



Le Technologue



Mai 2004

Editorial

Ce numéro du *Technologue* est consacré à la technologie électronique CMS.

L'observation d'un circuit électronique actuel fait clairement apparaître que les composants qui le constituent sont d'une taille qui n'a plus rien à voir avec celle des composants traditionnels, et qu'ils sont dépourvus de pattes.

Depuis plus de vingt ans en effet, l'industrie de l'électronique a changé de technique et utilise les composants dits de surface.

La question qui se pose est alors de déterminer s'il est raisonnable d'aborder ces pratiques sociales de référence dans le cadre de l'enseignement de la Technologie au collège. Les coûts du matériel jusqu'à un passé récent nous l'interdisaient. Aujourd'hui, un matériel simplifié, plus abordable, et d'une utilisation simple ouvre sur de nouveaux horizons.

Depuis l'année dernière, une expérimentation est menée au centre ressource de Technologie de l'académie de Paris. Elle a permis de valider la faisabilité pratique et pédagogique de fabrications CMS au collège. Les premières formations ont été dispensées. Restent à résoudre les problèmes de financement avec le Conseil général du département.

Pour ceux qui ignorent encore tout de cette technologie, ce numéro du *Technologue* apportera les connaissances de base. Mieux coller à la réalité industrielle, comprendre et pratiquer les techniques contemporaines, rendre notre enseignement encore plus attractif, voilà quelles sont les motivations de cette nouvelle orientation.

Bonne lecture !

L'IPR en charge de la Technologie
Christian Patoz

Sommaire

Éditorial	1
La définition	1
Les grands principes de la réalisation des produits en technologie CMS	3
Dossier : Étude et réalisation du prototype d'un triangle de sécurité utilisant la technologie CMS	9

La définition : CMS

Christine Mérieux

Contrairement au composant traditionnel, connecté par une broche, le composant monté en surface est directement plaqué sur le support. L'ensemble est plat et de format réduit.

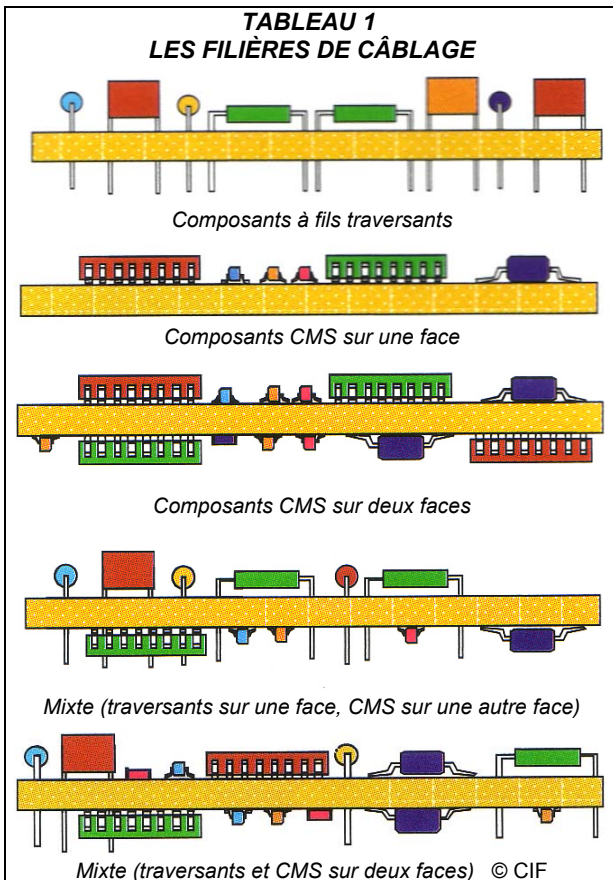
CMS (Composants Montés en Surface) est la traduction de l'anglais *SMD* (*Surface Mounting Device*). Le terme CMS se rapporte, non seulement aux composants, mais également à tout ce qui est machine et processus. Cette technologie constitue un véritable tournant en matière de réalisation des circuits imprimés. Non seulement elle permet une miniaturisation importante des composants (donc des produits), mais elle répond aux quatre grands défis de l'électronique contemporaine : « *toujours plus petit, toujours plus intelligent, toujours plus fiable, toujours moins cher* ».

Le passage de cartes imprimées équipées de composants classiques à fils traversants vers les cartes de montage en surface date des années 1980. Cette technologie ne cesse de prendre une place croissante au détriment des composants traditionnels (dits à fils traversants¹). De l'ordre de 15% dans les années 1980, la part des CMS dépasse les 80% en 2000 dans la réalisation des cartes électroniques.

¹ Les pattes du composant traversent le circuit imprimé qui doit être percé pour laisser passer celles-ci au travers du circuit. Elles sont ensuite soudées sur les pistes du circuit imprimé.

La technique des composants à fils traversants fait une distinction entre le côté « composant » et le côté « soudure ». La technologie CMS permet de connecter des composants des deux côtés du circuit imprimé ou d'effectuer des montages mixtes (composants classiques et composants pour montage en surface)².

Les pattes des composants classiques sont insérées dans les trous du circuit imprimé, les composants CMS sont fixés à plat sur la carte, de la pâte à souder, une colle ou un flux permettent de les fixer.



Les avantages liés à l'utilisation des CMS sont de plusieurs ordres.

Des avantages mécaniques

La **réduction du volume** des composants et donc **de la surface** sur le circuit imprimé atteint un rapport de un à sept. Le **gain de poids** de l'ensemble qui sera plus léger et la **densité d'intégration** des composants qui sera plus grande rend les cartes moins sensibles aux vibrations. Elles pourront être placées dans des milieux plus hostiles.

² Voir le tableau 1 : Les filières de câblage.

Des avantages électriques

Les distances entre les composants étant plus faibles, on réduit les **effets parasites**. Les temps de réponse des signaux sont améliorés. L'absence de « trous » de connexion **améliore la fiabilité**, les interfaces mécaniques étant réduites, ceci minimise les risques de faux contacts.

Des avantages au cours de la fabrication

L'absence de perçages permet de gagner un temps très important dans la **préparation du circuit imprimé**. Le **positionnement des composants est plus aisé**. Il n'y a pas d'insertion de pattes, les opérations de pliage et de coupe des pattes sont supprimées.

Des coûts plus faibles

La réduction du volume de stockage, celle de la surface du circuit imprimé et la suppression des perçages conduit, pour l'entreprise, à une baisse de coût global comprise entre 50% et 60%. Les avantages essentiels du montage en surface se résument ainsi : **rationalisation, miniaturisation, fiabilité**. Le CMS est une technologie devenue incontournable aussi bien pour le professionnel que pour l'amateur.

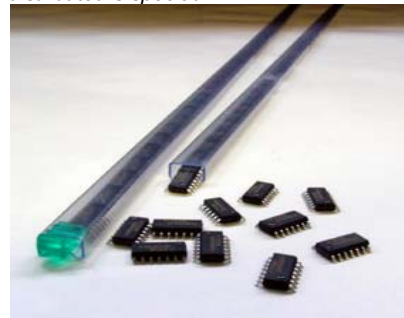
CONDITIONNEMENT DES COMPOSANTS CMS

Conditionnés et livrés en bande ou en réglette, les composants sont directement utilisables sur des supports et distributeurs spéciaux.



Le vrac

Au cours de leur utilisation, les composants ne sont jamais en vrac dans une boîte ou un sachet. Par contre, pendant leur utilisation, ils sont fréquemment disposés en vrac dans les alvéoles d'un carrousel. Conditionnés en bande ou réglette, les composants sont directement utilisables sur des supports et des distributeurs spéciaux.



