

CODEX

**recyclage –
fabrication
plastique**



**FABRIQUE DE
L'INNOVATION**
Université de Lyon

 **Plastronique**
Convergence de l'électronique et de la plasturgie^{3D}

CODEX

**recyclage —
fabrication
plastique**

sommaire

- 1 introduction — mot du directeur de la Fabrique de l'Innovation
- 3 réalisation de la chaîne de recyclage — fabrication plastique
- 5 vue d'ensemble du parc machine de la chaîne de recyclage — fabrication plastique
- 7 vue d'ensemble des possibilités de production

triaje et homogénéisation granulométrique

- 11 bacs de tri plastique
- 13 choisir sa granulométrie
- 15 broyeuse MODITEC goliath Mini 4a
- 18 broyeuse manuelle HOLIMAKER Holishred
- 19 tamis rotatif LE TROMMEL

fabrication polymérique

- 23 filamenteuse 3DEVO Maker composer
- 24 presse à imprimer / chaud "Le gaufrier"
- 25 presse à injection manuelle HOLIMAKER holipress 16
- 26 faire des moulages par injection
- 27 presse chauffante FONTIJNE Labecon 600 kN
- 29 presse chauffante FONTIJNE — guide de démarrage rapide
- 53 faire des plaques
- 61 moule type pour faire des plaques
- 63 nettoyage type des moules
- 64 calcul type pour le grammage des moules
- 65 programme type FONTIJNE moulage plaque PLA 1 mm
- 66 programme type FONTIJNE moulage plaque PLA 2 mm
- 67 programme type FONTIJNE moulage plaque PLA 4 mm
- 68 programme type FONTIJNE moulage plaque PP 1 mm
- 69 programme type FONTIJNE moulage plaque PET 1 mm
- 70 programme type FONTIJNE moulage plaque HDPE 1 mm

projets type réalisés

- 73 porte-clés UCBL Lyon 1
- 75 horloge PLAP
- 79 boucles d'oreilles et pampilles

documentations et aspects techniques des polymères

- 85 introduction
- 86 identification par code résine plastique
- 87 identification par plonge dans un liquide
- 88 taux de recyclabilité et d'étuvage
- 89 plastique amorphe et semi-cristallins
- 90 densité et type de polymère
- 91 définition T°C, synthèse réaction thermique d'un polymère
- 92 tableau T°C transition vitreuse, fusion et dégradation
- 93 tableau T°C moulage et démoulage
- 94 liste défauts possibles de moulage et résolutions
- 95 mise en garde sur l'hydrolyse — rupture des liaisons moléculaires
- 96 mise en garde sur l'hydrolyse — filamenteuse / extrusion
- 97 tableau récapitulatif données

recensement non exhaustif des pratiques de recyclage

- 101 protocole Ateliers des Recycleurs Fous
- 103 protocole Sorbonne Université
- 105 protocole Fablab La Verrière
- 107 8Fablab Drôme - FabUnit
- 109 protocole CNC Kitchen

annexes

- 113 bibliographie — pour en savoir plus !
- 114 colophon

introduction – mot du directeur de la Fabrique de l’Innovation

L'idée de mettre en place une chaîne de recyclage plastique au Fablab de la Fabrique de l'Innovation date des premiers échanges qui ont eu lieu en juillet 2021 entre la Plateforme Plastronique 3D (Labo Ampère) et la Fabrique de l'innovation - UDL. Il s'agissait d'acquérir et mettre à disposition du plus grand nombre une chaîne d'outils : presse-chauffante, presse à injection, filamenteuse, broyeur...

Cette chaîne devait servir à la **Formation Initiale**, aux usagers quotidiens du Fablab pour la **Conception de Prototypes**, et aux projets **Recherche** de la plateforme Plastronique 3D. Il s'agissait également d'un **outil de médiation** à destination des étudiants du campus, voire même de publics scolaires (collèges, Lycées) et du grand public.

En 2022 un projet a été déposé auprès du CVEC de l'UCBL et un financement a été accordé pour financer une presse chauffante à plateaux depuis installée au Fablab. La Fabrique de l'Innovation - UDL a également financé à la même époque une broyeuse à plastique et une presse à injection.

Cette chaîne a été mise en place progressivement, et en 2025, la Fabrique a recruté un stagiaire en la personne d'Aurélien Pons pour rôder les usages et établir des protocoles. Aurélien a réalisé un travail exceptionnel pendant son stage, et grâce à lui, la démarche a donné lieu au présent document qui doit servir de guide aux usagers de la chaîne de recyclage plastique.

La suite du projet sera de donner du rayonnement à cette chaîne qui sera installée dès septembre 2025 au Fablab de la I-Factory. Il s'agira d'en ouvrir l'accès au plus grand nombre d'étudiants dès 2025/2026. Des évènements de médiation seront organisés auprès d'un large public. La plateforme Plastronique 3D sera aussi un usager régulier et privilégié pour ses projets de Recherche en lien avec la Plastronique (ajout d'électronique sur des objets en plastique).

De nouveaux financements seront également recherchés afin de compléter cette chaîne de recyclage (thermoformeuse, une deuxième presse à injection...), qui deviendra, nous l'espérons, un démonstrateur de différents types de revalorisation possibles de chutes de plastique.

Stéphane GAVARINI

Prochain lieu de résidence de la Fabrique de l'Innovation, la I-Factory, futur lieu totem de l'innovation, de la créativité et de l'entrepreneuriat au cœur campus de Lyon-Tech La Doua.



réalisation de la chaîne de recyclage — fabrication plastique

De février à juillet 2025, la Fabrique de l’Innovation à recruter Aurélien Pons pour développer cette chaîne de recyclage - fabrication plastique en lien avec le parc machine existant, et interroger les usages possibles du plastique recyclé.

Ce qui a été réalisé :

- Étude du parc machine existant du Fablab, recherches de protocoles pour la fabrication de plastique recyclé, valorisation de ces matériaux en faisant usage pour des objets et ateliers de médiation.
- Analyse approfondie sur les divers aspects techniques des polymères. Ainsi que les lieux faisant du recyclage, ou examinant les usages possibles de plastique recyclé (académique, tiers-lieux etc...)
- Défrichage du fonctionnement et des usages de la presse chauffante Fontijne, conception et fabrication de moules adaptés.
- Mise en place de nouveaux bacs de tri et de sa communication visuelle.
- Conception et fabrication d'un trommel électrique (tamis rotatif) intégré dans le circuit de recyclage établi.
- Expérimentations et propositions d'usages du plastique recyclé (PLA, PC, PP, PEHD, PET)
- Collaboration avec la plateforme de recherche scientifique Plastronique du laboratoire Ampère - CNRS UMR5005 pour développer une plastronique plus responsable par la valorisation de plastique recyclé.
- Rédaction et mise en page de ce présent document concernant l'utilisation de la chaîne de recyclage plastique et de l'usage des polymères revalorisés.

dates clés

14 février 2023

entrées machine broyeur plastique HOLIMAKER HoliShred et presse à injection HOLIMAKER Holipress

18 janvier 2024

entrée machine filamenteuse 3DEVO maker composer

6 mai 2024

entrée machine presse-chauffante FONTIJNE Labecon 600 kN

18 juillet 2024

entrée machine broyeuse MODITEC golliath mini 4

fin février 2025

début stage d'Aurélien Pons

fin février - fin juin 2025

recherche de documentations autour des polymères

mars 2025

mise en place bacs de tri / communication visuelle

fin mars-juillet 2025

conception du trommel

fin juillet 2025

fin de stage d'Aurélien Pons



Aurélien Pons utilisant la presse à injection dans l'ancienne installation à la Préfabrique, sous le Quai 43, au campus de Lyon-Tech La Doua. février 2025.

vue d'ensemble du parc machine de la chaîne de recyclage — fabrication plastique

TRIAGE ET HOMOGÉNÉISATION GRANULOMÉTRIQUE



FABRICATION POLYMÉRIQUE

PRESSES CHAUFFANTES

moulage par compression



PRESSE À INJECTION

moulage par injection



FILAMENTEUSE

moulage par extrusion



PRODUCTION TRANSFORMABLE PAR

DÉCOUPEUSE LASER

DÉCOUPEUSE JET D'EAU

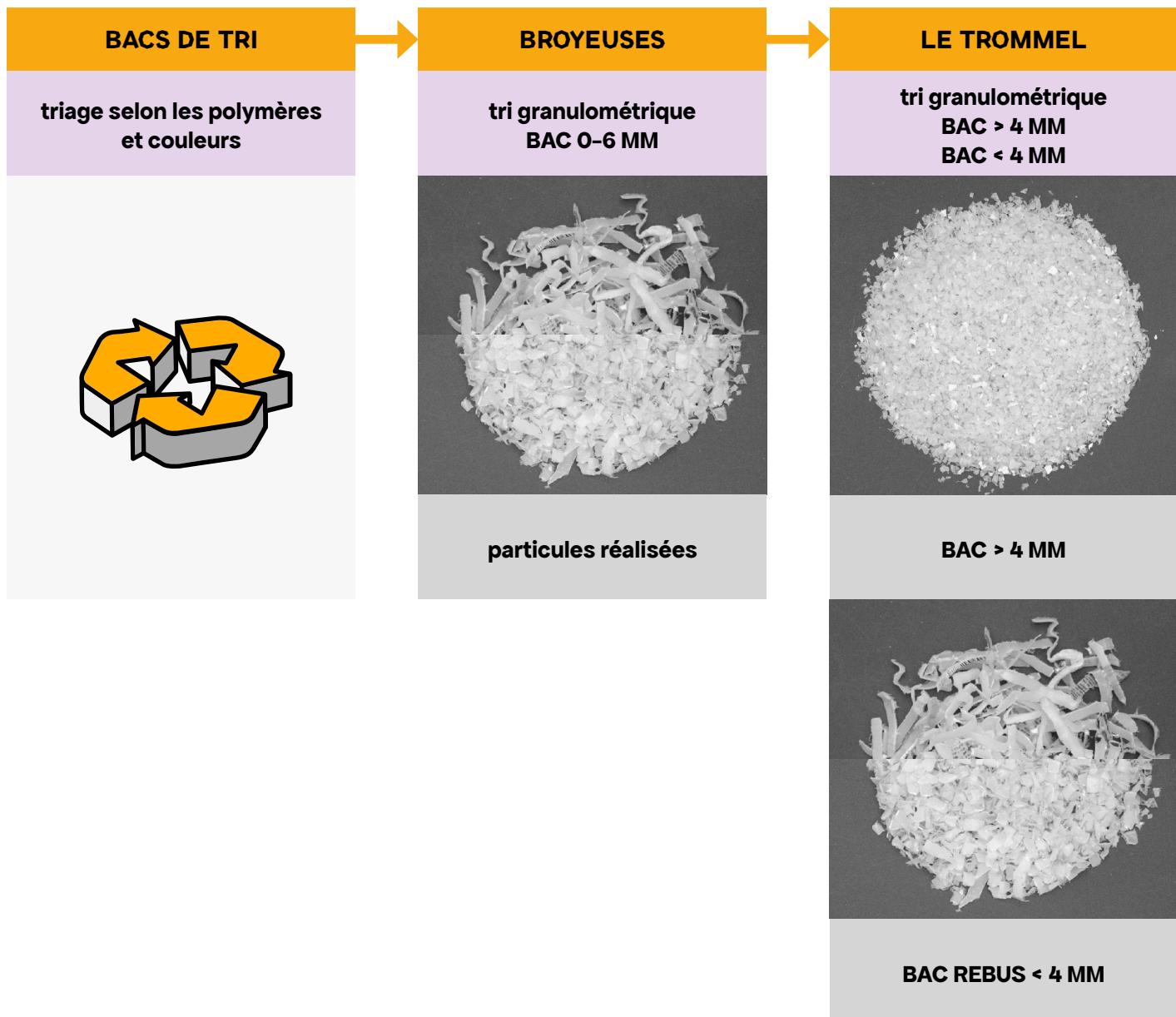
CNC

THERMOFORMEUSE

ex : faire de la plastronique
(Plastronique / Labo Ampère)

vue d'ensemble des possibilités de production de la chaîne de recyclage — fabrication plastique

TRIAGE ET HOMOGÉNÉISATION GRANULOMÉTRIQUE



FABRICATION POLYMÉRIQUE

PRESSES CHAUFFANTES

moulage par compression



exemple de production

PRESSE À INJECTION

moulage par injection



exemple de production

FILAMENTEUSE

moulage par extrusion



exemple de production

PRODUCTION TRANSFORMABLE PAR

MACHINE LASER



exemple de production
(horloge PLAP)

CNC

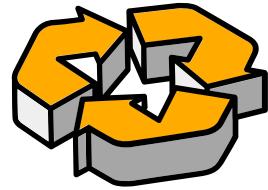
DÉCOUPEUSE JET D'EAU

THERMOFORMEUSE

ex : faire de la plastronique
(Plastronique / Labo Ampère)

triage et homogénéisation granulométrique

bacs de tri plastique



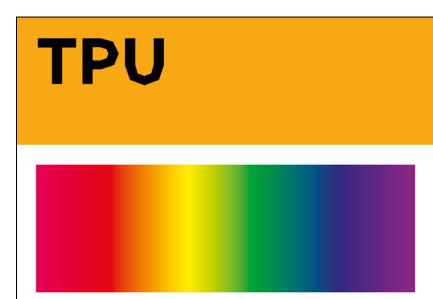
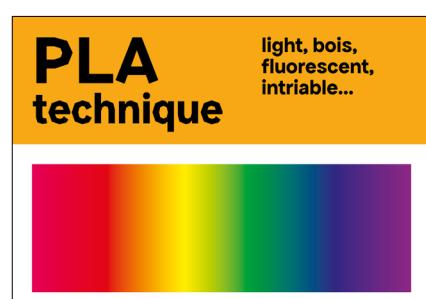
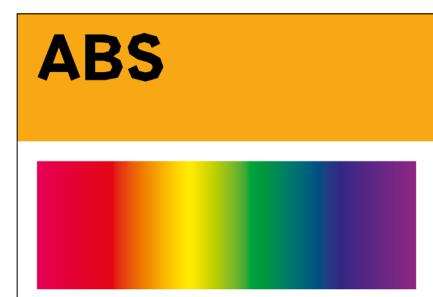
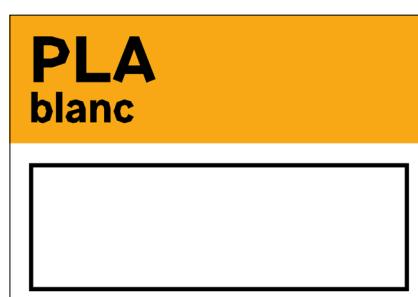
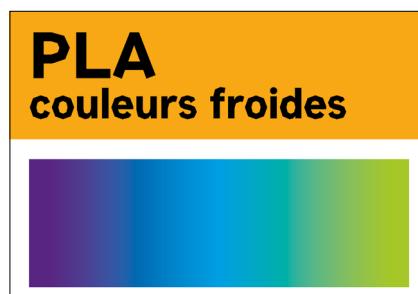
Ces bacs installés dans le Fablab servent à voir un tri passif de la part des usagers de leurs déchets plastiques. Ces déchets deviennent le gisement principal de la chaîne expérimentale.

niveau expert

niveau intermédiaire

niveau débutant

simple





ÉTAPES DE SÉCURITÉ



- Trier selon la nature et la couleur du plastique
- Le plastique doit être dé-pollué (pas de métal / colle / tissu / silicone...)
- N'accepte pas d'impression résine
- un plastique inconnu ? Jetez-le, pour éviter une pollution dans le recyclage

choisir sa granulométrie

La granulométrie d'un broyat est importante pour deux raisons :

- Afin d'avoir un matériau homogène durant son thermomoulage.
- De par la diformité du broyat crée par ces machines, les particules s'agregent entre-elles se bloquent dans la filamenteuse et la presse à injection. Ce problème n'existe pas avec les granulés de plastique des industriels par leurs formes arrondies.

