



Gestion multicritères de l'obsolescence et dimensionnement de stock des composants sujets à l'obsolescence

MOKRAOUI Salah

Pr. ZOLGHADRI
Pr. BARON
Dr. BESBES

Marc
Claude
Mariem

Directeur de thèse
Directrice de thèse
Encadrante

Plan de la présentation

- Gestion multicritères de l'obsolescence
 - Introduction
 - Solutions de remédiation
 - Critères
 - Nature des critères
 - Critères spécifiques aux solutions de remédiation
 - Critères spécifiques au contexte
 - Cas d'étude
- Dimensionnement de stock
 - Problématique
 - Algorithmes génétiques
 - NSGA-II
 - Exemple
- Conclusion

Gestion multicritères de l'obsolescence

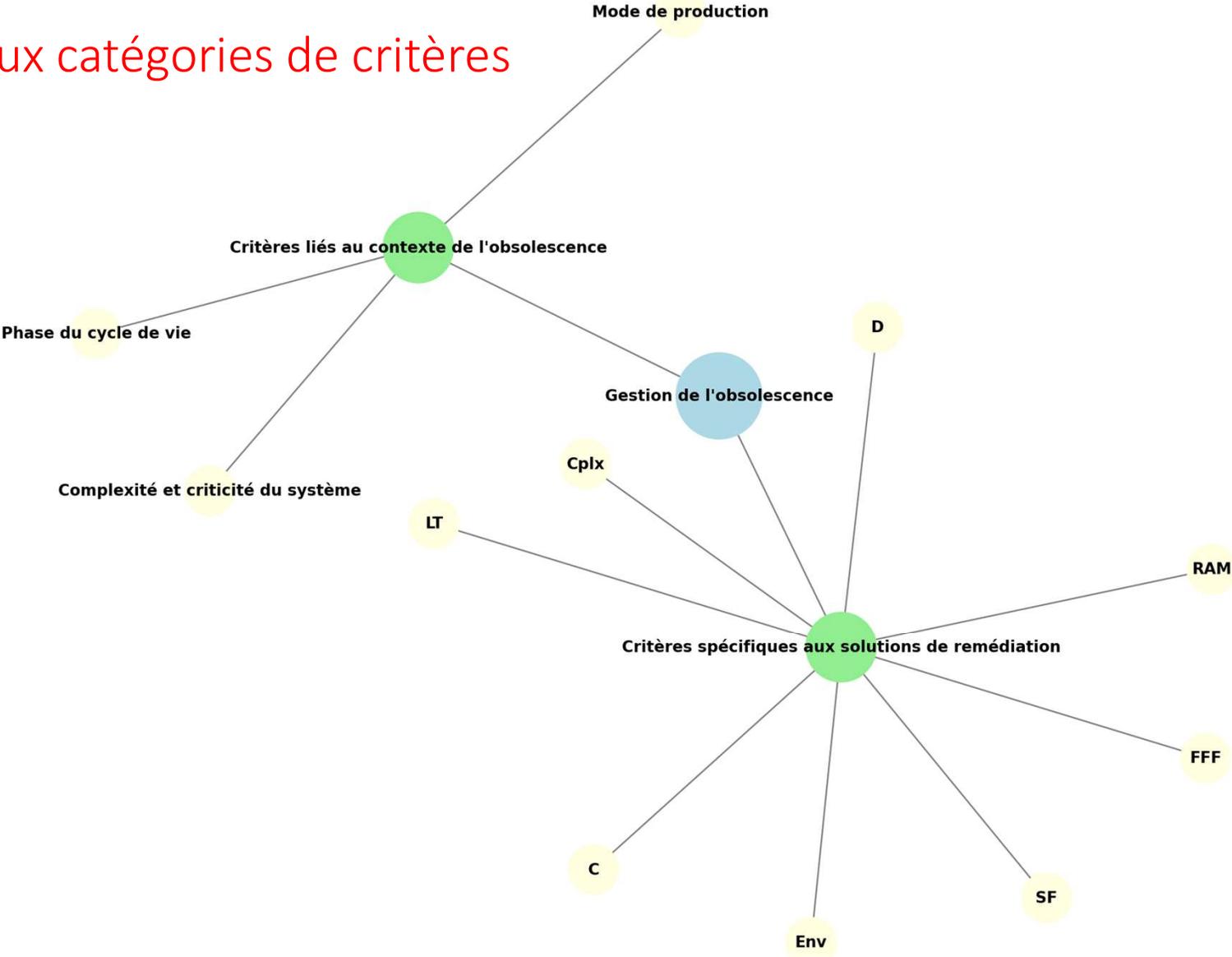
Introduction

- La gestion de l'obsolescence n'est régie (presque) que par des considérations purement financières
- Le peu de travaux précédents (Adetunji et al. ,2018 ; Zaabar et al. ,2021) consistaient en l'établissement d'un éventail de critères propres aux solutions
- Applications classiques des méthodes de ADMC
- Non prise en compte du contexte
- Objectif : explorer des critères caractérisant le contexte dans lequel l'obsolescence survient

