

« DMU Kinematics I » sous CATIA V5



Pascal MORENTON

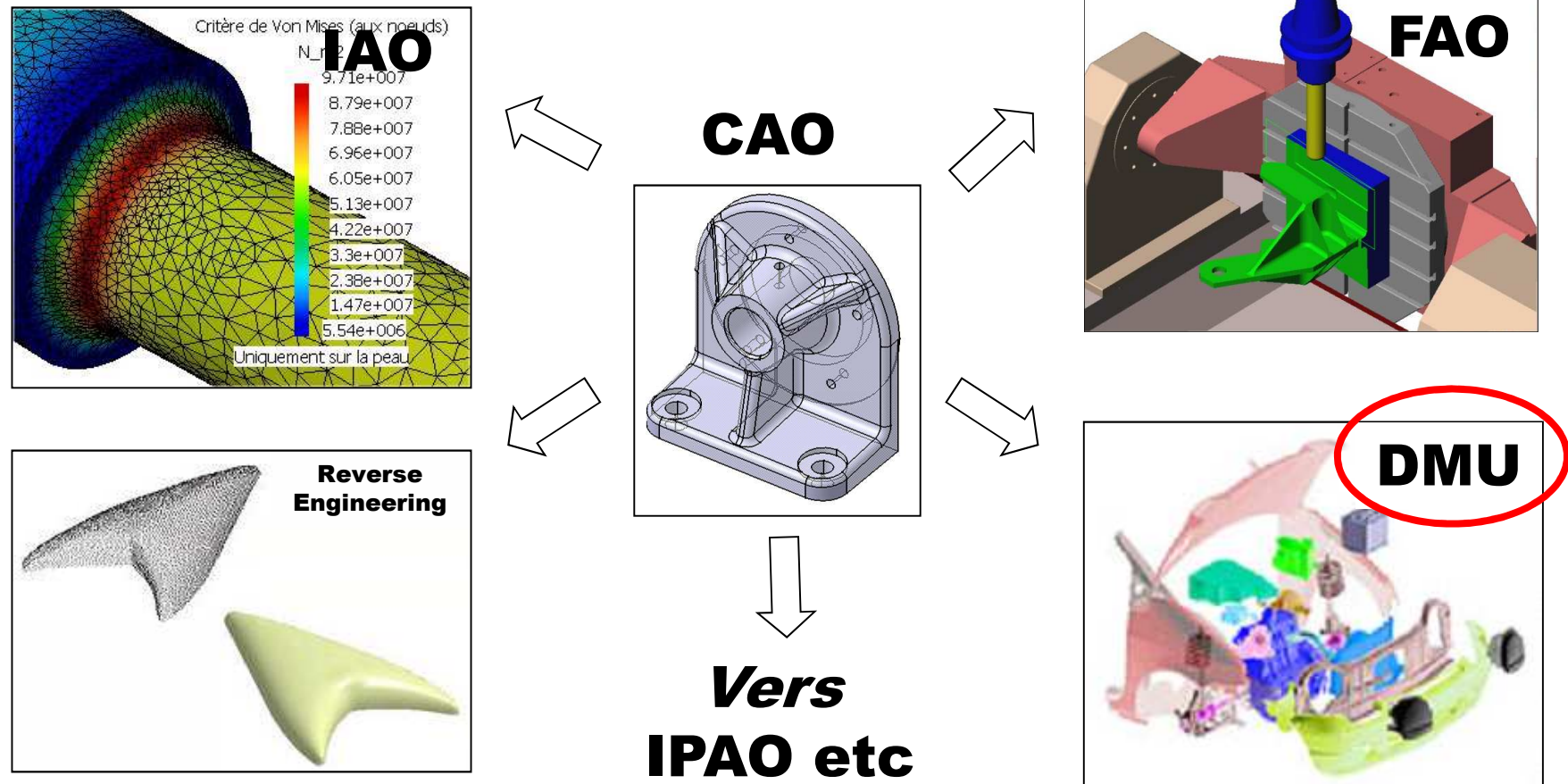
pascal.morenton@ecp.fr

<http://cao.etudes.ecp.fr>

- 1 Présentation de l'atelier et exemples**
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

Les ateliers de CATIA V5

Catia V5 regroupe plus de 120 ateliers « métier » autour du noyau de modélisation solide & surfacique



Définition de la maquette numérique

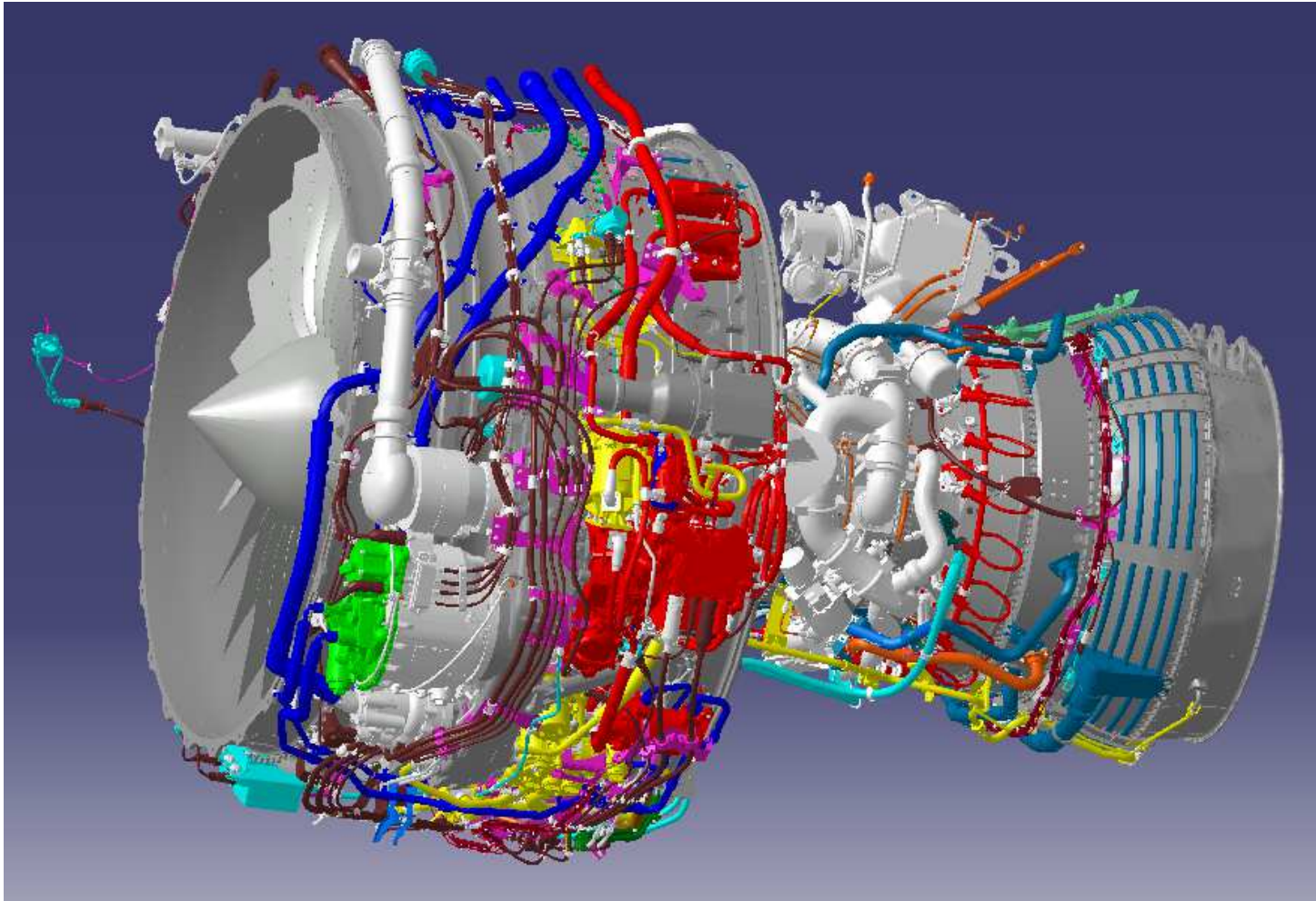
La Maquette numérique est :

une représentation numérique étendue du produit utilisée comme plate forme de développement produit / process, de communication et de validation durant toutes les phases de la vie du produit.

(définition donnée par le Consortium du projet Européen AIT — DMU BP)



