

SUJET DE BAC STI2D : L'ORAL DE CONTRÔLE

La minicaméra GoPro Hero3

THIERRY JEGOU, YANNICK ISTIN ^[1]

L'épreuve orale de contrôle a fait son apparition avec le bac STI2D. Nous vous en avons déjà présenté un sujet qui avait pour support un scooter électrique (n° 187, septembre-octobre 2013). Les études demandées portent cette fois sur une minicaméra.

Le support d'étude de cet oral de contrôle est la nouvelle minicaméra GoPro Hero3, dédiée plus particulièrement aux scènes d'action en surf **1**, ski, parapente... Plus compacte et plus légère que son aînée la Hero2, elle dispose toujours de deux boutons principaux : l'un pour allumer la caméra, l'autre pour lancer l'enregistrement, ou prendre une photo le cas échéant. Un troisième, sur le côté de l'appareil, permet d'activer le Wi-Fi (voir « La fiche produit » en encadré).

Le caisson transparent étanche et antichoc est doté sur sa partie inférieure de pattes pour fixer la caméra à des supports adaptés à l'activité filmée, par exemple un support orientable à ventouse pour surface plane (comme une carrosserie de véhicule) **DT1**. La batterie est située à l'arrière de la caméra **2**.

Première partie

Pour sensibiliser sur l'impact environnemental du caisson d'étanchéité, l'étude porte sur l'analyse de certaines solutions retenues lors de sa conception.

Le caisson est constitué d'un boîtier en polycarbonate équipé sur l'arrière d'une trappe clipsée via un axe d'articulation sur le boîtier, qui permet l'insertion de la caméra **DT1**. L'étanchéité entre la trappe et le boîtier est assurée par un joint simplement déposé. D'autres éléments (en noir sur la photo) sont également emboîtés, comme le mécanisme de fermeture, ou vissés, comme la platine recevant la lentille située devant l'objectif. Les boutons de commande en inox sont quant à eux maintenus par un anneau élastique.

À l'aide du document technique **DT2**, l'élève doit citer les exigences de recyclage et de valorisation en fin de vie du produit liées aux contraintes de conception. À la lecture du document technique, il relève les éléments « 7.1.1. Ni collage ni soudage » et « 7.3.1. Limi-

mots-clés

lycée technologique, prébac

ter le nombre de matériaux ». Cette question favorisera l'échange oral pour éventuellement aller plus loin sur les contraintes de recyclage qu'imposent des matériaux différents ou le désassemblage spécifique à mettre en œuvre lorsque des pièces sont collées.

Le document technique **DT3** montre le résultat d'une simulation numérique permettant d'évaluer la résistance mécanique du boîtier au niveau de son articulation lorsqu'on lui applique un effort de 50 N sur le côté. Ce cas permet de simuler une situation comme une pression d'air lors d'un saut en parachute.

L'élève doit alors relever la valeur de la contrainte maximale σ_{\max} en MPa. On lui rappelle que 1 MPa = 10^6 N/m². Il est alors invité à observer où se situe la zone la plus sollicitée et à constater une contrainte maximale de 19,92 MPa.

Pour une visibilité de l'écran LCD et des voyants, la transparence du caisson est nécessaire. Un logiciel dédié au choix des matériaux est utilisé pour valider le choix du polycarbonate comme matériau adéquat.

Suite à l'attribution de deux critères essentiels (matériau injectable et transparent), quatre matériaux sont retenus **DT4 DT5**. Le ratio empreinte CO₂ / limite élastique des matériaux sélectionnés est représenté sur un graphe dans le document technique **DT5**. Enfin, un coefficient de sécurité de 3 est appliqué sur la limite élastique. En consultant, le document technique **DT5**, l'élève doit montrer que les matériaux