La réglette

Ce mode de conditionnement est réservé aux composants « assez gros » comme les circuits intégrés.

CONDITIONNEMENT DES COMPOSANTS CMS (suite)



© CIF

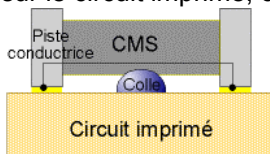
La bande

La bande alvéolée est une forme de conditionnement très souvent utilisée et qui présente beaucoup d'avantages, son développement est aujourd'hui le plus important. Il existe deux types de bandes alvéolées : carton et plastique.

Les grands principes de réalisation des produits en technologie CMS

Christine Mérieux

Les composants montés en surface sont collés sur le circuit imprimé, côté pistes.



On dépose une pâte sur le circuit imprimé, à l'endroit où ils seront placés, puis on pose les composants sur cette pâte.

Le soudage s'effectue par fusion. Différentes procédures permettent de réaliser des montages CMS, manuels ou industriels, sur une ou deux faces du circuit imprimé, et selon une technologie CMS pure ou mixte (CMS et composants traversants). Voir les illustrations : tableau 1 p. 2, tableau 2 p. 6, tableau 3 p. 7.

I. Le principe de brasage

A. Le dépôt de l'alliage

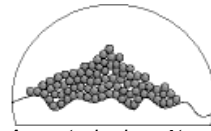
La pâte permettra au composant d'adhérer sur les pistes conductrices du circuit imprimé. Elle doit permettre une adhérence suffisante pour retenir les composants, même lourds, sur toutes les surfaces de la carte imprimée. Les pâtes à souder portent également le nom de pâtes à braser, crèmes à souder ou crèmes à braser. La qualité de ces pâtes est définie par plusieurs critères.



© CIF

Pots et seringues de pâte à braser

1. La granulométrie



Aspect de la pâte à souder

L'observation d'une pâte à souder au microscope révèle la présence de petites sphères métalliques dont le diamètre varie suivant la pâte : c'est la granulométrie, définie par un chiffre de l'ordre du micron.

2. L'alliage de la pâte à souder

On utilise des alliages « étain-plomb » ou des alliages de composition proches qui ont la propriété d'être eutectiques, c'est-à-dire qu'ils passent rapidement de l'état solide à l'état liquide sans transition pâteuse. Les propriétés eutectiques d'un alliage lui donnent les qualités suivantes :

- point de fusion bas (183° C, ce qui rend acceptable la température supportée par le substrat et les composants) ;
- fusion franche (la fusion et la solidification se font à une température précise) ;
- grande mouillabilité (ceci permet une excellente adhésion sur les métaux).

Ces alliages doivent posséder de bonnes caractéristiques électriques. Au moment de la fusion, le changement d'état « solide-liquide » est mis en évidence par l'observation visuelle.

À ces alliages on rajoute 2% d'argent. L'argent sature le bain de soudure et évite la dissolution de l'alliage par réaction chimique. Il stabilise les tensions de surface au moment de la fusion et améliore ainsi les qualités de l'adhésion.

À compter du 1^{er} juillet 2006, toute l'industrie électronique sera obligée d'utiliser des alliages sans plomb. Ces directives européennes trouvent leur source dans un souci de préservation de l'environnement.

L'industrie électronique est à l'origine de 2,5 à 3 % de la consommation mondiale de plomb.

Cette nouvelle législation implique de repenser toute la filière de fabrication des cartes électroniques.

3. Le flux

Le flux est une résine à forte viscosité qui maintient les nodules métalliques en suspension. Son rôle est multiple :

- éliminer toute trace d'oxyde qui pourrait recouvrir les grains métalliques ;
- nettoyer les surfaces à braser ;
- réduire les forces de tensions superficielles qui pourraient exister, au moment de la fusion, entre l'alliage d'apport et le métal à souder ;
- aider au transfert de chaleur entre les contacts métalliques ;
- éviter l'oxydation des contacts après soudure.

Il existe deux grandes catégories de flux, ceux dont les résidus sont solubles dans des liquides organiques, ceux dont les résidus sont solubles dans l'eau.

4. La viscosité

Elle est déterminée par la charge métallique, constituée par l'alliage, et par la composition du flux. La température ambiante joue un rôle important (la viscosité diminue avec l'augmentation de la température). La viscosité jouera sur la qualité des soudures.

5. La durée de vie des pâtes

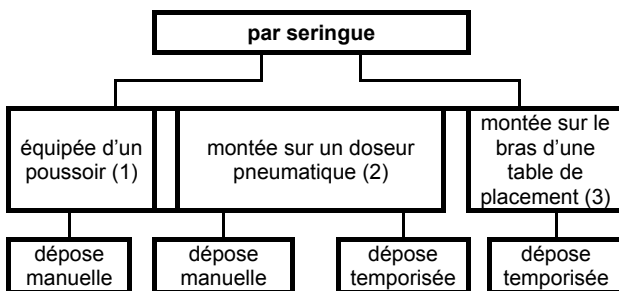
La durée de vie moyenne d'une pâte à souder est de six mois. Il faut les conserver dans un endroit frais.

B. Méthodologie de dépôt de l'alliage

Deux techniques permettent de déposer la pâte à souder sur le circuit imprimé : *par seringue*, *par sérigraphie*.

1. La dépose de la pâte par seringue

Quelle que soit la technique de dépose associée à la seringue et le matériel utilisé, celle-ci sera toujours équipée d'une *aiguille* dont le choix se fera en fonction des applications.



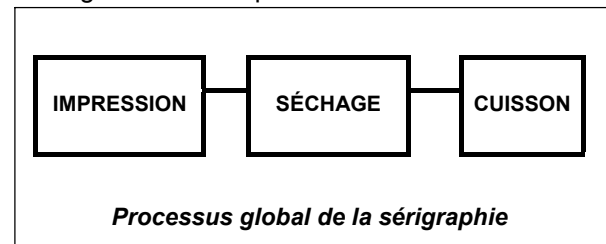
(1) *Équipée d'un poussoir* : méthode la plus rudimentaire et la plus économique destinée à des applications ne demandant pas de grande précision.

(2) *Montée sur un doseur pneumatique*, il peut être à commande manuelle ou pneumatique. L'opérateur n'a plus à exercer de pression manuelle pour la sortie de la pâte à souder à l'extrémité de la seringue. Ce type d'appareil est équipé d'une pédale et la commande se fait par le pied. La temporisation est réglable. Le doseur peut gérer tout type de fluide (adhésif ou flux). Un système permet d'éviter la formation d'une goutte après dépose de chaque volume de pâte à braser.

(3) *Montée sur le bras d'une table de placement*, ce système permet aussi bien la dépose de la pâte que le placement des composants. Les tables de placement permettent de réaliser un travail précis. Le dosage peut être en continu ou temporisé, un système anti-goutte réglable en fonction de la viscosité de la pâte est prévu.

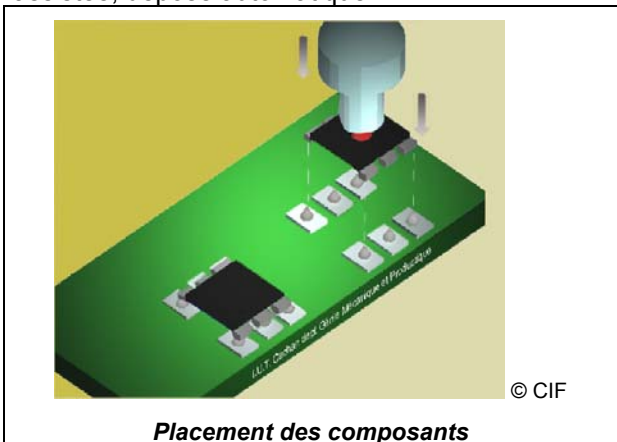
2. La dépose de la pâte par sérigraphie

La sérigraphie consiste à transférer un motif d'un écran sur un substrat par dépôt ou impression d'une encre ou pâte. Ce procédé est efficace et garantit une bonne reproductibilité ainsi qu'une homogénéité des dépôts.



