



ENGINEER
NEXT
NIDays

The logo is centered on a blue gradient background. It features the words "ENGINEER" and "NEXT" in a large, white, sans-serif font, stacked vertically. A yellow graphic element, resembling a stylized 'X' or a folded ribbon, is positioned between the two words. Below "NEXT" is a white rectangular box containing the text "NIDays" in a smaller, white, sans-serif font. The entire logo is tilted at an angle. The background is composed of several diagonal bands of color: a wide green band on the left, followed by orange, red, and yellow bands, and a series of blue bands of varying shades on the right.

Le model-based design par la pratique

Une démarche complète d'apprentissage
en sciences de l'ingénieur

Frédéric Mazet

Professeur de sciences de l'ingénieur

Consultant DMS

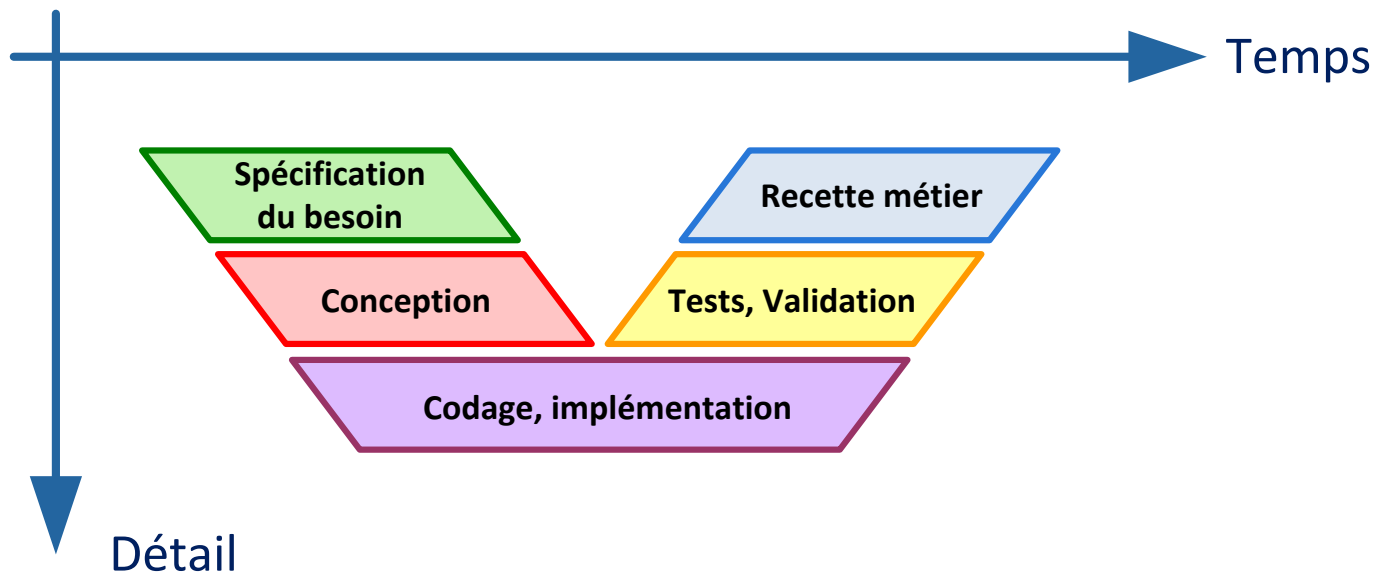
Le Model-Based Design

Miser le plus longtemps possible sur la simulation



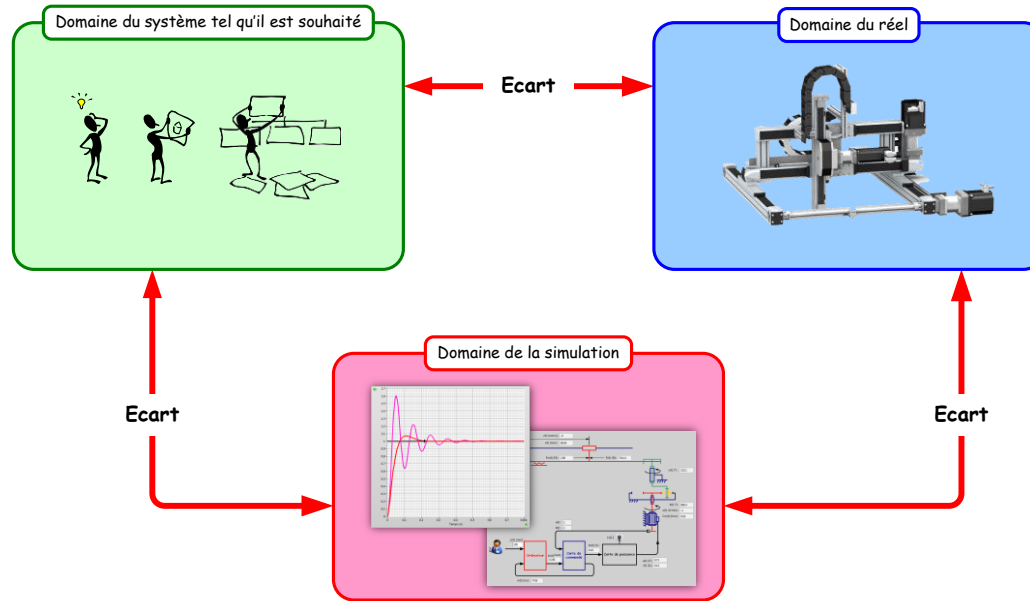
Le Model-Based Design

à travers le cycle en V



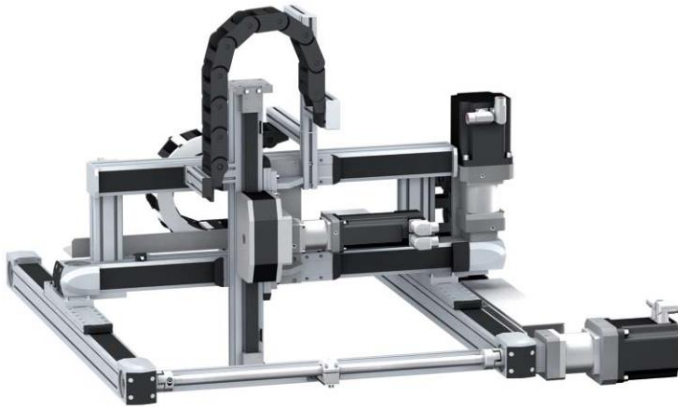
Le Model-Based Design

à travers la démarche d'analyse des écarts



