

Logiciel MGDESS
Mécanique Graphique dans un dessin Solidworks
Education et formation
Version 1.0

Référence documentation : MGDS100

Autres documentations disponibles :

- Le logiciel SwCadDb
- La bibliothèque Engrenages
- L'Éditeur de bibliothèques
- Les contenus des différentes bibliothèques.
- Les bibliothèques de formes

Notes sur la documentation :

Cette documentation existe au format WORD97 et PDF (Acrobat 5.0). Elle est disponible sur le site du logiciel à l'adresse <http://swcaddb.com> et sur le Cd-rom d'installation **SwCadDb**.

Pour toutes remarques ou suggestions concernant cette documentation, contacter l'adresse :
docs@swcaddb.com

Table des matières

Présentation générale	3
Caractéristiques générales	3
Installation	4
Utilisation du logiciel MGdess	5
Présentation de 20 exemples.....	5
Premier exemple - Création d'un schéma.....	8
Deuxième exemple - Statique graphique.....	16
Methodologie Solidworks	22
Détail des fonctions et des commandes	23
Initialisation.....	24
Constructions géométriques	24
Animations et calculs	28
Résultats graphiques et tableaux.....	34
Module de gestion des calques.....	39
Module de gestion des repères de points	42
Module de gestion des repères de pièces ou d'entités.....	43
Module de gestion des cotes paramètres	44
Module de gestion des entraînements.....	45
Réglages et options.....	46
Annexes	47
Annexe A - Fiche rapport « schéma et paramétrage ».....	47
Annexe B - Fiche rapport « calculs et résultats »	48
Annexe C - Relations dans les esquisses planes.....	49
Annexe D - Lignes d'inférence et relations automatiques.....	50

Présentation générale

Caractéristiques générales

MGdess est un logiciel permettant de faire de la mécanique graphique dans une feuille de dessin Solidworks. Il s'appuie sur les différentes fonctions géométriques déjà présentes dans une feuille de mise en plan ou dans une esquisse Solidworks.

Il permet de résoudre les principaux problèmes de STATIQUE GRAPHIQUE plane et de CINÉMATIQUE PLANE.

STATIQUE GRAPHIQUE :

- Equilibres de deux et trois forces concourantes
- Résultante de plusieurs forces connues
- Frottement
- ...

CINÉMATIQUE :

- Déplacements, trajectoires, positions
- Composition de vitesses
- Equiprojectivité, C.I.R.
- Entraînements : engrenages, poulies-courroies ...

Le logiciel comporte trois modules principaux :

- **Module de construction du schéma et de l'épure.** L'ajout de nombreuses fonctions à celles déjà existantes dans Solidworks permet d'optimiser la construction des schémas et d'en faciliter la lisibilité.
- **Module d'animation et de calcul.** Permet de piloter une cote du schéma et d'animer ce dernier en récupérant des résultats géométriques dans un fichier.
- **Module de visualisation des résultats.** Visualise les résultats sous forme de tableaux ou de graphiques multi-courbes.

MGdess se base principalement sur des notions de géométrie plane pour la construction des schémas de mécanismes. La notion essentielle de modélisation du mécanisme, classes d'équivalences et liaisons élémentaires doit être traitée en amont avant de passer sur le logiciel.

MGdess traite deux types de schémas plans :

- Schémas entièrement fixe (esquisse contrainte) : dans ce cas l'utilisation des modules d'animation et de visualisation des résultats n'est pas nécessaire. On se borne à une étude de type épure plane (statique graphique, détermination de dimensions géométriques, calculs graphiques d'autres paramètres physiques,...)
- Schémas mobiles à un degré de mobilité (esquisse sous-contrainte) : cette mobilité correspondra en général à une mobilité cinématique du mécanisme (étude cinématique). D'autres cas sont envisageables : variation d'une dimension géométrique d'une pièce, variation graphique d'un coefficient.

Installation

MGdess est disponible soit en téléchargement à partir du site <http://mgdess.com> , soit en commandant le CD d'installation du produit. Dans les deux cas l'installation du logiciel se fait de la même manière.

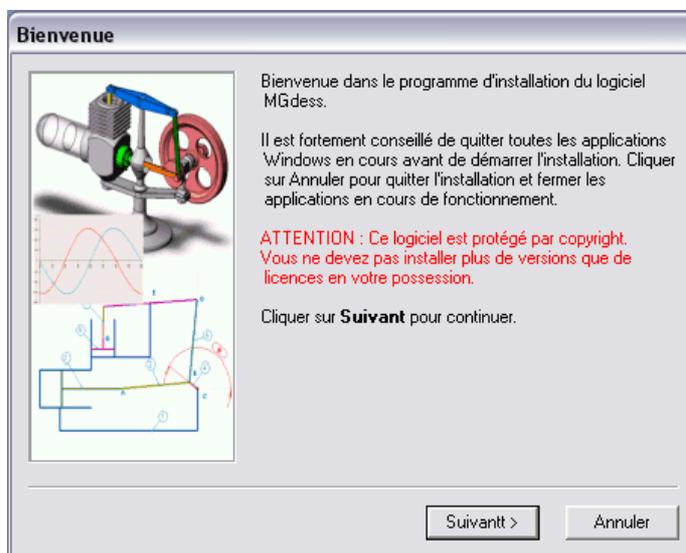
Suivre les grilles de l'utilitaire d'installation.

Après installation le menu MGdess est activé automatiquement dans Solidworks en temps que « Complément »

Un menu Windows (démarrer/tous les programmes/MGdess) permet d'accéder directement à l'aide et à l'utilitaire de visualisation graphique des résultats car cet utilitaire est indépendant de Solidworks.

Pour désinstaller le logiciel utiliser le panneau de configuration Windows et l'option « Ajout/suppression de programmes ».

Pour tous les problèmes rencontrés ainsi que pour les mises à jour du logiciel, consulter le site <http://mgdess.com>.



Utilisation du logiciel MGdess

Présentation de 20 exemples.

Le CD d'installation contient les fichiers de 20 exemples traités au format Solidworks 2001+ ou Solidworks 2005 suivant le cas.

Le tableau ci-dessous donne pour chaque exemple, les centres d'intérêt de la mécanique plane traités dans l'exemple () , ou pouvant être abordés () avec cet exemple.

Les centres d'intérêt listé ci-dessous ne sont pas rattachés à un programme ou référentiel particulier. Ils couvrent globalement les méthodes graphiques utilisées à différents niveaux d'étude (classes de premières, terminales, BTS, classes préparatoires...), dans différentes filières (bacs Professionnels, bacs STI, bac SI...) et spécialités (Mécanique, Bois, structures métalliques...).

Cette liste n'est pas exhaustive.

Centres d'intérêt de la Mécanique graphique plane :

- C1 : Cinématique : Trajectoires / Déplacements
- C2 : Cinématique : Vitesses / Accélérations
- C3 : Cinématique : Equiprojectivité / Centre instantané de rotation
- C4 : Cinématique : Base-roulante
- C5 : Cinématique : Composition de mouvements
- C6 : Cinématique : Engrenages / Poulies-courroies / Crémaillères
- C7 : Cinématique : Cames planes / Rampes de formes
- S1 : Statique : Equilibres de solides soumis à 2 ou 3 forces concourantes
- S2 : Statique : Résultantes de 2 ou plusieurs forces connues
- S3 : Statique : Frottement / Lois de Coulomb
- S4 : Statique : Equilibre de solide par la méthode dynamique / Funiculaire
- S5 : Statique : Systèmes réticulés – Méthode de Crémona ...
- G1 : Modification de paramètres géométriques
- G2 : Modification de paramètres physiques quantifiables graphiquement

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	S1	S2	S3	S4	S5	G1	G2
Système Bielle – manivelle		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>											
Pince de manipulateur PARKER	<input type="checkbox"/>							<input checked="" type="checkbox"/>						
Croix de Malte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>											<input checked="" type="checkbox"/>	
Variateur de vitesse GUSA		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>	
Presse à deux excentriques	<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>								
Portail FAAC					<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>						
Problème d'arc-boutement										<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Grue hydraulique	<input type="checkbox"/>							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Machine à découper les tôles			<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>	
Echelle contre un mur				<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Cric hydraulique	<input type="checkbox"/>							<input checked="" type="checkbox"/>						
Essuie-phare de voiture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>								
Mécanisme d'entraînement de caméra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
Moteur Stirling	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>												
Pince GENUS	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
Plateau élévateur							<input type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			
Commande de cadre par came	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>							
Essuie-glace de Mercedes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>									
Poinçonneuse	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>						
Triangle de levage de benne	<input type="checkbox"/>							<input checked="" type="checkbox"/>						

La documentation séparée nommée « 20 applications MGdess » présente chacun des exemples ci-dessus de manière détaillée en y intégrant pour chaque exemple, les deux type de fiches rapport imprimées par le logiciel MGdess.

- Fiche rapport « schéma et paramétrage » imprimée à partir du module « construction du schéma ».
- Fiche rapport « calculs et résultats » imprimée à partir du module « résultats ».

Ces deux types de fiches sont présentées en Annexes A et B.

Ces fiches au format « Acrobat » (fichiers .PDF) se trouvent aussi sur le CD d'installation.

Remarque : On peut imaginer d'autres applications et centres d'intérêts dans d'autres domaines que celui de la mécanique :

- *Physique (optique, ondes...)*
- *Mathématiques, géométrie*

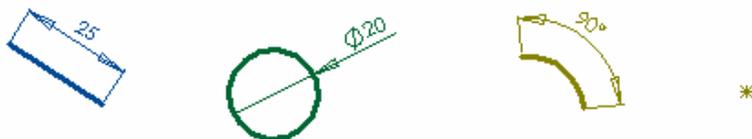
Premier exemple - Création d'un schéma

Cette partie traite un exemple complet en mettant l'accent sur la méthodologie de création d'un schéma. Elle nécessite comme pré requis une connaissance minimale du logiciel Solidworks.

Vocabulaire de base :

Entités : Ce sont les éléments de construction du schéma : les droites, les cercles, les arcs de cercles, les points uniques. Pour construire les entités d'un schéma on se servira de cotes et de relations géométriques.

Cotes : Elles permettent de dimensionner les entités. Ce sont les cotes classiques utilisées pour construire les esquisses. Ce sont des cotes dites 'pilotantes'.



Relations géométriques d'esquisse : Elles permettent de positionner les entités.



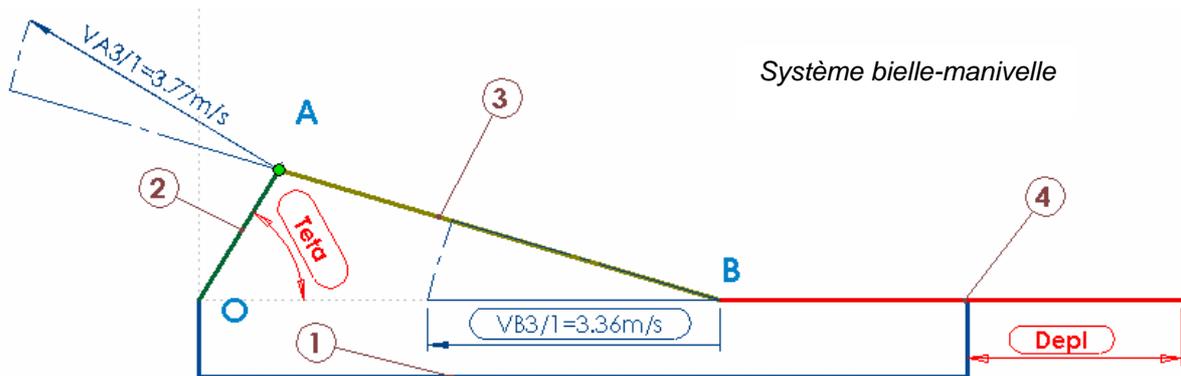
Points : Ce sont les points géométriques découlant de la création d'entités.

Repères de points : Repères permettant d'identifier des points particuliers par des lettres. Seuls les points intéressants seront repérés. Un point repéré est ensuite pris en compte dans les calculs (positions, trajectoires).

Repères d'entités : Repères permettant d'identifier des entités particulières par des chiffres. Seules les entités intéressantes seront repérées. Une entité repérée est ensuite prise en compte dans les calculs. Il est conseillé de repérer une pièce indéformable en repérant une entité de la pièce.

Cotes paramètres : Cotes pilotées. A l'inverse des cotes pilotantes classiques, ces cotes changent de valeur lors du changement de la géométrie du schéma. Une cote paramètre est ensuite prise en compte dans les calculs. Les valeurs des cotes pilotées sont affichées dans un cadre à bords arrondis.

Entraînements : Parmi les relations géométriques d'esquisses, il n'existe pas de relation permettant de simuler un roulement sans glissement ou un entraînement poulies-courroie. MGdess offre la possibilité, lors de la création du schéma, de créer facilement de tels entraînements. Le mouvement d'entraînement sera pris alors en compte par le module d'animation et de calcul.



Cotes orientées : Cotes 'vecteurs'. Elles sont la représentation graphique de vecteurs. Vecteur force dans un calque statique et vecteur vitesse dans un calque cinématique. Elles peuvent être pilotantes ou pilotées. Une cote orientée est ensuite prise en compte dans les calculs.

Calques Un calque regroupe un ensemble d'éléments (entités, cotes...). Ces éléments auront la même couleur, la même épaisseur et le même style de ligne. Un calque peut être caché ou montré. Un calque peut être actif ; dans ce cas tout élément créé est généré dans ce calque. Bien que ce ne soit pas obligatoire, il est conseillé de dessiner toutes les entités et cotes d'une même pièce dans un même calque.

Les différents types de calques :

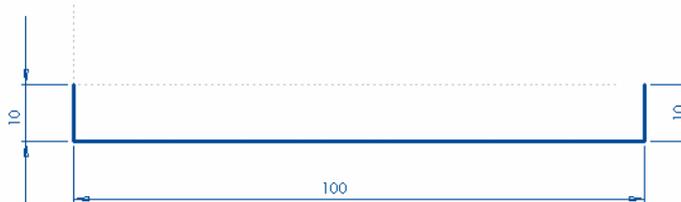
- Calques pièces : contiennent les éléments de construction des pièces du schéma. Ils sont nommés 'Pièce_1', 'Pièce_2',...
- Calques statiques : contiennent les constructions de statique graphique des différentes pièces. Ils sont nommés 'Statique_1', 'Statique_2',...
- Calques cinématiques : contiennent les constructions de cinématique graphique des différentes pièces. Ils sont nommés 'Cinématique_1', 'Cinématique_2',...
- Calques trajectoires : contiennent les trajectoires des différents points repérés
- Calques positions : contiennent les positions particulières d'entités.

Considérations sur la construction d'un schéma-pièce :

Les notions abordées dans cet exemple sont valables pour la construction de pièce dans une mise en plan MGdess, mais aussi pour la construction de toute esquisse de génération de volume. Elles permettent d'éviter les créations automatiques de relations géométriques et les accrochages de points intempestifs entraînant des sur-contraintes pas toujours faciles à déceler et corriger.

