Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro PC, veuillez visiter :
bacpropc.fr/annales-sujets-et-corriges

SESSION 2020

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL PLASTIQUES ET COMPOSITES

E2 - Sciences et technologie

Dossier ressources

Sommaire	
Présentation de l'entreprise	**Page 2**
Présentation du site de production de Billund au Danemark	**Page 3**
Présentation du produit	**Page 4**
Description des briques	**Page 6**
Données de production	**Page 7**
Détermination de la masse volumique : méthode B	**Page 8**
Détermination de l'indice de fluidité : mode opératoire A	**Page 9**
L'extrusion gonflage	**Page 11**
La carte de contrôle	**Page 12**

Ce sujet est composé de 2 parties :

- Le présent « dossier ressources » qui comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12
- Le « dossier réponses » qui comporte 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18

Veuillez vérifier le nombre de pages avant de composer.

Matériel autorisé

L'usage de la calculatrice **avec le mode examen activé** est autorisé.

L'usage de la calculatrice **sans mémoire**, « type collège », est autorisé.

Aucun document n'est autorisé.

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE



Capital, "LEGO, dans les coulisses du géant des jouets" - https://vimeo.com/147476185

Le Groupe LEGO® a été fondé en 1932 par Ole Kirk Kristiansen. L'entreprise a été transmise de père en fils et est aujourd'hui possédée par Kjeld Kirk Kristiansen, petit-fils du fondateur.

Le nom 'LEGO' est une abréviation de deux mots danois "leg godt", qui signifie "bien jouer".

Elle a beaucoup changé au cours des 80 dernières années : le petit atelier de menuiserie est devenu une entreprise internationale moderne qui est aujourd'hui, en termes de ventes, le troisième plus grand fabricant mondial de jouets. LEGO vend ses produits dans plus de 130 pays.

Le siège social se situe à Billund au Danemark. Le groupe possède 5 sites de production :

- Danemark (à Billund)
- Hongrie (à Nyíregyháza)
- République tchèque (à Kladno)
- Mexique (à Ciénega de Flores)
- Chine (à Jiaxing)

LEGO emploie plus de 14 000 personnes dans les différents pays où il est implanté.

https://www.lego.com/fr-be/aboutus/lego-group/the_lego_history

PRÉSENTATION DU SITE DE PRODUCTION DE BILLUND AU DANEMARK



Capital, « LEGO, dans les coulisses du géant du jouet » - https://vimeo.com/147476185

À Billund au Danemark, on fabrique surtout les briques standard. En tout, ce sont environ 12 000 formes de 65 couleurs différentes qui voient le jour dans ce grand bâtiment. Plus de 800 employés travaillent ici, à la maintenance, à la logistique, au planning, etc.

Mais en raison des horaires tournants, de l'étendue des lieux et de l'automatisation quasi totale de la production, rares sont les humains que l'on croisera. Les 12 ateliers de production tournent 24h/24, 7j/7, 363 jours par an. Ils ne ferment que le 25 décembre et le 01 janvier.

Il n'y a pas moins de 760 presses à injecter de 25 à 50 tonnes, de marque Wittmann Battenfeld. Seules deux personnes sont chargées de veiller sur elles, essentiellement pour des tâches de maintenance.

PRÉSENTATION DU PRODUIT

En prévision des fêtes de Noël, Nous devons réaliser la fin de production de 20 000 boites de « camion grue ». Dans nos stocks, il ne manque plus que les briques 1 x 2 (voir description page 6/12).



Figure 1 : camion grue monté.



