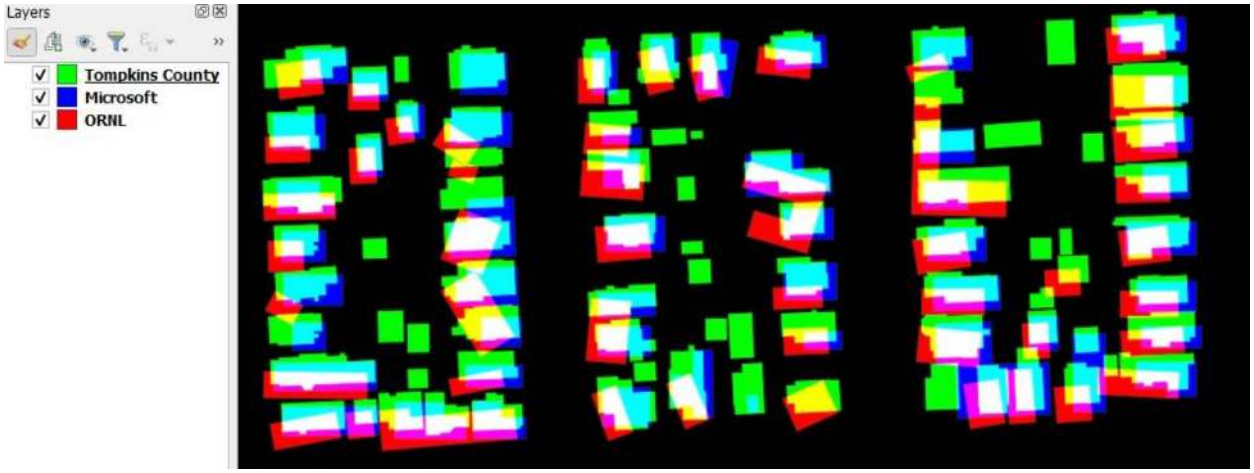


Figure 14 : Comparaison Microsoft, ORNL et données du comté de Tompkins

© Keith Jenkins / Cornell University - Septembre 2017

Positionnement des acteurs sur les marchés verticaux de « l'Insight »

Les opérateurs adressent désormais des verticaux choisis. Ainsi chez Airbus DS, de toutes les thématiques adressées à l'époque de Spot Image, il reste Defense Site Monitoring, Ocean Finder (détection de navires), Refinery Scanner, Shale Scanner et Stack Insight (les 3 dans le monde Energy), Crop Analytics (deux versions pour les institutions plutôt orientées contrôle et statistiques et pour le « precision farming » orienté agriculteurs) et Starling (déforestation). Cette simple liste montre que l'on est dans un mélange entre la continuité de services qui ont démarré en mode projet pour un client et qui se sont avérés rentables, la volonté de ne pas se couper de certains clients « vache à lait » ou la volonté de valoriser des assets présents ailleurs au sein de la galaxie Airbus.
On ne pourra s'empêcher de rire en comparant les offres Airbus DS et Maxar en constatant que l'un propose un service sur les raffineries et l'autre sur les réservoirs (simplement parce que la détection de tous les réservoirs du Monde fut un des projets étendards de GBDX époque DG). Sur ces verticaux, les opérateurs n'hésitent pas à faire concurrence à certains de leurs partenaires ou à monter des mixes. Dans le Defense Site Monitoring d'Airbus DS, les algorithmes sont Preligens, mais dans One Atlas Analytics il y a des algorithmes Airbus DS aux ambitions similaires et, selon les clients et leurs besoins, Airbus DS va mettre en avant ses algos propres ou ceux d'un partenaire.
Les nouveaux entrants (on mettra ici les startups et les SME) dans l'analyse se développent dans un marché encore très peu mature et mal régulé (en gros, jusqu'en 2019 tout le monde pouvait pipeauter allègrement et beaucoup ne s'en sont pas privés). Depuis 2020, la rationalisation est en cours et les réputations surfaites commencent à apparaitre. Il y a surtout des offres de plus en plus ciblées et qui ne font plus perdre leur temps aux clients pour des résultats réels < 90%. Un des phénomènes les plus intéressants est l'émergence de sociétés qui savent laisser l'EO dans ce qu'elle apporte de mieux sans en faire LA source unique. Pour rester dans des exemples français, Kayrros dans l'énergie, Preligens dans l'IMINT/GEOINT ou NamR dans la data intelligence sur les bâtiments illustrent cela. NamR a commencé par bâtir une offre proposant toutes les données qu'on pouvait fournir sur tous les bâtiments du pays en compilant tous les types de statistiques possibles : et c'est quand ce produit existe et se vend déjà (aux assureurs, aux gestionnaires fonciers …) qu'ils utilisent l'imagerie pour augmenter le nombre d'attributs et enrichir les possibilités d'analyse (en particulier environnementale) de la base.

Les acteurs traditionnels (on regroupera ici les industriels de l'armement, les intégrateurs, les SSII et les détenteurs de verticaux très ciblés) montrent une réelle volonté d'y aller mais toujours des difficultés. Soit, ils se retrouvent à juste servir la soupe aux GAFAM (cf. le scandale l'été dernier en France du Marché de Bercy sur la détection des piscines, dont Cap Gemini n'est pas sorti grandi). Soit, ils essayent de travailler avec les nouveaux entrants, mais on a vu, tant en Europe qu'aux USA, que cela produit un effet Joule terrible.

Les mastodontes de l'analyse n'en sont pas

Régulièrement la communauté, suivie par les médias, monte en épingle tel ou tel acteur pour de bonnes ou mauvaises raisons (PDG charismatique, discours en rupture, première démo bluffante). Force est de constater que notre industrie reste assez modeste. La plupart des acteurs de l'analyse qui ont monopolisé les gros titres sur les 8 dernières années ont aujourd'hui moins de 200 salariés (et le plus souvent beaucoup moins). Et pour viser un vertical métier très pointu, il vaut mieux une équipe de 5 à 10 personnes totalement intégrée dans sa communauté et apte à spécifier, concevoir l'offre et la valoriser auprès de ses clients que de pseudo experts métiers chez des généralistes. Mais cela conduit pour l'instant à une atomisation (durant ESA PHI en octobre, certains orateurs qui laissaient penser disposer de capacités infinies, n'étaient que des sociétés de 2 personnes). Et ce phénomène est mondial. Ainsi en Chine, une trentaine de sociétés produisent le même type d'analyses économiques sur des données Landsat/Sentinel/Gaofen avec chacune moins de 20 salariés et le « géant » Changguang (Charming Globe) a actuellement 500 salariés.

En conclusion (partielle et partiale)

- Aujourd'hui tout le monde va développer une compétence interne dans le domaine IA/ML pour deux raisons : d'abord, c'est un élément de survie pour comprendre le monde économique qui advient. Ensuite, il y aura toujours des process internes à chaque acteur qui légitimeront (et on l'espère rentabiliseront) cet investissement.
- Plus on descend dans la chaîne de valeur, moins la donnée EO est seule en jeu. Et ce besoin de fusionner EO avec d'autres sources intervient de plus en plus tôt (c'est déjà visible avec les fusions EO-RF ou EO-SIGINT) et d'autres besoins vont apparaitre. Les besoins « d'Analytics Ready » vont donc très vite ne pas se limiter à des enjeux de fusion de différentes données images entre elles.
- Combien sauront transformer cette compétence interne en une offre attractive et rentable ? La réponse est rendue difficile par le fait qu'aujourd'hui le marché EO – dans toute sa chaine de valeur – n'est toujours pas mature.
    - Cela incite les opérateurs de capteurs à se mêler de valeur ajoutée, voire de services applicatifs ;
    - Cela incite les plateformes thématiques à se mêler de transformation de données ou de services applicatifs ;
    - Cela incite les fournisseurs de services applicatifs de se mêler des couches basses (en arguant que l'offre actuelle ne répond pas vraiment à leurs besoins).
- La bascule vers le monitoring qui sera à l'œuvre dans les offres Airbus DS (combinaison Pléiades Neo / Radar), MAXAR Legion, Planet Pelican va obliger ces acteurs à enfin revoir totalement la politique de licence. A voir si les velléités de licence unique d'Umbra se confirmeront et feront tâche d'huile.
- L'analyse des « nouveaux leaders potentiels » d'il y a 5 ans (voir §9.2) montre qu'il faut rester humble tant sur nos enthousiasmes que sur les pronostics de réussite.

