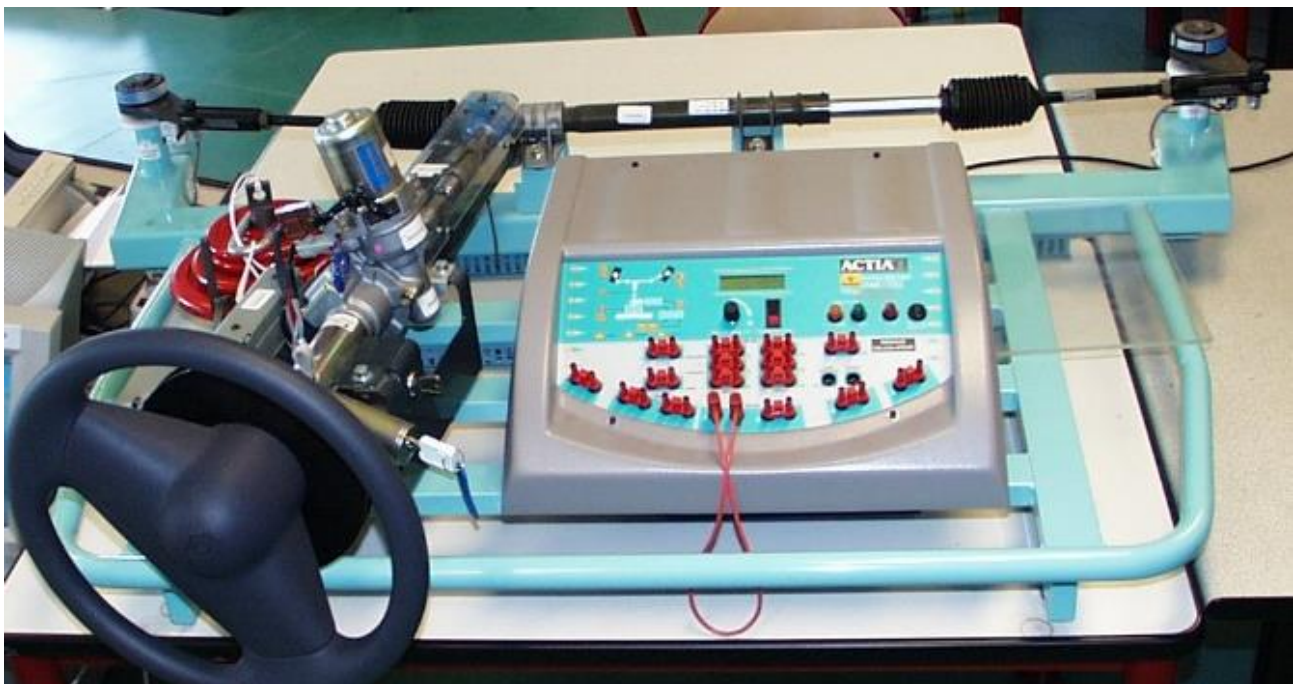


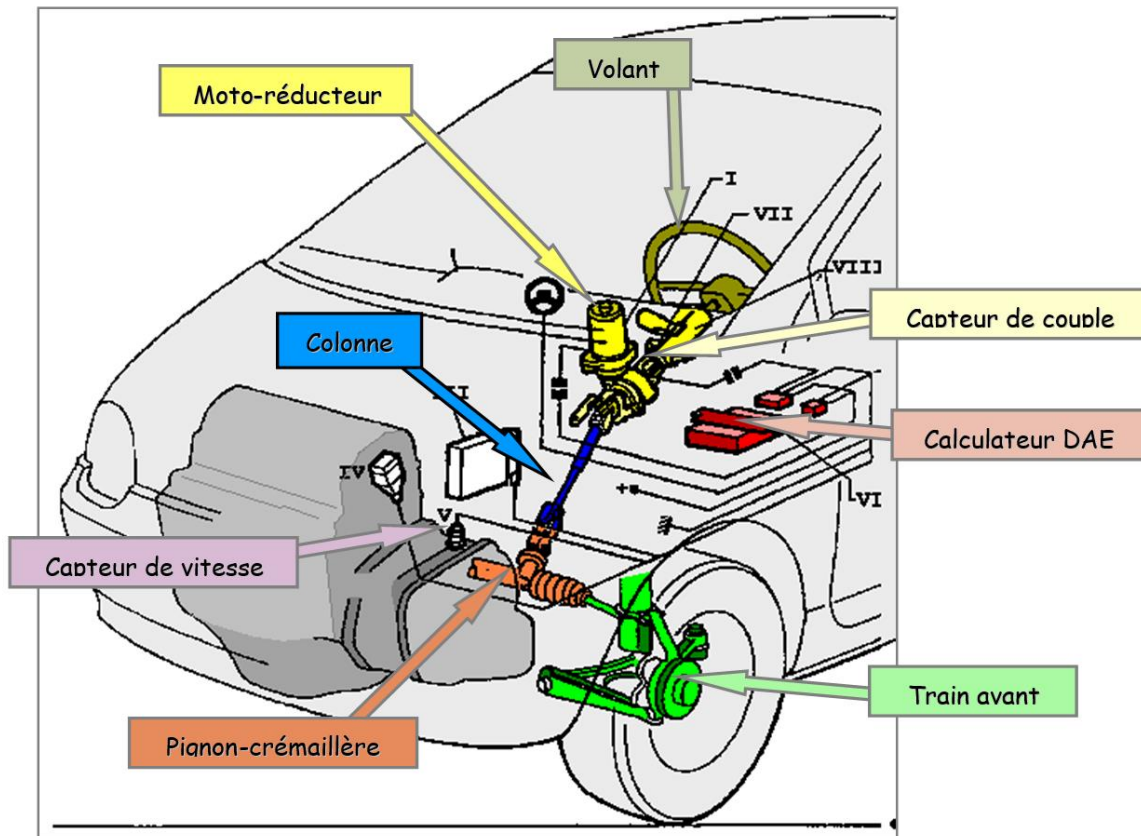
DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE

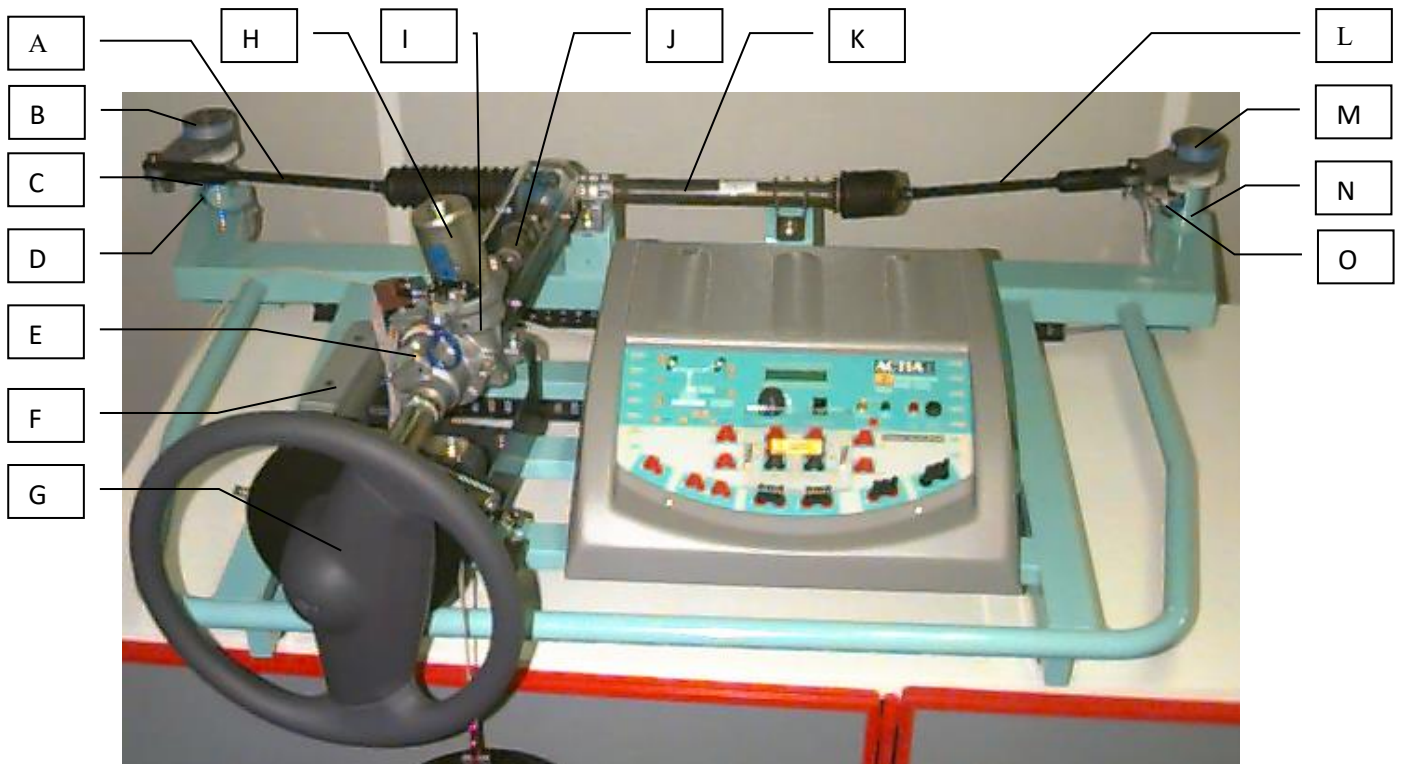
DOSSIER RESSOURCES



PRESENTATION DU SYSTEME

Les normes d'ergonomie en automobile définissent une valeur maxi de couple au volant à développer par l'utilisateur d'un véhicule. Le mécanisme de direction assistée électrique de TWINGO est décrit par le schéma ci-dessous :