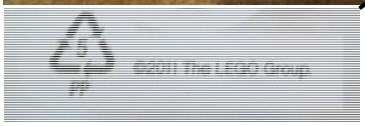
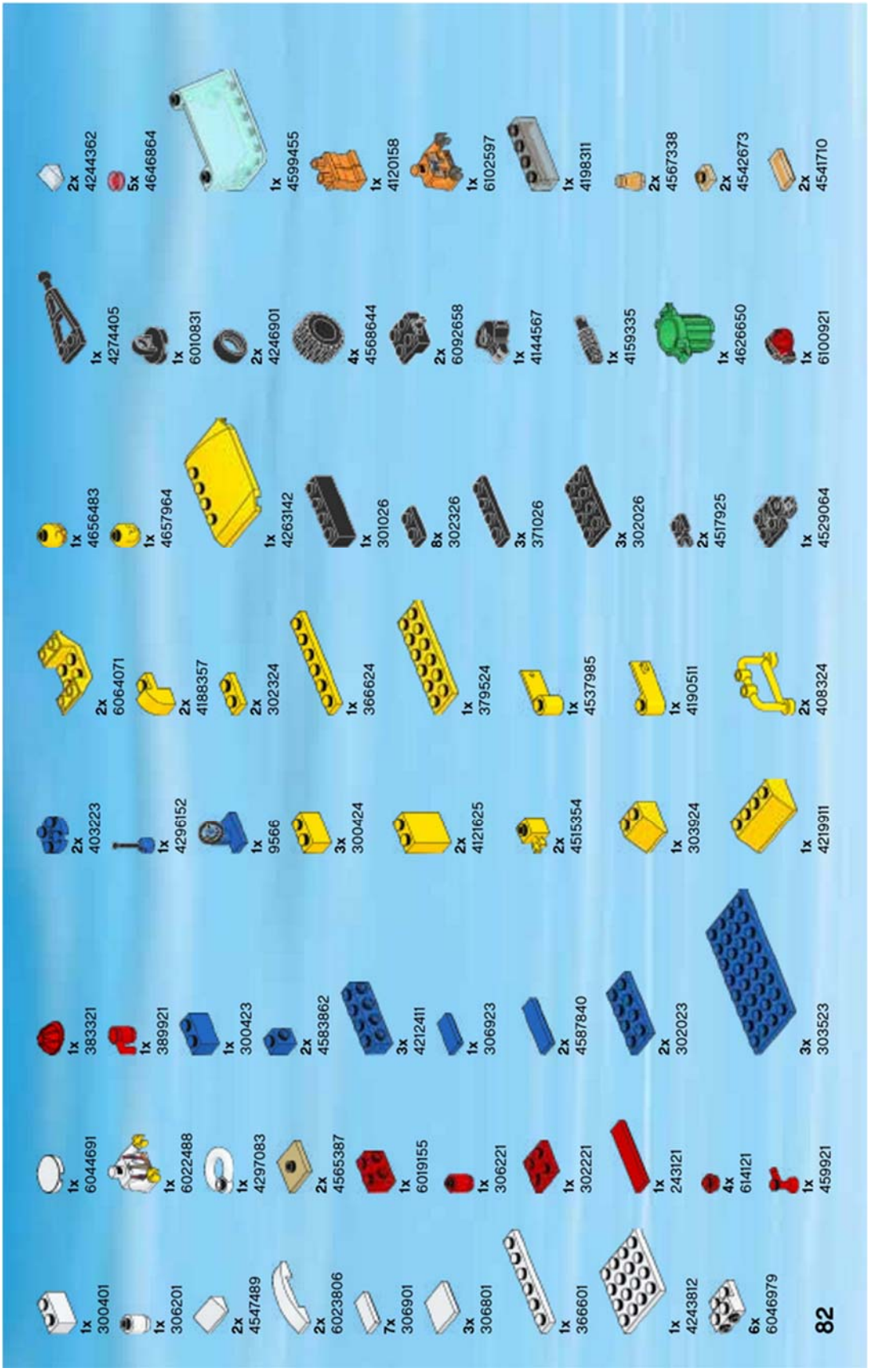


Figure 2 : sachets de pièces.