II. La dépose des composants

Plusieurs techniques permettent la dépose des composants : dépose manuelle, dépose manuelle assistée, dépose automatique.



Placement des composants

A. La dépose manuelle

La dépose manuelle avec une pince de brucelles est le moyen le plus élémentaire. Il offre peu de souplesse, son utilisation est délicate et demande une grande dextérité. La dépose manuelle à l'aide d'un *stylo pneumatique* permet la préhension des composants. La ventouse plaquée sur le composant crée une dépression qui maintient le composant. Le stylo pneumatique est accompagné d'une pompe à diaphragme assurant la dépression. La commande peut être effectuée au pied à l'aide d'une pédale ou directement sur le stylo. La pose de composants en grand nombre nécessite un matériel plus performant.

La dépose manuelle assistée avec une table de placement se fait à partir d'un système muni soit d'un seul bras (pour le dosage et la pose des composants), soit de deux bras. Chaque bras assure une fonction : dosage des pâtes à souder et dépose des composants. Cette méthode permet de placer un grand nombre de composants en un temps très rapide (plus de 600 composants à l'heure). L'aspiration des composants est commandée par l'affleurement de ceux-ci avec la ventouse grâce à un micro-contact situé dans la tête de placement et activant une pompe à diaphragme. Le dosage de la pâte à souder peut être manuel ou temporisé. Un système vidéo

peut être adapté sur les tables de placement, ceci permet un contrôle du processus de dépose de la pâte et de placement des composants.

B. La dépose automatique

Elle s'effectue avec une machine de production automatique équipée d'une ou plusieurs têtes. Ce procédé est utilisé pour les productions en nombre élevé. Ces machines peuvent déposer au moins 5 000 composants à l'heure.

III. La soudure

Cette étape est celle de la fusion de la pâte à souder. Plusieurs procédés de fusion existent : avec un fer à souder, un fer à air chaud, refusion (avec un four à convection ou un four à infra-rouge), soudure à la vague. Un pré-chauffage du substrat est nécessaire pour :

- réduire les chocs thermiques subis par le circuit imprimé et les composants. Les chocs thermiques pouvant détériorer les composants et décoller les pistes du circuit imprimé ;
- conserver une bonne viscosité de la pâte à souder ;
- supprimer le micro-billage de la soudure.

A. La soudure avec un fer à souder

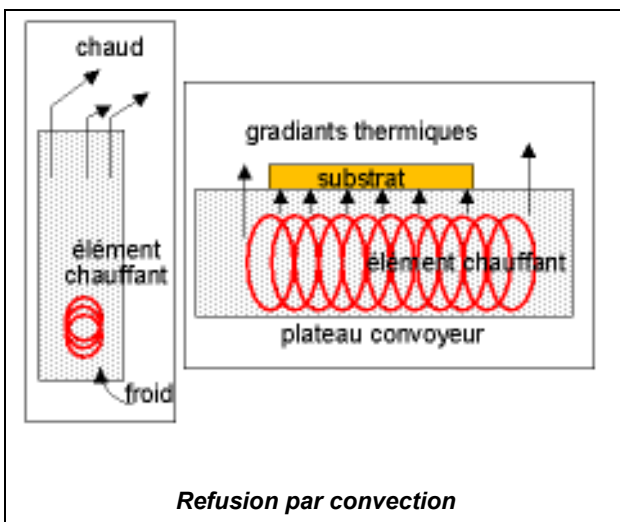
Ce procédé de soudage par contact est utilisé pour la réalisation de « cartes prototypes » ou pour retoucher une soudure. On utilise des fers à souder munis de micro-pannes choisies en fonction des besoins.

B. La soudure avec un fer à air chaud

Le soudage est sans contact, les buses du fer à air chaud sont choisies en fonction des applications (doubles ou simples).

C. La refusion

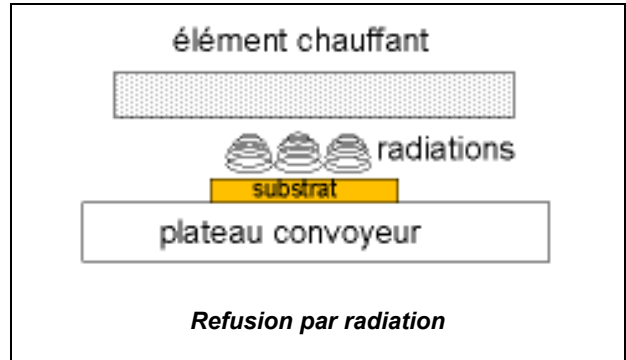
Le transfert de la chaleur peut se faire soit par convection, soit par radiation.



Par convection, l'échauffement est produit au sein d'un fluide par le double mouvement des couches

chauffées ascendantes et des couches froides descendantes.

Cette méthode est plus économique, mais l'inertie est importante et il faut faire attention à une bonne répartition de la chaleur sur le circuit imprimé et sur les composants.



L'énergie est émise et propagée sous forme d'ondes électromagnétiques à travers un milieu matériel.

Cette méthode est utilisable pour les circuits « double-faces », elle permet de réduire l'oxydation des composants en atmosphère protégée. Mais son coût est plus important

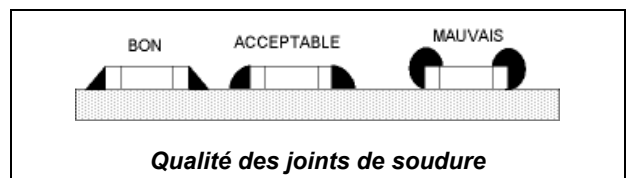
D. La soudure à la vague

C'est une méthode industrielle utilisée pour les cartes mixtes (composants CMS et traversants).

IV. Le contrôle

Le contrôle des cartes CMS est une opération très importante car elle permet d'assurer la fiabilité du fonctionnement du produit.

Le contrôle du dosage de la pâte à souder et celui du positionnement des composants, avant soudure, est très important. Les défaut majeurs sont détectés par observation visuelle à l'aide d'une lunette ou d'un équipement vidéo (soudure incomplète [microbillage], court-circuit [trop de soudure ou soudure mal répartie], composant mal positionné).



Un composant légèrement décentré par rapport aux pistes du circuit imprimé se positionne correctement, dans la plupart des cas, si les différentes phases du cycle de refusion sont respectées. La pâte à souder se répartit par capillarité autour de la connexion au moment de la soudure.

Dans le cas du soudage à l'air chaud, la pression de l'air doit être adaptée pour ne pas déplacer les composants.

La répartition thermique sur les broches d'un composant doit être la plus homogène possible, une connexion soudée avant l'autre entraîne le déplacement du composant.

V. La réparation

Il est nécessaire d'assurer la maintenance et la réparation des circuits CMS avec du matériel spécifique. La réparation peut consister à :

- refaire une soudure (suppression du micro-billage, d'un court-circuit) ;
- repositionner un composant ;
- remplacer un composant défectueux.

Plusieurs techniques permettent d'assurer ces opérations de réparation.

A. La réparation avec une pince coupante

La solution est économique et permet de couper le composant patte par patte sans appliquer d'effort au niveau des pattes adjacentes. Mais le composant est détruit, la réparation est longue et impose de retirer les pattes du composant une par une à la pince brucelles et au fer à souder.