DESCRIPTION DU SYSTEME DE DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE

- A. Bielle gauche
- B. Limiteur de couple roue gauche
- C. Capteur de couple roue gauche
- D. Capteur de rotation roue gauche
- E. Capteur de couple volant (RENAULT)
- F. Calculateur (RENAULT)
- G. Capteur de rotation volant
- H. Moteur
- I. Réducteur
- J. Capteur de couple en sortie de colonne
- K. Crémaillère
- L. Bielle droite
- M. Limiteur de couple roue droite
- N. Capteur de couple roue droite
- O. Capteur de rotation roue droite

ANALYSE SYSTEME – SYSML

DIAGRAMME DE CONTEXTE

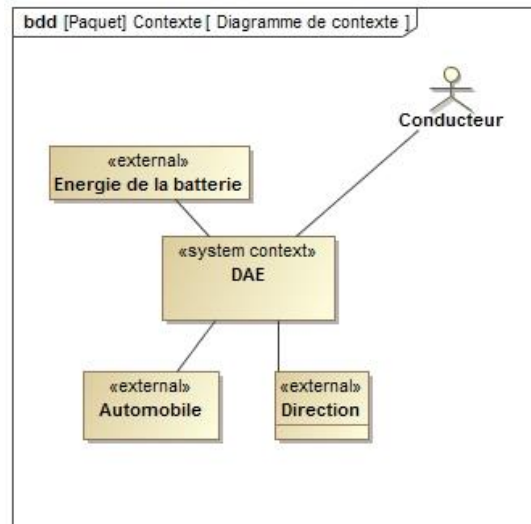


DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION

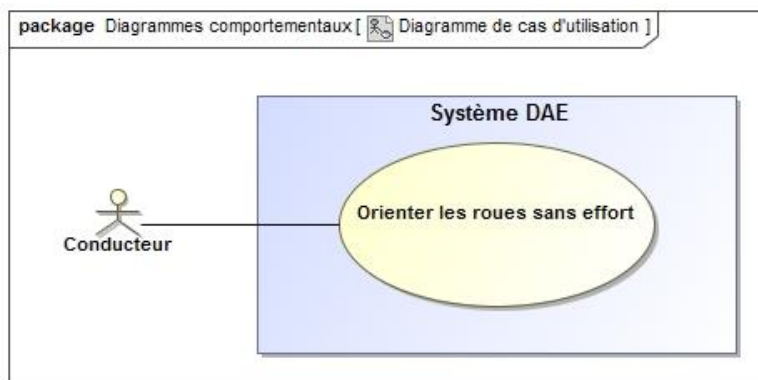
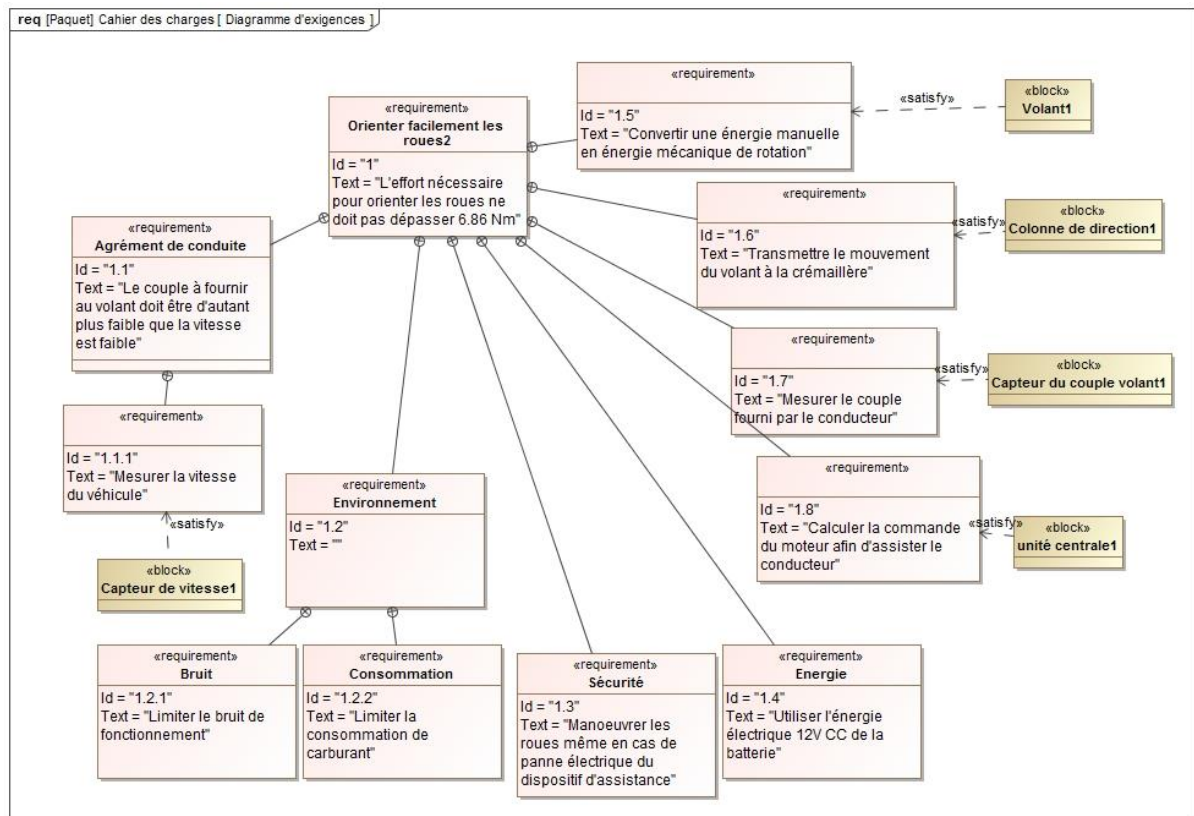


DIAGRAMME DES EXIGENCES – GLOBAL



CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL – COMPLEMENTAIRE

Exigences	Critères		Niveaux	Flexibilité
Orienter les roues	C1	Angle de pivotement de la roue gauche	-39° à 30°	± 1°
	C2	Angle de pivotement de la roue droite	+39° à -30°	± 1°
	C3	Angle de braquage entre 2 trottoirs	9,8 m	± 0,2 m
	C4	Couple maximum au volant	9 Nm	Maxi
	C5	Seuil de désactivation de l'assistance à l'accélération	74 km/h	± 1 km/h
	C6	Seuil d'activation de l'assistance à la décélération	68 km/h	± 1 km/h
	C7	Lois d'assistance	Suivant courbes	
	C8	Puissance consommée par le moteur d'assistance en ligne droite	0W	Maxi
	C9	Puissance consommée par le moteur d'assistance pour une vitesse supérieure à 80km/h	0W	Maxi
Respecter les normes				
Résister au milieu ambiant				
Être alimenté en électricité	C10	Puissance délivrée par la batterie	3840 W	Maxi

