

# La diffusion en libre de Code\_Aster & Mecagora

o La diffusion du code de mécanique Code\_Aster : [www.code-aster.org](http://www.code-aster.org)

➤ **Le contexte :**

- Place de l'activité concernée : la R&D en mécanique
- Pourquoi, comment EDF R&D développe-t-elle ses logiciels ?
- Ce qu'est le logiciel mis en libre : Code\_Aster

➤ **Les motivations :**

- Pourquoi une diffusion externe ?
- Pourquoi le choix d'une diffusion en logiciel libre ?
- Quel « modèle » sous jacent ?

➤ **La mise en libre :**

- La décision, les modalités pratiques
- Premiers éléments de REX

o Le partenariat EDF R&D - Mecagora - Delta Cad

# Place de l'activité concernée : la R&D en mécanique

- o EDF est un exploitant de matériels et ouvrages mécaniques,
  - Parfois co-concepteur, mais pas un producteur de matériels
- o La spécificité du domaine nucléaire :
  - Les exigences de sûreté pour l'exploitant
  - La durée de vie des ouvrages concernés
- o La place de la R&D (et des logiciels associés) en mécanique :
  - pour comprendre un événement imprévu à la conception
  - pour quantifier les marges / étude de conception
  - pour justifier l'utilisation d'un matériel ou process
- o Des enjeux différents de ceux de l'ingénierie manufacturière :
  - Ce n'est pas (ou peu) une R&D de conception à finalité concurrentielle

# Pourquoi, comment EDF R&D développe-t-elle ses logiciels ?

o Sur avis du Conseil scientifique d'EDF en 1988 :

- Volonté de maîtrise des modèles numériques (indépendance / constructeurs)
- Volonté de capitalisation des travaux de R&D dans un code unique
- Permettre un transfert rapide de la R&D vers l'ingénierie (indépendance / éditeurs)
- Pouvoir construire des solutions métiers intégrées (approche « composants »)
  - > choix d'un modèle de développement en interne

o Une organisation interne de développement proche du modèle « libre »

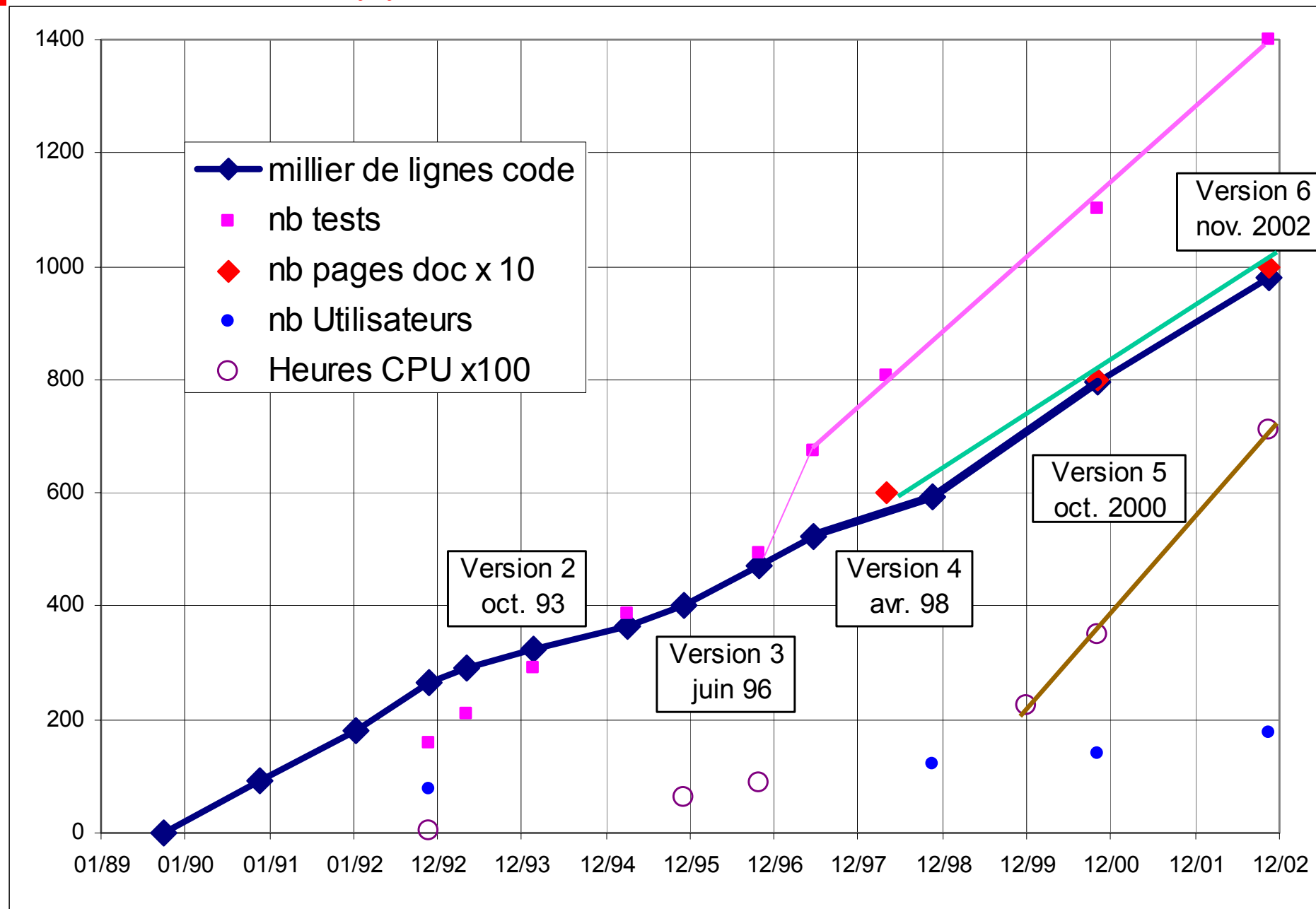
- Une organisation en réseau dans un système matriciel
  - Une équipe centrale responsable du code
    - Pour le développement : architecture, gestion de configuration, AQ
    - De son exploitation : Serveur de calcul, Maintenance, Formation, Assistance,...
  - Des projets « applicatifs » apportant de nouvelles modélisations dans le code
    - Génie Civil, Stockage, Séisme, Soudage, Rupture,...
  - Pas de cahier des charges, pas de cycle en V

