

Aide à la planification avec incertitude, imprécision et incomplétude sur la demande

François GALASSO

Université Toulouse 2 Le Mirail
LAAS
5 allées Antonio MACHADO
31058 TOULOUSE Cedex 9

Caroline THIERRY

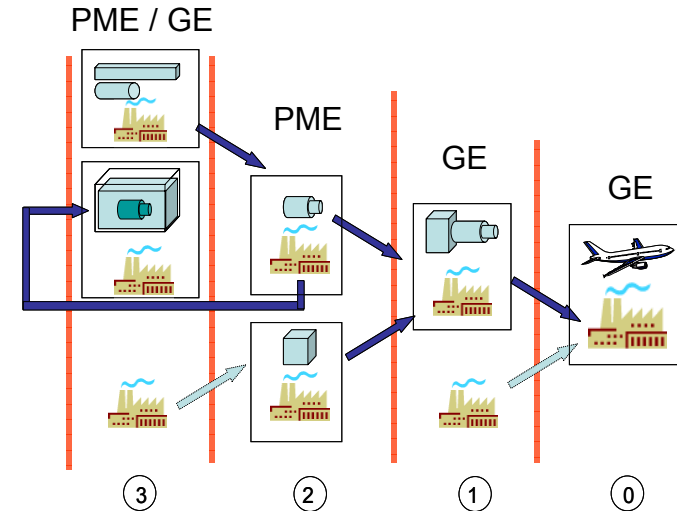
Université Toulouse 2 Le Mirail
IRIT
5 allées Antonio MACHADO
31058 TOULOUSE Cedex 9

*7^e Conférence Internationale de MOdélisation et SIMulation - MOSIM'08 –
du 31 mars au 2 avril 2008 – Paris- France*

« Modélisation, Optimisation et Simulation des Systèmes : Communication, Coopération et Coordination. ».

Contexte de l'étude (études de cas)

- Vision de la chaîne logistique du secteur aéronautique (Galasso, Mercé et Grabot, 2006)
- Relations à faible couplage
- Pas d'ingérence des donneurs d'ordres
- Conservation d'une autonomie locale
- Propagation des décisions en point à point
- Difficultés des PME à intégrer la demande prévisionnelle des clients directs



→ Importance d'apporter une aide à la décision dans les mécanismes de collaboration entre PME et GE

Positionnement de l'étude

$$\max \sum_{t=\tau}^{\tau+HP-1} \left[\sum_p v_p V_p - \sum_p h_p I_{p,t}^+ - \sum_c c_c J_{c,t} - \sum_p b_p I_{p,t}^- - \sum_p u_p X_{p,t} \right. \\ \left. - \sum_p st_p ST_{p,t} - \sum_c \sum_s f_{s,c} A_{s,c,t} - \sum_a o_a B_{a,t} - eHS_t \right]$$

$$I_{p,t}^+ - I_{p,t}^- = I_{p,t-1}^+ - I_{p,t-1}^- + X_{p,t-LP} + ST_{p,t-LS} - D_{p,t} \quad \forall p,t \in HP$$

$$\sum_p R_p X_{p,t} \leq CN + \sum_a (B_{a,t} \times SC_a) + HS_t \quad \forall t \in HP$$

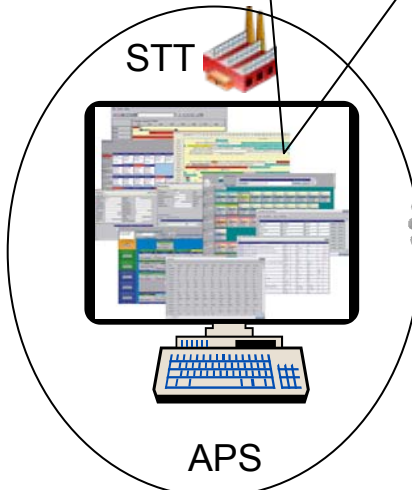
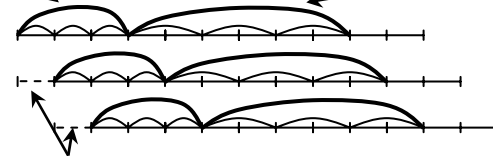
$$J_{c,t} = J_{c,t-1} - \sum_p \alpha_{p,c} (X_{p,t} + ST_{p,t}) + \sum_s A_{s,c,t} \quad \forall t \in HP$$

$$\sum_p \alpha_{p,c} (X_{p,t} + ST_{p,t}) \leq J_{c,t-1} \quad \forall t \in HP$$

