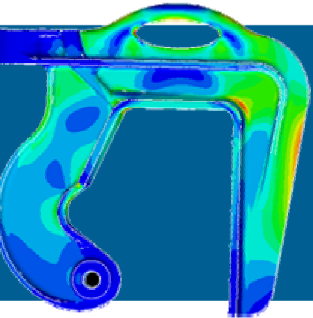
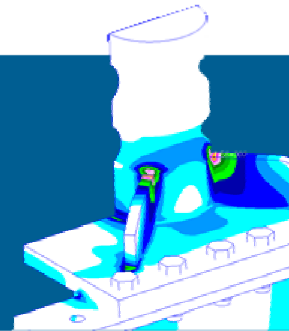


JOURNÉE SIMULATION NUMÉRIQUE
PARIS - JEUDI 7 OCTOBRE 2010



Principaux résultats et avancées majeures issus du projet collaboratif EHPOC



Jacques DUYSSENS, Michel NAKHLE

CS Communication & Systèmes

Direction Technique Activité Aéronautique, Énergie et Industrie

Journée organisée par l'Atelier Simulation Numérique de Micado

Sommaire

- EHPOC :
 - Feuille de route HPOC (\leftrightarrow MOSART)
 - Enjeux
- Projet :
 - Résumé
 - Lotissement & verrous
 - Quelques chiffres
- Principaux résultats (liste non exhaustive) :
 - Démonstrateurs des WP1.4 et WP2.2
 - *Outils & démonstrateurs du WP1.1*
 - *Outils & démonstrateurs du WP1.3*
 - *Démonstrateurs du WP2.1*
 - *Démonstrateurs du WP3.2*
 - ...

Le projet EHPOC

SYSTEM@TIC PARIS-REGION

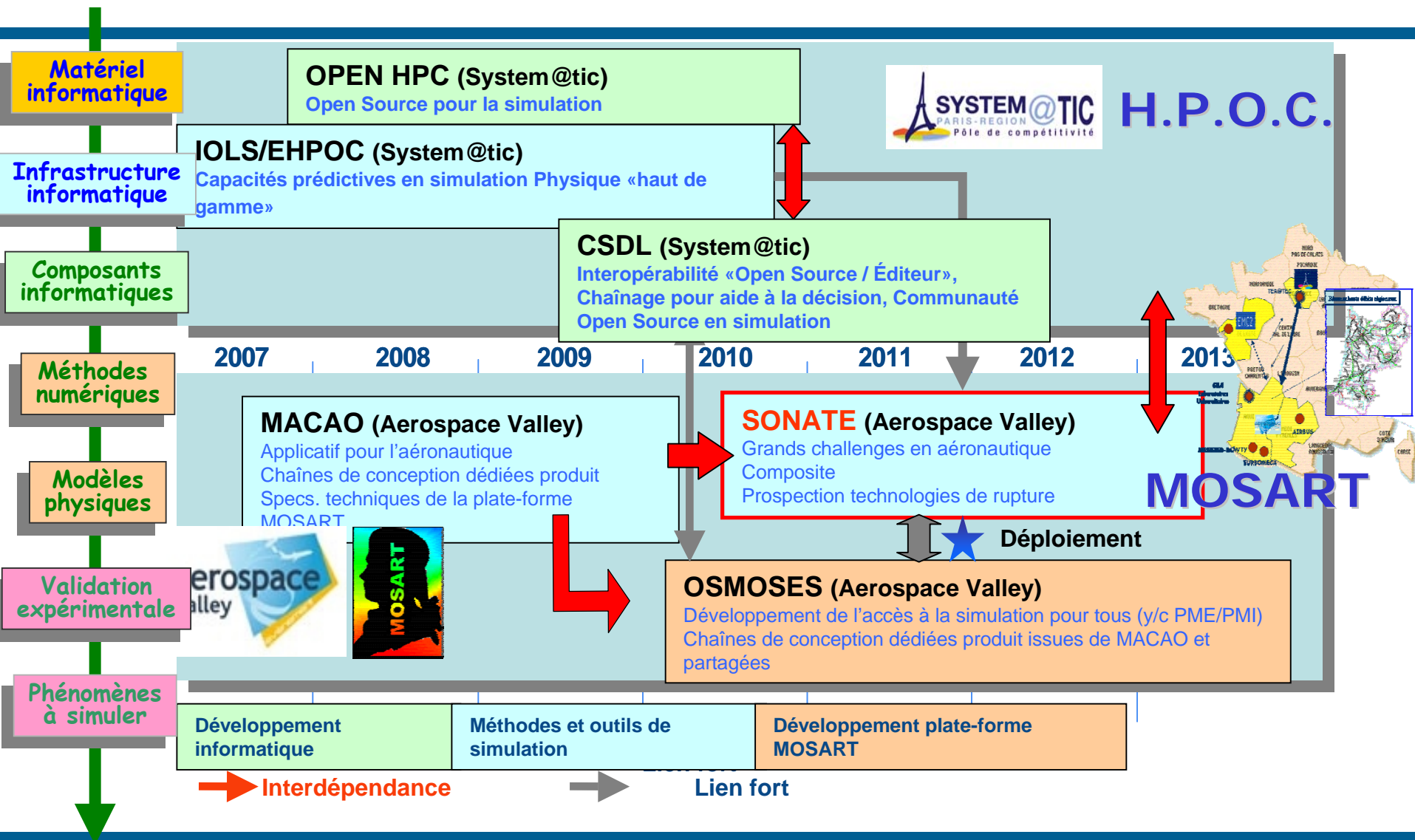
Environnement Haute Performance pour l'Optimisation et la Conception



a bénéficié du soutien de la DGCIS, du CG78, du CG91 et du CRIF



EHPOC, feuille de route R&D 1/3



EHPOC, feuille de route R&D 2/3

EHPOC2

IOLS

- Conception et développement de plate formes et logiciels génériques pour la simulation (coupleurs, maillage, visualisation ...)
- Solutions logicielles industrialisables pour les problématiques matériaux (Vieillessement, assemblage, matériaux nouveaux)

EHPOC

- Adaptation des outils génériques et mise en œuvre sur les architectures haute performance
- Conception et intégration d'outils d'optimisation globale et de maîtrise des incertitudes
- Mise en œuvre dans des processus industriels pilotes (automobile, aéronautique, énergie ...)

- DDDAS⁽¹⁾
- Généralisation industrielle
- Utilisation et déploiement
- Intégration au niveau du projet CSDL⁽²⁾

- 1 Dynamic Data driven Applications System
2 Complex Systems design Lab

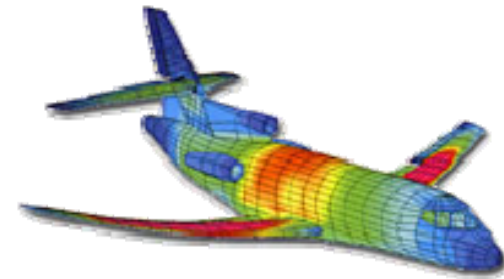
EHPOC, enjeux 3/3

- Sécurité des moyens de production
- Maîtrise du coût de l'énergie (optimisation du combustible, augmentation de la durée de vie des centrales)



Génie civil des ouvrages d'art

- Réduction du temps de cycle de conception
- Suppression du prototype
- Matériaux innovants et réduction du bruit
- Impact environnemental



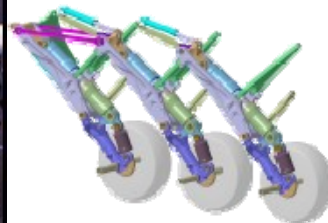
- Réduction des émissions (pollution, acoustique) \Rightarrow réduction de la consommation \Rightarrow réduction du poids des véhicules (sous contraintes de sécurité)



Projet : résumé

Acquis Projet IOLS

- Conception et développement de plate formes et logiciels génériques pour la simulation (coupleurs, maillage, visualisation ...)
- Solutions logicielles industrialisables pour les problématiques matériaux (Vieillesse, assemblage, matériaux nouveaux)



