
Aide à la décision dans le cadre d'une chaîne logistique dyadique

Gestion des risques dans la planification des chaînes logistiques

François GALASSO

Université Toulouse 2 Le Mirail / LAAS-CNRS
Vendôme – OGP, Roanne les 13 et 14 mars 2008

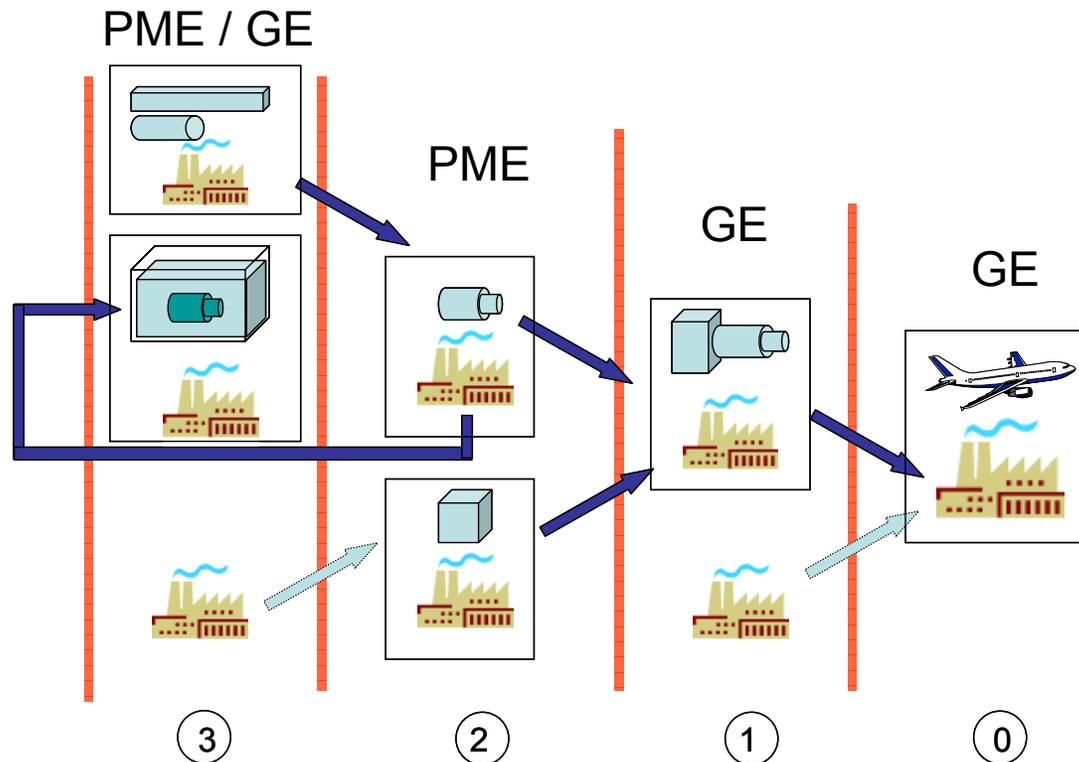
Sommaire

- Introduction
- Périmètre de l'étude
- Principe de simulation des comportements
- Prise en compte des éléments incertains
- Évaluation des risques
- Conclusions et perspectives

