



# **PROJET F2000 – CHALLENGE 2006**

## **EXPRESSION DES BESOINS :**

Les deux courses précédentes nous ont montré que nos véhicules subissent de nombreux chocs.

Il en résulte des ruptures de pièces des trains avant et arrière, ainsi que des fixations de la carrosserie.

Les projets retenus pour cette année ont comme objectifs

- d'optimiser les temps d'intervention
- de réaliser des sous-ensembles de rechange.
- de réduire les temps de mise en températures des pneumatiques

## **Les principaux projets ont été :**

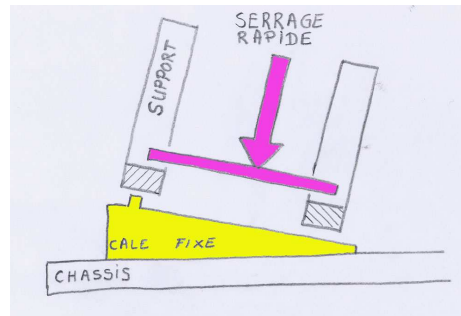
- Montage et démontage rapide du train avant
- Montage et démontage rapide du train arrière
- Rénovation des fixations de la carrosserie
- Réalisation de sous ensemble de rechange
- Couvertures chauffantes de pneumatiques

# Projet Terminales n°1

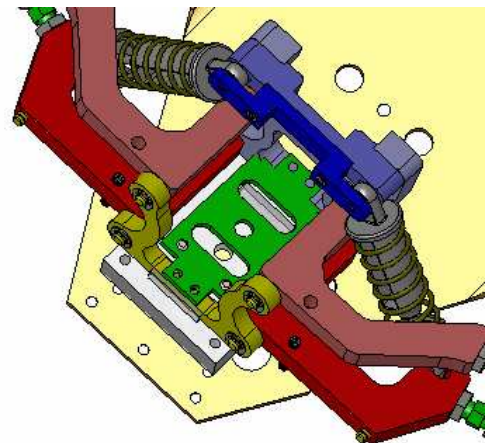
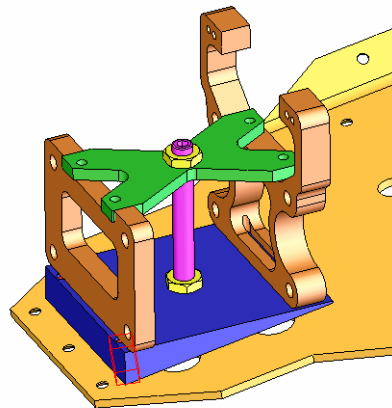
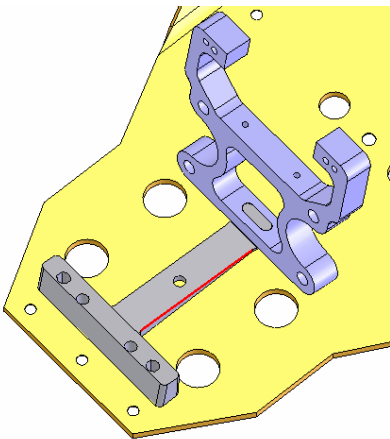
## Montage et démontage rapide du train avant

Deux classes de Terminale Génie Mécanique et Productique

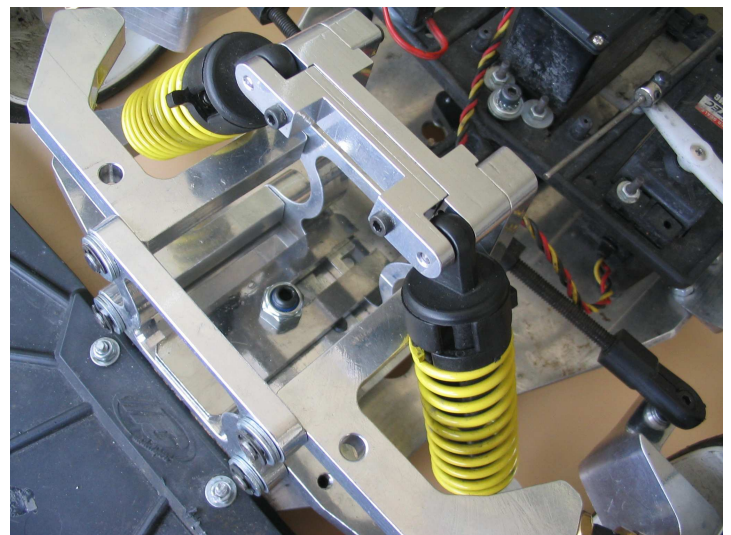
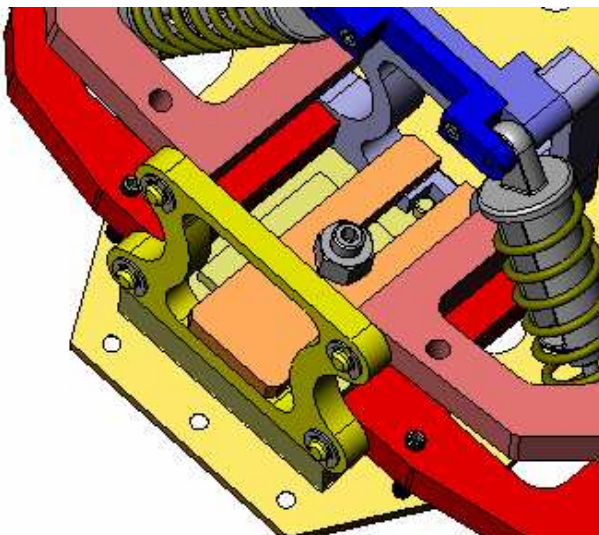
## Cahier des charges



## Solutions proposées



## Solution retenue



# Projet Terminales n°2

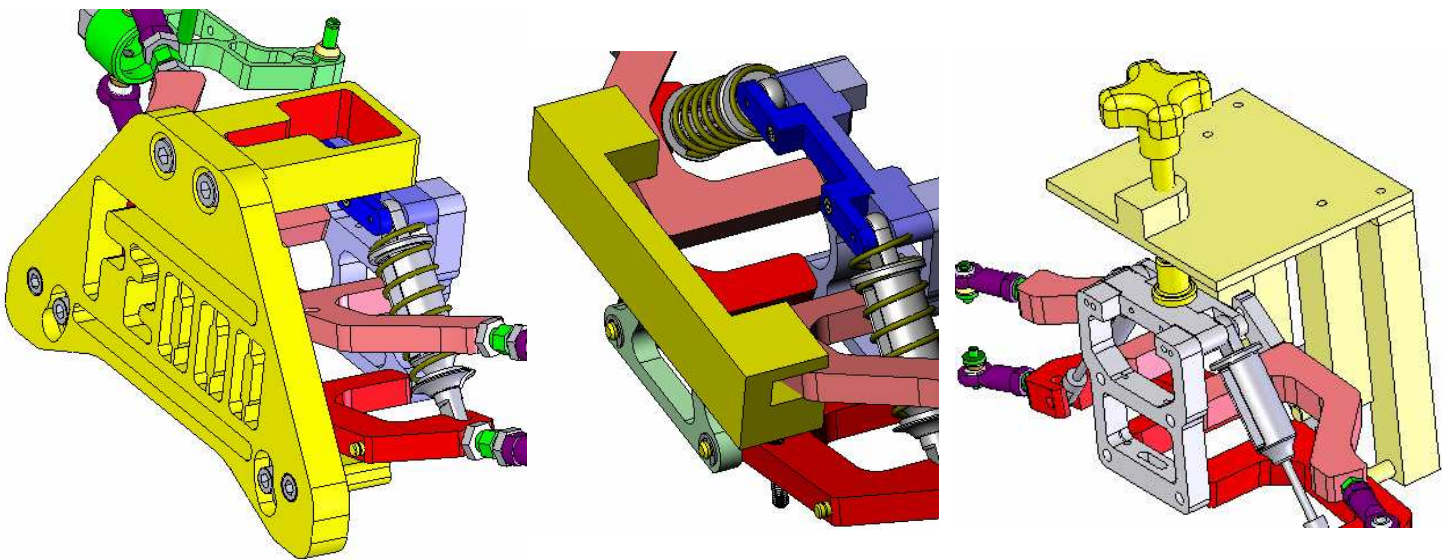
## Montage et démontage rapide du train avant

