

PROJET EN 3^e

Une solution bien dosée

CHRISTOPHE ALASSEUR [1]

L'enseignement de la technologie repose sur deux processus pédagogiques, qui devront être systématiquement mis en œuvre au cours de chaque année de collège. L'un, réflexif, a pour objectif de faire comprendre aux élèves des solutions technologiques répondant à des besoins, et le second, créatif, de leur faire rechercher des solutions répondant à un problème sociétal à travers une réalisation collective, ou un projet pluritechnologique, comme ici.

Le projet collectif en classe de 3^e permet aux élèves de vivre une activité collective de conception dans une organisation temporelle séquentielle avec répartition des tâches. Et, en vue de valoriser la discipline, il doit pouvoir être présenté lors des portes ouvertes. Son choix doit donc être judicieux et respecter les critères suivants :

- Être réaliste et appréhendable.
- Être réalisable en termes de conception, de réalisation matérielle et virtuelle dans un collège.
- Avoir une finalité et résulter d'une démarche technologique.
- Comprendre une expérimentation.
- Comprendre une phase expérimentale.
- Déboucher sur une réalisation à partir d'une problématique sociétale forte.

Le projet présenté ici répond parfaitement à ces attentes. Il permettra d'aborder avec les élèves les différentes parties du programme de technologie en classe de 3^e.

● La problématique

Au moment de la propagation du virus H1N1, une campagne d'information avait été mise en place afin d'en limiter les risques de transmission. Au sein du collège, on retrouve ces informations, dans les sanitaires, sous forme d'affiches de l'INPES (Institut national de prévention et d'éducation pour la santé) [1]. On pourra alors utiliser ce support de communication pour interpeller les élèves et leur demander de réfléchir sur le moyen de limiter la propagation, en général, des virus et autres micro-organismes. Une des solutions consiste à mettre à disposition un produit antiseptique. La problématique posée aux élèves sera donc la suivante : « Comment l'utilisateur peut-il dans un lieu collectif obtenir le juste nécessaire de savon liquide ou de solution hydroalcoolique pour se laver ou se désinfecter les mains ? »

[1] Professeur de technologie au collège François-Furet d'Antony (92).

mots-clés

WWW

GRIPPE A (H1N1)

DES GESTES SIMPLES POUR LIMITER LES RISQUES DE TRANSMISSION



LAVEZ-VOUS LES MAINS PLUSIEURS FOIS PAR JOUR
AVEC DU SAVON OU UNE SOLUTION HYDROALCOOLIQUE



UTILISEZ UN MOUCHOIR EN PAPIER POUR ÉTERNUER OU TOUSSER,
PUIS JETEZ-LE DANS UNE POUBELLE ET LAVEZ-VOUS LES MAINS



EN CAS DE SYMPTÔMES GRIPPAUX, APPELZ VOTRE MEDECIN TRAITANT OU LE 15

POUR TOUTE INFORMATION

0 825 302 302

(0,15 euro/min depuis un poste fixe)

www.pandemie-grippale.gouv.fr

INPES
Institut national
de prévention et
d'éducation pour
la santé



MINISTÈRE DE LA
SANTÉ
ET DE LA
SÉCURITÉ
SOCIALE



1 L'affiche H1N1

● Le contexte pédagogique

Les activités présentées s'inspirent des capacités et connaissances du centre d'intérêt « recherche de solutions techniques » (*Ressources pour faire la classe en 6^e, 5^e, 4^e et 3^e*, Éduscol, mai 2009). Lors des activités, nous préconisons l'utilisation d'une solution hydroalcoolique, plus simple à « éliminer » des tables ou du sol en cas de problème que le savon liquide. Les comptes rendus pourront se faire sur postes informatiques (photos numériques, copies d'écran et logiciel de traitement de texte ou PAO, diaporamas) ou sur papier (schématisation...).

Sur chaque îlot, il y a au moins un distributeur automatique [2]. Après démontage, et avec l'aide de l'éclaté réel de l'objet [3], les élèves devront identifier les différents constituants (pièces, composants...) qui assurent des fonctions techniques indispensables au fonctionnement du distributeur. Cette analyse fera apparaître des parties distinctes, appelées blocs



2 Le distributeur automatique



3 L'éclaté du distributeur

fonctionnels, remplissant une ou plusieurs fonctions techniques. Les élèves devront donc proposer des hypothèses pour modifier la quantité de solution hydro-alcoolique distribuée.

