

# Tango:

*Un exemple de logiciel libre pour le  
contrôle de grands instruments de  
physique*

# Plan

- Les grands instruments de physique
- Synchrotron
- European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)
- Système de contrôle
- Tango
  - Principes
  - Communauté

# CERN

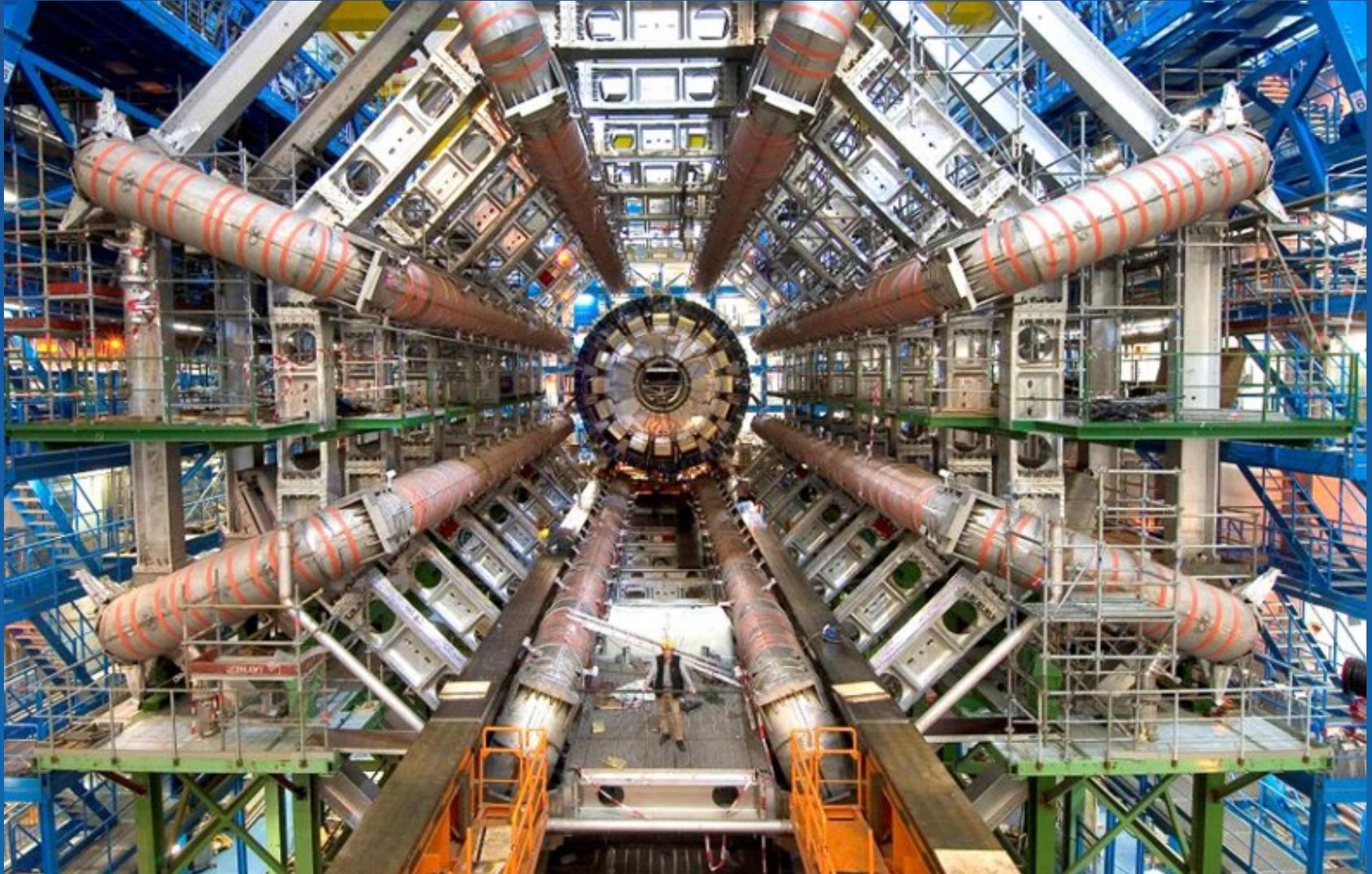
- Étude de la physique des particules
  - LHC (Large Hadron Collider)
    - 27 km a 100 m sous terre !



## CERN - EXPERIENCES

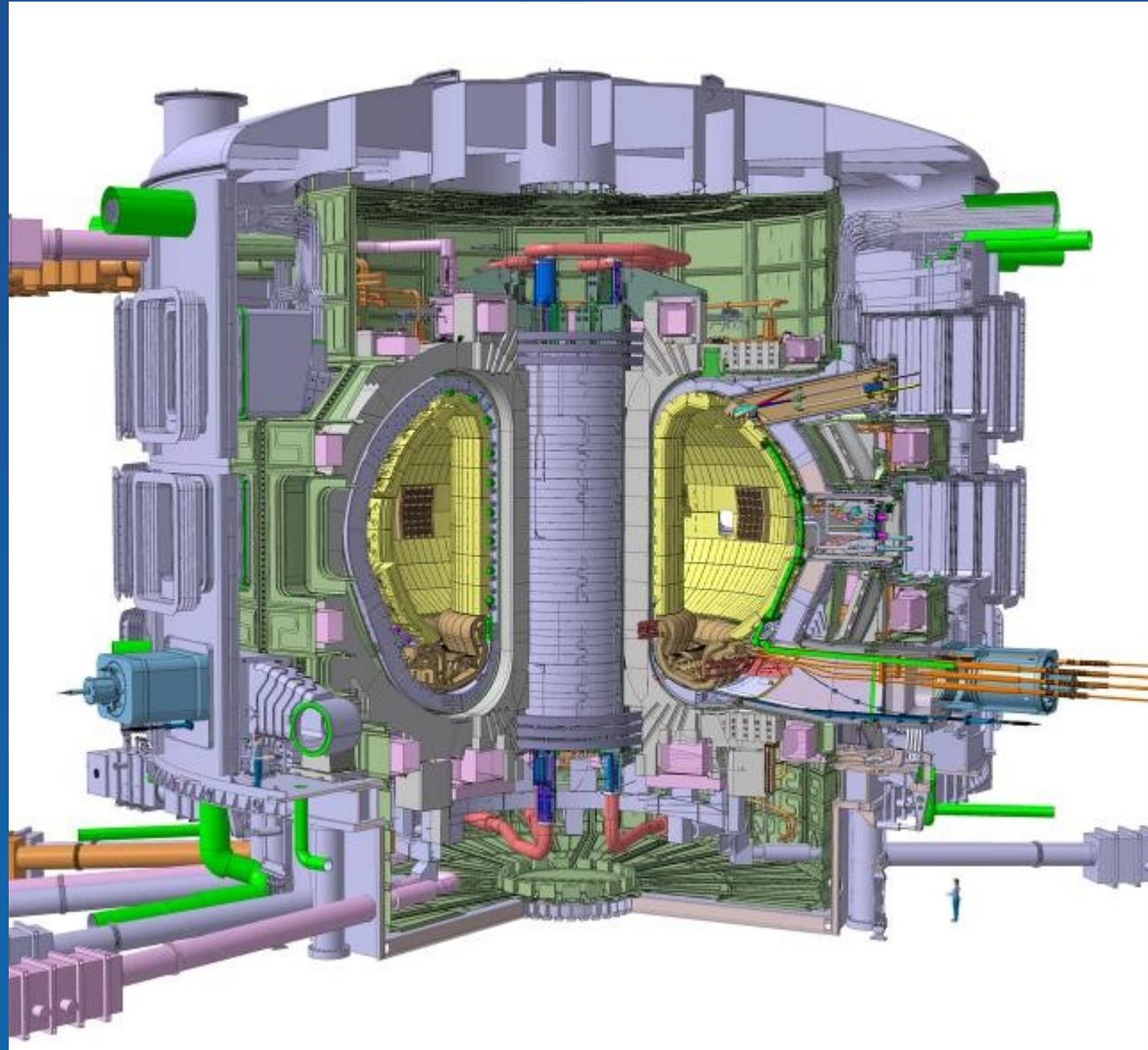


## CERN - EXPERIENCES



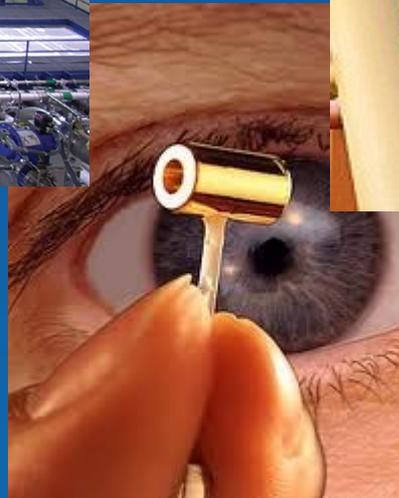
# Fusion

- Par confinement magnétique
- ITER
- Réacteur expérimentale de fusion nucléaire
  - Cadarache



# Fusion

- Par confinement inertiel
  - NIF (USA) – LMJ (Bordeaux)



# Étude de la matière

- Réaction d'un échantillon de matière a un faisceau de particules
  - Neutrons
    - A partir d' une source de spallation
      - SNS (Oak Ridge – USA)
      - ESS (Lund – Suède)
    - A partir d' un réacteur nucléaire de fission
      - ILL (Grenoble)
      - FRM II (Munich)
  - Photons
    - Synchrotrons
      - ESRF (Grenoble) – Soleil (Paris) – Alba (Barcelone) .....
    - Free Electron Laser (FEL)
      - XFEL (Hambourg) - Fermi@Elettra (Trieste)

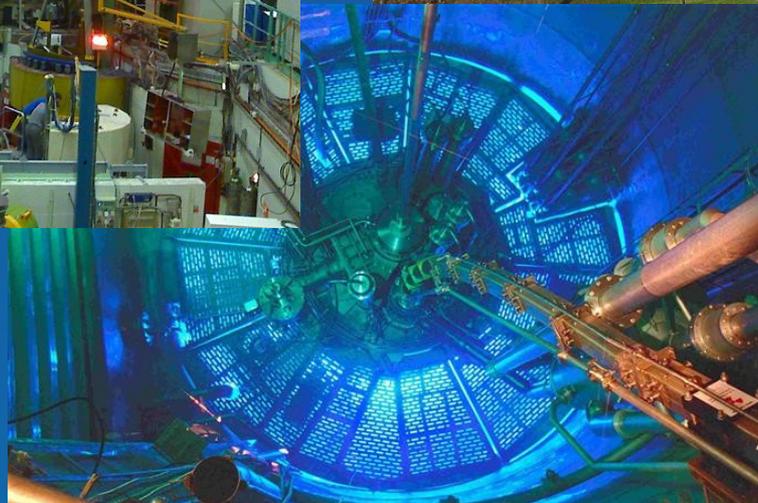
# Neutrons - Spallation

- SNS (USA) et ESS (Europe)



# Neutrons - Réacteurs

- ILL - Grenoble



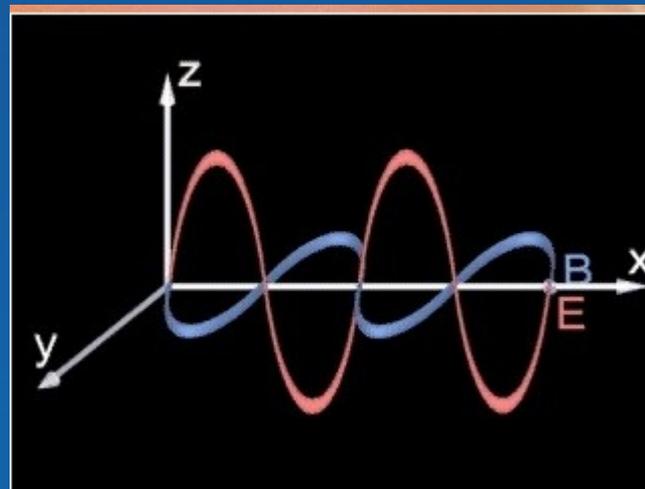
# Photons - Synchrotrons

- APS (USA) – Spring8 (Japon) – ESRF (Grenoble)
  - Environ 40 dans le monde



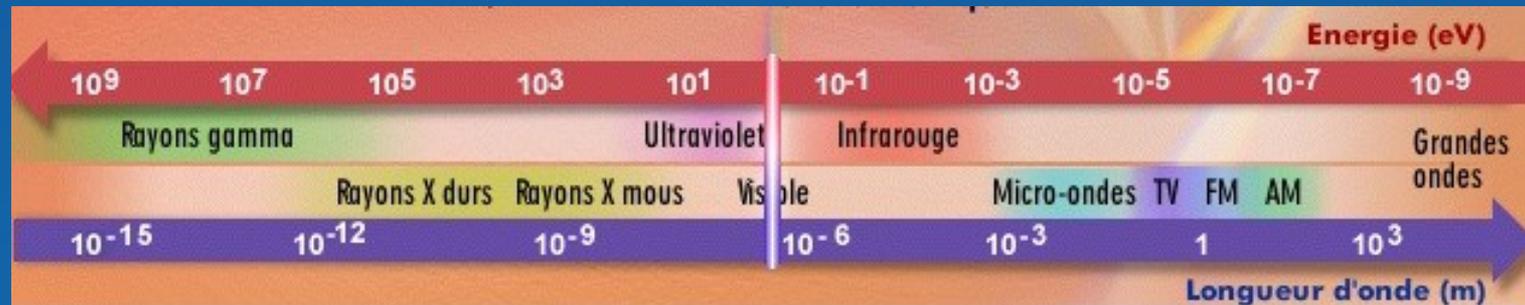
# Synchrotrons

- Étude de la matière au niveau atomique
- La lumière permet difficilement d'étudier des éléments plus petits que quelques microns
  - Pour voir des éléments plus petits, il faut une onde de plus grande fréquence (petite longueur d'onde)



