



# Etude et conception Avion

---

Phases d'un projet



# Sommaire – Phases d'un projet

---

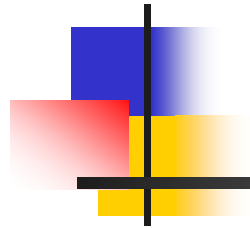
- Naissance d'un programme d'avion
  - Quand est-ce qu'un projet commence ?
  - Processus itératif par nature
- Définition des phases d'un programme
  - Déroulement
  - Particularités d'un programme aéronautique
- Références :
  1. *Aircraft Design : A Conceptual Approach* – Daniel P. Raymer
  2. *Synthesis of Subsonic Airplane Design* – Egbert Torenbeek
  3. *Airplane Design* – Dr. Jan Roskam
  4. *The Design of Aeroplane* – Darrol Stinton



# Sommaire – Phases d'un projet

---

- Naissance d'un programme d'avion
  - Quand est-ce qu'un projet commence ?
  - Processus itératif par nature
- Définition des phases d'un programme
  - Déroulement
  - Particularités d'un programme aéronautique
- Références :
  1. *Aircraft Design : A Conceptual Approach* – Daniel P. Raymer
  2. *Synthesis of Subsonic Airplane Design* – Egbert Torenbeek
  3. *Airplane Design* – Dr. Jan Roskam
  4. *The Design of Aeroplane* – Darrol Stinton



# Naissance d'un programme

---

Quand est-ce qu'un projet commence ?

Processus itératif par nature

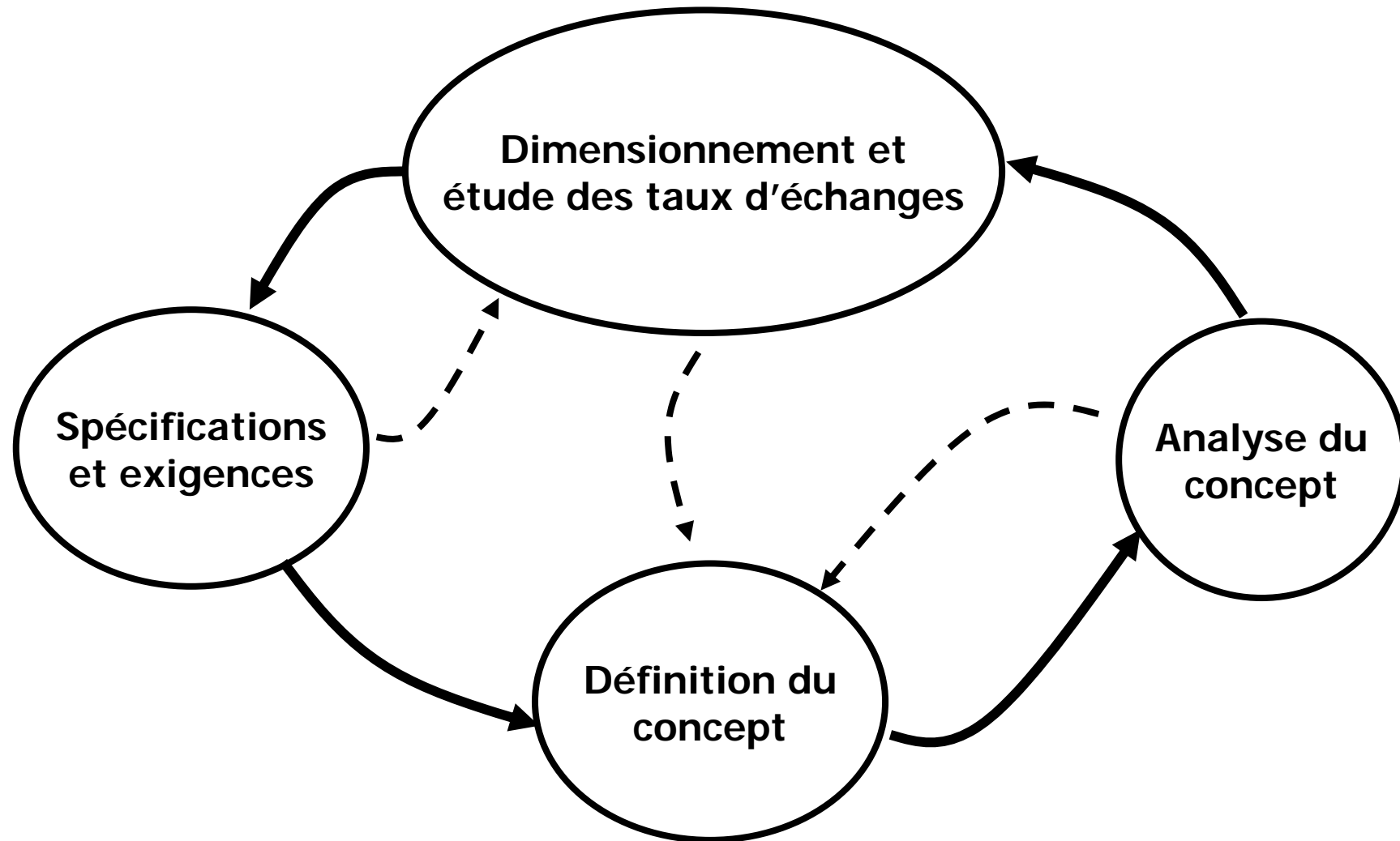


## Commencement d'un programme

---

- Pas de règle générale
  - Le concepteur : nouveau concept d'avion
  - Le spécialiste en dimensionnement : première estimation de la masse
  - Le client : écriture de la spécification
  - Le commercial : étude de marché
  - Le financier : les premières dépenses
  - Le certificateur : la demande de certification de type
  - etc.

# Processus itératif par nature



A chaque itération, on connaît mieux l'avion et on le précise de plus en plus.