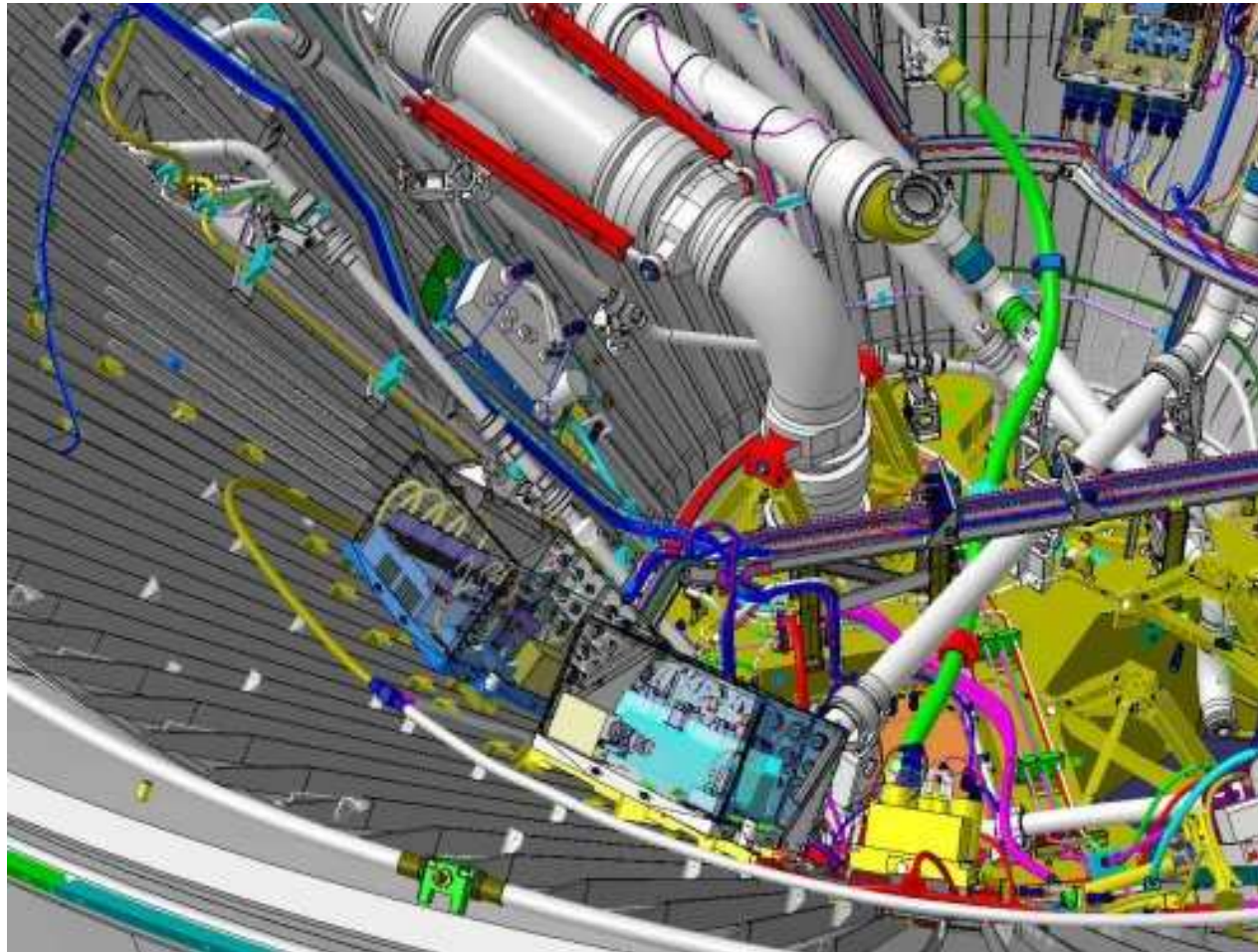
Exemple 1 – SNECMA CFM-56



Avec l'aimable autorisation de la société SNECMA

Pascal MORENTON

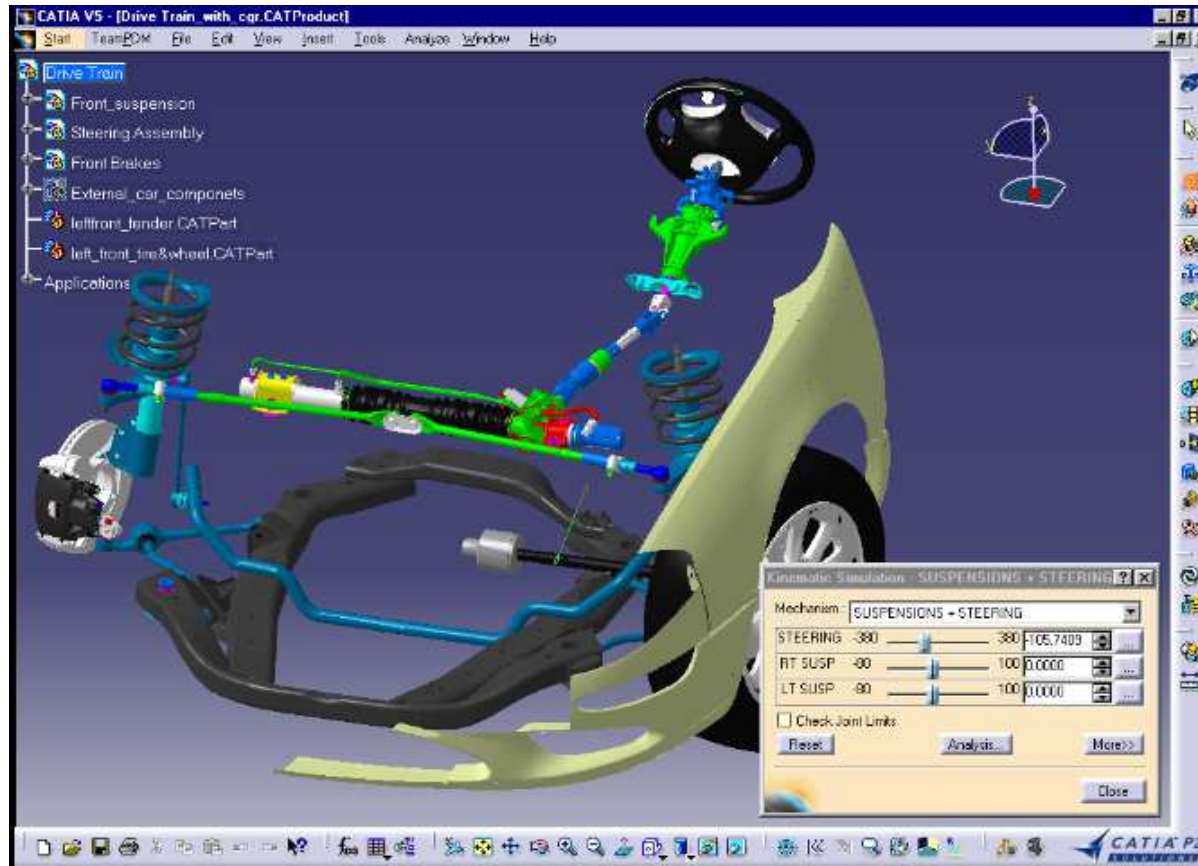
Exemple 2 - MNU d'Ariane V sous CATIA V5



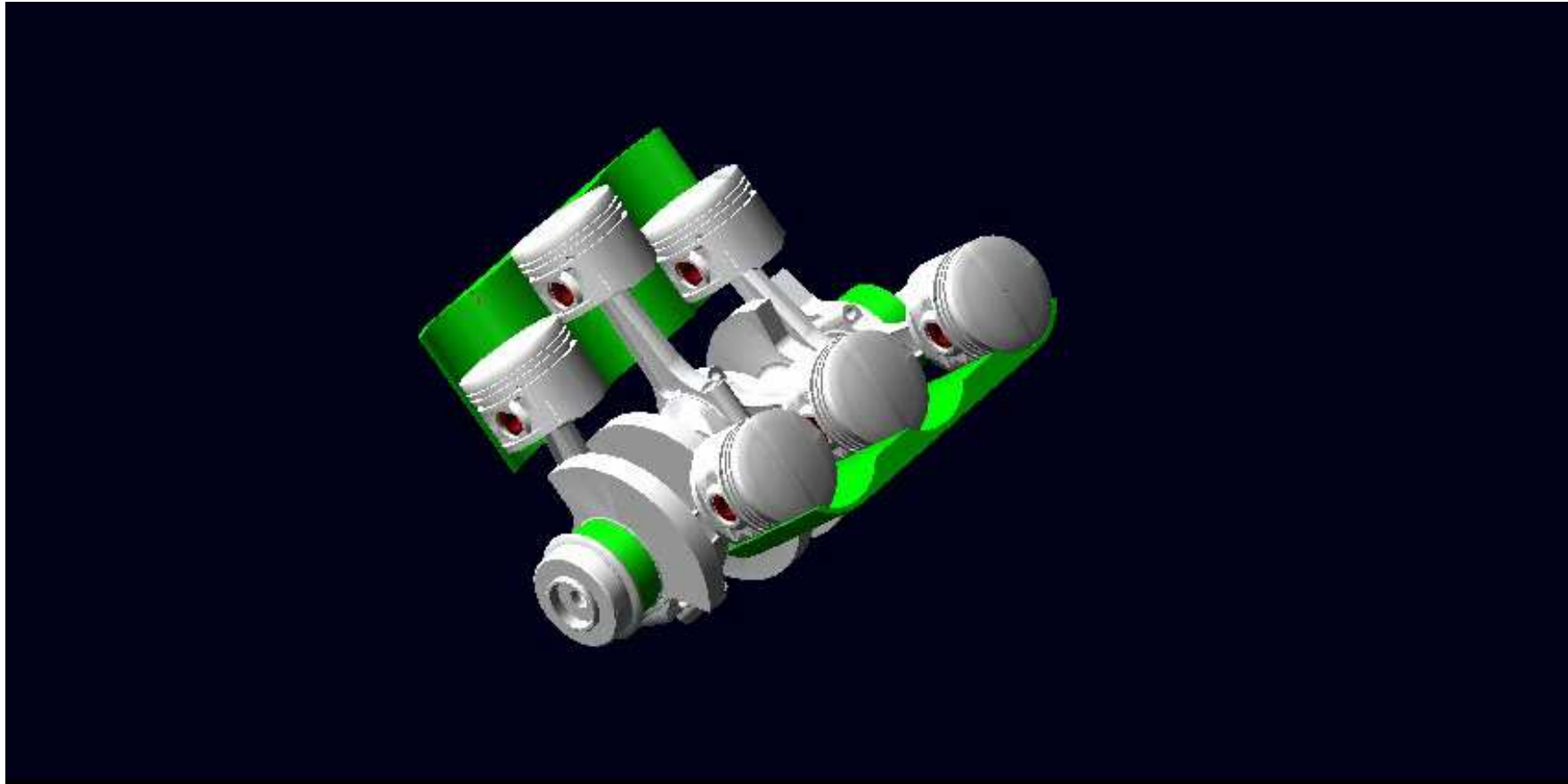
Avec l'aimable autorisation de la société EADS Space Transportation

Pascal MORENTON

Exemple 3 - PEUGEOT

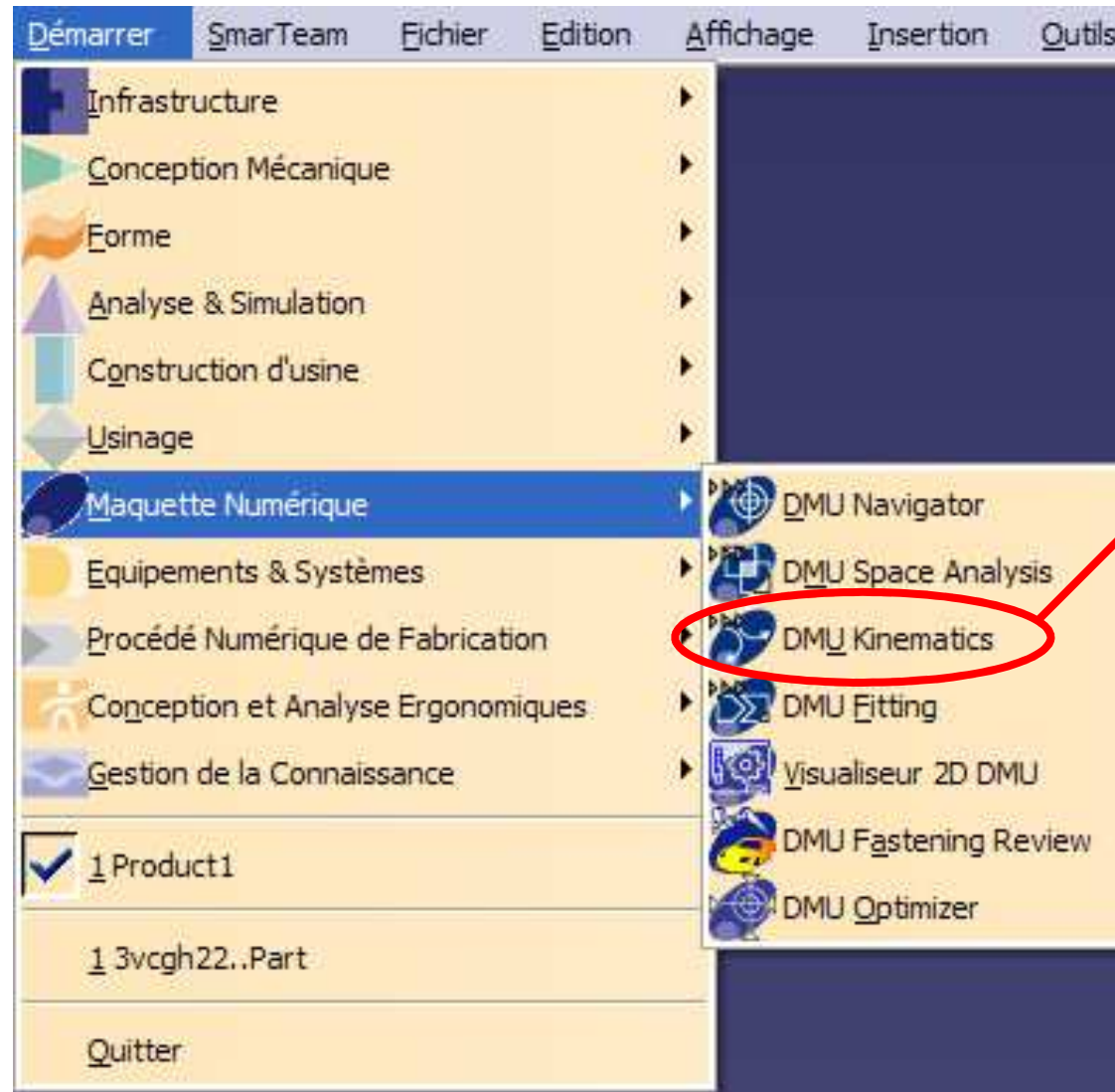


Exemple 4 – V6 Alpine Renault



Modèle original de Jean-Jacques LOCQUET – INSA de Rouen

Ateliers DMU sous CATIA V5

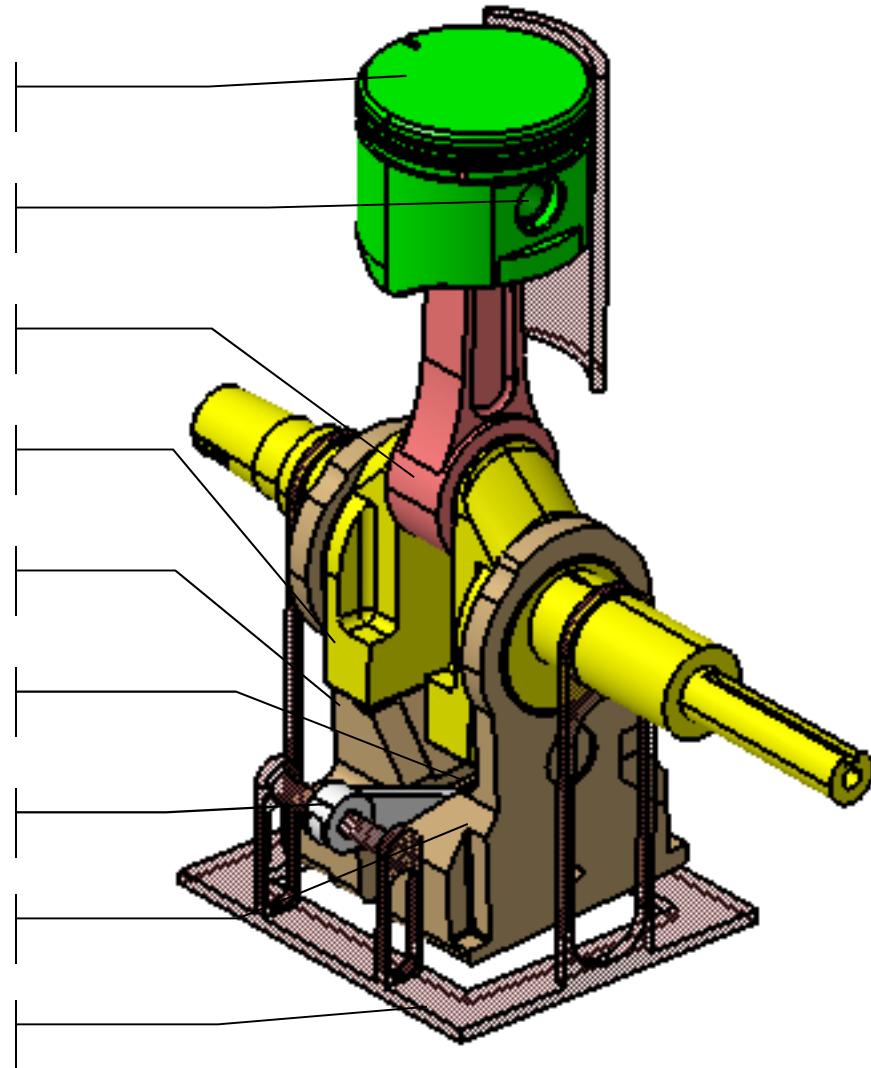


**Simulation
cinématique**

- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »**
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