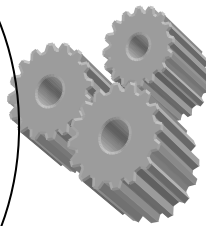
$$HS_t \leq HSMax \quad \forall t \in HP$$

Horizon ferme (HF)
Demande ferme
(valeur connue)

Horizon flexible (HL)
Demande flexible
(valeur à plus ou - % près)

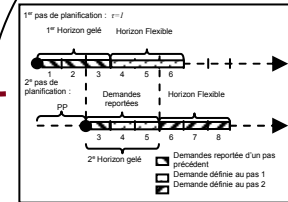


Fournisseur



Processus de gestion de la demande

Fréquence d'envoi



Planification

Client

Positionnement de l'étude

Modèle linéaire en variables mixtes

Maximise un gain global

Prise en compte de la demande client sous forme déterministe

Modèle multi-produit, multi-composant, gestion des nomenclatures

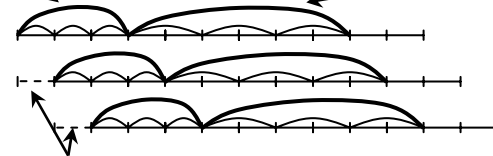
Plusieurs degrés de libertés dans la gestion de la capacité

Gestions des approvisionnements

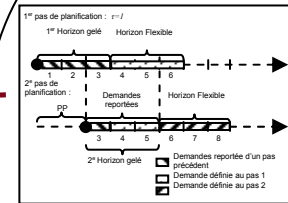
Prise en compte des délais (d'anticipation et d'obtention) au niveaux de chaque décision

Horizon ferme (HF)
Demande ferme
(valeur connue)

Horizon flexible (HL)
Demande flexible
(valeur à plus ou - % près)



Équence
d'envoi



Planification

gestion de la

Client

Fournisseur

demande

Objectifs de l'approche

- Proposer une évaluation des risques
- Souplesse des relations client-fournisseur
- Incertitude inhérente à la demande client
- Simulation des comportements des acteurs
 - Client
 - Politique de transmission de la demande
 - Fournisseur
 - Stratégie de gestion de la demande
 - Politique de gestion de la production (+ approvisionnements et sous-traitance)

Décision sous risque ou sous incertitude ?

- Incertitude et risques
 - Deux concepts liés
 - Risque : exposition à un fait incertain (Holton, 2004)
- Décision sous risque (Lang, 2003)
 - Probabilité associée à l'incertitude
- Décision sous incertitude (Lang, 2003)
 - S'applique lorsque l'on n'a pas de probabilités
 - Introduction de nouveaux produits
 - Interprétation de la demande flexible

Problématique de la décision sous incertitude

- **Manipulation de connaissances imparfaites** (Bouchon-Meunier, 1995)
 - Incertitude
 - Doute quant à la validité de la connaissance
 - Imprécision
 - Difficultés dans l'énoncé de la connaissance
 - Incomplétude
 - Absence de connaissance ou connaissance partielle
- **Multitude de modèles pour la planification sous incertitude** (Mula et al., 2006)
 - Modèles conceptuels, analytiques, simulation, intelligence artificielle