5 2021, l'année du radar ?

Les tendances actuelles privilégient le monitoring (pour aller vers la permanence d'observation) aux applications statiques. De ce fait, la cote du radar a grimpé en flèche, poussant cette prédiction partagée par tous les experts fin 2020 : « l'année 2021 serait celle du radar ! ». Est-ce que cela s'est vérifié ? Oui et Non.

En Occident, les capacités ont continué à croitre, avec 6 satellites Iceye supplémentaires permettant à la constellation de passer un premier seuil opérationnel, 1 petit frère US XR1 (également baptisé Iceye X10), 4 satellites Whitney pour Capella donnant là aussi une première capacité commerciale réelle et le premier POC UmbraSAR[4] lancé en juin. Mais le déploiement moins rapide que programmé des capacités US Capella, UmbraSAR et PredaSAR empêche de considérer l'année comme une rupture. De même du côté des acteurs plus traditionnels l'italien CSG2 a été repoussé à début 2022 et l'annonce de MDA de donner enfin un successeur commercial à Radarsat 2 (Vingt ans après ?) ne peut être considérée comme majeure (même si elle mérite l'attention, voir §3). Côté japonais, il n'y a eu qu'un QPS-SAR supplémentaire, les lancements des autres QPS, de Alos 3 et 4, et surtout du deuxième démonstrateur et des premiers satellites opérationnels Synspective étant repoussés à 2022. Et le report à 2022 de la contractualisation NRO des acteurs radar décale également le pronostic sur « l'année décisive pour le radar ».

Hors lancements, Iceye a démontré sa capacité expérimentale « Spot Extended Dwell » à 25 cm et montré les premières démonstrations de « Daily Coherent Ground Track Repeat ».

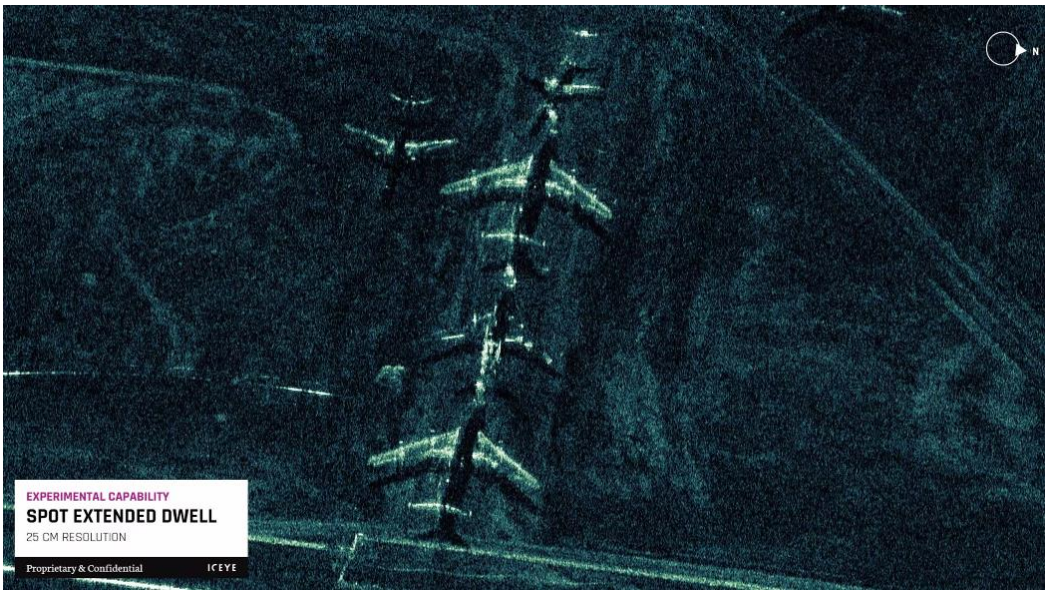


Figure 15 : Capacité expérimentale Iceye à 25 cm

© Iceye - Septembre 2021

[4] L'embauche à l'été par Umbra de Joe Morrison, 1ère vraie star médiatique du monde de l'observation (à la suite de son papier de l'été 2020), a déclenché une visibilité pour Umbra sans commune mesure avec les capacités actuelles de l'opérateur. Oui en 2021, les selfies du type « moi avec Joe Morrison » ont été l'attraction essentielle de GEOINT. Evolution bénéfique de notre petite communauté ?

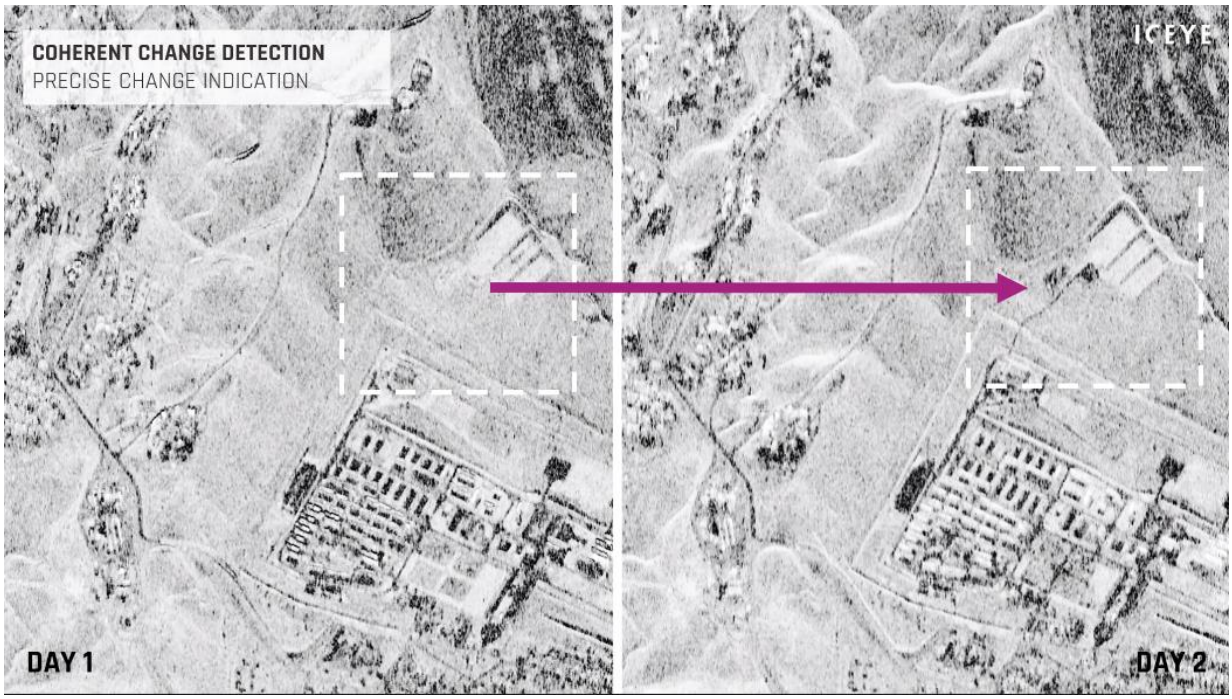


Figure 16 : Détection de changement journalière sur Mossoul (Irak)

© Iceye - Septembre 2021

Toujours dans le domaine applicatif, le SAR Watcher accessible sur Earth Engine (voir §6) constitue également une étape clé de la démocratisation de l'usage des données radar[5].

Mais le lecteur remarquera que pour l'instant, tant les opérateurs que les boites d'analyse travaillent essentiellement sur l'information d'amplitude (en particulier en détection de changement ») laissant l'information de phase encore largement inexploitée.

C'est en Chine, que 2021 restera comme l'année du Rat-dar[6]. Pour des raisons négatives, car l'administration chinoise a mesuré durant les inondations catastrophiques de l'été que les capacités du seul Gaofen 3 opérationnel étaient insuffisantes.