EHPOC : suites directes des acquis logiciels et méthodologiques du projet IOLS

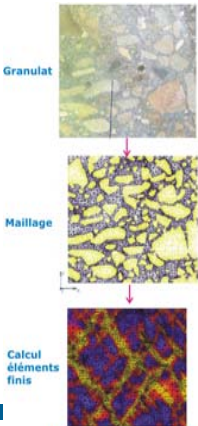
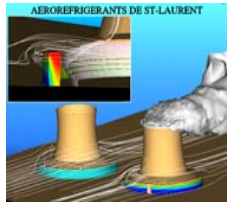
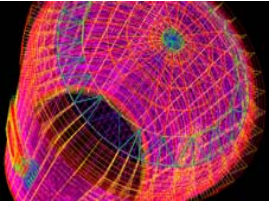
- Industrialisation des outils logiciels et mise en place d'un environnement HPC
- Conception et optimisation globale pluridisciplinaire des systèmes industriels

EHPOC : réponses à de nouveaux besoins industriels

- Maîtrise des incertitudes
- Prise en compte des machines multi-cœurs dans des simulations « challenges » de systèmes complexes

Projet : Lotissement et verrous

Pilote CS



BETON NUMERIQUE
JOURNEE SIMULATION
PARIS - JEUDI 7 OCT

- SP1 : Plate-forme logicielle, Adaptation des outils IOLS au HPC
 - **Adaptation des coupleurs** de logiciels scientifiques parallèles
 - **Génération HPC de maillages** de grande taille (> 500 Millions d'éléments)
 - **Visualisation HPC** de grands volumes de données (une dizaine de Teraoctets)
 - **Démonstration HPC** sur des applications aéronautiques (⇔ MOSART/MACAO)
- SP2 : Outils algorithmiques pour la conception et l'optimisation
 - **Optimisation multidisciplinaire** (suite IOLS)
 - **Lien CAO-Calcul et associativité** (EHPOC)
 - **Traitement des incertitudes** (EHPOC)
- SP3 : Scalabilité des logiciels sur machines pétaflopiques
 - **Stratégies de passage à l'échelle** des logiciels scientifiques sur les nouvelles architectures (EHPOC)
 - **Grands démonstrateurs** : dynamique moléculaire, simulation globale de train d'atterrissage, sûreté nucléaire... (EHPOC)
- SP4 : Applications matériaux, Outils et démonstrateurs industriels
 - **Vieillessement et durabilité** : Identification et maillage des micro structures (suite IOLS)
 - **Assemblage multi-matériaux** : Couplage grande structure et phénomènes locaux aux points d'assemblage (EHPOC)
 - **Nouveaux matériaux** : Caractéristiques optiques (suite de IOLS) et acoustiques (EHPOC) de nouveaux matériaux

Résultats IOLS

- SP1 : Architecture générale et plate forme logiciel générique
- SP2 : Optimisation fluide/structure
- SP4 : Algorithmes et solutions logicielles industrialisables

Sorties EHPOC

- SP1 : Réalisation d'un environnement HPC pour la conception
- SP2 : Chaîne complète de conception (CAO/Calculs/Boucles d'optimisation)
- SP3 : Grands démonstrateurs
- SP4 : Conception et optimisation de matériaux

Projet : quelques chiffres

- Partenaires :
 - Grands groupes : 9
 - PME : 5
 - Recherche publique : 5
 - Centres de recherche : 7
 - Total : 26
- Nombre de livrables :
 - SP1 : 32
 - SP2 : 24
 - SP3 : 10
 - SP4 : 45
 - Total : 111, *dont plus d'une trentaine de démonstrateurs...*
- Effort ~ 95 h.an.

Démonstrateurs du WP1.4

WP1.4 Démonstrateurs HPC aéronautique (MOSART)



WP1.4 Problématique démonstrateurs HPC aéronautique (MOSART)

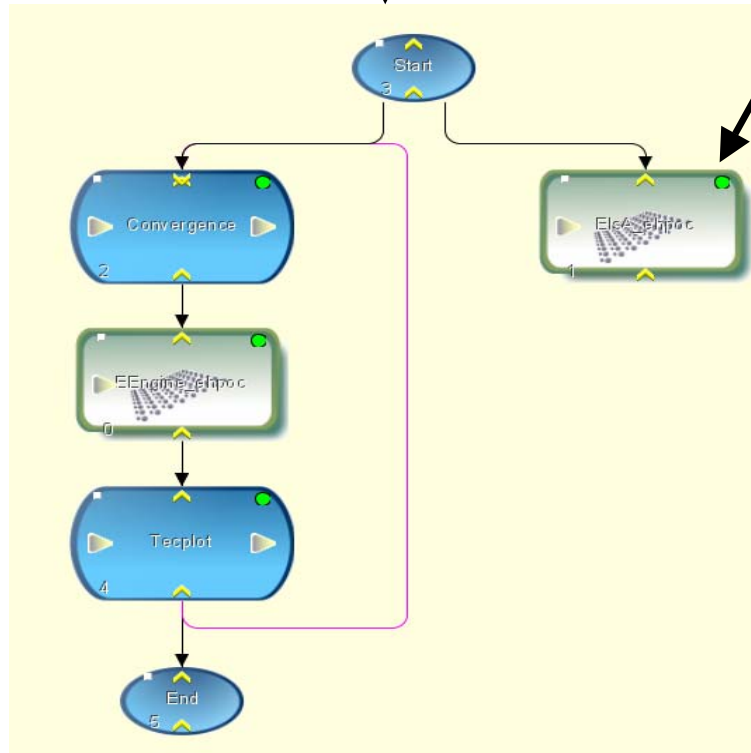
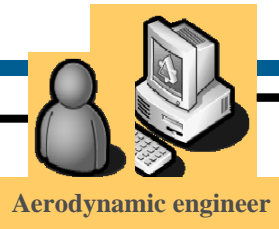
- WP1.4 Spécifications décrivant les fonctions applicatives nécessaire à l'implémentation du démonstrateur - CS :
 - Couplage par échange de données par fichier (V1) puis par flux (V2) en cours de calcul entre un module Aérodynamique basé sur le code elsA et un check de convergence et d'extraction de données surfaciques et volumiques
 - Participation de Fujitsu au projet en vue d'utiliser le composant Synfiniway 3.0 (V1) puis 4.0 (V2)
 - Intégration du logiciel Paraview comme outil de visualisation (V2)

WP1.4 Démonstrateur V2 - 1/4

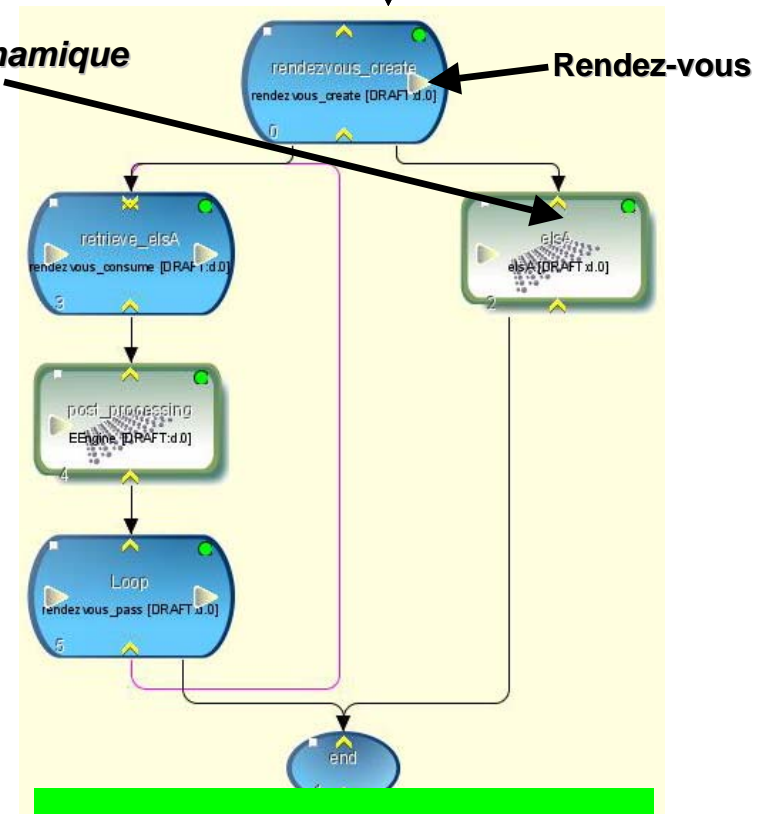
- Couplage en cours d'exécution (code Aérodynamique elsA, post traitement, extraction de données surfaciques, ...) exécutés sur une **grille de calcul hétérogène** :
 - Échange de données par échange de flux & synchronisation des différentes tâches via des points de rendez-vous
 - Visualisation des données en cours de calcul via un "plug-in" installé dans le logiciel Paraview :
 - ✓ IHM simple (sous forme de plug-in), avec 3 champs :
 - login, password, fichiers ou répertoire à récupérer
 - ✓ + Bouton OK -> Lancement d'un script python : connexion à Synfiniway V4.0, récupération du fichier au format voir3D (ASCII) en sortie de elsA, exécution du lecteur, exécution d'un certain nombre de traitements (filtres), rend la main à l'utilisateur

