

À la découverte du perforateur (première

JACQUES PIGLIA^[1]

L'enseignement individualisé utilisant les techniques de l'information et de la communication donne une réponse personnalisée et rapide aux blocages des élèves. En associant l'analyse, la mécanique appliquée, le travail graphique sous modeleur et les TP sur le réel et le virtuel, on améliore leur motivation; par la cohérence entre la démarche pédagogique et les supports numériques utilisés, on les place dans un environnement de travail et de confiance. Le concepteur en bureau d'études définit des solutions à partir de critères technologiques et mécaniques adaptés au problème posé. Il doit donc posséder une bonne culture technologique. Voici une démarche permettant à l'élève de BEP ou bac pro EDPI de découvrir les solutions technologiques du perforateur en huit TP.



1 Le perforateur

Le support utilisé et l'environnement de travail

Le support utilisé est un perforateur 1 proposé en deux mallettes par la société DMS. Ses caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Tension : 210-230 V
- Fréquence : 50 Hz
- Puissance utile maximale : 780 W
- Fréquence de rotation de l'outil : 750 tr/min
- Fréquence de percussion : 3 700 coups/min
- Énergie d'impact maximale : 5 J
- Diamètre maximal du foret : 26 mm
- Niveau sonore : 107,5 dB
- Masse : 4,7 kg
- Niveau de vibrations : 6,795 m/s²

L'environnement de l'élève pour réaliser ces TP est le suivant :

- Une salle de construction avec 15 postes informatiques
- Deux mallettes, l'une avec l'objet démonté 2 et l'autre avec l'objet monté
- Un poste informatique par élève avec le modeleur 3D SolidWorks 3

Les TP, sur cédérom, offre à l'élève la possibilité de travailler à son rythme et en toute autonomie. À partir des informations qu'il découvre en déplaçant le pointeur, des ressources supplémentaires et de ses prére-

Mots-clés

lycée professionnel, mécanique, multimédia, travaux pratiques, simulation

quis, l'élève complète sur papier la page réponse 3. L'enseignant valide les différentes étapes de manière sommative ou formative en fonction des prérequis de l'élève, et, quand ce dernier est en échec, il diagnostique et résout rapidement son problème. À des étapes définies, une intervention de synthèse avec l'ensemble de la classe permet d'affiner certaines notions. Par roulement et par groupes de deux, les élèves réalisent le TP sur l'objet de l'étude ainsi qu'un TP de mécanique appliquée.

La structure des TP est basée sur le principe du Fast, associé à une problématique.



2 Le perforateur démonté dans sa mallette

[1] Professeur de construction - génie mécanique au lycée Joliot-Curie de Dammarie-les-Lys (77).

page réponse (en rouge sur la figure 6) et définit la fonction d'étude 7. Le corrigé s'affiche à l'écran après validation par le professeur.

→ La problématique: Afin de réaliser une notice technique détaillée, le service technique doit produire un mode d'emploi du perforateur.

→ Le Fast: Ces quatre premiers TP se situent au niveau de la fonction Fp1a. En cliquant sur le bouton vert Fp1a du Fast 8, l'élève visualise les différentes fonctions de ce dernier sur le modèle 3D animé du perforateur 9.

Le TP1

L'élève va trouver, par une série de questions relatives à la position des axes, la solution technologique permettant de remplir la fonction Ft1112 10. Si une réponse est erronée, une page-écran 11 s'affiche: l'élève doit alors comprendre son erreur ou demander l'aide du professeur. Un indice marque les réponses inexactes, ce qui ne donne à l'élève qu'une seule chance.

PERFORATEUR

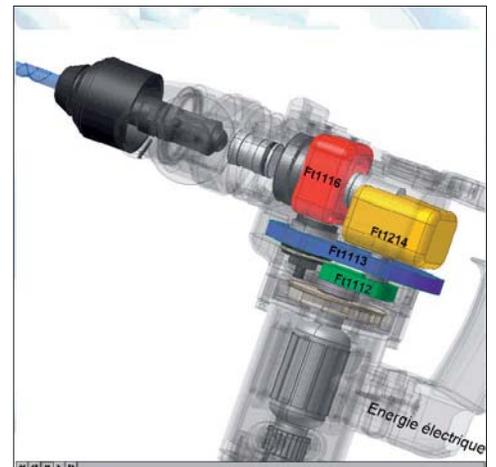
1) Caractéristiques

- Tension: 210-230V
- Fréquence: 50 Hz
- Puissance utile maximale: 780 W
- Fréquence de rotation de l'outil: 750 tr/min
- Fréquence de percussion: 3 700 coups/min
- Energie d'impact maximale: 5 J
- Diamètre maximal du foret: 26 mm
- Niveau sonore: 107,5 dB
- Masse: 4,7 kg
- Niveau de vibrations: 6,795 m/s²

2) Activer l'exécutable « Perforateur.exe » (Dossier « Tp 1.2.3.4 »)

3) Mise en situation

Compléter la pince



6 La «pieuvre» complétée sur la page réponse

9 Les fonctions relatives aux TP

L'élève complète alors la fiche de formalisation 12, qui le suivra tout au long des TP, et tout au long de sa formation (la fiche complète est donnée en annexe page 40).

perforateur

Problématique: Afin de réaliser une notice technique détaillée, le service technique est contraint de produire une notice explicative de la fonctionnalité du perforateur.

Fp1	Fp1a	Perforer (rotation et percussion du foret) un mur en béton, pierre
	Fp1b	Percer (rotation du foret) un mur en bois, placoplâtre, brique
	Fp1c	Buriner (percussion du burin) un mur en béton, pierre

Cliquer sur la fonction principale Fp1a

7 La fonction étudiée

perforateur (page 3)

Enoncer la matière d'oeuvre d'entrée et de sortie
Enoncer la fonction relative à Ft1112.

