

---

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

---

Jacques AIACHE  
Professeur de Sciences  
Industrielles pour l'Ingénieur

Lycée Louis le Grand Paris

Hervé RIOU  
Professeur de Sciences  
Industrielles pour l'Ingénieur

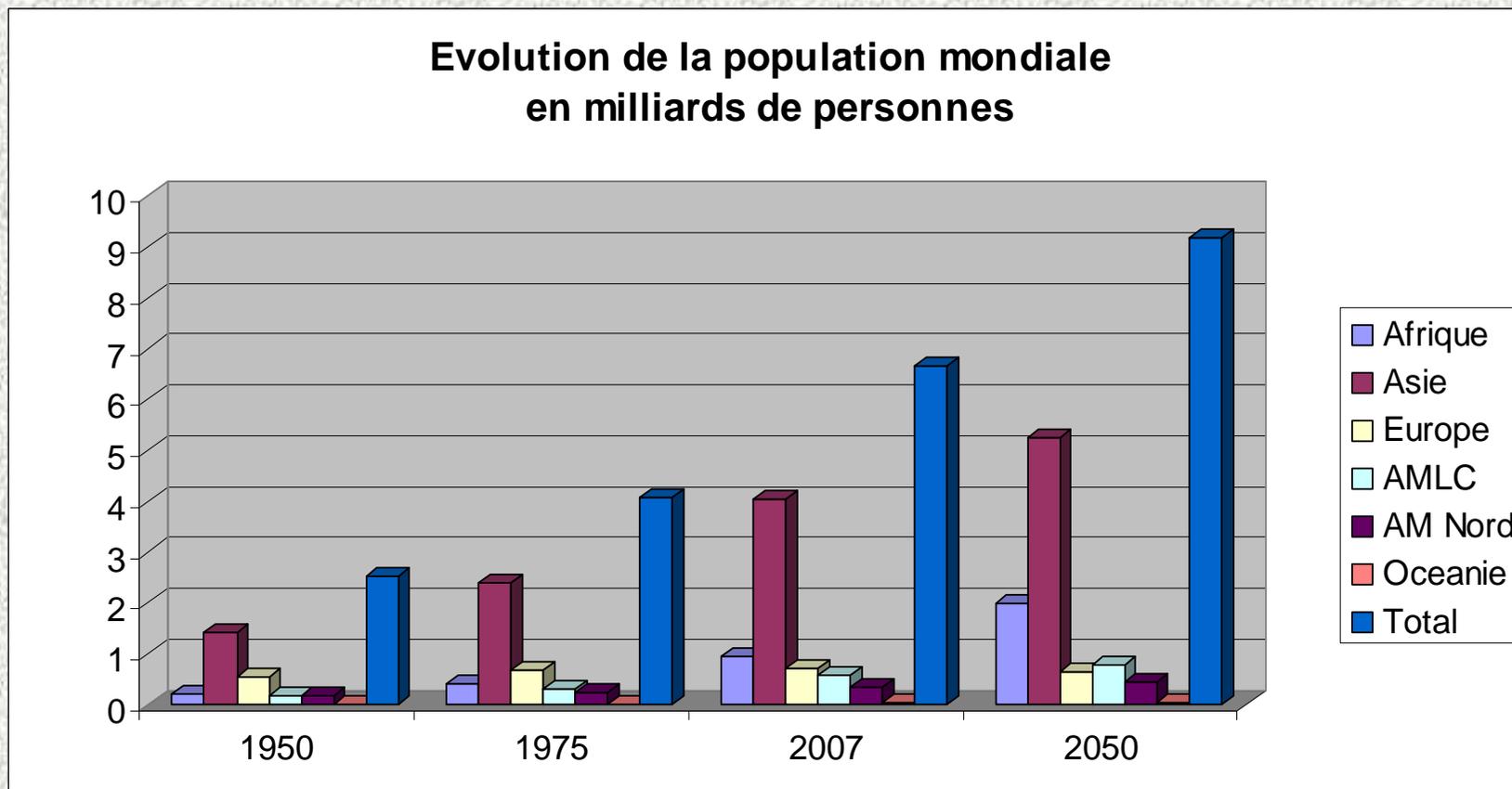
Lycée Chaptal Paris

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



En 2050, + de 9 milliards de personnes sur Terre.....

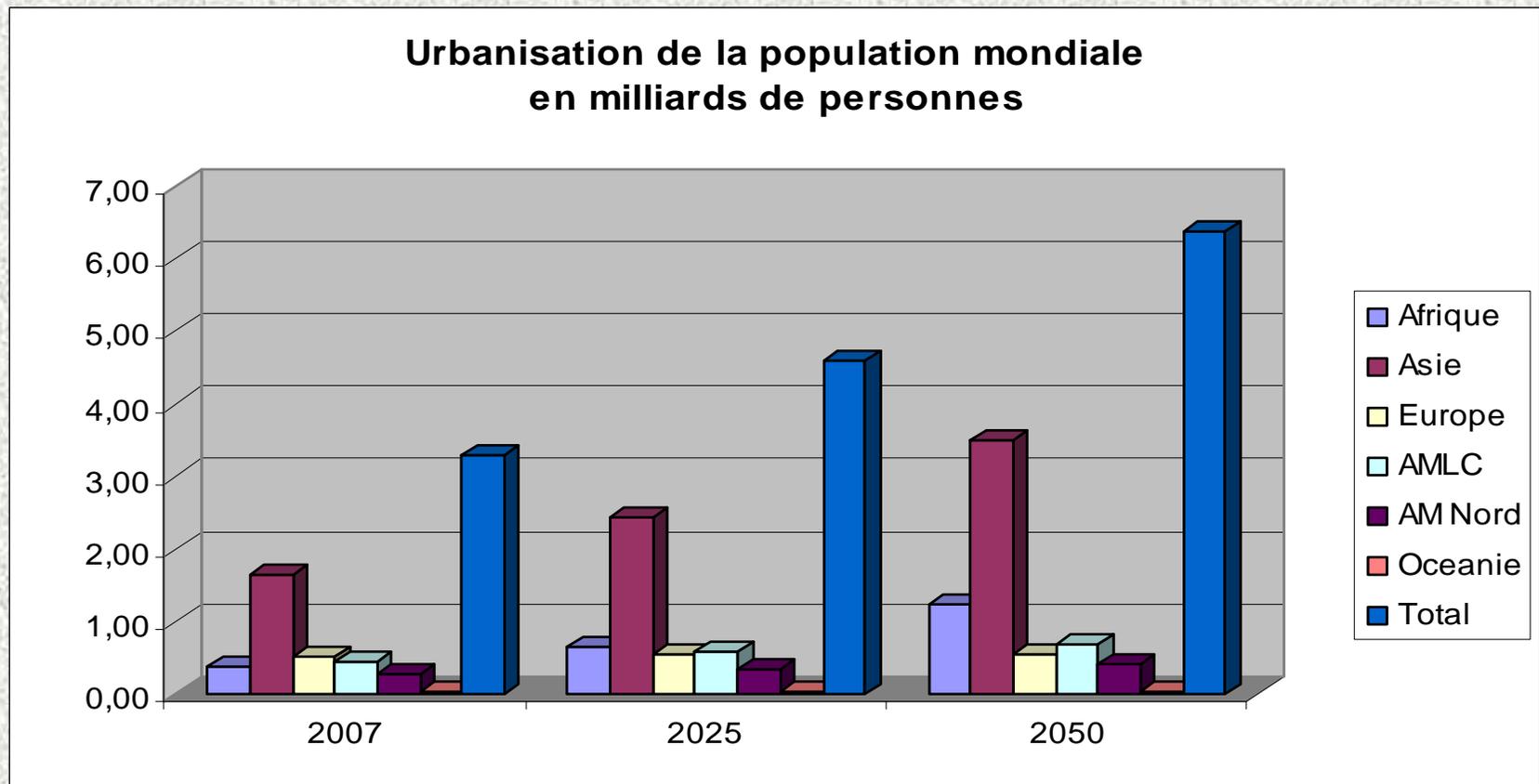
Source : Population Division of the Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2007), World population Prospects: the 2006 Revision, Highlights New York United Nations

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



.....majoritairement concentrées en zones urbaines (70 %)

Source : Population Division of the Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2007), World population Prospects: the 2006 Revision, Highlights New York United Nations

Urban and Rural Areas 2007

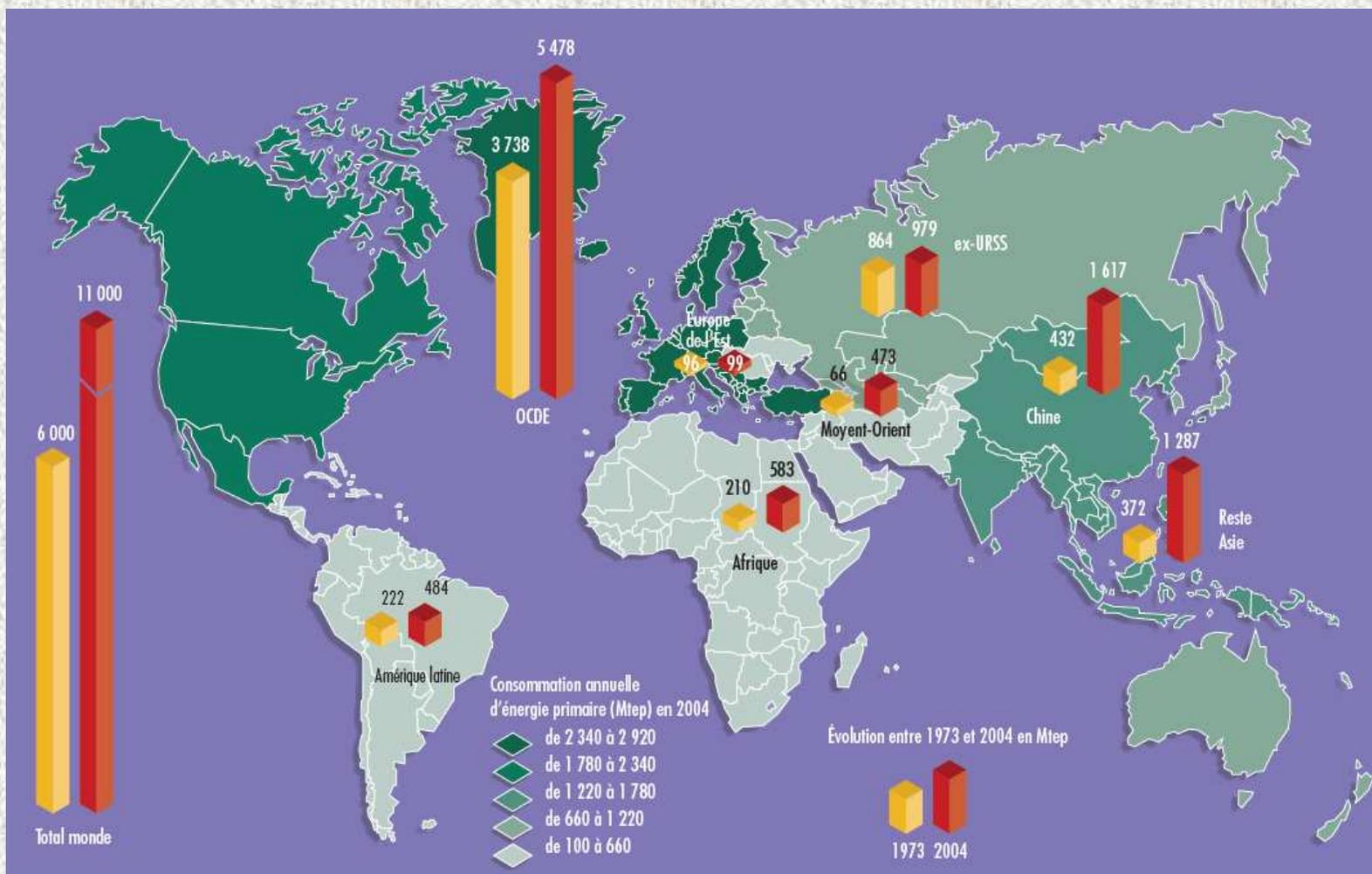
# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

La consommation d'énergie primaire annuelle (Mtep) entre 1973 et 2004



Source : OCDE/ AIE 2006 Key World Energy Statistics AIE 2006

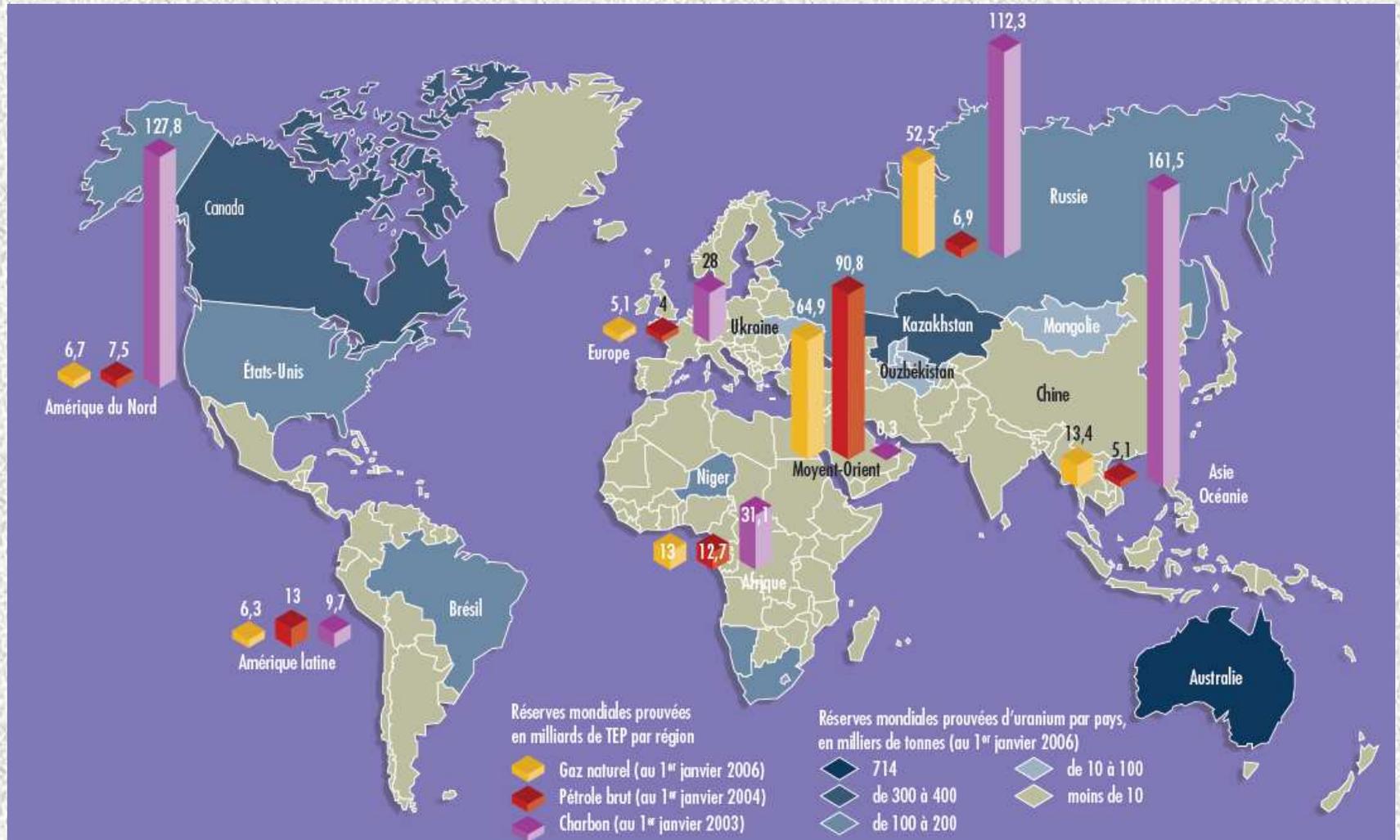
# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

Réserves mondiales prouvées par région (Mtep)



Source : Observatoire de l'Énergie, Statical Review of World Energy

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'eau

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Coefficient de disponibilité en eau par rapport à la population

Source : Site internet de l'UNESCO / PHI Bureau régional pour l'Amérique Latine et les Caraïbes

