

À la découverte du perforateur (seconde partie)

STÉPHANE GASTON, STÉPHANE LECORRE^[1]

Dans le précédent numéro, la première partie de l'article présentait huit séquences d'analyse sur un perforateur. Les cinq TP que nous vous proposons ici sont développés selon de deux types de modèles : de représentation du réel et de comportement mécanique.

Destinés aux élèves de bac pro EDPI (Étude et Définition de Produits Industriels), articulés chacun autour d'une problématique réaliste, ils permettent d'identifier des composants, d'analyser et de modifier une solution existante.

Rappelons que le support utilisé est un perforateur de la société DMS **1**. Le dossier technique est composé des éléments suivants :

- Un plan d'ensemble complet du perforateur sous SolidWorks **3**
- Une nomenclature **4**
- Les éclatés des sous-ensembles **5**

Compte tenu de la lourdeur de la maquette, nous avons adopté deux formats pour le dossier technique : eDrawings, afin que les élèves puissent manipuler la maquette sans problème, et PDF, afin que les fichiers soit rapides à imprimer.

Quant à la matrice des centres d'intérêt situant les TP, elle est présentée en **2**.

Mots-clés

lycée professionnel, multimédia, travaux dirigés, travaux pratiques, simulation



1 Le perforateur

Le TP 9

L'objectif de cette séquence est de permettre à l'élève de déterminer les caractéristiques d'un produit, sans effectuer des calculs complexes mais en mettant partiellement en place le paramétrage nécessaire au logiciel de simulation mécanique afin d'identifier les composants défaillants de la chaîne cinématique.

La problématique : Le service consommateurs du fabricant a reçu plusieurs réclamations quant aux performances du perforateur. Les clients mécontents se plaignent de ne pouvoir percer des trous au diamètre maximal prévu dans la notice, surtout dans du béton vibré. Des tests réels ont confirmé ces dysfonctionnements ; le bureau d'études étudie les performances du perforateur afin de vérifier ses caractéristiques.

• **Activité 1**

L'élève observe l'objet et retrouve les caractéristiques de l'appareil.

• **Activité 2**

L'élève analyse la chaîne cinématique **6**.

À partir de la mallette démontée **7**, il complète les différents sous-ensembles, le graphe des liaisons **8**, puis le schéma cinématique **9**.

^[1] Professeurs de construction – génie mécanique, respectivement au lycée Denis-Papin de La Courneuve (93) et au lycée René-Cassin du Raincy (93).

Bac Pro EDPI	Les modèles Technico-économiques		Les modèles Fonctionnels & de Fonctionnement		Les modèles de Représentation du Réel			Les modèles de Comportement Mécanique				
	CI 10	CI 11	CI 12	CI 13	CI 14	CI 15	CI 16	CI 17	CI 18	CI 19	CI 20	
	Cahier des charges fonctionnel	La compétitivité des produits industriels	Outils d'analyse et de description	Modélisation et caractérisation des liaisons	L'analyse morphologique et la représentation du réel	Techniques et outils de représentation	Définition de produit	Modélisation des actions mécaniques	Comportement statiques des mécanismes	Comportement cinématique des mécanismes	Comportement dynamique et énergétique	Comportement des matériaux
Le réel technologique	CI 1	Les assemblages (encastrement)				TP12						
	CI 2	Les guidages en rotation										
	CI 3	Les guidages en translation										
	CI 4	Etanchéité et Lubrification										
	CI 5	Transmission du Mouvement			TP1-2-3	TP2	TP1-2-3	TP10		TP9	TP11	
	CI 6	Transformation du Mouvement			TP4-8	TP5	TP4-6-7	TP5-6		TP6		
	CI 7	Motorisation des Systèmes (méca, pneu)										
	CI 8	Les matériaux										TP13
	CI 9	La relation Produit-Procédé-Matériau										

