



université
PARIS-SACLAY



CentraleSupélec

METHODE **B**

PRÉSENTATION DE L'ÉLECTIF

DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES CRITIQUES

AVEC LA MÉTHODE B

🎓 3A - Coursus Ingénieurs 🏛️ CentraleSupélec 📅 2022/2023



Idir AIT SADOUNE

idir.aitsadoue@centralesupelec.fr

LE LOGICIEL INFORMATIQUE

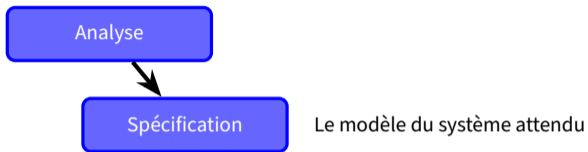


CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

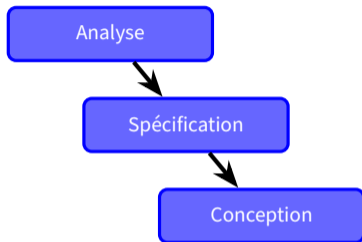
CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

Analyse

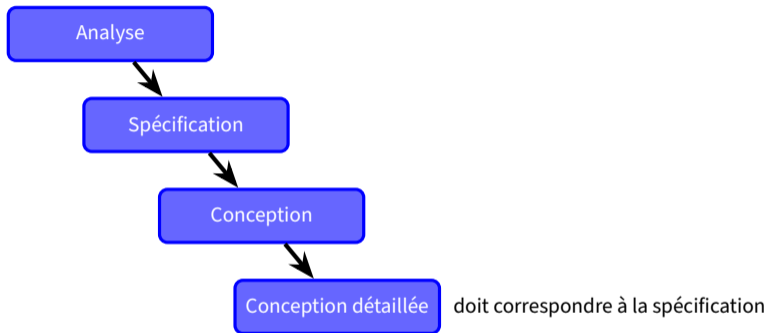
CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



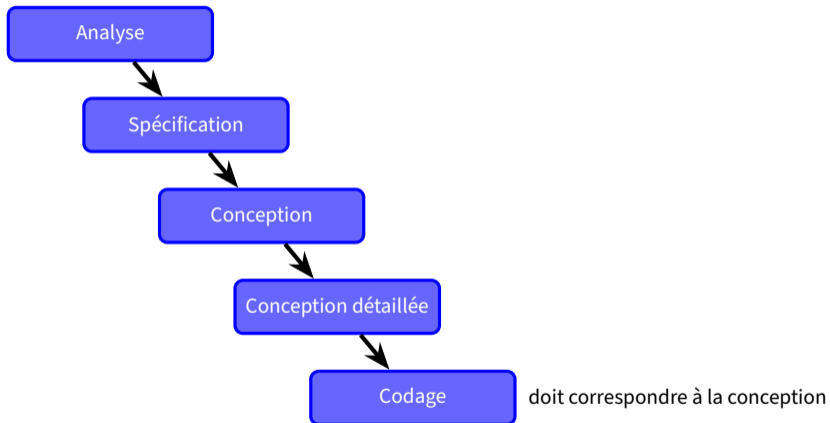
CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



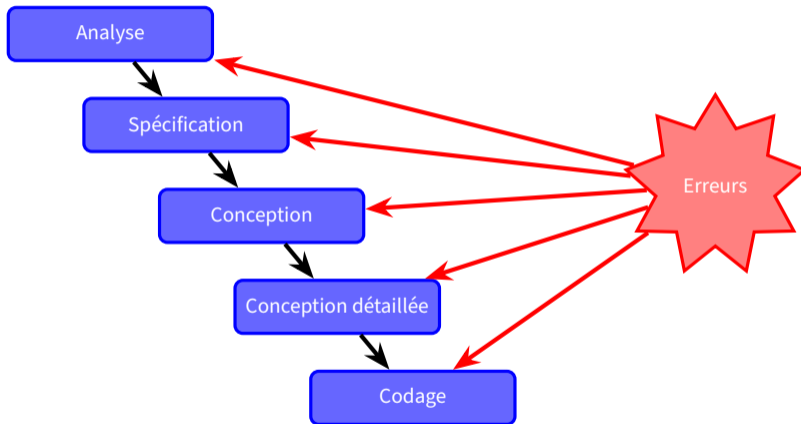
CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Des **erreurs** possibles à **toutes** les étapes du développement.

