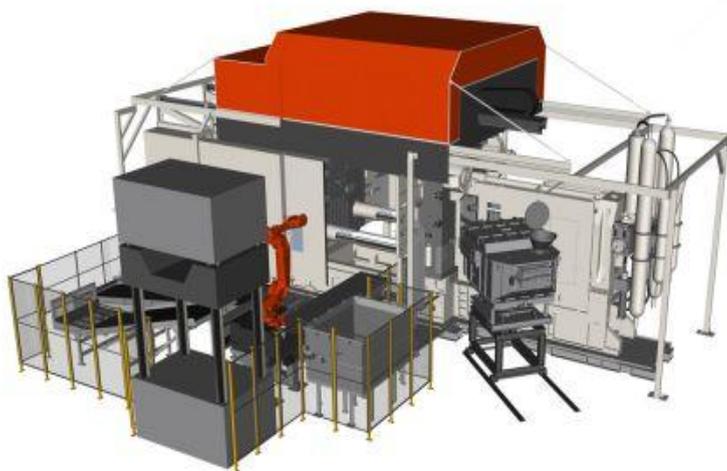


**Application e-learning :  
Cinétique d'un process d'injection  
aluminium sous pression**



**Étudiants :**

**Sokhna THIAM**

**Amandine CAFFIN**

**Paul COURCOT**

**Wei WANG**

**Enseignant-responsable du projet :**

**Samir EL-MOUNTACIR**



Date de remise du rapport : **12/06/2021**

Référence du projet : **STPI/P6/2021 – 48**

Intitulé du projet : **Application e-learning : Cinétique d'un process d'injection aluminium sous pression**

Type de projet : ***Création d'une vidéo***

Objectifs du projet (10 lignes maxi) :

***Le but du projet est de créer une vidéo expliquant le fonctionnement de l'injection d'aluminium sous pression.***

Mots-clefs du projet (4 maxi) : ***Injection - Aluminium - Pression - Vidéo***

# Sommaire

<b>Remerciements</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>5</b>
<b>2. Organisation du travail</b>	<b>6</b>
a) Travail de recherche	6
b) Travail autour de la vidéo	7
<b>3. Travail réalisé et résultats</b>	<b>8</b>
a) Fonctionnement de la fonderie aluminium	8
b) L'aluminium dans le monde	9
c) Gestion du projet avec Renault	10
d) Conception de la vidéo	11
<b>4. Conclusion</b>	<b>12</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>13</b>

# Remerciements

Dans un premier temps nous aimerions remercier Samir Elmountacir, notre tuteur de projet, de nous avoir permis de mener à bien ce projet. De plus, nous le remercions également ainsi que David Moureaux de nous avoir fait visiter l'usine Renault de Cléon. Nous remercions dans un même temps, l'entreprise Renault de Cléon de nous avoir accueilli sur leur site et confié ce projet.

Dans un second temps nous remercions l'INSA de Rouen de nous avoir accordé un temps de projet tel que celui-ci. Il nous a permis une nouvelle fois de travailler en équipe et d'avoir un projet que nous considérons comme professionnel.

# 1. Introduction

Dans le cadre du projet physique P6, nous avons eu l'occasion de travailler en lien avec l'industrie automobile Renault, plus particulièrement celle du site de Cléon. Le projet qui suit nous a été confié par Samir Elmountacir, ingénieur en mécanique dans cette entreprise. Il consistait à découvrir le principe d'injection sous pression de l'aluminium afin de créer un support informatif sur ce processus.

Derrière ce projet se cachaient plusieurs objectifs. Le premier était de nous faire connaître les différents procédés d'injection et plus particulièrement celui d'injection sous pression. Cela a été une découverte pour nous tous. Ensuite, il a permis de nous sensibiliser aux métiers de la fonderie, notamment par la visite de cette dernière que nous avons pu faire. Enfin, le but final étant de créer une vidéo à titre informatif.

A travers ce rapport, nous allons dans un premier temps expliquer comment nous nous sommes organisés pour réaliser ce projet. Puis, dans un second temps nous vous détaillerons le fruit de nos recherches et comment nous avons réalisé la vidéo.