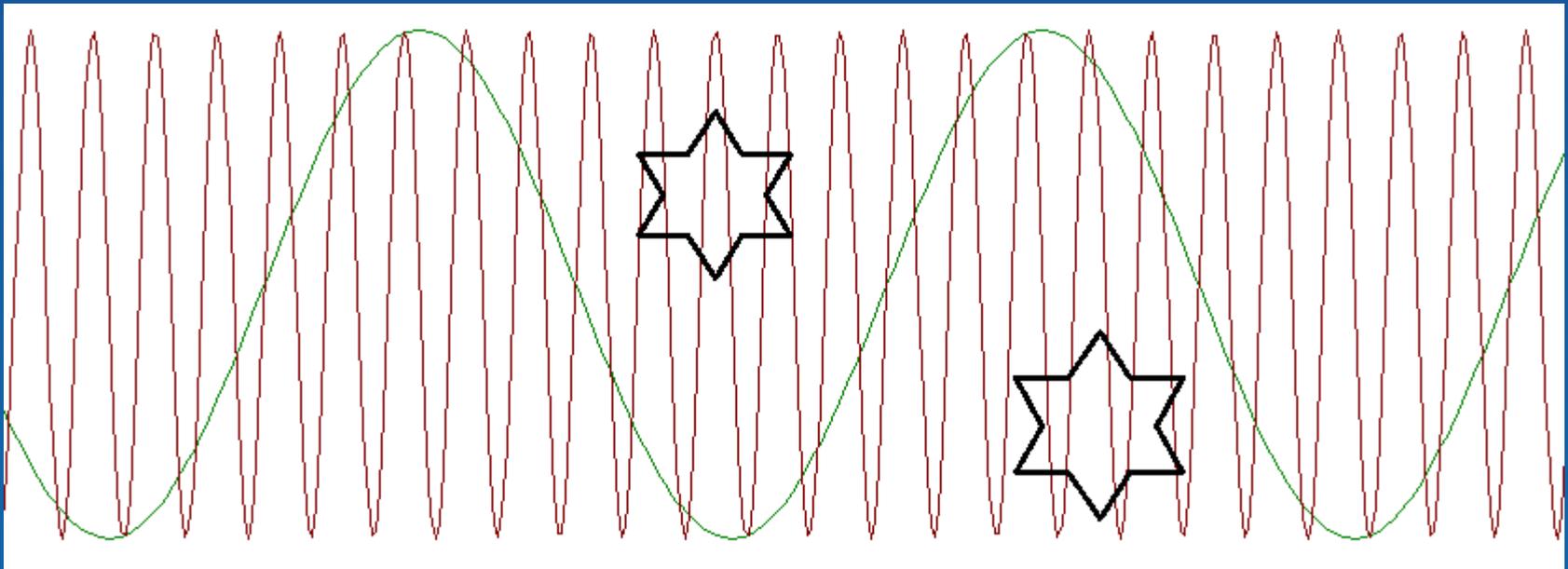
# Spectre ondes

- Selon leur fréquences (longueur d'ondes), on a toutes une gamme d'ondes
  - Onde radios
  - Micro-ondes
  - Visible
  - Rayons X
  - Rayon gamma



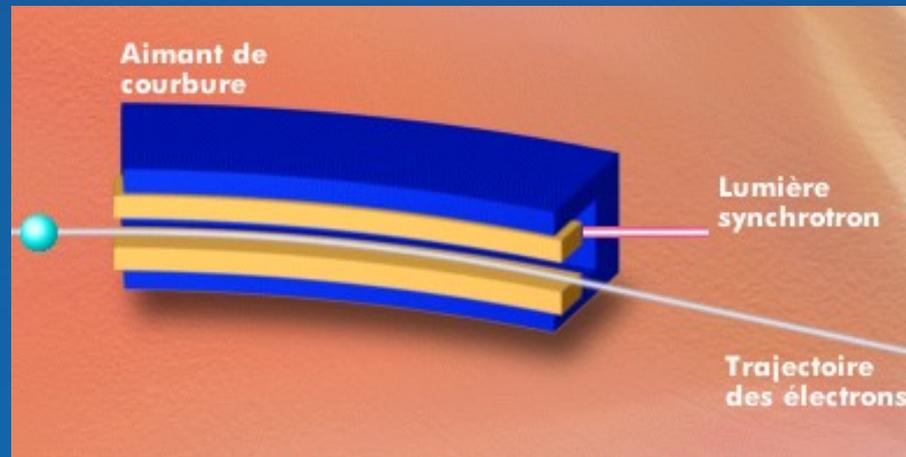
# Rayons X

- Petite longueur d'ondes
  - Analyse à l'échelle atomique de la matière



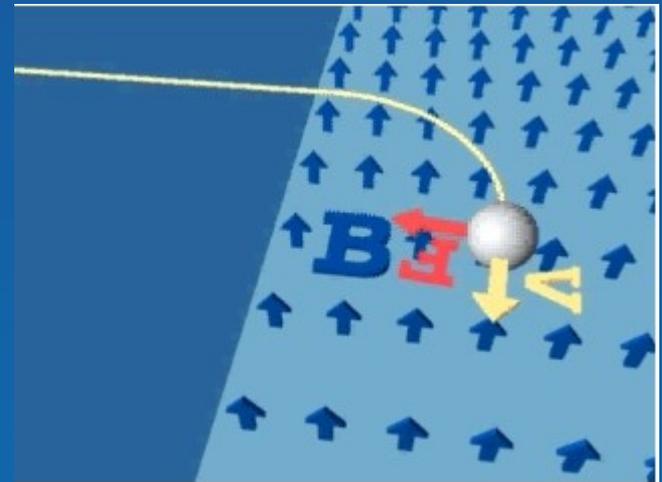
## Génération de rayons X

- C' est le **rayonnement synchrotron** qui génère les rayons X
  - Découvert en 1947 aux USA
- Émis par des particules chargées accélérées à une vitesse proche de celle de la lumière qui sont d'une manière ou d'une autre déviées de leur trajectoire



# Rayonnement synchrotron

- Particules chargées
  - Électrons
- Vitesse proche de la vitesse de la lumière
  - Accélérateurs
- Dévier leur trajectoires
  - Grâce a un champ magnétique dans un aimant
    - Déplacement de particules chargées
      - Courant
    - Force de Lorentz

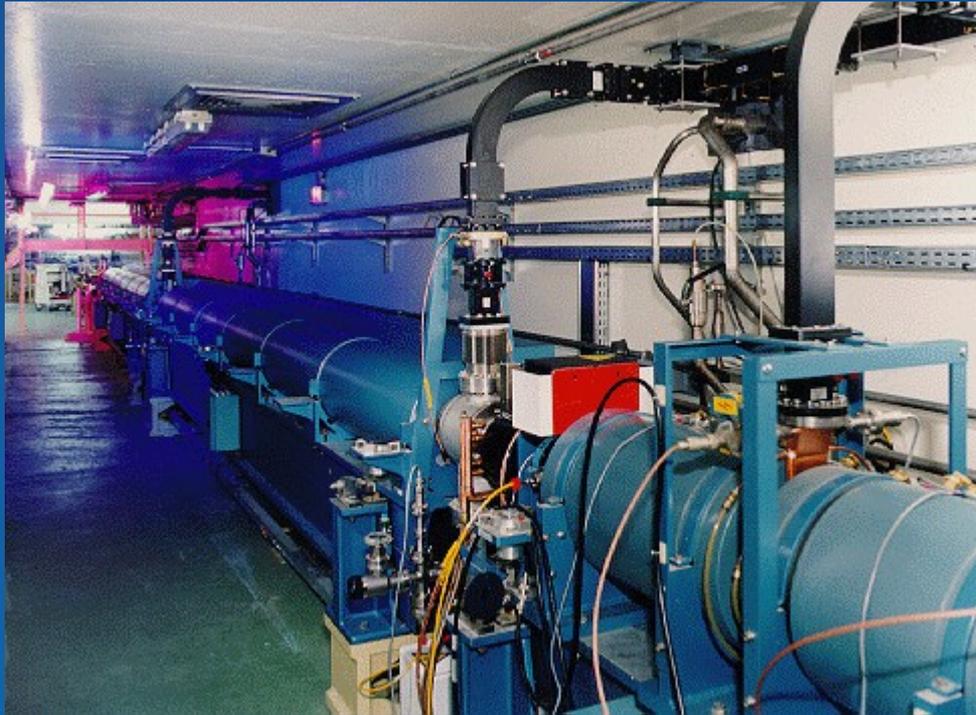


# Synchrotron - Linac



- Canon à électrons
  - Télé à tube
- Très vite les électrons sont a la vitesse de la lumière
- Énergie des électrons a la sortie du Linac
  - 200 MeV

## Synchrotron - Linac



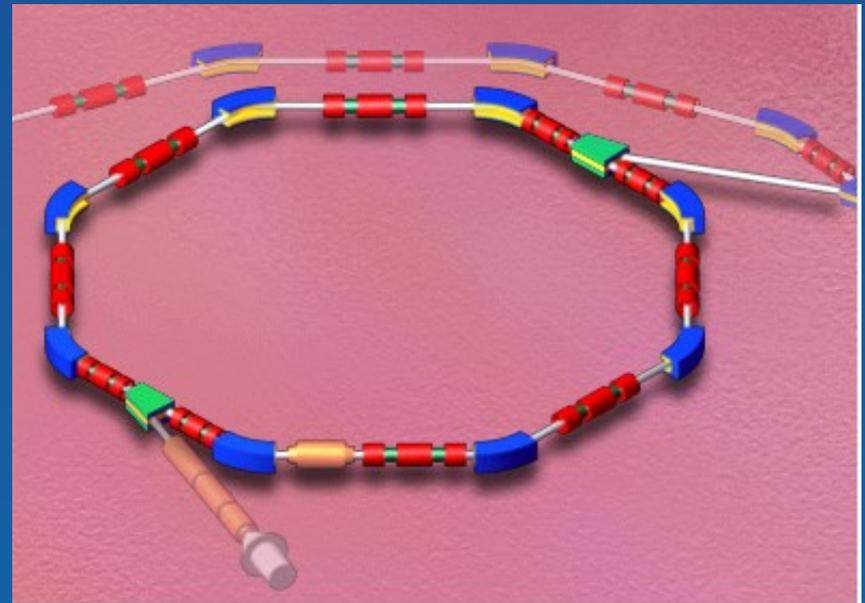
# Synchrotron - Booster

- Augmenter l'énergie des électrons de 200 MeV à 6 GeV
- C'est la cavité Radio Fréquence (RF) qui donne de l'énergie aux électrons



# Synchrotron - Booster

- 1 cavité RF
  - Trajectoire circulaire des électrons pour repasser dans la cavité
    - On dévie les électrons avec des aimants de courbure
- L'énergie des électrons augmentent
  - Leur masse augmentent, plus leur vitesse
- La force nécessaire pour les dévier doit aussi augmenter