TAILLES DES PARTICULES ET LEURS UTILISATIONS

BROYEUSES



GRANDES 0-30 MM



presse à plaque chauffante

MOYENNES 0-6 MM



presse à plaque chauffante

LE TROMMEL (TRIE)

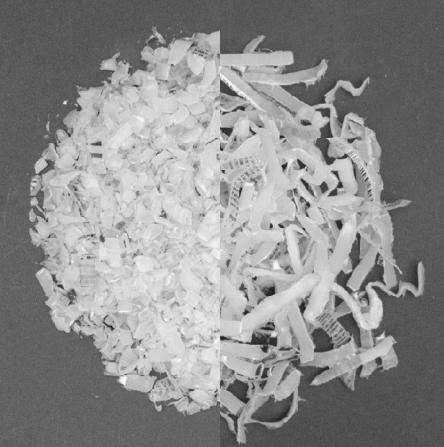


**PETITES 0-4 MM
BAC SOUS LE TAMBOUR**



**presse à injection
filamenteuse**

**GRANDES 0-30 MM
BAC DE SORTIE**



presse à plaque chauffante

broyeuse MODITEC goliath Mini 4



La broyeuse s'emploie pour homogénéiser la granulométrie des différents polymères venant des bacs de tri.

niveau expert

niveau intermédiaire

niveau débutant

simple

FICHE TECHNIQUE

- Granulométrie : 4 mm
- Tour par minute : 25 tr / min
- Entonnoir en PMMA : 1,1 L
- Bac plastique broyé : trémie réhaussé de 3,3 L
- supporte pas : PC
- supporte : PLA

options non incluses sur la machine actuelle :

- Capteur mécanique
- Capteur électronique
Déetecte si la trémie est pleine
- Système de refroidissement
Le circuit d'eau permet l'évacuation des calories et évite donc la montée en température des éléments de coupe
- Granulométrie 5 mm
- Granulométrie 6 mm



ÉTAPES DE SÉCURITÉ



- Ne pas mettre les mains dans le bac entonnoir en PMMA
- Éteindre la machine 10 min toutes les 50 min en usage intensif
(réduction de chauffe des dents de découpe)
- Broyer des morceaux de plastique de taille similaire
- Interdits : impression résine, métal, bois, textiles, silicone, colles ou adhésifs

USAGE DE LA MACHINE

détail sur le remplissage de l'entonnoir (1)

Ne pas bourrer l'entonnoir de plastique. En cas de blocage, cela entraîne l'ouverture de celui-ci à sa base, renversant ainsi tout son contenu.
Résolution : remplir l'entonnoir à 5 cm maximum au-dessus des dents dorées.

typologies de morceaux de plastiques après impression 3D et préconisation sur son broyage (2-3)

PLAQUES FINES / PIÈCES AJOURÉES

1^{ère} cause d'arrêt de la machine afin de récupérer la pièce gênante.

Découper à la main ces pièces en morceaux de 6x6 cm max

Dès 7 cm, les plaques se posent sur les dents de la machine réduisant son usage. Plier ces plaques aide la machine.

FORMES ARRONDIES / CYLINDRIQUES ET / OU PLASTIQUE ÉPAIS

(+30% DE REMPLISSAGE ET + DE 2 CM D'EP.)

2^{ère} cause d'arrêt de la machine afin de récupérer la pièce gênante.

Concasser la pièce dans un sac et marteler là.

Les pièces cylindriques glissent sur les dents de la machine.

JUPES / SUPPORT / FIL TEST DÉBUT IMPRESSION FDM

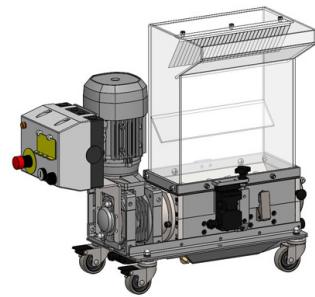
Aucun problème. Si amas de plastique compact, décortiquez les morceaux pour éviter un blocage de la machine.

transfert bac broyat dans un bac

Attention à la petite taille du bac de la broyeuse (3,3 L). Un bac euro (40x30x12) en comparaison fait 6,9 L.

Il est pertinent d'arrêter la machine de temps en temps pour vider son bac broyat.

broyeuse MODITEC goliath Mini 4



NETTOYAGE DE LA MACHINE

Dès que la session broyage est terminée, on procède au nettoyage de la machine et de son environnement pour faciliter la session suivante.

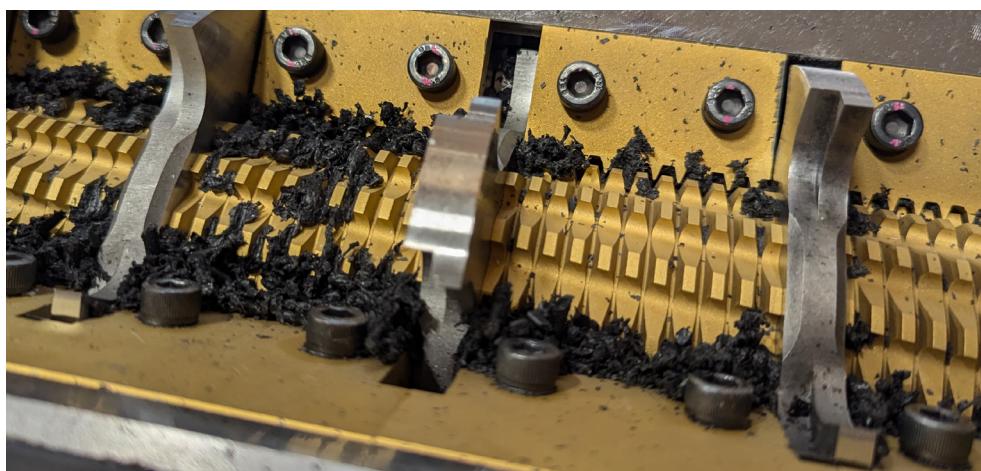
Nettoyage des dents : utiliser l'aspirateur et récolter les derniers morceaux. Dès que c'est nettoyé, fermer l'entonnoir, lancer la machine et arrêter la à chaque section de dents sales. Cette étape se fait en 5/6 fois minimum. Étape longue mais nécessaire.

Après avoir récolté puis récurer le bac de la broyeuse au pinceau, aspirer les derniers éléments afin d'avoir le bac de la machine le plus propre possible.

Nettoyer la partie inférieure de la machine avec l'aspirateur. Remonter le bac de la broyeuse. Broyeuse prête pour la session suivante.

PROBLÈMES ET RÉSOLUTIONS

- Dents dorées avec du plastique fondu / surchargés de plastique
= Utilisation longue durée de la machine.
- Prendre tournevis plat et tapoter les morceaux collés avec précaution.
- = Bac de broyat plein.
- Vider le bac.
- = Blocage de la machine par un morceau d'impression ou autre matériau.
- Utiliser l'inverseur pour débloquer la machine.



PLA fondu sur les dents de la broyeuse avant d'être recréé avec un tournevis plat



broyeuse manuelle **HOLIMAKER Holishred**

niveau
expert

Broyeuse manuelle avec levier et pousoir permettant de broyer des plastiques tendres comme du PP, du PEHD et rebus d'impression 3D remplis à moins de 30%.

niveau
intermédiaire

niveau
débutant

simple

tamis rotatif LE TROMMEL



Le trommel s'emploie pour tamiser le broyat de plastique en deux bacs : un Bac < 4 mm pour une utilisation sur presse chauffante et un Bac > 4 mm pour une utilisation sur filamenteuse et presse à injection.

niveau expert

FICHE TECHNIQUE

niveau intermédiaire

niveau débutant

simple

Dessiné par Aurélien Pons pour la Fabrique de l'Innovation. Si problème technique, contactez le designer. Le projet est visible sur Fabmanager.

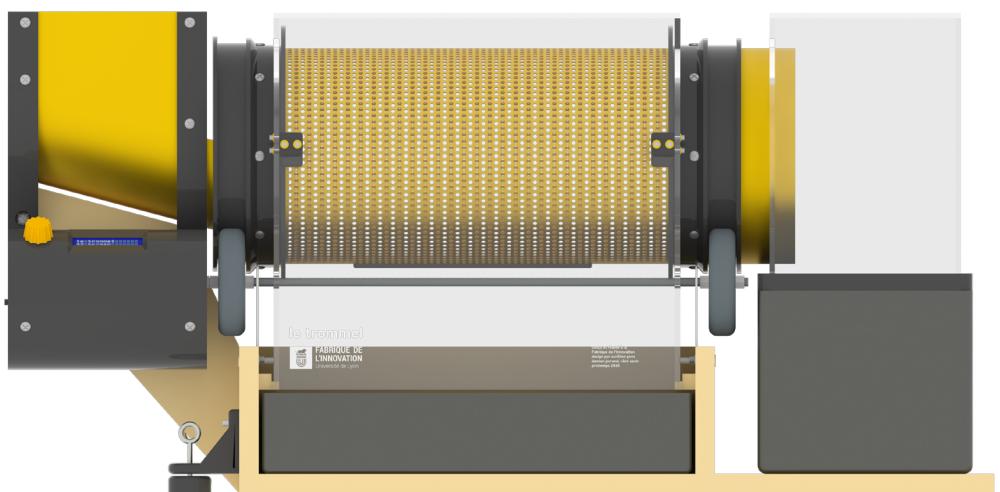
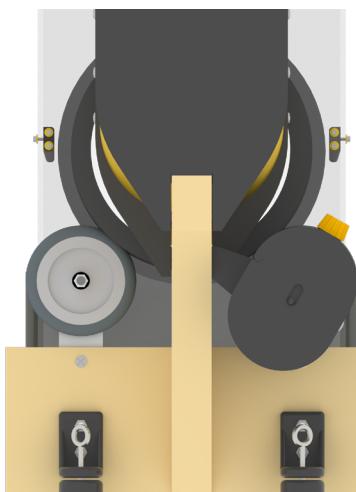
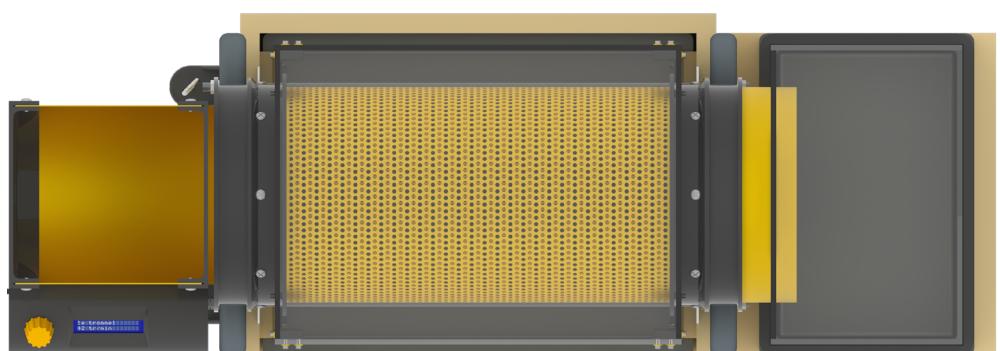
- Bac < 4 mm : bac euro ESD PP EG 32/17 HG AUER Packaging 7,1 L
- Bac > 4 mm : bac euro ESD PP EG 43/75 HG AUER Packaging 6,9 L
- Moteur pas à pas recyclé d'imprimante 3D ultimaker extended 2
- ESP32 + Stepper motor driver
- Ecran LCD i2c 2x16 caractères

USAGE DE LA MACHINE

Versez le broyat de plastique dans l'entonnoir, puis poussez-le dans le tambour en mouvement. Le travail se fait ensuite automatiquement. Tournez le potentiomètre pour varier le tour par minute de la machine.

NETTOYAGE DE LA MACHINE

- Enlevez le capot de protection en PMMA
- Faire tourner délicatement le tambour et brosser les cribles
- Aspirer les résidus plastique + nettoyer les capots en PMMA via une serviette microfibre !



bac - 4 mm euro 6.9 L

bac + 4 mm euro 7.6 L

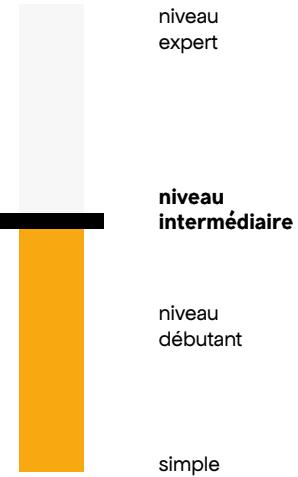
- **bois massif hêtre**
caisson assemblé avec des lamellos
- **PETG · impression FDM**
structure, boîtier de commande
- **PMMA transparent**
protection
- **polypropylène 0.8 mm**
entonnoir et tambour

fabrication polymérique

filamenteuse 3DEVO Maker Composer 350



Machine pour transformer des granules ou du broyat de plastique en fil pour impression 3D FDM. Base de fonctionnement de la machine : Le Ø du filament se fait par la roue "PULLER" (roue avec du caoutchouc) à l'avant du boîtier : par sa vitesse de rotation, elle va étirer + ou - rapidement le fil extrudé au Ø voulu. Si le mélange de plastique est non régulier, la roue PULLER va aussi avoir un comportement non régulier pour compenser la difficulté de chauffer et ainsi donner un résultat mitigé au final. Il est ainsi important d'avoir un granulat ou un broyat régulier avec un bon paramétrage de la machine.



FICHE TECHNIQUE

- Tour par minute : 2-15 tr/ min
- Entonnoir en PMMA : 2 L
- Contrôle du Ø du filament : 0,5 à 3,0 mm avec une tolérance de 0,05 mm
- Capteur optique : précision de 43 micron
- Système de chauffe : 4 zones ; T°C max : 350°C
- Passage de l'entonnoir à la buse : 10 à 15 min
- Polymères acceptés :
PLA, ABS, PC, PS, PETG, TPU, TPE, PPS, PVA, Bio PE, New PET, PA (6, 12, 66)

autres détails :

La grille de protection de l'entonnoir est enlevable par deux vis.
Grille avec des mailles carrés de 10 mm.

option non incluse sur la machine actuelle :

«The feeder», un vibreur pour faciliter le déplacement du broyat plastique de l'entonnoir à la vis sans vis. 90€. Parait pertinent de développer un dispositif amélioré à la Fabrique car le produit est connu pour être défectueux.



presse chauffante / à imprimer "Le gaufrier"

niveau expert

La presse chauffante est dédiée au départ à l'impression sur t-shirt. Sa fonctionnalité de pressage et de chauffage est détournée pour réaliser du thermomoulage. Il est important de protéger les plaques avec d'autres plaques de protection / papier cuissons afin qu'elle soit toujours utilisable dans sa fonction première.

niveau intermédiaire

niveau débutant

simple

FICHE TECHNIQUE

- Dimension plateau : 380 x 380 mm
- T°C max. 300°C



ATTENTION



- Attention risque de brûlure

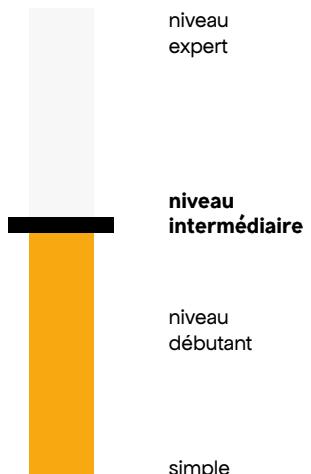
presse à injection manuelle HOLIMAKER Holipress 16



Cette presse s'emploie à partir du plastique tamisé par Le trommel.
Utile pour faire de petites injections.

FICHE TECHNIQUE

- 11 kg
- Ø de la buse : 3 mm
- Volume d'injection : 16 cm³
- Puissance : 400 W
- Cadence de production (sur papier) : 1 pièce / 3 minutes
- Polymères acceptés : PP, PE, PEHD, PEHD, PA, TPU, POM, ABS, PLA, PS



ATTENTION



- Attention risque de brûlure

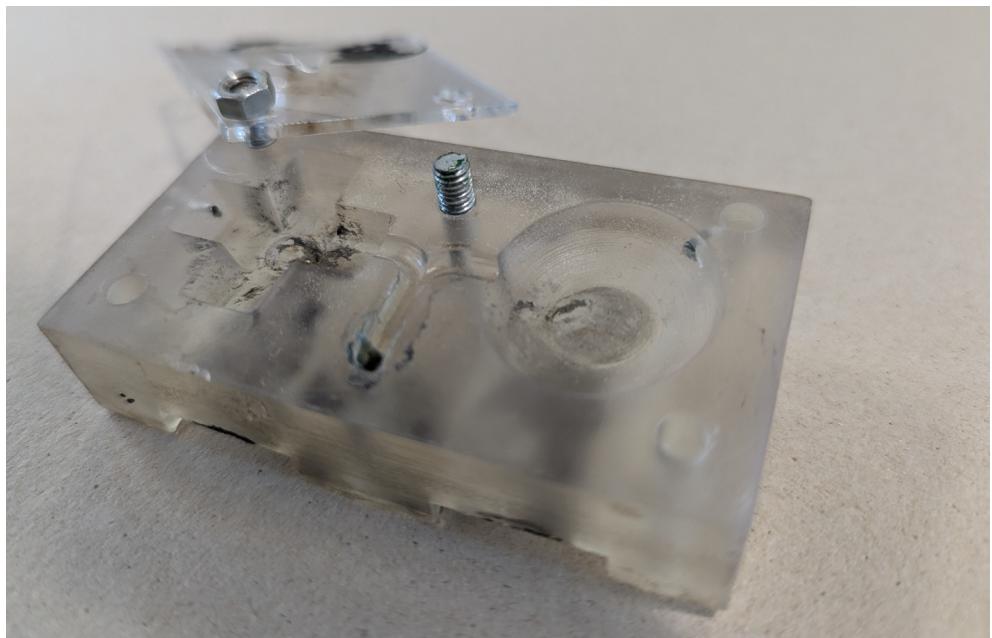
faire des moulages par injection

JOUER AVEC DES MOULES



Moulage de toupies avec le kit de moule de base de la machine.

MOULES RÉALISÉS PAR IMPRESSION RÉSINE



Moule développé par un usager constitué d'une partie moule en impression résine et d'une partie couvercle en PMMA.

On peut observer que le PMMA de 2 mm s'est bien plié avec la chaleur malgré le soutien des vis.



Moulage pour faire des boutons de remplacement de manette NES.

presse chauffante FONTIJNE Labecon 600 kN



Presse appartenant à la plateforme de recherche scientifique Plastronique du laboratoire Ampère - CNRS UMR5005 pour développer une plastronique plus responsable par l'usage de matière recyclé notamment.

niveau expert

niveau intermédiaire

niveau débutant

simple

FICHE TECHNIQUE

Conseil : télécharger la fiche technique complète du fabricant.