# Ce qu'est le logiciel mis en libre : Code\_Aster

o Un logiciel scientifique applicatif développé et utilisé depuis 14 ans

- 1 Million de ligne de code (fortran + python)
- 1 Million de lignes de tests de non régression et de qualification
- 10 000 pages de documentation (5 manuels en 9 tomes)
- 200 utilisateurs à EDF (30 sous traitants) : 70 000 heures de calcul/an
- Une équipe centrale de vingt personnes
- Une douzaine de projets applicatifs porteurs de nouveaux modèles
  - représentant 50% de l'effort de développement et 30 développeurs / version
- Une version industrielle tous les deux ans (release semestrielle)
- Un incrément de version de développement toutes les semaines
  - Accessible en réseau à l'ensemble des contributeurs
- Un site intranet et un serveur de calcul en « extranet »

# Code\_Aster en chiffres :



# Code\_Aster en résumé

- o Un solveur généraliste qualifié IPS (Version 6)
- o & une plate forme de développement au service de la R&D (Version 7)
  - Modélisations 3D ; 2D et coques ; tuyaux ; poutres ; barres : 360 Éléments finis
  - Équations de conservation :  
Mécanique, Thermique, Acoustique, Thermo-Hydro-Mécanique non saturée
  - Une architecture multi-physique (thermique, métallurgie, béton, milieux poreux, fluence)
  - Comportements mécaniques non linéaires : 72 lois de comportement  
élastique non linéaire, élastoviscoplastique, endommageant  
avec effets de variables « auxiliaires » :  
Température, Structure métallurgique, Hydratation, Séchage, Fluence
  - Mécanique de la rupture, fatigue
  - Non linéaire géométrique (grandes transformations)
  - Contact - frottement
  - Un langage de commande par objet avec structure de contrôle ; 200 opérateurs
  - Un éditeur interactif de fichier de commande
  - Des solutions métiers intégrées (coudes, piquages, post réglementaires,...)