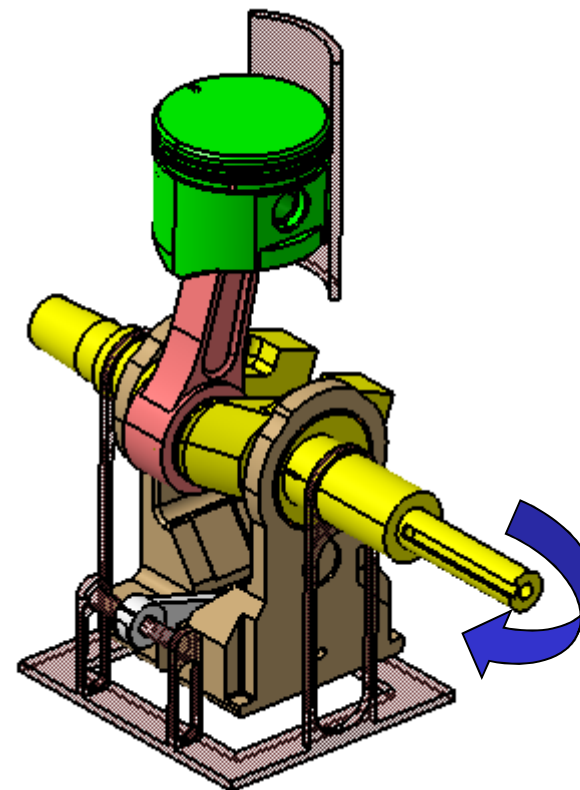
Présentation du Système

- 9 – Piston
- 8 – Axe de pied de bielle
- 7 – Bielle
- 6 – Vilebrequin
- 5 – Masselotte droite
- 4 – Axe de bielle
- 3 – Bielle
- 2 – Masselotte gauche
- 1 – Carter



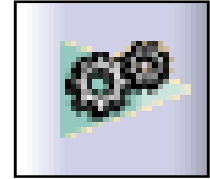
Rappel : Assembly Design

Si le jeu de contraintes d'assemblage est cohérent alors les ddls du système peuvent être visualisés via la commande « Manipulation sous contraintes »



Activité 1 – Moteur de tondeuse

- Charger le fichier « **moteur_tondeuse_avec.CATProduct** »
- *si ce n'est déjà fait*, activer l'atelier « **Assembly Design** »
- Activer la commande « **manipulation** »
- Sélectionner l'option « **sous contraintes** »
- Activer la commande « **Déplacer autour d'un axe quelconque** »
- Sélectionner l'axe de rotation Vilebrequin / Carter
- Animer le système en déplaçant la souris, bouton gauche enfoncé

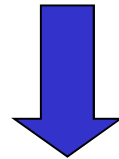


Vérification rapide de la cinématique d'un mécanisme induite par les contraintes géométriques d'un assemblage

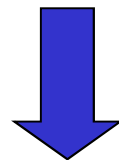
- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »**
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

Description de la méthode

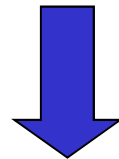
Définition de l'assemblage sous Assembly Design



Conversion des contraintes d'assemblage en liaisons



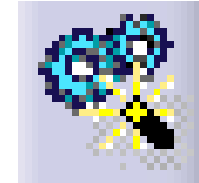
Définition des commandes (actionneurs)



Simulation cinématique

Activité 2 – 1 Moteur de tondeuse

- Charger le fichier « **moteur_tondeuse_avec.CATProduct** »
- Activer l'atelier « **Maquette numérique / DMU Kinematics** »
- Activer la commande « **Conversion des contraintes d'asm** »

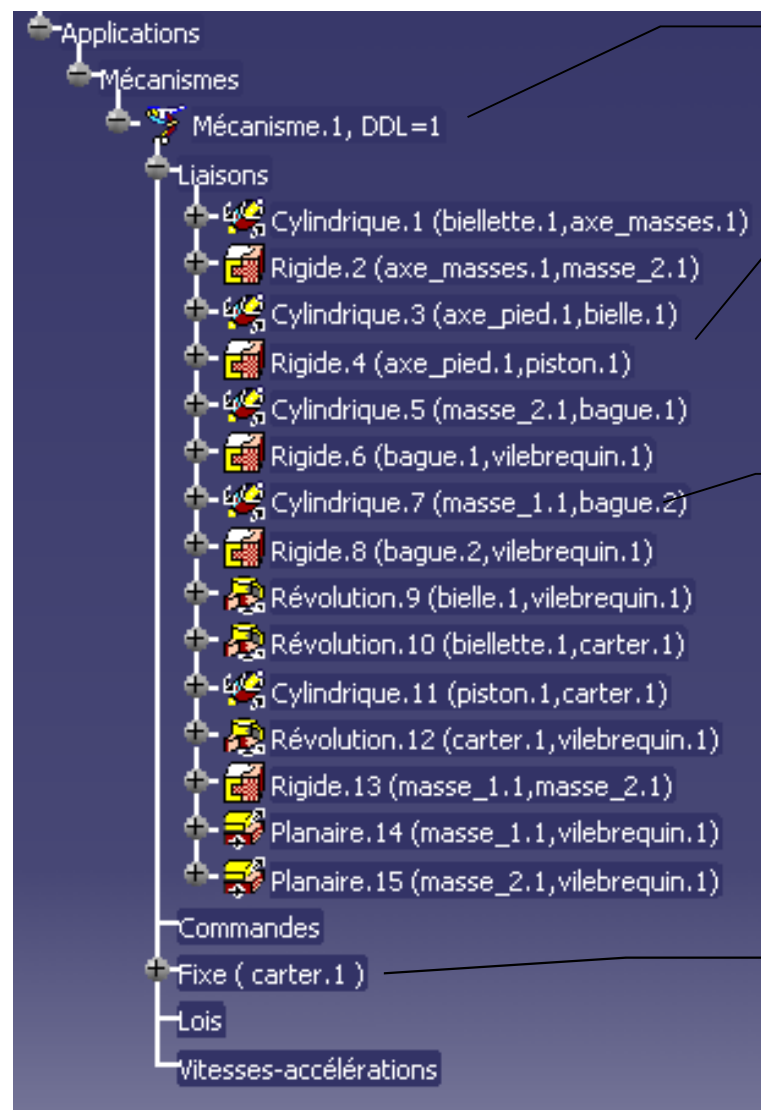


Un mécanisme contient toutes les données relatives au modèle cinématique



Déclenche la conversion

Activité 2 – 2 Moteur de tondeuse



Mécanisme de simulation

Liaisons mécaniques

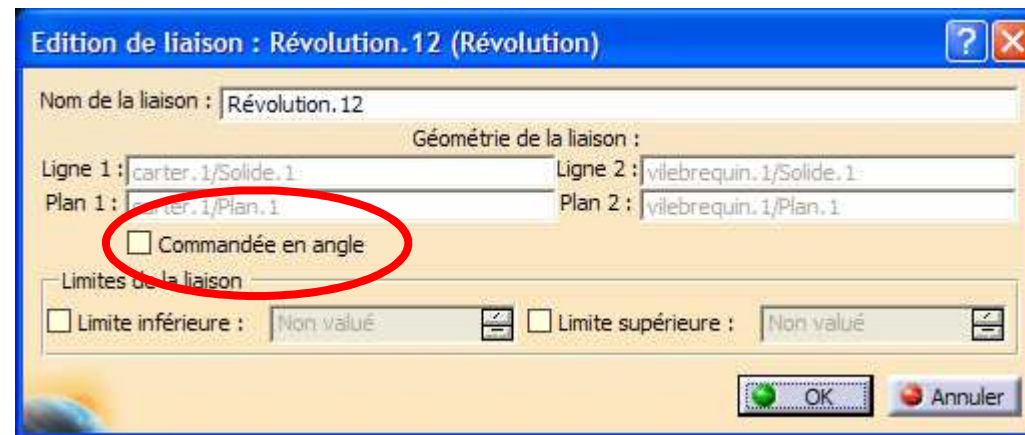
Instances de l'assemblage

Définition de la pièce fixe

Activité 2 – 3 Moteur de tondeuse

Il reste à définir la **commande** qui permettra de définir le ou les mouvements d'entrée du mécanisme.

- Double-cliquer sur la liaison « **Révolution (carter / vilebrequin)** »
- Cocher l'option « **Commandée en angle** »
- Indiquer éventuellement les bornes de la liaison



Activité 2 – 4 Moteur de tondeuse

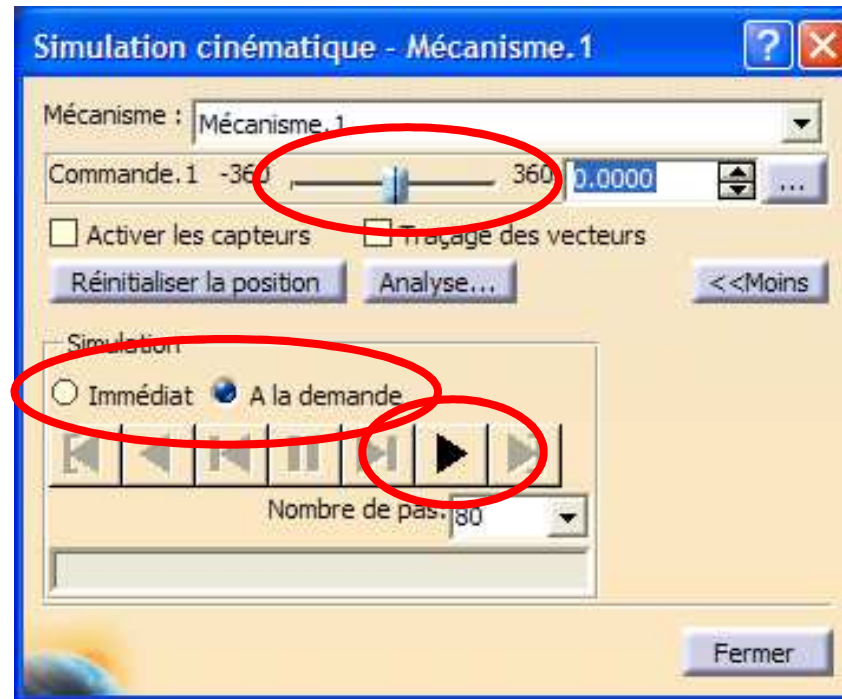
Quand un mécanisme peut être simulé, CATIA nous prévient en affichant la fenêtre d'information suivante :



Dans le cas contraire, il manque des liaisons ou des commandes et le mécanisme ne peut être simulé.