Le Model-Based Design

... des spécifications fonctionnelles à la validation des performances



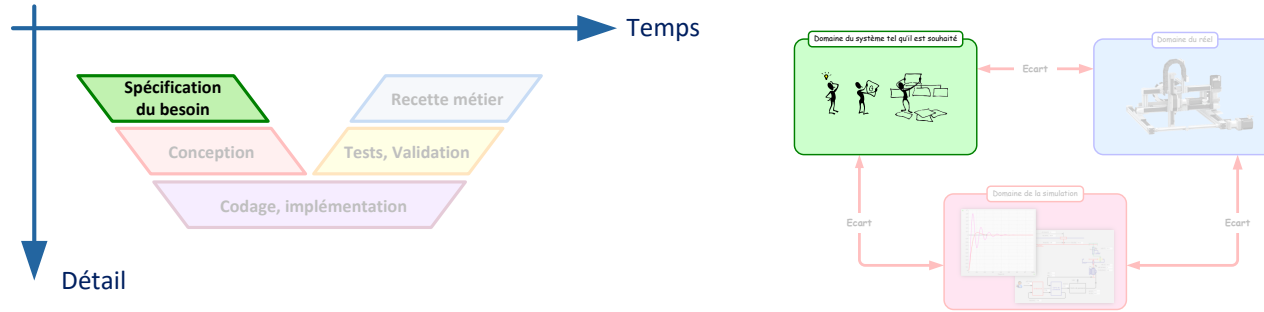
Exemple à travers
un axe linéaire



Moyen de satisfaire le cahier des charges :
L'algorithme de correction

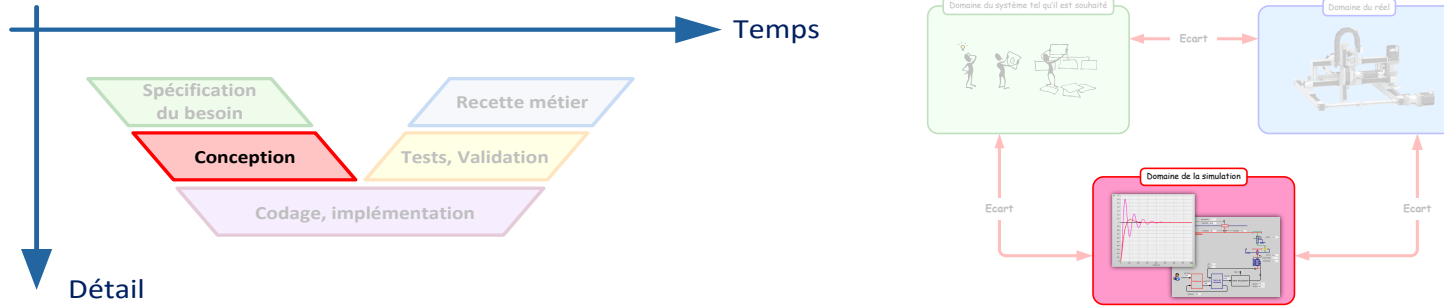
Spécification du besoin

Quel correcteur pour respecter les exigences ?



Exigence	Critères		Niveaux
Permettre de positionner une pièce.	C1	Asymptotiquement stable	
	C2	Amortissement	$D_1 < 15\%$
	C3	Rapidité	$T_{5\%} < 150 \text{ ms}$ $T_m < 100 \text{ ms}$
	C4	Précision	$\varepsilon_s < 0.5 \text{ mm}$
	C5	Course	300 mm

La conception



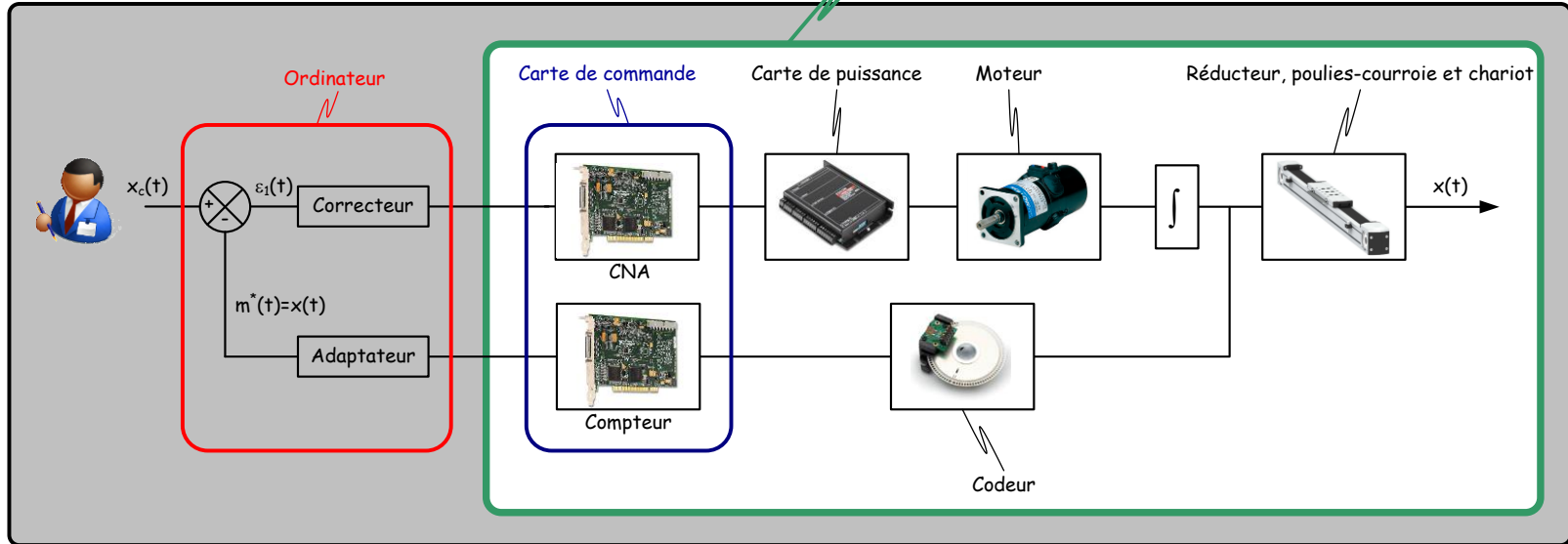
Conception divisée en 3 phases

- **Modélisation**
- Validation du modèle
- Simulations Model-in-the-loop

La conception : 1^o phase

Modélisation

Boucle ouverte à modéliser

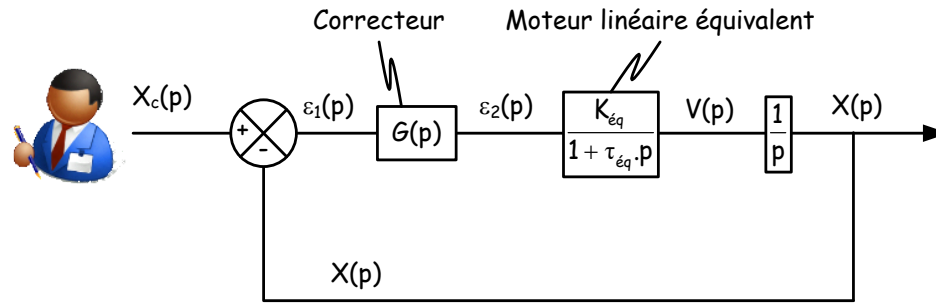


La conception : 1^o phase

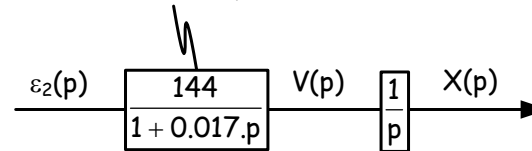
Modélisation



Une bonne
douzaine
d'hypothèses

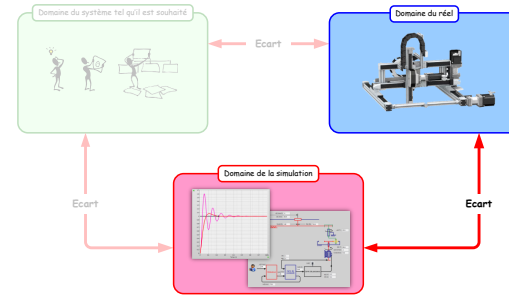
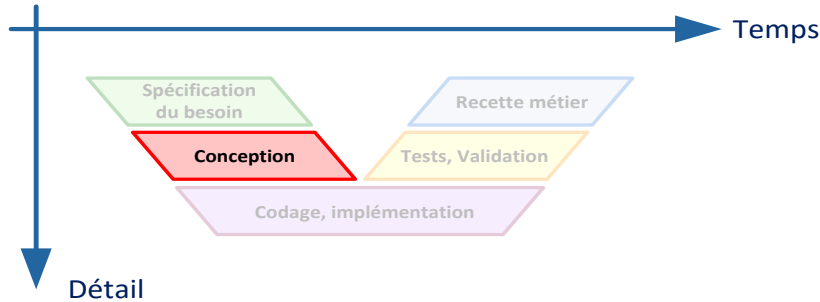