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

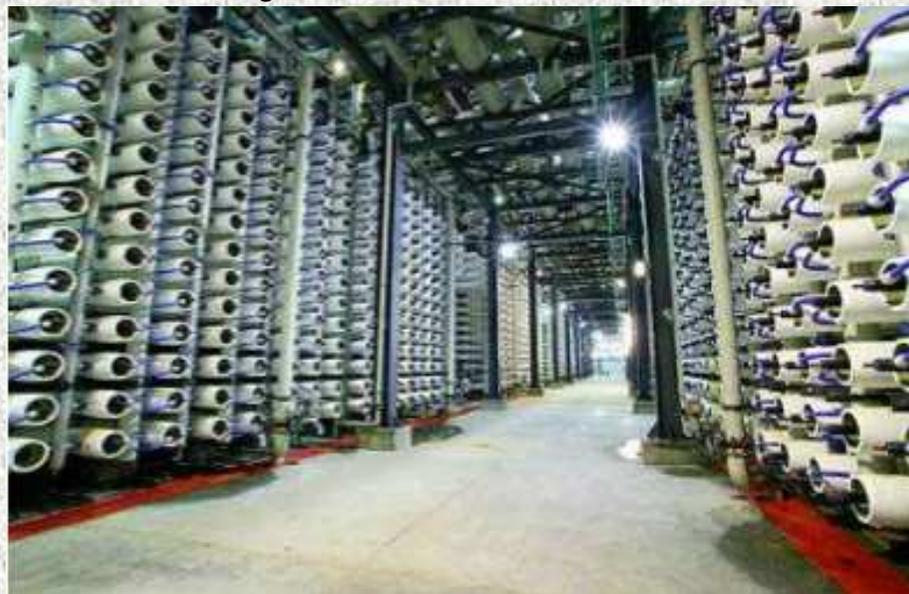
Synthèse

Usine combinée de dessalement et de  
production électrique Nord Est du Qatar



## L'accès à l'eau

Usine de dessalement Ashkelon (Israël) à  
technologie membranaire d'osmose inverse



**Client :** Kahramaa SDEE  
**Constructeur :** Consortium Suez Energy International / Mitsui  
**Société exploitante :** Qatar Petroleum / Qatar Electricity and  
Water Corp : 60% Consortium étranger : 40%  
**Investissement :** 3,7 Milliards \$  
**Rentabilité :** 22,7 Milliards \$ à 27 ans  
**Début d'exploitation :** 2012  
**Puissance électrique:** 2730 MW  
**Population desservie** 200 000  
**Capacité de production** 300000 m<sup>3</sup> / jour

**Client :** Ministère des Finances de l'État d'Israël  
**Société de Projet :** VID Investment Consortium (25%  
Veolia Eau)  
**Constructeur :** OTID (50% Veolia Eau)  
**Société exploitante :** ADOM (49,5% Veolia Eau)  
**Durée de la période de construction :** 32 mois  
**Début du contrat :** 2002

**Population desservie** 1,4 million  
**Capacité de production** 100 millions m<sup>3</sup> / an

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

L'ingénierie pédagogique pour assurer son indépendance

- La concurrence entre les pays à **forte valeur ajoutée technologique** France, GB, Allemagne, US, Canada...
- Les pays à forte croissance (Chine, Inde, Brésil) qui recherchent des **produits innovants**, les **moyens de production** et la maîtrise de la **formation des ingénieurs**.
- Les pays qui préparent l'après pétrole (Emirats....) et qui recherchent des produits, des moyens de production et la formation des ingénieurs.
- Les pays sans ressources d'énergie fossile (Israël, Tunisie....) tenus d'innover grâce à la formation de leurs ingénieurs.
  - Projet Véhicule Electrique 2010
  - Projet de dessalement de Djerba

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Projet voiture électrique 2010  
Israël / Renault / Project Better Place

- **1 250 citoyens israéliens** meurent chaque année de cancers provoqués par la **pollution environnementale** (Ministère de la santé oct 2007)
- **1 million de véhicules**
- **90 %** de la population parcourt moins de **70 km / jour**
- Parc automobile **Renault** (type Mégane ou Kangoo)
- **Nissan et Nec : batterie Li-ion** (autonomie 100km conditions israéliennes)
- **Société Project Better Place**: Réseau de recharge de batteries
- Le gouvernement israélien abaissant à 30 % la fiscalité sur l'achat de voitures.
- Chargement long (qq heures) : de nuit
- Chargement court (moins d'une heure) : centres commerciaux
- Chargement très court (vingt minutes) : **remplacement de la "plateforme" batteries** (la batterie devient à la voiture ce qu'est la carte SIM au téléphone (l'automobiliste est propriétaire de la voiture mais loue la batterie).
- Frais de batteries : 60 euros / mois
- Dépense en essence : 200 euros / mois

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

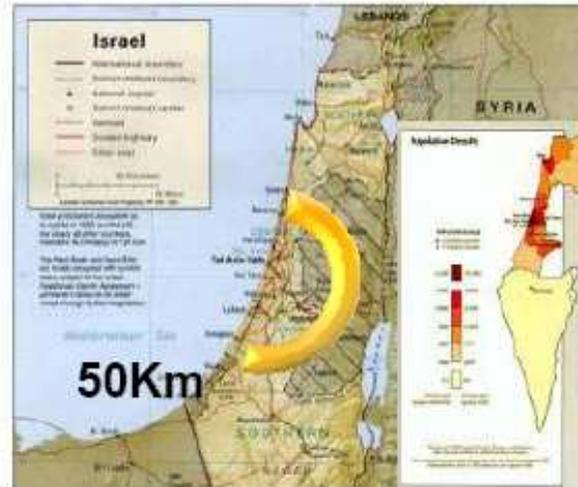
## 1<sup>er</sup> MARCHÉ A FORT VOLUME : ISRAEL

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

- Géographie propice



- Volonté politique



- Partenariat

RENAULT NISSAN



# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

## d'Israël au Danemark ...



**RENAULT NISSAN** PROJECT  
**BETTER PLACE**

PRESS RELEASE January 21, 2008

**Renault-Nissan and Project Better Place prepare for first mass marketed electric vehicles**  
*MOU signed today in Jerusalem for first application on Israeli market*



**RENAULT NISSAN**

PRESS RELEASE March 27, 2008

**Renault-Nissan and Project Better Place pursue their strategy of zero-emission vehicles in Denmark**

The Renault-Nissan Alliance actively supports the initiative of Project Better Place, which announced today its second deployment in Denmark.



**DONG**  
energy

PROJECT  
**BETTER PLACE**

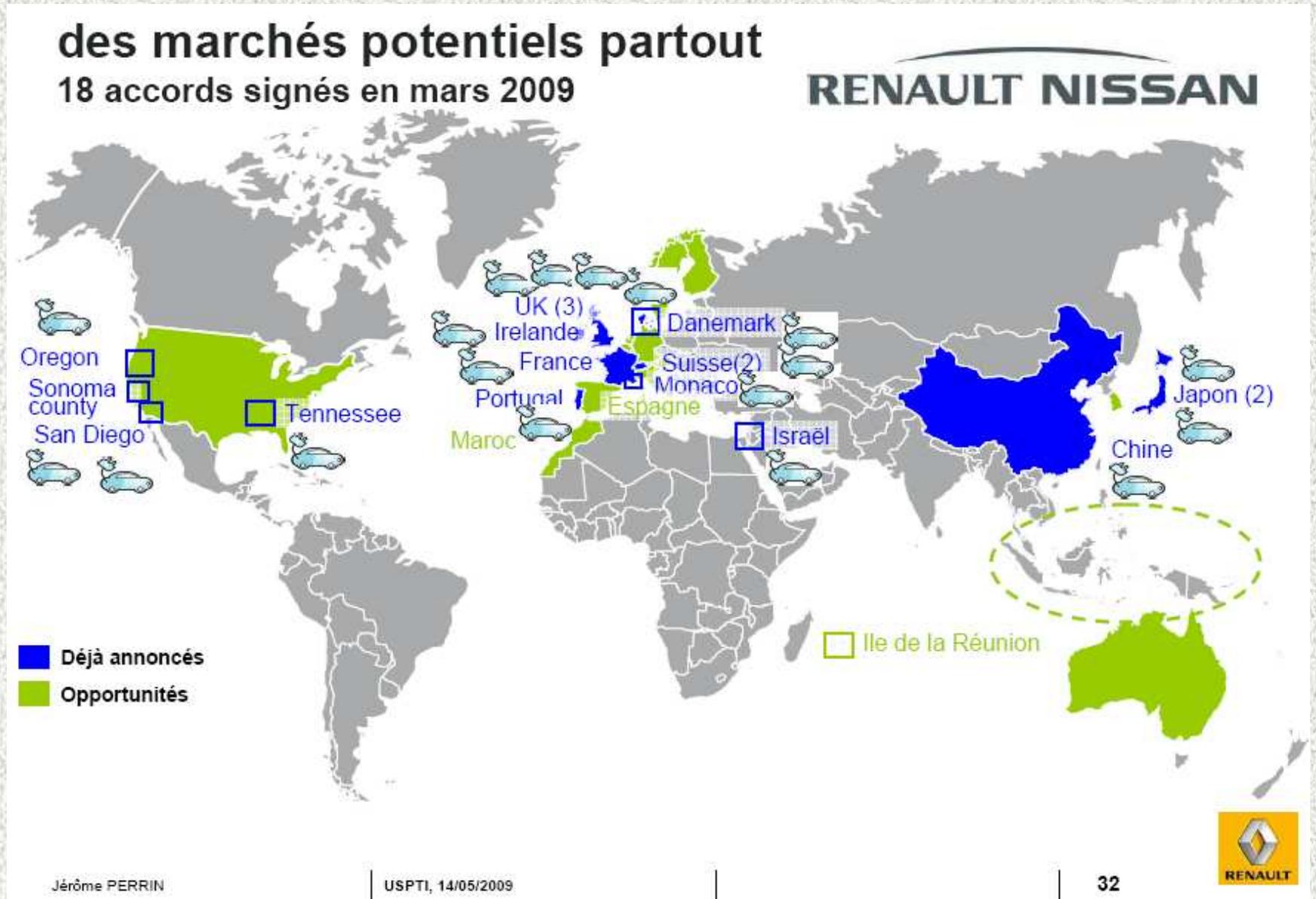
**DONG Energy and California-based Project Better Place to introduce environmentally friendly electric vehicles in Denmark**

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse



# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Juillet 2008 : Réunion des 27 pays de l'Union Européenne

Projets horizon 2020

- **réduire de 20 % les émissions** européennes de gaz à effet de serre (GES)
- **atteindre 20 % d'énergie renouvelable** (hydraulique, bio-masse, éolien, géothermie, solaire)
- **réduire de 20 % la consommation** énergétique

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Juillet 2008 : Réunion des 27 pays de l'Union Européenne

Projets horizon 2020

- **réduire de 20 % les émissions** européennes de gaz à effet de serre (GES)
- **atteindre 20 % d'énergie renouvelable** (hydraulique, bio-masse, éolien, géothermie, solaire)
- **réduire de 20 % la consommation** énergétique

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Trois grands projets de l'Union Pour la Méditerranée (UPM) :

- **développer le plan solaire EU-MENA** (projet Desertec avec connexion Europe-Middle East North Africa)
- mettre en place **la dépollution de la Méditerranée** (projet Horizon 2020)
- construire les **Autoroutes de la Mer en Méditerranée** (projet MEDA-MoS)

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Pour les **pays du MENA** :

- convertir les déserts en sources inépuisables d'énergie propre
- dépasser les **limites de la croissance causées par la raréfaction des combustibles fossiles**
- vendre de l'électricité propre aux pays européens, en aidant ainsi à réduire les émissions européennes de gaz à effet de serre **rapidement**, avec des **réductions à long terme du coût de l'électricité.**

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

source <http://www.DESERTEC.org>

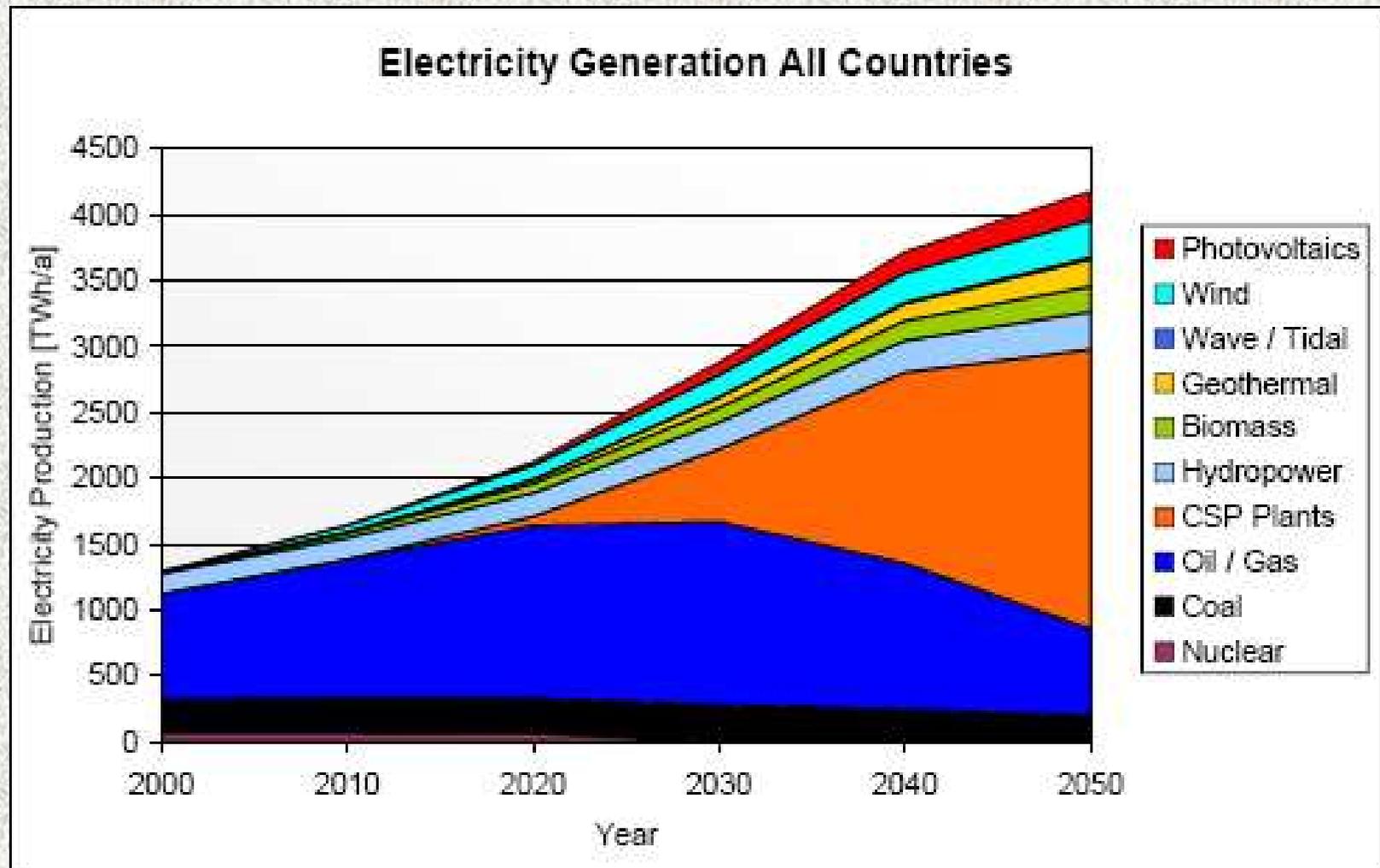
# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Annual electricity demand and generation within the countries analysed in the MED-CSP scenario : <http://www.DESERTEC.org>