Figure 3 : personnage



Extrait de la notice de montage

DESCRIPTION DES BRIQUES

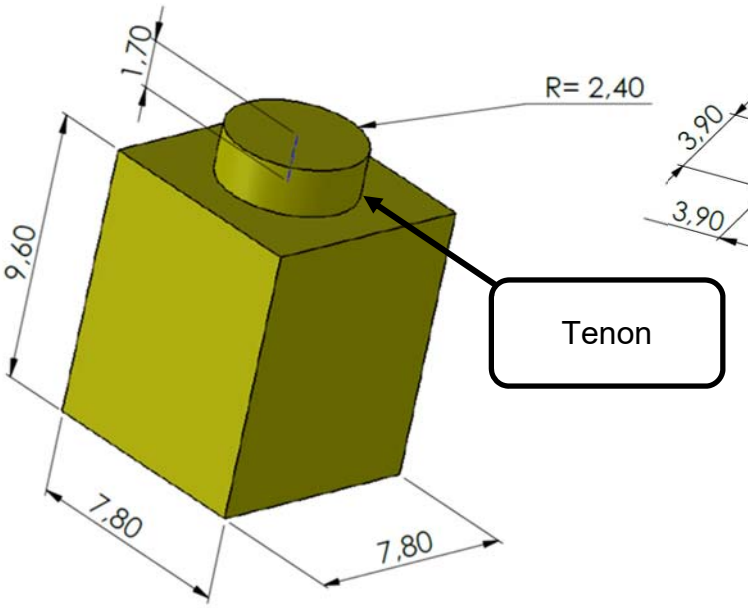


Figure 2: brique 1 x 1

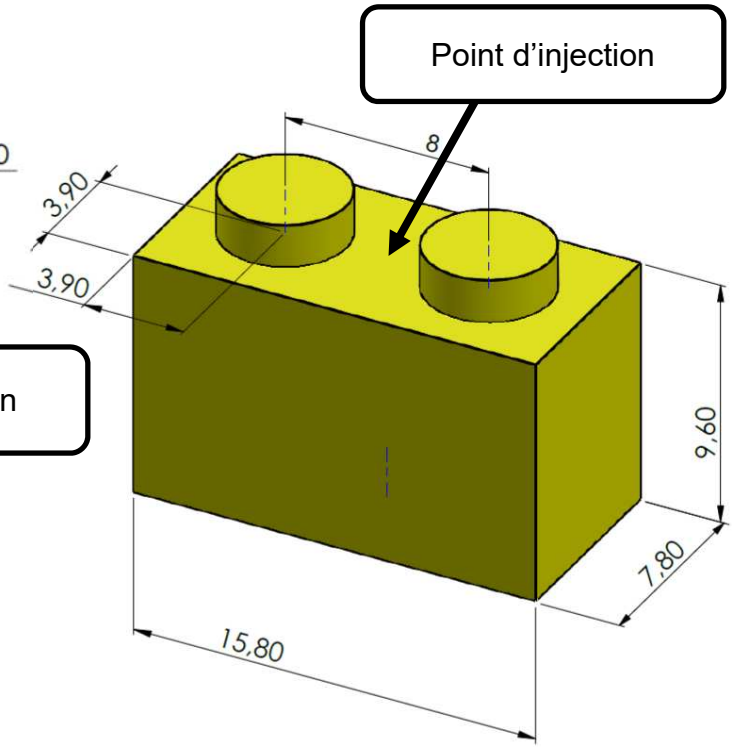


Figure 2: brique 1 x 2

La brique sous sa forme actuelle a été lancée en 1958. Le principe d'emboîtement avec ses tenons la rend unique et offre des possibilités de construction illimitées. Il suffit de laisser libre cours à son imagination et une foule d'idées créatives émerge grâce au jeu.

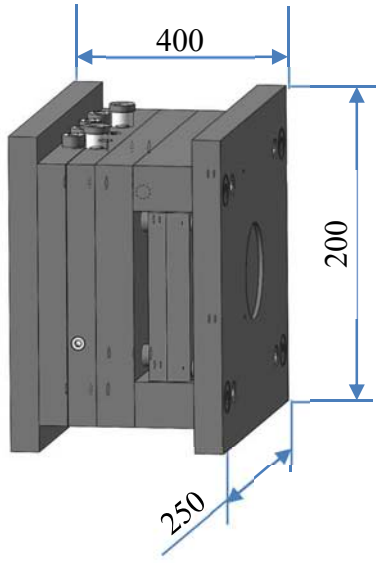
Pour la fabrication de ses briques, Lego utilisa à ses débuts le CA, mais confronté au gauchissement des pièces après démoulage et à leur décoloration dans le temps, Lego adopta en 1963 un plastique ‘‘noble’’, l'ABS, toujours utilisé, dont les caractéristiques garantissent la tenue mécanique et picturale dans le temps, ainsi qu'une fabrication de qualité.