WP1.4 Démonstrateur V2 - 2/4

Lancement processus principal



Calcul Aérodynamique parallèle elsA



Démonstrateur V1 Mars 2010

Échange des données par fichiers

Synchronisation des tâches avec

boucle d'attente

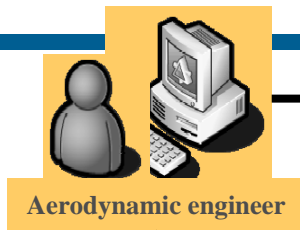
Démonstrateur V2 Septembre 2010

Échange des données par flux

Synchronisation des tâches par

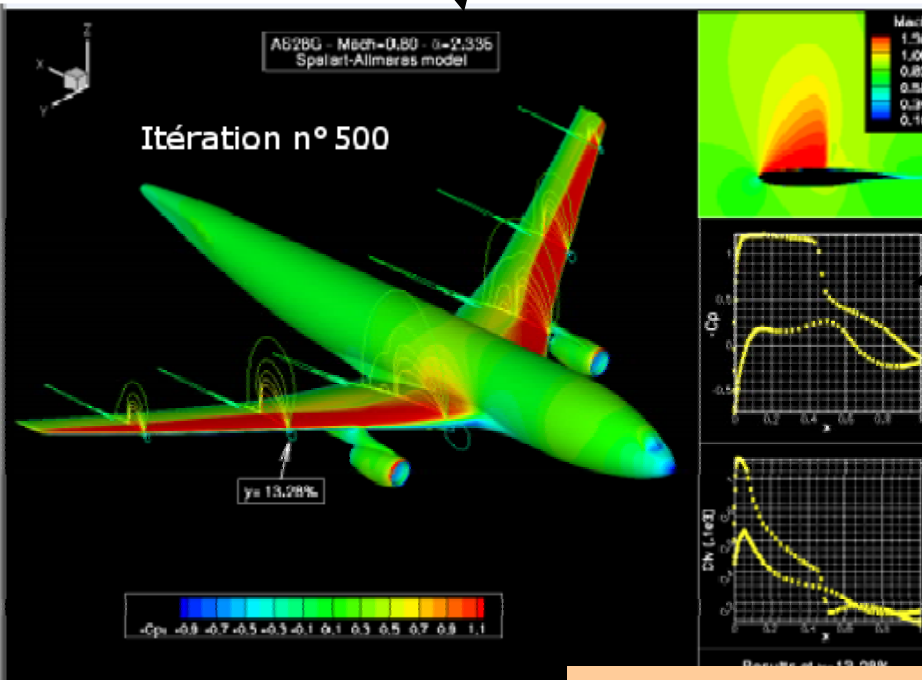
agent de rendez vous

WP1.4 Démonstrateur V2 - 3/4

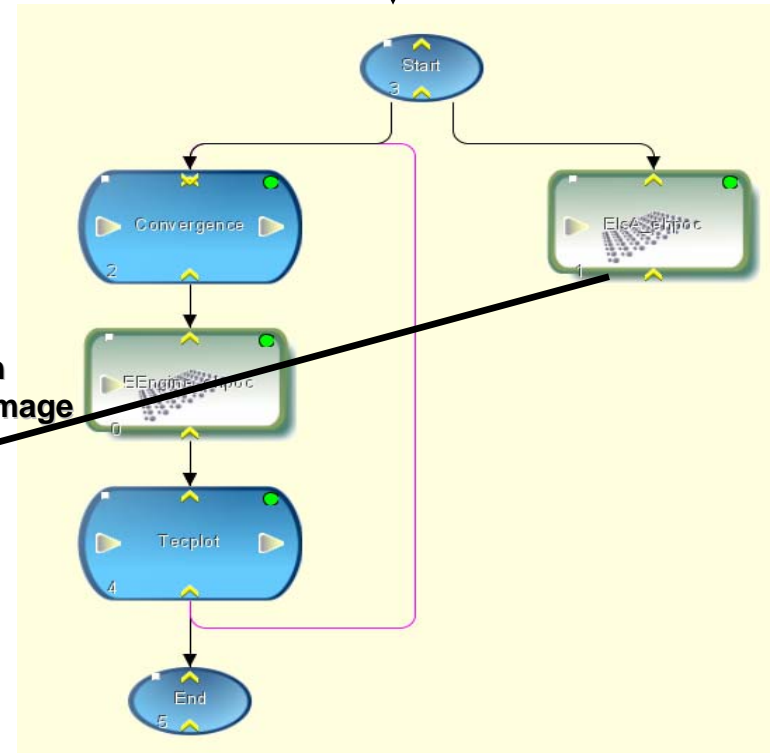


Lancement requête de visualisation

Visualisation



Création
fichier image



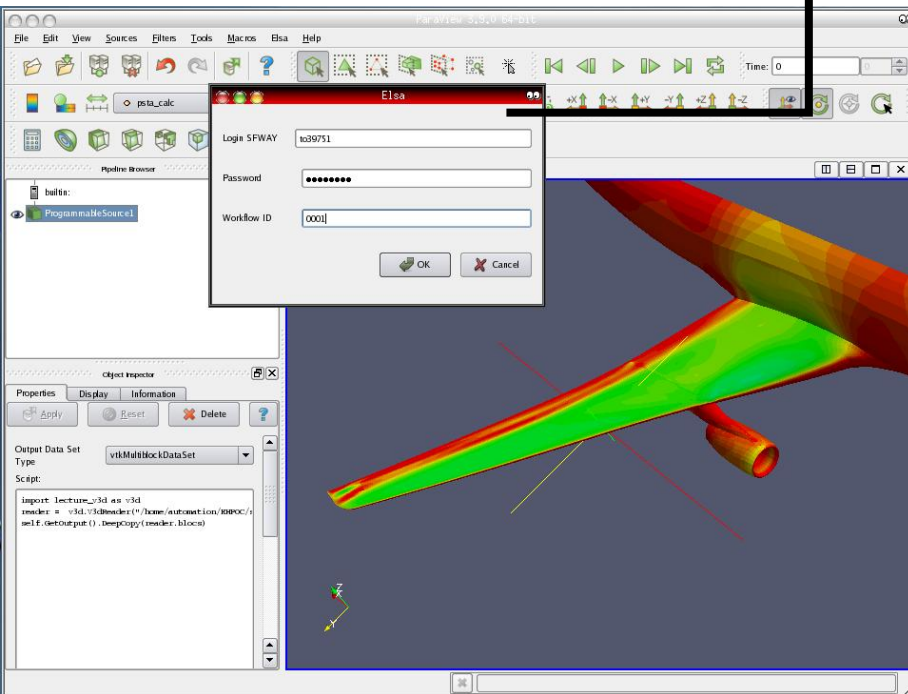
WP1.4 Démonstrateur V2 - 4/4



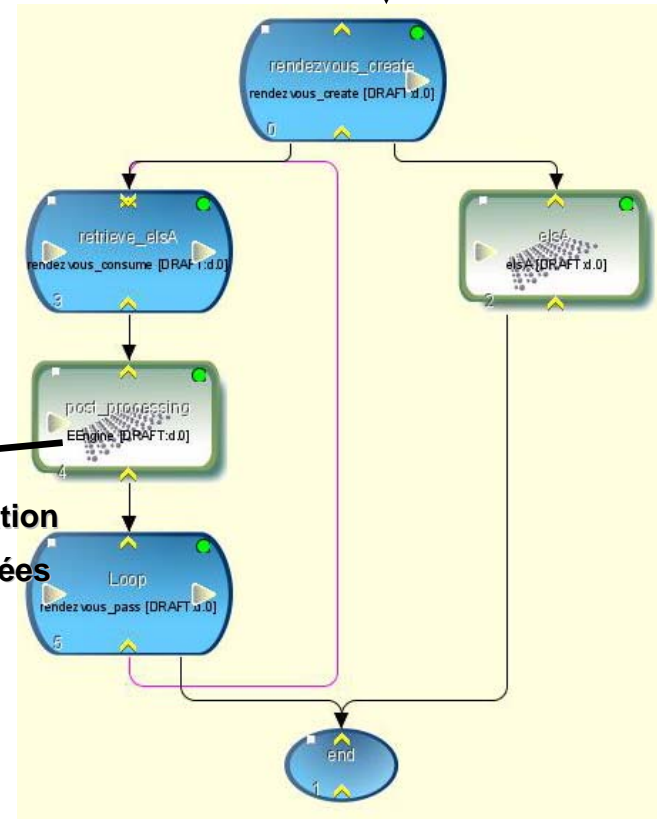
Aerodynamic engineer

Lancement requête de visualisation
connexion au workflow via son
identifiant

Visualisation
via Paraview



Récupération
des données

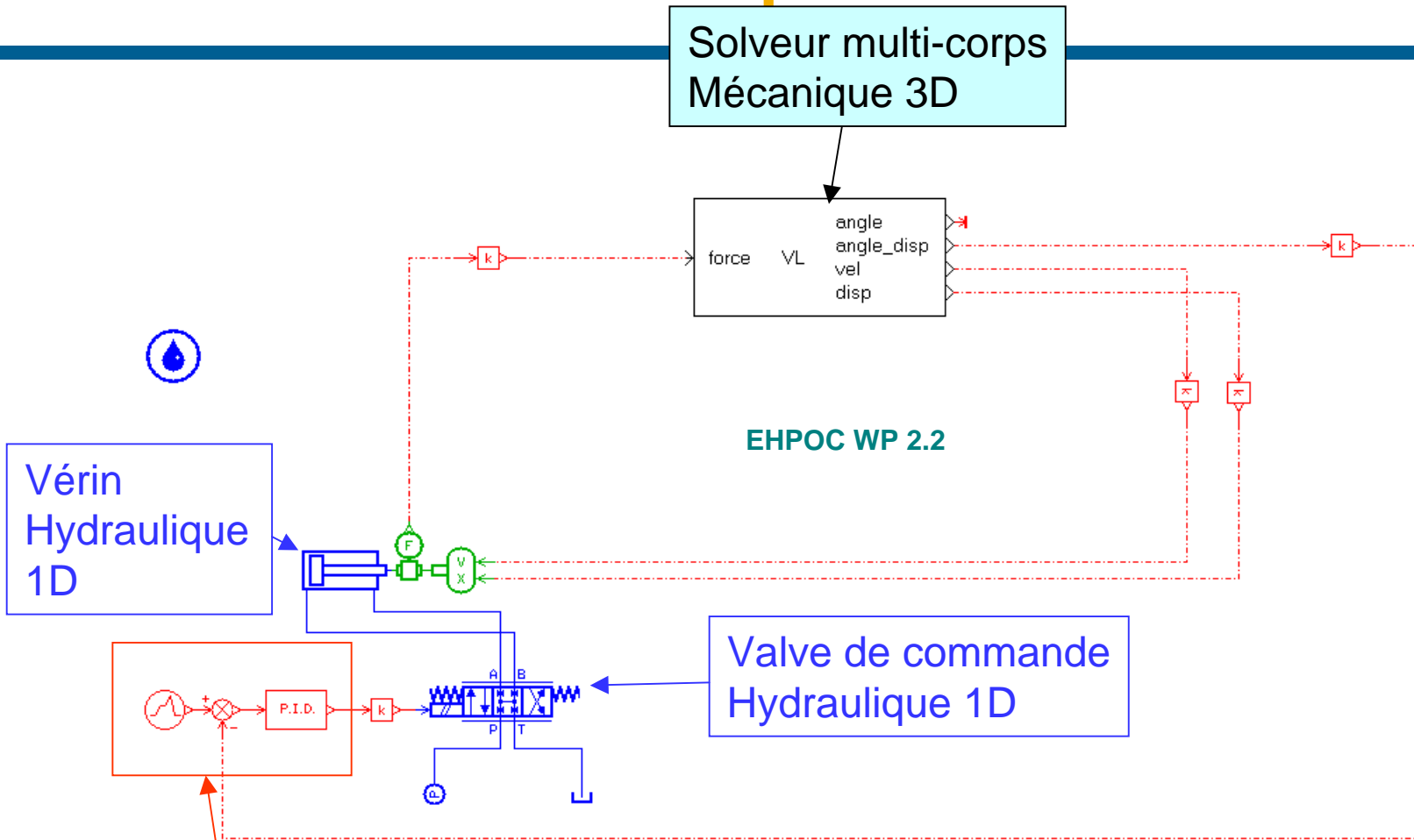


Démonstrateurs du WP2.2

WP2.2 Dynamique multi-corps Associativité 3D-1D



WP2.2 Problématique Associativité 3D-1D