## 2. Organisation du travail

### a) Travail de recherche

Pour créer la vidéo, il fallait avant tout bien comprendre le processus d'injection sous pression. C'est pourquoi la première mission à réaliser était un travail de recherche. Nous nous sommes alors renseignés sur différents aspects :

- les procédés d'injection existants
- les avantages de l'injection sous pression pour l'aluminium
- le déroulement de l'injection sous pression
- l'aluminium
- l'évolution de la fonderie au cours de l'histoire

Nous avons ensuite établi un planning sous le conseil de Mr Elmountacir. Cela nous a paru très important pour cadrer le travail que nous avons à faire et imposer des limites de temps. Celui ayant été établi fût le suivant :

Semaines		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
RECHERCHES	Précision sujet																				
	Recherches fonctionnement																				
	Visite usine + ajout des informations																				
VIDEOS	Storyboard																				
	Faire ses parties de vidéos																				
	Assemblage																				
	Traduction en anglais de la vidéo																				
PRESENTATION	Rapport																				
	Préparation oral																				
	Poster																				

Nous nous sommes alors répartis les différentes recherches à faire au fur et à mesure des semaines. Chaque recherche que nous faisons était partagée via un drive afin que chacun y ait accès. Nous les avons divisé de telles sorte :

Personne :	Sujet à approfondir :
Sokhna	Le poteyage : fonctionnement et rôle
Amandine	Les différences entre les 3 procédés de fabrication: gravitaire, injection basse pression et haute pression
Wei	Les différentes températures de l'aluminium de la fusion à la fabrication de la pièce
Paul	L'histoire et l'économie de l'aluminium

## b) Travail autour de la vidéo

De la même façon que pour les recherches, nous nous sommes répartis le travail pour réaliser la vidéo. Nous nous réunissions chaque semaine pour étudier le travail préparé de chacun des membres du groupe afin d'avancer dans le projet en suivant le planning. Chaque membre du groupe devait traiter une partie. C'est-à-dire que pour chaque point abordé, la personne concernée devait faire une synthèse des recherches faites précédemment afin de créer une vidéo ainsi que le script associé. Le script correspond aux paroles insérées dans la vidéo.

Nous nous sommes répartis la confection des vidéos de la manière suivante :

Personne :	Partie de la vidéo à confectionner :
Sokhna	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présentation des 3 procédés</li><li>- Fusion de l'aluminium et dégazage</li></ul>
Amandine	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cycle de l'aluminium ainsi que ses avantages</li><li>- Injection sous pression</li></ul>
Wei	<ul style="list-style-type: none"><li>- La fin de chaîne : poteyage, refroidissement, découpe et contrôle opérateur</li></ul>
Paul	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evolution de la fonderie</li><li>- L'aluminium dans l'économie</li></ul>

Nous avons essayé un maximum de ne pas faire la partie vidéo sur les recherches que nous avons faites avant. De cette façon nous avons pu chacun diversifier nos sujets et bien comprendre les différents aspects.

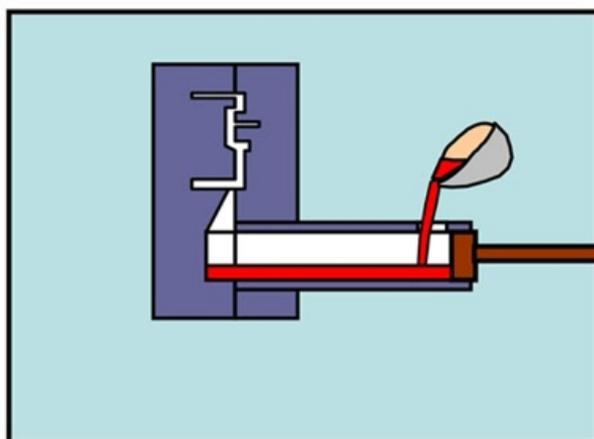
### 3. Travail réalisé et résultats

#### a) Fonctionnement de la fonderie aluminium

Dans un premier temps, expliquons le travail de l'aluminium avant l'injection.

L'aluminium est dit de deuxième coulée. C'est-à-dire qu'un affineur récupère des déchets en aluminium tels que des canettes ou des pièces automobiles et les fond afin de récupérer l'aluminium. Il les forme ensuite en lingots. Leur composition dépend de la demande du client et ne sont ainsi pas composés uniquement d'aluminium. Par exemple, chez Renault les lingots d'aluminium ont 3% de cuivre et 9% de silicium. C'est sous forme de lingots qu'ils arrivent donc à la fonderie. Ils sont alors soumis à des contrôles qualité avant d'être fondus à 700°C. L'aluminium fondu subit ensuite une action de dégazage avec de l'azote pour retirer l'hydrogène car si ce dernier reste dans l'aluminium, il peut être à l'origine d'imperfections de la pièce lors de l'injection. Il est ensuite transporté dans des fours de maintien à 680°C à l'aide de carapoches.