Nature des critères

- Décrire (caractériser) les solutions par des critères pertinents, discriminants et indépendants.
 - Pertinents : Un critère est pertinent s'il est directement lié à l'objectif de remédier à l'obsolescence, notamment le fait de dénoter une caractéristique inhérente à une solution de remédiation.
 - Discriminants : Un critère est discriminant s'il permet de distinguer clairement entre différentes solutions.
 - Indépendants : Un critère est indépendant s'il n'est pas influencé par d'autres critères, garantissant ainsi une évaluation sans redondance.

Deux catégories de critères



Critères spécifiques aux solutions

- Coût d'implémentation
- Délai d'implémentation
- Considérations RAM (Fiabilité, Disponibilité et Maintenabilité)
- Durabilité
- FFF (Fit, Form, Function)
- Savoir-Faire
- Complexité d'implémentation
- Empreinte environnementale

Critères spécifiques au contexte

- Complexité et criticité du système :
 - La complexité se rapporte à la structure architecturale
 - La criticité désigne l'importance de la fonctionnalité et le potentiel impact d'une défaillance
 - L'équipe de travail a jumelé les deux notions
- Phase du cycle de vie :
 - Les solutions privilégiées dans les phases précoces sont plus durables que lorsque le système est dans une phase avancée dans le cycle de vie.
- Mode de production :
 - On distingue les modes de production à faibles cadences (One-Off, Small Batch) et la production continue ou quasi-continue.

Cas d'étude

- Collaboration entre experts académiques et industriels
- Ont été clarifiés les points suivants :
 - La motivation de l'étude
 - La finalité de l'article
 - L'approche suggérée
- Les experts ont énoncé leurs comparaisons selon les biais de leurs milieux respectifs

Les matrices de comparaisons

	C	LT	RAM	D	FFF	AR	Cplx	Env
C	1	7	3	4	6	7	8	7
LT	1/7	1	1/7	1/6	1	1/3	1/3	1/4
RAM	1/3	7	1	2	6	6	7	7
D	1/4	6	1/2	1	6	7	7	4
FFF	1/6	1	1/6	1/6	1	1/2	3	2
AR	1/7	3	1/6	1/7	2	1	1	1/2
Cplx	1/8	3	1/7	1/7	1/3	1	1	1/3
Env	1/7	4	1/7	1/4	1/2	2	3	1

	C	LT	RAM	D	FFF	AR	Cplx	Env
C	1	5	4	5	6	7	6	6
LT	1/5	1	1/5	1/5	2	3	3	1/4
RAM	1/4	5	1	1	5	7	7	5
D	1/5	5	1	1	6	7	7	4
FFF	1/6	1/2	1/5	1/6	1	1	2	2
AR	1/7	1/3	1/7	1/7	1	1	1	1/3
Cplx	1/6	1/3	1/7	1/7	1/2	1	1	1/3
Env	1/6	4	1/5	1/4	1/2	3	3	1

