

Easy Twist in ISI

ÉTIENNE BASTIDE⁽¹⁾

Il n'est pas toujours aisé de trouver un produit de l'environnement de l'élève qui présente des qualités techniques multiples, soit peu onéreux et surtout permette un grand nombre d'activités de formation pertinentes... dont une initiation au design industriel ! C'est le cas du tournevis électrique sans fil que nous vous présentons ici.

Le programme d'initiation aux sciences de l'ingénieur précise qu'il est important de proposer aux jeunes un enseignement qui leur apporte la connaissance et la compréhension de concepts élémentaires qui régissent les produits de leur environnement (BO du 31 août 2000).

Les équipements disponibles dans les laboratoires d'ISI (héritage de la TSA) sont souvent assez loin de

⁽¹⁾ Chef de travaux au lycée François-Mauriac-Forez d'Andrézieux-Bouthéon (42).

mots-clés
équipement
didactique,
prébac, travaux
pratiques

l'environnement habituel des élèves. Par contre, le développement de larges gammes de produits aux prix abordables a permis un équipement important des familles en outillage électroportatif. Le produit le plus répandu est certainement la perceuse-visseuse sans fil. Elle est utilisée comme support d'activités dans sa version la plus élémentaire : le tournevis électrique **1**. Sa conception permet d'aborder une grande partie des centres d'intérêts du programme

de 2^{de}, et son faible coût de multiplier les supports d'étude.

Le produit

L'usage du tournevis manuel devient rapidement fastidieux en cas d'utilisation intense **2**. L'idée de motoriser l'appareil s'est donc imposée. En 1968, Skil conçoit une première perceuse à batterie NiCd de 6 volts. Il faudra attendre 1986 pour voir apparaître le tournevis sans fil Twist équipé d'une batterie incorporée NiCd de 2,4 V. Cet outil sera fabriqué à un million d'exemplaires dans le monde. Le marché français actuel du tournevis à batterie est de 235 000 unités.

La miniaturisation des différents composants (moteur, transmission...) et les progrès effectués en matière de



2 Le confort de travail

Les caractéristiques de la visseuse sans fil 4,8 V modèle 2348AC

FONCTIONS ET ÉQUIPEMENTS STANDARD

- Batterie intégrée 4,8 V (NiCd, 1 100 mAh)
- 10 embouts (PZ1, 2, 3, PH1, 2, 3, S4, 6, T20, T25)
- Foret de préforage à tête hexagonale 2 mm
- Bouton avant/arrière
- Voyant avant/arrière
- Poignée bimatière
- Blocage de l'arbre pour une utilisation manuelle (autolock)

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- Capacité vis 5 mm
- Temps de charge de 3 à 5 h
- Porte-embout à tête hexagonale 6,35 mm
- Couple maxi. 8 Nm (suivant la norme ISO 5393* sur les outils pour assembler des éléments de fixation filetés)
- Vitesse à vide 200 tr/min
- Tension 4,8 V
- Masse 0,4 kg

* Cette norme internationale prescrit une méthode d'essai de laboratoire relative aux caractéristiques de fonctionnement des outils utilisés pour assembler des éléments de fixation filetés. Elle donne des instructions pour les caractéristiques à mesurer, et sur la manière d'évaluer et de présenter les résultats de mesure. Elle est applicable aux outils qui exercent un couple de serrage continu. Elle n'est pas applicable aux clés à choc, aux clés à rochet, aux clés à embrayage à rochet ou autres outils qui serrent les éléments de fixation par paliers discontinus en surmontant le frottement statique à chaque palier.



1 La visseuse électrique

stockage de l'énergie ont conduit aux produits que nous connaissons aujourd'hui et qui nous sont proposés par de nombreux constructeurs avec des caractéristiques variables suivant l'utilisation souhaitée.

Le constructeur Skil propose ainsi une gamme complète avec des alimentations allant de 4,8 V à 12 V pour des couples variant de 4 Nm à 14 Nm.