Deux classes de Terminale Génie Mécanique et Productique

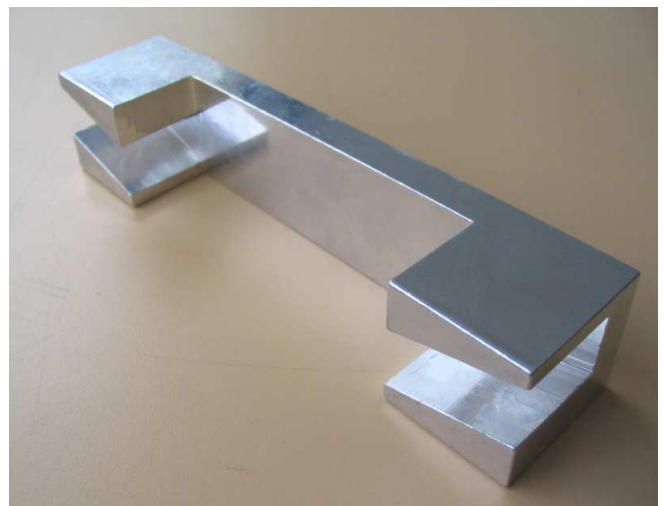
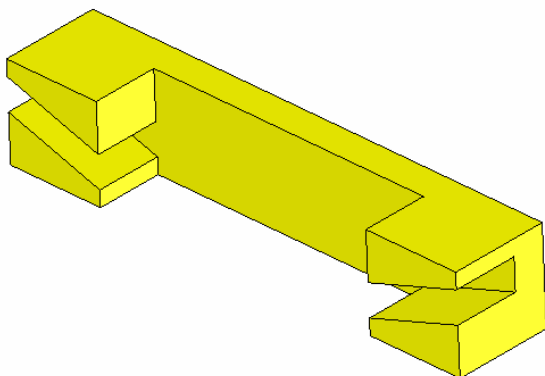
## Cahier des charges

Rendre le train avant montable très rapidement à l'aide d'un dispositif comprimant les ressorts des amortisseurs

## Solutions proposées



## Solution retenue



# Projet Terminales n°3

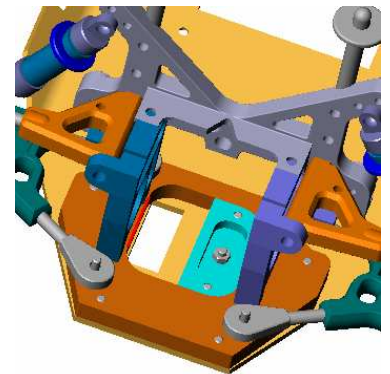
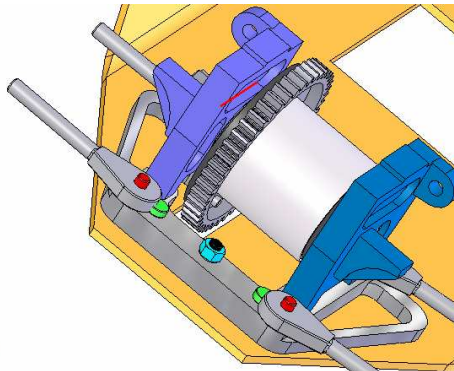
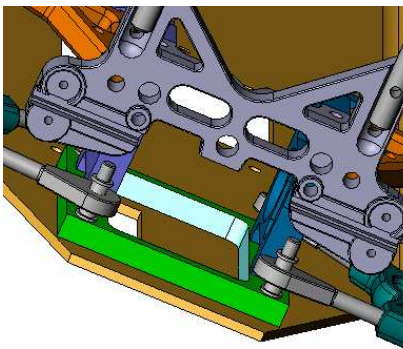
## Montage et démontage rapide du train arrière

Deux classes de Terminale Génie Mécanique et Productique

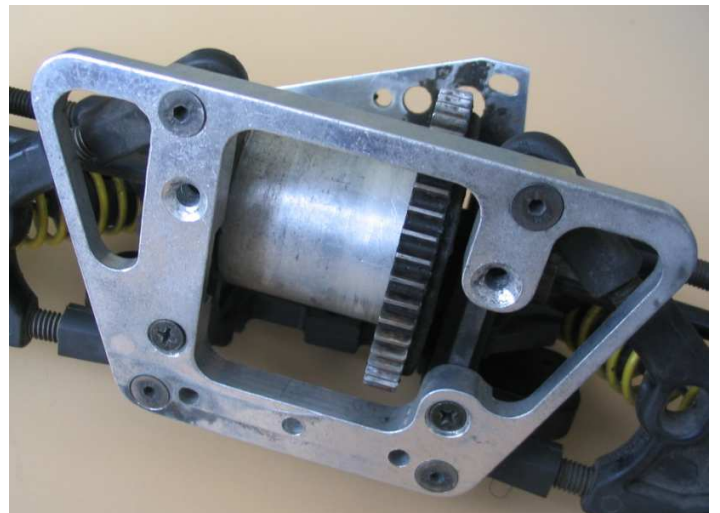
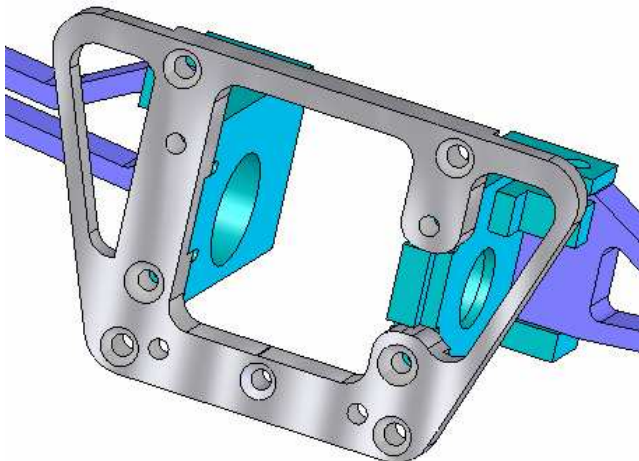
## Cahier des charges

Rendre le train arrière démontable très rapidement

### Solutions proposées



### Solution retenue



# Projet Terminales n°4

## Montage et démontage rapide du train avant

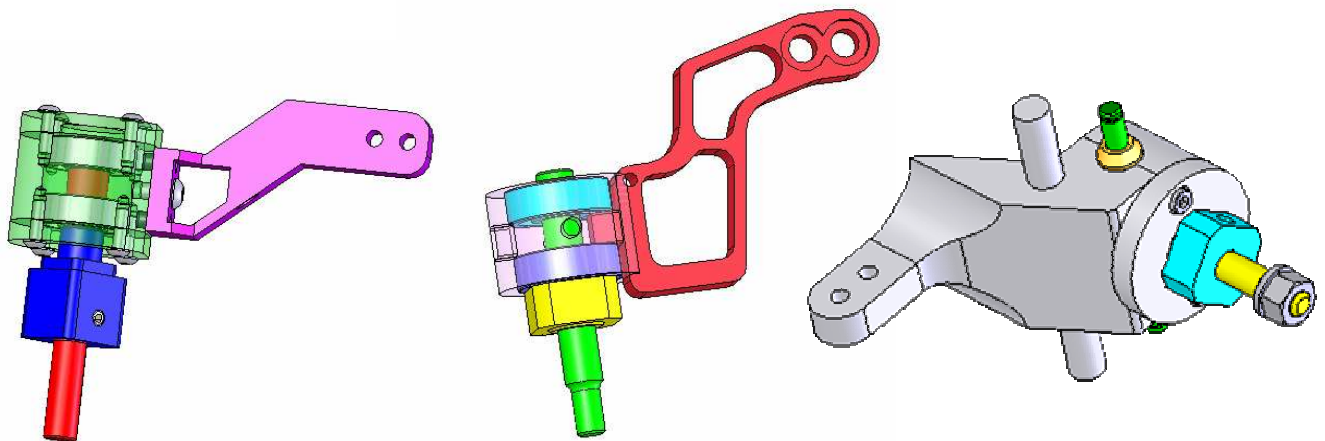
Deux classes de Terminale Génie Mécanique et Productique

### Cahier des charges

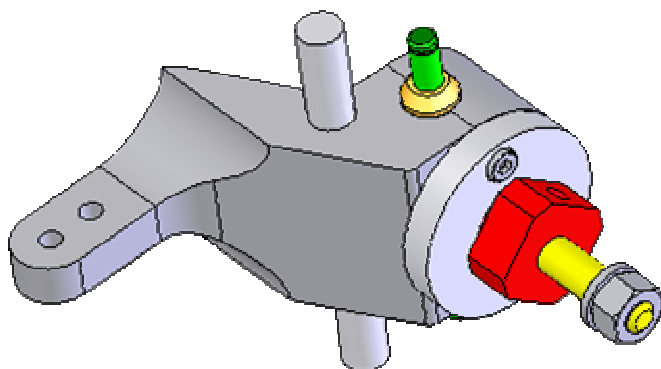
Concevoir la fusée de façon à rendre le train avant démontable très rapidement