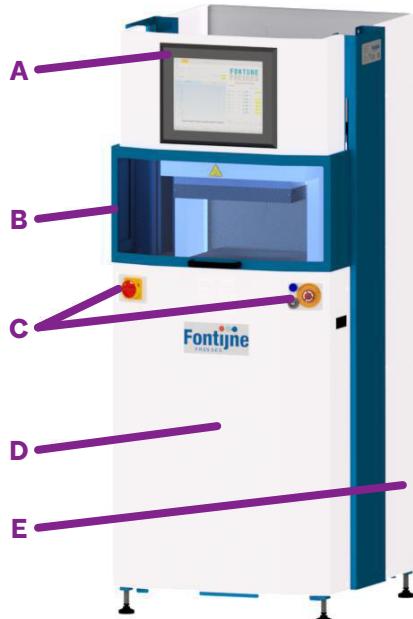
- Force max. : 600 kN
- Dimension plateau : 400x400 mm
- T°C max. 300°C
- Ouverture : 200 mm
- Dimensions : 790x880x1790 mm
- Masse : 800 kg
- Prix : 60 000 €

options non incluses sur la machine actuelle :

- Garantie prolongée et plan de maintenance
- Plateau à billes
Pour insérer les moules plus facilement dans la machine
- Signal lumineux et sonore
Indication de fin de cycle de pressage
- Capacité de chauffe jusqu'à 400°C
- Système de chauffe rapide
Divise par deux la montée en T°C
- Plusieurs ouvertures entre plateaux
Ajouts de plateaux supplémentaires = + de moules par cycle de pressage
- Plateaux en acier, aluminium et cuivre
Pour une distribution de T°C spécifique



M. LOMBARD Philippe, Maître de Conférences
Laboratoire Ampère (CNRS - UMR 5005)
philippe.lombard@univ-lyon1.fr
+33 (0) 4 72 43 87 57



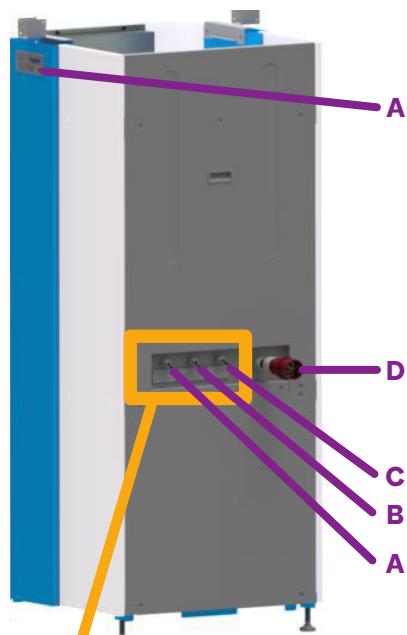
A Écran tactile

B Porte coulissante

C Boutons

D Panneau

E Panneau



A Sortie d'eau

B Pression d'air

C Entrée d'eau

D Alimentation électrique

E Plaque date/révision machine



presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

Ce guide montre comment utiliser la presse et contrôler basiquement son logiciel d'exploitation. Il est crucial de lire ce guide en entier avant d'utiliser la machine afin de comprendre son fonctionnement, les dangers possibles envers votre personne et la machine.

Pour un usager expérimenté ET souhaitant connaître plus de détails sur la machine, il peut avoir accès au manuel original de la machine.

EN CAS DE PROBLÈME

- Contactez un·e Fabmanager
- Appuyez sur le bouton d'urgence



0 · AVANT DÉMARRAGE, CONTRÔLE VISUEL DE LA MACHINE

Si toute anomalie constatée ou un simple doute
= contactez un·e Fabmanager

Vérifier l'état général de la machine extérieur.
(branchement des tuyaux d'eaux à l'arrière de la machine,
le bon placement du tuyaux de sortie d'eau)



1 · METTRE LA VENTILATION

Allumez la ventilation de la machine avant démarrage.



2 · DEMARRAGE DE LA MACHINE

Tournez le bouton-molette vers la droite pour démarrer.

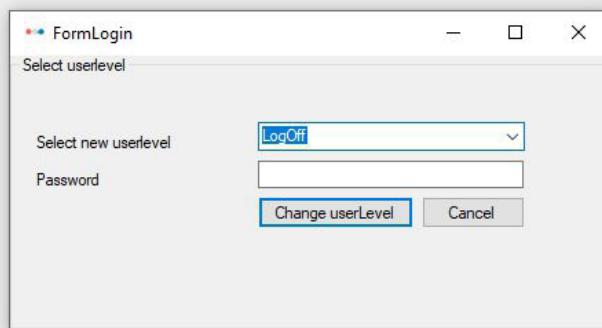


action :
démarrage de la machine
et de son ordinateur embarqué.

Ouverture automatique
du logiciel Labpress après une
minute après démarrage.

3 · CONNEXION AU LOGICIEL

Sélectionner le userlevel **Specialist** avec le mot de passe : **Specialist**
Majuscule et minuscule importante



page de connexion après démarrage

presse chauffante FONTIJNE

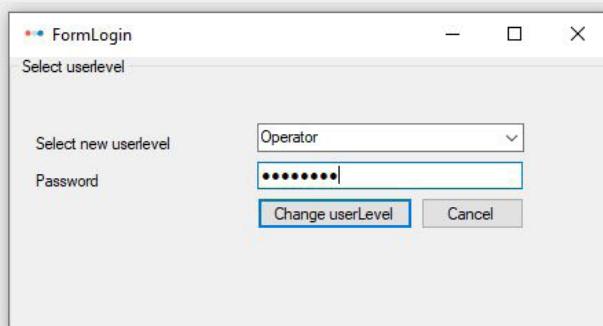
guide de démarrage rapide

PARTICULARITÉ DU CLAVIER NUMÉRIQUE

Le clavier de l'écran tactile est un logiciel tiers ajouté par le fabricant de la presse. Pour certaines manipulations, il est important de le cacher en appuyant sur la touche grise, tout à gauche du clavier.



Pour remettre le clavier numérique, cliquez sur le symbole “T” transparent en bas à droite de l'écran.

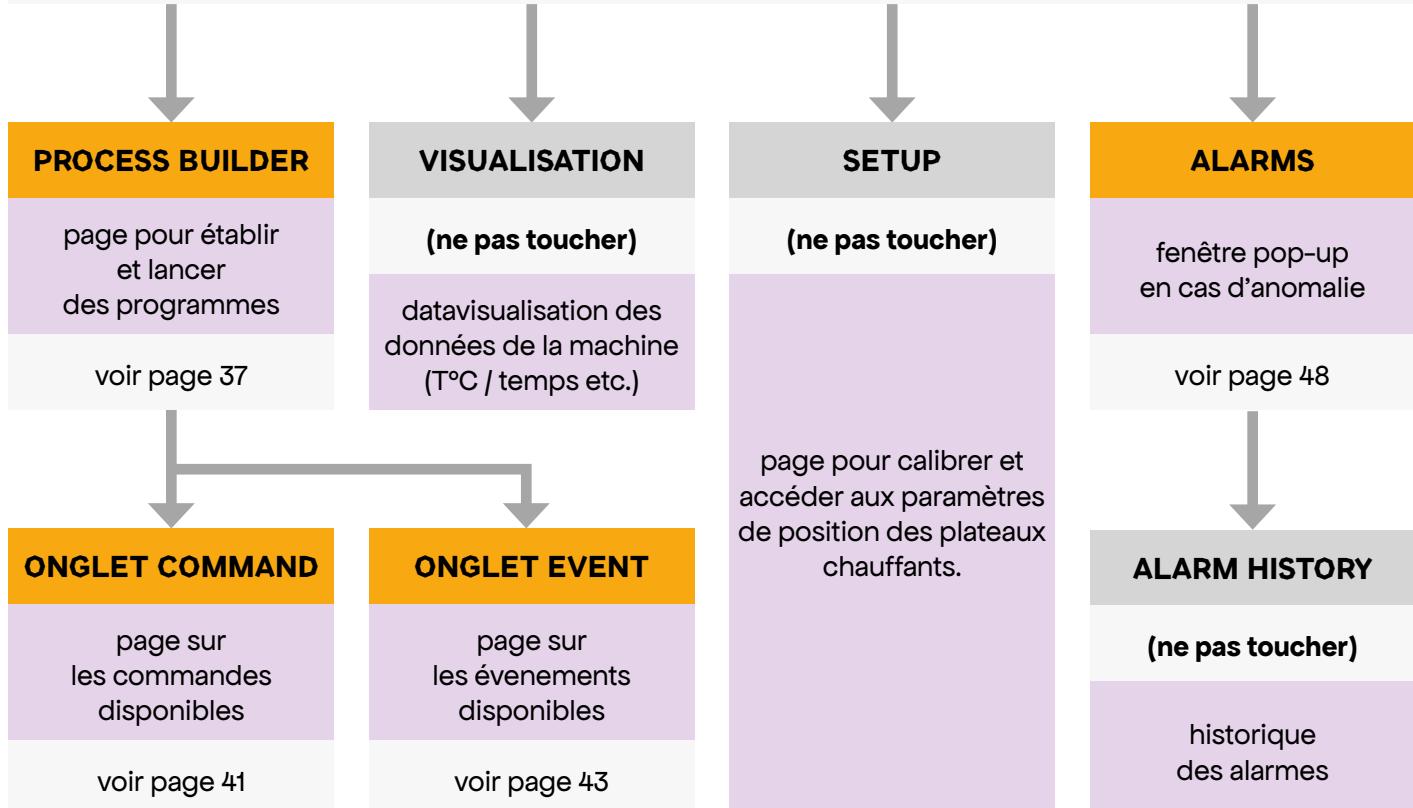


PLAN DU LOGICIEL

ÉCRAN PRINCIPAL

page donnant des indications textuelles et visuelles sur le fonctionnement de la machine.
Le contrôle manuel de la machine se fait dessus.

voir page 33

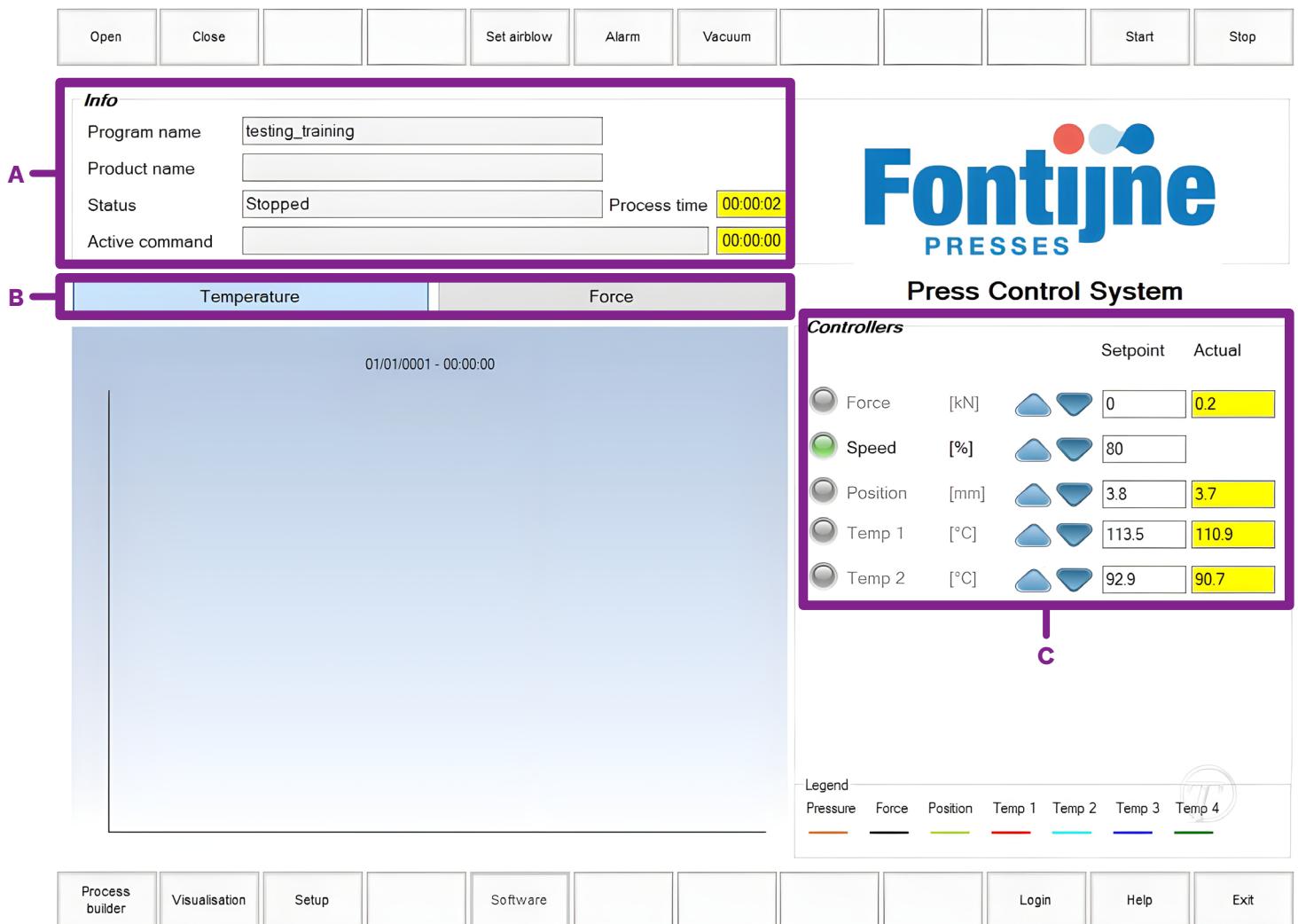


presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

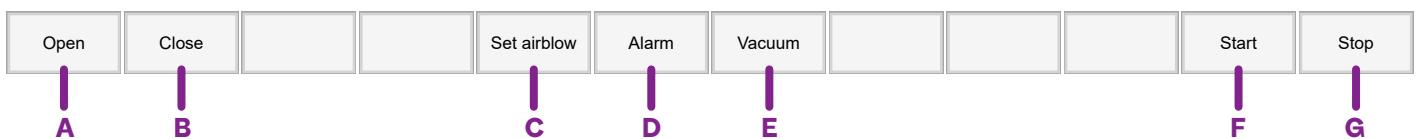
ÉCRAN PRINCIPAL

Page du logiciel permettant de voir le statut du programme avec ses données ou pour utiliser la machine en contrôle manuel.



- A** Panneau d'info. sur le programme en cours
- B** Boutons pour visualiser la T°C et la force sur la partie bleu de l'écran
- C** Panneau d'info. sur les valeurs données et les valeurs actuelles

BARRE DE MENU SUPÉRIEURE



- A** Ouvrir la presse
- B** Fermer la presse
- C** Souffler de l'air comprimé dans les plateaux pour dégager l'eau
- D** Page d'alarme
- E** **(ne pas toucher)**
- F** Démarrer un programme (à ne pas confondre avec la touche LANCER)
- G** Stopper le programme en cours

BARRE DE MENU INFÉRIEURE



- A** Page Process Builder
- B** Page Visualisation **(ne pas toucher)**
- C** Page Setup **(ne pas toucher)**
- D** Page Login **(ne pas toucher)**
- E** Page Help **(ne pas toucher)**
- F** Pour sortie du logiciel

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

MODE CONTRÔLE MANUEL

Mode envisagé pour faire des expérimentations rapides.