# Sommaire – Phases d'un projet

---

- Naissance d'un programme d'avion
  - Quand est-ce qu'un projet commence ?
  - Processus itératif par nature
- Définition des phases d'un programme
  - Déroulement
  - Particularités d'un programme aéronautique
- Références :
  1. *Aircraft Design : A Conceptual Approach* – Daniel P. Raymer
  2. *Synthesis of Subsonic Airplane Design* – Egbert Torenbeek
  3. *Airplane Design* – Dr. Jan Roskam
  4. *The Design of Aeroplane* – Darrol Stinton



# Définition des phases d'un programme

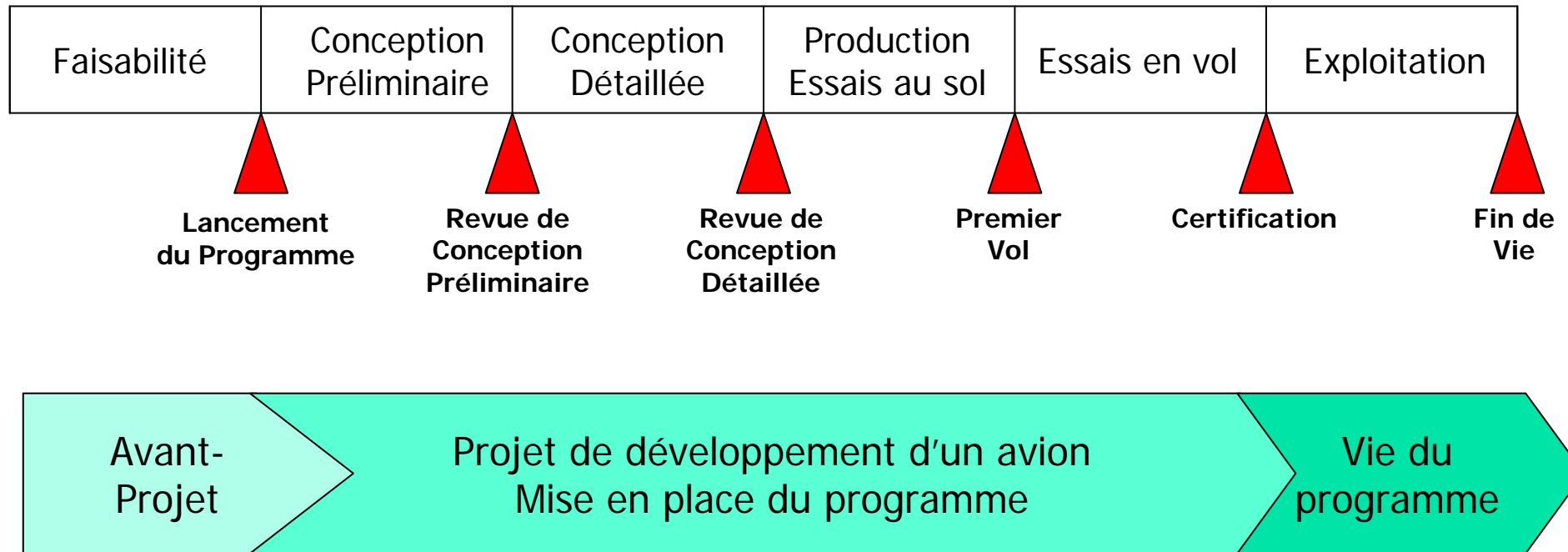
---

Déroulement

Particularités d'un programme aéronautique



# Déroulement général



## Evolution des équipes

Des rôles différents → des compétences et des équipes différentes





## Déroulement – dessin et analyse

---

- Première(s) itération(s) = Design Conceptuel / Faisabilité

- Est-ce ça fonctionnera ?
- A quoi ressemble-t-il ?
- Quelles sont les exigences qui vont piloter la conception ?
- Quels compromis doivent être pris en compte ?
- Quel coût et quelle masse ?

➔ Réponses aux questions « basiques » en terme de configuration et d'aménagement général, de dimensions, de masse et de performances

➔ « Est-ce qu'un avion d'un prix abordable peut être conçu et fabriqué tout en remplissant toutes les spécifications ? »

Evolution potentielle des spécifications par le client

➔ A partir de là, il n'y aura plus de grand changement



## Déroulement – dessin et analyse

---

- Itération(s) suivante(s) = Design Préliminaire
  - Gel de la configuration
  - Développement de la géométrie extérieure de l'avion
  - Mise en place d'essais et analyse préliminaire
  - Design des éléments majeurs
  - Estimation du coût réel (« **YOU-BET-YOUR-COMPANY** »)
- ➔ Les spécialistes (structure, systèmes, trains d'atterrissage, etc.) dessinent et analysent leur partie
- ➔ le but final est d'engager l'entreprise dans un programme pouvant lui coûter la vie



## Déroulement – dessin et analyse

---

- Itération(s) finale(s) = Design Détaillé
  - Dessin des pièces à fabriquer
  - Définition des outils et des processus de fabrication
  - Tests des éléments majeurs (structures, trains, systèmes,...)
  - Estimations finalisées de la masse et des performances
  
- ➔ Exemple : le caisson de voilure devient un ensemble constitué de nervures, longerons et peau, assemblés entre eux.
- ➔ Processus de fabrication vu au sens large : des pièces les plus petites, assemblées progressivement pour arriver aux éléments majeurs de l'avion et leur assemblage final
- ➔ Essais : MTC, Iron Bird, Simulateurs de vol



## Déroulement – Production

---

- Industrialisation puis Montée en cadence
- Agréments de production
- Chaîne industrielle



## Déroulement – La vie opérationnelle

---

- Suivi client
- Evolutions et modifications au cours de la vie de l'avion
- Suivi de navigabilité
- Extension de la durée de vie