Contexte de l'étude

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

■ Études de cas dans le secteur aéronautique



Contexte de l'étude

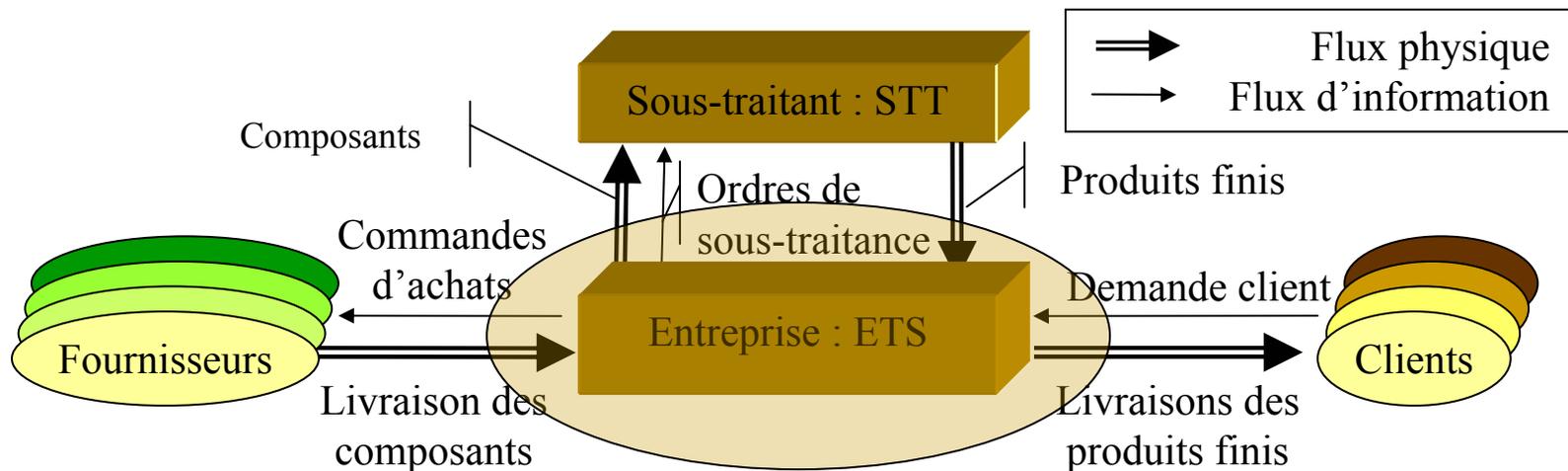
- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Différences entre PME et Grandes Entreprises
 - Différents niveaux de maturité en IT
 - Moindre importance du suivi de production chez les PME
- Échange de plans dans le cadre de relations client fournisseurs
 - Échanges Périodiques
 - Incertitude sur la demande du client direct
- Importance des délais / temps de réaction
 - Nuire à la réactivité de l'ensemble de la chaîne
- Besoin d'outils d'aide à la décision

Positionnement de l'étude

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Planification tactique des chaînes logistiques
- Propagation des décisions en point à point



Incertitudes ?

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

■ 3 grandes sources d'incertitude (Davis 1993)

- Demande client
- Performance des fournisseurs
- Processus de production



■ Répercussion sur l'ensemble de la chaîne

- Effet Bullwhip (Forrester, 1961 ; Lee et al., 1997 ; Chen et al., 1998)
- Besoin en moyens de gestion efficaces aux différents niveaux décisionnels

Gestion de l'incertitude

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Ensemble de relations client-fournisseur
 - Échange de plans
- Incertitude sur la demande du client direct
 - Comment la caractériser ?
 - Comment le fournisseur peut-il la prendre en compte ?
- Incertitude sur la performance du fournisseur
 - Délais
 - Limitent la réactivité de l'ensemble de la chaîne
 - Capacité
 - Définition d'une politique de production

