

JOURNÉE
TECHNIQUE

Fabrication additive

Comment construire
une prévention adaptée ?



Emissions de Composés Organiques Volatils en impression 3D

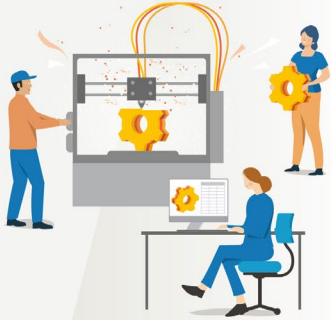
Marianne Guillemot – Jennifer Klingler – Sandrine Mélin

17 05 2022

Mardi 17 mai 2022

Paris – Maison de la RATP

Contexte

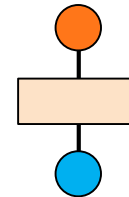


- Fabrication additive « plastique » : développement très important depuis 2010
- Produits de dégradation des plastiques : connus pour les procédés de fabrication standards → injection, extrusion, thermoformage, etc...
- Base de données « *Plastique, risque et analyse thermique* »

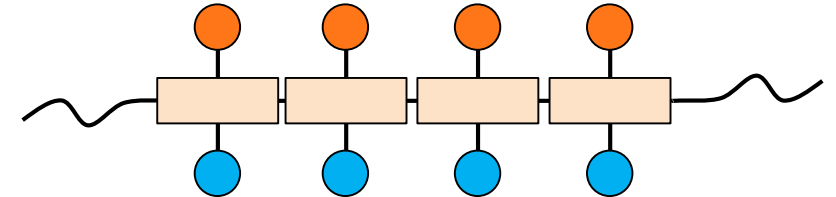
→ Fil chaud :

$T < 300^{\circ}\text{C}$; sous air

Monomère



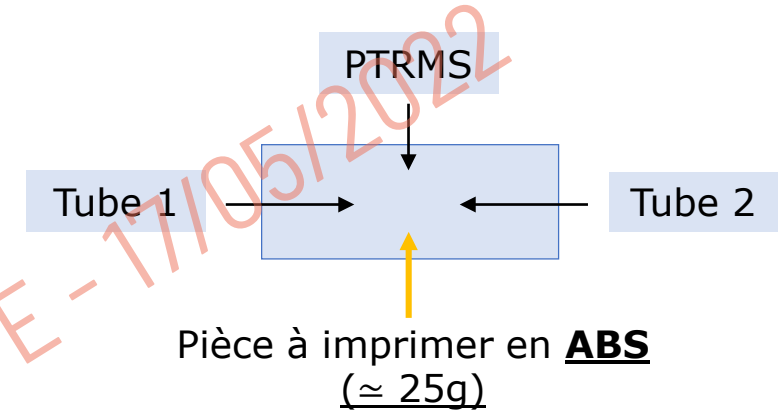
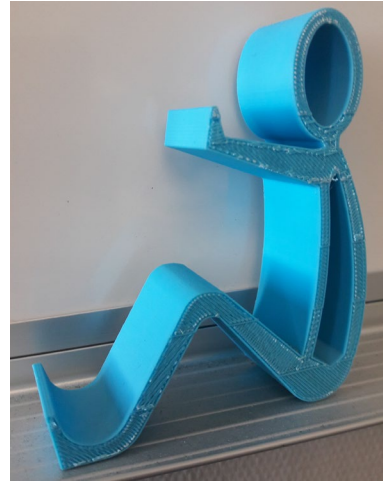
Molécule de polymère



→ Libération de monomères résiduels et des produits d'oxydation

→ Photo-polymérisation : peu d'information sur les émissions de COV

Imprimante 3D à fil chaud : *Exemple de l'ABS*



→ Prélèvements actifs dans l'enceinte de l'imprimante 3D

- Tubes multi-beds pour identifier les composés libérés
 - Dopés avec 2 étalons deutérés pour semi-quantification des concentrations totales en COV
- Prélèvements actifs sur tubes de charbon actif et cartouches de silice imprégnée
 - Dosage des BTEX et des aldéhydes

→ Analyse en temps réel des COV à l'aide d'un PTRMS

PTRMS : Proton-transfer-reaction mass spectrometry

Résultats des mesures qualitatives



COV sur tubes de screening

Semi-quantification : 0,7-0,9 mg/m³ de COV

Famille	Nom
Aldéhydes	Formaldéhyde
	Acétaldéhyde
	Acryaldéhyde
Aromatiques	Styrène
	Ethylbenzène
	Benzène
	Xylènes
Composés oxygénés	Acétone
	Méthanol
	Acide acétique
Autres	Isocyanonaphtalène
	Trichlorofluorométhane

