

L'image dans tous ses états, de l'acquisition au traitement



## Les grandes images Problématique et perspectives

Philippe Finkel – Serge Riazanoff  
[pfinkel@cantor.fr](mailto:pfinkel@cantor.fr) – [serge.riazanoff@visioterra.fr](mailto:serge.riazanoff@visioterra.fr)

## Plan

- Pourquoi / comment des grandes images ?
- Problématiques
  - Acquisition, acquisitions
  - Stockage
  - Partage
  - Visualisations
  - Traitements
  - Temps-réel ?
- Exemples
  - Cartographies spectrales 3D
  - Correction de la dérive du faisceau
- Images satellites et visualisations
- Images satellites et traitements temps-réel
- Pistes
  - Cartographies spectrales grand champs ?
  - Agrégation des données spectrales et EBSD ?

## Pourquoi / comment des grandes images ?

- Capacité des capteurs et des MEB
  - Résolution spatiale importante
    - il y a 30 ans : 256 x 256
    - Aujourd'hui 1024 x 1024 minimum, 4096 x 4096 courant
      - donc un facteur 256 sur le nombre de pixels
  - Détecteurs SDD et taux de comptage très élevés
    - 8 bits ne suffisent plus à stocker le nombre de coups
      - Donc un facteur 2 ou 4 sur la « taille » des pixels
    - Capacité à acquérir une grand image X statistiquement intéressante dans un temps raisonnable
    - Et de la cartographie spectrale de grande dimension
  - Résolution EDS, stabilité faisceau, précision porte-objets, ....
- Capacité de stockage
  - En 20 ans
    - Typiquement 1 Go en 1997, 6 To en 2017 : facteur 6000
  - Taux de transfert : multipliés d'un facteur 10 à 100
    - Disques rapides, disques SSD
    - Technologies évoluées abordables : NAS, SAN, ...

## Pourquoi / comment des grandes images ?

- Capacité de transfert réseau
  - Le réseau ethernet Gigabit est aujourd’hui le standard
    - facteur 100 par rapport au 10 Mbit d’il y a 20 ans
- Capacité des processeurs à les visualiser et les traiter
  - Les lois de Moore : « *quelque chose* » double tous les dix-huit mois
  - Multi-cœurs, parallélisme, instructions vectorielles, ...
  - Grid computing, cartes graphiques massivement parallèles
  - En 20 ans : facteur 1000+++
- Briques logicielles réutilisables
  - Amélioration des formats d’images : taux de compression, algorithmes
  - Amélioration générale des capacités logicielles : briques de traitement, de communication réseau, langages, etc...
- Capacité d’automatisation des acquisitions + Améliorations/optimisations des algorithmes de reconstruction
  - Plus de grandes images

## Problématique : Acquisition(s)

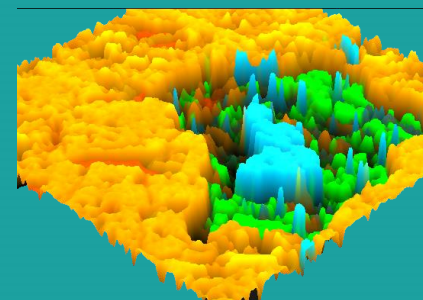
- Résolution ↗ → Durée de l'acquisition ↗
- Qualité ?
  - Stabilité du faisceau pendant l'acquisition
    - Dérive et correction
    - Stabilité du courant (moins vrai sur les nouveaux MEB)
- Pour avoir une « belle » image :
  - Accumuler sur chaque pixel
  - Accumulation multi-frames (permet la visualisation temps réel)
  - Arbitrages différents pour images Video et images X
  - Tous les problèmes de stabilité évoqués « compliquent » les acquisitions.
    - Grande résolution ↗
- Acquisitions simultanées ? EDS & vidéo, EDS + EBSD, etc...

## Problématique : Stockage / Partage

- Peu de problème de stockage et d'accès en MEB
- Parfois beaucoup de données « inutiles » (matrice)
- Problématique d'accès réseau
  - en cas de retraitements sur un poste dédié
- Mais la solution sur le long terme est de
  - « *faire les traitements là où sont les données* »
  - En partageant les données via un *service intelligent*
- Un choix quasi philosophique : *Conserver systématiquement les données acquises (vs ne conserver que des données retraitées)*
- Des arbitrages techniques/pragmatiques : *Conserver certains résultats de traitements car on ne sait pas (encore) les faire en temps-réel*

## Problématique : Visualisations

- Objectifs :
  - Rapidité
  - Fluidité de navigation (zoom global, zone d'intérêt locale)
  - Montrer l'information acquise selon plusieurs axes
- Exemple
  - Si on a une image de 65000 x 65000, on ne peut l'afficher telle quelle rapidement
  - Capacité à afficher une image de plus basse résolution , adaptée à l'écran
    - Mais capacité de zoomer localement
  - Comment aider l'utilisateur à mettre en évidence les éléments / observations cherchés, ou comment l'aider à « découvrir » ce qu'il ne cherchait pas !