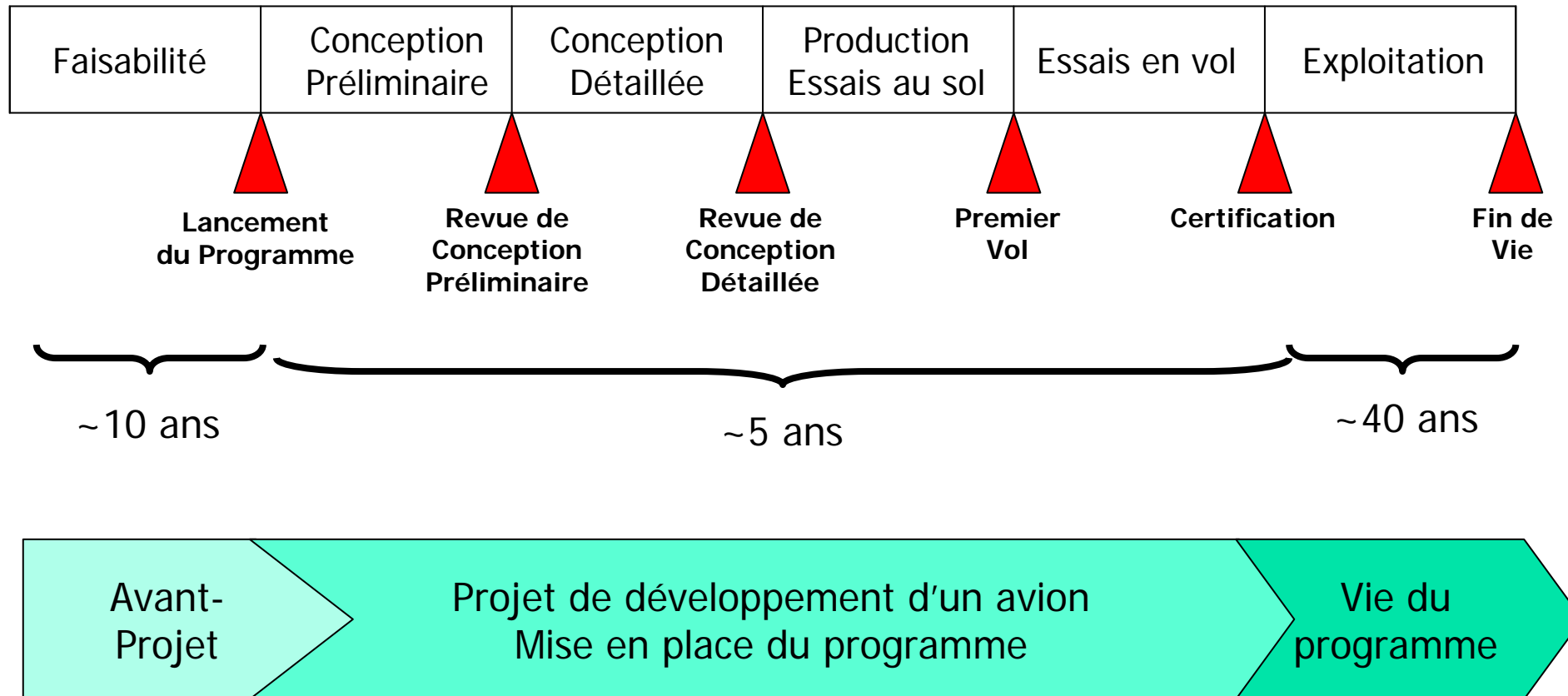
## Particularités

---

- Durée
- Coûts
- Partenaires industriels
- Les équipes
- Le haut niveau technologique