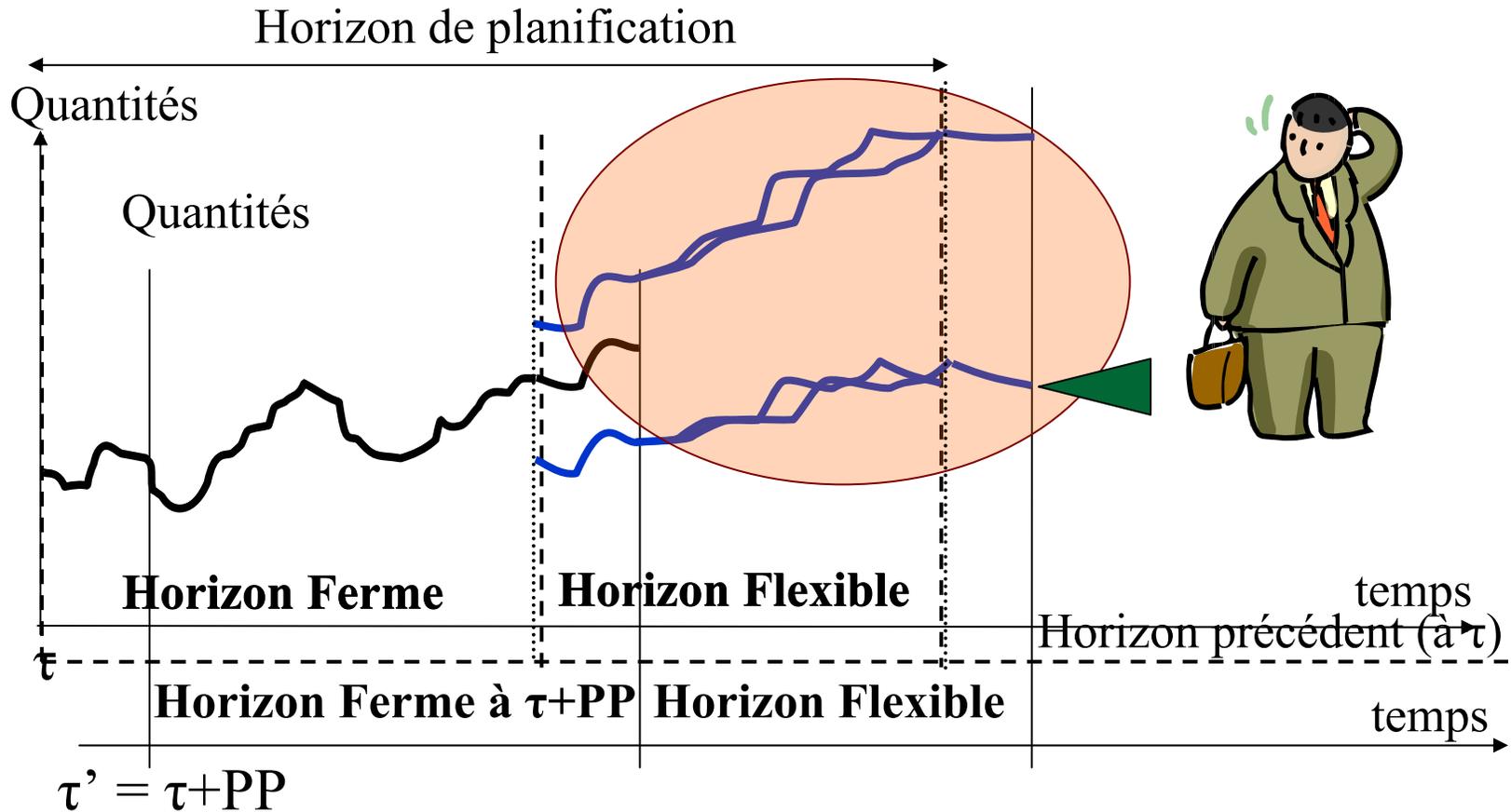
Partage des risques

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Études de cas : un constat
 - Le client est capable de donner des commandes fermes à court terme
 - Le client ne peut garantir l'exactitude de sa demande à moyen terme
- Prise en compte de ce phénomène par définition de 2 sous horizons
 - Horizon Ferme sur lequel la demande est connue et certaine
 - Horizon Flexible sur lequel la demande peut évoluer entre deux bornes
 - La valeur finale de la demande n'est pas connue
- Partage des risques entre l'entreprise et ses clients

Prise en compte de l'incertitude

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions



Prise en compte de l'incertitude

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Stocks et délais de sécurité [Grasso & Taylor, 84], [Whybark & Williams, 76]
 - N'optimisent pas les coûts des plans
- Modèles stochastiques
 - Application soumise à la validité des lois de probabilités [Gupta & Maranas, 03]
- Logique floue [Grabot et al, 05], [Fargier & Thierry, 00]
 - Modéliser des données expertes : demande floue
 - Peut être propagée sur un processus MRP pour obtenir une charge et une capacité floues
- Planification dynamique [Zhao & Xie, 98], [Génin, 03]
 - Prendre en compte la demande au fur et à mesure
 - Similaire aux approches industrielles
 - Peut permettre de faire un compromis entre le besoin de réactualisation et la stabilité de la chaîne

Objectifs

- Introduction
- **Périmètre de l'étude**
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Apporter une aide à la décision
 - Pour la définition des stratégies de planification
 - De l'entreprise
 - Du client
 - Et intégrer une dimension collaborative
 - Qui est bénéfique aux deux acteurs
- Proposer un cadre formel pour l'incertitude
- Définir un cadre de simulation pour
 - Simuler les comportements des acteurs
 - Évaluer les risques en planification
 - Doté d'une certaine généricité

Principe de simulation

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Conclusions
- Éléments incertains
- Risques

$$\max \sum_{t=\tau}^{\tau+HP-1} \left[\sum_p v_p V_p - \sum_p h_p I_{p,t}^+ - \sum_c c_c J_{c,t} - \sum_p b_p I_{p,t}^- - \sum_p u_p X_{p,t} \right]$$

$$- \sum_p st_p ST_{p,t} - \sum_c \sum_s f_{s,c} A_{s,c,t} - \sum_a o_a B_{a,t} - eHS_t$$