---

### Solutions proposées



### Solution retenue



# Projet Premières n°1

## Rénovation des fixations de la carrosserie

### Fixations avants

Première Génie Mécanique et Productique

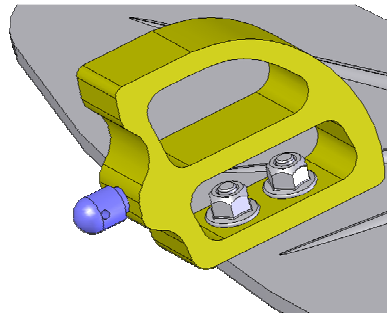
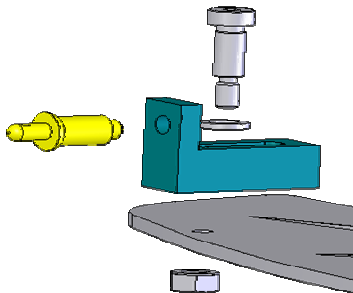
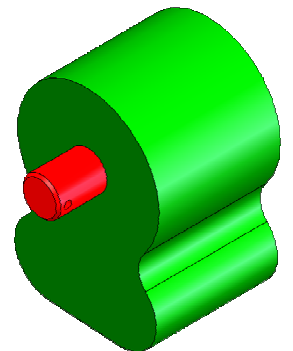
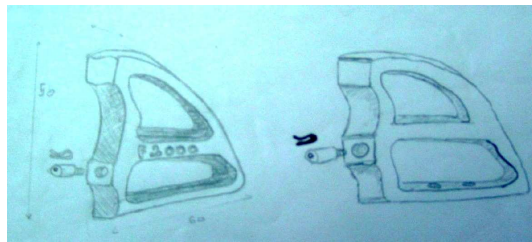
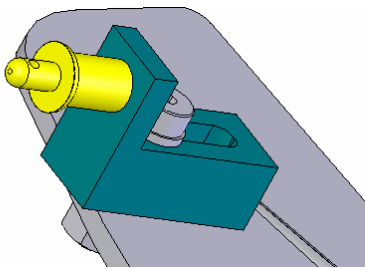
## Cahier des charges



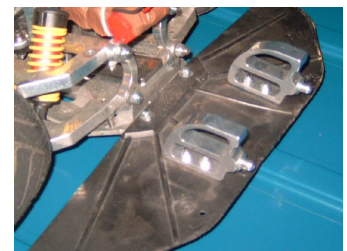
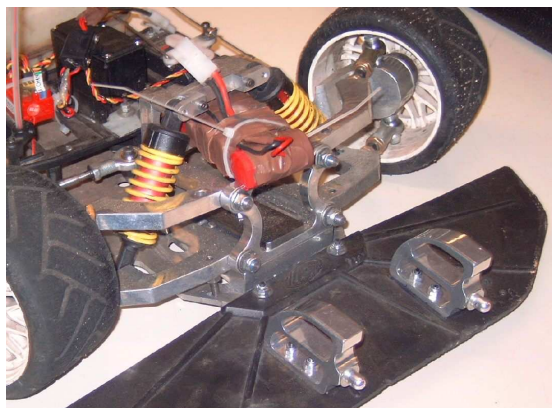
Mise en position : deux perçages de  $\varnothing 8,5$  mm  
Entraxe de 95 mm

Le maintien en position est réalisé par deux  
goupilles cavaliers de  $\varnothing 1,5$  mm

## Solutions proposées



## Solution retenue



# Projet Premières n°2

## Rénovation des fixations de la carrosserie

### Fixations latérales

Première Génie Mécanique et Productique

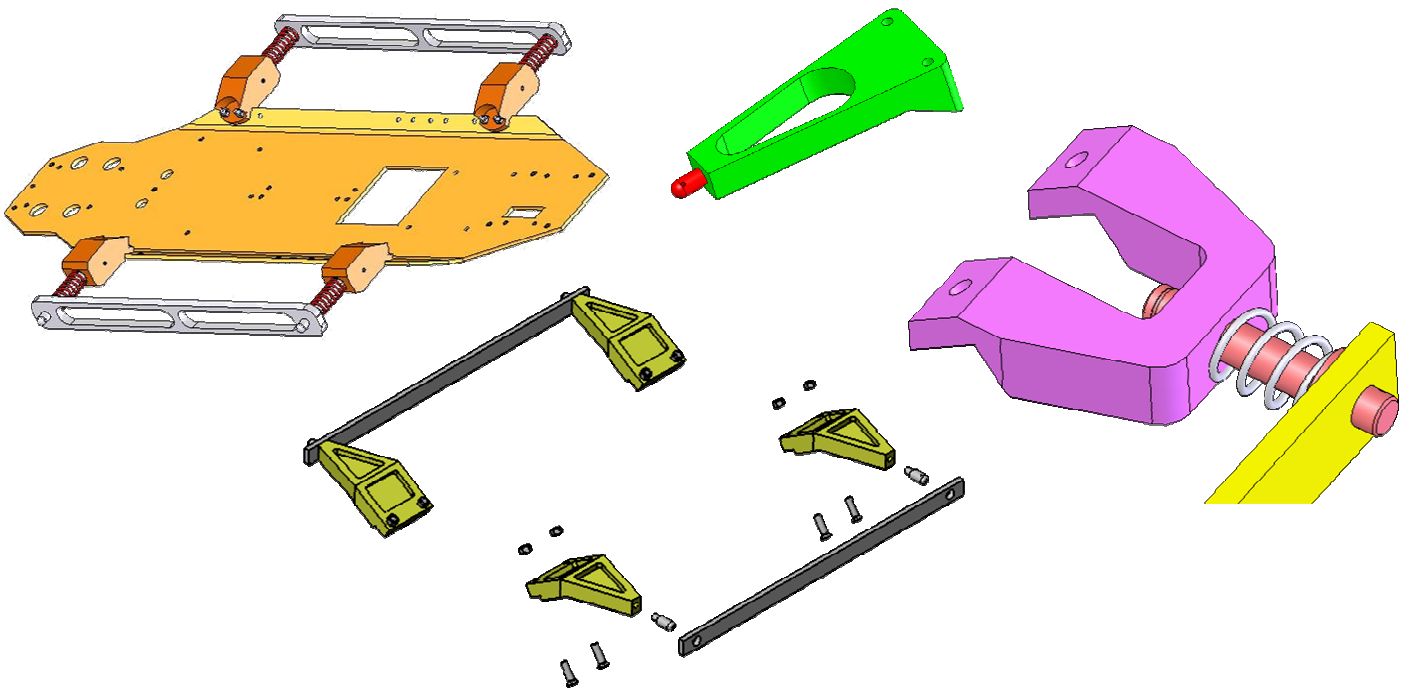
## Cahier des charges



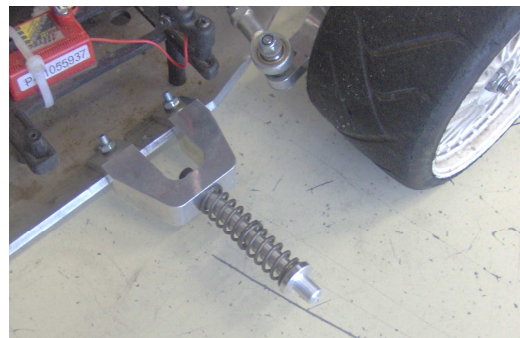
Mise en position : deux perçages de  $\varnothing 8,5$  mm  
Entraxe de 310 mm

Le maintien en position est réalisé par deux  
goupilles cavaliers de  $\varnothing 1,5$  mm