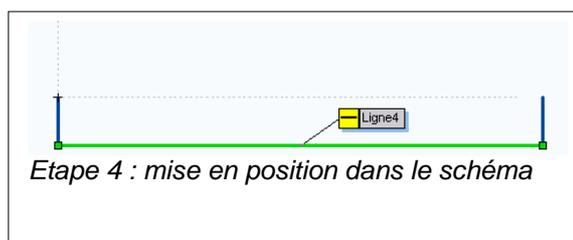
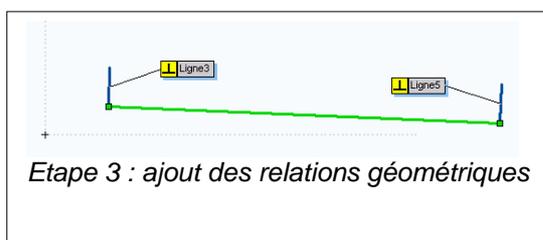
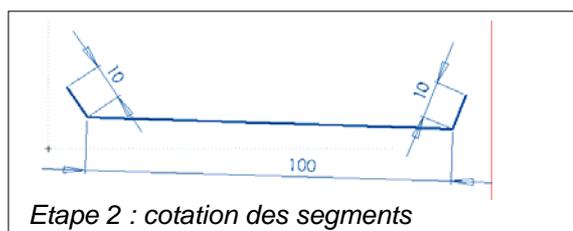
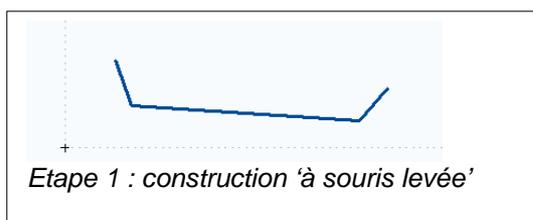
Schéma-pièce à créer :

(corps du système bielle-manivelle)



La pièce doit être construite en partant du cas de tracé le plus général (pas d'accrochage à des points existants, pas de lignes horizontales ou verticales), puis en la mettant en forme et en la rigidifiant par étapes successives : d'abord les cotations indispensables, puis les relations géométriques.

Une fois rigidifiée, elle est mise en position dans le reste du schéma de la même manière : positionnement d'un point + arrêt en rotation par un angle ou une relation géométrique.



Dans le menu Solidworks « Outil/Paramètres d'esquisse », l'option « Relations automatiques » doit être décochée (ce que fait MGdess automatiquement). Ceci pour ne pas créer de contraintes géométriques cachées automatiques du type « horizontal » ou « vertical » par exemple. Le seul accrochage automatique reste alors la fusion de points (extrémités de segment ou de centre de cercle).

Si l'on veut "défusionner" deux points, Solidworks propose une fonction permettant de décrocher facilement les entités en les faisant glisser. Menu Solidworks : « Outil/Paramètres d'esquisse » et cocher la fonction « Détacher le segment en faisant glisser ».

Construction d'un schéma complet :

Le schéma à construire est le système bielle-manivelle de la figure précédente.

Lancer Solidworks.

A partir du menu « *MGdess/Initialisation* », créer un nouveau document. C'est la seule option du menu accessible avec l'aide si aucun fichier n'est ouvert dans Solidworks. Enregistrer le document vide. Toutes les données complémentaires à MGdess sont enregistrées dans le fichier Solidworks.

Lancer à partir du menu « *MGdess* » le module « *Constructions géométriques* ». Ce module regroupe la plupart des fonctions nécessaires à la construction du schéma. Pour l'utilisation des différentes fonctions de ce module, voir la rubrique correspondante, au chapitre suivant.

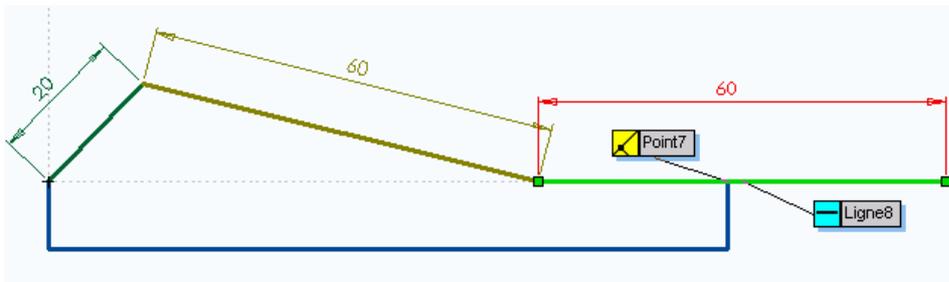
Activer le calque pièce n° 1. Toutes les entités et cotes seront créées dans ce calque. Construire les trois droites formant le corps (voir pour plus de détail la rubrique précédente : « exemple de construction d'une pièce indéformable »). Quand la pièce est terminée, cacher les cotes de construction. La pièce n° 1 est normalement complètement contrainte dans la feuille.

Activer ensuite le calque pièce n° 2, et construire le segment OA.

Activer ensuite le calque pièce n° 3, et construire le segment AB.

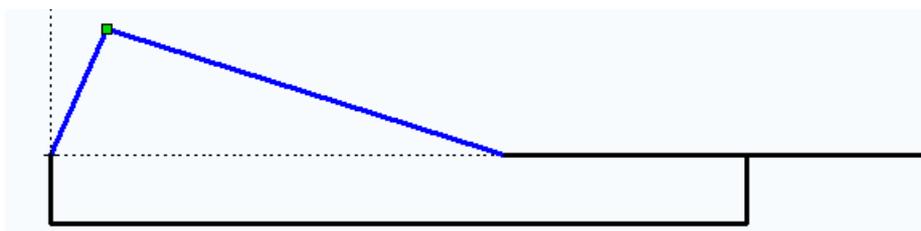
Activer ensuite le calque pièce n° 4, et construire le dernier segment horizontal.

Cacher de la même manière que précédemment les cotes de construction.



Remarque : Quand on dessine des entités dans un calque, elles prennent automatiquement la couleur du calque. Pour pouvoir voir l'état de contrainte des éléments, cliquer sur l'icône Solidworks « Mode d'affichage en couleur ». Les couleurs des calques de construction sont alors ignorées et les entités sont affichées avec le codage de contrainte classique Solidworks : bleu : élément sous contraint, noir : élément totalement contraint, rouge : élément sur-contraint.

On obtient ainsi le schéma suivant :



Le corps est totalement contraint et immobile, les pièces 2 et 3 sont sous-contraintes (rotations), le segment de la pièce 4 semble contraint mais ne l'est pas totalement car ses points d'extrémités peuvent translater. Il est donc possible de mettre en mouvement le schéma à l'aide de la souris en essayant de déplacer un point.

Habillage et paramétrage du schéma :

A partir du menu « *MGdess/Repérage des points* », créer maintenant les repères de points. Les repérages de points créés par cette méthode sont rangés dans un calque particulier. Les points repérés de cette manière sont pris en compte lors des calculs cinématiques et on peut obtenir par exemple leurs trajectoires.

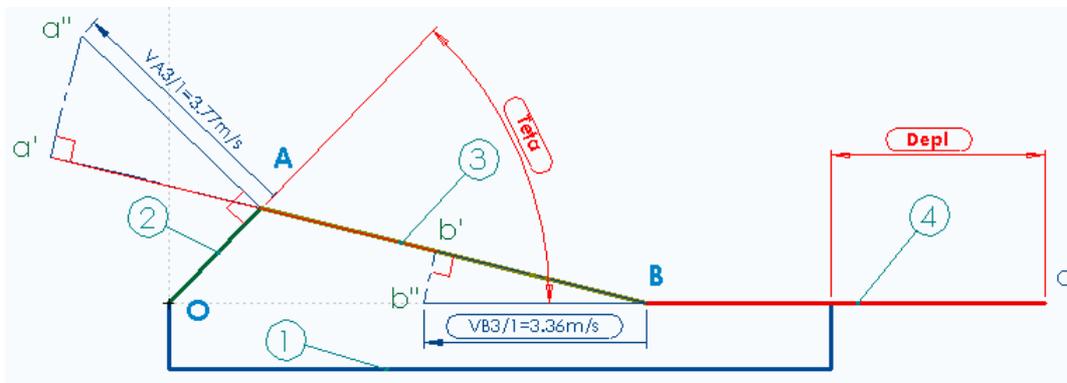
A partir du menu « *MGdess/Repérage des entités* », créer de la même manière les repères de pièces. Les repérages des entités créés par cette méthode sont rangés dans un calque particulier. Les entités repérées de cette manière sont prises en compte lors des calculs cinématiques et on peut obtenir leurs déplacements.

A partir du menu « *MGdess/Gestion des cotes paramètres* », ajouter les cotes paramètres « Teta » (angle de rotation de la manivelle) et « Depl » (déplacement linéaire du coulisseau). Les cotes doivent être d'abord créées comme de simples cotes. Sélectionner ensuite la cote et cliquer sur « *Ajouter* » dans le Gestionnaire de cotes paramètres. Donner un nom à la cote. Les cotes paramètres créées par cette méthode sont rangées dans un calque particulier. Elles sont prises en compte lors des calculs cinématiques.

Remarque : *Les cotes paramètres sont des cotes pilotées et n'influent pas sur l'état de contrainte de l'esquisse. Lors du lancement de l'animation ou des calculs, on choisira une de ces cotes qui deviendra pilotante et permettra d'animer le schéma (système à un degré de liberté).*

Construction de l'épure cinématique :

La vitesse de rotation de la manivelle est supposée connue ($N=1800$ tr/mn soit $VA3/1=3,77$ m/s). Le schéma est à l'échelle 1. On utilise le principe de l'équiprojectivité pour déterminer la vitesse de déplacement linéaire du point B.



Activer le calque cinématique de la pièce n° 3. L'épure sera construite dans ce calque.

Construire le segment Aa" perpendiculaire à OA. Coter ce segment. Donner à la cote la valeur 37,7.

Remarque : Les cotes créées dans un calque cinématique (ou dans un calque statique) peuvent être transformées en cotes 'vecteur' à partir des fonctions du module de construction (flèche orientée). Il est aussi possible d'afficher le nom de la cote ainsi que sa valeur à l'échelle et dans l'unité (m/s pour les calques cinématiques et N pour les calques statiques). L'échelle est réglée à partir du module « Réglages et options ». Ces cotes peuvent aussi être pilotées.

Modifier l'échelle d'affichage des vitesses dans le module « Réglages et options » : ici on prendra 10mm pour m/s. La valeur de la cote OA correspond donc à $37,7/10 = 3,7\text{m/s}$.

Sélectionner la cote OA. L'orienter (icône ) et éventuellement changer son sens (icône ). Modifier ensuite son nom : ici « VA3/1 » grâce au menu Solidworks « Propriétés » (clic droit sur la cote). Afficher son nom (icône ) et sa valeur à l'échelle en m/s (icône ). Cette valeur de vitesse est constante et connue donc la cote ne sera pas rendue pilotée.

Construire les segments a"a' et a'b' :

- a"a' et a'b' sont perpendiculaires (a'A projection de a"A),
- a'b' et AB colinéaires et égaux (d'où $Aa' = Bb'$).

Construire les segments b'b" et b"B :

- b'b" et AB sont perpendiculaires (b'B projection de b"B),
- b"B et Bc colinéaires (direction de la vitesse du point B de 3/1).

Coter le segment b"B. Comme pour la cote OA, transformer la cote b"B en cote vecteur de nom « VB3/1 » et afficher son nom et sa valeur réelle.

Rendre enfin cette cote pilotée de manière à laisser un degré de liberté au schéma.

Sauvegarder le fichier. Imprimer éventuellement un rapport du schéma de construction (icône ). Cette fiche Rapport récapitule l'ensemble des éléments créés et inclut une copie d'écran du schéma apparaissant dans l'éditeur Solidworks.

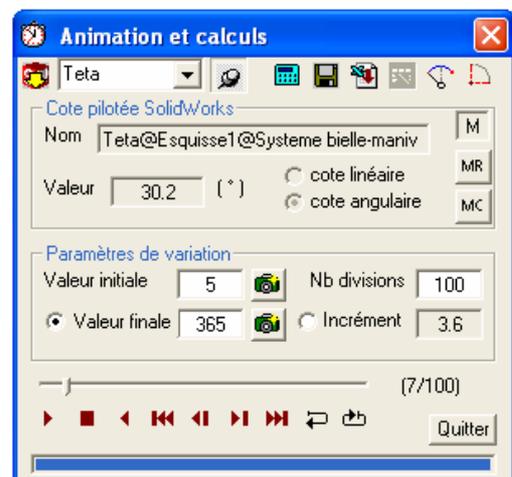
Le schéma est prêt pour l'animation et les calculs.

Animation et calcul :

Choix des paramètres de calcul :

Lancer le module d'animation et de calculs à partir du menu MGdess. Pour une présentation complète des fonctions de ce module se reporter au chapitre suivant.

Sélectionner dans la zone de choix déroulant une cote paramètre. On prendra ici la rotation de la manivelle (cote « Teta »).



Choisir les paramètres de variations de cette cote :

- Valeur initiale de la cote : 5°
- Valeur finale de la cote : 365°
- Nombre de divisions : 100.

Le nom de la cote ainsi que ses paramètres de variation sont enregistrés dans le fichier et seront rappelés lors du prochain lancement du module de calcul.

La barre de déplacement devient active.

Utiliser les différentes fonctions de la barre pour animer le schéma.

Conseil : Eviter de choisir des valeurs initiales ou finales de type 0 ou 360 pour les angles et préférer des valeurs légèrement décalées. Solidworks risque, dans certains cas de figures, d'afficher des messages indiquant que les positions du schéma sont impossibles à atteindre.

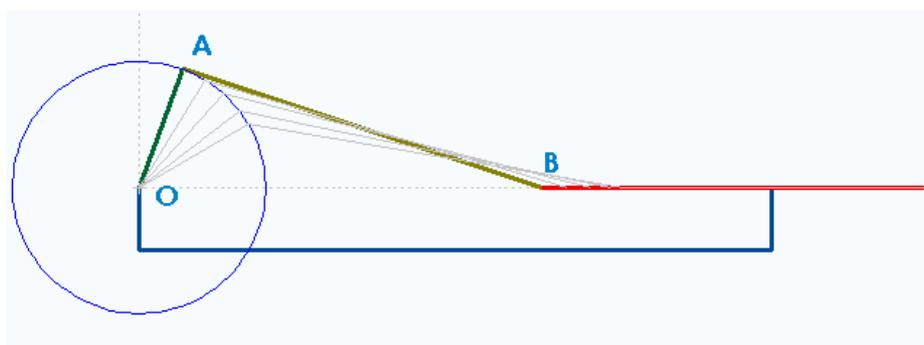
Enregistrement des calculs :

Cliquer sur la calcullette de la barre de menu du module d'animation et calculs.

Le module lance l'animation du schéma sur un cycle complet et enregistre les différents résultats. Les résultats sont enregistrés dans un fichier portant le même nom que celui du schéma Solidworks mais avec l'extension « .mgd ». Attention : chaque fois que les calculs sont relancés, ce fichier est écrasé et remplacé avec les nouveaux résultats du calcul. Ce fichier est ensuite utilisé par le module de visualisation des résultats.

Si vous voulez conserver un fichier 'résultats', utiliser la fonction 'Enregistrer sous' (icône ). Vous pouvez aussi créer un fichier de résultats au format Excel (Icône ) pour une consultation et un traitement externe.