L'enseignant pourra, durant les activités, évaluer des compétences du socle commun (et du programme de technologie). La séquence étant conséquente, le professeur veillera à faire le point assez régulièrement afin de ne pas laisser les élèves trop longtemps en difficulté sur des phases de recherche et de réflexion.

● **La couverture du socle commun et du programme de technologie**

Voir en encadré.

Fonctions de service	Énoncé de la fonction	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence
Fonction d'usage	Permettre à un collégien de... (À compléter par l'élève)		
Fonction d'estime	Percevoir un confort	Personnel	Personnel
Fonction contrainte 1	Respecter le volume minimal de solution hydro-alcoolique nécessaire pour désinfecter les mains d'un élève de 3 ^e	À définir par l'élève	$x \pm 20\%$ Cette valeur x est à déterminer par des tests en situation (investigation) et/ou en questionnant un professionnel de la santé
Fonction contrainte 2	Interdire le contact avec l'objet pour obtenir la solution désinfectante	Trace de contact	Aucune trace de contact
...			

4 L'extrait du CDCF

Le déroulement du projet

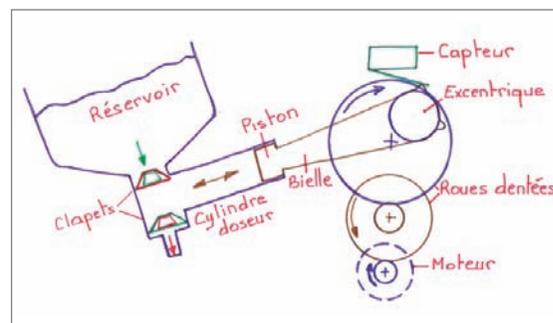
Séance 1 : s'approprier le fonctionnement du distributeur de savon (représentation première)

● **Matériel nécessaire**

- Un distributeur de savon liquide à commande mécanique (fournisseur A4 Technologie)
- Une notice technique en anglais / un mode d'emploi du distributeur de savon
- Un panneau avec tous les composants éclatés et nommés du distributeur
- Un PC avec la suite bureautique OpenOffice
- Un extrait du cahier des charges fonctionnel **4**

À partir de l'extrait du cahier des charges fonctionnel donné, qui détermine un niveau de flexibilité sur la quantité de produit distribué, le groupe doit identifier et répertorier les différents blocs fonctionnels du distributeur et plus particulièrement zoomer sur la fonction « dosage ». Une fois cette fonction isolée des autres, il devra rechercher les solutions techniques utilisées sur ce modèle de distributeur automatique. Pour mener à bien cette recherche, il peut démonter le distributeur présent sur l'îlot.

Les élèves devront présenter le résultat de leur travail sous forme de compte rendu expliquant le fonctionnement du distributeur et les solutions constructives proposées à l'aide de croquis **5** et de schémas. Un document de type PréAO (présentation assistée par ordinateur) incluant des animations est tout à fait envisageable.



5 Un croquis d'élève

Séance 2 : émettre et tester des hypothèses sur le système de dosage

● **Matériel nécessaire**

- Une maquette d'un système bielle-manivelle avec différentes longueurs de bielle **6**
- Des seringues de différents diamètres

Dans la séance précédente, les élèves ont fait une analogie entre la solution technique existante (cylindre et piston) permettant le dosage et une seringue. De plus, la solution technique permettant de transformer le mouvement de rotation en translation a été identifiée comme étant le système bielle-manivelle. Après ces investigations, différentes hypothèses sont proposées pour modifier la quantité distribuée :

- Modifier la taille du piston en en modifiant le diamètre (modification de la cylindrée).
- Modifier la course du piston en modifiant la position de l'excentrique (modification de la cylindrée).
- Modifier la course du piston en modifiant la longueur de la bielle (modification de la cylindrée).
- Modifier le cycle de fonctionnement en reprogrammant le système (cycle alternatif).