## Solutions proposées



## Solution retenue



# Projet Premières n°3

## Rénovation des fixations de la carrosserie

### Fixations arrières

Première Génie Mécanique et Productique

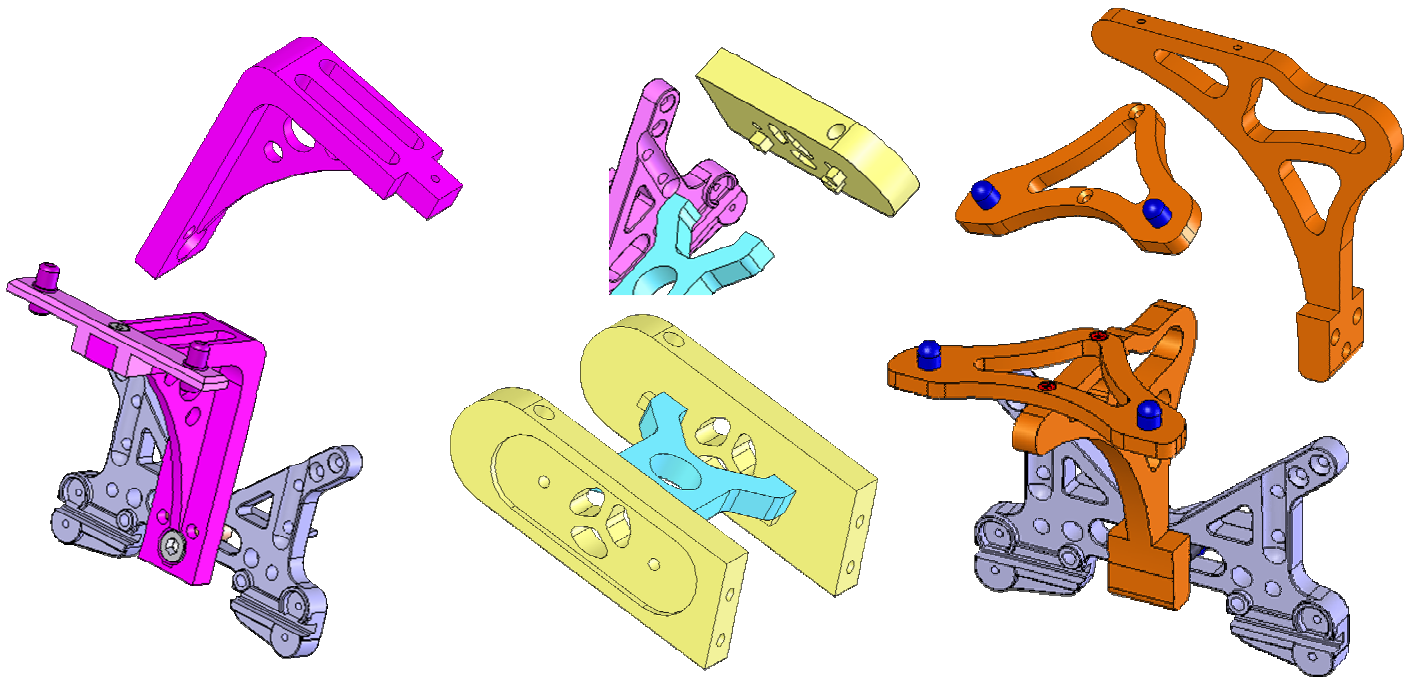
## Cahier des charges



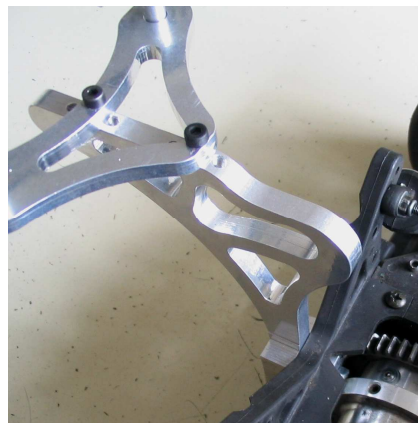
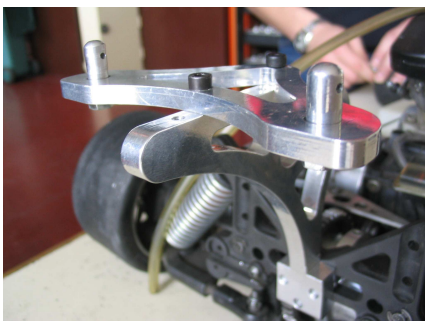
Mise en position : deux perçages de  $\varnothing 8,5$  mm  
Entraxe de 86 mm

Le maintien en position est réalisé par deux  
goupilles cavaliers de  $\varnothing 1,5$  mm

## Solutions proposées



## Solution retenue





# Projet Premières n°4

## Réalisation de sous-ensemble de rechange

### Train arrière

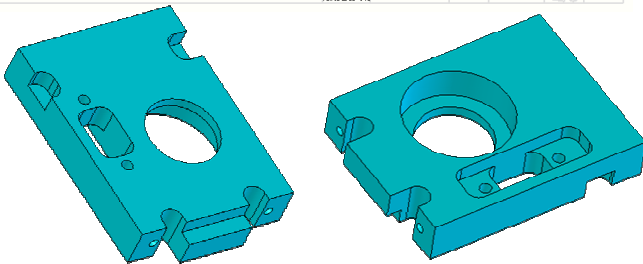
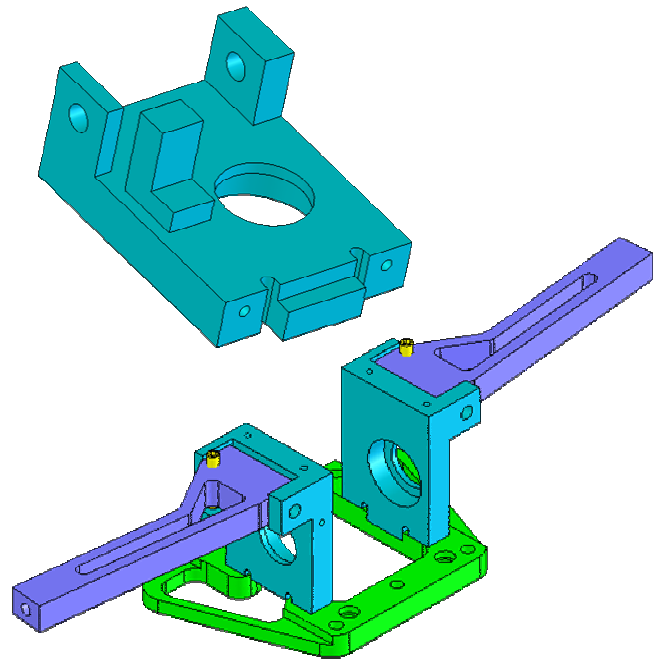
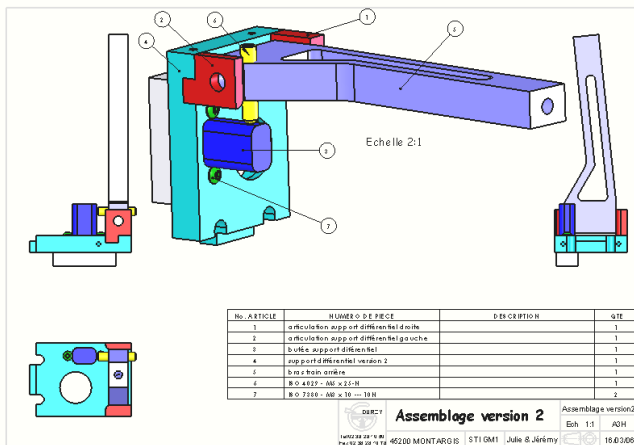
### Support différentiel et bras du train arrière

Première Génie Mécanique et Productique

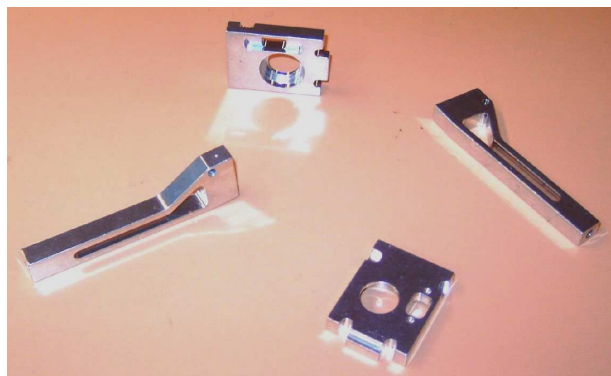
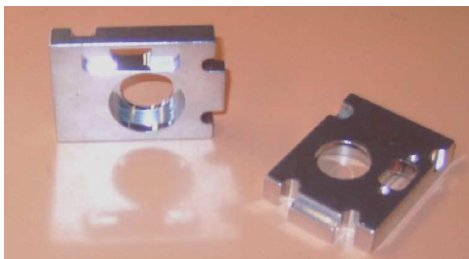
## Cahier des charges

Produire des pièces de rechange sur le train arrière

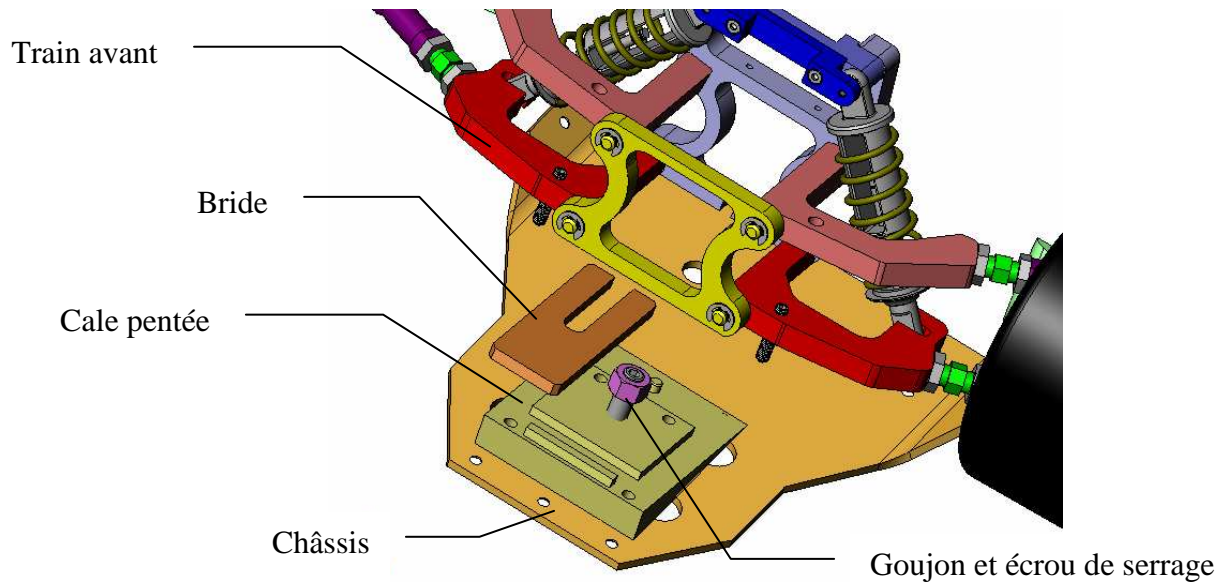
## Solutions proposées



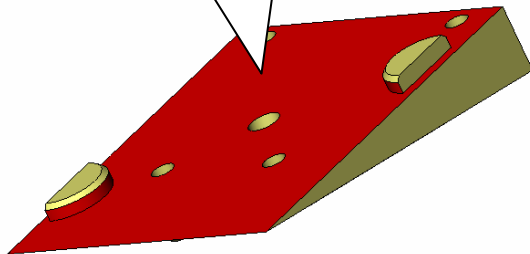
## Solution retenue



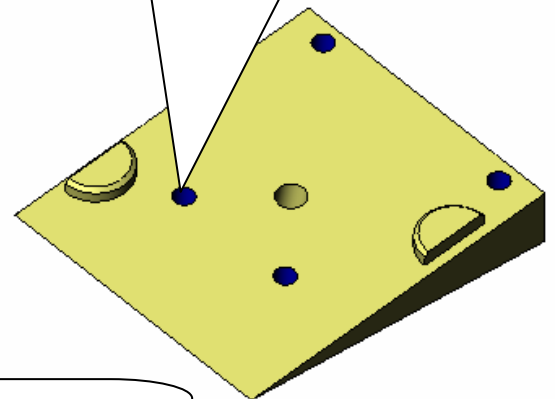
# DETAIL D'UNE PIECE ETUDE DE LA CALE PENTEE



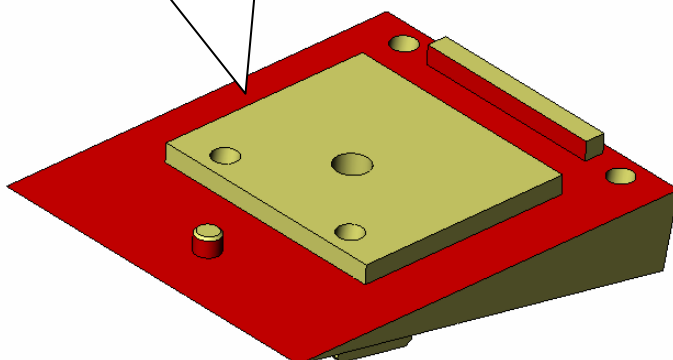
Mise en position de la cale par rapport au châssis



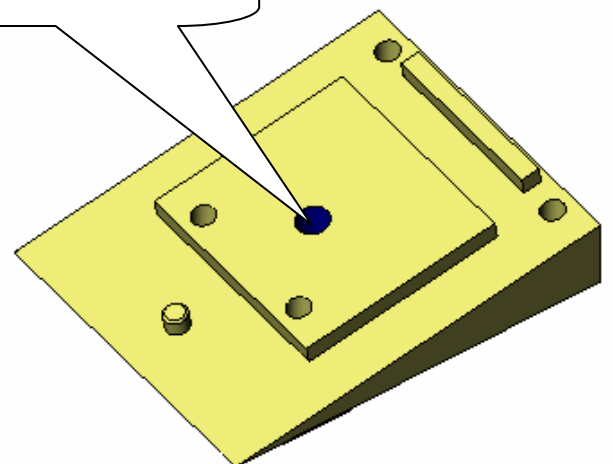
4 Trous taraudés pour le maintien de la cale par rapport au châssis



Mise en position du train avant par rapport à la cale



1 trou taraudé pour le bridage du train par rapport à la cale





# Détermination de la gamme d'usinage de la cale pentée

Pour créer la gamme d'usinage, les élèves utilisent la **méthode des entités d'usinage** associée à la **méthode des directions d'usinage**. Les élèves travaillent directement sur un fichier Excel pour remplir les différents tableaux. La méthode se décompose en 5 étapes :

## Étape 1 : Analyse des surfaces élémentaires

## Étape 2 : Association des surfaces en entités

## Étape 3 : Mise en place des directions d'usinages possible par entités

Direction d'usinage : axe de l'outil pendant l'usinage orienté positivement de la broche vers la pièce (ce qui correspond à la *configuration pièce* dans Camworks).

## Étape 4 : Tableau de détermination des phases

Décompte des liaisons au brut, des départs de tolérances géométriques et des cotes dimensionnelles (partie 1) suivi du pointage des directions d'usinage possibles (partie 2) en fonction de celles définies à l'étape 3.

## Étape 5 : Priorité d'usinage

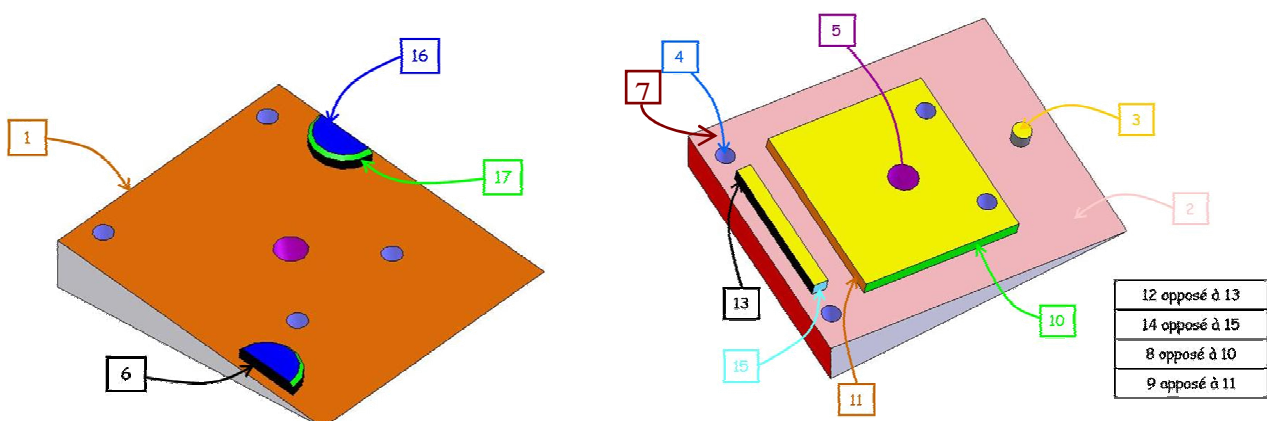
Décodage des spécifications géométriques afin de définir les antériorités.

## Étape 6 : Gamme opérationnelle

En suivant le synoptique (classeur ressource BDM) et à partir des tableaux de détermination des phases, priorités d'usinage on établit la gamme opérationnelle de la cale pentée.

Les documents fournis aux élèves sont le **dessin de définition de la pièce** et le modèle géométrique de la pièce avec les surfaces numérotées. Des documents ressources leurs permettent de travailler en complète autonomie de l'étape 1 à l'étape 6. La CFAO prend ensuite le relais pour la création des programmes d'usinage. **La correction de l'exercice** est présentée ci-après.

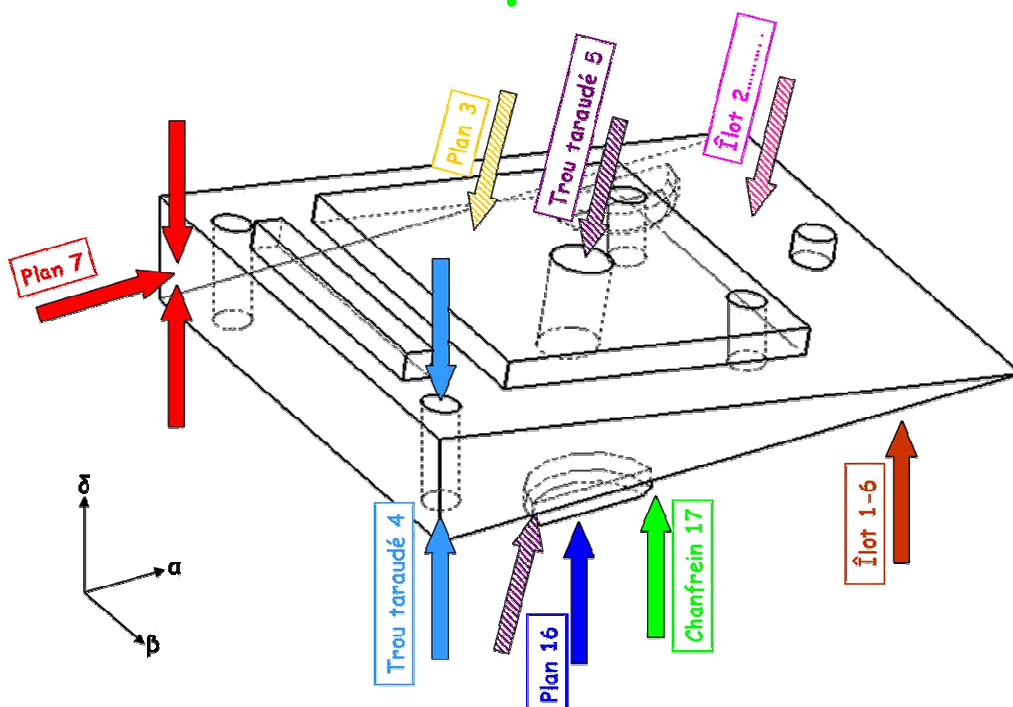
## Numérotation des surfaces



# Étape 1 & 2

CALE PENTEE								
Fiches d'analyse des surfaces élémentaires					Entités			
Repère des surfaces	Qualité intrinsèque		Précision		Isostatisme de reprise possible sur la surface	Repère des surfaces	code entités	Outils employés
	Ra	Tol. de forme	Qualité	IT				
1			12/13	0.4	3 plans	1-6	C421	Fr à surf carb. Ø32 Hc=10 z=3
2					3 plans		Poche ou îlot	
3					3 plans			
4						2-8-9-10-11-12-13-14-15-18	C421	Fr 2T à rainurer Ø10 Hc=22 z=4
5								
6		Ligne qq	6	0.011	2 centrages court		Poche ou îlot	
7					2 alignements			
8					2 alignements			
9					2 alignements	3	C111 Plan	Fr à surf carb. Ø63 Hc=10 z=5
10					2 alignements	4	C711	Ft à pointer ARES Ø6 Ft ARES Ø4.2 Taraud ARES M5
11					2 alignements		Trou taraudé	
12					2 alignements			
13						5	C711	Ft à pointer ARES Ø10 Ft ARES Ø6.75 Taraud ARES M8
14					2 alignements		Trou taraudé	
15					1 butée	7	C111	Fr à surf carb. Ø32 Hc=10 z=3
16					1 butée		Plan	
17					2 alignements	16	C111	Fr à surf carb. Ø32 Hc=10 z=3
18			6	0.008	2 centrages court		Plan	
						17	C811	Fr à chanfrein. ARES Ø15 Ø10 Hc=7 z=3
							Chanfrein	