Résultats des mesures quantitatives



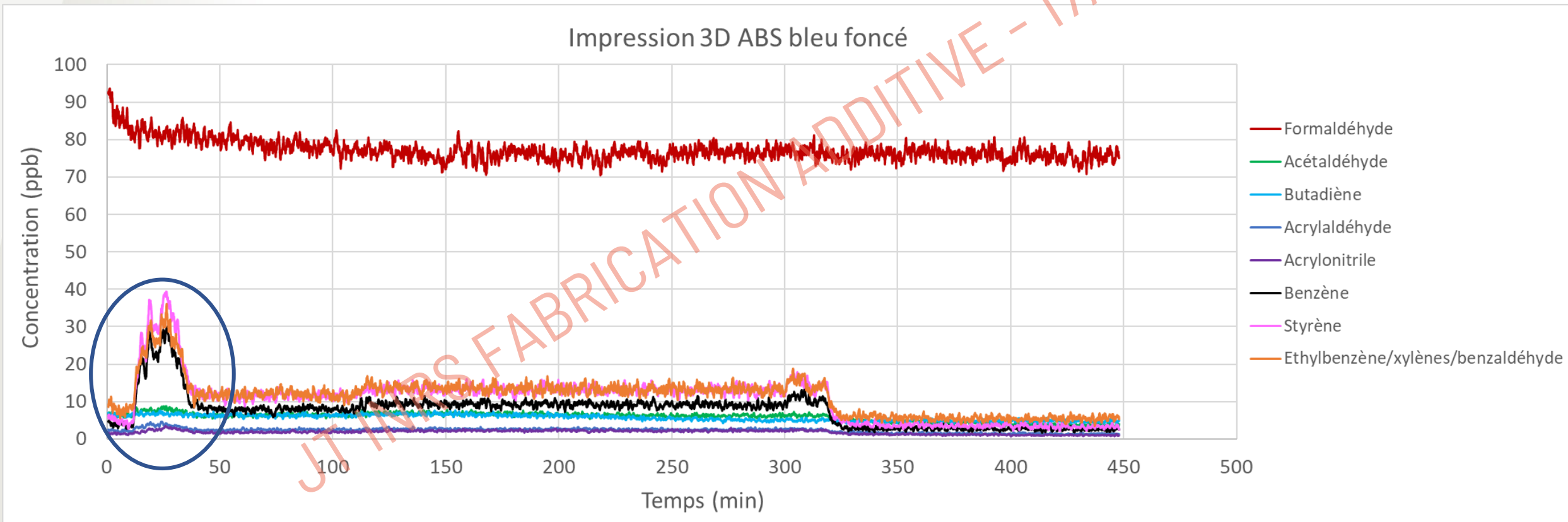
BTEX sur tubes de charbon actif (CA)

Concentration (mg/m ³)	CA n°1	CA n°2	CA n°3	CA n°4
Benzène	<lq	<lq	0,022	0,020
Toluène	<lq	<lq	0,056	0,054
Ethylbenzène	0,016	0,022	0,036	0,034

Aldéhydes sur cartouches de silice imprégnée

Concentration (mg/m ³)	ALD n°1	ALD n°2	ALD n°3	ALD n°4
Formaldéhyde	0,045	0,048	0,043	0,036
Acétaldéhyde	0,007	0,007	0,007	0,007
Acétone	0,013	0,012	0,011	0,012
Benzaldéhyde	0,009	0,008	0,016	0,016