DIAGRAMME DE DEFINITION DE BLOC

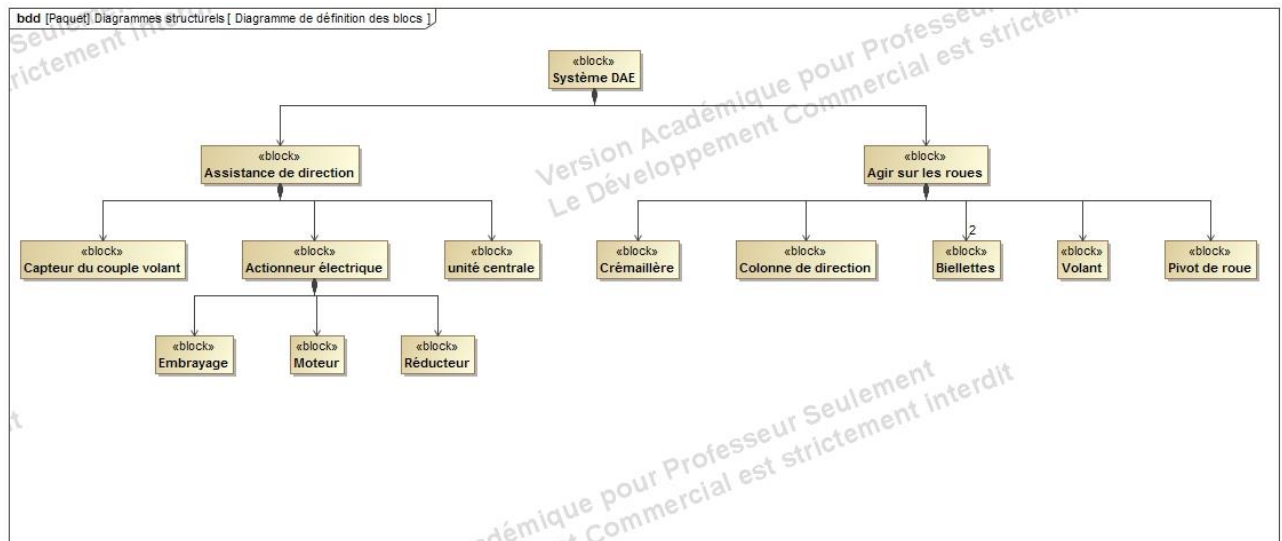
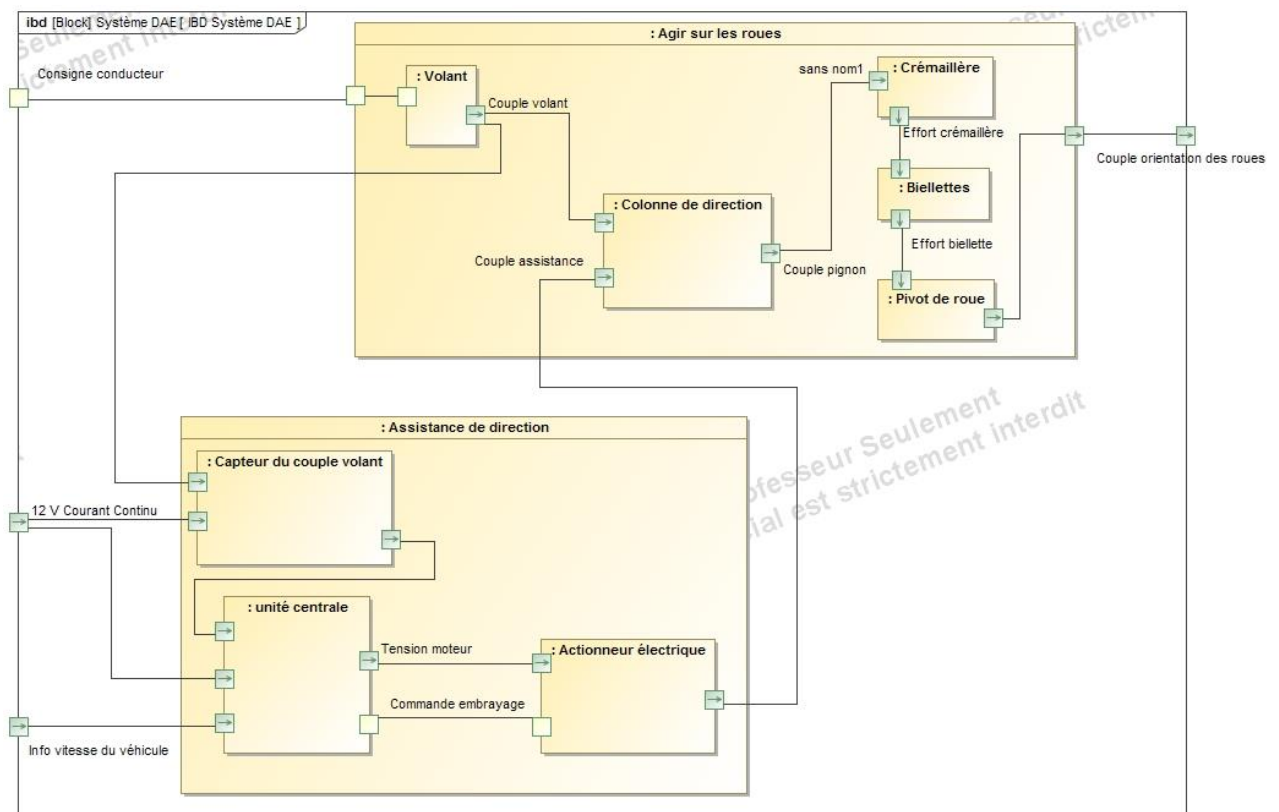
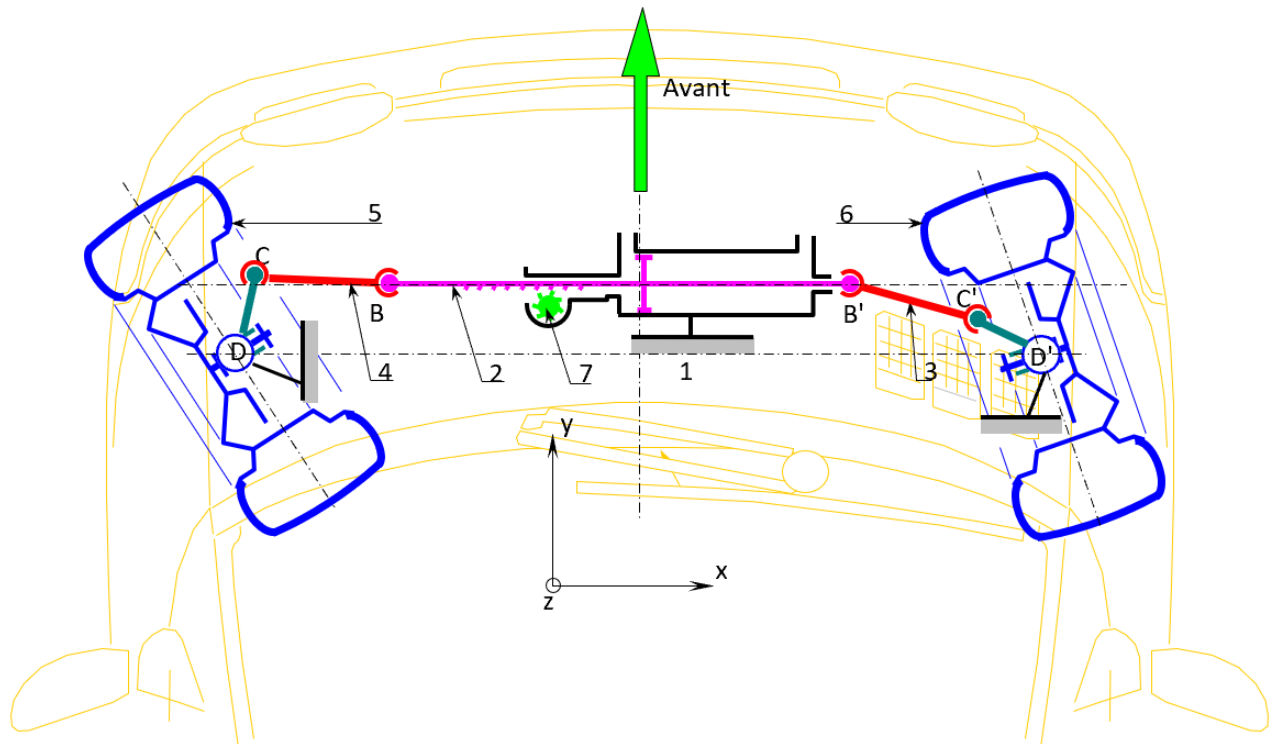


DIAGRAMME DE BLOC INTERNE



MODELES DES MECANISMES

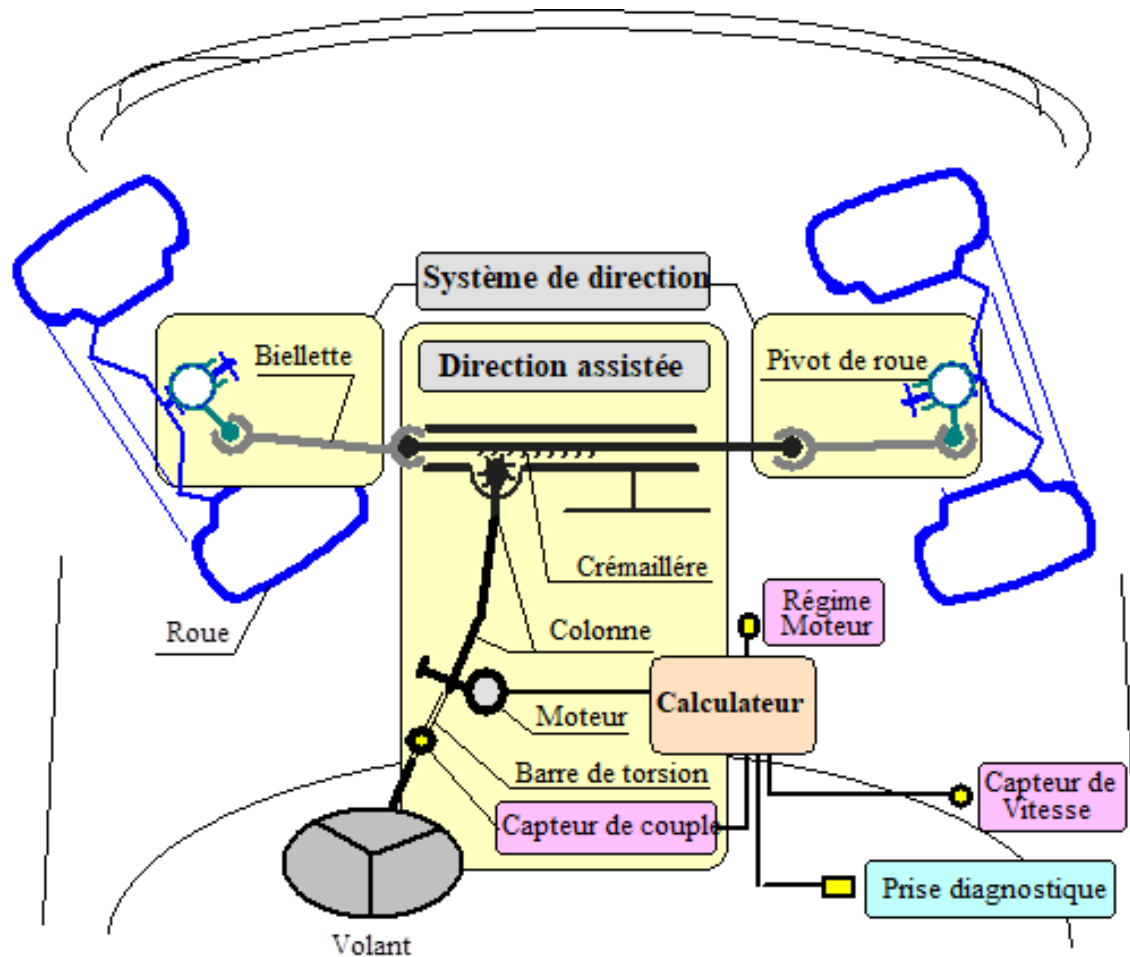
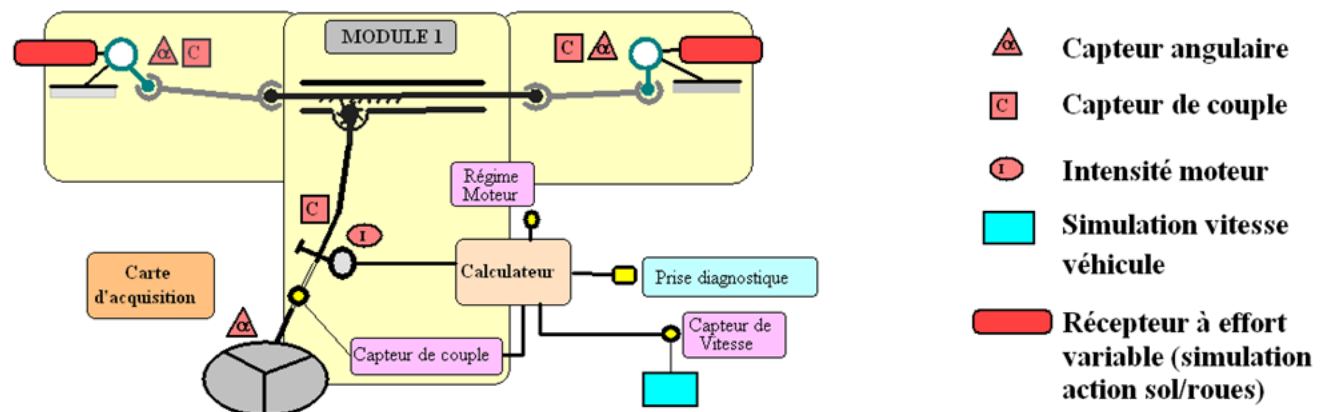
MODELE CINEMATIQUE DE LA DIRECTION VUE DE DESSUS

