

# Trois TP informatisés en prébac

STÉPHANE LECORRE<sup>[1]</sup>

*En bac pro EDPI (Étude et Définition de Produits Industriels), les travaux pratiques et les travaux dirigés se chevauchent tout au long de la formation.*

*Dans ces sections, si l'utilisation des objets réels est impérative, celle de l'ordinateur est très répandue, notamment lors des cours en demi-groupe. Chaque élève dispose d'un PC, ainsi que des dossiers techniques et des dossiers ressources sous forme numérique.*

*Les documents informatisés permettent d'inclure de la couleur, des animations, des catalogues de constructeur et nombre d'autres types de ressources.*

*Illustration avec trois TP.*

## Le thème des TP et leur problématique commune

Le thème des trois TP présentés est un hydro-pulseur de la marque Braun . Cet appareil grand public, qui sert à enlever les impuretés de la bouche après un repas à l'aide d'un jet d'eau pulsé, est disponible à un prix raisonnable.

C'est le type même de produit qui évolue rapidement, tant au plan technique qu'au niveau du design. La possibilité d'avoir deux modèles de générations différentes du même produit a permis de construire trois TP à partir d'une véritable problématique industrielle : « répondre aux nouvelles normes de sécurité dans les pièces d'eau » – c'est-à-dire remplacer le moteur 220 V qui équipe l'hydro-pulseur par un moteur 12 V et un transformateur (220 V/12 V) . Lors des TP, l'élève se situe dans la phase où le modèle 220 V doit évoluer et où le modèle 12 V n'est pas encore commercialisé.

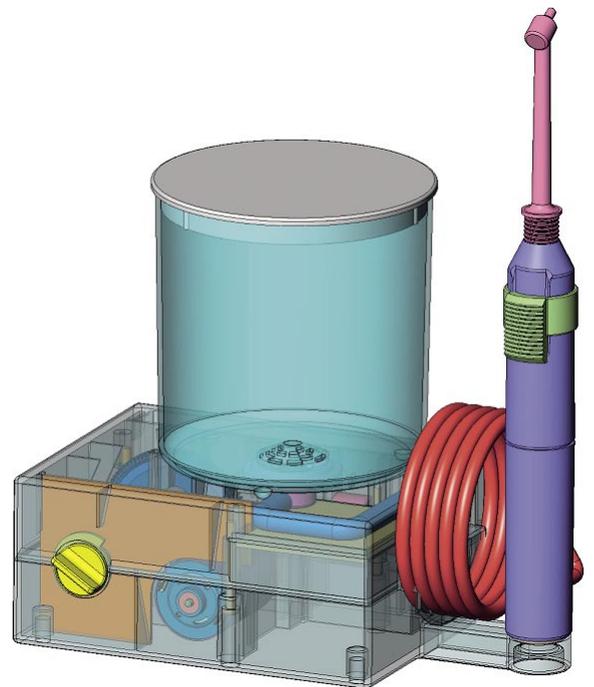
Il est important de conserver une démarche de type industriel tout en guidant au mieux les élèves et en éludant certaines difficultés. Par exemple, on aurait pu demander aux élèves de déterminer le moteur à implanter, mais, comme ils ne connaissent pas toutes les caractéristiques, il aurait fallu procéder à plusieurs



 L'hydro-pulseur

### mots-clés

analyse fonctionnelle, lycée professionnel, mécanique, prébac



simulations. Pour simplifier, on émet donc l'hypothèse que le bureau d'études possède déjà un moteur 12 V équipé de sa partie électronique dans un autre produit et souhaiterait savoir s'il peut être utilisé dans l'hydro-pulseur.

L'objectif des trois TP est de déterminer toutes les caractéristiques de l'hydro-pulseur 220 V afin d'obtenir un nouvel hydro-pulseur en 12 V ayant les mêmes caractéristiques.