Railway Industry

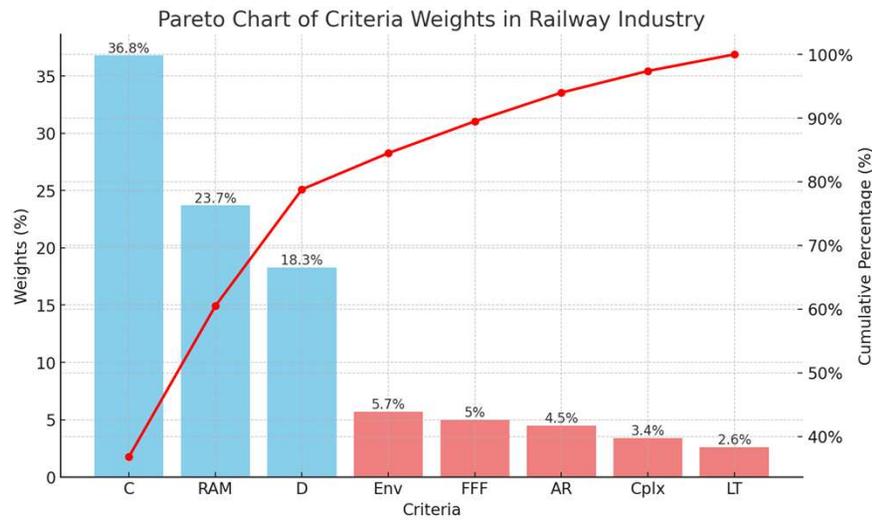
Automotive Industry

Degrés d'importance	Définitions	Explications
1.0	importance égale des deux éléments	Deux éléments contribuent autant à la propriété
3.0	un élément est un peu plus important que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent légèrement un élément par rapport à un autre
5.0	un élément est plus important que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent fortement in élément par rapport à un autre
7.0	un élément est beaucoup plus important que l'autre	Un élément est fortement favorisé et sa dominance est attestée dans la pratique
9.0	un élément est absolument plus important que l'autre	Les preuves favorisant un élément par rapport à un autre sont aussi convaincantes que possible