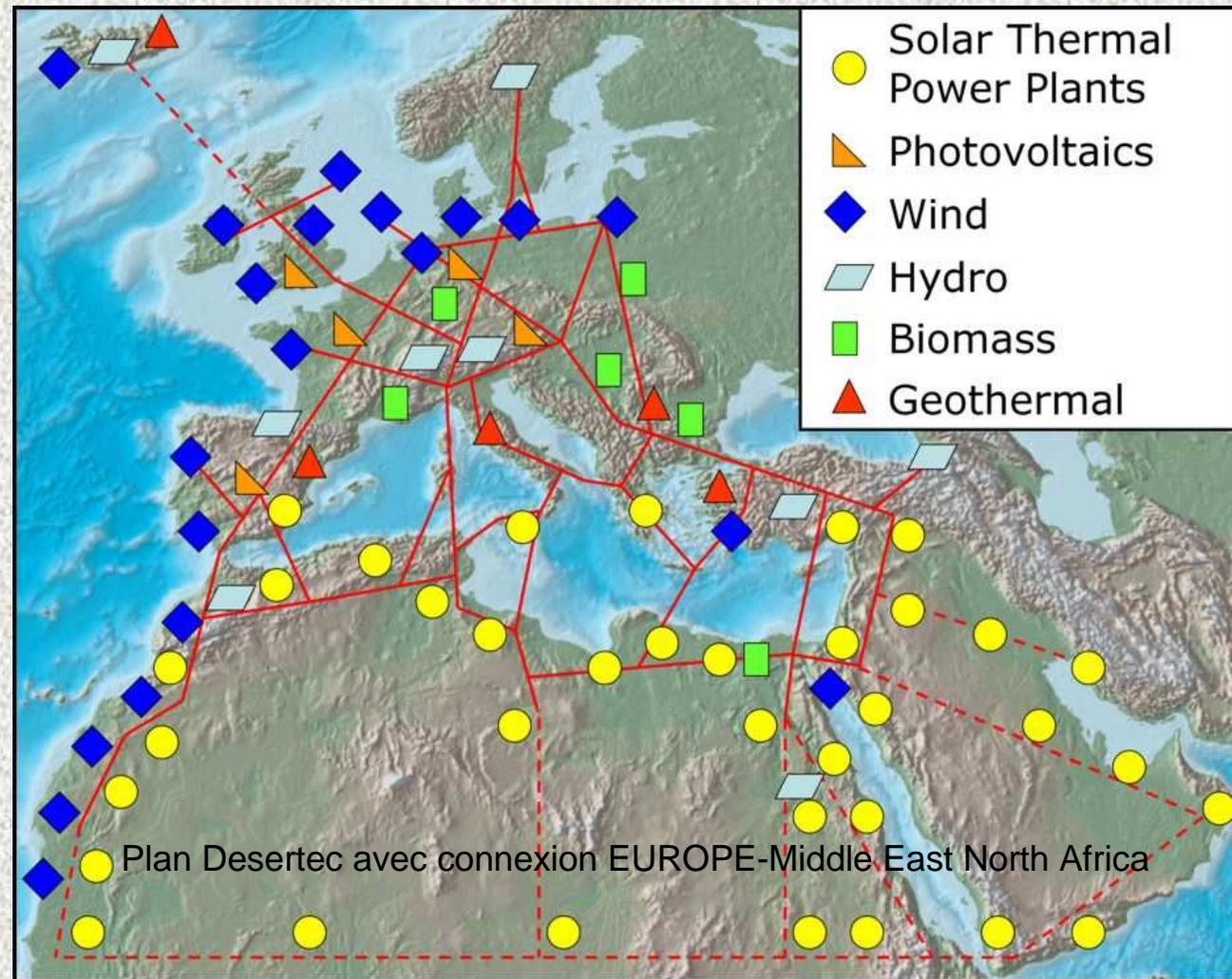
# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



source <http://www.DESERTEC.org>

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie



Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

## Le gisement éolien

- production annuelle : > 4500 h
- longueur de la côte : > 2000 km
- Capacité unitaire : > 5000 MW
- Transfert sur les côtes et plateaux Saharien de Tarfaya / Allemagne : 3000 km
- Pertes en lignes (HTCC) : < 15 %

Synthèse

source <http://www.DESERTEC.org>

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

## L'accès à l'énergie



Recherche de  
nouvelles sources  
d'énergie fossile

Barrage de Roselend  
(Savoie)



Motorisations  
hybrides



Energie éolienne



# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Panneaux photo-voltaiques



Energie hydrolienne



Centrale géothermique  
de Bouillante (Guadeloupe)



Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Usine d'incinération de Saint-Barthélemy  
(DOM) raccordée à une installation de  
dessalement d'eau de mer.

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès à l'énergie

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Synthèse

SeaGen 1,2MW Strangford Lough avril 2008

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## La valorisation des déchets



Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

Retraitement

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

## La valorisation des déchets



## Tri des déchets

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## L'accès au transport



Airbus A380



Supertanker

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Train Grande Vitesse



Echangeur fluvial rotatif de Filkirk

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Accès à l'eau, à l'énergie, à l'alimentation, à la santé, à l'information et à la formation.....

Ingénieurs "trois dimensions" :

- généralistes de **haut niveau scientifique et technique**,
- experts dans le **lancement et le pilotage de projets innovants**
- à forte **culture internationale**.

Ingénieurs capables d'intégrer les grandes **questions environnementales** et sociales dans une stratégie de **développement équilibré**.

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

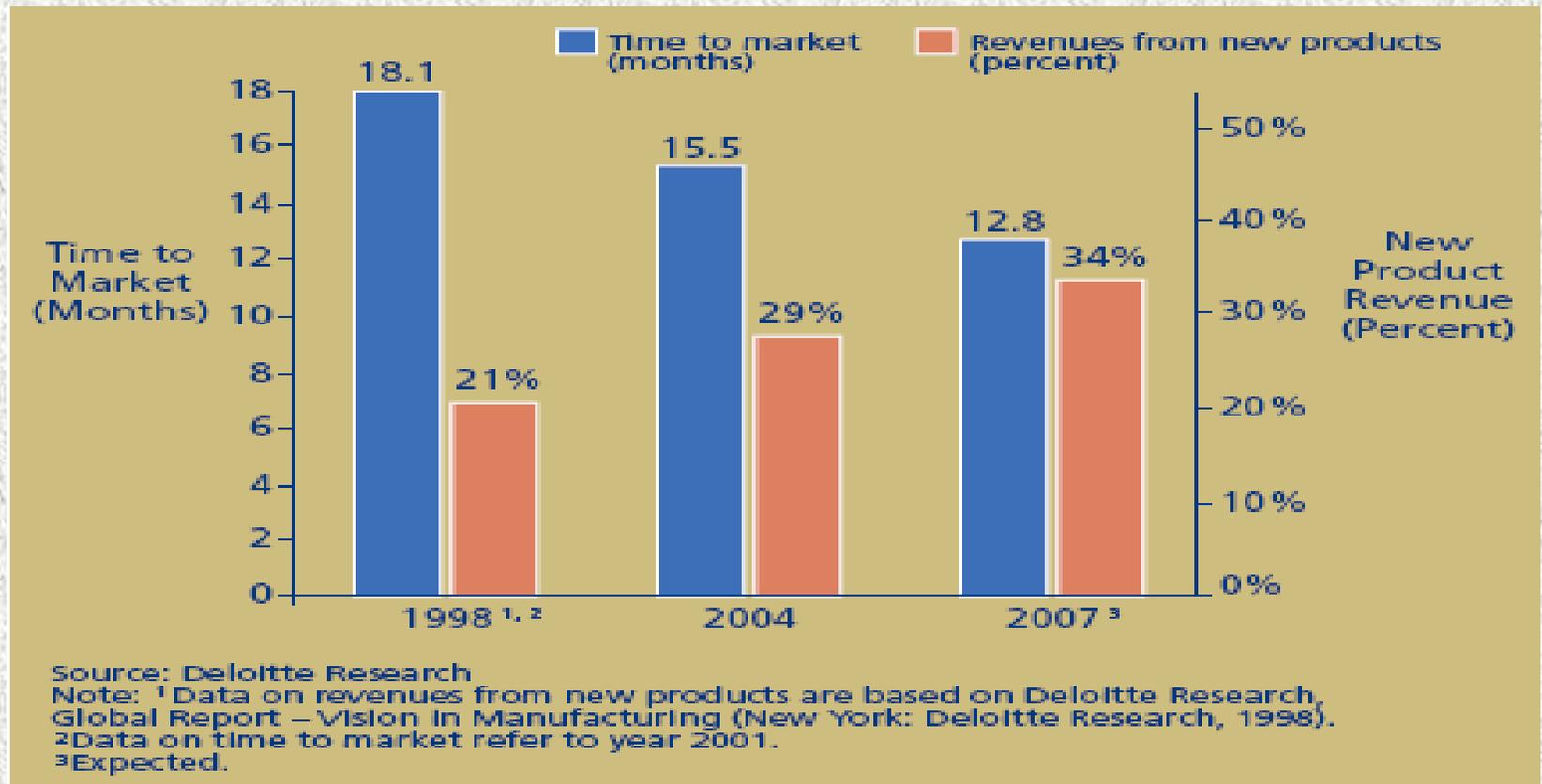
Synthèse

Quels ingénieurs pour demain ? H. BIAUSSER, Directeur ECP LeMonde.fr, 11/08/2007

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Source Deloitte Research 2006

Synthèse

## Les deux défis de l'innovation

- Réduire le temps d'accès au marché
- Accroître la rentabilité des nouveaux produits

N. CHEIMANOFF, Directeur des Etudes MinesParisTech Colloque UPSTI GE 2005

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Référence : Jean Paul HAUTIER Directeur Général des Arts et Métiers ParisTech  
/ Le Livre Blanc

## Portrait type

L'ingénieur Arts et Métiers ParisTech est un **ingénieur de conception et de réalisation des produits et des systèmes de production.**

## Caractéristiques du profil

Généraliste, **pragmatique et polyvalent**  
**Hautes compétences scientifiques et techniques.**  
**Une formation humaine** en adéquation avec les métiers de l'ingénieur.

## Mots clés du profil

Innovation technologique

Management de projets

Compétences scientifiques

Culture du concret

**Adaptabilité**  
**Mobilité**

**Savoir être au service des enjeux sociétaux**

**Créateur d'industrie**

**Carrières internationales**

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Avec environ 1 000 ingénieurs diplômés par an, Arts et Métiers ParisTech est en effectifs l'une des écoles d'ingénieurs françaises les plus importantes.

Son ambition est la formation technologique et la production et diffusion du savoir scientifique dans *les domaines technologiques au plus haut niveau*.

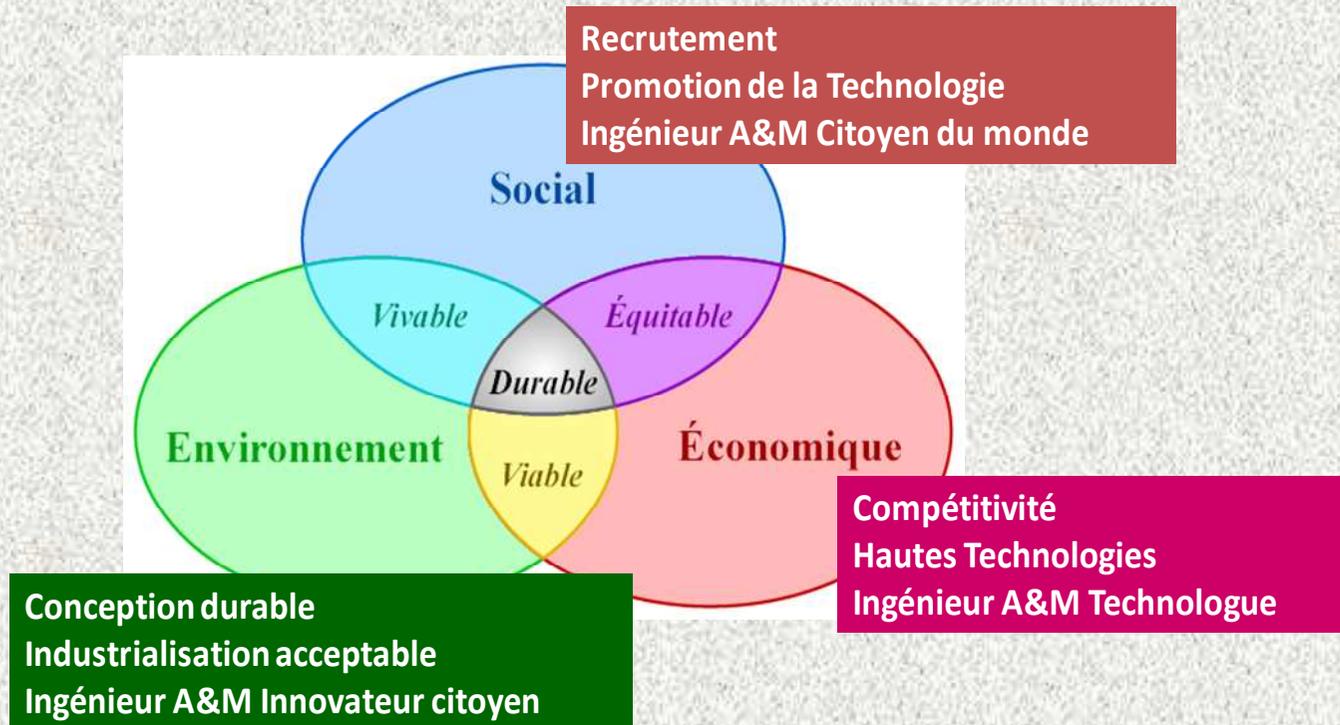
L'école se voit traditionnellement porteuse des *valeurs humanistes à l'écoute des besoins sociétaux*, en particulier de la part des demandes des entreprises.

## Valeurs A&M ParisTech

Lien Recherche Formation Entreprise

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## Définition de l'ingénieur [CTI]

Les ingénieurs : “cadres scientifiques et techniques, ayant les **compétences** nécessaires pour **encadrer, diriger et mener un travail d'ingénierie** qui consiste à réunir, mettre en oeuvre et développer les compétences nécessaires à la **réalisation d'objets, de systèmes ou de services** répondant à un **besoin** ou à un marché dans un milieu compétitif.”

Le métier de l'ingénieur : “**poser et résoudre** de manière performante et innovante des **problèmes complexes, de création, de conception, de réalisation, de mise en oeuvre, au sein d'une organisation compétitive**, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement de leur financement et de leur commercialisation.”

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

Références et Orientations 6<sup>ème</sup> Edition Année 2009

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

## Définition de l'ingénieur [CTI]

“L'ingénieur doit posséder un **ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique.**”

“L'activité de l'ingénieur mobilise des hommes et des moyens techniques et financiers, souvent dans un **contexte international.**”

“Elle prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif. Elle contribue à la compétitivité des entreprises, notamment en technologie, et à leur pérennité, dans un cadre mondialisé.”

“Elle reçoit une **sanction économique et sociale.**”

Références et Orientations 6ème Edition Année 2009

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

# Les ingénieurs face aux défis du XXI siècle

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les compétences à acquérir sont nombreuses et complexes.

La formation des ingénieurs est une formation sur 5 ans.

Les CPGE participent à la formation des futurs ingénieurs.

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Quelques compétences d'un ingénieur.....

- **vérifier les performances** attendues d'un système complexe
- **construire et valider, à partir d'essais, des modélisations** d'un système complexe **pour prévoir des performances** du système en vue **d'imaginer des solutions d'évolution** répondant à un besoin exprimé.
- **maitriser la conception et la mise en oeuvre** de systèmes pluritechniques répondant à un besoin exprimé par un cahier des charges.

Synthèse

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

La filière MPSI MP [BO HS n° 28 août 2003]

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

L'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur permet d'aborder avec méthode et rigueur *l'analyse et la critique de réalisations industrielles*.

Les finalités de cet enseignement sont de développer *les capacités et les connaissances* pour :

- *analyser et modéliser des situations concrètes* en choisissant un modèle adapté aux objectifs, en formulant les hypothèses nécessaires ;
- *valider les performances globales* et le comportement de certains constituants en s'appuyant sur une modélisation et en comparant, par l'association de blocs fonctionnels, des solutions par rapport à un besoin exprimé ;
- *revenir, si nécessaire, sur la modélisation retenue* en comparant les comportements de différentes solutions par simulation de modèles de mécanismes et d'automatismes.
- *communiquer des résultats* en s'appuyant sur la maîtrise d'outils fondamentaux de la mécanique, de l'automatique, ainsi que sur les connaissances de base des technologies associées.

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

La filière PCSI PSI [BO HS n° 28 août 2003]

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

L'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur permet d'aborder avec méthode et rigueur *l'analyse et la critique de réalisations industrielles*.

Les finalités de cet enseignement sont de développer *les capacités et les connaissances* pour :

- *analyser des réalisations industrielles* en conduisant l'analyse fonctionnelle, décrivant le fonctionnement avec les outils de la communication technique et en conduisant l'analyse structurelle des blocs fonctionnels principaux (architecture et composants) ;
- *modéliser des mécanismes ou des automatismes*, en choisissant un modèle adapté aux objectifs, en formulant les hypothèses nécessaires ;
- *vérifier ou valider les performances globales d'un système industriel* et le comportement de certains constituants en proposant une modélisation adaptée et en formulant les hypothèses nécessaires ;
- *revenir, si nécessaire, sur la modélisation retenue* en comparant les comportements de différentes solutions par simulation de modèles de mécanismes et d'automatismes.
- *d'imaginer des solutions* par l'association de blocs fonctionnels répondant à un besoin exprimé.
- *communiquer des résultats en s'appuyant sur la maîtrise d'outils fondamentaux de la mécanique, de l'automatique, ainsi que sur les connaissances de base des technologies associées.*

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

La filière PTSI PT [BO HS n° 16 sept 2004]

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

L'enseignement des sciences industrielles propose l'analyse, la conception et la mise en œuvre de systèmes pluritechniques répondant à un besoin exprimé par un cahier des charges. Il s'appuie sur la mécanique des solides et l'automatique, en les intégrant au contexte technologique. Il repose, d'une part sur l'analyse critique de solutions existantes, d'autre part sur l'élaboration et la justification de solutions nouvelles.