2 La matrice des centres d'intérêt

3 Le plan d'ensemble (Coupe partielle)

Ech 1:2
Format : A3

PERFORATEUR

Plan d'ensemble

Date : S.G ; S.L

Rep	Nb	Désignation	Observation	Rep	Nb	Désignation	Observation
1	1	Flasque		42	3	Bille D6	
2	1	Carter moteur		43	8	Bille D8	
3	2	Support charbon		44	2	Clavette Forme A 3x3x16	
4	1	Carter intermédiaire		45	1	Anneau élastique pour arbre, 19x1	
5	1	Carter transmission		46	1	Anneau élastique pour arbre, 12x0,8	
6	1	Ensemble poignée		47	1	Jonc d'arrêt 30x3	
7	1	Carter avant		48	1	Jonc d'arrêt 8x2	
8	1	Ensemble poignée secondaire		49	1	Bague étancheite 50x2x4,5	
9	1	Bague mandrin		50	1	Joint circulaire type B.36	
10	1	Embout		51	1	Joint à lèvres, type ET, 20x28x4	
11	1	Platine levier		52	1	Bague étancheite 47x4x8	
12	1	Ensemble Stator		53	2	Joint torique 12x1,9	
13	1	Ensemble Rotor		54	4	Joint torique 18x3	
14	1	Bague de Retenue		55	1	Joint torique 31,5x2	
15	1	Levier percussion		56	1	Joint torique 58x2	
16	1	Levier Percage		57	4	Rondelle 5x0,5	
17	1	Transmission intermédiaire		58	8	Rondelle grower D5	
18	1	Axe de Selection		59	1	Rondelle de tube	
19	1	Pignon large		60	1	Rondelle 20x28x1	
20	1	Vilebrequin		61	2	Rondelle 12x17x0,4	
21	1	Plaque d'arrêt		62	1	Rondelle 10x13x0,5	
22	1	Baladeur		63	3	Vis F M4x10	
23	1	Piston		64	2	Vis C M4x25	
24	1	Tube de guidage		65	2	Vis C HC, M 4x8	
25	1	Bague de réglage		66	4	Vis C HC, M 5x25	
26	1	Enclume		67	4	Vis C HC M5x50	
27	1	Entretoise		68	2	Vis parker 4x15	
28	1	Axe piston		69	2	Vis parker 5x24	
29	1	Bielle		70	2	Vis parker 5x65	
30	1	Arbre porte outils		71	2	Ressort de compression, 4x0,8	
31	1	Piston marteau		72	1	Ressort de compression, 34,5x3,5	
32	1	Bouchon graissage		73	1	Ressort de compression, 31x2	
33	1	Roulement type BC 15x32x9		74	1	Ressort de compression, 8x0,8	
34	1	Roulement type BC 8x22x7					
35	1	Roulement type BC 12x28x8					
36	1	Roulement type BC 35x55x10					
37	1	Roulement type BC 15x35x11					
38	1	Roulement type BC 7x22x7					
39	1	Douille 12x16x10					
40	1	Douille 8x12x10					
41	2	Bille D5					

4 La nomenclature

Ech 1:2
Format : A3

PERFORATEUR

Nomenclature

Date : S.G ; S.L

Rep	Nb	Désignation	Observation
6a	1	Poignée flanc droit	
6b	1	Poignée flanc gauche	
6c	1	Caoutchouc poignée	

6 - Ensemble poignée

Rep	Nb	Désignation	Observation
3a	1	Bouchon support balai	
3b	1	Guide balai	
3c	1	Support balai	
3d	1	Ressort de compression, 4,3x0,3	
3e	1	Balai	

3 - Support charbon

Rep	Nb	Désignation	Observation
15a	1	Axe percussion	
15b	1	Levier 1	

15 - Levier percussion

Rep	Nb	Désignation	Observation
16a	1	Levier 2	
16b	1	Axe poignée	

16 - Levier perçage

Rep	Nb	Désignation	Observation
8a	1	Poignée	
8b	1	Insert fileté	
8c	1	Vis de poignée	
8d	1	Etrier de poignée	
8e	1	Anneau de poignée	

8 - Ensemble poignée secondaire

Rep	Nb	Désignation	Observation
17a	1	Axe conique	
17b	1	Entretoise axe conique	
17c	1	Rondelle plate 14,2x0,5	
17d	1	Roue axe conique	
17e	2	Rondelle spéciale	
17f	2	Rondelle friction	
17g	2	Rondelle Belleville 15,5x32x1	
17h	1	Ecrou spécial	