# Synchrotron - Booster

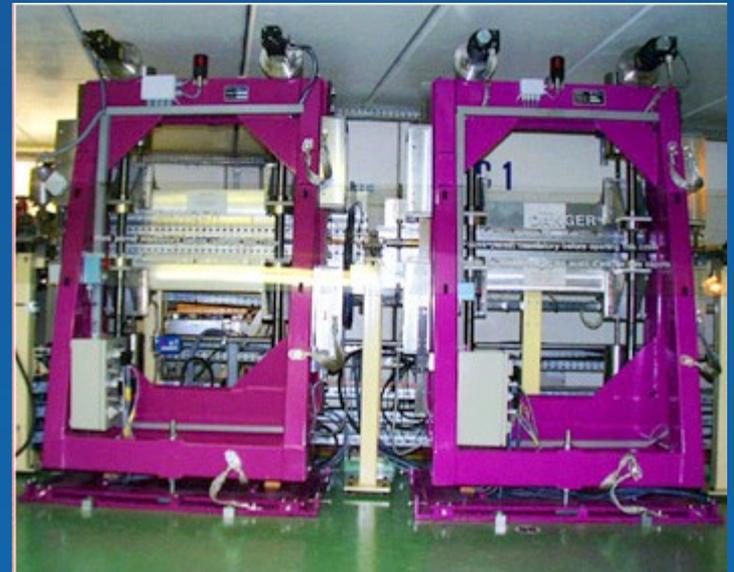
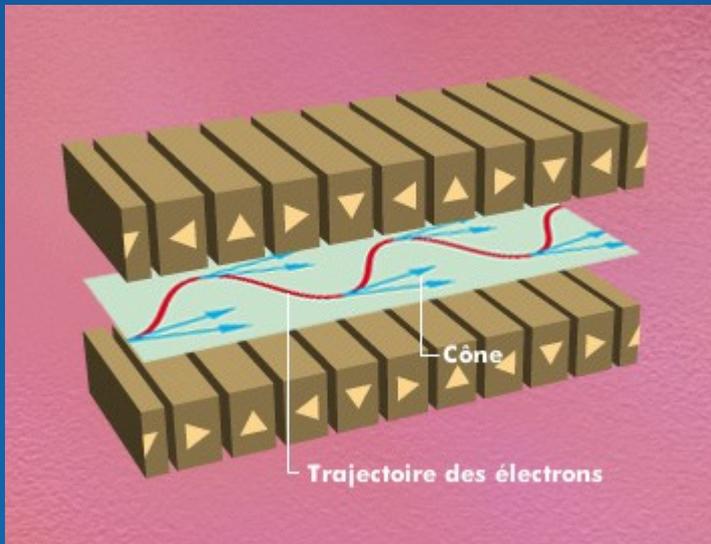
- Synchronisation du champ électrique dans la cavité avec le courant dans les aimants de courbure
  - Accélérateur de type **synchrotron**
  
- C'est dans ce type d'accélérateur qu'a été observé les rayons X du à la déviation de particules chargées allant à la vitesse de la lumière
  - Rayonnement synchrotron
    - Parasite pour le CERN
    - Effet recherché pour les installations de rayonnement synchrotron

# Synchrotron – Anneau de stockage

- 844 mètres de circonférence
- Énergie des électrons = 6 GeV
- Aimant de courbure + Électrons a la vitesse de la lumière
  - Rayonnement synchrotron a chaque aimant de courbure
- Cavité RF
  - Perte d' énergie des électrons a cause du rayonnement synchrotron
- Ajout d'élément d'insertion

# Synchrotron – Éléments d'insertion

- Ensemble d'aimant permanent qui vont générer du rayonnement synchrotron réglable et beaucoup plus intense
  - Puissance
  - Caractéristiques des rayons X émis



# Synchrotron – Anneau de stockage



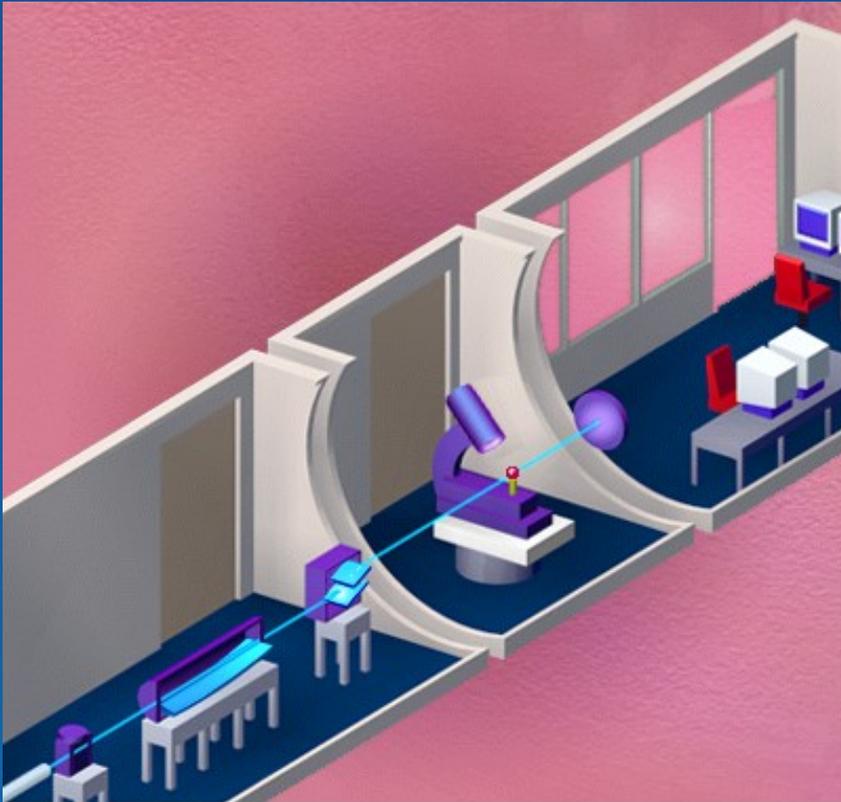
# Synchrotron – Anneau de stockage



## Synchrotron – Lignes de lumière

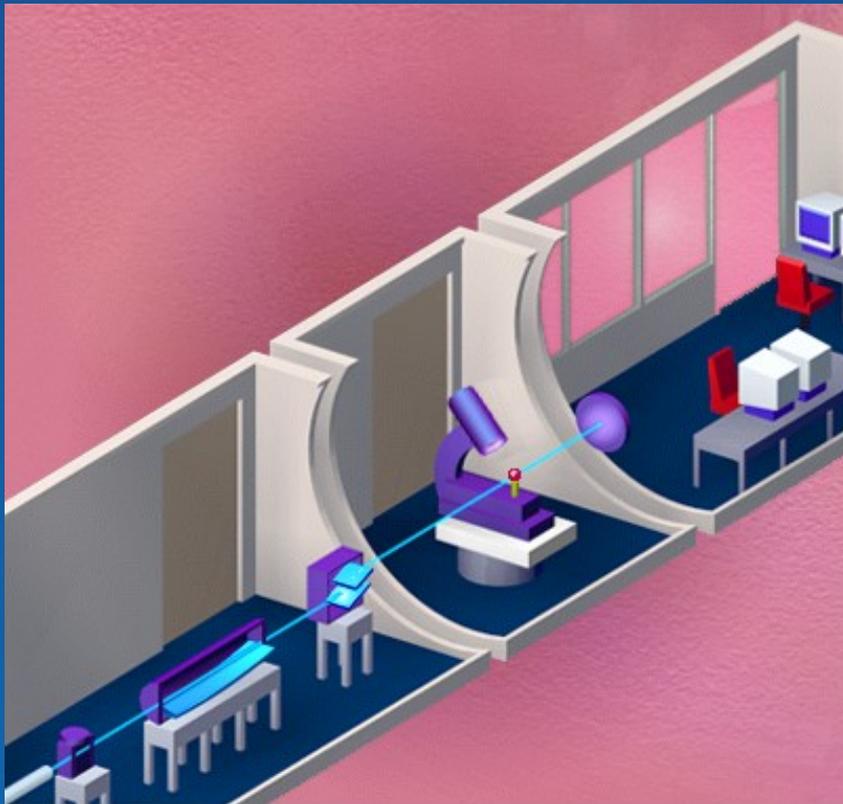
- Utilisation du Rayonnement Synchrotron (aimant de courbure et élément d'insertion) pour l'étude de la matière
  - Dédié à un type de physique
- Spécialise le faisceau de rayons X au type de physique de la ligne
- Envoi le faisceau sur l'échantillon de matière à étudier
- On observe l'interaction entre l'échantillon et les rayons X
- Environ 40 lignes de lumière à l'ESRF

# Synchrotron – Ligne de lumière



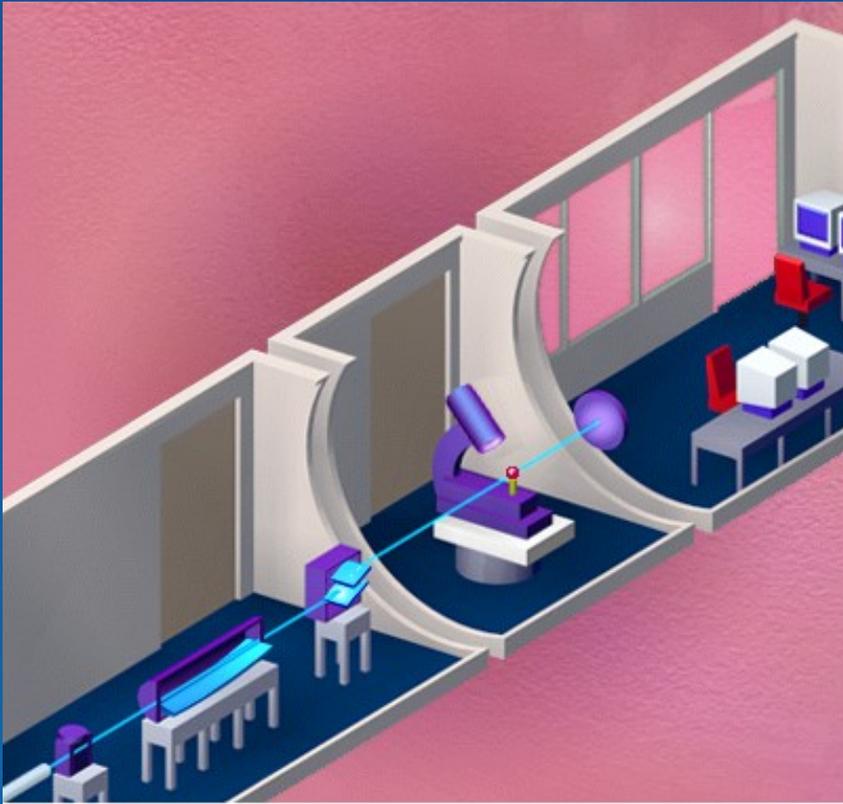
- Cabine optique
  - Forme du faisceau
    - Fentes
  - Si nécessaire des filtres pour absorber une partie de l'énergie
  - Miroirs de focalisation
  - Monochromateur pour sélectionner une longueur d'onde

# Synchrotron – Ligne de lumière



- Cabine d'expérience
  - Table d'expérience avec l'échantillon
    - Souvent motorisé
    - Pb alignement de l'échantillon avec le faisceau X
  - Détecteurs
    - Enregistrent les données de l'expérience