# Les usages de Code\_Aster aujourd'hui

## o Deux types d'analyses :

- **Comportement en situations accidentelles et durée de vie** **IPA**
  - Séisme, APRP, Rupture brutale, Fissuration, perte de précontrainte,...  
« Réévaluation » de sûreté
- **Ingénierie du Parc en Exploitation** **IOP**
  - Non nocivité de défaut, étanchéité,...  
Justifier de la tenue en service

## o Trois types d'ouvrages :

- **Chaudière nucléaire**
  - Cuves, GV, Pressuriseur, Pompes, Tuyauteries Primaires et Secondaires
- **Production et transport d'électricité**
  - Groupe turbo-alternateur
  - Pylônes, lignes aériennes, câbles souterrains
- **Ouvrages de génie civil**
  - Enceintes des centrales nucléaires
  - Ouvrages hydrauliques
  - Sites de stockage

# Exemples d'études récentes

- Vieillessement des enceintes : Béton précontraint, fluage, THM
- Analyse des solutions de stockage :  
Excavation avec prise en compte milieux poreux non saturés (THM)
- Dynamique des bâtiments et circuits :  
Séisme-ISS (circuit, bâtiment, réservoir), APRP (Plexus), chute d'avion
- Intégrité du Circuit Primaire Principal :  
Modélisation 3D des piquages inclinés moulés sous choc thermique
- Durée de vie de la cuve :  
Corrélation Résilience - Ténacité ; Calcul 3D de la cuve (106 ddls)
- Comportement des assemblages combustibles :  
déformation sous irradiation, fretting vibratoire,...
- Fissuration des Rotors et Disques : contact, rupture, performances
- Étanchéité : Robinetterie, Pompes, GV :  
Clapet Chinon, Vannes Delas, bouchons soudés, pompe primaire...
- Appui à la codification :  
Études paramétriques de coudes et tuyaux 3D fissurés
- Renforcement et réévaluation tenue des pylônes
- Chauffage des Bâtiments : Optimisation chauffage planchers



# Accéder à Code\_Aster

The image shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the Code\_Aster website. The browser's address bar shows the URL <http://www.code-aster.org/>. The website features a blue header with the Code\_Aster logo and the text "Bienvenue sur le site de Code\_Aster". A navigation menu includes links for "Produit", "Utilisation", "Développement", "Forum", "Services", and "Téléchargement". On the right side, there are links for "Rechercher", "Plan du site / Aide", "Nous contacter", and "Identification". A section titled "Actualités" lists recent news items with dates and titles. Below the browser, a software application window titled "EFICAS v0.1" is open, showing a tree view of a project file "adlv100m.comm" and a dialog box for entering a value.

**Code\_Aster**

## Bienvenue sur le site de Code\_Aster

Rechercher  
Plan du site / Aide  
Nous contacter  
Vous n'êtes pas identifié...  
Identification

Produit | Utilisation | Développement | Forum | Services | Téléchargement

**Afficher les Actualités**  
**Afficher l'Agenda**

**07/11/02** Journée annuelle des Utilisateurs de Code\_Aster aura lieu à Clamart (92) le 13 mars 2003.

**16/07/02** Aster-Echos n°38 est disponible (page [Aster-Echos](#)).

**23/05/02** Des [exemples d'utilisation](#) du langage Python dans vos fichiers de commandes Aster

Communiqué de presse (FR) PDF  
Press Release (ENG) PDF  
Pressemitteilung (DE) PDF  
Comunicado (ES) PDF

### Produit

Présentation de Code\_Aster et de ses outils, exemples d'applications

### Utilisation

Prise en main, exemples détaillés, documentation, formations

### Développement

Travaux dérivés, suggestions, réseau de développement

### Forum

Forums de discussions

### Services

Offre de Service, fiches d'anomalies

### Téléchargement

Téléchargements de Code\_Aster et des outils

EFICAS v0.1

Fichier Edition Affichage Options

New Open Save Find Exit

adlv100m.comm

- adlv100m.comm
  - DEBUT :
  - PRE\_IDEAS :
  - LIRE\_MALLAGE : MA
  - AFFE\_MODELE : MO
  - DEFI\_MATERIAU : AIR
  - DEFI\_MATERIAU : EAU
    - FLUIDE :
      - RHO : 1000.0
      - CELE\_R :
  - DEFI\_MATERIAU : ACIER
  - AFFE\_MATERIAU : CHM
  - AFFE\_CHAR\_MECA : SURFLIBR
  - AFFE\_CHAR\_MECA : GUIDAGE
  - CALC\_MATR\_ELEM : MK
  - CALC\_MATR\_ELEM : MM
  - NUME\_DDL : NDDL