Les pondérations

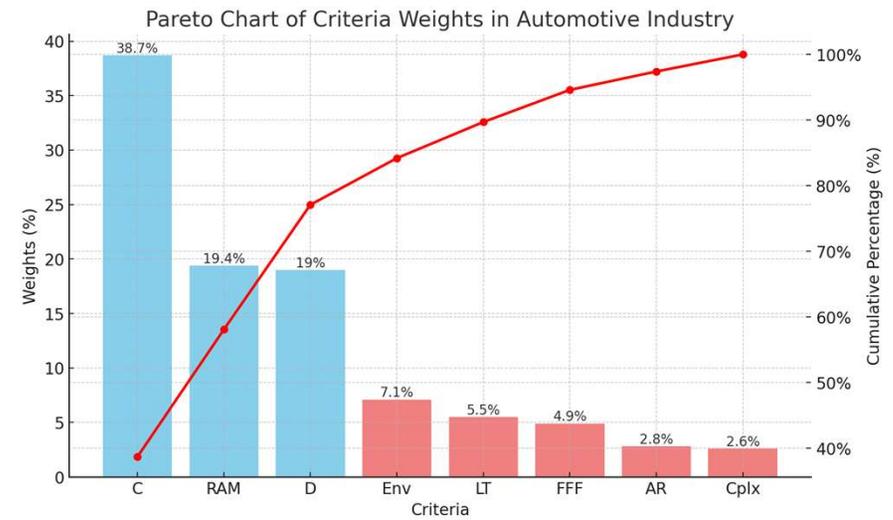
Railway Industry

Criteria	C	RAM	D	Env	FFF	AR	Cplx	LT
Weights (%)	36,8	23,7	18,3	5,7	5	4,5	3,4	2,6



Automotive Industry

Criteria	C	RAM	D	Env	LT	FFF	AR	Cplx
Weights (%)	38,7	19,4	19	7,1	5,5	4,9	2,8	2,6



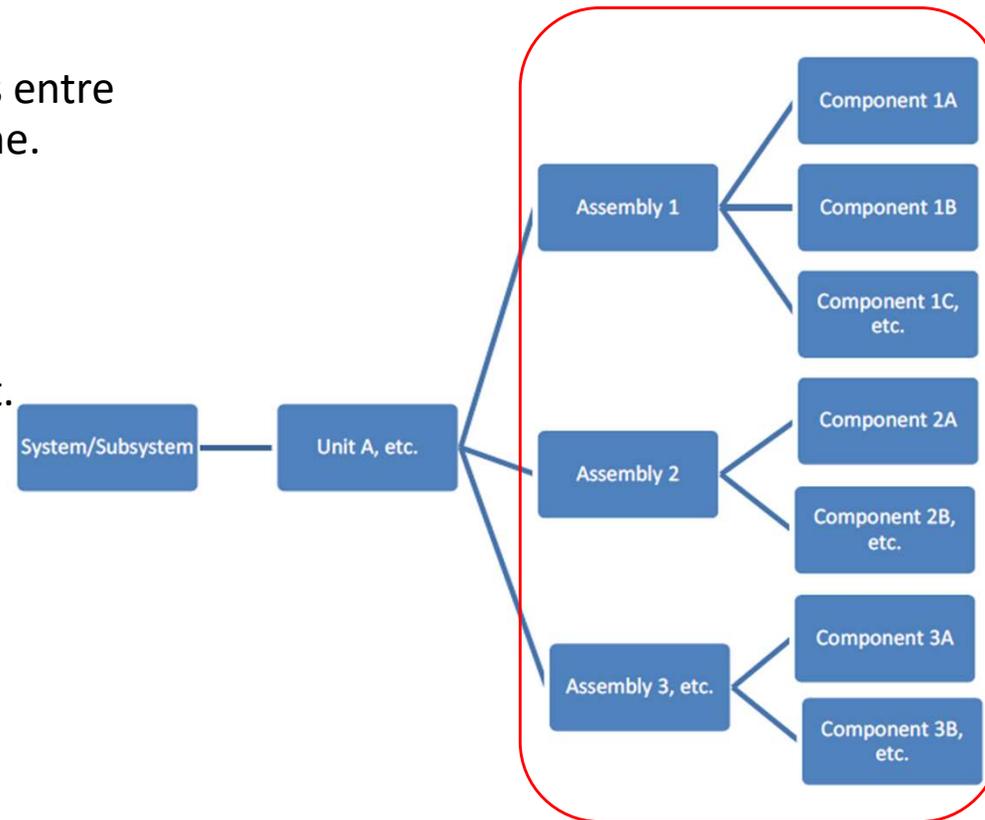
Discussion

- Les ratios de consistance sont respectivement de 0,094 et 0,097 → comparaisons cohérentes
- 80 % du poids décisionnel découle du triptyque : Coûts, RAM et Durabilité
- Les systèmes étudiés sont de nature complexe et l'être humain est au cœur de l'usage
- Longues durées de vie
- L'empreinte environnementale prévaut sur le restant des critères (FFF, Savoir-Faire, Complexité)
- Les délais de déploiement est légèrement plus valorisé dans le secteur automobile

Dimensionnement de stock pour des composants sujets à l'obsolescence

Problématique

- Suivi des niveaux de stock pour les composants entre notification d'obsolescence et retrait du système.
- Maintien du système en marche via LTB (Last-Time Buy).
- Niveaux concernés : Assemblage et Composant.
- Coûts associés : acquisition, stockage, pénurie.
- Incompatibilité des coûts de stockage et de pénurie pour un même composant et année.
- Objectifs : économique et environnemental



Hypothèses

- L'année 0 est l'année à partir de laquelle les composants sont obsolètes (indisponibles auprès des fabricants)
- Un seul réapprovisionnement sera effectué, et ce, en début de la période d'étude (Année 0)
- La demande est probabiliste
- L'horizon temporel est subdivisé en années
- Il existe des limites de stockage en termes de capacités
- Deux niveaux de la hiérarchie sont considérés
- Pas de contrainte concernant la durée de stockage pour tous les composants

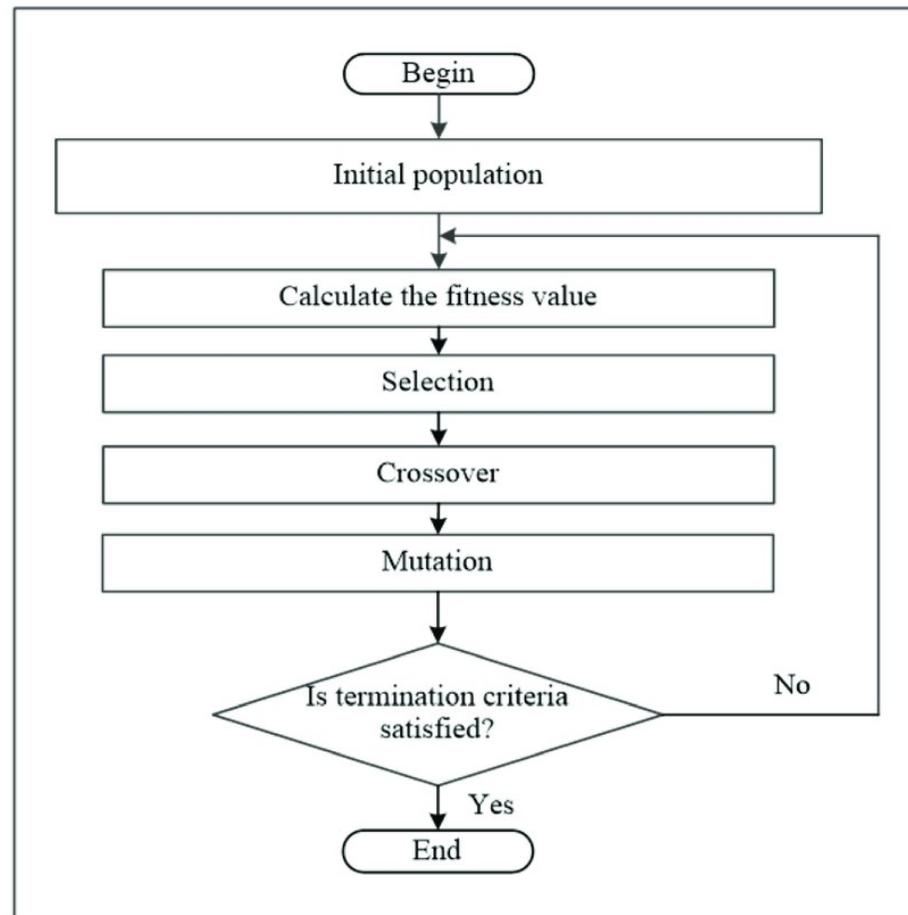
Formulation

- $\text{Min } C = \sum_{i=1}^N \sum_{t=A_0}^T (I_{i,t}^+ * Z_{i,t} * h_i + |I_{i,t}^-| * (1 - Z_{i,t}) * p_i) + \sum_{i=1}^N c_i * q_i$
- $\text{Min Env} = \sum_{i=1}^N \sum_{t=A_0}^T I_{i,t} * Z_{i,t} * b_i + \sum_{i=1}^N a_i * q_i$

S/C

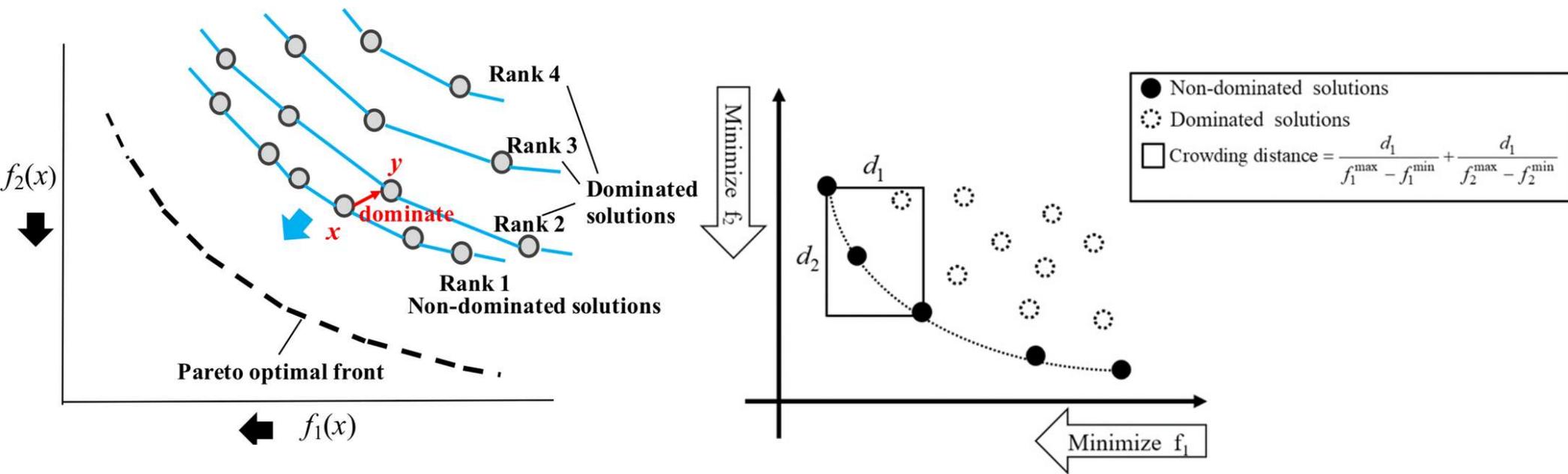
- $I_{i,0} = S_{i,0} + q_i + CQ_{i,0} + RQ_{i,0} - RR_{i,0} + QR_{i,0} * s_i * (1 - w_i) + OQ_{i,0}$
- $I_{i,t} = I_{i,t-1} + CQ_{i,t} + RQ_{i,t} - RR_{i,t}$
- $I_{i,t} \leq L_i, \forall i, t$
- $q_i \geq 0, \forall i$