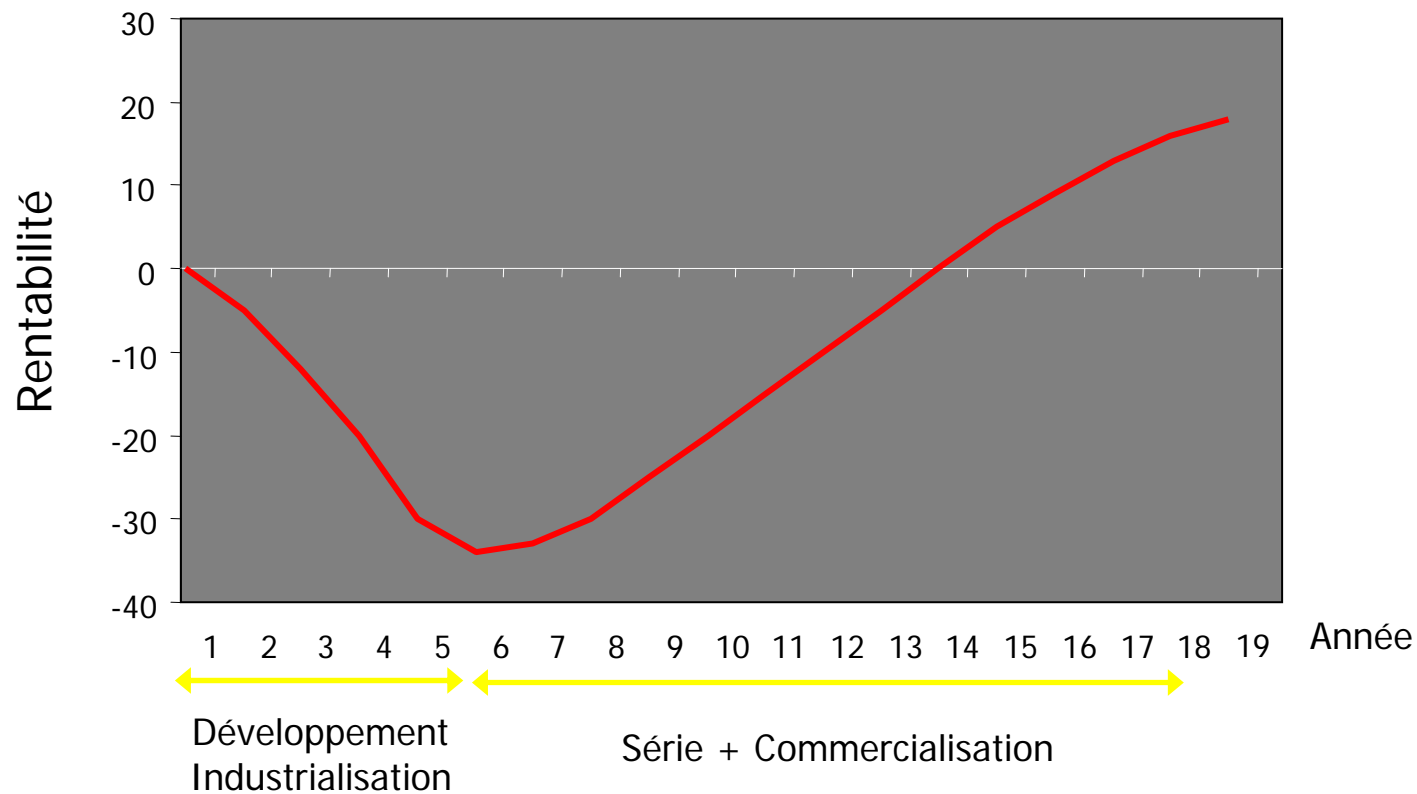
# Particularité – Durée



## Particularité – Coûts

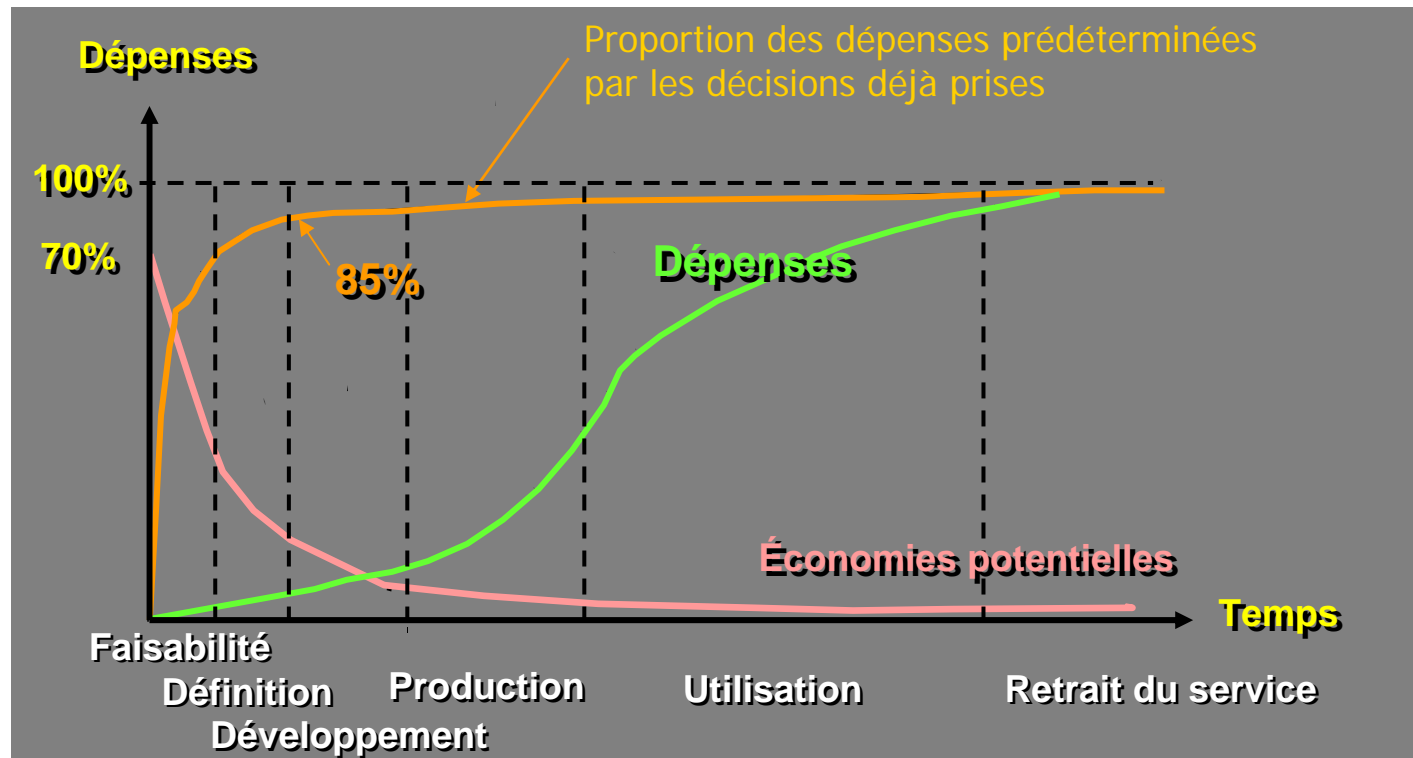
Pour un avion de transport civil : plusieurs milliards d'euros d'investissements

Un retour sur investissement à très long terme (~15 ans)



