

# Chapitre 1

# Traitement du Signal

# Traitement du signal

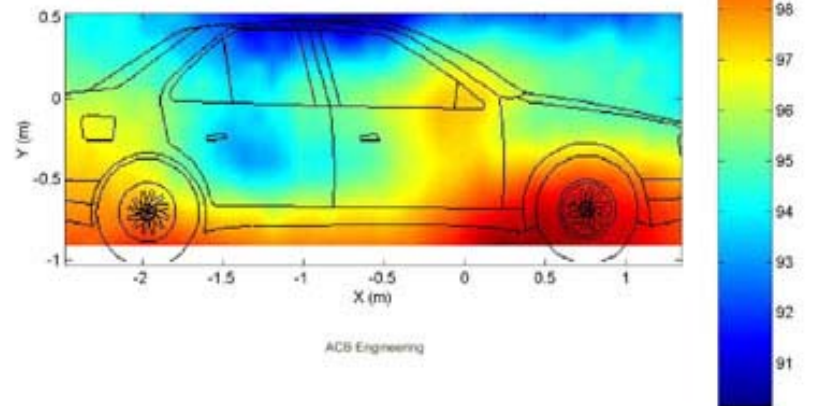
- Un signal est la représentation physique de l'information
- Traiter un signal consiste à en extraire l'information utile

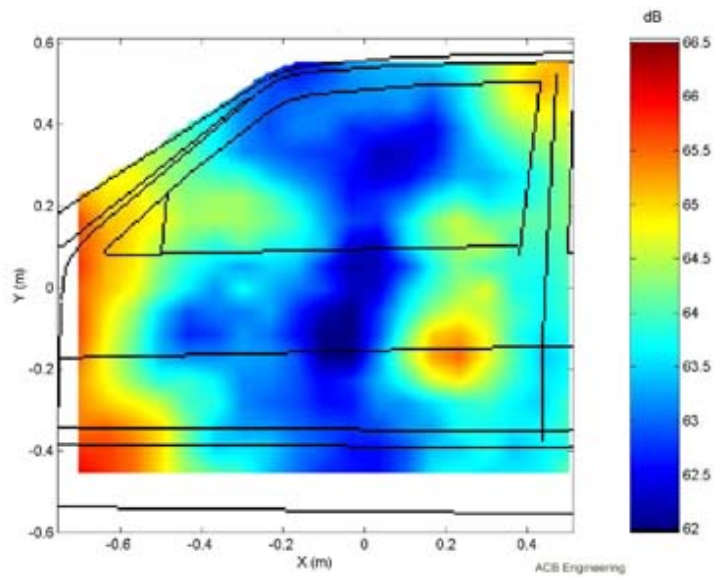
# Les différents aspects du TS

- 1. Capter, mesurer
  - Capteurs de vibrations sonores, US
  - Capteurs sensibles à la lumière naturelle, N&B, IR, UV, laser, Rx,  $\mu$ onde, US,  $\gamma$ .
  - Capteurs de mesure (vitesse, position, dimensions ...)
- Exemples :
  - Imagerie acoustique
    - Une antenne formée de nombreux microphones capte les sons fin de localiser les sources



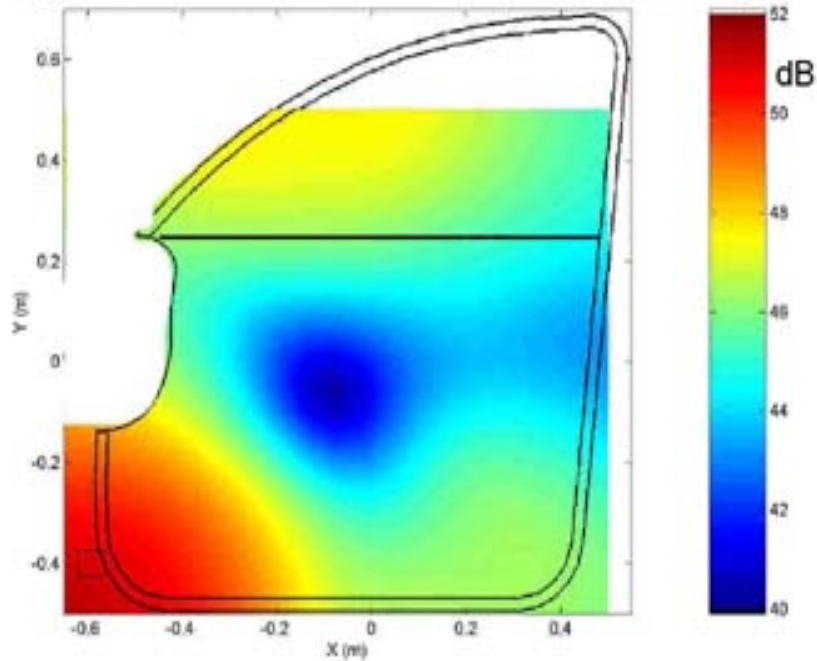
*Image acoustique obtenue à  
150 km/h, antenne face au  
côté de la voiture*





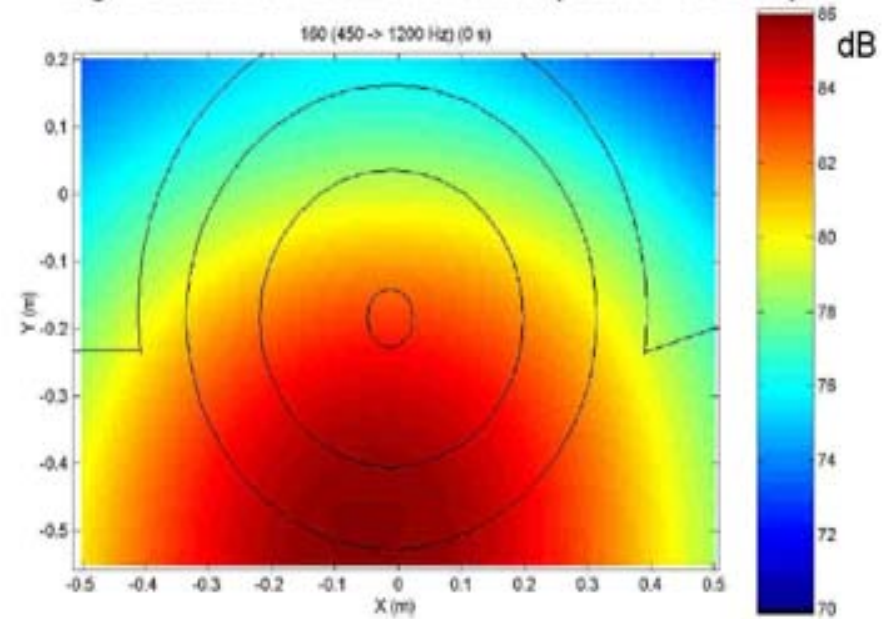


**Fig15 : entrée de bruit habitacle (450Hz - 1200Hz)**



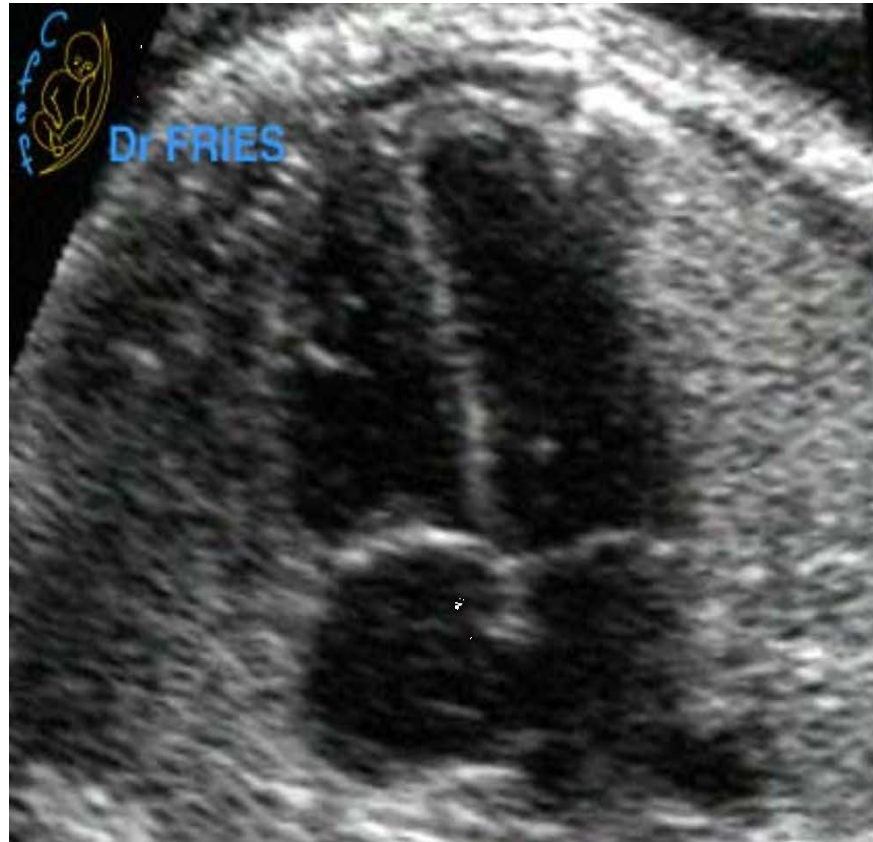
Etude du bruit émis par une roue de voiture sur un banc à rouleau

**Fig14 : bruit de contact 160km/h (450Hz - 1200Hz)**



*Bruit intérieur causé par la roue*

- Imagerie US en médecine, échographie



Trisomie 21

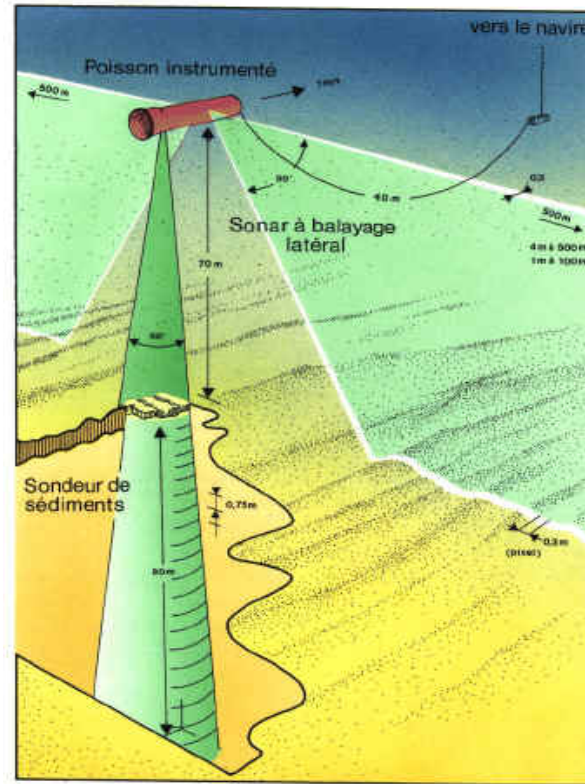
# Cartes d'imagerie acoustique (Ifremer)