Résolution : algorithme génétique



NSGA-II

- Deux objectifs conflictuels



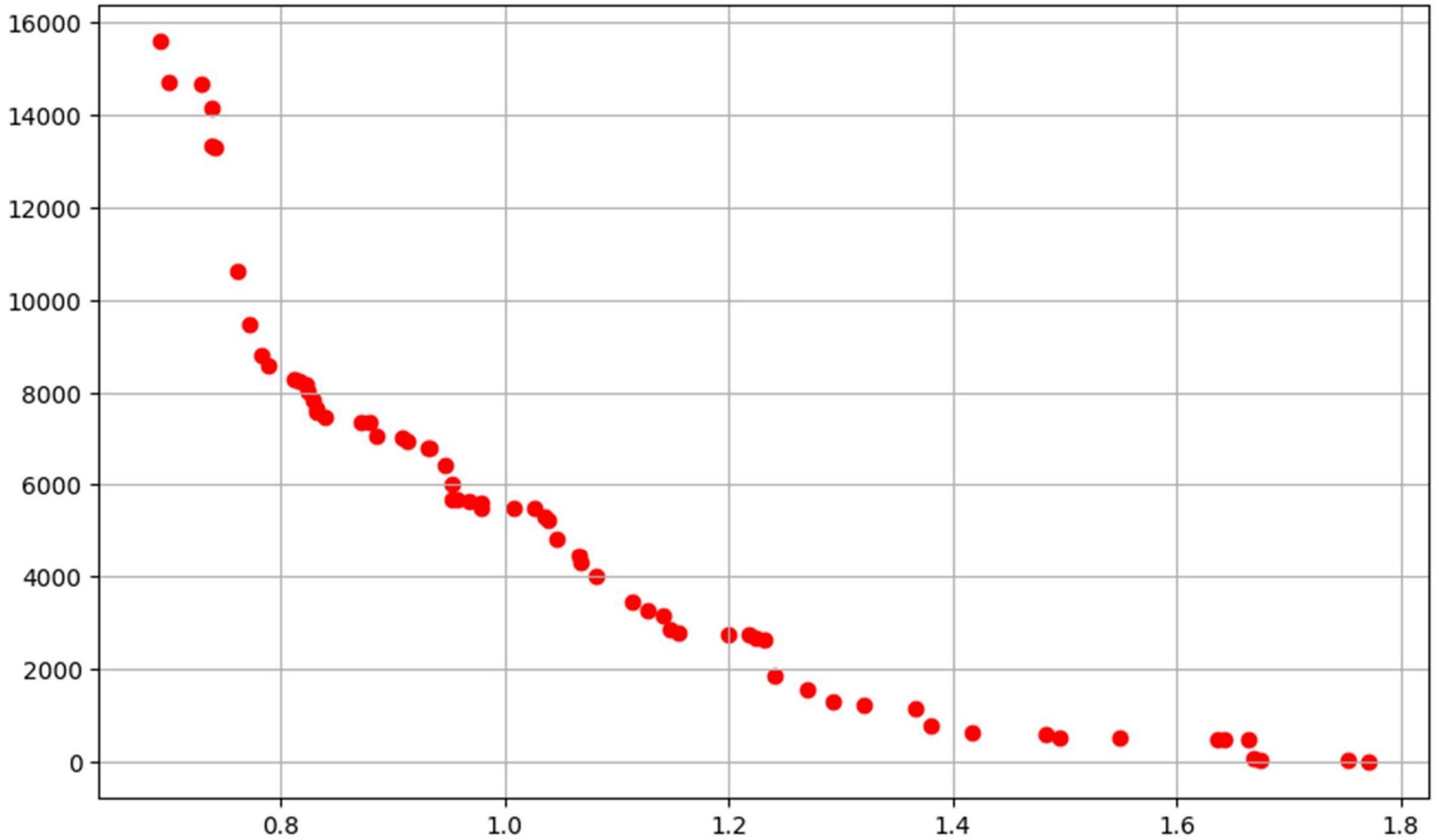
Outputs de l'algorithme

- Pour les solutions les plus économiques, écologiques et intermédiaires :
 - Quantités commandées
 - Coût
 - Impact Environnemental
- Front de Pareto
- Evolutions des niveaux d'inventaires