Contrôle commande
Logique 0D

WP2.2 Démonstrateur Dynamique multi-corps, Associativité 3D-1D 1/2

- Associativité 1D/3D (méthodologie) :
 - ✓ **L2.2.3a** «Dossier d'analyse, questionnaires techniques, identification du périmètre cible des liens et de l'automatisation des tâches. Analyse des problèmes» (CS, LMS IMAGINE, MESSIER DOWTY)
 - ✓ **L2.2.3b** «Procédure de validation» (CS, LMS IMAGINE, MESSIER DOWTY)
 - ✓ **L2.2.4a** «Application de la méthode de condensation» (CS, LMS IMAGINE, MESSIER DOWTY)
 - ✓ **L2.2.4b** «Application de la procédure de validation» (CS, LMS IMAGINE, MESSIER DOWTY)
 - ✓ **L2.2.5** «Rapport de Synthèse des travaux relatifs à l'associativité 3D/1D» (CS, LMS IMAGINE, MESSIER DOWTY)
 - ✓ **L2.2.6** «Dynamique multi-corps, Associativité 3D-1D : Développement d'une méthodologie en fluide» (LMS IMAGINE, CS)
 - ✓ **L2.2.7** «Dynamique multi-corps, Associativité 3D-1D : Développement d'une méthodologie en thermique» (LMS IMAGINE, CS)