Activité 2 – 5 Moteur de tondeuse

- Activer la commande « **Simulation avec commandes** »



Limites de cette méthode

- Toutes les liaisons sont décomposées en **liaisons simples** correspondant aux contraintes d'assemblage: une pivot est modélisée comme l'association en parallèle d'une liaison cylindrique et une liaison plane
- L'arbre des spécifications n'est donc **pas très lisible**
- La simulation se fait pour l'instant de **façon manuelle** sans possibilité d'entrer une vitesse de rotation correspondant à l'actionneur disposé en entrée

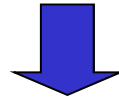


Méthode « boîte noire » utilisable si l'on ne souhaite pas retoucher au modèle cinématique généré automatiquement

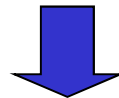
- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »**
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

Description de la méthode

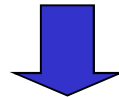
Modélisation des pièces sous « Part Design »



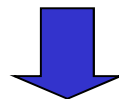
Pré-positionnement en « Assembly Design »



Définition des liaisons sous DMU Kinematics



Définition des commandes (actionneurs)



Simulation cinématique

Activité 3 – 1 Hexapode



Pascal MORENTON

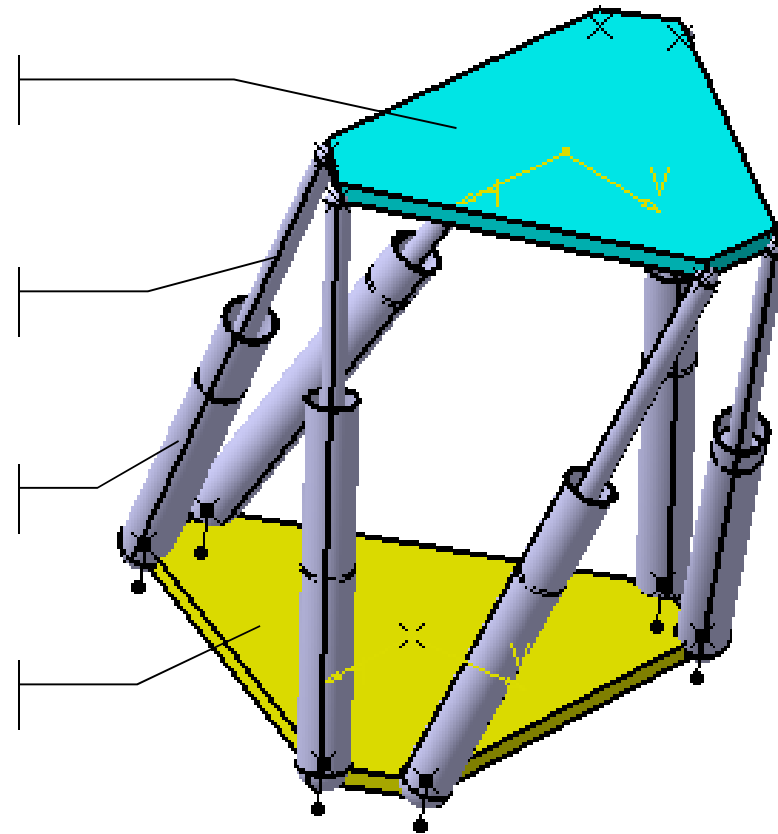
Activité 3 – 2 Hexapode

4 – Platine haute

3 – Tige de vérin

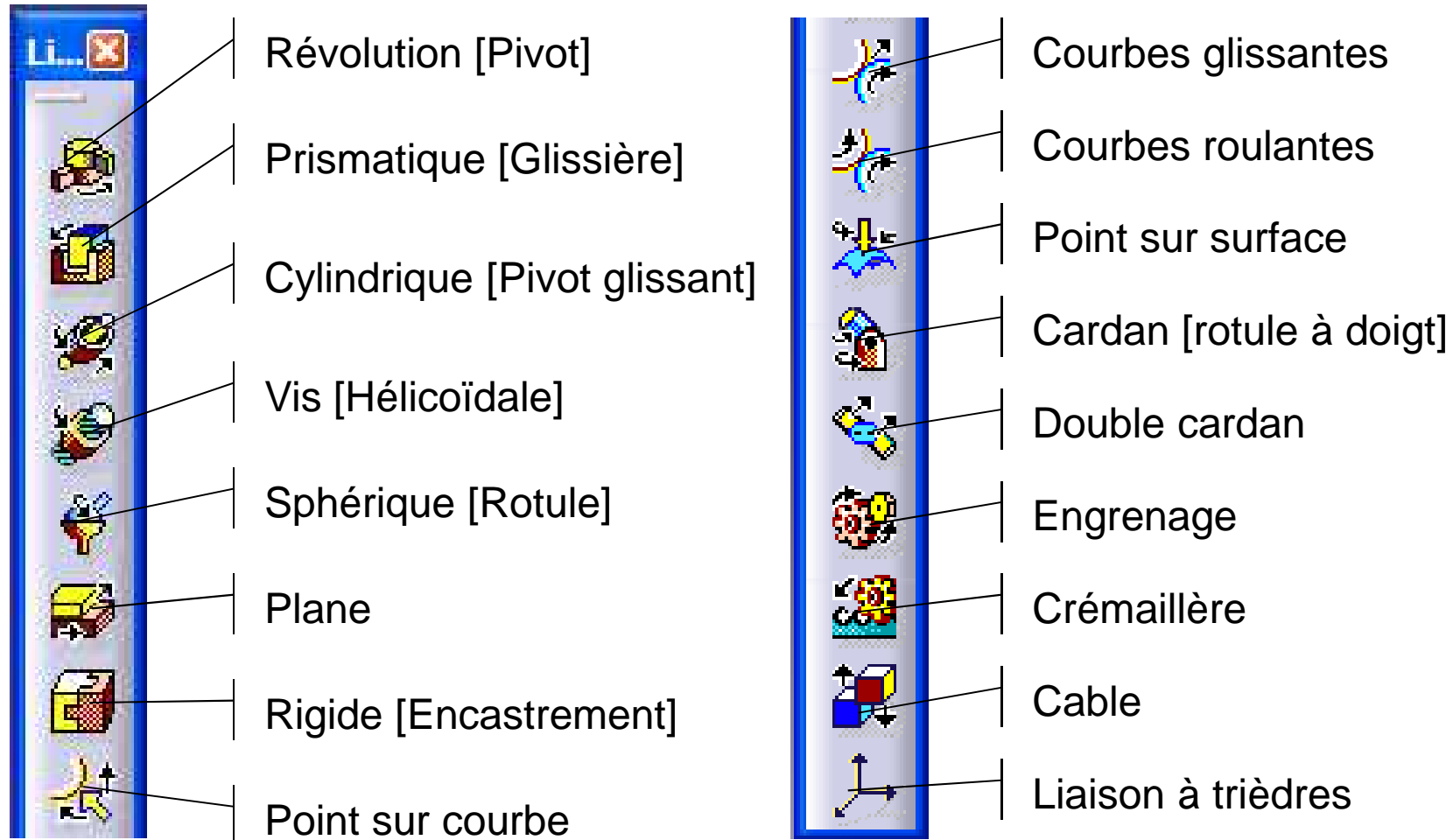
2 – Corps de vérin

1 – Platine basse (fixe)



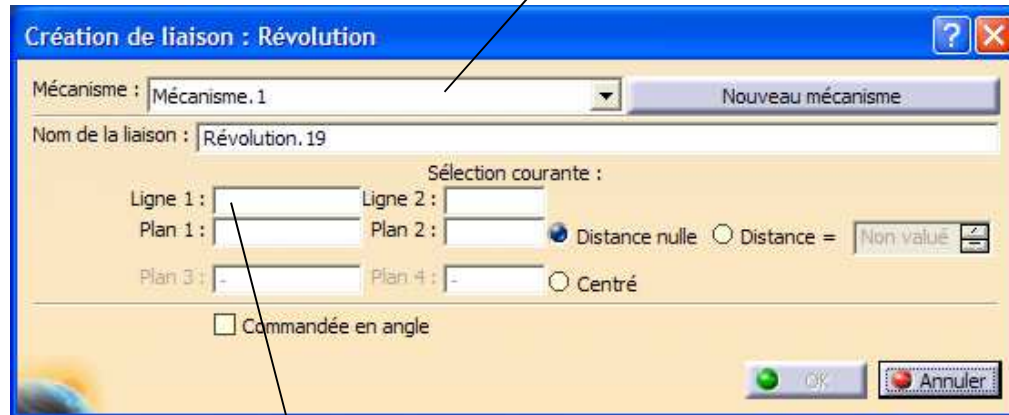
Activité 3 – 3 Hexapode

Boîte d'icônes de définition des liaisons Attention les désignations ne sont pas normalisées !



Activité 3 – 4 Hexapode

Une liaison est toujours définie dans le cadre d'un mécanisme



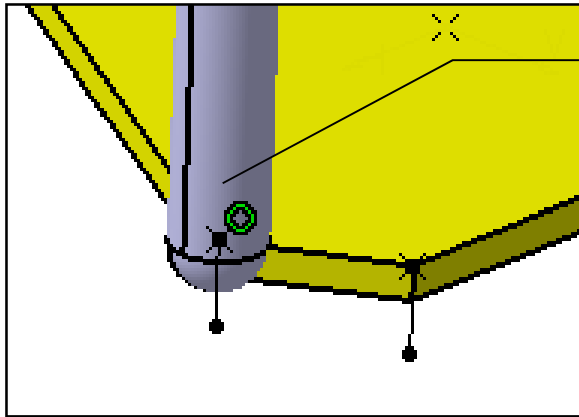
Définition des éléments géométriques coïncidants définissant la liaison



Il est parfois nécessaire de définir des éléments de références en « Part Design » pour définir une liaison

Activité 3 – 5 Hexapode

Définition d'un cardan



Définir une coïncidence des centres en « Assembly Design »

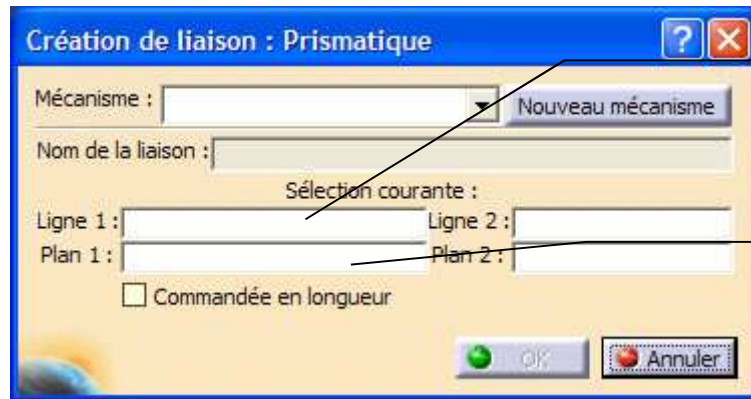
Indispensable !



Définir les deux axes sur la platine et sur le corps de vérin

Activité 3 – 6 Hexapode

Définition d'une liaison prismatique (glissière)



Axe de la glissière

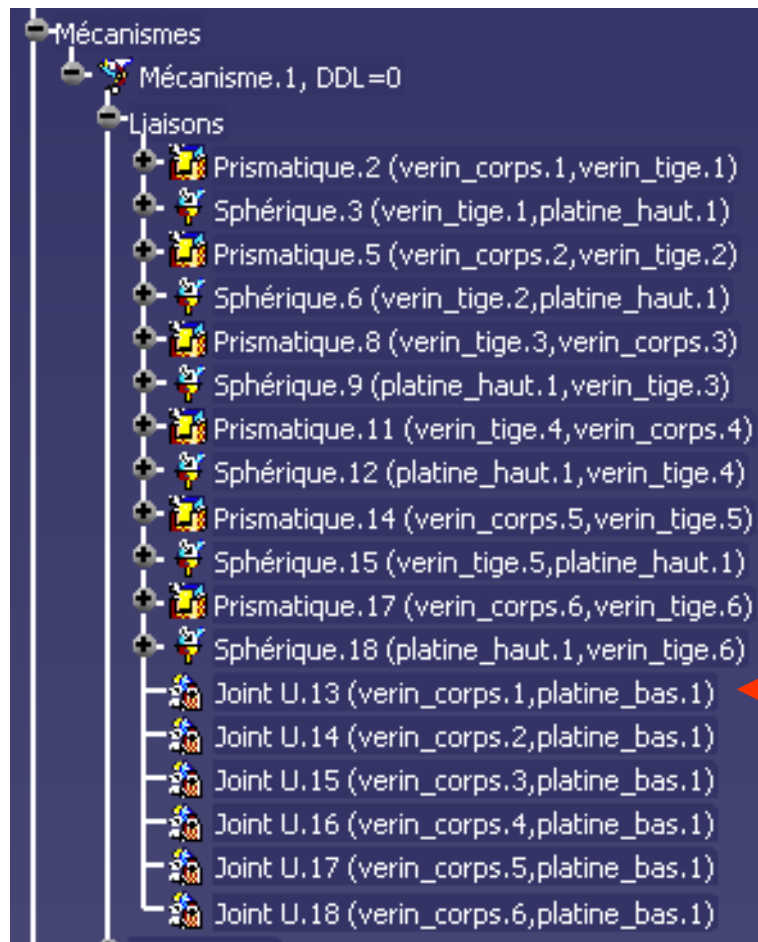
Plans interdisant la rotation propre

Définition d'une liaison sphérique

Désigner les deux centres coïncidents de la rotule.