Mais essentiellement pour des raisons positives. D'abord, l'exploit de Spacety n'a pas été assez souligné. Un nouvel acteur, totalement néophyte en radar lance son premier satellite Haisi 1 (en bande C) le 22 décembre 2020, présente la première image moins de 15 jours après (OK, la première image est souvent un concours Photoshop), mais n'hésite pas à distribuer des images opérationnelles dès mi-janvier, à la suite des catastrophes naturelles en Indonésie (et là, chacun a pu tester ces images).

[5] On nous rétorquera qu'il y avait déjà pas mal d'applications équivalentes, notamment en Europe. Certes, mais combien avec la puissance de frappe de la plateforme Google ?
[6] Ok l'année du Rat s'est terminée le 11 février 2021, mais c'était trop tentant.

Figure 17 : Première image Haisi1 de Spacety

© Spacety - Janvier 2021

Les capacités se sont accrues avec un deuxième Gaofen 3 lancé en novembre et le premier satellite privé Qilu lancé en avril. Mais ce sont surtout les annonces de projets de Minospace, de Foursquare Technology, de Shandong, de Sanya (3 satellites Sansha prévus pour 2022) qui démontrent l'effervescence radar actuelle.

Et ce regain s'est concrétisé avec l'annonce de plusieurs constellations, la privée de Piesat (jusqu'ici surtout connu comme l'éditeur de l'équivalent chinois de Erdas Imagine), le projet public privé de constellation radar Tianxiang de 96 satellites (associant Spacety à l'institut 38) et la constellation Tiangang de 36 satellites optiques, radar et hyper (de Tianjin Xingtong Jiuheng S&T et Zhuhai), sans parler de la constellation de 12 satellites radar « Silk Road » de Shaanxi's Tongchuan SAR/EO fabriqués par Smart. Il y a donc au moins 6 constructeurs privés différents qui développent des satellites radar (sans compter les capacités publiques mobilisées pour les Gaofen et Yaogan radar), ce qui a permis à certains analystes de parler d'une « SAR War » chinoise.

6 La remontée en puissance des GAFAM et les enjeux de plateforme

Pourquoi parler de remontée ?

Les géants du numérique sont des acteurs clé du marché de l'observation depuis 15 ans dans des rôles multiples de clients, de fournisseur (de technologies et de plateformes) et de propagandistes grand public via certaines de leurs applications. Mais leur implication n'a pas été linéaire. Il y eu un premier pic dans les années 2013-2016 où, aux rôles susmentionnés, s'ajouta l'ambition de disposer de leur propre flotte de satellites, drones ou ballons stratosphériques. Google fut le plus impliqué (via TerraBella et Loon) mais Facebook ou Amazon avaient leurs propres projets. La stratégie changea il y a 5 ans, et l'abandon de Loon début 2021 a définitivement soldé cette période.

Mais depuis trois ans, c'est une nouvelle ambition qui s'exprime par plusieurs biais :

- Un impact croissant des clouds Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) et Microsoft Azure sur le marché de l'observation.
- Un rôle croissant dans les stations de réception via des solutions propres (AWS-GS) ou des partenariats avec des acteurs de ce marché.
- Des solutions clés en main attractives pour les nouveaux opérateurs (Capella a été le premier à outsourcer l'essentiel de son infrastructure à Amazon, mais ne sera certainement pas le seul).
- Le poids croissant de Google (Google Earth Engine) et Microsoft (Planetary Computer) sur les marchés éducation et recherche, en cohérence avec le rôle que ces acteurs souhaitent jouer sur les enjeux climatiques.
- Enfin l'implication de ces acteurs dans les nouvelles infrastructures télécoms, via des solutions propres (Kuiper) ou des partenariats (notamment avec Space X), rejaillira sur les services qu'ils apporteront aux acteurs de l'observation.

Focalisons-nous sur deux éléments clés de cette stratégie qui ont connu des développements intéressants en 2021.

Google Earth Engine vs Planetary Computer vs qui ?

Google Earth Engine (GEE) n'est pas un projet nouveau (lancé en décembre 2010) mais personne n'imaginait l'impact que ce service aurait d'abord sur la communauté scientifique puis, plus largement (ONG, institutions désargentées, médias). Les utilisateurs y ont trouvé un outil puissant et qui progresse constamment, des Pétaoctets de données d'observation sur des thématiques multiples et une plateforme d'échanges d'idées et de développements ouverts. Depuis 5 ans, la liste des travaux de qualité présentés avec le label « réalisé sur GEE » a cru de façon exponentielle. Et certaines apps sont désormais des outils standards utilisés par des milliers de chercheurs ou étudiants. Mais l'usage restait limité par les « terms of service » initiaux.

En 2021, GEE évolue sur deux points clés : son utilisation pour des activités commerciales est désormais autorisée et l'intégration entre GEE et GCP va être facilitée (jusqu'ici lorsque l'on voulait utiliser les outils de traitement massif disponibles sur GCP, il fallait sortir de GEE puis réimporter les résultats). Et Google a multiplié les signaux en 2021 sur son désir de s'impliquer dans différentes initiatives liées au changement climatique au-delà d'Environmental Insights Explorer lancé en 2019. Un rapprochement avec Planet sur Carbon

Mapper est non seulement plausible mais probable, si l'on se remémore l'intervention Google à Planet Explore en octobre dernier.

Les concurrents ne pouvaient laisser Google seul sur ce marché et c'est Microsoft qui a développé un service de même nature depuis fin 2020 dénommé Planetary Computer.

Le principe est similaire, une plateforme, des Pétaoctets de données, des logiciels et apps en open sources. La pente est raide pour Microsoft qui part avec 10 ans de retard, mais les ressources placées sur ce projet en font dès maintenant un concurrent crédible.

Mais la place prise par ces deux environnements renvoie à une question plus large …

Y a-t-il un plateformologue dans la salle ?

Il n'y a pas de mois sans que sorte l'annonce d'une nouvelle plateforme ou d'un nouveau « market place », au point que l'utilisateur, même expert, s'y perd. Et ce n'est pas un phénomène propre à l'observation de la Terre.

Certes toutes les « plateformes » ne sont pas comparables et adressent des positions différentes dans la chaine de valeur de l'observation de la Terre. C'est même devenu un business en soi pour les consultants : « faites-moi un tableau des plateformes pour que je m'y retrouve ».

Avouons-le, nous avons participé à ce petit jeu, comme en témoigne la figure ci-dessous datant de 2017.

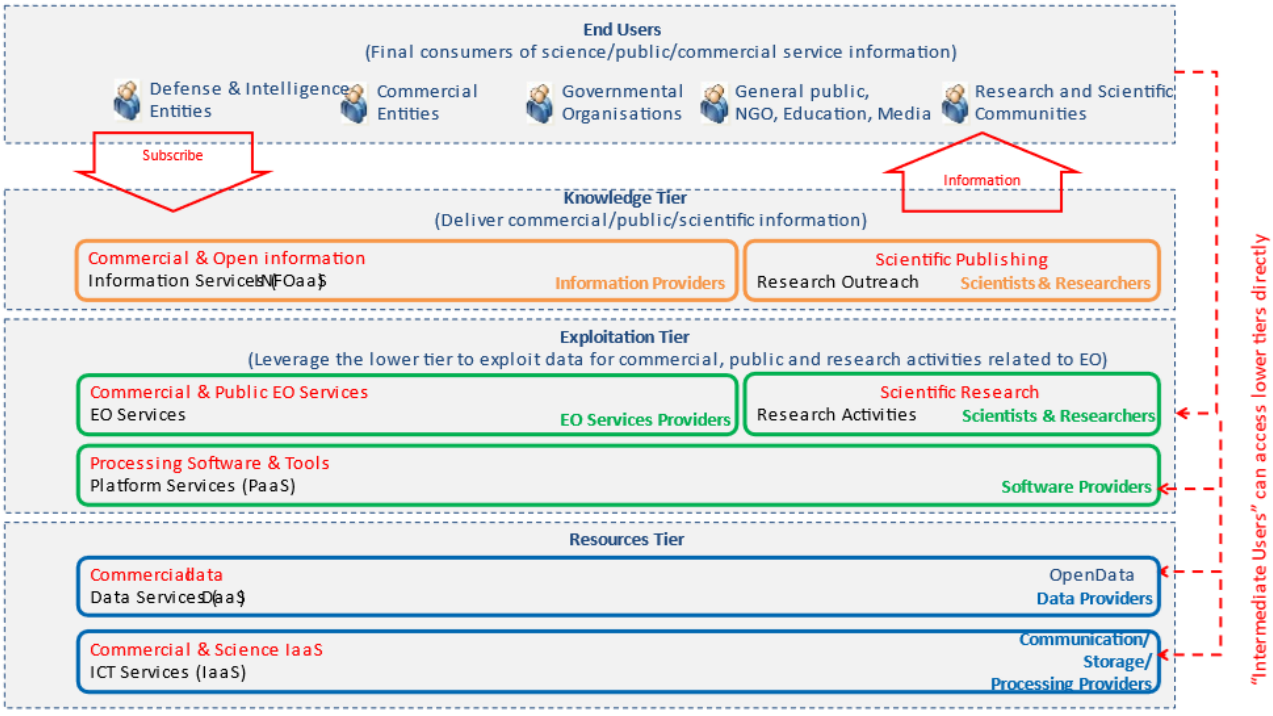


Figure 18 : Décomposition des différents types de plateforme selon AdviceGeo en 2017