10 L'énoncé de la fonction

perforateur

Pour visualiser le F.A.S.T., cliquer sur Fp1a
Sélectionner le Tp1.
(Les Tp seront exécutés dans l'ordre suivant: Tp1, Tp2, Tp3, Tp4)

8 Le Fast présentant les TP

perforateur

PERFORER - vérifier la position des axes

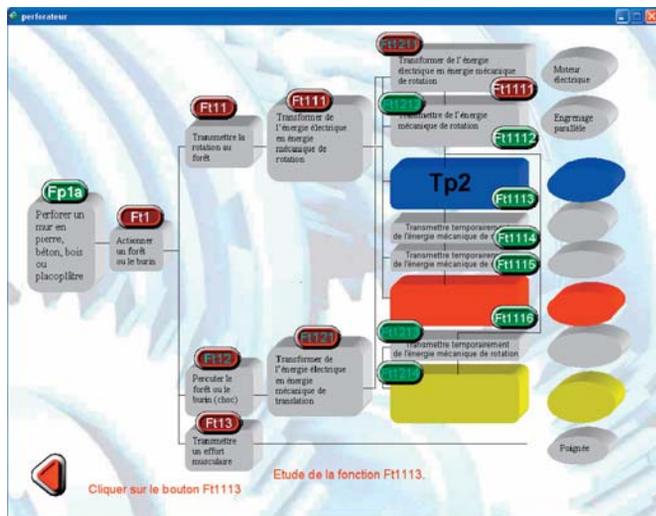
11 La solution à la fonction Ft1112

Réponses

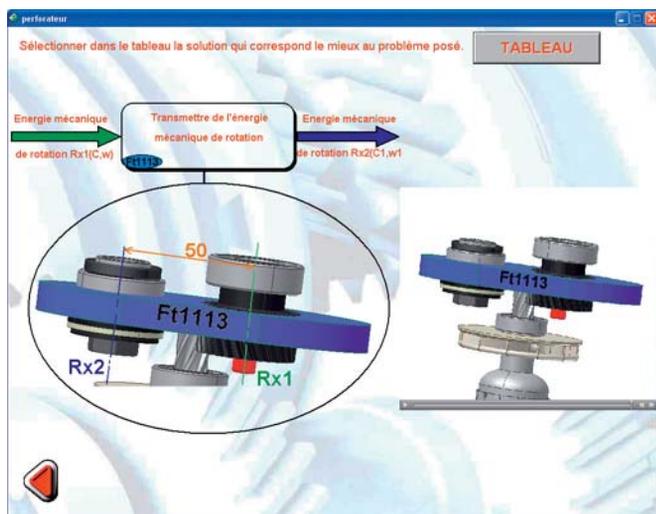
Le TP 2

Ce TP 15 consiste à faire découvrir à l'élève la solution technologique permettant de remplir la fonction Ft1113.

En cliquant sur le bouton Tableau de la page-écran 16, il se voit proposer une série de solutions animées 17, parmi lesquelles il choisit, aidé par la fiche de formalisation remplie précédemment, celle qui correspond le mieux à la fonction. La solution animée apparaît alors à l'écran 18.



15 Le TP 2 dans le Fast



16 La fonction Ft1113

L'élève va maintenant entreprendre un travail sur la mallette pédagogique 2 :

- Repérer les éléments intervenant dans les fonctions Ft1112 et Ft1113.
- Exprimer m en fonction de da et Z à l'aide du formulaire.
- Déterminer les modules normalisés des transmissions répondant aux fonctions Ft1112 et Ft1113.

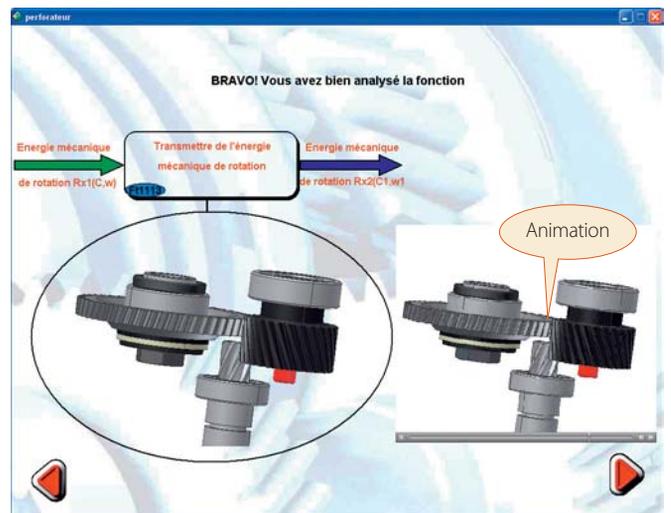
Le TP 2 se termine sur le modèle 3D du perforateur ; la boîte bleue Ft1113 disparaît pour laisser

perforateur (page 5, 6)

Cliquer sur les images pour visualiser les animations.
En visualisant les animations compléter les informations (colonnes vertes).
Dans le tableau de la fiche de formalisation page 4, positionner les différentes solutions

Solutions	Entr'axe	Rapport de réduction	Solutions	Entr'axe	Rapport de réduction
Cardan double	fable	$r = 1$ $N1(\text{jaune}) =$ $N2(\text{noir}) =$ $N2 =$ $N1 =$	Engrenage	moyen à nul	important $< r < 1$ $N1(\text{jaune}) =$ $N2(\text{rouge}) =$ $N2 =$ $N1 =$
Joint de Oldham	fable	$r = 1$ $N1(\text{rouge}) =$ $N2(\text{marron}) =$ $N2 =$ $N1 =$	Poulies - Courroie	important	moyen $< r < 1$ $N1(\text{violette}) =$ $N2(\text{vert}) =$ $N2 =$ $N1 =$
Principe "Cyclo"	nul	$r = \text{important}$ $N1(\text{rouge}) =$ $N2(\text{jaune}) =$ $N2 =$ $N1 =$	Pignons - Chaîne	important	moyen $< r < 1$ $N1(\text{rouge}) =$ $N2(\text{jaune}) =$ $N2 =$ $N1 =$
Idée "perso"	?	?	Idée "perso"	?	?

17 Le choix de solutions



18 La solution à la fonction Ft1113



19 La fin du TP 2

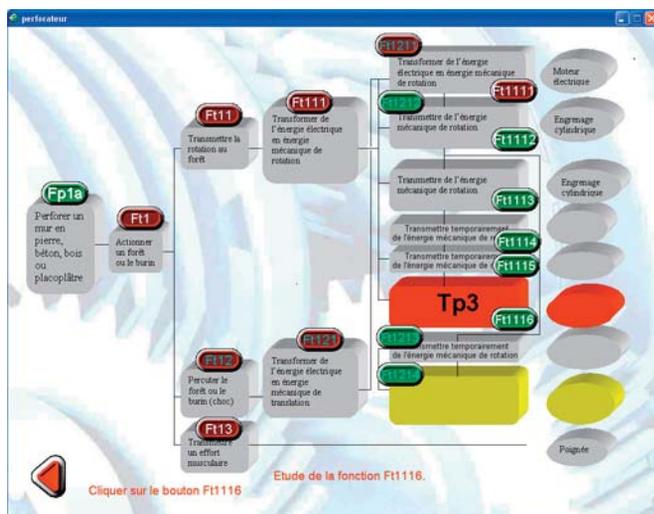
place à la solution 19, dont le nom apparaît maintenant sur le Fast.