Le tournevis étudié est le plus petit de la gamme Skil sans fil 4,8 V, référence 2348AC. Il possède une tête pivotante pour les accès difficiles et un éclairage pour mieux voir la tête de la vis. Deux voyants de couleur indiquent le sens de rotation, et un blocage automatique de l'arbre autorise le vissage manuel. L'outil est fourni

avec dix embouts de vissage et un foret de 2 mm pour pré-percer en cas de vis à plus fort diamètre (ses caractéristiques complètes sont données en encadré).

Les activités pédagogiques

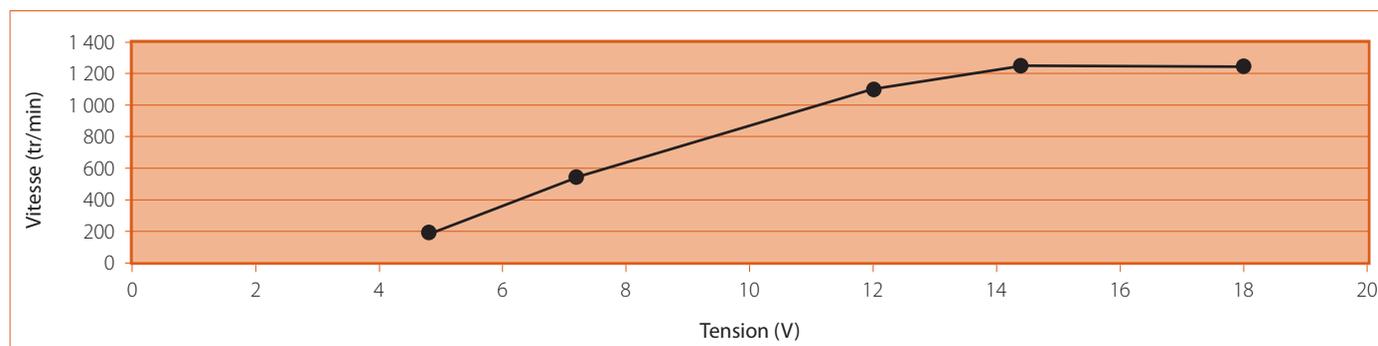
La mallette **E** proposée par Technologie Services permet de réaliser sept TP recouvrant quatre des cinq centres d'intérêt étudiés en ISI **4**. En voici trois pour exemple.

CI 1 : Les fonctions d'un produit

Une première activité consiste à rechercher sur le site de la marque, ou sur une documentation papier, les caractéristiques de quelques outils (tournevis et perceuses).

	Centre d'intérêt	Activité proposée
TP 1	CI 1	Découverte du produit
TP 2	CI 1	Analyse fonctionnelle
TP 3	CI 1	Structure du système
TP 4	CI 1	Comparaison de produits
TP 5	CI 2	La chaîne d'énergie
TP 6	CI 4	Représentation graphique du réel
TP 7	CI 5	Environnement, esthétique, ergonomie

4 Les 7 TP



6 Le tracé de la courbe de vitesse de rotation en fonction de la tension



© TECHNOLOGIE SERVICES

3 La mallette didactique

Outil	Tension (V)	Vitesse maxi. à vide (tr/min)
Tournevis 2348 AC Twist	4,8	200
Perceuse-visseuse 2972 AG	7,2	550
Perceuse-visseuse 2301 AE	12	550
Perceuse-visseuse 2302 AG	12	1 100
Perceuse-visseuse 2602 AC	14,4	1 250
Perceuse-visseuse 2702 AC	18	1 250
Perceuse-visseuse 2702 AD	18	1 250

5 Le récapitulatif des valeurs des visseuses de la gamme



© SKIL

7 Des photos d'outillages électroportatifs pour l'étude de leur design



8 Les fonctionnalités du produit

CI 5 : Environnement, esthétique, ergonomie et prévention

(Extrait du document d'accompagnement du programme d'ISI de 2^{de})

Ce centre d'intérêt regroupe beaucoup de préoccupations qui sont souvent des contraintes fortes lors de la conception d'un produit :

- l'esthétique pour la satisfaction des fonctions d'estime, un des éléments clés d'une démarche commerciale ;
- l'environnement pour l'ensemble des contraintes de recyclage ou de destruction ;
- l'ergonomie par son approche de l'homme en situation de travail ;
- la prévention et la sécurité par les exigences d'intégrité des personnes et des biens.