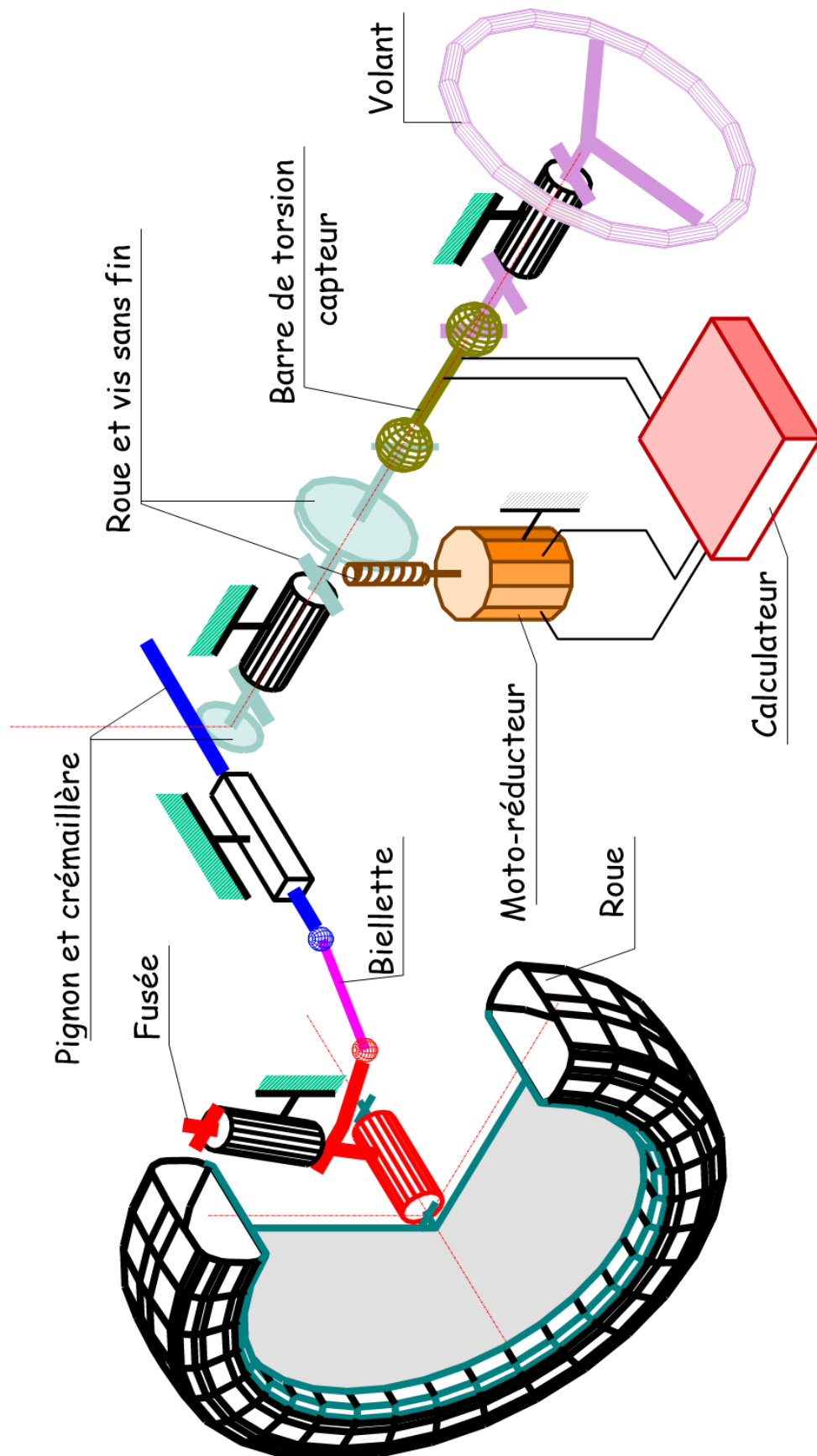


Caractéristiques :

- Pneumatiques : 165/65 R 14
 - largeur à la jante : 165 mm
 - rapport hauteur / largeur = 65 %
 - jantes de diamètre 14"
- Voie avant : $b = DD' = 1520$ mm
- Empattement : $a = 2347$ mm
- $BB' = 604$ mm
- $BC = B'C' = 356$ mm
- $CD = C'D' = 120$ mm
- Distance de la droite (D,D') à l'axe de crémaillère : 152 mm
- Poids total en charge : 1310 daN

SCHEMAS DES COMPOSANTS DU SYSTEME AVEC LES CAPTEURS



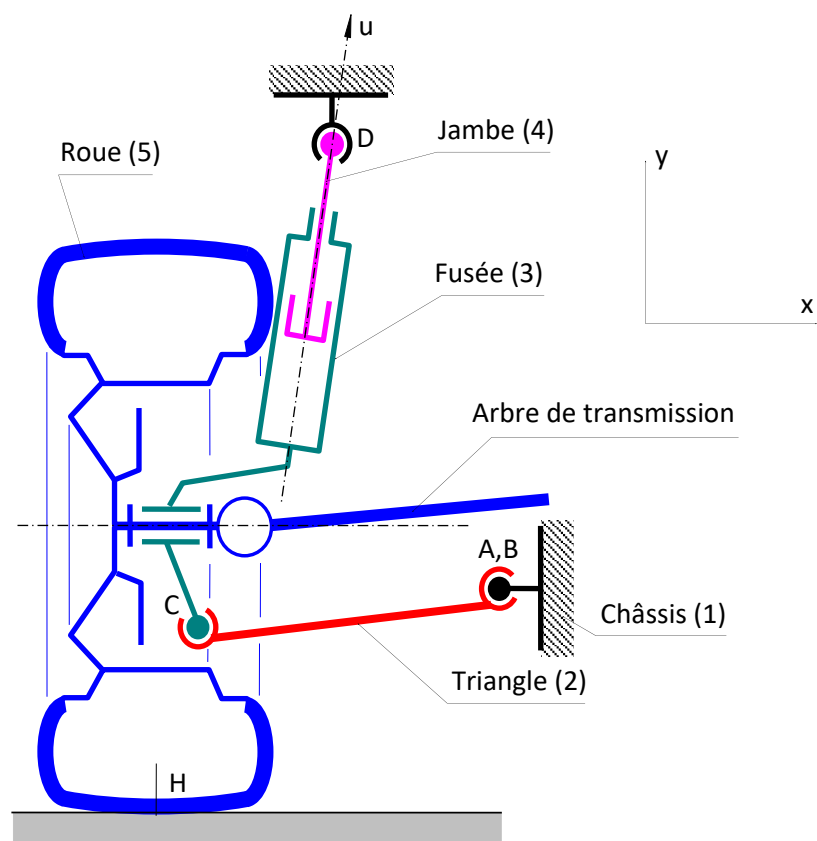
SCHEMA DETAILLEE DE LA DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE

MODELE DU TRAIN AVANT

Seule une modélisation tridimensionnelle du train avant autorise une étude précise de son comportement. Toutefois, une analyse simplifiée à partir de modèles plans permet de montrer l'influence de certains paramètres et de calculer leurs ordres de grandeur.

Le modèle cinématique plan (2D) de la suspension avant (type Mac Pherson) est constitué de :

- d'un triangle inférieur (2) lié au châssis (1) par deux rotules en A et B (figures 2 et 3)
- d'une fusée (3) liée au triangle (2) par une rotule de centre C. L'ensemble (5) roue - moyeu - disque de frein est guidé dans la fusée par une pivot réalisée au moyen d'un roulement spécifique à deux rangées de billes à contact oblique
- d'une jambe (4) liée à la fusée par une pivot glissant d'axe (D, \vec{u}) faisant fonction de vérin et au châssis (1) par une liaison élastique à comportement de rotule de centre D
- d'un ressort hélicoïdal associé à un amortisseur hydraulique qui assurent la fonction de suspension
- d'une barre anti-dévers qui réalise une liaison élastique entre les deux demis trains. Son action est purement dynamique et elle sera ignorée dans l'étude cinématique



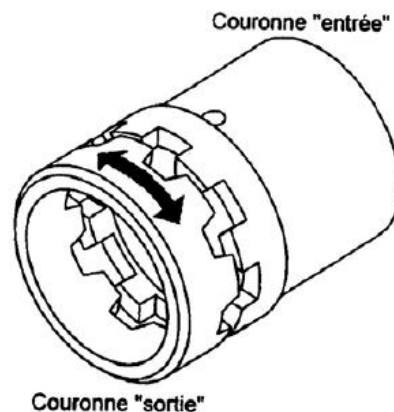
CAPTEURS

CAPTEUR DE COUPLE

Le capteur de couple informe le calculateur sur le couple au volant exercé par l'utilisateur. Le capteur est constitué de 2 parties.