Positions et trajectoires :



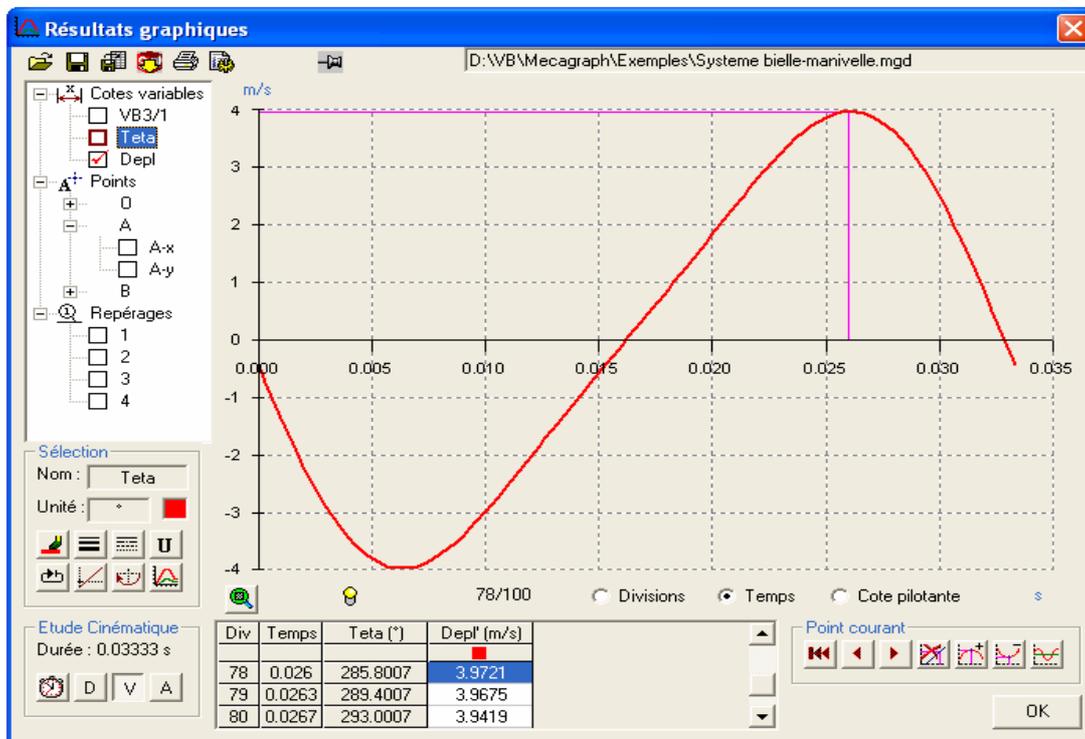
Utiliser l'icône  pour afficher la trajectoire du point A (un cercle !!) dans la vue « trajectoires ». L'icône « trajectoires » n'est accessible qu'après avoir effectué les calculs.

Utiliser l'icône  pour afficher la position courante d'une ou plusieurs pièces dans la vue « positions ». L'icône « positions » est accessible dès que la barre de déplacement devient active.

Remarque : Les positions et les trajectoires sont tracées dans deux vues indépendantes de la construction du schéma. La gestion de ces vues est accessible depuis l'arbre de création Solidworks. Ces vues sont désactivées lors de la construction du schéma.

Visualisation des résultats :

Lancer, à partir du menu MGdess, le module « Résultats ». Ce module est indépendant du logiciel Solidworks. Il sert à visualiser les résultats d'un fichier '.mgd' sous forme de tableaux ou de graphiques.



Pour plus de renseignements sur les différentes fonctions disponibles, voir la rubrique concernant le module de visualisation des résultats au chapitre suivant.

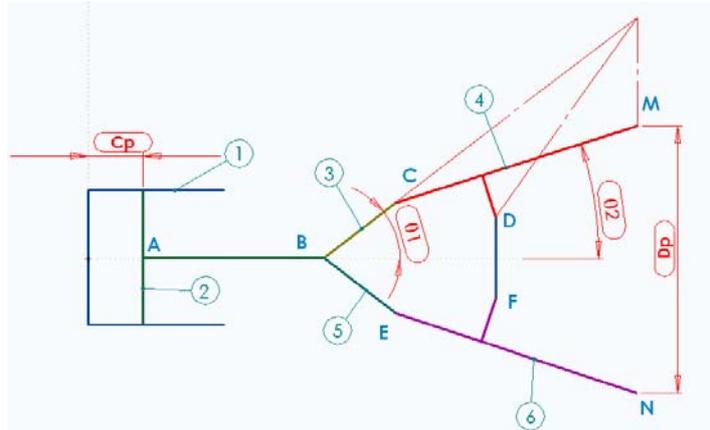
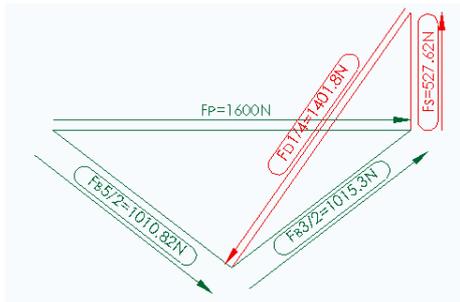
Deuxième exemple - Statique graphique

Ce deuxième exemple va permettre de rajouter au projet une étude de statique graphique (Equilibre d'un solide soumis à 3 forces concourantes).

Données : Effort de pression au niveau du piston, $F_p = 1600N$

Frottements négligés

Symétrie / axe horizontal



Construction et paramétrage du schéma :

Lancer Solidworks.

A partir du menu « *MGdess/Initialisation* », créer un nouveau document.

Lancer à partir du menu « *MGdess* » le module « *Constructions géométriques* ».

Activer le calque pièce n° 1.

Cacher le repère MGdess (icône  enfoncé)

Construire les segments formant le corps.

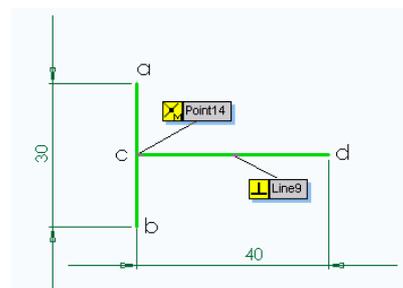
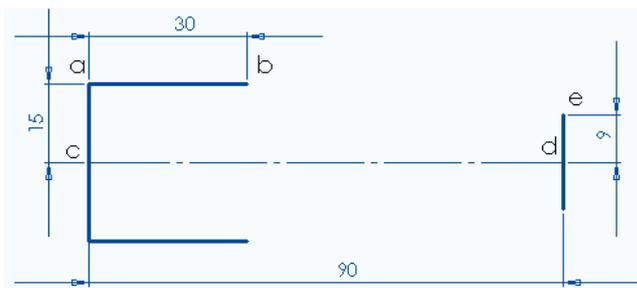
- o Segments cd, ca, ab, de. Coter les segments.
- o cd et ca perpendiculaires, cd et ab parallèles, cd et de perpendiculaires.
- o Symétrie de ce, ab et de par rapport au trait d'axe cd pour obtenir la partie inférieure.

Fixer le corps dans le repère MGdess

Afficher le repère MGdess (icône )

- o Point c et origine du repère coïncidents
- o Segment cd horizontal

Quand la pièce est terminée, cacher les cotes de construction. Appuyer sur l'icône Solidworks  pour vérifier que la pièce n° 1 est entièrement contrainte (couleur noire).



Activer le calque pièce n° 2. Construire les droites formant le piston.

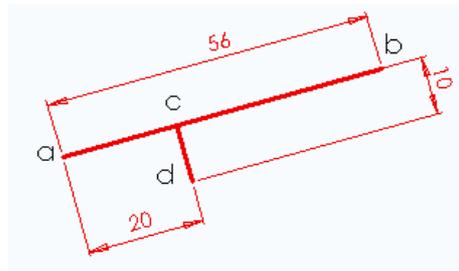
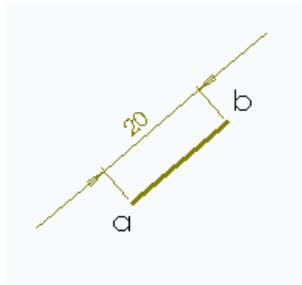
- Segments ab et cd. Coter les segments.
- ab et cd perpendiculaires.
- Point c milieu de ab

Positionner le piston dans le corps :

- Segment cd pièce n° 2 et segment cd pièce n° 1 coïncidents

Quand la pièce est terminée, cacher les cotes de construction.

De la même manière, construire les pièce n° 3 et n° 4 dans les calques correspondants.



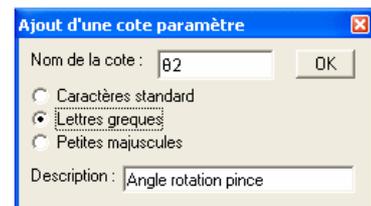
Habillage et paramétrage du schéma :

A partir du menu « *MGdess/Repérage des points* », créer maintenant les repères de points. A partir du menu « *MGdess/Repérage des entités* », créer de la même manière les repères de pièces.

A partir du menu « *MGdess/Gestion des cotes paramètres* », ajouter les cotes paramètres suivantes :

- Cp : course linéaire du piston
- Dp : distance entre pinces
- θ_1 : angle de rotation bielle par rapport à l'horizontale
- θ_2 : angle de rotation pince par rapport à l'horizontale

Remarque : Lors de l'ajout d'une cote paramètre, choisir l'option « lettres grecques » pour obtenir rapidement l'affichage de caractères grecs tels que $\alpha, \beta, \theta, \mu, \dots$



Construction de l'épure de statique graphique :

Modifier l'échelle d'affichage des forces dans le module « *Réglages et options* » : ici on prendra 1mm pour 20N. La cote représentant la force sur le piston sera de 80mm.

Equilibre de la pièce 3 (bielle) :

L'étude de la bielle 3 (solide en équilibre soumis à deux forces) ne nécessite pas de construction mais permet de déduire la direction (CD) des forces appliquées aux points C et D. De plus, $\overrightarrow{FB_{2/3}} = -\overrightarrow{FC_{4/3}}$.

Equilibre de la pièce 4 (pince) :

A partir du menu « *MGdess* » le module « *Constructions géométriques* », activer le calque statique n° 4. Toutes les constructions (segments et cotes) concernant l'étude statique de la pièce 4 seront faites dans ce calque.

La pièce 4 est soumise à trois efforts :

- F_s : Action en M de la pièce à serrer sur 4 ; direction connue : verticale
- $F_{B3/4}$: Action en B de la bielle 3 sur la pièce 4 ; direction connue : BC
- $F_{D1/4}$: Action en D du corps sur la pièce 4.

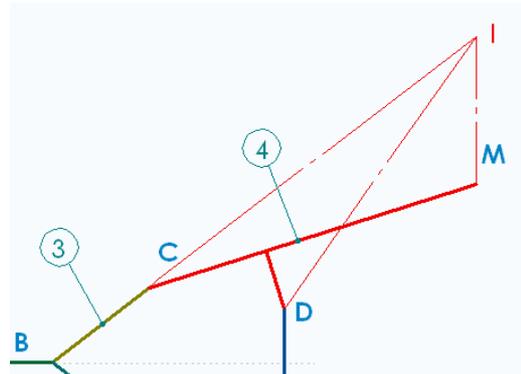
Les trois forces en équilibre sont concourantes. On peut tracer le point I de concours et en déduire la direction de la troisième force.

Tracer le segment MI en ligne de construction Solidworks (trait mixte fin). Le contraindre verticalement.

Tracer de même le segment CI. Rendre les segments CI et BC colinéaires.

La position du point I est maintenant définie.

Tracer le segment DI. Ce segment donne la direction de la troisième force ($F_{D1/4}$).



La somme vectorielle des trois forces est égale au vecteur nul. On peut donc tracer la fermeture vectorielle de ces trois forces. La fermeture sera construite à côté du schéma.

Tracer un triangle dont les segments sont approximativement parallèles aux directions (CI), (DI) et (MI). Utiliser ensuite trois fois la contrainte de parallélisme :

- Segment ab et segment CI parallèles
- Segment ac et segment DI parallèles
- Segment bc et segment MI parallèles

Le triangle est maintenant contraint en forme mais pas en dimension.

Coter le segment ab en laissant à la cote sa valeur par défaut.

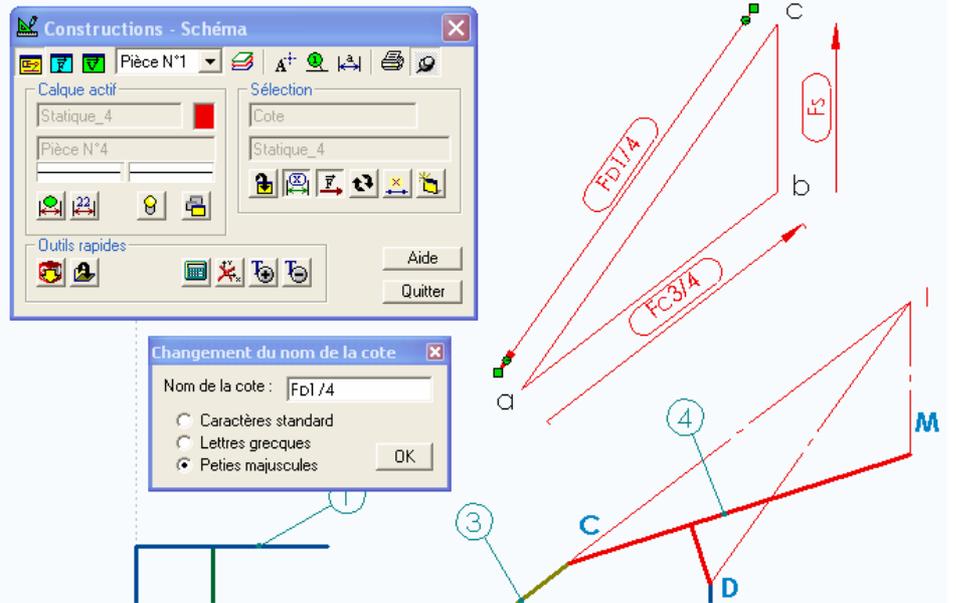
Rendre cette cote pilotée (icône ), cette cote représentant graphiquement la valeur d'un effort inconnu.

Transformer cette cote en « cote orientée » (icône ) puis changer éventuellement son sens (icône )

Enfin modifier son nom (icône ) : cette cote est parallèle au segment CI et représente la valeur de l'effort au point C de la pièce 3 sur la pièce 4. On pourra la noter par exemple FA3/4 ou $F_{A3/4}$ en utilisant la police en petites majuscules.

Utiliser ensuite l'icône  pour afficher le nom de la cote et l'icône  pour afficher la valeur et l'unité de la force qu'elle représente.

Coter de la même manière les segments ab et bc, rendre ces cotes pilotées puisqu'elles sont inconnues, les orienter et les renommer.



Equilibre de la pièce 2 (piston) :

A partir du menu « MGdess » le module « Constructions géométriques », activer le calque statique n° 2. Toutes les constructions (segments et cotes) concernant l'étude statique de la pièce 2 seront faites dans ce calque.