© AdviceGeo - Décembre 2017

Depuis le jeu a continué, certains termes ont évolué et de nouvelles générations de consultants entretiennent la flamme comme en témoigne la figure ci-dessous.

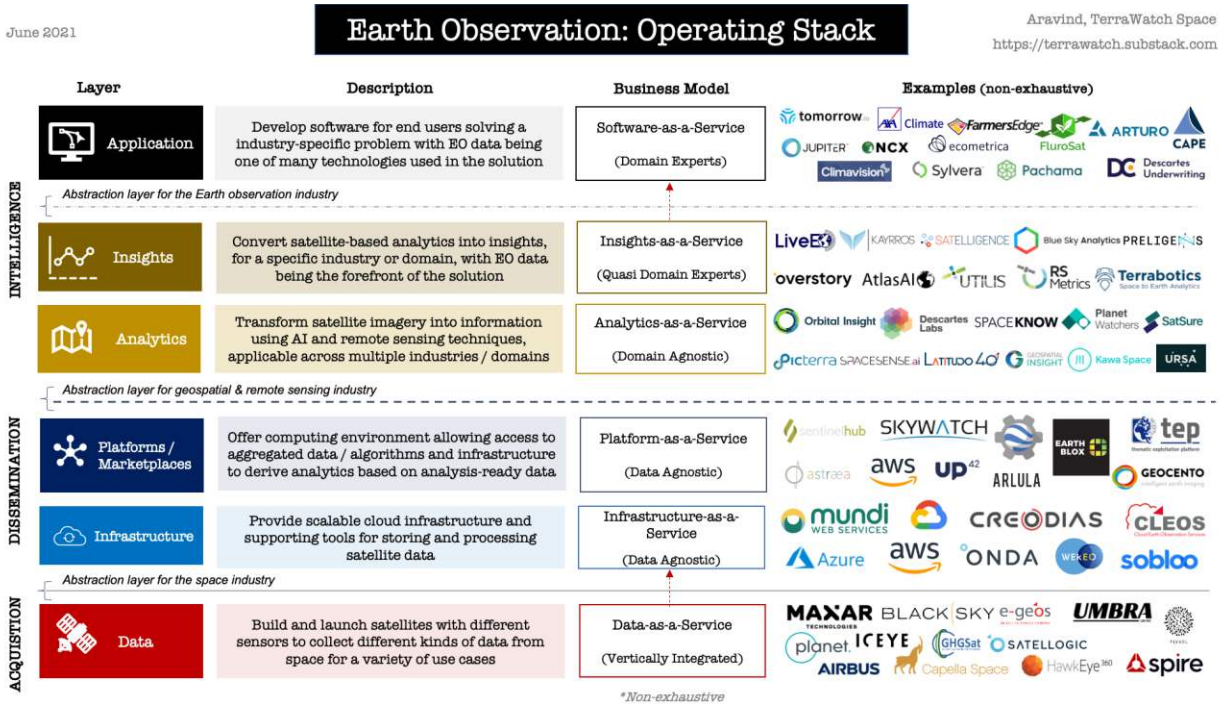


Figure 19 : Earth Observation Operating Stack

© TerraWatch Space - Juin 2021

On rappellera que le modèle pour ce type de classification est l'échelle des temps géologiques et que si celle-ci marche plutôt bien, c'est que tous les acteurs sont morts. Il est plus facile de rattacher un fossile à une couche géologique et à un stratotype que d'appliquer cela à des structures vivantes et constamment évolutives.

Pour nos plateformes, les définitions changent régulièrement, les stratégies d'acteurs sont-elles même complexes et multiples et le marché est trop évolutif et par ailleurs peu mature pour que certains acteurs se « confinent » dans une case unique.

On en arrive ainsi à casser ses propres classifications pour tenter de représenter la réalité, comme en témoigne la figure ci-dessous produite en 2017 pour comprendre le positionnement de chaque acteur (ici la planche consacrée à Digital Globe).

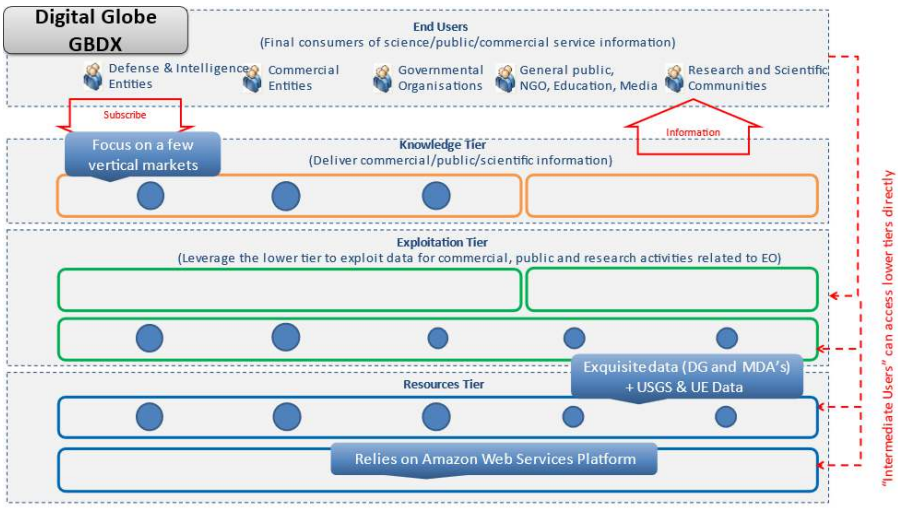


Figure 20 : Tentative piteuse de positionner les plateformes de Digital Globe en 2017

© AdviceGeo / TMCftn - Décembre 2017

La situation actuelle est un dilemme assez classique. Tous les acteurs conviennent que le nombre de plateformes à tous niveaux est totalement excessif et que leur coût réel est prohibitif. Mais comme la situation est encore très ductile et les modèles économiques balbutiants (voir §4), aucun acteur ne peut prendre le risque de ne pas exposer ses données ou ses services sur la nouvelle plateforme ou le nouveau market place qui fait le buzz.

Certains acteurs ont néanmoins commencé à rationaliser leur offre. A titre d'exemple Airbus DS a réduit ses investissements à trois plateformes : One Atlas, Up42 et Sobloo. Mais entre l'émergence de nouveaux acteurs privés qui veulent tenter leur chance et le jeu pervers des institutions qui, pour montrer qu'elles existent, promeuvent, sponsorisent ou maintiennent en pseudo vie des initiatives mal conçues et sans avenir, les rationalisations sont moins nombreuses que les démarches inflationnistes. A moyen terme, cela fait clairement le jeu des géants US et le récent accord entre Microsoft Azure et Airbus DS sur Azure Cognitive Services en est un bon exemple[7].

[7] On ne peut s'empêcher de faire une analogie avec l'investissement d'Eutelsat dans OneWeb mené pendant que la commission européenne relance des études sur sa constellation télécom souveraine. Les uns agissent de façon responsable pendant que les autres débattent.

7 Financements innovants, vraie solution ?

Ce chapitre sera bref car le sujet n'est pas notre domaine d'expertise mais le thème SPAC a été tellement central durant l'année 2021 qu'on ne peut l'éviter.