17 - Transmission intermédiaire

Ech 1:2

Format : A3

PERFORATEUR

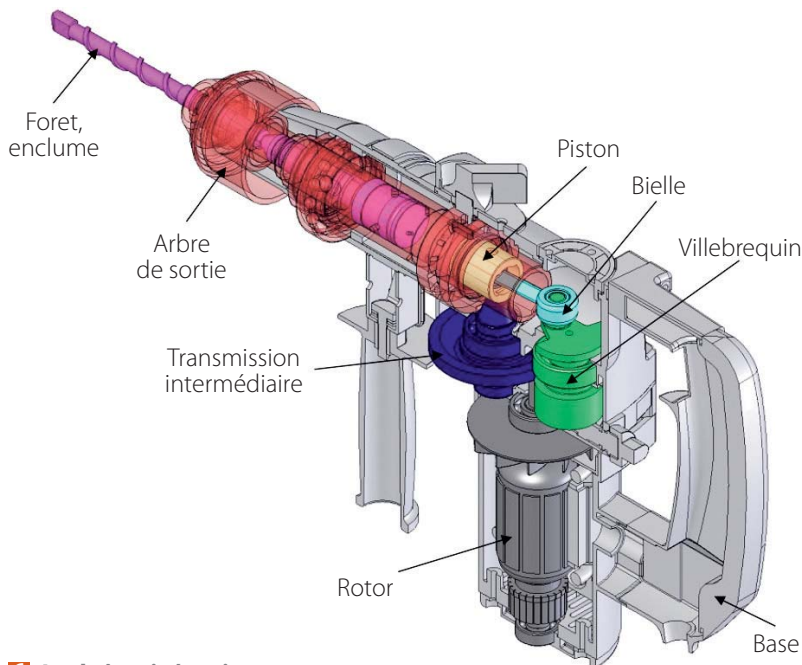
Sous ensembles

Date :
S.G ; S.L

5 L'éclaté des sous-ensembles

● Activité 3

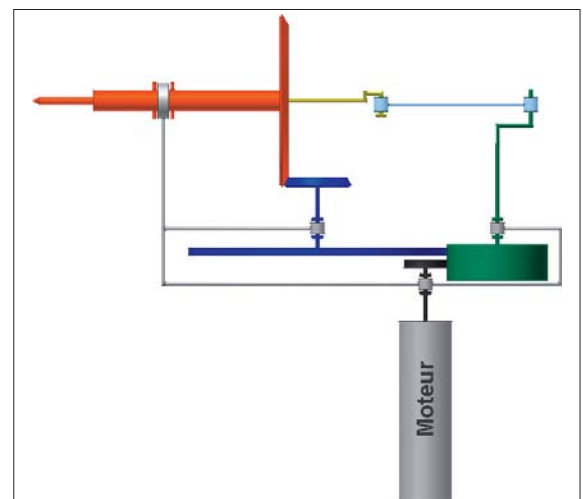
À partir de la malette **7**, l'élève compte le nombre de dents, puis détermine la raison du train d'engrenages afin de déterminer la vitesse de rotation du moteur. Le calcul du couple maximal et celui de la durée de simulation permettent de préparer la simulation mécanique.