La pièce 2 est soumise à trois efforts :

- F_p : Action de la pression sur le piston ; module et direction connus (horizontale)
- $F_{B3/2}$: Action en B de la bielle 3 sur la pièce 2 ; direction connue : BC
- $F_{B5/2}$: Action en B de la bielle 5 sur la pièce 2 ; direction connue : BE

Les trois forces en équilibre sont concourantes au point B. Les trois directions sont déjà connues. Aucune construction n'est nécessaire pour les déterminer.

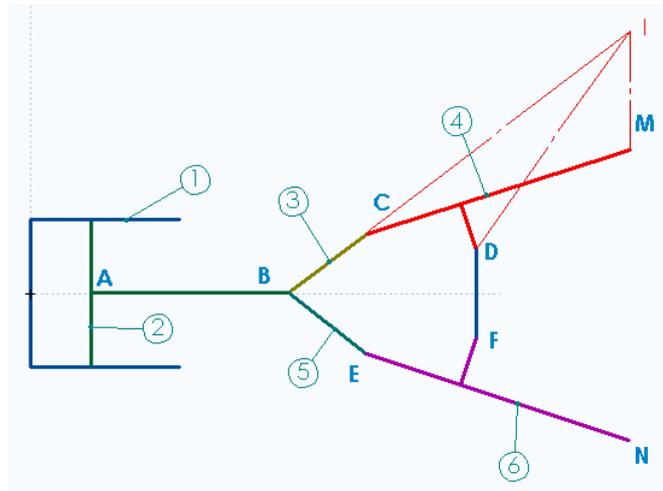
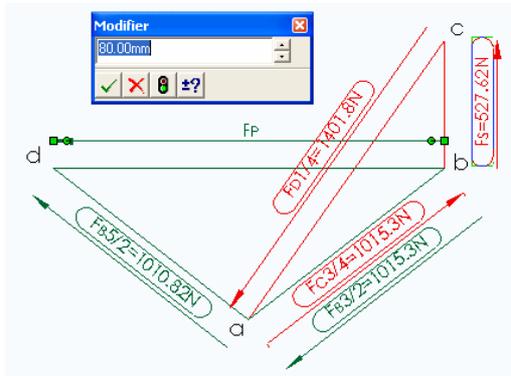
La somme vectorielle des trois forces est égale au vecteur nul. On va tracer comme précédemment la fermeture vectorielle de ces trois forces. Elle sera construite à coté du schéma du mécanisme et chaînée à la fermeture vectorielle de la pièce 4. En effet, $\vec{F}_{B3/2} = -\vec{F}_{C3/4}$ (voir étude de la pièce 3).

Tracer approximativement les segments ad et db parallèles aux directions (EB) et (AB). Le troisième segment du triangle de forces, ab, parallèle à la direction (BC) est déjà tracé. Ajouter les contraintes suivantes :

- Segment ad et segment EB parallèles
- Segment db et segment AB parallèles

Coter comme dans l'étude de la pièce 4 les segments ad et ab. Rendre ces cotes pilotées puisqu'elles sont inconnues, les orienter et les renommer. Le segment ab possède deux cotes de noms différents mais qui sont pilotées donc sans incidence.

Coter enfin le segment db. Procéder comme précédemment mais ne pas rendre cette cote pilotée puisque sa valeur correspond à une force connue (F_p). Donner à cette cote la valeur 80mm.



Cliquer sur l'icône  pour mettre à jour les valeurs affichées des cotes pilotées chaque fois que vous modifiez la cote pilotante.

L'épure statique est terminée.

Remarque : Il est possible à tout moment de changer la cote pilotante et de la remplacer par une autre cote de l'épure. Par exemple ici, on peut se fixer l'effort de serrage et chercher l'effort de pression minimal pour atteindre cet effort de serrage.

Animation et calcul :

Choix des paramètres de calcul :

Lancer le module d'animation et de calculs à partir du menu MGdess.

Choisir la cote paramètre qui pilotera le déplacement. On prendra ici la cote C_p correspondant au déplacement linéaire du piston. Choisir ensuite les paramètres de variation :

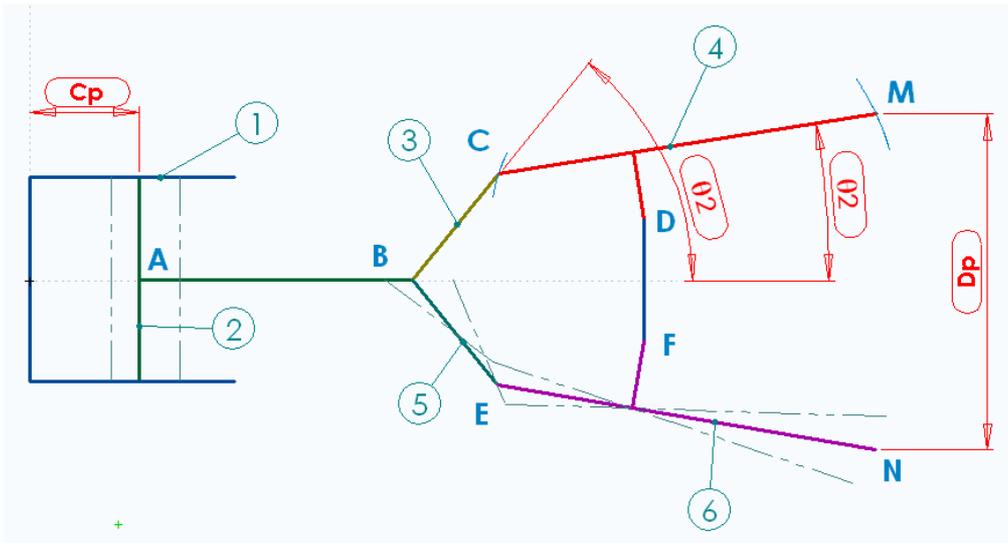
Valeur initiale : 12mm, valeur finale 23mm, nombre de divisions : 80.

Exécuter les calculs.

Positions et trajectoires :

Utiliser l'icône  pour afficher la trajectoire des points C et M dans la vue « trajectoires ».

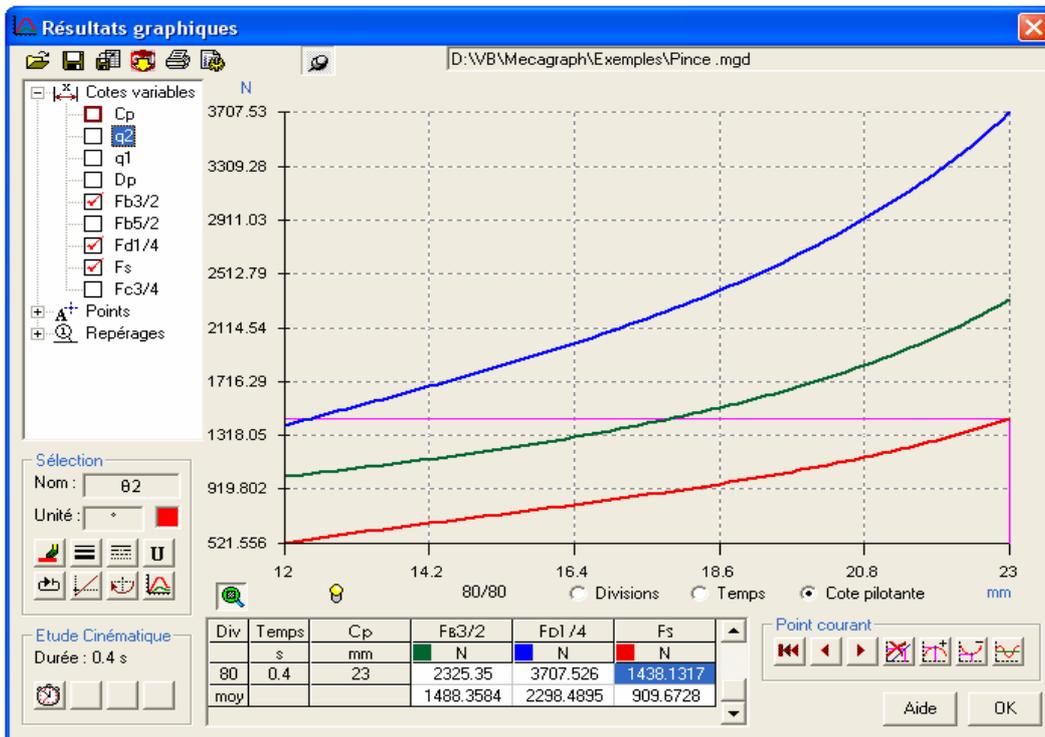
Utiliser l'icône  pour afficher les positions extrêmes des pièces 2, 5 et 6.



Visualisation des résultats :

Lancer, à partir du menu MGdess, le module « Résultats ».

Visualiser par exemple l'évolution des efforts aux points B,D et M en fonction du déplacement du piston. Rechercher la position pour laquelle l'effort de serrage est maximal.



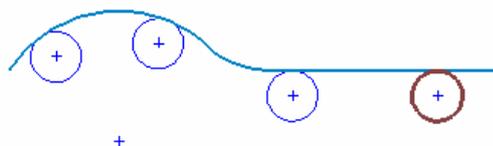
Lancer un rapport d'impression des résultats graphiques (icône ).

Méthodologie Solidworks

Création de rampes et de cames :

Il est possible à partir de la version Solidworks 2005 (éducation 2005-2006) de construire des rampes formées de segments et d'arcs et d'affecter ensuite à ces rampes les contraintes géométriques classiques rencontrées sur les segments, cercles ou arcs. Si les entités formant la rampe forment une courbe fermée on obtient alors une came.

Exemple : Rampe constituée d'un segment et de deux arcs de cercles. Cercle tangent à la rampe lors de son déplacement par rapport à celle-ci.



La rampe (ou la came) est en fait une courbe de type « spline » formée à partir des segments et arcs.

Pour créer la spline, utiliser la fonction du menu Solidworks : « Outils/Outils de spline/Ajuster la spline ».

Le menu ci-contre apparaît.

Sélectionner ensuite les éléments qui formeront la spline. Ces éléments doivent être reliés entre eux. Si l'on ne veut pas conserver les entités ayant servi à construire la spline, cocher « supprimer la géométrie ».

Si l'on veut conserver la géométrie sous la spline, cocher « Non contrainte ».

Laisser le coefficient de tolérance par défaut.

Valider la fonction.

La spline est alors créée. Elle est indéformable. Seuls ses points d'extrémités peuvent être déplacés.

Cette nouvelle entité peut être contrainte géométriquement avec d'autres entités :

- Spline + point : coïncidence
- Spline + cercle : tangence
- Spline + segment : perpendicularité



Remarques Contrairement aux contraintes géométriques classiques, les contraintes géométriques créées entre une entité spline et une autre entité sont des contraintes limitées à l'étendue géométrique de la spline. Cette technique peut être utilisée pour arrêter le mouvement d'un mécanisme à des positions limites.

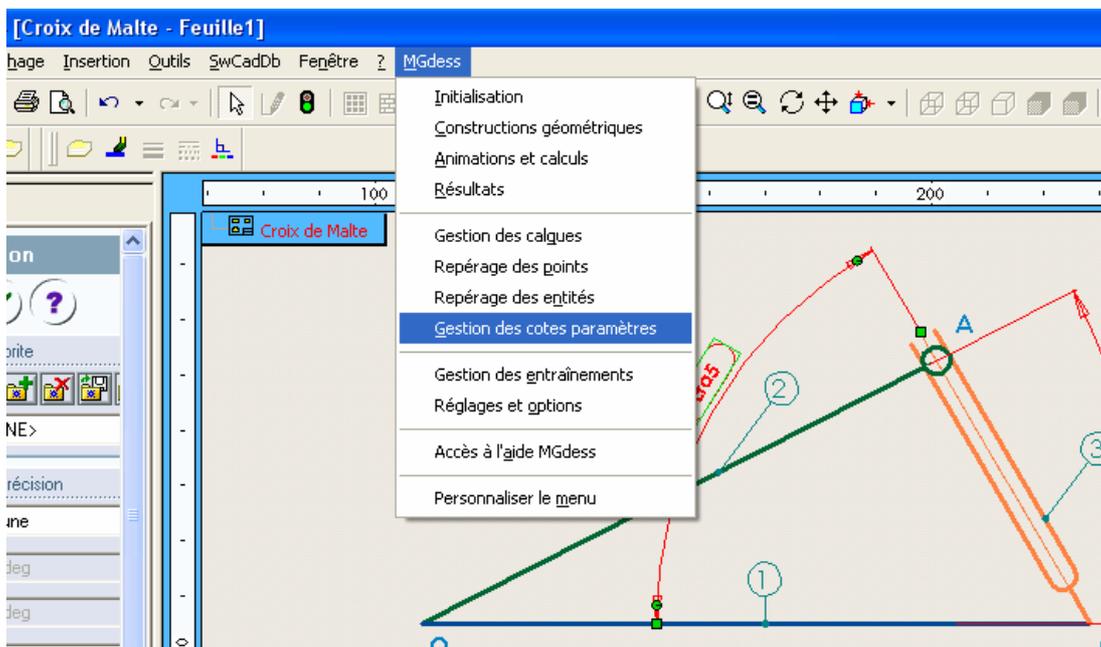
Un segment peut être remplacé par une spline (utiliser deux demi-segments de longueur moitié pour créer la spline)

Détail des fonctions et des commandes

Note : Les photos d'écran ainsi que la position des icônes et des commandes dans les modules peuvent varier légèrement entre la documentation et le logiciel avec l'évolution des versions.

Cette documentation correspond à la version Initiale du logiciel MGdess.

L'ensemble des commandes est accessible à partir du menu MGdess installé dans le logiciel Solidworks.



Les différents modules utilisent la même interface de commande à partir d'icônes et on retrouve souvent les mêmes fonctions d'un module à l'autre quand cela est possible.

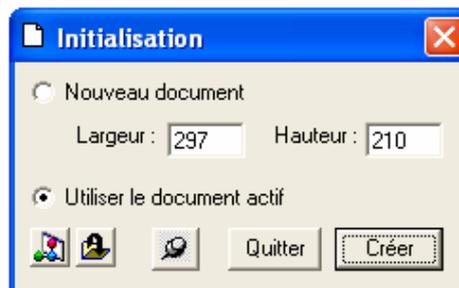
Les modules de commandes sont présentés ci-après dans l'ordre où ils apparaissent dans le menu Solidworks.

Initialisation

Présentation :

Ce menu permet d'initialiser une nouvelle feuille de travail MGdess soit en créant un nouveau fichier de mise en plan (.SLDDRW), soit en utilisant le fichier mise en plan déjà ouvert.

Il est bien sûr possible de modifier ensuite les dimensions et disposition du document à l'aide de la fonction Solidworks « *Propriétés de la feuille* »



Commandes :



Réinitialise les vues « Trajectoires » et « Positions ». Cette fonction efface le contenu des deux vues et les recrée vides.



Actualise le document de travail en cours. Cette fonction peut être nécessaire dans certains cas pour actualiser la base de données des éléments contenus dans le documents Solidworks. Cette fonction enregistre le document actif, et le rappelle à l'écran.



