

## 1. Interprétation du document

Le projet consiste à modéliser une **flotte de systèmes** qui possèdent chacun un **composant qui s'use et peut tomber en panne**.

Les systèmes n'ont pas le même âge, ne sont pas utilisés de la même façon, et on dispose d'**inspections régulières** avec un **logiciel de détection imparfait** (il peut rater ou détecter des usures). Quand un défaut est détecté, le composant est réparé/remplacé et repart "neuf".

L'objectif est de **créer un simulateur** qui :

- fait évoluer l'état des composants dans le temps (usure, panne, réparation),
- reproduit les inspections et leurs erreurs,
- génère des données (pannes, réparations, historique d'usage).

À partir de ce simulateur, il faut ensuite :

- **évaluer le risque de panne** (combien de pannes dans un certain horizon, avec incertitude),
- **tester différentes politiques de maintenance** (fréquence d'inspection, qualité du détecteur, etc.),
- **comparer les coûts** (inspection, réparation, panne) pour trouver des stratégies de maintenance plus efficaces.

## 2. Validation (KPI)

Objectif : donner au client des critères simples pour dire si le projet est **atteint**, **partiellement atteint** ou **non atteint**.

### 2.1. KPIs fonctionnels

#### 1. KPI 1 – Simulateur opérationnel

- Atteint : le simulateur gère une flotte de systèmes, l'usure, les pannes, les inspections et les réparations.
- Partiel : seulement une partie est simulée (par ex. pas encore les inspections ou la réparation).

#### 2. KPI 2 – Paramétrage simple

- Atteint : le client peut modifier lui-même les paramètres clés (fréquence d'inspection, qualité du détecteur, lois d'usure...) sans toucher au code.

- Partiel : certains paramètres sont modifiables, mais pas tous ou pas facilement.

### 3. KPI 3 – Scénarios comparables

- Atteint : le simulateur permet de lancer et comparer au moins **2-3 politiques de maintenance** (ex. inspection fréquente vs rare) avec les mêmes données d'entrée.
  - Partiel : plusieurs scénarios sont possibles mais la comparaison est peu lisible.
- 

## 2.2. KPIs “métier” (pannes / risques / coûts)

### 4. KPI 4 – Indicateurs de risque disponibles

- Atteint : pour un horizon donné (ex. 1 an), le simulateur donne la **distribution du nombre de pannes** et des **intervalles de confiance**.
- Partiel : seule une moyenne ou un nombre attendu de pannes est disponible.

### 5. KPI 5 – Indicateurs de coût

- Atteint : le simulateur calcule, pour chaque politique, les **coûts d'inspection**, de **réparation** et de **panne**, plus un coût total.
- Partiel : certains coûts sont pris en compte mais pas tous, ou pas de coût total.

### 6. KPI 6 – Aide à la décision

- Atteint : le client peut clairement identifier **quelle politique de maintenance est la plus intéressante** selon un critère (ex. coût minimal pour un niveau de risque donné).
  - Partiel : les résultats sont visibles mais la “meilleure” politique n'apparaît pas clairement.
- 

## 2.3. KPIs techniques / ergonomie

### 7. KPI 7 – Temps de calcul

- Atteint : une simulation typique (ex. 1 000 systèmes sur plusieurs années) s'exécute en moins de **X secondes** sur un PC standard.

- Partiel : le simulateur fonctionne mais les temps de calcul sont jugés trop longs par le client.

## 8. KPI 8 – Lisibilité des résultats

- Atteint : les résultats sont présentés sous forme de **tableaux et graphiques clairs** (pannes dans le temps, coûts, comparaisons de scénarios).
- Partiel : les résultats existent mais sont difficiles à interpréter (pas de visualisation claire).

Ces KPIs pourront être repris dans la soutenance : pour chacun, on indiquera s'il est **atteint, partiellement atteint** ou **non atteint**, pour valider objectivement le projet.

## 3. Spécifications techniques

### 3.1. Découpage en lots de travaux

#### Lot 1 – Modélisation de l'usure et des pannes

- **Entrées** : énoncé du projet, hypothèses sur l'usage, choix des lois (ex : exponentielle, Weibull...).
- **Sorties** : document court décrivant le modèle choisi + paramètres nécessaires.
- **Fonctionnalités livrées** : fonctions permettant de simuler l'évolution d'un composant (usure + panne) dans le temps.

---

#### Lot 2 – Simulateur pour un système unique

- **Entrées** : modèle du Lot 1, profil d'usage d'un système, calendrier d'inspection, paramètres du détecteur.
- **Sorties** : code qui génère la "vie" d'un système (dates d'inspections, détection ou non, réparations, pannes).
- **Fonctionnalités livrées** :
  - simulation d'un composant de l'état neuf jusqu'à la panne,
  - prise en compte des inspections et réparations (remise à neuf).

---

#### Lot 3 – Simulateur de flotte + génération de données

- **Entrées** : simulateur mono-système (Lot 2), nombre de systèmes, distributions d'âges et d'usages.
  - **Sorties** : fichiers de données simulées (type CSV) : historique d'usage, inspections, réparations, pannes pour toute la flotte.
  - **Fonctionnalités livrées** :
    - simulation de N systèmes en parallèle,
    - stockage des données dans un format exploitable pour l'analyse.
- 

#### **Lot 4 – Module d'analyse (risque + coûts + KPI)**

- **Entrées** : données simulées (Lot 3), paramètres de coût (inspection, réparation, panne), scénarios de maintenance.
  - **Sorties** : tableaux et graphiques :
    - distribution du nombre de pannes sur un horizon donné,
    - intervalles de confiance,
    - coûts moyens par politique.
  - **Fonctionnalités livrées** :
    - calcul automatique des KPI définis dans la section "Validation",
    - comparaison de plusieurs politiques de maintenance.
- 

#### **Lot 5 – Restitution et interface minimale**

- **Entrées** : modules des Lots 2–4.
  - **Sorties** :
    - notebook / script "demo" pour lancer facilement des scénarios,
    - figures prêtes pour le diaporama final,
    - courte notice d'utilisation.
  - **Fonctionnalités livrées** :
    - lancement d'un scénario en changeant quelques paramètres,
    - génération automatique des graphiques principaux.
-

### 3.2. Planning prévisionnel (type diagramme de Gantt simplifié)

À adapter à la durée réelle du projet ; exemple sur **8 semaines** :

#### **Semaine Lots principaux Livrables clés**

1	Lot 1	Doc de modélisation (usure/panne)
2	Lot 2	Première version simulateur mono-système
3–4	Lot 2 → Lot 3	Simulateur stable + première génération de données
5	Lot 3 → Lot 4	Jeux de données complets + premiers KPI
6–7	Lot 4	Analyse des scénarios, comparaison des politiques
8	Lot 5	Script de démo, graphiques finaux, support PPT