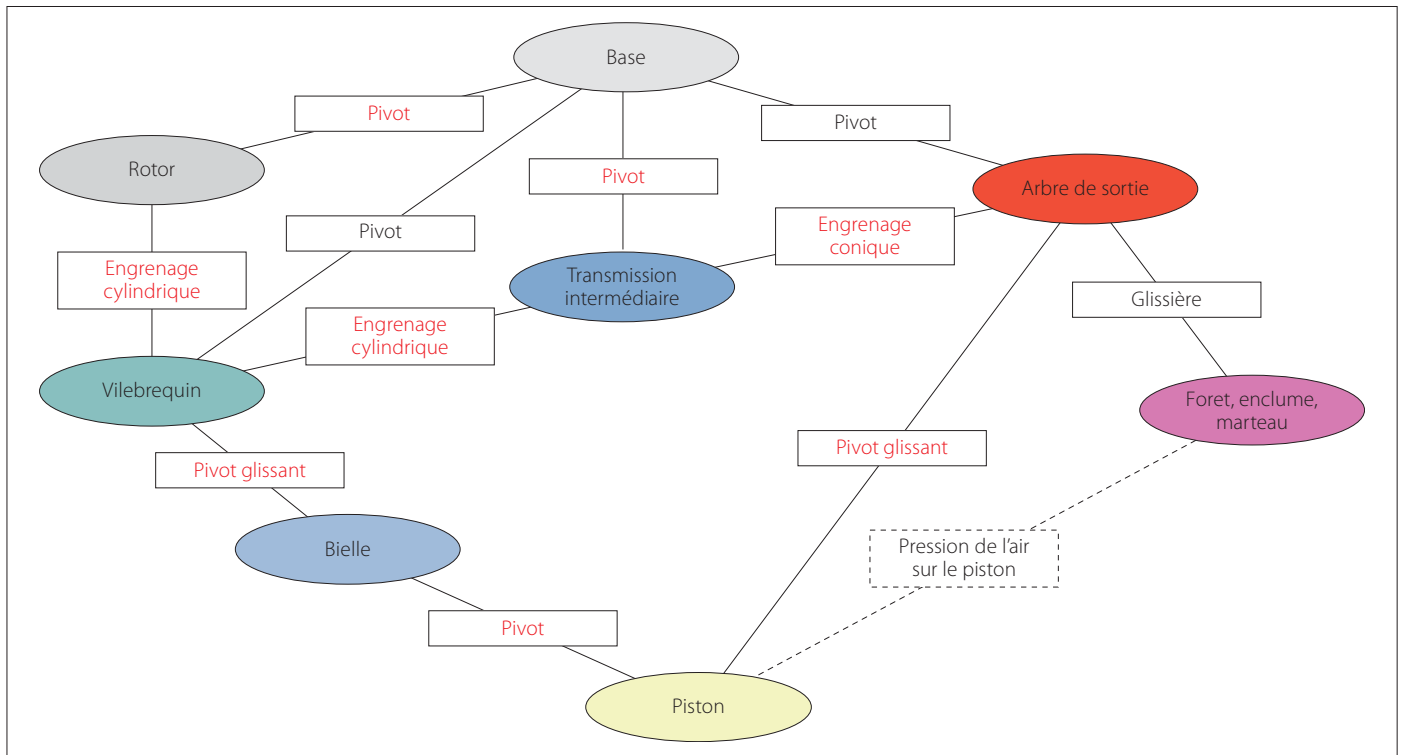
6 La chaîne cinématique



7 La malette démontée



9 Le schéma cinématique



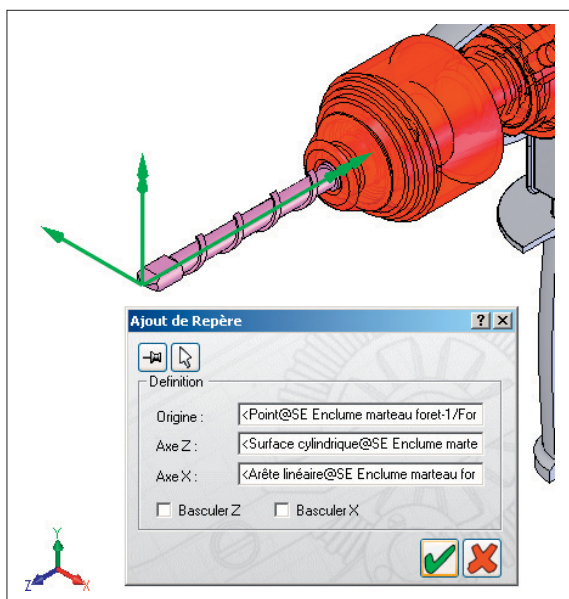
8 Le graphe des liaisons

● **Activité 4**

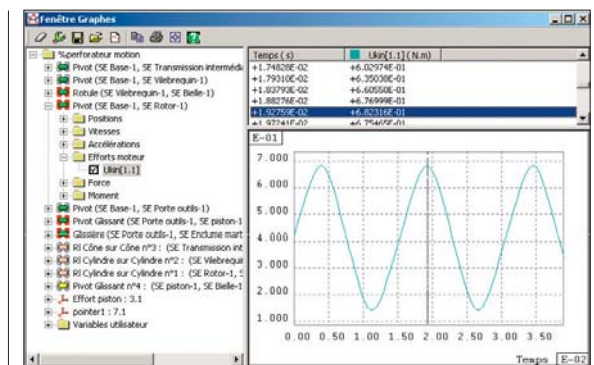
On demande aux élèves de constater les différences entre les liaisons du graphe relatif au schéma cinématique 8 et le graphe de la modélisation. L'intervention du professeur permet de préciser le principe de l'isostatisme. L'élève met en place la loi d'entrée du mouvement. Il crée un repère 10, met en place un couple résistant, et lance la simulation.

● **Activité 5**

L'élève interprète les résultats à partir des courbes obtenues 11, et conclut par le choix du moteur.



10 Le repère dans la simulation



11 Les courbes obtenues

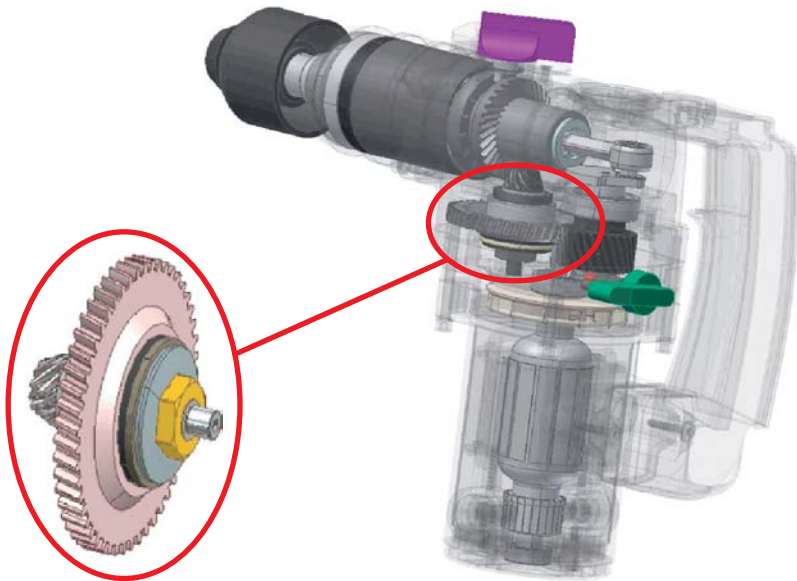
Le TP 10

L'objectif de la séquence est de modifier la solution existante assurant la protection de l'utilisateur, pour qu'elle réponde à la norme Iso 8569 de juillet 1996, «Vibrations et chocs mécaniques – Mesurage et évaluation des effets des chocs et des vibrations sur les équipements sensibles dans les bâtiments».

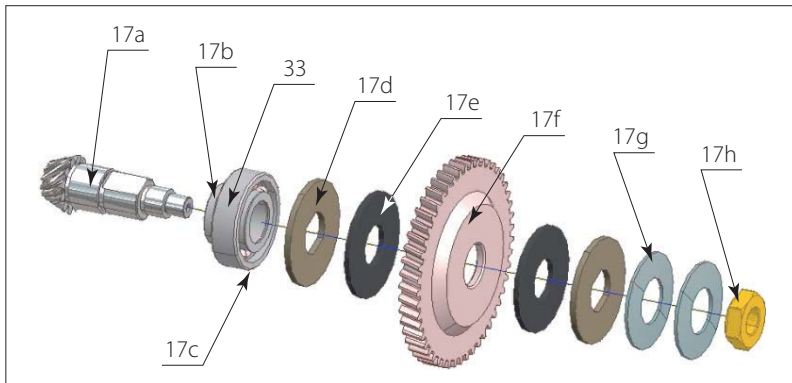
La problématique: D'après la réclamation d'un client, la protection de l'utilisateur en cas de blocage du foret ne serait pas assurée.

● **Activité 1**

L'élève identifie la solution assurant la protection de l'utilisateur en faisant tourner le foret. Il indique le sens de rotation que celui-ci doit avoir pour percer correctement, observe une vidéo et indique sur quel sous-ensemble cinématique 12 se situe la solution technologique qui assure la protection de l'utilisateur.