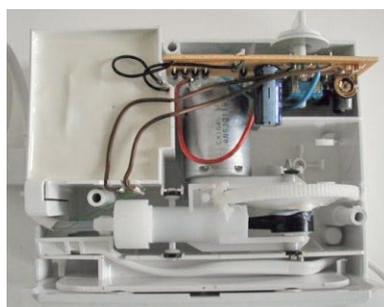
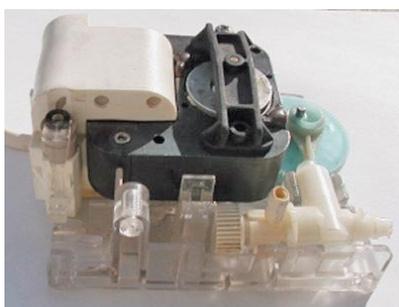
Ils ont été intégrés à une progression pédagogique organisée autour de centres d'intérêt. En effet, l'expérience montre que, si les TP se déroulent l'un à la suite de l'autre, les élèves se lassent du support.

### L'environnement de travail

L'environnement est de type client/serveur : chaque classe dispose d'une zone « énoncé » et d'une zone « copie », et chaque élève d'une zone de travail. L'objectif est de ne rien stocker sur les postes des élèves. Les ordinateurs restent « propres », et, surtout, les documents peuvent être mis à jour plus rapidement.

Les logiciels les plus performants sont certainement Mediator, ConceptDraw Presenter et Presenter Pro, mais ils nécessitent un long apprentissage, et les TP sont assez difficiles à modifier pour celui qui ne les a pas créés. Powerpoint, quant à lui, est facile de prise en main et convivial, mais il manque un peu de souplesse dans l'utilisation en réseau. Le format le plus adapté est le HTML; c'est dans celui-ci que les trois TP ont été réalisés.

L'intérêt d'une interface HTML réside dans la centralisation des documents, qui peuvent être consultés par plusieurs élèves en même temps sans inflation

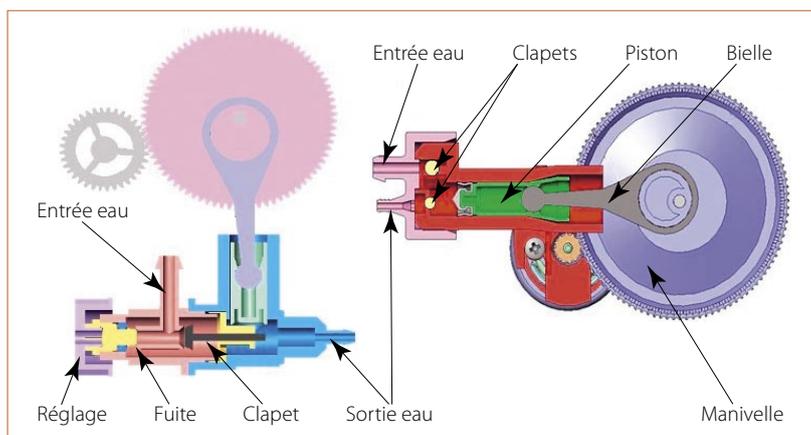


 Les modèles 220 V (à gauche) et 12 V (à droite)

de papier. Grâce à la facilité d'utilisation du langage HTML, leur contenu, généré avec un éditeur comme Frontpage, peut être modifié rapidement.



3 Les deux versions du dossier technique



4 Les maquettes numériques

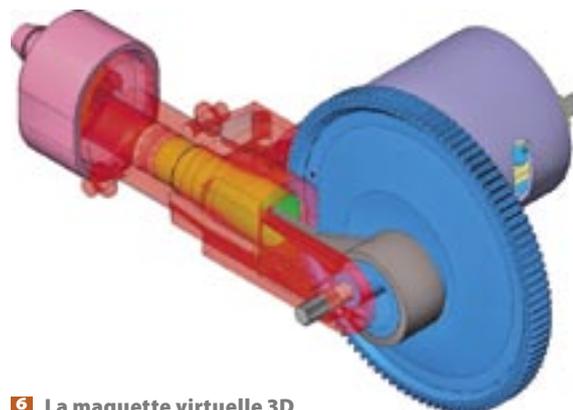
### Les dossiers techniques

Pour chacun des deux modèles, un dossier technique contenant la description du produit, la présentation du fonctionnement par des vidéos, des photos, des éclatés, des mises en plan et les maquettes numériques complètes sous SolidWorks a été réalisé par l'enseignant 3. Très complet et explicite, facilement accessible, l'élève peut le consulter à tout moment de son avancement dans les TP.