Activité 3 – 7 Hexapode

Réaliser l'assemblage de l'hexapode en « asm design » puis définir les liaisons définies ci-dessous

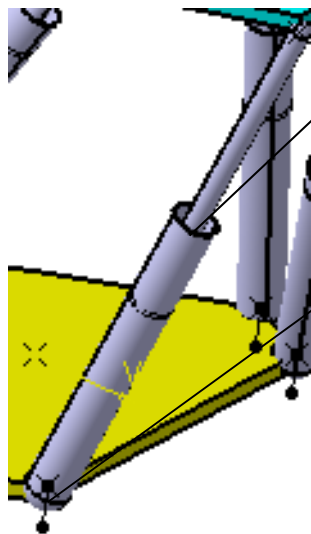


← Liaisons de type « Cardan »

Activité 3 – 8 Hexapode

Attention aux mobilités internes !!! Il faut :

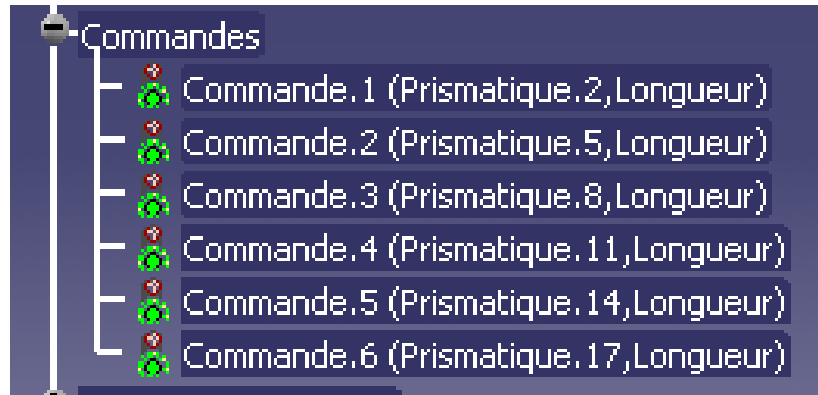
- Associer une commande à une mobilité interne
- Supprimer la mobilité en modifiant la nature de la liaison



Liaison prismatique pour supprimer la rotation propre tige/corps

Liaison cardan pour supprimer la rotation propre corps/platine basse

Activité 3 – 9 Hexapode



Définir les 6 commandes ci-contre

Agir sur les 6 commandes pour déplacer la platine haute



Le modèle cinématique ainsi défini est plus lisible, mais l'atelier « Assembly Design » est encore indispensable

Conclusion

« Assembly design » + animation
sous contraintes

Vérification rapide des ddls

« Assembly design » + « DMU Kin »
avec conversion de contraintes

Simulation "boite noire"

« Assembly design » + « DMU Kin »
et création de liaisons

Modélisation cinématique

- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements**
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

Utilisation des capteurs

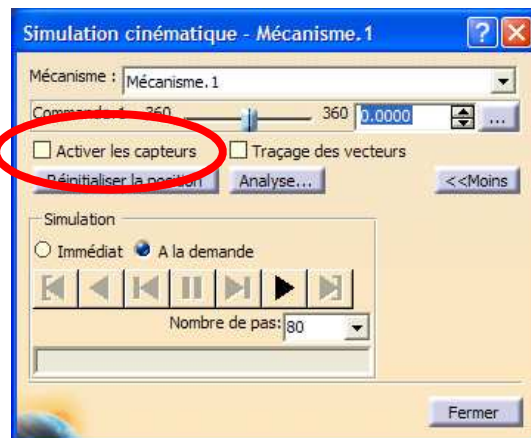
Un capteur permet de connaître le déplacement linéaire ou angulaire associé à chacune des liaisons déclarées :



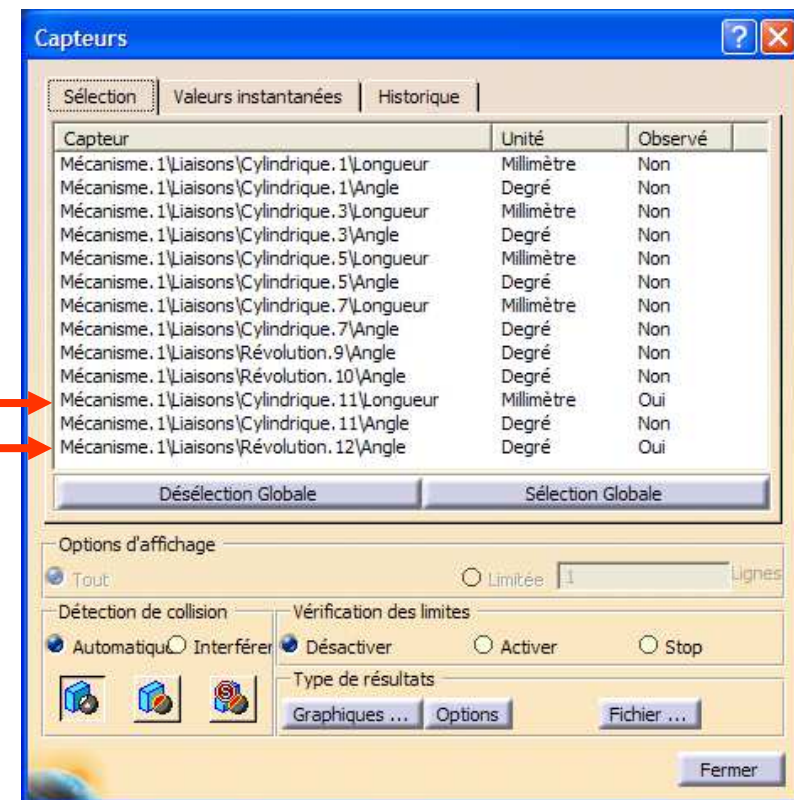
Attention ! Ces capteurs – par défaut - ne permettent pas d'accéder aux valeurs de vitesses ou d'accélération.

Activité 4 – 1 Moteur de tondeuse

- Activer la commande « **Simulation avec commandes** »
- Sélectionner l'option « Activer les capteurs »
- Sélectionner les capteurs souhaités

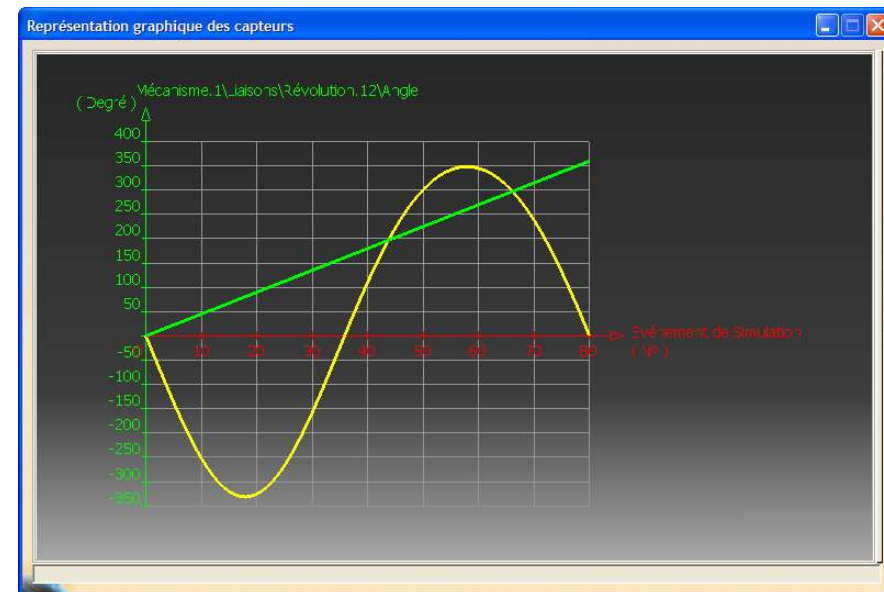
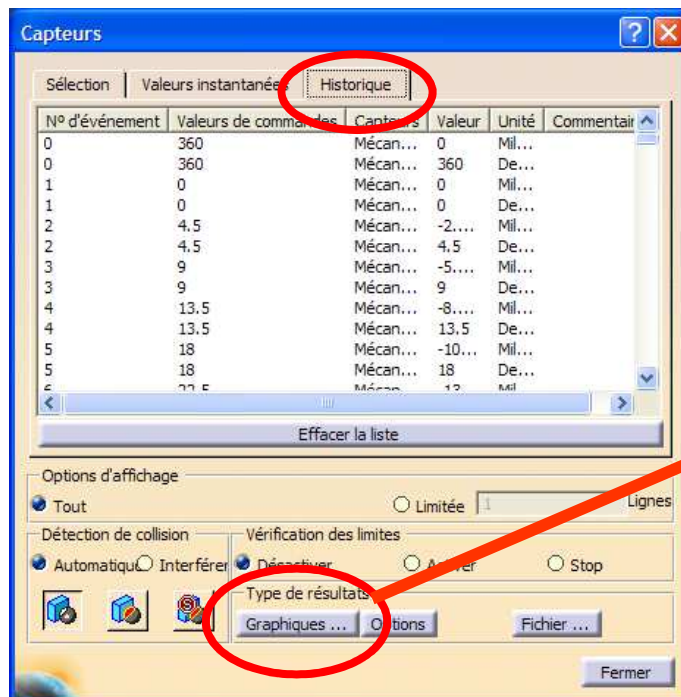


Piston / carter
Vilo / carter



Activité 4 - 2 Moteur de tondeuse

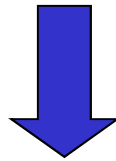
- Démarrer la simulation
- A la fin de la simulation, les valeurs successives des capteurs sont stockées dans l'historique et peuvent être visualisées sous la forme d'un graphique :



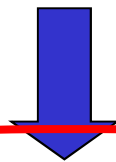
- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations**
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée

Description de la méthode

Définition d'un point particulier en Part Design

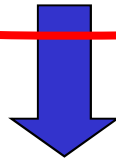


Définition d'un produit de référence



Etape peu intuitive !

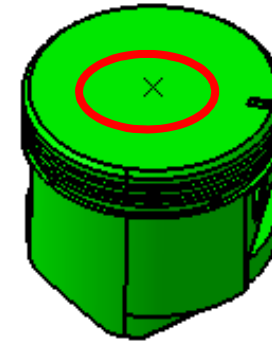
Définition d'une loi de commande



Simulation et observation des capteurs

Activité 5.1 – Définition du point et de la référence

- Charger le piston dans l'atelier « **Part Design** »
- Créer un point au centre de sa calotte
- Retourner sous l'atelier « **DMU Kinematics** »
- Activer la commande « **Vitesse et accélération** »
- Remplissez les champs demandés



Vitesse et Accélération

Mécanisme: Mécanisme.1

Nom: Vitesse-Accélération.2

Produit de référence: carter.1

Sélection du point: Point.1

Repère principal Autre repère:

OK Annuler

- Ici nous étudierons donc $V (A \in \text{Piston} / \text{Carter})$

Activité 5.2 – Trouver la relation cinématique

Pour définir la vitesse d'entrée, nous devons passer par un paramètre KINTime qui représente le paramètre de temps utilisé par CATIA.

N = vitesse de rotation en tours/mn

T = durée de la simulation

KINTime = paramètre de temps de la simulation

θ = angle caractérisant la liaison d'entrée

Question : trouver T et la relation liant KINTime et θ pour que la simulation corresponde à un tour du vilebrequin à 3600 tours / mn ?