Mode « toujours visible » ou non



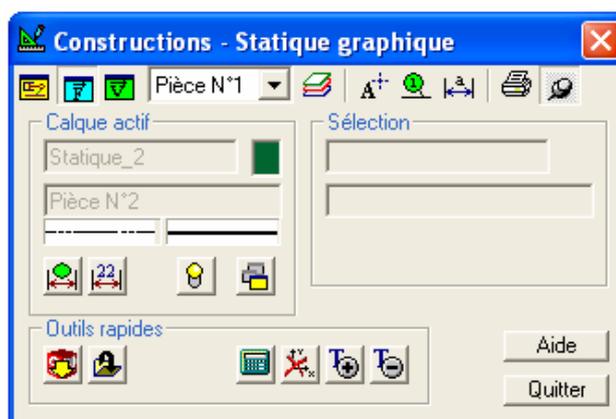
(Le mode toujours visible est activé par défaut dans tous les modules).

Constructions géométriques

Présentation :

C'est le premier module à utiliser pour la construction du mécanisme étudié.

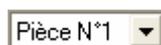
Les données affichées sont rafraîchies automatiquement lors du changement d'affichage d'un document Mgdess.



Icônes de la barre de menu :

Les trois premières icônes permettent de montrer et sélectionner le type de calque affiché dans la zone déroulante.

-  Calques « pièces » contenant le schéma et la cotation des pièces.
-  Calques « statiques » contenant les épures de statique graphique.
-  Calques « dynamiques » contenant les épures de cinématique graphique.

 Pièce N°1 Zone déroulante permettant d'afficher et sélectionner les calques de type précisés par les icônes précédentes.

-  Lance le module de gestion des calques.
-  Lance le module de gestion des repérages de points.
-  Lance le module de gestion des repérages de pièces.
-  Lance le module de gestion des cotes paramètres.
-  Impression d'une fiche de rapport «schéma et paramétrage » : cette fiche contient les éléments suivants :
 - le nom, les échelles du fichier Solidworks,
 - les paramètres d'impression : date, nom de l'ordinateur et de l'utilisateur,
 - une copie d'écran du mécanisme affiché au moment de l'impression dans l'éditeur Solidworks
 - la liste des cotes paramètres, des points et des repères d'entités.
-  Mode « toujours visible » ou non 

Zone Calque actif :

Donne les renseignements concernant le calque actif :

- le nom du calque
- la couleur
- la description
- le type de ligne
- l'épaisseur de ligne



Indications et Commandes :

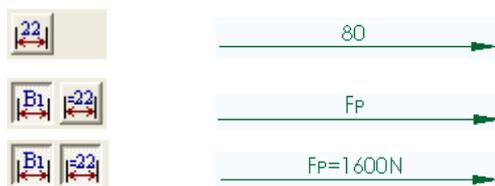
Ces commandes portent soit sur le calque actif, soit sur l'ensemble des calques du même type que le calque actif.

 Montre ou cache les  ( : cotes visible -  : cotes cachées).

 Affiche ou non le nom des cotes ( : affiche la valeur Solidworks de la cote -  : affiche le nom de la cote).

 N'apparaît que si les noms de cotes sont affichés (). Permet d'afficher les noms, la valeur à l'échelle et l'unité des cotes.

Exemple :



 Montre ou cache le contenu complet du calque.

 Applique les commandes au calque actif ou à tous les calques de même type ( : calque actif -  tous les calques de même type que le calque actif)

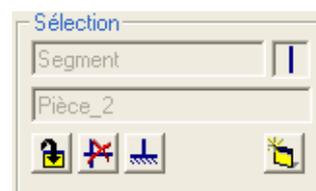
Zone Sélection :

Donne les renseignements concernant l'objet sélectionné. Les renseignements affichés et des commandes changent suivant le type d'objet sélectionné. Les types d'objets reconnus sont les suivants :

Entité de construction (segment, cercle, arc de cercle)

Renseignements :

- type d'entité
- nom du calque de l'entité
- état de contrainte (verticale, horizontale, fixe)



Commandes :

-  Transfère l'objet dans le calque actif.
-  Désactive les contraintes « horizontale » ou « verticale » d'une entité.
-  Active ou désactive () la contrainte « fixe » d'une entité. Dans le cas d'un segment, cette commande fixe aussi les points d'extrémité du segment, ce que ne fait pas la commande équivalente Solidworks.
-  Prend comme calque actif le calque de l'objet sélectionné.

Cotes (cote de construction ou cote orientée)

Renseignements :

- Texte « Cote »
- Nom du calque de l'entité



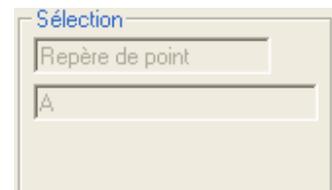
Commandes

-  Transfère l'objet dans le calque actif.
-  Rend la cote pilotée. La valeur est affichée dans un rectangle à bords arrondis.
-  Rend la cote orientée.
-  Change le sens de la cote orientée.
-  Modifie le nom de la cote.
-  Prend comme calque actif le calque de l'objet sélectionné.

Repérage de point

- Texte « Repère de point »
- Nom du point

Les repères de points sont dans le calque « Rep_points »



Repérage d'entité ou de pièce

- Texte « Repère de pièce »
- Numéro de la pièce

Les repères d'entités sont dans le calque « Rep_pièces »



Cotes paramètres

- Texte Cote paramètre »
- Nom de la cote

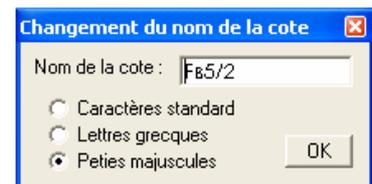
Les cotes paramètres sont dans le calque « Cote_param »



Modification du nom d'une cote :

Cette fenêtre permet de modifier le nom de la cote et de choisir éventuellement d'en modifier la police :

- Caractères standard : c'est la police Solidworks par défaut
- Lettres grecques : c'est la police « Symbol » permettant d'afficher les lettres grecques. Elle peut servir à afficher des noms de cotes angulaires.
- Petites majuscules : toutes les lettres sont affichées en majuscules avec une réduction de hauteur pour les caractères normalement en minuscule. Elle peut servir à afficher des noms de forces ou de vitesses.



Outils rapides

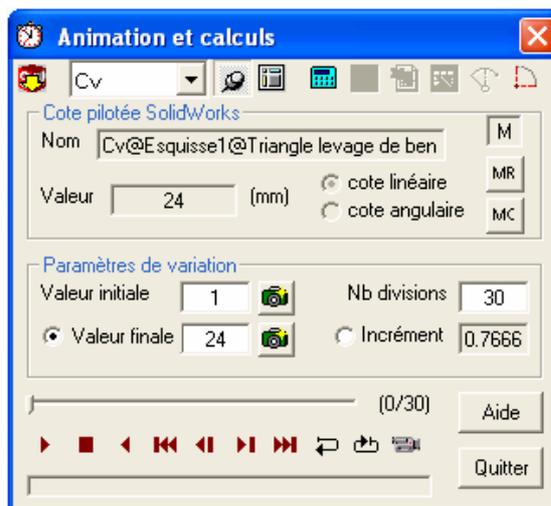
-  Régénère l'ensemble des données affichées dans le module.
-  Régénère la base de données du document Solidworks actif. Cette opération enregistre le document actif, quitte ce document et le recharge dans l'éditeur Solidworks. Cette opération peut être nécessaire dans certains cas, si l'on constate un mauvais affichage des données dans MGdess.
-  Appelle la calculatrice Windows.
-  Cache le repère Mgdess. Peut être utile pour sélectionner certaines entités confondues avec le repère.
-  Augmente la taille d'affichage des valeurs de cotes. (sauf celle des cotes paramètres)
-  Diminue la taille d'affichage des valeurs de cotes. (sauf celle des cotes paramètres)

Animations et calculs

Ce module permet de piloter et d'animer un mécanisme possédant un degré de liberté.

Ce pilotage est réalisé en choisissant une des cotes paramètres MGdess définies lors de la construction et du paramétrage du schéma. Une fois la cote choisie, on fixe son domaine de variation et un pas de calcul.

Le module tient compte des entraînements créés pour animer le mécanisme.



Ce module permet aussi de calculer les valeurs de différents éléments lors de leur variation au cours du déplacement et de les enregistrer dans un fichier. Les éléments concernés sont les suivants :

- les cotes paramètres,
- les cotes pilotées des calques « statiques » et « cinématiques »,
- les positions des points repérés (x et y),
- les positions des entités repérées (angle de rotation).

Icônes de la barre de menu :



Choisit la cote sélectionnée dans Solidworks.



Zone déroulante permettant d'afficher les cotes paramètres du document actif MGdess et d'en choisir une.



Mode « toujours visible » ou non 



Permet de modifier la taille de la fenêtre graphique Solidworks. Cette opération peut être utile si l'on veut enregistrer des animations dans un format compressé (Divx par exemple). En effet, ces formats de compression ne reconnaissent que des dimensions standard de fenêtres (frames standard)



Icône permettant de lancer les calculs et d'enregistrer les résultats dans un fichier. Le nom du fichier d'enregistrement est le même que celui du document Solidworks mais avec l'extension « .mgd ». Attention ce fichier sera effacé et réenregistré à chaque nouveau calcul.



Enregistre le fichier de calcul sous un autre nom. Permet ainsi de le préserver d'un écrasement éventuel. Cet icône ne devient actif qu'après exécution des calculs.



Exporte les données calculées sous la forme d'un fichier au format Excel. Cet icône ne devient actif qu'après exécution des calculs.

Pos.	Cp	H	a	Fd3/4	Fe2/4
	mm	mm	°	N	N
0	2.000	13.293	8.892	19.408	10.592
1	3.200	20.004	13.450	19.240	10.760
2	4.400	25.219	17.052	19.054	10.946
3	5.600	29.736	20.229	18.847	11.153
4	6.800	33.837	23.169	18.617	11.383
5	8.000	37.656	25.968	18.360	11.640
6	9.200	41.273	28.680	18.071	11.929
7	10.400	44.737	31.346	17.746	12.254
8	11.600	48.080	33.992	17.378	12.622
9	12.800	51.327	36.643	16.957	13.043
10	14.000	54.494	39.320	16.473	13.527

► | ► | Cotes / Points / Pièces / ◀



Montre le fichier de données sauvegardé au format Excel. Cet icône ne devient actif qu'après exécution des calculs.

 Accède à la fenêtre de « tracé de trajectoires ». Cet icône ne devient actif qu'après exécution des calculs.

 Accède à la fenêtre de « tracé de positions ».

Cote pilotée Solidworks :

Nom : nom Solidworks complet de la cote pilote.

Valeur : Valeur initiale de la cote.

 Etat de la mémoire. Lorsqu'une cote pilote et ses paramètres de variation ont été choisis, l'ensemble de ces paramètres est mis en mémoire et un M s'affiche. Si on quitte le module d'animation et qu'on le rappelle plus tard, ces paramètres sont repris automatiquement.

 Rappelle les paramètres mis en mémoire.

 Efface la mémoire.

Paramètres de variation :

Valeur initiale : Précise la valeur de départ de la cote pilote, pour le mouvement

Nb divisions : Précise le nombre de divisions pour le calcul. Pour 'n' division on aura 'n+1' positions de déplacement.

Il est possible ensuite de choisir soit la valeur finale, soit l'incrément.

Valeur finale : Précise la valeur qu'atteindra la cote à la fin du mouvement.

Incrément : Précise la valeur entre deux positions consécutives

 Permet de récupérer la valeur de la cote pilote actuelle.

Remarque importante : Solidworks permet, depuis la version 2001+, de donner aux cotes la valeur zéro. Certaines fonctions ont encore du mal à gérer cette valeur. Il est donc fortement conseillé d'éviter cette valeur zéro et de lui préférer une valeur approchante (0,00001 par exemple). Faire des essais avec la valeur zéro avant.

Barre d'animation intuitive :

Permet d'animer le mécanisme sous différentes formes ; on trouve de gauche à droite les fonctions suivantes :

- Mouvement en marche normale
- Arrêter le mouvement
- Mouvement en marche arrière
- Retour à la position initiale

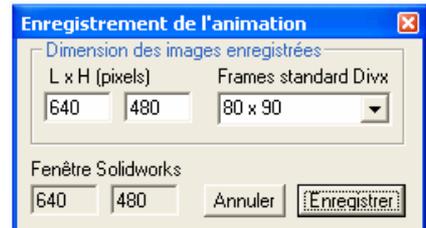


- Reculer d'une position
- Avancer d'une position
- Aller à la position finale
- Mode Aller-retour (touche on/off)
- Mode bouclage (touche on/off)

On peut aussi atteindre une position quelconque grâce au curseur de défilement horizontal.

 Permet de démarrer l'enregistrement d'une animation au format vidéo .AVI

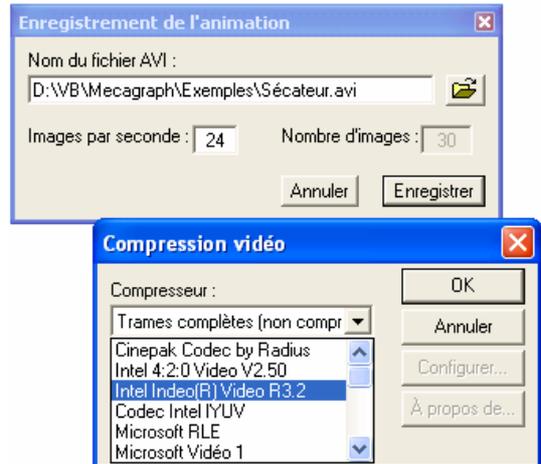
Lors de l'appui sur cette touche la fenêtre ci-contre apparaît. Il est possible de préciser une taille différente à celle de la fenêtre Solidworks pour les images enregistrées. Dans le cas où l'on veut enregistrer un fichier vidéo compressé (format Divx par exemple) il faut utiliser des dimensions d'images standard (frames standard).



Tout le temps ou la touche  reste pressée, les séquences d'animation jouées à partir de la barre d'animation intuitive sont enregistrées.

Pour arrêter l'enregistrement, appuyer de nouveau sur cette touche.

Préciser alors le nom du fichier vidéo et le type de compression désiré.



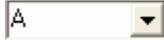
Tracé de trajectoires :

Cette fenêtre accessible depuis le module « Animations et calculs » (icône ) permet de tracer les trajectoires des différents points repérés lors du mouvement.

Les trajectoires sont tracées dans une vue annexe, superposée à la vue de construction du schéma et des épures graphiques. Cette vue apparaissant dans l'arbre de création Solidworks a pour nom « Trajectoires ».



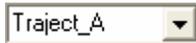
 Régénère les données affichées à partir de Solidworks et du fichier de calcul.



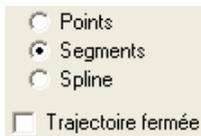
Zone déroulante permettant de sélectionner le point dont la trajectoire sera tracée.



Permet d'activer la vue « Trajectoires » donnant ainsi accès aux entités formant la (ou les) trajectoires.



Zone déroulante permettant de choisir un calque pour le tracé de la trajectoire du point sélectionné. La zone « Calque trajectoires » précise aussi le nom descriptif du calque ainsi que la couleur, le type de lignes utilisées par ce calque.