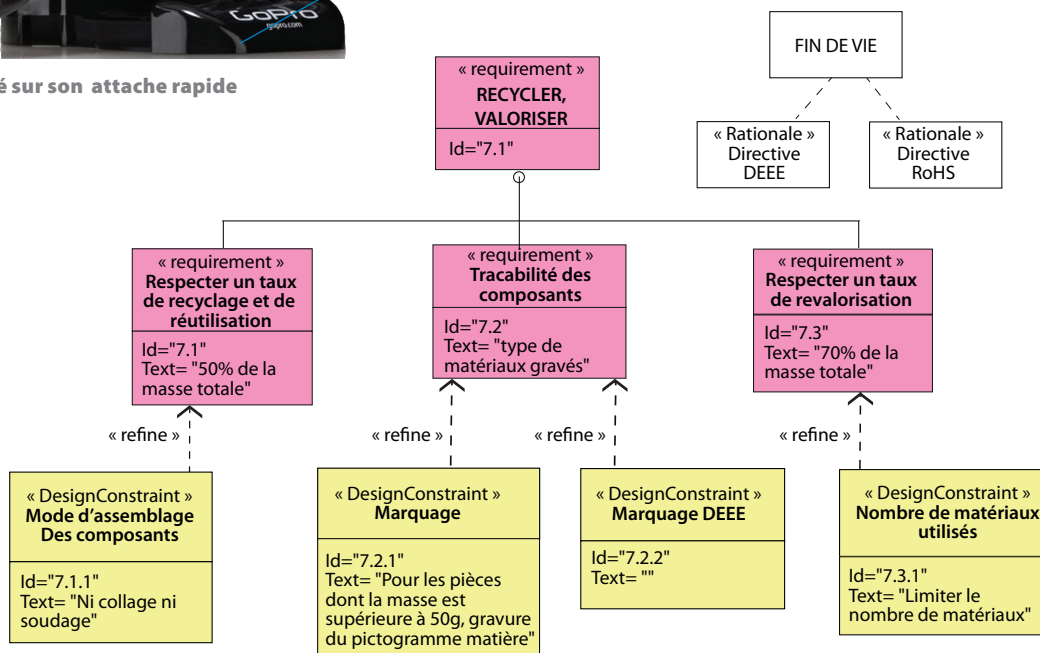


1 Une photo réalisée lors d'une séance de surf

[1] Professeurs au lycée Maupertuis de Saint-Malo (22).



DT1 Le caisson d'étanchéité sur son attache rapide



DT2 Le diagramme d'exigence de recyclage et de valorisation en fin de vie du produit

La fiche produit

Le pack

- Une caméra GoPro Hero3 Silver Edition
- Un caisson de protection étanche à 60 m
- Une batterie lithium-ion
- Des accessoires de fixation
- Un câble USB

La caméra

- Capteur CMOS (de 5,11 et 12 Mpx suivant les versions)
- Dimensions : 60 x 42 x 30 mm
- Masse (caméra + batterie) : 74 g
- Carte mémoire micro SD (de 1 à 64 Go)
- Wi-Fi intégré (802.11n)
- Compatible avec l'application GoPro App

Le caisson

- Boîtier en polycarbonate (PC) s'ouvrant sur l'arrière (masse : 30 g)
- Étanche à 60 m et antichoc
- Masse totale : 80 g



La batterie

- Lithium-ion
- 1 050 mAh – 3,7 V – 3,885 Wh
- Masse : 25 g

Les accessoires

- Câble USB
- Chargeur
- Supports de fixation

L'emballage

- Boîte en carton surmontée d'un présentoir en plastique
- Masse : 300 g (carton : 100 g ; plastique : 200 g).



L'épreuve de contrôle

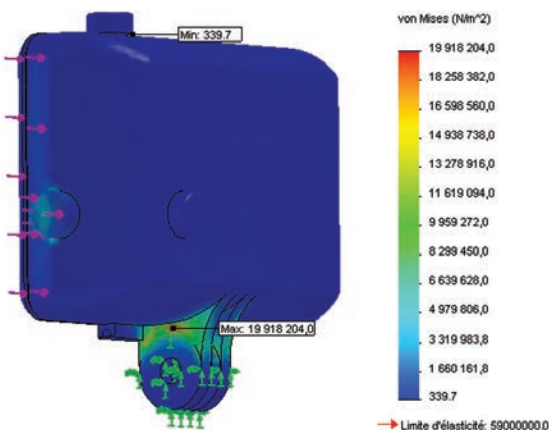
L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un système pluritechnique.

Un questionnaire, remis au candidat avec le dossier au début de la préparation de l'épreuve, portant sur la résolution d'un problème technique précis (ne demandant pas le développement de calculs mathématiques importants) permet d'évaluer des compétences, et les connaissances associées, de la partie relative aux enseignements technologiques communs du programme d'enseignement. Le candidat dispose d'une heure de préparation.

Pendant l'interrogation, le candidat a 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation, avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé, la durée totale de l'entretien étant de 20 minutes. Ni document ni calculatrice ne sont autorisés.