Le TP 3

Ce TP 20 consiste à faire découvrir à l'élève la solution technologique permettant de remplir la fonction Ft1116.

Après avoir énoncé la fonction ainsi que les matières d'œuvre d'entrée et de sortie, l'élève sélectionne dans le tableau de la page-écran 21 les critères technologiques correspondant au problème posé.

Après avoir répondu correctement, l'élève voit apparaître une page-écran 22 lui proposant trois



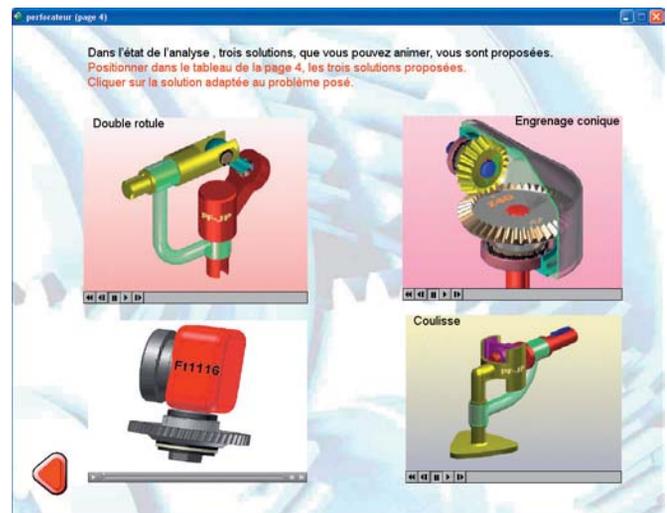
20 Le TP 3 dans le Fast



21 La fonction Ft1116

solutions définissant un critère supplémentaire de rotation continue ou discontinue. L'élève sélectionne alors celle correspondant à ce nouveau critère. Une fois la bonne réponse donnée, une animation lui permet de visualiser la solution, et il complète la fiche de formalisation 23.

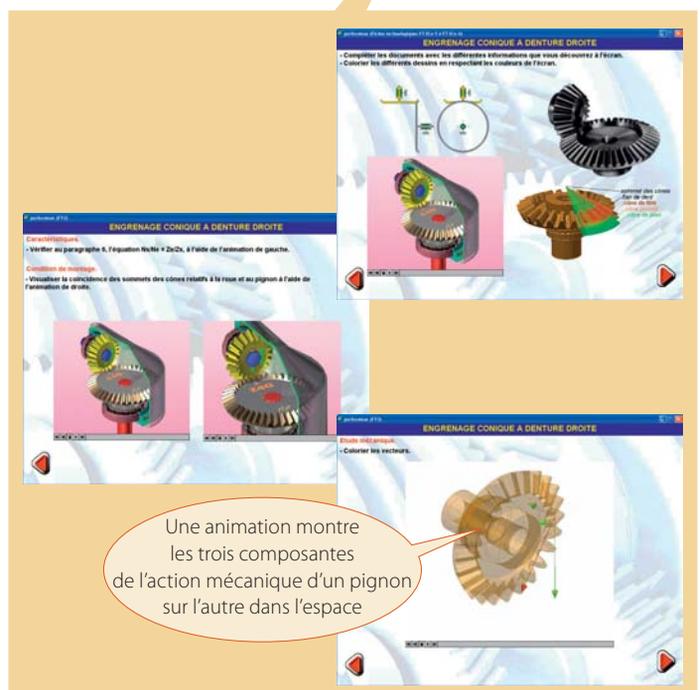
Si les engrenages coniques n'ont pas été traités en technologie, l'élève sélectionne le bouton 1 de la page-écran 24. Sinon, il choisit l'autre bouton ; le TP se termine sur le modèle 3D du perceur ; la boîte rouge



22 La solution à choisir



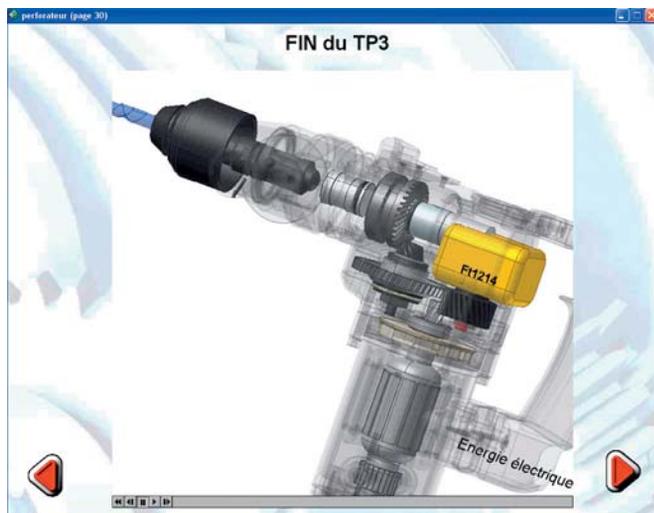
- 1 Etude des engrenages coniques
- 2 Pas d'étude des engrenages coniques



24 La solution à la fonction Ft1116

23 La fiche de formalisation

Vitesses	Entraxe	Angle des axes	Solution
we = ws	d = 0	$\alpha = 0$	Accouplements
		$\alpha = 90$	Engrenage conique ($d1 = d2$)
		$\alpha = \alpha$	
	d faible	$\alpha = 0$	Joint d'Oldham
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
d moyen	$\alpha = 0$	Engrenage parallèle ($d1 = d2$)	
		Joint de cardan double	
	$\alpha = 90$	Engrenage gauche	
		Engrenage gauche	
d important	$\alpha = 0$	Poulie-courroie, pignon-chaîne	
	$\alpha = 90$	Train d'engrenages	
	$\alpha = \alpha$	Train d'engrenages	
we ≠ ws	d = 0	$\alpha = 0$	Train épicycloïdal, réd. cyclo
		$\alpha = 90$	Engrenage conique
		$\alpha = \alpha$	Joint de cardan
	d faible	$\alpha = 0$	Réducteur
		$\alpha = 90$	Réducteur
		$\alpha = \alpha$	Réducteur