Controllers

			Setpoint	Actual
A	Force	[kN]	  0	0.2
B	Speed	[%]	  80	
C	Position	[mm]	  3.8	3.7
D	Temp 1	[°C]	  113.5	110.9
E	Temp 2	[°C]	  92.9	90.7
F				
G				
H				
I				

A Valeurs de la force en kN émise par la machine

B Valeur de la vitesse du piston en %

C Position du plateau amovible

D Valeurs T°C du plateau supérieur

E Valeurs T°C du plateau inférieur (amovible)

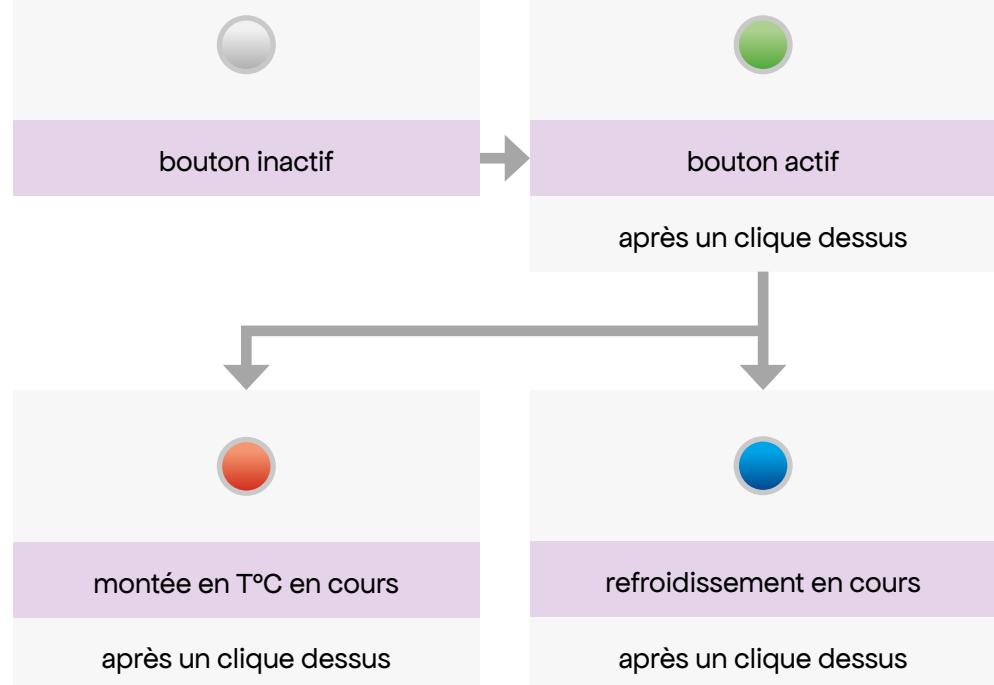
F Boutons pour actionner un changement de valeur

G Boutons pour faire descendre manuellement la valeur d'une unité

H Valeurs actuelles

I Valeurs données (modifiables avec le clavier)

LÉGENDES DES BOUTONS ROND SETPOINT

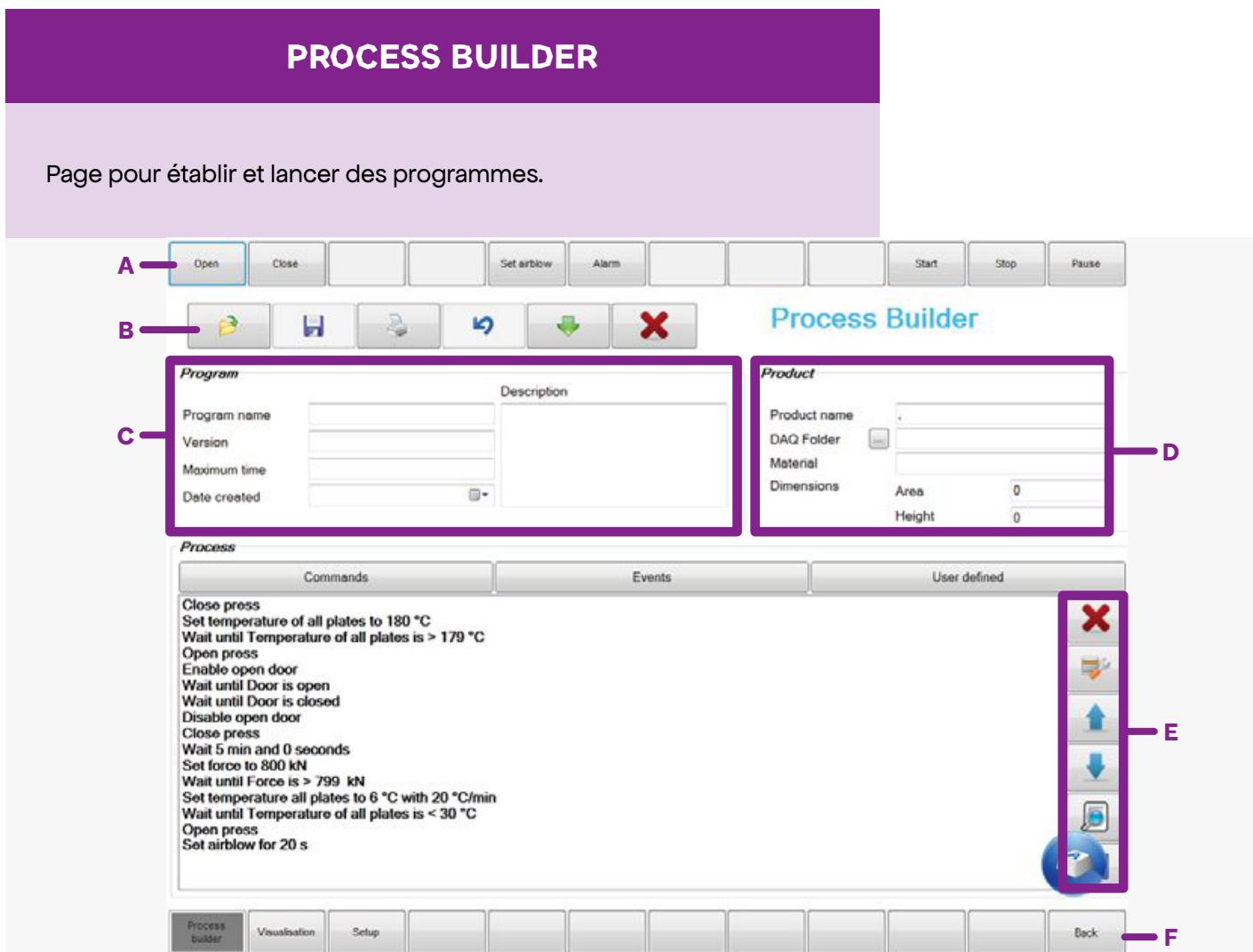


LÉGENDES COULEURS BALISES



presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide



- A** Barre de menu supérieure
- B** Barre d'outils générale liées aux fichiers des programmes
- C** Panneau d'info. sur le programme en cours
- D** Panneau d'info. sur le produit en cours **(ne pas toucher)**
- E** Panneau d'info. / création du programme
- F** Barre de menu inférieure

BARRE D'OUTILS GÉNÉRALE LIÉES AUX FICHIERS DES PROGRAMMES



- A** Ouvrir un programme
- B** Enregistrer un programme
- C** Imprimer un programme (non disponible)
- D** Annuler dernière modification (CTRL + Z)
- E** Envoyer le programme dans la machine
- F** Supprimer toutes les commandes / events en cours

PANNEAU D'INFORMATION SUR LE PROGRAMME

Program		Description
Program name	testing_training	
Version	1	
Maximum time	23:59:59	
Date created	1/27/2022	

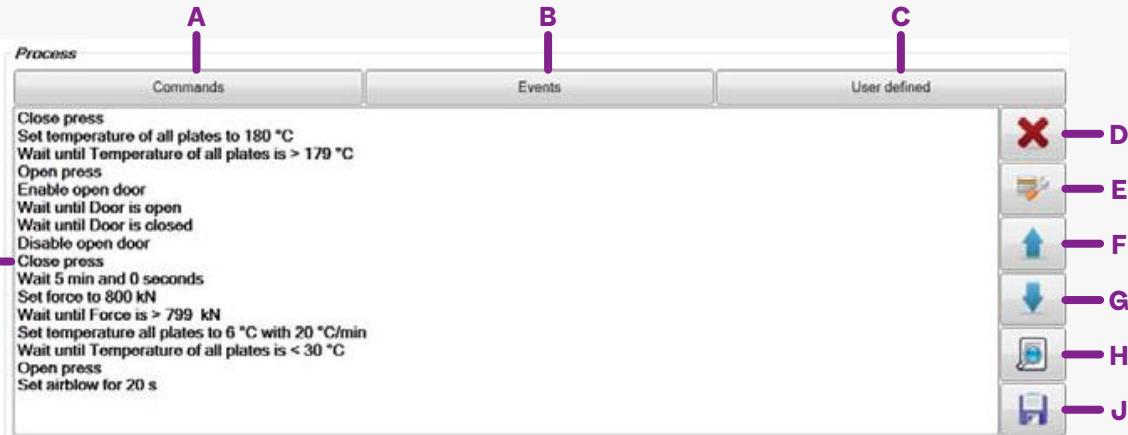
- A** Saisir le nom du programme
- B** Saisir la version du programme
- C** Saisir la durée maximale autorisée du programme. Le programme s'arrête automatiquement lorsque sa durée d'exécution dépasse la valeur de ce champ. Valeur par défaut : **23:59:59**
- D** Date de la création du programme
- E** Saisir des informations supplémentaires sur le programme

- A** Saisir le nom du programme
- B** Saisir la version du programme
- C** Saisir la durée maximale autorisée du programme. Le programme s'arrête automatiquement lorsque sa durée d'exécution dépasse la valeur de ce champ. Valeur par défaut : **23:59:59**
- D** Date de la création du programme
- E** Saisir des informations supplémentaires sur le programme

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

PANNEAU D'INFORMATION / CRÉATION DU PROGRAMME



- A** Ouvre l'écran de la liste des commandes disponibles
- B** Ouvre l'écran de la liste des events disponibles
- C** **(ne pas toucher)**
- D** Supprime une commande / event selectionnée
- E** Pour modifier une variable d'une commande / event selectionnée
- F** Déplace une commade / event vers le haut
- G** Déplace une commade / event vers le bas
- H** **(ne pas toucher)**
- I** Vue sur le programme actuel
- J** **(ne pas toucher)**
Utiliser le bouton Enregistrer du programme dans la barre d'outils à la place.

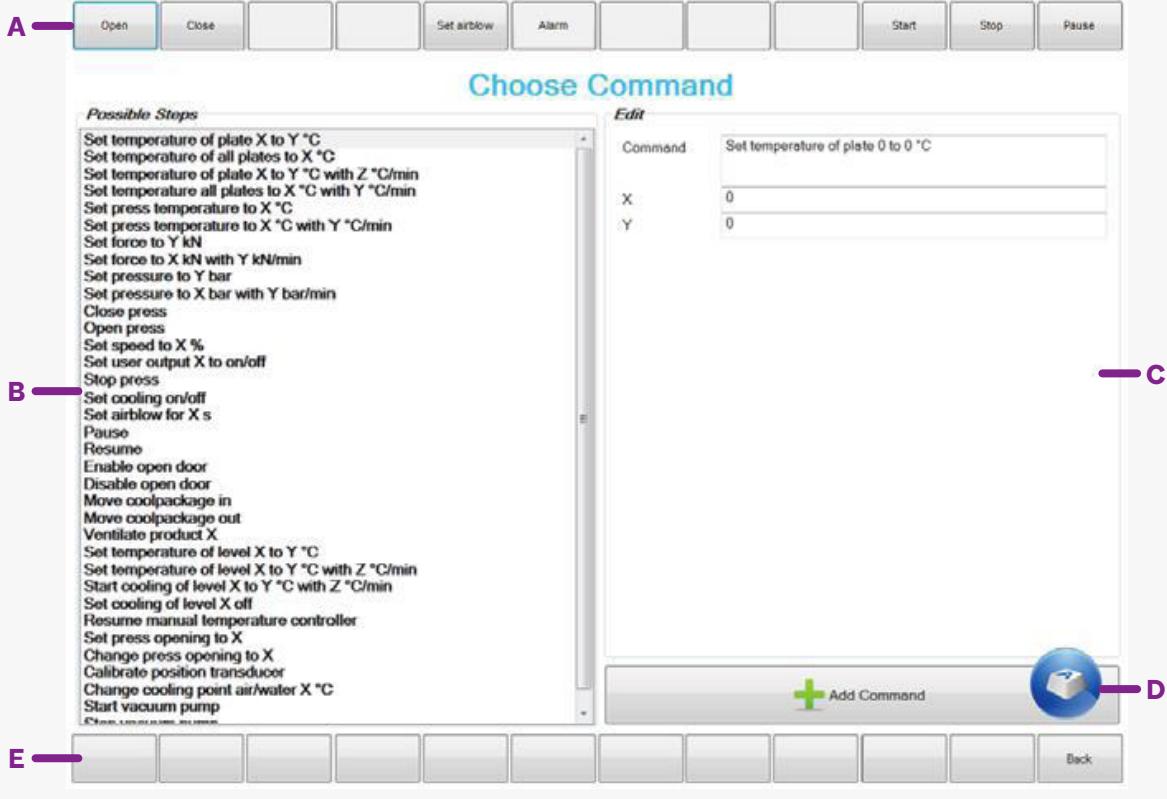
LES ONGLETS COMMANDS / EVENTS

Les programmes se construisent par un jeu de commandes et d'events (conditions) qui précisent la commande précédemment actionnée. Deux onglets sont à votre disposition :

Commands

Events

ONGLETS COMMANDES ET EVENTS



A Barre de menu supérieure

B Liste des commandes / events disponibles

C Pour modifier les variables de la commande / event

D Ajoute la commande / event dans la page "Process Builder"

E Retour à la page "Process Builder"

presso chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

LISTE DES COMMANDES

Set temperature of plate X to Y °C

Set temperature of all plates to X °C

Set temperature of plate X to Y °C with Z °C / min

Set temperature of all plates to X °C with Y °C / min

Set force to Y kN

Set force to X kN with Y kN / min

Close press

Ferme la presse (pas complètement par défaut, pour le faire = mettre une commande **Set force** à la suite de cette commande)

Open press

Ouvre la presse

Set speed to X %

Mettre la vitesse du piston X à %

Enable open door

La porte peut être ouverte lors d'une partie du programme.

Si milieu programme = le met en pause = appuyez bouton RESET pour continuer

Disable open door

La porte ne peut pas être ouverte lors d'une partie du programme.

Ventilate product X s for Y times

Set temperature of level X to Y °C

Set temperature of level X to Y °C with Z °C / min

Resume manuel temperature controller

Set press opening to X

Change press opening to X

Change cooling point air / water X °C

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

LISTE DES EVENTS PRINCIPALES

Wait X min and Y seconds

Wait until 'event'

Wait until 'event' OR 'event'

Wait until 'event' AND 'event'

Abort if 'event'

Abort if 'event' OR 'event'

Abort if 'event' AND 'event'

REMARQUE EVENT ET SOUS EVENT

Les commandes EVENT peuvent être paramétrées avec d'autres commandes : les SOUS - EVENT.

REMARQUE SUR SYMBOLE <=>

Signes <=> :

On peut mettre inférieur, égal ou supérieur à une valeur.



LISTE DES SOUS - EVENT

Press is open

Press is closed

Force is <=> Y kN

Pressure is <=> Y bar

Temperature of plate X is <=> Z °C

Temperature of all plates is <=> Z °C

Wait timer is X minutes and Y seconds after start press

Door is open

Door is closed

Temperature of level X is <=> Z °C

Temperature of all levels is <=> Y

Absolute opening of the press is <=> Y

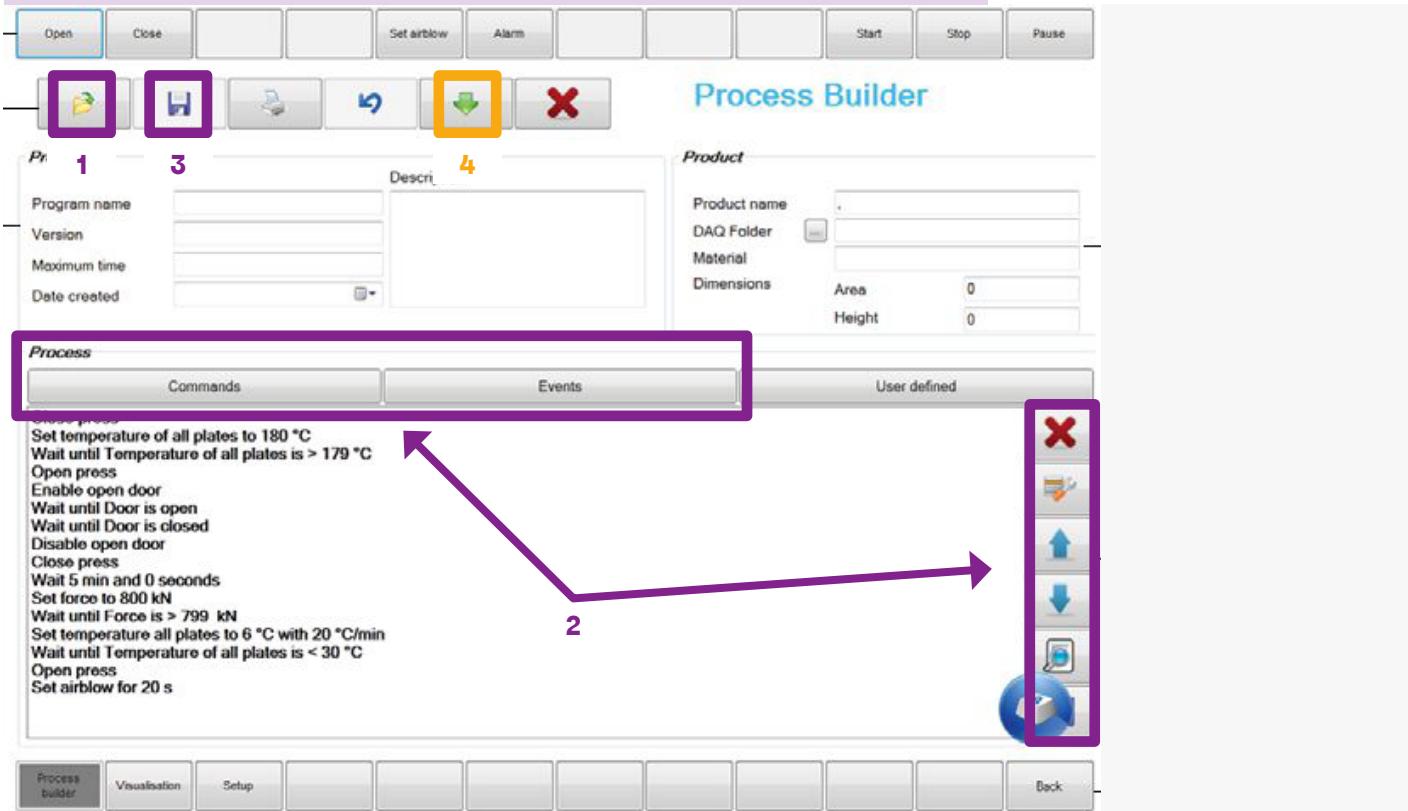
Relative opening of the press is <=> Y

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

CRÉER ET LANCER SON PROGRAMME

Depuis la page "Process Builder" (voir pages précédentes), sélectionnez et ouvrez un programme type.



