

La mécanique au service du handicap

FRANCK CAPELLE, JEAN-PIERRE DRONNE⁽¹⁾

Grande vitrine technologique des équipements didactiques, Educatec est un moment important pour l'enseignement technologique et professionnel. C'est un temps de rencontre et d'échange, mais aussi de découverte. Technologie s'arrête en avant-première sur l'un des nouveaux produits que vous pourrez y découvrir, dont les supports sont des prothèses de genou.

Le produit

Voici un ensemble d'activités pratiques destinées aux élèves de lycée et aux étudiants en postbac. Les supports techniques étudiés sont deux genoux prothétiques Starflex : le genou monoaxial C11 (modèle de base) **1** et le genou 4 axes C30 (modèle pneumatique réglable) **2**. Fabriqués par une entreprise française, ils confèrent une nouvelle dimension à l'enseignement technologique, plus humaine, prenant en compte les besoins de personnes amputées – mais les activités associées n'en oublient pas pour autant de s'intégrer aux programmes d'en-

seignement technologique et rebondir sur la simulation virtuelle. Ils sont livrés avec un dossier technique industriel, des maquettes numériques et des rapports d'essais.

Les supports

Les genoux Starflex C11 et C30 entrent dans la fabrication des prothèses fémorales modulaires **2**. La fabrication de ce type de prothèses et le choix des composants tiennent compte de plusieurs critères : l'âge des patients et/ou leur condition physique, leur poids ; leur niveau d'activité et leur périmètre de marche ; le type de pathologie...

mots-clés

matériaux, mécanique, procédé, résistance des matériaux, travaux pratiques

→ Le genou C11

Il est utilisé pour des patients à faible périmètre de marche, notamment les personnes âgées. Son verrouillage simple permet un apprentissage plus rapide de la marche. Son coût peu élevé en fait un produit adapté à la fabrication de prothèses dans des pays en voie de développement.

→ Le genou C30

Il dispose d'une technologie « à biellettes » qui permet un vrai déroulé du pas. Le dispositif pneumatique apporte un confort supplémentaire et sécurise le pas lors de l'attaque du talon. Ce genou est utilisé pour des patients actifs, sportifs, voire amputés des deux fémurs.

Les activités pédagogiques

Pour les deux modèles de genoux prothétiques, les activités pratiques développées mettent en avant le besoin du produit, les matériaux utilisés et leur



1 Le genou monoaxial C11

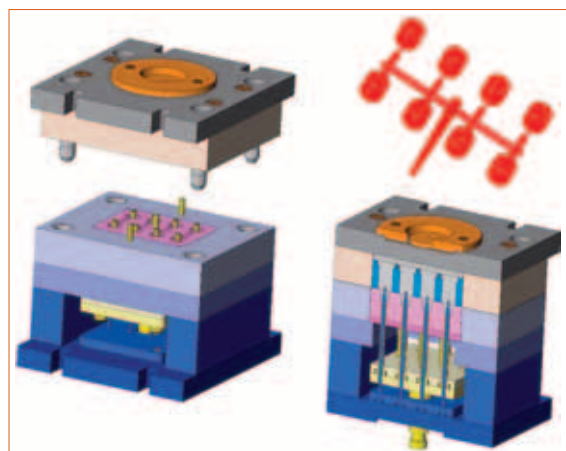
seignement technologique actuels. Ce sont des produits robustes, démontables, sur lesquels on peut aussi bien travailler sur le triptyque produit-matériau-procédé que sur la méca-



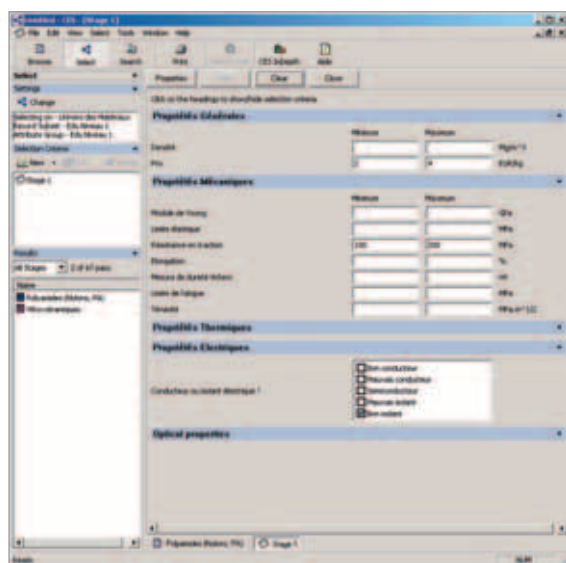
2 Une prothèse fémorale modulaire équipée d'un genou C30



3 Une mallette pédagogique complète



4 L'étude de l'injection plastique avec SolidWorks



5 La recherche dans une base de données de matériaux avec CES4

choix par rapport à l'environnement de fonctionnement. Elles proposent l'étude d'une reconception de pièce ainsi que la simulation des comportements mécaniques et d'injection de pièces plastiques. Elles s'appuient sur les logiciels SolidWorks, CES4, CosmosWorks Express, Cadmould Rapid et des modeleurs volumiques.