Emission d'impulsions sonores

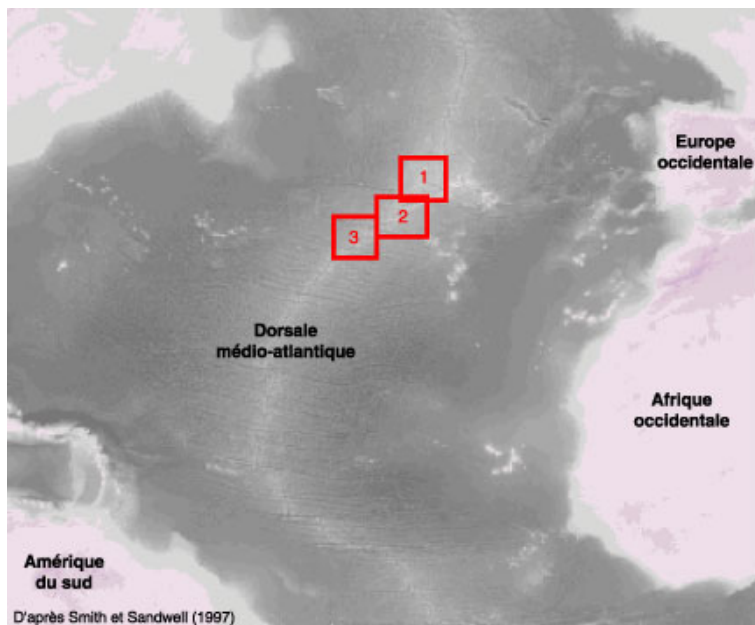
Mesure du temps nécessaire au signal pour parcourir le trajet navire/fond/navire,

Calcul de la profondeur par :  $P = c \, dt / 2$  avec :

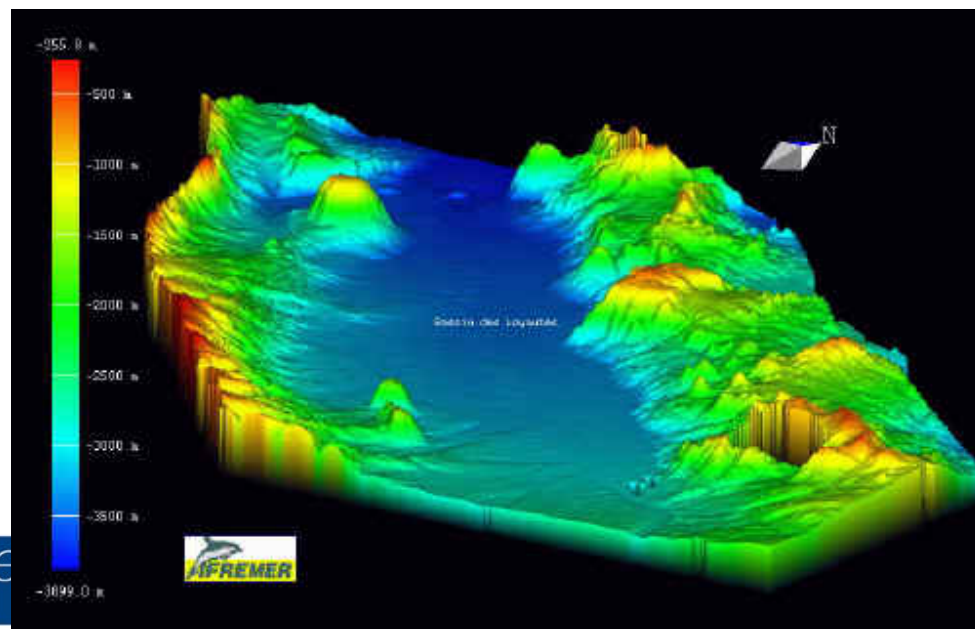
- $c$  : célérité du son dans l'eau (m/s)
- $dt$  : durée du parcours navire / fond / navire
- $P$  : profondeur (m)



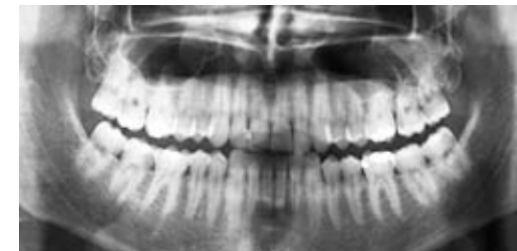
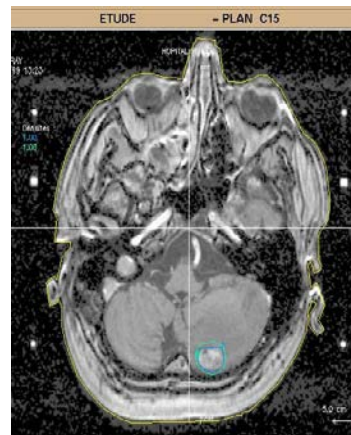
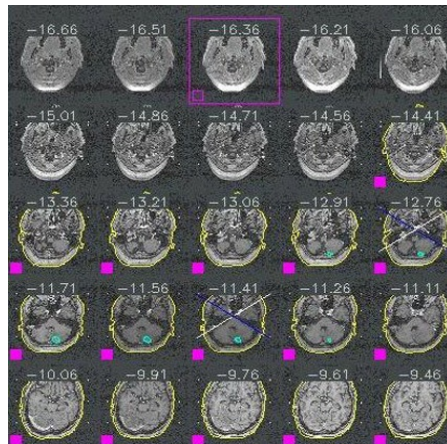
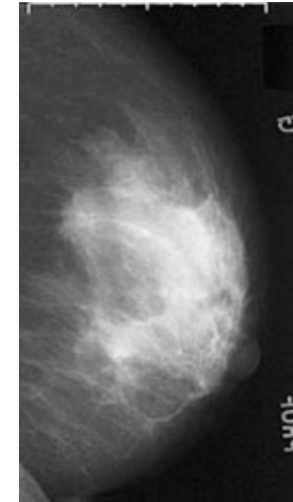
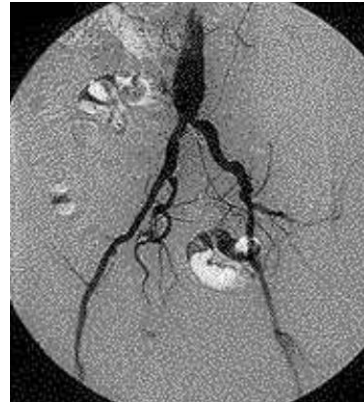




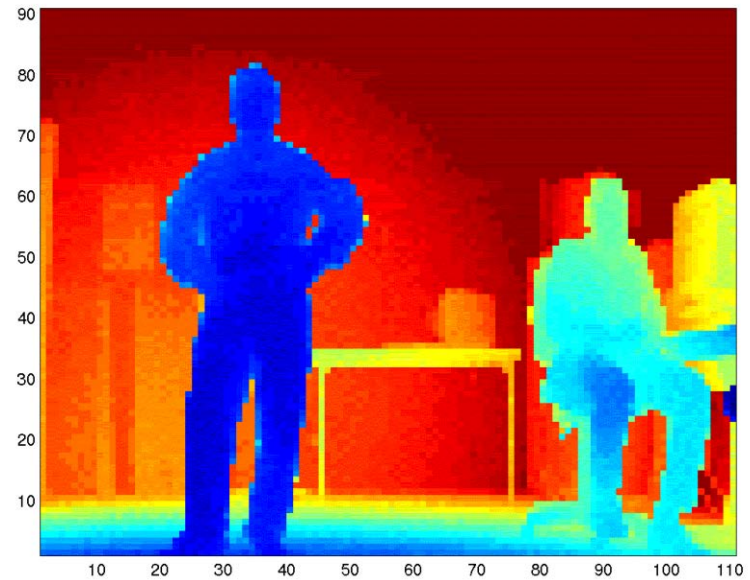
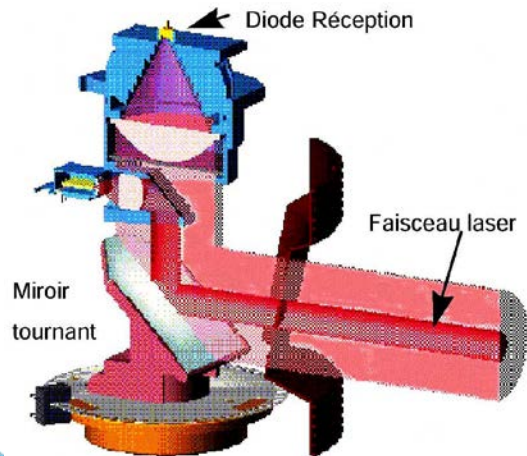
	EM12Dual	SAR
Fréquence d'acquisition	13 kHz	170-190 kHz
Profondeurs d'acquisition	de 50 à 11000 m	de 200 à 6000 m
Largeur de couverture	7 fois la hauteur d'eau (max. 20 000 m)	2 x 750 m
Ouverture en gisement	150 deg	2 x 80 deg
Nombre de faisceaux	162	/
Résolution des pixels	2,4 m	0,3 m
Vitesse d'acquisition	max. 10 noeuds	max. 2 noeuds
Fréquence d'acquisition	de 2 à 20 sec	1,5 sec
Echelle de travail	1/100 000 1/250 000 1/500 000	1/10 000 1/20 000 1/50 000