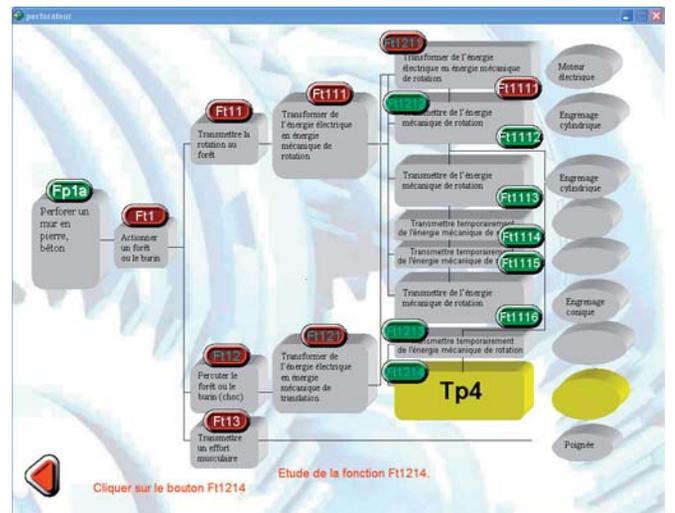
25 La fin du TP 3

Ft116 disparaît pour laisser place à la solution 25, dont le nom apparaît maintenant sur le Fast.

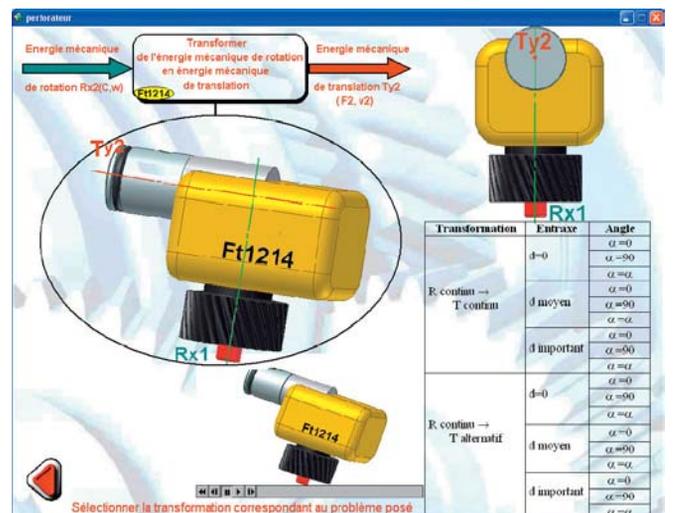
Le TP 4

Ce TP 26 consiste à faire découvrir à l'élève la solution technologique permettant de remplir la fonction Ft1214.

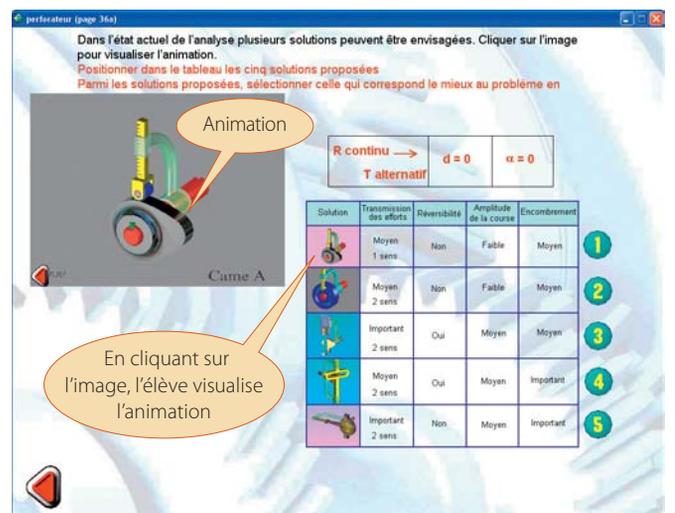
Après avoir énoncé la fonction ainsi que les matières d'œuvre d'entrée et de sortie, l'élève sélectionne dans le tableau de la page-écran 27 les critères technologiques correspondant au problème posé. S'il répond correctement, il voit apparaître une page-écran 28 lui proposant cinq solutions définissant quatre critères supplémentaires. Il complète la fiche de formalisation



26 Le TP 4



27 La fonction Ft1214

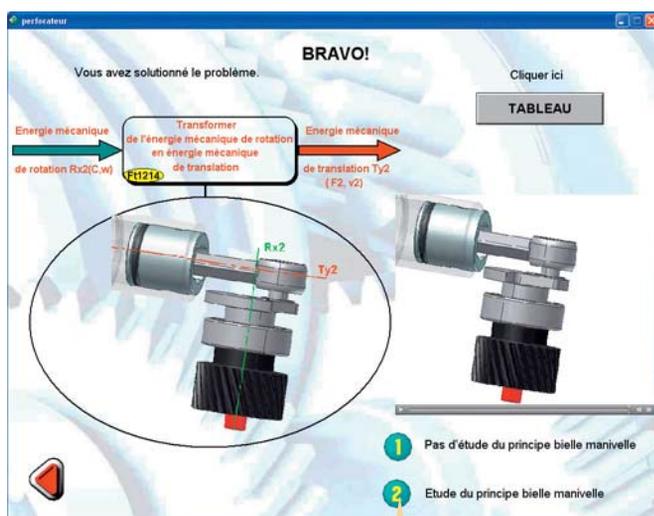


28 Le choix de solutions

tion 29, et sélectionne la solution correspondant à ces nouveaux critères, qu'une animation lui permet de visualiser 30.