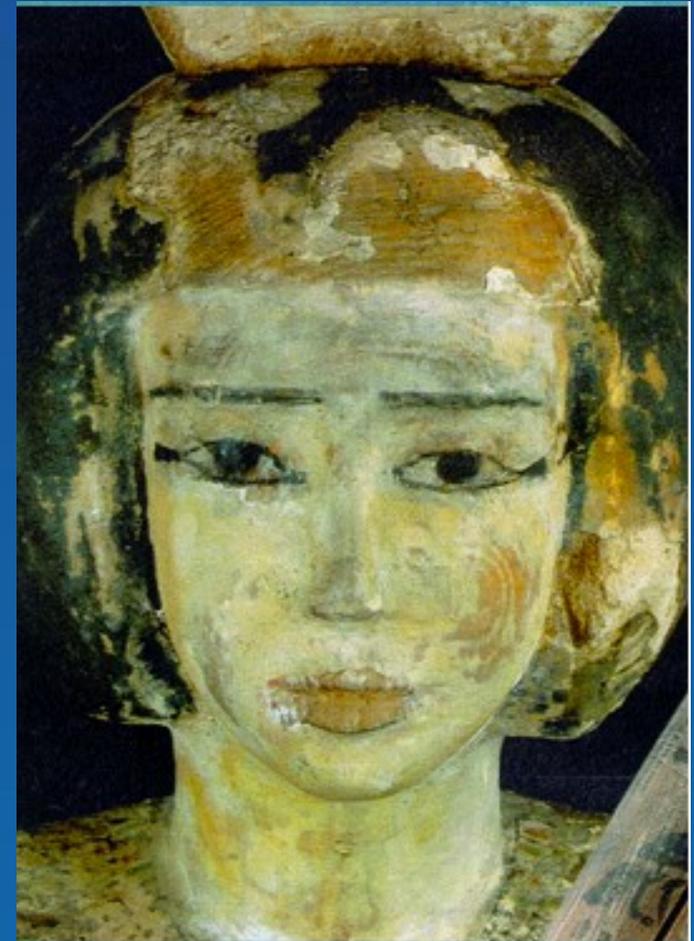
# Synchrotron – Ligne de lumière



- Cabine de contrôle
  - Électronique
  - Informatique
  - Physiciens

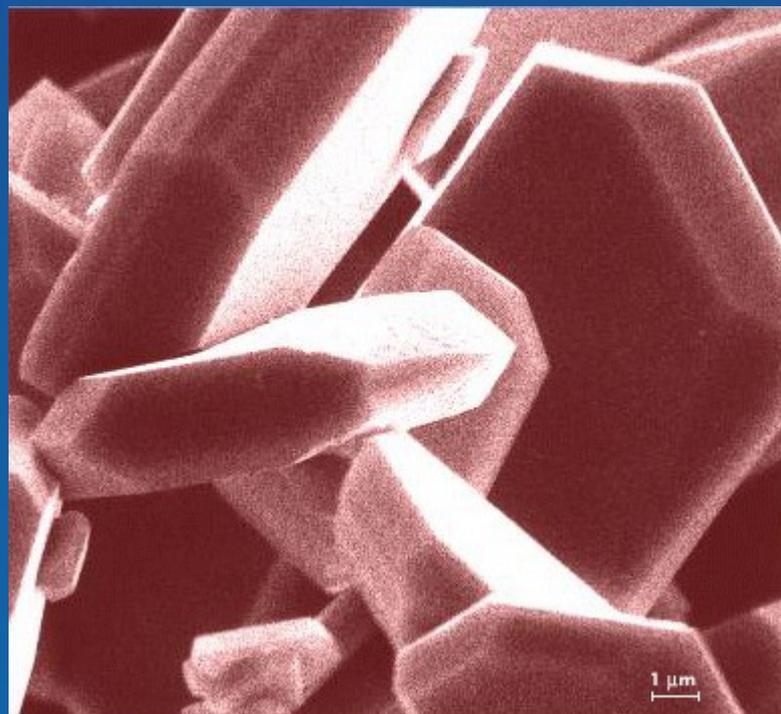
# Application rayonnement synchrotron

- Maquillage des femmes Égyptienne (4000 ans avant JC)
  - Étude de 50 flacons d'albâtre retrouvés dans un tombeau
  - Pigment naturel mais aussi des dérivés de plomb extrêmement rare dans la nature en grande quantités
    - Synthétisés artificiellement avec les moyens de l'époque



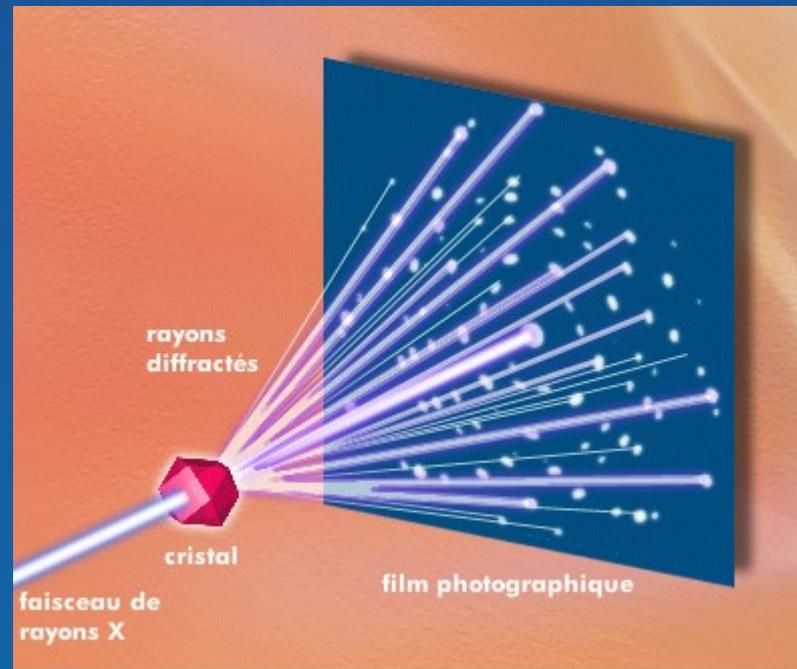
# Application rayonnement synchrotron

- Technique utilisé : Diffraction de poudre
- Poudre : petit morceaux de matière qui ont une structure avec des atomes bien rangés (cristal)

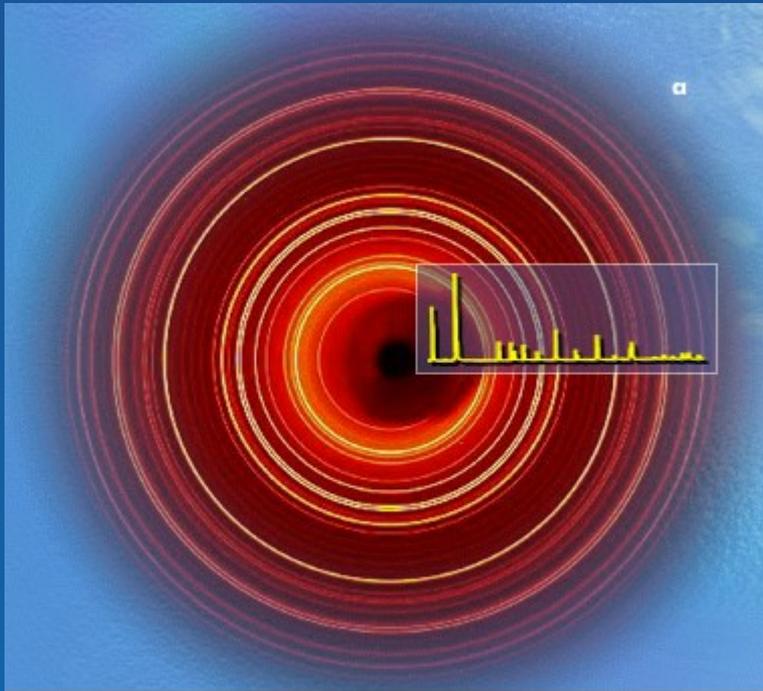


# Application rayonnement synchrotron

- Diffraction
  - Diffusion dans direction bien précises du faisceau X incident
  - Les directions dépendent de la matière de l'échantillon
    - Loi de Bragg
  - Nécessitent un faisceau incident avec une longueur d'onde voisine de la distance inter atomique
    - Rayon X

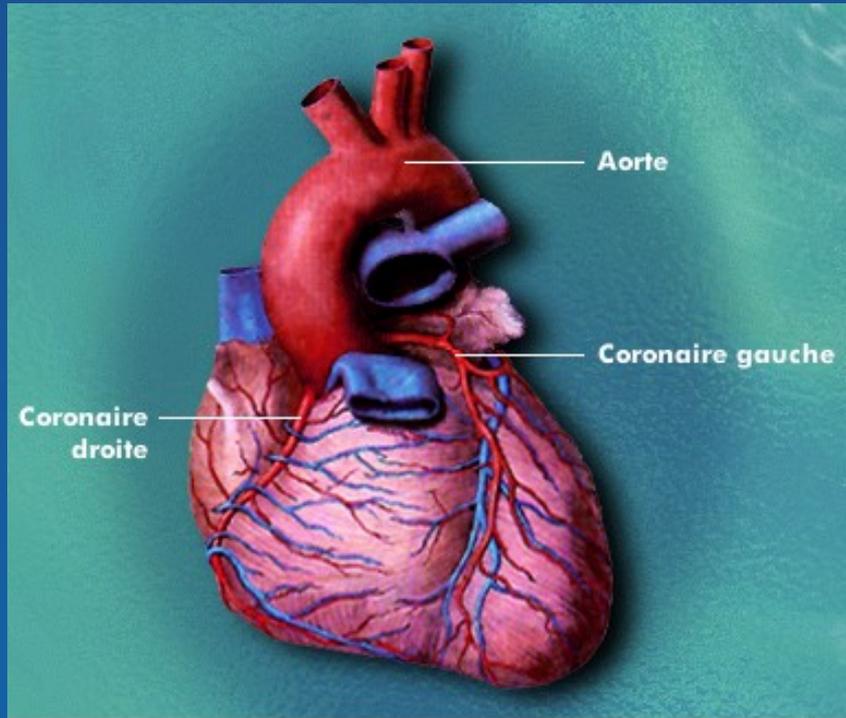


# Application rayonnement synchrotron

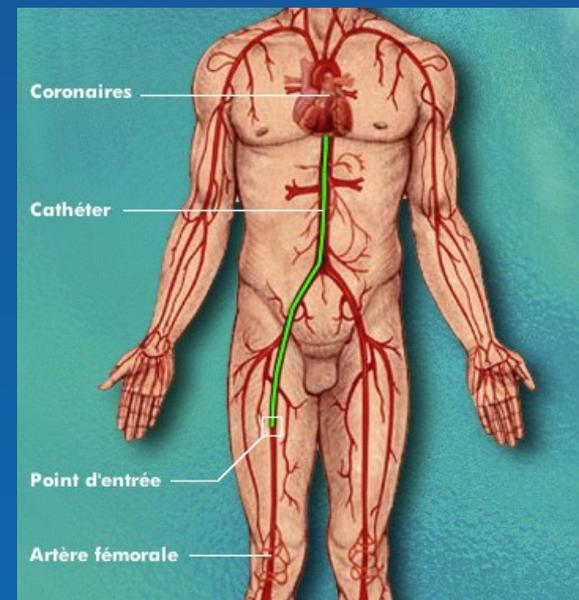


- Diffraction poudre
  - Série de cercles concentriques d'intensité différente
  - Compare le diagramme obtenu avec des diagrammes répertoriés dans des base de données

# Application rayonnement synchrotron

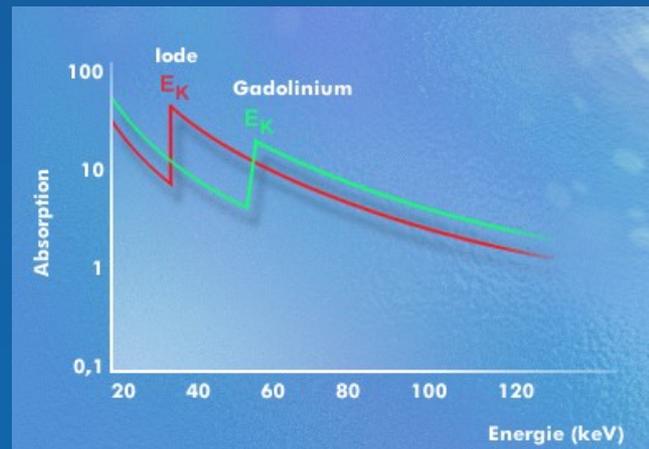


- Angiographie
  - Image des artères coronaires
- Technique classique
  - Produit de contraste injecté a partir de la jambe jusqu'au coronaires