En effet, les rebuts seraient de seulement 18 briques défectueuses pour 1 million de pièces fabriquées. Ce qui est infime quand on sait que la précision requise est de 10 µm.

Les couleurs d'origine des briques étaient les couleurs primaires : rouge, jaune, bleu, noir et blanc. Aujourd'hui elles sont disponibles en 65 couleurs, créées avec 8 couleurs de base.

La brique que nous allons devoir fabriquer est un standard de chez LEGO, la brique 2 tenons.

DONNÉES DE PRODUCTION

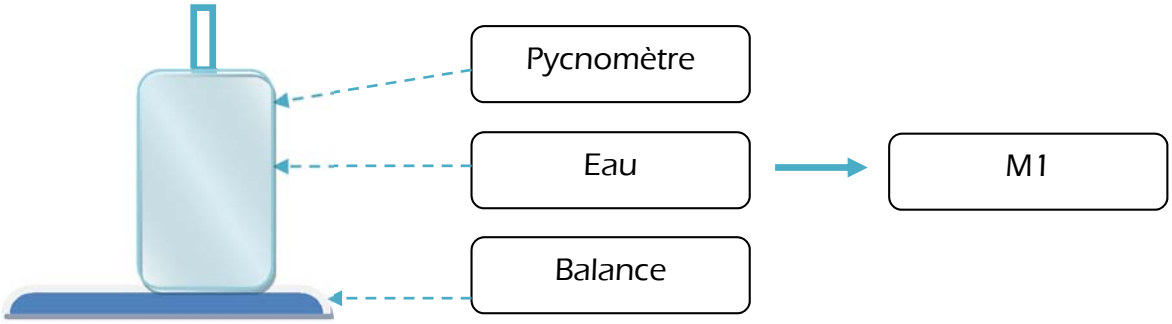
MOULE		MATIÈRE	
Référence	Brique 1 x 2	ABS	1.05 g/cm^3
Type	Canaux chauds Sans carotte	**Colorant**	Dans la masse
Éjection	Non attelée avec ressort	**T°C injection**	232°C
Empreintes	8	**Étuvage**	2 H à 75°C
Masse pièce	0.5 g	**CYCLE**	
Taux de rebuts	0.4 %	**Temps**	10 s
Lancement de production	1 heure	**Tps changement de couleur**	1 heure
		**PRODUCTION**	
		COULEUR	**QUANTITE**
		Blanc	
		Bleu	
		Jaune	
		MACHINE	
		Presse	Battenfeld

CONDITIONNEMENT	
Par couleur	Par boite de 20 kg

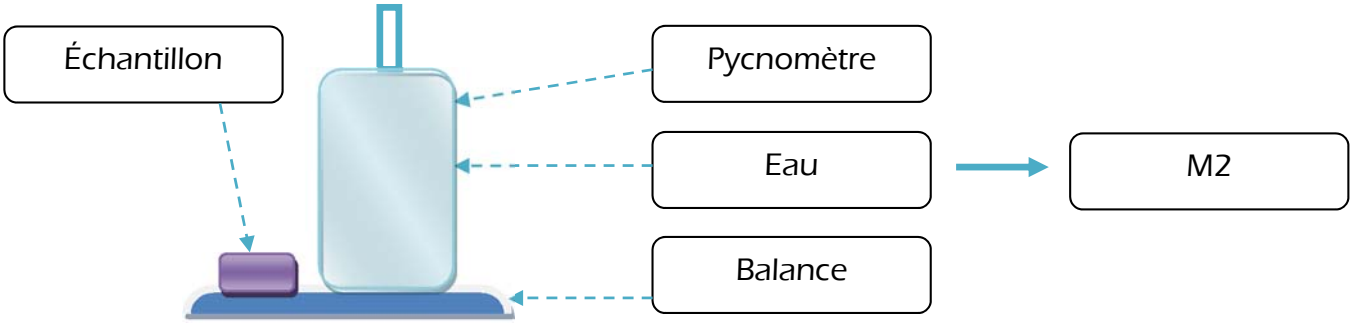
FORMULAIRE

DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE

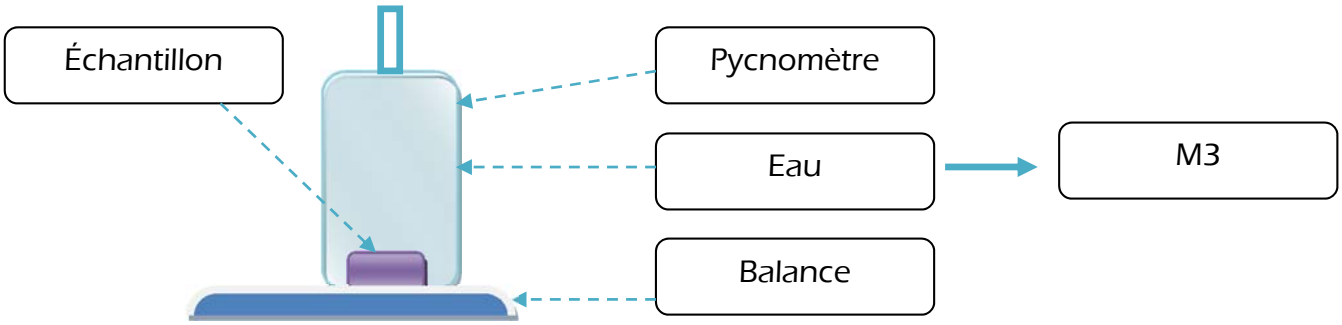
1. Peser un pycnomètre rempli d'eau distillée.



2. Peser un pycnomètre rempli d'eau distillée avec un échantillon de matière plastique.



3. Peser l'échantillon de matière plastique dans le pycnomètre rempli d'eau.



- Formule :

$M = M2 - M1$

$M' = M2 - M3$

$Mv = M / M'$

DÉTERMINATION DE L'INDICE DE FLUIDITÉ
MODE OPERATOIRE A

EXTRAIT DE LA NORME T51 – 038 – NF EN ISO 1133

4 Mode opératoire A

4.1 Nettoyer l´appareil (voir 5.2). Avant de commencer une série d´essais, s´assurer que le cylindre (3.1.2) est à la température choisie, depuis au moins 15 min.

4.2 Mettre 3 g à 8 g de l´échantillon pour essai dans le cylindre selon l´indice de fluidité à chaud présumé (voir tableau 2 à titre de guide). Pendant ce chargement, comprimer la matière en exerçant une pression manuelle au moyen de la tige de chargement (3.2.1.1). Pour un chargement aussi exempt d´air que possible, dans le cas de matières subissant une dégradation, effectuer le chargement en 1 min au maximum. Placer le piston, chargé ou non, selon l´indice de fluidité à chaud de la matière, dans le cylindre.

Si l´indice de fluidité à chaud est élevé, c´est-à-dire supérieur à 10 g/10 min, la perte d´échantillon lors du préchauffage sera importante. Dans ce cas, utiliser un piston non chargé ou faiblement chargé au cours de la période de préchauffage, et amener cette charge voulue à la fin d´un temps de préchauffage égal à 4 min. Lorsque l´indice de fluidité à chaud est très élevé, il peut être nécessaire d´utiliser un obturateur.

Tableau 2

Indice de fluidité à chaud en masse[1] g/10 min	**Masse d'échantillon pour essai dans le cylindre**[2] g	**Intervalle de temps entre deux coupes d'extrudat** s
⩾ 0,1 mais ⩽ 0,5	3 à 5	240
> 0,5 mais ⩽ 1	4 à 6	120
> 1 mais ⩽ 3,5	4 à 6	60
> 3,5 mais ⩽ 10	6 à 8	30
> 10	6 à 8	5 à 15 [3]

1) Il n'est pas recommandé de mesurer les indices de fluidité à chaud en masse si les valeurs sont inférieures à 0,1 g/10 min ou supérieures à 100 g/10 min.