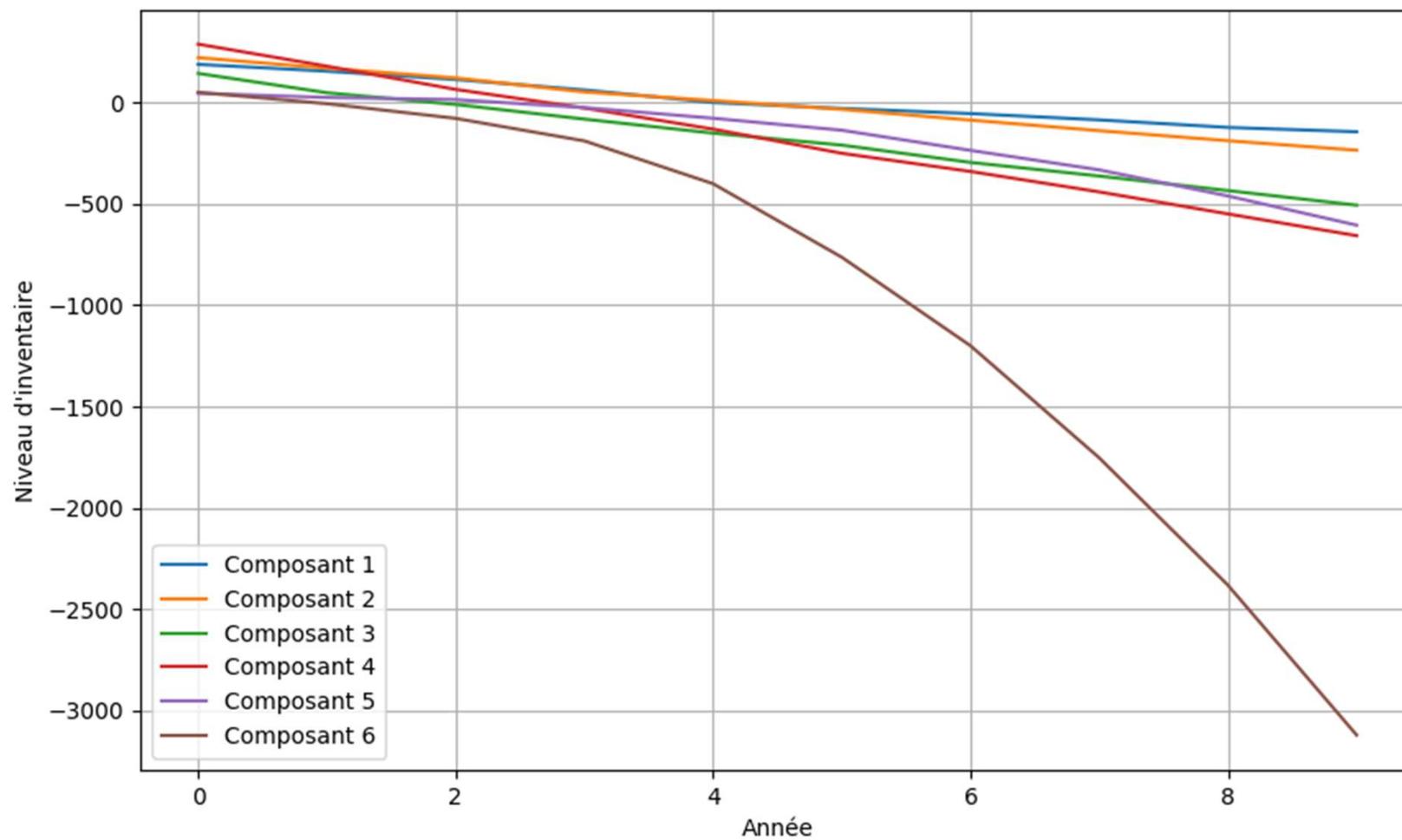
Exemple

- Les valeurs numériques :
 - Quantités commandées :
[173.23596024; 151.00970293; 152.37703624; 233.55920811;
12.17287862; 35.25878412]
 - Coût : 992360.766241035 um
 - Impact Environnemental : 6634.280497966041 um