12 Le sous-ensemble concerné



13 L'éclaté du limiteur de couple

● **Activité 2**

L'élève étudie la solution assurant la protection de l'utilisateur à l'aide de la nomenclature et des vidéos. Il découvre la fonction protection de l'utilisateur, le principe de fonctionnement et les éléments qui composent le limiteur de couple 13.

● **Activité 3**

L'élève calcule le couple maximal transmissible par le limiteur de couple.

● **Activité 4**

L'élève détermine l'effort presseur maximal pour transmettre la puissance, à partir des formules proposées (voir le TP 6 dans le numéro précédent).

● **Activité 5**

L'élève vérifie si le limiteur de couple se déclenche, et conclut sur une solution cohérente, grâce à un empilage optimisé de rondelles Belleville.

Le TP 11a

L'objectif de la séquence est de produire un croquis à main levée de la nouvelle transmission intermédiaire intégrant un limiteur de couple standard.

La problématique: Dans un souci d'uniformisation de la gamme de pièces du perceuseur, il faut remplacer le

limiteur de couple existant, de fabrication « maison », par un limiteur de couple standard.

● **Activité 1**

L'élève choisit un modèle de limiteur de couple dans un catalogue 14 en cherchant à :

- uniformiser la gamme en utilisant un limiteur de couple standard ;
- faciliter le réglage du limiteur de couple ;
- augmenter la fiabilité du composant assurant la fonction limiteur de couple.

L'élève remplit une fiche d'étude nécessaire au choix d'un limiteur de couple standard dans un catalogue constructeur.

Il complète ensuite un bon de commande 15.

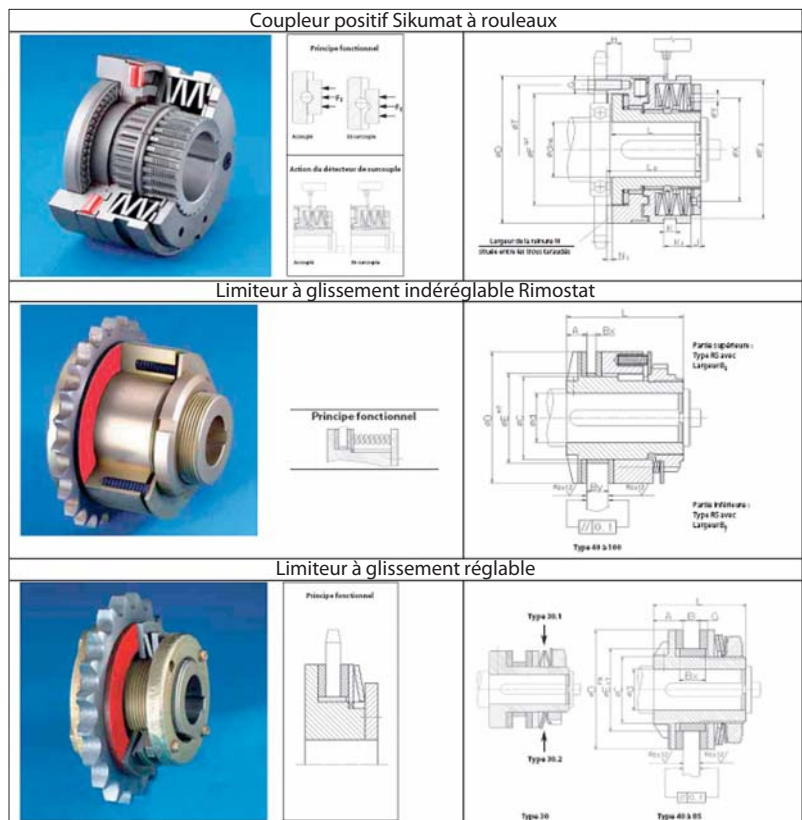
● **Activité 2**

L'élève élabore un croquis à main levée d'implantation de ce nouveau limiteur de couple.

Le TP 11b

L'objectif de la séquence est de produire une mise en plan de l'assemblage sous SolidWorks de la nouvelle transmission intermédiaire intégrant un limiteur de couple standard.

La problématique: Afin de mettre à jour le dossier « plans du perceuseur », il faut réaliser une mise en plan de l'assemblage sous SolidWorks de la nouvelle transmission intermédiaire.