En complément des animations en coupe, des maquettes 3D 4 permettent de faire comprendre rapidement le rôle des clapets et d'expliquer des points délicats, comme la réalisation du réglage de la pression de sortie sur le modèle 220 V, le moteur ayant une vitesse constante.



5 Le moteur 12 V



6 La maquette virtuelle 3D

### Le TP 1: analyse

**Centre d'intérêt:** outils d'analyse et de description  
Ce TP a pour objectif de retrouver les caractéristiques de sortie de l'hydropulseur 220 V afin que le modèle 12 V 5 qui sera réalisé dispose des mêmes.

Dans un premier temps, l'élève complète, à l'aide du dossier technique, de la maquette 3D 6 et de l'objet réel, une analyse fonctionnelle lui permettant de retrouver certaines caractéristiques mécaniques de l'hydropulseur 220 V. Il recensera toutes les données dans le tableau 7.

À partir de toutes ces données, l'élève calcule le débit de l'hydropulseur 220 V. On lui demande de conserver les données grisées afin de calculer celles nécessaires à la réalisation du modèle 12 V.

Ce TP, qui peut aussi intervenir après un cycle sur l'analyse dans un objectif de contrôle des acquis, permet à l'élève de prendre connaissance du thème et de se rendre compte du rôle d'une analyse fonctionnelle dans la reconception d'un produit.

L'élève constate qu'à partir des données calculées dans ce TP on a pu réaliser la maquette 3D du futur modèle 12 V.

L'insertion d'un joint caoutchouc permettra de résoudre les problèmes d'étanchéité présents sur le modèle 220 V au niveau du piston, mais le frottement de ce joint sur le corps de pompe risque de provoquer une usure prématurée. L'élève vérifie la vitesse de translation maximale du piston et valide, à l'aide de la notice du constructeur, l'implantation d'une chemise métallique: il constate alors que le produit réel dispose bien de cette chemise. On va utiliser les outils informatiques de type simulateur mécanique, et la réalisation de la chemise métallique ainsi que sa mise en place se feront sur le modèleur.

[1] Professeur de construction mécanique au lycée polyvalent René-Cassin du Raincy (93). Courriel: stephane.le-corre@ac-crétail

## 7 Le tableau des caractéristiques

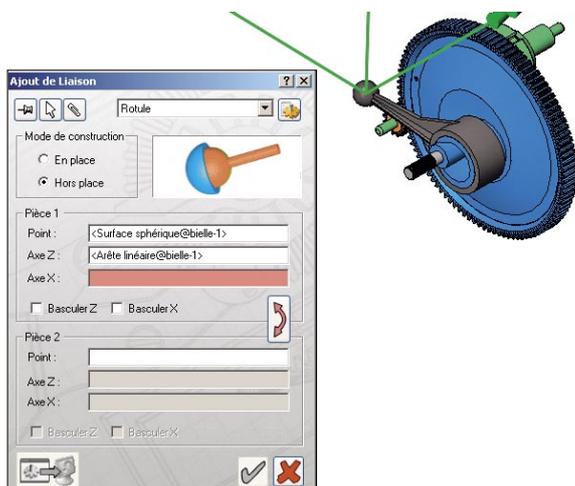
Rep.	Désignation	Caractéristiques	Valeur	Formule et calcul
6	Rotor	Nombre de dents	$Z_{mot} =$	
		Module	$m =$	
		Diamètre primitif	$D_{p1} =$	
		Vitesse de rotation	$N_{mot} =$	
		Fréquence de rotation	$\omega_{mot} =$	
8	Manivelle	Nombre de dents	$Z_{man} =$	
		Module	$m =$	
		Diamètre primitif	$D_{p2} =$	
		Excentricité	$e =$	
		Course	$c =$	
		Vitesse de rotation	$N_{man} =$	
		Fréquence de rotation	$\omega_{man} =$	
9	Bielle	Diamètre	$\emptyset =$	
		Diamètre sphère	$\emptyset =$	
		Longueur		
11	Piston	Diamètre	$\emptyset =$	
		Longueur		

## Le TP 2 : vérifications

**Centre d'intérêt:** transformation de mouvement

Ce TP permet d'étudier le principe bielle-manivelle **6**. L'objectif est de vérifier la vitesse maximale de translation du piston, et de déterminer le couple et la puissance que devra fournir le moteur pour animer l'hydropulseur.