3 La batterie



DT3 Les résultats d'une simulation effectuée sur le caisson d'étanchéité (document réalisé avec le logiciel SolidWorks Simulation)

polymères cellulosiques (CA) et polystyrène (PS) ne répondent pas au critère de résistance mécanique. Les polymères cellulosiques et le polystyrène ont une limite élastique maximale de 56 MPa, or il faudrait $3 \times 19,92$ MPa, soit 59,76 MPa. Ces matériaux, bien qu'ayant une empreinte carbone faible, n'offrent pas une résistance suffisante.

Matériaux injectables sélectionnés par le logiciel

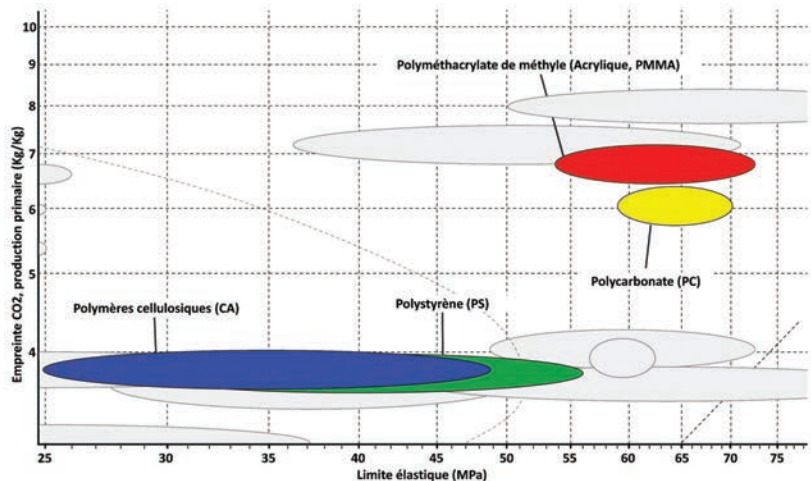
- Acrylonitrile butadiène styrène (ABS)
- Caoutchouc butyle (IIR)
- Caoutchouc naturel (NR)
- Chlorure de polyvinyle (tp PVC)
- Élastomères de silicone (SI)
- Ionomère (I)
- Isoprène (IR)
- Mousses polymériques flexibles (Basse Densité BD)
- Mousses polymériques flexibles (basse moyenne MD)
- Mousses polymériques flexibles (très basse densité TBD)

Sélection des matériaux injectables présentant des qualités optiques de transparence

- Polycarbonate (PC)
- Polymères cellulosiques (CA)
- Polyméthacrylate de méthyle (acrylique, PMMA)
- Polystyrène (PS)

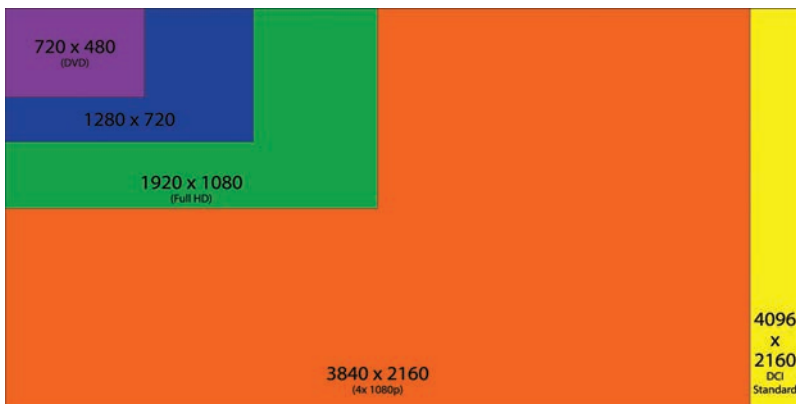
DT4 Le choix du matériau du boîtier à l'aide du logiciel CES Edupack

(procédé de fabrication : moulage par injection)



DT5 Le classement des 4 matériaux retenus en fonction de leur limite élastique (en abscisse) et de leur empreinte CO₂ (en ordonnée)

L'élève doit ensuite justifier l'emploi du polycarbonate par le constructeur au regard du critère de CO₂. Pour cela, il constate, toujours sur le document **DT5**, que c'est le polycarbonate qui, parmi les quatre matériaux, possède l'empreinte carbone la plus faible, tout en ayant une limite élastique comprise entre 59 et 70 MPa. Ce matériau convient donc bien.