B. Le dessoudage par contact

Rapide et efficace, il est indispensable pour les composants de petite taille. Il permet la récupération des composants non endommagés. Cette méthode est économique, mais elle nécessite des pannes adaptées. L'opération demeure délicate et

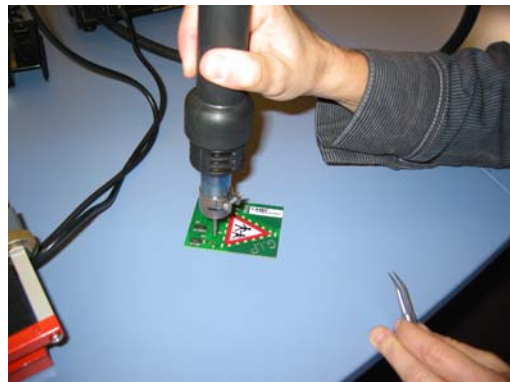
demande une bonne dextérité, notamment pour ne pas décoller les pistes du circuit imprimé.

C. Le dessoudage à l'air chaud

Cette technique permet de dessouder la plupart des composants sans exercer de contrainte mécanique sur les pattes des composants et les pistes du circuit imprimé. Elle limite les chocs thermiques, elle est indispensable pour les opérations de ressoudage. Mais elle nécessite un outil pour la préhension du composant.

Une station de réparation comprend les éléments suivants :

- un stylo de préhension des composants ;
- un stylo à air chaud ;
- un fer à souder « double pince » ;
- un fer à souder équipé d'une micro-panne.



Dessoudage à l'air chaud

TABLEAU 2 : PROCÉDURE GÉNÉRALE DE MONTAGE CMS

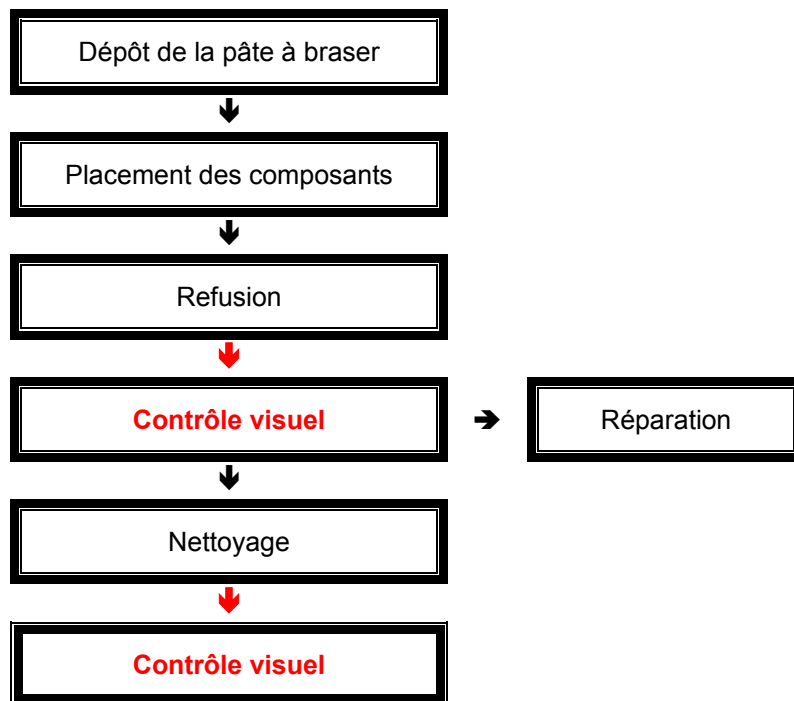
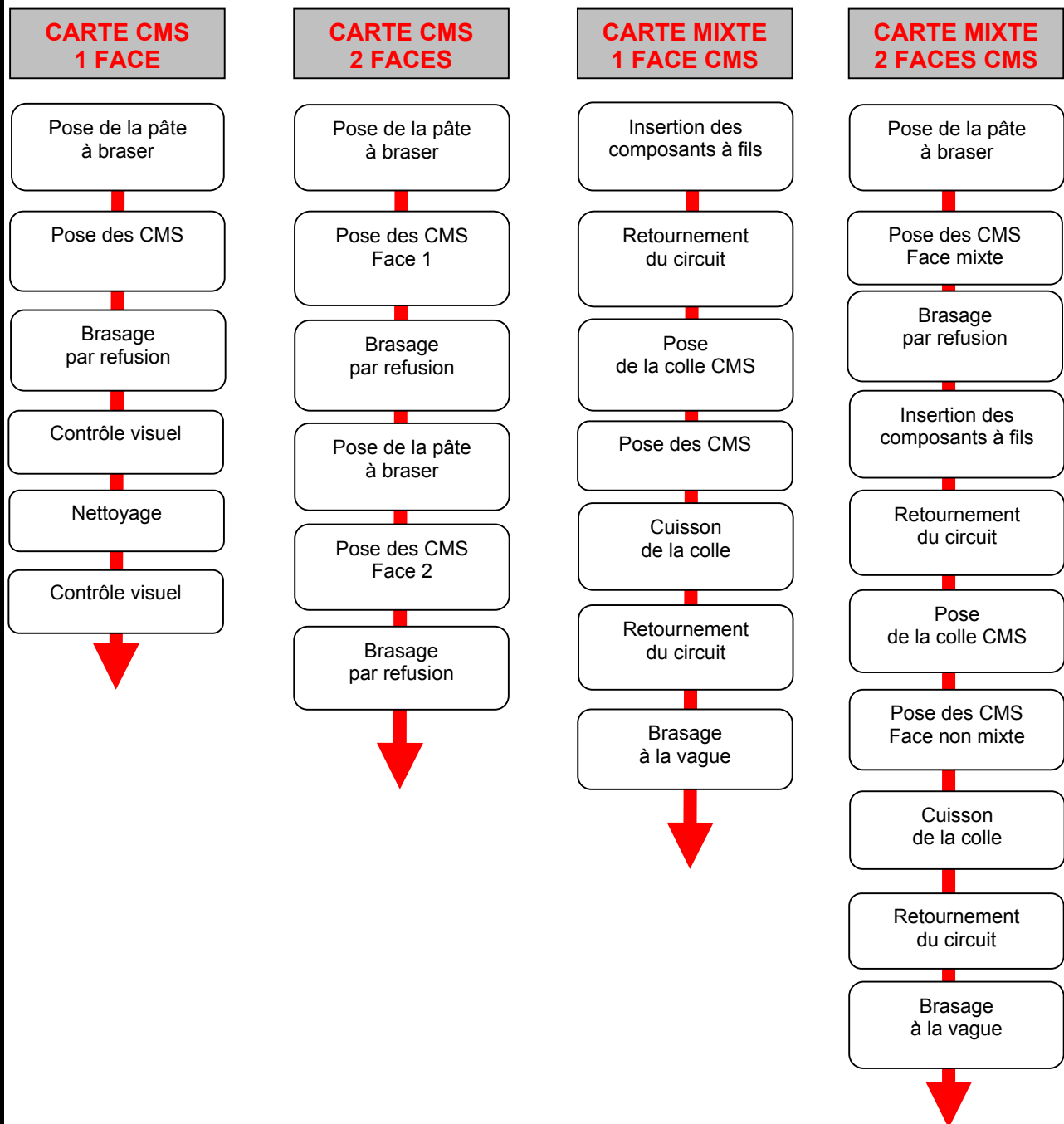


TABLEAU 3 : LES DIFFÉRENTES PROCÉDURES DE CÂBLAGE DES CMS

Document réalisé par Abdel Aziz Brik et Claude Déron, professeurs formateurs



Pâte à braser : elle est utilisée pour le brasage (collage) des CMS. Elle est constituée d'un alliage et d'un flux dont les caractéristiques sont identiques à ceux utilisés pour un brasage à la vague ou avec un fer à souder.