Rappelons quelques éléments clés trop souvent négligés :

- Le marché de l'observation de la Terre a connu une croissance réelle (et plutôt régulière) depuis 20 ans mais celle-ci n'a jamais atteint les prévisions des analystes.

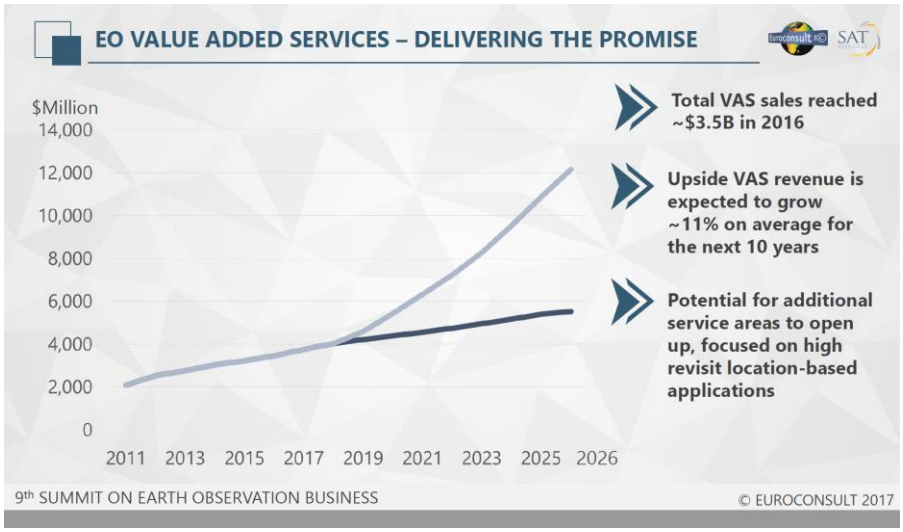


Figure 21 : Prévisions de croissance du marché de l'observation de la Terre en 2017

© Euroconsult - Septembre 2017

Nota : cette planche de Pacôme Révillon est intéressante car elle présentait honnêtement les perspectives réelles de croissance en bleu foncé (qui se sont confirmées sur les quatre dernières années) et la possibilité (très hypothétique) en bleu ciel liée à l'explosion du marché Analytics. Malheureusement la plupart des business models présentés aux investisseurs sont calés sur cette deuxième courbe.

- Les acteurs qui dominent le marché actuellement sont tous passés par des moments difficiles (faillites, faillites virtuelles, chapter 11 …). Et sans le soutien des Etats (contrats défense et/ou investissements institutionnels), la plupart n'existeraient plus aujourd'hui.
- Les promesses économiques faites à leurs investisseurs initiaux par les nouveaux entrants des années 2013-2015 (Planet, Skybox Imaging, Planetary Resources, Spire, UrTheCast, Astro Digital …) se sont avérées fausses sur tous les plans (chiffre d'affaires, rentabilité, part de marché).
- Jusqu'à présent (en attendant de mettre à l'épreuve de la réalité les nouvelles logiques promues par exemple par Satellogic ou Umbra) le marché de l'observation est un marché à marges faibles (sur le segment commercialisation d'images) et à pertes (sur le segment plateforme).

L'émergence des SPAC comme nouvelle solution miracle de financement ne change pas les fondamentaux énoncés plus haut, mais amène quelques changements :

- Pour les acteurs qui ont sauté le pas en 2021 (Spire, Planet, BlackSky et Satellogic), le SPAC leur donne une respiration pour 4 à 5 ans (leur permettant de se concentrer sur la croissance de leurs activités et parts de marché en disposant des ressources d'investissement nécessaire).
- Comparé à d'autres secteurs spatiaux, le domaine de l'observation conserve son image économiquement peu flatteuse : les taux de remboursement élevés (« redemption ») juste après l'introduction en témoignent.
- L'entrée en bourse s'accompagne d'obligations de transparence et de communication financière. Cela a constitué une opération vérité pour des acteurs habitués aux déclarations fantaisistes.

Figure 22 : Cours de l'action Planet Labs au NYSE en 2021

© Google Finance - Décembre 2021

Nota : Après un bref pic au moment de l'introduction en bourse le 8 décembre, l'action s'est écroulée en deux temps. D'abord à cause du taux de remboursement élevé (les actionnaires initiaux du SPAC qui ont souhaité quitter le navire), ensuite à cause de deux éléments négatifs (assez mineurs) présentés lors de la publication des résultats du 3e trimestre qui ont déclenché des commentaires catastrophiques des analystes financiers.

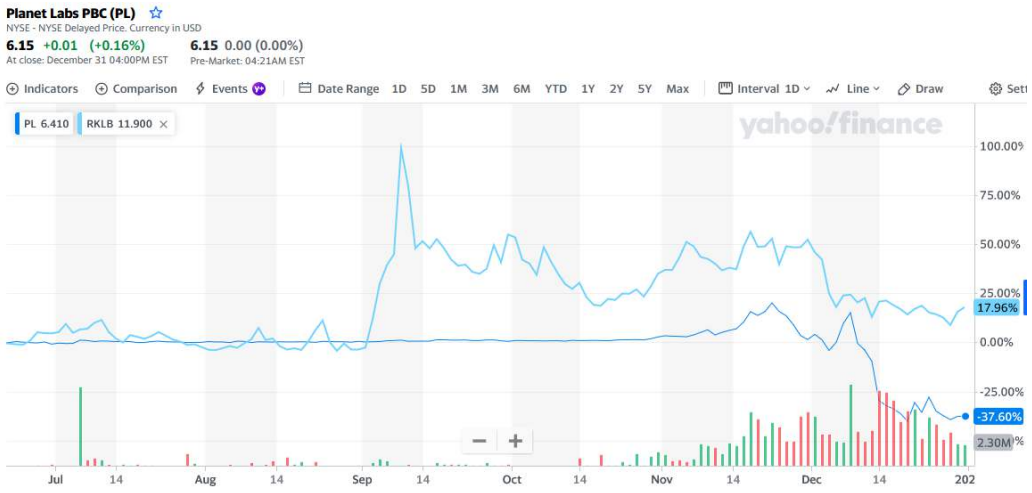


Figure 23 : Comparaison des cours Rocket Lab et Planet Labs au NYSE en 2021

© Yahoo Finance - Décembre 2021

Nota : La comparaison entre Planet Labs, star montante de l'observation de la Terre et Rocket Lab, star montante du marché des lanceurs, illustre la faible crédibilité de l'observation de la Terre sur les marchés financiers. Après l'introduction en bourse via un SPAC, l'action Rocket Lab aura augmenté de près de 18% sur 2021 alors que Planet Labs subit une décote de 37,6%. Et les décotes de BlackSky ou Spire sont encore pires (60%).

Dans l'actualité financière, hors SPAC, un des éléments clés a été le rapprochement à la fois capitalistique et opérationnel entre Palantir et BlackSky, événement qui n'a pas surpris nos vieux lecteurs, puisque nous l'avions annoncé comme inéluctable dès l'été 2017.