En étude préliminaire, les élèves déterminent les liaisons entre les sous-ensembles et les comparent à celles générées automatiquement par le logiciel. Pour que ces dernières soient exactes, il faut que l'assemblage sous SolidWorks soit conçu correctement : les contraintes d'assemblage doivent être réalisées sur les vraies surfaces et dans un ordre précis. Si pour une liaison pivot il y a deux cylindres concentriques et plus loin dans l'arborescence deux plans coïncidents, le logiciel n'arrivera probablement pas à générer correctement la liaison ; si en revanche, dans l'arborescence des contraintes, celles-ci se suivent, la liaison sera générée sans problème. De plus, on peut suppri-



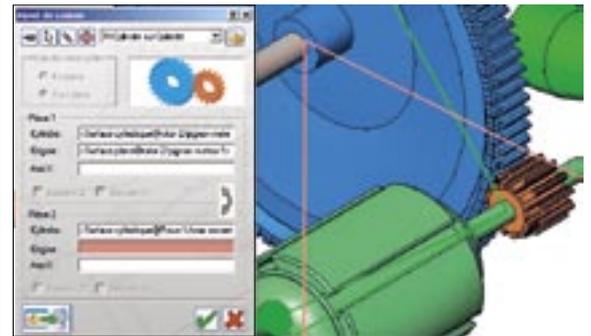
9 La liaison rotule



8 Les liaisons

mer les contraintes d'assemblage qui généreront des liaisons inadaptées.

Dans ce TP, quatre des six liaisons **8** sont créées automatiquement, et les deux autres, à savoir la liaison rotule **9** et la liaison engrenage, le seront par l'élève. Pour la dernière, il faut soit concevoir des esquisses représentant les diamètres primitifs soit enlever de la matière, comme en **10**.

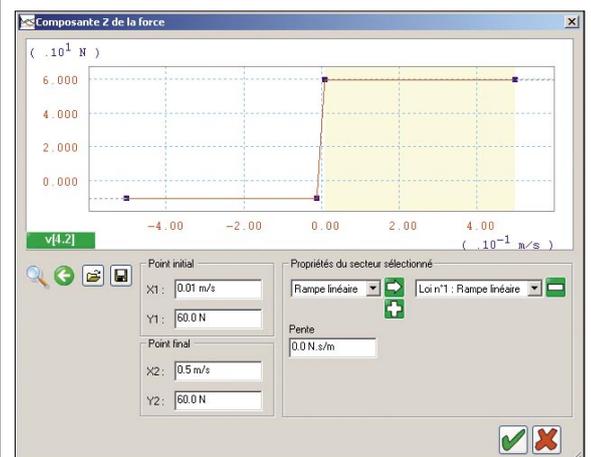


10 La liaison engrenage

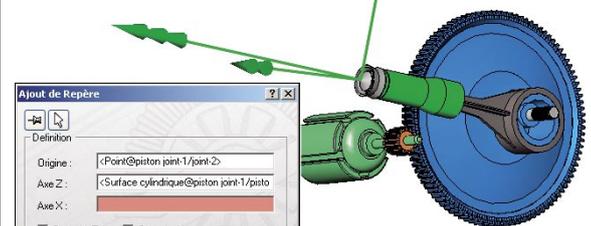
Cette mise en place de liaisons ne sera pas demandée à des élèves de bac STI ; mais, pour des élèves de bac pro EDPI, qui ont une épreuve de mécanique (U11) nécessitant le recours aux simulateurs, elle n'est pas complètement inutile.