La partie électromagnétique du capteur donne une information sur la position angulaire des couronnes de fer doux l'une par rapport à l'autre.

La partie électronique du capteur transforme cette information de position angulaire en information de couple avec le principe suivant : la déformation angulaire de la barre de torsion est proportionnelle au couple au volant.

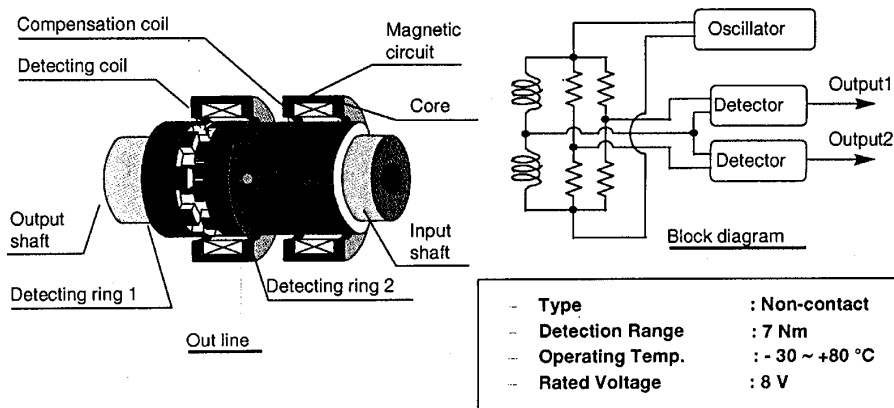


Les couronnes de fer doux sont solidaires d'une part de l'arbre d'entrée et d'autre part de l'arbre de sortie. Les extrémités en forme crénelée de ces couronnes sont en regard avec la bobine de mesure.

Suivant la déformation angulaire de la barre de torsion, la forme du noyau de la bobine de mesure change. De ce fait, la forme du signal électrique en est modifiée.

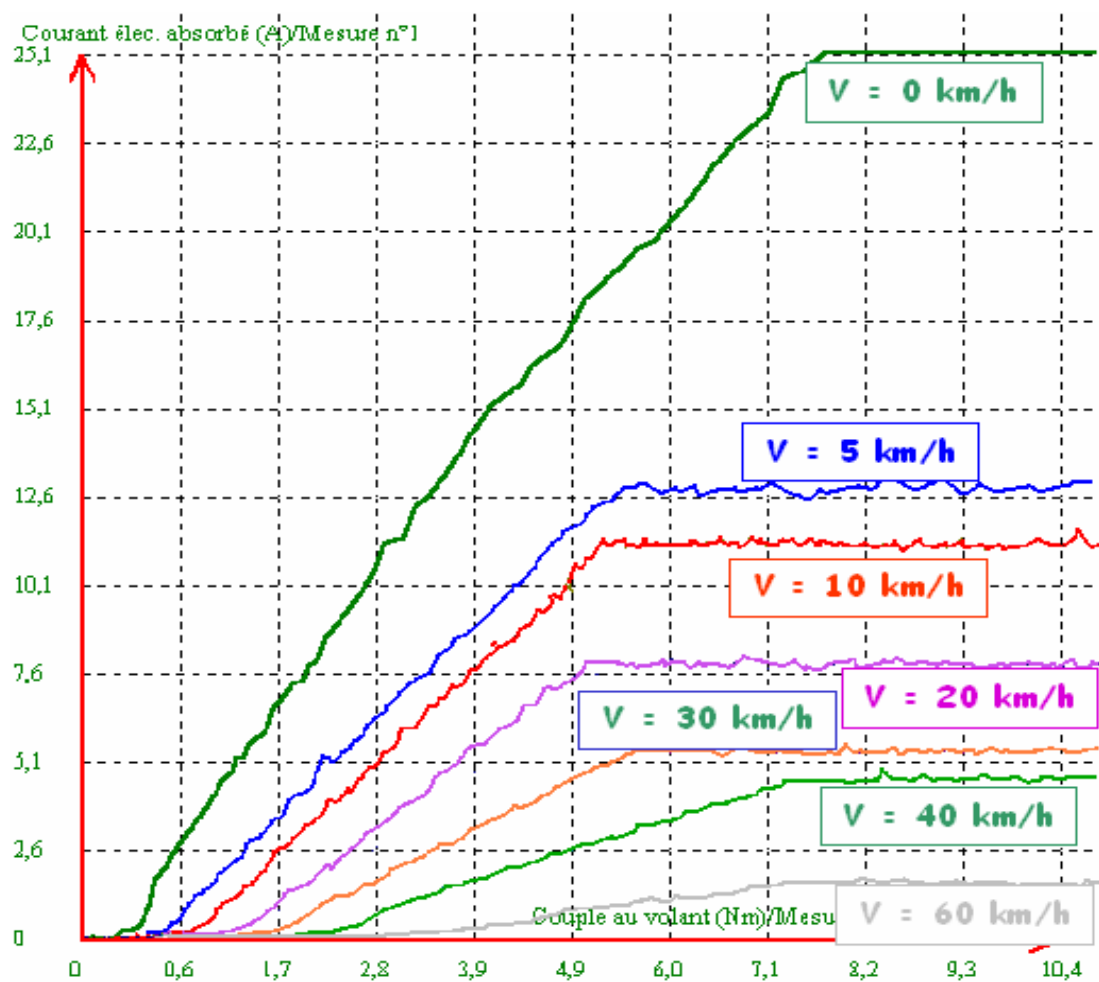
Parallèlement, une seconde bobine dite de référence de même nature dont les caractéristiques ne sont pas modifiées par le déplacement angulaire des couronnes, est ajoutée à proximité. Elle permet de transmettre une information électrique de référence à l'image des conditions de mesures du capteur.

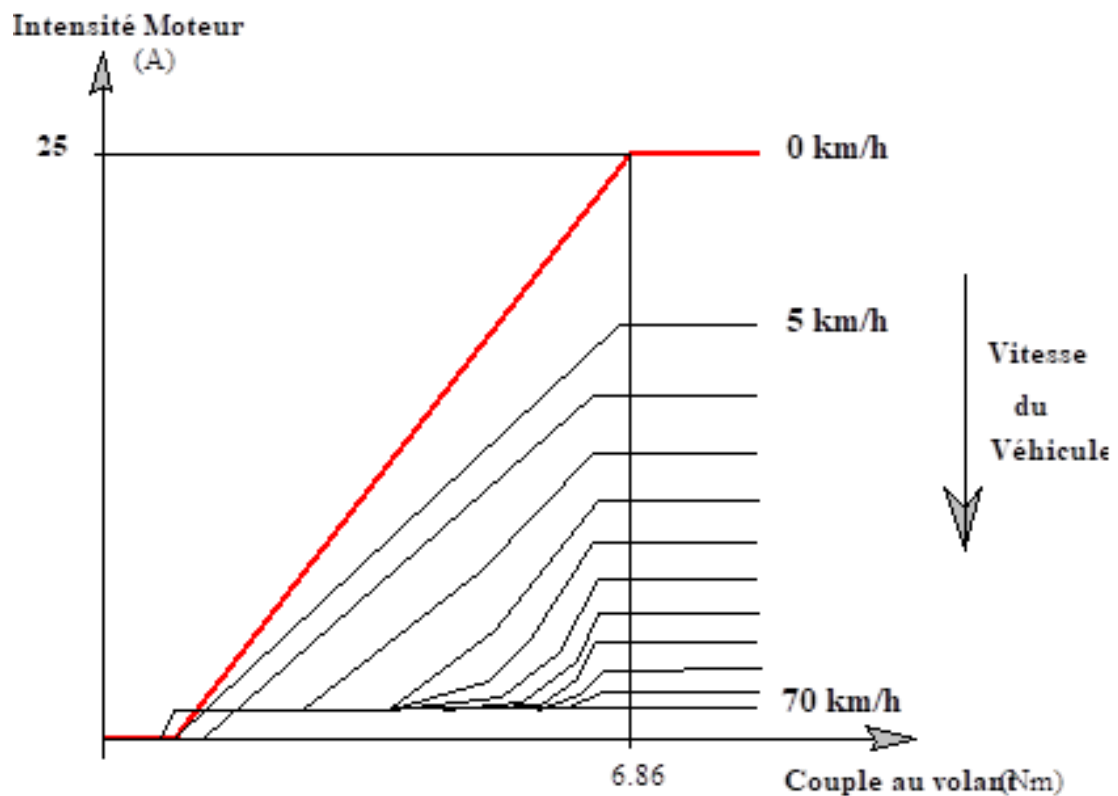
Pour des raisons de sécurité, les alimentations du capteur sont doublées et l'information transmise au calculateur se fait au travers de 2 circuits indépendants. Le signal électrique est du type intensité.