Transformation	Entraxe	Angle	Réversibilité	Effort transmis	Solutions	
R continu → T continu	d=0	$\alpha=0$	Oui si $30^\circ < \beta < 60^\circ$	Moyen, 2 sens	Vis-écrou	
		$\alpha=90$				
		$\alpha=\alpha$				
	d moyen	$\alpha=0$				
		$\alpha=90$	Oui		Moyen, 2 sens	Pignon crémaillère
		$\alpha=\alpha$				
d important	$\alpha=0$	$\alpha=0$				
		$\alpha=90$				
		$\alpha=\alpha$				
	$\alpha=90$	$\alpha=0$	Non	Important, 2 sens	Important, 2 sens	Bielle manivelle Came à rainure Excentrique
		$\alpha=90$	Non	Moyen, 1 sens	Moyen, 1 sens	Came disque
		$\alpha=\alpha$	Non	Moyen, 2 sens	Moyen, 2 sens	Came cylindrique
d alternatif	d=0	$\alpha=0$	Non	Moyen, 1 sens	Came cloche conique	
		$\alpha=90$	Non	Moyen, 2 sens	Came cylindrique	
		$\alpha=\alpha$	Non	Moyen, 1 sens	Moyen, 1 sens	Came cloche
	d moyen	$\alpha=0$				
		$\alpha=90$				
		$\alpha=\alpha$				
d important	$\alpha=0$					
	$\alpha=90$					
	$\alpha=\alpha$					

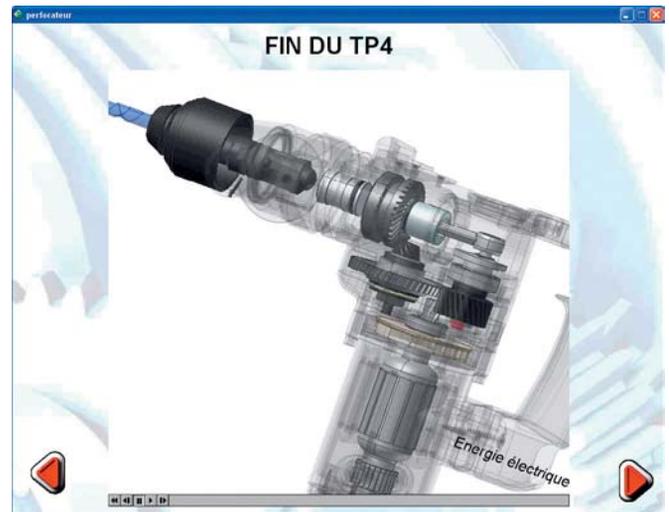
29 La fiche de formalisation



30 La solution à la fonction Ft1214

Si le principe bielle-manivelle n'a pas été traité en technologie, l'élève sélectionne le bouton 2 de cette même page-écran 30. Un TP sur le réel 2 vient alors compléter cette étude :

→ Placer les éléments du principe bielle-manivelle sur la table.



31 La cinématique du perceuseur

- Donner le nom et la désignation normalisée de l'élément réalisant la liaison entre le maneton et la bielle.
 - Déterminer les matériaux constituant les quatre éléments du principe bielle-manivelle.
 - Mesurer l'entraxe entre l'axe du maneton et l'axe du vilebrequin.
 - Réaliser le montage du principe bielle-manivelle et mesurer la course.
 - Comparer l'entraxe et la course du piston.
- Cette première série de TP se termine sur le modèle 3D du perceuseur ; la boîte jaune Ft1214 disparaît pour laisser place à la solution. Toutes les boîtes ayant été remplacées, l'animation dévoile l'ensemble de la cinématique du perceuseur dans la fonction Fp1a 31.

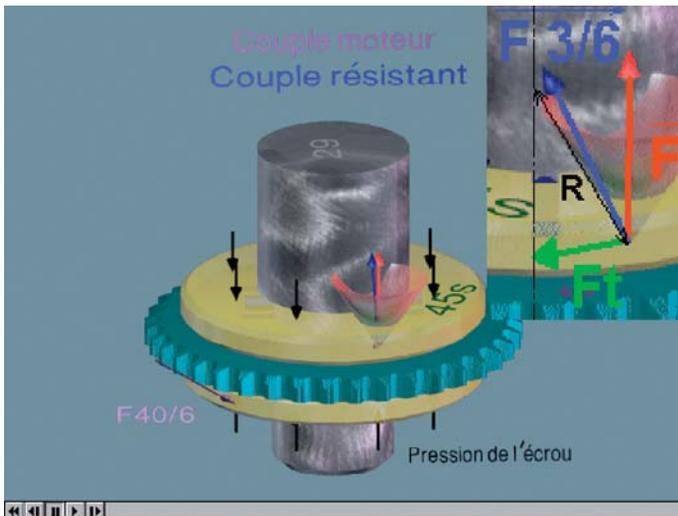
Les TP 5, 6, 7 et 8

Tout comme les précédents, ces TP sont de deux types : TP d'analyse sur l'objet virtuel et TP sur l'objet réel. Ils traiteront de la schématisation, des problèmes de sécurité et des deux autres fonctions du perceuseur. Mais, contrairement aux précédents, ils peuvent être réalisés dans n'importe quel ordre.

- La matrice des centres d'intérêt : En cliquant sur les centres d'intérêt étudiés, l'élève en visualise le contenu 32.
- La problématique : Elle est la même que celle des TP précédents.
- La sélection des TP : L'élève sélectionne dans la page-écran 33 le TP de son choix.

Le TP 5

Les TP précédents ont permis à l'élève de comprendre le fonctionnement du perceuseur dans la fonction percussion ; il doit maintenant compléter le schéma cinématique du perceuseur dans la fonction Fp1a en respectant les couleurs définies dans l'énoncé des fonctions 34.

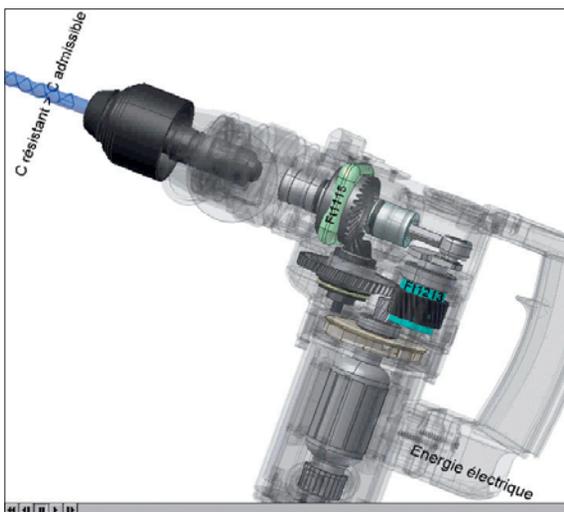


42 L'animation sur le phénomène de frottement et glissement

À partir de la mallette, il doit isoler le limiteur de couple. Il définit les liaisons dans le tableau de la page-écran 41, puis établit le graphe de transmission du couple.

S'il ne l'a pas fait dans un TP précédent, il étudie le phénomène de frottement et glissement en cliquant sur le bouton 1 41. Une animation 42 éclaire l'explication, et un calcul sur le couple et les composantes est proposé à l'élève.