Analyse en temps réel - PTRMS

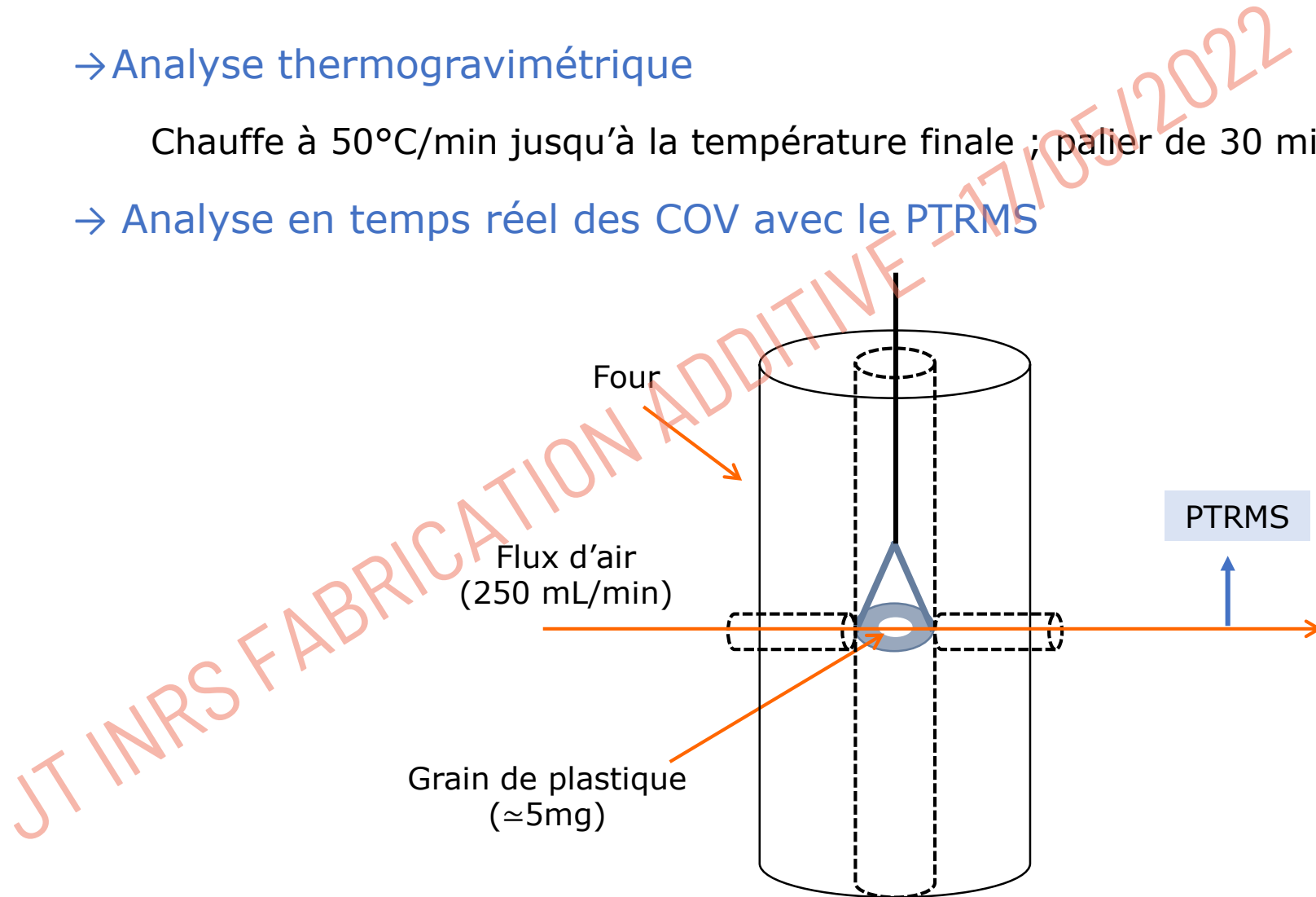
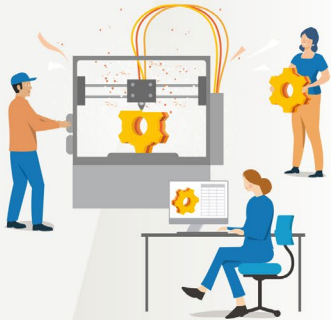