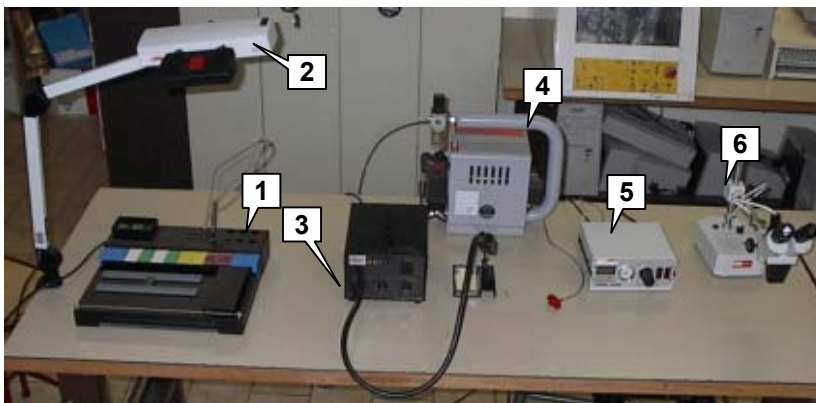
Colle CMS : c'est une colle mono-composante sans solvant de couleur rouge. Elle est utilisée pour le brasage des cartes mixtes (traversants et CMS) lors du passage à la vague. Elle se polymérise à la chaleur.

Brasage à la vague : le procédé consiste à assembler des composants électroniques sur un circuit imprimé. Les composants sont d'abord assemblés manuellement sur le circuit. L'ensemble est alors introduit sur le convoyeur de la machine à braser à la vague. La carte, après avoir été imprégnée de flux et préchauffée, affleure une vague d'alliage étain/plomb. Cet alliage constitue la brasure entre les composants et le circuit imprimé.

Brasage par refusion : le procédé consiste à assembler des composants électroniques sur un circuit imprimé. Les composants sont d'abord assemblés automatiquement sur un circuit imprimé sur lequel a été sérigraphiée de la crème à braser (la brasure). L'ensemble est ensuite transféré dans un four à passage appelé four de refusion.

TABLEAU 4 : UN POSTE DE TRAVAIL CMS ADAPTÉ AU COLLÈGE

Document réalisé par Abdel Aziz Brik et Claude Déron, professeurs formateurs



Le poste de travail CMS (Composants Montés en Surface) est constitué des éléments suivants :

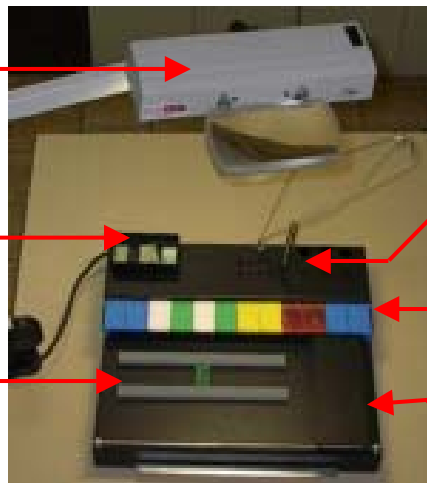
- 1. Station de placement manuel
- 2. Lampe à loupe
- 3. Station de dessoudage
- 4. Compresseur

- 5. Doseur manuel
- 6. Binoculaire (stéréomicroscope)
- 7. Four de refusion sécurisé

La lampe loupe permet de travailler en toute sécurité.

La boîte de rangement aimantée.

Le plan de travail permet d'effectuer l'ensemble des opérations nécessaires à la brasure des CMS. Il permet de caler un CI afin de travailler avec précision.

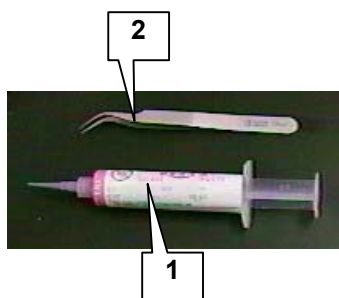


Le bras manipulateur permet de prendre les composants par un système d'aspiration.

Les boîtes des composants permettent de stocker et de classer les composants pour les reconnaître et les saisir facilement.

Le support bras anti-fatigue.

La station de placement



Autres éléments

- 1. La seringue permet de déposer de la pâte à braser sur le CI.
- 2. La pince permet d'ajuster la position des composants sur le CI.
- 3. Le générateur d'air chaud permet le soudage et le dessoudage de petits composants simples et la polymérisation de la colle.
- 4. Le doseur comprend une fonction manuelle ou automatique. En mode manuel, la taille du dépôt est fonction du temps de pression sur la pédale. En mode automatique, la pédale est couplée à un temporisateur à affichage digital qui assure des points identiques répétitifs.

DOSSIER

Etude et réalisation du prototype d'un triangle de sécurité utilisant la technologie CMS

Christine Mérieux

Préambule

*En faisant de la lutte contre l'insécurité routière une priorité nationale, le président de la République sollicite tous les services de l'État pour **faire progresser la sécurité sur la route.***

*Le risque routier constitue encore, en France, un facteur majeur d'accidents. Il est la première cause de mortalité chez les jeunes de plus de dix ans. Le ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche intègre cette exigence nouvelle **en renforçant les mesures relatives à la mise en œuvre de l'éducation à la sécurité routière en milieu scolaire**, dimension présente de longue date dans les textes législatifs.*

Au collège, prenant en compte les acquis du primaire, l'éducation à la sécurité routière se poursuit tout au long de la scolarité du collège et comporte deux évaluations, sous la forme d'attestations scolaires de sécurité routière (ASSR), organisées en cinquième pour le premier niveau et en troisième pour le second.

Il s'agit de rendre plus lisible la prise en compte de cet enseignement obligatoire dans les horaires et programmes des différents champs disciplinaires à l'école et au collège. Pour cela, il faut :

- *inscrire l'acquisition de savoirs et de comportements réfléchis face aux dangers de la route dans une continuité pédagogique de l'école maternelle à la fin du collège, première étape d'un processus continu de formation de l'utilisateur de l'espace routier ;*
- *conférer aux acquis réalisés en milieu scolaire une reconnaissance sociale en prenant en compte les attestations scolaires de sécurité routière (ASSR) dans les certifications de la conduite (Brevet de sécurité routière, Permis de conduire) ;*
- *accompagner le travail des enseignants en mettant à leur disposition des outils pédagogiques renouvelés intégrant les avancées technologiques.*

Situation problème : Pour sensibiliser élèves et parents à l'éducation à la sécurité routière, le collège demande aux classes de cinquième de réaliser un produit de type « signalétique lumineuse » qui permettra de détecter la présence d'un piéton ou d'un cycliste, la nuit.

Voici l'appel d'offre tel qu'il a été transmis aux professeurs de technologie :

Mesdames, Messieurs les professeurs de Technologie,

Pour sensibiliser élèves et parents à la sécurité routière et dans le cadre des ASSR (attestations scolaires de sécurité routière) qui seront délivrées aux élèves en fin d'année scolaire, je vous demande de créer un produit de type signalétique lumineuse.

Un circuit électronique CMS, vous sera donné non monté. Ce circuit permet de voir un piéton ou un cycliste à une distance au moins égale à dix mètres. Il convient que vous travailliez sur l'habillage du produit.

Je souhaite que celui-ci puisse être utilisé tant par un élève cycliste que par un élève piéton, qu'il permette un accrochage sur un vêtement, un cartable, un sac à dos ou un vélo, que son coût de revient ne dépasse pas 10 euros.