Moteur linéaire équivalent



La conception : 2 ° phase

Validation du modèle



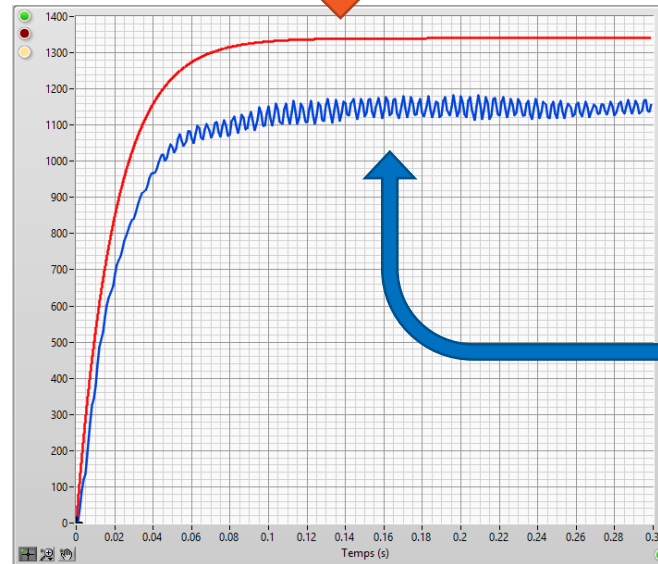
Conception divisée en 3 phases

- Modélisation
- **Validation du modèle**
- Simulations Model-in-the-loop

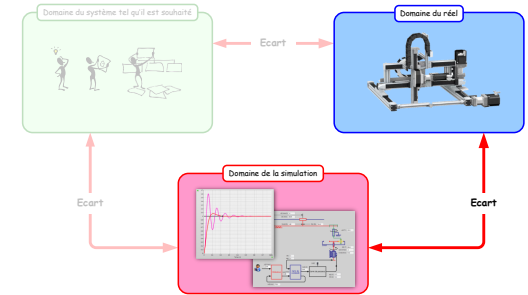
La conception : 2^e phase

Validation du modèle

Vitesse simulée

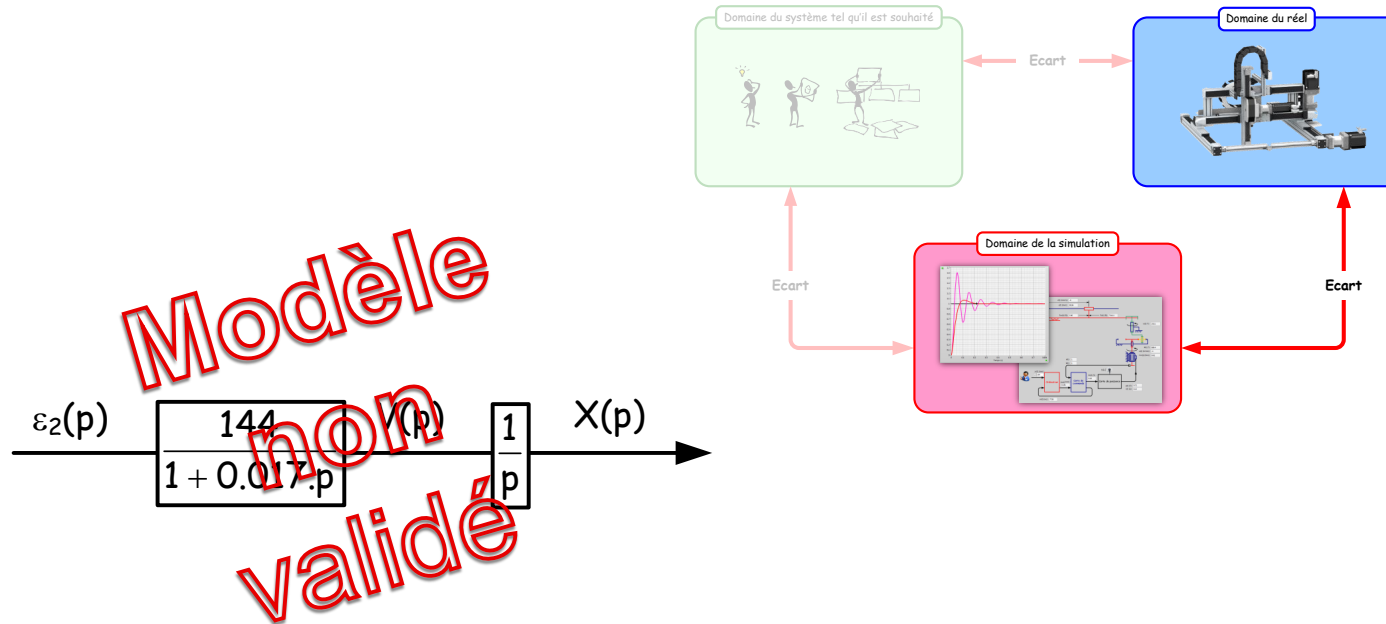


Vitesse réelle

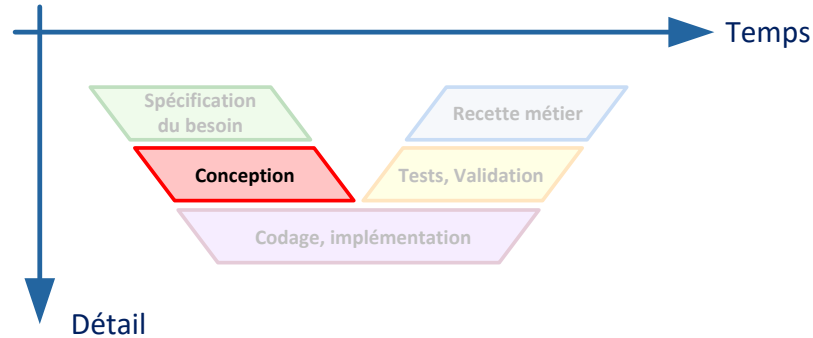


La conception : 2 ° phase

Validation du modèle



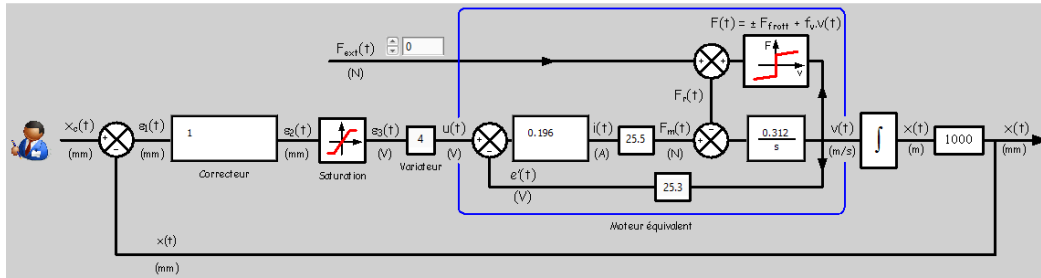
La conception : 2^o phase



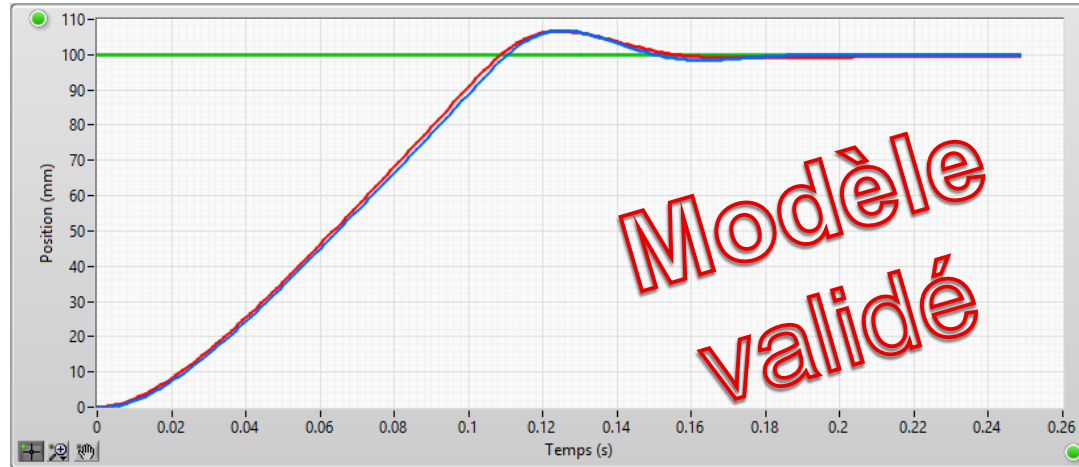
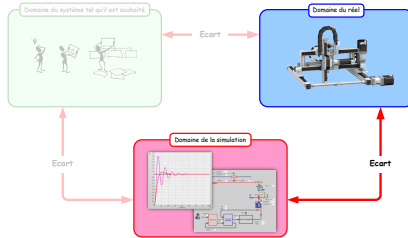
Itérations successives jusqu'à obtenir un modèle réputé « convenable »