Dans un second temps, expliquons le processus d'injection sous pression. Une dose d'aluminium est prélevée par une louche qui vient le verser dans le conteneur. C'est alors que l'injection peut commencer. Le piston pousse d'abord lentement l'aluminium. Cette phase est nécessaire pour chasser un maximum d'air et d'impuretés du moule. Il monte ensuite à très grande vitesse grâce à un accumulateur



*Figure 1 : Plan de coupe de la machine d'injection*

lors de l'entrée de l'aluminium dans le moule afin qu'il n'y ait pas de défauts. Il est alors maintenu en pression pour ne pas que la pièce se déforme lorsqu'elle commence à se solidifier. La solidification de la pièce se fait par refroidissement. En effet, il y a un cycle de refroidissement par eau autour du moule. La pièce peut alors être retirée du moule par un robot extracteur.

Pour finir, continuons avec la fin de chaîne. Une fois la pièce retirée du moule, le robot poteyeur peut alors venir pulvériser un produit aqueux sur le moule. Ce produit permet non seulement d'appliquer un film lubrifiant pour faciliter le décollage de la prochaine pièce, mais aussi de refroidir le moule. S'ensuit une séquence de soufflage pour éliminer les molécules d'eau résiduelles. Le moule peut alors se refermer et est prêt pour la prochaine injection. Dans un même temps, la pièce est plongée dans un bac de refroidissement, sa température est réduite à 100°C. Elle passe ensuite dans une machine de découpe. En effet, certaines cavités du moule étaient en surplus afin d'évacuer les impuretés et les bulles d'air, il faut donc les retirer. Ces zones inutiles à la pièce finale sont découpées de manière automatique dans une machine. Pour finir, un contrôle opérateur a lieu afin de voir si la pièce est conforme ou non. Si elle ne l'est pas, on récupère l'aluminium par fusion.

## b) L'aluminium dans le monde

En premier lieu, il serait intéressant de parler du plus grand producteur mondial d'aluminium. En quelques chiffres, la Chine produit chaque année 37 millions de tonnes d'aluminium, soit 50% de la production mondiale. Ce pays produit plus d'aluminium qu'il en a besoin et exporte ce surplus à l'international. Cependant, cela provoque des répercussions sur l'économie mondiale. En effet, puisque la Chine produit en excès, le marché mondial d'aluminium augmente considérablement alors que la demande reste plutôt stable. Par conséquent, le prix de la tonne d'aluminium diminue et crée des inégalités spatiales. En effet, le gouvernement chinois verse des subventions publiques au secteur. Les entreprises américaines et européennes dénoncent alors une concurrence déloyale avec la Chine. Aujourd'hui, bien que des réformes ont été mises en place pour équilibrer ces inégalités, la Chine reste toujours le plus grand producteur mondial et continue de produire en excès.

Quant à la France, le pays produit environ 900 mille tonnes d'aluminium environ chaque année dont la moitié est issue du recyclage. Le contexte global reste tout de même rassurant car le secteur de l'automobile suscite une demande conséquente avec un besoin

d'allègement des véhicules. Cependant, le pays fait face à des difficultés face au Covid-19, au Brexit et aux taxes douanières.

### c) Gestion du projet avec Renault

D'abord, la conception de la vidéo a été demandée par l'entreprise Renault. Cela nous a permis de voir ce projet de physique comme un projet professionnel et nous a poussés à être assidus dans notre travail.

Comme dit précédemment, Samir Elmountacir est l'ingénieur de Renault avec qui nous étions en lien. Nous échangeons de temps en temps avec lui sur l'avancée du projet. Le principe était que nous avancions en groupe sur le projet et que nous lui demandions quand nous avions une difficulté, une question ou simplement quand nous voulions lui faire part de notre avancée. Ainsi nous avons pu gérer ce projet comme nous le voulions sans s'éloigner du sujet demandé. Cette méthode de travail a été un avantage mais a également été source de difficultés. En effet, nous étions peu souvent 4 réunis sur un même créneau, ce qui nous a valu plusieurs pertes de temps et un manque d'homogénéité dans les différentes sections de la vidéo. Ainsi cela a causé des retards dans le planning préalablement fixé.

Pour continuer, nous avons également eu l'occasion de visiter la fonderie aluminium de Renault le jeudi 18/03/2021. Sur place, David Moureaux nous a fait la visite. Il nous a expliqué le fonctionnement de la fonderie du début à la fin de la chaîne. Ainsi nous avons pu mieux voir le processus d'injection sous pression et ainsi se rendre compte de l'organisation de celle-ci. Ce fût pour nous une expérience très enrichissante.