2 • Utilisez les onglets commands, events et le panneau de modification de programme pour développer le vôtre.
(+ d'infos sur ces onglets sur les pages précédentes)

3 • Dès que le programme est fini, enregistrez-le.

4 • Lancez le programme sur la machine.

MISE EN GARDE POUR LE LANCEMENT DE PROGRAMME

N'oubliez pas d'appuyer sur le bouton de lancement de programme avant d'appuyer sur START, sinon l'ancien programme de la machine se mettra en route !



MISE EN GARDE REFROIDISSEMENT

Baisser la T°C des plateaux fait démarrer le watercooling de la machine faisant sortir l'eau à T°C ambiante des plateaux !
Bien vérifier sortie d'eau pour éviter toute projection d'eau incontrôlée.

bouton de lancement

EXEMPLE DE PROGRAMME
(VOIR PAGES SUR PROTOCOLES DE PLAQUES TYPES POUR + D'INFOS)

EVENT	Wait until door is closed Fermez la porte de la presse pour lancer le programme
COMMAND	Close press Ferme la presse - Fermeture pour faire chauffer les plaques plus rapidement
COMMAND	Set temperature of all plates to 200 °C Mise en T°C des plateaux à 200°C
COMMAND	Enable open door Ouverture possible des portes
EVENT + SOUS-EVENT	Wait until temperature of all plates is > 190 °C Attendre que la T°C des plateaux soit supérieure à 190 °C
COMMAND	Open press Ouvre la presse
EVENT	Wait until door is open Attend que la porte soit ouverte - Dépose des moules pour faire des plaques
EVENT	Wait until door is closed Attend que la porte soit fermée
COMMAND	Set force to 40 kN Met la force à 40 kN
COMMAND	Close press Ferme la presse pour enclencher le pressage
EVENT + SOUS-EVENT	Wait until force is > 30 kN Attendre que la force soit supérieure à 30 kN
EVENT	Wait 0 min and 30 seconds <u>ET</u> Attendre 30 secondes
COMMAND	Set temperature of all plates to 30 °C Mettre la T°C des plateaux à 30 °C - Démarrage du watercooling pour refroidir
EVENT + SOUS-EVENT	Wait until temperature of all plate is < 50 °C Attendre que la T°C des plateaux soit inférieur à 50 °C
COMMAND	Enable open door Ouverture possible des portes - Fin de programme

presso chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

PROBLÈMES RÉCURRENTS ET RÉSOLUTIONS

PORTE MAL FERMÉE

Le système de la porte à un certain jeu. Il est facile de ne pas correctement la fermer. Rappel : la porte doit impérativement être fermée à toute étape de pressage ou de chauffage.



Exemple de porte mal fermée avec vue sur son capteur non verrouillé.

Si la porte est ouverte lors du lancement de programme
= alarme activée + bloque le fonctionnement de la machine.

Résolution : refermer correctement la porte PUIS appuyez sur le bouton bleu RESET pour reinitialiser l'alarme.

Selon les commandes employées, le programme peut continuer ses étapes normalement ou s'annuler dans de rares cas.



Bouton bleu (reset)

DÉSACTIVER ALARMES

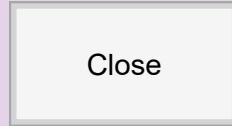


Pour enlever l'alarme, cliquez sur le bouton RESET.

- Peut faire continuer le programme en cours dès son appui



FERMER FENÊTRE POP-UP ALARME



bouton sur la fenêtre pop-up de l'alarme

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

PROBLÈMES PRESSAGE / CHAUFFAGE

SI COULURE HORS DES PLAQUES DU MOULE

SI PETITE COULURE

Attendre fin de programme
pour nettoyer

SI GRANDE COULURE

STOPPER PROGRAMME ET OUVRIR PRESSE

Stop

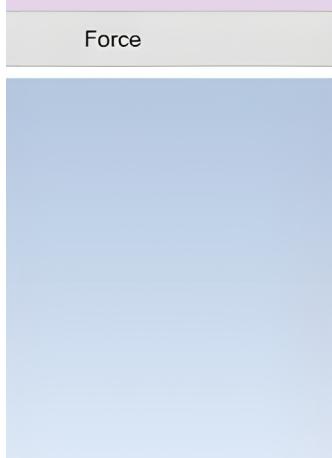


Open

Boutons sur la barre de menu supérieure

REFROIDIR EN MODE MANUEL LA PRESSE

- Revenir à la page principal du logiciel
- Saisir **40°C** dans les cases blanches **TEMP 1** et **TEMP 2** du **SETPOINT**
- Cliquez sur les boutons ronds de ces paramètres pour valider



Press Control System		Setpoint	Actual
Force	[kN]	0	0.2
Speed	[%]	80	
Position	[mm]	3.8	3.7
Temp 1	[°C]	113.5	110.9
Temp 2	[°C]	92.9	90.7

RAPPEL REFROIDISSEMENT

Baisser la T°C fait démarrer le watercooling de la machine faisant sortir l'eau à T°C ambiante des plateaux !

Bien vérifier sortie d'eau.

NETTOYER LES DÉGATS (VOIR PAGE SUIVANTE)

Ouvrir la porte de la presse, dégager le moule. Nettoyer délicatement la presse avec une spatule SANS RAYER les plateaux.



SI EXPLOSION / AUTRE ANOMALIE



STOPPER PROGRAMME ET OUVRIR PRESSE

Stop



Open

Boutons sur la barre de menu supérieure



EN CAS DE DANGER IMMINENT



Bouton d'arrêt d'urgence

- Les plateaux chauffants cessent de se déplacer.
- Les plateaux chauffants ne sont plus chauffés et commencent peu à peu à se refroidir (refroidissement passif)
- Les fonctions de refroidissement et de soufflage d'air sont désactivées.

presse chauffante FONTIJNE

guide de démarrage rapide

NETTOYAGE DE LA MACHINE

Le faire uniquement quand la machine n'est pas en action.



VITRE POLYCARBONATE

Serviette microfibre
légerement humide

PANNEAUX MÉTALLIQUES

Serviette légerement humide

Attention !

tableau électrique de la machine
derrière le panneau de face



INTÉRIEUR MACHINE

Serviette

PLATEAUX

Serviette + spatule

Si matière sur les plateaux :

Prenez une spatule pour décoller la matière.

Le faire avec précaution pour ne pas rayer / abîmer les plateaux.

ETEINDRE LA MACHINE

Etapes importantes : risque de corruption de fichiers si mal fait.



QUITTER LE LOGICIEL

Exit

bouton sur la barre de menu inférieure



ÉTEINDRE WINDOWS ET ATTENDRE 30 SECONDES

Mesure de sécurité pour que le PC puisse être bien éteint avant la coupure de courant.



ÉTEINDRE LA MACHINE · TOURNER BOUTON-MOLETTE



ETEINDRE LA VENTILATION

faire des plaques

Les plaques de plastiques recyclés sont un matériau intéressant pour une utilisation de maquettage, prototypage voir décorative. Les effets de textures et ou de couleurs dépend uniquement de l'état du gisement de plastique et du travail de la matière durant les étapes de tris, et du glissement de la matière dans le moule lors du pressage.

1 · CHOISIR SA PRESSE

**PRESSE À IMPRIMER
(T-SHIRT)**



**PRESSE CHAUFFANTE
FONTJINE LABECON 600KN**



NB. PLATEAUX CHAUFFANTS

1 (celui du haut)	Les deux plateaux
-------------------	-------------------

TAILLE PLATEAUX + T°C MAX

38 x 38 cm · 300°C	40 x 40 cm · 300°C
--------------------	--------------------

REFROIDISSEMENT

non (passif)	oui (watercooling)
--------------	--------------------

OCCASION

projet rapide expérimental	projet rapide à long avec des conditions de T°C et Temps précis expérimental + pour petite série
----------------------------	--

PROGRAMMABLE ?

non mais T°C programmable	mode manuel et programmable
---------------------------	-----------------------------

UTILISATION DE LA MACHINE

facile d'emploi	sérieux niveau requis
-----------------	-----------------------



2 · CHOISIR MOULE TYPE

voir pages dédiées aux moules type



3 · FAIRE CALCUL POUR REMPLIR MOULE

voir pages dédiées aux calculs type



4 · PROGRAMMER / UTILISER UNE PRESSE

voir pages dédiées aux presses et aux pages sur les programmes types



5 · NETTOYER MACHINE + MOULE

voir pages dédiées à ces machines

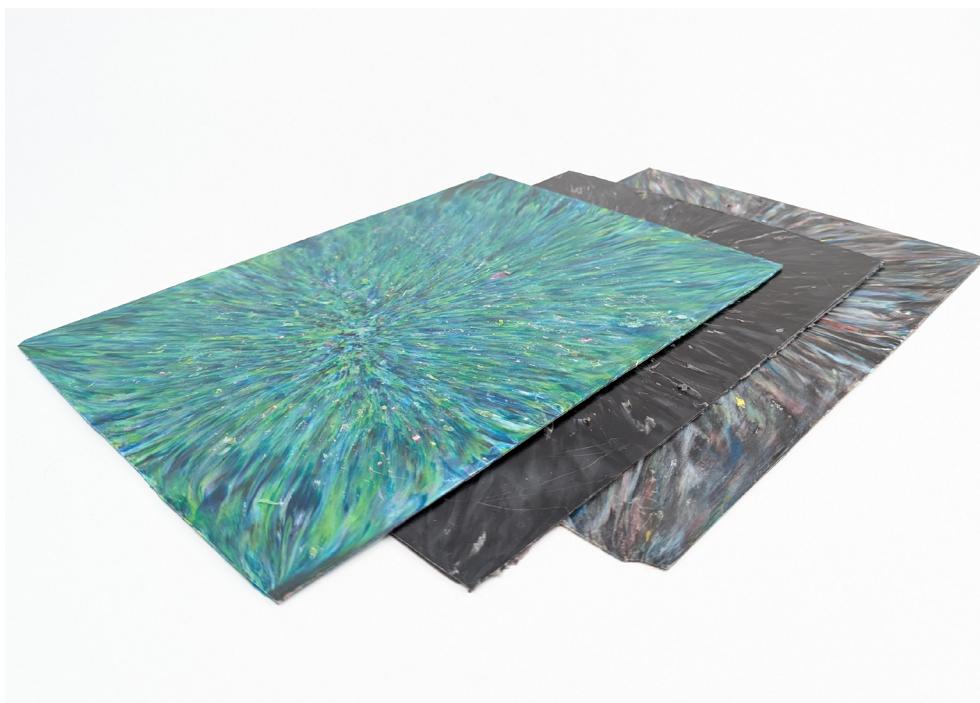
faire des plaques

Différents paramètres sont applicables pour faire des plaques : jouer avec les épaisseurs par des moules ± épais ; jouer avec des motifs et textures par un placement de matière particulier ou libre ; jouer avec l'opacité et la transparence. Une haute température de moulage impacte aussi la texture des plaques, Il n'est cependant pas conseiller d'user de ce paramètre en raison de la possibilité de rentrer dans les T°C de dégradation de la matière.

JOUER AVEC LES ÉPAISSEURS



Plaques PLA
8 mm



Plaques PLA
1 mm

JOUER AVEC LES MOTIFS ET TEXTURES

Plaque PLA
avec motif 1 mm

Plaque PLA ayant cette forme bombée en raison d'un défaut de conception du moule : la bordure de la plaque ajourée du moule était trop fine et en raison des multiples pressages.

Le moule se déforma de pressage en pressage.

[Voir page moule type](#)
pour + de détails



Plaque PLA
avec motif 1 mm

faire des plaques



Plaque PLA
couleurs mélangées



Plaque PLA
noir avec des résidus blancs



Plaque PLA
couleurs blanc - mauve
avec quelques pointes d'orange



Plaque PLA
couleurs froides



Plaque PLA
couleurs froides

Plaque PLA
couleurs chaudes



Plaque PLA
blanc

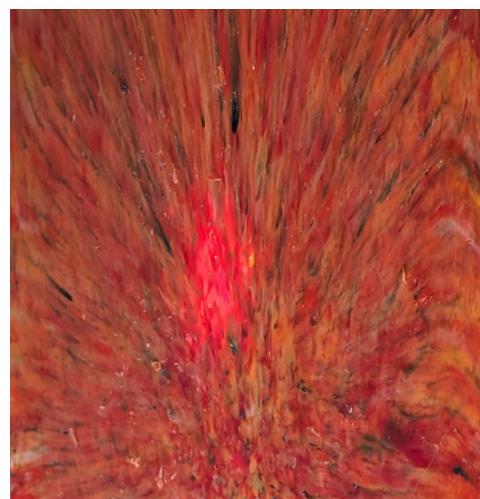


JOUER AVEC L'OPACITÉ ET LA TRANSPARENCE

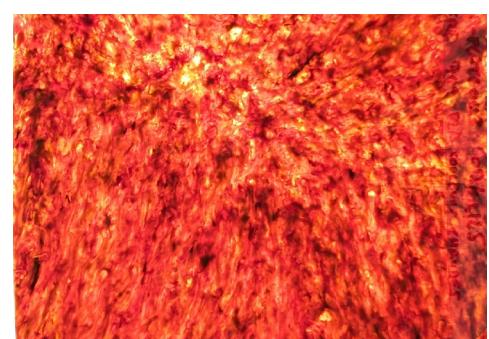
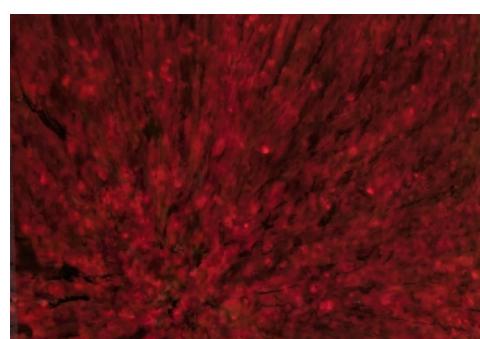
Plaques PLA
sous une lampe à 10 cm d'écart

(colonne de droite)
couleurs chaudes (170g)
1 mm

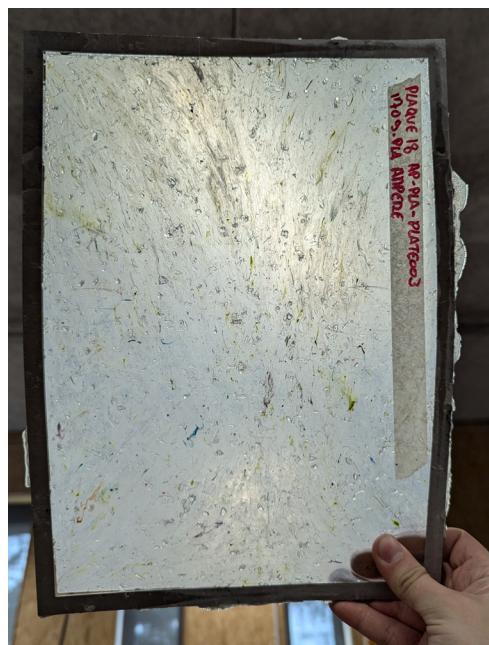
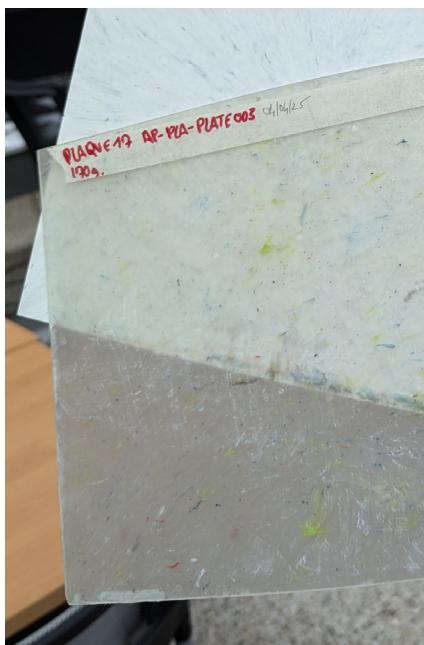
(colonne de gauche)
couleurs chaudes (70g)
+ transparent (100g)
1 mm



Mêmes plaques PLA
sous tablette lumineuse



faire des plaques



Plaque de PLA transparent 1 mm
(pollué par du broyat restant
de la broyeuse)

FABRICATION AVEC MOULE PERSONNALISÉ



Requin en PLA blanc pressé
sous papier cuisson/moule MDF
ajouré/papier cuisson
à la presse chauffante (t-shirt)



Évolution des tentatives pour
réaliser une spatule à la presse
chauffante (t-shirt). T°C, Temps
de cuisson et grammage variant
à chaque étape. Production
retravaillé à la ponçuse à
bande sur table

DECOUPE LASER DE PLAQUE



Diverses plaques PLA 1 MM découpées.