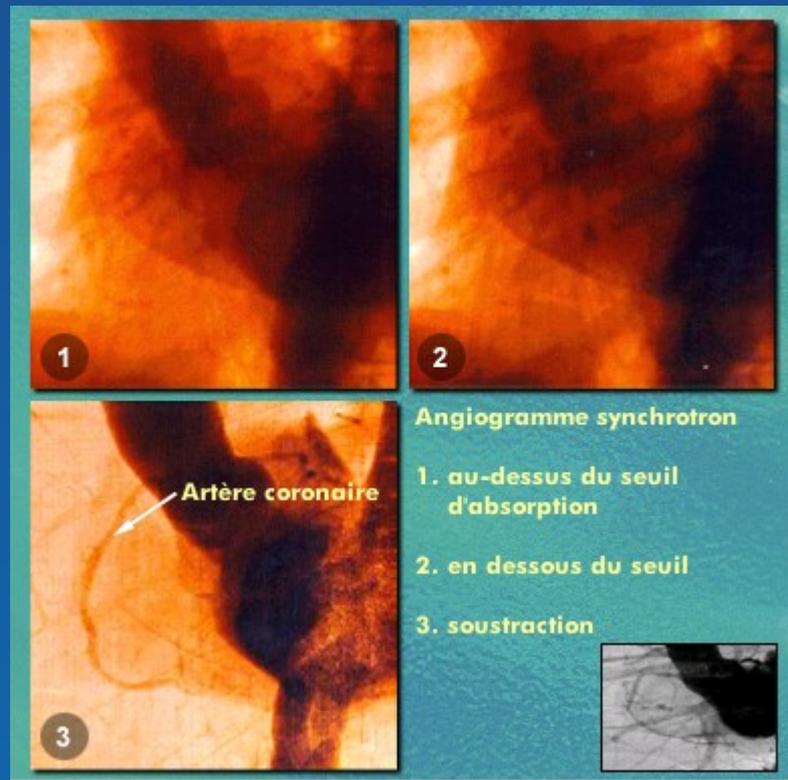


# Application rayonnement synchrotron

- Angiographie X
  - Injection du produit de contraste (iode) en intraveineuse (bras)
  - Patient est sur une chaise mobile (déplacement de haut en bas)
  - Bonne qualité d'image grâce a
    - la brillance du faisceau X
      - Flux de photons – divergence du faisceau – dimension du faisceau
    - Sélection de la longueur d'onde du faisceau (monochromateur)
      - Longueur d'onde proche de la valeur d'absorption du produit de contraste



# Application rayonnement synchrotron



## ESRF



## ESRF

- **European Synchrotron Radiation Facility à Grenoble**
- 1988 : Accord signé entre 12 pays Européen
  - Pas Bruxelles (Norvège,...)
- 1994 : Inauguration
- 550 employés
- 7000 scientifiques par an pour faire leur expériences
- Plus de 2000 demandes de temps de faisceau par an
- Budget de 80 M Euros/an
  - 27,5 % France, 25,5 % Allemagne, 15 % Italie, 14 % UK, 4 % Espagne, ...

## ESRF

- Juste retour vers les pays participant au budget
  - Commande aux fournisseurs
  - Temps de faisceau
  - Employés
- Fonctionne par période de 6/8 semaines de manière ininterrompue (24/24 – 7/7)
- Arrêt technique de 1.5 semaine entre période de fonctionnement
- 2 long arrêts
  - Noël
  - Août

## ESRF



# Systeme de controle

- Controle des accélérateurs
  - Les alimentations des électroaimants
    - Dipôle (aimant courbure continu et synchronise)
    - Quadropole – Sextupole
    - Aimant de corrections
    - Aimant pulsés
  - Le vide
    - Pompes – Jauges – Vannes – Automate programmable
  - Les systèmes Radio Fréquence
    - Cavité – Générateur de champ électrique
  - Les éléments de diagnostique
    - Mesure position des électrons
    - Mesure du courant
    - Perte de particules

# Systeme de controle

- Grands nombre de fabricants
  - Externes – Internes
- Divers style de liaison de ces équipements avec un ordinateur
  - Ligne série
    - Nombreux protocole propriétaire – normalise
      - Modbus
  - Directement sur le reseau
    - Protocole
  - Grâce a des bus de connexion
    - Profibus, Fieldbus,...



## Systeme de controle

- Equipements repartis tout autour des accelerateurs
  - Anneau de stockage – 844 metres
- Controle des equipements a partir de la salle de controle au milieu du synchrotron
- Environ 150 ordinateurs repartis autour des accelerateurs et dedies au controle



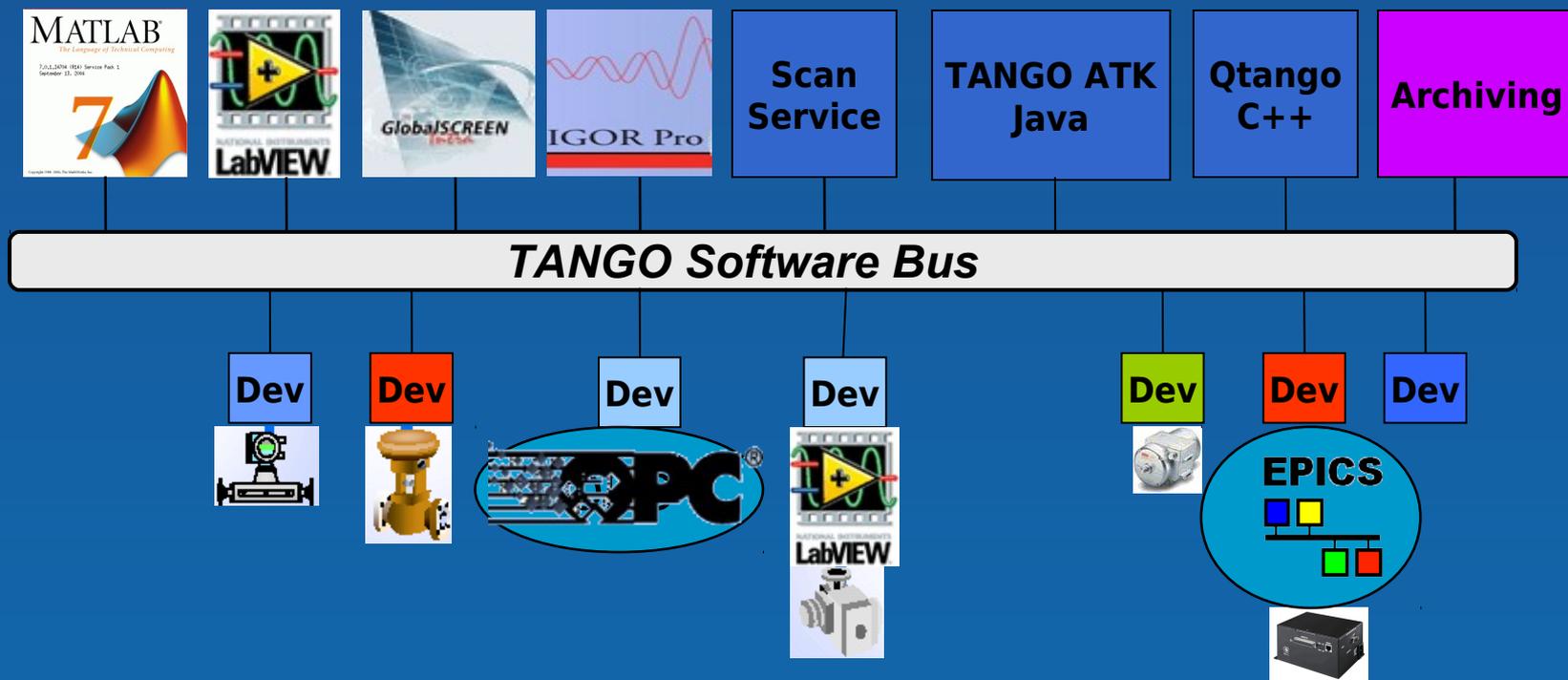
- Problemes :
  - Quel equipement est connecte a quel ordinateur ?
  - Il se controle comment ?

# Systeme de controle

- Rôle du système de contrôle
  - Moyen unifié d' accéder aux équipements
  - Cacher la répartition géographique des équipements
  - Faciliter l'écriture de logiciel graphique de contrôle
  - Services
    - Archivage de données
    - Accès contrôlé
    - Logging
  - Outils
    - Configuration
    - Diagnostique
- Tango est un système de contrôle (SCADA)

## Tango

- Un bus logiciel pour faire communiquer des programmes entre eux (objets distribués)



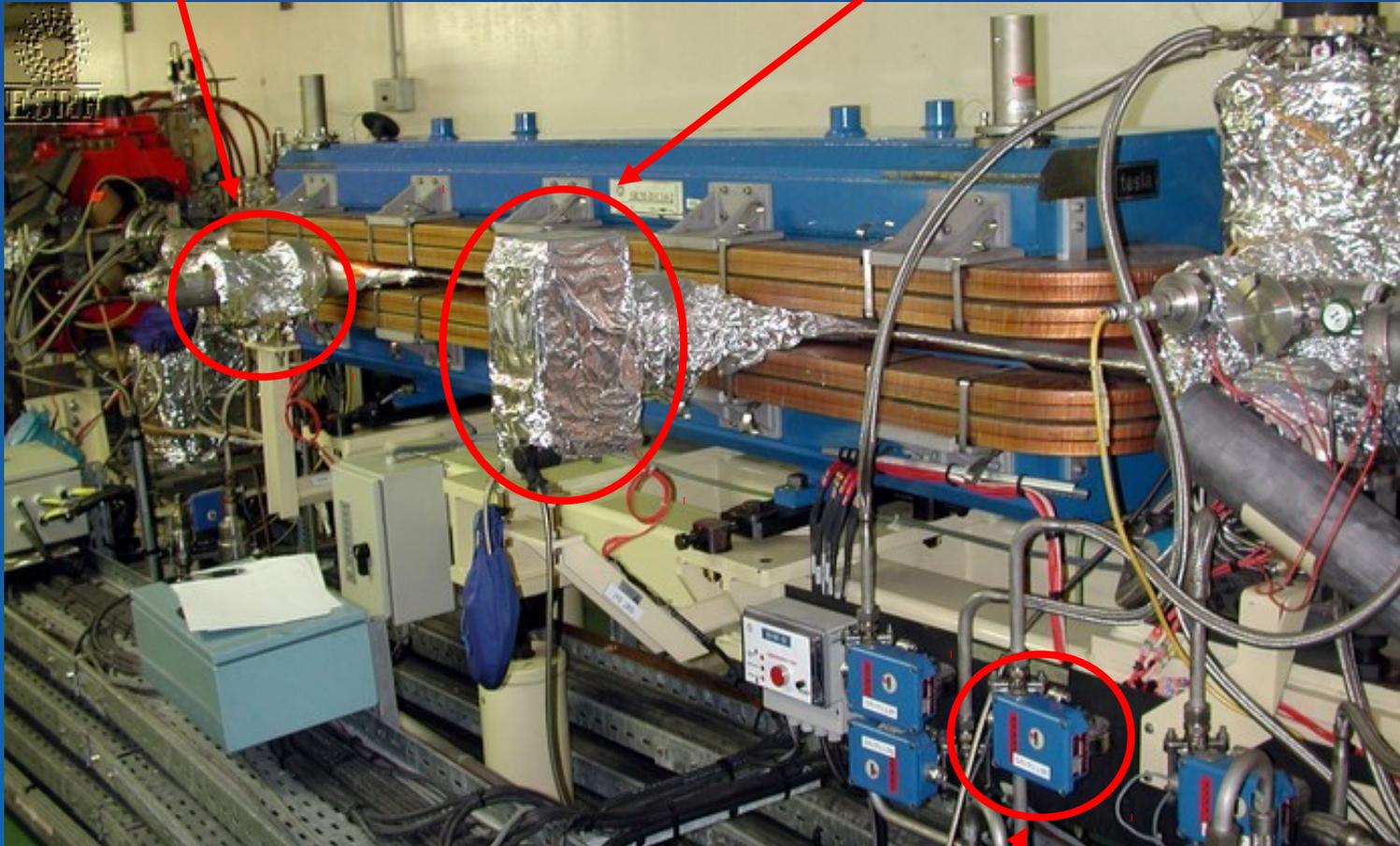
# Tango

- Basé sur la notion classique d'objet / classe
- Tout les équipements à contrôler sont des objets – **device**
  - De l'équipement le plus simple au plus compliqué
- Chaque device appartient a une classe Tango
  - Une classe Tango pour les pompes à vide marque Shadock modèle XYZ
- Tango défini une liste de fonctionnalités disponible pour chaque device et accessible par le réseau