Les finalités de cet enseignement permettent de développer les capacités et les connaissances pour :

- *analyser une solution technique proposée* pour tout ou partie d'une partie opérative ou d'une partie commande en vue d'en décrire le fonctionnement, d'en justifier le choix des composants, d'en vérifier les performances ;
- *concevoir tout ou partie de la partie opérative* d'un système technique à partir du cahier des charges. Pour cela, l'étudiant doit :
  - *rechercher et justifier* une solution avec une approche multicritères,
  - *choisir les matériaux* et les procédés d'élaboration les plus adaptés à la réalisation d'une pièce mise en situation dans son contexte d'utilisation,
  - *exploiter les outils informatiques* existants pour analyser, concevoir, calculer, simuler des comportements, fabriquer des produits et les contrôler.

Les objectifs de cette formation, analytique, synthétique et concrète, prédisposent tout naturellement l'étudiant à approfondir ces connaissances fondamentales au sein des Grandes Écoles. Ces dernières, intégrant fortement les sciences de l'ingénieur dans leur formation pourront naturellement s'appuyer sur les acquis de sciences industrielles enseignés dans cette filière.

# Développer les compétences en CPGE

La filière TSI

[BO HS n° 16 sept 2004]

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

Les Sciences Industrielles pour l'Ingénieur permettent d'analyser, de concevoir et de réaliser des produits et systèmes répondant à des performances explicitées et maîtrisées. L'élaboration des réponses à ces besoins exprimés conduit à une approche complexe : économique, technique et scientifique. Cette démarche doit intégrer les évolutions permanentes des matériaux, des procédés et des composants. L'enseignement correspondant prend appui sur des systèmes pluritechniques issus des grands secteurs technologiques : transports, production, bâtiment, santé, environnement...

Les finalités de la formation visent le **développement des capacités à analyser** des cas concrets, **à imaginer et à justifier des solutions**. Il s'agit de s'exprimer et de communiquer des résultats en s'appuyant sur la maîtrise d'outils fondamentaux de l'automatique, de l'électronique, de l'électrotechnique, de l'informatique industrielle et de la mécanique ainsi que sur les connaissances de base des technologies associées.

A partir de supports industriels placés dans leur environnement technico-économique, les étudiants devront être capables de :

- **analyser** l'architecture des systèmes actuels en terme de fonctions techniques ;
- **analyser, mettre en œuvre, comparer, justifier ou élaborer** des solutions technologiques répondant à un cahier des charges donné ;
- **vérifier des performances** globales d'un système, déterminer tout ou partie du comportement d'un constituant par association du réel technologique, de modèles de traitement issus d'hypothèses à préciser, et des lois et principes scientifiques ;
- **proposer des solutions technologiques** répondant à un besoin exprimé en utilisant les langages et les représentations adaptés ;
- **utiliser l'outil informatique** pour divers calculs, communications, représentations et simulations.

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

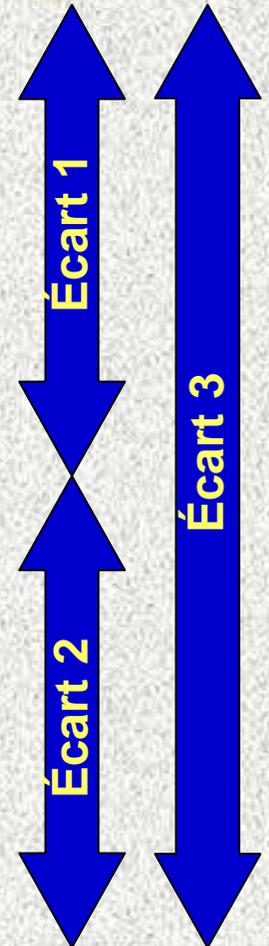
Les deux années d'enseignement des Sciences Industrielles pour l'Ingénieur en CPGE sont **donc** les deux premières d'un cycle de formation d'ingénieurs d'une durée de cinq ans.

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

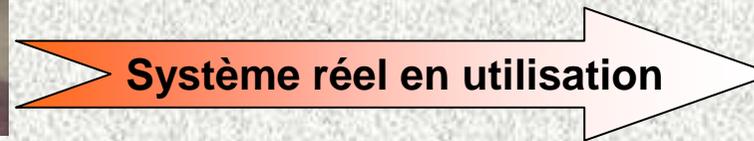
Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



**Service attendu**



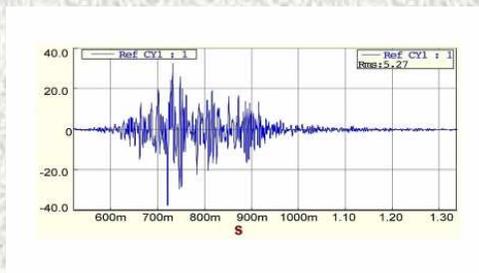
Simulateur de tremblements de terre



**Service réalisé**



**Service simulé**



Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

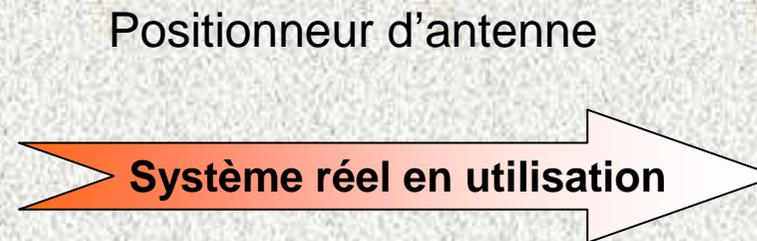
Synthèse

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



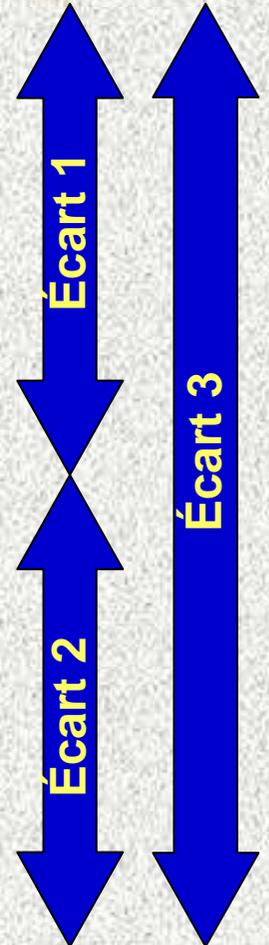
Service attendu



Service réalisé



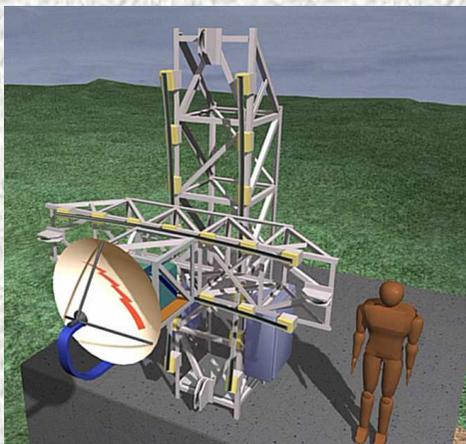
Service simulé



Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE



Synthèse

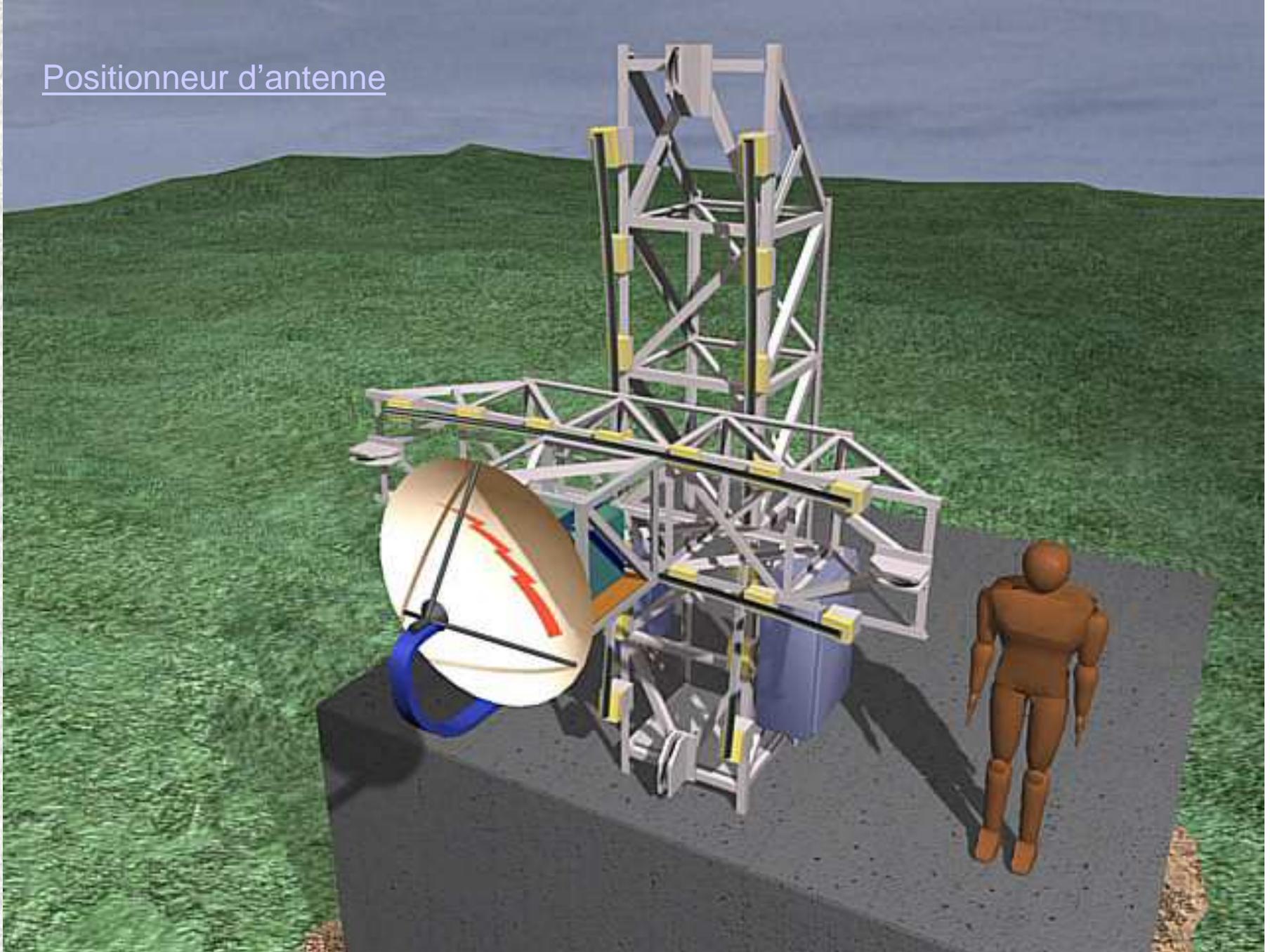


## Positionneur d'antenne

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

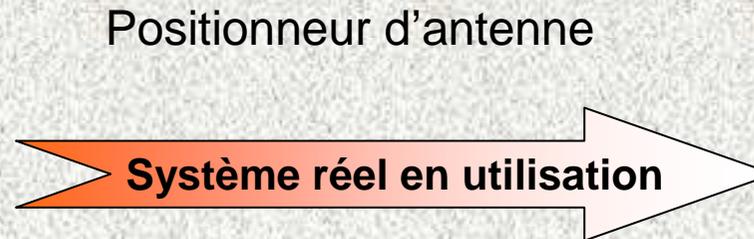


# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



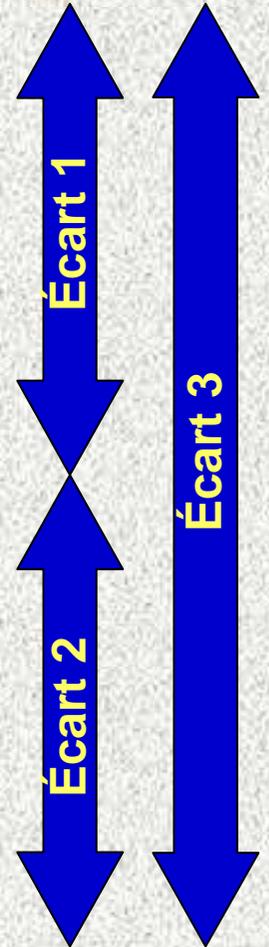
**Service attendu**



**Service réalisé**



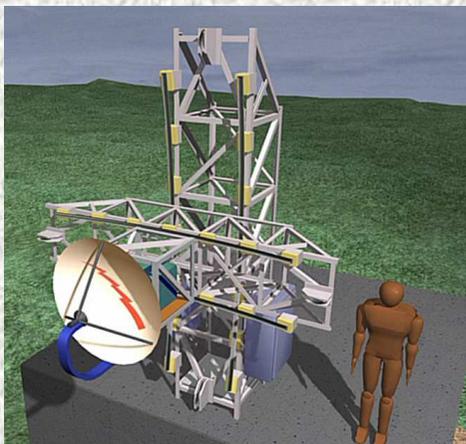
**Service simulé**



Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE



Synthèse

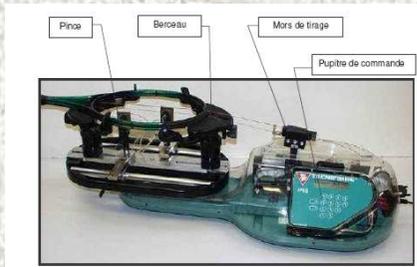


# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



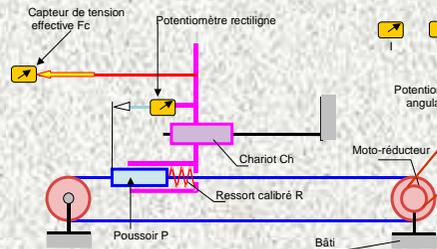
**Service attendu**



Cordeuse de raquettes

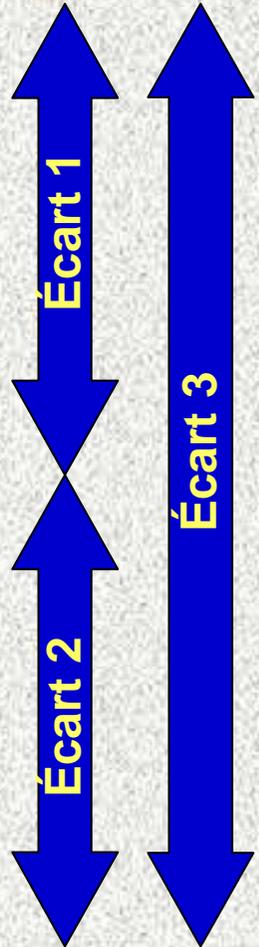


**Service réalisé**



**Système simulé**

**Service simulé**

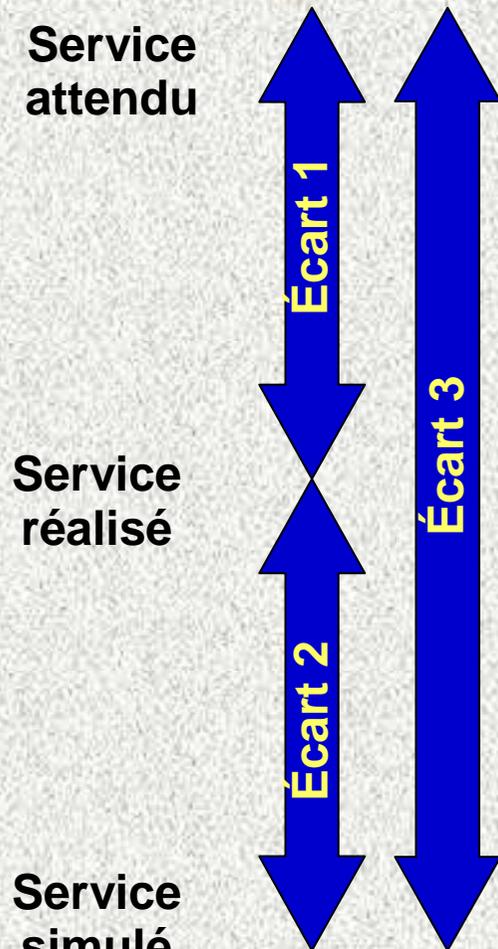
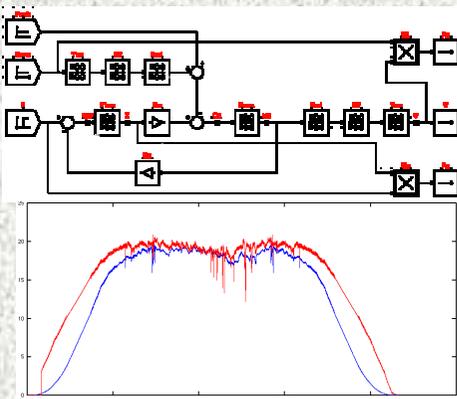
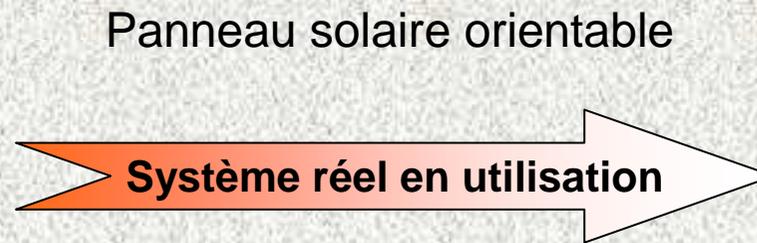


Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

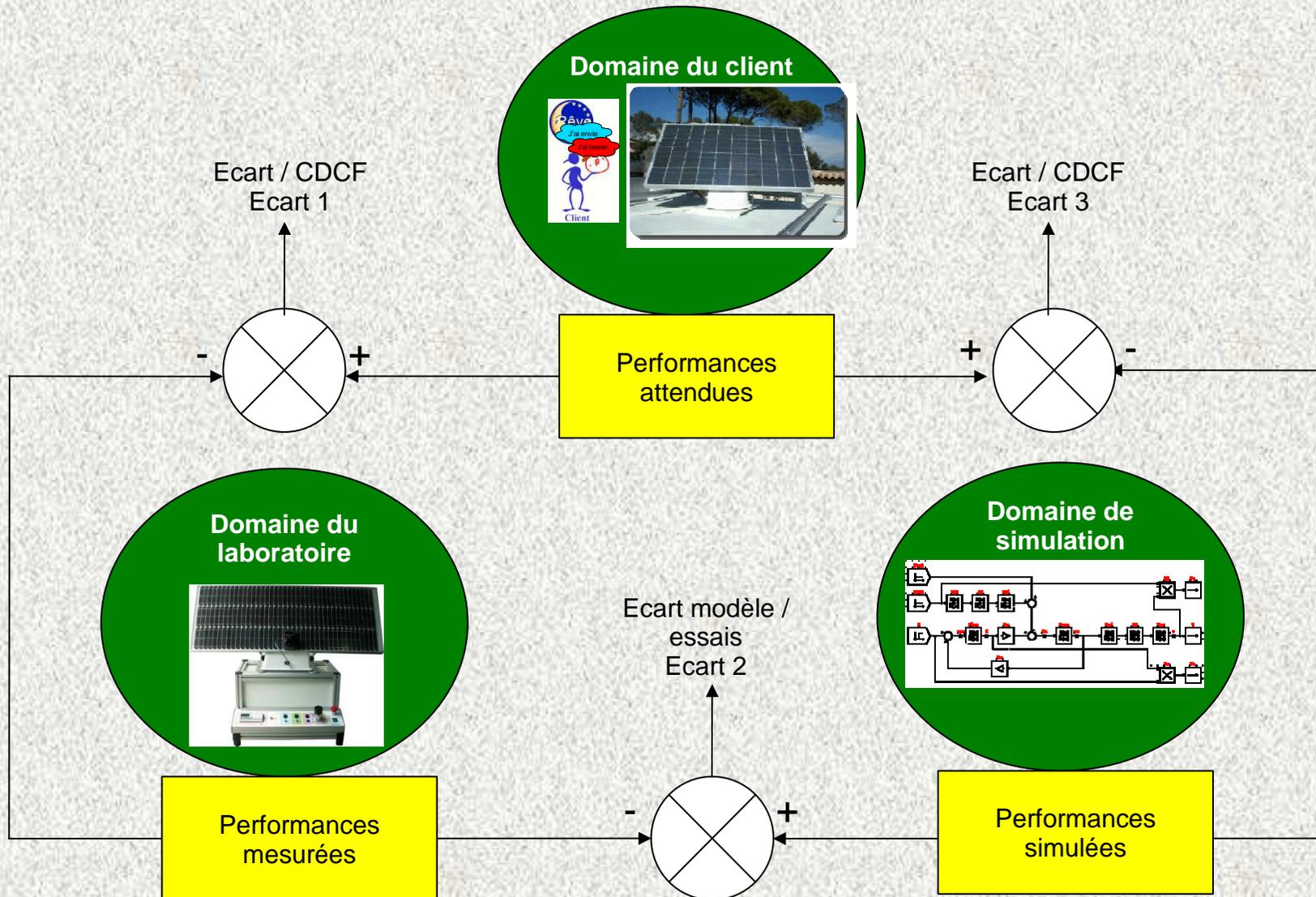
Synthèse

# Les Sciences de l'Ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Objectif : Vérifier les performances attendues d'un système complexe

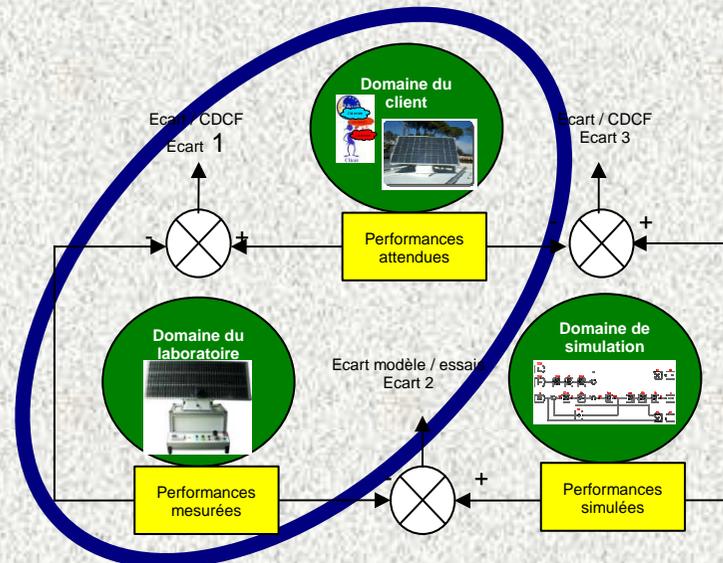
La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / justifier un protocole expérimental
- Mettre en œuvre le protocole
- Afficher le résultat de l'expérimentation
- Evaluer les performances associées à ce résultat expérimental
- Comparer avec les performances attendues et conclure.

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

Activités de TP



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

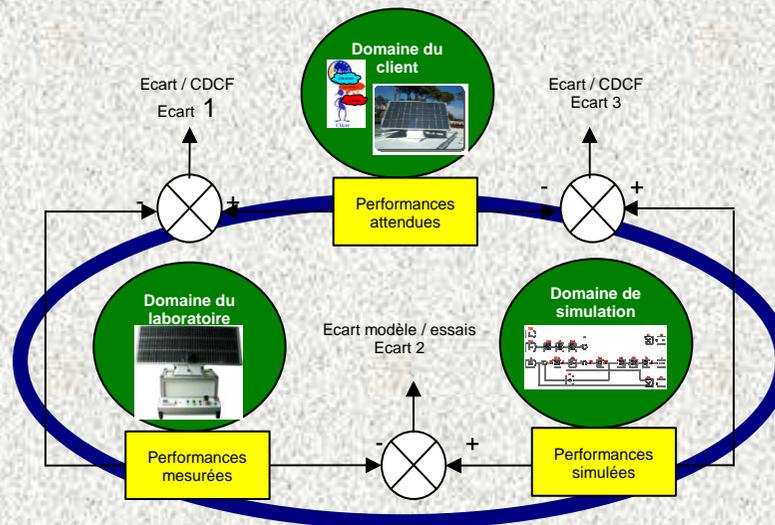
Synthèse

Objectif : Construire et valider une modélisation à partir d'expérimentations

La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / justifier un protocole expérimental
- Mettre en œuvre le protocole
- Afficher le résultat de l'expérimentation
- Evaluer les performances associées à ce résultat expérimental
- Comparer avec les performances attendues et conclure.

Activités de TP



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

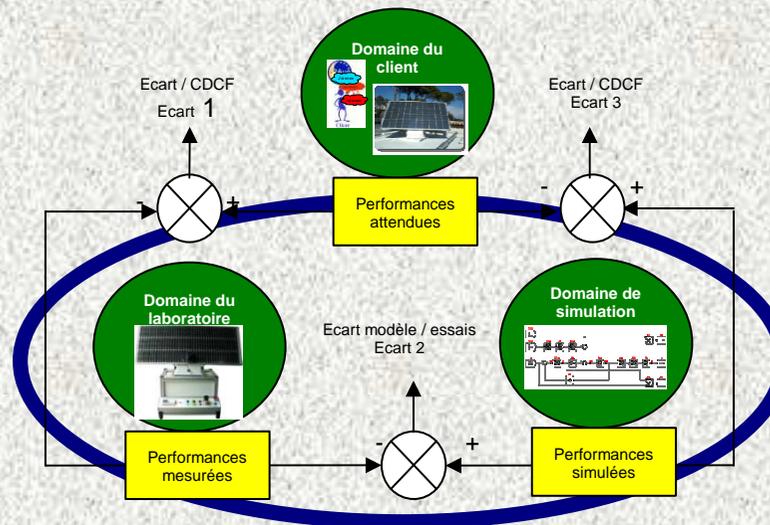
Synthèse

Objectif : Construire et valider une modélisation à partir d'expérimentations

La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / justifier une modélisation
- Mettre en œuvre le solveur
- Afficher le résultat de la modélisation
- Evaluer les performances associées à ce résultat de calcul
- Comparer avec les performances mesurées et conclure.

Activités de TP



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

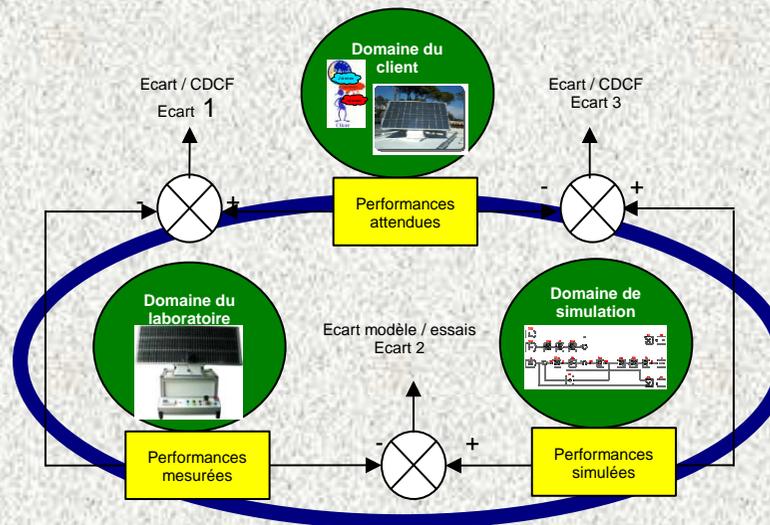
Synthèse

Objectif : Construire et valider une modélisation à partir d'expérimentations

La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / justifier une modélisation (**lois de la physique**)
- Mettre en œuvre le solveur (**mathématiques**)
- Afficher le résultat de la modélisation
- Evaluer les performances associées à ce résultat de calcul
- Comparer avec les performances mesurées et conclure.

Activités de TP



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

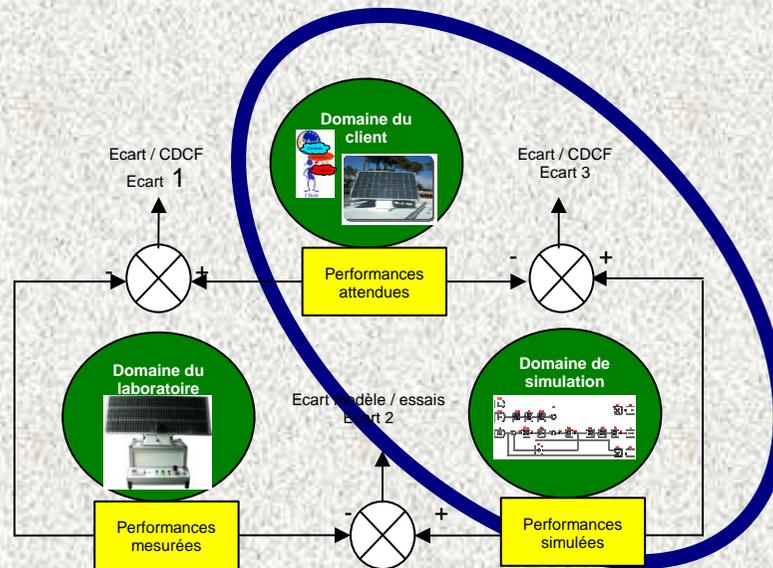
Objectif : Prévoir les performances d'un système à partir d'une modélisation pour décider.

La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / Utiliser une modélisation
- Mettre en œuvre le solveur
- Afficher le résultat de la modélisation
- Prévoir la performance attendue du système et décider.

Synthèse

Activités de TD



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

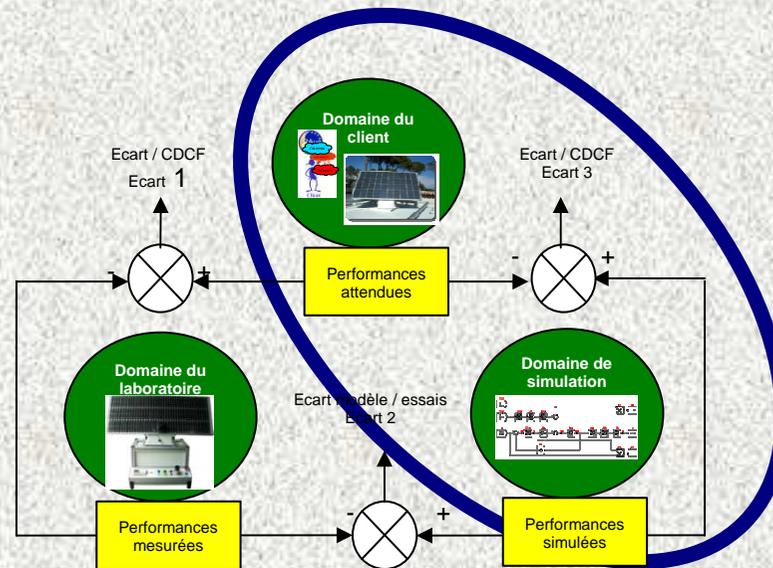
Objectif : Prévoir les performances d'un système à partir d'une modélisation pour décider.

La démarche associée en Sciences de l'Ingénieur

- Identifier l'objectif
- Elaborer / Utiliser une modélisation (**lois de la physique**)
- Mettre en œuvre le solveur (**mathématiques**)
- Afficher le résultat de la modélisation
- Prévoir la performance attendue du système et décider.