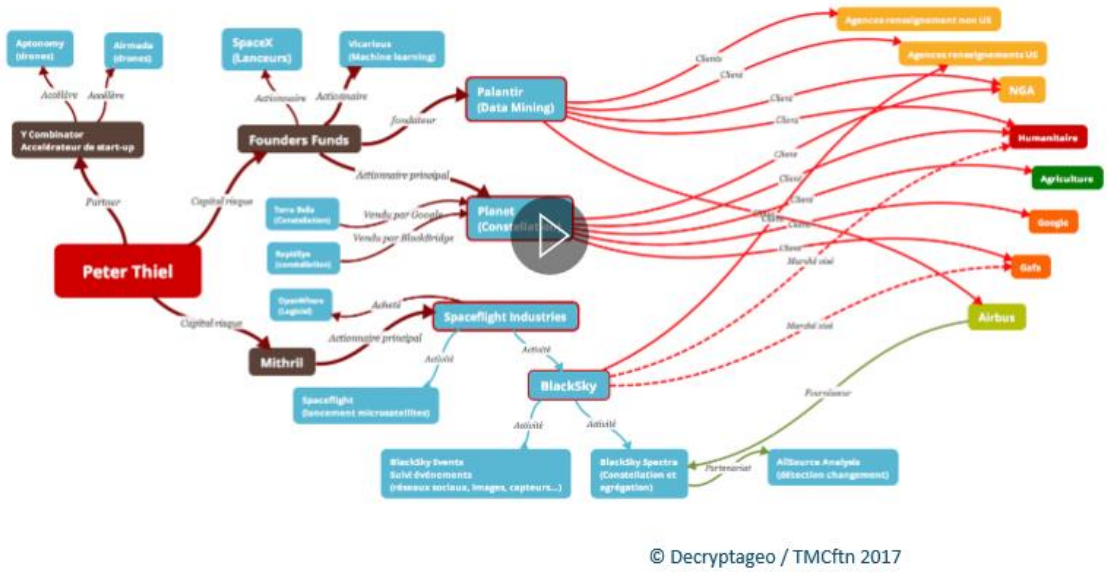


Figure 24 : Extrait de notre analyse des investissements de Peter Thiel en 2017

© Decryptageo / TMCftn - 2017

8 La consécration de nouveaux utilisateurs

Le dernier élément clé que nous souhaitons mettre en avant pour l'année 2021 est l'arrivée à maturité d'un domaine d'emploi de l'observation de la Terre : l'utilisation professionnelle, efficace et parfois brillante de nos données et outils par les médias et les ONG.

Paradoxalement, alors qu'il s'agit d'une excellente nouvelle concrétisant des attentes remontant à plus de 20 ans[8], il a été peu mis en avant.

Pourtant le prix Pulitzer, la plus haute récompense journalistique anglo-saxonne a été décerné cette année dans la catégorie « International Reporting » à une équipe de Buzzfeed « for a series of clear and compelling stories that used satellite imagery and architectural expertise, as well as interviews with two dozen former prisoners, to identify a vast new infrastructure built by the Chinese government for the mass detention of Muslims. ».

Figure 25 : Extrait de l'enquête Buzzfeed sur les camps de travail en Chine

© Buzzfeed - 2020

La composition de l'équipe avec une journaliste experte de la Chine, une architecte experte en 3D et imagerie et un data scientist, illustre clairement un fonctionnement d'équipe GEOINT. Leur expertise architecturale a permis d'estimer le nombre de prisonniers dans chaque camp au fil des années en fonction de tous les travaux de construction réalisés.

Mais au-delà de cette récompense, les usages de l'observation de la terre se sont multipliés tant via des médias classiques comme le New York Times, que de nouveaux acteurs comme Bellingcat. Le Monde a même produit une première animation pertinente.

[8] Les plus anciens se rappelleront qu'en France, Fleximage avait tenté l'aventure en 1998 avec l'Agence France Presse.

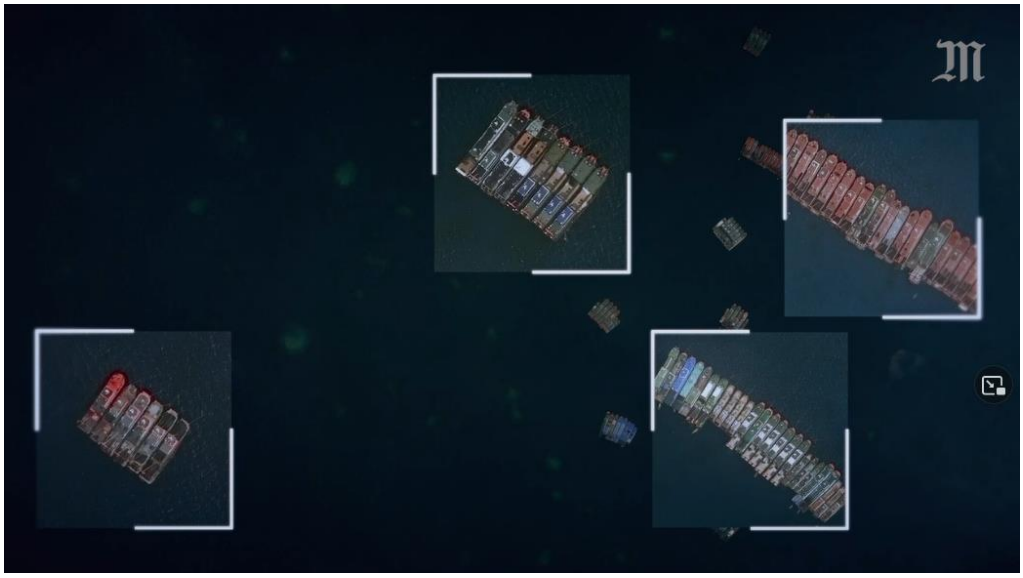


Figure 26 : Extrait d'une vidéo du Monde sur l'activisme chinois en Mer de Chine

© Le Monde - Juin 2021

La revue scientifique Nature a, de même, mis en exergue le remarquable travail historique sur la croissance des inondations dans le monde et la mise en ligne de la base de données associée (réalisée en utilisant GEE avec le support de Google Earth Outreach – voir §6).

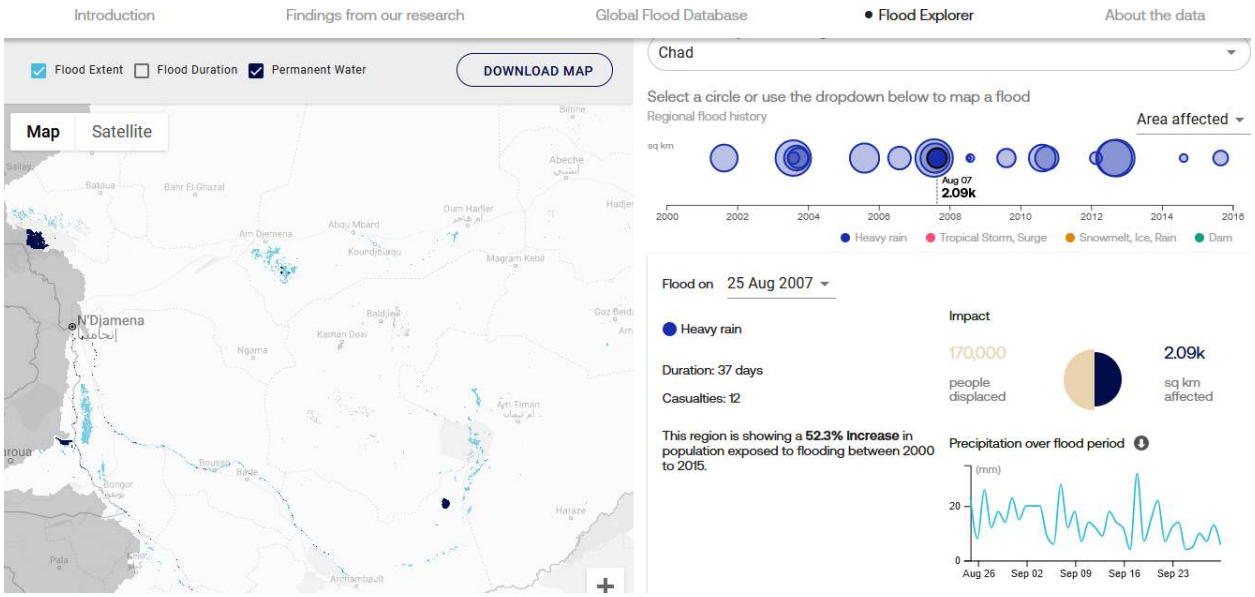


Figure 27 : Extrait de la Global Flood Database sur le Tchad

© Cloud to Street / DFO - 2021

9 Conclusion

Les 7 thèmes analysés précédemment ouvrent sur de multiples pistes de réflexions. Nous nous limiterons ici à quelques-unes et laisserons le lecteur approfondir les siennes.