**DT6 Les résolutions**

Résolution d'une image : 1 920 x 1 080 pixels (format 1080p), soit approximativement 2 mégapixels par image
 Nombre de bits nécessaires au stockage d'un pixel : 10 bits
 Cadence d'enregistrement : 30 images par seconde
 Taux de compression d'une image en MPeg4 : 50 fois

DT8 Le stockage des images vidéo (réglage par défaut)

Protocole	Date de normalisation	Taux de transfert (type)	Portée (intérieur)	Portée (extérieur)
802.11a	1999	25 Mbit·s ⁻¹	≈ 25 m	≈ 75 m
802.11b	1999	6,5 Mbit·s ⁻¹	≈ 35 m	≈ 100 m
802.11g	2003	25 Mbit·s ⁻¹	≈ 25 m	≈ 75 m
802.11n	2009	200 Mbit·s ⁻¹	≈ 50 m	≈ 125 m
802.11ac	2014	3,47 Gbit·s ⁻¹	≈ 90 m	–

DT9 Wi-Fi**Seconde partie**

Dans cette partie, l'étude porte sur l'analyse de l'influence de la résolution de l'image sur la capacité d'enregistrement et de transfert du flux vidéo.

L'élève doit déterminer en mégabits par seconde (Mbit·s⁻¹), puis en mégaoctets par seconde (Mo·s⁻¹), le débit d'enregistrement vidéo en considérant un taux de compression en MPeg4 **DT8**.

Il collecte les informations pour effectuer le calcul suivant :

$$(2 \times 10^6 \text{ pixels} \times 10 \text{ bits} \times 30 \text{ images/s}) / 50 = 12 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$$

Il lui reste à convertir en mégaoctets en divisant par 8. Donc

$$12 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1} / 8 = 1,5 \text{ Mo} \cdot \text{s}^{-1}$$

Sachant que la taille mémoire d'une minute de film est de 90 Mo, l'élève doit, à l'aide du document **DT7**, déterminer dans le cas le plus favorable (avec et sans Wi-Fi) la taille mémoire maximale du film que la caméra peut enregistrer. Pour cela, il constate que la taille de la mémoire maximale correspond au cas sans utilisation du Wi-Fi pour le modèle de caméra étudié, Silver Edition.

	Autonomie moyenne (caméra uniquement)	Autonomie moyenne (caméra + Wi-Fi activé)
Black Edition (12 Mpx)	1 h 30	
Silver Edition (11 Mpx)	2 h	1 h 30
White Edition (5 Mpx)	2 h 30	

De nombreux facteurs peuvent influencer sur le temps de fonctionnement, comme une température peu élevée ou la mise en marche du Wi-Fi, qui réduira l'autonomie de la batterie.

Les autonomies ci-dessus sont indiquées pour un enregistrement en continu.

Arrêter et reprendre l'enregistrement, éteindre et rallumer la caméra plusieurs fois réduit aussi le temps total d'enregistrement.

DT7 DT7 L'autonomie et le stockage (batterie complètement chargée initialement)

Il effectue alors le calcul suivant :

$$\text{Taille maxi} = 120 \text{ min} \times 90 \times 103 \text{ Mo} = 10,8 \text{ Go}$$

Puis, sachant que la caméra est équipée d'une carte de 16 Go, il doit justifier que la capacité mémoire de la carte est adaptée. Pour cela, il compare la taille maximale du film, 10,8 Go, avec la carte de 16 Go. La carte est bien de capacité supérieure.

Le fabricant prévoit de faire évoluer l'enregistrement en format 4K afin de satisfaire aux nouveaux standards. Le 4K correspond à une résolution de 3 840 × 2 160 pixels codés sur 10 bits à 15 images par seconde, la compression étant effectuée en MPeg4 **DT6**. Le débit est d'environ 3,11 Mo·s⁻¹.

À l'aide du **DT9**, l'élève doit justifier que la version du Wi-Fi 802.11n permet de transférer la vidéo en temps réel. C'est possible, car le Wi-Fi 802.11n a un taux de transfert de 200 Mbit·s⁻¹, or le besoin est de 3,11 × 8 = 24,88 Mbit·s⁻¹.

Une application pour smartphone est disponible pour la visualisation des séquences vidéo, ainsi qu'une option Bluetooth. L'élève doit spécifier que le Bluetooth permet d'obtenir le son en complément de la vidéo. ■