Emissions des autres matières plastiques

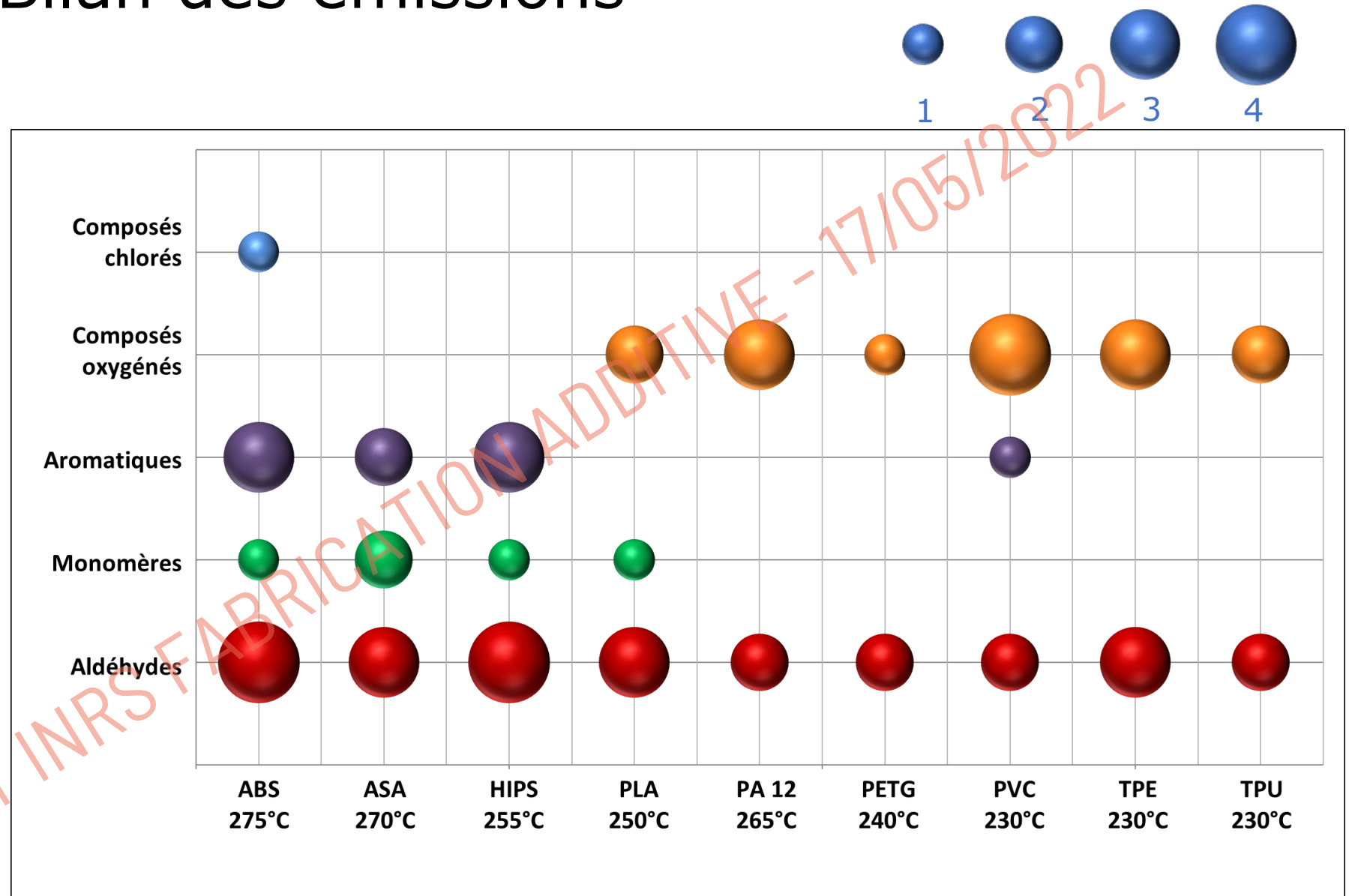
→ Analyse thermogravimétrique

Chauffe à 50°C/min jusqu'à la température