La couverture du socle commun et du programme de technologie

Dans les grilles de référence pour l'évaluation et la validation des compétences du socle commun au palier 3 (DGESCO, janvier 2011)

Compétence 1 : La maîtrise de la langue française

Lire
Dire

Compétence 3 : Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique

Pratiquer une démarche scientifique, résoudre des problèmes
Rechercher, extraire et organiser l'information utile
Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer
Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer à l'aide d'un langage adapté

Compétence 4 : La maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication

S'approprier un environnement informatique de travail
Créer, produire, traiter, exploiter des données

Compétence 6 : Les compétences sociales et civiques

Avoir un comportement responsable

Compétence 7 : L'autonomie et l'initiative

Être capable de mobiliser ses ressources intellectuelles et physiques dans diverses situations
Faire preuve d'initiative

Dans le programme de la classe visée

Connaissances	Capacités
Critères d'appréciation Niveau	Définir les critères d'appréciation d'une ou plusieurs fonctions
Contraintes liées au fonctionnement	Dresser la liste des contraintes
Cahier des charges simplifié	Rédiger ou compléter un cahier des charges simplifié de l'objet technique
Solution technique	Proposer des solutions techniques différentes qui réalisent une même fonction

Les éléments de synthèse

Les modèles de représentation, suivant ce que l'on souhaite représenter de l'objet étudié (fonctions, structure, comportement)

Le cahier des charges fonctionnel : fonctions, contraintes, critères d'appréciation, niveau
Les solutions techniques



6 La maquette bielle-manivelle

7 La modification de la position de l'excentrique



À la suite de l'émergence de ces différentes hypothèses, les élèves proposent des protocoles de test puis valident ou non leurs propositions par expérimentation. Ils découvrent ainsi que la variation de la longueur de la bielle ne modifie pas le volume distribué, mais simplement la zone de déplacement du piston dans le cylindre doseur. Par contre, si la position de l'excentrique est modifiée, la course le sera également 7.

À ce stade de l'étude, le professeur doit intervenir et expliquer que certaines modifications trop complexes ne sont pas réalisables au collège. Effectivement, la modification du diamètre du piston entraînerait la modification et la fabrication d'un nouveau cylindre doseur 8. La solution mécanique retenue sera donc de modifier la position de l'excentrique. La dernière hypothèse, consistant à modifier la programmation, sera abordée ultérieurement.

Pour aller plus loin : On ne doit pas exclure le rapprochement avec un lycée technologique, qui permettrait, au travers de la fabrication de pièces complexes, de découvrir les différentes filières proposées après la troisième.

Séance 3 : modifier la position de l'excentrique

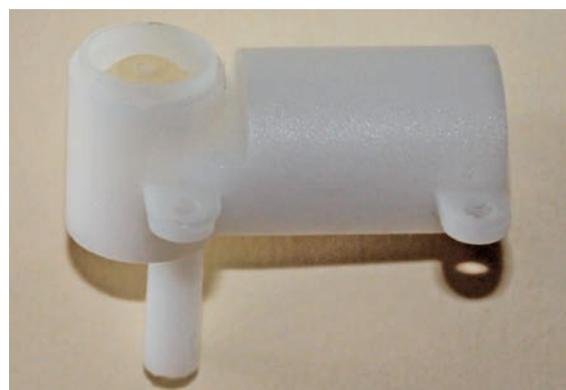
● **Matériel nécessaire**

Une maquette du système de dosage permettant la mesure de la course du piston 9

Des instruments de mesure (réglet et pied à coulisse)