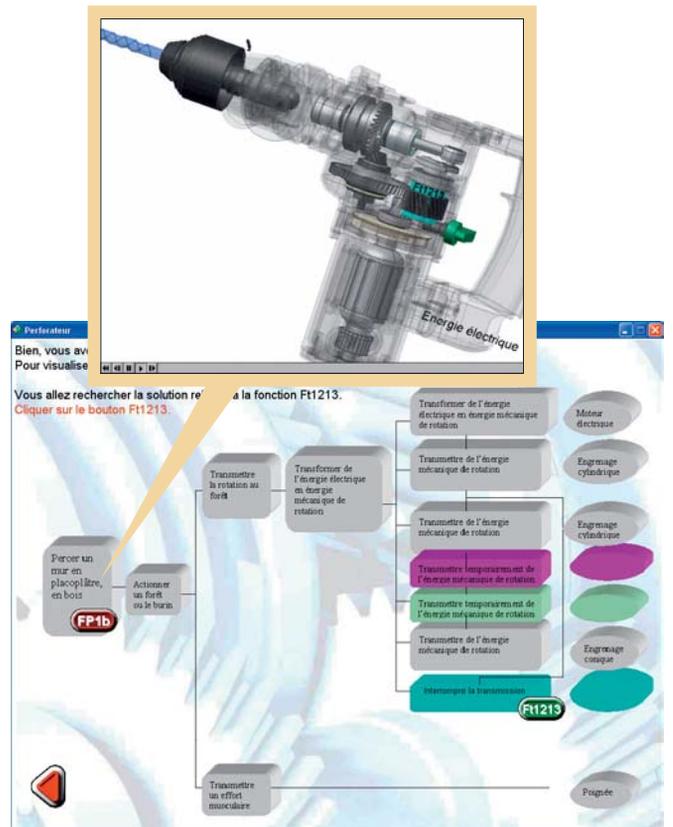
Le TP 6 se termine sur une animation du modèle 3D du perceuseur 43 qui met en évidence l'action du limiteur de couple.



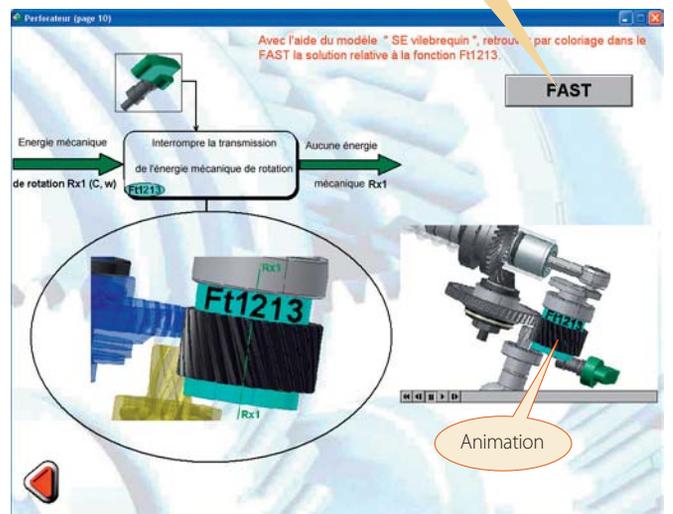
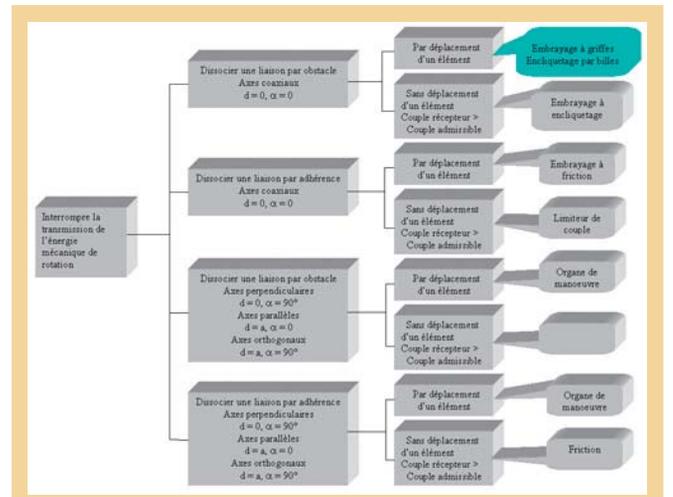
43 La conclusion du TP

Le TP 7

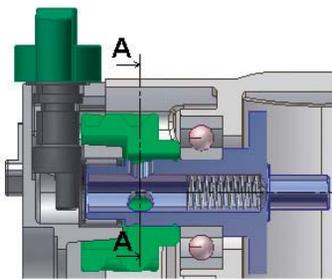
Dans cette deuxième utilisation du perceuseur, l'utilisateur perce un mur en bois ; c'est la fonction Fp1b 43. Le fonctionnement du perceuseur doit être modifié, car le perçage doit se faire sans percussion. L'élève doit sélectionner dans le Fast la fonction qui permet d'interrompre la percussion 44, que l'on peut visualiser sur le modèle 3D animé du perceuseur en cliquant sur Fp1b.