Permet de choisir les entités formant la trajectoire. Si la trajectoire est une trajectoire cyclique fermée, cocher la case « trajectoire fermée ». Attention à l'emploi du type « Spline » si la trajectoire effectue un aller-retour sur les mêmes points.



Efface les entités contenues dans le calque sélectionné.



Fixe les entités dans le calque après les avoir tracées (utilisation de la relation géométrique « fixé » sur chaque entité).



Lance le module de gestion des calques.

Tracé de positions :

Cette fenêtre accessible depuis le module « Animations et calculs » (icône ) permet de tracer des positions particulières occupées par les pièces au cours du mouvement.

Les positions sont tracées dans une vue annexe, superposée à la vue de construction du schéma et des épures graphiques. Cette vue apparaissant dans l'arbre de création Solidworks a pour nom « Positions ».

La position doit être choisie avant d'appeler cette fenêtre, à partir de la barre d'animation du module « Animations et calculs ».

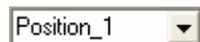
Les entités dont la position doit être conservée sont ensuite sélectionnées avec la souris. En appuyant sur la touche « Tracer » ces entités sont dupliquées dans la vue « Positions », et dans le calque sélectionné.



Régénère les données affichées à partir de Solidworks et du fichier de calcul.



Permet d'activer la vue « Positions » donnant ainsi accès aux entités formant la (ou les) trajectoires.



Zone déroulante permettant de choisir un calque pour le tracé des entités choisies, à la position sélectionnée. La zone « Calque trajectoires » précise aussi le nom descriptif du calque ainsi que la couleur, le type de lignes utilisées par ce calque.



Efface les entités contenues dans le calque sélectionné.



Fixe les entités dans le calque après les avoir tracées (utilisation de la relation géométrique « fixé » sur chaque entité).



Lance le module de gestion des calques.

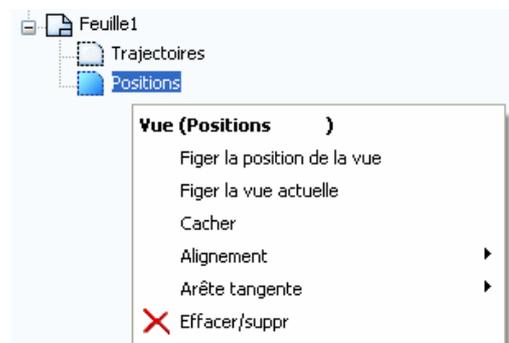
Un document MGdless possède 3 vues superposées :

- Une vue initiale fixée à la feuille contenant le schéma et les épures graphiques. Dans l'arbre de création Solidworks elle s'appelle « Feuille1 ».
- Deux vues complémentaires de nom « Trajectoires » et « Positions » permettant de tracer les trajectoires et positions après animation et calculs d'un mécanisme.

Ces trois vues n'ont aucun lien entre elle. Il n'est pas possible par exemple de construire une cote d'une entité d'une vue à une entité d'une vue différente. Il en va de même pour les relations géométriques.

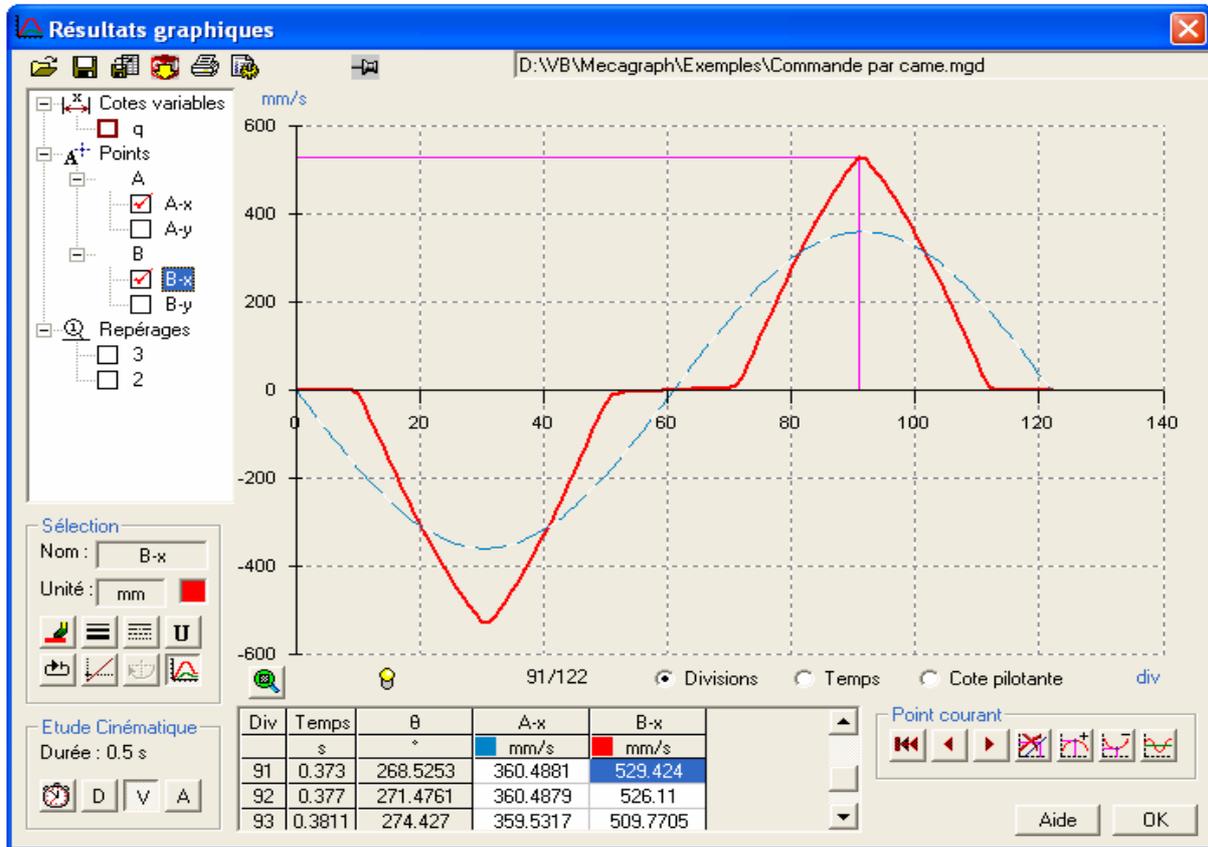
Une seule vue peut être active à la fois. Les entités sont toujours construites dans cette vue sans accrochage possible avec les points et entités des autres vues.

Solidworks emploie le mot « figer une vue » pour la rendre active. Il est aussi possible de cacher une vue.



Résultats graphiques et tableaux

Ce module permet d'afficher les résultats d'un fichier calculé avec le module MGdess « animations et calculs ».



Chargement d'un fichier de calcul :

Si le module est lancé depuis le menu Solidworks et qu'un fichier de calcul valide vient d'être généré à partir du module MGdess « Animations et calculs » le fichier est chargé directement. Il est aussi possible de charger un autre fichier à partir de la barre de menu.

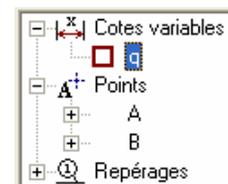
Sélection des éléments calculés à afficher :

Un fichier de calcul comporte trois types d'éléments calculés :

-  Les cotes variables : ce sont les cotes paramètres et les cotes pilotées de statique et cinématique graphique
-  Les points : ce sont les points possédant des repères de points.
-  Les repérages : ce sont les entités (cercles, arcs de cercle ou segments) possédant un repérage.

Ces éléments sont affichés sous forme arborescente en haut à gauche de la fenêtre.

Parmi les cotes variables, celle ayant servi au pilotage du mécanisme dans le module « Animation et calcul », est précédée par un carré en trait gras.

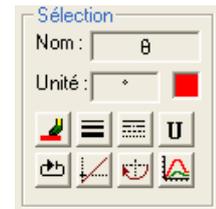


Lorsque l'on clique dans la liste arborescente sur l'un de ces éléments, la zone « Sélection » affiche les renseignements sur cet élément.

« Nom » : donne le nom de l'élément tel qu'il apparaît dans Solidworks. La police de caractère est conservée (standard, caractères grecs ou petites majuscules), ce qui n'est pas le cas dans l'arborescence.

« Unité » : unité de la grandeur sélectionnée.

Couleur de tracé du graphique.



Ajoute ou retire de l'affichage la courbe ainsi que le tableau des valeurs de l'élément sélectionné. Lorsqu'un élément a été rajouté à l'affichage, il est précédé d'un carré coché dans l'arborescence (☑).

Mise en forme du graphisme pour chaque élément :

Cette mise en forme est faite par les autres commandes de la zone « sélection » :



Change la couleur de la courbe de l'élément sélectionnée.



Change l'épaisseur de ligne de la courbe de l'élément sélectionné.



Change le type de ligne de la courbe de l'élément sélectionné.



Change l'unité de l'élément sélectionné.



Indique que la plage de variation des valeurs de l'élément sélectionné correspond à un cycle fermé.



Si l'élément sélectionné est un angle, sa variation angulaire est tracée en continu (pas de modulo 2π). Cette touche est désactivée pour les autres types d'éléments.



Si l'élément sélectionné est un angle, sa variation angulaire est ramenée à l'intervalle de variation $[-2\pi ; 2\pi]$. Cette touche est désactivée pour les autres types d'éléments.

Autres paramètres d'affichage du graphique :

L'abscisse du graphique peut représenter trois grandeurs différentes :

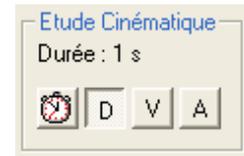
- Divisions : nombre de divisions d'étude lors des calculs
- Temps : temps de l'étude en secondes si une étude cinématique est réalisée.
- Cote pilotante : valeur de la cote ayant servi à piloter le mécanisme lors des calculs.



Zoom au mieux sur les courbes tracées.

Réglage des paramètres cinématiques éventuels :

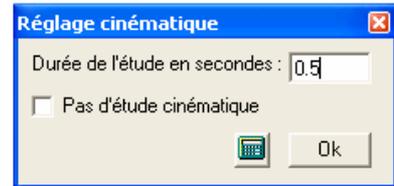
La zone « Etude Cinématique » permet d’afficher et régler les paramètres cinématiques éventuel de l’étude.



 Réglage de la durée de l’étude.

La durée de l’étude doit être précisée en secondes. C’est à partir de cette durée, du nombre de positions d’étude et des valeurs de déplacement des éléments que seront calculées par intégration les courbes de vitesses et d’accélération.

Il est possible aussi de ne pas faire d’étude cinématique.



 Appelle la calculette Windows.

Les trois touches ,  et  correspondent aux quantités « Déplacement », « Vitesse » et « Accélération ».

Lors du premier affichage de courbes et si une étude cinématique est envisagée, c’est la touche « Déplacement » qui est activée  .

Il est ensuite possible d’afficher les courbes « Vitesse » (intégration) ou « Accélération » (seconde intégration).

Affichage du tableau de valeurs

Le tableau situé en bas de la fenêtre affiche les valeurs numériques des courbes tracées.

Les trois (ou deux) premières colonnes (en gris) donnent les valeurs des abscisses en divisions, temps (si étude cinématique), et unité de la cote pilotante. Les colonnes suivantes donnent les ordonnées des éléments sélectionnés.

Div	Temps	θ	A-x	B-x
	s	°	mm/s	mm/s
91	0.7459	268.5253	180.244	264.712
92	0.7541	271.4761	180.2439	263.055
93	0.7623	274.427	179.7658	254.8852

Affichages de points particuliers – exploitation des courbes

La zone « Point courant » regroupe les commandes permettant d’afficher pour une courbe le point courant ou des points particuliers.

Il existe deux façons pour sélectionner une courbe : soit en cliquant directement sur la courbe, soit en cliquant dans la liste arborescente sur le nom de l’élément correspondant.

L’abscisse et l’ordonnée du point courant sélectionné sont repérées par une ligne couleur magenta.



Efface la sélection du point et remet le défilement du point courant à zéro.



Avance le point courant d’une division.



Recule le point courant d’une division.



Désactive / active l’affichage du point courant.



Affiche le point maximum de la courbe.



Affiche le point minimum de la courbe.



Affiche la valeur moyenne de la courbe.

Les commandes de la barre de menu



Ouvre un fichier de calcul MGdess.



Enregistre les modifications apportées au fichier de calcul.

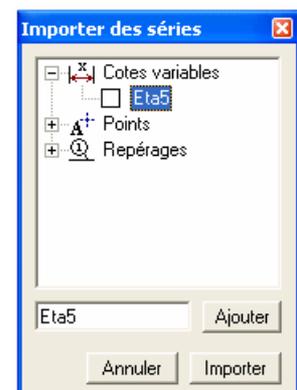
Pour chaque élément de la liste arborescente, tous les paramètres modifiables affichés dans la fenêtre « Sélection » sont enregistrés. Les paramètres cinématiques sont aussi enregistrés.

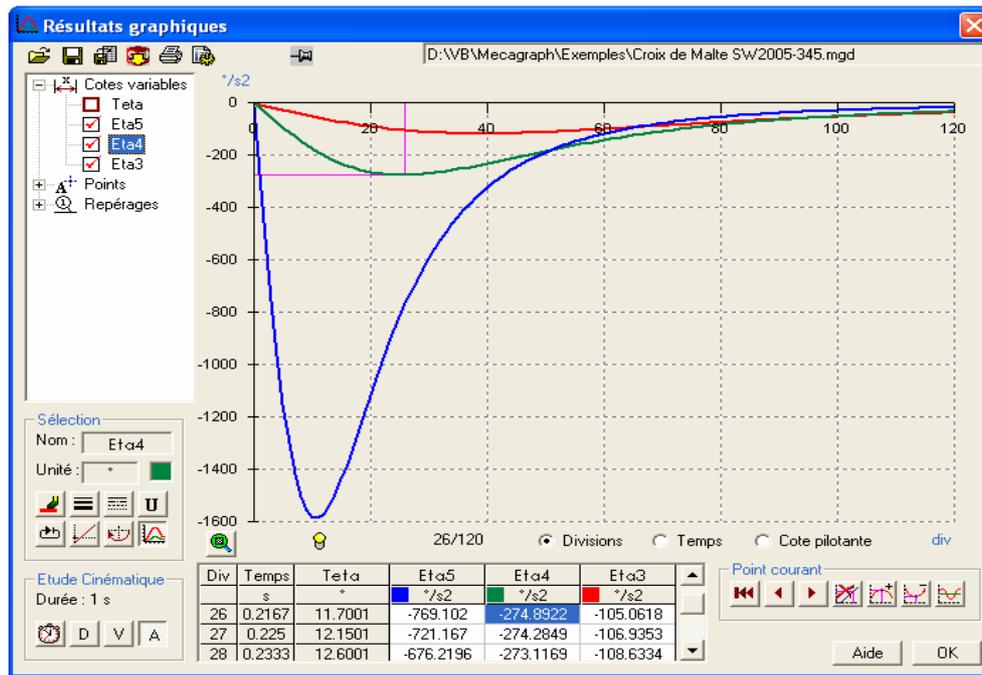


Permet d’importer une série de mesure à partir d’un fichier externe, dans le fichier de calcul courant. La série à importer doit avoir les mêmes caractéristiques que celles du fichier en cours :

- même nombre de positions de calcul,
- même cote pilotante.