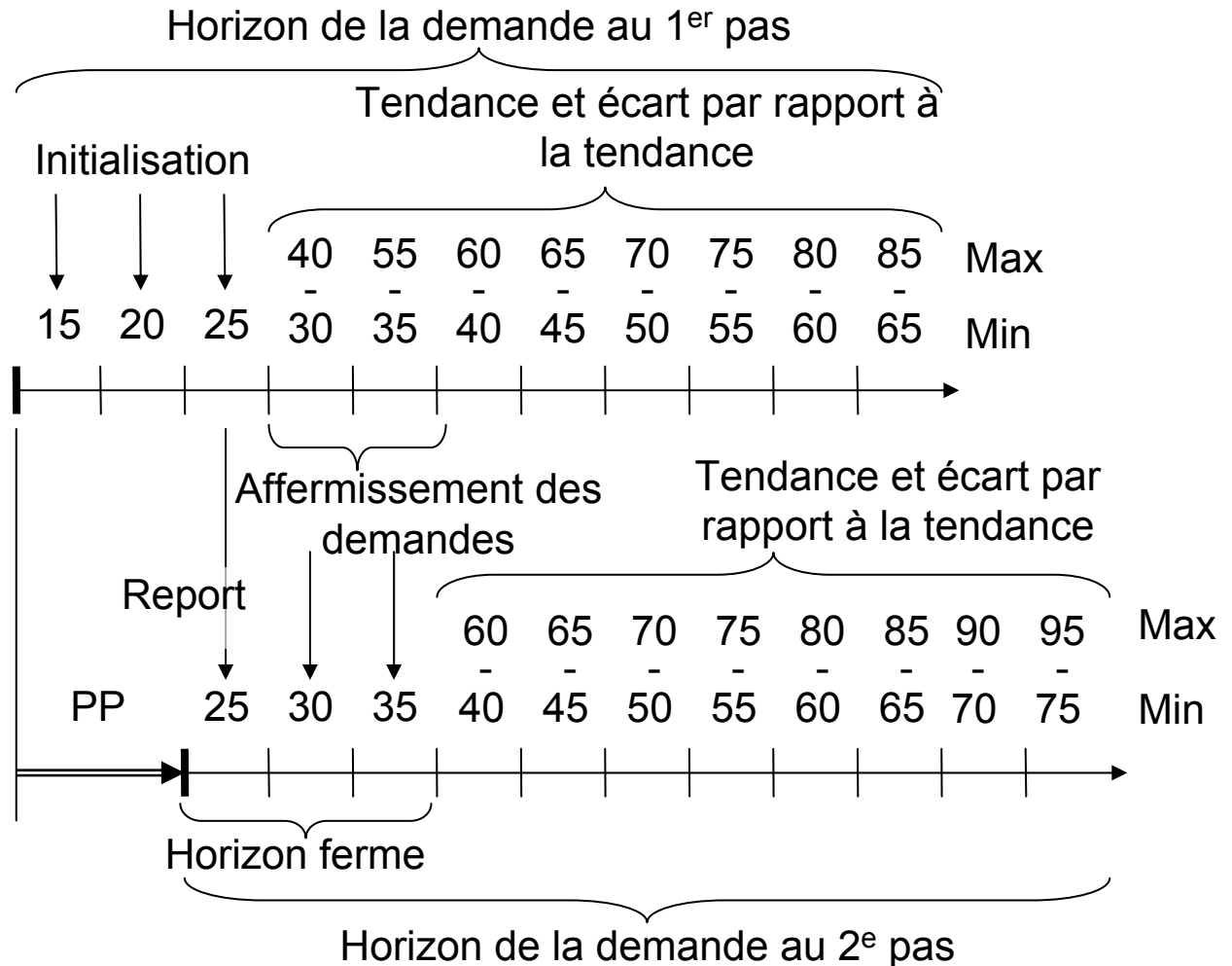
Caractérisation de la demande client

- L'horizon temporel de la demande transmise est décomposé en :
 - Un horizon ferme sur lequel le client s'engage à ne pas modifier sa demande
 - Un horizon flexible sur lequel il peut modifier sa demande entre deux bornes
- La demande suit une tendance donnée incertaine
- La demande est imprécise sur l'horizon flexible
- La demande est incomplète car le fournisseur ne la connaît avec certitude que sur l'horizon ferme
- Le client choisit une stratégie d'affermissement