Synthèse

Activités de TD



# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

La diversité dans le laboratoire de Sciences de l'Ingénieur

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Barrière de péage



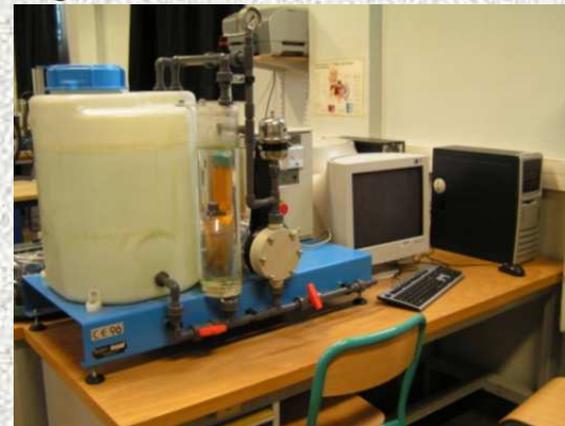
Vélo à assistance  
au pédalage



Cordeuse de raquettes



Direction Assistée  
Électrique Twingo



Pompe doseuse

Synthèse

# Les Sciences de l'Ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

La diversité dans le laboratoire de Sciences de l'Ingénieur

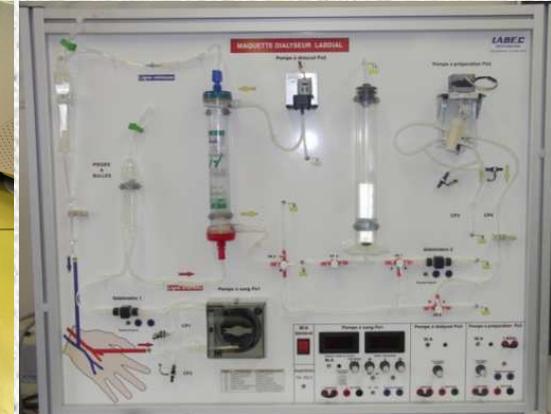
Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Chariot filoguidé



Bras de robot



Appareil de dialyse

Synthèse



Portail



Panneau solaire  
orientable

# Les Sciences de l'Ingénieur en CPGE

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

La diversité dans le laboratoire de Sciences de l'Ingénieur



Robot de  
manutention

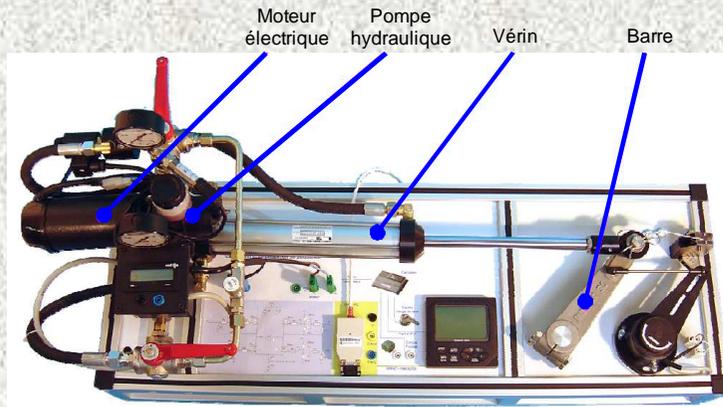


Plate forme  
de simulation

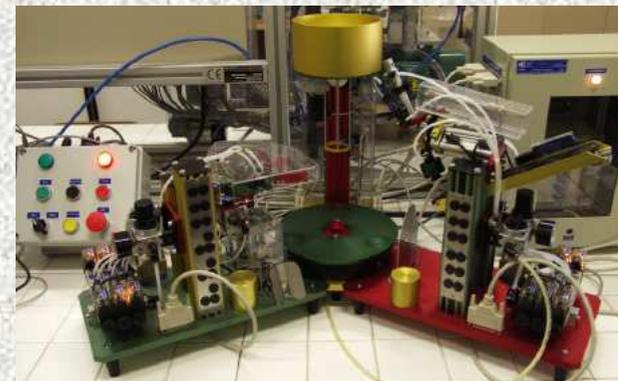


Toit ouvrant de  
voiture

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Pilote automatique  
de bateau



Conditionneur  
industriel

Synthèse

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle



Transmission de puissance

4 Motion VAG

X ENS PSI 2010



A380 CCP PSI 2005

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Météor CCMP MP 2005



NGV CCMP PSI 2000

Le NGV3 de la SNCM

Figure 1

Synthèse

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Transrapid à sustentation magnétique de Shanghai  
X MP 2009



DUCATI Monster 620 X ENS PSI 2007

Synthèse



TGV Duplex CCCS PSI 2006

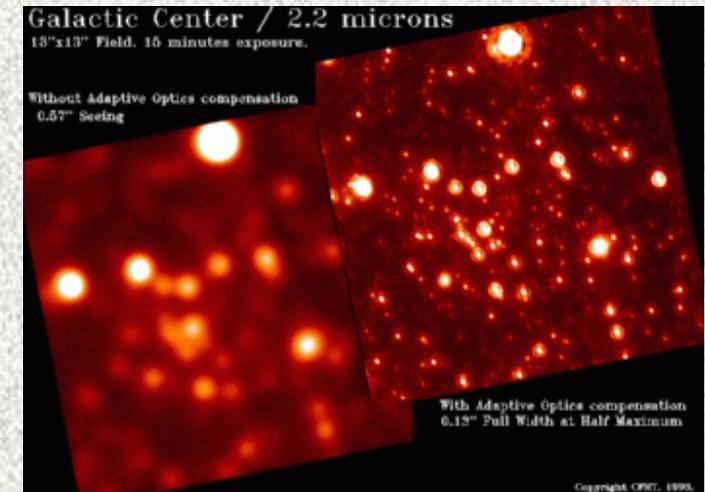
# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Optique adaptative CCMP MP 1998

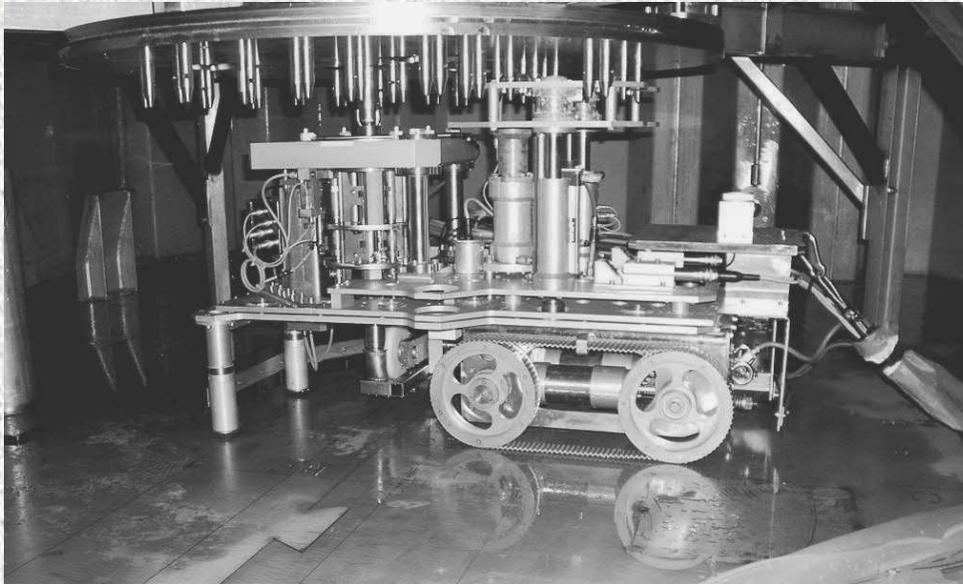
# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

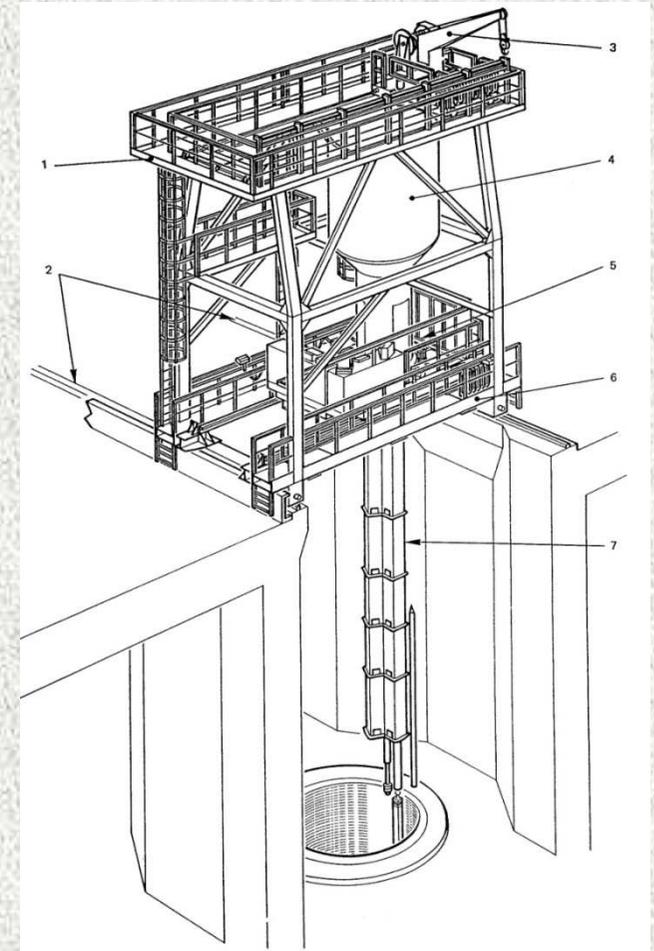
Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Système d'inspection pour tubes de guidage E3A MP 2009



MDC Centrale nucléaire  
E3A MP 2004

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse



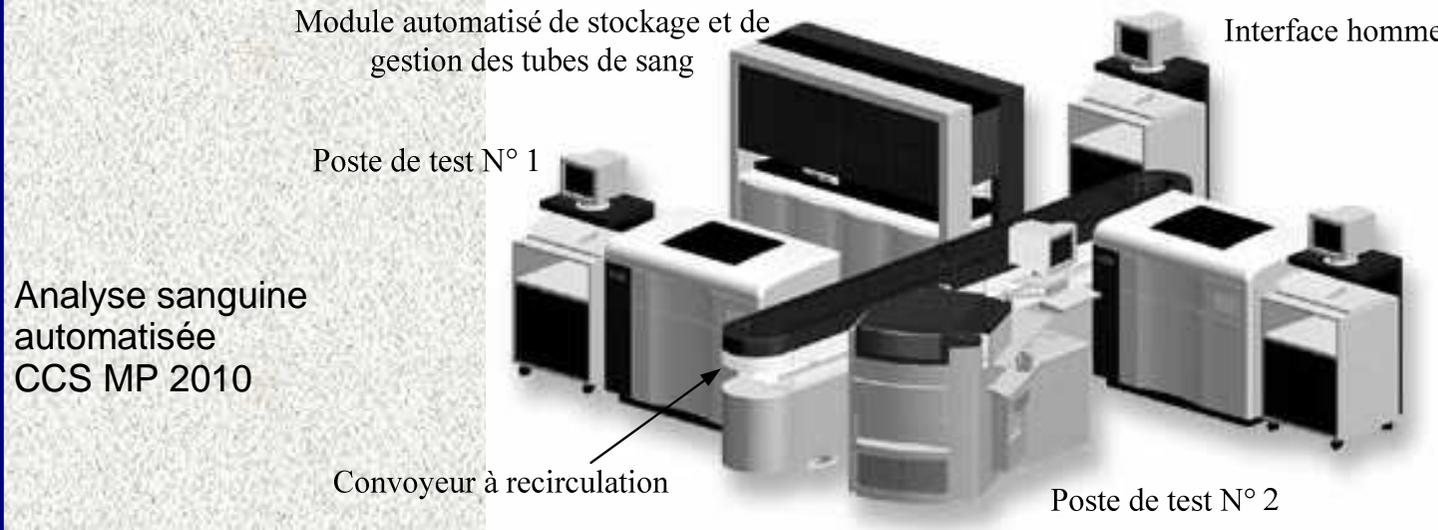
Excimer  
X ENS PSI 2004



La robotique au service du handicap  
CCS PSI 2010

Module automatisé de stockage et de gestion des tubes de sang

Interface homme / machine



Analyse sanguine automatisée  
CCS MP 2010

# Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

## L'ÉVALUATION AUX CONCOURS

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle



Viaduc de Millau PT 2008



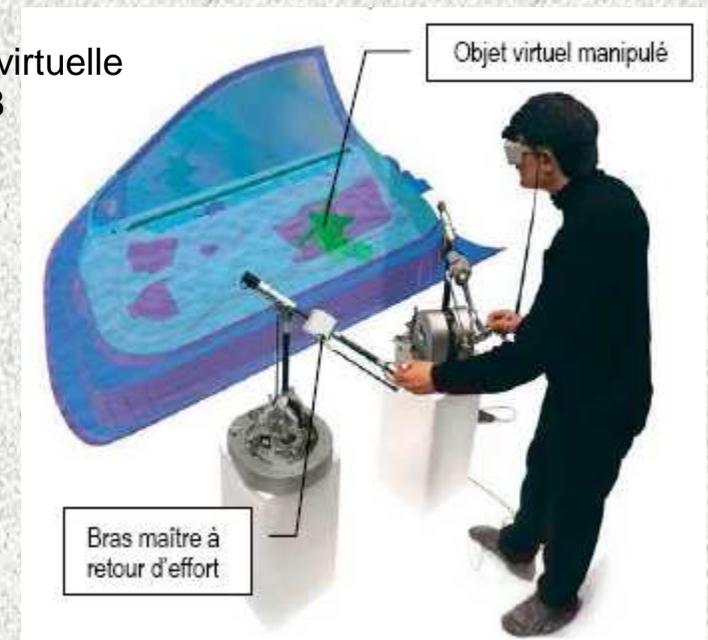
Dameuse PRINOTH EVEREST X ENS 2008

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE



Machine UGV  
Banque PT 2010

Système de réalité virtuelle  
CCMP 2008



Synthèse

# Synthèse

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur permettent d'aborder la complexité des systèmes grâce à l'approche fonctionnelle.

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Les sciences industrielles pour l'ingénieur développent chez les étudiants les compétences pour s'inscrire dans la démarche ingénieur.

Les compétences en sciences industrielles pour l'ingénieur, traduisent un savoir-mobiliser ses connaissances et capacités disciplinaires pour les mettre en œuvre (comportement) dans un contexte inédit.

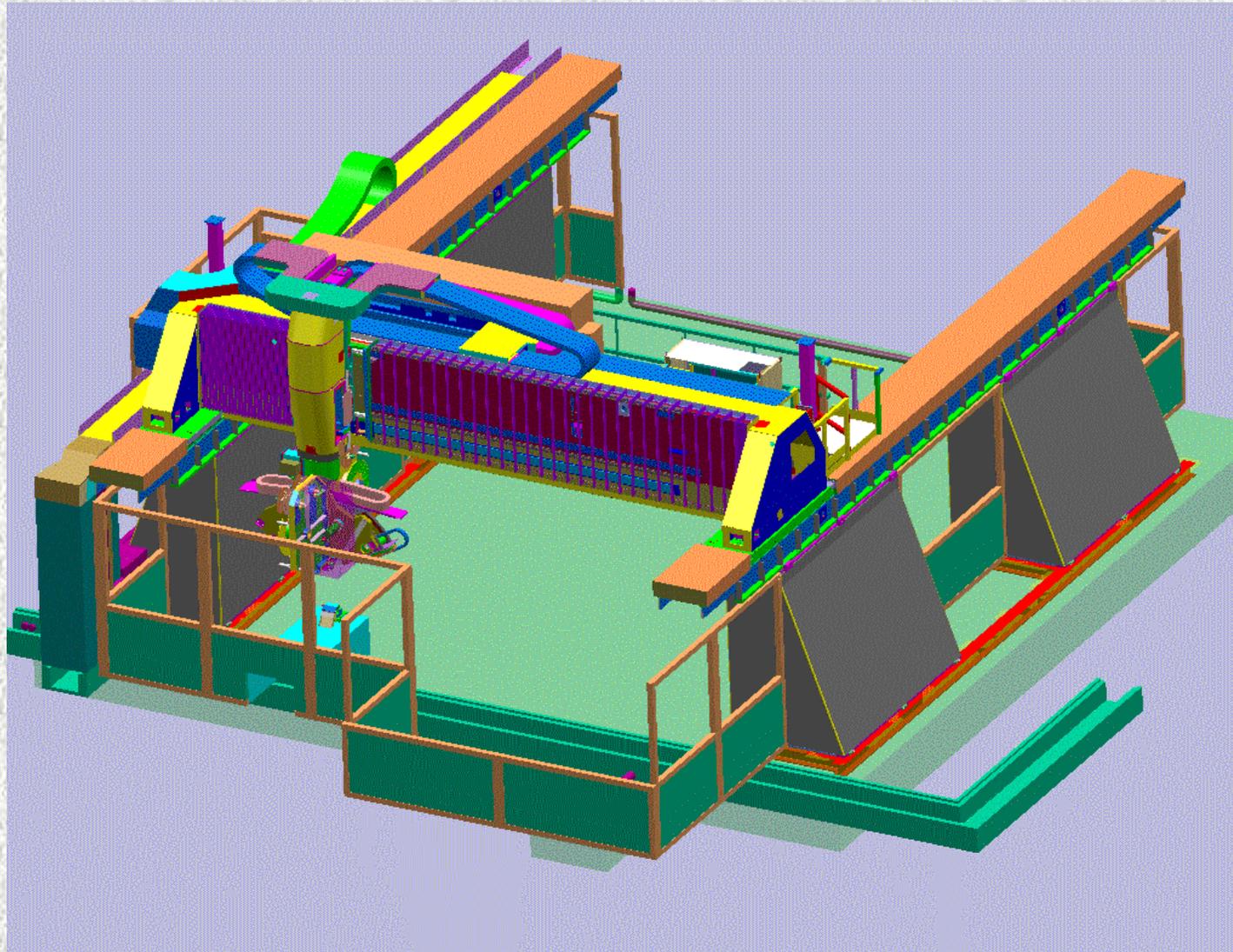
Synthèse

# MACHINE A DRAPER

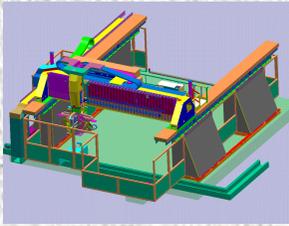
Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Document Forest Liné



# MACHINE A DRAPER

Centre d'intérêt : Statique des chaînes de solides  
Séance de TD  
Mathématique Physique et Sciences de l'Ingénieur

## Savoirs

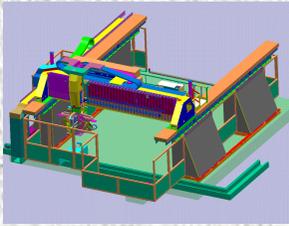
- Modèle d'action mécanique locale (parfaite, frottement, etc.)
- Modèle d'action mécanique globale (parfaite, frottement, etc.) et torseur associé.
- Torseur des actions mécaniques transmissibles par les liaisons normalisées
- Principe fondamental de la statique
- Démarche d'étude permettant la détermination complète ou partielle des inconnues de liaisons

## Savoirs faire

- Proposer ou analyser un modèle d'action mécanique locale avec ou sans frottement
- Déterminer le torseur d'actions mécaniques transmissibles par une liaison (parfaite, frottement)
- Proposer et mettre en œuvre une démarche d'étude permettant la détermination complète ou partielle des inconnues de liaisons
- Justifier la solution retenue.