Le logiciel SolidWorks ou un autre modèleur volumique

L'extrait du cahier des charges fonctionnel

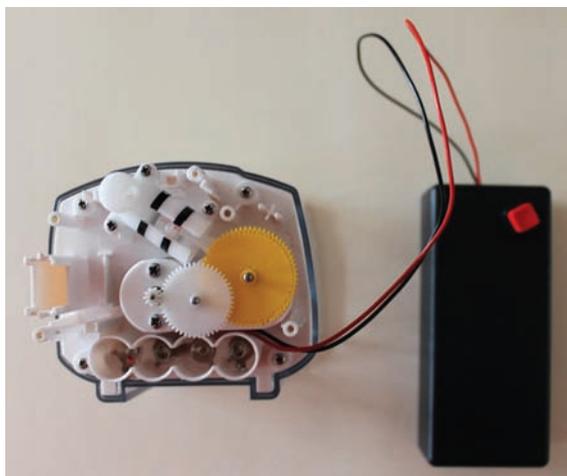


8 Le cylindre doseur

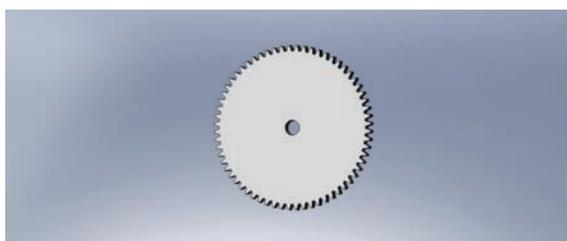
Dans un premier temps, les élèves vont devoir calculer le volume initial de savon distribué. Pour effectuer ce calcul, ils disposent de la maquette, où ils peuvent mesurer la course du piston ainsi que son diamètre. Certains auront du mal à trouver le résultat, il faudra alors être attentif et leur proposer une aide ponctuelle, voire leur demander de réfléchir à une autre solution pour atteindre le résultat (mesure de la dose avec une éprouvette graduée). La valeur obtenue sera comparée au volume indiqué sur la notice technique du distributeur.

Il faut maintenant réfléchir à l'incidence de la position de l'excentrique sur la diminution du volume. Choisissons de diviser le volume initial par 2. La réponse immédiate des élèves est de dire qu'il faut diviser la course par 2, et donc déplacer l'excentrique de la même valeur. Le professeur doit recadrer le groupe et expliquer que le résultat doit être démontré.

Une fois la valeur de la nouvelle course calculée, les élèves doivent utiliser SolidWorks pour modéliser leur solution. Il s'agit de leur demander non pas de



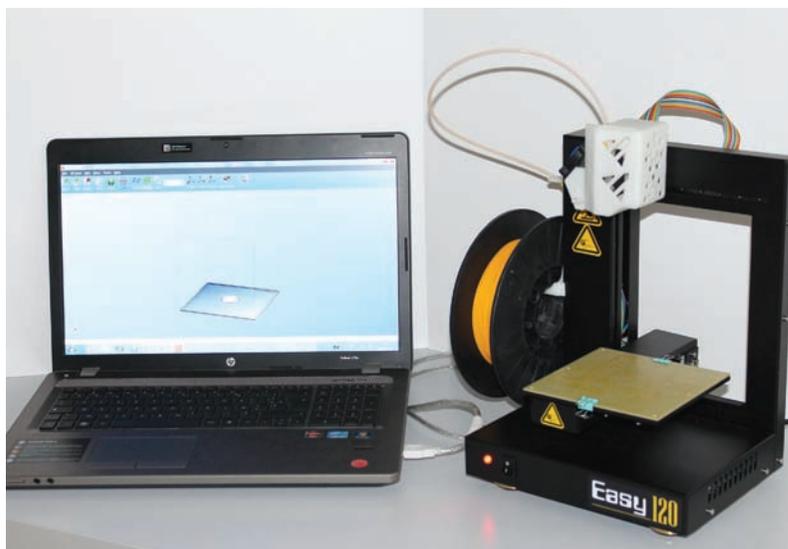
9 Le distributeur didactisé



10 Le pignon SolidWorks



11 Le pignon modifié



12 L'imprimante 3D Easy 120

redessiner le pignon avec son excentrique, mais, à partir d'un fichier donné incluant le pignon original (issu de la bibliothèque de composants du logiciel) 10, de modéliser l'excentrique dans sa nouvelle position 11. Au préalable, un relevé de mesures sera effectué sur le pignon original (diamètre et hauteur de l'excentrique).

Sans modélisation numérique du distributeur, il ne sera pas possible de tester et valider virtuellement la modification.

Séance 4 : fabriquer et tester le nouveau pignon

● Matériel nécessaire

Une maquette du système de dosage permettant la mesure de la course du piston

Des instruments de mesure (réglet et pied à coulisse)

Le logiciel SolidWorks ou un autre modéleur volumique

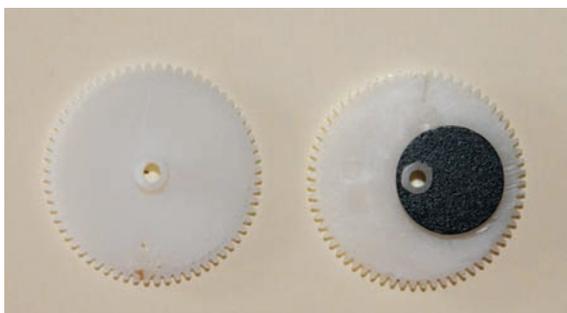
Une imprimante 3D (Easy 120, fournisseur A4 Technologie) 12

Pour conclure cette phase de prototypage rapide, plusieurs procédés de fabrication s'offrent à nous :

● **L'usinage du pignon** sur une machine-outil à commande numérique de type Charlyrobot ou autre. Le module du pignon étant très petit, il sera impossible d'usiner la denture. Une solution : conserver le pignon issu du distributeur, supprimer l'excentrique, usiner un nouvel excentrique, et le rapporter par collage sur le pignon 13. Cette solution ne peut être considérée comme réaliste, mais dépannera les collègues n'ayant pas recours à d'autres moyens de fabrication.