9.1 Des leaderships réels ou virtuels

Pour apprécier le marché de l'observation de la Terre, il y a dix ans, l'analyste se basait essentiellement sur les chiffres et distinguait :

- Les leaders mondiaux : Digital Globe, GeoEye et Astrium
- Les acteurs de niche : e-Geos, Radarsat …
- Les acteurs régionaux : indiens, coréens …

Aujourd'hui la situation est beaucoup plus complexe, à la fois parce que les acteurs sont plus nombreux et mondialisés et parce que les chiffres sont plus difficiles à reconstituer :

- Le poids des nouveaux acteurs chinois est difficile à évaluer (quel est le business réel de Charming Globe avec l'Armée Populaire de Libération ? Comme il est inconnu, il n'est pas pris en compte dans les chiffres du marché, alors que les ventes de Maxar ou Airbus DS à la NGA, au NRO ou aux autres défenses rentrent dans les chiffres).
- Les déclarations des nouveaux acteurs sur leur chiffre d'affaires sont sujettes à caution, tant qu'ils ne sont pas contraints à la transparence par leur entrée en bourse (voir §7).

Mais il y a désormais d'autres critères très éloignés des chiffres :

- L'instrumentalisation géopolitique

  La publication du tableau des médailles par la NGA en avril dernier (voir Figure 3) est un cas d'école. A l'issue d'une étude interne (non publiée), sur la base d'une méthodologie inconnue et avec 9 catégories non clairement explicitées, la NGA décrète et communique qui sont les 3 premiers mondiaux dans chaque catégorie. Ainsi dans le domaine multispectral, le champion actuel serait Satellogic, devant Maxar et les Indiens de l'ISRO. Et ce tableau permet d'agiter la « menace chinoise » qui récolte 8 médailles au total sur les 9 catégories. Et l'ensemble de la profession (médias spécialisés en tête) va reprendre ce classement en ne se basant que sur les éléments de communication (très limités) et sans jamais s'interroger sur les arrière-pensées des agences de renseignement US. Finalement les seuls qui ont montré ne pas être dupes sont … les Chinois, qui ont attendu six mois pour en parler, en se contentant de préciser que c'était le point de vue des Américains.
- La projection dans l'avenir

  De plus en plus d'acteurs mélangent dans leur communication la place qu'ils occupent sur le marché avec celle qu'ils vont occuper. Les communications autour des entrées en bourse ont été l'occasion d'un festival de projections sur des milliards de CA potentiel à l'horizon 2025 qui, mises bout à bout, amènent à des estimations de marché ahurissantes.

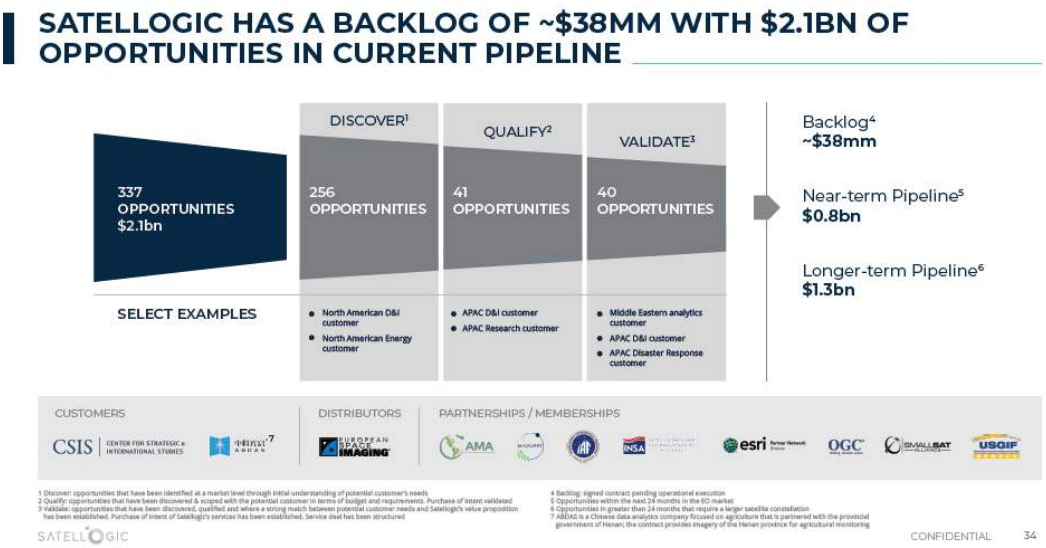


Figure 28 : Communication de Satellogic sur son « sales pipeline »

© Satellogic – Juillet 2021

- Le décalage buzz vs réalité

  Si nous ne nous basons que sur ce que nous avons vu ou entendu en 2021, dans le domaine radar, les acteurs dominants sont Iceye, Umbra et Capella. Et e-Geos n'existe plus. Les nouveaux entrants sont de grands communicants et la nécessité de masquer les retards de déploiement des constellations US les a poussés à un activisme tous azimut (communication corporate, communication individuelle des cadres, participation à tous les colloques et podcasts possibles) avec les effets classiques d'auto-entrainement (si vous êtes brillants, plus vous parlez, plus vous serez sollicités). Mais à l'arrivée, c'est quand même encore e-Geos qui a livré les clients cette année …

9.2 A quand la reconcentration ?

Le réflexe pavlovien consiste à dire que face à l'incroyable profusion de projets de constellations, de plateformes et d'acteurs de l'analyse, « il va y avoir de la casse ».

En fait, si l'on regarde sur les 8 dernières années, la « casse » a été permanente, même si elle est constamment masquée par l'arrivée de nouveaux prétendants.

En observation, si l'on reprend les projets de constellations qui nous passionnaient en 2013, la plupart sont morts (comme Planetary Resources ou UrTheCast), se sont réinventés en changeant de métier (comme Omni Earth) ou encore ont fait l'objet de fusions-acquisitions (comme Skybox Imaging). Mais Planet, devenu désormais un acteur majeur du marché, était dans cette première promotion 2013. Et alors que l'on pensait en 2019 approcher d'une période de consolidation, les années 2020 et 2021 ont au contraire, et malgré la pandémie, permis de faire émerger de nouveaux projets sur tous les continents.

En « Analytics », nous avons publié un rapport fin 2017 qui mettait en avant 100 sociétés : 50 US ou canadiennes, 30 européennes (hors France), 10 asiatiques et 10 françaises. Les 50 nord-américaines avaient été rencontrées lors des éditions 2013*, 2015, 2016 et 2017 de GEOINT ou lors d'autres manifestations ou visites en 2017. C'était, de notre point de vue, les gros potentiels. Aujourd'hui 11 sont portées disparus, 8 n'exercent plus les activités pour lesquelles nous les avions sélectionnées et 4 ont fait l'objet de fusion-acquisition. 27 sont toujours actives dans le même domaine (même si certaines semblent avoir perdu de leur dynamique et de leurs ambitions). Mais dans le même temps, un pointage réalisé après GEOINT 2021 en octobre dernier nous laisse penser que si le rapport 2017 devait être actualisé, c'est au moins 70 sociétés US qui mériteraient d'être racontées. A l'inverse, la plupart des sociétés européennes et françaises de notre liste 2017 sont encore présentes (4 disparitions en tout, soit 10%), ce qui n'est pas obligatoirement un très bon signe.

De même sur la scène chinoise dont on ne connaissait que 5 ou 6 acteurs « Analytics » en 2017, c'est aujourd'hui 30 sociétés dont l'activité nous intéresse. Mais les débats actuels en Chine sur le fait qu'il y a trop de projets menés par des sociétés de moins de 10 personnes montrent que, comme en occident, le paysage est loin d'être mature (avec toutes les questions que cela pose sur la capacité des acteurs à basculer sur une véritable industrialisation de leur offre).

9.3 Un périmètre aux frontières évolutives

Dans l'enseignement traditionnel en télédétection, l'observation de la Terre c'était le visible, l'infrarouge, le lidar et le radar. Mais force est de constater que la pratique a pendant 40 ans centré l'essentiel des acteurs sur le visible et le proche infrarouge.

Le rééquilibrage en cours sur l'infrarouge moyen, l'infrarouge thermique, le radar et le lidar est donc bienvenu.

Mais aujourd'hui les frontières se brouillent avec d'autres domaines du spectre électromagnétique. Différentes applications liées aux radiofréquences font désormais partie du quotidien des acteurs (en particulier dans le domaine maritime). Mais s'agit-il de fusion Multi INT entre imagerie d'observation et moyens SIGINT ou d'un unique nouveau domaine observation ?