## Problématique : Traitements

- Capacité à gérer le nombre de pixels !
  - Sinon dépassement de capacité technique (limite 16, 32, 64 bits. 4 Go pixels)
- Durée des traitements
- Capacité de visualisation en cours de traitement
  - Permet d'arrêter un traitement inutile
    - En général cela consomme peu de ressource par rapport aux traitements
- La parallélisation est quasi incontournable
  - Cela amène des questions de synchronisations complexes
  - Y compris parallélisation acquisition // traitements

## Et alors ?

- Vous êtes conscients des problématiques ?
  - Est-on plus avancé ?
- OUI !
  - Connaître et appliquer les principes
    - Stocker la donnée acquise
    - Ne pas perdre de temps sur la donnée « inutile » (et ne pas la stocker)
    - Traitement à la volée si possible
    - Transférer le minimum de données
  - Connaître les limites du hardware (PC) et des techniques logicielles standards
    - Trouver des solutions spécifiques pour des besoins spécifiques
  - Faire les arbitrages
    - taille/vitesse/temps-réel adaptés au contexte, ou vous laisser le choix pour chaque acquisition

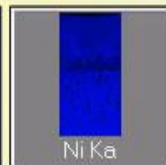
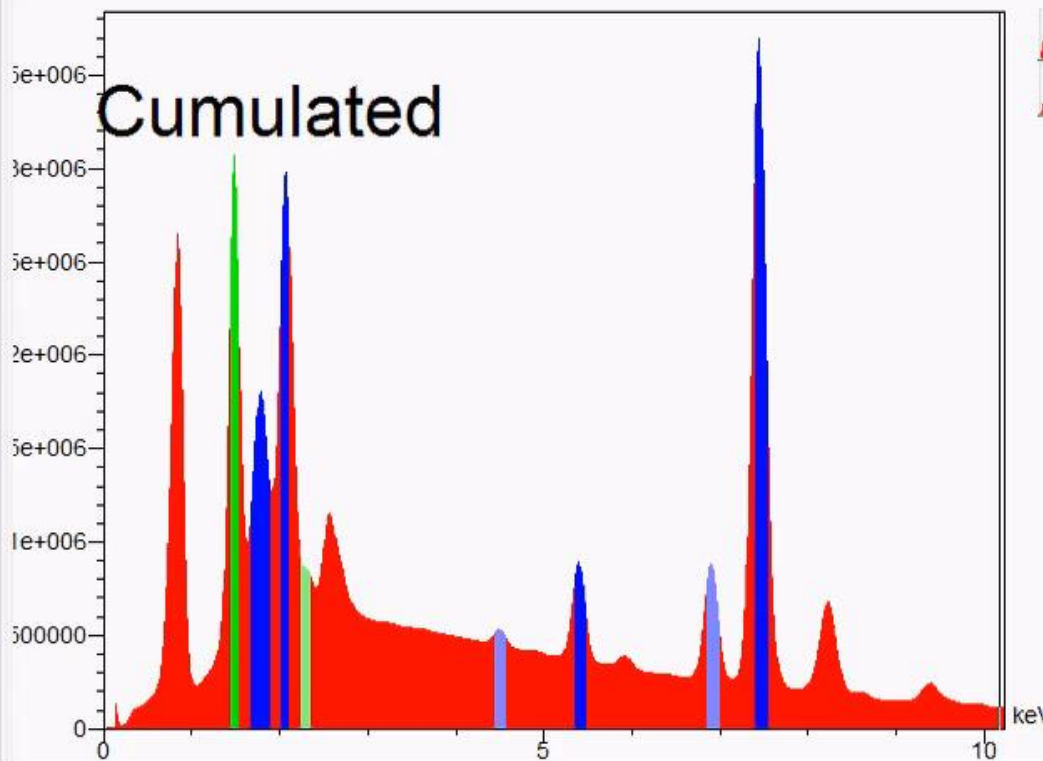
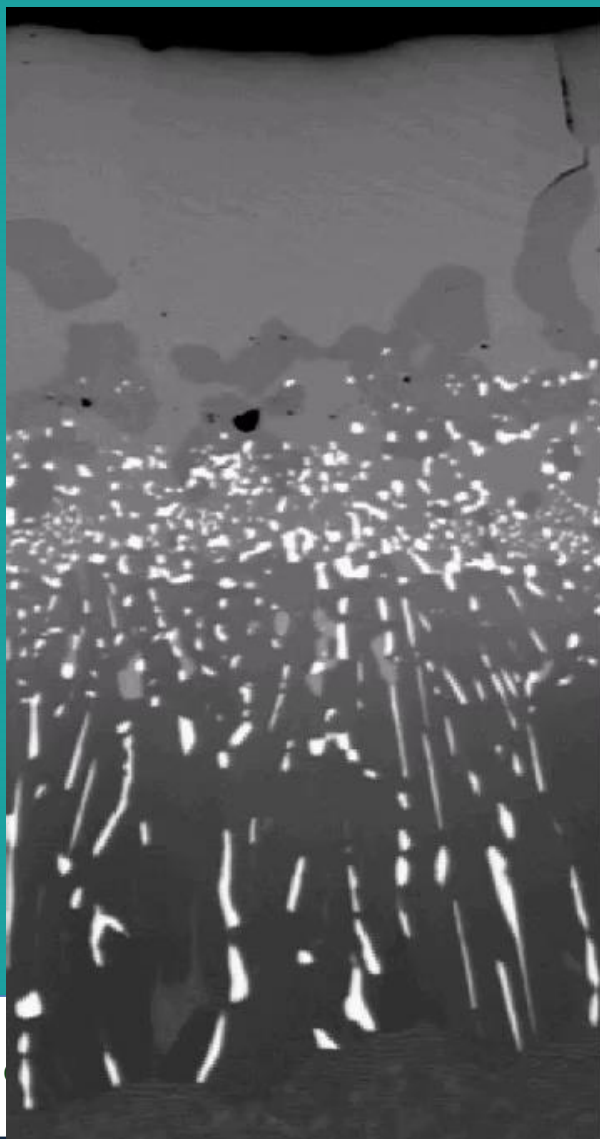
## Exemple : Cartographies spectrales 3D