Après le calcul de l'effort nécessaire à l'aspiration et au refoulement de l'eau, l'élève doit mettre en place :

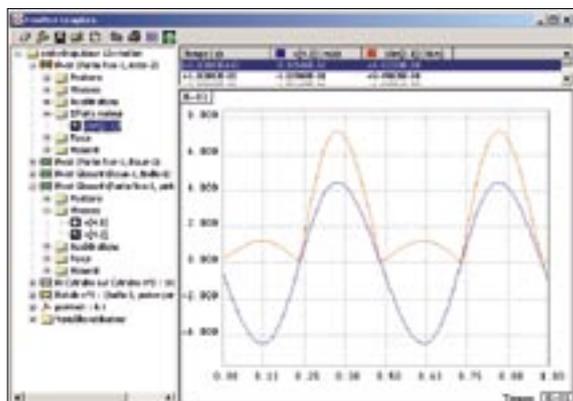
- la loi d'entrée **11** ;
- le repère où va s'appliquer l'effort **12** ;
- la loi qui régie l'effort.



11 Le graphe des efforts



12 L'ajout du repère



13 Les courbes de vitesse et d'effort

Il existe une astuce sur les modélisateurs 3D qui consiste à ne pas toujours utiliser le temps comme référence. Sur l'hydropulseur, si l'on prend la vitesse de translation du piston comme abscisse à la loi d'effort, on peut, sans se soucier de cette dernière, faire varier la durée de la simulation.

Après avoir lancé la simulation :

- L'élève recherche sur la courbe de vitesse 13 la vitesse maximale.
- Il affiche la courbe d'effort moteur 13.
- Il crée manuellement une nouvelle courbe représentant la puissance à fournir.

On conclut par comparaison de la vitesse maximale obtenue avec la celle admise dans le cahier des charges que le moteur convient à l'hydropulseur, mais qu'il faut mettre en place une chemise métallique. L'élève la modélise et la met en place dans l'assemblage.

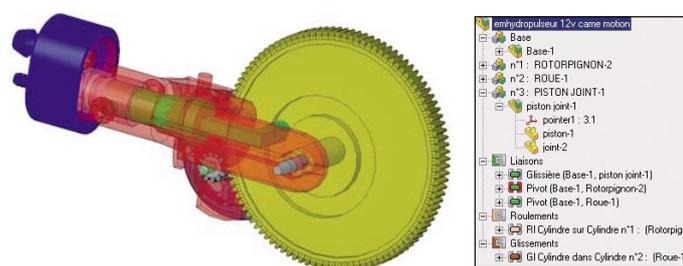
Ce TP permet aux élèves de se familiariser avec l'utilisation d'un simulateur mécanique, de se rendre compte de l'intérêt de la modélisation des liaisons et d'étudier sans calculs ou tracés fastidieux un système bielle-manivelle.

### Le TP 3 : comparaison de deux solutions

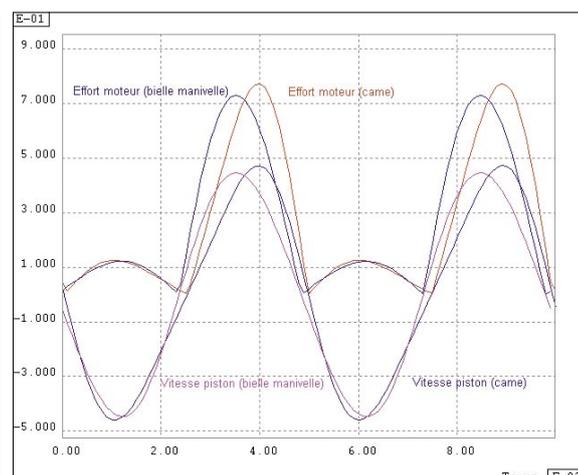
**Centre d'intérêt :** transformation de mouvement

Ce TP permet de comparer deux solutions technologiques de transformation de mouvement : par un système bielle-manivelle, déjà étudié, et par un système à came. Cette dernière est modélisée 14, et on demande à l'élève de vérifier qu'elle convienne pour l'hydropulseur.

La maquette est réalisée, toutes les données nécessaires à la simulation sont paramétrées. L'élève lance



14 La modification



15 Les graphes obtenus

la simulation, affiche les courbes 15 et les compare à celles de l'autre modèle, préalablement enregistrées.

Ce TP très rapide – environ 30 minutes – permet de visualiser les avantages et les inconvénients de deux systèmes de transformation différents. ■

### ► Pour en savoir plus

Les ressources informatiques complètes de ces TP sont disponibles sur le site du CNR-CMAO à l'adresse suivante : [www.cnr-cmao.ens-cachan.fr](http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr)