

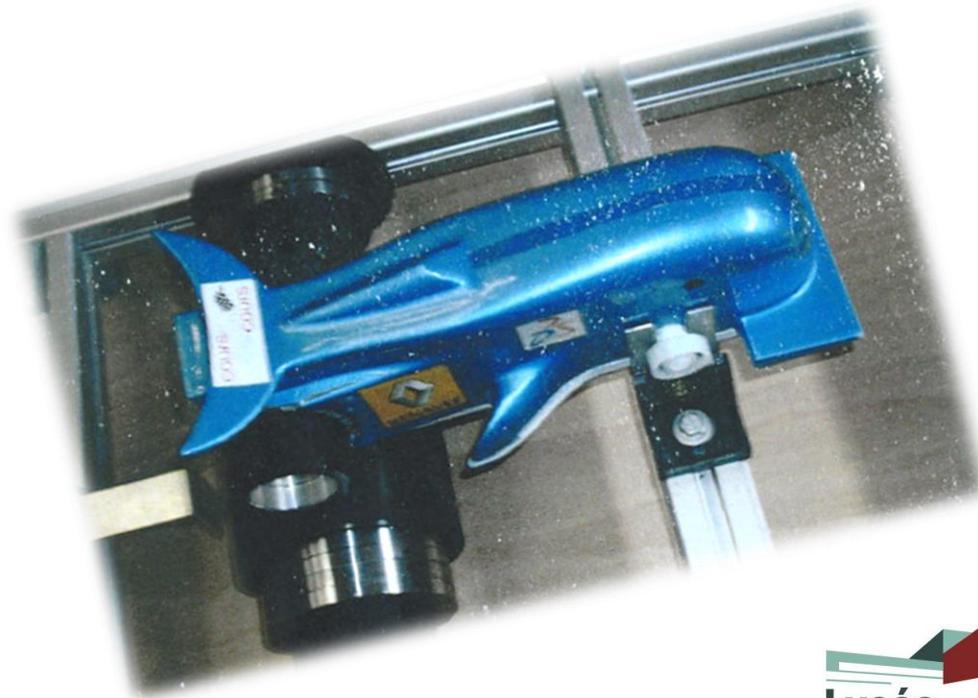


# Projet S SI

**Focus sur la complémentarité des projets SI et STI2D**



## Banc Moteur





# Projet S-SI Reconduction 2014

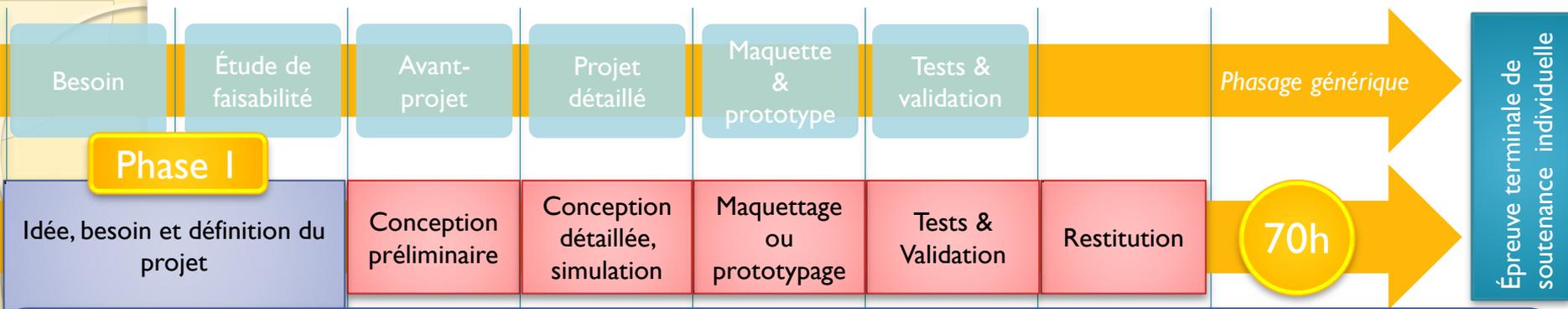
A

S

R

- Un vrai projet pluridisciplinaire.
- Les modèles de connaissance ou de comportement sont donnés au même titre que le CDCF.
- La définition des tâches doit mettre l'accent sur la démarche expérimentale, la constatation et la remédiation des écarts





## Les éléments du CdCF.

### FICHE PROJET

INTITULE DU PROJET

Effectif :

4

#### ENJEU

Les enjeux de cet effet de serre. La compétition notamment au

#### PROBLEME

Le banc d'essai moteur reproduit-il fidèlement le comportement du véhicule sur la piste ?

#### PRODUCTION FINALE ATTENDUE

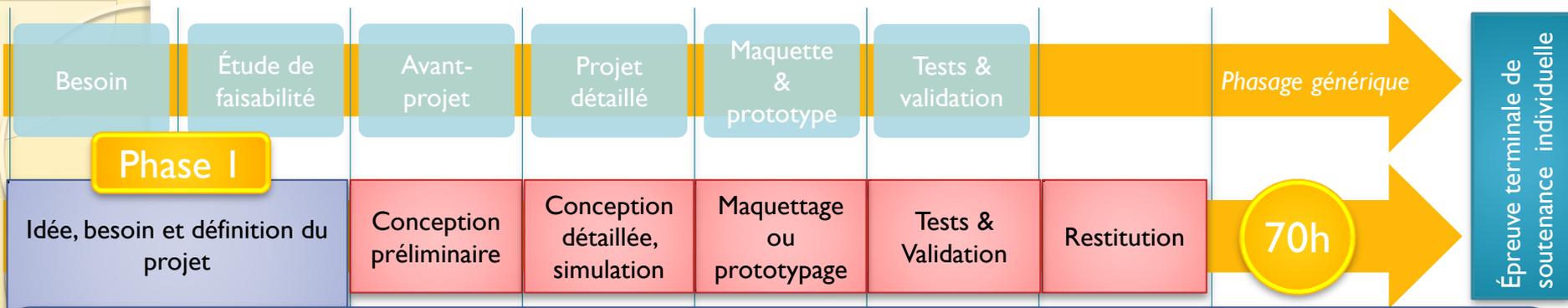
Expérimentation : comportement du véhicule sur banc  
 À partir des modèles de connaissances relatifs au banc, simulation du comportement sur banc  
 Ajustement du modèle  
 Recherche et développement pour améliorer la performance du banc.  
 Si possible, réalisation des solutions, expérimentation...

**Le banc moteur reproduit-il fidèlement le comportement de la voiture sur la piste ?**

course en cours  
 Grand Prix des Collégiens et Lycées

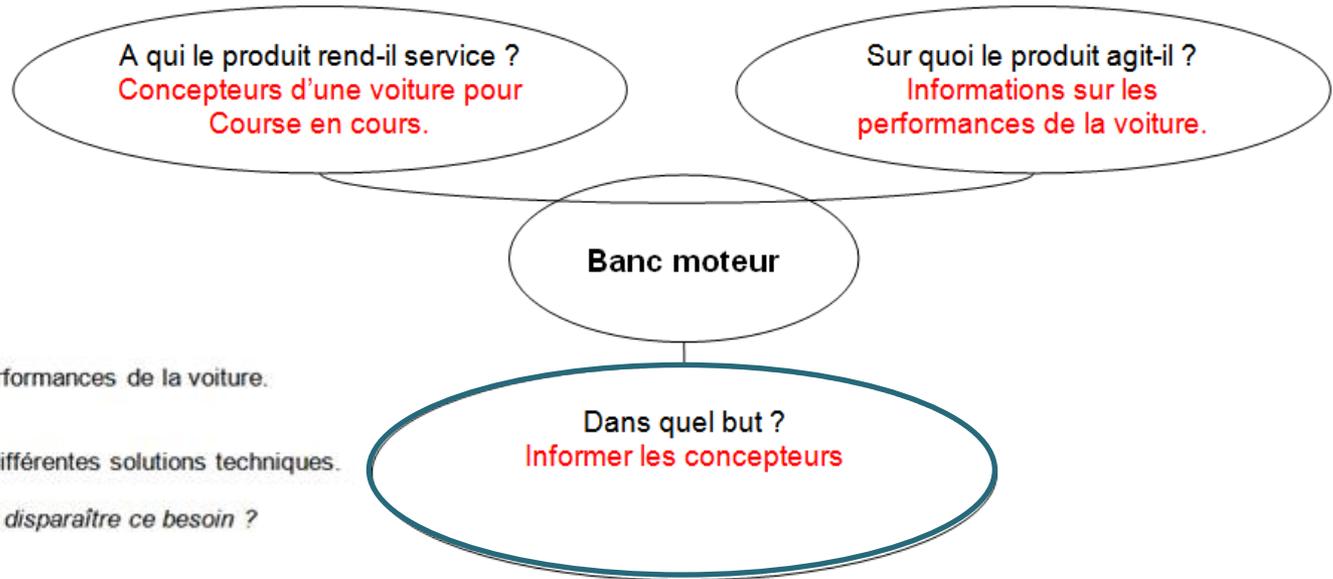


Lycée du Pays de Condé



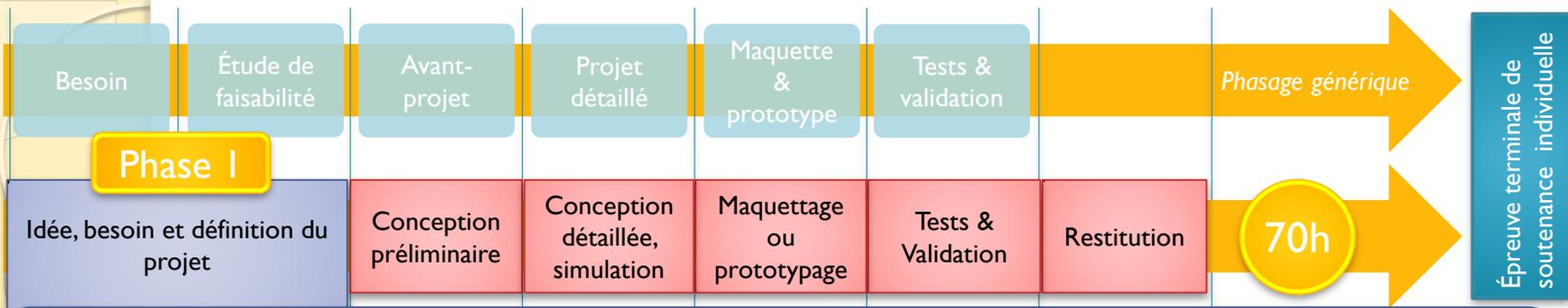
## Les éléments du CdCF.

### Analyse du besoin.



#### Validité du besoin :

- Pourquoi ce système existe-t-il ?*  
Pour informer les concepteurs des performances de la voiture.
- Pourquoi ce besoin existe-t-il ?*  
Pour comparer les performances de différentes solutions techniques.
- Qu'est ce qui pourrait faire évoluer ou disparaître ce besoin ?*  
Disparition de la compétition.



## Les éléments du CdCF.

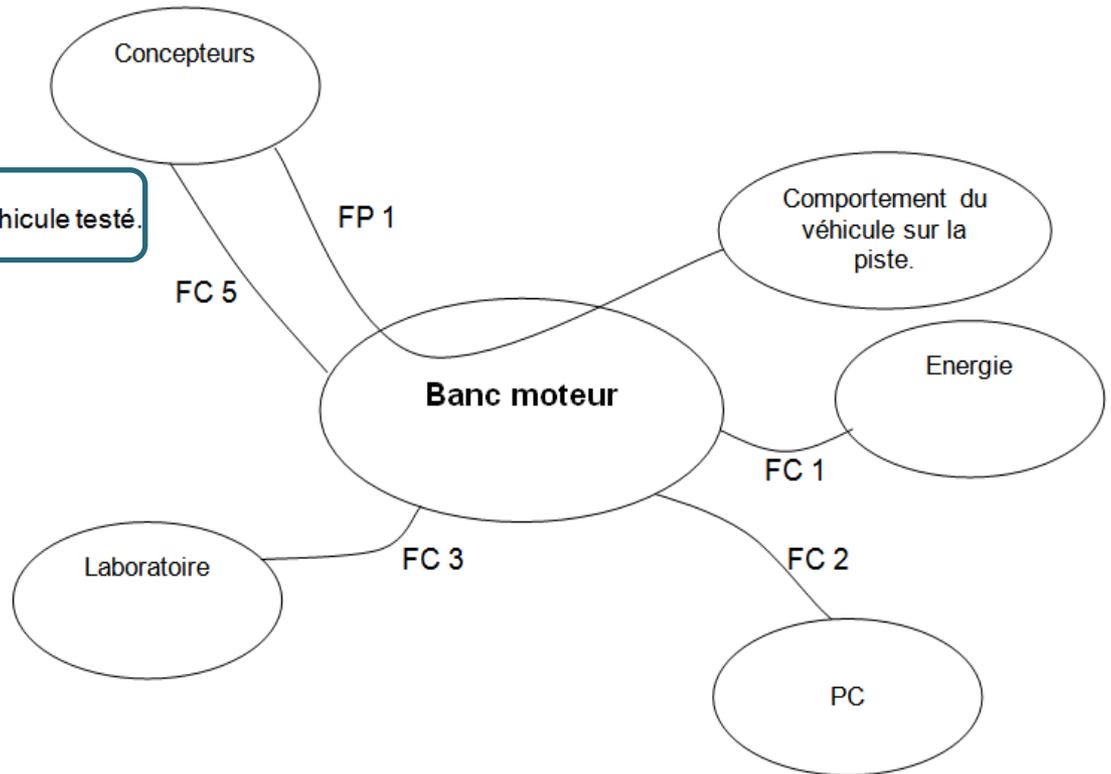
**FP 1** : Acquérir et afficher les performances du véhicule testé.

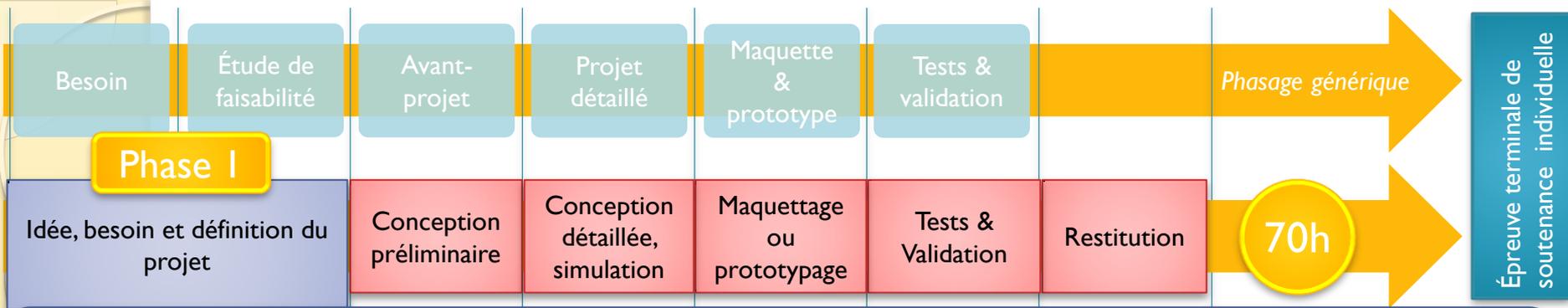
**FC 1** : Utiliser l'énergie disponible.

**FC 2** : Communiquer.

**FC 3** : Etre mobile.

**FC 4** : Etre paramétrable.

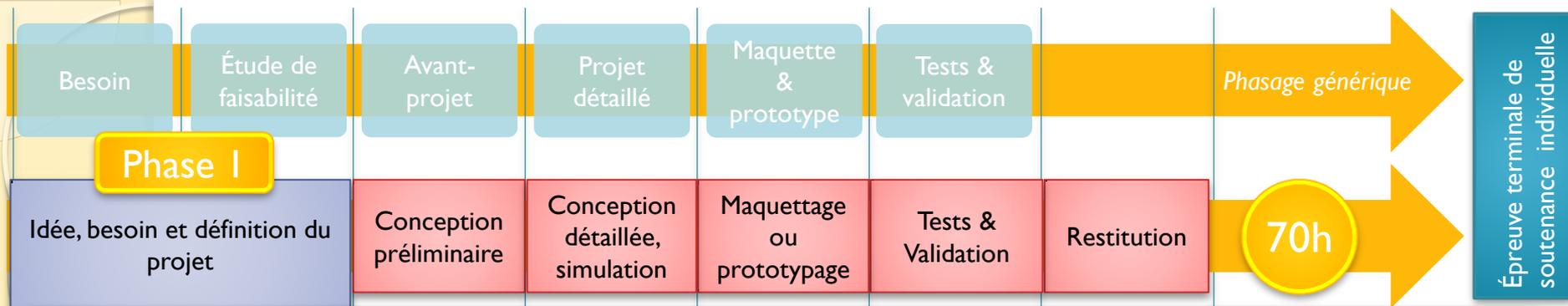




## Les éléments du CdCF.

Fonction	Critères		Niveaux		Flexibilité
FP 1 : Acquérir performances d	Données captées :		Position ou vitesse		F0
	Données affichées :		Position, vitesse, accélération, puissance et couple aux roues motrices. Temps mis pour parcourir 15m (longueur de la course).	accélération, couple aux roues motrices. Parcourir 15m (course).	F1
	Chronométrage du temps de course :		Ecart < 5% / temps piste	sur piste	
	Courbe de la vitesse $v(t)$ :		Ecart < 5% / vitesse piste	sur piste	F1
	Courbe de l'accélération $a(t)$ :		Ecart < 5% / accélération piste	accélération piste	
	Fidélité sur 30 essais :		Ecart type < 2% de la valeur moyenne	la valeur	

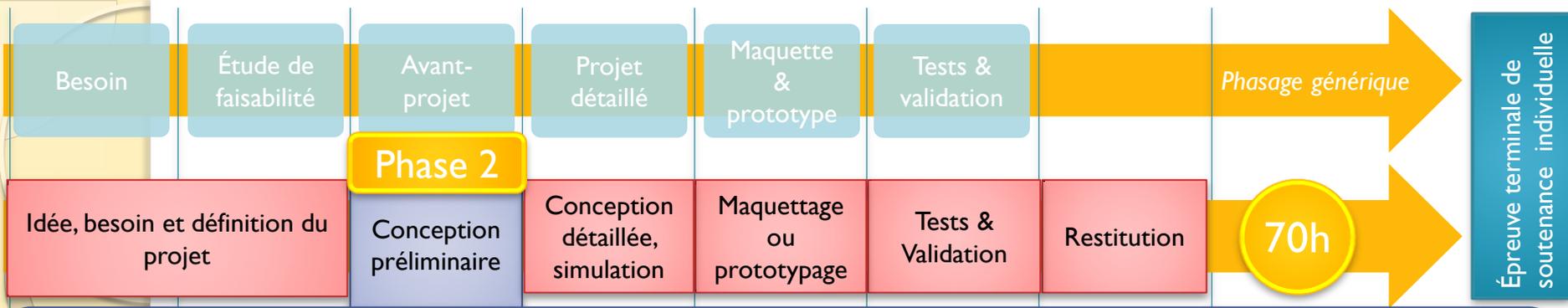
F2 = négociable ; F3 = libre



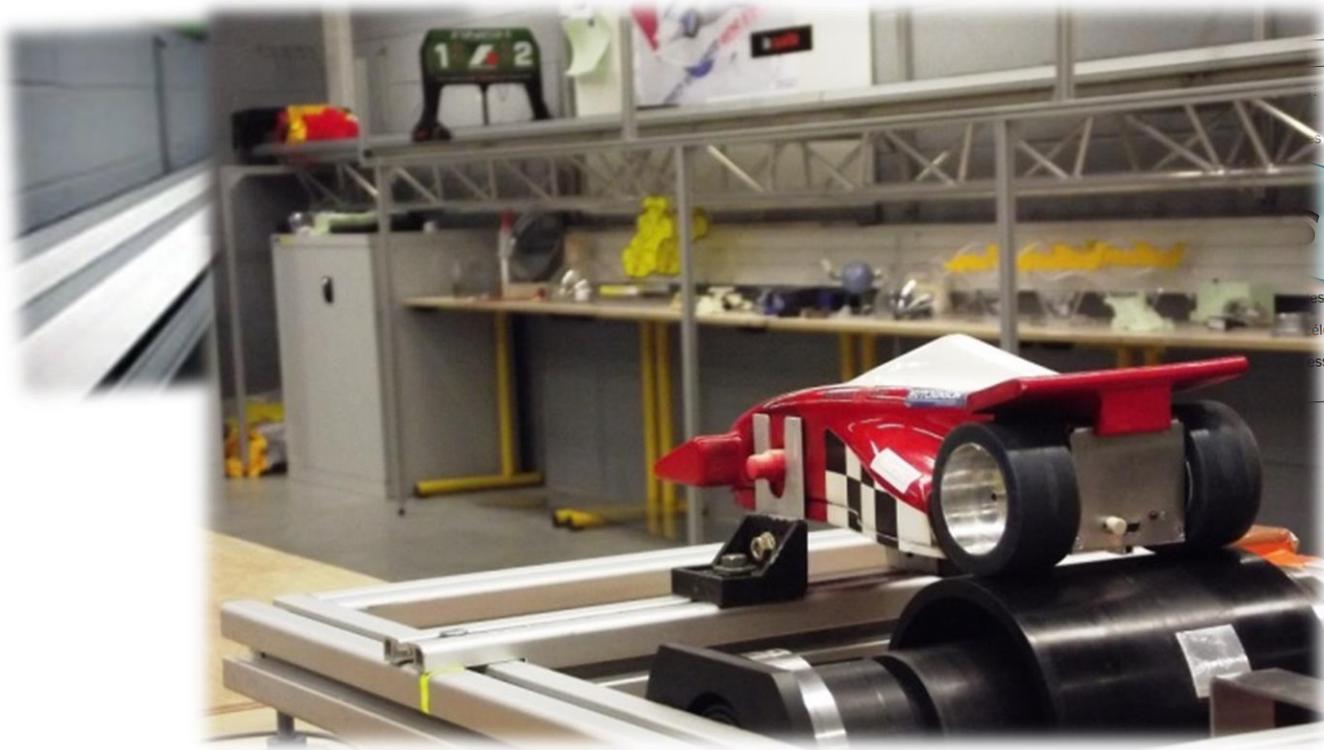
## Les éléments du CdCF

F0 = impératif ; F1 = peu négociable ; F2 = négociable ; F3 = libre

<b>FC 1</b> : Utiliser l'énergie disponible.	Energie électrique :	Port USB	F0
<b>FC 2</b> : Communiquer.	Connectique vers PC :	USB	F0
<b>FC 3</b> : Etre mobile.	Volume : Masse :	< 0,6 m <sup>3</sup> <15 kg	F2
<b>FC 4</b> : Etre paramétrable.	Configuration du banc :  Configuration de l'affichage :	Diamètre des roues motrices Masse de la voiture (inertie)  Choix des unités Choix des échelles	F0  F2



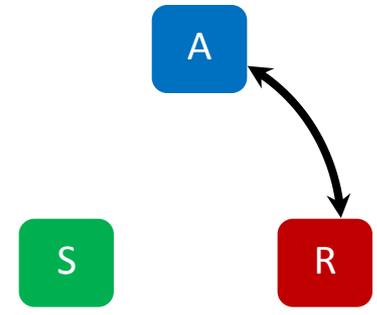
## Quels critères adopter pour évaluer l'exactitude du banc ?

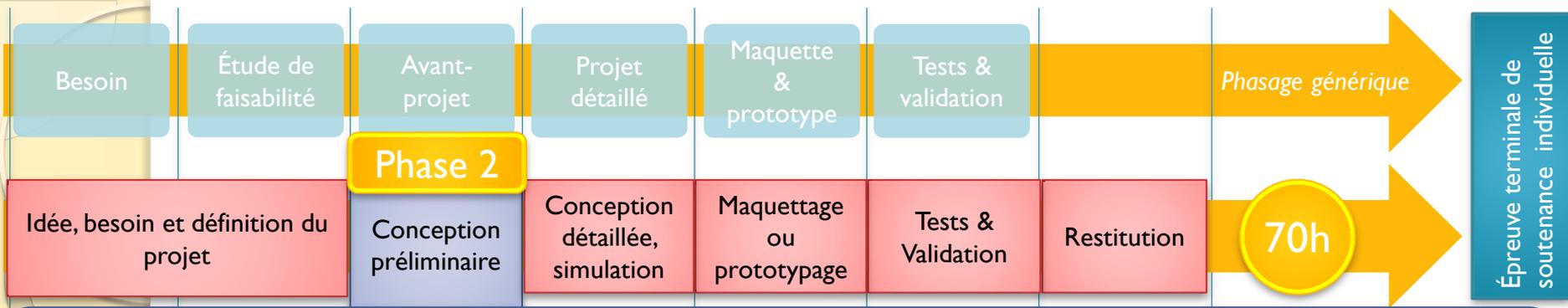


	Niveaux	Flexibilité
	Position ou vitesse	F0
	Position, vitesse, accélération, puissance et couple aux roues motrices. Temps mis pour parcourir 15m (longueur de la course).	F1
		F1

**charges**

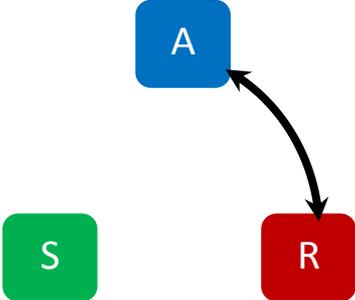
vitesse  $v(t)$   
 accélération  $a(t)$   
 essais : Ecart type < 2% de la moyenne

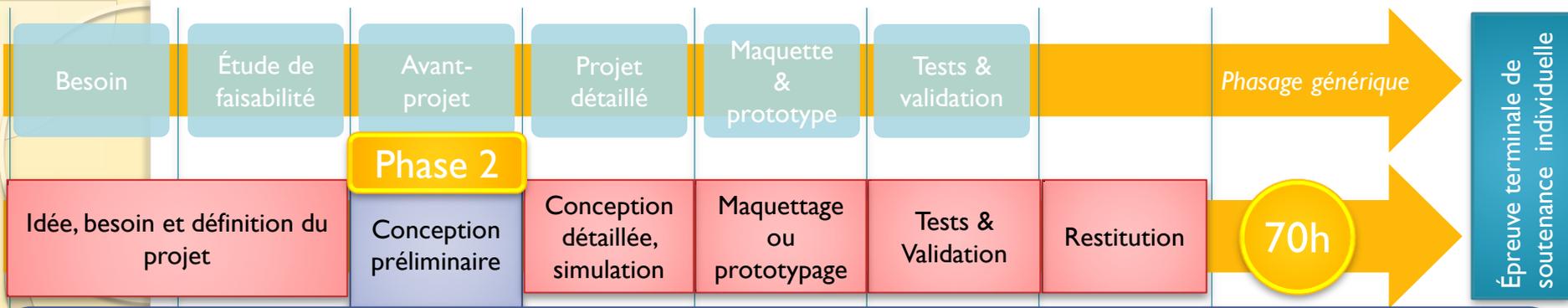




## Quels critères adopter pour évaluer l'exactitude du banc ?

Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP 1 : Accélération et performance	Chronométrage du temps de course :	Ecarts < 5% / temps piste	
	Courbe de la vitesse $v(t)$ :	Ecarts < 5% / vitesse piste	
	Courbe de l'accélération $a(t)$ :	Ecarts < 5% / accélération piste	
	Fidélité sur 30 essais :	Ecart type < 2% de la valeur moyenne	



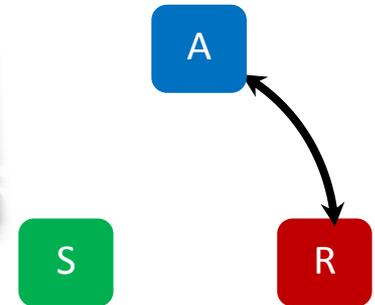


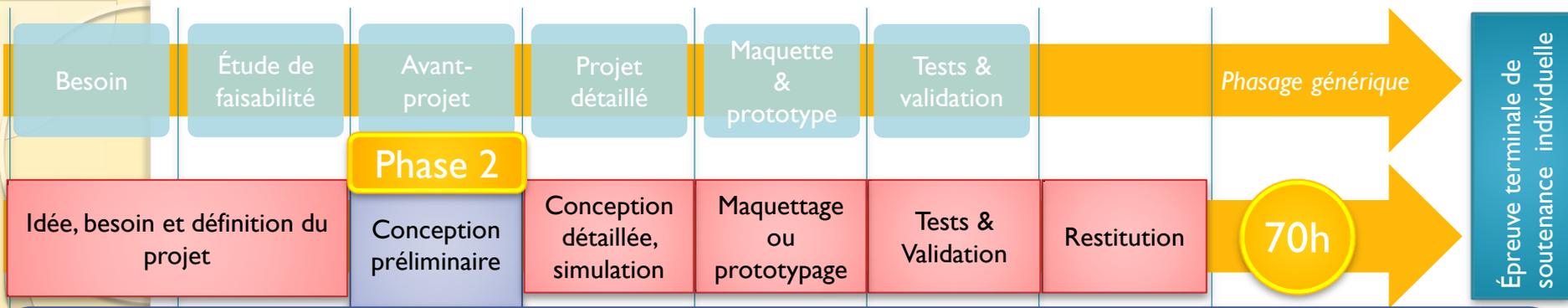
## 1<sup>er</sup> critère : La justesse du temps de course.

La piste est équipée d'un chronomètre.

Chronométrage du temps de course :

Ecart < 5% / temps piste

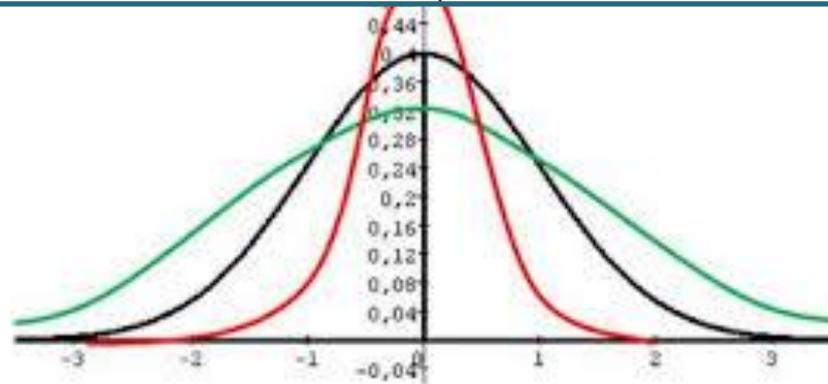




## 2<sup>ème</sup> critère : La fidélité du banc.

Fidélité sur 30 essais :

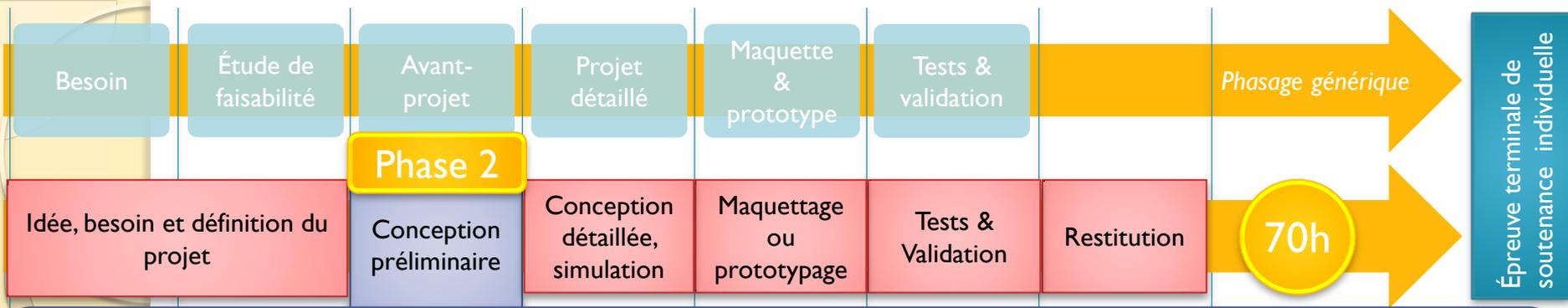
Ecart type < 2% de la valeur moyenne



S

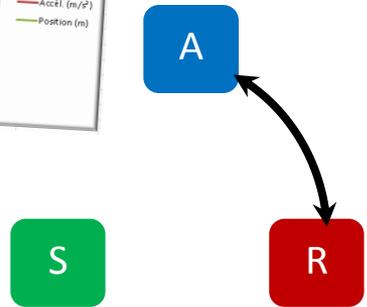
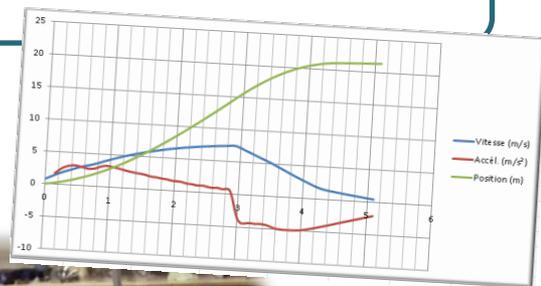
A

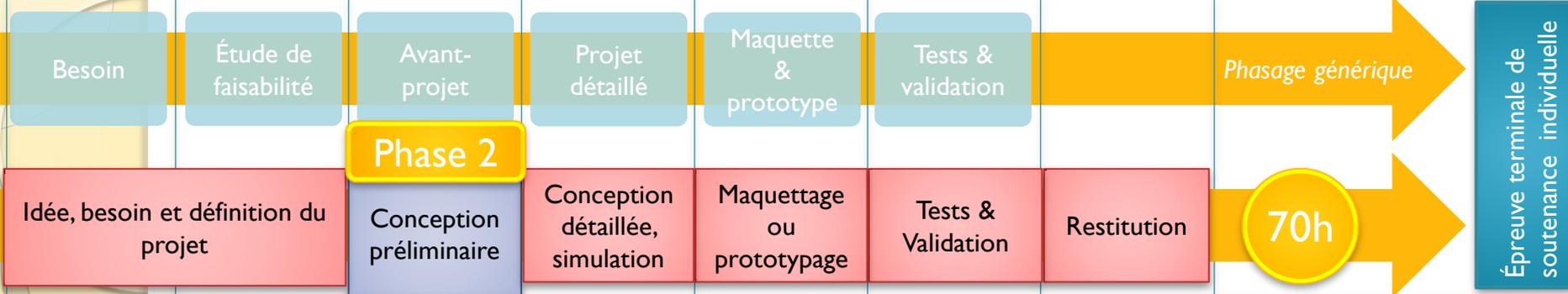
R



### 3<sup>ème</sup> critère : La comparaison des courbes de vitesses.

Mesures sur la piste  
 Courbe de la vitesse  $v(t)$  : Le tableau de bord affiche les graphes.  
 Ecarts < 5% / vitesse piste





## Un protocole de mesure est défini.

Une seule voiture avec des réglages identiques.

Un traitement statistique des résultats (participation du collègue de mathématiques)

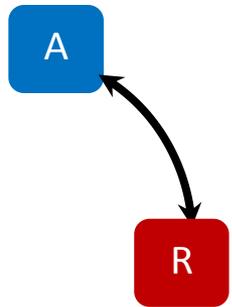
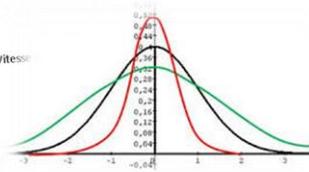


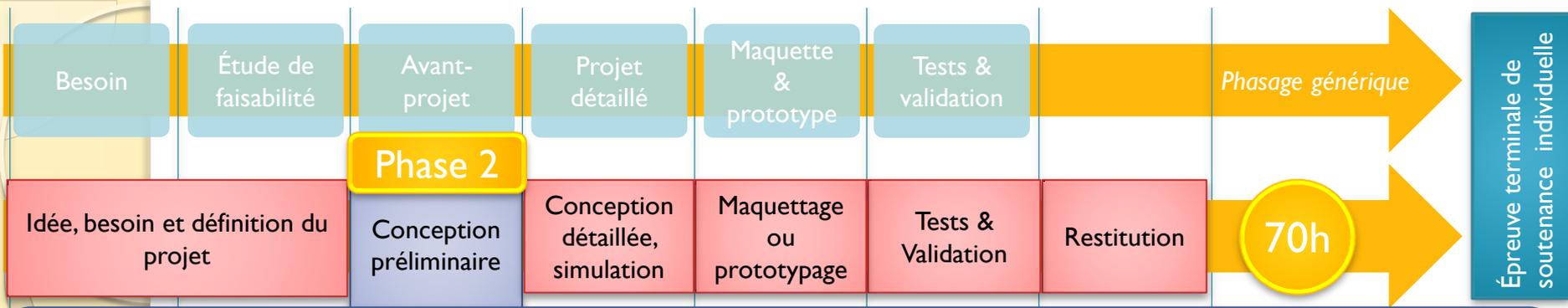
### Essais Banc Moteur :

numéro essai	Chrono. (s)	lesse maxi (m Soit en km/h)
1	2.8	7.5 27.00
2	2.95	7.51 27.04
3	2.95	7.51 27.04
4	2.93	7.51 27.04
5	2.93	7.51 27.04
6	2.95	7.48 26.93
7	2.97	7.43 26.75
8	2.85	7.46 26.86
9	2.97	7.45 26.82
10	2.96	7.45 26.82
11	2.95	7.45 26.82
12	2.87	7.46 26.86
13	2.95	7.48 26.93
14	2.96	7.43 26.75
15	2.97	7.42 26.71
16	2.97	7.42 26.71
17	2.96	7.45 26.82
Moyennes :	2.93	7.47 26.88
écarts type :	0.05	0.03

### Essais piste:

numéro essai	Chrono. (s)	Vitesse
1	3.29	
2	3.3	
3	3.33	
4	3.35	
5	3.28	
6	3.28	
7	3.31	
8	3.35	
9	3.37	
10	3.4	
11	3.3	
12	3.29	
13	3.3	
14	3.33	
15	3.35	
16	3.34	
17	3.31	
Moyennes :	3.32	0.00 0.00
Écarts type :	0.03	

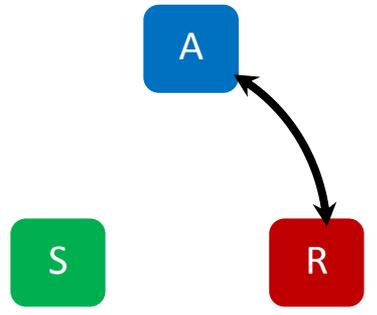


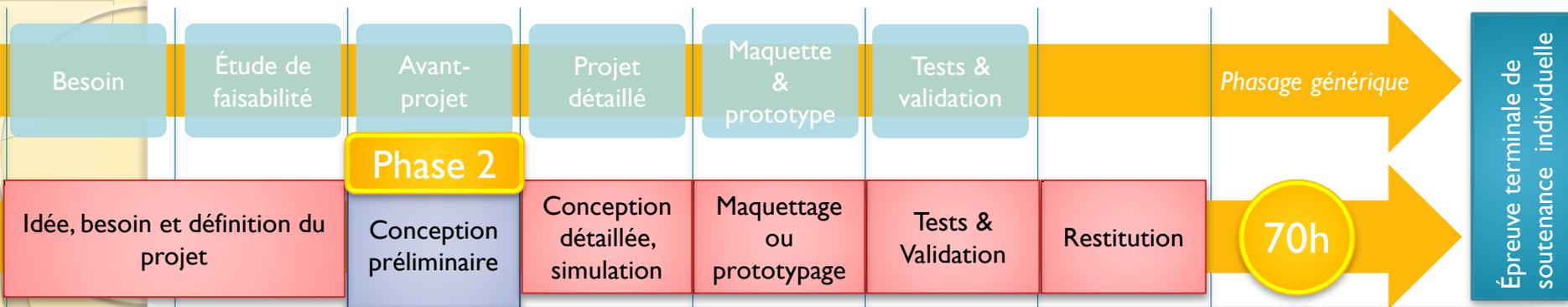


## Campagne de mesures sur le banc.



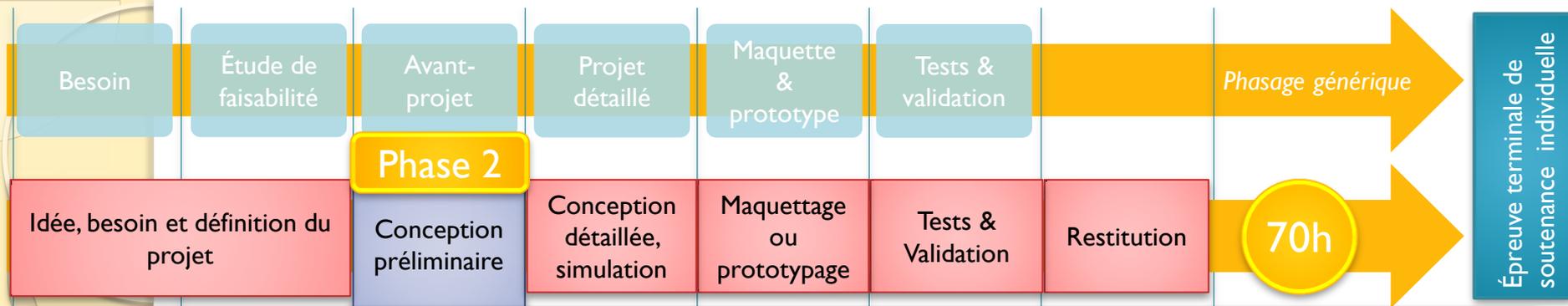
Le élèves ont rédigé et mis en application le protocole défini.





## Campagne de mesures sur la piste.





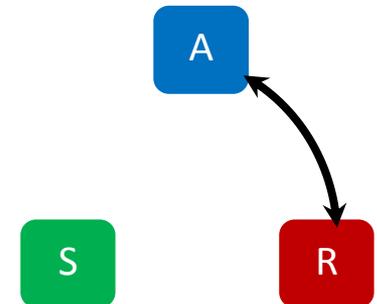
## Campagne de mesures sur la piste.

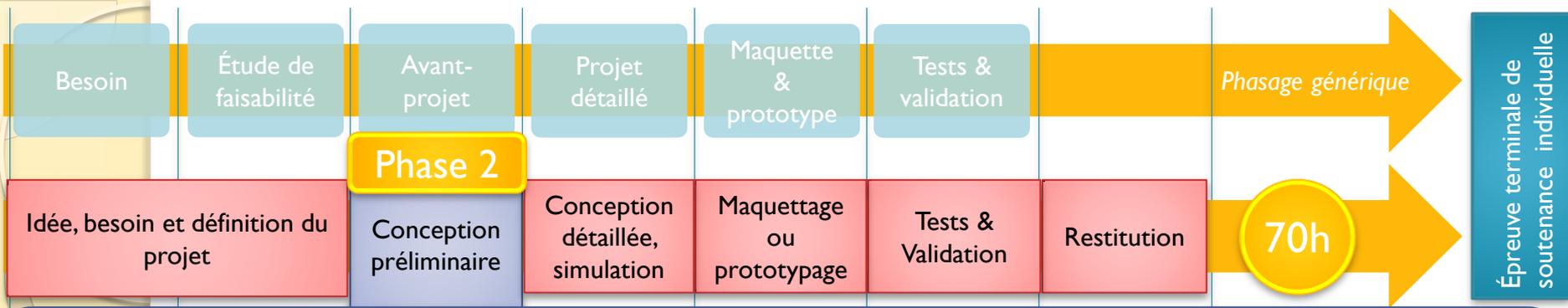
### Acquérir les données sur la piste.



#### Position, vitesse, accélération.

- Choisir un capteur adapté (embarqué ou non)
- Choisir un système d'acquisition (Relevé « au fil de l'eau » ou créer un tableau de bord)
- Pratiquer une démarche scientifique (hypothèses, paramètres influents)





## Campagne de mesures sur la piste.

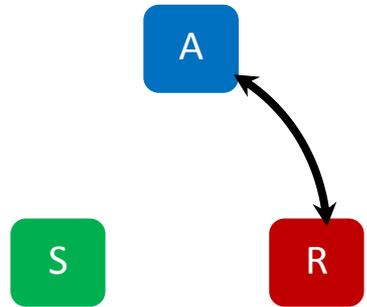
Pour ne pas modifier les caractéristiques du véhicule, les élèves font le choix d'un capteur non embarqué.

Caméra vidéo ou télé...

**Une collaboration avec l'ENSIAME est en cours pour concevoir un système communiquant embarqué.**



Le choix du système d'acquisition se porte **SYSAM-LATIS PRO** avec un transfert des résultats dans « excel ».



# Une série d'outils de modélisation et de traitement pour obtenir des résultats exploitables

Phase 2

Idee, besoin et définition du projet

stitution

70h

Fichier Traitements Edition Outils Exécuter Fenêtres

Paramètres Fenêtre n°1

Acquisition

Entrées Analogiques

Mode différentiel

EA0 EA4  
EA1 EA5  
EA2 EA6  
EA3 EA7

Ajouter les courbes

Acquisition

Temporelle Pas à pas XY

Abscisse Clavier  Titrage

Nom X  
Unité s

Abscisse Instrumentée

Entrée

Ordonnée Clavier

Nombre d'ordonnée(s) 0

Définir les ordonnées clavier

AUCUNE CENTRALE Fenêtre n°1

Lissage d'une courbe

Courbe : EA0 Calcul

Résultat : Lissage de EA0

Faible Fort

Modélisation

Courbe à modéliser  
Lissage de EA0

Courbe modèle  
Modèle de Lissage de EA0

Modèles :  
Choisir un modèle

Nouveau Modèle

Calculer le modèle

Sélectionner un modèle...

Constante

Linéaire

Affine

Polynôme

Parabole

Puissance

☐

Décompte 00:00:00

Temps en s

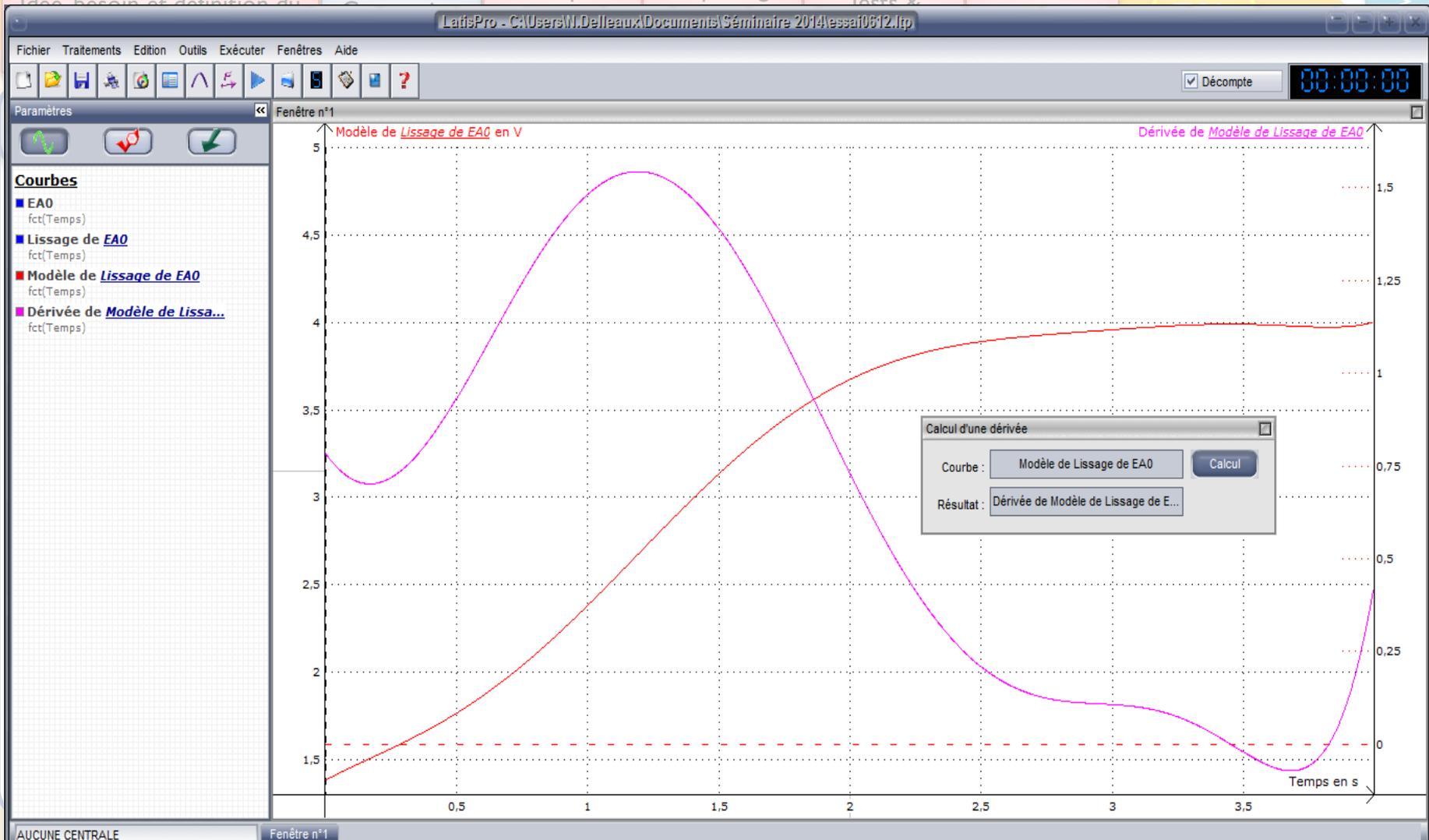
# Une série d'outils de modélisation et de traitement pour obtenir des résultats exploitables

Phase 2

Conception

Maquettage

Tests &



# Transfert des résultats dans un tableur pour l'analyse

## Phase 2

Idee, besoin et définition du

Conception

Conception

Maquettage

Tests &

LatisPro - C:\Users\N.Delleaux\Documents\Séminaire 2014\essai0612.ltp

Fichier Traitements Edition Outils Exécuter Fenêtres Aide

Paramètres

Modèle de Lissage de EA0 en V

Dérivée de Modèle de Lissage de EA0

**Courbes**

- EA0 fct(Temps)
- Lissage de EA0 fct(Temps)
- Modèle de Lissage de EA0 fct(Temps)
- Dérivée de Modèle de Lissa... fct(Temps)

Tableur

Édition Variables Aide

3.48 Fx fx 0,783378131885115

	Dérivée de Modèle de Lissage de EA0	Temps (Dérivée de Modèle de Lissage de EA0)
		s
1	0,783	-1 ms
2	0,781	1 ms
3	0,779	3 ms
4	0,778	5 ms
5	0,776	7 ms
6	0,774	9 ms
7	0,772	11 ms
8	0,77	13 ms
9	0,768	15 ms
10	0,767	17 ms
11	0,765	19 ms
12	0,763	21 ms
13	0,761	23 ms
14	0,76	25 ms
15	0,758	27 ms
16	0,757	29 ms

Temps en s

AUCUNE CENTRALE

Fenêtre n°1

Tableur

Besoin

État  
fait

12:45:55	0,674	0,067	0,502	0,060	0,548	0,527	0,982	0,537	0,921	0,833
12:45:56	0,892	0,399	0,246	0,177	0,398	0,006	0,594	0,619	0,048	0,493
12:45:56	0,990	0,860	0,006	0,800	0,998	0,441	0,993	0,161	0,199	0,968
12:45:57	0,096	0,516	0,798	0,427	0,140	0,879	0,300	0,241	0,357	0,074
12:45:57	0,200	0,173	0,235	0,081	0,959	0,385	0,221	0,594	0,467	0,514
12:45:58	0,528	0,791	0,385	0,186	0,364	0,232	0,439	0,436	0,220	0,367
12:45:58	0,482	0,717	0,095	0,615	0,433	0,369	0,187	0,235	0,658	0,464
12:45:59	0,880	0,530	0,015	0,494	0,186	0,430	0,119	0,381	0,616	0,942
12:45:59	0,775	0,389	0,087	0,048	0,729	0,790	0,099	0,290	0,649	0,213
12:46:00	0,887	0,784	0,991	0,789	0,588	0,060	0,500	0,623	0,813	0,180

Idée, besoin et définition  
projet

simulation prototype

évaluation individuelle

# Campagne

prompt

Select a data file to write.

default name

TextFile.txt

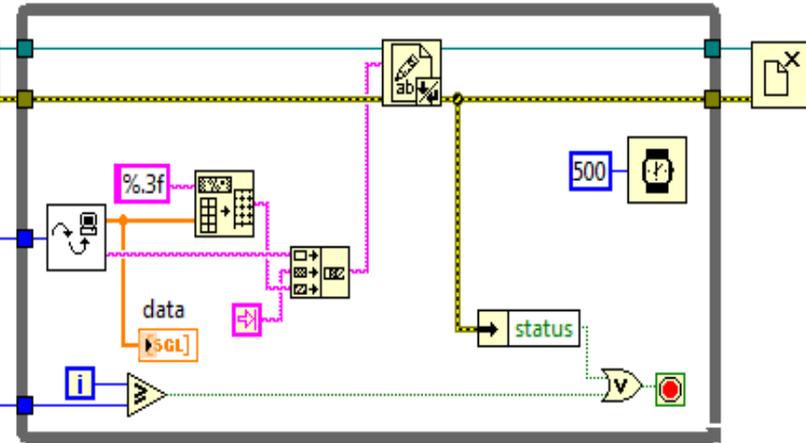
open or create

number of points/acquisition

132

number of acquisitions

132



**Il est bien sûr possible  
d'effectuer le même type  
de traitement avec  
LabVIEW**

Instructions :

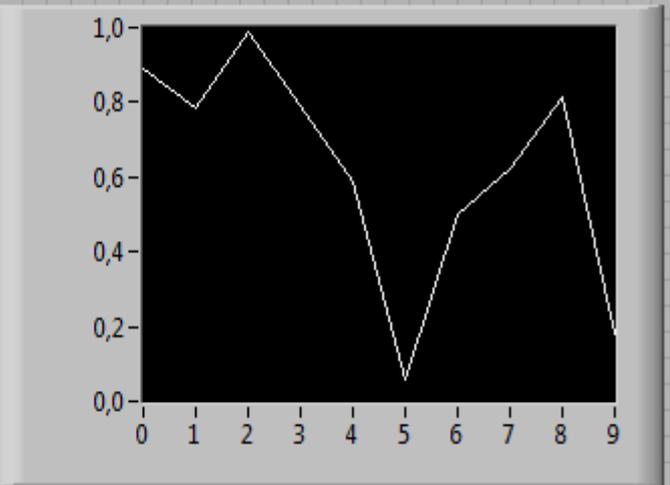
1. Sélectionnez le nombre d'acquisitions et le nombre de points par acquisition.
2. Exécutez le VI.
3. Lorsque la boîte de dialogue de fichier apparaît, sélectionnez le fichier à remplacer ou créez un nouveau fichier.
4. Exécutez le VI Read from Text File.vi pour lire le fichier généré avec ce VI.

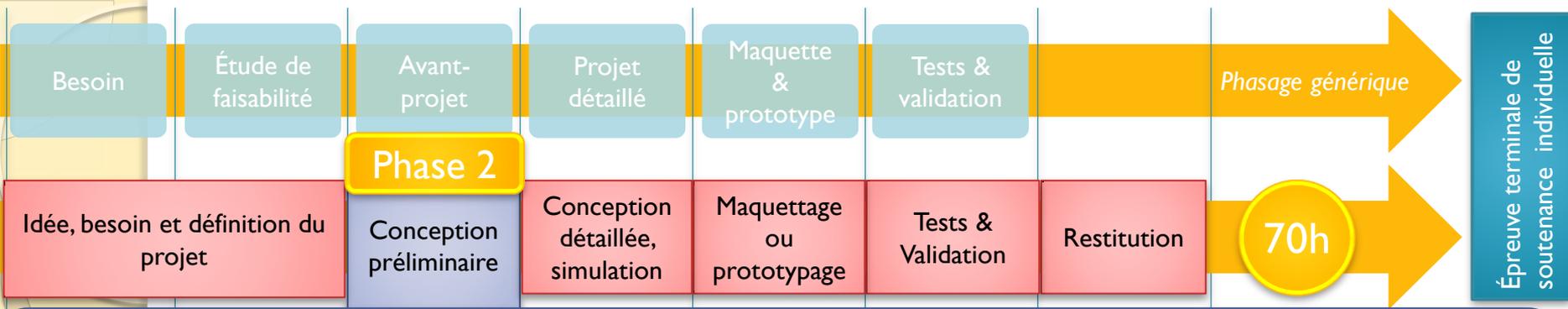
10

nombre de points par acquisition

10

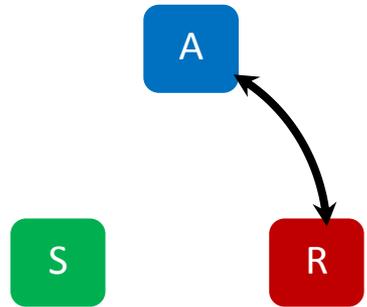
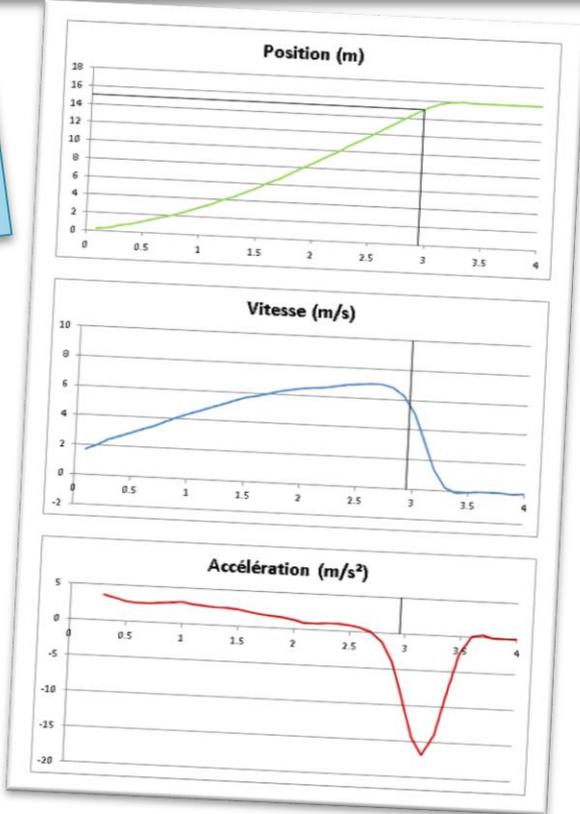
données

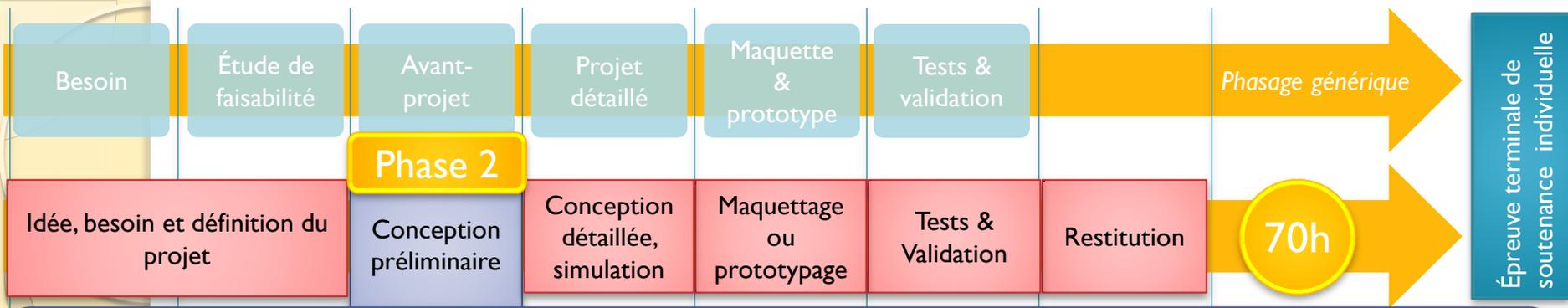




## Campagne de mesures sur la piste.

Les élèves obtiennent les courbes de comportement sur la piste.