14 La page du catalogue

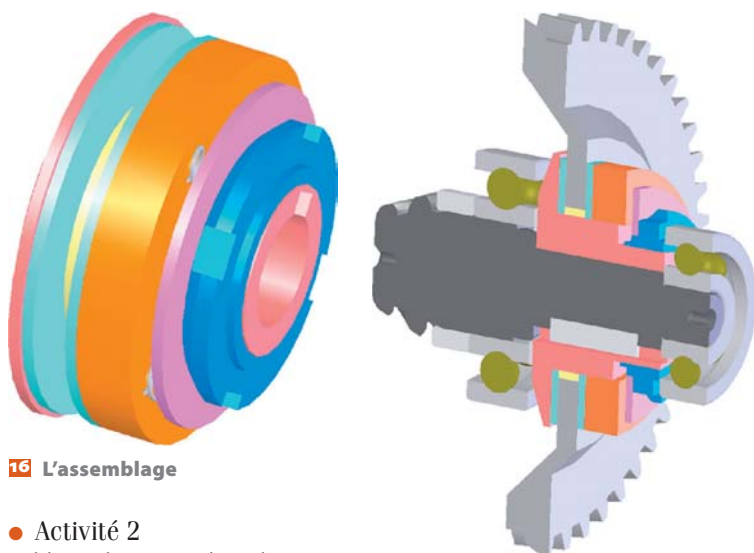
15 Le bon de commande

Client	Date:		
Nom:	Commande n°		
Adresse:			
.....			
.....			
Référence	Prix unitaire € HT	Qté	Sous-total
4474.035.820	5,6	400 000	2 240 000
	Transport 0,005 €/pièce		20 000
	Sous-total € HT		2 260 000
	Remise commerciale 10 %		226 000
	TVA 19,6 %		398 664
	Total € TTC		2 432 664

● **Activité 1**

L'élève réalise l'assemblage des pièces de la transmission intermédiaire comportant le limiteur de couple. Il doit :

- modifier les pièces nécessaires (axe conique, roue axe conique...);
- générer à l'aide d'une bibliothèque les éléments standard nécessaires (roulements...);
- assembler les pièces dans un fichier d'assemblage fourni **16**.



16 L'assemblage

● **Activité 2**

L'élève réalise un éclaté de l'assemblage en vue isométrique de la nouvelle transmission intermédiaire, en optant pour un éclaté respectant l'ordre de montage des pièces.

● **Activité 3**

L'élève réalise la mise en plan de l'assemblage de la nouvelle transmission intermédiaire en respectant les critères imposés.

Le TP 12

L'objectif de la séquence est de changer le mode d'implantation des vis de fixation de la poignée (remplacer les vis Parker par des vis Iso et des inserts).

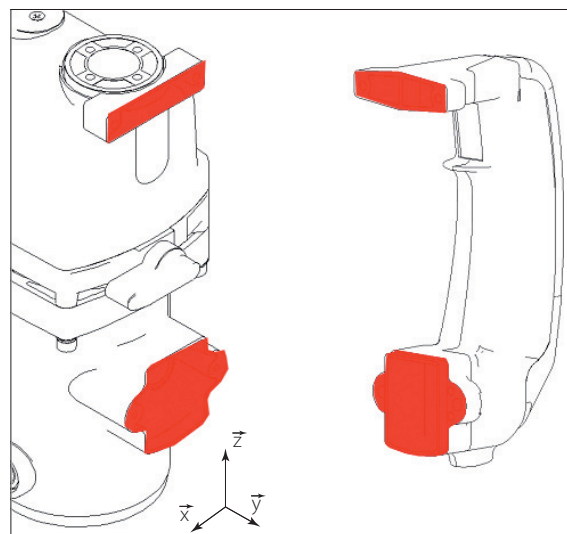
La problématique: Les conditions de montage et d'utilisation du perforateur entraînent une rupture des filets du carter plastique recevant les vis de la liaison poignée - carter moteur.

● **Activité 1**

L'élève met en évidence le problème **17**. Il identifie avec des couleurs les surfaces de mise en position et de maintien en position **18**.



17 La localisation du problème



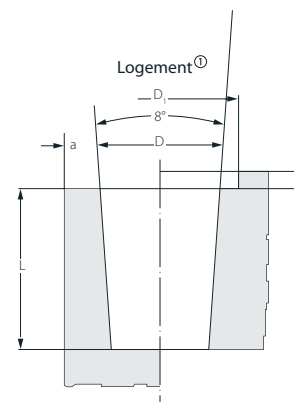
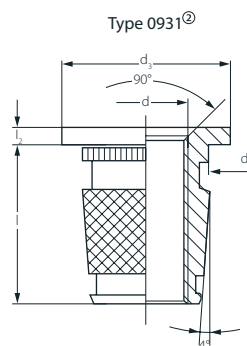
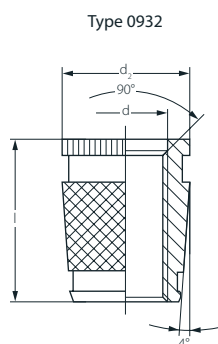
18 Les surfaces colorées