# Étape 3



# Étape 4

CALE PENTEE						Détermination des phases								
	Entité	Rep.	Liaisons au brut	Nb. départ de tol. géom.	Nb. tol. dim.	C200V 3 axes						C200H 4 axes		
						$\alpha+$	$\alpha-$	$\beta+$	$\beta-$	$\delta+$	$\delta-$	$\alpha+ \alpha- \beta+ \beta-$	$\alpha+ \alpha- \delta+ \delta-$	$\beta+ \beta- \delta+ \delta-$
1	Ilot	1-6	1	3	1						x		x	x
2	Plan	3			1	(x)					(x)		x	
3	Trou taraudé	4	1							x	x		x	x
4	Trou taraudé	5	1			(x)					(x)		x	
5	Plan	7		5		x				x	x	x	x	x
6	Plan	16			1						x		x	x
7	Chanfrein	17									x		x	x
8	Ilot	2-8-9-10-11-12-13-14-15-18	3	1	1	(x)					(x)		x	

1°) Il existe une possibilité d'usiner toutes les entités sur un 4 axes. Par contre, il est impossible de réaliser la MIP. On doit donc essayer de réaliser la pièce en 2 phases.

2°) Entités prioritaires à usiner le plus tôt possible.

3°) Choix

Phase 10 sur 4 axes (plan 3, trou taraudé 5, plan 7, îlot 2-8-9-10-11-12-13-14-15-18)

Phase 20 sur 3 axes (entités restantes)

Remarque : les MIP et MAP sont réalisables pour les 2 phases. Toutefois, la pièce passant en tribofinition, le chanfrein ne sera pas usiné. De plus, les opérations de taraudage seront exécutées après le passage en tribofinition.

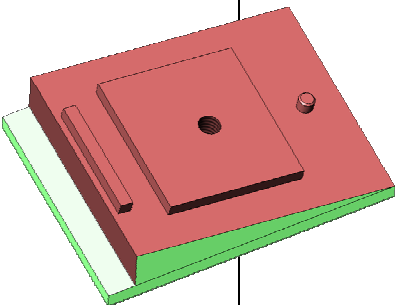
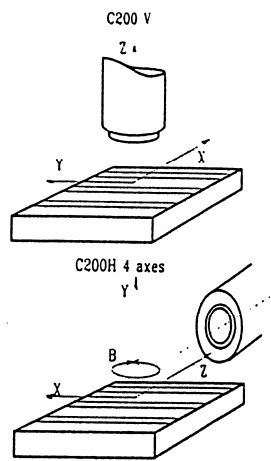
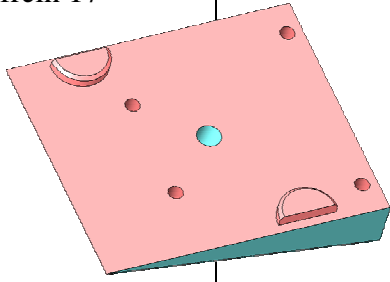
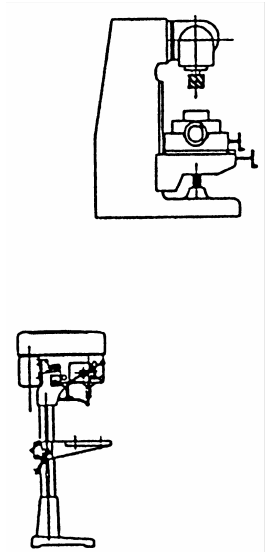
# Étape 5

CALE PENTEE		Priorité de réalisation des surfaces	
L'élément tolérancé doit être usiné dans la même phase ou une phase postérieure à l'élément de référence			
Tolérance géométrique	Surface tolérancée	... à usiner après ...	Surface de référence
Localisation	9 - 11	... à usiner après ...	2 (E) et 7 (C)
Localisation	19	... à usiner après ...	2 (E), 12 (C) et brut B
Localisation	5	... à usiner après ...	2 (E), 7 (C) et brut B
Localisation	12 – 13 (C)	... à usiner après ...	2 (E) et 7 (C)
Localisation	6	... à usiner après ...	1 (A) et 7 (C)
Inclinaison	2	... à usiner après ...	1 (A)
Localisation	4	... à usiner après ...	1 (A), brut B et 7 (C)

# Étape 6

## Fiches d'élaboration de la gamme opérationnelle

### CALE PENTEE

Regroupement des entités	Choix de la machine outil	Ordonnancement des phases Choix de l'isostatisme	Machines outils disponibles
<b>Phase 0</b>	<b>Scie à ruban</b>	Débit du brut 70×25 longueur 94	Centre d'usinage vertical 3 axes et horizontal 4 axes
<p style="text-align: center;"><b>Phase 10</b></p> <p>Îlot 2-8-9-10-11-12-13-14-15-18</p> <p>Plan 7</p> <p>Trou taraudé 5</p> <p>Plan 3</p> 	<p><b>C300H</b> <b>4 axes</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ISOSTATISME</b></p> <p><b>Porte pièce</b> : étau Appui plan (3) sur brut 1 Alignement (2) sur brut E Butée (1) sur brut 7</p> <p style="text-align: center;"><b>OPERATIONS</b></p> <p><b>a) Surfacer 3</b> Fraise à surfacer carbure Ø63 Hc=10 z=5</p> <p><b>b) Pointer 5 Ø8.5</b> Foret à pointer ARES Ø10</p> <p><b>c) Percer 5 M8</b> Foret ARES Ø6.75</p> <p><b>d) Tarauder 5 M8</b> Taraud machine M8 ARES</p> <p><b>e) Contourner 2-8-9-10-11-12-13-14-15-18</b> Fraise 2T ARES coupe au centre Ø10 Hc=22 z=4</p> <p><b>Rotation de 10°</b></p> <p><b>g) Dresser 7</b> Fraise 2T ARES coupe au centre Ø10 Hc=22 z=4</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Phase 20</b></p> <p>Îlot 1-6</p> <p>Plan 16</p> <p>Trou taraudé 4</p> <p>Chanfrein 17</p> 	<p><b>C200V</b> <b>3 axes</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ISOSTATISME</b></p> <p><b>Porte pièce</b> : étau + cales spécifiques Appui plan (3) sur 2 Alignement (2) sur brut F Butée (1) sur 7</p> <p style="text-align: center;"><b>OPERATIONS</b></p> <p><b>a) Contourner 1-6</b> Fraise à surfacer carbure Ø32 Hc=3 z=3</p> <p><b>b) Surfacer 17</b> Fraise à surfacer carbure Ø32 Hc=3 z=3</p> <p><b>c) Chanfreiner 17</b> Fr à chanfrein. ARES Ø15-Ø10 Hc=7 Z=3</p> <p><b>d) Pointer 4 Ø4.2</b> Foret à pointer ARES Ø8</p> <p><b>e) Percer 4 Ø4.2</b> Foret ARES Ø4.2</p> <p><b>f) Tarauder 4 M5</b> Taraud machine M5 ARES</p>	<p style="text-align: center;">Possibilité de réalisation d'entités isolées sur machine traditionnelle</p> 

# Usinage de la cale pentée

## Détail de la phase 10

### Machine

Centre d'usinage horizontal 4 axes Realmecca **C300H NUM 750F**

### Création du programme d'usinage – FAO

Le programme a été obtenu avec **Camworks 2003** dont la base de données a été complètement modifiée pour se rapprocher des entités d'usinage et adaptée aux pratiques des enseignants de l'atelier STI GMP (stratégie des opérations liées aux formes à usiner, magasin d'outil, conditions de coupe pour chaque opération etc.).

Les élèves travaillent avec un **dossier** (papier et diaporama) détaillant la création d'un programme d'usinage avec Camworks en 10 étapes qui reprend notamment les entités (appelées *Formes et opérations* dans Camworks). Les élèves, après avoir sélectionné la machine et placé l'origine programme, créent les entités puis génèrent les opérations. Les conditions de coupe, les profondeurs de passe et les trajectoires outils sont à adapter à la machine, aux outils et à la matière (**dossier ressource du bureau des méthodes**).