Je vous demande de régler les autres problèmes techniques qui sont plus de votre compétence que de la mienne.

Je vous remercie de votre contribution et vous prie d'agréer, Mesdames, Messieurs, mes sentiments cordiaux,

Le Principal

DOSSIER RESSOURCE - LE DOSSIER TECHNIQUE

TRIANGLE DE SÉCURITÉ

ÉLÉMENTS TECHNIQUES DU PRODUIT 1/2

Description : circuit de baladeuse avec 22 DEL (diodes électroluminescentes)

Alimentation : 5 à 9 V DC (par exemple pile)

Principe de fonctionnement

Le QUAD (U2) régule la fréquence d'horloge déclenchant le fonctionnement d'une DEL à l'autre. Chaque signal envoyé par le QUAD NOR va stimuler le compteur (U1) qui va s'incrémenter de 1. À chacune des incréments, une DEL peut passer de l'état « allumé » à l'état « éteint ». Deux diodes s'allument parallèlement en suivant un trajet semi-circulaire. En optant pour une autre valeur (270 K actuellement) pour R1, on peut augmenter ou diminuer la vitesse de la baladeuse. La diode Dp est une diode de protection qui permettra d'éviter que les DEL « grillent ».

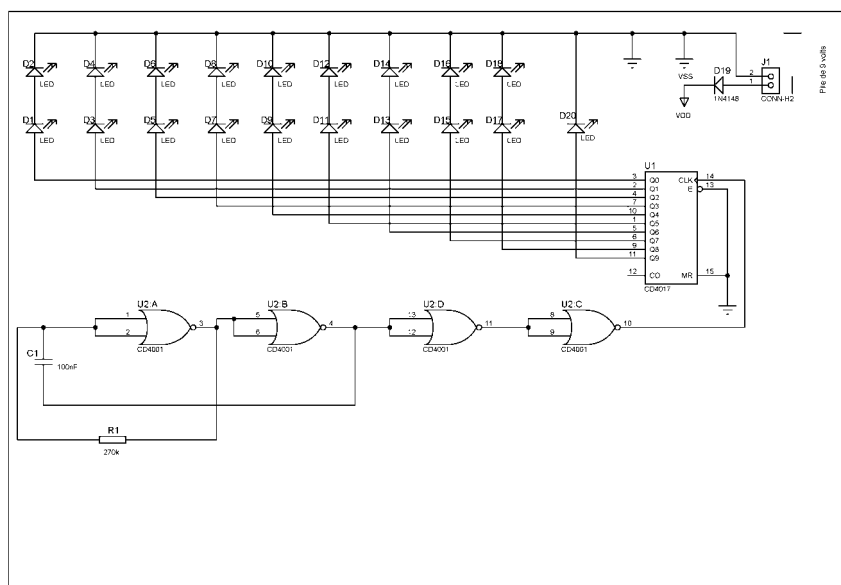
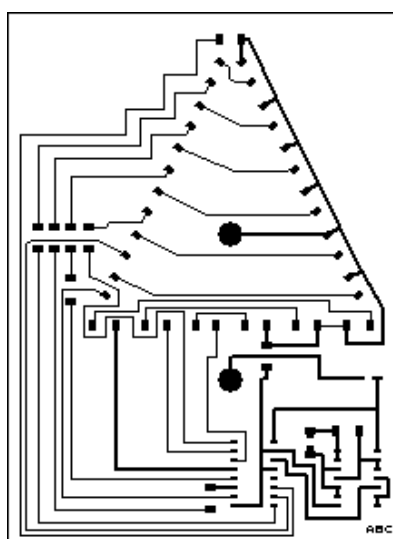
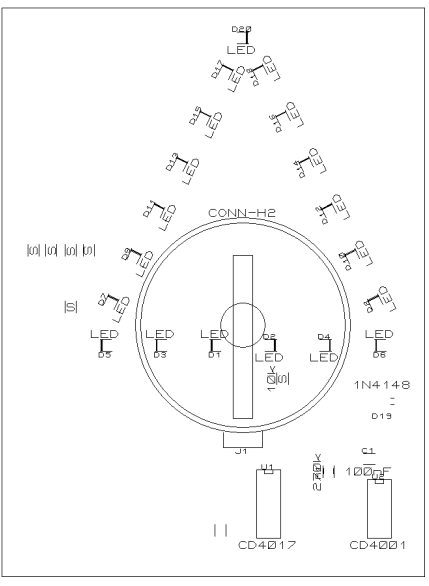




Schéma fonctionnel



Triangle de sécurité - Typon

TRIANGLE DE SÉCURITÉ	ÉLÉMENTS TECHNIQUES DU PRODUIT 2/2	
	 <p>Face avant</p>	 <p>Face arrière</p>
Triangle de sécurité - Schéma d'implantation		

Désignation	Valeur	Boîtier	QTÉ	Fournisseur	Référence	P.U. HT	TO.HT
Résistance	270K	1206	1	FARNELL	513027	0.03	0.03
Résistance	0	1203	7	FARNELL	512485	0.03	0.21
Condensateur	100NF	1206	1	E.E	WC1206B100	0.10	0.10
Circuit Intégré	CD4017		1	FARNELL	505213	0.50	0.50
Circuit Intégré	CD4001		1	FARNELL	505158	0.30	0.30
Led	Rouge	1206	19	FARNELL	3599735	0.17	3.23
Diode	1N4148	805	1	E.D	739169	0.05	0.05
Clip pour pile			1	FARNELL	302-9785	1.19	1.19
Pile	3 Volts		2	FARNELL	CR2025	1.38	2.76

Triangle de sécurité - Nomenclature

ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN PROTOTYPE - SÉQUENCE : ÉTUDE DU PRODUIT - EXERCICES	
TRIANGLE DE SÉCURITÉ	RAPPELS
<p>1. Le cahier des charges est une prescription qui permettra de mettre en œuvre la fabrication de tout ou partie d'un produit, voire sa commercialisation. Il renseigne le producteur sur les fonctions techniques et éventuellement commerciales du produit. Il est utilisé notamment dans le cas de la sous-traitance, des appels d'offre, lorsqu'une entreprise doit répondre à une demande personnalisée d'une autre entreprise ou d'un particulier pour concevoir ou fabriquer un produit pour un tiers (entreprise ou particulier), selon des critères et des fonctions techniques et commerciales préalablement définis.</p> <p>2. L'appel d'offre est l'acte par lequel (courrier, annonce,...) une entreprise ou une administration sollicite et met en concurrence plusieurs entreprises de conception (dans ce scénario, industrielles). L'appel d'offre donne une description du prototype ou du produit souhaité. Cet appel d'offre constitue souvent un cahier des charges.</p> <p>3. Un prototype est le premier objet qui est fabriqué. Le prototype est réalisé après de longues études (cahier des charges, solutions techniques, plans...). C'est le début de la phase d'industrialisation d'un produit. Cette phase de développement du produit est coûteuse, les entreprises font parfois appel à d'autres spécialisées pour réaliser les prototypes. Les entreprises clientes émettent un appel d'offre dans laquelle elles expriment leur besoin.</p> <p>Le prototype permet</p> <ul style="list-style-type: none"> - de vérifier la concordance du produit par rapport au cahier des charges ; - de pratiquer des essais en grandeur réelle ; - d'apporter les modifications ou améliorations nécessaires avant une production en série ; - de réaliser l'étude de sa fabrication en série. <p>L'étude, puis la réalisation d'un prototype sont les premières étapes de vie d'un objet. Cette phase est aussi la plus coûteuse, beaucoup de personnes travaillent sur un seul objet qui ne sera pas vendu ! Ils fournissent un travail de type unitaire.</p>	