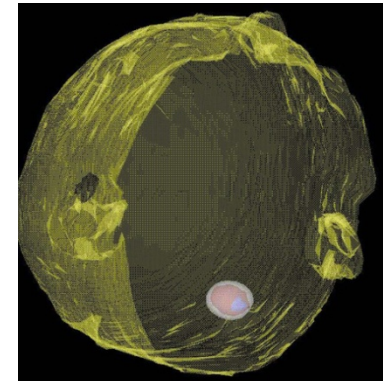
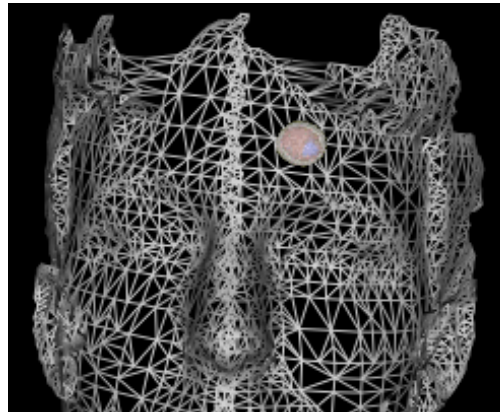
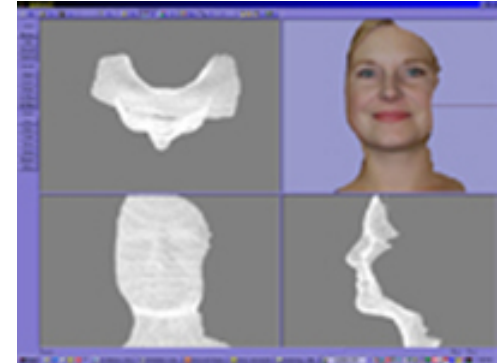
# - Imagerie Rx en médecine, Radiographie



## - Imagerie laser de profondeur



## - Imagerie 3D





## - Image de l'univers

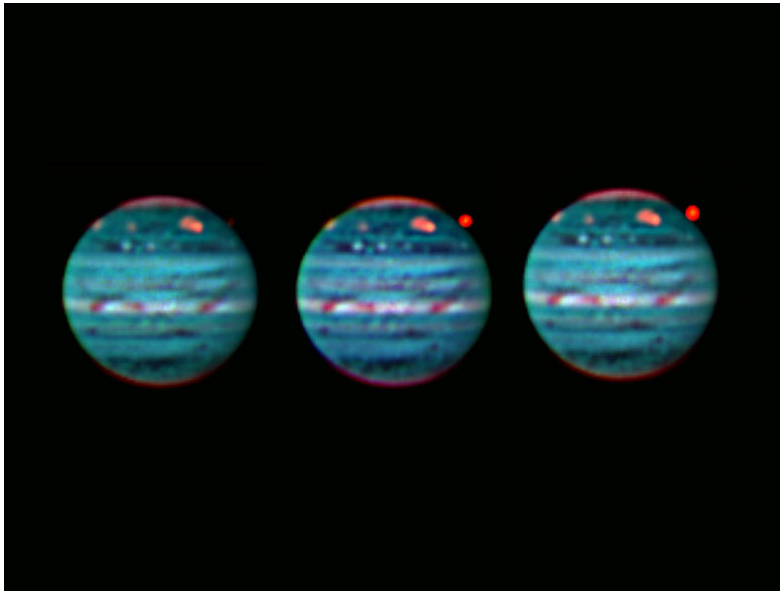


Image infrarouge

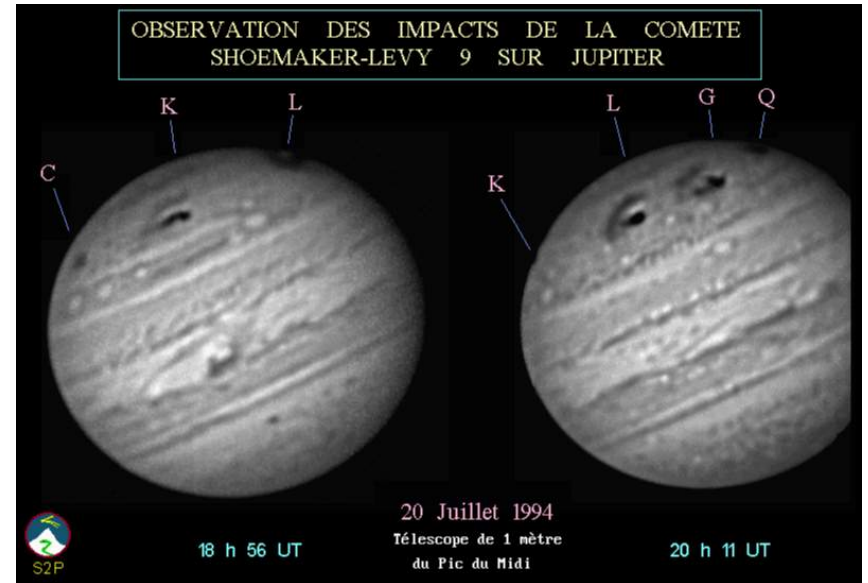
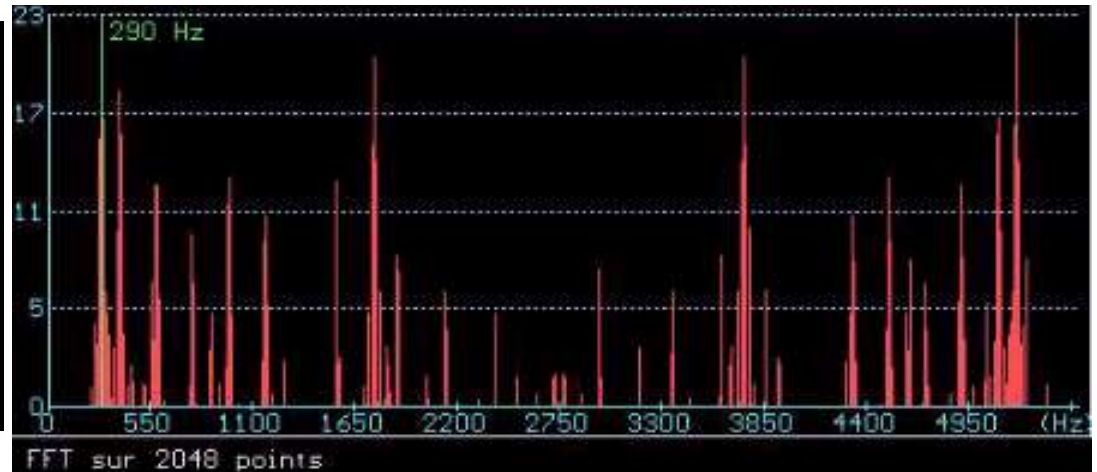
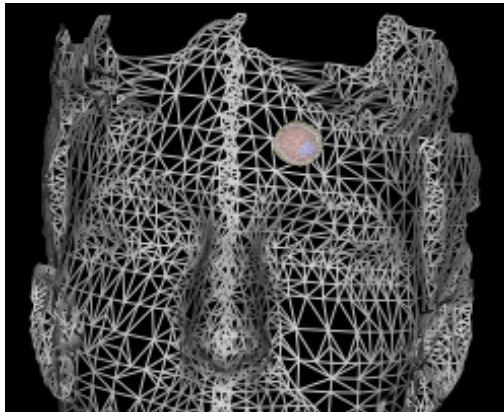


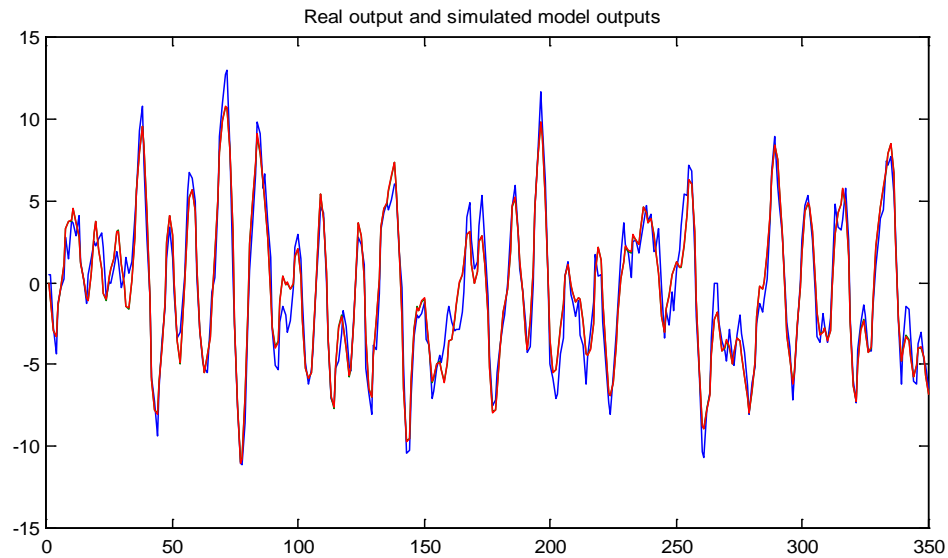
Image CCD



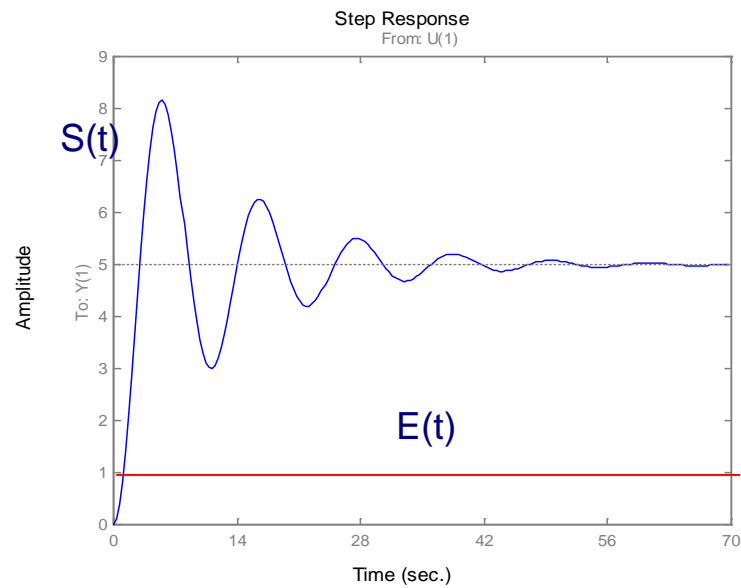
- 2. Modéliser, analyser
  - À l'aide de modèles
  - À l'aide de représentations
- Exemples :
  - Modélisation des textures
  - Approche multirésolution – décomposition en ondelettes
  - Modélisations des bruits,