# MACHINE A DRAPER

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

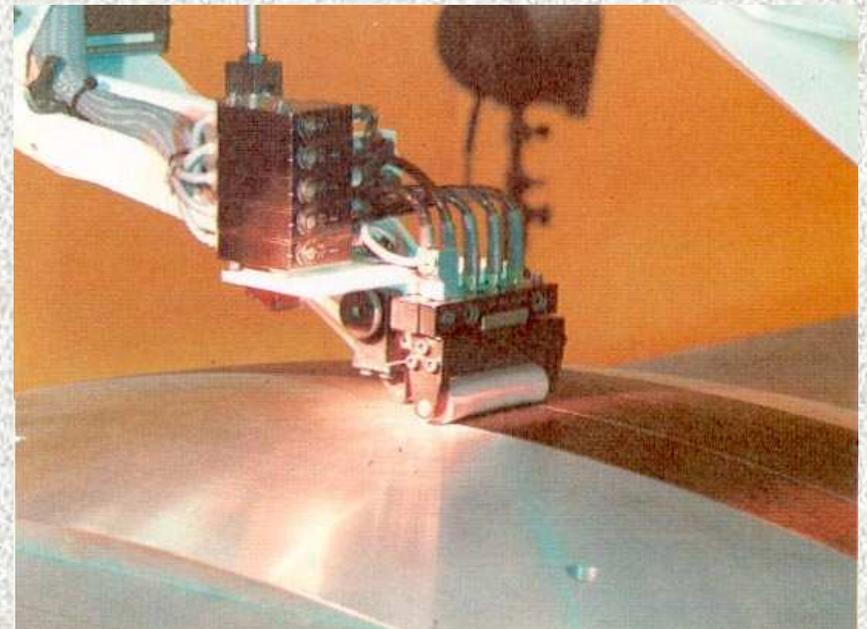


Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

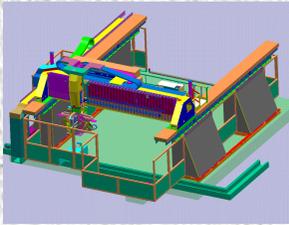
Synthèse



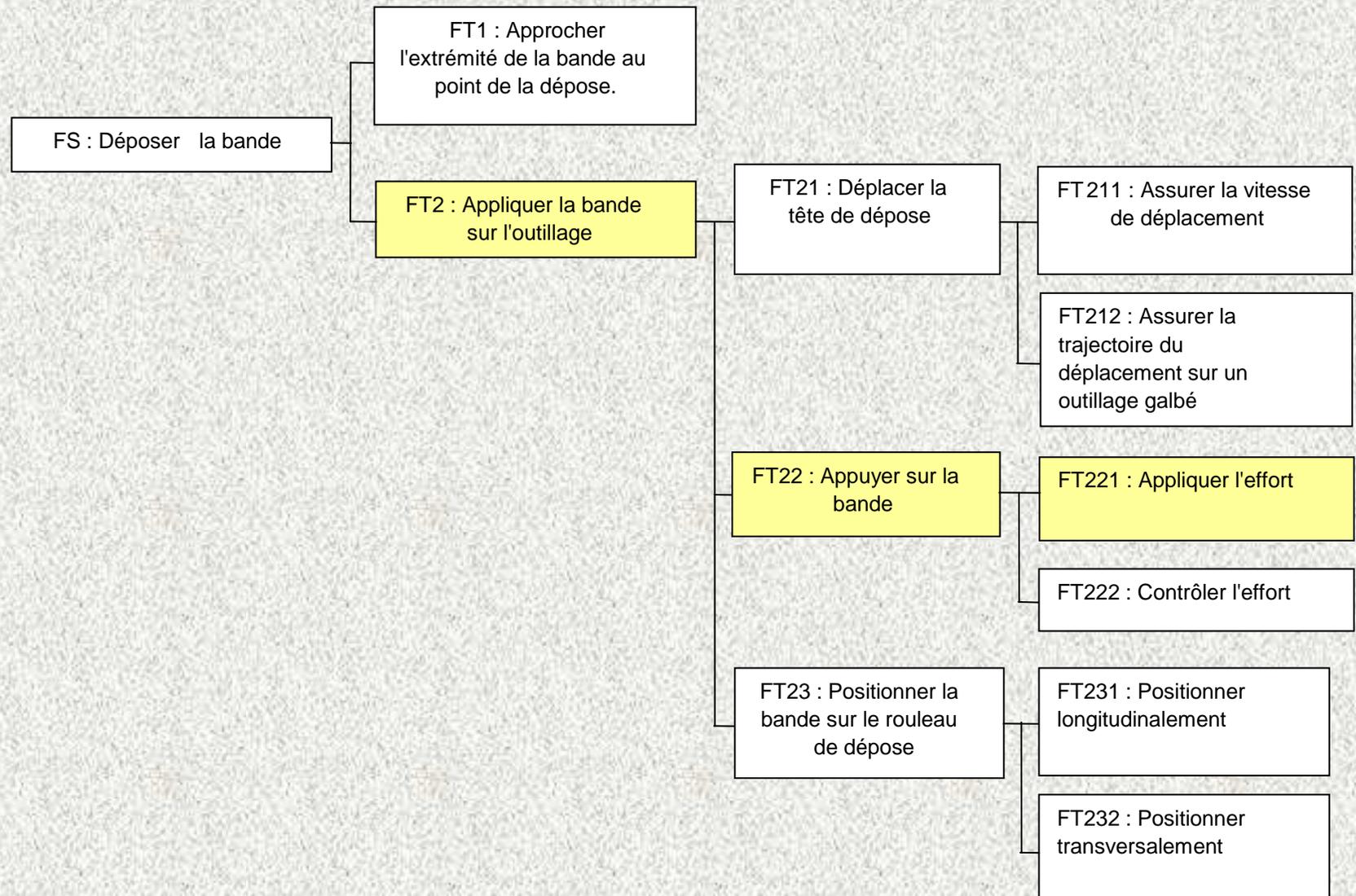
Tete de drapage  
Forest Liné



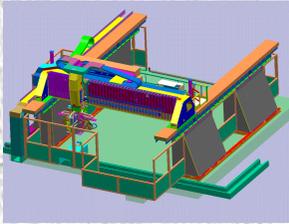
Rouleau de dépose  
Forest Liné



# MACHINE A DRAPER



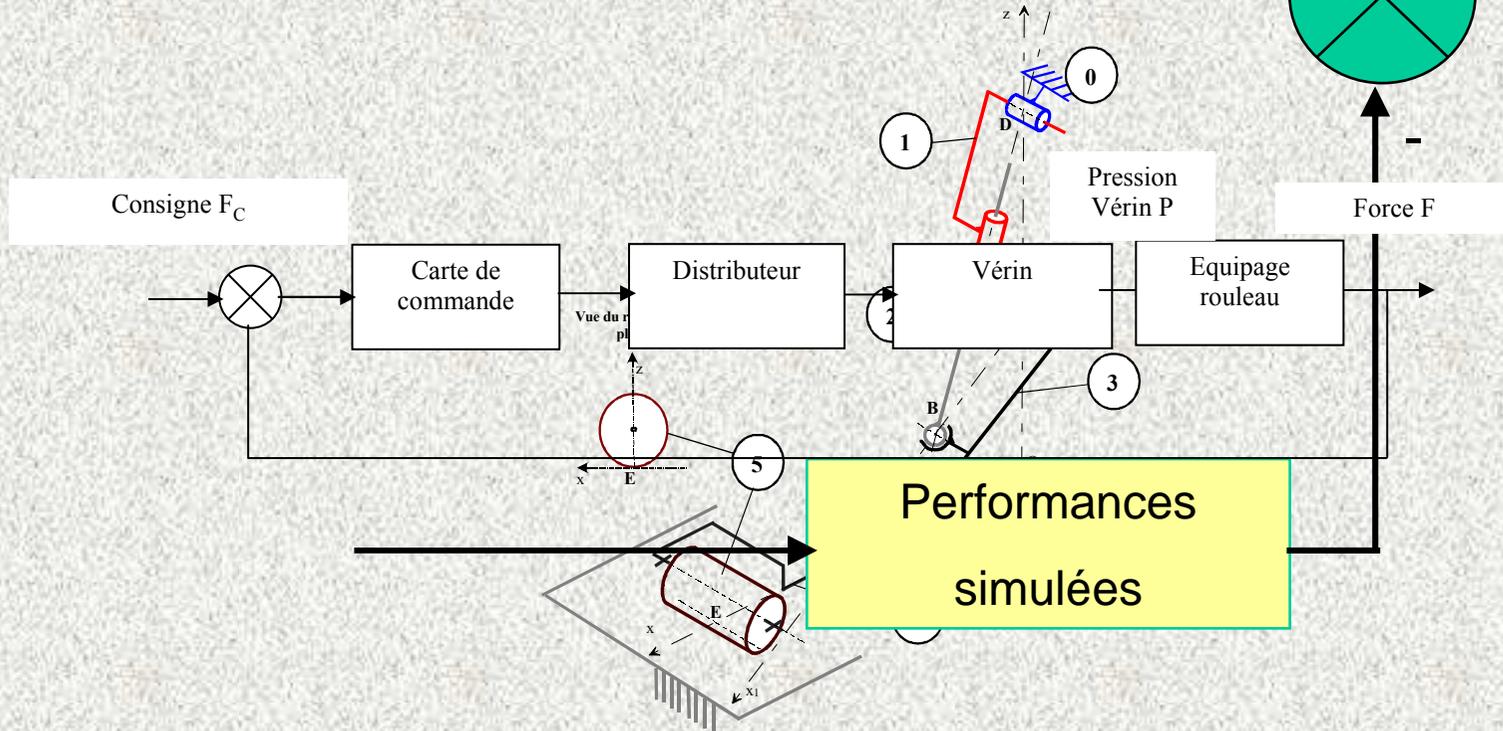
# MACHINE A DRAPER



## Performances attendues

Fonction FT221	Critère	Niveaux
« Appliquer l'effort de consigne »	Effort nominal F	F=10 daN
	Pression d'alimentation	p < 10 bars
	Angle d'inclinaison	$\theta = 20^\circ$
	Pression maximale admissible	p = 50 N.mm <sup>-2</sup>

Ecart  
Modèle /  
CDCF



# Système d'imagerie médicale pour angiographie

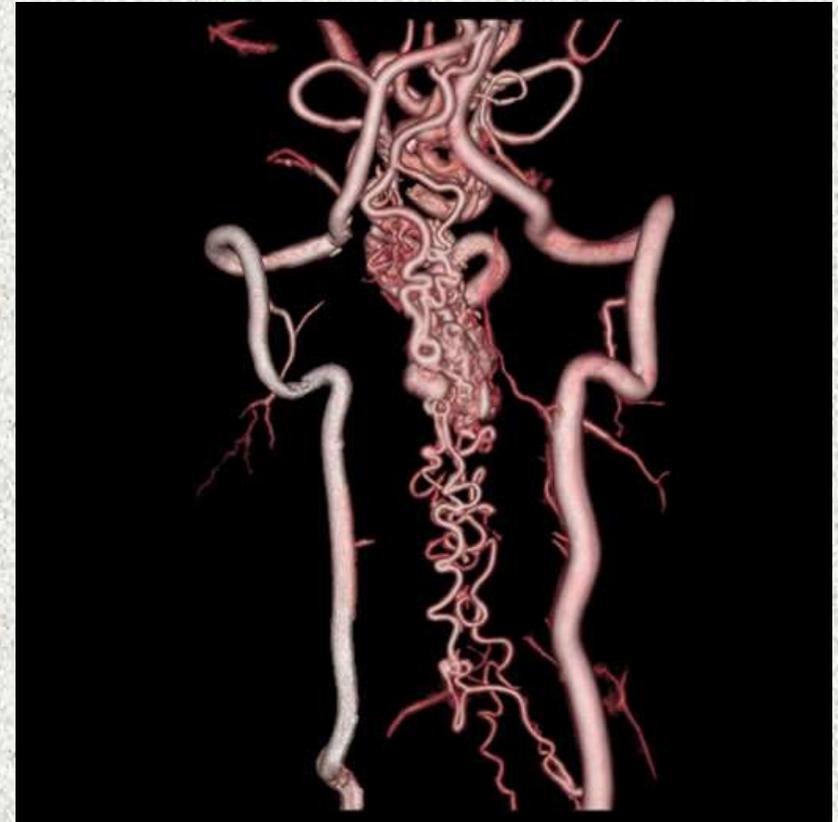
Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Document JA Hopital Bichat



Vaisseau en 3D



# MACHINE A DRAPER

Centre d'intérêt : Dynamique des chaînes de solides  
Séance de TD  
Physique Sciences de l'Ingénieur

## Savoirs

- Masse, centre d'inertie
- Opérateur d'inertie
- Energie cinétique d'un système de solides
- Puissances développées par les actions mécaniques extérieures et intérieures à un système de solides en mouvement par rapport à un repère
- Théorème de l'énergie cinétique en référentiel galiléen
- Démarche permettant la détermination des inconnues de liaison ou les efforts extérieurs spécifiés dans le cas où le mouvement est imposé.