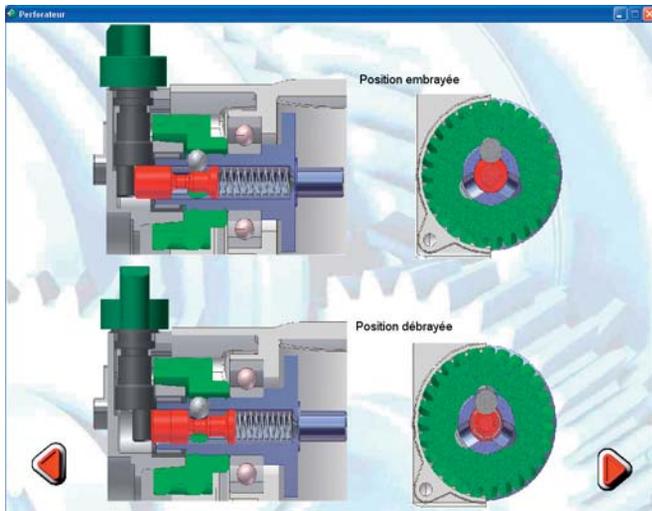
44 Le Fast de Fp1b



45 La solution à la fonction Ft1213

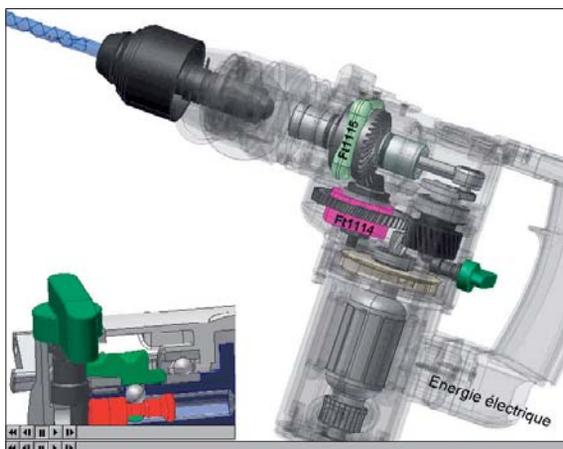


46 Le dessin donné



47 Le corrigé

Lorsqu'il clique sur le bouton Ft1213 44, l'élève se voit proposer l'étude de la fonction 45. Avec l'aide du modèle SolidWorks «SE vilebrequin», il doit retrouver et colorier sur le Fast la solution relative à la fonction Ft1213 45.



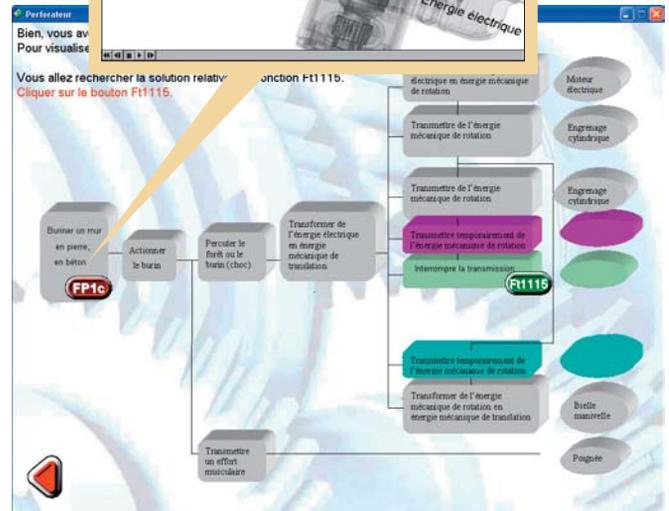
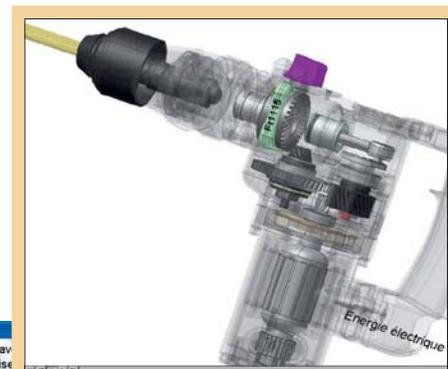
48 La conclusion du TP 7

À partir du modèle SolidWorks de la partie concernée, il doit placer l'axe, à main levée, sur sa feuille de travail 46, en positions embrayée et débrayée 47.

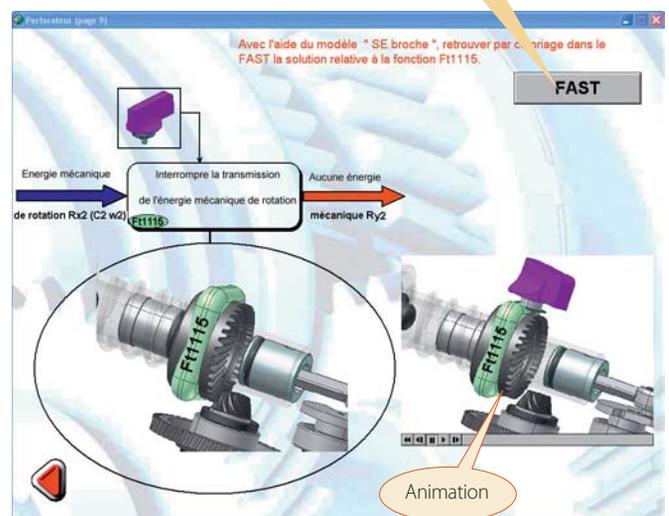
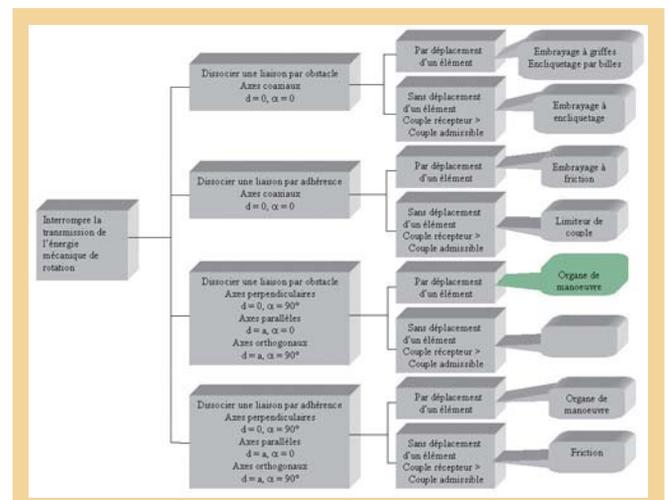
Une animation du modèle 3D du perceur avec un agrandissement synchronisé montrant le fonctionnement dans son contexte conclut alors le TP 7 48.