## Traitement des chronos.

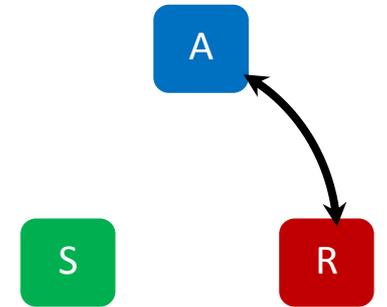
### Essais Banc Moteur :

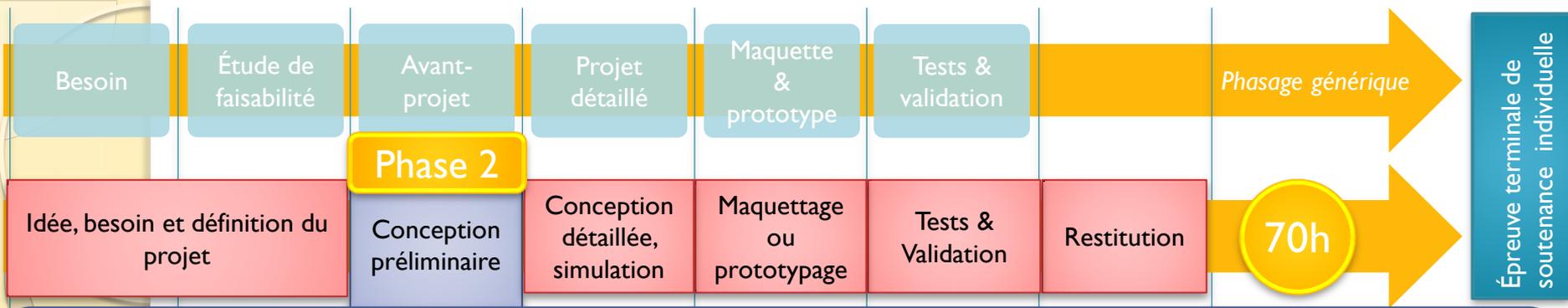
uméro essai	Chrono. (s)	tesse maxi (m)	Soit en km/h
1	2.8	7.5	
2	2.95	7.51	
3	2.95	7.51	
4	2.93	7.51	
5	2.93	7.51	
6	2.95	7.48	26.95
7	2.97	7.43	26.75
8	2.85	7.46	26.86
9	2.97	7.45	26.82
10	2.96	7.45	26.82
11	2.95	7.45	26.82
12	2.87	7.46	26.86
13	2.95	7.48	26.93
14	2.96	7.43	26.75
15	2.97	7.43	26.75
16	2.97	7.42	26.71
17	2.96	7.45	26.82
Moyennes :	2.93	7.47	26.88
carte type :	0.05	0.03	

### Essais piste:

numéro essai	Chrono. (s)	Vitesse maxi	Soit en km/h
1	3.29		
2	3.3		
3	3.33		
	3.35		
9			
10	3.4		
11	3.3		
12	3.29		
13	3.3		
14	3.33		
15	3.35		
16	3.34		
17	3.31		
Moyennes:	3.32	0.00	0.00
Ecarte type :	0.03		

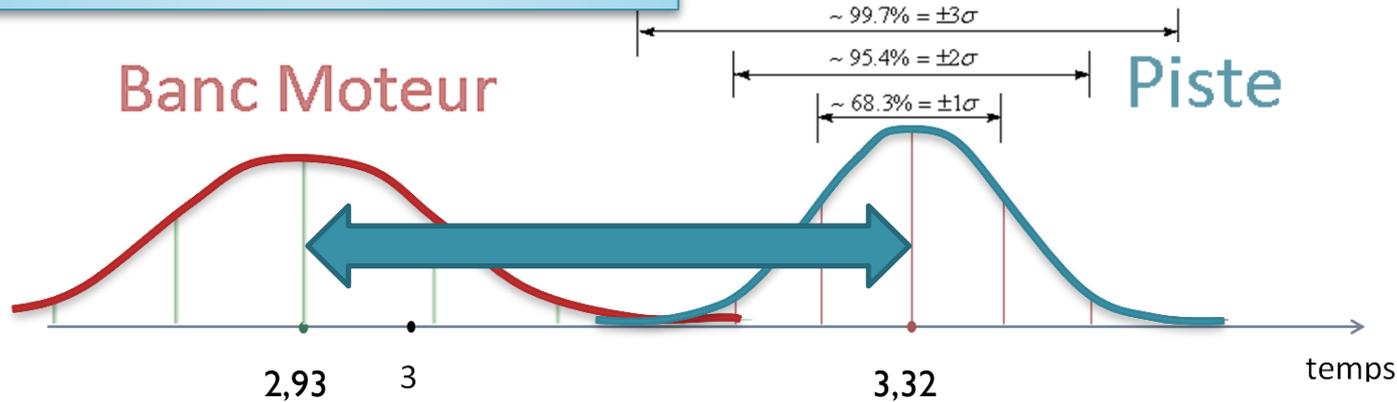
**Les résultats des essais sont classés et analysés.**



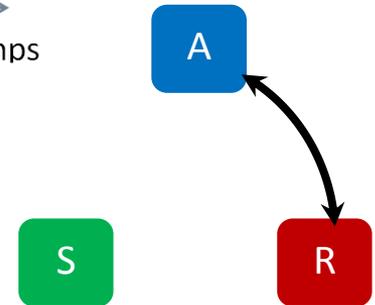


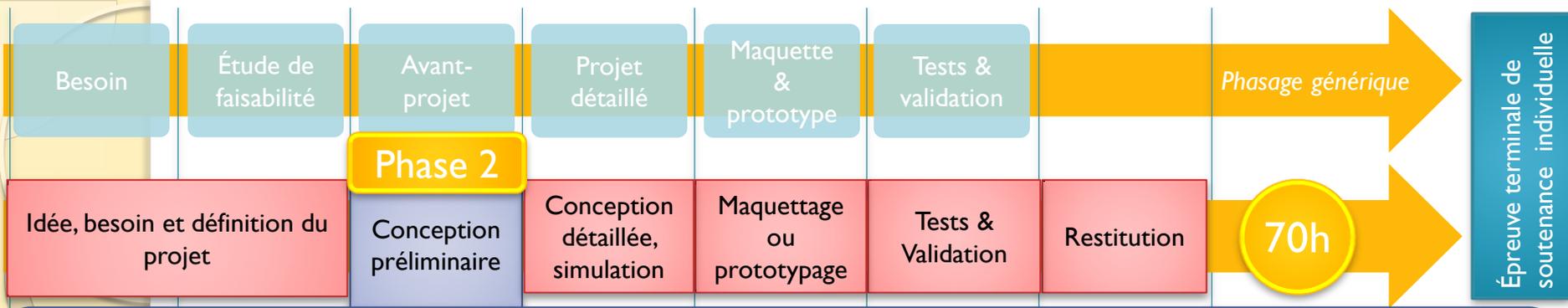
## 1<sup>er</sup> critère : Le chronométrage du temps de course.

Intervention du collègue de Mathématiques.



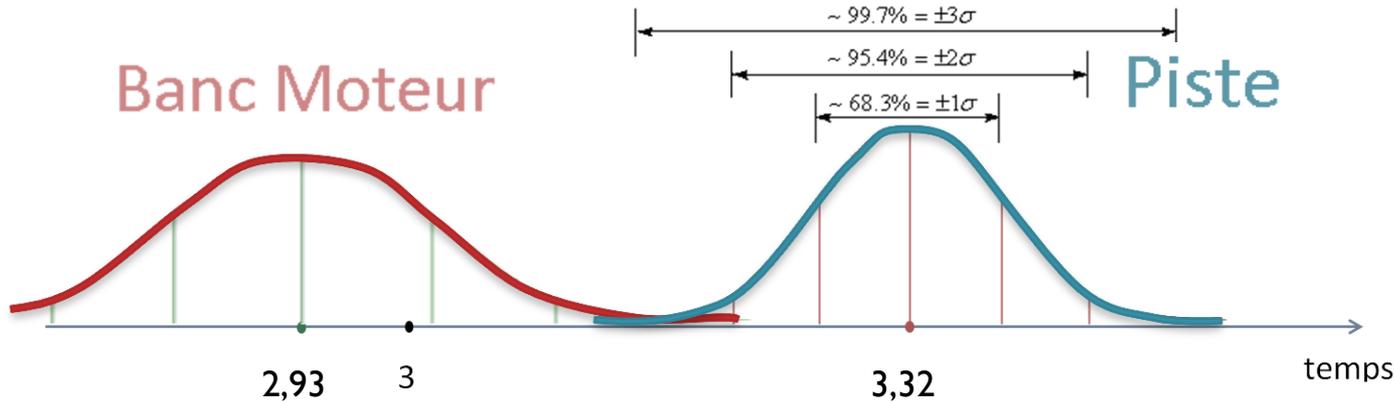
Les élèves constatent que l'écart des chronos est statistiquement significatif.



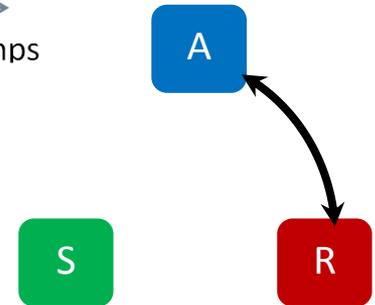


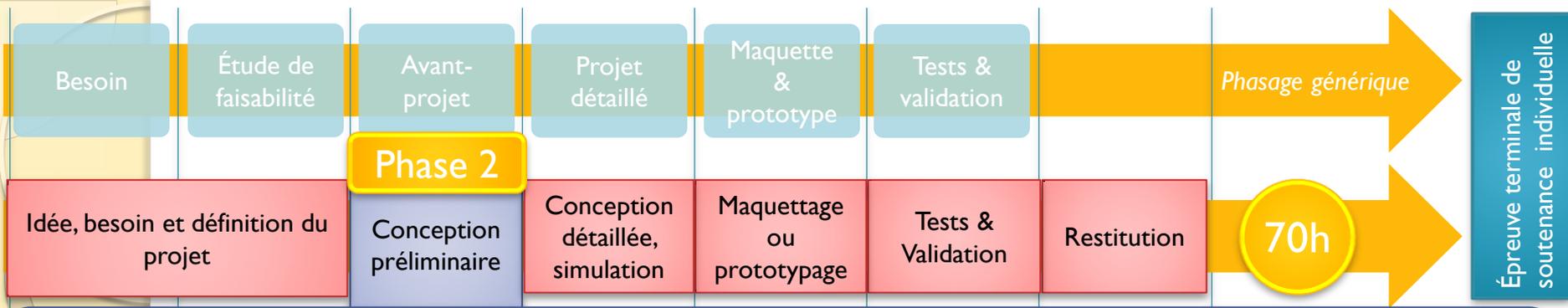
## Traitement des chronos.

L'écart entre le banc et la piste est supérieur à 5%.



Les élèves constatent que ce critère n'est actuellement pas respecté.





## 2ème critère : La fidélité du banc.

Les élèves constatent que le banc vérifie le critère de fidélité du CdCF.

### Essais Banc Moteur :

numéro essai	Chrono. (s)	tesse maxi (m Soit en km/h)
1	2.8	7.5
2	2.95	7.51
3	2.95	7.51
4	2.93	7.51

Moy

Fidélité sur 30 essais :

Ecart type < 2% de la valeur moyenne

Ecart type :

0.05

10	2.96	7.45
11	2.95	7.45
12	2.87	7.46
13	2.95	7.48
14	2.96	7.43
15	2.97	7.43

**0,05 < 2% de 2,93**

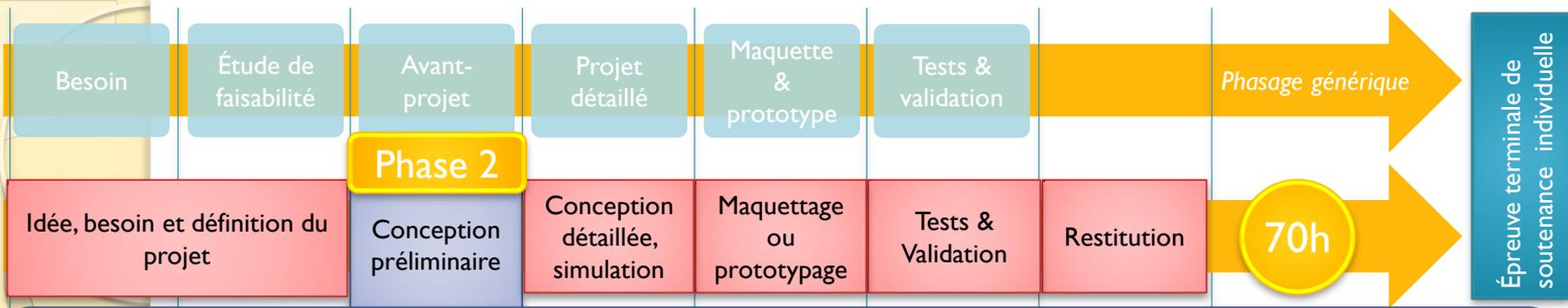
Moyennes : 2.93 7.47 26.88

Ecart type : 0.05 0.03

A

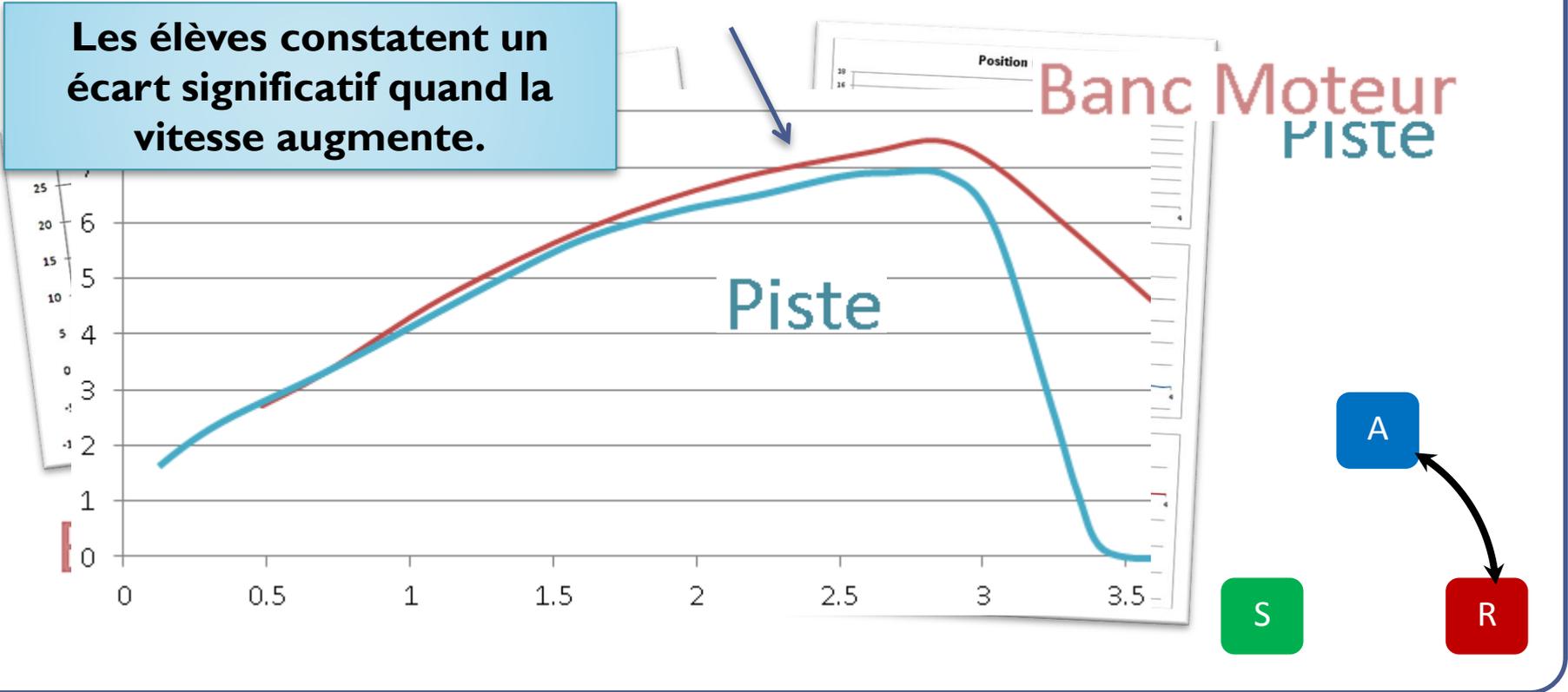
S

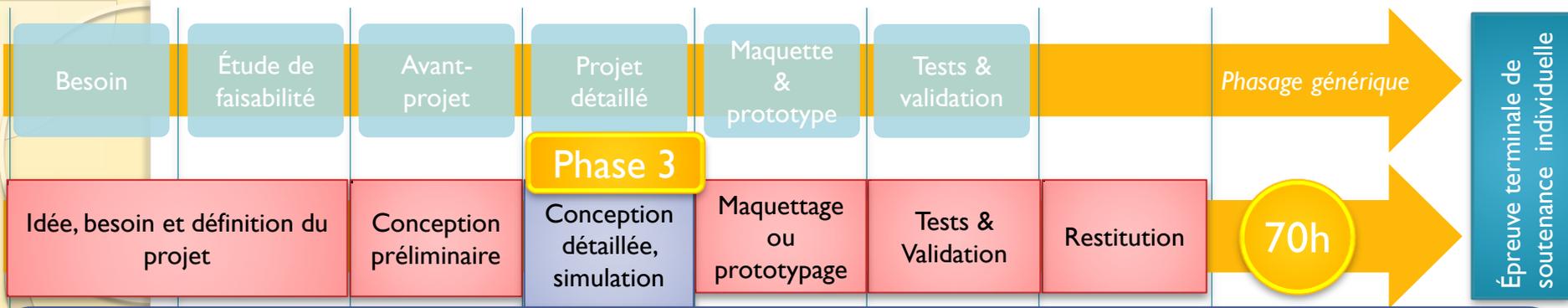
R



## 3ème critère : La comparaison des courbes de vitesses.

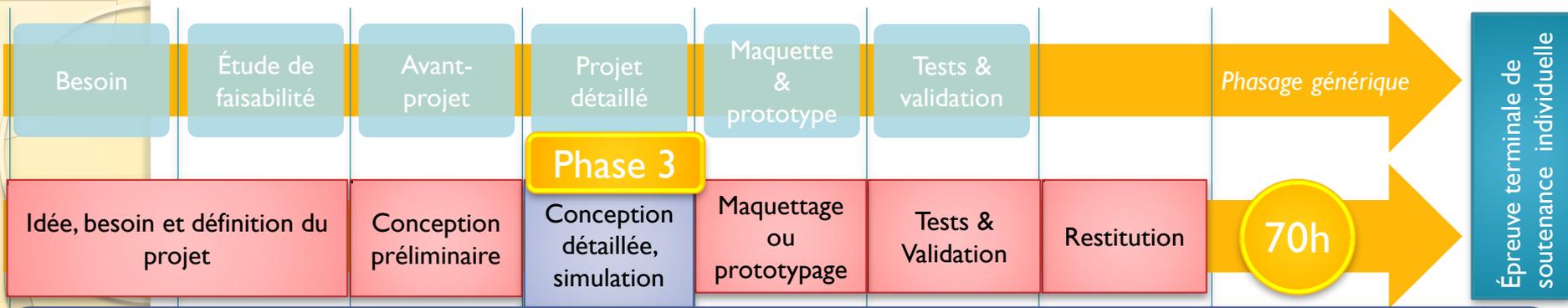
**Les élèves constatent un écart significatif quand la vitesse augmente.**



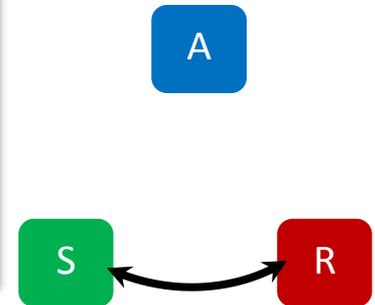
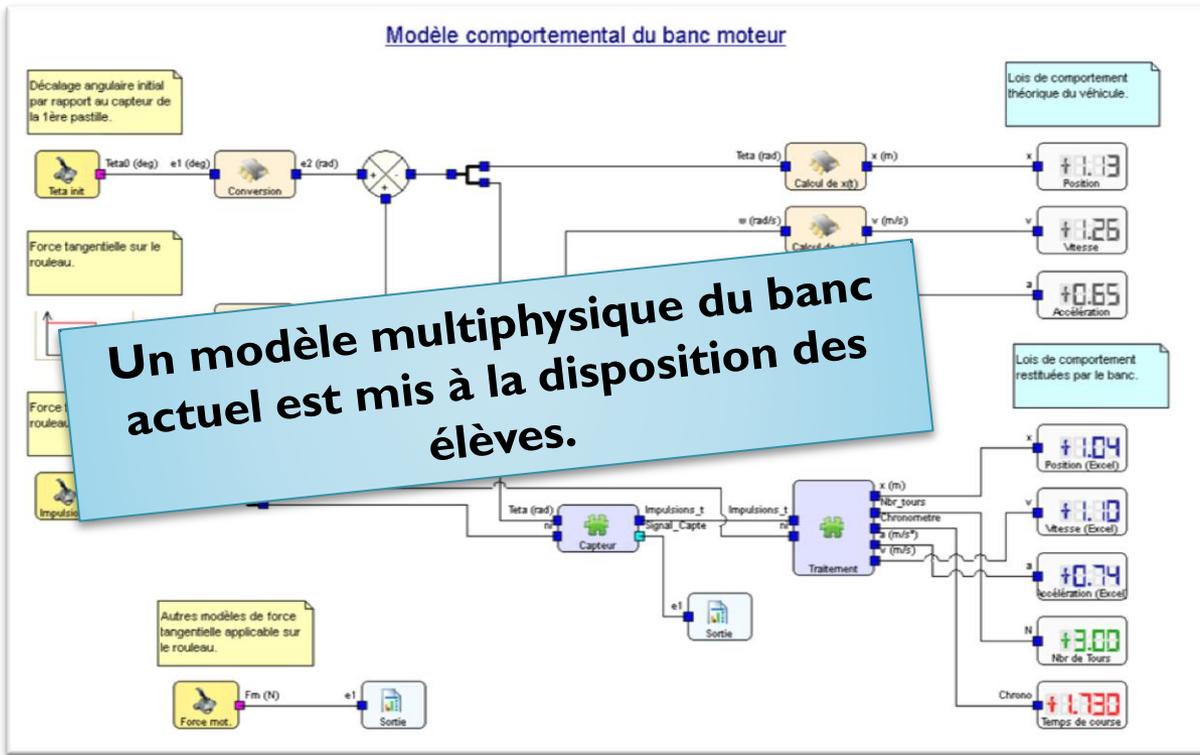


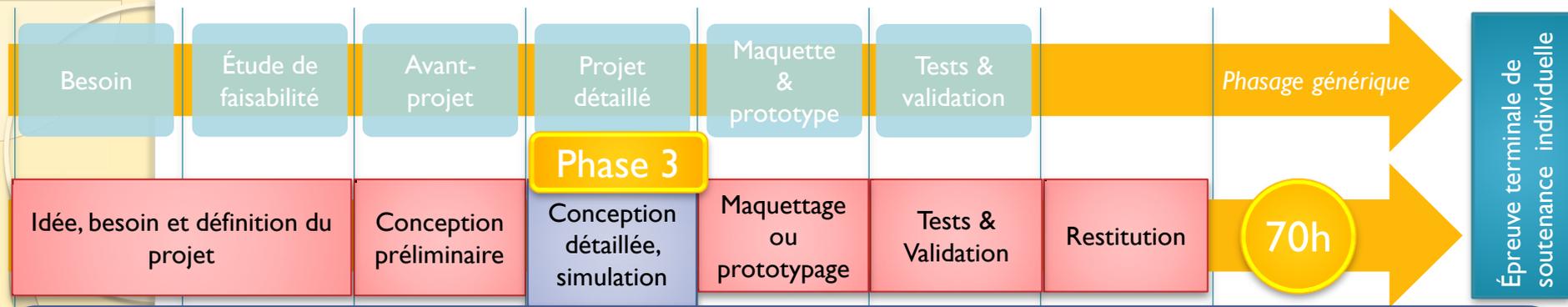
**Axes de recherches permettant d'expliquer les écarts :**





## Utilisation d'un modèle comportemental.



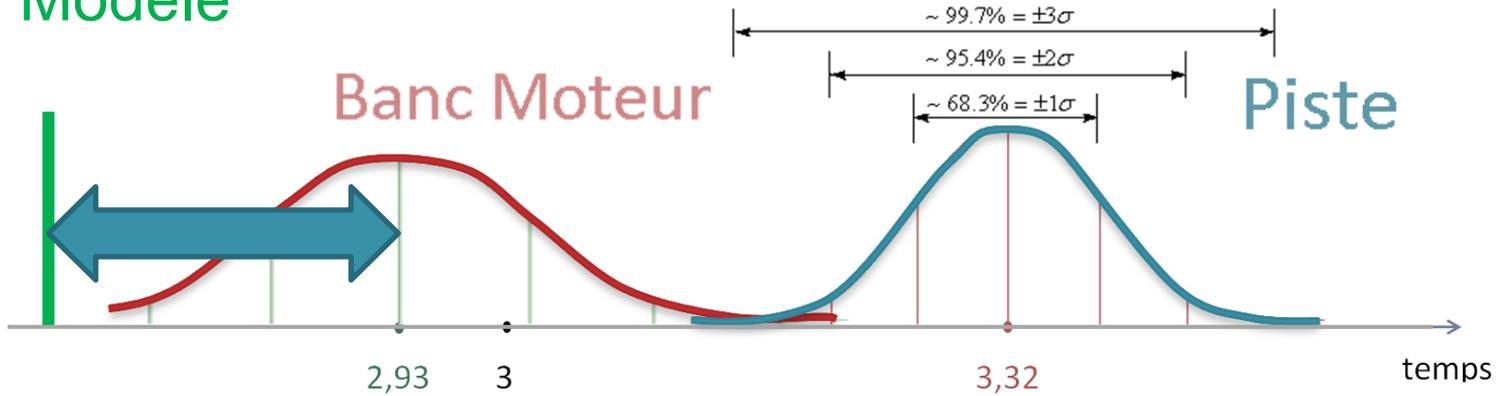


## Utilisation d'un modèle comportemental.

Chrono  
+2.678  
Temps de course

**Ecart > 5% entre modèle et banc.**

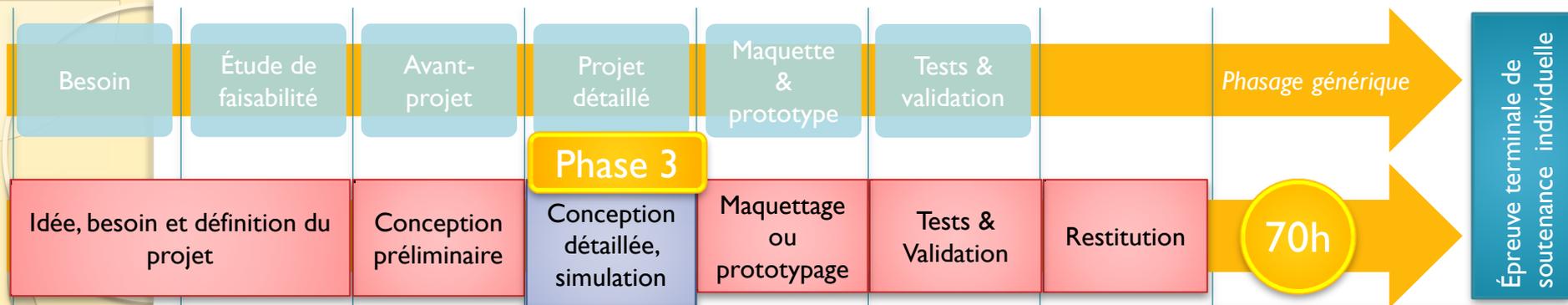
Modèle



A

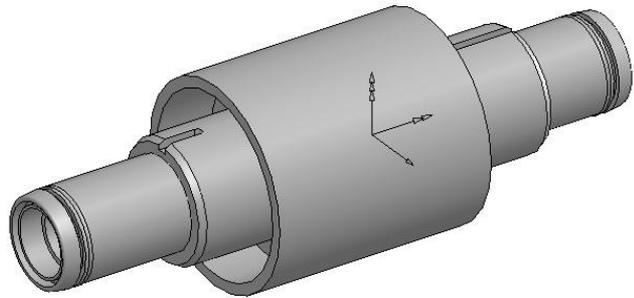
S

R



## Utilisation d'un modèle comportemental.

**Le modèle nécessite des ajustements.**



**L'inertie théorique du rouleau est déterminée à partir du modèle numérique.**

Modèle comportemental du banc moteur

**Nom : PFD rouleau**

Type : Composant Standard

Entrées/Sorties

e1 ( Fm ) [N]  
 e2 ( teta ) [rad]  
 e3 ( w ) [rad/s]  
 e4 ( alpha ) [rad/s<sup>2</sup>]

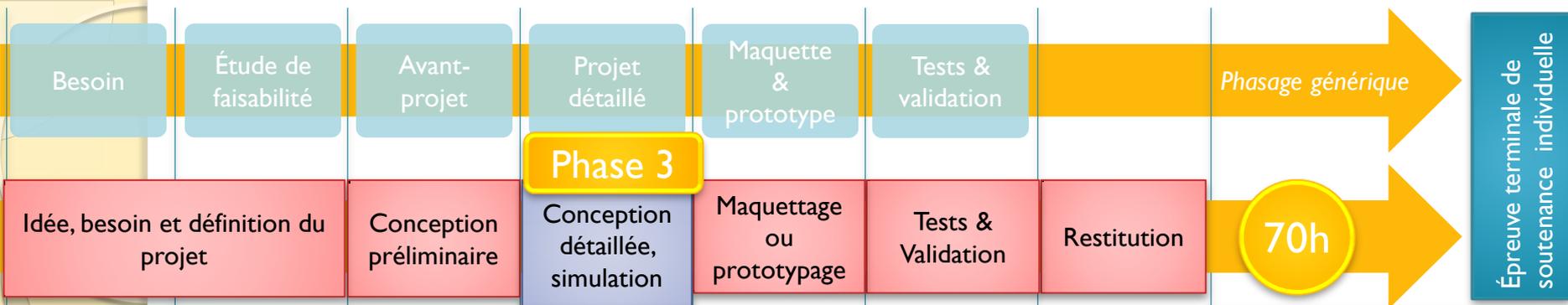
Paramètres

J = 0.00234  
 Cfsec = 0  
 mu = 0  
 Rroul = 0.055

Relations

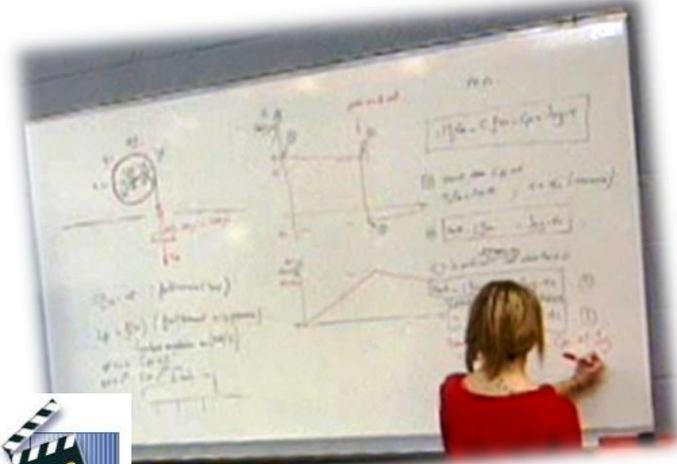
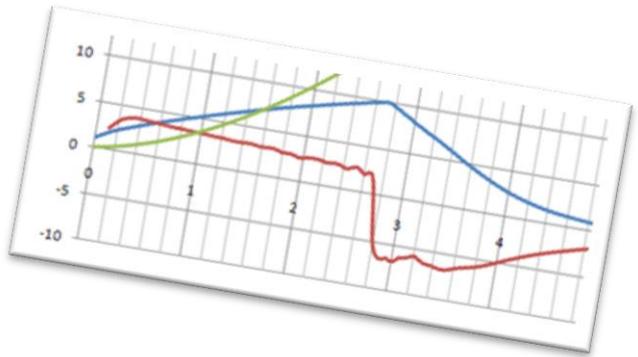
$w' = (Fm \cdot Rroul - Cfsec - \mu \cdot w) / J$   
 alpha = w'  
 teta' = w