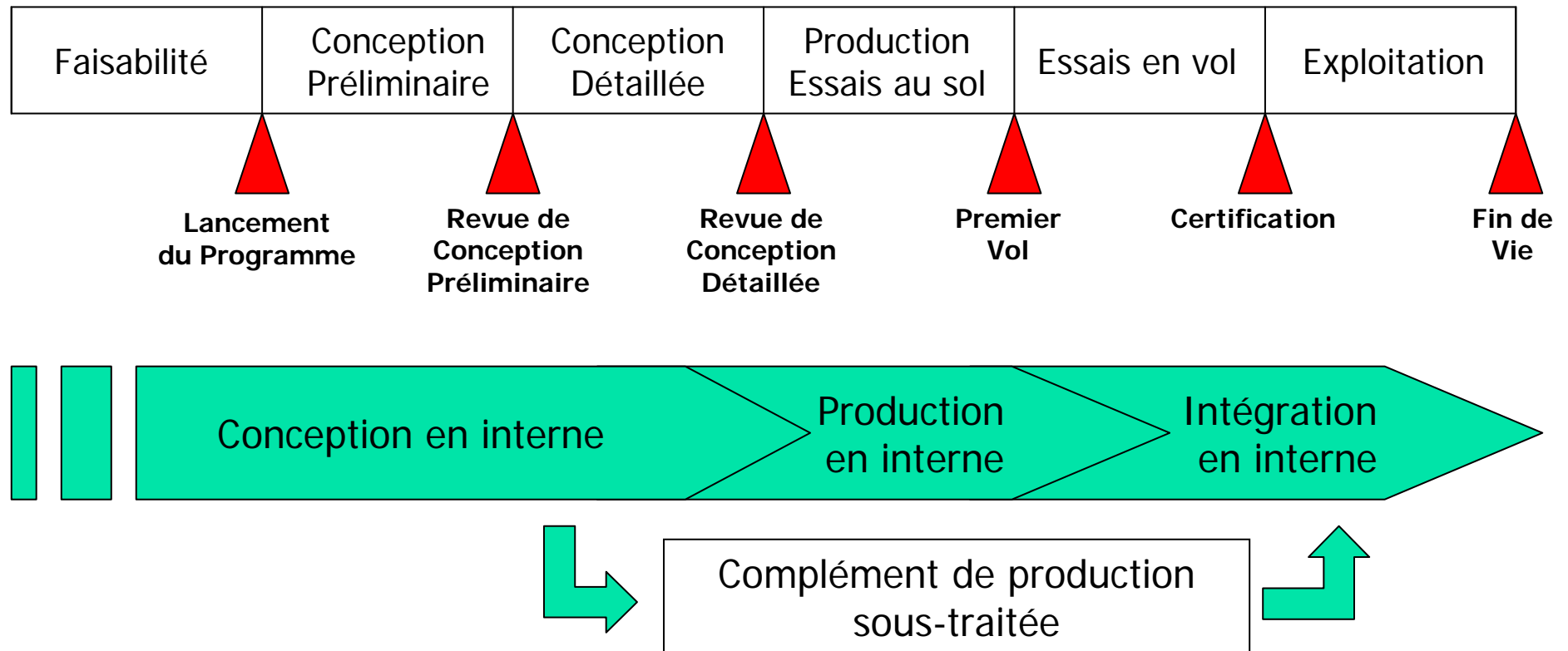
# Particularité – Coûts

Importance des décisions prises très tôt dans le processus



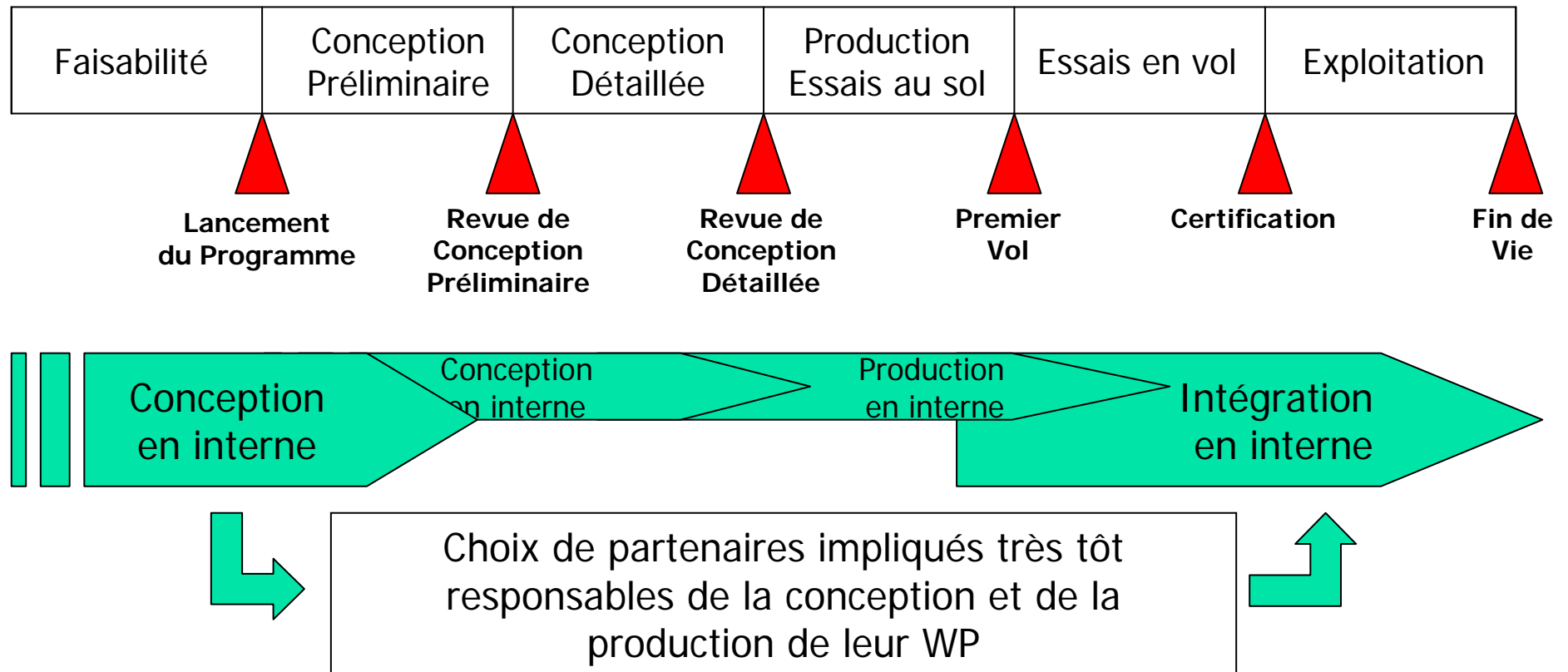


## Particularités – Sous-traitance classique



Pas de mode de coordination spécifique  
Production de pièces élémentaires  
Volume sous-traité faible  
Aucun partage de technologie ni de savoir-faire

# Particularités – Sous-traitance globale



Besoin de mode de coordination spécifique  
Production d'ensembles complets et complexes  
Volume sous-traité important  
Transfert technologique et innovation ouverte