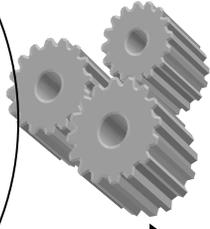
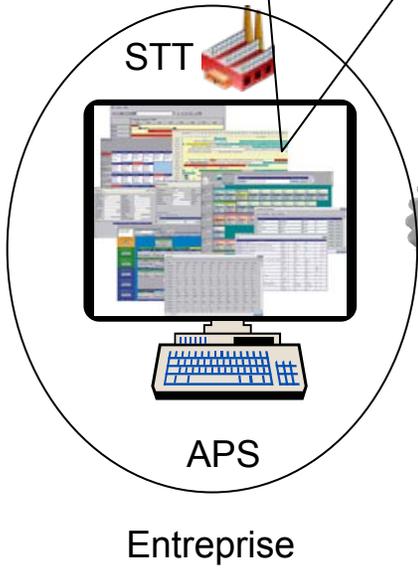
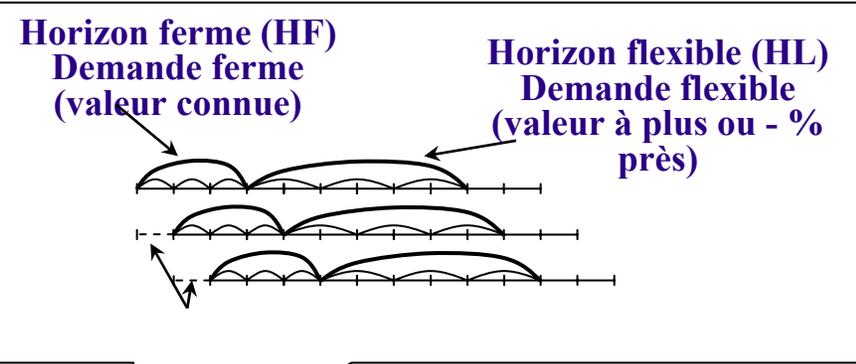
$$I_{p,t}^+ - I_{p,t}^- = I_{p,t-1}^+ - I_{p,t-1}^- + X_{p,t-LP} + ST_{p,t-LS} - D_{p,t} \quad \forall p, t \in HP$$

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

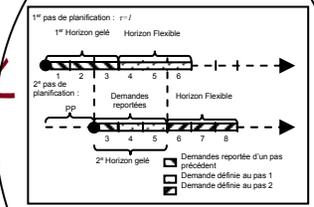
$$J_{c,t} = J_{c,t-1} - \sum_p \alpha_{p,c} (X_{p,t} + ST_{p,t}) + \sum_s A_{s,c,t} \quad \forall t \in HP$$