Saisir valeur Insérer commentaire

Valeur :

Un réel est attendu

Documentation Supprimer

Intranet local

San... Micr... Net... 16:35

# Les développements en cours

## o Le Génie Civil

- Comportement béton pour tenue enceintes

## o Le Stockage (BO-BG)

- Thermo-Hydro-Mécanique couplée ; collaboration avec ANDRA  
R&D support à la démonstration de sûreté

## o Le probabiliste et le contrôle - qualité des résultats

- Outils déterministes pour l'analyse probabiliste : incertitudes, sensibilités
- Contrôle des résultats (indicateurs d'erreur, adaptation maillage,  $\Delta t$ ,...)

## o Le couplage calcul - mesure

- Identification - recalage modèles ; états initiaux (assimilation de données)
- Retour sur conception pour modification de matériels non IPS

## o Les solutions métiers pour l'ingénierie

- Analyses automatisées de piquages, Epicure, lien avec l'OAR,...

## o Le comportement mécanique du combustible

- Déformation assemblage, IPG, HTC, Fretting vibratoire,...

## o Le soudage

- Intégrité de la cuve et soudures des tuyauteries

# Enjeux et perspectives actuels

## o Des enjeux scientifiques, économiques et organisationnels :

- **Étendre les domaines d'application et augmenter la robustesse**
  - Modèles matériaux + sophistiqués VS techniques de résolution robustes, rapides
  - Modéliser les processus : endommagement, soudage,... [+ de physique]
- **Des besoins d'intégration qui se déclinent sous différents aspects**
  - Pré & post graphique + solveur dans un même environnement
  - Conception, exploitation, R&D dans un même environnement  
cohérence des études: solveur RSEM unique pour l'OAR (FRA - EDF)
  - Avec d'autres « domaines » : multi-physique, multi-échelles
- **Le souci de maîtrise des coûts**
  - l'externalisation (Framatome ANP pour SYSTUS)
  - le co-développement inter-organismes  
Exemple de l'OAR (FRA + EDF)  
Le combustible (Pléiades, CEA EDF), le stockage (Alliances, CEA, Andra, EDF)
  - le choix de diffusion en logiciel libre (pour EDF)

# Pourquoi une diffusion externe ?

## o Volonté de contrôle Qualité (développements) & Coûts (Exploitation, Maintenance)

- Tentative de Valorisation externe via 3 concessionnaires (1998-2000)
- Peu de résultats :
  - Produit incomplet (manque d'environnement utilisateur)
  - Implication EDF & concessionnaires trop faible (investissement technique insuffisant)
  - Code sur étagère / marché d'expertise nécessitant adaptation à façon
- Une position de principe : Diffuser à l'externe pour :
  - Accroître la qualité du code (plus d'usages)
  - Accroître le « réservoir » de compétence (utilisation & développement)
    - Pour des partenariats en R&D et la qualité des études sous traitées
  - Sans mobiliser (beaucoup) de forces internes (pas de croissance associée)
  - Sans exiger un retour sur investissement des efforts internes
- La connaissance de l'expérience Open Cascade (Un projet interne avec CAS.CADE)

## o Réflexions sur la possibilité de diffusion en logiciel libre (2000-2001)

- Aspects juridiques, « sociaux », la licence, la recherche d'une core team

# Pourquoi le choix d'une diffusion en logiciel libre ?

o Quatre stratégie de licence : [Laure MUSELLI Paris XIII]

- La valorisation patrimoniale
- Le contrôle des firmes concurrentes
- La création de coopérations sources d'éventuelles économies de R&D
- L'établissement de standard