WP2.2 Démonstrateur Dynamique multi-corps, Associativité 3D-1D 2/2

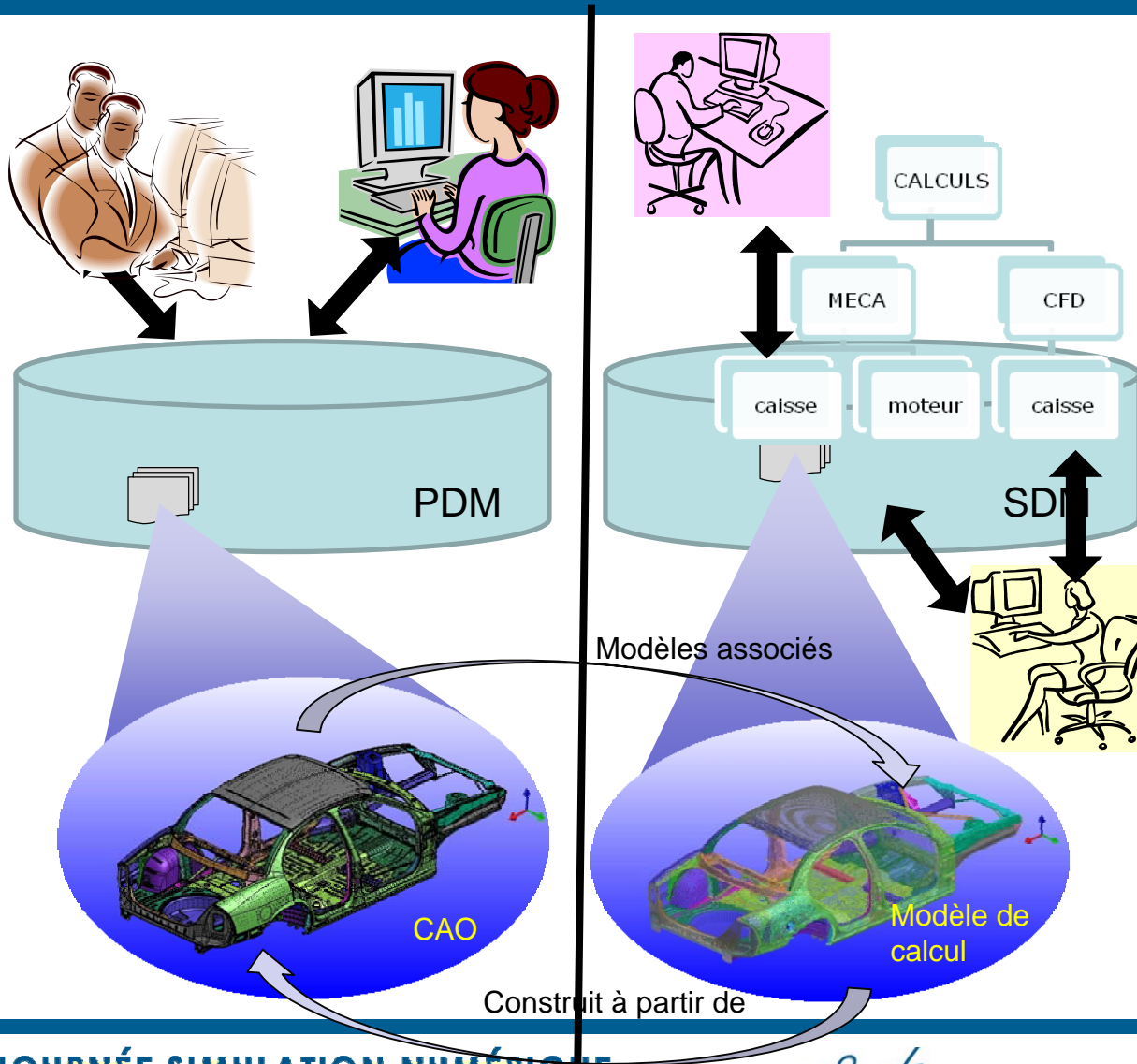
[Animation](#)

Démonstrateurs du WP2.2

WP2.2 Démonstrateur Liens CAO-Calcul

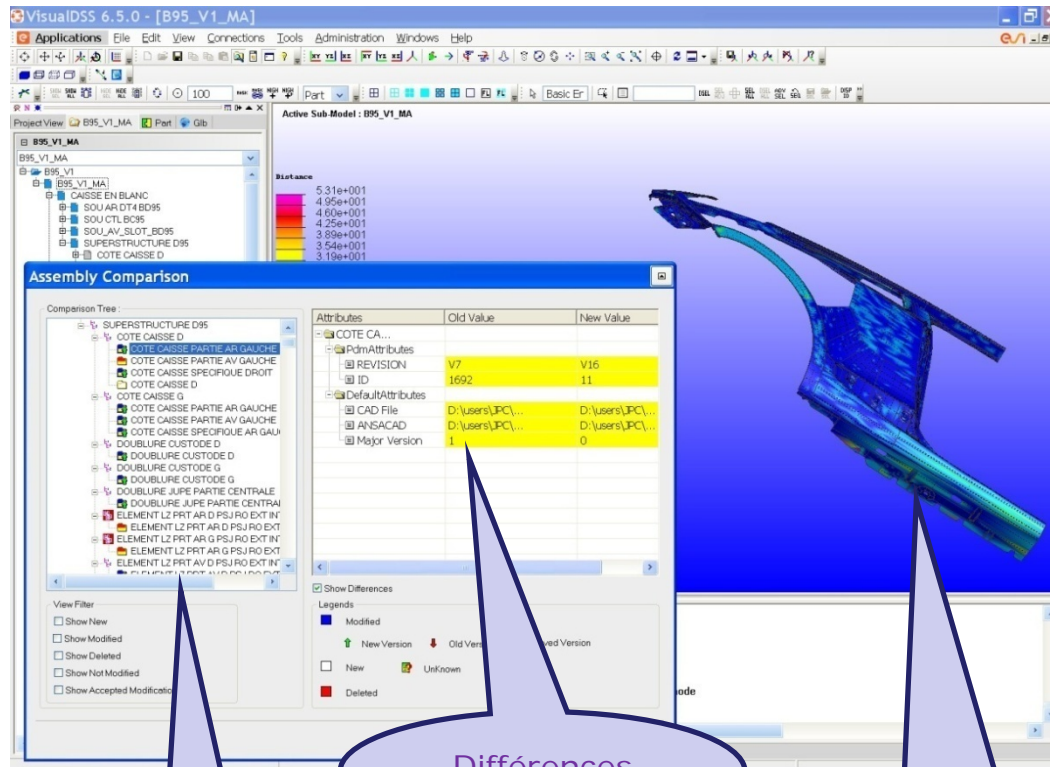


WP2.2 Problématique lien CAO - Calcul



- RENAULT :
 - Propagation des changements CAO aux modèles de calcul
- SNECMA :
 - Consistance du système d'informations
 - Historique des changements

WP2.2 RENAULT : propagation des changements CAO



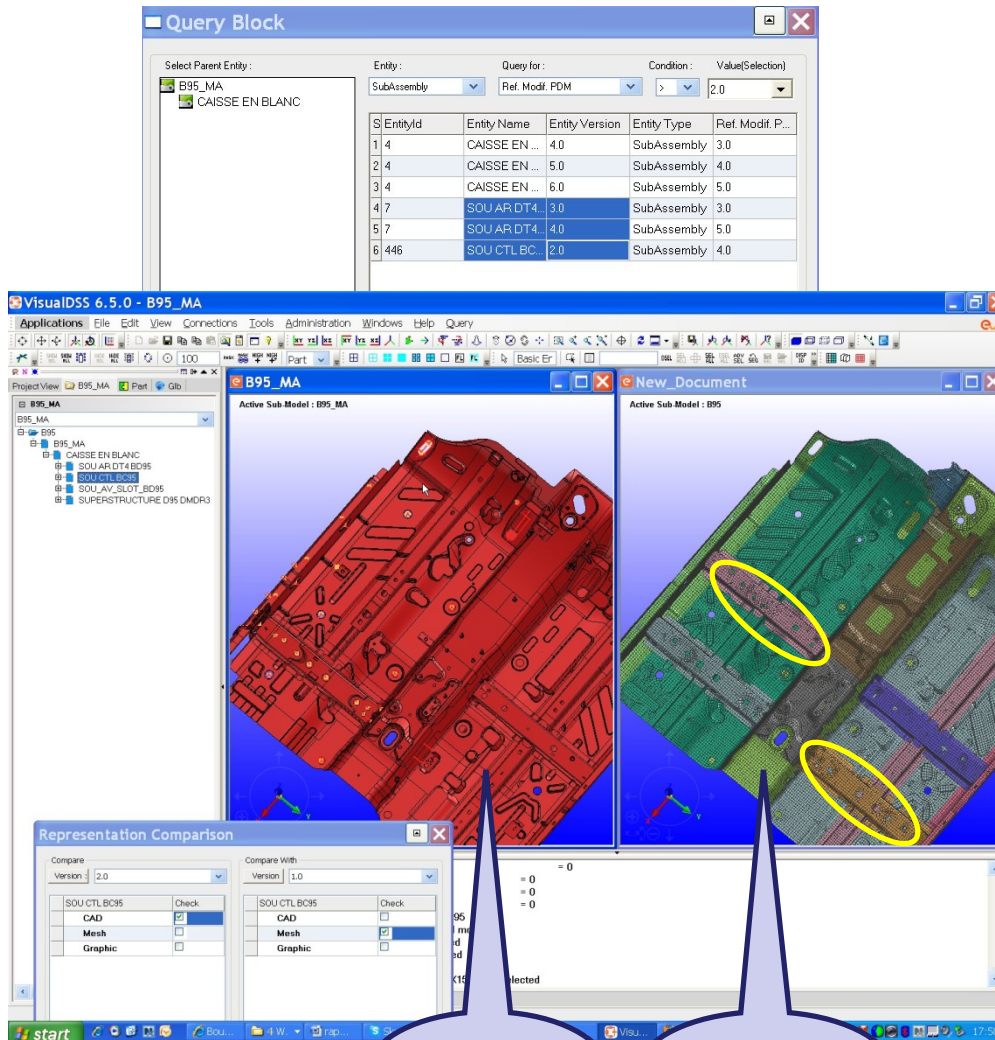
- ❑ Comparaison d'assemblage dans VisualDSS
- ❑ Import modifications sur décision utilisateur

Nouvel assemblage

Différences pièce par pièce

Superposition CAO ancienne/nouvelle

WP2.2 RENAULT : Analyse des changements CAO a posteriori



❑ Requêtes

- Dernier maillage disponible ?
- CAO plus récente ?