LOGICIELS CRITIQUES

LOGICIELS CRITIQUES

- **Un logiciel critique** est un logiciel pour lequel **une défaillance** peut avoir des **conséquences catastrophiques**

LOGICIELS CRITIQUES

- **Un logiciel critique** est un logiciel pour lequel une **défaillance** peut avoir des **conséquences catastrophiques**
- Exemple du calculateur de bord d'Ariane 5
 - [Vol 241/5101 du 25 janvier 2018](#) 🌐



SITUATIONS À ÉVITER!!!

SITUATIONS À ÉVITER!!!



SITUATIONS À ÉVITER!!!



SOLUTIONS

SOLUTIONS

- ✓ Les règles et les techniques de programmation.

SOLUTIONS

- ✓ Les règles et les techniques de programmation.
- ✓ Les méthodologies de développement.

SOLUTIONS

- ✓ Les règles et les techniques de programmation.
- ✓ Les méthodologies de développement.
- ✓ Le support des langages de programmation.

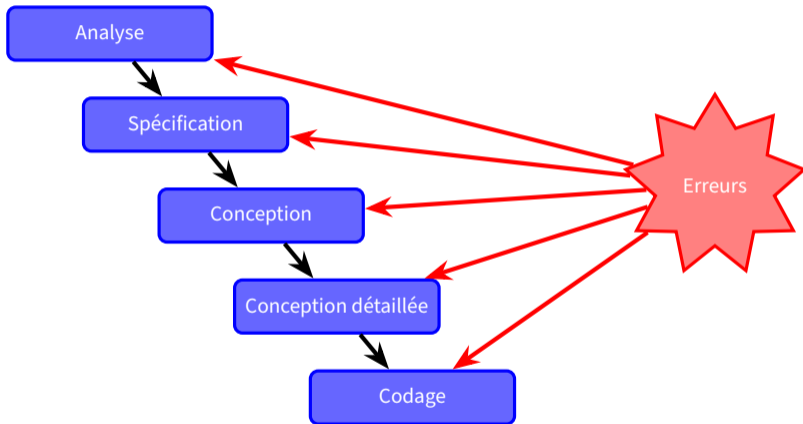
SOLUTIONS

- ✓ Les règles et les techniques de programmation.
- ✓ Les méthodologies de développement.
- ✓ Le support des langages de programmation.
- ✓ Le test.

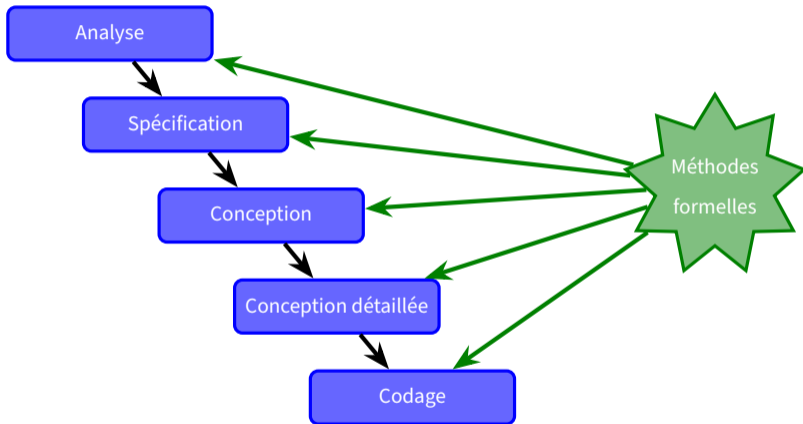
SOLUTIONS

- ✓ Les règles et les techniques de programmation.
- ✓ Les méthodologies de développement.
- ✓ Le support des langages de programmation.
- ✓ Le test.
- ✓ **Les méthodes formelles.**

LA PLACE DES MÉTHODES FORMELLES



LA PLACE DES MÉTHODES FORMELLES



Utiliser les méthodes formelles dans toutes les étapes.

QUI RECOMMANDE LES MÉTHODES FORMELLES ?

QUI RECOMMANDE LES MÉTHODES FORMELLES ?

- L'utilisation de spécifications formelles rend **les exigences non ambiguës**. (**Norme européenne**)

QUI RECOMMANDE LES MÉTHODES FORMELLES ?

- L'utilisation de spécifications formelles rend **les exigences non ambiguës**. (**Norme européenne**)
- L'utilisation de méthodes formelles a pour but d'**éliminer les erreurs de spécification**, de **conception** et de **codage**. (**Norme aéronautique**)

QUI RECOMMANDE LES MÉTHODES FORMELLES ?