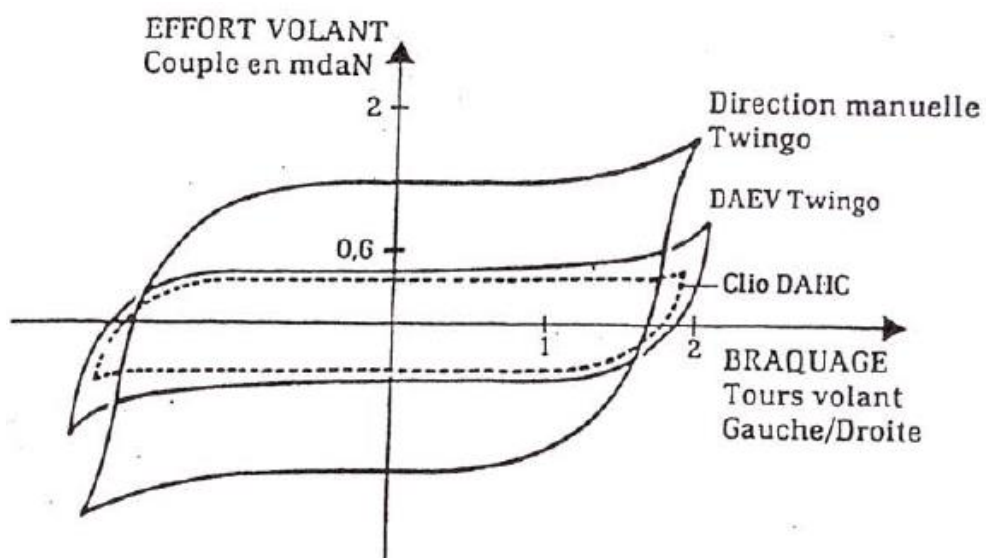
CALCULATEUR

Le calculateur régit les lois d'assurances de la DAE. Le réseau de courbes suivant donne le courant électrique absorbé par le moteur en fonction du couple au volant pour différentes vitesses du véhicule.



LOI D'ASSISTANCE

Courbes donnant l'intensité du courant moteur en fonction du couple au volant pour différentes vitesses du véhicule

COMPARATIF DES EFFORTS AU VOLANT EN MANŒUVRE PARKING

MODELISATION DU MOTEUR A COURANT CONTINU

ÉQUATIONS DE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement d'un moteur à courant continu peut être modélisé par les équations physiques suivantes :

D'un point de vue électrique, l'induit peut être caractérisé par une résistance en série avec une inductance et une force contre-électromotrice, ce qui conduit à l'équation de maille :

$$u(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

D'un point de vue mécanique, l'équation du rotor en rotation conduit à :

$$J \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t) - f \cdot \omega_m(t)$$

Ce type de moteur répond aux équations électromagnétiques :

$$C_m(t) = K_t \cdot i(t) \quad \text{et} \quad e(t) = K_e \cdot \omega_m(t)$$

Terme	Signification	Unité
$u(t)$	tension d'alimentation du moteur	V
$e(t)$	tension de la fem	V
$i(t)$	intensité du courant	A
R	résistance de l'induit	Ω
L	inductance du bobinage	mH
J	inertie du rotor	kg.m ²
f	paramètre de frottement fluide (visqueux)	N.m.s
$c_m(t)$	couple moteur	N.m
$c_r(t)$	couple résistant éventuel (perturbation)	N.m
$\omega(t)$	vitesse de rotation de l'arbre du moteur	rad.s ⁻¹
K_t	coefficient de couple	N.m.A ⁻¹
K_e	coefficient de vitesse	V.s.rad ⁻¹

HYPOTHESES SIMPLIFICATRICES FREQUENTES

- Les frottements secs et visqueux sont négligés.
- L'inductance de l'induit du moteur est négligée.
- $K_t = K_e$

REMARQUE IMPORTANTE

Dans les documents qui précisent les caractéristiques des moteurs, les constructeurs donnent $1/K_e$ et non pas K_e . Dans ces conditions et en respectant les unités, on vérifie aisément que $K_t = K_e$.

UTILISATION DU LOGICIEL

MISE SOUS TENSION



Pour allumer la DAE, appuyer sur le bouton vert situé sur le côté du système



Potentiomètre permettant de régler la vitesse de véhicule

Départ de la mesure

Activation du moteur électrique d'assistance

Remarque : Lorsqu'on désactive le moteur d'assistance, il existe un certain retard à l'extinction. Il faut donc attendre un laps de temps avant de refaire une mesure.

REALISER UNE MESURE

- Sur l'ordinateur, cliquer sur le menu *Mesures* ou l'icône



- Sur l'ordinateur, dans la fenêtre cliquer sur le bouton



- Sur le pupitre, démarrer la mesure à l'aide du bouton *Départ* mesure situé sur le pupitre de la DAE



- À l'aide du volant, réaliser la manipulation désirée

- Sur l'ordinateur, une fois la mesure terminée, la fenêtre affiche importation des résultats en cours puis Importation des résultats terminés.

- L'acquisition est terminée.

Exploitation de l'acquisition

- Cliquer sur le menu *Courbes* ou sur l'icône

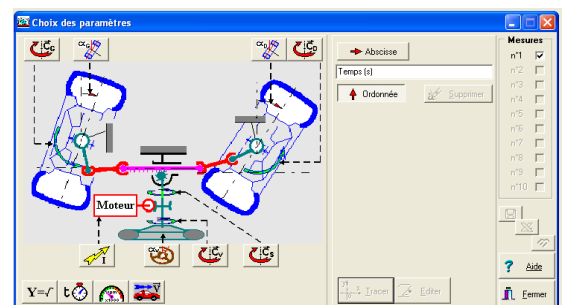


- Pour choisir une variable en abscisse, cliquer sur le bouton *abscisse* puis sur la variable que vous voulez voir apparaître

- Pour choisir une (ou plusieurs) variable en ordonnée cliquer sur le bouton *ordonnée* puis sur la variable que vous voulez voir apparaître.

- Il est possible de visualiser :

- ☐ L'angle de rotation
- ☐ Du volant
- ☐ De la roue gauche, de la roue droite
- ☐ Le couple
- ☐ Sur la colonne de direction avant l'assistance du moteur
- ☐ Sur la colonne de direction après l'assistance du moteur
- ☐ Sur la roue gauche et sur la roue droite
- ☐ L'intensité délivrée au moteur
- ☐ Le temps
- ☐ La vitesse du véhicule.



INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LE LOGICIEL

FENETRE PRINCIPALE

Ce paragraphe décrit les fonctions remplies par les boutons de la barre d'outils de la fenêtre principale.

Nouveau



Cette fonction permet d'entamer une nouvelle session de mesures. Son activation de cette option provoque l'initialisation des paramètres du logiciel et la suppression de l'ensemble des mesures précédentes.

Lors de l'enregistrement en fichier, un nom sera demandé pour la sauvegarde.

Ouvrir



Cette fonction permet d'ouvrir un fichier de résultats de mesures effectuées antérieurement. Ce fichier est désigné par un nom de huit caractères alphanumériques, commençant par une lettre et une extension définie par un point et trois caractères, exemple : **.MES**.

La sélection est réalisée au moyen d'une boîte de dialogue d'ouverture de fichiers.

Les valeurs relevées lors de nouvelles mesures effectuées à partir de cet instant sont ajoutées à la fin de ce fichier lors de la prochaine sauvegarde.

La sauvegarde ultérieure sera faite par défaut sous ce nom.

Effacer



Cette fonction permet de supprimer une ou plusieurs mesures dans l'étude en cours. Très utile lorsque l'on arrive à la limite des 10 mesures autorisées par étude.

Sauver



Cette fonction permet de sauvegarder sur disque les résultats de la série de mesures en cours. La sauvegarde est effectuée sous le nom choisi par l'option **[Ouvrir]**.

Si aucun nom n'a été défini explicitement, ce qui est le cas lorsque la session a débuté sans chargement d'un fichier, celui-ci est baptisé **SANS_NOM.MES**, dans le répertoire courant.

Mesures



Cette fonction permet la réalisation de mesures sur la station. Voir chapitre **Mesures**.


Courbes

Cette fonction permet l'analyse graphique des résultats des mesures effectuées. Voir chapitre **Choix des paramètres**.

Configuration

Cette fonction permet de changer le numéro de liaison série utilisée, de modifier les coefficients de pente et d'origine des différents paramètres physiques.

Voir chapitre **Configuration**.

A partir de la version 4 du logiciel l'icône a changé : () et a été déplacée dans la fenêtre « Affichage des courbes » de façon à vérifier immédiatement l'impact de la modification des coefficients

MESURES

Initialisation de la mesure



Cette fonction permet d'initialiser l'acquisition sur la station. Celle-ci correspond à l'établissement de la communication entre la station et l'ordinateur. Attention au port série sur lequel vous êtes branché physiquement et la configuration du logiciel : COMXX (à vérifier)...

Le début effectif de la mesure (instant $t = 0$) est provoqué par appui sur le bouton poussoir du tableau de bord.

Un message indique sur l'afficheur d'appuyer sur le bouton départ mesure : « *Bouton Départ* »

La durée totale de mesure est de 10 secondes pendant lesquelles sont enregistrés les résultats relatifs aux dix paramètres physiques.

L'importation des résultats se fait automatiquement ensuite. Le numéro de la mesure sera le prochain sur les 10 disponibles.

L'importation des résultats prend plusieurs dizaines de secondes.

Une fois le message '*Importation des résultats terminé*', vous pouvez soit initialiser à nouveau pour refaire une mesure, soit fermer la fenêtre pour, par exemple, visualiser la mesure effectuée.

CHOIX DES PARAMETRES

Paramètres d'affichage

Abscisse



L'appui sur ce bouton permet ensuite de sélectionner sur la fenêtre de gauche le paramètre que l'on souhaite en abscisse des courbes.

Ordonnée



L'appui sur ce bouton permet ensuite de sélectionner sur la fenêtre de gauche le(s) paramètre(s) que l'on souhaite en ordonnée des courbes.

Tracer



Trace les courbes telles qu'elles ont été définies. Cette fonction n'est accessible que si l'on a au moins un paramètre en ordonnée et une mesure sélectionnée. Voir chapitre **Affichage des courbes**.