## Détermination des caractéristiques du rouleau.

**Des tests à couple constant sont réalisés.**

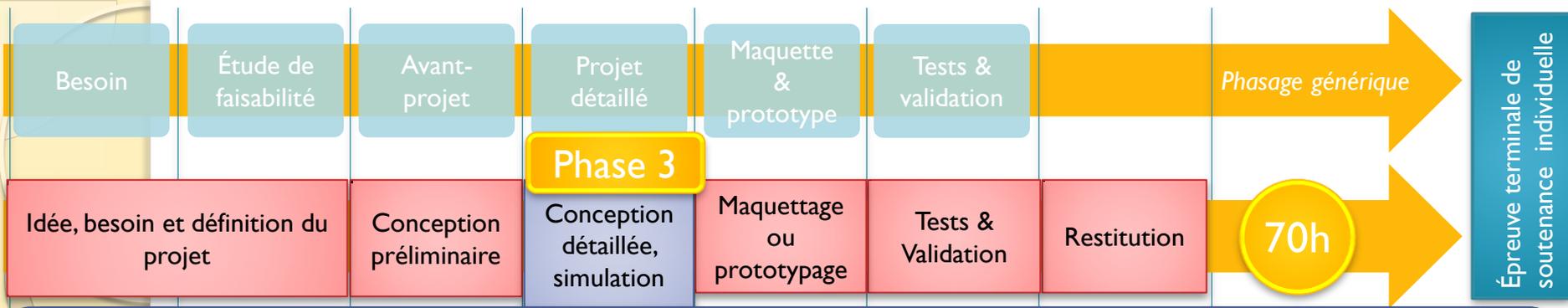


A

S

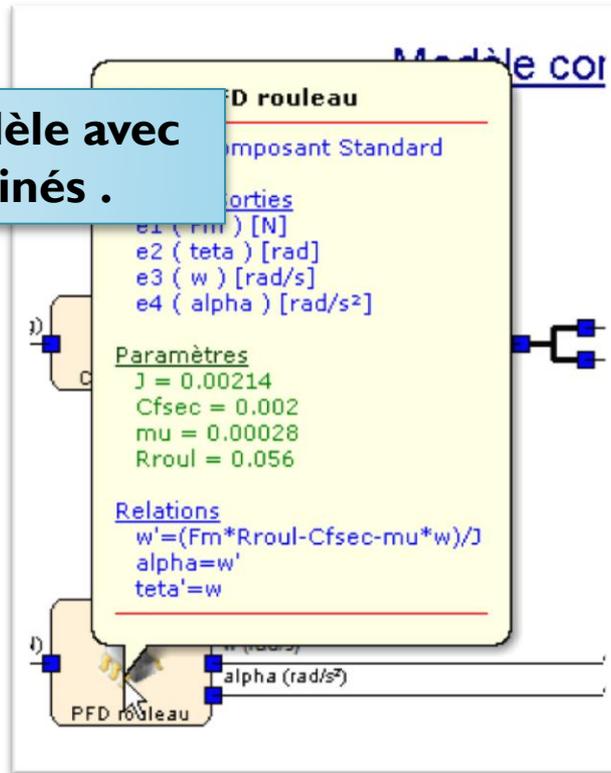
R





## Utilisation d'un modèle comportemental.

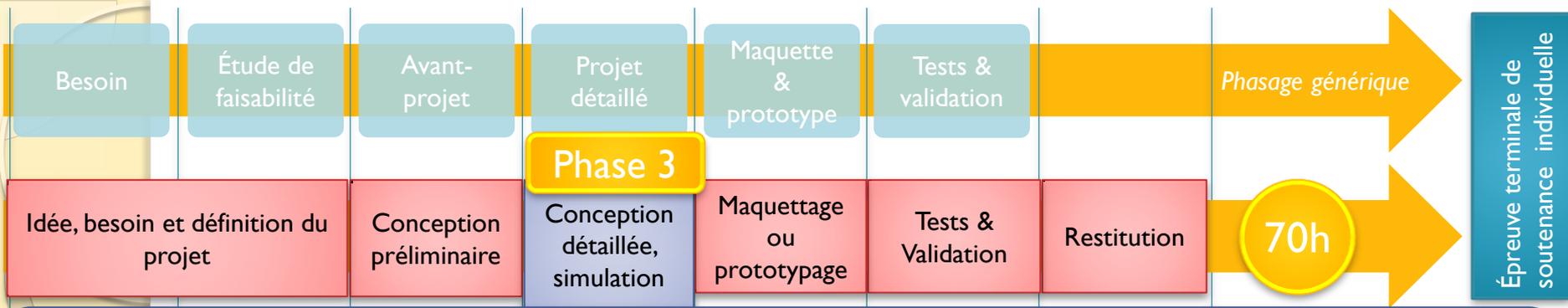
Les élèves ajustent le modèle avec les paramètres déterminés.



A

S

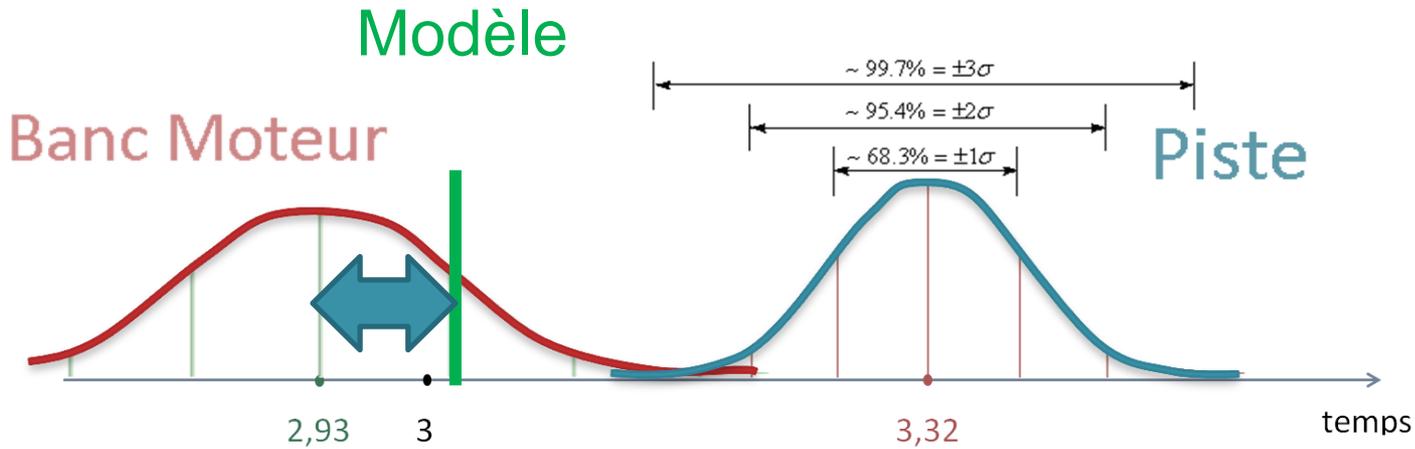
R



## Utilisation d'un modèle comportemental.

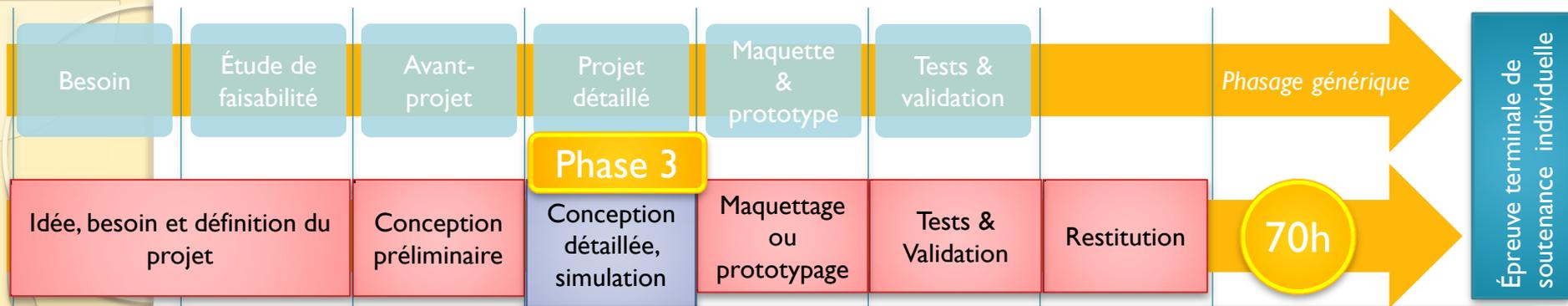


**Le modèle est validé par le chronomètre.**



A

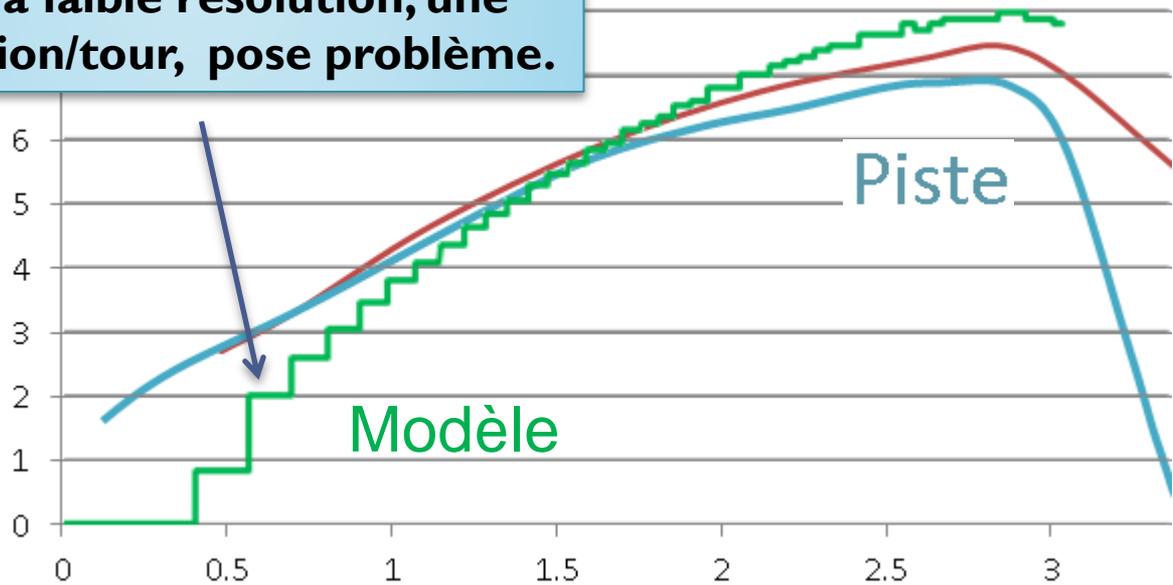




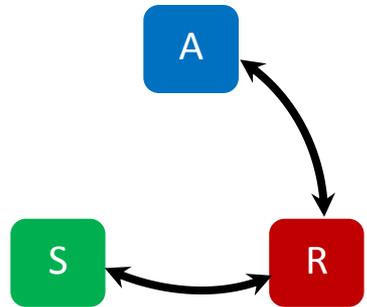
## Comparaison des trois courbes de vitesses.

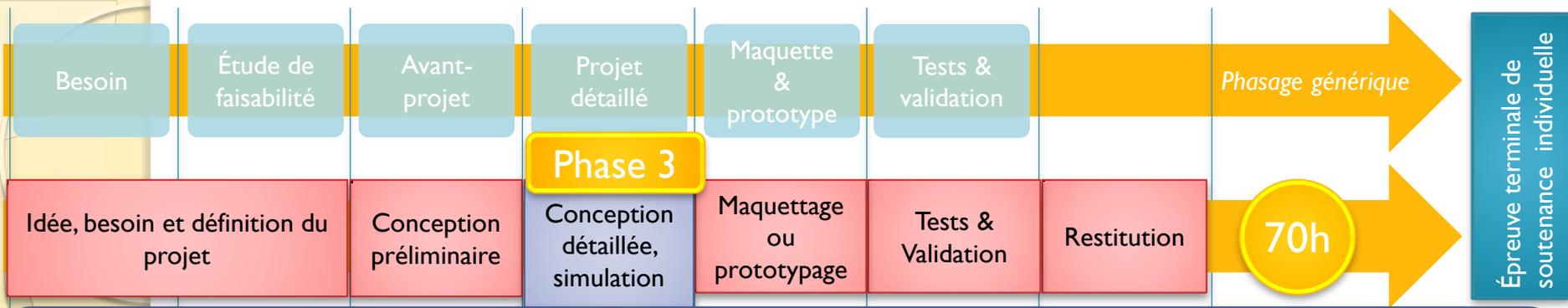
**...mais les élèves constatent que la faible résolution, une impulsion/tour, pose problème.**

**Le modèle est globalement validé après superposition des courbes...**



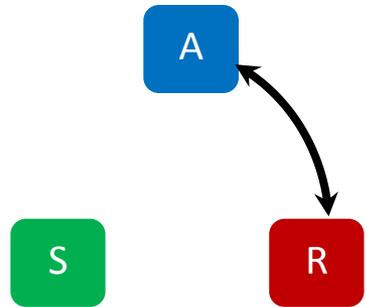
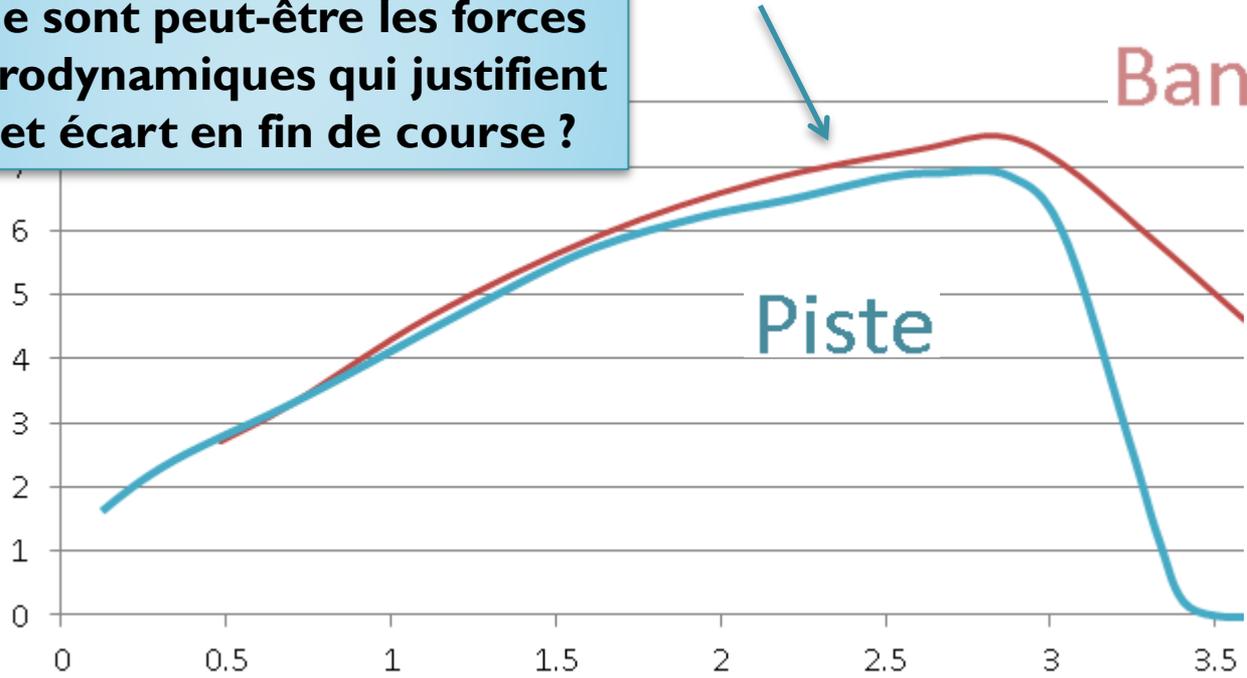
**Banc Moteur**