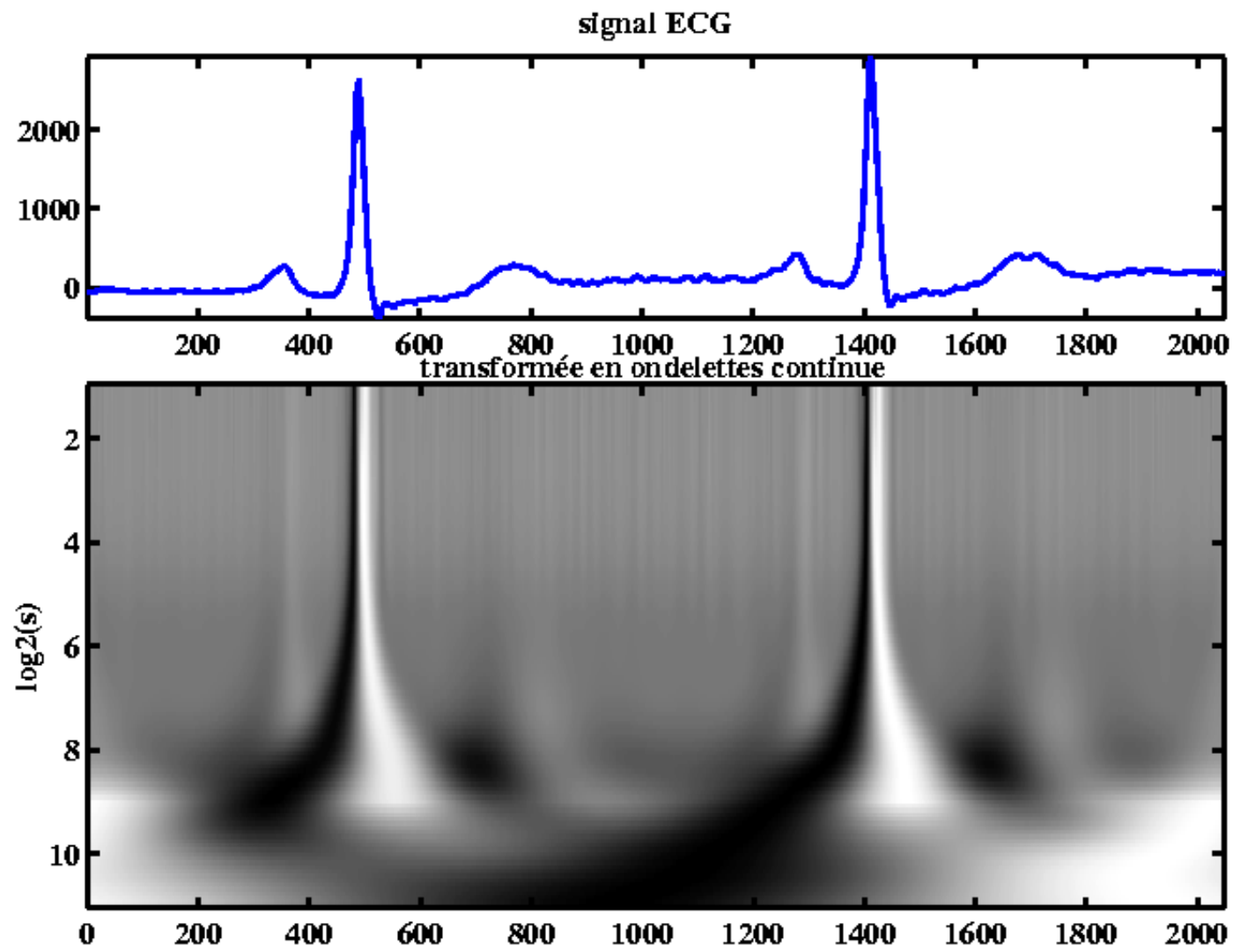
Attaque de violon (début d'un adagio de J.S. Bach) le<sub>14</sub>  
fondamental se situe à 290 Hz



## Modélisation de données expérimentales



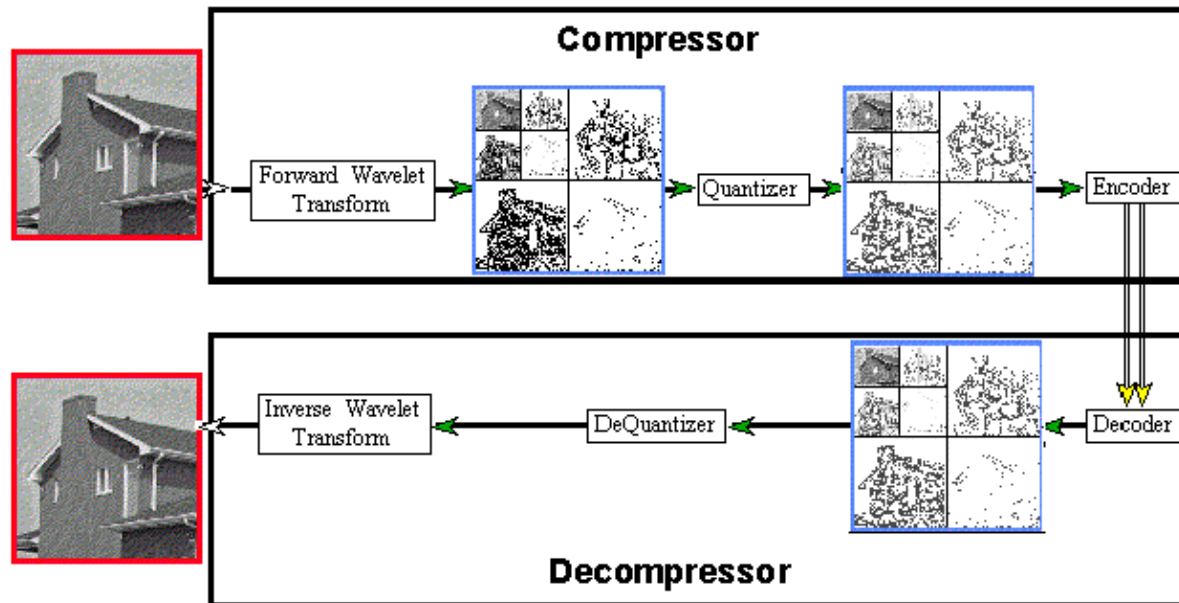
$$\frac{S(p)}{E(p)} = \frac{5}{3p^2 + 0,5p + 1}$$



### •3. Codage - transmission

– Compression :

– Approche multirésolution décomposition en ondelettes



# Protection copyright - tatouage



*Image originale*



*image tatouée*



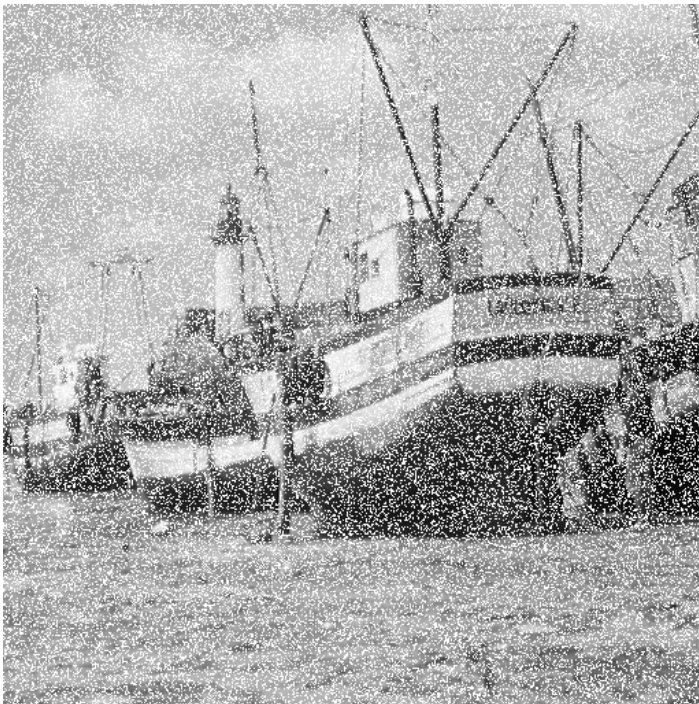
*Image originale*



*image tatouée et compressée à 90%*

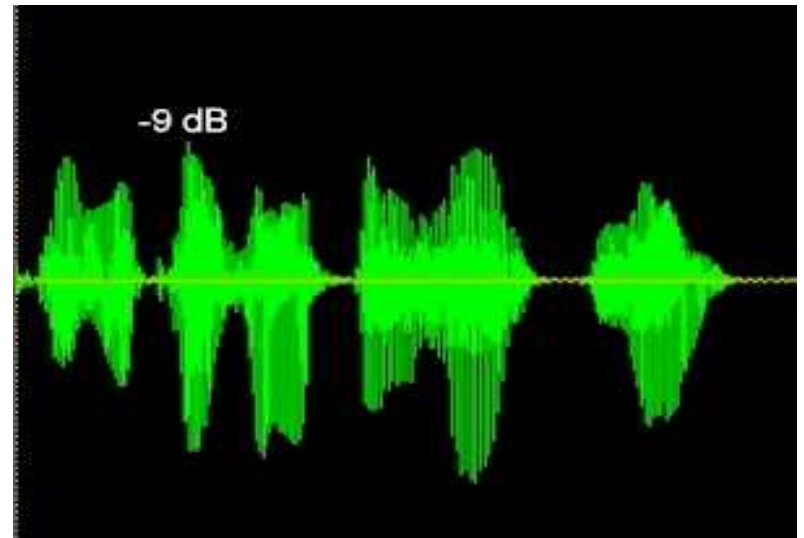


- 4. Filtrage - synthèse
  - Réduction des bruits



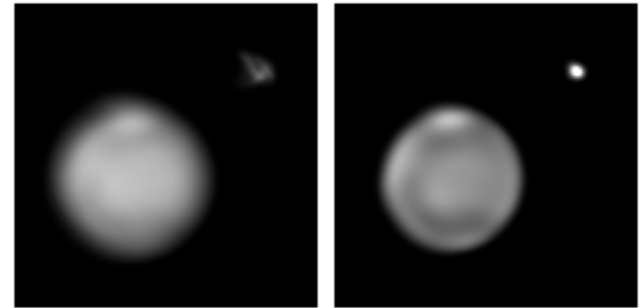
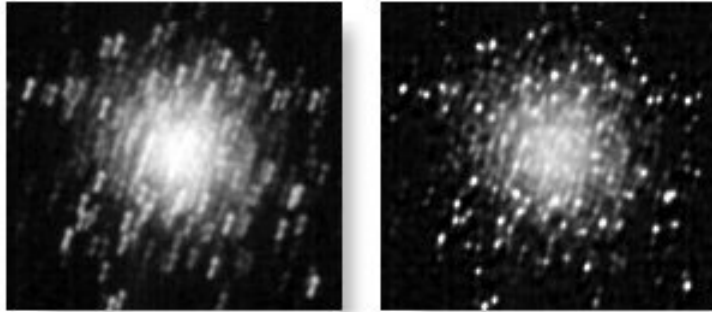


Voix parasitée par une ronflette 50-100 Hz.