### d) Conception de la vidéo

Pour commencer, nous devions choisir le logiciel pour la conception de la vidéo. Il devait être un logiciel que tout le monde pouvait avoir pour faciliter par la suite l'assemblage, assez simple d'utilisation car aucun de nous ne s'y connaissait en montage

vidéo et pour lequel il y avait quand même une variété d'animations pour rendre la vidéo vivante. Après quelques recherches nous nous sommes d'abord penchés sur Windows Live Movie Maker. Puis, après quelques manipulations, nous nous sommes rendus compte qu'il était compliqué de faire un montage vidéo avec ce logiciel car il permettait seulement d'assembler des vidéos et d'ajouter une unique zone de texte. C'est alors qu'une de nos connaissances nous a conseillé de se pencher sur Power Point car il possède un certain nombre d'options de montage vidéo. Après avoir regardé quelques fonctionnalités, nous avons donc opté pour Power Point. Ce logiciel permet d'intégrer photos, vidéos et bandes sons mais aussi de mettre des transitions et animations sur des images ou du texte. Il était également plus facile d'assembler nos parties sur celui-ci car nous avons juste à copier les diapositives sur un même document.

Ensuite, comme dit précédemment, après avoir fait un storyboard nous nous sommes divisés la vidéo pour que chacun puisse avancer de son côté. C'est ensuite Amandine qui s'est occupée d'assembler les parties de chacun et qui a peaufiné le tout pour qu'il n'y ait pas de contrastes entre celles-ci. De plus, chacun avait écrit la bande son correspondant à sa partie. Nous les avons assemblées en un seul script et Samir Elmountacir nous a créé les voix grâce à un de ses logiciels.

Enfin, une traduction en anglais nous avait été demandée. Sokhna étant bilingue, elle s'est proposé de traduire le script. De plus, nous devons également traduire le texte sur la vidéo en anglais. C'est donc aussi pour cela que nous avons choisi Power Point. Ainsi il était simple de modifier le texte sans devoir tout refaire, chose également demandée par Renault car la vidéo sera amenée à être traduite dans plusieurs langues.

## 4. Conclusion

Pour conclure, rappelons d'abord que l'objectif de ce projet était de réaliser une vidéo informative sur le procédé d'injection aluminium sous pression. Selon nous cet objectif a été atteint. De plus, nous avons énormément appris sur le fonctionnement de la fonderie qui était jusqu'alors un domaine méconnu. Ce projet nous a également permis de découvrir les différents aspects du montage vidéo qu'aucun de nous ne connaissait réellement. Nous avons cependant rencontré quelques difficultés sur l'investissement de chacun sur ce projet. Cela nous a permis de voir que dans de futurs projets comme celui-ci, il faudra davantage mettre de cadre et de temps limite aux différentes réalisations de chacun, mais également proposer plusieurs solutions pour pallier les problèmes rencontrés.

Pour continuer, ce projet de groupe a été une nouvelle découverte du monde professionnel. Plus particulièrement, nous avons dû gérer ce projet en collaboration avec Renault, et donc communiquer avec l'entreprise sur leurs attentes, notre avancée du projet et nos questions ou difficultés. Nous avons également découvert les aspects techniques de la machine d'injection aluminium. De plus, Samir Elmountacir étant ingénieur mécanicien, nous avons pu échanger avec lui sur son métier et ainsi nous aider dans nos choix d'orientation. Tous ces points ont fait de ce projet une expérience très enrichissante.

# Bibliographie

- Site : youtube  
Lien internet : [High pressure die casting](#)  
Valide à la date du 05/06/21
- Site : Forge et Fonderie  
Lien internet: [Fonderie sous pression d'aluminium Process forge et fonderie - fonderie sous pression d aluminium](#)  
Valide à la date du 05/06/21
- Site : Metalblog  
Lien internet: [La technologie de fonderie sous pression - MetalBlog](#)  
Valide à la date du 05/06/21
- Site : Aluminium Laufen  
Lien internet: <https://aluminium-laufen.com/fr/fonte/moulage-sous-pression>  
<https://aluminium-laufen.com/fr/fonte/moulage-basse-pression>  
<https://aluminium-laufen.com/fr/fonte/moulage-coquille>  
Valide à la date du 05/06/21
- Site : Socométa  
Lien internet: <https://www.socometa.com/fonderie-aluminium-coquille-gravite/>  
<https://www.socometa.com/fonderie-aluminium-basse-pression/>  
Valide à la date du 05/06/21

## **Crédits d'illustration :**

[page de couverture]

- Logo INSA Rouen:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Logo\\_INSA\\_Rouen.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Logo_INSA_Rouen.jpg)
- Illustration:  
<https://www.italpressegauss.com/fr-fr/die-casting-machines/automated-cells/turnkey-fully-automated-cells>

[1]<https://www.google.com/url?q=http://souspression.canalblog.com/archives/2008/07/05/8619957.html&sa=D&source=editors&ust=1623049344628000&usg=AOvVaw15icwXz-3nKsliPvv1fCBR>