### Mise en oeuvre

La mise en oeuvre de la machine a été effectuée par les élèves pour une série de 5 pièces.

### Ordonnancement des opérations

## 1<sup>o</sup> entité : Plan 7 → Face (surfaçage)

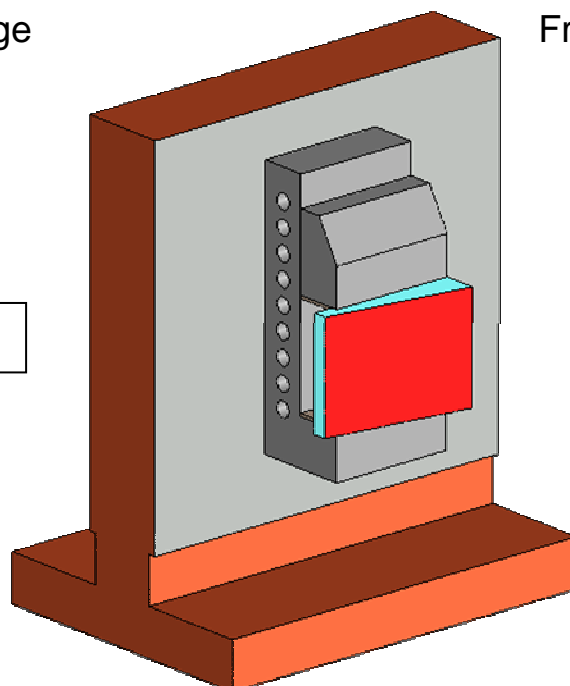
#### Opérations

Surfaçage par balayage

#### Outil

Fraise à surfacer Ø63

Equerre orientée à 10°





## 2° entité : Trou taraudé 5 → Trou (pointage + perçage)

### Opérations

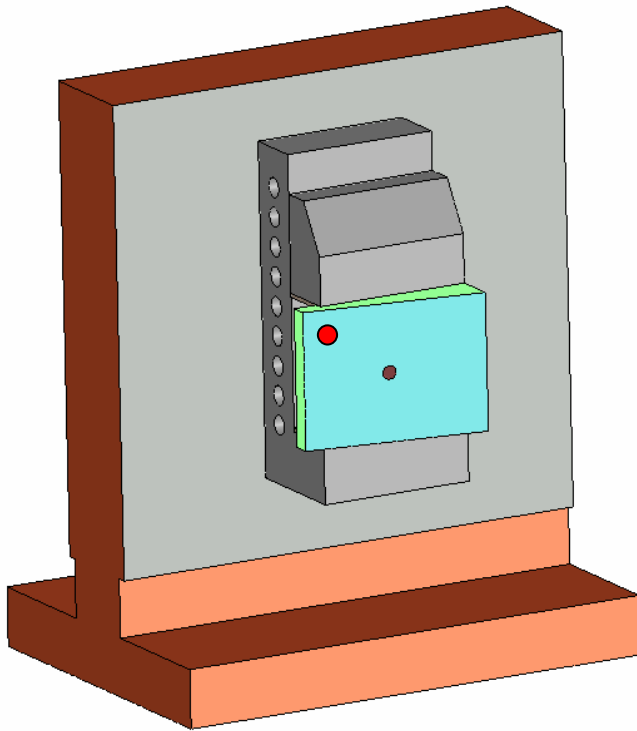
Pointage

Perçage

### Outils

Foret à pointer Ø10

Foret ARES Ø6.75



Equerre orientée à 10°

## 3° entité : îlot 2-8-9-10-11-12-13-14-15-18 → Poche ouverte

### Opérations

Fraisage d'ébauche en aller/retour  
par passes de 3 mm maxi

Fraisage de finition du fond en aller/retour

Fraisage de finition des parois par contournage

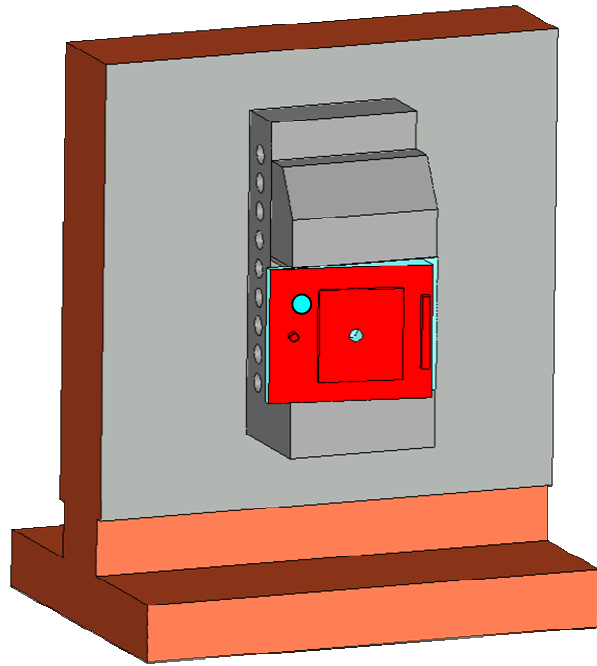
### Outils

Fraise 2T Ø 16, z = 4,  
coupe au centre

Fraise 2T Ø 10, z = 3,  
coupe au centre

Fraise 2T Ø 10, z = 3,  
coupe au centre

Equerre orientée à 10°



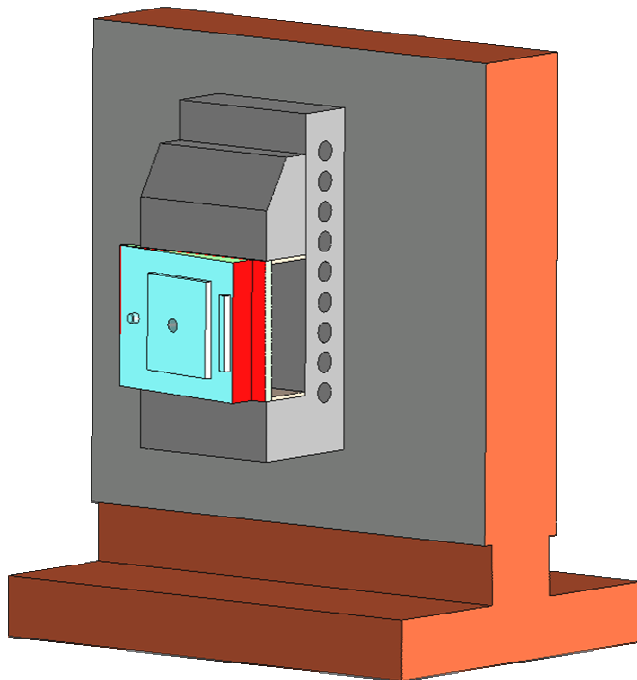
## 4° entité : Plan 3 → Encoche/rainure

### Opérations

Fraisage de finition par passes de 4 mm

### Outil

Fraise 2T  $\varnothing$  20, z = 3



Equerre orientée à 0°

## Remarque

Il y a quelques différences entre la gamme opérationnelle obtenue en bureau des méthodes et l'usinage. Hormis la machine utilisé (C300H à la place du C200H) Ces différences sont dues à la génération des parcours d'outils Camworks et au fait que les taraudages sont faits "à la main" après tribofinition.

# PROJET FABRICATION DE COUVERTURES CHAUFFANTES POUR F2000

## OBJECTIF

La F2000 est un projet moteur pour la filière STI génie mécanique. L'idée de fabriquer des couvertures chauffantes pour les pneus permet d'associer plusieurs disciplines à ce projet et même plusieurs filières STI:

- la conception et la fabrication des couvertures est assurée par la classe de 1<sup>ère</sup> GM1 (génie mécanique) dans le cadre des TP de physique appliquée ;
- la conception de la régulation de température est assurée par la classe de 1<sup>ère</sup> GEL (génie électronique) dans le cadre des TP de physique appliquée.

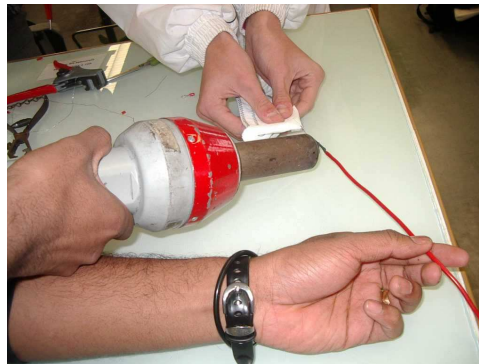
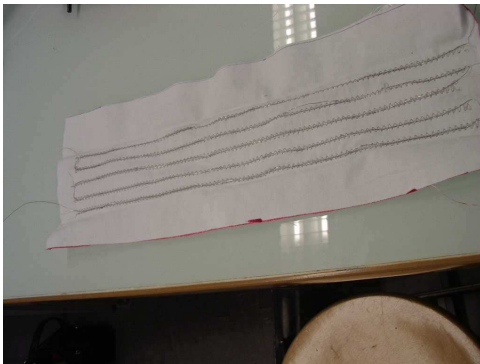
## POURQUOI LA PHYSIQUE APPLIQUEE ?