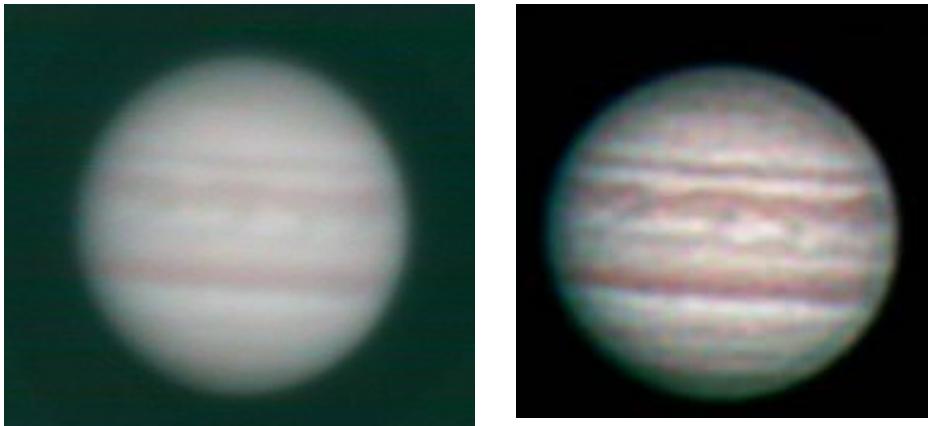


Signal après filtrage. Le ronflement a été supprimé au moyen d'un double filtre 50-100 Hz (atténuation de -25 dB) associé à un filtre passe-haut 20 Hz. Le son, ainsi aéré, gagne beaucoup de clarté.

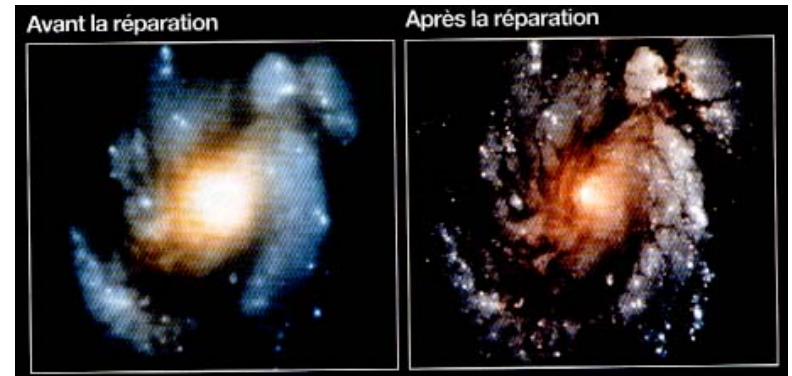
## - Restauration



Mars et une étoile



Jupiter



Télescope Hubble

## - Synthèse

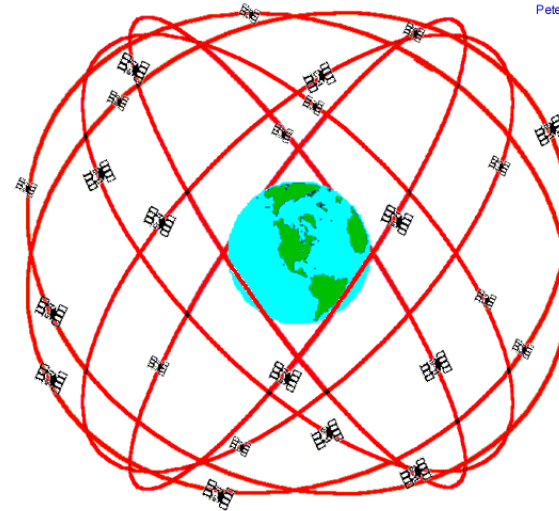
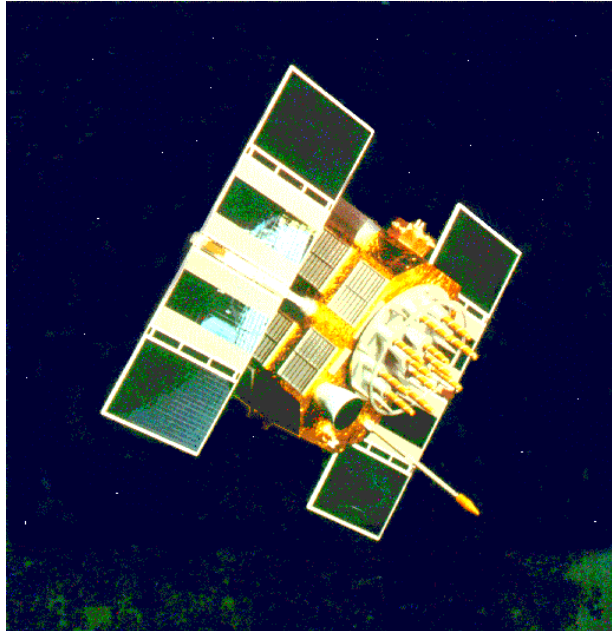




## • 5. Décision – fusion

NAVSTAR (*Navigation Satellite Timing And Ranging*) : 1995

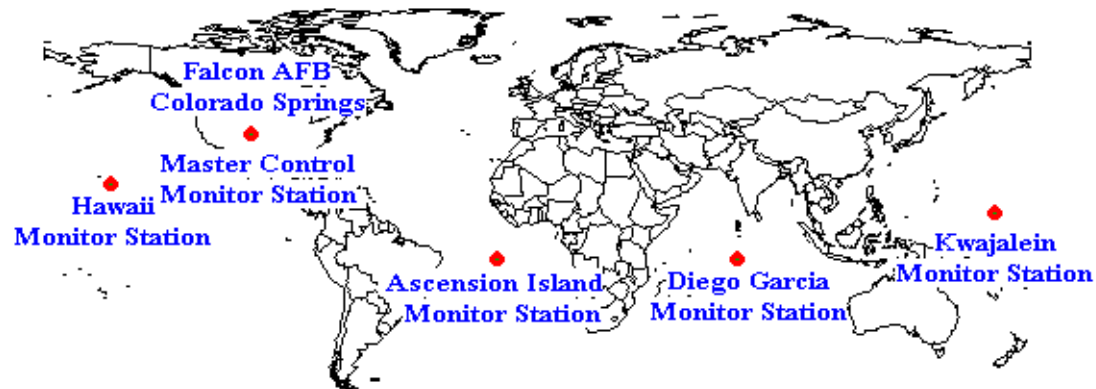
Galiléo : 2014



Peter H. Dana 9/22/98

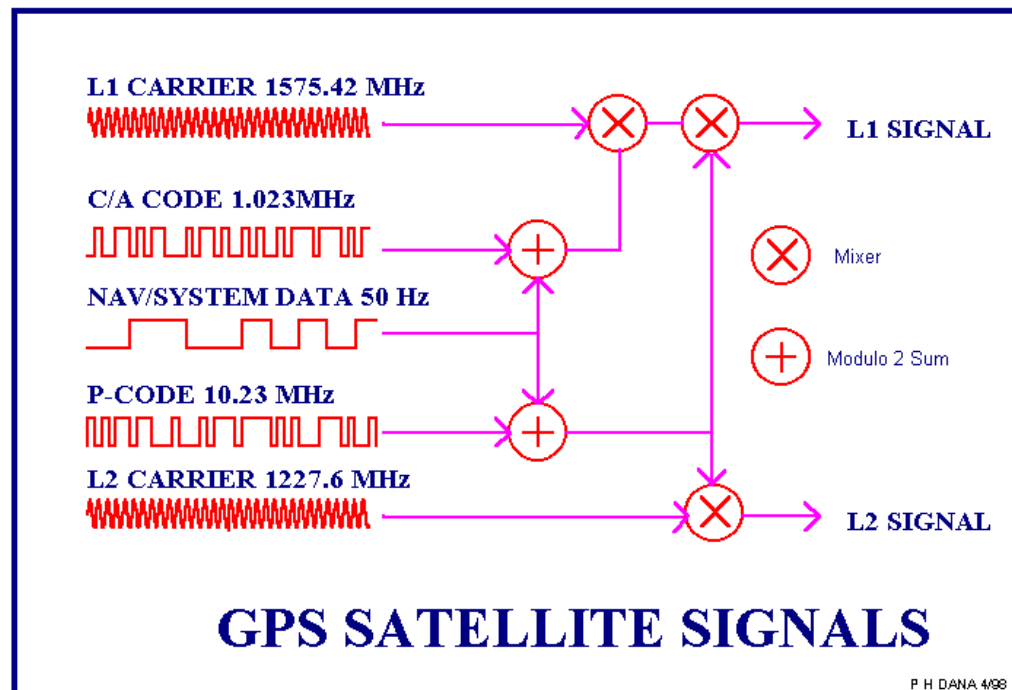
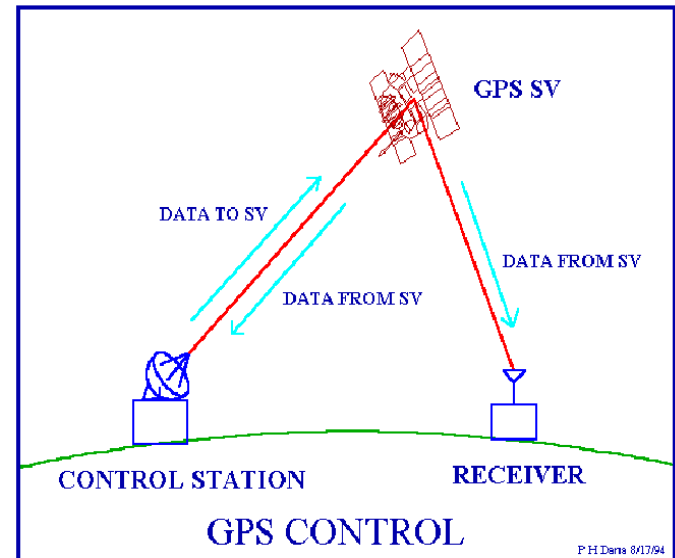
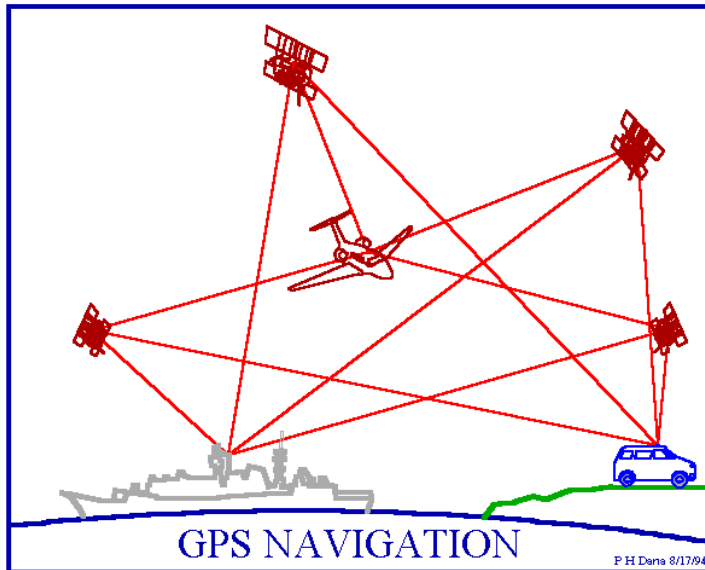
**GPS Nominal Constellation**  
24 Satellites in 6 Orbital Planes  
4 Satellites in each Plane  
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