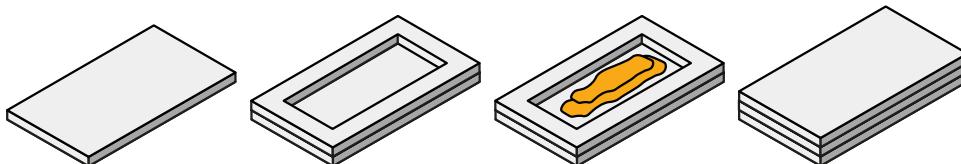
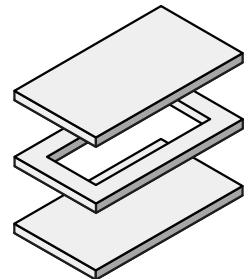


Plaque PLA blanc découpée et gravée à la LASER - assemblage par un point de colle cyano

moule type pour faire des plaques

Les moules sont réalisés en aluminium ou en acier. Les plaques ajourées sont réalisées à coup de découpeuse jet d'eau ou disqueuse. La taille des moules dépend de la place disponible sur les plateaux de la presse choisie en comptant en plus une marge de sécurité pour éviter tout débordement de matière.

MOULE CLASSIQUE

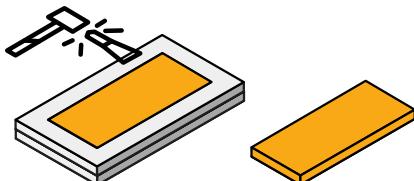


1 · plaque pleine

2 · ajouter une
plaqué ajourée

3 · déposer
des particules*

4 · ajouter une
plaqué pleine
mettre sous presse



5 · décoller
les plaques avec
une pastille
et un maillet

6 · plaque
de plastique !



REMARQUES GÉNÉRALES

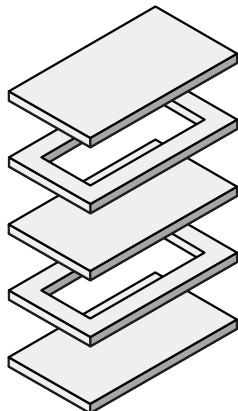
*= Selon calcul effectué. (voir page calcul type)

Pour l'étape de déposer des particules : faire un tas au milieu du moule et tasser l'ensemble en laissant 1/2 cm de vide sur chaque bord.

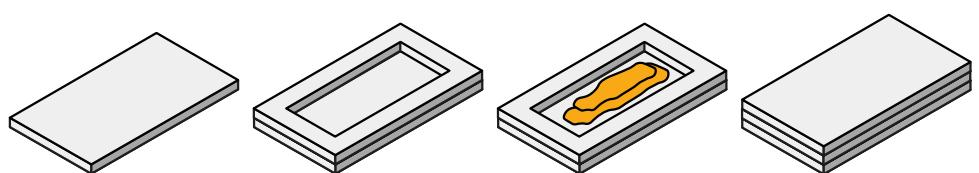
La plaque ajourée doit avoir une bordure de min. 4 cm pour éviter sa déformation au pressage.

REMARQUES MOULE CLASSIQUE

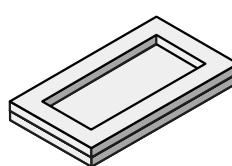
Moule adapté pour toutes les presses chauffantes.



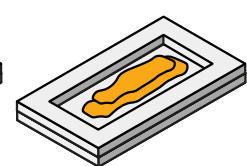
DOUBLE-MOULE FONTIJNE



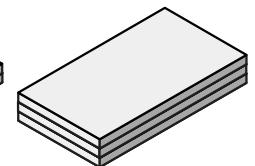
1 · plaque pleine



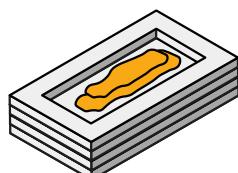
2 · ajouter une plaque ajourée



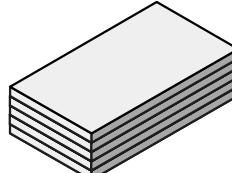
3 · déposer des particules*



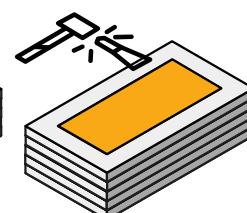
4 · ajouter une plaque pleine



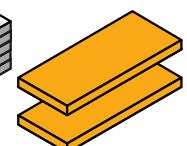
5 · y placer des particules



6 · ajouter une plaque pleine
mettre sous presse



7 · décoller les plaques avec une pastule et un maillet



8 · plaques de plastique !

REMARQUES DOUBLE-MOULE

Moule adapté uniquement pour la presse-chauffante Fontijne. L'épaisseur des plaques doit être fine afin que la chaleur puisse bien être conduite à la plaque du milieu. Recommandation : max 2 mm d'épaisseur.

nettoyage type des moules

Un bon nettoyage est important pour réaliser une production propre.
Il faut faire attention au grattage des plaques, le moindre impact dessus, se rend visible sur le rendu des productions. Ces impacts deviennent des points où le plastique peut s'accrocher et abîmer la production lors du démoulage.

SCHÉMA NETTOYAGE

MATIÈRE INCRUSTÉE SUR PLAQUE

Utiliser spatule + marteau pour décoller la matière.

Faire attention à ne pas rayer les plaques ! Sinon le plastique s'incrusterà dedans et modifira le rendu des productions !

PLAQUE AVEC SURFACE ROUILLÉE / RÉSIDUS DE MATIÈRE

Utiliser une ponçuse.

FINITION À L'ALCOOL

Nettoyer à l'alcool isopropylique / ménager.

calcul type pour le grammage d'une plaque

Le % de surplus de matière se jauge en expérimentant. Il est pertinent de faire les tests selon le polymère, petit à petit afin de réduire au maximum les risques de coulures pouvant endommager. La densité des différents polymères est notée dans la partie : **documentation et aspects techniques des polymères**.

PROTOCOLE PLAQUE TYPE

PLAQUE TYPE

1. calcul remplissage moule

calcul intérieur moule

(largeur × longueur × hauteur en cm)

= **a** ml

calcul remplissage moule

a ml × densité polymère (**b** g/cm³)

= **c** g de PLA

2. calcul marge de surplus de matière

pour élimination de bulles par le pressage

c g de polymère + **d** % de **c** g de polymère

c g + (**d** × **c** / 100)

= **e** g de PLA à placer dans le moule

EXEMPLE INT. MOULE 10,5 X 29,5 X 0,8 - PLA

1.

10,5 × 29,5 × 0,8 cm

= 247,8 ml

247,8 ml × 1,25g/cm³

= 309,75 g

2.

marge de 5% pour PLA

309,75 + (5 × 309.75 / 100)

= 61.95 g de PLA

309,75 + 61,95

= 371,7 g de PLA à placer dans le moule

programme type FONTIJNE moulage plaque PLA 1 mm

PLAQUE PLA 1 MM

MOULE PLA 300 X 214 X 1 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 200°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 190°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 84 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 40 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 30 KN
WAIT 0 MIN AND 1 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 30°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 50°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

DÉTAILS TECHNIQUES

durée programme : ~30 min
temps de chauffe 15 min + action (1 s.) + refroidissement 15 min

temps de chauffe réelle de la plaque jusqu'à sa descente de T°C minimal de transition vitreuse, par le refroidissement des plateaux :
2 min 50 (pour passer de 200°C à 170°C)

programme type FONTIJNE moulage plaque PLA 2 mm

PLAQUE PLA 2 MM

MOULE PLA 300 X 210 X 2 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 200°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 190°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 158 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 40 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 30 KN
WAIT 0 MIN AND 1 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 30°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 50°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

programme type FONTIJNE

moulage plaque PLA 4 mm

PLAQUE PLA 4 MM

MOULE PLA 300 X 210 X 1 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 200°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 190°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 315 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 40 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 30 KN
WAIT 0 MIN AND 1 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 30°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 50°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

programme type FONTIJNE moulage plaque PP 1 mm

PLAQUE PP 1 MM

MOULE PP 300 X 214 X 1 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 200°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 190°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 65 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 40 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 30 KN
WAIT 1 MIN AND 0 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 25°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 45°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

DÉTAILS TECHNIQUES

durée programme : ~40 min
temps de chauffe 20 min + action (1 min.) + refroidissement 20 min

programme type FONTIJNE moulage plaque PET 1 mm

PLAQUE PET 1 MM

MOULE PLA 300 X 214 X 1 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 250°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 240°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 94 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 60 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 50 KN
WAIT 2 MIN AND 0 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 30°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 50°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

REMARQUES

PET 94 g, (1,38g / cm³), 270°C pendant 4 min + 60 kN :
trop haute température + matière très cassante.

PET 91 g, (1,34g / cm³), 250°C pendant 1 min 30 + 60 kN :
meilleur rendu, toujours cassant.

Faire d'autres tests pour améliorer la production de PET.

programme type FONTIJNE moulage plaque HDPE 1 mm

PLAQUE HDPE 1 MM

MOULE PLA 300 X 214 X 1 MM

//PRÉ-CHAUFFAGE DES PLAQUES//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED
CLOSE PRESS
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 200°C
ENABLE OPEN DOOR
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATES IS > 190°C
OPEN PRESS
WAIT UNTIL DOOR IS OPEN

//PLACER UN MOULE DE 65 G//
WAIT UNTIL DOOR IS CLOSED

//PRESSAGE//
SET FORCE TO 40 KN
CLOSE PRESS
WAIT UNTIL FORCE IS > 30 KN
WAIT 0 MIN AND 1 SECONDS

//REFROIDISSEMENT DES PLAQUES//
SET TEMPERATURE OF ALL PLATES TO 30°C
WAIT UNTIL TEMPERATURE OF ALL PLATE IS < 50°C
OPEN PRESS
ENABLE OPEN DOOR

projets types réalisés

porte-clés UCBL Lyon 1





marquetterie



assemblage par
soudure avec PLA



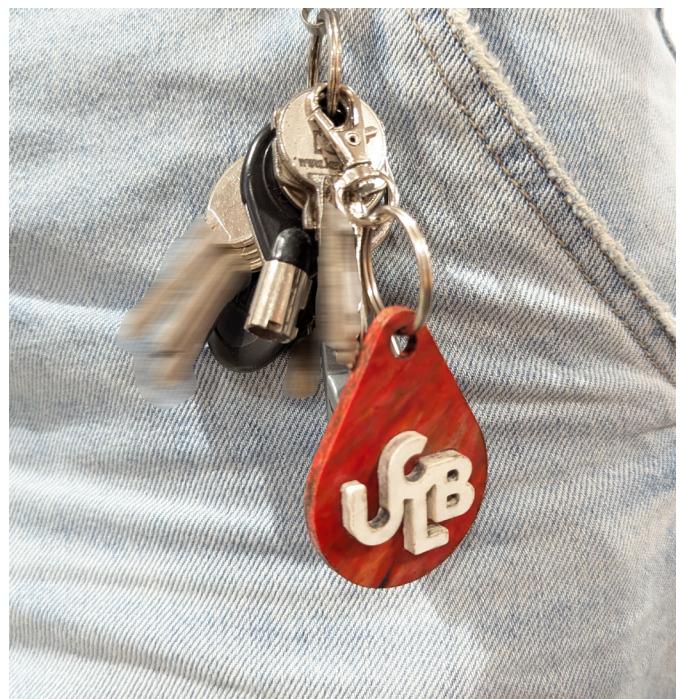
gravure seulement



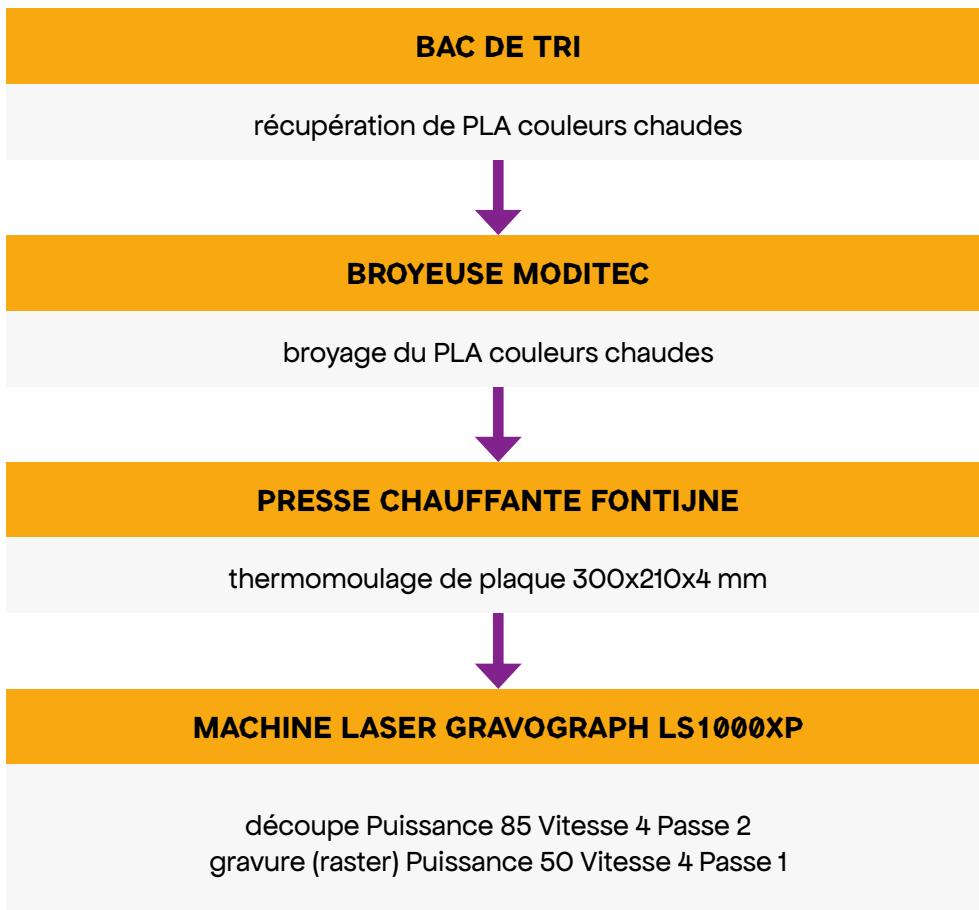
gravure seulement



2 découpages



horloge PLAP



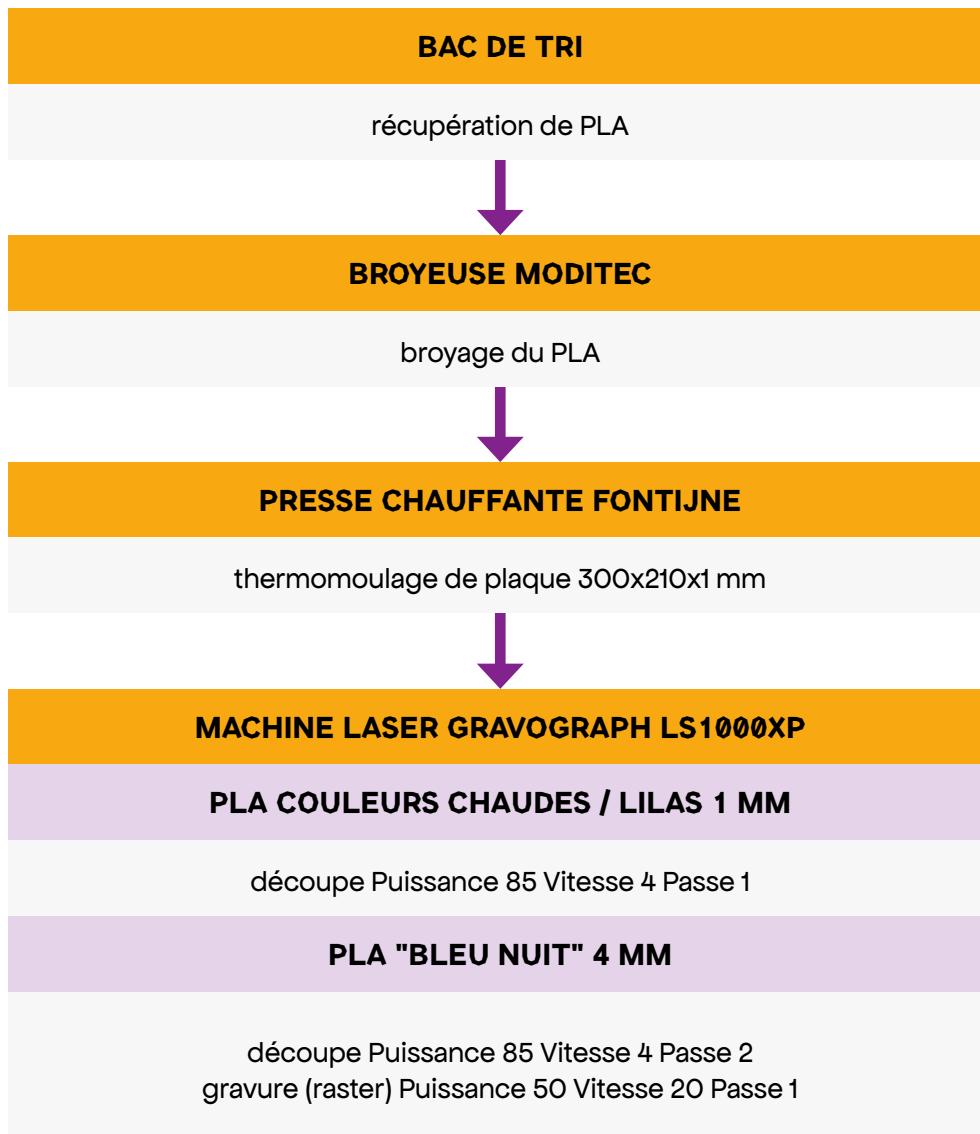


horloge PLAP (variante)





boucles d'oreilles et pampilles



ATTENTION



Le PLA 1 mm après travail de la laser peut continuer à fondre en ayant une flamme active dessus. À éteindre rapidement si le cas est présent.







documentation et aspects techniques des polymères

introduction

Cette documentation est constituée d'informations sur les polymères dont les sources ont été croisées pour réduire la marge d'erreur de celles-ci. De par ses nombreuses sources, ce document ne peut être publié ou commercialisé sans l'accord des droits de chaque auteur·trice. Ce document est uniquement à but pédagogique pour la chaîne de recyclage plastique du Fablab de la Fabrique de l'Innovation.