- **Modélisation**
- Validation du modèle

La conception : 2^o phase

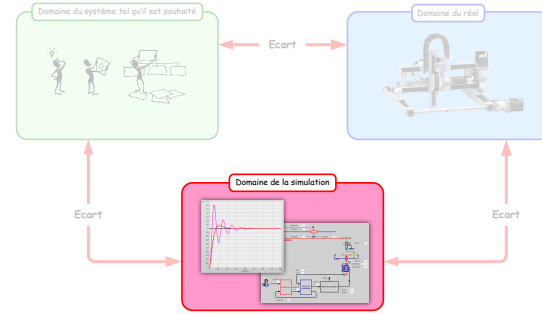
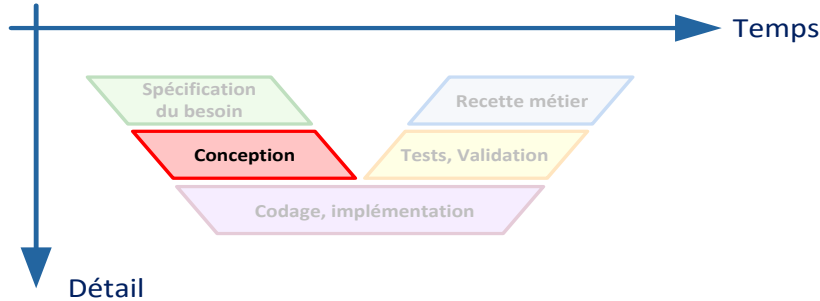


Du modèle de boucle ouverte au modèle de boucle fermée



La conception : 3^e phase

Simulations

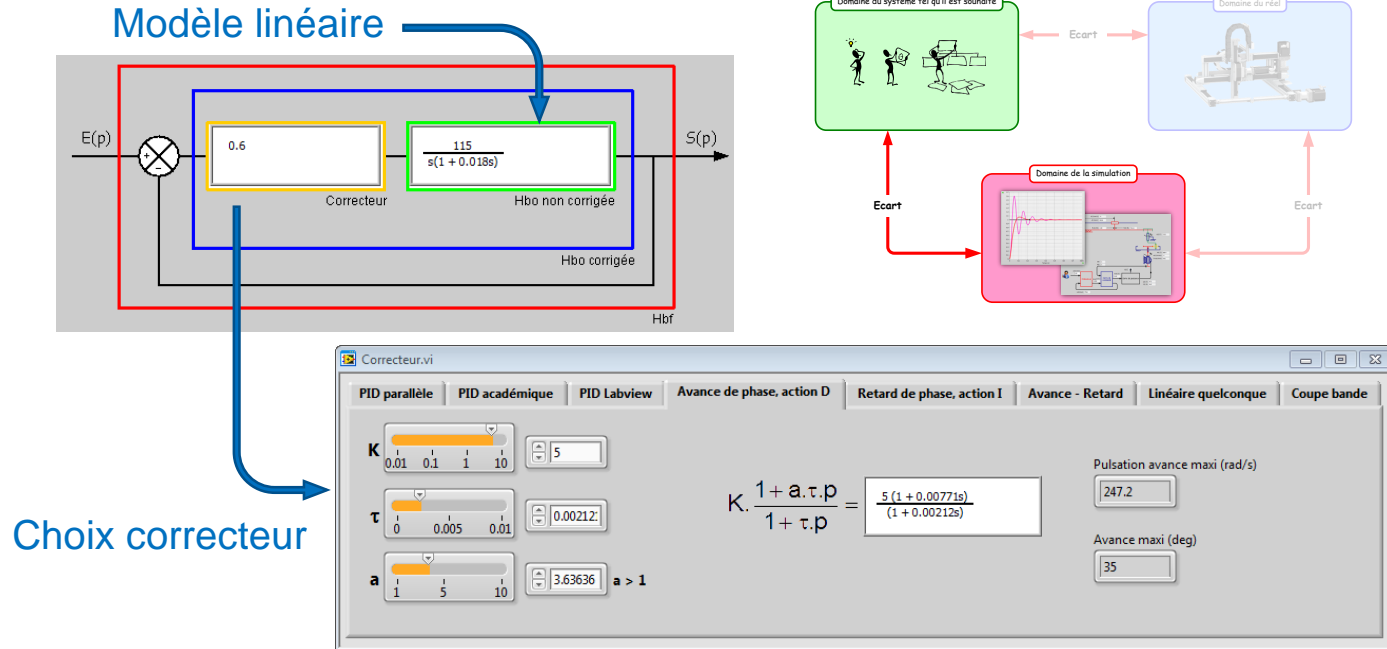


Conception divisée en 3 phases

- Modélisation
- Validation du modèle
- **Simulations Model-in-the-loop**

La conception : 3 ° phase

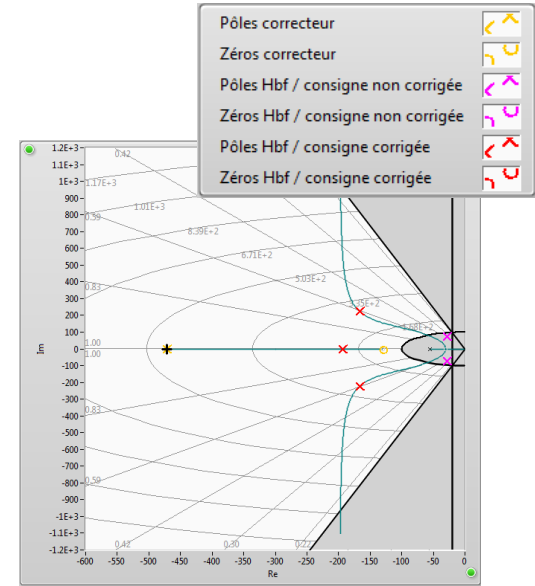
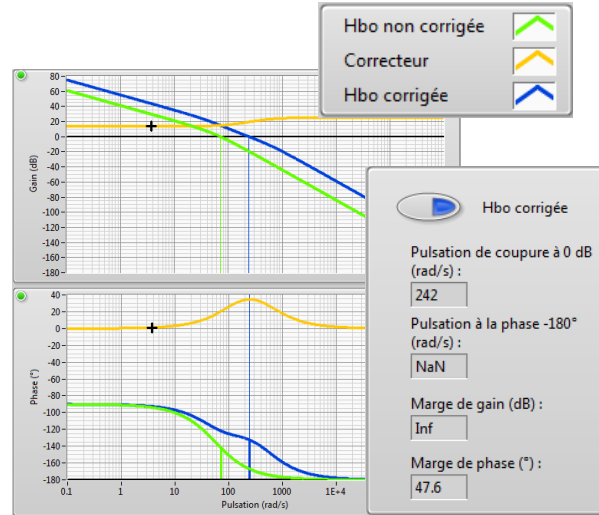
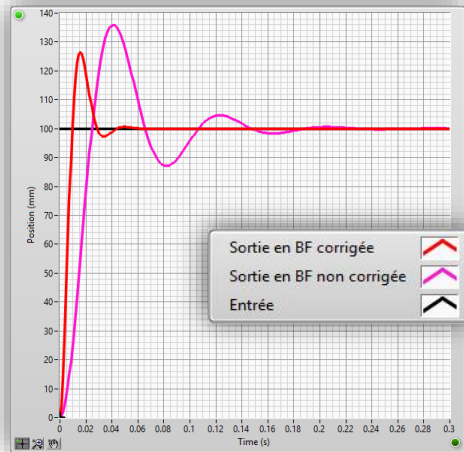
Synthèse de correcteur