Cette fonction est utile pour pouvoir comparer plusieurs courbes d’un même élément issues d’études dans des configurations différentes. (Voir exemple Croix de Malte)





Récupère les données du fichier calcul correspondant au document actif affiché dans Solidworks.



Impression d'une fiche de rapport «Résultats graphiques» : cette fiche contient les éléments suivants :

- le nom, les échelles du fichier Solidworks,
- les paramètres d'impression : date, nom de l'ordinateur et de l'utilisateur,
- une copie de l'écran graphique affiché par le module « résultats »,
- les caractéristiques des courbes affichées,
- un tableau complet des valeurs numériques des courbes affichées.



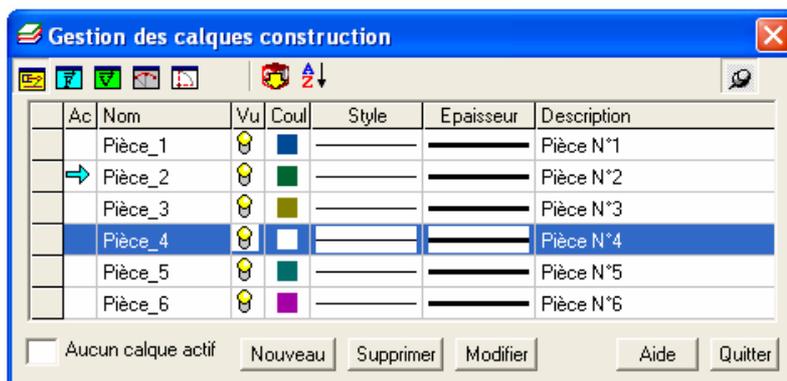
Permet de régler la précision d'affichage des valeurs décimales.

Module de gestion des calques

Ce module permet de gérer les calques MGdess de manière hiérarchique.

Il existe dans la version actuelle cinq types de calques prédéfinis que l'utilisateur peut utiliser et gérer suivant le type d'application.

Le type des calques sélectionné se fait à partir de la barre de menu :



-  Calques Pièces ou calque Construction : contiennent les éléments du schéma et leurs cotations.
-  Calques Statiques : contiennent les épures de statique graphique ainsi que les cotes orientées (représentation de vecteurs) s'y rattachant.
-  Calques Cinématiques : contiennent les épures de cinématique graphique ainsi que les cotes orientées (représentation de vecteurs) s'y rattachant.
-  Calques Trajectoires : contiennent les trajectoires des différents points repérés. Ces calques sont créés lors de la création d'un repère de point.
-  Calques Positions : contiennent les positions particulières des pièces.

Autres commandes du menu :

-  Régénère les données affichées à partir de Solidworks.
-  Permet de trier les calques par ordre alphabétique. Cette touche devient accessible si une colonne entière est sélectionnée en cliquant sur son nom.

Données affichées pour chaque calque :

Ac : Indique si le calque est actif. Un seul calque peut être actif à la fois. Les objets sont alors dessinés dans ce calque avec les paramètres de couleur, de type de ligne et d'épaisseur de ligne du calque. Pour activer un calque, double-cliquer dans la case correspondante. Le calque actif est repéré par une flèche ➔.
Il est aussi possible de n'activer aucun calque en double-cliquant dans la zone « Aucun calque actif » en bas à gauche de la fenêtre.

Nom : Nom Solidworks du calque. Les types de calques sont repérés par le début de leur nom :

- Pièce_ + n° de pièce = calque pièce
- Statique_ + n° de pièce = calque statique
- Cinématique_ + n° de pièce = calque cinématique
- Traject_ + Nom du point = calque trajectoire
- Position_ + Nom ou n° position = calque position

Vu : Indique si le calque est visible  ou caché. Double-cliquer dans la case correspondante pour montrer ou cacher le calque.

Style : Indique le style de trait des entités du calque.

Epaisseur : Indique l'épaisseur de trait des entités du calque.

Description : Texte de description du calque. Double-cliquer dans la case correspondante pour pouvoir éditer et modifier le texte.

Création ou modification d'un calque :

La fenêtre suivante est affichée lorsqu'on valide la touche « Nouveau » ou « Modifier ».

Il est alors possible de modifier le nom Solidworks du calque, la couleur, le type de ligne, l'épaisseur de ligne, et la description du calque.

Pour le nom du calque, seule la partie finale est modifiable, le préfixe identifiant le type de calque. Pour les calques construction, statiques, cinématique, et positions, la partie rajoutée correspond à un numéro (n° de pièce ou de position).

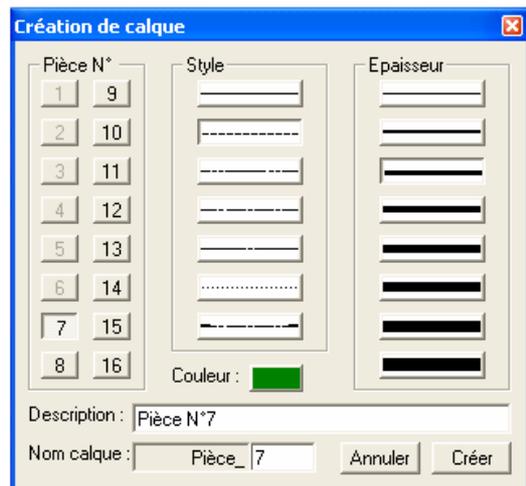
Pour le calque Trajectoire le suffixe correspond à une lettre majuscule (repère de point).

Il est possible de choisir un autre suffixe.

Dans le cas de la création d'un nouveau calque le premier suffixe disponible est choisi.

Mgdless utilise d'autres calques spécifiques qui ne sont pas directement accessibles à l'utilisateur :

- « Origine » contient les entités de repérage de l'origine et des axes x et y
- « Rep_points » contient les repères de points
- « Rep_pièces » contient les repères d'entités ou pièces
- « Cotes_param » contient les cotes paramètres
- « RSG_Relations » contient les éléments nécessaires aux définitions d'entraînement
- « Dimvues » réservé pour la gestion des vues.



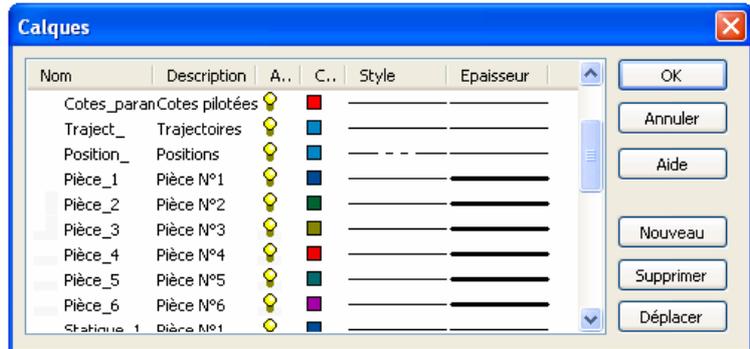
Gestion des calques grâce aux fonctions de Solidworks.

Solidworks possède ses propres fonctions pour accéder à la gestion des calques. Il est tout à fait possible d'utiliser ces fonctions à la place du gestionnaire de calque MGdess.

On accède à la fenêtre ci-contre grâce à l'icône  de la barre de menu Solidworks.

Attention :

Cette fenêtre fait apparaître par ordre de création tous les calques ainsi que les calques réservés MGdess mentionnés précédemment. Il est important de ne pas modifier ces derniers.

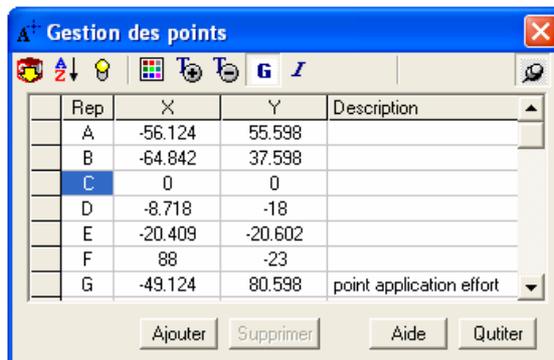


Cette fenêtre permet aussi de créer de nouveaux calques dans lesquels l'utilisateur pourra regrouper des objets créés.

Module de gestion des repères de points

Ce module permet d'ajouter ou supprimer des repères de points. Tous les points repérés sont pris en compte par le module de calcul et leur variation de position est enregistrée dans le fichier résultats.

Pour chaque point, le tableau affiche le nom du repère, les coordonnées x et y du point, un descriptif éventuel du point.



Rep	X	Y	Description
A	-56.124	55.598	
B	-64.842	37.598	
C	0	0	
D	-8.718	-18	
E	-20.409	-20.602	
F	88	-23	
G	-49.124	80.598	point application effort

Les commandes du menu :



Régénère les données affichées à partir de Solidworks.



Permet de trier les repères de points par ordre alphabétique. Cette touche devient accessible si une colonne entière est sélectionnée en cliquant sur son nom.



Permet de cacher ou montrer l'ensemble des repères de points.



Change la couleur d'affichage des repères de points.



Augmente la taille d'affichage des repères de points.



Diminue la taille d'affichage des repères de points.



Passe les caractères de repères en gras.



Passe les caractères de repères en italique.

Si l'on clique sur une des cases grises de la première colonne du tableau, le repère de point correspondant est sélectionné dans Solidworks.

Le descriptif de chaque point peut être modifié en double-cliquant dans la cellule correspondante du tableau.

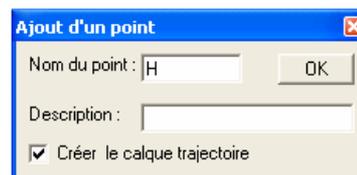
Ajouter

Création d'un nouveau repère de point :

En cliquant sur la touche « Ajouter », la fenêtre ci-contre apparaît. Donner le nom du point, une description éventuelle, et sélectionner un point dans l'éditeur Solidworks.

Appuyer ensuite sur la touche « OK ».

Le repère de point est alors créé. Un calque pour afficher, après les calculs, la trajectoire éventuelle du point est créé en même temps que le repère. Cette option peut être décochée avant la création du repère de point.



Module de gestion des repères de pièces ou d'entités

Ce module permet d'ajouter ou supprimer des repères d'entités.

Toutes les entités repérées sont prises en compte par le module de calcul et leur variation de position est enregistrée dans le fichier Résultats.

Pour chaque entité, le tableau affiche le numéro de l'entité, son type et un descriptif éventuel.

On peut repérer les pièces composant un mécanisme en repérant pour chacune d'elle, une entité. La colonne « Description » correspond alors au nom de la pièce.



Les commandes du menu :

-  Régénère les données affichées à partir de Solidworks.
-  Permet de trier les repères d'entité par ordre alphabétique. Cette touche devient accessible si une colonne entière est sélectionnée en cliquant sur son nom.
-  Permet de cacher ou montrer l'ensemble des repères d'entités.
-  Change la couleur d'affichage des repères d'entités.
-  Augmente la taille d'affichage des repères d'entités.
-  Diminue la taille d'affichage des repères d'entités.
-  Passe les caractères de repères en gras.
-  Passe les caractères de repères en italique.
-  Change le contour des repères d'entités. Il existe quatre possibilités :
 - numéro entouré par un cercle 
 - numéro entouré par un carré 
 - numéro entouré par un losange 
 - numéro souligné 

Si l'on clique sur une des cases grises de la première colonne du tableau, le repère d'entité (ou de pièce) correspondant est sélectionné dans Solidworks.

Le descriptif de chaque entité ou pièce peut être modifié en double-cliquant dans la cellule correspondante du tableau.

Ajouter

Création d'un nouveau repère de pièce :

En cliquant sur la touche « Ajouter » la fenêtre ci-contre apparaît. Donner le numéro de la pièce ou de l'entité, une description éventuelle, et sélectionner un segment ou un cercle dans l'éditeur Solidworks.

Appuyer ensuite sur la touche « OK ».



Module de gestion des cotes paramètres

Ce module permet d'ajouter ou supprimer des cotes paramètres.

Les cotes paramètres sont des cotes pilotées particulières qui sont reconnues par le module d'animation. On pilote ensuite le mécanisme en choisissant l'une d'elles.

Les cotes paramètres sont prises en compte par le module de calcul et leur variation de position est enregistrée dans le fichier résultats.

Pour chaque cote paramètre le tableau affiche le nom de la cote, son type, sa valeur dans l'éditeur Solidworks, son unité, son état (pilotée ou non pilotée) et un descriptif éventuel.

Les commandes du menu :

-  Régénère les données affichées à partir de Solidworks.
-  Permet de trier les cotes paramètres par ordre alphabétique. Cette touche devient accessible si une colonne entière est sélectionnée en cliquant sur son nom.
-  Permet de cacher ou montrer l'ensemble des cotes paramètres.
-  Change la couleur d'affichage des cotes paramètres.
-  Augmente la taille d'affichage des cotes paramètres.
-  Diminue la taille d'affichage des cotes paramètres.
-  Passe les caractères des cotes paramètres en gras.
-  Passe les caractères des cotes paramètres en italique.
-  Affiche ou non le nom des cotes (|22|) : affiche la valeur Solidworks de la cote - |B1| affiche le nom de la cote).
-  N'apparaît que si les noms de cotes sont affichés (|B1|). Permet d'afficher les noms, la valeur à l'échelle et l'unité des cotes.

Si l'on clique sur une des cases grises de la première colonne du tableau, la cote paramètre correspondante est sélectionnée dans Solidworks.

 On peut changer l'état d'une cote paramètre en double-cliquant sur la case correspondante ( cote pilotée,  cote non pilotée)

Le descriptif de chaque cote paramètre peut être modifié en double-cliquant dans la cellule correspondante du tableau.

Ajouter

Création d'une nouvelle cote paramètre :

En cliquant sur la touche « Ajouter », la fenêtre ci-contre apparaît. Donner le nom de la cote, choisir la police de caractères, donner une description éventuelle, et sélectionner une cote existante dans l'éditeur Solidworks.

Appuyer ensuite sur la touche « OK ».



Module de gestion des entraînements

Parmi les relations géométriques d'esquisses, il n'existe pas de relation permettant de simuler un roulement sans glissement ou un entraînement poulies-courroie. Ce module permet de créer facilement de tels entraînements. Le mouvement d'entraînement est alors pris en compte par le module d'animation et de calcul.



Quatre types d'entraînements peuvent être créés :



Entraînement entre deux cercles tangents extérieurement,



Entraînement entre un cercle tangent extérieurement et un cercle tangent intérieurement,



Entraînement entre un cercle et un segment tangent à ce cercle,



Entraînement entre deux cercles disjoints.

Pour chaque entraînement le tableau affiche son numéro de création, son type, les deux entités entraînées et un descriptif éventuel.

Les commandes du menu :



Régénère les données affichées à partir de Solidworks.



Permet de trier les cotes paramètres par ordre alphabétique. Cette touche devient accessible si une colonne entière est sélectionnée en cliquant sur son nom.



Cacher ou montrer le calque contenant les cotes et les constructions permettant de générer les entraînements.



Active ou désactive le mode de fonctionnement interactif des entraînements.