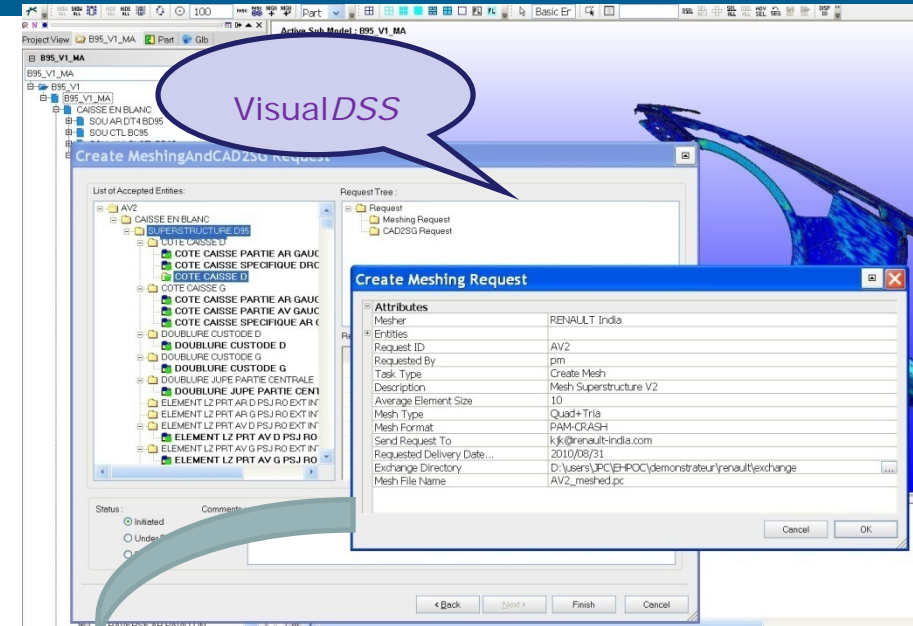
❑ Comparaison visuelle

- Maillage – maillage
- CAO – CAO
- CAO - maillage

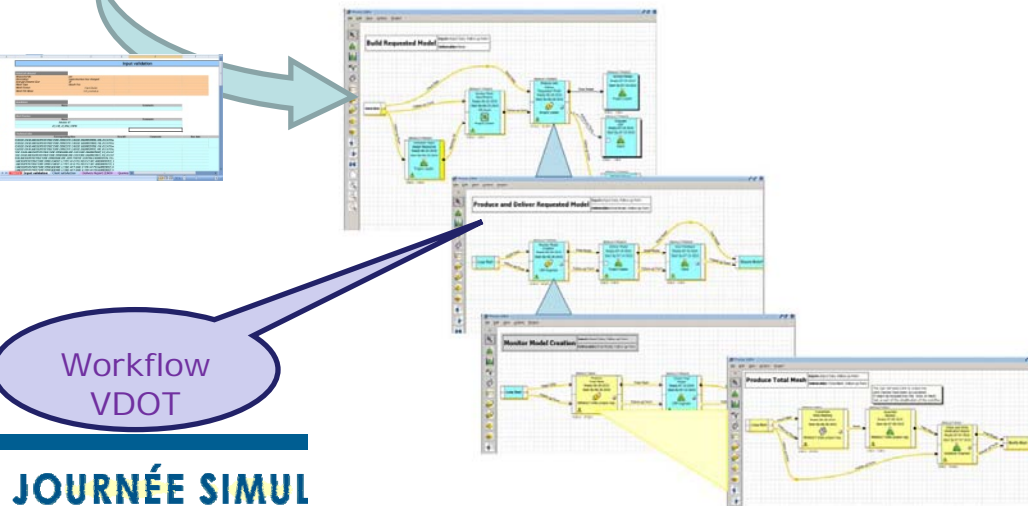
CAO

maillage

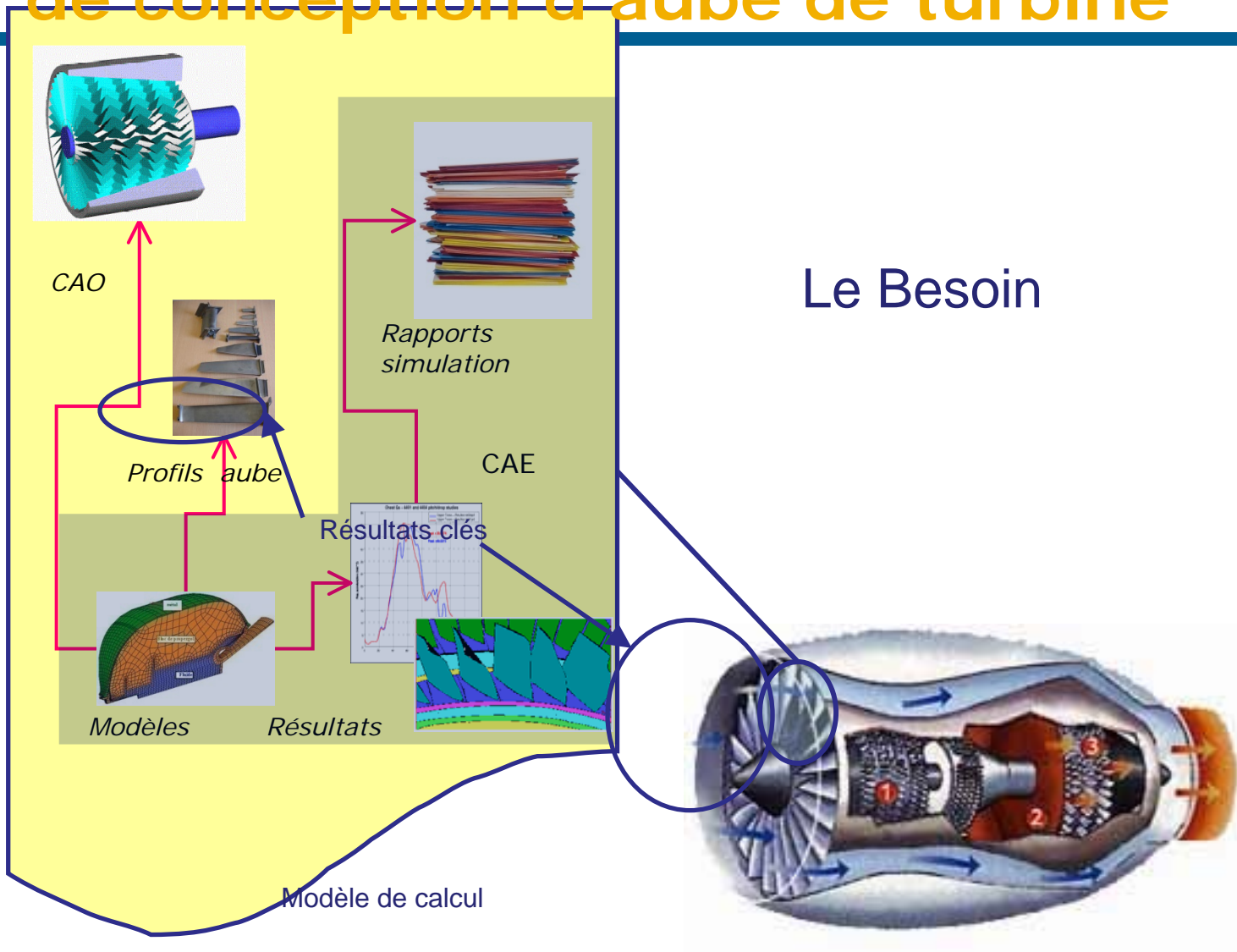
WP2.2 RENAULT : mise à jour des modèles de calcul



- Requête de maillage
- Suivi du processus de réalisation
 - Respect des procédures AQ
 - Avancement en temps réel



WP2.2 SNECMA : gestion des données de conception d'aube de turbine



WP2.2 SNECMA : gestion des données de conception d'aube de turbine

The screenshot displays the VisualDSS web application interface. The main content area is divided into several sections:

- Metadata:** A table listing attributes and their values for a specific part.
- Files:** A table listing files associated with the project, including names, types, versions, file sizes, MIME types, and links.
- Files Résultats clés:** A section for key results files.
- Modèles Simulations:** A section for simulation models, showing a tree view of the project structure.
- Modèle de calcul:** A 3D CAD model of a turbine blade, highlighted with a blue circle.