Certains éléments techniques en lien aux polymères ont été omis (taux de cristallinité etc...) pour ne pas noyer le·la lecteur·trice sur les complexités du plastique. Une bibliographie est proposée en fin de livre, pour en apprendre davantage.

type (amorphe /semi-cristallin) : voir p. 89.

densité : voir p. 90.

températures (T°C) : voir p. 91.

hydrolyse : voir p. 95-96.

± : signifie plus ou moins.

identification par code résine plastique

Les codes résines sont des repères pour identifier la matière d'un objet réalisé en plastique. Il en existe 7.

 01 PET PETE	Polytéraphthalate d'éthylène bouteille et flacon...	→	Se recycle
 02 PE-HD HDPE	Polyéthylène haute densité bidon, bouteille de lait...	→	Se recycle
 03 PVC	Polychlorure de vinyle tuyauterie, gouttière, encadrement de fenêtre...	→	Se recycle
 04 PE-LD LDPE	Polyéthylène basse densité blister, sachet, sac fin...	→	Recyclage difficile (fillière en développement)
 05 PP PETE	Polypropylène pot, bouteille, film, blister écocup, tupperware...	→	Se recycle Si blister = non recyclage
 06 PS	Polystyrène emballage...	→	Ne se recycle pas à ce jour !
 07 AUTRES	Autres plastiques PLA, PC, PMMA, NYLON, TPU...	→	Recyclage difficile (matériaux souvent multi-matériau ou multi-plastique = indissociable)

identification par plonge dans un liquide

Comment identifier le plastique si aucun triangle embossé est visible ?
Chaque type de plastique possède sa propre densité. En fonction du liquide dans lequel il sera plongé, il sera amené à flotter ou à couler.

	EAU	ALCOOL	HUILE VÉGÉTALE	GLYCÉRINE
PEBD	flotte	flotte	flotte	flotte
PEHD	flotte	coule	coule	flotte
PET	coule	coule	coule	coule
PP	flotte	flotte	flotte	flotte
PS	coule	coule	coule	flotte
PVC	coule	coule	coule	coule

Si le plastique blanchi au pliage, il est probable que cela soit du PP.

<https://www.atelierdesrecycleursfous.fr/créations>

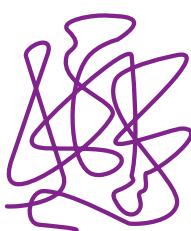
taux de recyclabilité, et d'étuvage

	RECYCLAGE	ETUVAGE
ABS	30 % max	en étuve • 2 - 4 h • 80°C
PEBD	100 %	inutile • 80°C max
PEHD	100 %	inutile • 80°C max
PET	dépend fabricant	dessicateur • 4 h • 140°C
PETG	dépend fabricant	dessicateur • 4 h • 140°C
PLA	100% max	dessicateur • 4 h • 55 - 87°C
PMMA	?	?
PP	100 %	inutile • 80°C max
PS	100 %	facultatif • 1 - 2 h • 60°C
PVC	?	?
TPU	?	en étuve • 2 h • 110°C

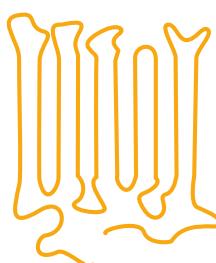
Biron Michel, Transformation des matières plastiques, Dunod, Paris, 2010, p. 8-92.

plastiques amorphes et semi-cristallins

La différence entre un plastique amorphe et un plastique semi-cristallin réside dans l'arrangement de leurs chaînes moléculaires :



plastique amorphe



plastique semi-cristallins

source image : Wikipédia polymère semi-cristallin

plastique amorphe : Structure désordonnée, sans organisation régulière. Il s'assouplit progressivement à mesure que la T°C augmente. Souvent transparent.

plastique semi-cristallin : Présente à la fois une structure avec des zones ordonnées et désordonnées. Ces zones cristallines donnent au matériau une meilleure résistance mécanique. Souvent opaque.

Alors que les matériaux amorphes s'assouplissent progressivement lorsque la température augmente, les plastiques semi-cristallins ne le font pas. Au lieu de cela, ils restent solides — en raison de leurs chaînes ordonnées et rigides — jusqu'à ce qu'une certaine quantité de chaleur soit absorbée. Les matériaux se transforment ensuite rapidement en liquide à faible viscosité.

avantages amorphe :

- matériaux isotropiques = stabilité dimensionnelle et propriétés physiques, moins susceptibles à la déformation. = facile à thermoformer.
- résistance supérieure aux impacts (comparé aux semi-cristallins) et sont les mieux adaptés pour les applications structurelles.

inconvénients amorphe :

- Présence d'hydrocarbures = plastique plus sensible à la fracture et à la contrainte. Ne convient pas pour des pièces de roulements et d'usure.
- Tendance à avoir une résistance chimique et une friction plus élevée que les matériaux semi-cristallins.

avantages semi-cristallin :

- Convient pour des pièces de roulements, d'usure et de structure.
- Bonne robustesse et faible coefficient de frottement.

inconvénients semi-cristallin :

- matériaux anisotropiques = instabilité dimensionnelle et propriétés physiques variable selon flux.
- La T°C de fusion étant relativement nette le passage d'état solide à liquide rend difficile le thermoformage.
- Résistance aux impacts : moyenne. Hydrophobe.

densité et type de polymères

Connaître la densité d'un polymère aide à son identification, il permet aussi à calculer le taux de plastique à mettre dans un moule lors d'un thermomoulage.

	DENSITÉ g/cm ³	TYPE
ABS	1.08	amorphe
PEBD	0.92 - 0.94	semi-cristallin
PEHD	0.95 - 0.97	semi-cristallin
PET	1.34 - 1.38	semi-cristallin
PETG	1.28	semi-cristallin
PLA	1.25	semi-cristallin
PMMA	1.18	amorphe
PP	0.90 - 0.92	semi-cristallin
PS	0.92 - 0.94	amorphe
PVC	1.25 - 1.45	amorphe
TPU	1.21	très peu cristallin

Autres densité : <https://www.filimprimante3d.fr/pages/longueur-des-filaments> ;

Densité petg : <https://artillery3dexpert.fr/collections/filaments-petg/products/petg-noir-premium-wanhao-1-75mm-1-kg> ;

Wikipédia des différents polymères

définition températures, synthèse réaction thermique d'un polymère

Les températures indiquées sur ce document sont à titre indicatif. La T°C d'un plastique se travaille sur une gamme de T°C et non sur une T°C unique.

T°C de transition vitreuse (glass) : **T_v** représente l'intervalle de T°C à travers lequel la matière passe d'un état rigide à un état caoutchouteux.

T°C de fusion (melt) : **T_f** représente la T°C où le matériau se liquifie.

T°C de dégradation : T°C où le matériau a perdu 90% de ses propriétés physiques et chimiques.

T°C d'extrusion : T°C pour extruder un plastique par imprimante 3D.

T°C de travail et T°C de phases : Ne pas confondre T°C de travail du matériau et de la T°C de phases (états) du matériau.

T°C de moulage / de démoulage : T°C indicative du plastique.

SCHÉMA RÉCAPITULATIF DES T°C DE TRAVAIL / DES T°C DE PHASES ET RÉACTION THERMIQUE D'UN PLASTIQUE SEMI-CRISTALLIN (PLA)

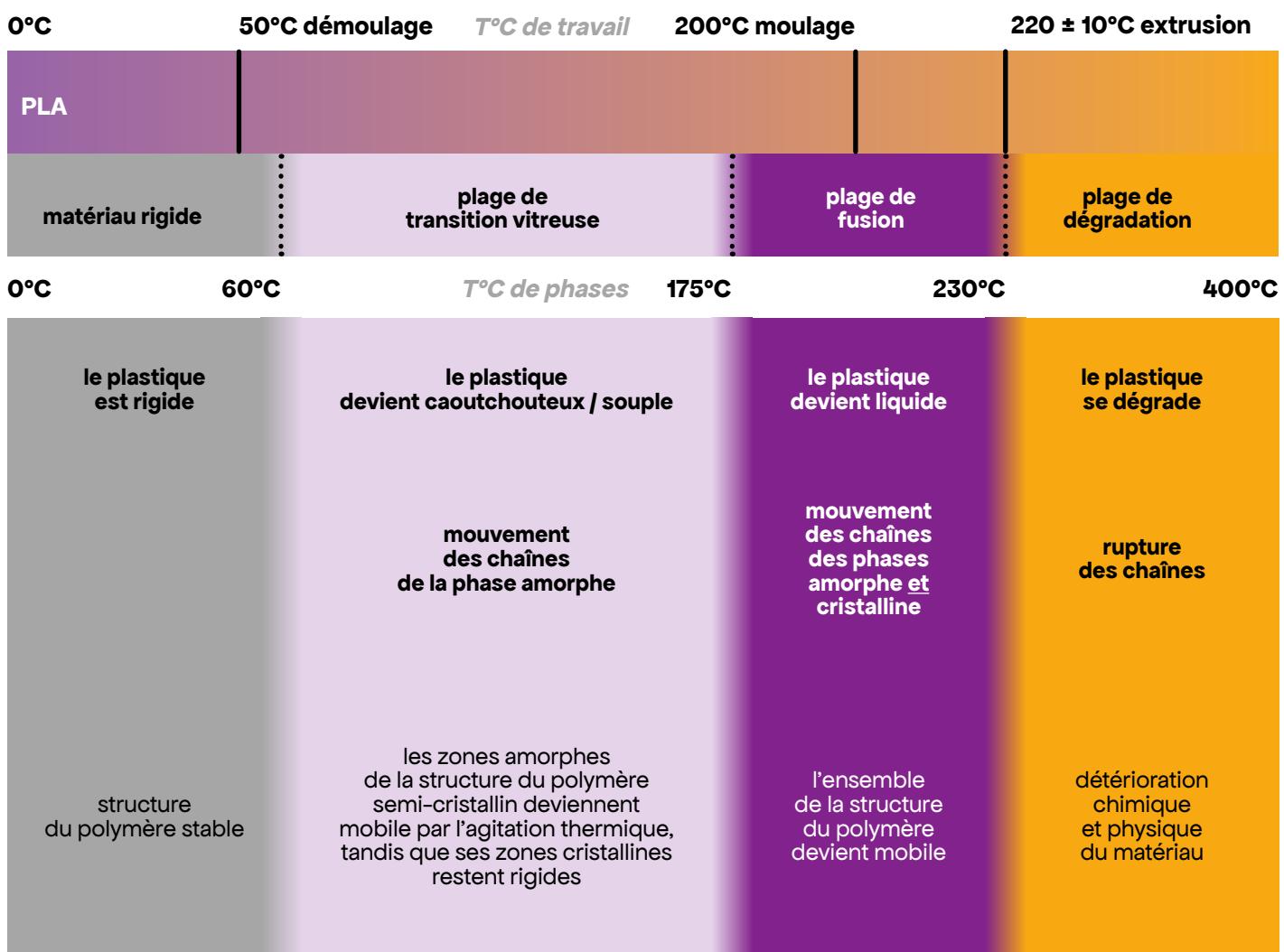


tableau température de transition vitreuse, fusion et dégradation

	T°C DE TRANSITION VITREUSE*	T°C DE FUSION*	T°C DE DÉGRADATION**
ABS	105 - 115°C	180 - 250 - 265°C	276°C
PEBD	- 100°C	105°C	274°C
PEHD	- 100°C à - 130°C	125°C	274°C
PET	70°C	245°C	310°C
PETG	75 - 80°C	240 ± 20°C	330°C
PLA	60°C	202,5 ± 27,5°C	375 - 400°C
PMMA	108°C	130 - 140°C	289°C
PP	- 10°C	145 - 175°C	250°C
PS	95°C	240 - 270°C	244°C
PVC	80°C	180°C	260°C
TPU	- 30°C	200 - 250°C	300°C

*T°C dépendante du fabricant. **à partir de cette T°C

G. Beauhaire, Analyse calorimétrique et thermogravimétrique appliquée aux polymères industriels, p. E9, SNIAS Suresnes, conférence SFIP, 17 novembre 1983, Paris ; Wikipédia de chaque polymère. Données de l'INRS pour la T°C de dégradation.

ASTUCE TEMPÉRATURE

Si pas de précision sur la T°C de fusion, alors prendre le premier tiers de la plage de transformation du polymère entre sa T°C de transition vitreuse et de sa dégradation (T°C max).

Pichon ; Guichou, Aide Mémoire injection des matières plastiques, Dunod, Paris, 201, p. 202.

T°C transition vitreuse 60°C	T°C de fusion trouvée ~173°C	~286°C	dégradation 400°C
PLA	1 / 3	2 / 3	3 / 3

tableau température moulage et démoulage

	T°C MOULAGE	T°C DÉMOULAGE	PARTICULARITÉ DE MOULAGE
ABS	30 - 80°C	70 - 80°C	givrage fréquent
PEBD	4 - 60°C	60 - 95°C	post-retrait élevé
PEHD	4 - 60°C	80 - 110°C	post-retrait élevé
PET	20 - 140°C	170°C	?
PETG	20 - 140°C	170°C	?
PLA	200°C	50°C	éviter T°C trop haute
PMMA	40 - 180°C	90 - 110°C	?
PP	4 - 90°C	110 - 130°C	éjection difficile retrait élevé
PS	4 - 60°C	60 - 85°C	éjection difficile car produit fragile
PVC	40 - 60°C	70°C	?
TPU	5 - 40°C	50 - 60°C	éjection difficile car produit souple

Biron Michel, Transformation des matières plastiques, Dunod, Paris, 2010, p. 92.



liste des défauts possibles de moulage et résolutions

DÉFAUTS POSSIBLES DE MOULAGE / RÉSOLUTIONS

SI BAVURE (EN TOILE) SUR LE PLAN DE JOINT

Problème physique :
1 : fermeture incorrect du moule
2 : jeu trop important

Problème de méthode
3 : $T^{\circ}C$ de moule trop élevé
4 : pression trop forte

SI BULLES DE GAZ (TROUS D'AIR)

Problème physique :
1 : $T^{\circ}C$ inadaptée

Problème de méthode
2 : étuvage insuffisant

SI GIVRAGE (BULLES EN SURFACE)* ASPECTS RUGUEUX SEMBLABLES À DES TRACES DE GIVRES

Problème physique :
1 : dégradation de la matière /
condensation de l'eau

Problème de méthode
2 : étuvage insuffisant
3 : $T^{\circ}C$ matière trop élevé
4 : $T^{\circ}C$ moule trop basse

*Aspects rugueux semblables à des traces de givres.

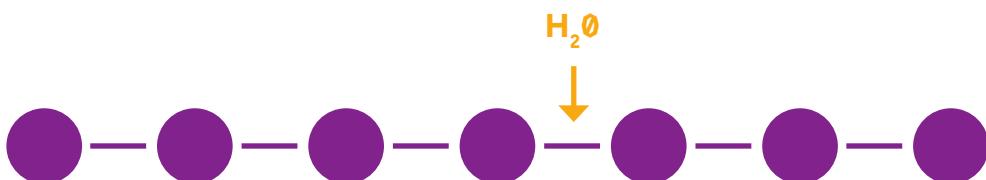
Pichon ; Guichou, Aide Mémoire injection des matières plastiques, Dunod, Paris, 201, p. 240.

mise en garde sur l'hydrolyse — rupture de liaisons moléculaires

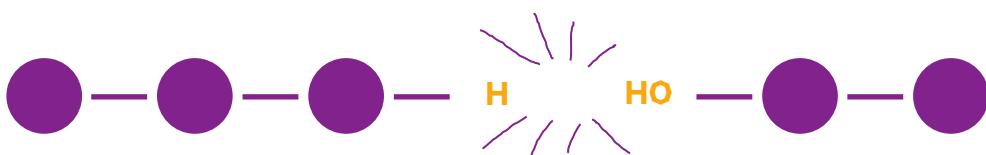
Les polymères se dégradent lorsqu'ils sont exposés à une haute température pendant une longue durée. L'humidité présente dans le matériau favorise cette dégradation, ce qui altère la fusion et les propriétés du plastique. Ce phénomène se nomme hydrolyse, une réaction où l'eau casse les liaisons dans les chaînes du polymère. Sécher le polymère avant usage permet de limiter ce phénomène.