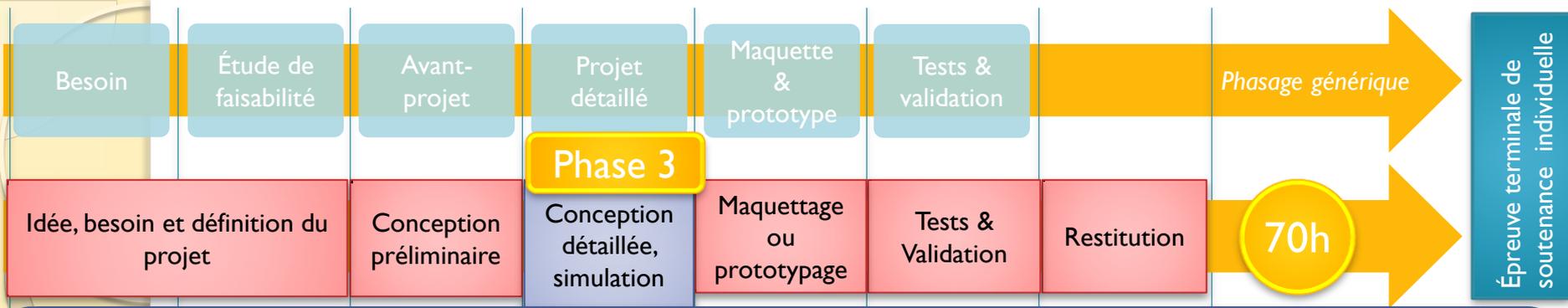




**Axes de recherches permettant d'expliquer les écarts :**

**Ce sont peut-être les forces aérodynamiques qui justifient cet écart en fin de course ?**

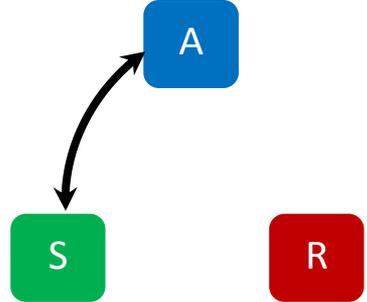


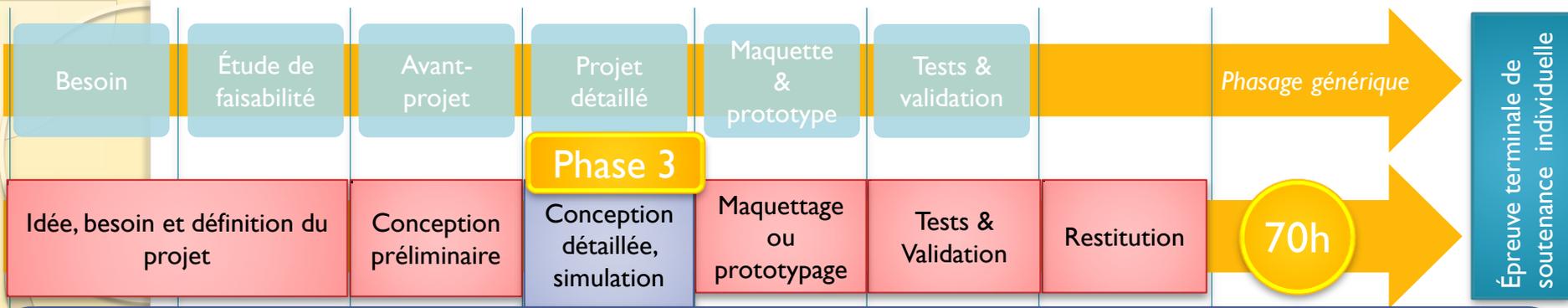


## Quantification des phénomènes aérodynamiques.

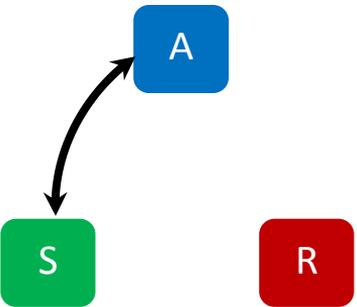
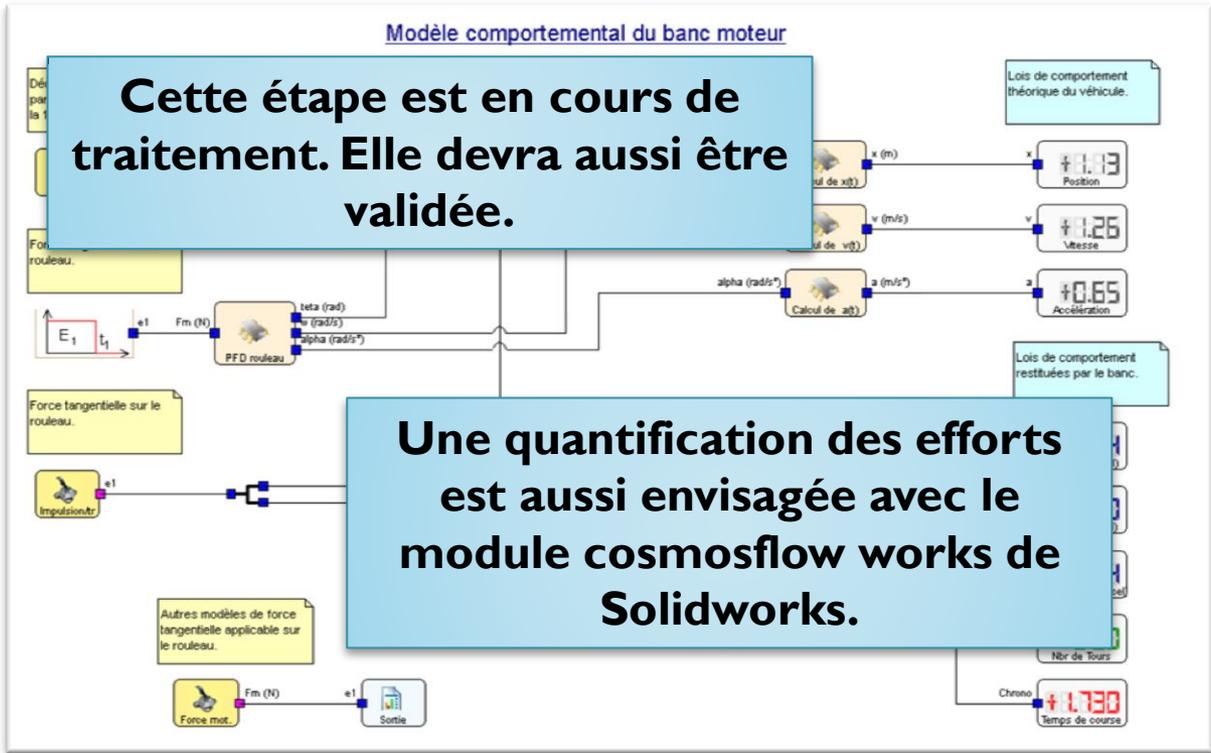


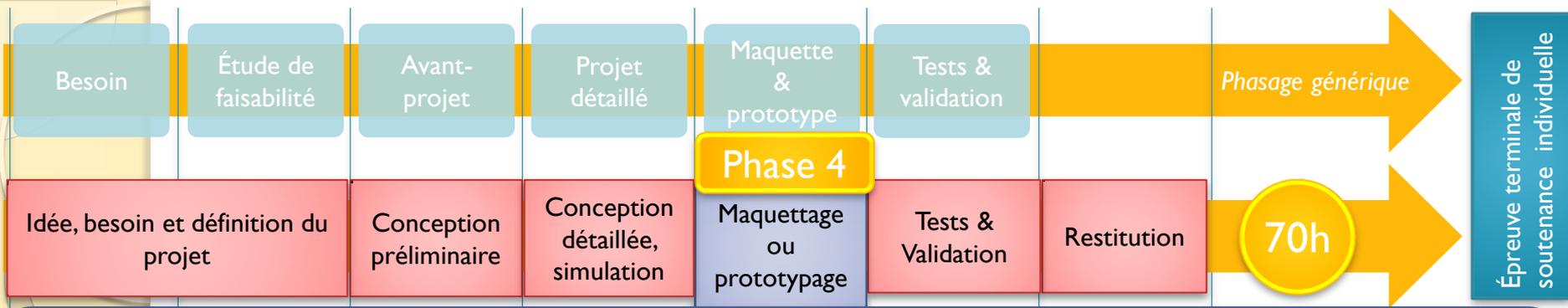
Une soufflerie nous permet de mesurer la force de traînée en fonction de la vitesse.





# Intégration des effets aérodynamiques dans le modèle.





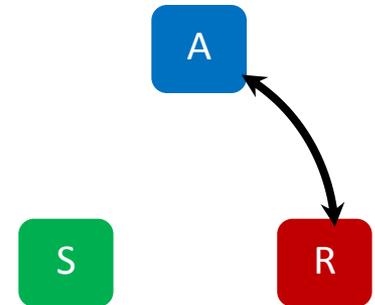
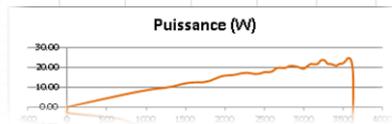
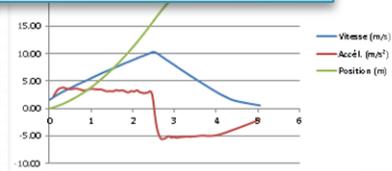
## Réalisation, intégration des modifications.

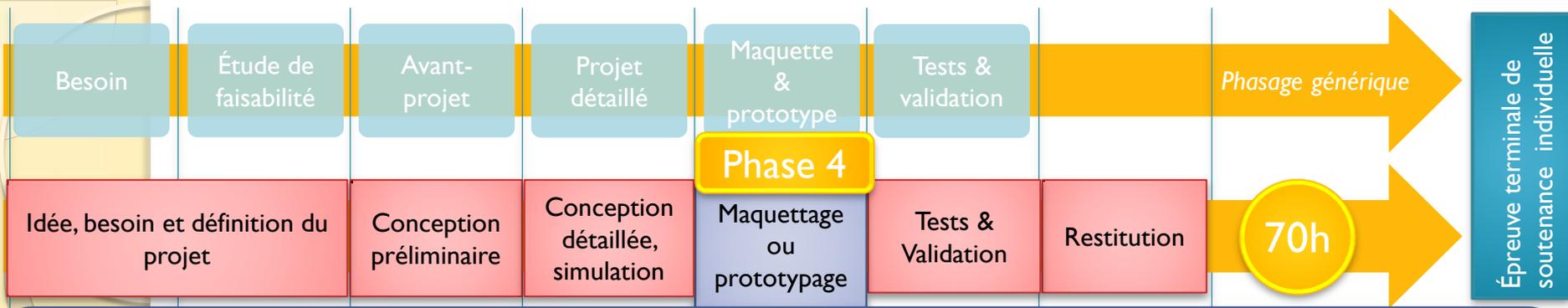
Le banc



le tableau de bord.

### Sur quoi intervenir ?



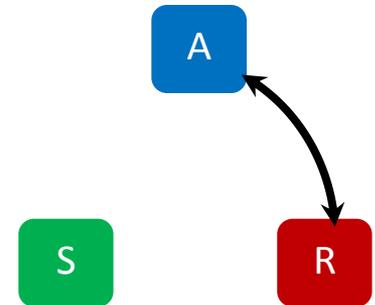
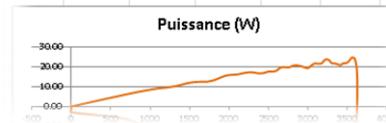
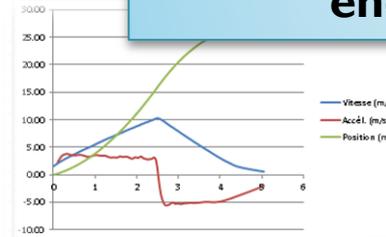


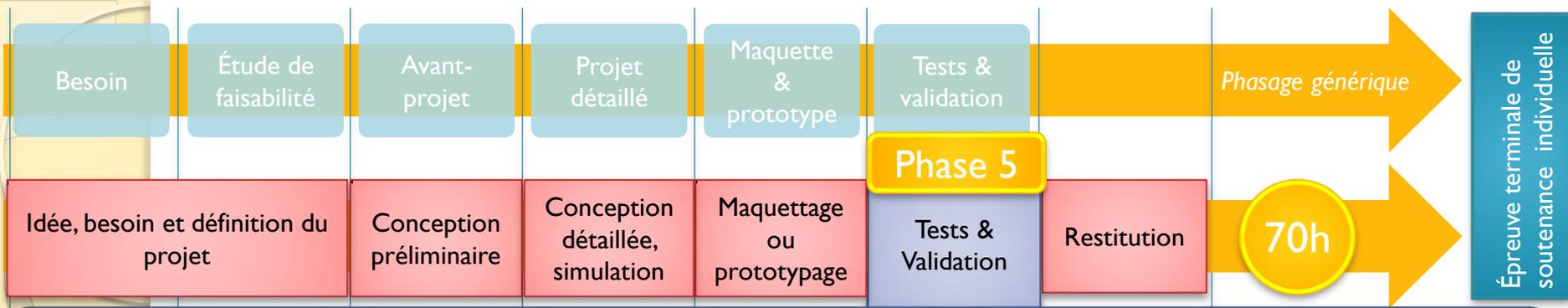
## Réalisation, intégration des modifications.

**Amélioration de la résolution à 6 impulsions/tour.**



**Calcul et prise en compte de la traînée en fonction du  $C_x$  et de la vitesse du véhicule, étape non encore finalisée.**

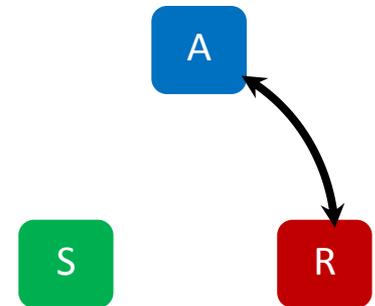


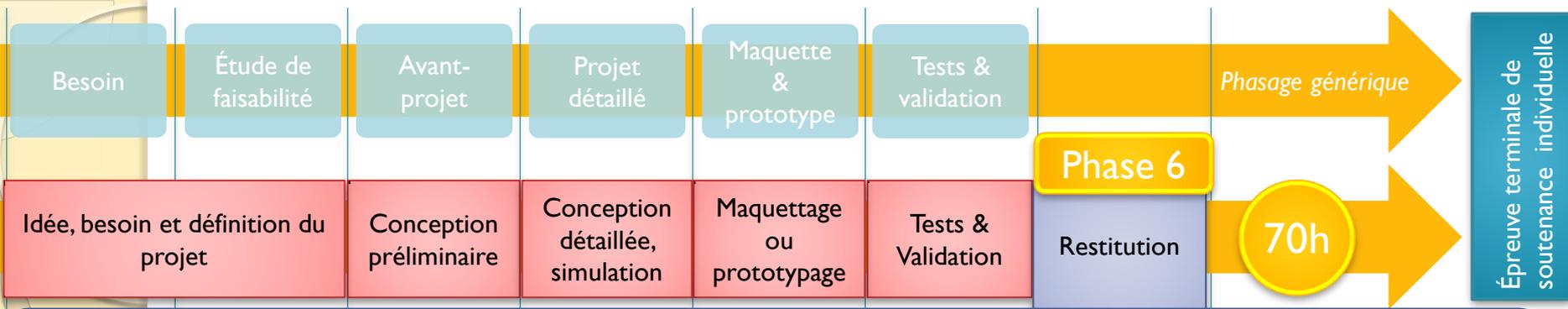


## Essais de validation



**Ecart acceptable ?**





A

S

R

## Conclusion

Projet SI 2014: **un banc d'essai expérimental, une étape incontournable et objectif intermédiaire**

Objectif principal:

**Proposer un modèle de comportement global pour ceux qui ne disposent pas de la piste**

### La voiture sur la piste

**1. Observer pour modéliser.**



**2. Modéliser pour concevoir un banc d'essai.**



**5. Elaborer** un modèle final fidèle au comportement de la voiture sur la piste.

*L'utilisation du banc d'essai ne se justifie plus*



**4. Observer** pour affiner le modèle.

Ex: ce que l'on ne peut pas voir sur la piste

**3. Le banc d'essai.**



**Concevoir et valider** les performances du banc d'essai en utilisant le premier modèle proposé.

**Pouvoir utiliser** le banc pour vérifier les performances d'une voiture quand on ne dispose pas de la piste.