L'idée de départ est de faire de la physique autrement afin de remotiver les élèves de STI génie mécanique pour cette discipline. Le projet des couvertures est parfaitement adapté puisque les notions de résistance, effet Joule, puissance, énergie, valeur efficace et tracer de caractéristiques font parties des grands points du programme de physique appliquée de première.

## TRAVAUX REALISES PAR LA CLASSE DE 1GM1 EN PHYSIQUE APPLIQUEE

L'activité a eu lieu sous la forme de 4 TP :

- TP n°1 : Etude et choix d'un capteur de température
- TP n°2 : "ça chauffe ?" (mise en ce du fil résistif sur la couverture et premiers essais)
- TP n°3 : mesures de puissances et énergie (quelle puissance pour obtenir 60°C , connectique)
- TP n°4 : "ça marche aussi en sinusoïdal?" (valeur efficace du courant)

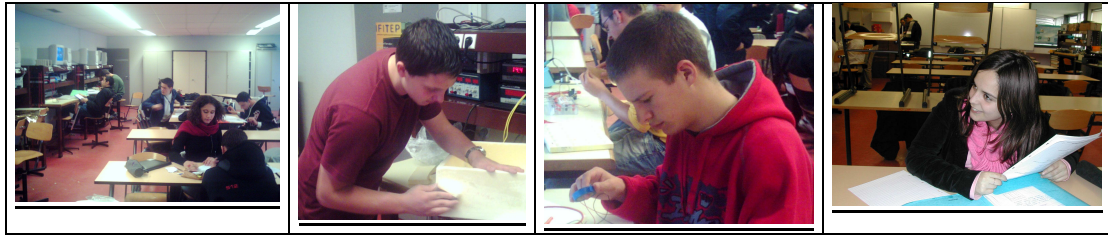


## BILAN

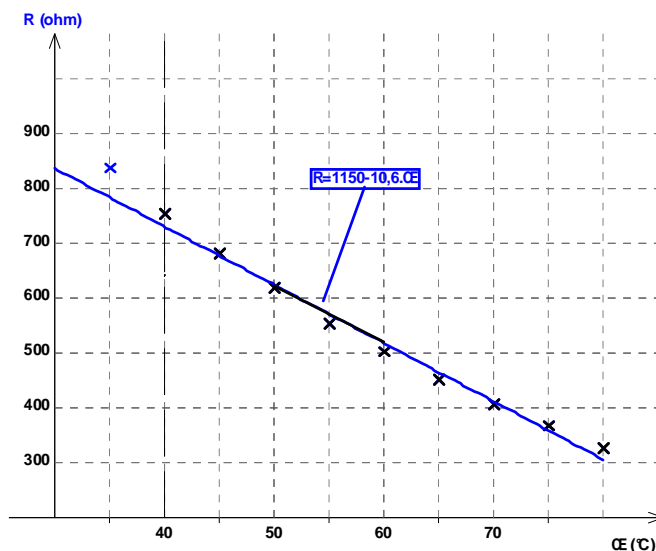
*Les élèves se sont bien investis dans le projet, ils ont "oublié" qu'ils faisaient de la physique!!!*

*Activité ultra positive tant pour les élèves que pour le professeur!*

## Les élèves de la classe de 1GEL proposent la commande du chauffage des pneus de la F2000.



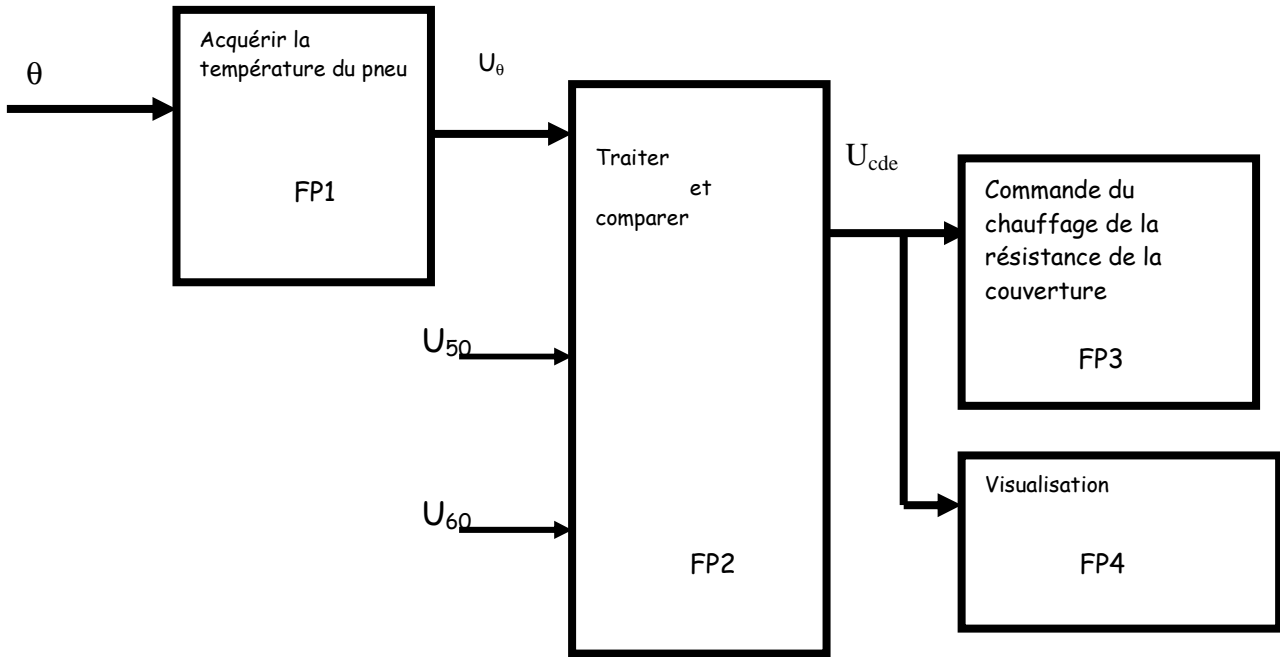
- **Objectif :** Afin de réguler la température du pneu, un **capteur de température (thermistance)** doit permettre de commander le chauffage du pneu quand la *température est en dessous de 50°C* et de l'arrêter quand la *température passe au dessus de 60°C*.
- **Nous avons commencé par tracer la caractéristique de la thermistance** C'est une résistance dont la valeur varie avec la température  $\theta$ . Nous avons placé la thermistance à différentes températures et nous avons relevé la courbe d'étalonnage dont la modélisation donne :  $R = 1150 - 10,6\theta$ .



- **Nous avons conçu la carte d'alimentation de la couverture chauffante :**



- Le schéma fonctionnel de la carte :



- Quelques explications techniques :

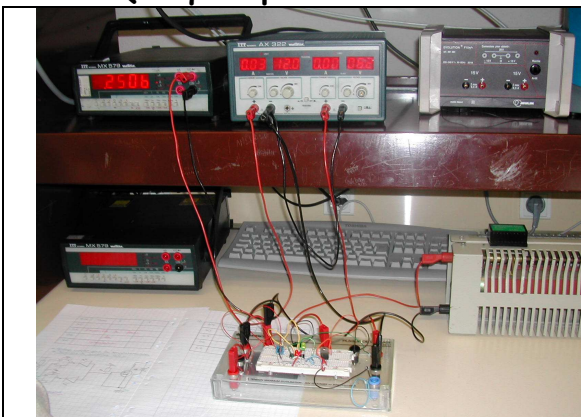
La température  $\theta$  est transformée en une tension  $U_\theta$  grâce à un montage diviseur de tension, si  $U_\theta < U_{50}$  alors  $U_{cde} = 15V$  et le pneu est chauffé par la couverture chauffante. Si  $U_\theta > U_{60}$  alors  $U_{cde}$  passe à 0 et le chauffage s'arrête, de plus on visualise le chauffage grâce à la diode électroluminescente.

- Bilan de nos essais :

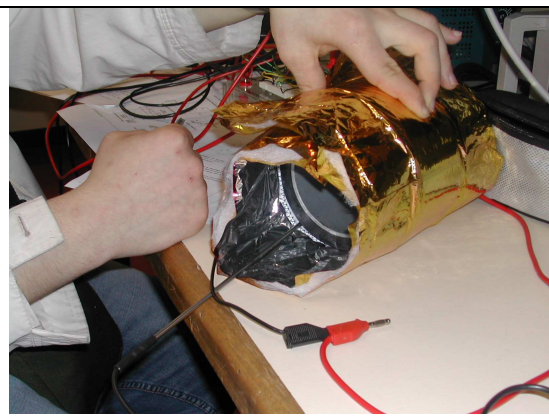
Nous devons régler les deux tensions  $U_{50}$  et  $U_{60}$  grâce à deux résistances ajustables pour ajuster la plage de chauffage. Nous avons enregistré une durée moyenne de la montée en température du pneu de l'ordre de 10 minutes pour une tension d'alimentation de 15V.

Nous avons réalisé la carte pour les 4 pneus pendant les séances d'électronique.

- Quelques photos :



Test du montage sur plaque d'essai



Essais de chauffage du pneu