finale ; palier de 30 minutes

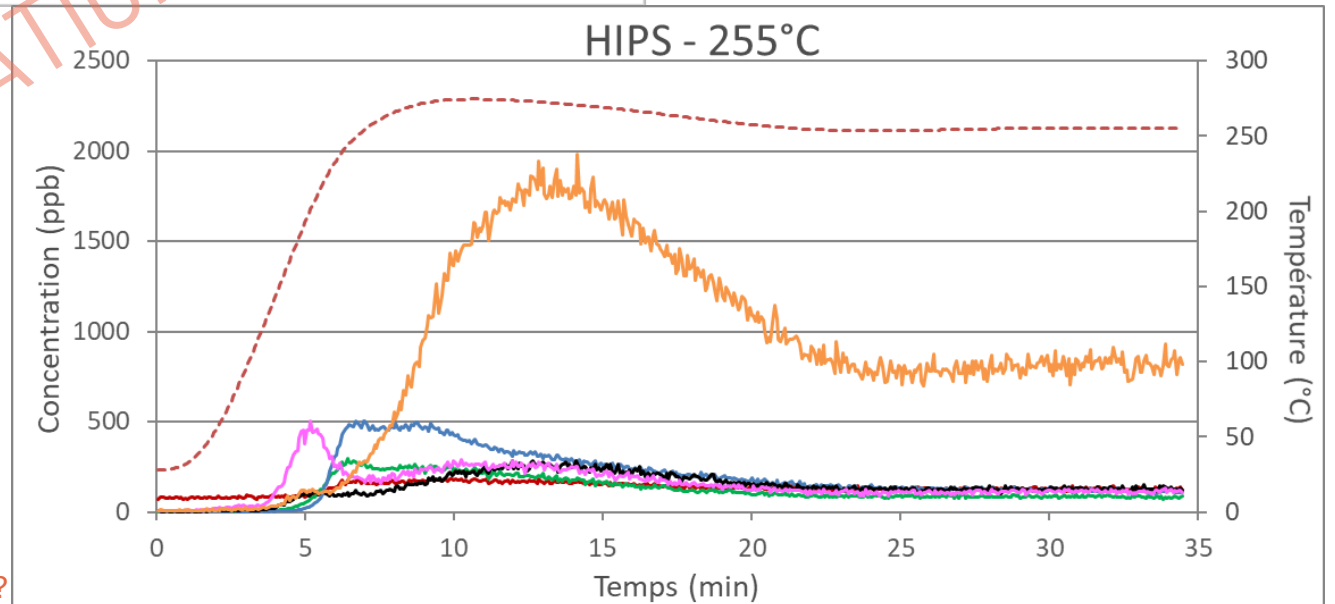
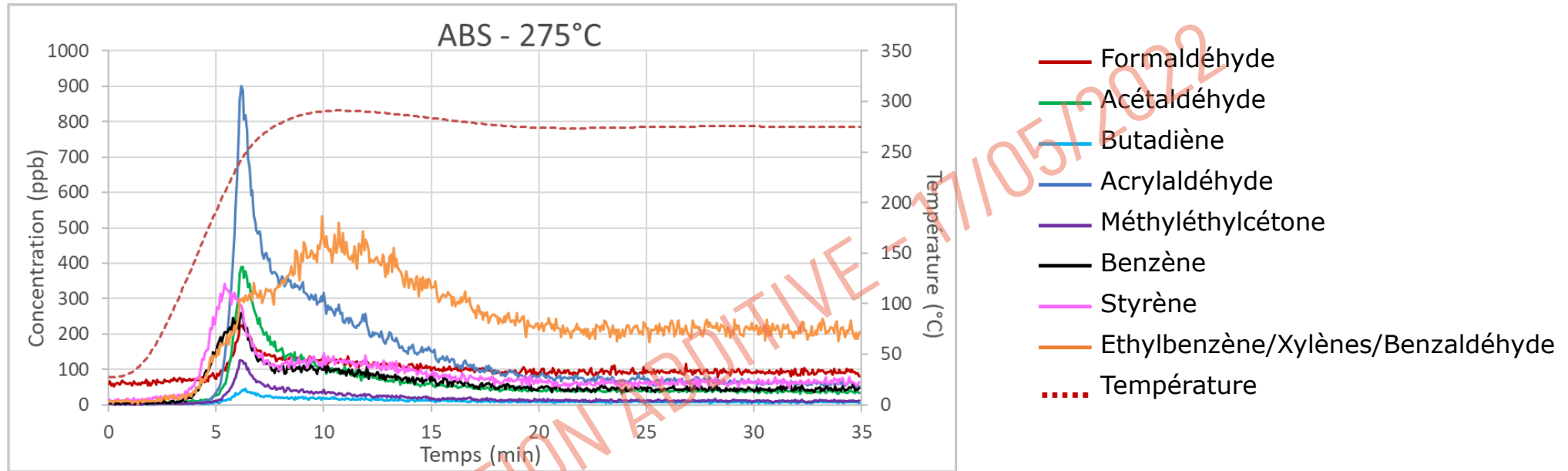
→ Analyse en temps réel des COV avec le PTRMS