Comportement du client

Tendance linéaire
Comportement :
affermer le
minimum

Planification à $\tau = 1$

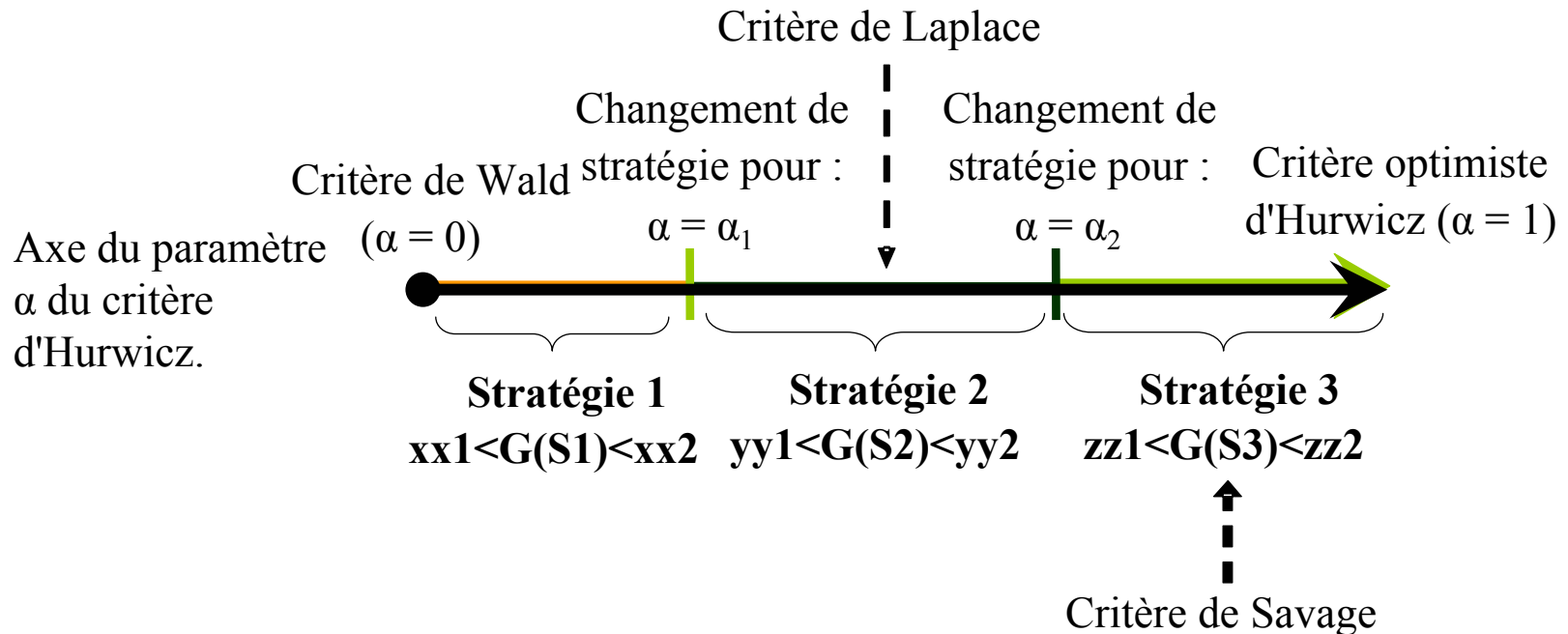


Comportement du fournisseur

- Le fournisseur doit s'adapter à la demande client
- Quelles quantités doit-il intégrer dans sa planification ?
 - Définition de stratégies de planification
 - Utilisation de la demande flexible transmise par le client
- Ensemble de stratégies possibles
 - Choisir la demande maximale
 - Choisir la demande minimale
 - ...
- Définition d'un ensemble de plans pour la production, les approvisionnements...