La conception : 3 ° phase

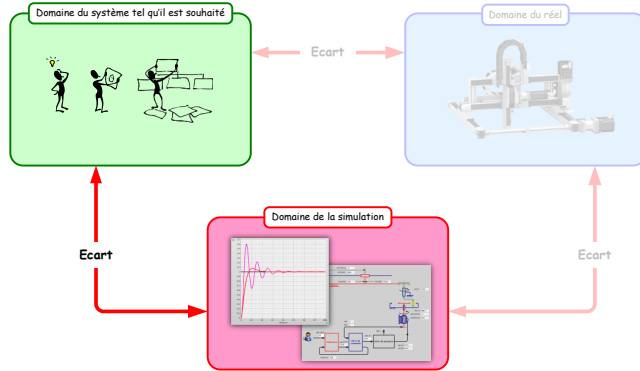
Synthèse de correcteur

Calage dans le domaine temporel, fréquentiel ou lieu des pôles



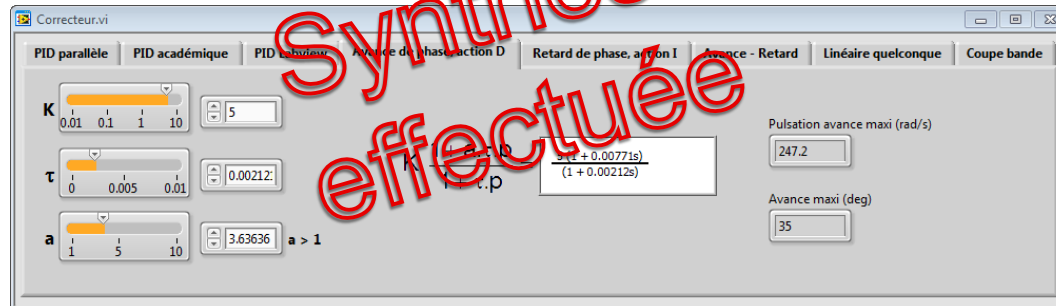
La conception : 3^e phase

La synthèse du correcteur



Les performances simulées respectent le cahier des charges

Synthèse effectuée



La conception : 3 ° phase

Simulations hors ligne

Batterie de tests virtuels :

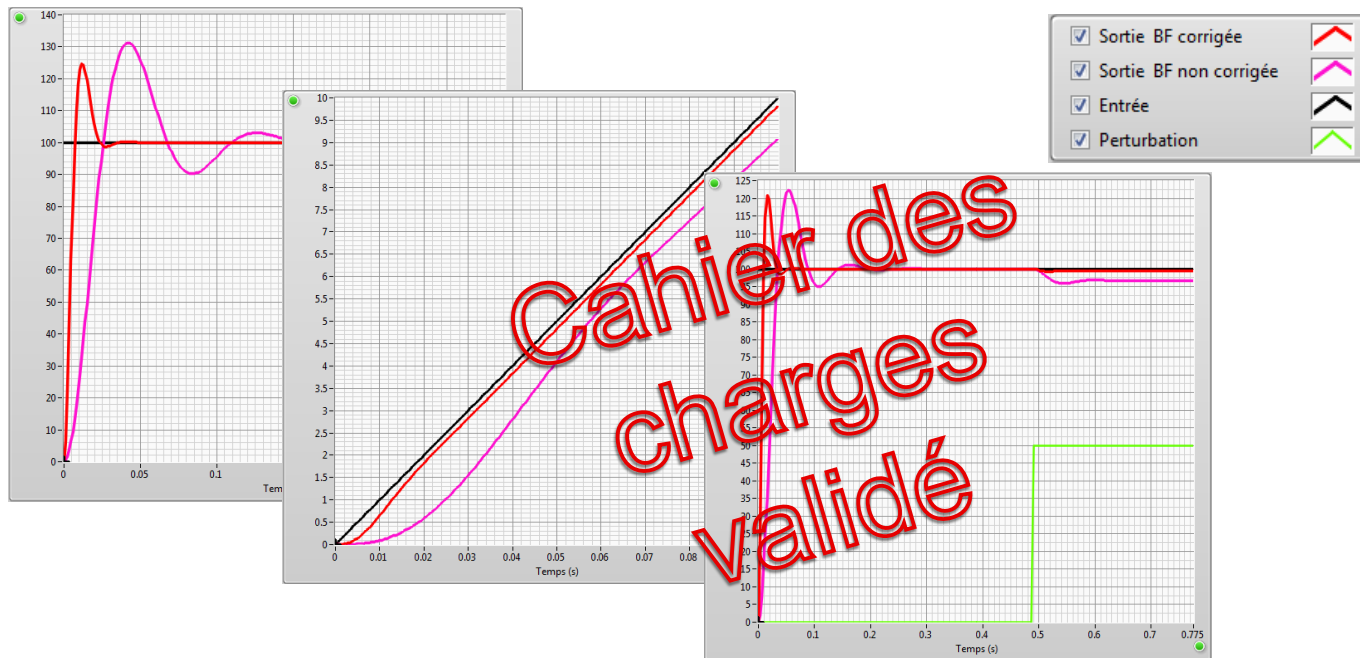
- Scénarii les plus contraignants
- Tous type d'entrées, toutes amplitudes, prise en compte de perturbations