La question peut paraitre théorique et vaine, sauf quand on la rapproche de ce que l'on constate actuellement à la frontière Cyber – OSINT . Pour faire simple, les activités de cyber offensif ont actuellement mauvaise presse alors que l'OSINT est parfaitement légitime et « bénin ». Et on voit de ce fait une communication très OSINT qui masque des activités Cyber. De là à penser que dans notre domaine observation de la Terre sert désormais de paravent légitime et présentable (« Good for the Planet ») à des activités de SIGINT ?

9.4 Et alors ?

Après 37 pages à analyser ce que les autres font, pensent ou déclarent, il est temps de prendre position. Nous terminerons donc par quelques réflexions sur le monde de l'observation de la Terre tel que l'on peut l'imaginer pour les prochaines années.

Testons d'abord l'oracle

Puisque Joe Morrison est le nouvel oracle déclaré de notre industrie, réfléchissons sur ses prédictions pour les 5 prochaines années (publiées le 12 octobre 2021 sur son fil Twitter).

Prédiction de l'oracle	Notre vue	
	Oui	**Non**
Consolidation is coming. The recent spate of SPACs and IPOs will trade in tight correlation and when they inevitably swing down, some will get snapped up. Enjoy the era of competition while it lasts.		Vision nombriliste US. De nombreux projets ne peuvent s'arrêter du fait du large soutien des institutions qui les ont poussés (en Chine, au Japon, en Europe, au Canada et même aux Etats Unis quand on voit certains soutiens Défense ou NASA). Donc la surcapacité est très probable mais la consolidation ne concernera pas tout le monde … mais une existence végétative ou parasitaire concernera beaucoup d'acteurs.
Hundreds of profitable 5-15 person companies will be created to solve very specific problems in niche industries unlocked by more affordable and accessible HR satellite data. Many won't raise money because they won't have to.	C'est également ce que nous défendons dans cette note.	Mais ça ne se matérialisera pas de la même manière dans tous les pays. Et il est à craindre que notre obsession française de créer des champions et des licornes ne pousse pas cette logique.
The cloud providers will dominate platforms for doing analysis and heavily subsidize usage in a land-grab style competitive war for customers. Existing platforms and marketplaces will pivot to services and niche products if they haven't already.	Pas mieux. Analyse clairement partagée.	Un bémol toutefois. Cette vision ne pose aucun problème aux USA ou en Chine. Mais comment feront les continents dans lequel les cloud providers sont des nains mondiaux ?
SAR will unlock a small economy of monitoring use cases that won't even have reached adolescence by the time five years is up. We'll finally be able to count cars in parking lots. But for real, this time.	Jugement assez lucide de la part d'un gars qui est le BizzDev d'une des trois constellations SAR US les plus attendues.	Notre pronostic : D'ici cinq ans la Space Force US aura récupéré au moins une des 3 constellations (Capella ou Umbra ou PredaSAR) pour son usage personnel.
Hyperspectral will unlock land cover and biodiversity characterization in unprecedented fidelity. There won't be as many commercial use cases for it, but it will be an indispensable part of international efforts to track progress toward SDGs and climate commitments.	Le vœu est partagé mais …	Si on considère que le radar est disponible depuis 1991 et qu'il aura mis 30 ans à réellement s'imposer comme une source mainstream, la courbe d'apprentissage de l'hyperspectral (qui en plus s'appuiera sur des acteurs tous néophytes en matière de service) sera beaucoup plus longue que 5 ans.

Et alors, voilà où on en est.

Figure 29 : Come Back Robert Johnson

Le marché de l'observation de la Terre a déjà connu des évolutions dans le passé, mais pas de véritable mutation depuis 35 ans et l'invention du modèle dominant actuel, qui remonte à la commercialisation de Spot en 1986.

Notre impression est qu'aujourd'hui, ce marché se trouve à un carrefour.

- Une première voie pourrait nous conduire à un marché dans lequel les utilisateurs seraient non seulement totalement agnostiques en termes de sources mais n'auraient même aucune visibilité sur les images originelles et leurs fournisseurs. Dans ce marché, quelques plateformes clés régneraient et assureraient l'interface avec l'ensemble des applicatifs verticaux. Cette transformation est clairement souhaitée par les acteurs qui veulent un système « plus simple » et qui nous rapprocherait des marchés télécoms ou navigation (quelle proportion d'utilisateurs savent via quel satellite passe leur voix ou leurs données ? quelle proportion d'utilisateurs d'applications de navigation sait quel système technique spatial ou sol est derrière son information de localisation ? A ces deux questions, la réponse doit être de l'ordre 1 pour 100 000 voire moins). Pour les opérateurs de constellations, cela ne signifierait pas obligatoirement la commoditisation de leur activité mais cela réduirait clairement leur place dans l'écosystème (au profit des plateformes) et les priverait du contact avec l'aval. Pour les institutions, cela leur imposerait un dialogue difficile avec les plateformes dominantes car même leurs données à visée scientifique passeraient par ce sas. Pour les utilisateurs, cela signifierait des enjeux croissants de confiance dans les données[9] et sur les résultats produits par leur traitement (similaires à l'évolution connue ces dernières années sur le stockage des données).
- Une deuxième voie serait un système mixte avec d'un côté un système scientifique financé par les institutions et un système « d'actionable intelligence » (à visées militaires ou commerciales) privé. Ce serait l'évolution du système actuel mais dans

[9] Pour mémoire, dans les débats de prospective pilotés par le CNES il y a quinze ans, le sujet récurrent concernant l'observation de la Terre était l'acceptabilité sociale de la surveillance satellitaire. Il est probable que les mêmes questionnements aujourd'hui se centreraient sur la confiance dans la donnée et sa manipulation.

lequel les agences spatiales arrêteraient de nous expliquer comment faire du business et le privé arrêterait de nous donner des leçons sur la protection de la planète. Il faudrait bien sur mieux définir les limites et les passerelles entre les deux systèmes mais l'ensemble des acteurs pourraient y gagner en efficacité et en économie de moyens.

- Une troisième voie, dont l'esquisse peut être détectée dans le discours d'acteurs comme Planet, serait d'appliquer, à toute la chaine de valeur de l'observation de la Terre et à l'échelle mondiale, les principes d'une société de mission : Arrêter de baratiner sur les enjeux de la planète mais redéfinir toute la chaine autour de cet objectif (en en tirant toutes les conséquences en termes d'investissement, de fonctionnement, d'économie, de développement). Cela signifierait une responsabilité individuelle et collective sur la décision d'envoyer des milliers de satellites d'observation dans les prochaines années, une plus grande attention à la duplication inutile des efforts, une transformation de l'essentiel de nos activités en communs géospatiaux. Ce serait GEO à la puissance 1000 et intégrant totalement le privé. C'est totalement utopique, mais ce devrait pourtant être un objectif partagé et discuté.
- La dernière voie, elle est face à nous, c'est la plus simple, laisser se poursuivre le bazar actuel. C'est la pire mais c'est également la plus probable.

10 Remerciements

Ce type de travail est toujours largement redevable de ses sources.

On citera ici :

- La presse spécialisée :
  - Space News
  - Space.com
  - Spaceflightnow
  - Trajectory Magazine (USGIF)
  - Geospatial World (India)
  - Directions Magazine (US)
  - GeoConnexion (UK)
  - Decryptageo (FR)
  - Go Taikonauts
  - SpaceWatch
- Les podcasts :
  - Minds Behind Maps
  - The Mapscaping Podcast
  - Terrawatch Space (podcast et newsletter)
  - Wired Science, Wired Security et, Wired Tech
  - The Scene from Above
  - DongFang Hour (podcast and newsletter)
- Divers blogs ou fils tweeters

Mais surtout ces éléments de veille trouvent leur logique :

- En lisant des articles de fond (Medium s'avère désormais souvent plus utile que *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* ou que le *bulletin de la SFPT*),
- En s'appuyant sur des sites ressources (cette année, ard.zone a été particulièrement suivi et le NewSpace Index, Gunter's Space Page ou le JACIE compendium sont toujours essentiels),
- En suivant des webinars (des industriels, des institutions ou des grands consultants),
- En suivant des conférences (GEOINT, DGI, ESA Phi, Planet Explore furent les plus marquantes cette année),
- Et surtout en échangeant avec d'autres passionnés.