● **L'impression du pignon modifié** sur une imprimante 3D (voir « L'impression 3D » en encadré). Cette solution s'intègre parfaitement à la démarche de prototypage rapide. Elle permettra aux élèves d'obtenir rapidement (10 min) l'élément modifié 14 afin de procéder aux tests.

À partir du moment où le nouveau pignon est inséré dans le mécanisme du distributeur, le groupe peut procéder aux tests et valider sa solution. Durant cette phase de validation, il est important de faire référence au cahier des charges relatif au distributeur. Le professeur pourra effectuer les tests en utilisant le distributeur rempli avec une solution hydroalcoolique ou bien en mesurant le nouveau déplacement du piston.



13 L'excentrique rapporté

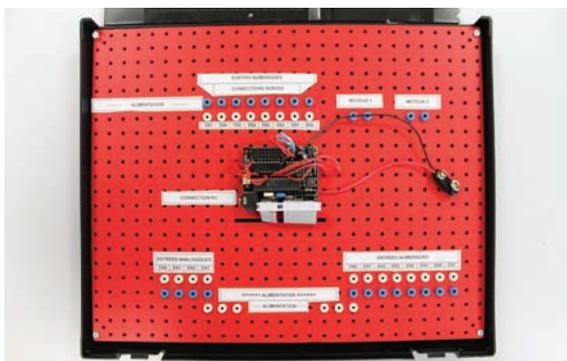


14 Le pignon modifié imprimé

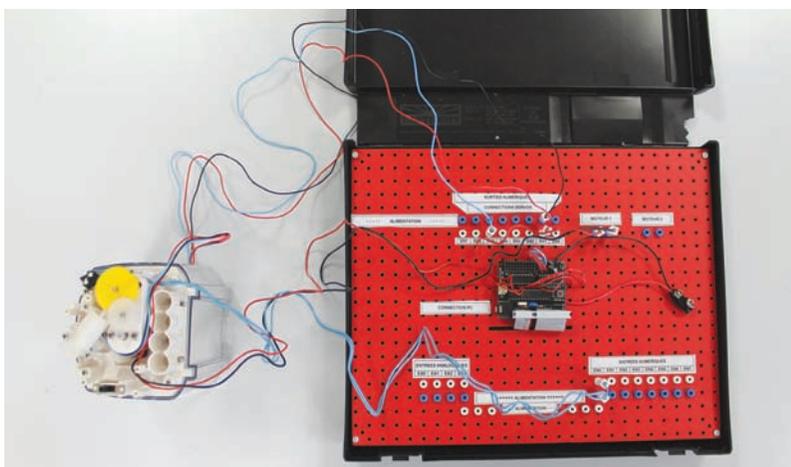
Séance 5 : reprogrammer le cycle de distribution

● Matériel nécessaire

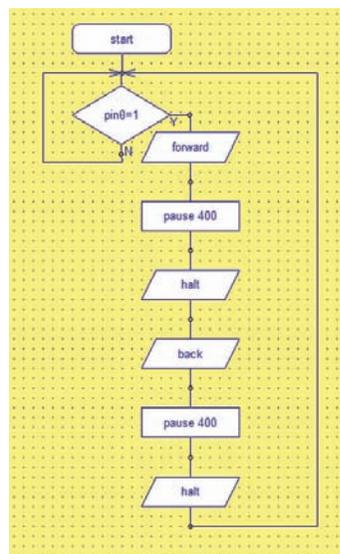
- Un distributeur didactisé avec accès aux câblages des différents composants
- Des instruments de mesure (réglet et pied à coulisse)
- Un carte de programmation de type Picaxe (fournisseur A4 Technologie) 15
- Un ordinateur muni d'un logiciel de programmation (Programming Editor ou Logicator)