TRIANGLE DE SÉCURITÉ	DOCUMENT D'ACTIVITÉ N°2 (1/2)														
LES FONCTIONS TECHNIQUES DES ÉLÉMENTS DU PRODUIT - DE LA FONCTION TECHNIQUE À LA FONCTION D'USAGE															
Nom – Prénom :	Classe :														
<p>1. Les fonctions techniques de certains éléments du produit En général un produit est constitué de plusieurs éléments ayant une fonction bien précise qui permettront au produit d'assurer une <i>fonction globale</i>, c'est-à-dire la <i>fonction d'usage</i> qu'on attend de lui.</p> <p>A. En vous aidant de l'exemple déjà traité, du dossier technique, du cahier des charges, du produit existant et de la liste ci-après, replacez dans le tableau ci-dessous l'élément qui correspond à la fonction décrite.</p> <p>Quad – Compteur – DEL – Pile – R1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; text-align: center;">Élément</th> <th style="width: 70%; text-align: center;">Fonction</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Circuit Imprimé</td> <td>Permet d'assurer les liaisons électroniques en fixant les pattes des composants sur les pastilles par dépôt de pâte à braser.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Permet d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste, grâce à une signalétique lumineuse.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Régule la fréquence d'horloge déclenchant le fonctionnement d'une DEL à l'autre.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Suivant sa valeur, permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de la baladeuse.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Alimente le CI en énergie électrique.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>À chacune de ses incréments, une DEL peut passer de l'état « allumé » à l'état « éteint ».</td> </tr> </tbody> </table>		Élément	Fonction	Circuit Imprimé	Permet d'assurer les liaisons électroniques en fixant les pattes des composants sur les pastilles par dépôt de pâte à braser.		Permet d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste, grâce à une signalétique lumineuse.		Régule la fréquence d'horloge déclenchant le fonctionnement d'une DEL à l'autre.		Suivant sa valeur, permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de la baladeuse.		Alimente le CI en énergie électrique.		À chacune de ses incréments, une DEL peut passer de l'état « allumé » à l'état « éteint ».
Élément	Fonction														
Circuit Imprimé	Permet d'assurer les liaisons électroniques en fixant les pattes des composants sur les pastilles par dépôt de pâte à braser.														
	Permet d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste, grâce à une signalétique lumineuse.														
	Régule la fréquence d'horloge déclenchant le fonctionnement d'une DEL à l'autre.														
	Suivant sa valeur, permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de la baladeuse.														
	Alimente le CI en énergie électrique.														
	À chacune de ses incréments, une DEL peut passer de l'état « allumé » à l'état « éteint ».														
<p>B. Sur quelle(s) partie(s) du produit devrez-vous trouver des solutions techniques ?</p> 															
<p>C. Quelle(s) est (sont) la (les) contrainte(s) que vous devrez respecter dans l'élaboration du prototype ?</p> 															

TRIANGLE DE SÉCURITÉ	DOCUMENT D'ACTIVITÉ N°2 (2/2)																																																
LES FONCTIONS TECHNIQUES DES ÉLÉMENTS DU PRODUIT - DE LA FONCTION TECHNIQUE À LA FONCTION D'USAGE																																																	
<p>2. La fonction d'usage du produit <i>La fonction d'usage d'un produit est celle que l'on attend de celui-ci dans son utilisation normale. Par exemple, un verre est conçu pour contenir un liquide, il doit être stable pour pouvoir être posé sur une surface plane, sa forme est étudiée pour que l'on puisse en boire facilement le contenu sans le renverser.</i></p> <p>A. Parmi la liste ci-dessous, cochez les trois bonnes réponses correspondant à la fonction d'usage du produit. Le triangle de sécurité permet :</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> d'assurer un éclairage « baladeur » visible à une distance au moins égale à 10 mètres.</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> d'être à la mode.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> d'éclairer une serrure pour ouvrir plus facilement une porte quand il fait sombre.</td> <td><input type="checkbox"/> de faire du bruit.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> d'être accroché facilement au bras ou sur un vélo.</td> <td><input type="checkbox"/> d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste la nuit.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> d'être transporté facilement.</td> <td><input type="checkbox"/> d'assurer une protection personnelle en cas d'agression.</td> </tr> </table> <p>B. Expliquez par une phrase courte la fonction d'usage ou fonction globale de ce produit.</p> <p>C. Dans le tableau ci-après, vous répondrez au cahier des charges en proposant une ou plusieurs solutions en face de chacune des fonctions. Puis vous en chiffrerez le coût (vous avez à votre disposition des catalogues de fournisseurs). Vous indiquerez les contraintes à respecter en rouge, dans la colonne prévue à cet effet. Aidez-vous de l'exemple déjà traité.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Fonction</th> <th style="width: 25%;">Proposition(s) de solution</th> <th style="width: 25%;">Contrainte(s)</th> <th style="width: 25%;">Coût</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Permettre de voir un piéton, un cycliste la nuit à partir d'une distance au moins égale à 10 mètres, dans le but d'assurer sa sécurité sur la route.</td> <td>A partir du circuit « baladeuse » CMS existant.</td> <td>Luminosité perceptible de loin, coût, encombrement, « faisabilité ».</td> <td>4 € HT</td> </tr> <tr> <td>Pouvoir être fixé au bras du piéton ou sur le vélo du cycliste, sur un sac à dos ou un cartable.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Être dimensionné au bras du piéton et/ou au vélo du cycliste.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Être alimenté en énergie de façon autonome.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Utiliser la technologie CMS pour la partie électronique.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pouvoir résister à l'humidité.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Être réalisable en 3 heures (délais de fabrication).</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ne pas dépasser 10 € (coût de revient des matières premières utilisées pour la fabrication).</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pouvoir être décliné en différentes versions (formes lumineuses, types de boîtier ou de support permettant l'accrochage ou l'attache) afin de satisfaire la diversité des goûts des consommateurs potentiels.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<input type="checkbox"/> d'assurer un éclairage « baladeur » visible à une distance au moins égale à 10 mètres.	<input type="checkbox"/> d'être à la mode.	<input type="checkbox"/> d'éclairer une serrure pour ouvrir plus facilement une porte quand il fait sombre.	<input type="checkbox"/> de faire du bruit.	<input type="checkbox"/> d'être accroché facilement au bras ou sur un vélo.	<input type="checkbox"/> d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste la nuit.	<input type="checkbox"/> d'être transporté facilement.	<input type="checkbox"/> d'assurer une protection personnelle en cas d'agression.	Fonction	Proposition(s) de solution	Contrainte(s)	Coût	Permettre de voir un piéton, un cycliste la nuit à partir d'une distance au moins égale à 10 mètres, dans le but d'assurer sa sécurité sur la route.	A partir du circuit « baladeuse » CMS existant.	Luminosité perceptible de loin, coût, encombrement, « faisabilité ».	4 € HT	Pouvoir être fixé au bras du piéton ou sur le vélo du cycliste, sur un sac à dos ou un cartable.				Être dimensionné au bras du piéton et/ou au vélo du cycliste.				Être alimenté en énergie de façon autonome.				Utiliser la technologie CMS pour la partie électronique.				Pouvoir résister à l'humidité.				Être réalisable en 3 heures (délais de fabrication).				Ne pas dépasser 10 € (coût de revient des matières premières utilisées pour la fabrication).				Pouvoir être décliné en différentes versions (formes lumineuses, types de boîtier ou de support permettant l'accrochage ou l'attache) afin de satisfaire la diversité des goûts des consommateurs potentiels.			
<input type="checkbox"/> d'assurer un éclairage « baladeur » visible à une distance au moins égale à 10 mètres.	<input type="checkbox"/> d'être à la mode.																																																
<input type="checkbox"/> d'éclairer une serrure pour ouvrir plus facilement une porte quand il fait sombre.	<input type="checkbox"/> de faire du bruit.																																																
<input type="checkbox"/> d'être accroché facilement au bras ou sur un vélo.	<input type="checkbox"/> d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste la nuit.																																																
<input type="checkbox"/> d'être transporté facilement.	<input type="checkbox"/> d'assurer une protection personnelle en cas d'agression.																																																
Fonction	Proposition(s) de solution	Contrainte(s)	Coût																																														
Permettre de voir un piéton, un cycliste la nuit à partir d'une distance au moins égale à 10 mètres, dans le but d'assurer sa sécurité sur la route.	A partir du circuit « baladeuse » CMS existant.	Luminosité perceptible de loin, coût, encombrement, « faisabilité ».	4 € HT																																														
Pouvoir être fixé au bras du piéton ou sur le vélo du cycliste, sur un sac à dos ou un cartable.																																																	
Être dimensionné au bras du piéton et/ou au vélo du cycliste.																																																	
Être alimenté en énergie de façon autonome.																																																	
Utiliser la technologie CMS pour la partie électronique.																																																	
Pouvoir résister à l'humidité.																																																	
Être réalisable en 3 heures (délais de fabrication).																																																	
Ne pas dépasser 10 € (coût de revient des matières premières utilisées pour la fabrication).																																																	
Pouvoir être décliné en différentes versions (formes lumineuses, types de boîtier ou de support permettant l'accrochage ou l'attache) afin de satisfaire la diversité des goûts des consommateurs potentiels.																																																	