- Exemple de la « Carto XL » des logiciels SAMx (MaxView)
- Rappel :
  - taille maximum théorique : spectres EDS 8096 canaux x 4096 x 4096 x coups
    - 512 Go !
  - Dans la pratique : 16 Go devient courant
- Le défi :
  - Comment visualiser rapidement « l'information intéressante » ?
  - Comment « découvrir » les informations « cachées » dans mon acquisition ?
  - Comment faire rapidement les traitements quantitatifs sur les spectres des zones d'intérêts ?
- Les algorithmes et outils à l'état de l'art ne permettent pas, sur un « hardware » standard, d'obtenir les performances souhaitées

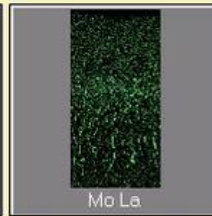
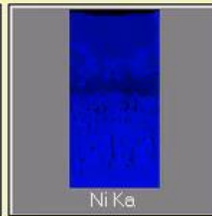
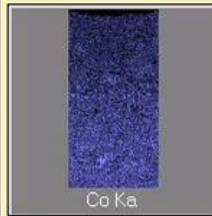
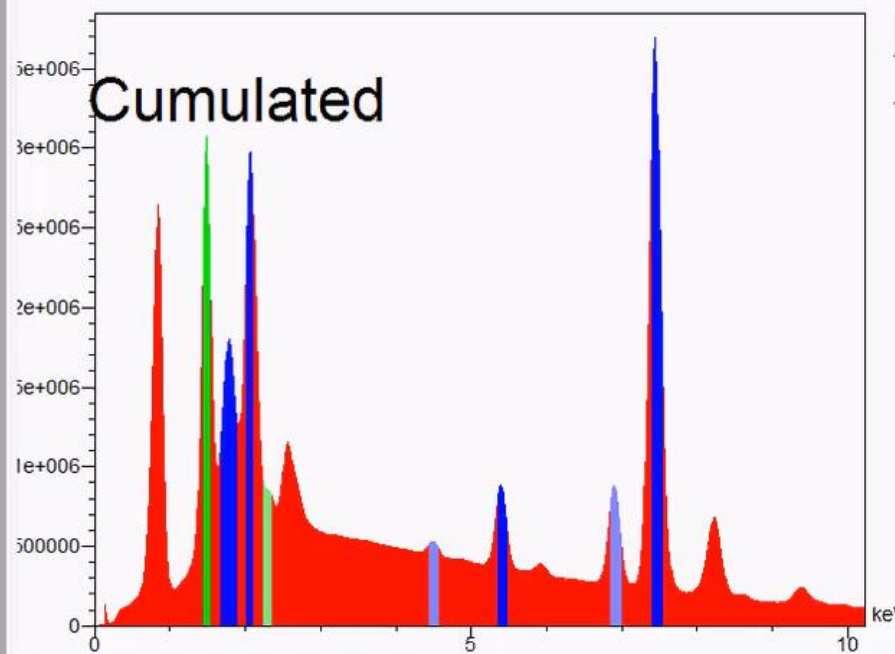
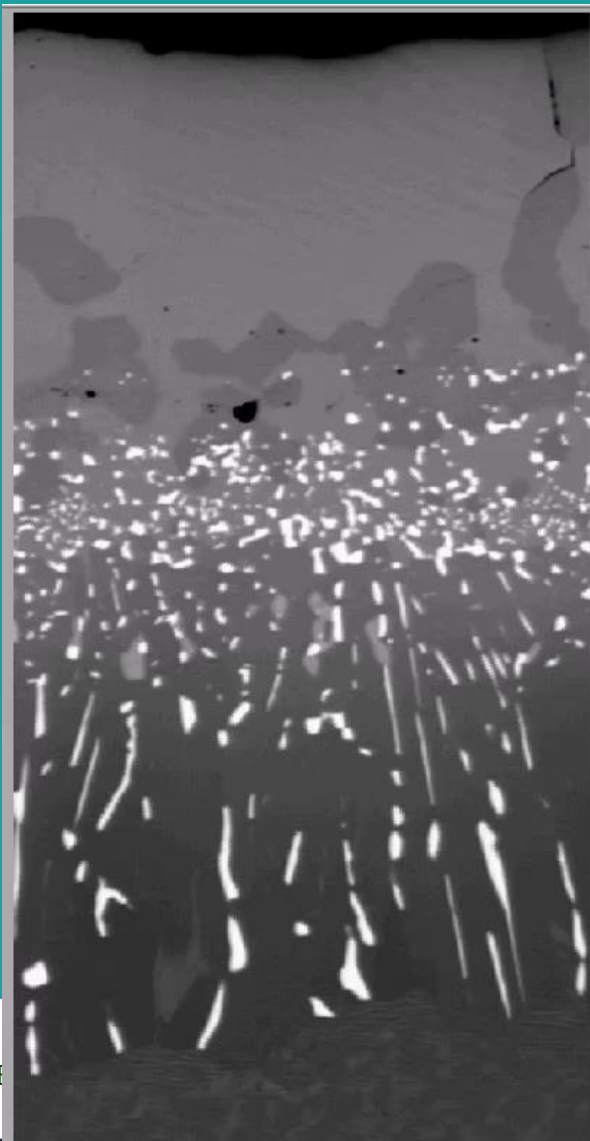
## Exemple : cartographies spectrales 3D