15 La carte de programmation Picaxe



16 Le distributeur reprogrammable



17 L'algorithme

Après l'étude des solutions à caractère mécanique, intéressons-nous à l'autre hypothèse formulée par les élèves : agir sur le cycle de fonctionnement du mécanisme. Effectivement, durant l'observation du fonctionnement du distributeur, certains élèves ont proposé de modifier la programmation en rendant la rotation du moteur alternative. De cette façon, le piston n'effectuerait pas la totalité de sa course, et ainsi le volume de la dose distribuée serait diminué. Pour mettre en place cette activité, le professeur devra prévoir l'achat de plusieurs distributeurs afin d'en didactiser un en adaptant les connectiques du moteur à celles présentes sur sa carte de programmation 16.

Dans un premier temps, le groupe va devoir générer un programme sous forme d'algorithme (avec Programming Editor ou Logicator) permettant de faire tourner le moteur dans un sens puis dans l'autre 17. Rappelons que les élèves durant leur année de 4^e ont utilisé ces outils et matériels. Une fois ce programme transféré dans l'unité de traitement et le distributeur câblé, ils pourront valider leur solution ou en affiner les réglages afin d'atteindre le résultat escompté.

Pour aller plus loin : On pourra utiliser une sonde de type XLogger afin de relever l'évolution de la consommation de courant durant le cycle de distribution. Les élèves s'apercevront qu'au moment de l'inversion du sens de rotation du moteur un pic de consommation est enregistré. L'enseignant leur expliquera qu'à ce moment du cycle le moteur est victime de l'inertie des pièces en mouvement et qu'une temporisation lui est nécessaire pour attendre l'arrêt complet du mouvement avant de tourner dans l'autre sens. Une seconde mesure validera l'importance de cette temporisation en montrant la diminution du pic de consommation à cet instant.

Cette activité est ici proposée à la suite de la séance 4, mais elle aurait aussi bien pu être menée en parallèle, de façon à dissocier les activités au sein du groupe.

Le bilan

Le fait d'être confrontés à un objet technique issu de leur environnement proche apporte une motivation supplémentaire aux élèves. Le distributeur de savon reste complexe, mais sa facilité de démontage aide à la compréhension du fonctionnement.

La pièce à modifier, de petite taille (pignon + excentrique), sera vite imprimée (pas plus de 10 min) ; les élèves pourront ainsi imprimer et tester dans la même séance leur solution – gage de motivation supplémentaire.

L'utilisation de l'imprimante 3D suscite chez les élèves curiosité et motivation, car, pour eux, c'est la découverte d'un nouveau procédé de fabrication, assez original, par ajout de matière. La rapidité d'obtention des pièces maintient une dynamique au sein du groupe, et donne droit à l'erreur – un droit auquel les élèves ne sont guère accoutumés.

Enfin, ce support ouvre les portes de l'interdisciplinarité en tissant des liens avec les SVT, les mathématiques et les sciences physiques. ■

L'impression 3D

Un nouveau procédé de fabrication arrive dans nos collèges : l'utilisation d'une imprimante 3D pour fabriquer des pièces issues du domaine de la mécanique ou autre. Capable d'imprimer des objets en utilisant différents matériaux, cette méthode est annoncée comme étant une révolution : l'imprimante 3D, la machine à vapeur du XXI^e siècle ? Déjà présente dans l'industrie depuis plusieurs années, elle est maintenant arrivée dans le monde de l'éducation, à commencer par les lycées. Maintenant, grâce à la démocratisation grandissante de cet outil, les collègues, via les disciplines scientifiques, peuvent y accéder.

Quels sont les intérêts à investir dans ce type de machine ? Tout d'abord, le procédé de fabrication s'intègre parfaitement à une démarche de prototypage rapide grâce à la rapidité d'obtention de la pièce dessinée. Les élèves peuvent maintenant passer de la représentation virtuelle à l'objet réel en un seul clic. Il n'y a plus les contraintes de formes que nous imposait l'usinage par MOCN ; plus de risque de casse d'outils ou de blessures. La consommation de matière première devient moins importante (sans copeaux issus de la fabrication). En termes de pédagogie, ce procédé rompt avec cette façon de penser où l'élève n'avait pas droit à l'erreur. Il est dans la logique de la démarche d'investigation, où nos élèves peuvent émettre des hypothèses qui pourront se révéler, après tests, non réalistes. Il permet d'imprimer une solution, de la tester, puis, si elle n'est pas valide, de la modifier et à nouveau de finaliser par une impression. L'erreur devient possible, car les coûts engagés demeurent faibles (peu de perte de matière, pas d'investissement dans la fabrication d'un moule...), et le temps pour obtenir la nouvelle pièce modifiée raisonnable (impression en temps masqué possible). Enfin, le champ d'action de ce type de procédé de fabrication est phénoménal : il balaie tous les secteurs possibles, de l'alimentaire à la médecine en passant par la production ou l'habitat.