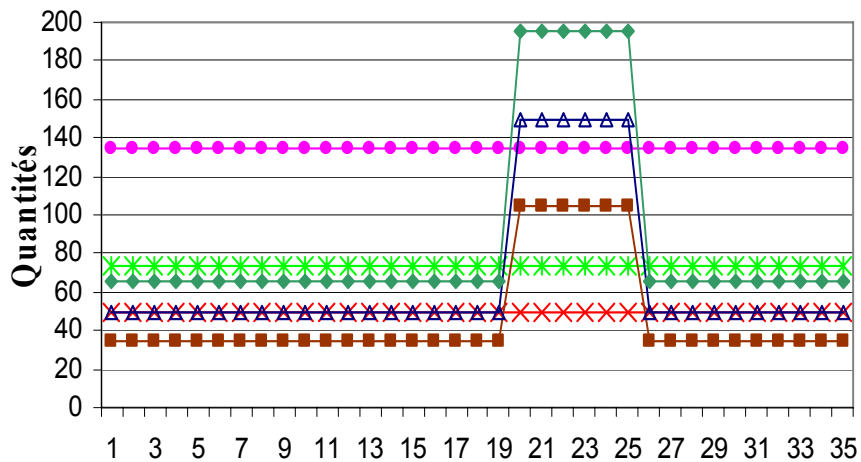
Évaluation des risques

- Liés aux stratégies de planification mises en place par le fournisseur (S_i) en fonction des comportements du client
- Définition d'un diagramme des risques (Mahmoudi, 2006)
 - Basé le critère d'Hurwicz à pondération d'optimisme (α)
 - $H_S(\alpha) = (1-\alpha) m_S + \alpha M_S$ (m_S et M_S gains mini et maxi pour S)



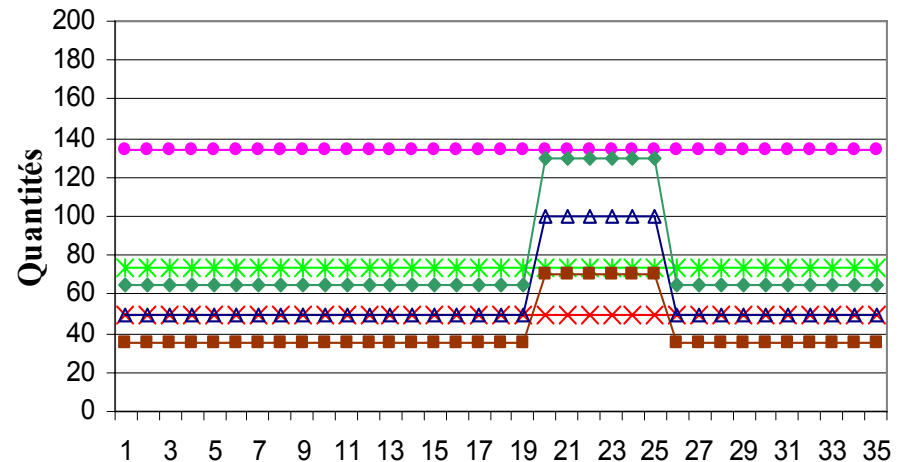
Exemple de simulation

- Le client dispose de plusieurs tendance (T1 et T2)
- Chaque tendance est imprécise (flexibilité)
- Le client a plusieurs comportements « Min » et « Max »



Périodes de l'horizon de simulation

T1



Périodes de l'horizon de simulation

T2

Résultats de la simulation d'un plan d'expérience

- Le fournisseur définit des stratégies d'intégration de la demande en fonction de la tendance
 - S1 : il planifie sur la demande maximale
 - S2 : il planifie sur la demande minimale

→2 tendances,
→2 scénarios
d'affermissement,
→2 stratégies de
planification
→8 expériences

	Tendance 1		Tendance 2	
	Scénario « Min »	Scénario « Max »	Scénario « Min »	Scénario « Max »
S1	245 201	476 378	235 470	444 191
S2	291 798	403 344	264 853	383 765