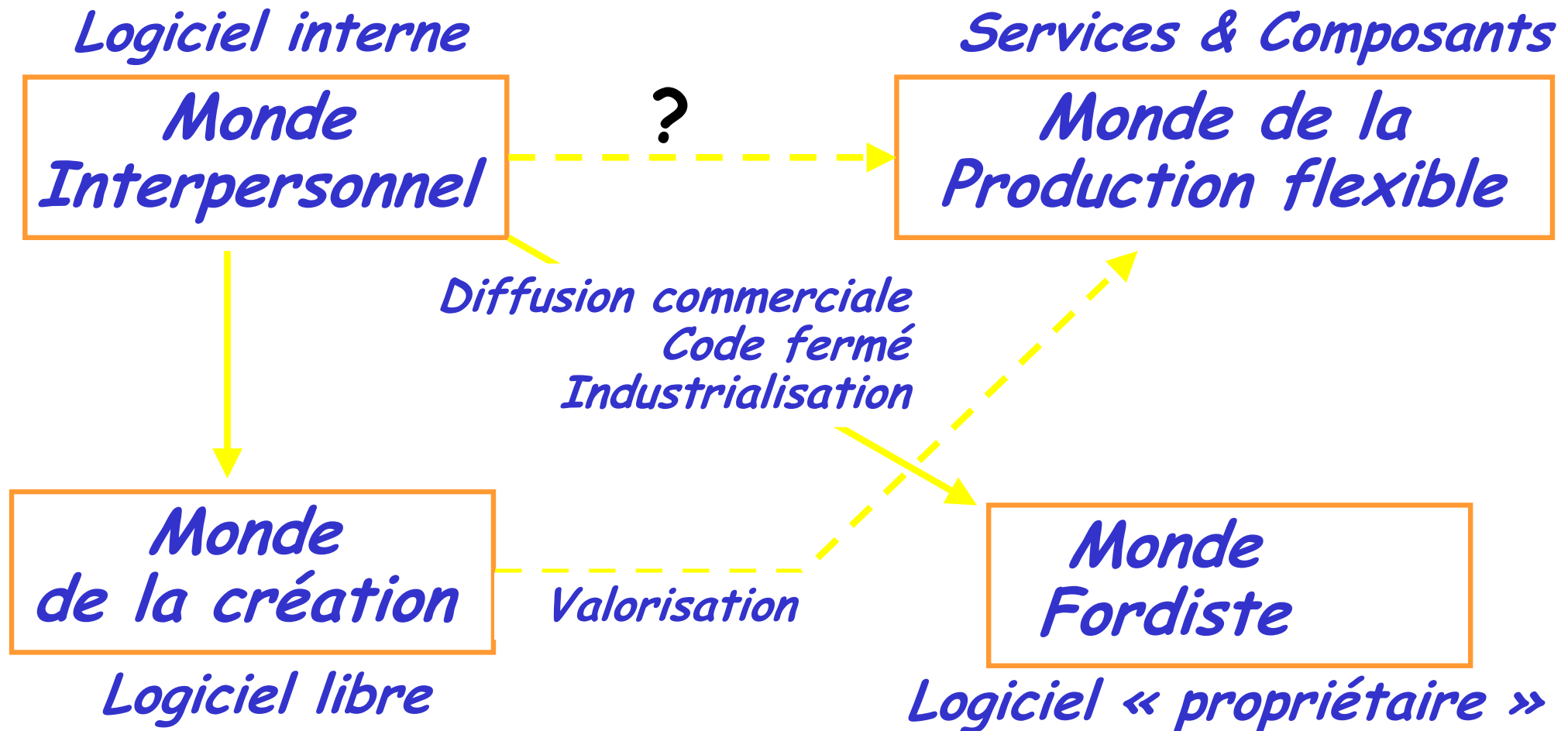
o La diffusion en libre répond à nos objectifs :

- Accroître la qualité du code (plus d'usages)
- Accroître le « réservoir » de compétence (utilisation & développement)
- Sans mobiliser (beaucoup) de forces internes (pas de croissance associée)
- Sans exiger un retour sur investissement des efforts internes

o La diffusion en libre peut permettre d'atteindre :

- les développeurs « en direct » (Université, Recherche : peu solvables)
- les utilisateurs au travers de distributeurs qui ne sont pas assujettis à « amortir » le coût du logiciel

# Quel « modèle » sous jacent ?



o Projet RNTL : « Nouveaux modèles économiques, nouvelle économie du logiciel »  
Jullien ; Clément-Fontaine ; Dalle

- Stratégie de libération du code source d'un logiciel par une entreprise ; F. HORN