- L'utilisation de spécifications formelles rend **les exigences non ambiguës**. (**Norme européenne**)
- L'utilisation de méthodes formelles a pour but d'**éliminer les erreurs de spécification**, de **conception** et de **codage**. (**Norme aéronautique**)
- Pour les spécifications, les méthodes formelles sont recommandées et fournissent **précision**, **non ambiguïté** et **cohérence**. (**Norme ferroviaire**)

EXEMPLES DE NORMES - FERROVIAIRE

- Les [normes européennes 50126](#), [50128](#), [50129](#).



EXEMPLES DE NORMES - FERROVIAIRE

- Les **normes européennes 50126, 50128, 50129**.
 - 👉 requises pour les fournisseurs d'**équipements de contrôle-commande**



EXEMPLES DE NORMES - FERROVIAIRE

- Les **normes européennes 50126, 50128, 50129**.
 - 👉 requises pour les fournisseurs d'**équipements de contrôle-commande**
 - 👉 des standards utilisés dans le domaine ferroviaire.




LES MÉTHODES FORMELLES RECOMMANDÉES

Parmi les méthodes formelles recommandées par les normes, nous citons : "*CSP, CCS, HOL, LOTOS, Temporal Logic, VDM, B Method, Model Checking...*"



[page 103 de la norme EN 50128](#)

METHODE *B*




METHODE *B*

- Une **méthode formelle** permettant le **développement de logiciels sûrs** (www.methode-b.com ).





METHODE *B*

- Une **méthode formelle** permettant le **développement de logiciels sûrs** (www.methode-b.com ).
- Conçue par le mathématicien français **J.R Abrial**  en **1996**.

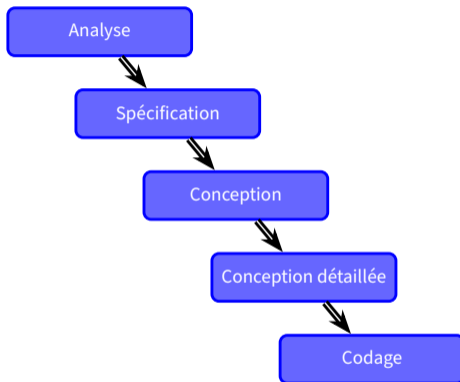
METHODE *B*

- Une **méthode formelle** permettant le **développement de logiciels sûrs** (www.methode-b.com ).
- Conçue par le mathématicien français **J.R Abrial**  en **1996**.
- Repose sur les travaux menés à l'université d'Oxford par **C.A.R. Hoare** .

METHODE **B**

- Une **méthode formelle** permettant le **développement de logiciels sûrs** (www.methode-b.com ).
- Conçue par le mathématicien français **J.R Abrial**  en **1996**.
- Repose sur les travaux menés à l'université d'Oxford par **C.A.R. Hoare** .
- **The B-Book**  de J.R. Abrial est l'ouvrage fondamental de la **méthode B**.

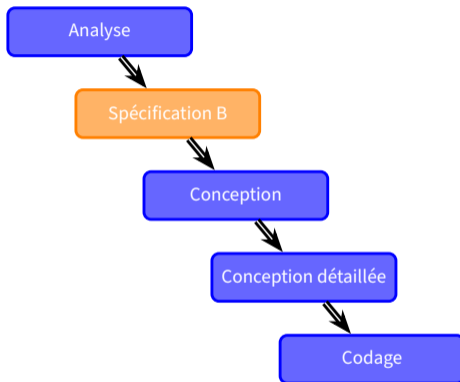
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Une méthode de **conception** et de **développement** :

La **méthode B** est utilisée dans **toutes les étapes de développement**

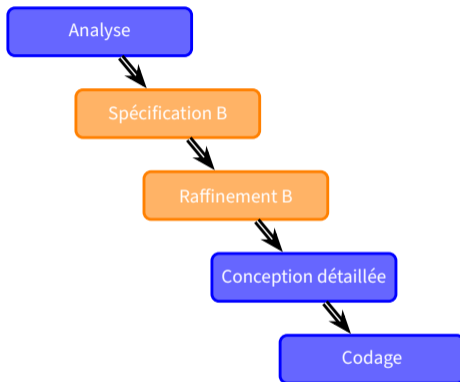
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Une méthode de **conception** et de **développement** :

La **méthode B** est utilisée dans **toutes les étapes de développement**

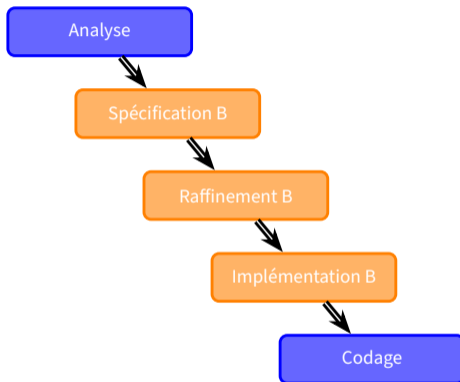
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Une méthode de **conception** et de **développement** :