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

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



Fréquence d'envoi

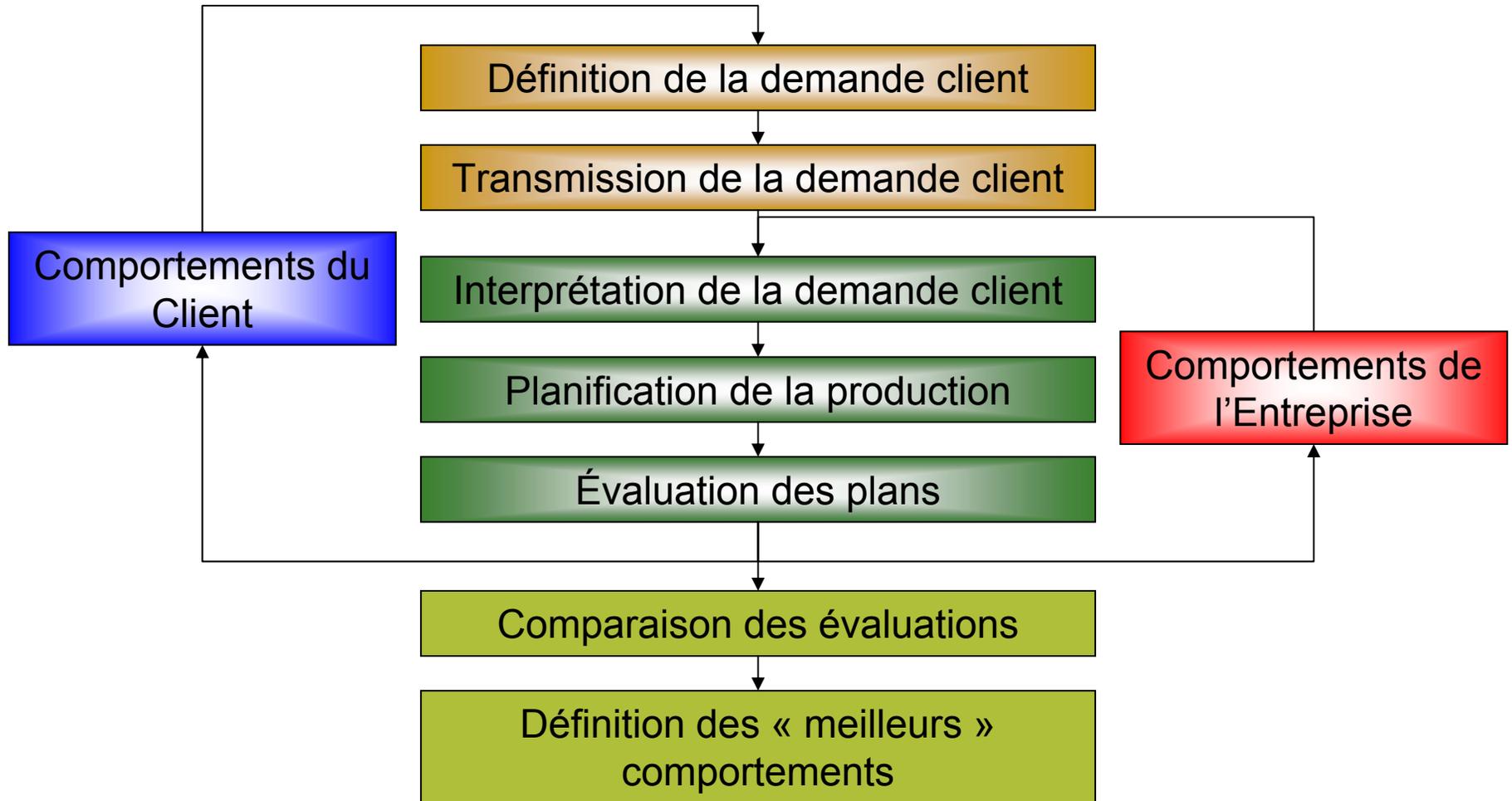


Processus de gestion de la demande

Client

Principe de simulation

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Conclusions
- Éléments incertains
- Risques



- 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
 - Marché fortement fluctuant

Incertitude sur la demande client

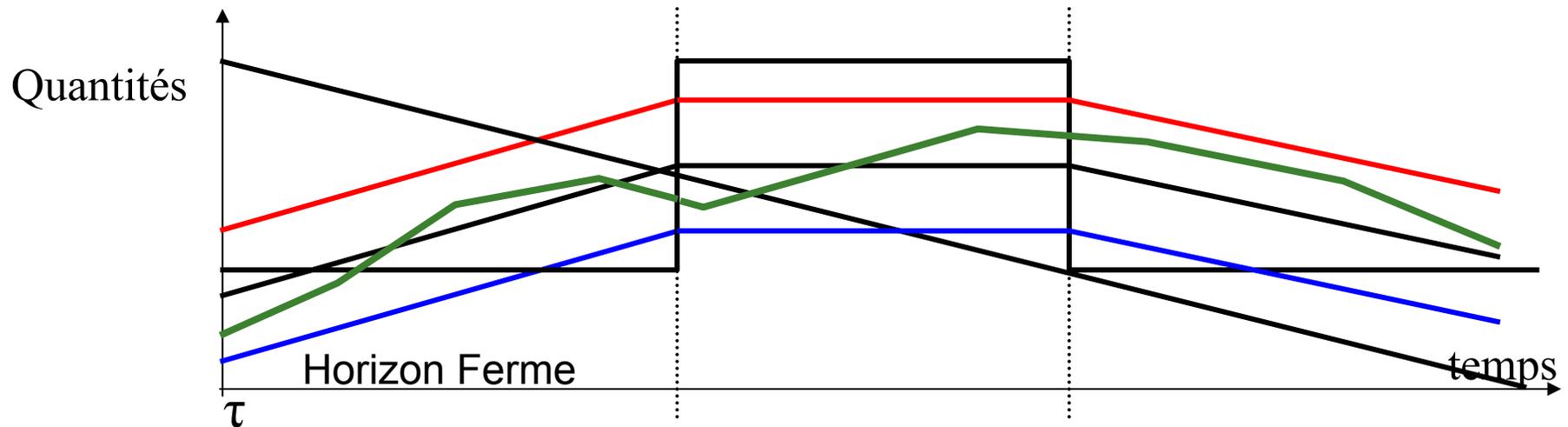
- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- **Caractérisation de la demande client**
 - À court terme : demande ferme
 - À moyen terme : demande flexible (variations bornées)
 - Au-delà : pas de visibilité
 - Contexte nouveau produit : pas de probabilités
- **Trois imperfections sur la demande** (Galasso et Thierry, 2008)
 - Incomplétude : porte sur l'absence d'information
 - Visibilité sur la demande ferme
 - Incertitude : porte sur les grandes tendances
 - Tendances à comparer
 - Imprécision : porte sur les variations autour des tendances
 - Flexibilité associée à la demande à moyen terme