Procédure à suivre pour imprimer un modèle

Dessin du modèle

Utiliser un modéleur volumique pour dessiner le modèle à fabriquer. Ne pas se soucier des formes de type contre-dépouille car toutes les formes sont imprimables.

Sauvegarde du modèle

Sauvegarder le modèle au format STL. Si on utilise Google SketchUp, il faudra ajouter un module permettant l'exportation du fichier dans ce type de format. **a**

Réglage de la machine

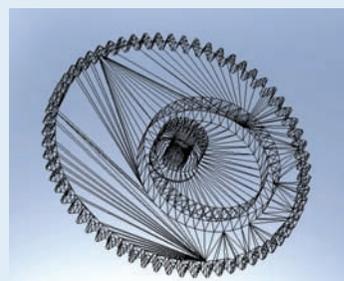
Plusieurs réglages sont nécessaires. Tout d'abord, au niveau de la machine, il faut vérifier que la table est parfaitement horizontale suivant les axes x et y. Une fois ce réglage effectué, on pourra la positionner suivant l'axe z. Ce réglage se fait à partir du logiciel, où l'on déplacera la table jusqu'à 0,8 mm (4 passes de 0,2 mm) de la buse. Cette valeur sera alors mémorisée. Au niveau de la qualité d'impression, on a le choix entre plusieurs finitions. On peut également définir un taux de remplissage des volumes du modèle. Ces paramètres auront une influence sur le temps d'impression ainsi que sur la résistance mécanique de la pièce imprimée.

Impression du modèle

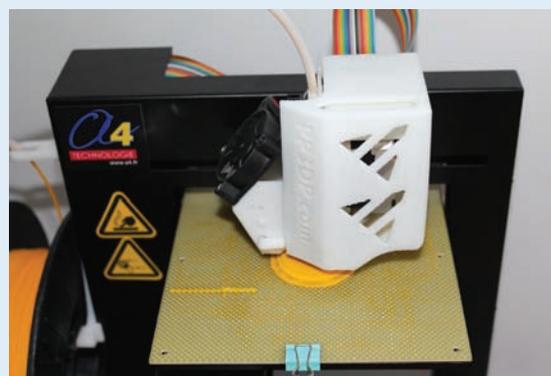
Il ne reste plus qu'à lancer l'impression comme avec une imprimante traditionnelle. Une petite variante toutefois : il faut attendre quelques minutes pour que la table et la buse d'extrusion soient à la bonne température... Donc, pas d'inquiétude si rien ne se passe à la première seconde. **b**

Une fois l'impression terminée, il faudra dissocier le modèle de son support d'impression. Attention, risque de brûlure ! Ces éléments sont chauds, il faut prévoir des gants. **c**

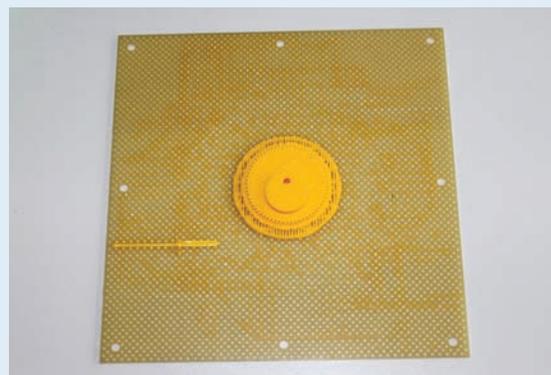
Une dernière manipulation est nécessaire. L'imprimante commence toujours par imprimer une couche de liaison entre le support d'impression et le modèle. Cette couche se retire aisément, car l'adhérence entre les deux parties est volontairement moins importante. **d**



a Le fichier STL



b L'impression du modèle 3D



c Le support d'impression



d Le pignon et la couche de liaison