Annotations and arrows point to specific elements:

- A blue circle highlights the "profil CAO" (CAD profile) in the Files table.
- An arrow points from "profil CAO" to the "entrees.dat" file in the Files table.
- An arrow points from "Résultats clés" to the "entrees.dat" file.
- An arrow points from "Modèles Simulations" to the simulation tree view.
- An arrow points from "Modèle de calcul" to the 3D CAD model of the turbine blade.

Attribute	Value
PART_MATERIAL	
PART_NUMBER	0
PART_DESCRIPTION	
PART_NAME	Aube
CREATED_BY	jpc
DATE_OF_CREATION	14 SEP 2010 14:20:38

Row	Name	Type	Version	File Size	Mime Type	Link
	lois_dummy.bl	Blade Parameters	2.0	1112	text/plain	lois_dummy.bl
	entrados.dat	Entrados	2.0	34505	text/xml	entrados.dat
	entrados.dat	Entrados	2.0	34967	text/xml	entrados.dat
	paquet.dat	Skeleton	2.0	34486	text/xml	paquet.dat
	PALE1.CATPart	CAD	2.0	365044	text/xml	PALE1.CATPart
	PALE1.id	GRAPH	2.0	1403083	application/graphic	PALE1.id

WP2.2 SNECMA : gestion des données de conception d'aube de turbine

VisualDSS Project - Mozilla Firefox

VisualDSS
End-To-End Decision Support System For CAE

Tasks Projects Reports Catalog User Management Workflow Profile

Projects

- PAR_iter1
 - Blade With Stalites
 - Blade Parameters
 - Solver Deck
 - Key Results
 - Computed Values
 - Von Mises INTRADOS
 - Von Mises EXTRADOS
 - Solver Results

Metadata

Attribute	Value
Value	100.240
output_entity_type	Maximum Von Miss
CREATED_BY	ip
DATE_OF_CREATION	14 SEP 2010 14:37:2

VisualDSS Project - Mozilla Firefox

VisualDSS
End-To-End Decision Support System For CAE

Tasks Projects Reports Catalog User Management Workflow Profile

Projects

- ARRET_iter1
 - Blade With Stalites
 - Blade Parameters
 - Solver Deck
 - Key Results
 - Computed Values
 - Mode 1
 - Mode 2
 - Mode 3
 - Mode 4
 - Mode 5
 - Mode 6
 - Mode 7
 - Mode 8
 - Mode 9
 - Mode 10
 - Mode 11
 - Mode 12
 - Mode 13
 - Mode 14
 - Mode 15
 - Contours
 - Solver Results

Metadata

Attribute	Value
output_entity_type	Eigen Mode
Frequency	12480.0
CREATED_BY	ip
DATE_OF_CREATION	14 SEP 2010 14:47:46

VisualDSS Project - Mozilla Firefox

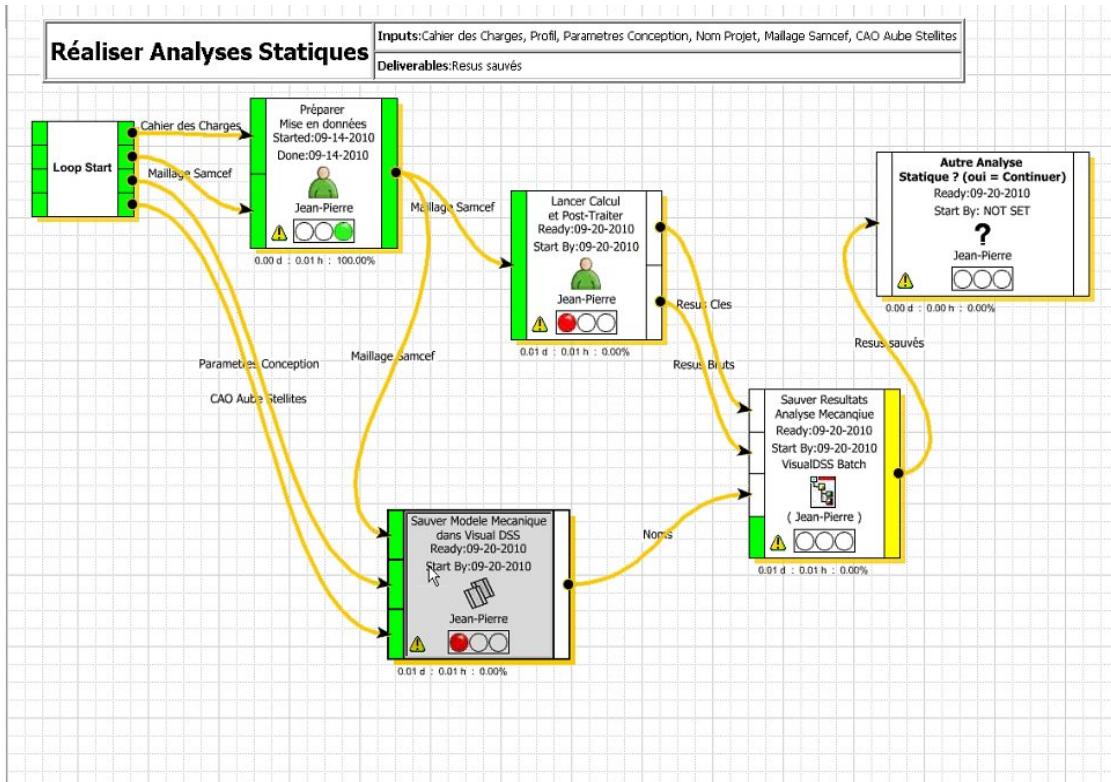
VisualDSS
End-To-End Decision Support System For CAE

Tasks Projects Reports Catalog User Management Workflow Profile

Modèle de calcul

Résultats clés

WP2.2 SNECMA : gestion du processus de conception d'aube



- ❑ Exécution du processus avec VDOT
 - Meilleure fluidité du déroulement
 - Suivi en temps réel
- ❑ Stockage automatique dans VisualDSS
 - Pas de risque d'erreur /oubli

WP2.2 Avantages d'une bonne gestion du lien CAO calcul



- ✓ Système d'informations distribuées consistant et exploitable
- ✓ Meilleure productivité

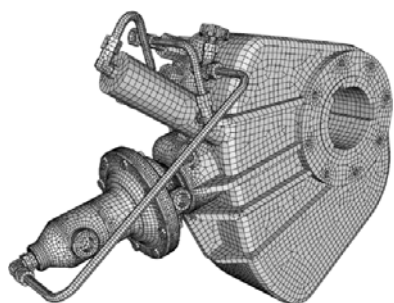
Outils & démonstrateurs du WP1.1

- WP1.1 «Supervision et couplage multi-physique, multi-échelle pour le calcul haute performance» - CEA DEN :
 - Outils logiciels (dans la suite de IOLS) :
 - Interconnexion avec d'autres modèles de composants : Web Services (CEA DEN, OCC)
 - Outils d'interpolation pour le couplage de codes parallèles (CEA DEN, OCC)
 - Déploiement sur supercalculateur (CEA DEN)
 - Démonstrateurs (maquettes logicielles) :
 - Déploiement de calculs combustible sur un supercalculateur (CEA DEN)
 - Couplage neutronique thermohydraulique parallèle (CEA DEN)
 - Couplage de solveurs itératifs multi-domaines globaux avec des solveurs directs parallèles locaux (ONERA)
 - Outils d'intégration numérique des termes de couplage (ONERA)