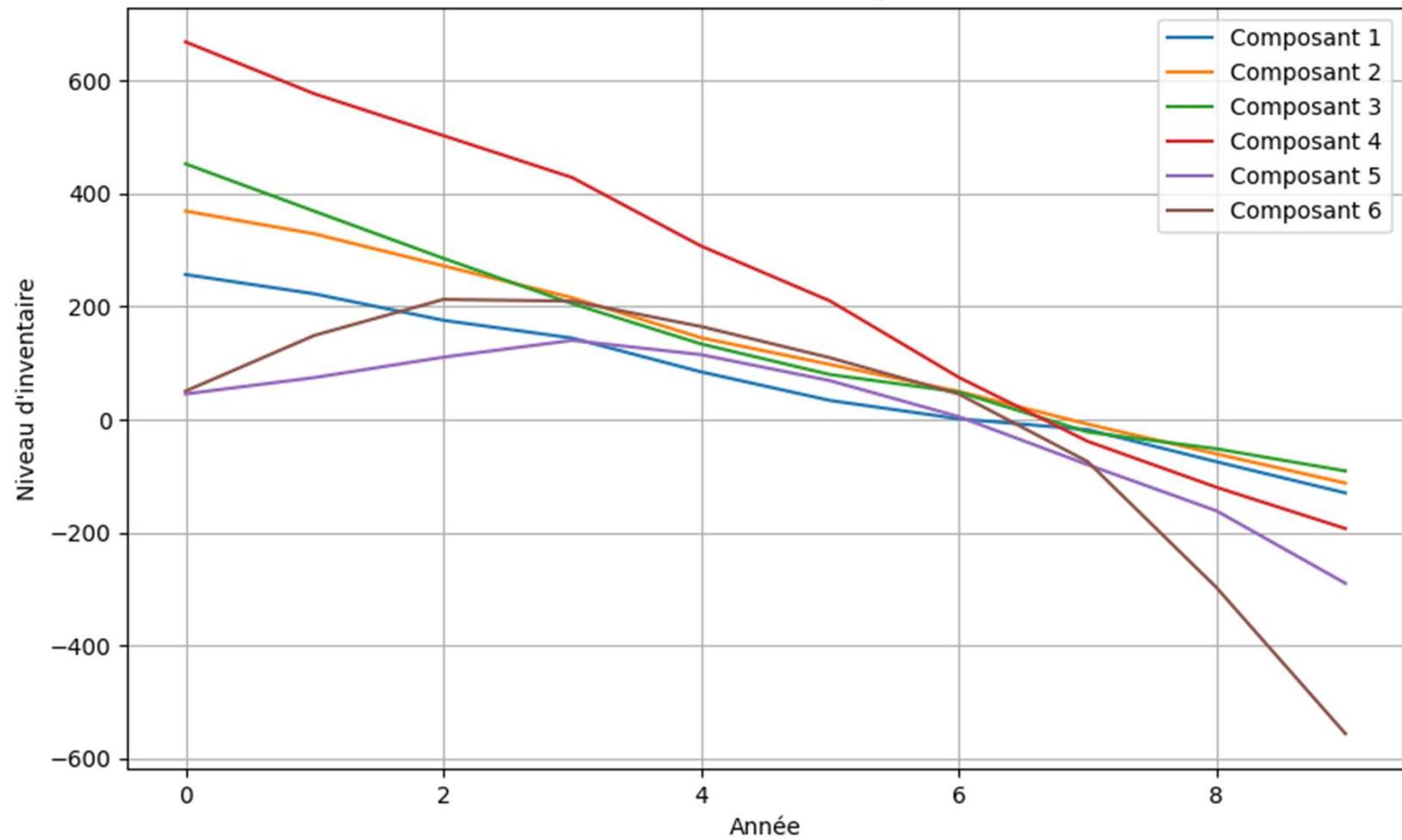
Frontière de Pareto



Solution écologique



Solution économique



Perspectives

- Le but primaire de ce travail est de proposer une approche plus holistique des critères considérés s'agissant de gestion de l'obsolescence
- Les différences entre les jugements de l'étude de cas n'étant pas retentissants, ceci s'explique par les contextes semblables
- Limites :
 - Uniquement deux experts (deux industries) ont été interrogés
 - Gestion réactive de l'obsolescence
- Un critère à inclure, la résilience
- Pour le dimensionnement de stock, un cas d'étude réel

Bibliographie

- Oluwatomi Adetunji, John Bischoff, and Christopher J Willy. Managing system obsolescence via multicriteria decision making. *Systems Engineering*, 21(4), 2018.
- men Zaabar, Raul Arango-Miranda, Yvan Beauregard, and Marc Paquet. A sustainable multicriteria decision framework for obsolescence resolution strategy selection. 2021.

Merci