Calcul du critère d'Hurwicz

	Tendance 1		Tendance 2	
	Scénario « Min »	Scénario « Max »	Scénario « Min »	Scénario « Max »
S1	245 201	476 378	235 470	444 191
S2	291 798	403 344	264 853	383 765

$$H_{S1} = (1-\alpha) \times 235\,470 + \alpha \times 476\,378$$

$$H_{S2} = (1-\alpha) \times 264\,853 + \alpha \times 403\,344$$

■ Intersection pour $\alpha \approx 0,29$

■ $H_{S2} > H_{S1}$ pour $\alpha < 0,29$

■ $H_{S1} > H_{S2}$ pour $\alpha > 0,29$

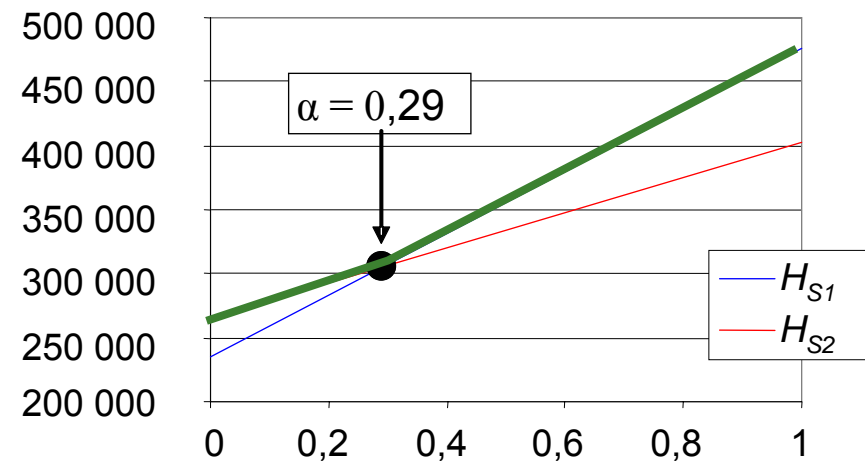
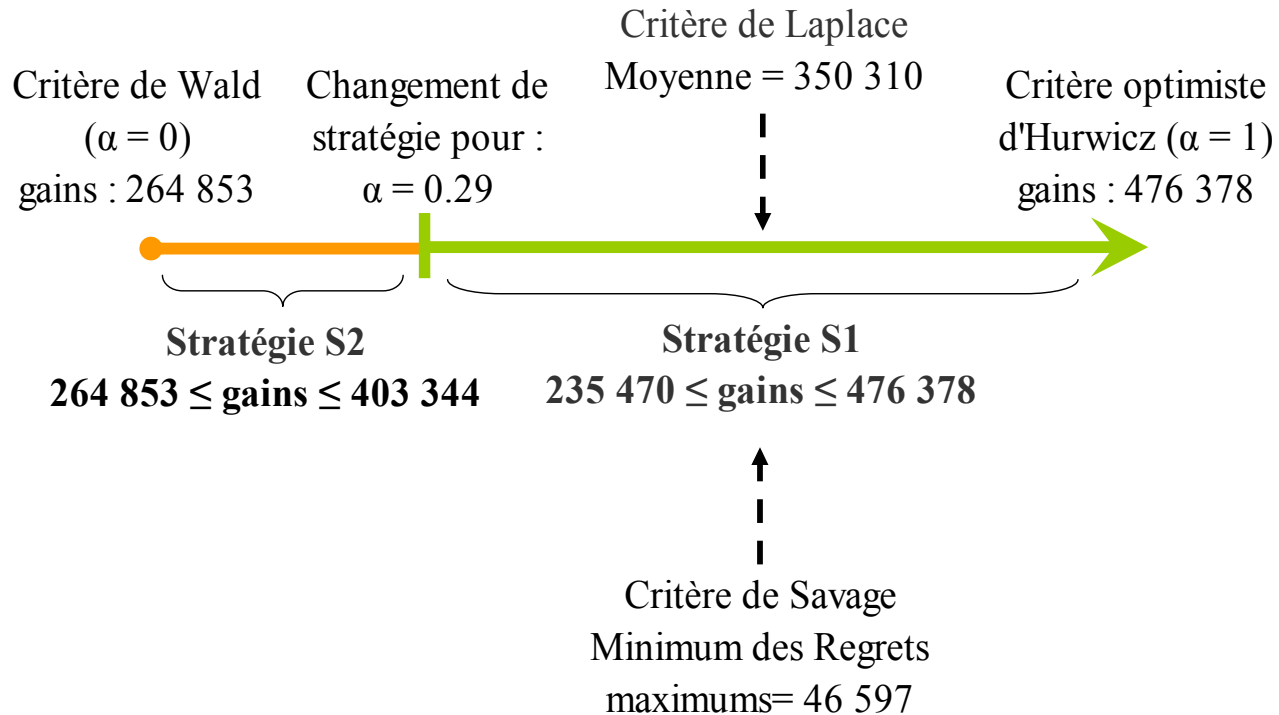