Chaîne de polymère normale



Entrée de l'humidité dans la chaîne du polymère



L'eau est absorbé par le polymère brisant des liaisons moléculaires sur toute sa longueur de chaîne, le rendant ainsi plus cassant.

COMMENT REPÉRER DES SIGNES D'HUMIDITÉ

BRUIT D'ÉCLATEMENT /
GRÉSILLEMENT
À L'EXTRUSION

MATÉRIAU NON LISSE
PETITES BULLES
"ASPECT BOUILLONNANT"

MATÉRIAU CONTINU DE
SUINTER MÊME MOTEUR
EXTRUDEUSE STOPPÉ

Sources textes et représentations graphiques <https://support.bcn3d.com/fr/knowledge/humid-filament-bcn3d>

mise en garde sur l'hydrolyse — filamenteuse / extrusion

TYPE DE PROBLÈMES À CAUSE D'UN GRAND TAUX D'HUMIDITÉ

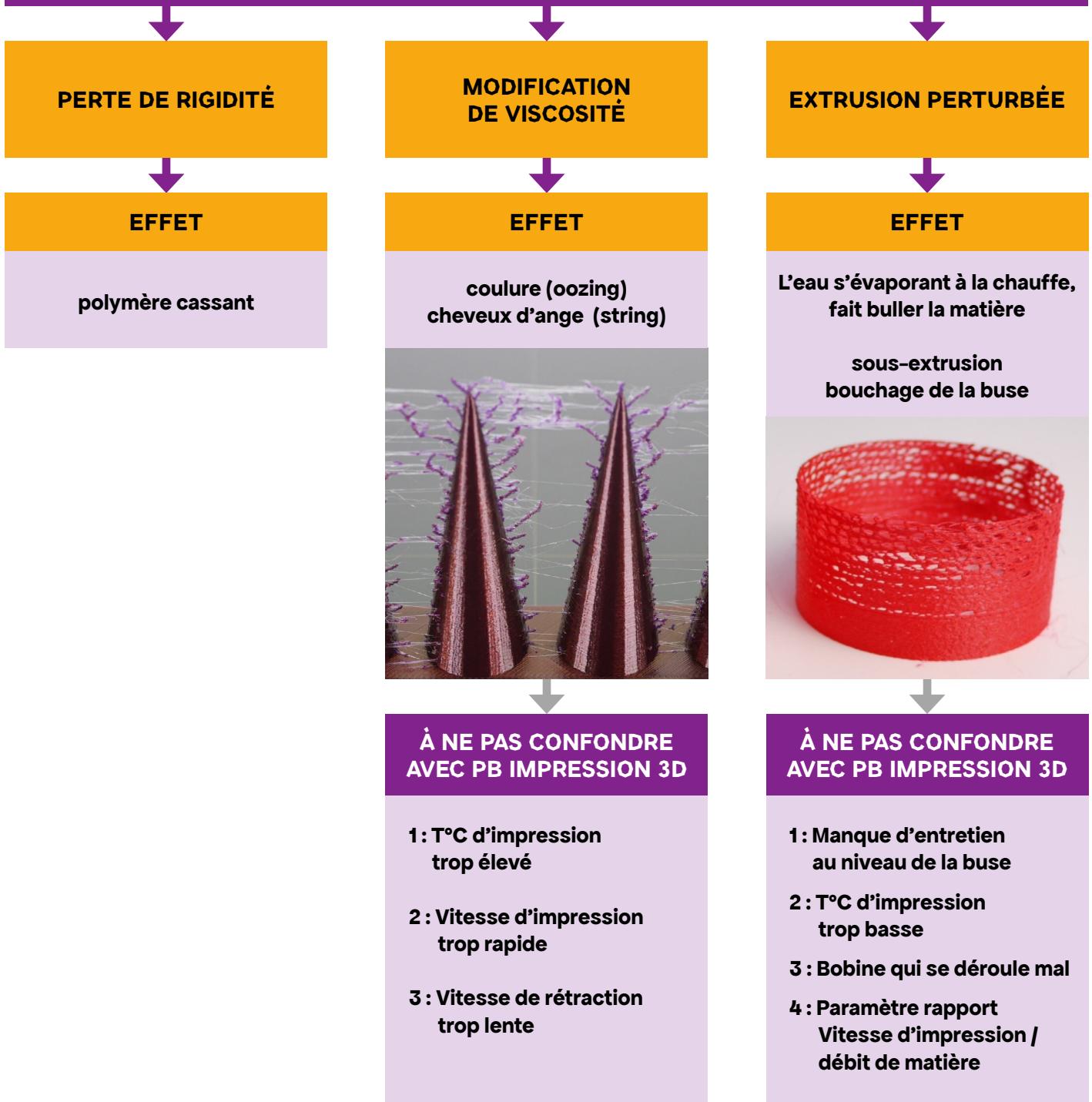


tableau récapitulatif données

	DENSITÉ g/cm ³	TYPE	T°C TRANS. VITREUSE	T°C DE FUSION	T°C DE DÉGRADATION
ABS	1.08	amorphe	105 - 115°C	180 - 250 - 265°C	276°C
PEBD	0.92 - 0.94	semi-cristallin	- 100°C	105°C	274°C
PEHD	0.95 - 0.97	semi-cristallin	- 100°C à - 130°C	125°C	274°C
PET	1.34 - 1.38	semi-cristallin	70°C	245°C	310°C
PETG	1.28	semi-cristallin	75 - 80°C	240 ± 20°C	330°C
PLA	1.25	semi-cristallin	60°C	202,5 ± 27,5°C	375 - 400°C
PMMA	1.18	amorphe	108°C	130 - 140°C	289°C
PP	0.90 - 0.92	semi-cristallin	- 10°C	145 - 175°C	250°C
PS	0.92 - 0.94	amorphe	95°C	240 - 270°C	244°C
PVC	1.25 - 1.45	amorphe	80°C	180°C	260°C
TPU	1.21	très peu cristallin	- 30°C	200 - 250°C	300°C

Densités et type de polymère

Autres densité : <https://www.filimprimante3d.fr/pages/longueur-des-filaments> ;

Densité petg : <https://artillery3dexpert.fr/collections/filaments-petg/products/petg-noir-premium-wanhao-1-75mm-1-kg> ;
Wikipédia des différents polymères

T°C de transition vitreuse, T°C de fusion, T°C de dégradation

G. Beauhaire, Analyse calorimétrique et thermogravimétrique appliquée aux polymères industriels, p. E9, SNIAS Suresnes, conférence SFIP, 17 novembre 1983, Paris ; Wikipédia de chaque polymère. Données de l'INRS pour la T°C de dégradation.

T°C de moulage et de démoulage et particularités de moulage

Biron Michel, Transformation des matières plastiques, Dunod, Paris, 2010, p. 92.

Recyclage et étuvage

Biron Michel, Transformation des matières plastiques, Dunod, Paris, 2010, p. 8-92.

T°C MOULAGE	T°C DÉMOULAGE	PARTICULARITÉ DE MOULAGE	RECYCLAGE	ETUVAGE
30 - 80°C	70 - 80°C	givrage fréquent	30 % max	en étuve • 2 - 4 h • 80°C
4 - 60°C	60 - 95°C	post-retrait élevé	100 %	inutile • 80°C max
4 - 60°C	80 - 110°C	post-retrait élevé	100 %	inutile • 80°C max
20 - 140°C	170°C	?	dépend fabricant	dessicateur • 4 h • 140°C
20 - 140°C	170°C	?	dépend fabricant	dessicateur • 4 h • 140°C
200°C	50°C	éviter T°C trop haute	100% max	dessicateur • 4 h • 55 - 87°C
40 - 180°C	90 - 110°C	?	?	?
4 - 90°C	110 - 130°C	éjection difficile retrait élevé	100 %	inutile • 80°C max
4 - 60°C	60 - 85°C	éjection difficile car produit fragile	100 %	facultatif • 1 - 2 h • 60°C
40 - 60°C	70°C	?	?	?
5 - 40°C	50 - 60°C	éjection difficile car produit souple	?	en étuve • 2 h • 110°C

Recensement non exhaustif des pratiques de recyclage dans le milieu académique, dans les tiers-lieux et par des particuliers

recyclage plastique

Ateliers des Recycleurs Fous

<https://www.atelierdesrecycleursfous.fr/créations>
Fabricant de machines de recyclage et recycleur de plastique

PROTOCOLE NON DISPONIBLE

Voici cependant les travaux réalisés. Images et textes du site.



Nous avons travaillé en partenariat avec la fleuriste de la Verrie afin de décorer sa vitrine avec nos cache-pots en plastique recyclé. Le but est de montrer qu'il est possible de créer des économies circulaires en local : notre atelier récupère des déchets plastique de chez la fleuriste, et réalise des cache-pots en contrepartie.



Un banc a été réalisé sur mesure pour la commune de la Verrie afin de montrer un exemple de ce qu'il est possible de faire avec de la matière plastique recyclée. Il se trouve actuellement dans un parc à la vue de tous les passants.

RÉALISATION AVEC CE RECYCLAGE

- règles plastiques à base de masques covid
- grandes plaques à partir de filets de pêches
- pots de fleurs
- un banc avec deux moules différents (un moule au dessin faisant office de pieds, soutien d'assise et de dossier et un second moule pour faire de longue barre).



Fabrication de grandes plaques de différentes couleurs à partir de filets de pêche.



Des règles d'écolier à base de masques covid

Nous avons eu un partenariat avec le collège de Tiffauges, avec lequel nous avons réalisé des règles à partir de leur déchets plastiques. Les collégiens nous ont apporté leurs masques et les ont traité afin de les rendre viable au recyclage pour l'atelier.

protocole de recyclage plastique Sorbonne Université

<https://wiki.fablab.sorbonne-universite.fr/BookStack/books/polytech-recyclage-de-pla/chapter/projet-industriel-mtx4>
Abbassi Sherazade, Vaudelle Alexandre, Clara [nom ?]

TRIAGE
Triage par plastique et par couleurs
BROYAGE
chaque tas de plastique selon chacune de ses spécificités (machine 3DEVO)
TAMISAGE
Tamisage avec filtre avec des cribles de Ø 3 mm au dessus d'un bac
DESHYDRATER
chaque tas de plastique selon chacune de ses spécificités. (machine 3DEVO)
MESURER
Mesurer à l'aide d'un appareil à mesures gravimétriques
CHAUFFER / SÉCHER
Chauffer à 80°C (pour PLA) pendant 3 heures
MESURER
Mesurer à l'aide d'un appareil à mesures gravimétriques
BROYAGE
re-broyer PLA si collé en bloc
TAMISAGE Ø 10 MM
Tamiser avec un filtre avec des lumières de Ø 10 mm au dessus d'un bac

TAMISAGE Ø 3 MM

Tamiser avec un filtre avec des lumières de Ø 3 mm au dessus d'un bac

UTILISER LES PARTICULES DANS UNE FILAMENTEUSE

Placer le plastique broyé déshydraté dans l'entonnoir de l'extrudeuse avec un appareil fait-maison pour faire vibrer le contenu de l'entonnoir.

Incidents :

- casse vibreur "the feeder" de la filamenteuse
- embobinage trop lent comparé aux démonstrations sur internet

FabLabSU, forment les étudiants aux technos FDM. Ayant de nombreux déchets plastiques, ils souhaitent les utiliser pour faire du filament. Le protocole semble encore être en cours de recherche sans résultant visible / probant sur leur site. [26/02/25]

protocole de recyclage plastique

Fablab La Verrière, Montreuil, 93100

<https://fablab-laverriere.org/rd-materiaux/>

Mai 2021 : arrivée du système de recyclage plastique Precious Plastic
(broyeur, four à compression, injecteuse)

COLLECTE

Collecte de déchets plastiques d'habitants et des membres du fablab

TRIAGE ET PESAGE

Triage et pesage de chaque lot de déchets : trié par couleur, trié par plastiques PP (polypropylène) et PEHD (polyéthylène haute densité) afin d'avoir un bon tri selon la composition des plastiques et selon leurs températures de fusion

BROYAGE

Broyage du plastique en paillette / granules

LAVAGE

Lavage des paillettes pour les nettoyer de la poussière ou de résidu de shampooing, dès qu'elles sèchent : elles sont recyclables

FONDRE POUR PRODUIRE

Les polymères sont employés dans 2 types de machines :

L'injecteuse : les paillettes sont fondues dans un fourreau puis injectées en un filament. Un moule métallique est recommandé pour l'opération. Plastique recommandé : PP type 5 car il devient liquide.

Le four à compression : les paillettes sont fondues dans le four puis compressées en plastique usinables à l'atelier bois. Plastique recommandé PEHD type 2 car il est plus flexible.

RÉALISATION AVEC CE RECYCLAGE

- pièces monoblocs
- des plaques en forme de X et de O du jeu Tic Tac Toe
- des pots de fleurs
- des cônes / plots d'entraînement EPS pour écoles
- une sculpture de corps de guitare en monobloc de plastique créer à partir d'un moule en bois et cire perdue ?



Des cônes / plots d'entraînement EPS pour écoles.



Des pots de fleurs moulés à partir de bouchons de lait (PP).

recyclage plastique

8Fablab Drôme

<https://www.8fablab.fr/>

<http://www.fabunit.fr/>

PROTOCOLE NON DISPONIBLE

Voici cependant les travaux réalisé. Images et textes du site.



Marche-pieds
en plastique et bois.



Etagère murale
en plastique et bois.

RÉALISATION AVEC CE RECYCLAGE

- boîte à livres
- trophées
- assises et dossiers de chaises
- plateau de table
- tabouret empilable (constitués de 5 plaques de plastiques)
- panier de vélo



Chaises Arche,
en plastique et métal
visible à la I-Factory.



La caisse pour vélo.

protocole de recyclage plastique

CNC Kitchen

<https://www.youtube.com/watch?v=Dwlr2yKlq6w>

<https://www.cnckitchen.com/blog/making-simple-pla-filament-with-the-3devo-composer-450>

TRIER
trier par plastique et par couleurs
BROYER
broyer chaque tas de plastique selon ses spécificités
NETTOYER BROYEUSE
nettoyer pour réduire la contamination avec d'autres plastiques
TAMISER
tamiser avec un filtre avec des trous de Ø 3 mm au dessus d'un bac
RE-BROYER ET RE-TAMISER
re-broyer ce qui est supérieur à Ø 3 mm puis tamiser de nouveau
DESHYDRATER
chauffer à 80°C pendant quelques heures
STOCKER
mettre le plastique déshydraté dans un tupperware
UTILISER DANS UNE FILAMENTEUSE
placer le plastique broyé déshydraté dans l'entonnoir de la filamenteuse avec un appareil fait-maison pour faire vibrer le contenu de l'entonnoir

RÉALISATION AVEC CE RECYCLAGE

- Bobines pour impression 3D FDM



Transformation
des particules en bobines.



Impression 3D
à partir de la bobine créee.

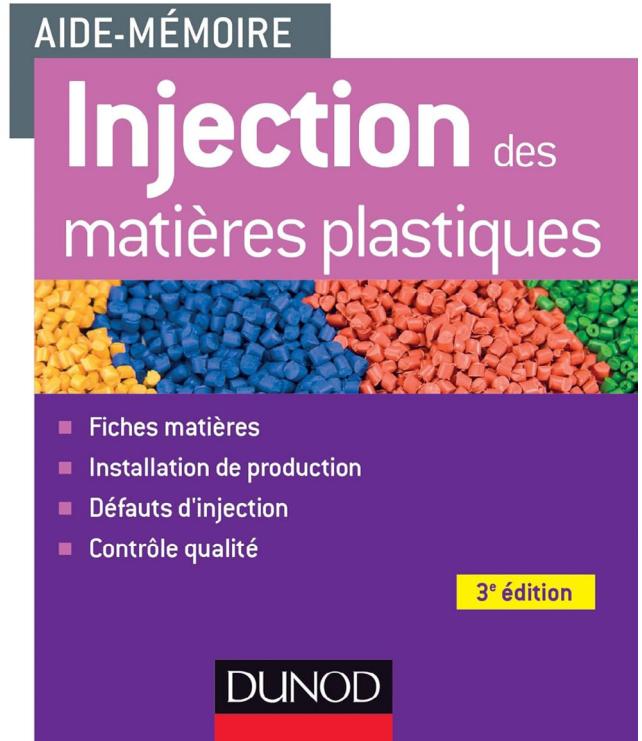
annexes

Bibliographie — pour en savoir plus !



Jean-François Pichon
Christophe Guichou

**L'USINE
NOUVELLE**



Une base de données remarquable sur le plastique est disponible sur le site de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Très pratique pour observer des détails de températures et les divers dangers d'usages des plastiques.

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/plastiques.html>

Colophon

Codex, recyclage et fabrication plastique.

Réalisé au printemps-été 2025 pour la Fabrique de l'Innovation.

Rédaction, vulgarisation et design graphique par Aurélien Pons.

Relecteur scientifique :

Relecteurs-trices orthotypo :