La **méthode B** est utilisée dans **toutes les étapes de développement**

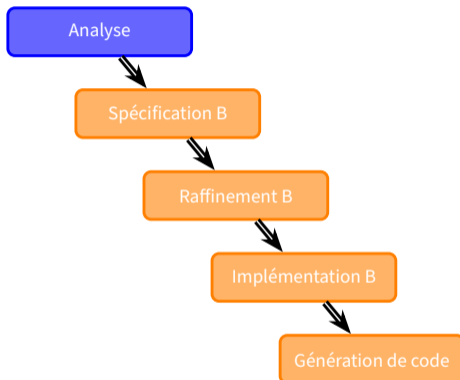
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Une méthode de **conception** et de **développement** :

La **méthode B** est utilisée dans **toutes les étapes de développement**

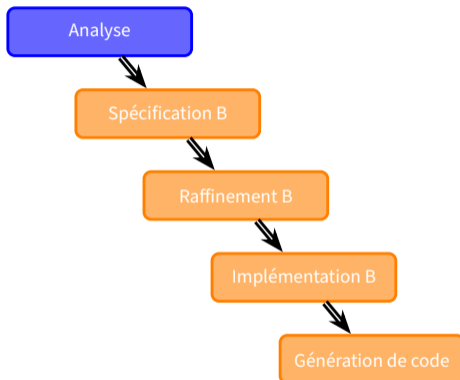
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Une méthode de **conception** et de **développement** :

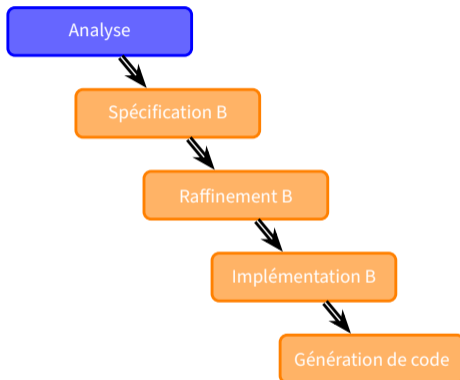
La **méthode B** est utilisée dans **toutes les étapes de développement**

LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Approche **top-down** : les **programmes** sont **prouvés conformes**
à leurs spécifications

LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT



Un développement utilisant la **méthode B** peut fournir la **preuve** que le **système est complet** et **correct vis à vis de sa spécification**.











MÉTHODE B & SECTEURS D'ACTIVITÉS


- Premier métro autonome ([Ligne 14 - Projet Meteor - 1998](#))

MÉTHODE B & SECTEURS D'ACTIVITÉS











- Premier métro autonome ([Ligne 14 - Projet Meteor - 1998](#))
- Ferroviaire : [exemples de projets](#)
- Automobile : [exemples de projets](#)
- Energie : [exemples de projets](#)
- Microelectronique : [exemples de projets](#)
- Défense : [exemples de projets](#)





LE PROGRAMME DU COURS

1.  06/12  15h30 - **Le langage mathématique de B**
2.  13/12  08h30 - **La modélisation avec la méthode B**
3.  17/01  13h45 - **La consistance d'un modèle B**
4.  24/01  08h30 - **L'animation d'un modèle B**
5.  24/01  13h45 - **L'implémentation d'un modèle B**

Les séances durent  3h00 avec un format **cours/TD sur machine**.

LE PROGRAMME DU COURS

1.  06/12  15h30 - **Le langage mathématique de B**
2.  13/12  08h30 - **La modélisation avec la méthode B**
3.  17/01  13h45 - **La consistance d'un modèle B**
4.  24/01  08h30 - **L'animation d'un modèle B**
5.  24/01  13h45 - **L'implémentation d'un modèle B**

6.  31/01  08h30 - **Projet évalué**
7.  07/02  08h30 - **Projet évalué**

Les séances durent  3h00 avec un format **cours/TD sur machine**.

LE PROJET ÉVALUÉ

Le système AMAN (Arrival MANager) : un planificateur partiellement autonome des séquences d'atterrissage des avions dans les aéroports.

Etude de cas de la conférence internationale [ABZ 2023](#) 🌐

[Lien vers la spécification](#) 🌐.

LES OUTILS À INSTALLER

ATELIER *B*

[Lien de téléchargement](#)



[Lien de téléchargement](#)