Comportement du client

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- Il définit en fonction de sa connaissance du marché
 - Une ou plusieurs tendances (demande incertaine)
 - Des variations possibles autour de cette tendance
 - Une stratégie d'affermissement pour la demande



Modélisation du comportement

- Introduction
- Éléments incertains
- Périmètre de l'étude
- Risques
- **Principe de simulation**
- Conclusions

- La demande client est notée : $D_{p,t}^\tau$
- L'imprécision est représentée par un intervalle

$$\left[\underline{D}_{p,t}^\tau, \overline{D}_{p,t}^\tau \right]$$

- Les demandes sont comprises dans l'intervalle

$$\begin{cases} D_{p,t}^\tau, & \forall p, \forall t \in HF^\tau \\ D_{p,t}^\tau \in \left[\underline{D}_{p,t}^\tau, \overline{D}_{p,t}^\tau \right] & \forall p, \forall t \in HL^\tau \end{cases}$$

- L'évolution de la demande est formalisée par

$$D_{p,t}^\tau = D_{p,t}^{\tau-PP}$$

$$\forall p \quad \forall t \in \{HF^{\tau-PP} \cap HF^\tau\}$$

$$D_{p,t}^\tau \in \left[\underline{D}_{p,t}^{\tau-PP}, \overline{D}_{p,t}^{\tau-PP} \right]$$

$$\forall p \quad \forall t \in \{HL^{\tau-PP} \cap HF^\tau\}$$

$$\left[\underline{D}_{p,t}^\tau, \overline{D}_{p,t}^\tau \right] = \left[\underline{D}_{p,t}^{\tau-PP}, \overline{D}_{p,t}^{\tau-PP} \right]$$

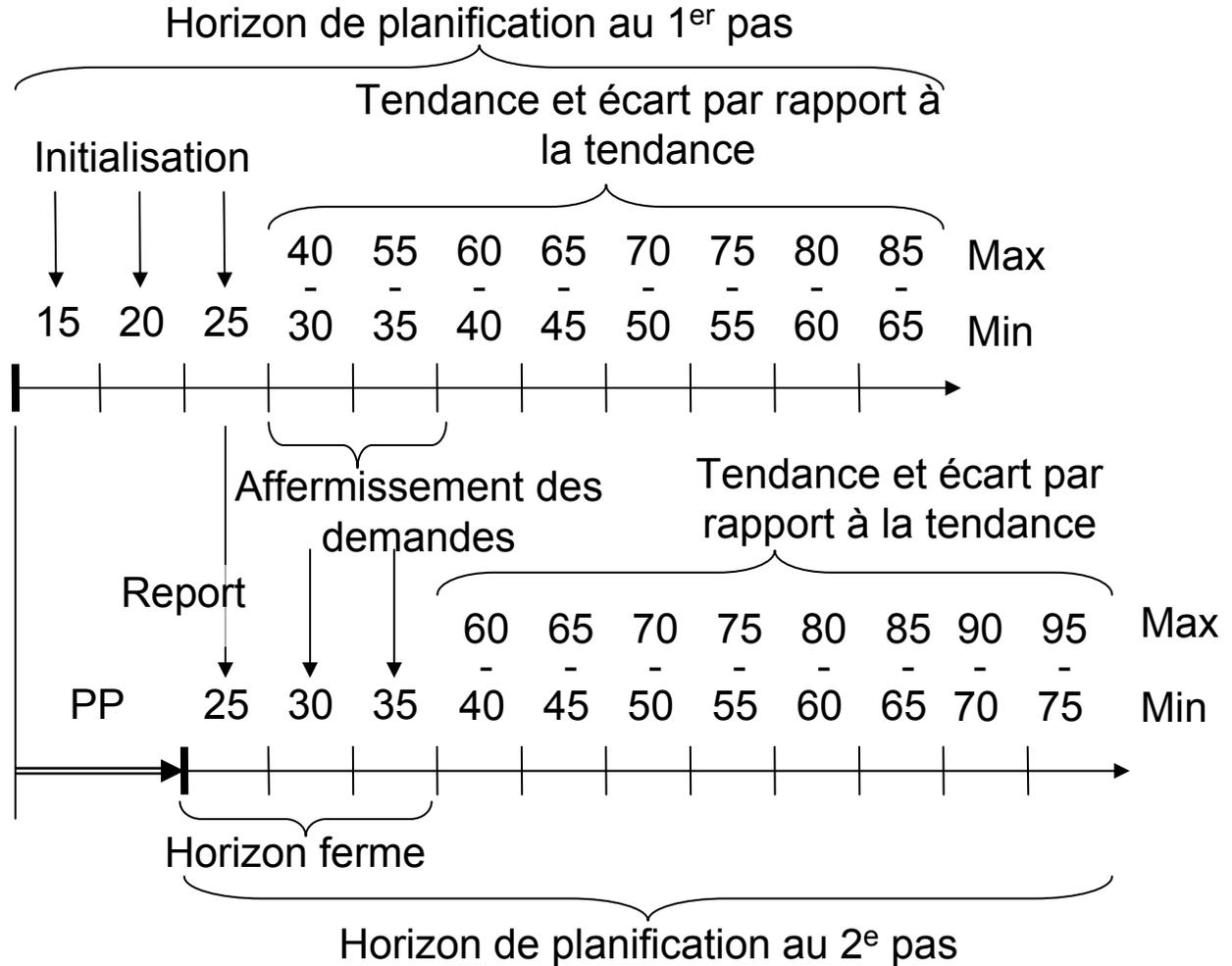
$$\forall p \quad \forall t \in \{HL^{\tau-PP} \cap HL^\tau\}$$