Les produits techniques de l'environnement quotidien, par leur forte diffusion, par la nécessité de leur impact commercial et par leur facilité d'utilisation sans risque de pénibilité ou de danger pour l'utilisateur, sont de très bons supports pour ce centre d'intérêt.

À partir du tableau 5, la courbe de vitesse en fonction de la tension d'alimentation se trace automatiquement à l'aide du grapheur 6. L'élève constate que la vitesse de rotation est plus élevée sur les machines qui ont une tension d'alimentation plus élevée.

Un autres tableau plus complet permet de récapituler les valeurs de couple, de puissance et de capacité de la batterie de la gamme des produits. Deux autres courbes se tracent automatiquement (couple, puis puissance en fonction de la tension).

Cet exercice permet de se familiariser avec des grandeurs physiques et les unités de mesure liées aux énergies d'entrée et de sortie du produit.

En fin de séance, l'élève doit pouvoir justifier un choix de machine par des arguments techniques.

Plusieurs autres activités sont proposées sur le CI 1, utilisant les outils d'analyse et de représentation fonctionnelle (graphe d'interactions, schéma structurel des chaînes...).

CI 5 : Environnement, esthétique, ergonomie et prévention

Cette activité permet de traiter un centre d'intérêt, le CI 5 (voir ci-dessous), généralement difficile à traiter et peu abordé à partir de produits du marché. « Ces produits sont fabriqués en série et "mis en forme" par des designers industriels, après une étude technique, pour les rendre plus fonctionnels, plus économiques, plus attractifs, plus écologiques et représentatif de l'image de marque de l'entreprise » (Philippe Taillard,

© SKIL

« Le beau dans l'utile », *Technologie*, n° 157 spécial design industriel, sept.-oct. 2008).

À travers des photographies de machines électroportatives de différents fabricants **7**, il est demandé à l'élève de relever les éléments qui caractérisent les marques.

En manipulant la visseuse, l'élève découvre tous les éléments constitutifs du produit **8** qui participent à son ergonomie : la qualité de prise en main, la facilité de changement des embouts de vissage, l'adaptation de la configuration du produit aux situations de travail **9**, l'indication visuelle du sens de rotation, l'éclairage de la scène de travail **10**...

On lui demande de réfléchir sur ce qui fait qu'un produit plaît à l'acheteur (forme, couleurs, association de couleurs...).

Sur certaines pièces, le matériau utilisé est indiqué. Une documentation permet d'aborder des notions très élémentaires sur les matériaux plastiques.

CI2 : La chaîne d'énergie

L'activité proposée permet d'étudier les fonctions « alimenter », « distribuer », « convertir » et « transmettre ».

La fonction « alimenter »

L'élève constate que sur le tournevis la tension indiquée est 4,8 V.

Il observe les deux boîtiers **11** qui sont dans la mallette et constate qu'il y a :

- dans l'un, quatre accumulateurs de 1,2 V reliés à deux douilles (noire et rouge) ;
- dans le second, un moteur également relié à deux douilles de couleur ainsi

qu'un interrupteur et un petit circuit imprimé sur lequel sont montés divers composants. Sur le moteur, on lit que la tension nominale est de 4,8 V.

En utilisant le dossier technique, il faut expliquer comment on obtient 4,8 V à partir de quatre éléments de 1,2 V.

La mallette comporte également un chargeur qui permet la recharge du bloc d'alimentation. On peut lire (sur le boîtier) que la tension fournie est de 6 V. À l'aide d'un voltmètre, on mesure sur le bloc d'alimentation (lorsqu'il vient d'être chargé) la tension réelle disponible à vide.

Il est demandé de comparer ces différentes valeurs et d'expliquer l'écart constaté (à l'aide de la documentation).

La fonction « distribuer »

Cette fonction est réalisée par l'interrupteur et l'inverseur.

Si l'on relie le bloc moteur au bloc d'alimentation, le moteur tourne en cas d'appui sur l'interrupteur. On constate bien sûr que l'inversion des câbles au niveau de l'alimentation provoque l'inversion du sens de rotation. On constate également que ce n'est pas le même voyant qui est éclairé.