Supprimer



Supprime le paramètre en ordonnée sélectionné (en bleu) de la liste des paramètres à tracer. Cette fonction n'est accessible que si l'on a au moins un élément à supprimer.

Mesures

Cette fenêtre permet de sélectionner une ou plusieurs mesures.

Paramètres physiques

Angle volant



Descriptif : Angle de rotation du volant sur la station. Unité : (Degrés)

Couple roue droite



Descriptif : Couple au niveau de la roue droite sur la station. Unité : (N.m)

Couple sortie colonne



Descriptif : Couple en sortie de la colonne électrique sur la station. Unité : (N.m)

Régime moteur



Descriptif : Régime du moteur du véhicule réglé par l'interrupteur REGIME MOTEUR sous l'afficheur sur la station. Unité : (Tr/min)

- 0 moteur éteint 0 tr/min
- 1 moteur allumé \cong 800 tr/min

Ceci est un paramètre simulé pour permettre au calculateur de fonctionner comme sur le véhicule.

Rotation de la roue droite



Descriptif : Angle de rotation de la roue droite sur la station. Unité : (Degrés)

Couple volant



Descriptif : Couple au niveau du volant (avant la colonne électrique) sur la station. Unité : (N.m)

Rotation de la roue gauche



Descriptif : Angle de rotation de la roue gauche sur la station. Unité : (Degrés)

Couple roue gauche



Descriptif : Couple au niveau de la roue gauche sur la station. Unité : (N.m)

Vitesse véhicule



Descriptif : Vitesse du véhicule réglé par le bouton VITESSE VEHICULE sous l'afficheur sur la station.

Celle-ci peut varier de 0 à 80 km/h. Unité : (km/h)

Ceci est un paramètre simulé pour permettre au calculateur de fonctionner comme sur le véhicule.

Courant électrique absorbé



Descriptif : Courant électrique absorbé par le moteur de la colonne. Unité : (A)

Formule

$$Y=\sqrt{\quad}$$

Descriptif : Cette fonction permet de réaliser des traitements à partir des paramètres physiques.
Voir chapitre **Formule**.

Temps



Descriptif : Temps durant les mesures. Unité : (s)

FORMULE

L'activation de ce bouton permet de définir comme paramètre à évaluer une expression obtenue à partir des paramètres de la mesure et des fonctions mathématiques usuelles.

La syntaxe de la formule est celle retenue par les langages de programmation usuels.

Un paramètre est identifié par le groupement **PRM** suivi entre parenthèses de son **indice**.

Une liste des paramètres physiques permet de taper la syntaxe du paramètre.

Exemple : **PRM(1)*PRM(6)**

PRM(1)*PRM(6)*PI/180

L'expression est évaluée au moment de la sortie par validation de **[Ok]**. En cas d'erreur de syntaxe, la sortie est refusée.

AFFICHAGE DES COURBES

Introduction

Le fait de cliquer sur une courbe permet de la rendre courante (en gras) : les libelles en x et y, les échelles en x et y sont ainsi affectés à cette courbe. Très utile pour modifier les options.

Zoom

Zoom plus 

Permet de zoomer en plus sur une partie du graphique en cliquant sur celui-ci.

Zoom moins 

Permet de zoomer en moins sur une partie du graphique en cliquant sur celui-ci.

Zoom fenêtré 

Permet de zoomer sur une partie du graphique en sélectionnant une fenêtre à l'aide de la souris sur celui-ci.

Zoom total 

Ramène au zoom de départ.

Valeurs

Fenêtre



Active le mode valeurs. Celui-ci permet de visualiser les valeurs numériques de la courbe en gras.

Suivant



Permet de se déplacer d'un point en avant sur la courbe en gras.

Précédent



Permet de se déplacer d'un point en arrière sur la courbe en gras.

Début



Permet de se déplacer sur le premier point de la courbe en gras.

Fin



Permet de se déplacer sur le dernier point de la courbe en gras.

Impression

Impression des courbes



Permet d'effectuer une sortie sur imprimante des courbes telles qu'elles apparaissent à l'écran. Une boîte de dialogue Windows permet de configurer les paramètres de l'impression : choix du type d'imprimante, du format et de l'orientation du papier, qualité de l'impression, etc.

Exportation des courbes



Autorise le transfert du schéma vers le presse papier de Windows pour une insertion dans un document ouvert par un autre logiciel. Son format est de type Bitmap.

Options

Changement de couleur



Permet de modifier la couleur de la courbe courante (en gras).

Changement d'échelle



Permet de modifier l'échelle de la courbe courante (en gras).

Passage à une seule échelle



Permet de modifier les échelles de toutes les courbes affichées. Très utile pour comparer des courbes de même unité.

Changement du label en X



Permet de modifier le label en X de la courbe courante (en gras).

Changement du label en Y

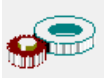


Permet de modifier le label en X de la courbe courante (en gras).

COMPLEMENTS SIMULATION

SOLIDWORKS/MECA3D

Compléments pour les liaisons engrenage :

Pour la liaison engrenage  .



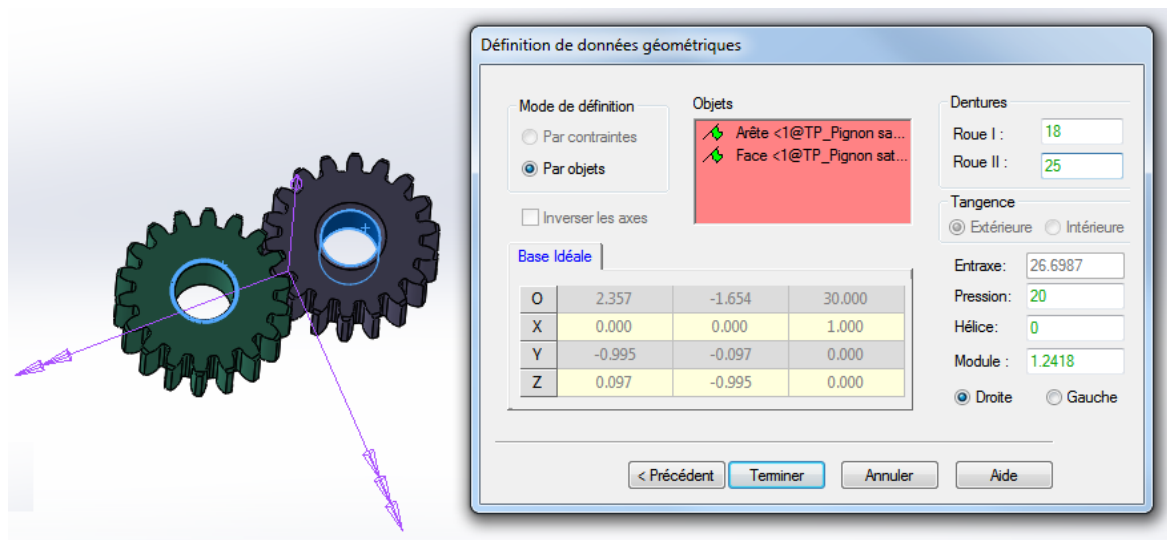
Choisir les deux pièces qui engrènent.



Pour les objets à sélectionner, il faut sélectionner l'axe de chaque roue dentée. Pour cela, il est possible de sélectionner soit une surface cylindrique soit un cercle, ayant pour axe celui de la roue sélectionnée. En maintenant la touche Ctrl du clavier, on peut sélectionner la surface sur la deuxième roue.



Indiquer le nombre de dents de chaque roue et si nécessaire l'angle de pression et/ou l'orientation du pas.



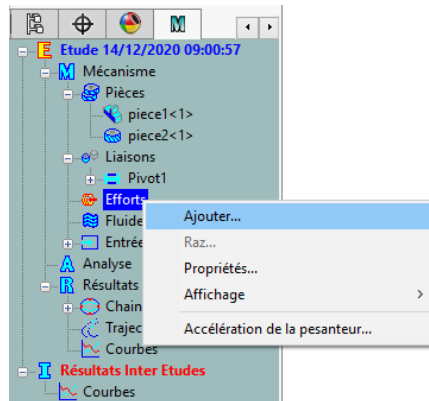
Remarque : La roue I correspond à la première pièce saisie.

Compléments pour l'étude statique/dynamique :

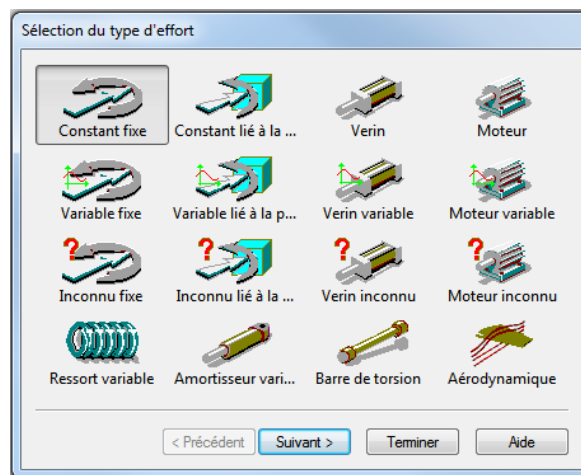
Ajouter un effort :



Cliquer (clic droit) sur « Efforts » puis « Ajouter... ».



Un menu apparaît. Il est possible de choisir parmi 16 Actions Mécaniques différentes.



Pour chacune, il est possible de :

- Donner la valeur de l'action mécanique entre deux pièces ou au niveau d'une liaison (Vérin ou Moteur).
- Rentrer une valeur variable issue d'une courbe préalablement rentrée.
- Chercher à déterminer la valeur d'une action mécanique (Vérin inconnu ou Moteur inconnu).