Peter H. Dana 5/27/95

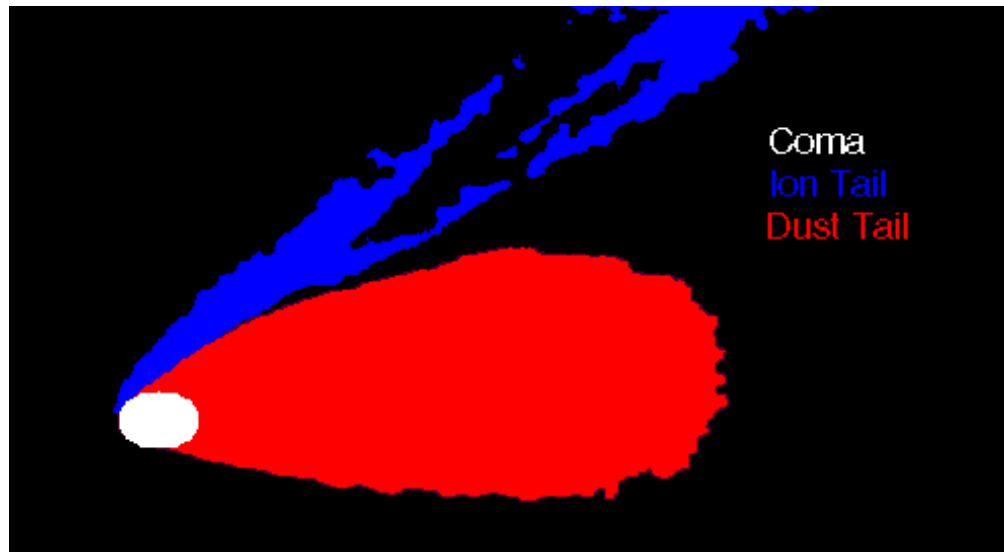


**Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network**

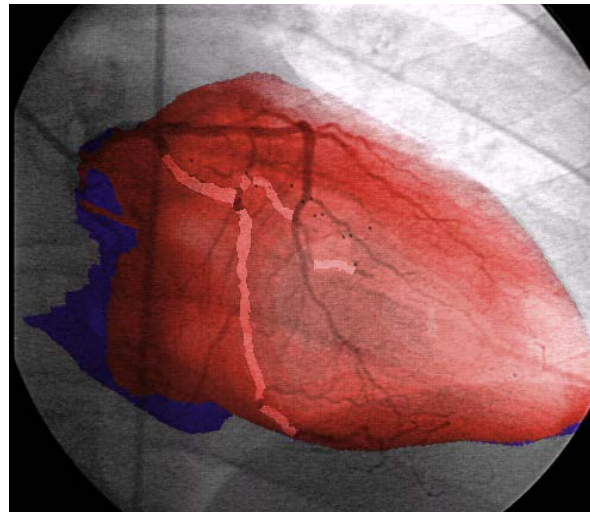
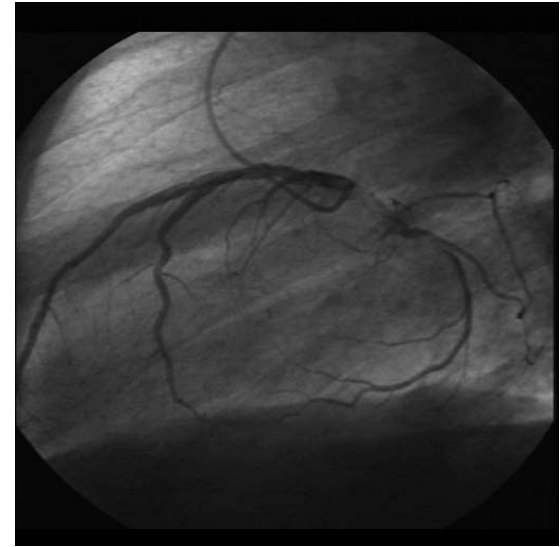
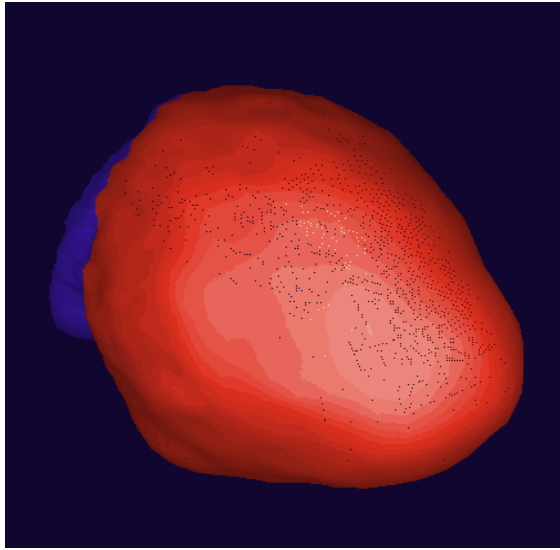




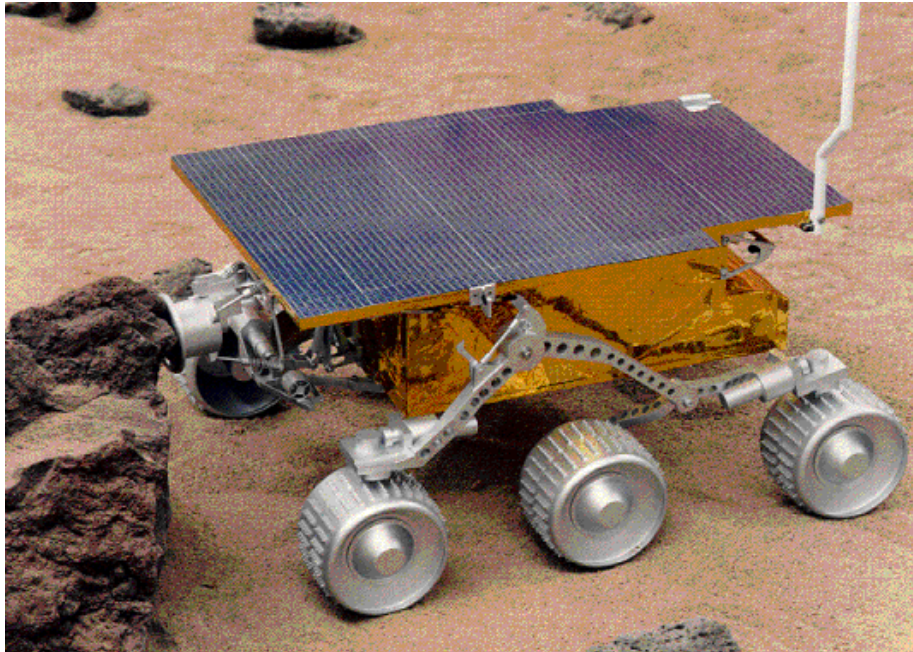
- Segmentation approche régions (comete)



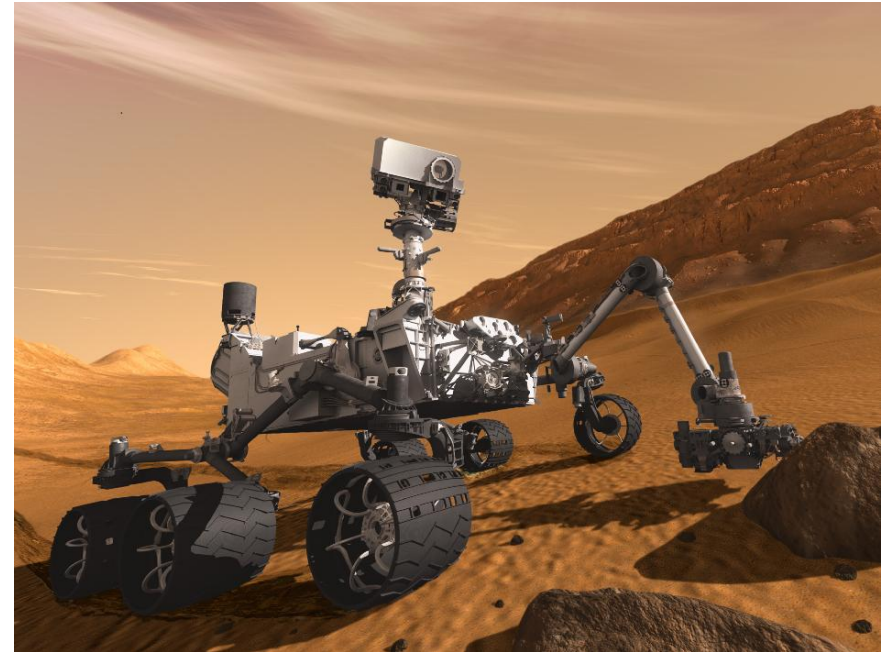
# Fusion d'images (coronarographie – tomoscintigraphie)