Buts

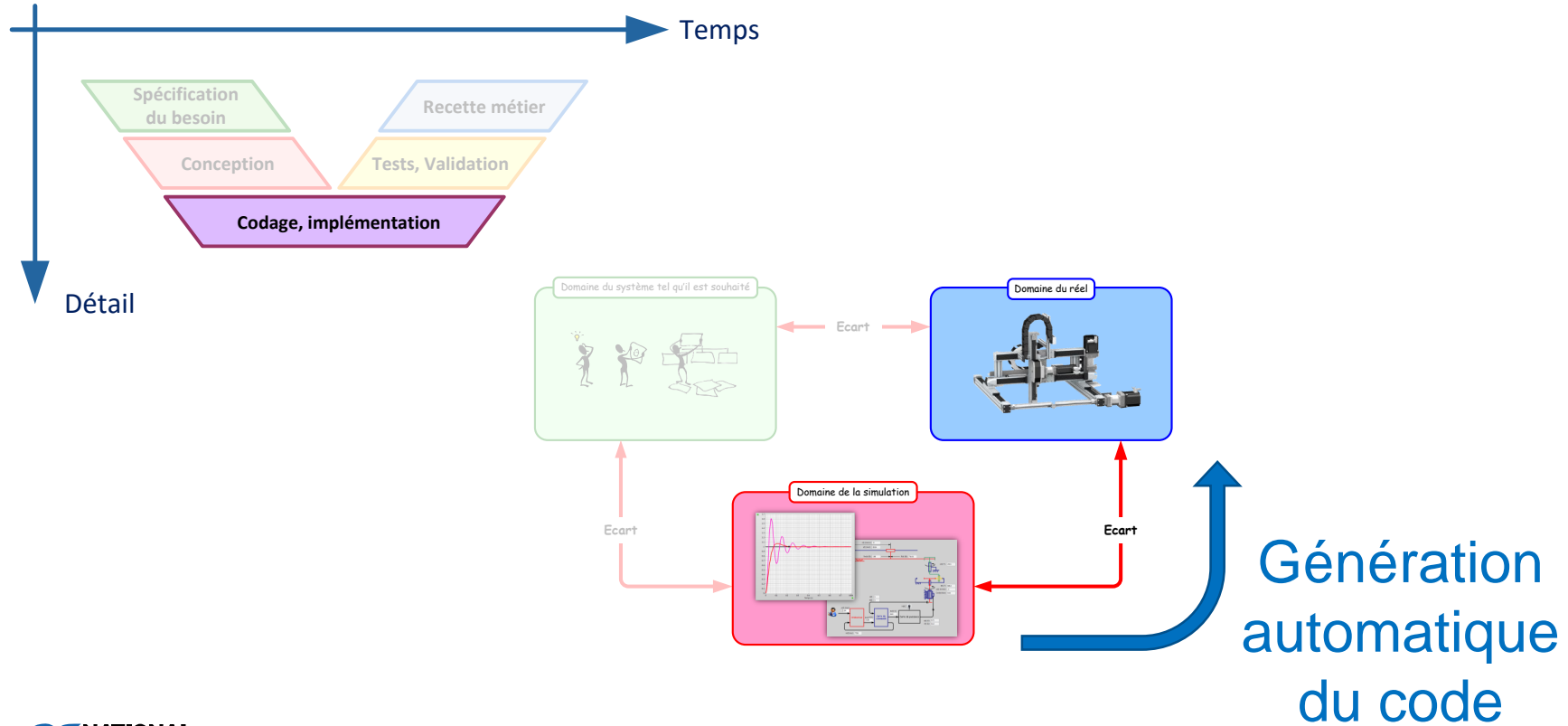
- Détection d'erreur très tôt dans le cycle de conception
- Report des tests réels (longs, chers et risqués) le plus tard possible
- Anticiper les phases de réglage en travaillant sur le modèle

La conception : 3 ° phase

Batterie de tests, validation de toutes les performances

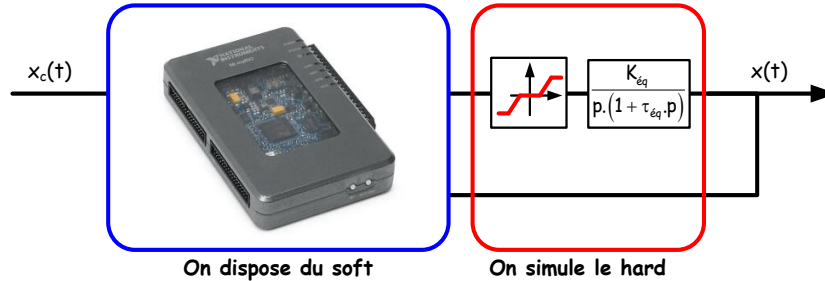


L'implémentation



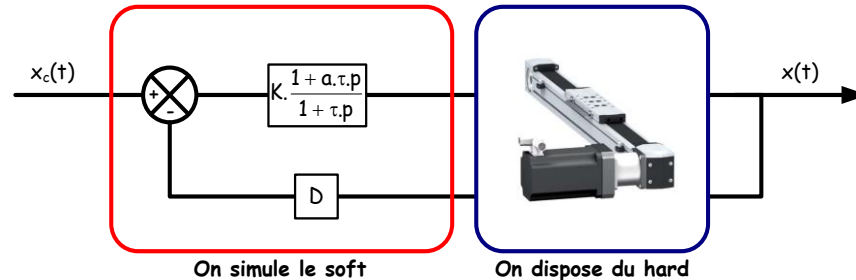
L'implémentation

1° temps : Software / Processor in the loop

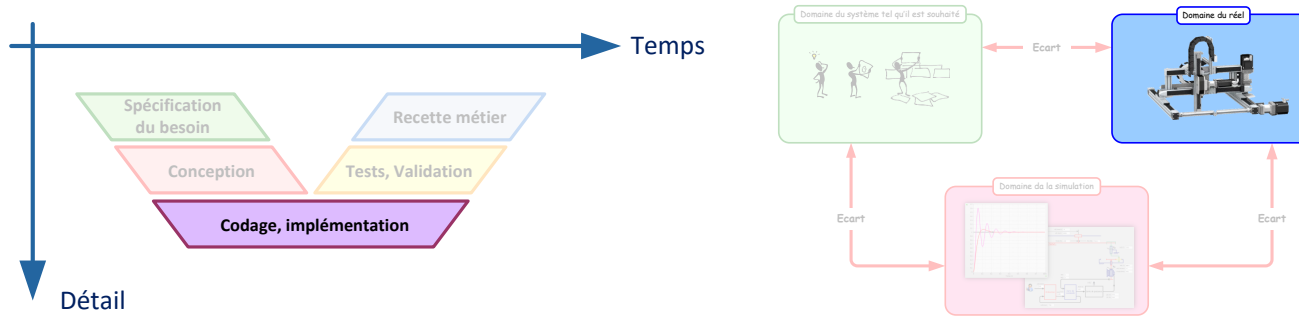


Le soft tourne dans le matériel définitif (la cible) :
Processeur sous OS
temps réel + FPGA par exemple