device

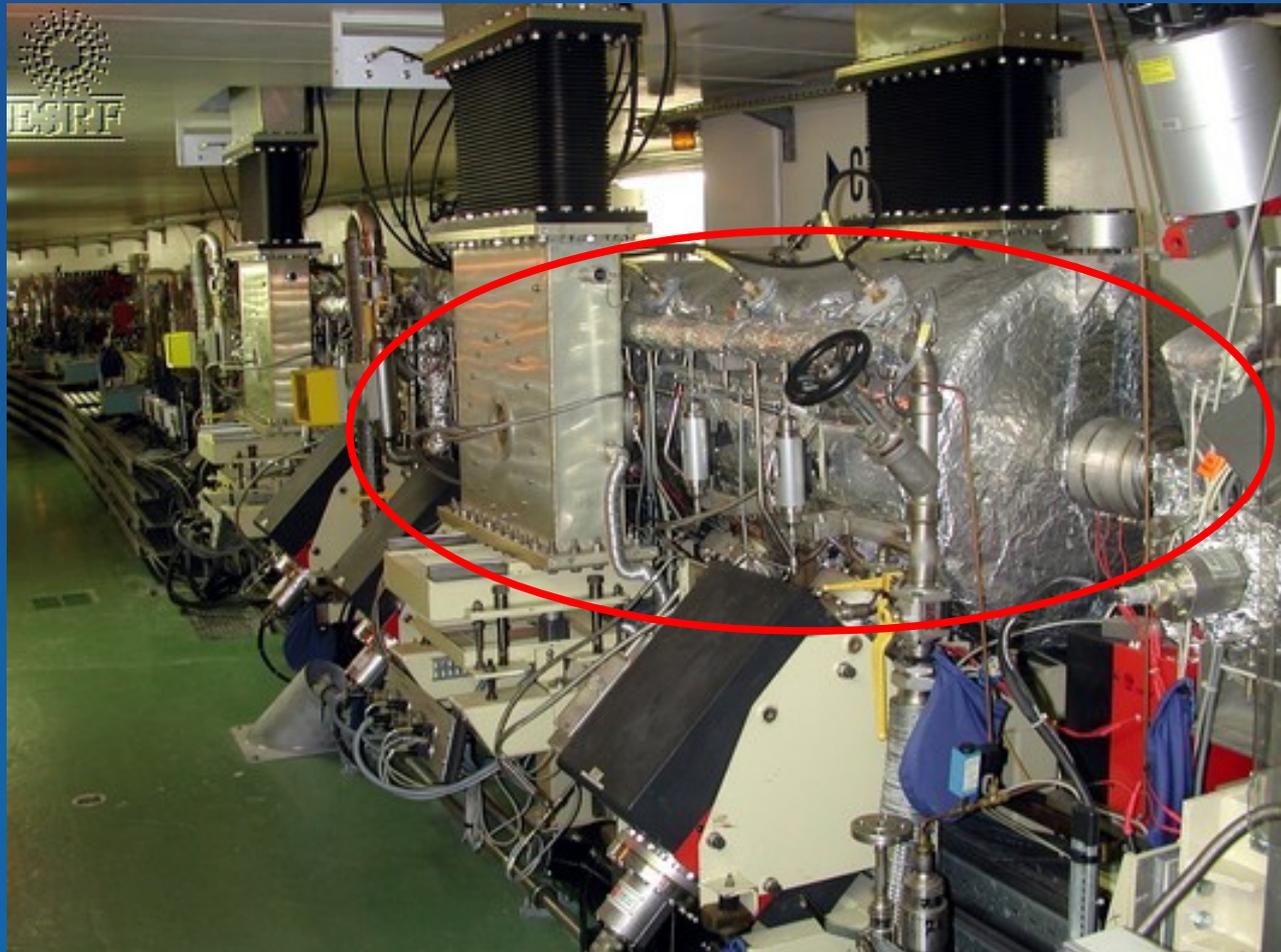
## Tango

device



device

## Tango



Un autre  
device

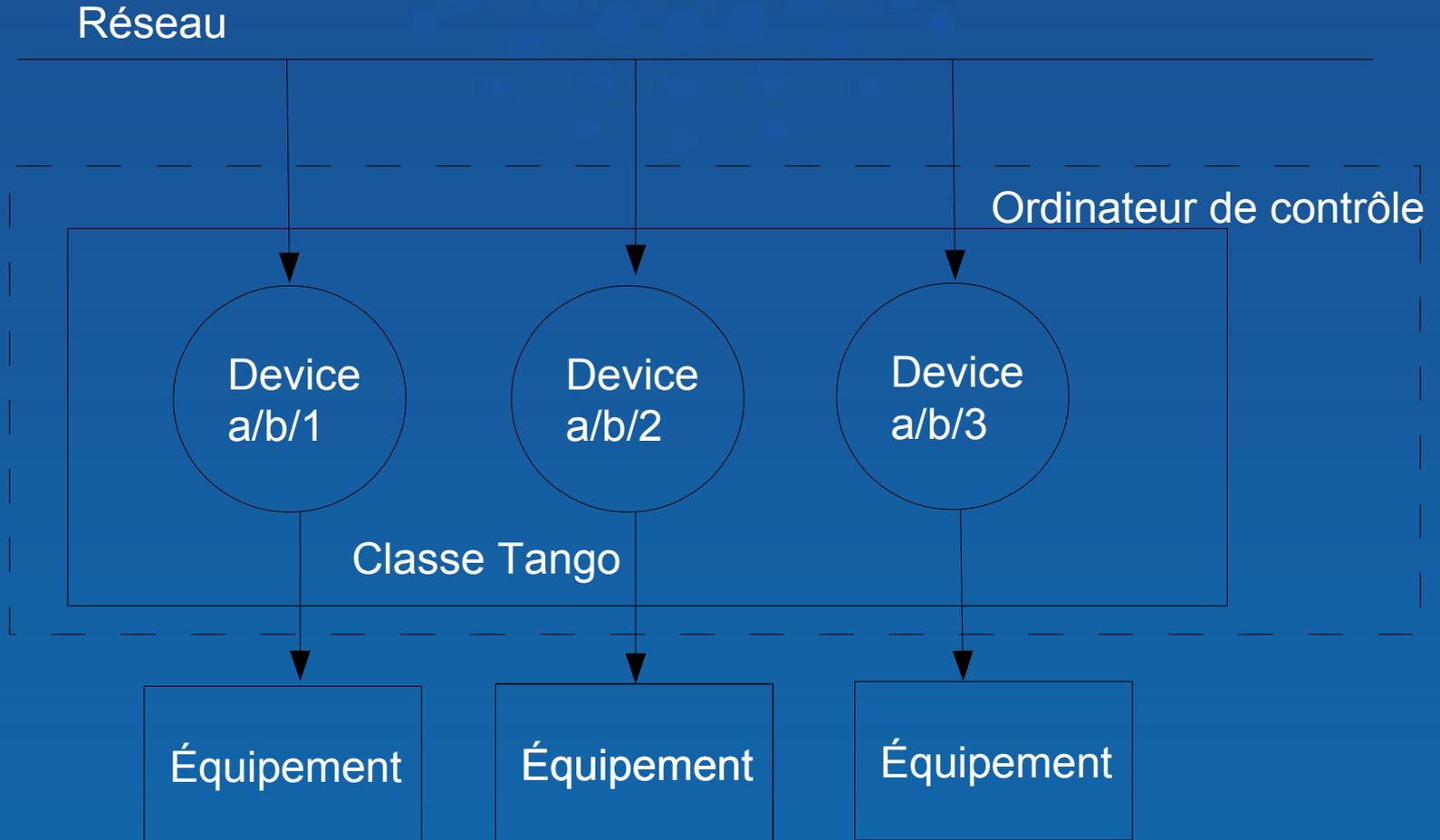
# Tango

- Fonctionnalités disponible pour chaque device
  - Effectuer une **commande**
    - Une commande est une action que l'on demande au device d'exécuter
      - On pour une alimentation
  - Lire / Écrire des **attributs**
    - Un attribut est une grandeur physique fournie par le device
      - Position pour un moteur
      - Courant généré pour une alimentation
  - Obtenir la liste des commandes d'un device
  - Obtenir la liste des attributs d'un device
  - Tester la connectivité réseau d'un device
    - Ping
  - Obtenir des infos diverses du device
    - Sa classe Tango, le nom de l'ordinateur ou il réside,....
  - ....

# Tango

- La liste des commandes et des attributs supportés par un device est définie au niveau de la classe Tango de ce device
  - Tout les devices d'une même classe Tango ont les mêmes commandes/attributs
- Chaque device a un nom
  - Unique dans le système de contrôle – SR/V-PEN/C14-1
- Un programme de contrôle se connecte aux devices correspondant aux équipements a contrôler et effectue des commandes et/ou lit/écrit des attributs
  - Connexion grâce au nom du device

# Tango

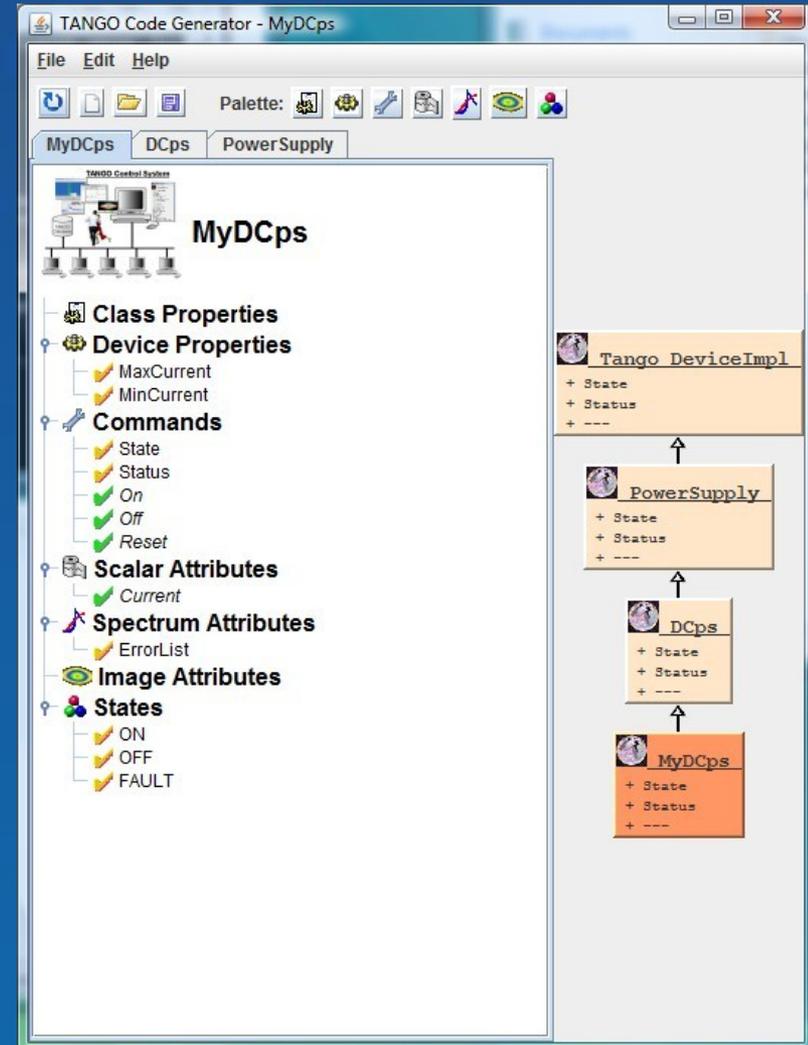


# Tango

- C'est le code des classes Tango qui fait le lien entre les commandes et les attributs du device et le véritable accès aux équipements
- Groupe 1 ou plusieurs classe Tango dans un processus système d'exploitation
  - Device Server
- Tango supporte 3 langages pour l'écriture des classes Tango et 2 OS
  - C++ / Java / Python
  - Linux / Windows