2) Quand la masse volumique de la matière est supérieure à 1,0 g/cm^3, il peut être nécessaire d'augmenter la masse d'échantillon pour essai.

3) Pour parvenir à une répétabilité suffisante lorsqu'on applique cette méthode à des matières ayant un MFR supérieur à 25 g/10 min, il est nécessaire d'effectuer des coupes au moyen d'un dispositif automatique permettant de mesurer des intervalles de temps avec une précision meilleure que 0,1 s ou d'utiliser le mode opératoire B.

4.3 Quatre minutes après avoir introduit complètement l´échantillon pour essai, temps au bout duquel la température doit être revenue à la valeur choisie, placer la charge choisie sur le piston, s´il n´était pas chargé ou s´il l´était insuffisamment. En fonction de la viscosité réelle de la matière, laisser descendre le piston chargé ou non chargé sous l´action de la pesanteur, jusqu´à ce qu´un filament exempt de bulles soit extrudé. La durée de cette opération ne doit pas dépasser 1 min. Couper l´extrudat au moyen de l´outil (3.2.2.1) et écarter la partie coupée. Continuer à laisser le piston chargé descendre sous l´action de la pesanteur. Quand le repère inférieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre, déclencher le chronomètre (3.2.2.2) et couper l´extrudat avec l´outil tranchant en écartant de nouveau la partie coupée.

Recueillir ensuite, afin de mesurer la vitesse d´extrusion, les extrudats successivement coupés à des intervalles de temps qui dépendent de l´indice de fluidité à chaud, de sorte que la longueur d´un extrudat ne soit pas inférieure à 10 mm et soit de préférence comprise entre 10 mm et 20 mm (le tableau 2 sert de guide pour les intervalles de temps entre deux coupes).

Pour les faibles valeurs de MFR (et de MVR) et/ou lorsque les matières subissent un gonflement relativement élevé dans la filière, il peut ne pas être possible de faire une coupe d´au moins 10 mm dans l´intervalle de temps maximal de 240 s. Dans ces cas, on peut appliquer le mode opératoire A, mais seulement si la masse de chaque partie sectionnée en 240 s est supérieure à 0,4 g. Sinon, le mode opératoire B doit être utilisé.

Arrêter le découpage lorsque le repère supérieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre. Écarter les extrudats qui présentent des bulles d´air. Après refroidissement, peser individuellement, à 1 mg près, les extrudats restants, au nombre de trois au minimum, et calculer leur masse moyenne. Si la différence entre les valeurs maximale et minimale des pesées individuelles est supérieure de 15 % à la moyenne, rejeter le résultat et recommencer l´essai sur une nouvelle partie d´échantillon pour essai.

Le temps écoulé entre le chargement du cylindre et la dernière mesure ne doit pas dépasser 25 min.

L´indice de fluidité à chaud en masse (MFR), exprimé en grammes pour 10 min, est donné par l´équation

$$\mathrm{MFR}(\theta, m_{\mathrm{nom}}) = \frac{t_{\mathrm{ref}} \cdot m}{t}$$

où

θ est la température d´essai, en degrés Celsius;

m_{nom} est la charge nominale, en kilogrammes;

m est la masse moyenne, en grammes, des extrudats;

t_{ref} est le temps de référence (10 min), en secondes (600 s);

t est l´intervalle de temps, en secondes, entre deux coupes d´un extrudat.

Exprimer les résultats avec deux chiffres significatifs et indiquer les conditions d´essai mises en œuvre (par exemple: 190/2,16).