La société Polydis qui édite cet équipement décline les deux modèles de genoux prothétiques Starflex en trois mallettes pédagogiques 3. Chacune est équipée d'un cédérom contenant les activités concernées ainsi que des fiches pédagogiques associées. De plus, des tutoriaux sous forme de vidéos facilite l'utilisation des logiciels spécifiques utilisés (CES4 et Cadmould Rapid).

Des exemples d'activités

Genou monoaxial (C11): TP7 – Injection plastique

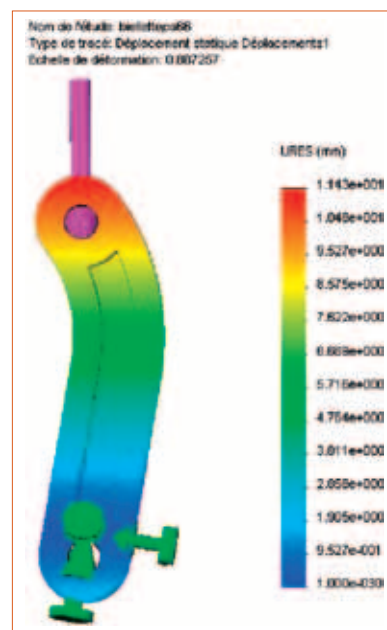
Cette activité permet de sensibiliser les élèves à la notion de « coût matière ». Ils feront la comparaison entre deux butées, l'une en acier et l'autre en polyamide, en utilisant les logiciels Solidworks 4 et CES4 5. Et ils étudieront la faisabilité du produit en injection plastique.

Compétences visées

- En 2^{de} ISP: «Se connecter à une base de données locale ou à distance pour rechercher une information (composant, prestataire de service, matériau, élément de conditionnement...).»
- En BTS CPI: «Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance» et «Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques».



6 La proposition de différentes formes de biellettes



7 La validation par l'étude des contraintes


Genou 4 axes (C30): TP5 – Reconception de la biellette

Le produit est équipé d'origine de pièces réalisées en ENAW2017T4. L'objectif des activités est double :

- Rechercher un matériau plus léger aux caractéristiques mécaniques équivalentes;
- Définir le procédé.

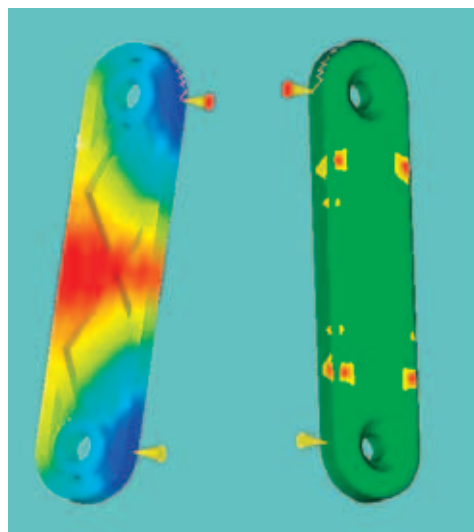
Pour étudier précisément la déformation des pièces, des simulations par éléments finis seront effectuées sur CosmosWorks (définition des surfaces fixes et des actions mécaniques) 6 7.

[1] Professeurs de construction mécanique au lycée Édouard-Branly de Châtelleraut (86).

L'élève est ensuite orienté vers une pièce obtenue en injection plastique, et il est amené à en vérifier la moulabilité à l'aide du logiciel de simulation Cadmould Rapid , pour les section qui en sont équipées.

Compétences visées

- En STI GM: « Étude des matériaux » et « Étude expérimentale du comportement d'un matériau sous l'effet d'actions mécaniques (à partir de logiciels) ».
- Dans le cadre de la rénovation des bacs STI (Création et réalisation de produit) : « Amélioration de la relation produit-matériau-procédé (démarche de choix et d'amélioration d'une relation PMP à l'aide d'une base de données, choix d'un procédé, utilisation de logiciel de simulation et de validation). »
- En BTS CIM: « Optimiser la relation produit-matériau-procédé rela-



8 La simulation sous Cadmould Rapid de la coulabilité de la pièce

tive aux constituants industrialisés du produit » et « Outils de calcul et de simulation ».

En conclusion

Ces genoux prothétiques constituent certainement d'excellents supports pour les cours de mécanique et de productique : ils permettent de **simuler le comportement mécanique** en validant les choix du constructeur, et de **justifier ou concevoir des solutions constructives**.

La démarche, de type itérative, utilise judicieusement les logiciels SolidWorks, CosmosWorks, CES4 et Cadmould Rapid. Quant aux activités, la relation produit-matériau-procédé y est omniprésente, et elles sont introduites par une problématique réelle. →