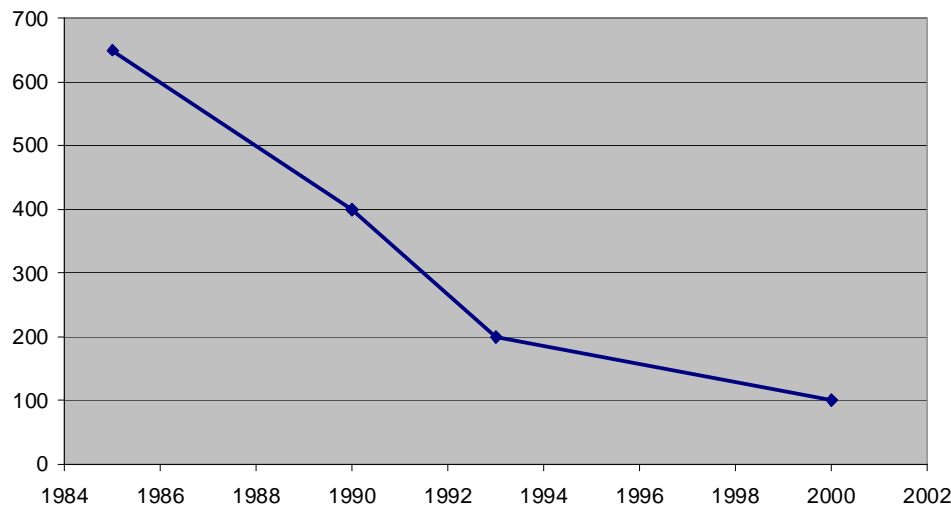


# Particularités – Sous-traitance globale

## Modification du rôle des acteurs :

- Sous-traitants → partenaires
- Donneur d'ordre → intégrateur, maître d'œuvre

Evolution du nombre de sous-traitant de production



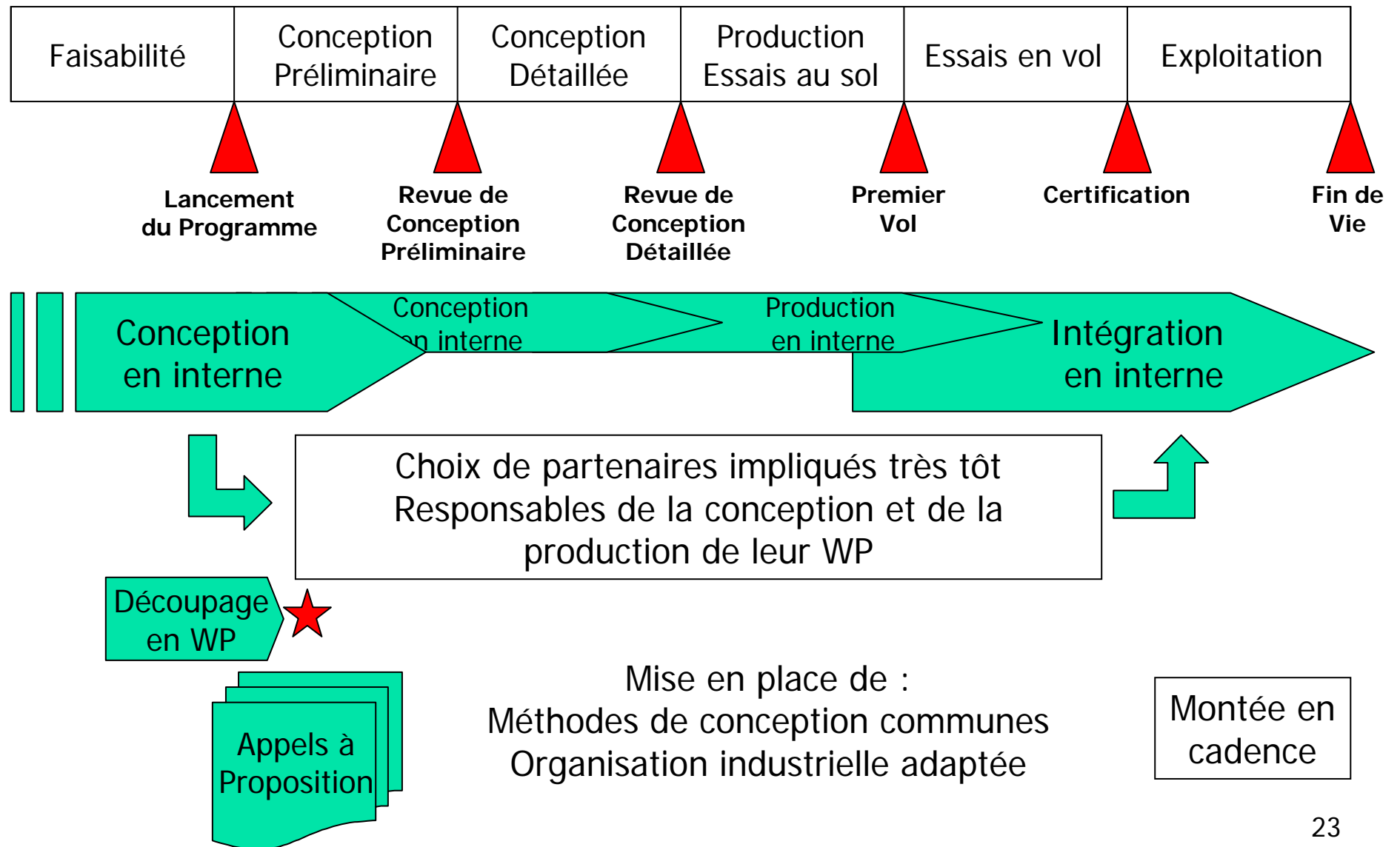
## Évolution de la chaîne de production :

- Réduction du nombre de sous-traitants directs (« tier 1 »)
- Structuration des filières régionales autour de ces tiers 1

## Nouveau partage des responsabilités et des risques :

- Technologie
- Financement
- Industrialisation

# Particularités – Notion de Risk Sharing Partner

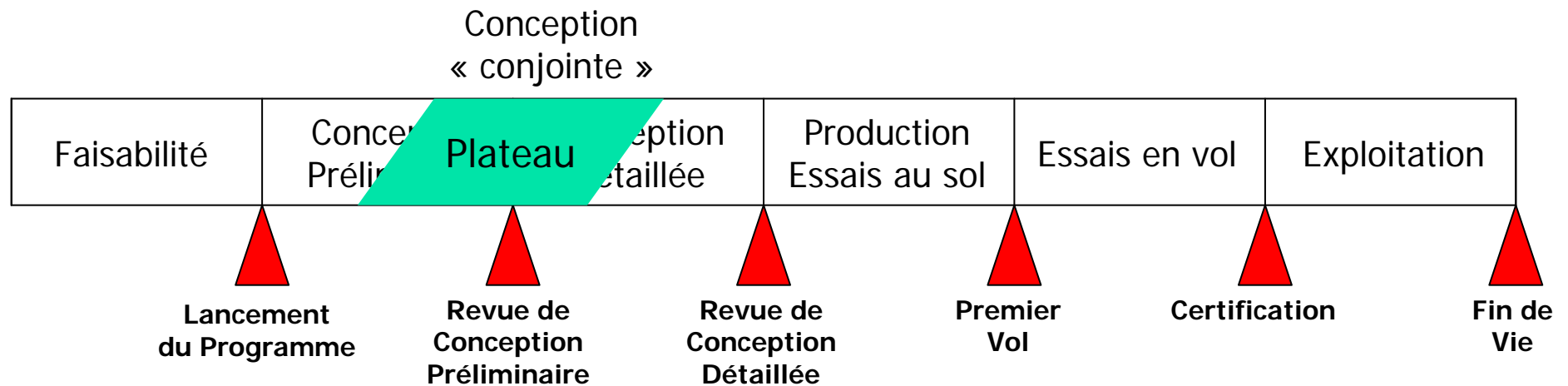




## Particularités – Notion de plateau

### Besoin :

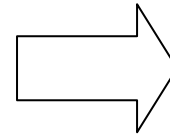
Implication de partenaires de plus en plus tôt dans le programme