Diagramme des risques appliqué



- La stratégie S2 est à prendre en considération

Évaluation des risques en fonction de la visibilité

Résultats obtenus pour HF = 6 et HL = 6

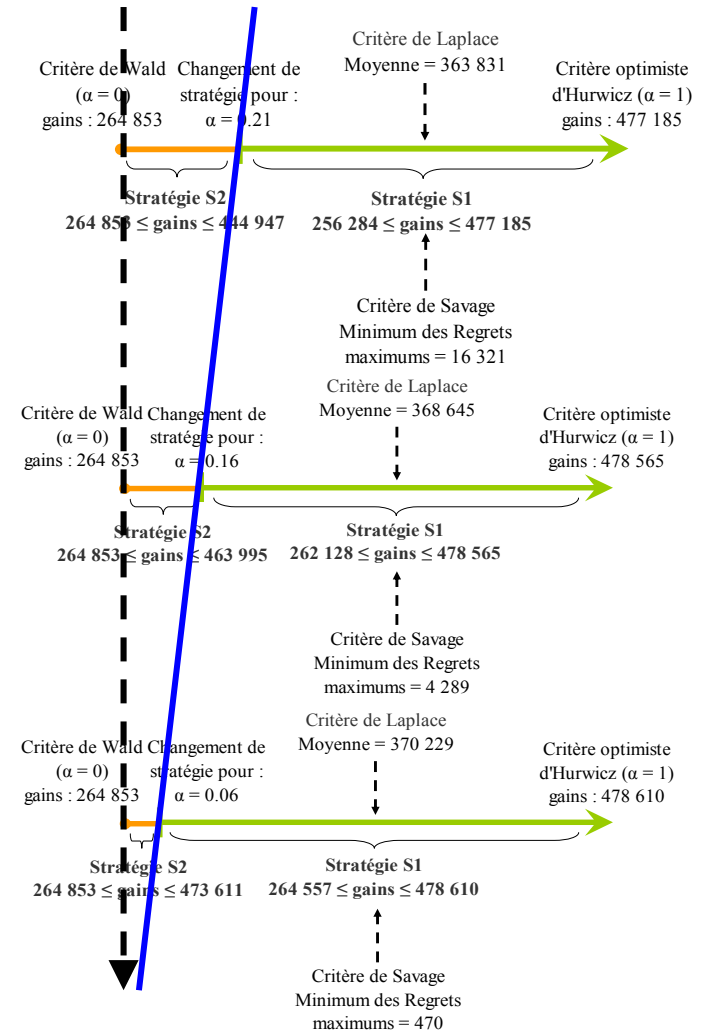
	Tendance 1		Tendance 2	
	Scénario « Min »	Scénario « Max »	Scénario « Min »	Scénario « Max »
S1	275 477	477 185	256 284	446 378
S2	291 798	444 947	264 853	425 302