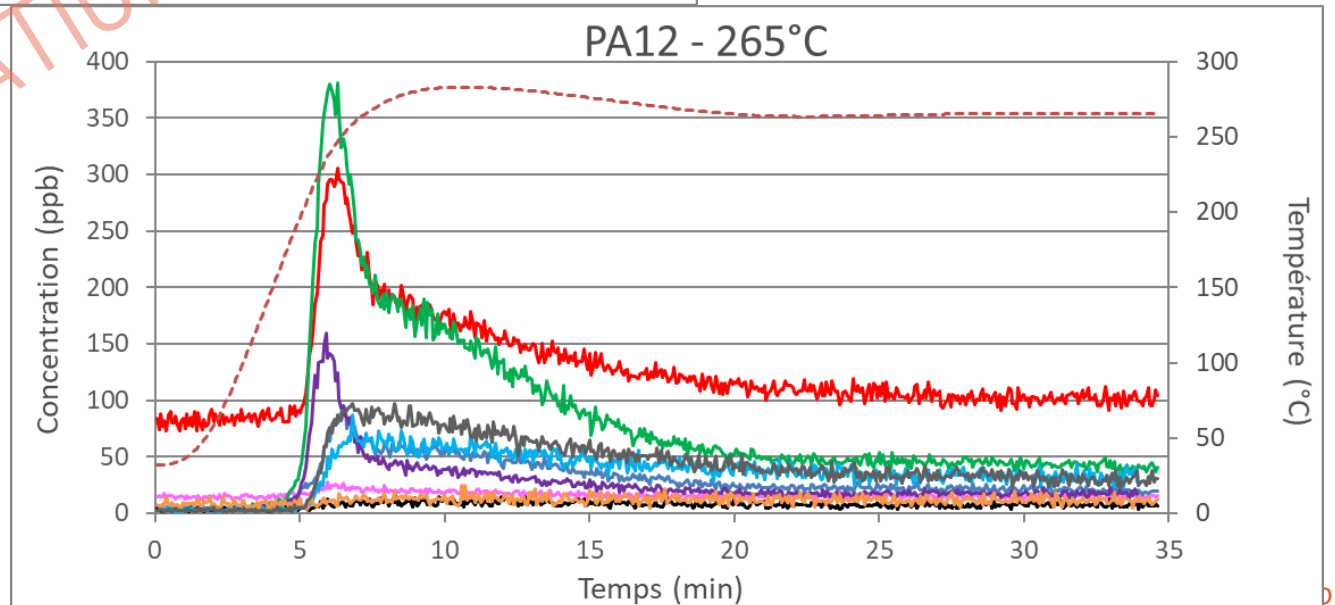
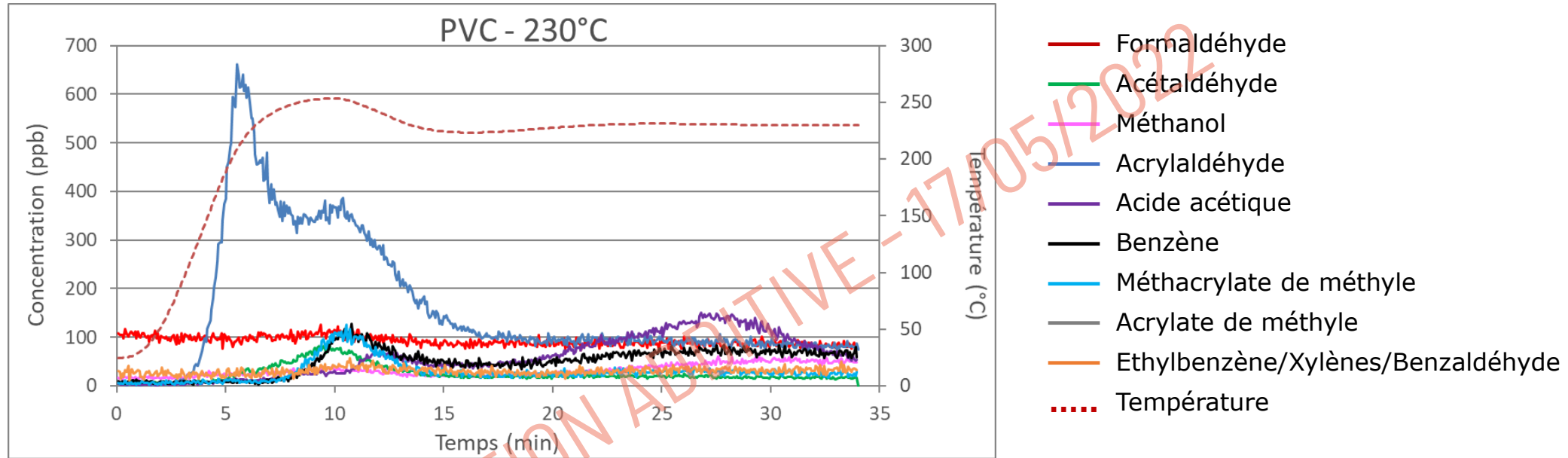
Bilan des émissions



Analyse en temps réel : ABS, HIPS



Analyse en temps réel : PVC, PA12



Imprimante photo-polymérisation (SLA)