# Tango

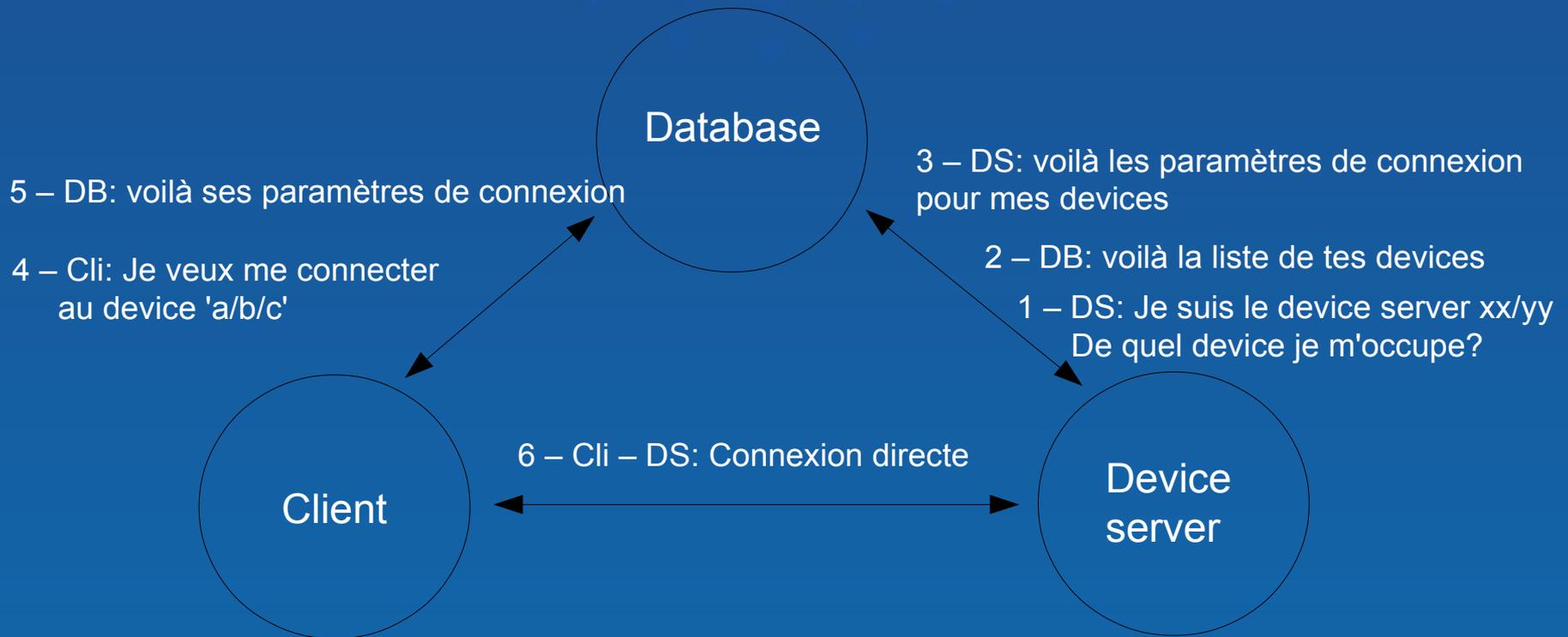
- Un nouveau type d'équipement à contrôler
  - Une classe Tango a écrire
- Toute les classes Tango se code de la même manière en suivant un squelette bien défini
  - Générateur de code ( Pogo )
- Utilise un DSL avec la technologie Xtext / Eclipse



# Tango

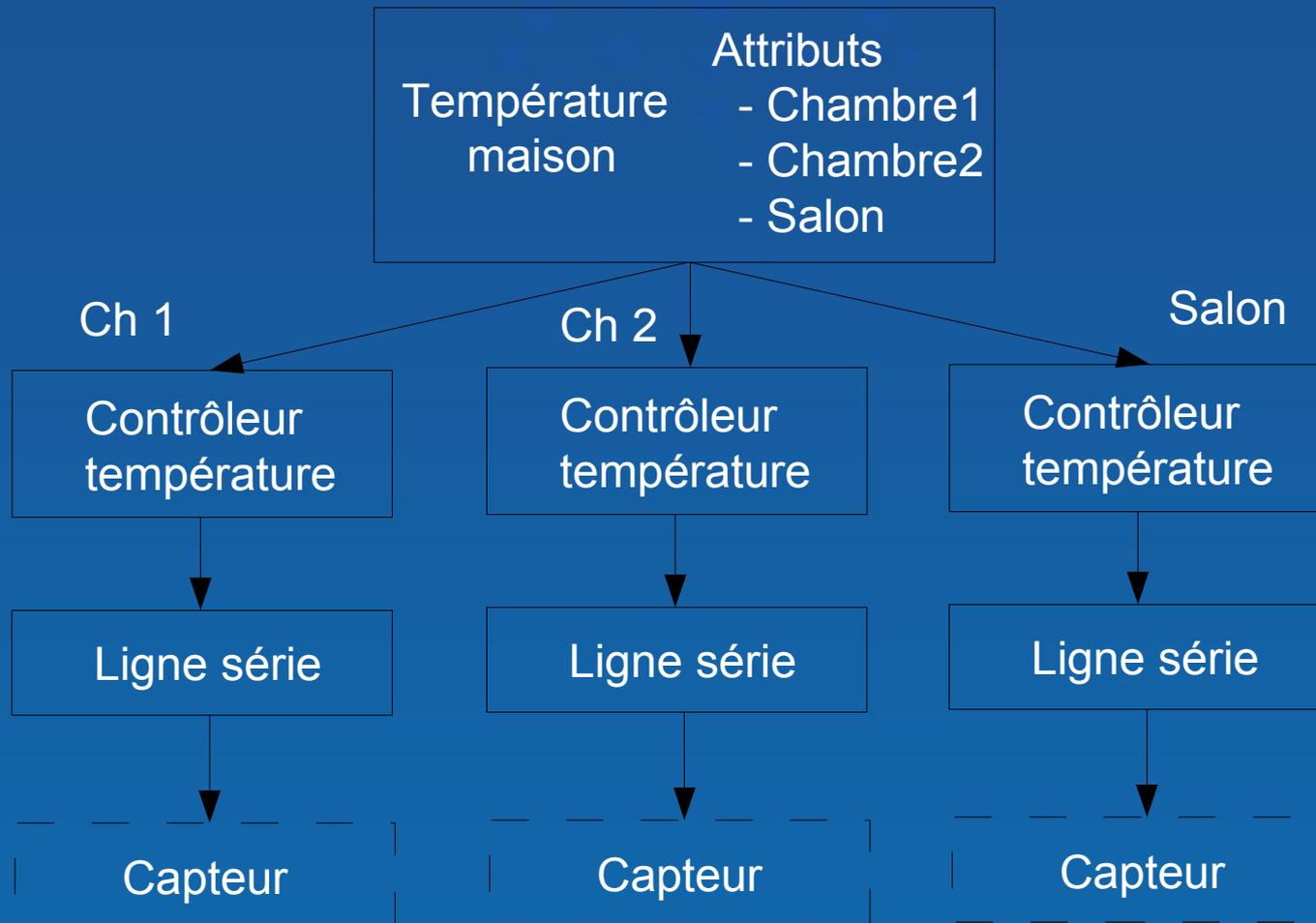
- La configuration d'un système Tango est stockée dans une base de donnée
  - Quel device est dans quel serveur
  - Paramètres de configuration des devices
    - Nom de périphérique de la ligne série à utiliser pour parler à l'équipement
  - Paramètres nécessaire pour créer la connexion réseau entre programme de contrôle et device
- MySQL
- Recherche dans la base est faite a partie du nom de device

# Tango



# Tango

- Hiérarchisation des devices / problèmes



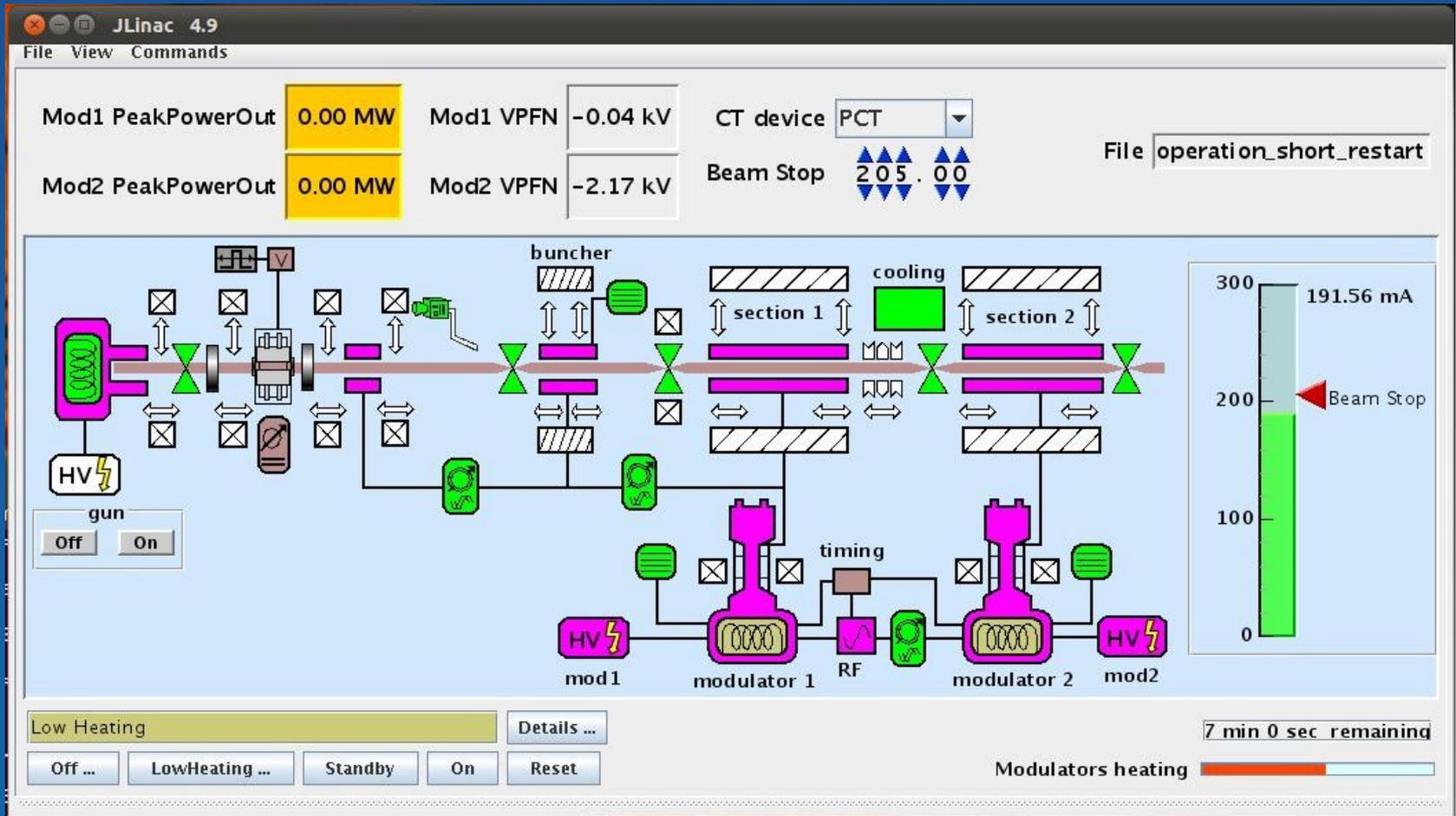
# Tango

- Communication entre les programmes de contrôle et les devices
  - Synchrone
    - Le programme de contrôle attend la fin de sa requête pour continuer
  - Asynchrone
    - Le programme de contrôle lance l'exécution d'une requête et continue immédiatement. Il revient voir le résultat de la requête plus tard
  - Événementiel
    - C'est maintenant le device qui informe le programme de contrôle que quelque chose s'est passé
      - Définir "Quelque chose"
      - Nécessite un mécanisme de "polling" dans le device

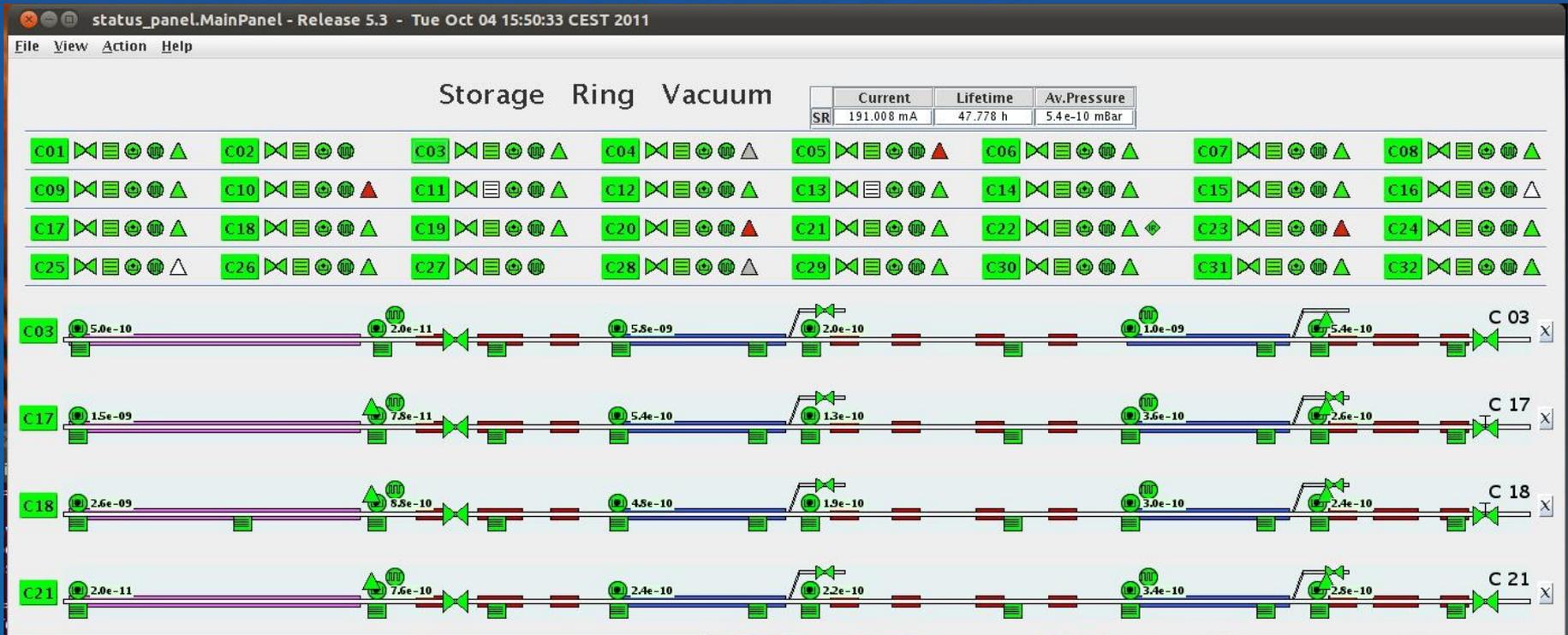
# Tango

- Les programme de contrôle sont :
  - Des classes Tango
  - Des programmes graphiques
  