Sur le schéma **12**, l'élève doit indiquer le sens du courant, qui permet d'expliquer le fonctionnement des voyants (ce sont des leds).

Une mesure aux bornes du moteur permet de vérifier que la tension en charge est de l'ordre de 5 V.

La fonction « convertir »

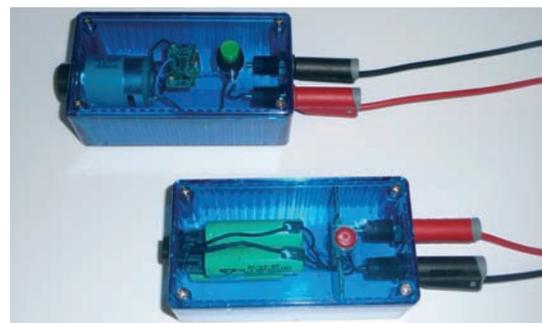
Il s'agit de la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique réalisée par un moteur.



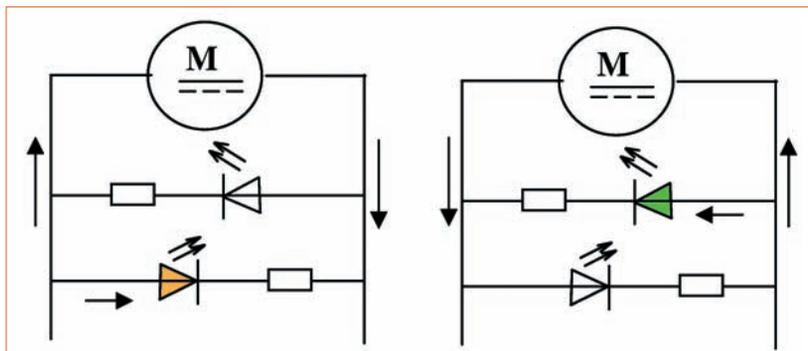
9 L'adaptabilité du produit aux différents usages



10 L'éclairage de la zone de travail



11 Le bloc moteur et le bloc d'alimentation du système didactisés



12 Le fonctionnement des leds de visualisation du sens de rotation

Le dossier technique permet de déterminer une vitesse théorique du moteur : 17 500 tr/min. À l'aide d'un tachymètre, il est possible de mesurer cette vitesse : 17 200 tr/min. On peut constater que les valeurs sont assez proches, mais différentes. L'élève doit donner une explication de cette différence.

La fonction « transmettre »

Cette fonction est réalisée par un réducteur à trains épicycloïdaux [13].

La vitesse du tournevis mesurée au tachymètre est de l'ordre de 190 tr/min ; celle annoncée par le constructeur, de 200 tr/min. La réduction de vitesse est de l'ordre de 1/90.

Les élèves plus rapides sont amenés à expliquer pourquoi il est nécessaire de réduire la vitesse. Il est également possible de leur faire calculer la réduction

à partir du nombre de dents des différents pignons (la formule leur est bien sûr donnée).

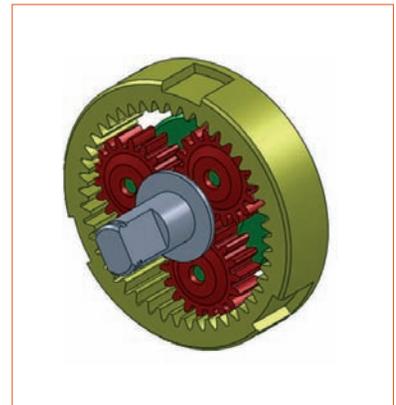
Remarque : Une animation permet de visualiser le fonctionnement d'un réducteur de ce type.

Conclusion

Ce produit de grande diffusion, de l'environnement quotidien des élèves – qui du coup y sont très réceptifs – permet d'aborder facilement la notion de design, notamment l'ergonomie, ce qui n'est pas si fréquent...

Au point de vue technologique, il donne la possibilité d'étudier une chaîne d'énergie simple dans sa totalité... avec tout de même une réduction par train épicycloïdal !

De plus, il existe, dans cette gamme, des objets similaires qui permettent



[13] Une vue en 3D du réducteur épicycloïdal

de traiter des centres d'intérêt complémentaires.