### Structuration en plateau

Rassemblement de tous les partenaires  
de toutes les disciplines

En un même lieu géographique

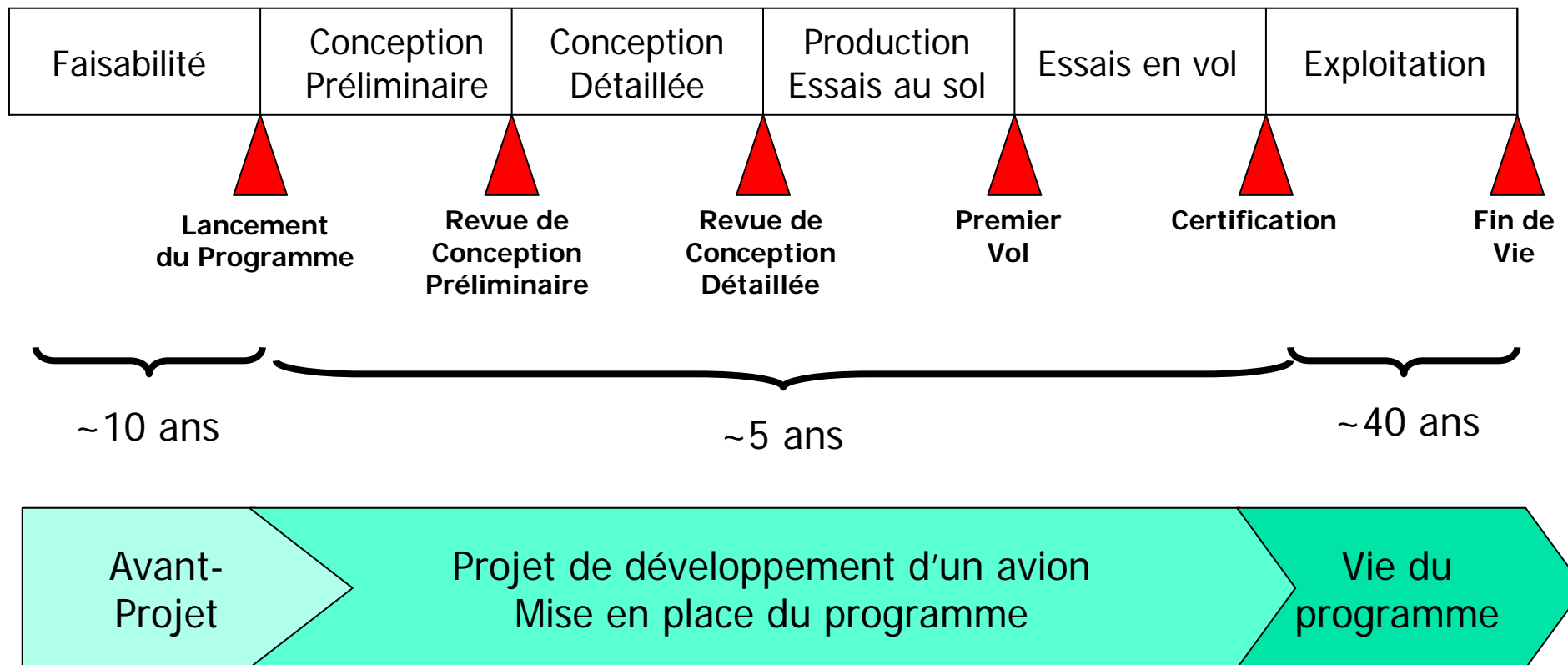


### Passage au plateau Virtuel

Equipes de retour dans leurs  
entreprises respectives



# Particularités – Les équipes

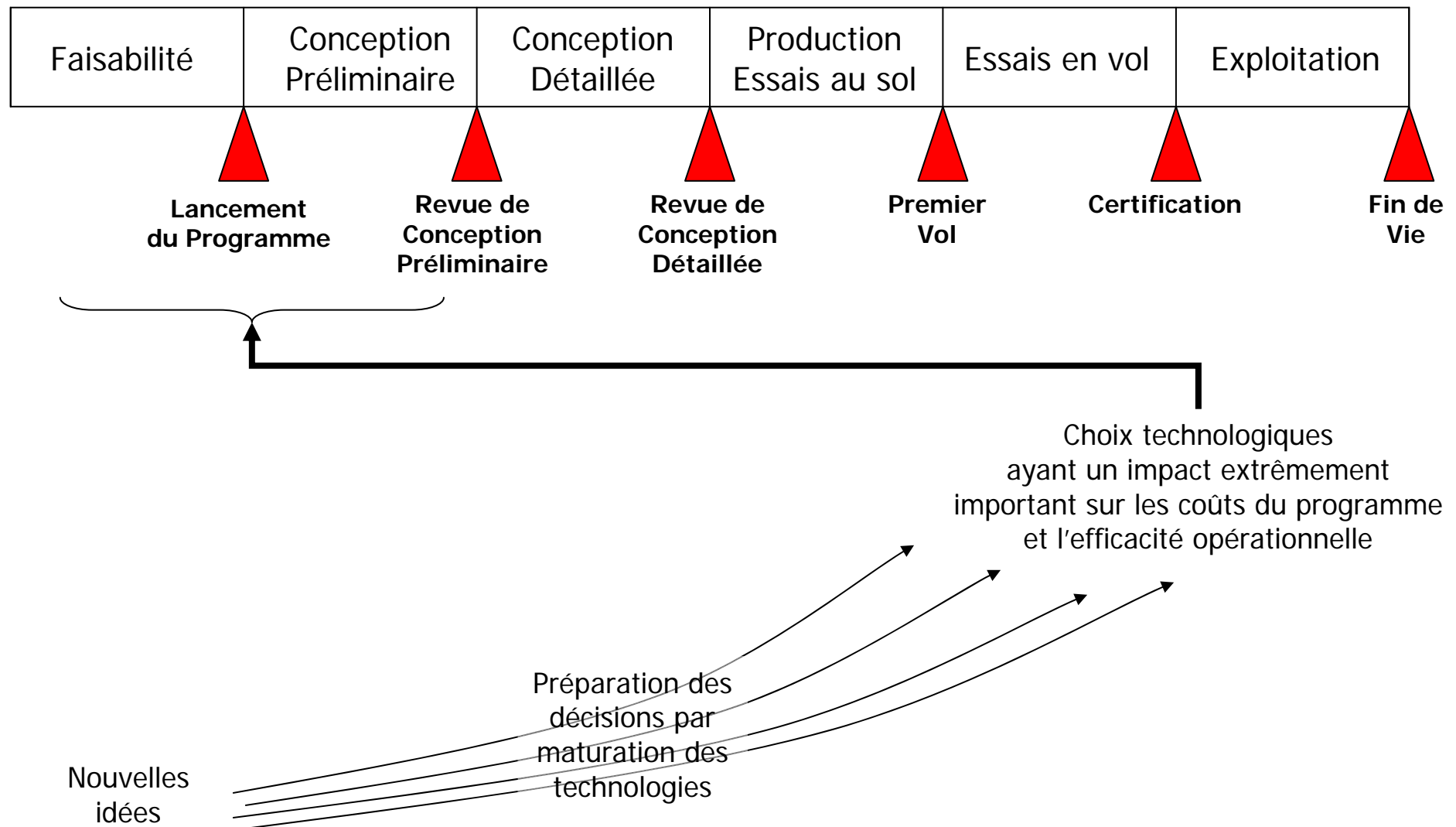


## Evolution des équipes

Des rôles différents → des compétences et des équipes différentes  
Fort caractère multidisciplinaire et multiculturel



## Particularités – Le haut niveau technologique





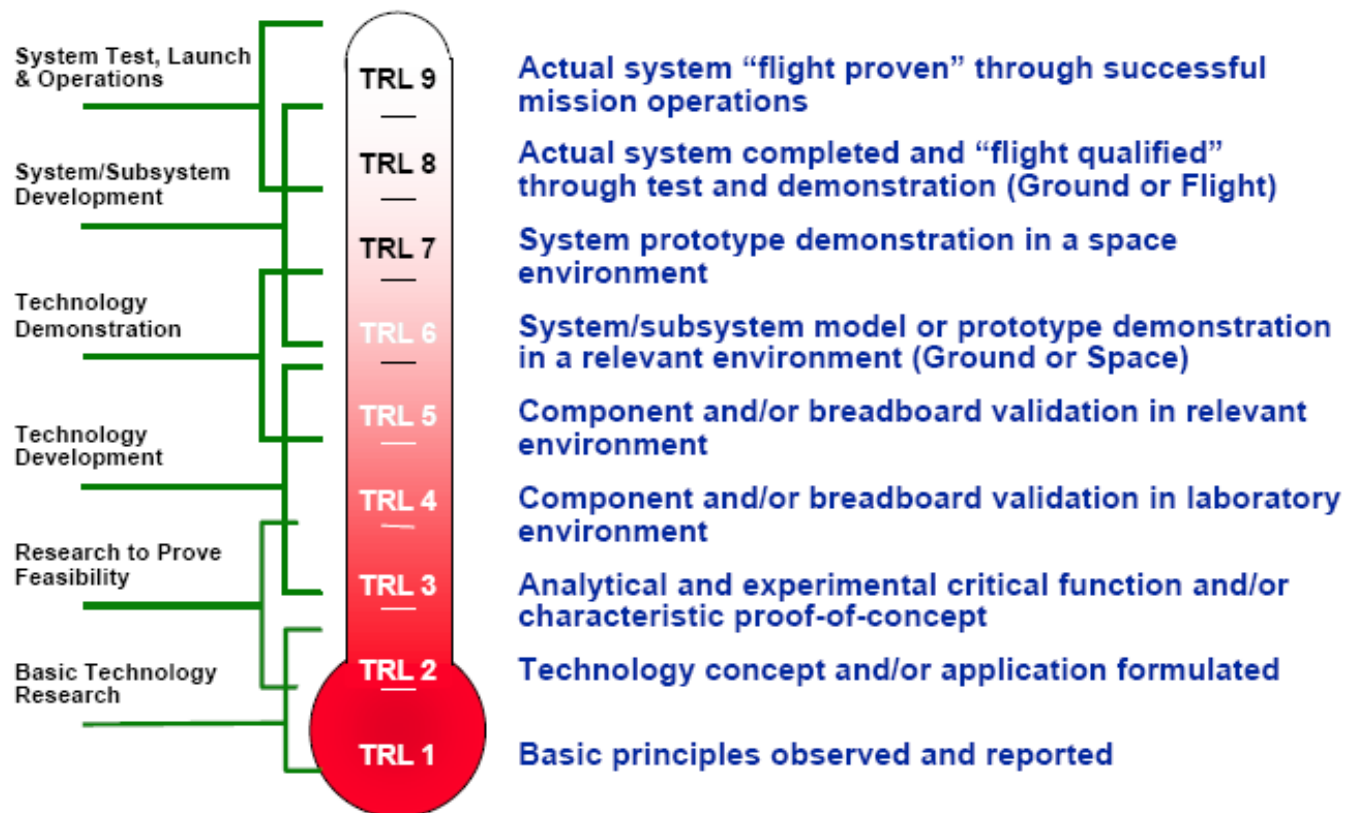
## Particularités – Le haut niveau technologique

---

- Développement d'un nouveau programme = 5 ans
  - ➔ trop court pour permettre l'émergence de nouvelles technologies
  - ➔ trop de risques
- Importance d'avoir les technologies prêtes au bon moment
- Nécessité de :
  - Préparer la phase de conception et de développement
  - Maîtriser l'évolution des technologies
- Différentes étapes pour une technologie :
  - La découverte
  - La compréhension
  - L'adaptation
  - La validation
  - Le déploiement

# Particularités – Le haut niveau technologique

- Mesure par l'échelle des TRL
- Technology Readiness Level (1 à 9)
- Taxonomie développée par la NASA



## Particularités – Le haut niveau technologique