- Trois langages pour les programmes de contrôle
  - C++ / Java / Python
  
- Trois bibliothèques graphiques pour faciliter l'écriture de programme de contrôle graphique
  - ATK pour Java. Basé sur Swing
  - Qtango pour C++. Basé sur Qt
  - Taurus pour Python. Basé sur PyQt

## Tango



# Tango



# Tango

**AtkPanel 4.3 : sy/d-charge/1**

File View Preferences Help

sy/d-charge/1

Libera box is up and running

---

Buffer Size: 8192 samples **8192**

Level: 0 dBm **00**

Trig. Counter: 20263360

Fan.1 speed: 4290 rpm

Fan.2 speed: 4290 rpm

Temperature 1: 45 C deg

Temperature 2: 53 C deg

Temperature 3: 57 C deg

---

Scalar    Up    Down    Left    Right

UpT    DownT    LeftT    RightT

Zposition    Xposition    Current    SumT

**JFastBPM monitoring 1.7**

File View

Cell Selector

Cell 1 Cell 2 Cell 3 Cell 4 **Cell 5** Cell 6 Cell 7 Cell 8 Cell 9 Cell 10 Cell 11 Cell 12 Cell 13 Cell 14 Cell 15 Cell 16

Cell 17 Cell 18 Cell 19 Cell 20 Cell 21 Cell 22 Cell 23 Cell 24 Cell 25 Cell 26 Cell 27 Cell 28 Cell 29 Cell 30 Cell 31 Cell 32

ID5

X Position (mean): 58113.82 nm

Z Position (mean): -13555.15 nm

Standard dev. X Position: 790.12 nm

Standard dev. Z Position: 785.94 nm

X Angle (mean): 0.01073 mrad

Z Angle (mean): 0.02795 mrad

sr/d-fbpm/id5  
Everything runs fine.

---

X Pos.    Z Pos.    X Pos. FFT    Z Pos. FFT    X Angle    Z Angle    X Angle FFT    Z Angle FFT

sr/d-fbpm/id5/XPosFFT (Y1)

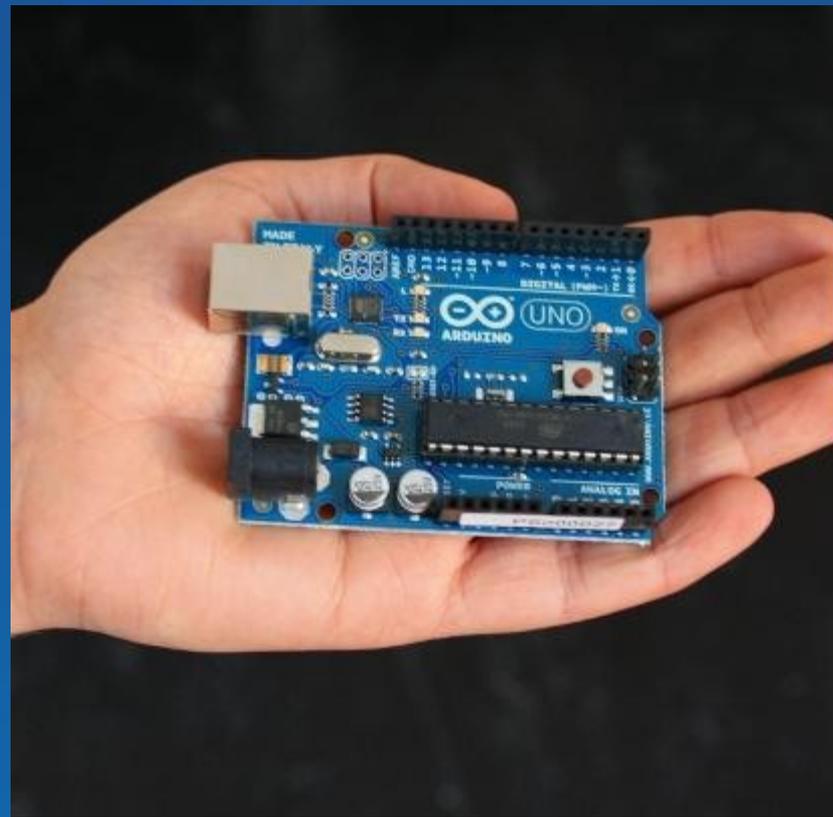
# Tango

- Pas dédié uniquement aux équipements liés à la physique

On peut contrôler  
n'importe quoi



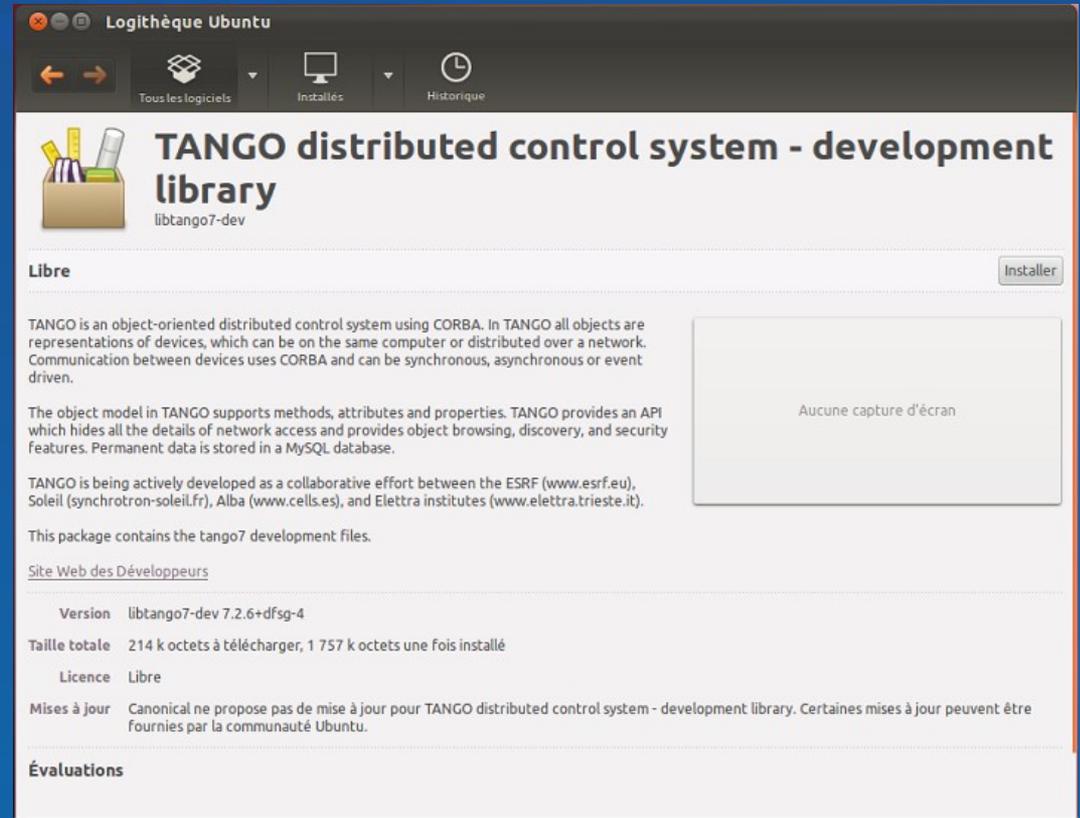
Wiimote



Arduino + LM 35: Capteur de température

# Tango

- Disponible pour linux
  - Distribution source
  - Distribution binaire : Packaging Debian
  - Ubuntu
    - Launchpad
    - Dans le Software center depuis Ubuntu 11.10
- Distribution binaire pour Windows



The screenshot shows the Ubuntu Software Center interface for the package 'TANGO distributed control system - development library' (libtango7-dev). The page includes a description of the software, its license (Libre), and technical details such as version (7.2.6+dfsg-4) and size (214 k octets). It also mentions that the package is actively developed by ESRF, Soleil, Alba, and Elettra institutes.

**TANGO distributed control system - development library**  
libtango7-dev

**Libre** Installer

TANGO is an object-oriented distributed control system using CORBA. In TANGO all objects are representations of devices, which can be on the same computer or distributed over a network. Communication between devices uses CORBA and can be synchronous, asynchronous or event driven.

The object model in TANGO supports methods, attributes and properties. TANGO provides an API which hides all the details of network access and provides object browsing, discovery, and security features. Permanent data is stored in a MySQL database.

TANGO is being actively developed as a collaborative effort between the ESRF ([www.esrf.eu](http://www.esrf.eu)), Soleil (synchrotron-soleil.fr), Alba ([www.cells.es](http://www.cells.es)), and Elettra institutes ([www.elettra.trieste.it](http://www.elettra.trieste.it)).

This package contains the tango7 development files.

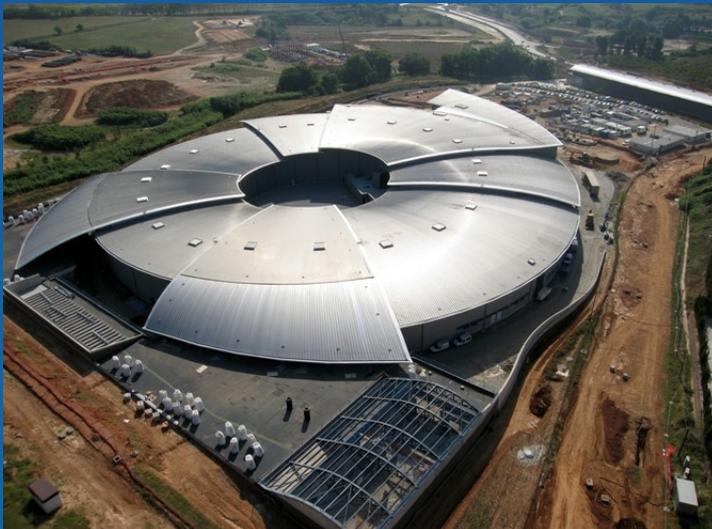
[Site Web des Développeurs](#)

Version	libtango7-dev 7.2.6+dfsg-4
Taille totale	214 k octets à télécharger, 1 757 k octets une fois installé
Licence	Libre
Mises à jour	Canonical ne propose pas de mise à jour pour TANGO distributed control system - development library. Certaines mises à jour peuvent être fournies par la communauté Ubuntu.

**Évaluations**

# Tango

- 7 instituts membres de la collaboration
  - Soleil (France) – Elettra (Italie) – Alba (Espagne) – Max Lab (Suède) – Desy (Allemagne) – FRM II (Allemagne) – ESRF
- Utilisateurs non officiel
  - ANKA (Allemagne) – LMJ (France) – Labos CEA (France)
- Commercial
  - Nexaya (France)



# Tango

- Collaboration régie par un MoU (Memorandum of Understanding)
    - Un comité exécutif (EC) pour prendre les grandes décisions
      - Un membre par instituts plus un coordinateur
      - Décision par vote
        - 2 types de membres
          - Committer (2 voix) – Collaborateur ( 1 voix)
- Une réunion de la communauté chaque 6 / 8 mois
  - Organisée par chaque membre a tour de rôle

# Tango

- Un site WEB
  - <http://www.tango-controls.org/>
  - Download, doc, HowTo, News, Events, Bug list, ...
- Une liste de diffusion
  - [tango@esrf.fr](mailto:tango@esrf.fr)
- Sources sur SourceForge
  - tango-cs, tango-ds