- 6. Interprétation – reconnaissance
  - Robotique autonome



Mission Pathfinder  
03/1997



Mission Curiosity  
Lancement  
26/11/2011



# Mission Rosetta

“Atterrissage de Philae le  
12/11/2014” sur la comète

Churyumov-

Gerasimenko (4x5,5 km)

Gravitation 100 000 fois  
inférieure à celle de la  
terre, 450 M de km, 10  
ans de voyage, 17  
milliards de km

parcours, lanceur  
Ariane 5, Orbiteur 3 T

Philae 100 kg

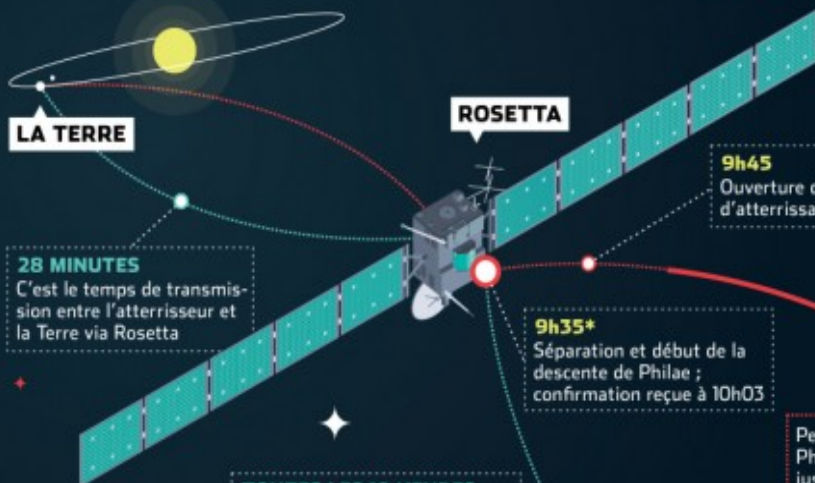




# LA DESCENTE DE PHILAE VERS LA COMÈTE

12 novembre 2014

La morphologie de 67P/Churyumov-Gerasimenko



LA TERRE

ROSETTA

**28 MINUTES**

C'est le temps de transmission entre l'atterrisseur et la Terre via Rosetta

**9h45**

Ouverture du train d'atterrissage de Philae

**9h35\***

Séparation et début de la descente de Philae ; confirmation reçue à 10h03

Pendant environ 7h, Philae descend jusqu'à la comète

**LES INSTRUMENTS**

ROMAP mesure le magnétisme pendant la descente  
CONSORT mesure par radar les distances sol/atterrisseur  
SESAME mesure les vibrations pendant l'atterrissage

**15h54**

Début des prises de vue du site d'atterrissage par la caméra ROLIS

**TOUTES LES 10 HEURES**

Visibilité entre Philae et Rosetta

PHILAE

**19h**

Réception du panorama du paysage autour de Philae par le Centre d'Opérations Scientifiques de Philae

**16h34 : ATTERRISSAGE**

Un propulseur à gaz froid plaque l'atterrisseur au sol. Simultanément, 2 harpons l'ancrent dans le sol

COMÈTE

67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO

**17h10**

Confirmation de l'atterrissage par le centre de contrôle de Philae

## SITE D'ATTERRISSAGE

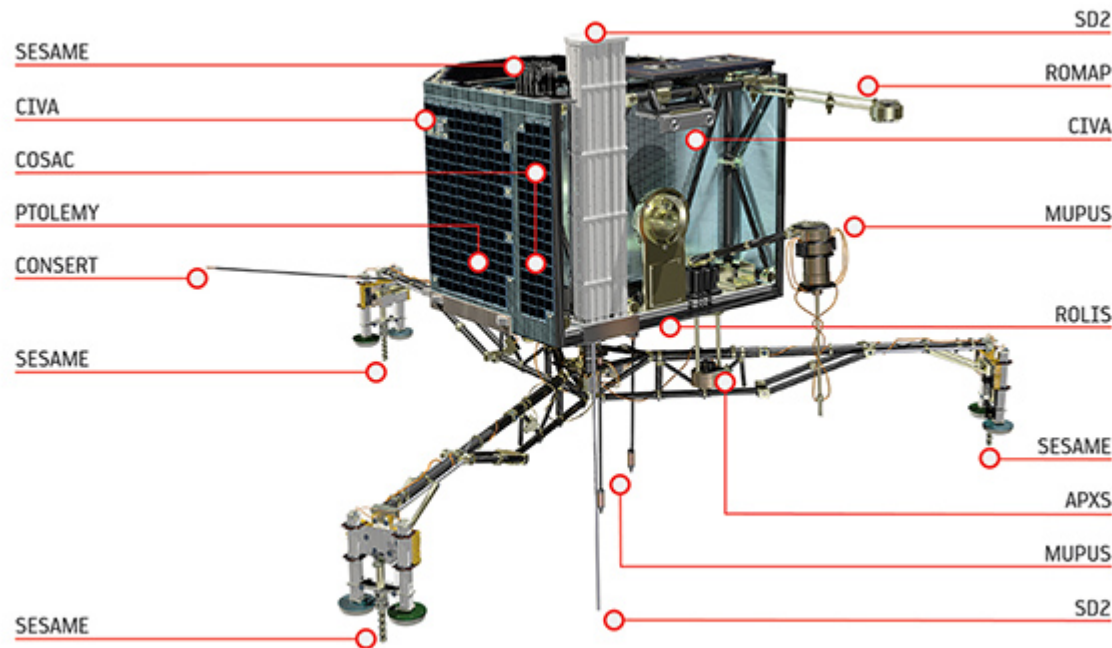
J, le site d'atterrissage de Philae est une ellipse de 900 m de long sur 600 m de large.

Ce site d'atterrissage

- doit être suffisamment plat (déclivité la plus faible et le moins de rochers possible),
- doit se situer dans une portion du noyau bénéficiant d'un ensoleillement suffisant pour recharger la batterie de Philae. Il doit aussi offrir une période nocturne, certains instruments devant observer l'amplitude thermique jour-nuit,
- doit permettre de poser Philae avec une inclinaison maximale d'une trentaine de degrés par rapport à l'horizontale du site d'atterrissage,
- doit proposer à Philae un horizon largement dégagé pour qu'il puisse communiquer de façon optimale avec Rosetta qui transmet ses données vers la Terre.

\* Tous les horaires communiqués ici sont GMT+1 (heure de Paris)





## APXS

### *Alpha Proton X-ray Spectrometer*

**Le but d'APXS est la détermination de la composition chimique du site d'atterrissage et son altération potentielle au cours de l'approche de la comète du Soleil.** Les données obtenues seront utilisées pour caractériser la surface de la comète, pour déterminer la composition chimique des constituants de la poussière et pour comparer la poussière aux types de météorites connus. APXS consiste en une spectroscopie alpha en mode rayonnement alpha et une spectroscopie alpha et X en mode rayonnement X.

## ÇIVA

### *Comet Infrared and Visible Analyser*

**ÇIVA-P se compose de sept caméras miniaturisées identiques pour réaliser des images panoramiques de la surface et reconstruire la structure locale de la surface en 3 dimensions.** ÇIVA-M est constitué d'un microscope visible et d'un imageur hyperspectral dans le proche infrarouge pour étudier la composition moléculaire et minéralogique, la texture et l'albédo (réflectivité) des échantillons collectés de la surface.

## **ROLIS**

### ***ROsetta Lander Imaging System***

**Cette caméra de descente et orientée vers le bas livrera les premières images rapprochées de l'environnement du site d'atterrissage au cours de la descente.** Après l'atterrissage, ROLIS fera des études haute-résolution de la structure (morphologie) et de la minéralogie de la surface. ROLIS est une caméra CCD miniature permettant une imagerie multi-spectrale dans 4 bandes spectrales (470, 530, 640 and 870 nm) fournies par un système d'éclairage.

## **ROMAP**

### ***Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor***

**ROMAP est une expérience multi-capteurs. Le champ magnétique est mesuré par un magnétomètre à saturation de flux. Un analyseur électrostatique à coupes de Faraday intégrées mesure les ions et électrons. La pression locale est mesurée par des capteurs Pirani et Penning.** Les capteurs sont situés sur un mât court. Les objectifs scientifiques sont d'étudier le champ magnétique et les ondes plasma émises par la surface en fonction de la distance de la comète au soleil.

## **SD2**

: Amalia Ercoli-Finzi, Politecnico di Milano (Milan, Italie)

**Le sous-système SD2 est en charge de collecter des échantillons à différentes profondeurs sous la surface de la comète et de les distribuer à 3 instruments pour analyse (Çiva, Cosac, Ptolemy).** SD2 peut creuser jusqu'à 250 mm sous la surface de la comète. Il transporte ensuite chaque échantillon à un carrousel qui fournit les échantillons en différentes positions : un spectromètre, une sonde de contrôle de volume, des fours à haute et moyenne température et un point de nettoyage. SD2 est installé sur le balcon de Philae où il est exposé à l'environnement cométaire.

## **SESAME**

### ***Surface Electric Sounding and Acoustic Monitoring Experiment***

**SESAME est composé de trois instruments qui mesurent les propriétés des couches externes de la comète.** Deux mesurent les propriétés mécaniques et électriques des couches externes de la surface cométaire qui sont des indicateurs de l'histoire de l'évolution de la comète. Le troisième étudie la distribution de masse et de vitesse des particules de poussières émises par la surface de la comète. La plupart des capteurs sont montés sur les semelles des pieds du train d'atterrissage.