Triangle de sécurité

Corrigé du document d'activité n°2 (1/2)

Les fonctions techniques des éléments du produit - De la fonction technique à la fonction d'usage

1. Les fonctions techniques de certains éléments du produit

A. En vous aidant de l'exemple déjà traité, du dossier technique, du cahier des charges, du produit existant et de la liste ci-après, remplacez dans le tableau ci-dessous l'élément qui correspond à la fonction décrite.

Quad – Compteur – DEL – Pile – R1

Élément	Fonction
Circuit Imprimé	Permet d'assurer les liaisons électroniques en fixant les pattes des composants sur les pastilles par dépôt de pâte à braser.
DEL	Permet d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste, grâce à une signalétique lumineuse.
Quad	Régule la fréquence d'horloge déclenchant le fonctionnement d'une DEL à l'autre.
R1	Suivant sa valeur, permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de la baladeuse.
Pile	Alimente le CI en énergie électrique.
Compteur	À chacune de ses incréments, une DEL peut passer de l'état « allumé » à l'état « éteint ».

B. Sur quelle(s) partie(s) du produit devrez-vous trouver des solutions techniques ?

Je devrai trouver des solutions techniques et réaliser le prototype de la partie mécanique du produit, c'est son habillage et/ou sa mise en boîtier. Celle-ci pourra être déclinée en plusieurs versions.

C. Quelle(s) est (sont) la (les) contrainte(s) que vous devrez respecter dans l'élaboration du prototype ?

Je devrai veiller à ce que l'habillage :

- favorise la luminosité (matériaux employés, formes) ;
- ne soit pas trop encombrant ;
- puisse être accroché à un vêtement, cartable ou vélo ;
- protège le produit de l'humidité extérieure (notamment la pluie).

2. La fonction d'usage du produit

A. Parmi la liste ci-dessous, cochez les trois bonnes réponses correspondant à la fonction d'usage du produit.

Le triangle de sécurité permet :

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> d'assurer un éclairage « baladeur » visible à une distance au moins égale à 10 mètres. | <input type="checkbox"/> d'être à la mode. |
| <input type="checkbox"/> d'éclairer une serrure pour ouvrir plus facilement une porte quand il fait sombre. | <input type="checkbox"/> de faire du bruit. |
| <input checked="" type="checkbox"/> d'être accroché facilement au bras ou sur un vélo. | <input checked="" type="checkbox"/> d'assurer la sécurité d'un piéton ou d'un cycliste la nuit. |
| <input type="checkbox"/> d'être transporté facilement. | <input type="checkbox"/> d'assurer une protection personnelle en cas d'agression. |

B. Expliquez par une phrase courte la fonction d'usage ou fonction globale de ce produit.

Un éclairage « baladeur » permet d'avertir un automobiliste, la nuit, de la présence d'un piéton ou d'un cycliste. Ce produit dédié à la sécurité a pour but d'éviter les accidents.

Triangle de sécurité		Corrigé du document d'activité n°2 (2/2)	
Les fonctions techniques des éléments du produit - De la fonction technique à la fonction d'usage			
C. Dans le tableau ci-après, vous répondrez au cahier des charges en proposant une ou plusieurs solutions en face de chacune des fonctions. Puis vous en chiffrerez le coût (vous avez à votre disposition des catalogues de fournisseurs). Vous indiquerez les contraintes à respecter en rouge, dans la colonne prévue à cet effet. Aidez-vous de l'exemple déjà traité.			
Fonction	Proposition(s) de solution	Contrainte(s)	Coût
Permettre de voir un piéton, un cycliste la nuit à partir d'une distance au moins égale à 10 mètres, dans le but d'assurer sa sécurité sur la route.	À partir du circuit « baladeuse » CMS existant.	Luminosité perceptible de loin, coût, encombrement, faisabilité.	4 € HT
Pouvoir être fixé au bras du piéton ou sur le vélo du cycliste, sur un sac à dos ou un cartable.	Brassard, boîtier du commerce ou fabriqué au collège par thermoformage, inclusion sous résine...	Encombrement adaptable au bras, à un cartable, à un vêtement; système de fixation prévu, coût, protection du circuit imprimé contre l'humidité.	
Être dimensionné au bras du piéton et/ou au vélo du cycliste.	50x100 cm.	Dimensions, coût, durée d'autonomie.	
Être alimenté en énergie de façon autonome.	Pile bouton.	Encombrement (taille des piles); durée d'utilisation.	
Utiliser la technologie CMS pour la partie électronique.	Équipement présent au collège.	Faible encombrement.	
Pouvoir résister à l'humidité.	Brassard imperméable, boîtier hermétique.	Étanchéité du boîtier ou du brassard.	
Être réalisable en 3 heures (délais de fabrication).	Bonne organisation; contrainte de délais supposant que le produit ne doit pas être trop sophistiqué.	Respect des délais.	
Ne pas dépasser 10 € (coût de revient des matières premières utilisées pour la fabrication).	Sélection de fournisseurs appropriés.	Coût.	
Pouvoir être décliné en différentes versions (formes lumineuses, types de boîtier ou de support permettant l'accrochage ou l'attache) afin de satisfaire la diversité des goûts des consommateurs potentiels.	Propositions de solutions techniques différentes: boîtier, brassard, etc.	-	



Le Technologue
 Bulletin de liaison de la Technologie à Paris
Directrice de la publication : Nicole Duchet, Directrice du CRDP de Paris
Directeur éditorial : Christian Patoz, IA-IPR STI
Rédactrice en chef : Christine Mérieux, Chargée de mission d'inspection
Maquette-Mise en page : Christine Mérieux, Chargée de mission d'inspection
Comité de rédaction : Abdel Aziz Brik, professeur ressource de Technologie
Impression numérique et brochage : CNDP Montrouge
 ISSN 1638-2145
 Adresse de la rédaction : Centre Ressource Académique de Technologie
 Collège Jules Romains : 6, rue Cler 75007 Paris
 Adresse du CRDP : 37, rue Jacob 75006 Paris