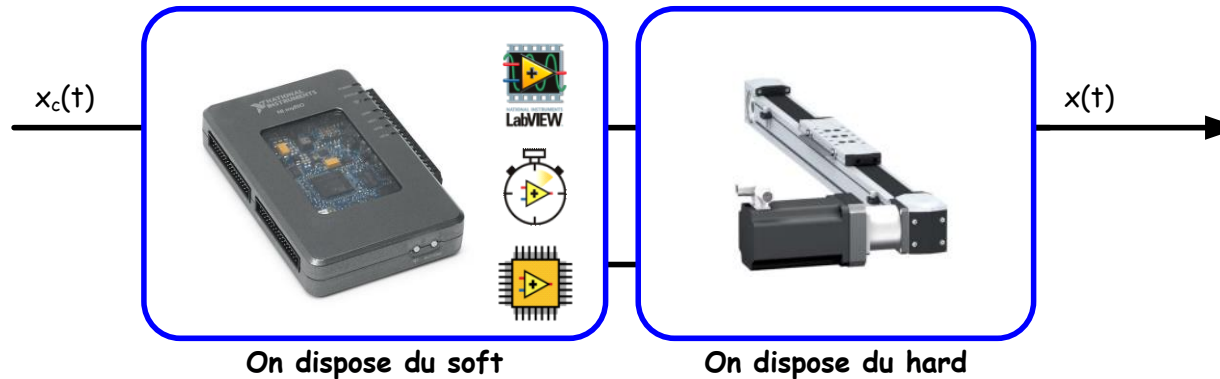
2° temps : Hardware in the loop



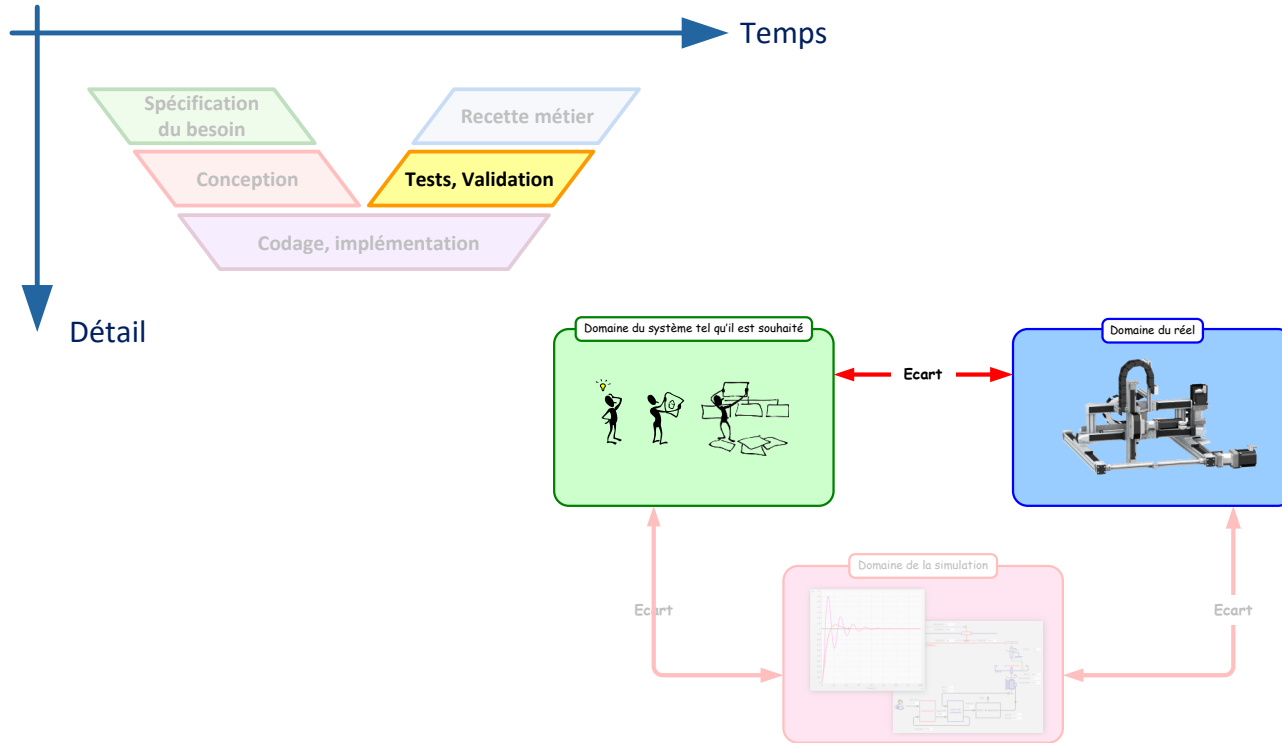
L'implémentation



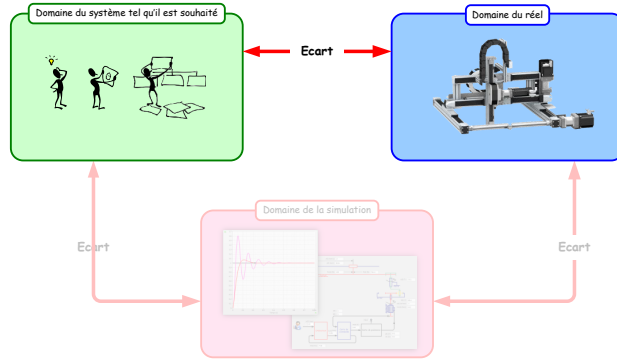
Tout tourne sur le matériel définitif



Test et validation

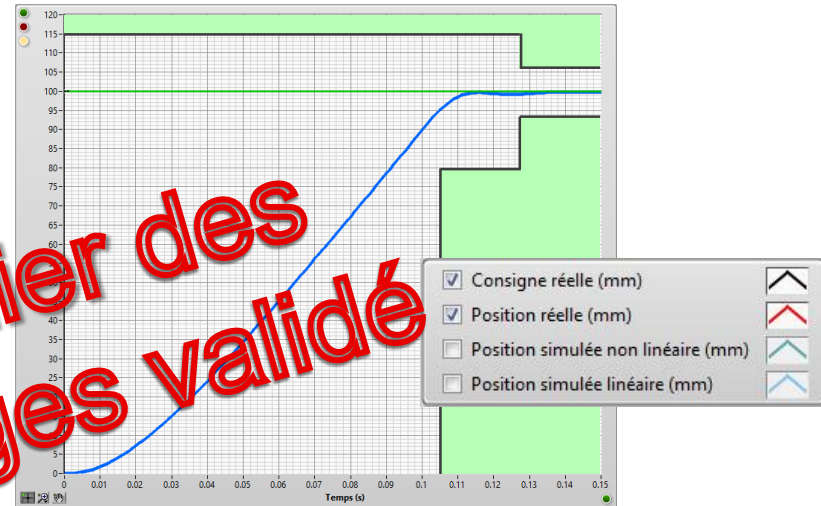


Test et validation

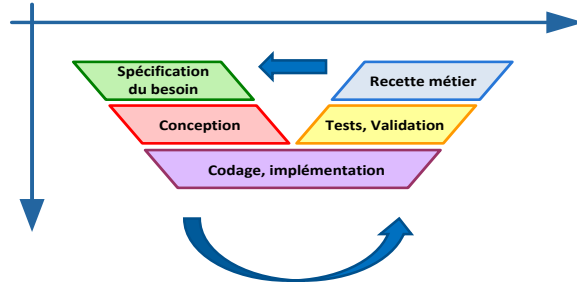


Réponse réelle

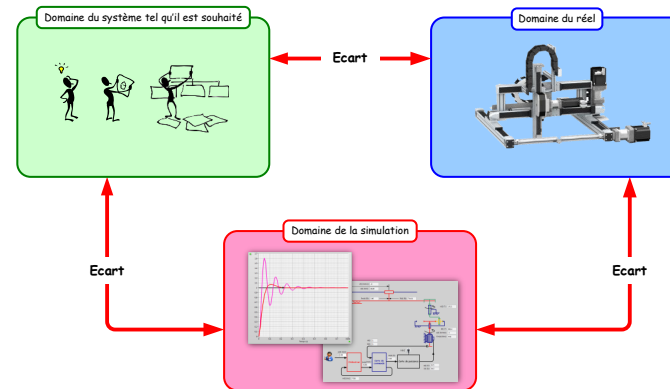
Cahier des charges validé



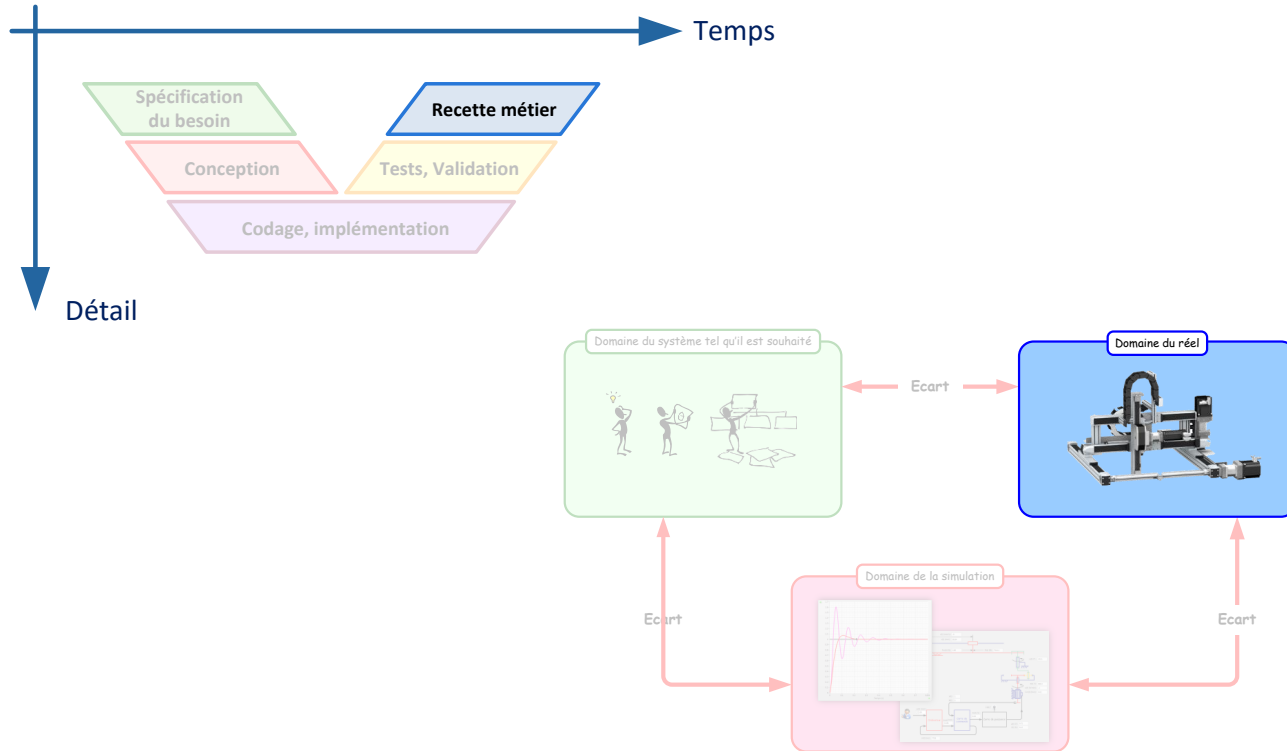
Test et validation



Itérations quasi-immédiates
compte-tenu de l'environnement
logiciel unique qui permet de
mener toute la démarche du
Model-Based Design



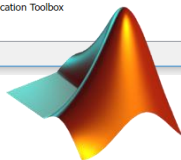
Recette métier



Bénéfices pour les étudiants