- On a travaillé avec un chercheur en imagerie
- La solution est « simple » : avoir un algorithme spécialisé, adapté à ce que l'on cherche
  - Pouvoir naviguer en temps-réel sur 2 axes uniquement
    - Axe des énergies : pour visualisation des images X en temps-réel
    - Sur la surface de l'échantillon, pour visualisation temps-réel des spectres

Visualisation rapide : Parcours de 512x1024 x 1024 canaux x 4 = 2 Go



## Visualisation rapide des spectres : Parcours de 2 Go, axe différent

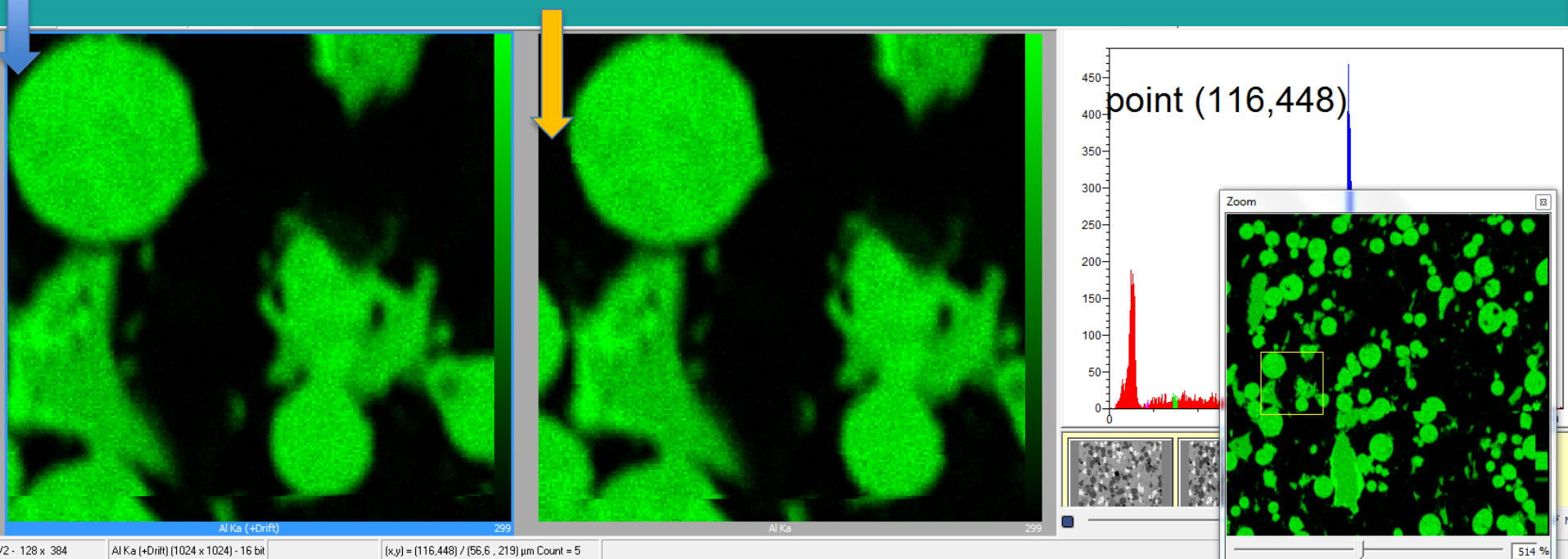


## Exemple : correction de la dérive du faisceau

- Prérequis :
  - calculer la carte de déformation
  - compliqué, mais c'est de l'algorithmique 😊
- Objectif : pouvoir l'exploiter simplement et *garder la donnée initiale*
  - Donc traitement à la volée.
  - Préserver la donnée est essentielle pour comparer, pour valider la qualité du calcul de déformation, etc...