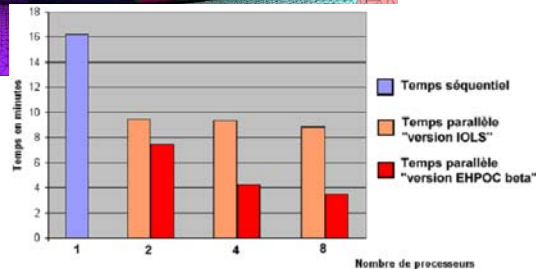
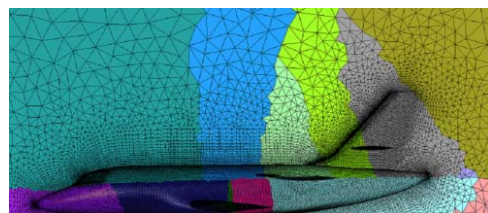
Outils & démonstrateurs du WP1.3

- WP1.3 Outils de maillage pour les simulations complexes et précises - *DISTENE* :
 - Démonstrateurs /maquettes logicielles :
 - Maillage hexaédrique octree (*CEA DEN, DISTENE, INRIA, SAMTECH*)
 - Maillage surfacique en liaison avec la CAO (*CEA DEN, DISTENE, EADS, SAMTECH*)
 - Reconstructeur de surfaces et volumes (*CEA DEN, DISTENE, INRIA*)
 - Maillage volumique parallèle tétraédrique (*CEA DEN, Dassault Aviation, DISTENE, INRIA*)
 - Adaptation isotrope de maillage triangulaires ou tétraédriques conformes (*CEA DEN, Dassault Aviation, DISTENE, INRIA, SAMTECH*)
 - Maillage hexaédrique par assemblage de blocs (*CEA DEN*)
 - Redécoupage parallèle dans le mailleur volumique parallèle : préparation au calcul massivement parallèle (*CEA DEN*)

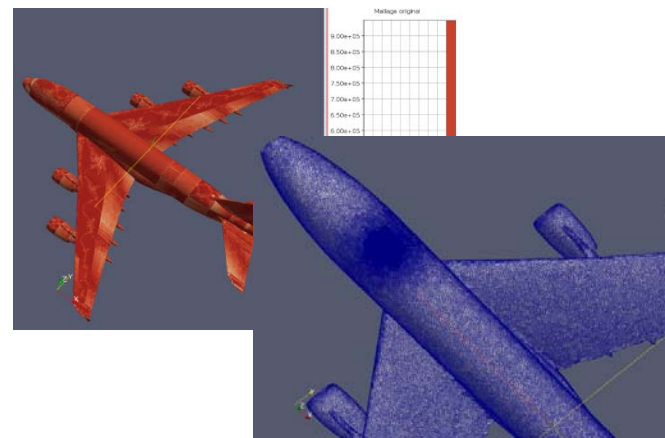
Outils & démonstrateurs du WP1.3



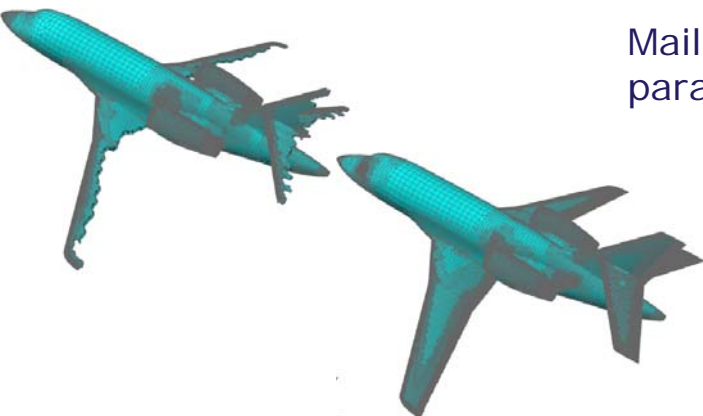
Maillage surfacique



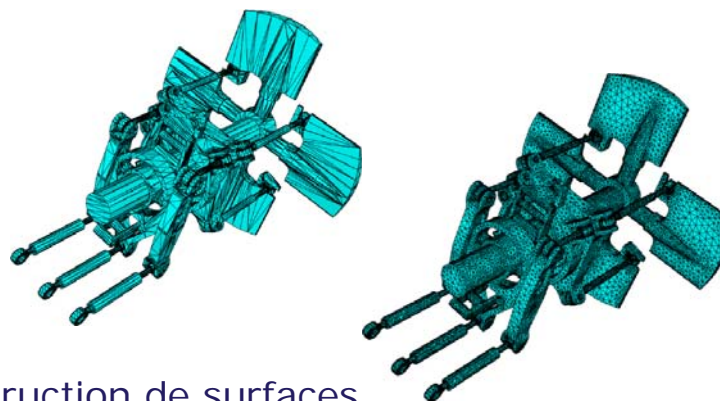
Maillage volumique parallèle



Enrichissement/déraffinement de maillages



Maillage hexaédrique automatique

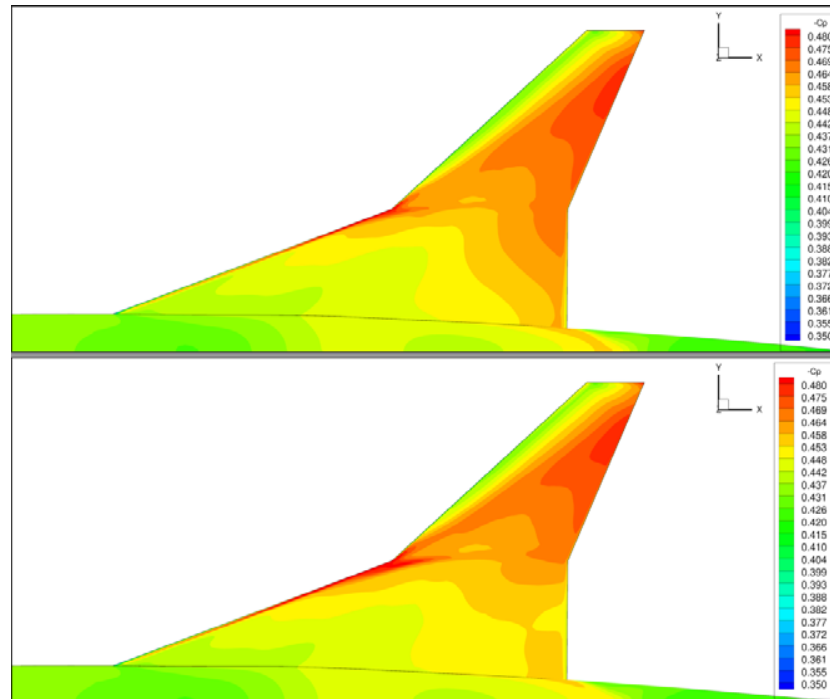


Reconstruction de surfaces



Démonstrateurs du WP2.1

- WP2.1 «Optimisation» - Dassault Aviation :
 - Optimisation locale de voilure supersonique en considérant un système aéro- structure statiquement couplé (*Dassault Aviation, ONERA*)



- Démonstrateur illustrant la méthode de réduction de modèles (*Armines ENSMP, CS, INRIA, SAMTECH*)

Démonstrateurs du WP3.2

- WP3.2 «Grands démonstrateurs» - CEA DAM :
 - Démonstrateur dans le domaine de la simulation atomistique des matériaux (*CEA DAM*) :
 - 50 à 100 millions d'atomes, sur > 1000 processeurs ([STAMP](#))
 - Démonstrateur dans le domaine de la mécanique (*Armines ENSMP, SAMTECH, SNECMA*)
 - Démonstrateur d'optimisation en conception par calcul d'éléments finis dans le domaine du crash (*ESI Group*)
 - Démonstrateur dans le domaine des écoulements polyphasiques en milieux poreux hétérogènes pour la modélisation des réservoirs pétroliers (*IFP, LABO JLL*)

Last but not least

- Les absents majeurs de la liste
 - WP1.2 «Post-traitement à grande échelle, intégration des systèmes de visualisation pour les grands volumes de données» - CS
 - WP2.3 «Incertitudes» - EADS
 - WP3.1 «État de l'art et stratégies» - CS
 - L'ensemble du SP4 «Applications matériaux» :
 - WP4.1 «Propriétés effectives, vieillissement, durabilité et comportement en conditions extrêmes des matériaux» - CEA DEN
 - WP4.2 «Assemblage et problématiques multimatériaux» - CEA DRT
 - WP4.3 «Simulation et conception de nouveaux matériaux» - Dassault Aviation
- Une journée de présentation !?

Merci