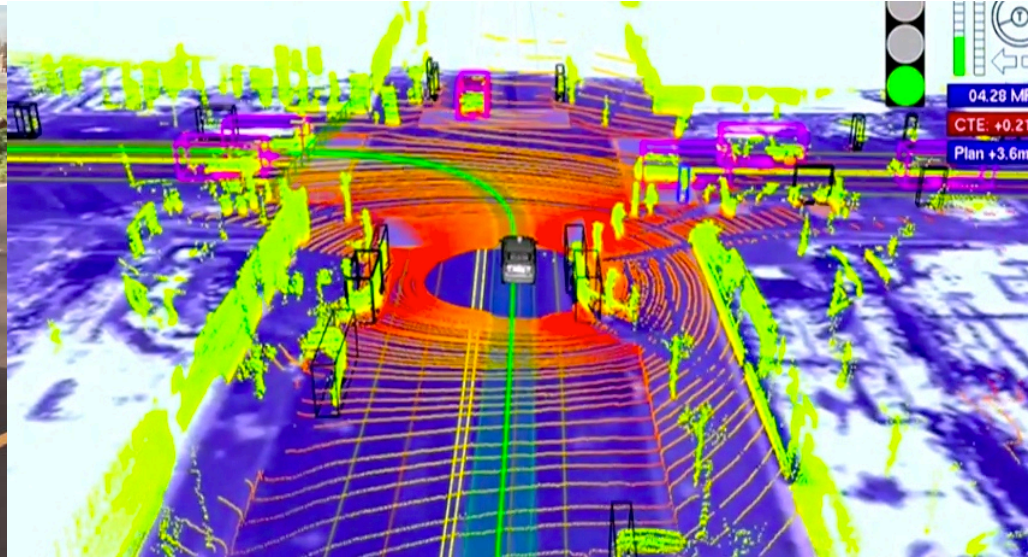
## **CASSE**

### ***Comet Acoustic Surface Sounding Experiment***

**CASSE mesure la façon dont le bruit passe à travers la surface.**



# -Voiture autonome

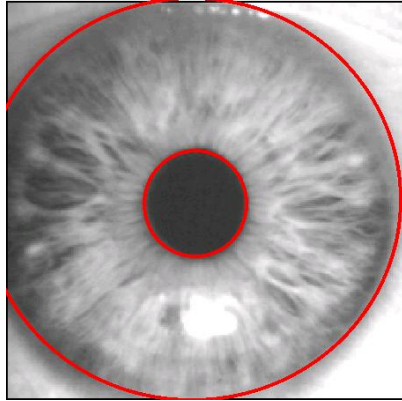


Ttélémètre laser : carte détaillée 3D de l'environnement.  
4 radars, monté sur le pare-chocs avant et arrière,  
1 caméra, positionnée à proximité du rétroviseur,  
1 GPS,  
1 unité de mesure inertielle,  
Codeurs de roue

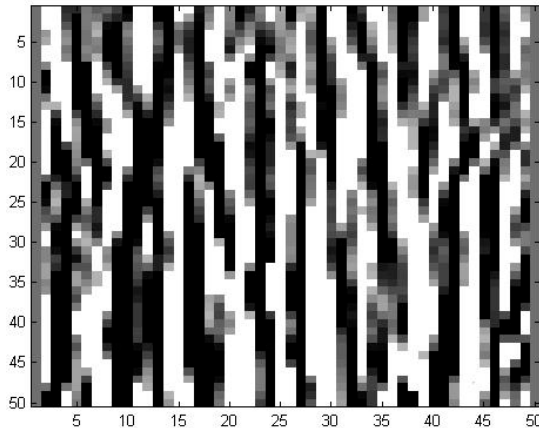
Apprentissage : Carte de l'environnement, deep Learning



## – Reconnaissance de personnes (biométrie)



Iris



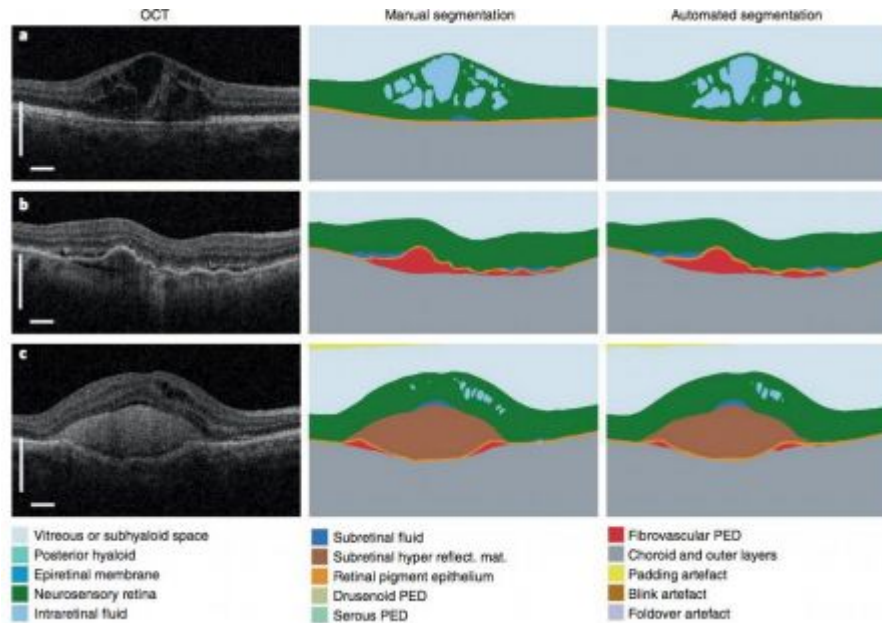
T-O de l'image segmentée



Empreinte digitale

# – Intelligence artificielle en médecine

50 maladies oculaires détectées avec 94% de précision ; performance identique à des ophtalmologues entraînés

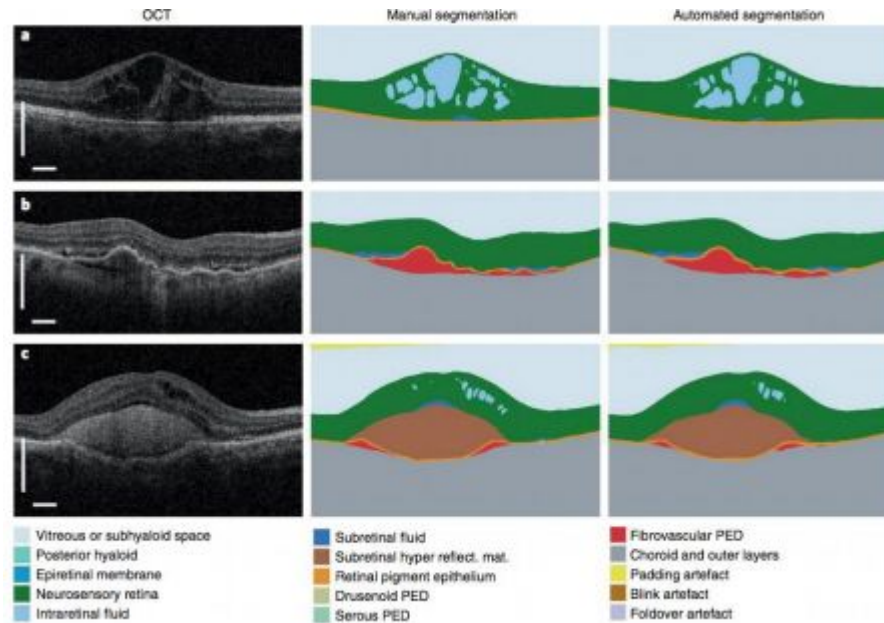


*Segmentation manuelle (au centre) et automatisée (à droite) à de scanners de la rétine (à gauche)*

Développé par la société DeepMind de Google à l'aide d'un algorithme de Deep learning entraîné sur 15 000 scanners interprétés par des spécialistes

# – Intelligence artificielle en médecine

50 maladies oculaires détectées avec 94% de précision ; performance identique à des ophtalmologues entraînés

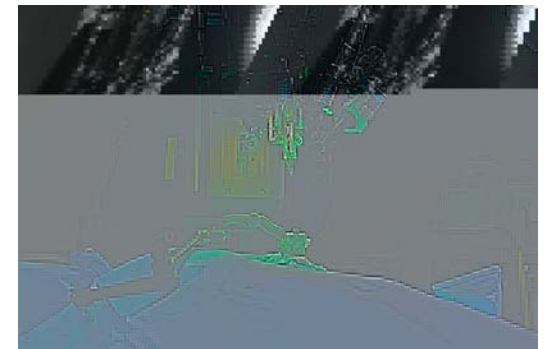
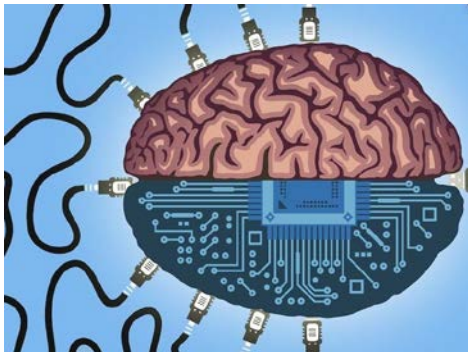
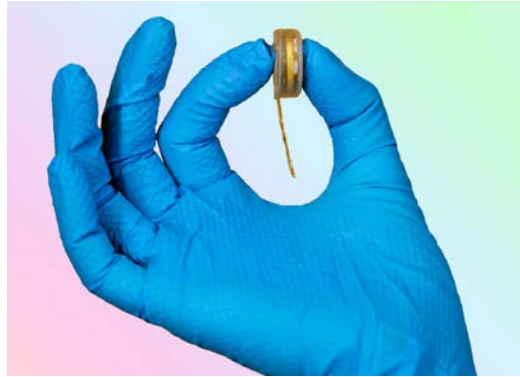


*Segmentation manuelle (au centre) et automatisée (à droite) à de scanners de la rétine (à gauche)*

Développé par la société DeepMind de Google à l'aide d'un algorithme de Deep learning entraîné sur 15 000 scanners interprétés par des spécialistes

# – NEURALINK, Elon Musk

Puce connectée de 23 mm de diamètre sur 8 mm d'épaisseur sans fil (Bluetooth) qui se recharge pendant la nuit. Plus de 3 000 électrodes capables de surveiller l'activité de 1 000 neurones du cerveau.



Compréhension des signaux cérébraux (commande musculaire/paralysies), Homme augmenté ...

# Traitement du Signal

## Mise en œuvre

- Au Carrefour de plusieurs disciplines
  - mathématiques, physique, optique
  - Automatique, traitement du signal
  - informatique, théorie de l'information, intelligence artificielle, apprentissage
  - psychophysique.