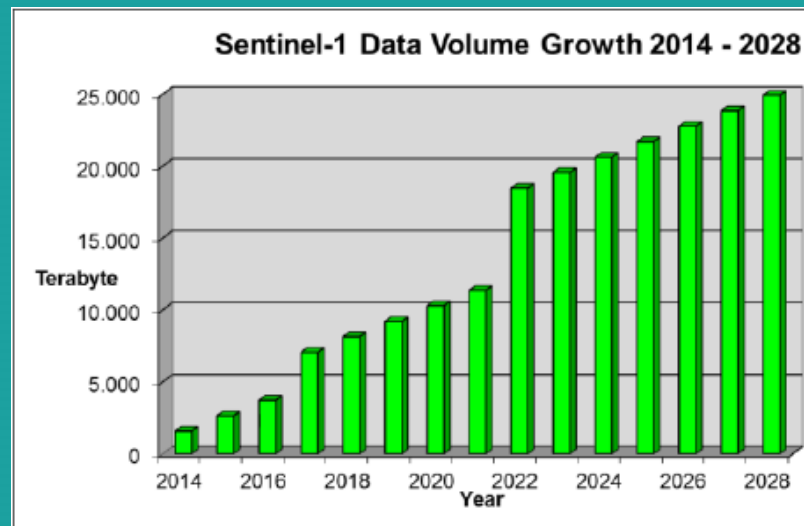
## Exemple : correction de la dérive du faisceau

- Garder la donnée initiale permet toutes les comparaisons



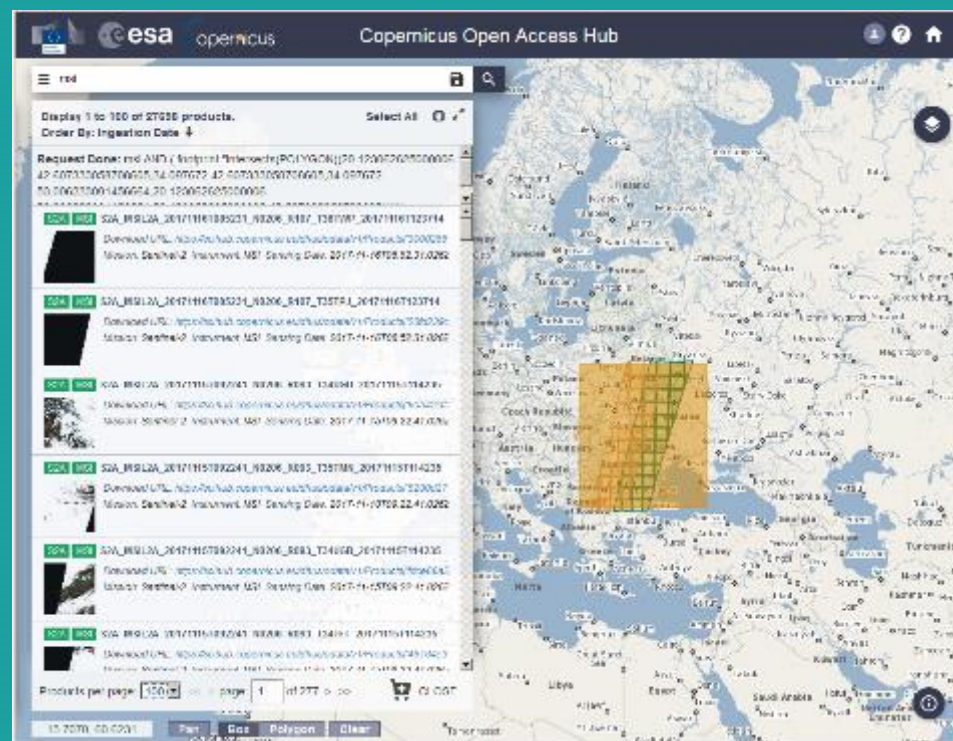
## Images satellites – Ordre de grandeurs

- Le programme Copernicus
  - Composante spatiale – les satellites Sentinel
  - Composantes services – *marine, land, atmosphere, climate, emergency, security*
- ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) – 130 Po début 2017
- ESA (*European Space Agency*)
  - Sentinel S1 (A,B) S2 (A,B) S3 (A,B) S5-P
  - Nouveaux lancements (C,D)
  - Constellation EDRS
  - > 10 To / jour
  - Programme garanti jusqu'en 2030



## Images satellites – Comment accéder aux données ?

- Des portails d'accès nombreux
  - Copernicus Open Access Hub
  - Amazon, Google
  - PEPS (CNES)
  - CDIAS
- Changer le paradigme
  - Big Data, volume des données, élargissement du public, demandes des utilisateurs, besoin de traquer la singularité
  - ⇒ Fin du « tout-download »
  - ⇒ traiter la donnée où elle se trouve, fournir de l'information et non des pixels