Résultats obtenus pour HF = 8 et HL = 4

	Tendance 1		Tendance 2	
	Scénario « Min »	Scénario « Max »	Scénario « Min »	Scénario « Max »
S1	287 509	478 565	262 128	446 378
S2	291 798	463 995	264 853	444 929

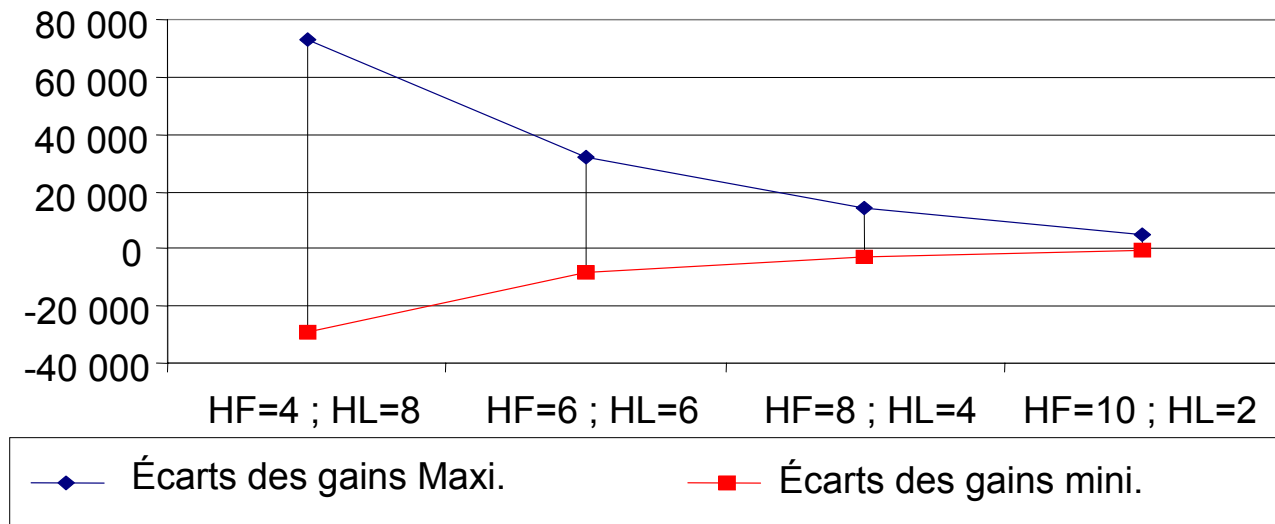
Résultats obtenus pour HF = 10 et HL = 2

	Tendance 1		Tendance 2	
	Scénario « Min »	Scénario « Max »	Scénario « Min »	Scénario « Max »
S1	291 328	478 610	264 557	446 423
S2	291 798	473 611	264 853	446 378



Influence du choix des stratégies S1 ou S2

- Comparaison des écarts des gains
 - Maximums et minimums
 - Entre la stratégie S1 et la stratégie S2



- L'importance du choix de la stratégie diminue

Conclusion

- Aide à la décision pour la définition de stratégies pour la planification
 - Prise de décision sous incertitude
 - Association d'un degré d'optimisme
- Cadre de simulation de relations client-fournisseurs
- Modélisation des comportements
 - Du client
 - Visibilité, transmission de la demande
 - Du fournisseur
 - Stratégie d'intégration de la demande

Perspectives

- Élargir les indicateurs pour la prise de décision
 - Définition d'un tableau de bord
 - Agrégation par des critères d'aide à la décision

- Généralisation des résultats
 - Multiplication des scénarios envisagés
 - Multiplication des comportements

Aide à la planification avec incertitude, imprécision et incomplétude sur la demande

François GALASSO

Université Toulouse 2 Le Mirail
LAAS

5 allées Antonio MACHADO

31058 TOULOUSE Cedex 9

Caroline THIERRY

Université Toulouse 2 Le Mirail
IRIT

5 allées Antonio MACHADO

31058 TOULOUSE Cedex 9

Merci pour votre attention...