Remarque : Les actions mécaniques de type Vérin ou Moteur (mais aussi Ressort et Amortisseur) correspondent à des actions mécaniques entre deux pièces. Les autres actions mécaniques correspondent à des actions s'appliquant sur une seule pièce.

Pour résumer :

Si l'on souhaite en entrée :

- Une force → Vérin
- Un couple → Moteur

Si l'on souhaite déterminer en sortie :

- Une force (inconnue) → Vérin inconnu
- Un couple (inconnu) → Moteur inconnu

Analyse Statique/Dynamique :

Remarque : On vérifiera bien que le mécanisme est **isostatique**. Si tel n'est pas le cas, il est peut-être nécessaire de revoir la modélisation des liaisons dans notre mécanisme afin de le simplifier et/ou d'empêcher certains mouvements inutiles.



Lancer l'analyse.



Choisir le type d'étude : *Statique (ou Dynamique)*.



Choisir le mouvement pilote (entrée du système), la position d'origine et la position finale.



Lancer la simulation

Affichage des courbes d'effort :

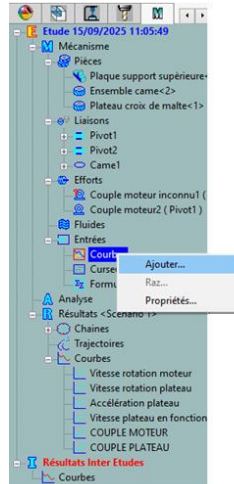
Pour afficher les courbes d'effort, cliquer (clic droit) sur « Résultats <Scénario 1> » puis cliquer sur le sous menu « Courbes » puis « Simples ... ». Sélectionner « Efforts ». Sélectionner la résultante et/ou le moment d'une liaison (selon les trois axes et leur norme) pour étudier sa variation au cours du mouvement.

Compléments pour un mouvement avec une courbe en entrée :

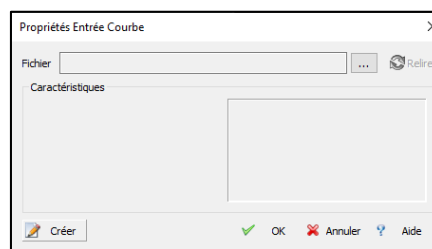
Ajouter une courbe en entrée :



Cliquer (clic droit) sur « Entrées » puis « Courbes » puis « Ajouter... ».

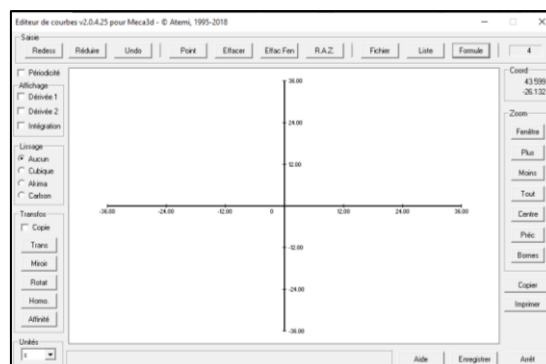


Une fenêtre apparaît. Il est possible de charger une courbe déjà faite ou d'en créer une nouvelle.



Cliquer sur « Créer ».

Une nouvelle fenêtre apparaît afin d'éditer la nouvelle courbe.



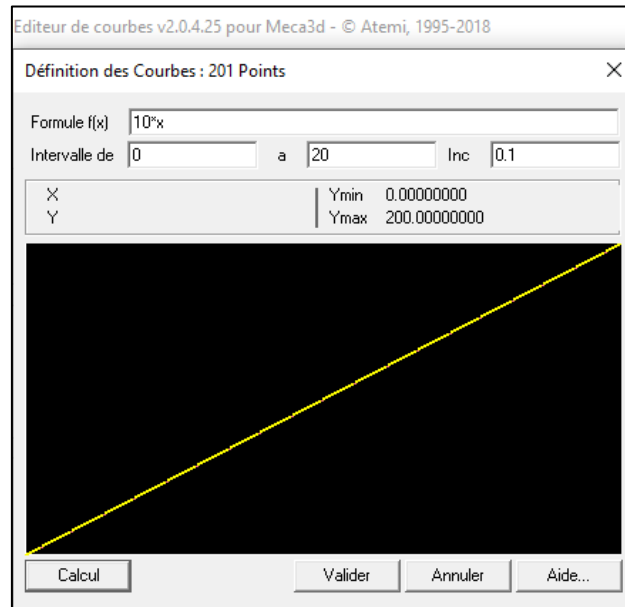
Il est possible de créer toutes sortes de courbes en utilisant les différents boutons présents sur la fenêtre.

[Créer une courbe :](#)



Cliquer sur le bouton « Formule » situé en haut à droite de la fenêtre.

Une nouvelle fenêtre pour définir la courbe apparaît.



Remplir la ligne « Formule f(x) » avec la fonction souhaitée



Remplir l'intervalle (et le nombre d'incréments) des abscisses sur lequel cette partie de courbe est définie.



Appuyer sur « Calcul » pour visualiser l'allure de la courbe.



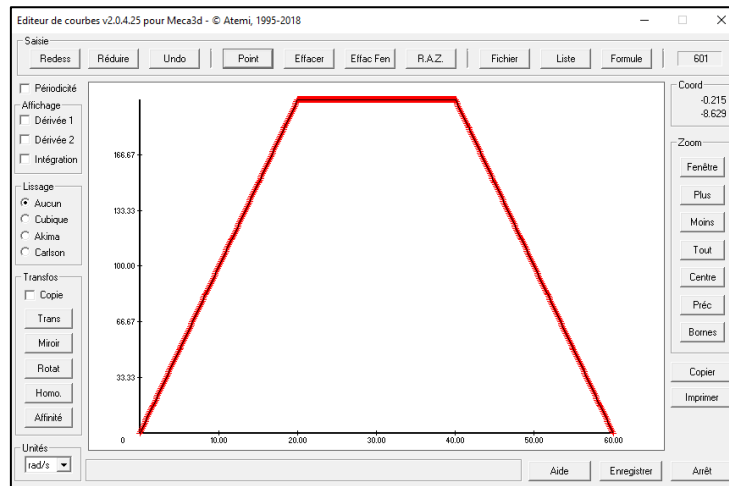
Appuyer sur « Valider » pour valider la courbe sur l'intervalle défini.

Remarque : Une courbe complexe peut se faire en plusieurs parties. Le logiciel permet de créer des courbes sur des intervalles qui sont à définir.



Répéter l'étape autant que nécessaire pour créer la courbe globale (créée à partir de parties de courbes sur des intervalles).

Une fois la courbe globale réalisée, le logiciel trace la courbe sur la fenêtre de l'éditeur de courbe.



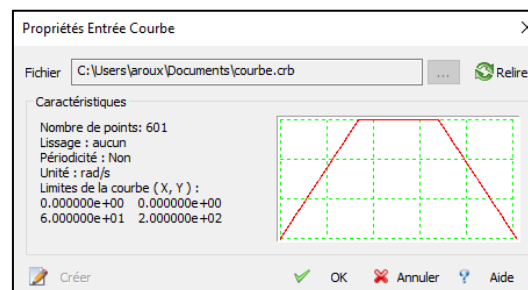
Sélectionner les unités sur le menu « Unités » en bas à gauche afin que la grandeur soit considérée correctement dans la suite de l'étude.

Remarque : Si l'on souhaite modifier la courbe, il suffit de rentrer de nouveau une formule sur l'intervalle sur lequel on souhaite modifier la courbe. Les modifications seront ensuite faites automatiquement.



Appuyer sur le bouton « Enregistrer » pour sauvegarder la courbe tracée.

La courbe est maintenant tracée sur la fenêtre « Propriétés Entrée Courbe »



Valider la courbe en appuyant sur « OK ».

La courbe apparaît dans l'arborescence (*Courbe1*) dans la partie « Entrées » puis « Courbes ».

Remarque : Il est possible de sauvegarder cette courbe pour l'utiliser dans une autre étude par exemple.

Remarque : Les unités de la grandeur tracée peuvent également être vérifiées sur cette fenêtre.



Lancer l'analyse.



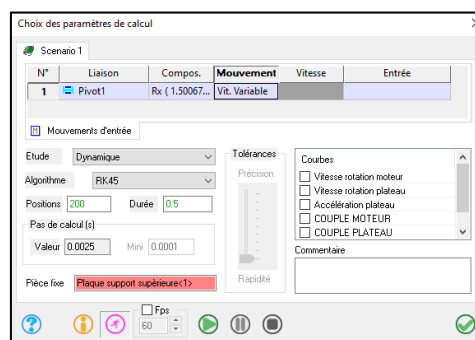
Choisir le type d'étude : *Cinématique, Statique ou Dynamique*.



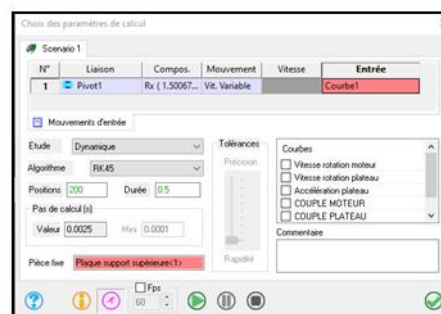
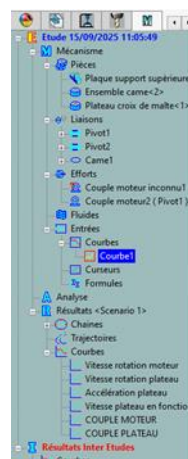
Choisir le mouvement pilote (entrée du système).



Choisir « Vit. Variable » pour le type de « Mouvement ».



Cliquer sur la case « Entrée » puis cliquer dans l'arborescence sur la courbe d'entrée créée (*Courbe1*).



Compléter les autres paramètres de calculs sur la fenêtre.



Lancer la simulation.