## Images satellites – De nouvelles architectures client-serveur

- Le « *Data Processing Relay* » (DPR) de VtWeb

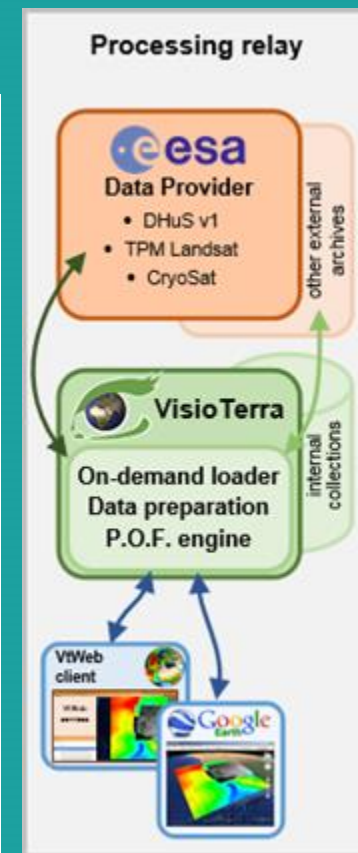
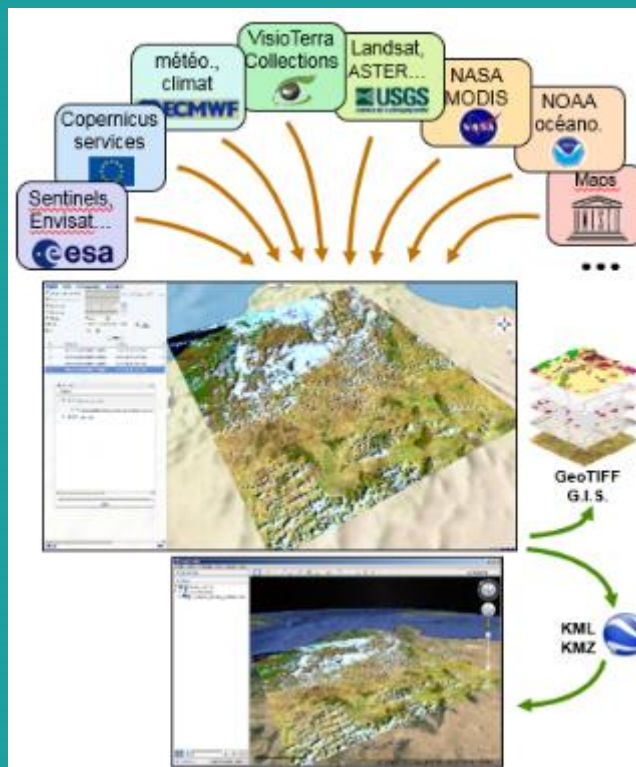
- <http://visioterra.net/VtWeb>

- Accès libre pour données gratuites

- 400 To, fibre optique 1 Gb/s

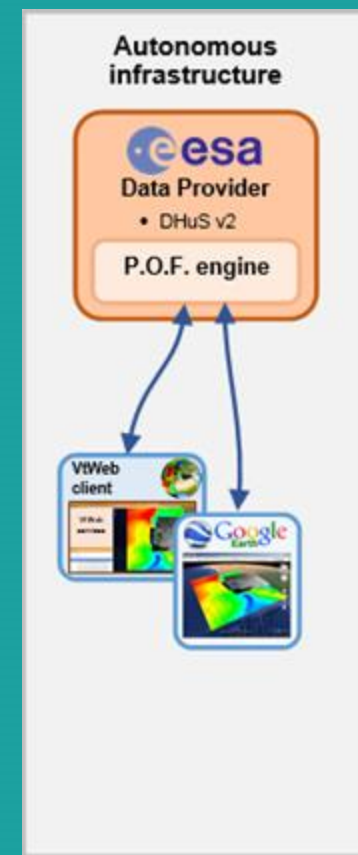
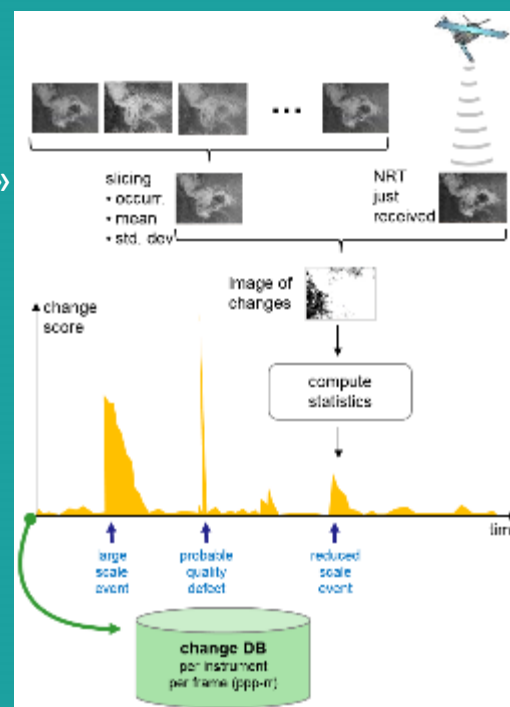
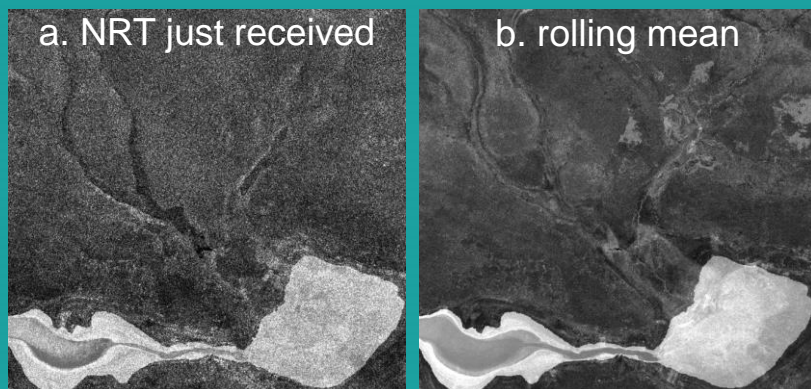
- Fait pour:

- accéder à une large spectre de données (O.T., météo., climat, biogéophysiques)
- traiter à la volée interactiv<sup>t</sup>
- partager les hyperlooks
- exporter vers –Google Earth, SIG (systèmes d'Information Géographiques)



## Images satellites – De nouvelles architectures client-serveur (2)

- Traiter près des données
  - Pour des services à valeur ajoutée
    - Principe des CDIAS
    - Ex.: l' « agriculture de précision »
  - Pour détecter des changements
    - Calculer une « distribution normale »
    - Repérer des singularités
    - Lancer des alertes



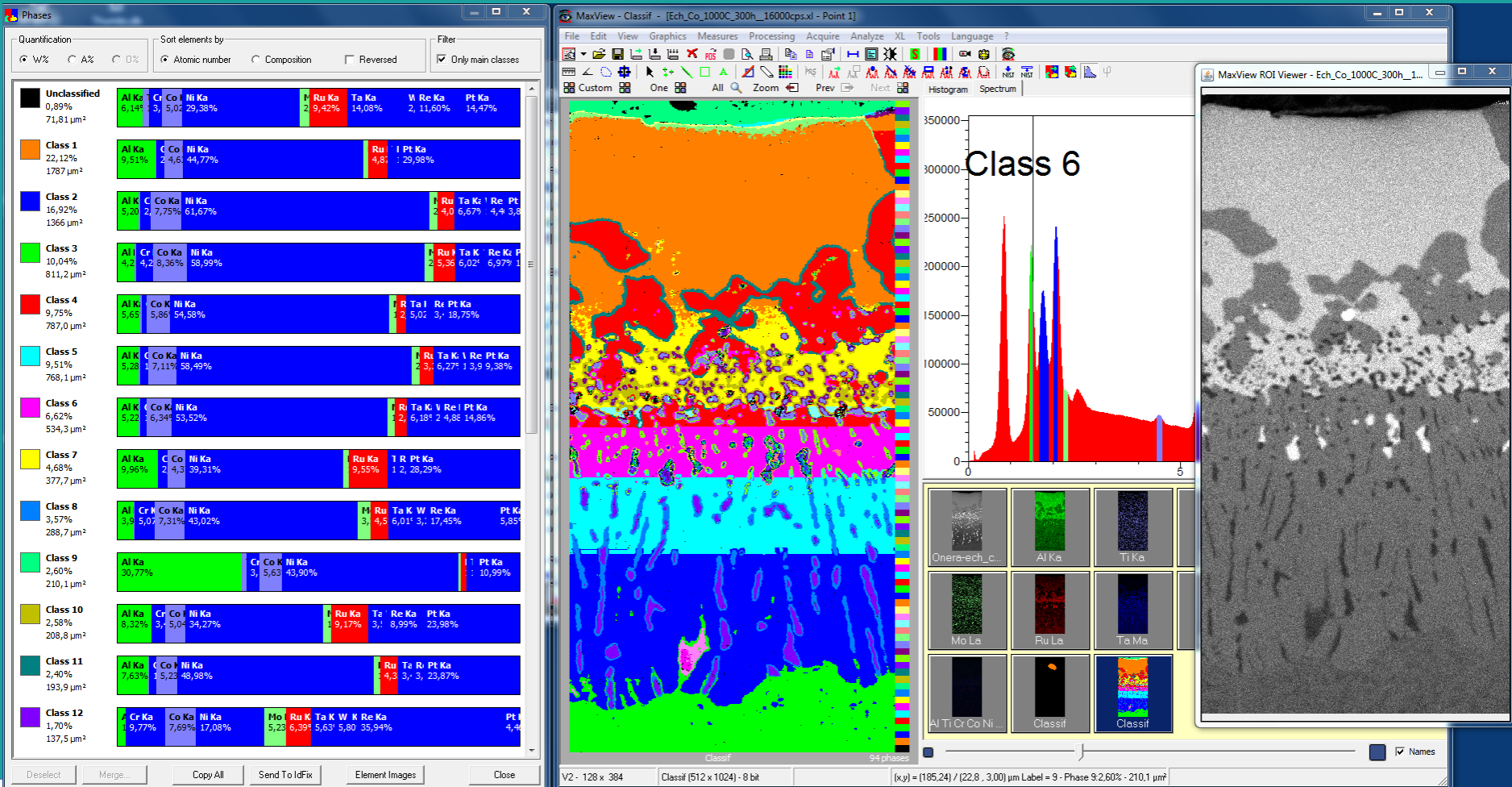
## Piste : Cartographies spectrales grand champ ?