## Savoirs faire

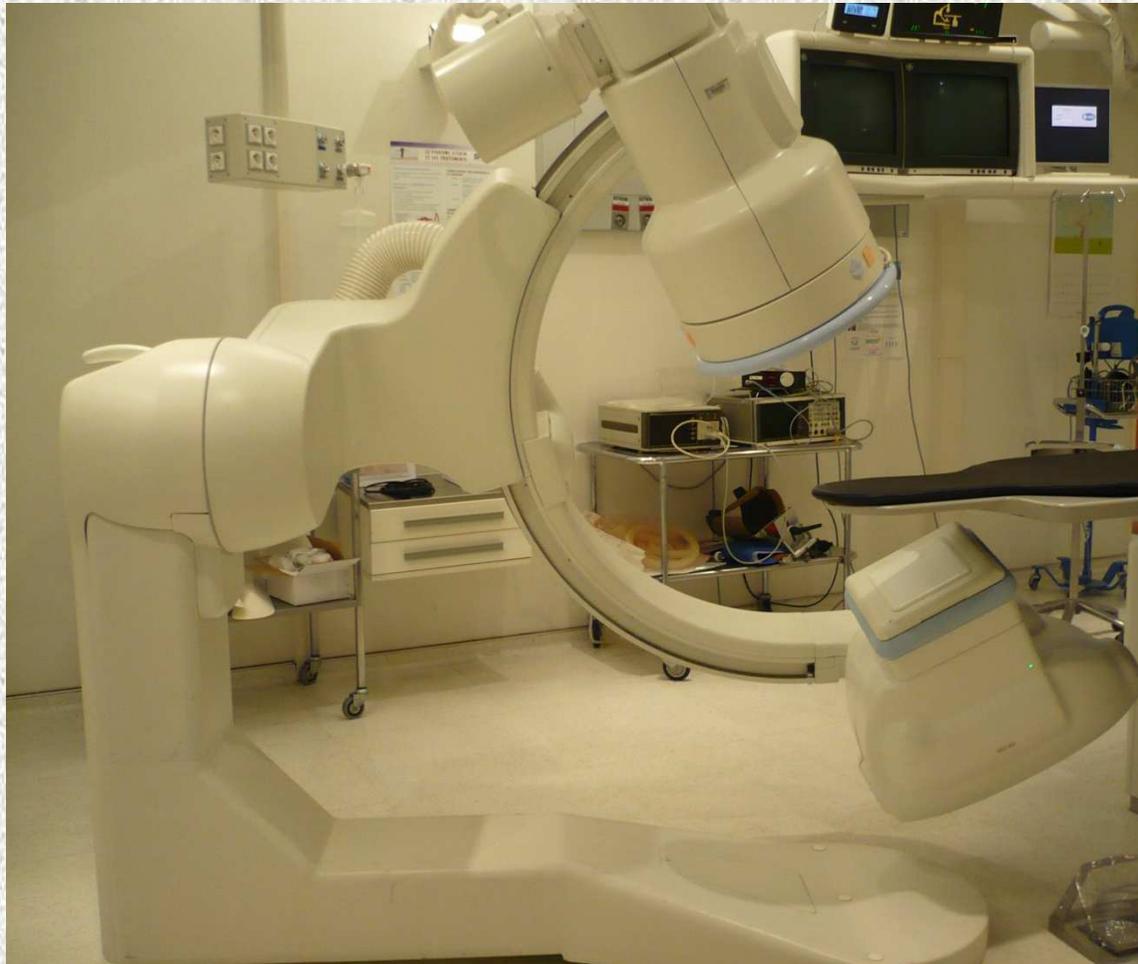
- Déterminer la forme de la matrice d'inertie d'un solide à partir de sa géométrie
- Déterminer le torseur cinétique d'un système de solides
- Déterminer le torseur dynamique d'un système de solides
- Déterminer l'énergie cinétique d'un système de solides
- Déterminer la puissance des actions mécaniques extérieures à un système de solides
- Déterminer la puissance des actions mécaniques intérieures à un système de solides
- Choisir la démarche appropriée permettant la détermination de la loi de mouvement ou des inconnues de liaisons
- Mettre en œuvre une démarche permettant la détermination des inconnues de liaison ou les efforts extérieurs spécifiés dans le cas où le mouvement est imposé

# Système d'imagerie médicale pour angiographie

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse



Document JA Hopital Bichat



Document JA Hopital Bichat

# Système d'imagerie médicale pour angiographie

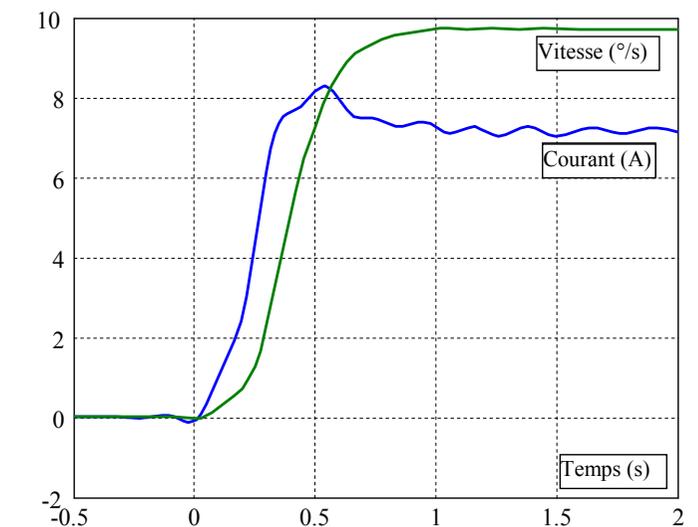
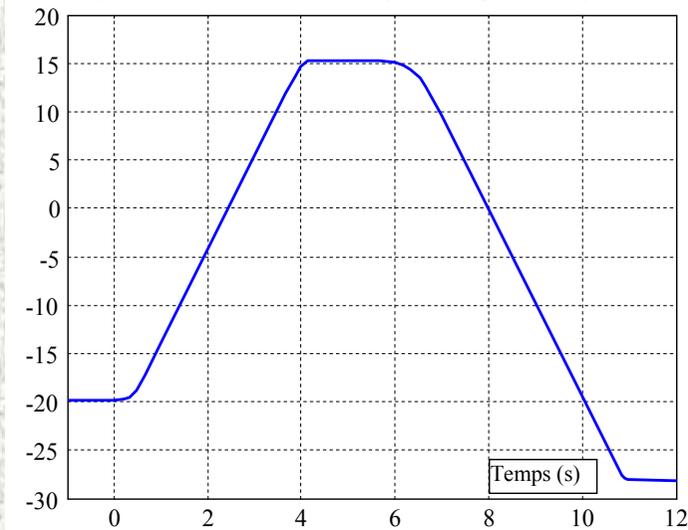
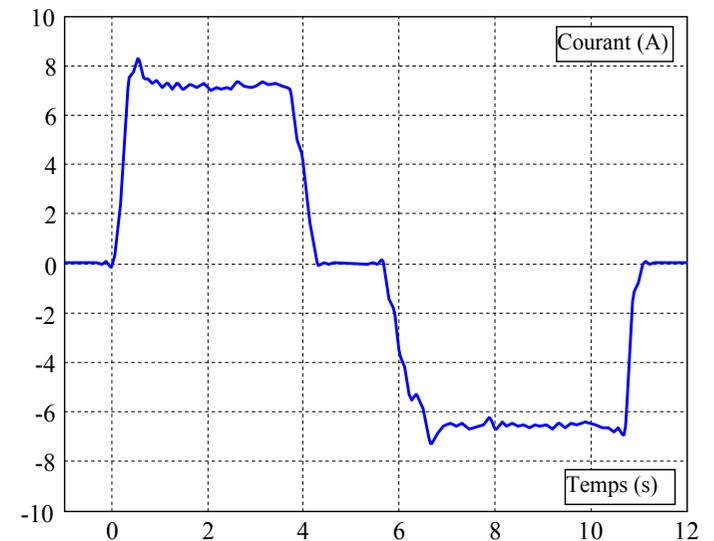
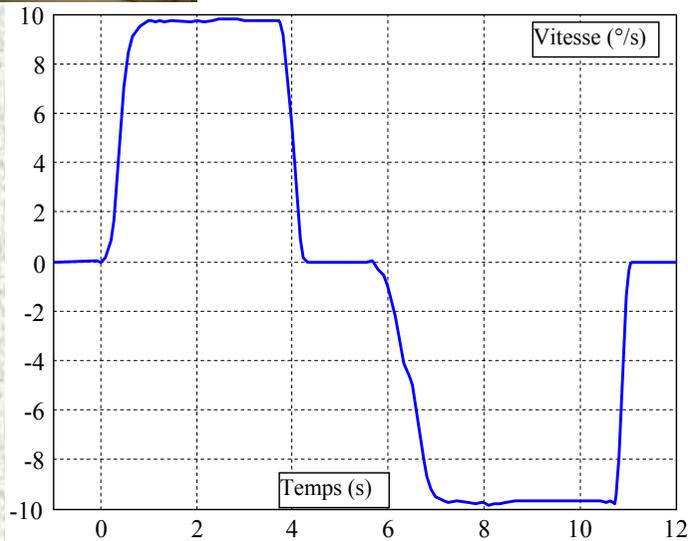


Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

Un essai à  $10 \text{ } ^\circ\text{s}^{-1}$



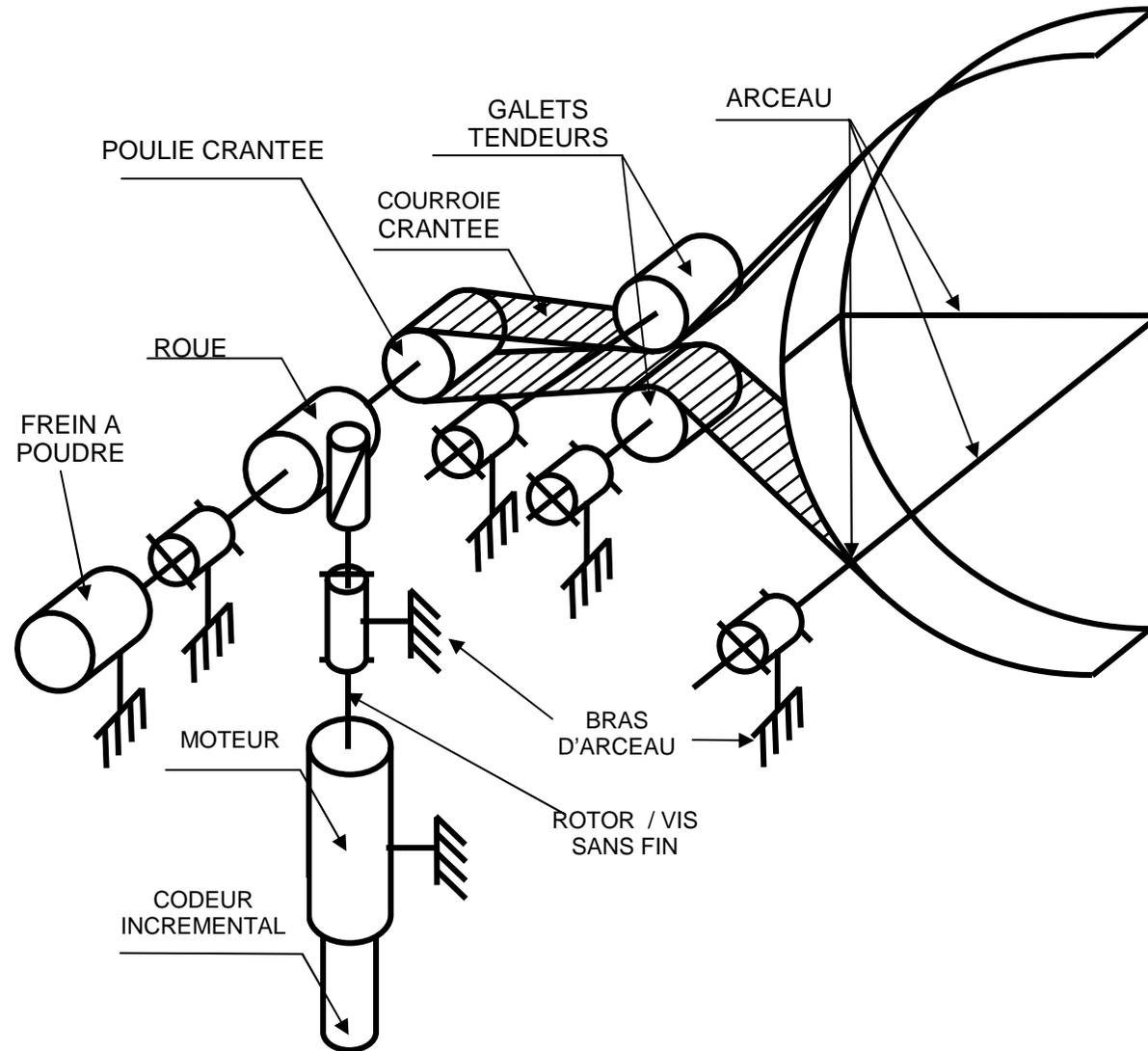
# Système d'imagerie médicale pour angiographie

Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle



Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse



# Système d'imagerie médicale pour angiographie

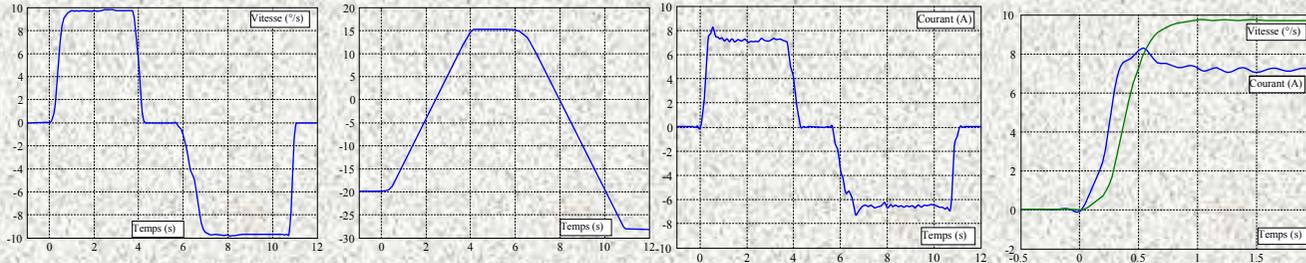


Les ingénieurs face aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE

Synthèse

## Performances mesurées



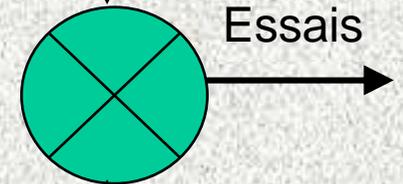
$$i(t) = \frac{J_e}{K_i} \dot{\omega}_{\text{mot}}(t) + \frac{f_{ve}}{K_i} \omega_{\text{mot}}(t) + \frac{1}{K_i} C_{fse}$$

$$f_{ve} = 2,47 \cdot 10^{-3} \text{ mNs}$$

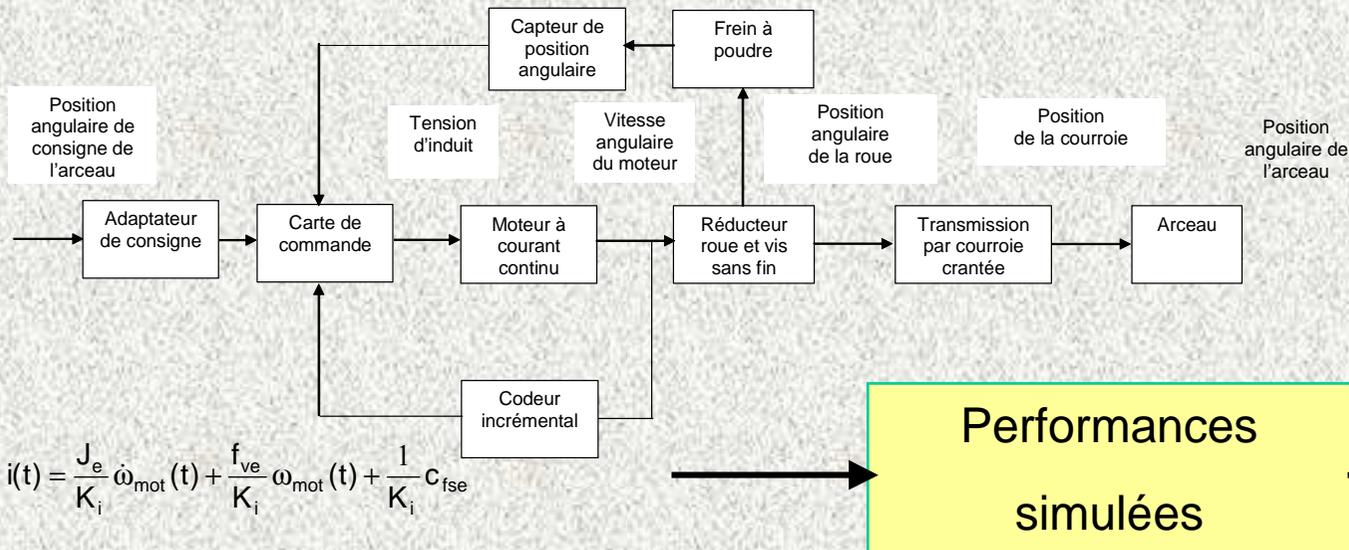
$$C_{fse} = 1,55 \text{ mN}$$

$$J_e = 8,20 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

Ecart  
Modèle /  
Essais



$$J_e = 7,62 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$



$$i(t) = \frac{J_e}{K_i} \dot{\omega}_{\text{mot}}(t) + \frac{f_{ve}}{K_i} \omega_{\text{mot}}(t) + \frac{1}{K_i} C_{fse}$$

Performances  
simulées

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

**Merci de votre attention**

# La filière PTSI PT

Les ingénieurs  
face aux défis  
du XXI<sup>e</sup> siècle

Les sciences  
industrielles  
pour  
l'ingénieur en  
CPGE

Synthèse