Activité 5.3 – Résolution du problème

- $N = 3600$ tours / mn donc une simple règle de trois donne :

$$T = 60/3600 \text{ sec} = 1/60 \text{ sec} = 0,0167 \text{ sec}$$

- $N = 3600$ tours / mn = 21600 degrés / sec d'où

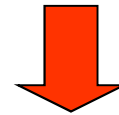
$$\theta = \text{KINTime} / 1 \text{ sec} * 21600 \text{ deg}$$



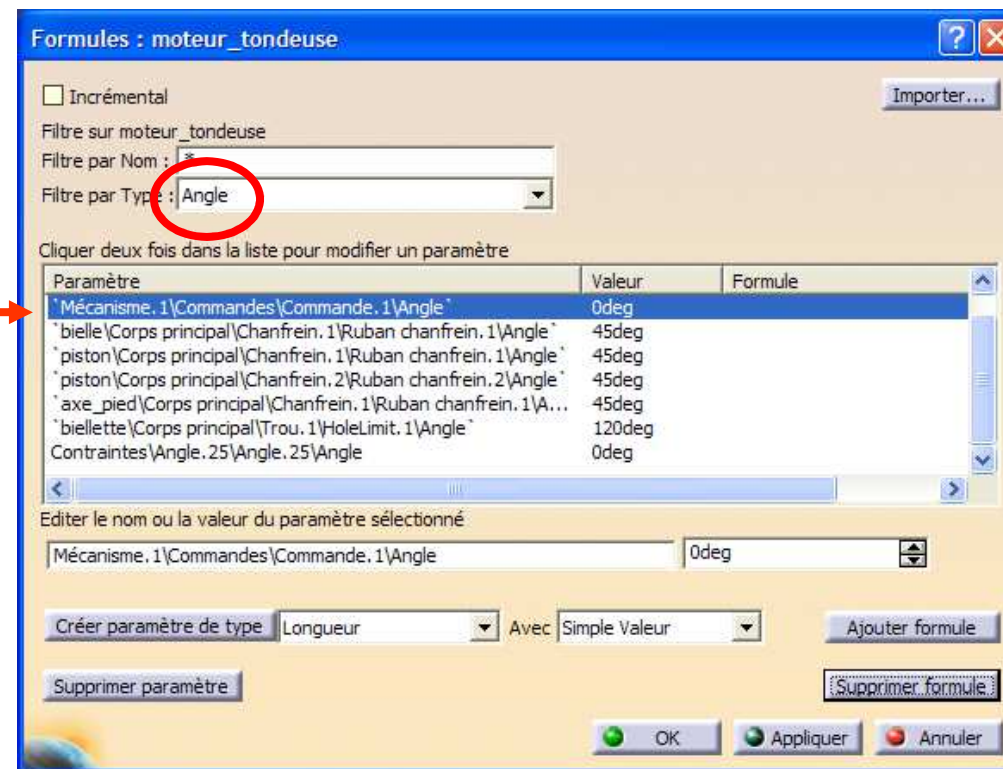
Homogénéité des équations sous CATIA !!!

Il s'agit maintenant de déclarer ces données de simulation dans le modèle CATIA ...

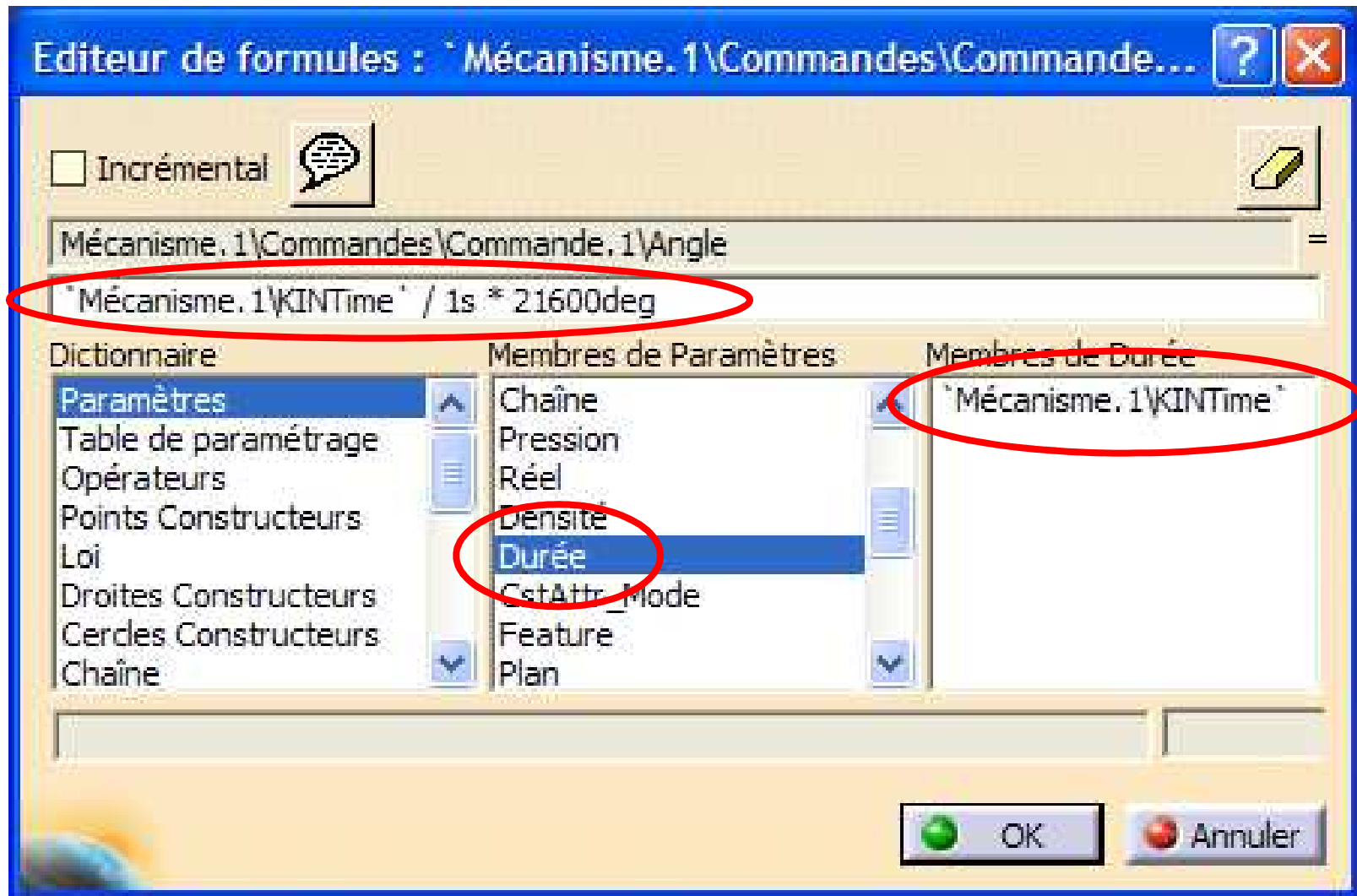
Activité 5.4 – Création d'une formule



Angle de la commande

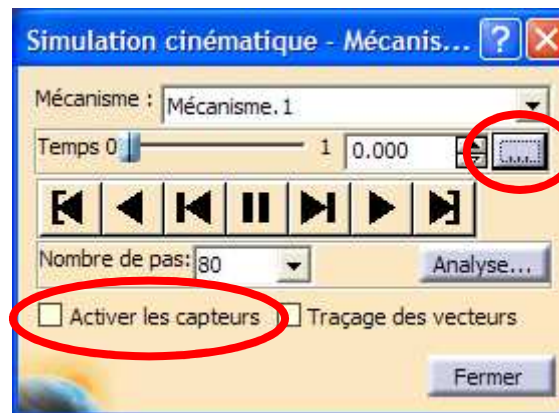


Activité 5.5 – Déclaration de la formule



Activité 5.6 – Simulation

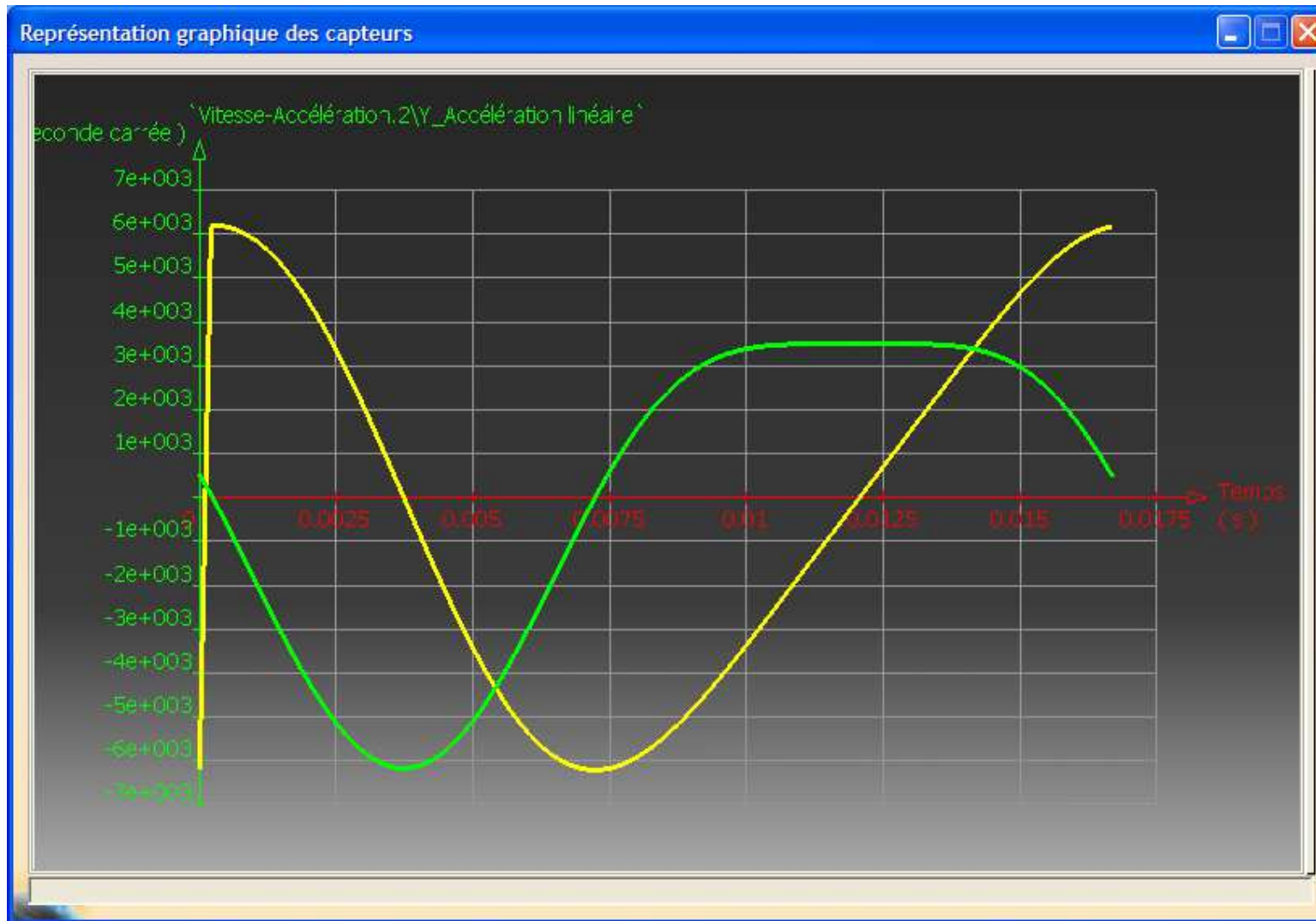
- Commande « **Simulation suivant des lois** »
- Régler la durée de la simulation



- Utiliser les capteurs comme vu précédemment

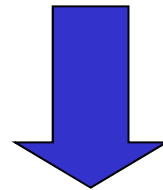
Question : quelles sont les valeurs maximales de la vitesse et de l'accélération du piston / carter ?