- Accélérer encore la chaîne d'acquisition
- Automatisation des acquisitions de cartographies spectrales
  - Acquisition cartographies spectrales multi-champs
    - Mixe des balayage faisceau et déplacement table
  - Acquisition cartographies spectrales très grand champ
    - Déplacement table
- Mais aussi
  - Combiner les techniques : par exemple analyse de particules puis cartographie spectrale sur les zones repérées comme « utiles »
  - Naviguer en temps-réel dans un ensemble de cartographies spectrales représentant potentiellement des To de données !
    - Reconstruction à la volée de l'image grand champ,
    - Analyse quanti sur toutes les particules de l'échantillon
    - Reconstruction d'un cube spectral grand champ
    - Affichage complet en basse résolution, zoom jusqu'à la résolution acquise

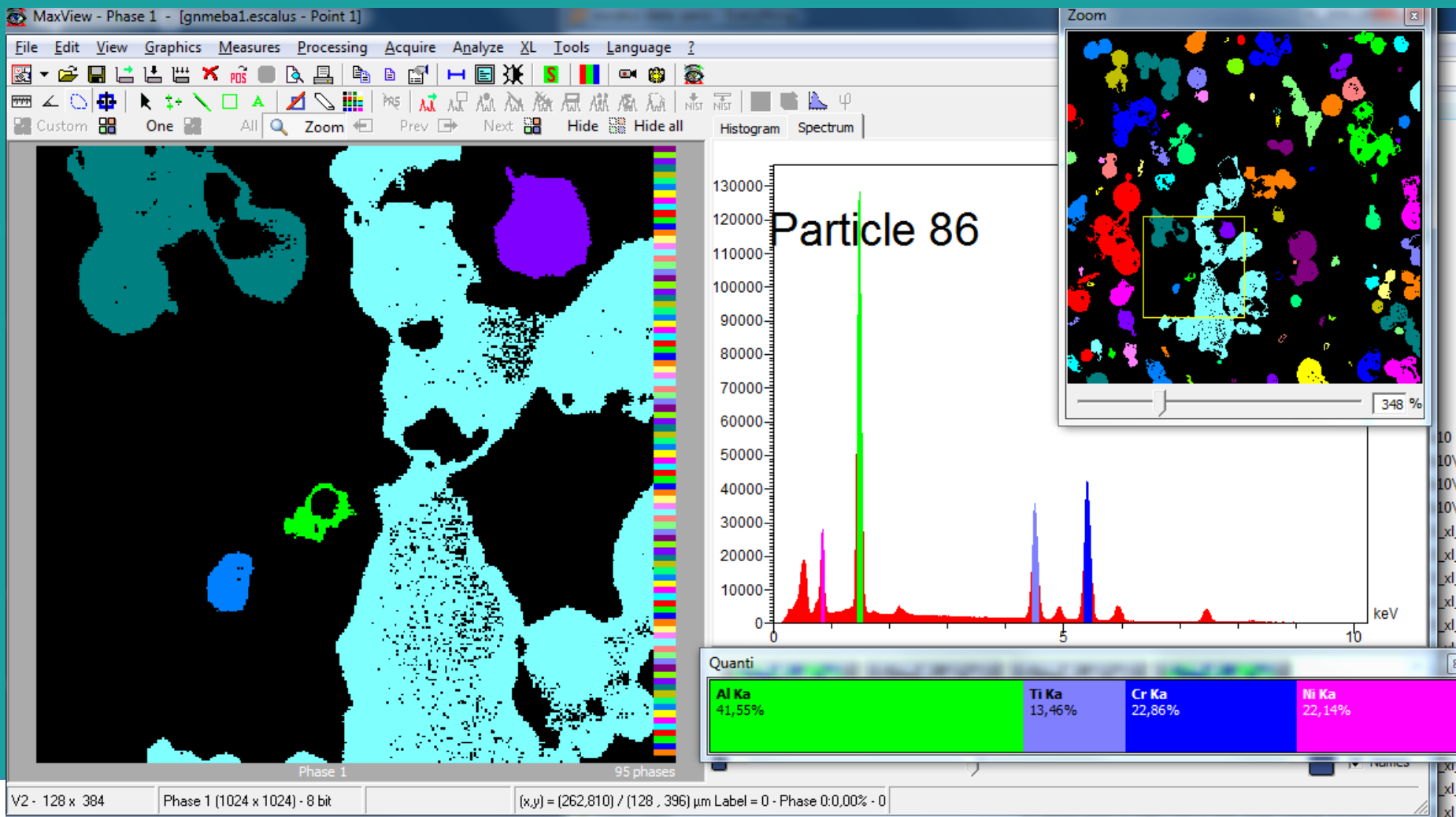
## Piste : Agrégation des données spectrales et EBSD ?

- L'intégration des acquisitions devient « classique »
- Certains constructeurs proposent une intégration applicative pour que l'indexation EBSD utilise les données de concentrations EDS
- Mais les visualisations intégrées sont encore à améliorer
  - Ce qui est fait avec les images satellites depuis longtemps

# Exemple : a-t-on une solution pour agréger les données ?



## Exemple : a-t-on une solution pour agréger les données des particules ?



## Conclusion

- De nouvelles possibilités avec les grandes images
- Déjà de très grands progrès
- Pour que la suite tienne ses promesses :
  1. garder la donnée initiale le plus longtemps possible. La préserver.
  2. superposer plusieurs thématiques sur la même plateforme
  3. présentation 2d et 3d
  4. accès centralisé aux images et aux traitements
    - serveur intelligent : traitements à la volée, agrégation de données externes, zoom adapté
    - import/export. collaboratif.
- Du rêve ... qui arrive !

Merci pour votre attention !

Questions ?