Le fait d'activer les entraînements permet de faire fonctionner les mécanismes en mode interactif à l'aide de la souris comme dans le cas de relations géométriques normales. Ce mode est cependant gourmand en ressources système.

Lorsque le mode interactif d'entraînement est activé, l'inscription « Entraînement » apparaît en bas à droite dans la fenêtre Solidworks.

Si l'on clique sur une des cases grises de la première colonne du tableau, les éléments formant l'entraînement correspondant sont sélectionnés dans Solidworks.

Ajouter

Pour ajouter un nouvel entraînement, sélectionner dans Solidworks les deux entités à entraîner, puis cliquer sur « Ajouter ». En fonction des deux objets choisis, MGdess reconnaît automatiquement le type d'entraînement à générer. Lors de la création d'un entraînement, un segment rayon est ajouté systématiquement à chaque cercle de manière à pouvoir visualiser son déplacement.

Réduire

Cache la fenêtre du module de gestion. Le mode d'entraînement interactif continue à fonctionner. Cette touche n'est accessible que si le mode d'entraînement interactif est activé.

Réglages et options

Zone de déplacement du schéma :

Les quatre flèches permettent de déplacer le schéma. C'est en fait tout le contenu de la feuille qui est déplacé suivant la direction de la flèche choisie. Le curseur permet de choisir le pas de déplacement.

Les deux cases à cocher « Affichage menu calques » et « Affichage menu lignes » permettent de montrer ou cacher les barres d'icônes Solidworks « Calque » et « Format de ligne »



Zone Echelles :

Cette zone est importante car elle permet de choisir les différentes échelles qui influent directement sur l'affichage et le calcul des valeurs de longueurs, forces et vitesses.

Les valeurs de cotes affichées lorsque les touches  sont enfoncées (voir modules « construction » et « cotes paramètres ») sont calculées à partir des échelles.

De la même manière les valeurs enregistrées dans le fichier résultats du module « Animations et calculs » sont calculées à partir des échelles.

Annexes

Annexe A - Fiche rapport « schéma et paramétrage »

Fichier Solidworks : Pince .SLDDRW

Echelles (feuille Solidworks) :

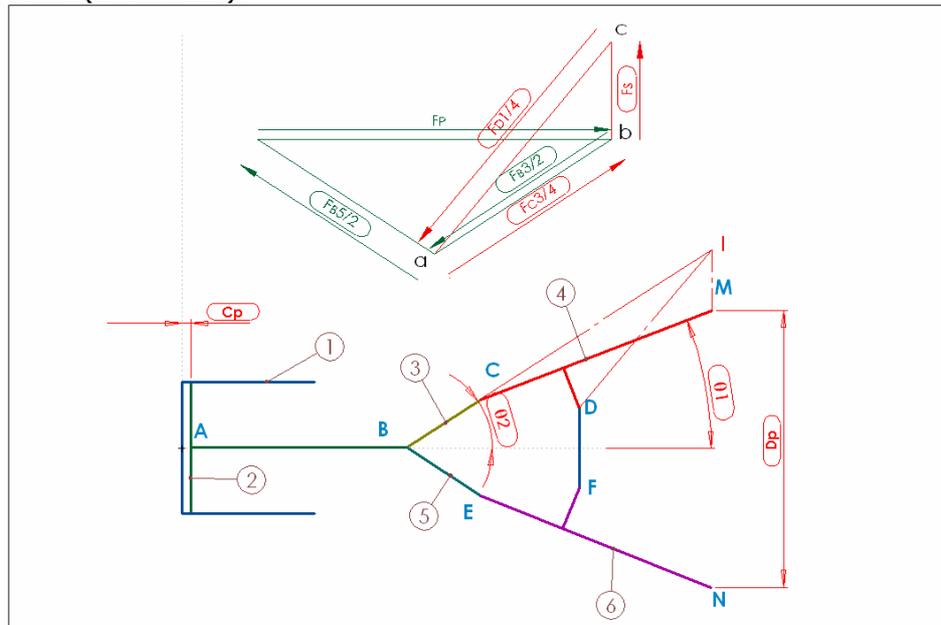
Schéma (mm : mm)	1 : 1
Forces (mm : N)	1 : 20
Vitesses (mm : m/s)	1 : 1

Date d'impression : 19/09/2005 17H07

Nom d'utilisateur PC : phil
Nom de l'ordinateur : PORTABLE2

Version logiciel : 1.0.0.0

Schéma (échelle réduite) :



Calques pièces : ■ Pièce_1 ■ Pièce_2 ■ Pièce_3 ■ Pièce_4 ■ Pièce_5 ■ Pièce_6

Cotes paramètres :

Nom	Type	Valeur	Unité	Pilotée	Description
Cp	linéaire	2	mm	oui	Course du piston
θ2	angulaire	33.1779	°	oui	
θ1	angulaire	21.1394	°	oui	
Dp	linéaire	63.02	mm	oui	Débattement pince

Repères de points :

Rep	X	Y	Description	E	216.213	94.184
A	150.5	105.169		F	238.5	96
B	199.5	105.169		M	268.471	136.31
C	216.24	116.114		N	268.169	73.29
D	238.5	114				

Repères de pièces d'entités :

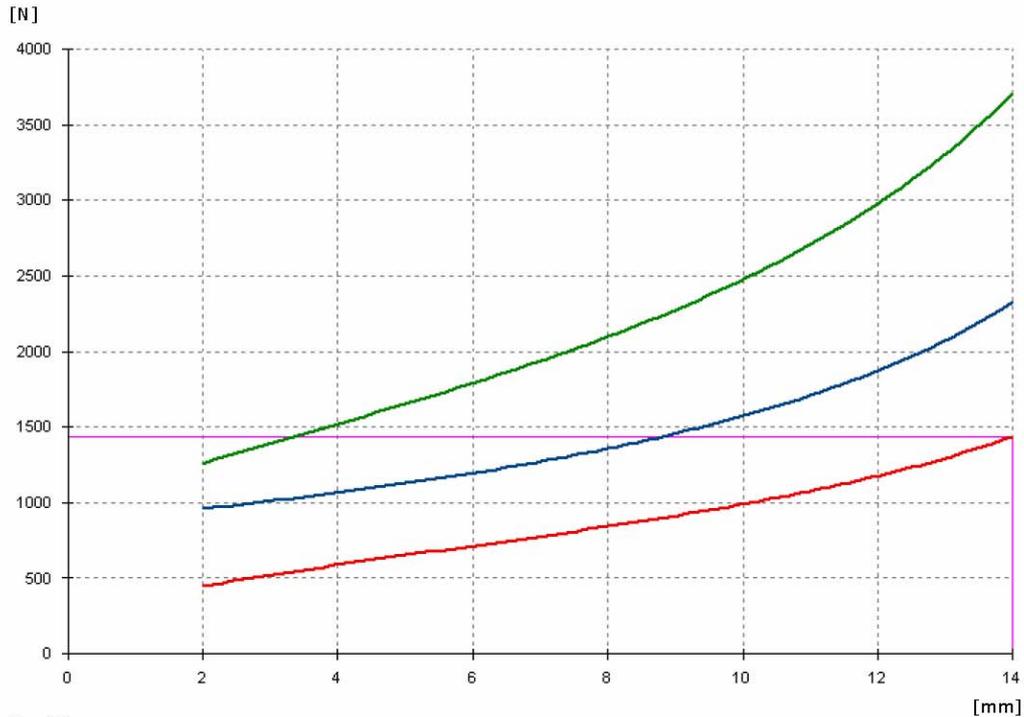
Rep	Entité	Description	5	segment	Biellette
1	segment	Corps de pince	6	segment	Doigt
2	segment	Piston			
3	segment	Biellette			
4	segment	Doigt			

Annexe B - Fiche rapport « calculs et résultats »

Fichier de mesures : Pince .mgd

Cote pilotante : C_p
 Valeur initiale : 2 mm
 Valeur finale : 14 mm
 Nombre de positions : 81
 Pas d'étude cinématique
 Précision d'affichage : 4 décimale(s)

Date d'impression : 19/09/2005 17H05
 Nom d'utilisateur PC : phil
 Nom de l'ordinateur : PORTABLE2
 Version logiciel : 1.0.0.0



Axe X : Divisions C_p (mm) temps (s)

Axe Y :

	Courbe	Maximum	Minimum	Moyenne
$F_{D1/4}$ (N)		3707.526	1259.0876	2217.8413
F_s (N)		1438.1317	446.1005	874.3094
$F_{C3/4}$ (N)		2325.35	958.3283	1446.7356

Point courant : X = 14 mm Y = 1438.1317 N

L'impression d'une fiche rapport « calculs et résultats » inclut l'impression des tableaux complets des valeurs numériques des séries sélectionnées. Ces tableaux ne sont pas reproduits ici.

Annexe C - Relations dans les esquisses planes.

Le tableau suivant décrit les entités que vous pouvez sélectionner pour une relation, les caractéristiques de la relation obtenue ainsi que l'utilisation possible pour la construction d'un schéma cinématique plan.

Relation		Entités à sélectionner	Relations obtenues	Utilisation dans un schéma plan	
	Horizontale ou Verticale	Une ou plusieurs lignes ou deux ou plusieurs points	Les lignes deviennent horizontales ou verticales. Les points sont alignés horizontalement ou verticalement.	A éviter car souvent relation implicite si on utilise le mode « relations automatiques »	
	Colinéaire	Deux ou plusieurs lignes	Les objets se trouvent sur la même ligne infinie.	Translation possible : liaison glissière	
	Coradiale	Deux ou plusieurs arcs.	Les objets partagent le même point central et le même rayon.	Rotation possible : liaison pivot	
	Perpendiculaire	Deux lignes.	Les deux objets sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.	Translation possible : liaison glissière	
	Parallèle	Deux ou plusieurs lignes	Les objets sont parallèles l'un par rapport à l'autre.	Translation possible : liaison glissière	
	Tangente	Un arc et une ligne ou un arc.	Les deux objets restent tangents.	Translation ou translation curviligne + rotation : liaison ponctuelle	
	Concentrique	Deux ou plusieurs arcs ou un point et un arc.	Les arcs ont le même point central.	Rotation possible : liaison pivot	
	Point milieu	Un point et une ligne.	Le point reste au milieu de la ligne.	Rotation possible : liaison pivot	
	A intersection	Deux lignes et un point.	Le point reste à l'intersection des lignes.	Rotation possible : liaison pivot	
	Coïncidente	Un point et une ligne, un arc.	Le point est sur la ligne, l'arc ou l'ellipse.	Translation + rotation : liaison ponctuelle	
	Egale	Deux ou plusieurs lignes ou deux ou plusieurs arcs.	La longueur des lignes ou le rayon des arcs reste égal.		
	Symétrique	Une ligne de construction et deux points, lignes ou arcs.	Les objets restent équidistants par rapport à la ligne de construction, sur une ligne qui lui est perpendiculaire.		
	Fixe	N'importe quelle entité.	La taille et la position de l'entité sont fixées. Toutefois, les points d'extrémités de l'entité peuvent se déplacer.	A utiliser pour la pièce ou classe fixe	
	Points de fusion	Deux points d'esquisse ou d'extrémité.	Les deux points sont fusionnés en un seul point.	Rotation possible : liaison pivot	

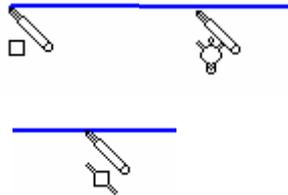
Annexe D - Lignes d'inférence et relations automatiques.

Lorsque vous êtes dans une esquisse, l'apparence du pointeur change selon la tâche en cours, la position et les relations géométriques qui peuvent être créées.

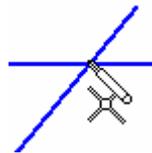
Lignes d'inférence

Visualisation des alignements et relations possibles entre les entités existantes sélectionnées et le point sous le curseur.

- Lorsque vous déplacez le pointeur le long de n'importe quelle courbe esquissée, il apparaît d'abord comme un pointeur d'*extrémité*, avant de se changer en un pointeur *sur-courbe* puis en un pointeur *point milieu*, etc.

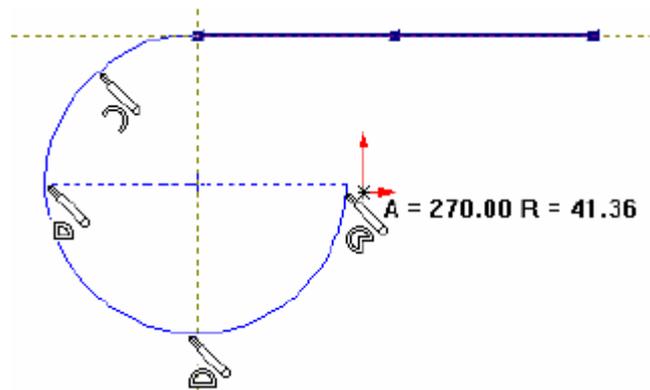


- Lorsque deux lignes se croisent, le pointeur change pour indiquer l'intersection.

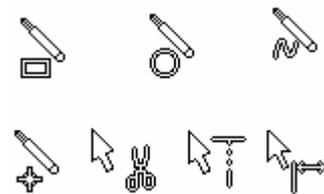


- Lorsque vous esquissez un arc, le pointeur change lorsqu'il est déplacé autour de l'arc.

- Le pointeur fournit des informations concernant les cotes lorsque vous esquissez des lignes ou des arcs, telles que la longueur, l'angle ou le rayon de l'entité d'esquisse.



- Lorsque vous sélectionnez les divers outils de cotation ou d'esquisse, le pointeur se charge du symbole approprié. Les pointeurs ci-après sont ceux du **Rectangle**, du **Cercle**, de la **Spline**, du **Point**, de **Ajuster**, de **Eten-dre** et de **Cotation**, mais il y en a beaucoup d'autres.



Activation/désactivation : à partir du menu Outils/Paramètres d'esquisse/Lignes d'inférence automatiques

Relations Automatiques

Création automatique des relations géométriques visualisées (horizontale, verticale, perpendiculaire...) lors de la création de la nouvelle entité.

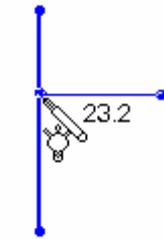
Horizontale



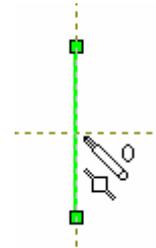
Verticale



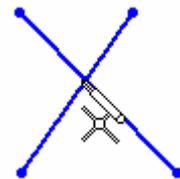
Coïncidente



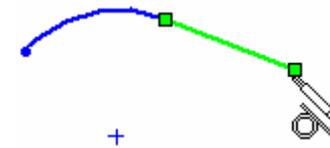
Point milieu



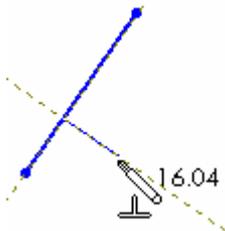
Intersection



Tangente



Perpendiculaire



Remarque : une ligne d'inférence ou un symbole de la relation représenté en marron indique que la relation sera créée si la fonction « Relations automatiques » est active.

Activation/désactivation : à partir du menu Outils/Paramètres d'esquisse/Relations automatiques