Activité 5.7 – Résultats



Bilan

- Impossibilité de déclarer explicitement les caractéristiques des actionneurs (en m/s, tr/mn etc)
- Nécessité de passer par une formule faisant appel à des paramètres internes
- Mais complète intégration à l'environnement CATIA V5

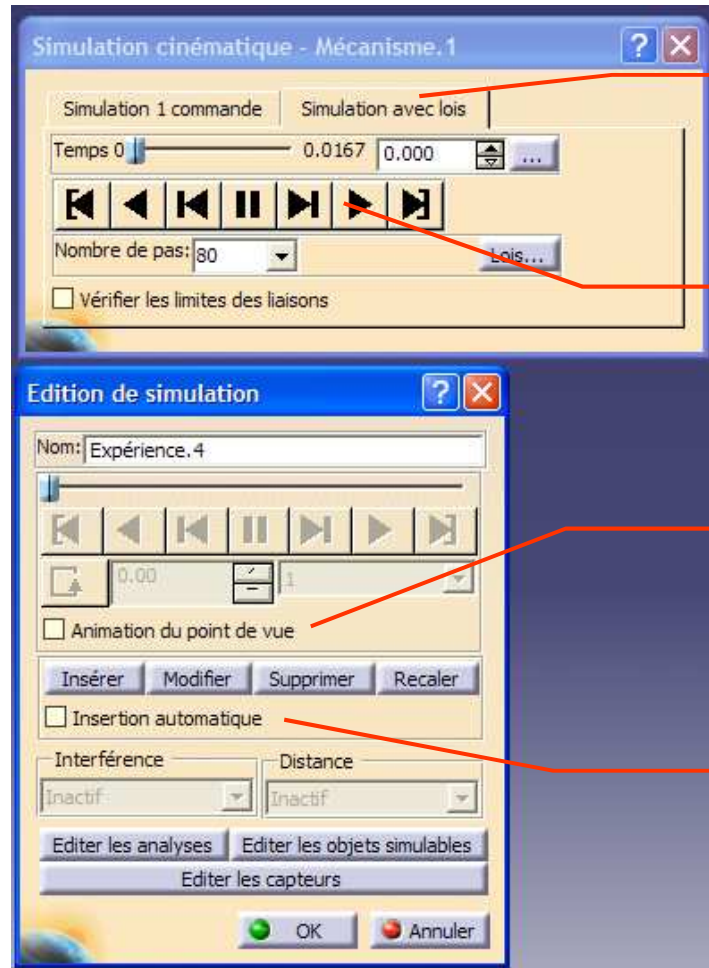


Des modules dédiés à la simulation cinématique ou dynamique complètent l'atelier DMU Kinematics. C'est le cas par exemple de SimDesigner Motion (Adams)

- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Autres fonctionnalités
- 8 Gestion des films et expériences**
- 9 Exercice : distribution culbutée

Expérience

- Une expérience permet d'automatiser une simulation en sauvegardant l'évolution d'une commande et du point de vue



1 Définir le type de simulation

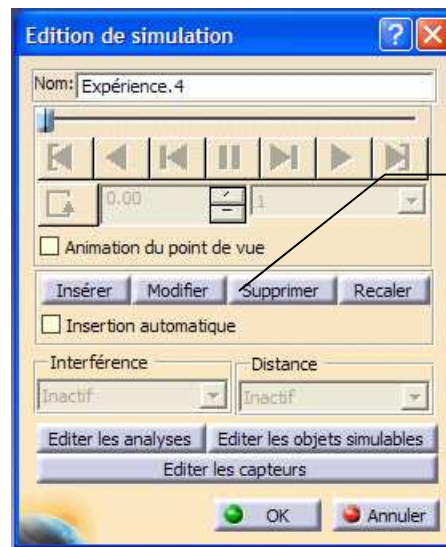
4 Déclencher la simulation

2 Sauvegarde du point de vue ?

3 Type d'insertion

Activité 6 - Expérience

Une simulation est définie par des étapes clés définies soit manuellement (commande « Insérer ») soit de façon automatique (« Insertion automatique »)

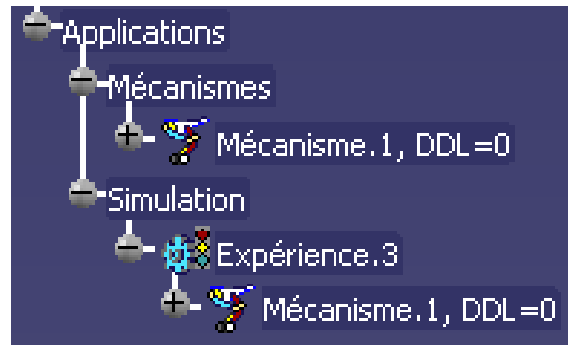


Gestion des étapes clés

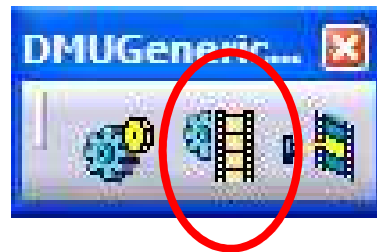
Réaliser une expérience puis un film d'abord avec insertion automatique puis avec insertion manuelle

Activité 6 - Expérience

- Une fois définie, l'expérience apparaît dans l'arbre des spécifications et peut être « rejouée »



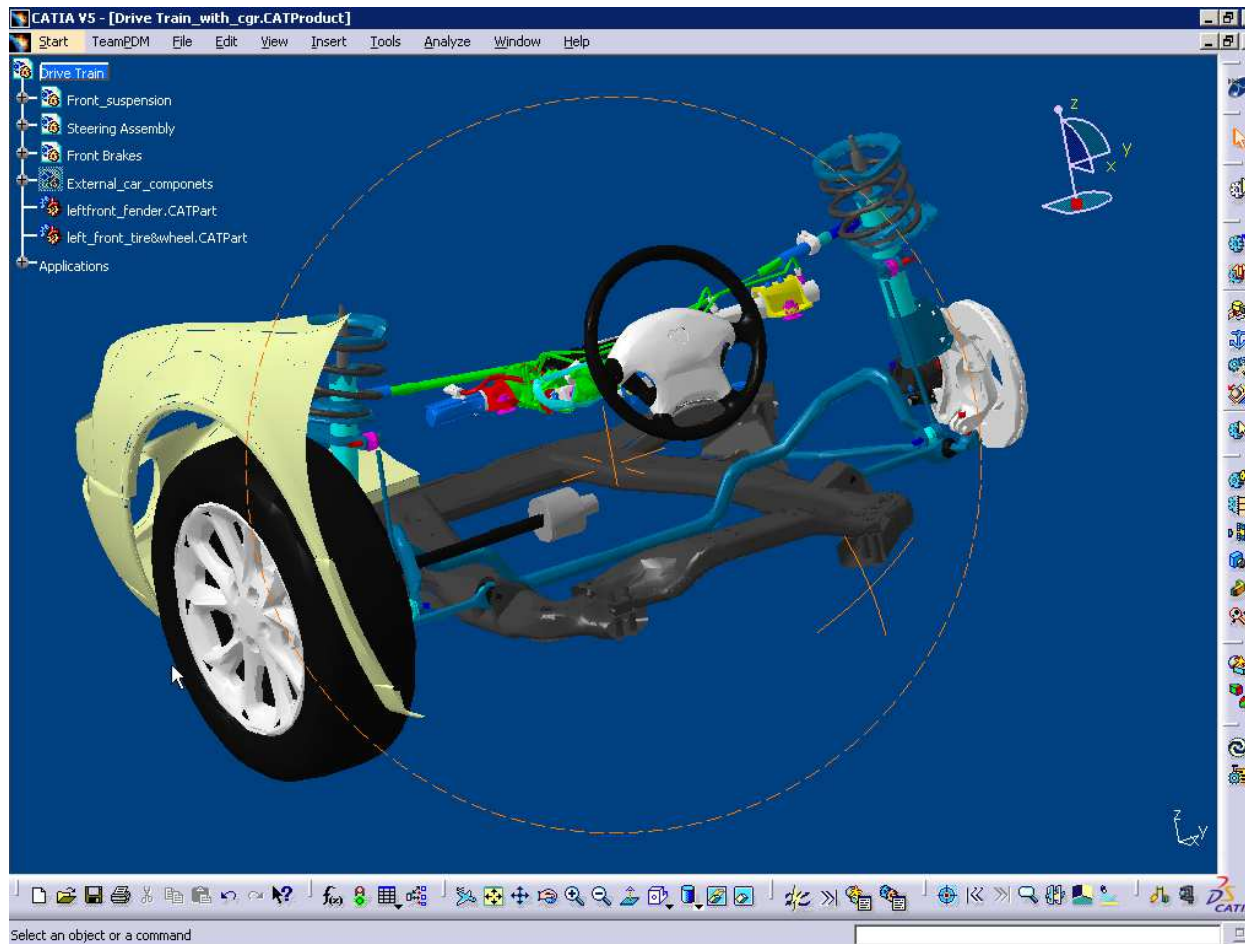
- Une expérience peut être convertie en un « film » stocké dans le modèle CATIA ou sur le disque sous la forme d'un fichier AVI (attention aux tailles de fichiers !)



- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités**
- 9 Exercice : distribution culbutée

Volume balayé

Film 2 – DMU Kinematics

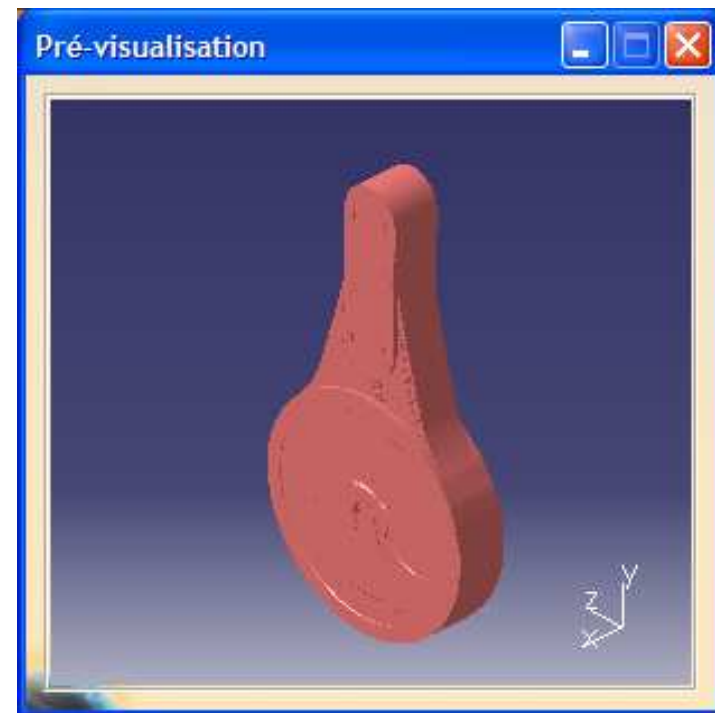
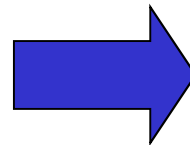
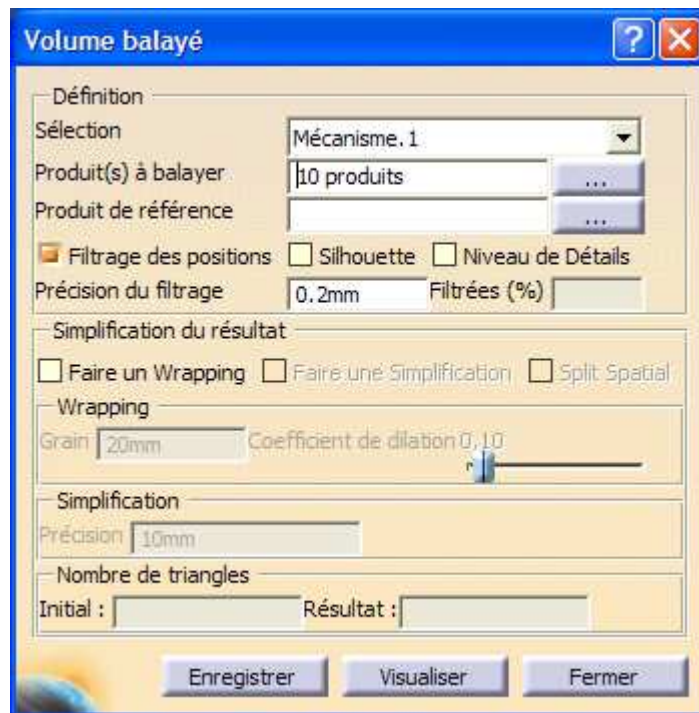


Pascal MORENTON

Activité 7 - Volume balayé



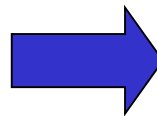
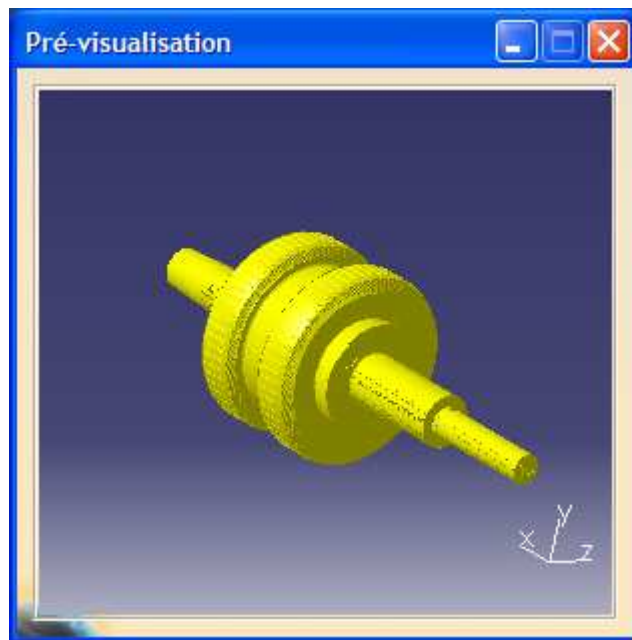
Définit le volume balayé d'un solide par rapport à un solide de référence



Quel est le volume balayé par la masselotte gauche ?