● **Activité 2**

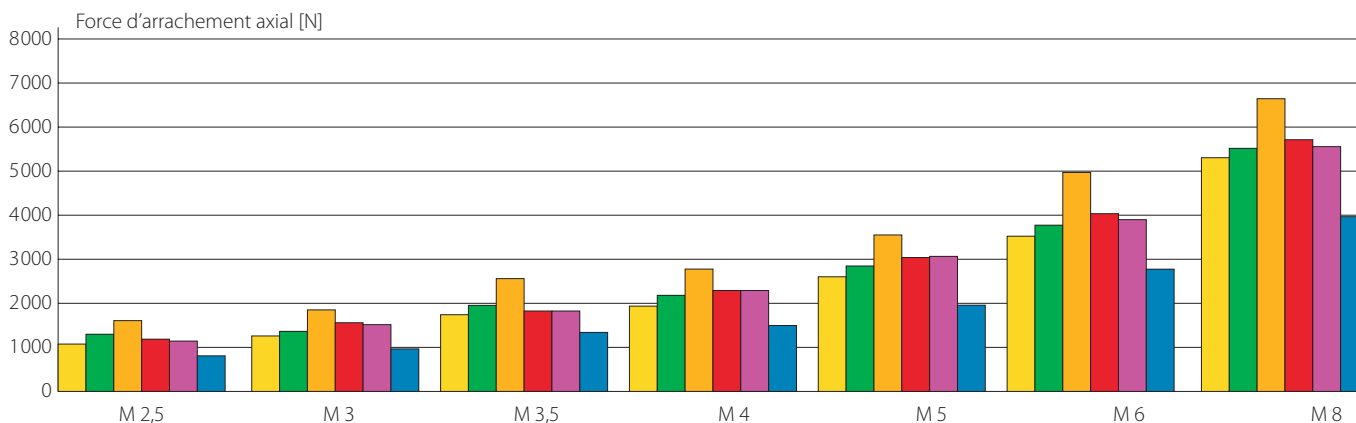
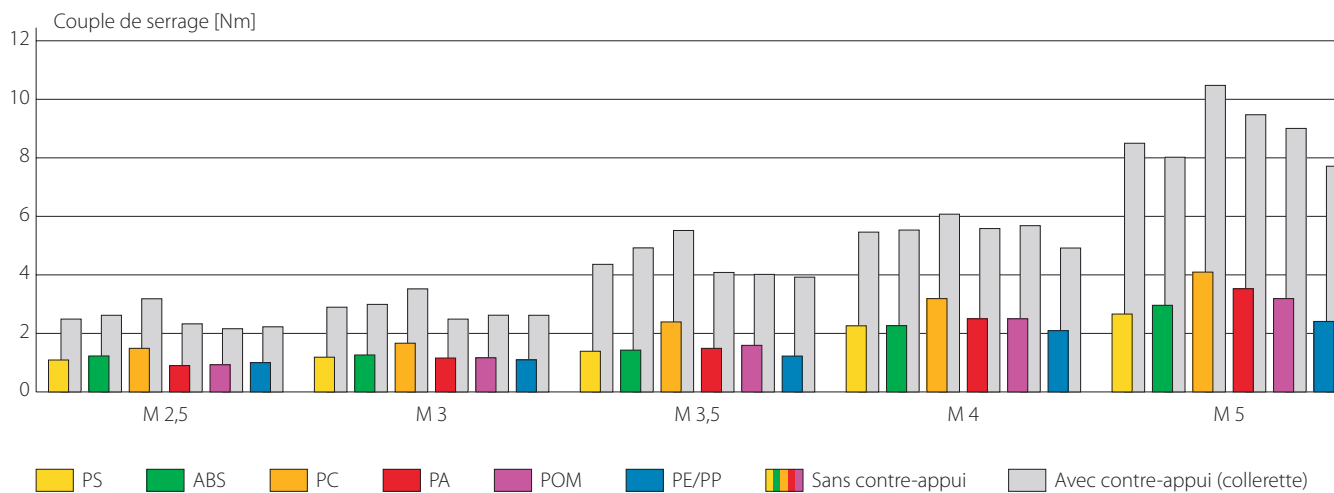
L'élève fait le choix d'une solution technique puis d'une solution technologique cohérente dans le tableau **19** compte tenu des critères proposés.

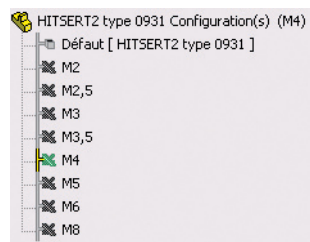
19 Le tableau

	Liaison complète	
	Démontable (ou non destructif)	Non démontable (ou destructif)
Solutions technologiques	Emboîtement	Soudage
	Clipsage	Rivetage
	Assemblage par boulon	Collage
	Assemblage par vis	Sertissage
		Frettage



d	Type 0932 référence	Type 0931 [®] référence	l	l ₂	d ₂	d ₃	D ^{+0,1}	D ₁	L _{mini}	a _{mini}
M 2	0932 102 0005	0931 102 0056	5,0	0,6	4,1	5,0	3,8	5,2	6,0	1,5
M 2,5	0932 125 0005	0931 125 0056	5,0	0,6	4,1	6,0	3,8	6,2	6,0	1,5
M 3	0932 103 0005	—	5,0	—	4,7	—	4,4	6,2	6,0	1,8
M 3	0932 103 0055	0931 103 0061	5,5	0,6	4,7	6,0	4,4	6,2	6,5	1,8
M 3,5	0932 135 0006	0931 135 0068	6,0	0,8	5,5	7,0	5,2	7,2	7,0	1,8
M 4	0932 104 0006	—	6,0	—	5,9	—	5,8	8,2	7,0	2,0
M 4	0932 104 0075	0931 104 0083	7,5	0,8	5,9	8,0	5,8	8,2	8,5	2,0
M 5	0932 105 0007	—	7,0	—	7,0	—	6,9	8,7	8,0	2,0
M 5	0932 105 0009	0931 105 0010	9,0	1,0	7,0	8,5	6,9	8,7	10,0	2,5
M 6	0932 106 0009	—	9,0	—	8,6	—	8,5	10,2	10,0	2,5
M 6	0932 106 0010	0931 106 0011	10,0	1,0	8,6	10,0	8,5	10,2	11,0	2,5
M 8	0932 108 0012	0931 108 0013	12,0	1,0	11,1	12,0	10,9	12,2	13,0	3,0





21 Le choix de l'insert

● Activité 3

L'élève choisit dans un catalogue constructeur un composant de type insert métallique 20.