# La décision

## ➤ Juillet 2001

- Obtenir, sous trois ans que Code\_Aster soit reconnu par une communauté représentative d'organismes (entreprises, R&D, formateurs,...) comme un code non linéaire de qualité et une structure d'accueil pérenne et ouverte.
- Faire émerger des candidats à des collaborations pour gagner en qualité et efficacité dans nos partenariats et relations externes.
- La première version exécutable le 19 octobre 2001,
  - avec toute la documentation et les tests
- Les sources depuis le 15 décembre 2001

# Les modalités pratiques

## o Le choix de la licence :

- S'assurer des aspects juridiques : responsabilité, ... ? / tribunal compétent
- Permettre des travaux dérivés sans risque / statut initial du code
  - Code\_Aster est un applicatif, interfaçable mais pas une bibliothèque
- Bénéficiaire de la communauté du libre
  - Le choix de la GPL : la référence (70% des logiciels diffusés en libre)

## o Manager le changement en interne :

- si on donne mon travail cela signifie qu'il ne vaut rien ?
- une implication nécessaire pour animer les forums
- rester une fonction interne et non une star up de la nouvelle économie

## o Les efforts complémentaires :

- Trois sessions de formations gratuites ; une aide à l'installation pdt 3 mois
  - une vingtaine d'organismes formés

## o EDF auteur seul : pas de positionnement sur les services, pas de core team

## o Ce que l'on diffuse : sources et exe linux de la version de DVP tous les 6 mois



# Quels résultats après 18 mois ?

- o + de 500 téléchargements de chaque version (6.3 ; 6.4 ; 7.0)
  - 130 entreprises ou centres de recherche et 140 labo universitaires identifiés
  - 300 visiteurs par jour, 2200 par semaine (+ 40% depuis octobre 2002)
  - 625 internautes identifiés (hors EDF) ; ~ 1500 messages sur les forums
    - 125 auteurs de message ; 60 inscrits à la journée aster libre du 14/10
- o 2 sociétés positionnées comme distributeurs de service autour de code\_aster
  - versions Windows, formations (UTL & DVP), réalisation de solutions métiers
- o Une « appropriation » intéressante par le secteur enseignement & recherche univ.
- o Quelques entreprises s'approprient le code pour leurs besoins
  - d'études plus que de développements (? Visée du marché EDF)
- o Un intérêt certain mais un marché encore très limité : constante de temps ?
- o Pas de construction communautaire du logiciel
  - des contributions plutôt périphériques quelques remontées d'anomalies
  - pas de core team la version libre est la version de dvp d'EDF

# Quelques « enseignements »

## o Des surprises :

- Ce n'est pas forcément là où pensait que cela « marche » le mieux
  - Labos universitaires sans « passé » avec EDF
  - Secteurs techniques éloignés du nucléaire (ex : biomédical)
  - Et aussi des succès « internes »

## o Ne pas sous estimer les constantes de temps nécessaires au dvp de compétences

## o Intéressant pour notre politique achat et de partenariat

- Rend possible le développement de compétences hors financement EDF

## o Un modèle de diffusion sans « business plan » associé :

- Un atout / constantes de temps
- Mais attention à assurer l'animation minimale

## o L'ambiguïté de l'auteur qui n'est pas distributeur

- Comment « gérer » les intérêts potentiels associés aux téléchargements

## o Une réalité qui tranche avec la « culture » EDF

- Téléchargements et actions « personnelles »

# Le projet de partenariat avec Mecagora

o L'objet du partenariat [ EDF R&D - Mecagora - Delta Cad ] :

➤ la réalisation d'un CD Rom support à l'enseignement

- Code\_Aster interfacé avec GiD
- Un tutorial et des exemples

➤ l'organisation conjointe de la première journée aster libre le 14/10 à l'UTC

o Des intérêts techniques & stratégiques

➤ amélioration de l'« offre » aster : GiD, tutorial, CD Rom pour Install

➤ cible et thématique de diffusion intéressante

- la formation ; des acteurs de la communauté mécanicienne de la recherche ;
- l'usage de la technologie Internet

o En cohérence avec nos objectifs de diffusion

o Voir le site ; qqs programmes ; imprimer liste tele

o Présentation progr journée 14 (léger)