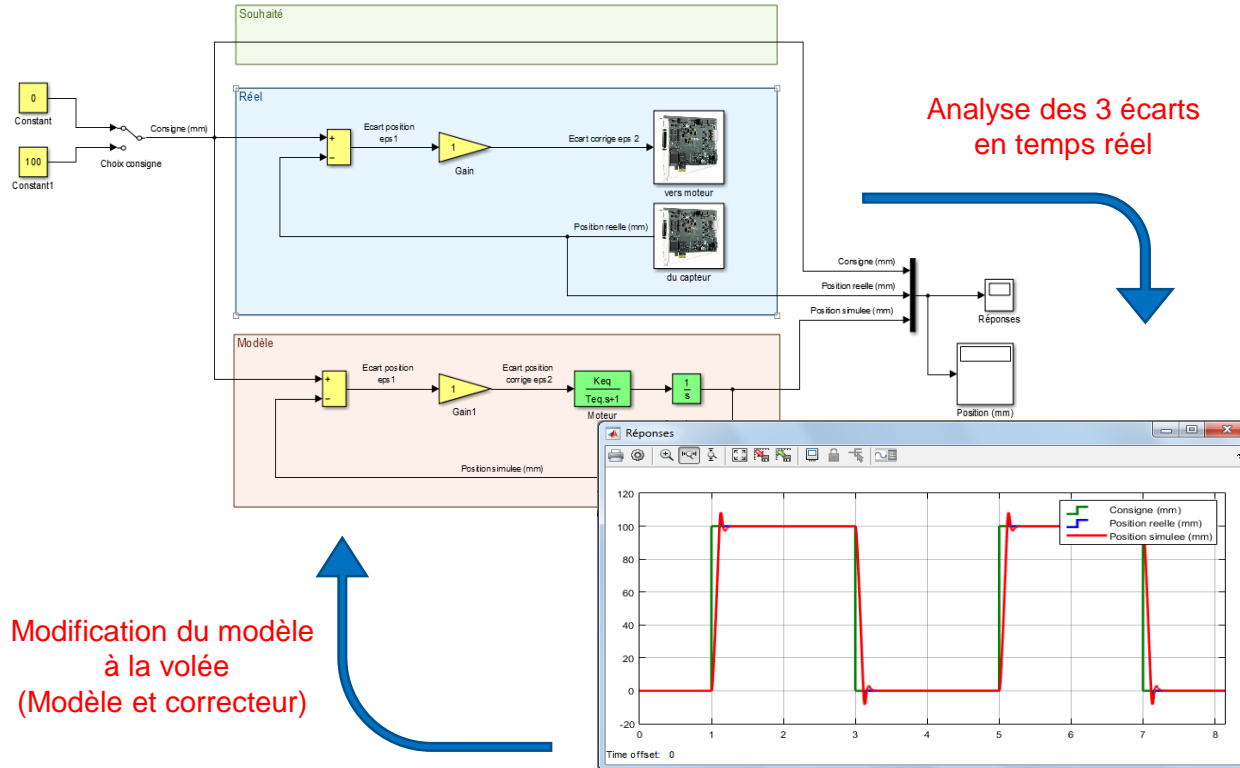
...de la démarche du Model-Based Design

- Mener toutes les activités dans un environnement logiciel unique
- Intégrer les activités des étudiants dans une démarche industrielle
- Donner un sens à la démarche d'évaluation des écarts



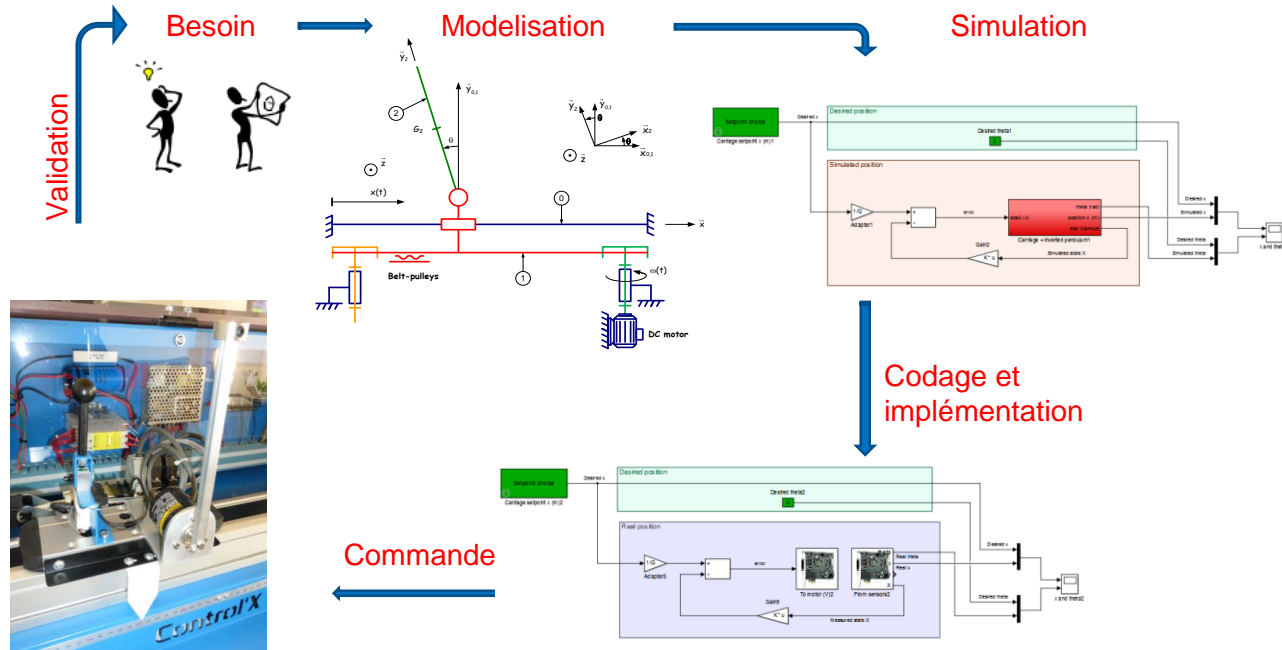
Control'X : analyse des écarts en temps réel

Le contrôle-commande accessible



Control'X : exemple d'application

Pendule inversé : workFlow complet typé model-based design



Control'X : l'automatique du bout des doigts



DMS 

www.dmseducation.com

Restez **connectés** pendant et après NIDays



ni.com/communaute-francophone



facebook.com/nifrance



twitter.com/nifrance



youtube.com/nifrance