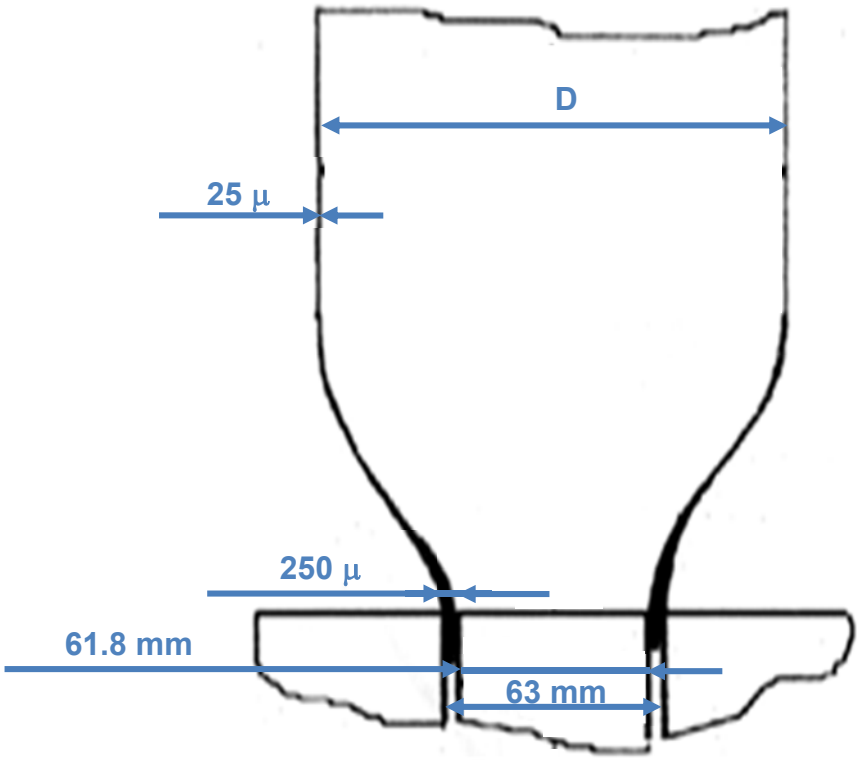
Conditions d´essai en usage pour les normes de désignation des matériaux thermoplastiques

Le tableau B.1 indique les conditions d´essai actuellement prescrites dans les Normes internationales correspondantes. D´autres conditions d´essai peuvent être utilisées, si nécessaire, pour une matière particulière.

Tableau B.1

Norme internationale (voir article 2)	**Matière**	**Conditions** (lettre-code)	**Température d'essai, θ** °C	**Charge nominale (combinée), m_{nom}** kg
ISO 1622-1	PS	H	200	5,00
ISO 1872-1	PE	D	190	2,16
ISO 1872-1	PE	E	190	0,325
ISO 1872-1	PE	G	190	21,60
ISO 1872-1	PE	T	190	5,00
ISO 1873-1	PP	M	230	2,16
ISO 2580-1	ABS	U	220	10,00
ISO 2897-1	PS-I	H	200	5,00
ISO 4613-1	E/VAC	B	150	2,16
ISO 4613-1	E/VAC	D	190	2,16
ISO 4613-1	E/VAC	Z	125	0,325
ISO 4894-1	SAN	U	220	10,00
ISO 6402-1	ASA, ACS, AES	U	220	10,00
ISO 7391-1	PC	W	300	1,20
ISO 8257-1	PMMA	N	230	3,80
ISO 8986-1	PB	D	190	2,16
ISO 8986-1	PB	F	190	10,00
ISO 9988-1	POM	D	190	2,16
ISO 10366-1	MABS	U	220	10,00

L'EXTRUSION GONFLAGE



- Taux de gonflage (TG) = $\frac{\text{Laize}}{\pi} \times \frac{1}{\text{Ø de la filière}}$
- Laize = 2 x largeur à plat
- Taux d'étirage (TE) = $\frac{e0}{e1} \times \frac{0.82}{TG}$
    - e0 = épaisseur initiale (sortie entrefer)
    - e1 = épaisseur finale

	Gaine acceptable	Gaine de qualité	Le mieux
Taux de gonflage	1.5 à 3.5	1.8 à 2.5	2
Taux d'étirage	1.5 à 8	3 à 6	4

- Poids au mètre linéaire (PMT) = Densité de la matière x (épaisseur en cm x Laize x 100)

LA CARTE DE CONTRÔLE

Taille d'échantillons	A2	D3	D4	Dn
n 2	1.880	0	3.628	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.557	0	2.114	2.326

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.