Le TP 8

Dans cette troisième utilisation du perceur, l'utilisateur burine un mur en béton ; c'est la fonction Fp1c. Le fonctionnement du perceur doit être là aussi



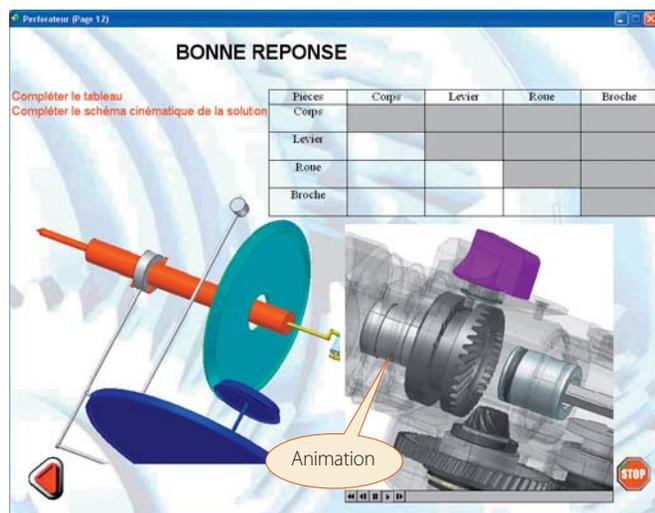
49 Le Fast de Fp1c



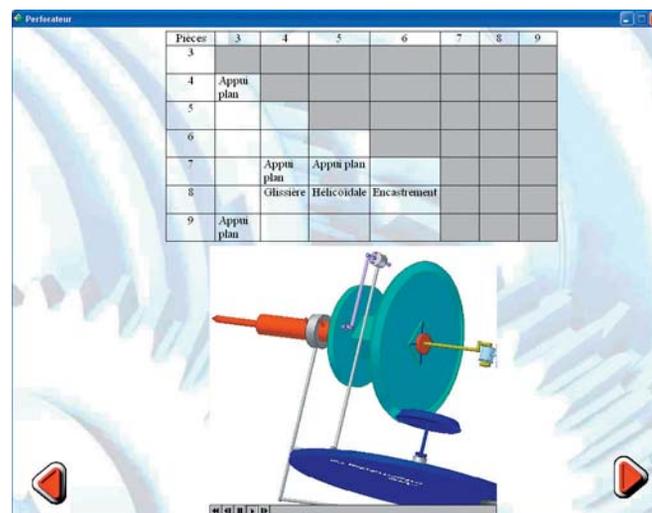
50 La solution à la fonction Ft1115

ANNEXE

Vitesses	Entraxe	Angle des axes	Solution
we = ws	d = 0	$\alpha = 0$	Accouplements
		$\alpha = 90$	Engrenage conique ($d1 = d2$)
		$\alpha = \alpha$	
	d faible	$\alpha = 0$	Joint d'Oldham
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d moyen	$\alpha = 0$	Engrenage parallèle ($d1 = d2$) Joint de cardan double
		$\alpha = 90$	Engrenage gauche
		$\alpha = \alpha$	Engrenage gauche
	d important	$\alpha = 0$	Poulie-courroie, pignon-chaîne
		$\alpha = 90$	Train d'engrenages
		$\alpha = \alpha$	Train d'engrenages
we ≠ ws	d = 0	$\alpha = 0$	Train épicycloïdal, réd. cyclo
		$\alpha = 90$	Engrenage conique
		$\alpha = \alpha$	Joint de cardan
	d faible	$\alpha = 0$	Réducteur
		$\alpha = 90$	Réducteur
		$\alpha = \alpha$	Réducteur
	d moyen	$\alpha = 0$	Engrenage parallèle
		$\alpha = 90$	Roue et vis sans fin
		$\alpha = \alpha$	Réducteur
	d important	$\alpha = 0$	Poulie-courroie, pignon-chaîne Train d'engrenages
		$\alpha = 90$	Réducteur
		$\alpha = \alpha$	Réducteur
we constant ws variable	d = 0	$\alpha = 0$	
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d faible	$\alpha = 0$	
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d moyen	$\alpha = 0$	Variateur à friction
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d important	$\alpha = 0$	Variateur à poulie-courroie
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
we constant ws discontinu	d = 0	$\alpha = 0$	Embrayage, limiteur de couple
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d faible	$\alpha = 0$	
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d moyen	$\alpha = 0$	Croix de Malte
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	
	d important	$\alpha = 0$	
		$\alpha = 90$	
		$\alpha = \alpha$	



51 Le travail demandé



52 Le corrigé

modifié, car le burinage doit se faire sans rotation. L'élève doit sélectionner dans le Fast 57 la fonction qui permet d'interrompre la rotation 49, que l'on peut visualiser sur le modèle 3D animé du perforateur en cliquant sur Fp1c.

Lorsqu'il clique sur le bouton Ft1115, l'élève se voit proposer l'étude de la fonction 50. Avec l'aide du modèle SolidWorks «SE broche», il doit retrouver et colorier dans le Fast la solution relative à la fonction Ft1115.

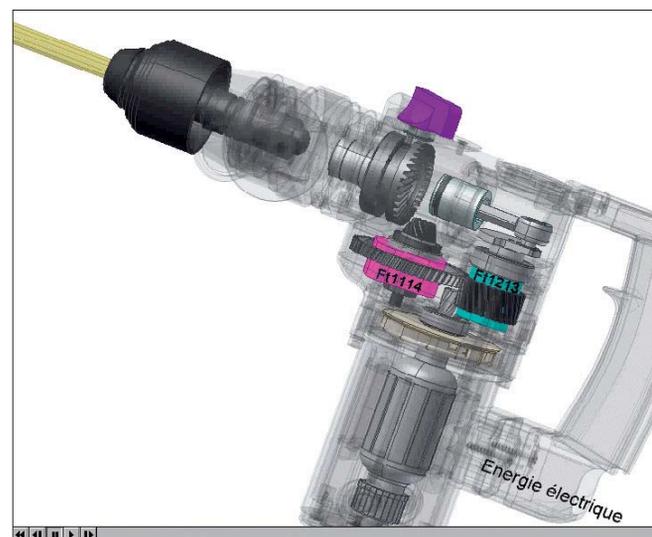
Si la réponse est exacte, une page-écran l'invite à compléter le tableau des liaisons ainsi que le schéma 51. Après validation du professeur, le corrigé est simulé sur l'écran 52.

Une animation du modèle 3D du perforateur montrant le fonctionnement dans son contexte conclut alors le TP 8 53.

À suivre...

Vu la richesse des TP, il est conseillé de les traiter avec les élèves par intermittence tout au long de la formation — deux ans ou trois ans suivant le bac pro —, puisqu'ils sont pratiquement indépendants les uns des autres. Et ce n'est pas tout! Cinq autres TP sont proposés, que nous dévoilerons dans un prochain article :

- TP 9: la manipulation de l'objet et la simulation sous MotionWorks
- TP 10: le choix et l'implantation d'un moteur
- TP 11: la recherche de solutions avec manipulation sur le limiteur de couple
- TP 12: sous SolidWorks, implantation pour visserie
- TP 13: la résistance à la fatigue et au choc du couple marteau-enclume →



53 La visualisation de Ft1115