Comportement du client

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

Tendance linéaire
Stratégie : affermir le minimum

Planification à $\tau = 1$



Comportement du fournisseur

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

- **Processus de gestion de la demande**
 - Générer des demandes déterministes en fonction
 - Tendance
 - Imprécision (écarts) liée à cette tendance
 - Stratégie de gestion de la demande
- **Processus de planification**
 - Prendre en compte les contraintes de production
 - Simuler par un modèle linéaire
 - Résolution itérative avec Xpress-MP[®]

Modélisation du fournisseur

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

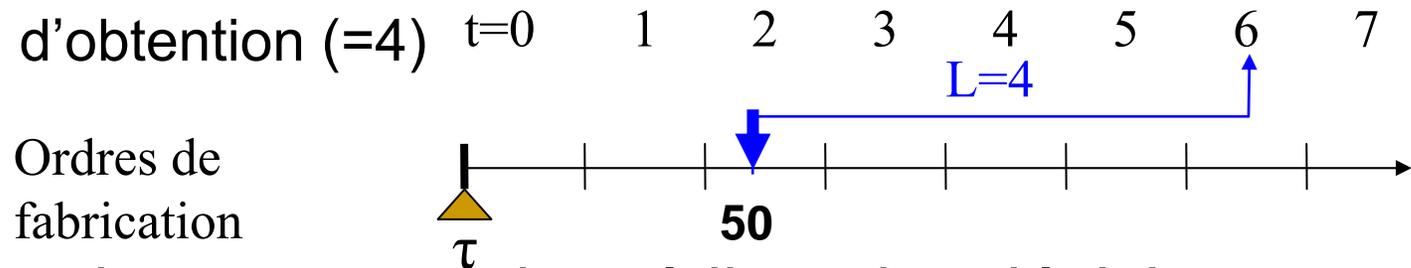
- Modèle linéaire en variables mixtes
- Résolution en maximisant un gain global sur *HP*
- Variables de décision
 - Production interne ou sous-traitée : $X_{p,t}$ ou $S_{p,t}$
 - Achats à plusieurs fournisseurs : $A_{s,c,t}$
 - Utilisation d'heures supplémentaires : E_t
 - Variables binaires pour introduire une capacité spécifique
 - 2 ou 3-huit ; recrutement d'intérimaires etc. : B_a

Contraintes du fournisseur

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions

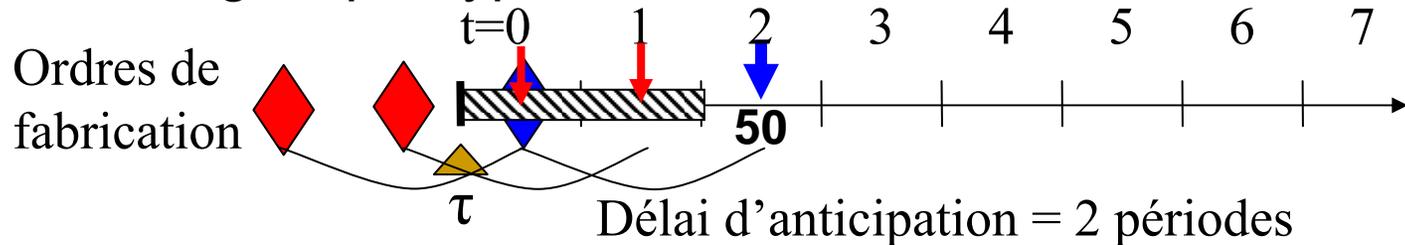
■ Production non immédiate

- Délai d'obtention (=4)