Activité 7 - Volume balayé

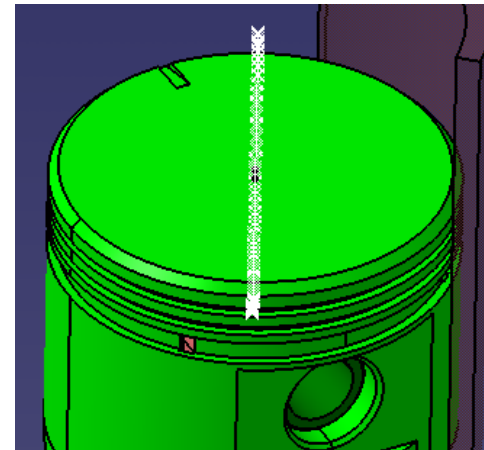
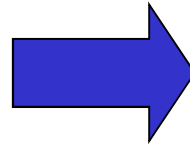
Application possible : génération d'une surface enveloppe d'une pièce d'un mécanisme pour positionner les surfaces enveloppes (non fonctionnelles) d'un bati via une sauvegarde au format « **CGR** »



Activité 7 - Trace et détection de collision



Définit la trace d'un point appartenant à une Part par rapport à un solide de référence



Quel est la trace du centre de gravité de la bielle ?



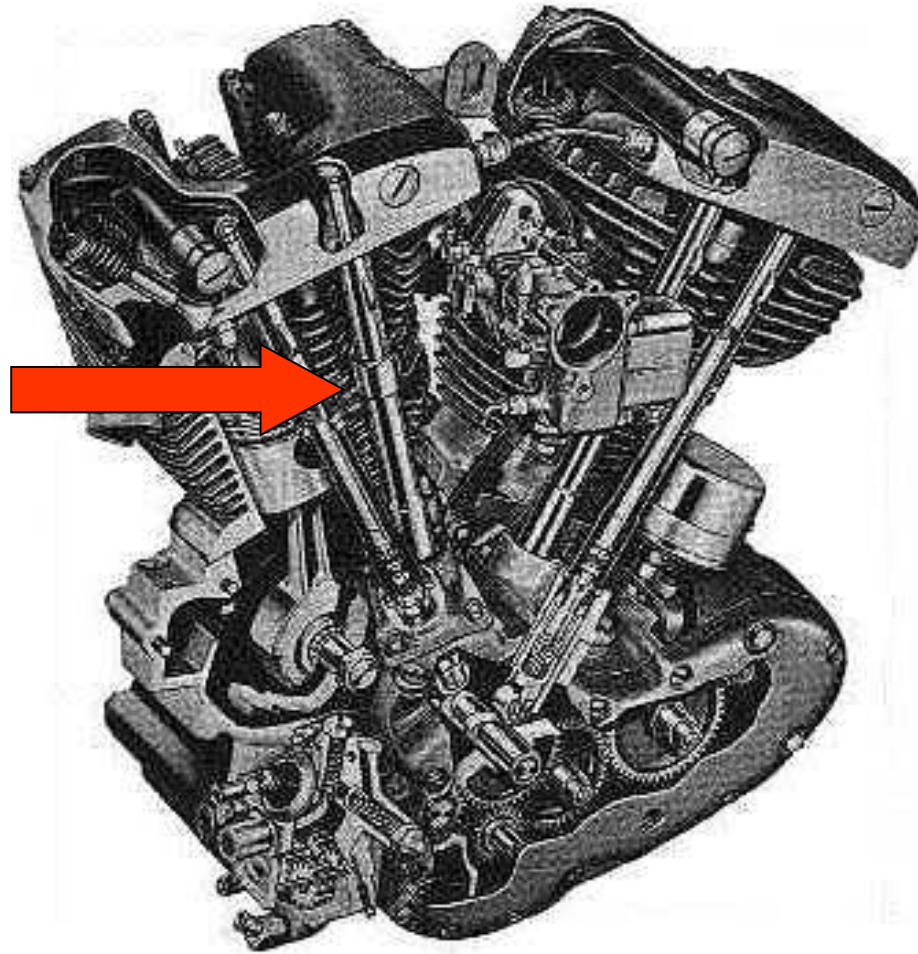
Permet de détecter toute collision entre pièces pendant une simulation

- 1 Présentation de l'atelier et exemples
- 2 Simulation sous « Assembly Design »
- 3 Conversion de contraintes sous « DMU Kin »
- 4 Définition des liaisons sous « DMU Kin »
- 5 Utilisation des capteurs de déplacements
- 6 Accès aux vitesses et accélérations
- 7 Gestion des films et expériences
- 8 Autres fonctionnalités
- 9 Exercice : distribution culbutée**

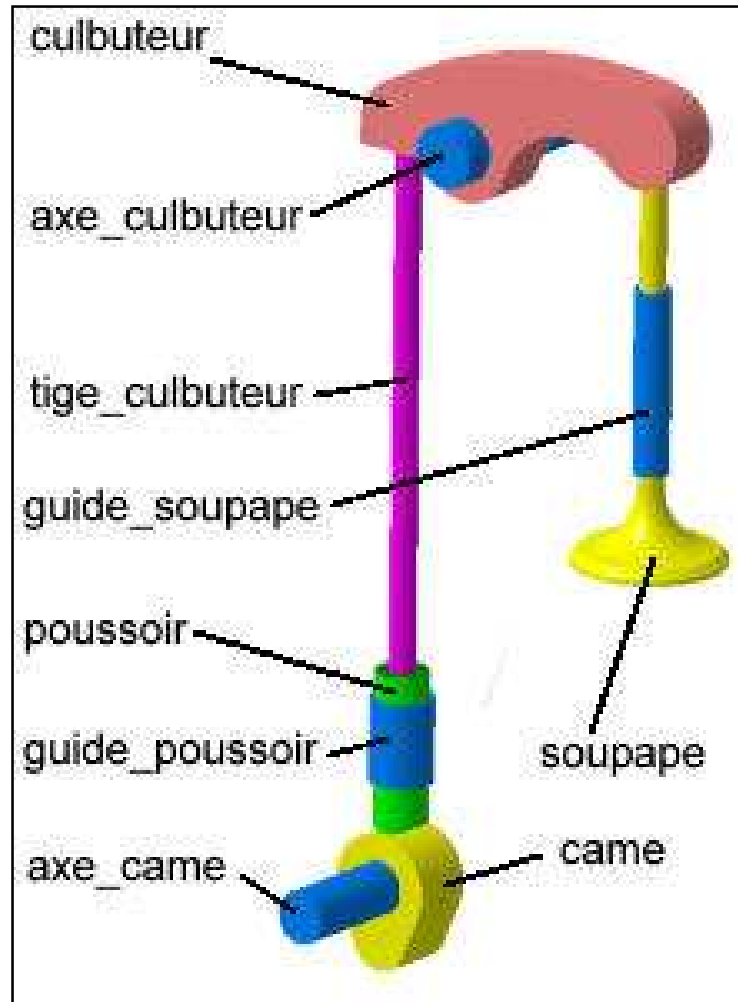
Activité 7 – 1 Distribution

Moteur H-D « Shovelhead » (1966 – 1983)

Tiges de
culbuteurs



Activité 7 – 2 Distribution

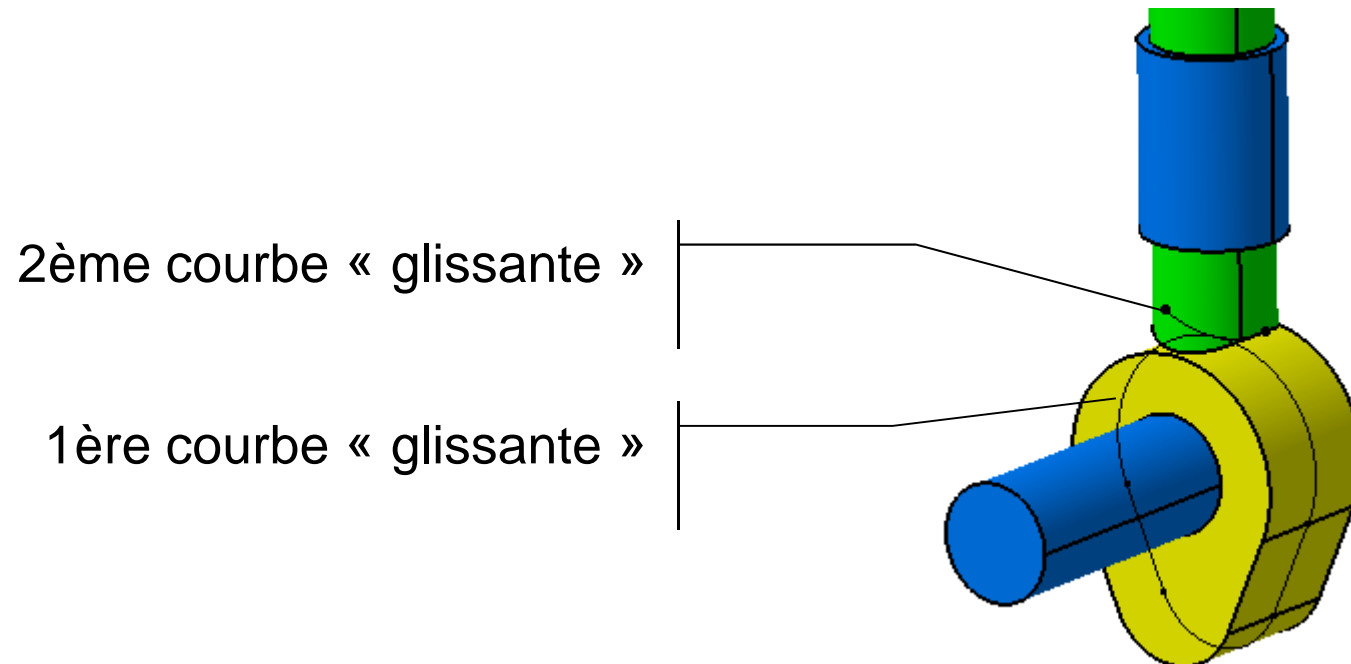


Liaisons à déclarer :

- axe_came : fixe*
- axe_came / axe_culbuteur : rigide*
- axe_came / guide_poussoir : rigide*
- axe_came / guide_soupape : rigide*
- came / axe_came : pivot*
- poussoir / guide_poussoir : cylindrique*
- poussoir / came : courbes glissantes*
- culbuteur / axe_culbuteur : pivot*
- soupape / guide_soupape : cylindrique*
- soupape / culbuteur: courbes glissantes*
- culbuteur / tige_culbuteur : rotule*
- poussoir / tige_culbuteur : cardan*

Activité 7 – 3 Distribution

Modélisation came/poussoir par liaison courbes glissantes



Modéliser le sous-ensemble représenté ci-dessus avec une commande sur l'arbre à came

Activité 7 – 4 Distribution



Modéliser l'ensemble du système en utilisant les courbes et points pré-définis

Activité 7 – 5 Distribution

Pour un régime nominal de rotation du moteur de 4500 tours/mn, trouvez :

- La loi de levée de la soupape $z(t)$
- Sa vitesse et son accélération maximales
- Le volume balayé par la tige de culbuteur
- En déduire le diamètre minimum du cache tige culbuteur que l'on peut installer sur le moteur