1. Impression bac résine : UV à 405 nm
2. Rinçage à l'isopropanol
3. Polymérisation en chambre UV, 405 nm, 60°C

→ Prélèvements actifs dans l'enceinte de l'imprimante 3D

○ Tubes multi-beds pour identifier les composés libérés

→ Analyse en temps réel des COV à l'aide d'un PTRMS

→ Analyse en temps réel de l'ozone



Résultats des mesures qualitatives



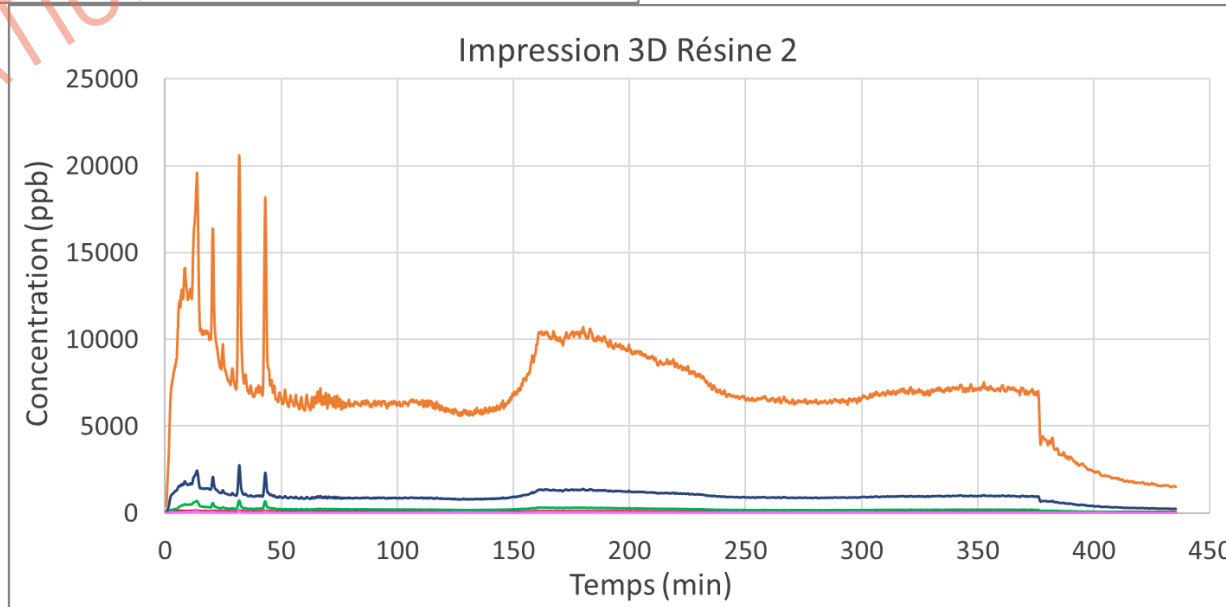
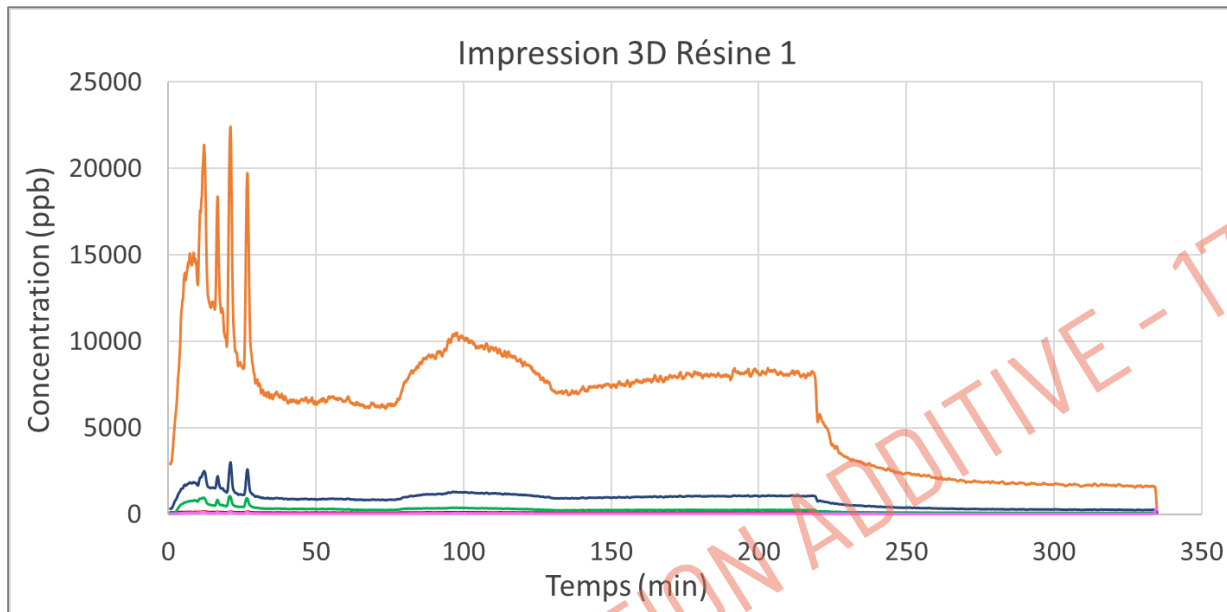
COV sur tubes de screening :
composés oxygénés issus de la résine

Nom
Acide méthacrylique
Méthacrylates
Diméthacrylate d'éthylène glycol
Acétate de propanediol
Méthacrylate de propanediol