Enfin, autre atout du produit, son rapport qualité-prix – un point non négligeable dans une période de budgets tendus... ■

[PUBLICITÉ]

Seconde isi

Mallette mini visseuse didactisée

- Étude d'un système portatif avec batterie NI-Mh
- Étude des pignons planétaires et satellites ainsi que la couronne dentée
- Fonction d'un produit : 4h30 de TP
- Chaîne d'énergie : 2h de TP
- Représentation graphique du réel : 1h30 de TP
- Environnement - Esthétique - Ergonomie : 2h de TP

349€ HT

Réf. MP100

- Contenu de la mallette :
- une mini-visseuse
 - une alimentation
 - des pièces détachées
 - deux modules d'expérimentation
 - un dossier technique
 - un dossier professeur
 - un dossier élève
 - un CDRom incluant les TP et leurs corrections.

Offre découverte :
Étudiez 2 objets complémentaires de la vie courante

698€ 649€
Réf. MP130P



Mini-visseuse



Multi-cutter



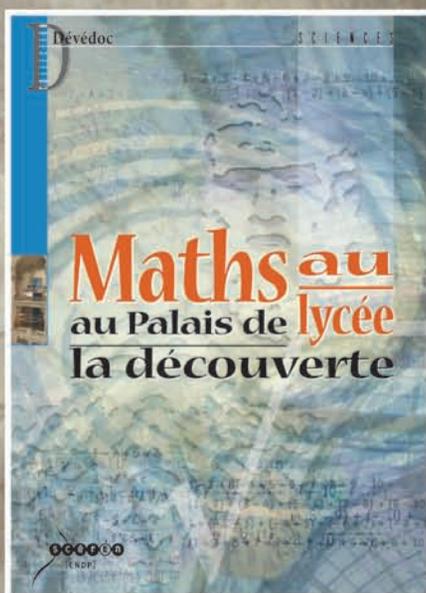
Toutes nos valises sont fournies avec en environnement pédagogique complet



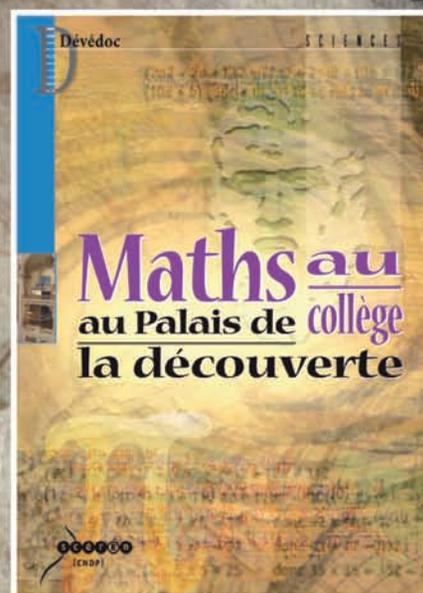
0 820 820 081
0,088 € la minute T.T.C.

Les Vincents – Route de Saint-Étienne – BP4 –
42210 MONTROND-LES-BAINS FAX : 04 77 94 55 14

Maths **au collège** **au lycée** au Palais de la découverte



Maths au lycée
au Palais de la découverte
DVD vidéo 182 min et livret
Réf. 755B0747 29 €



Maths au collège
au Palais de la découverte
DVD vidéo 163 min et livret
Réf. 755B0762 - 29 €

Destinés à être utilisés par un enseignant dans sa classe, ces DVD et leur livret d'accompagnement pédagogique s'adressent aussi à tous les curieux de mathématiques. Au travers de ses expérimentations, Pierre Audin, médiateur scientifique au département Mathématiques du Palais de la découverte, nous transporte auprès de grands mathématiciens, d'Ahmès ou Pythagore de Samos jusqu'à Gauss, Karatsuba, Mandelbrot ou Douady ...



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE
[CNDP - CRDP]

Où trouver ces DVD dans le réseau SCÉRÉN ?

À la Librairie de l'éducation
13, rue du Four - 75006 Paris
Métro Mabillon
T 01 46 34 54 80

Dans les librairies des CRDP et CDDP
www.sceren.fr/cndp_reseau/
En ligne
www.sceren.com