● Activité 4

L'élève réalise un croquis à main levée préfigurant le montage afin de déterminer les nouvelles vis.

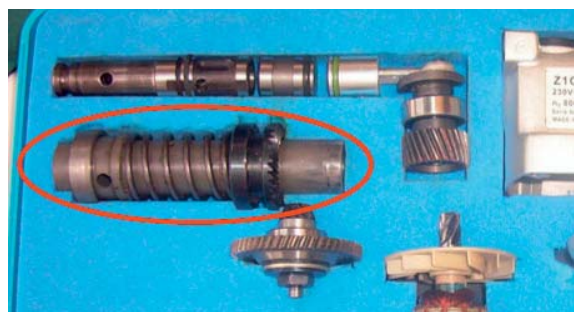
● Activité 5

L'élève l'implante la nouvelle solution technologique sur la maquette 3D 21. La nomenclature est modifiée en conséquence

Le TP 13

L'objectif de la séquence est de vérifier la résistance au matage et au cisaillement d'une clavette.

La problématique: Dans un souci d'économie, le bureau d'études réexamine certaines solutions technologiques et cherche à minimiser le nombre de pièces. Il faut valider ou non l'économie d'une clavette sur une liaison tube de guidage - pignon baladeur.



22 La localisation du problème

● Activité 1

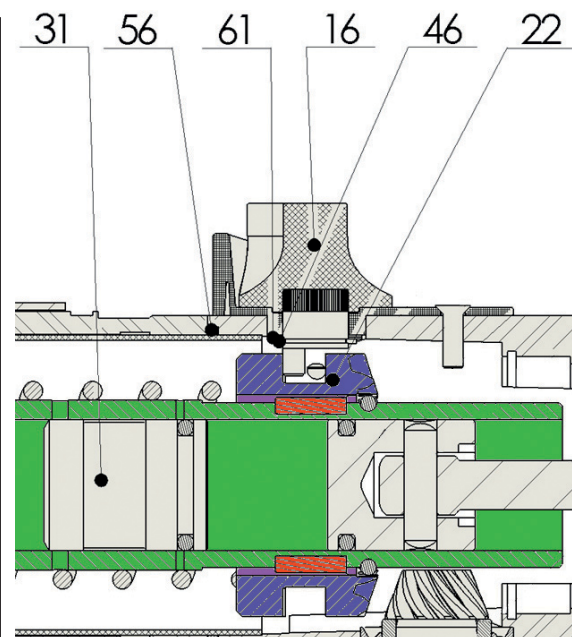
L'élève met en évidence le problème sur l'objet 22. Il identifie les pièces par coloriage 23. Il détermine les fonctions des clavettes et les degrés de liberté associés au pignon baladeur.

● Activité 2

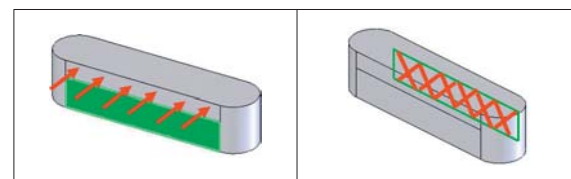
L'élève identifie les formes et surfaces des clavettes ainsi que le phénomène mécanique de cisaillement. Il détermine à l'aide des formules les contraintes de cisaillement, pour une puis pour deux clavettes, et choisit le cas le plus contraignant.

● Activité 3

L'élève analyse les contraintes subies 24 par une seule clavette sur un logiciel de simulation mécanique. Il lance

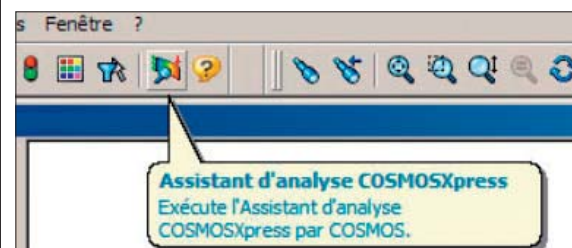


23 Le coloriage



24 L'analyse des contraintes

le calcul avec CosmosXpress 25, intégré à SolidWorks, et détermine la valeur de la contrainte maximale. Il compare cette valeur avec celle, calculée précédemment, qui s'explique par la prise en compte du phénomène de matage.



25 L'icône de lancement du calcul

● Activité 4

L'élève propose une solution à la problématique en calculant l'économie réalisée par le retrait d'une des deux clavettes.

Pour conclure

Ces séquences peuvent s'intégrer chacune dans un cycle de TP qui s'articule autour d'un centre d'intérêt précis ou être utilisées comme séquences d'évaluation formative. Elles sont attrayantes pour les élèves, qui manipulent systématiquement l'objet réel. ■