Peu d'information dans la FDS

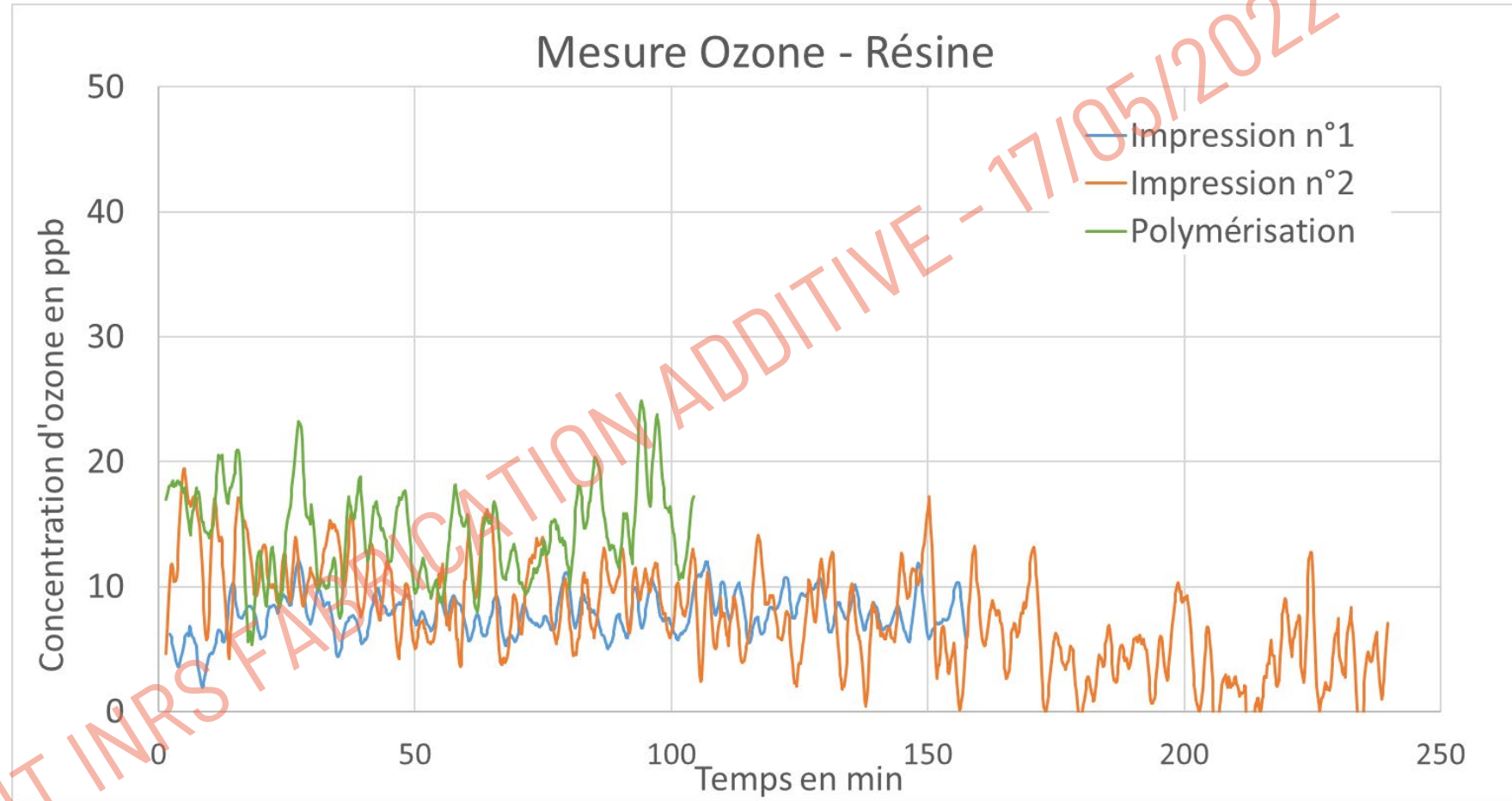
Résines liquides → composés volatils

Résultats suivi temps réel COV



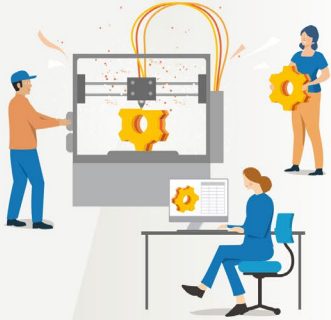
Très fortes concentrations en acrylate

Résultats suivi temps réel Ozone



Pas d'émission d'ozone

Conclusion



- *Les COV libérés lors de l'impression 3D fil fondu : Base de données « Plastique, risque et analyse thermique »*

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

- *Photo-polymérisation :*
 - *Composants de la résine*
 - *Informations FDS*
- *Capotage et ventilation pour limiter les expositions des utilisateurs*

JOURNÉE
TECHNIQUE

Fabrication additive

Comment construire
une prévention adaptée ?



Merci de votre attention

Mardi 17 mai 2022

Paris - Maison de la RATP

JT INRS FABRICATION ADDITIVE - 17/05/2022