■ Pas de mise en œuvre immédiate des décisions

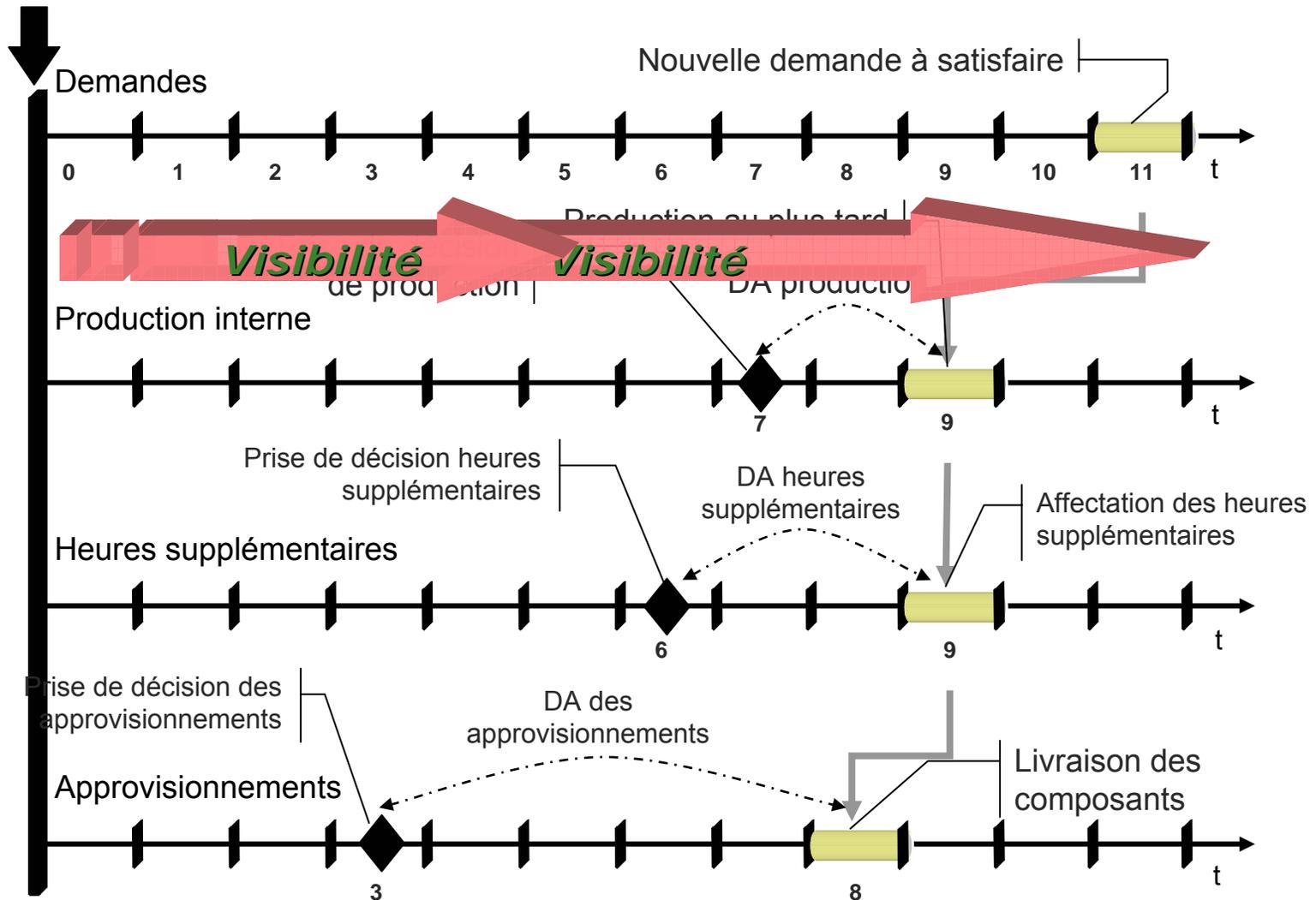
- Délai d'anticipation
- Horizon gelé par type de décision



■ Interactions complexes entre les décisions

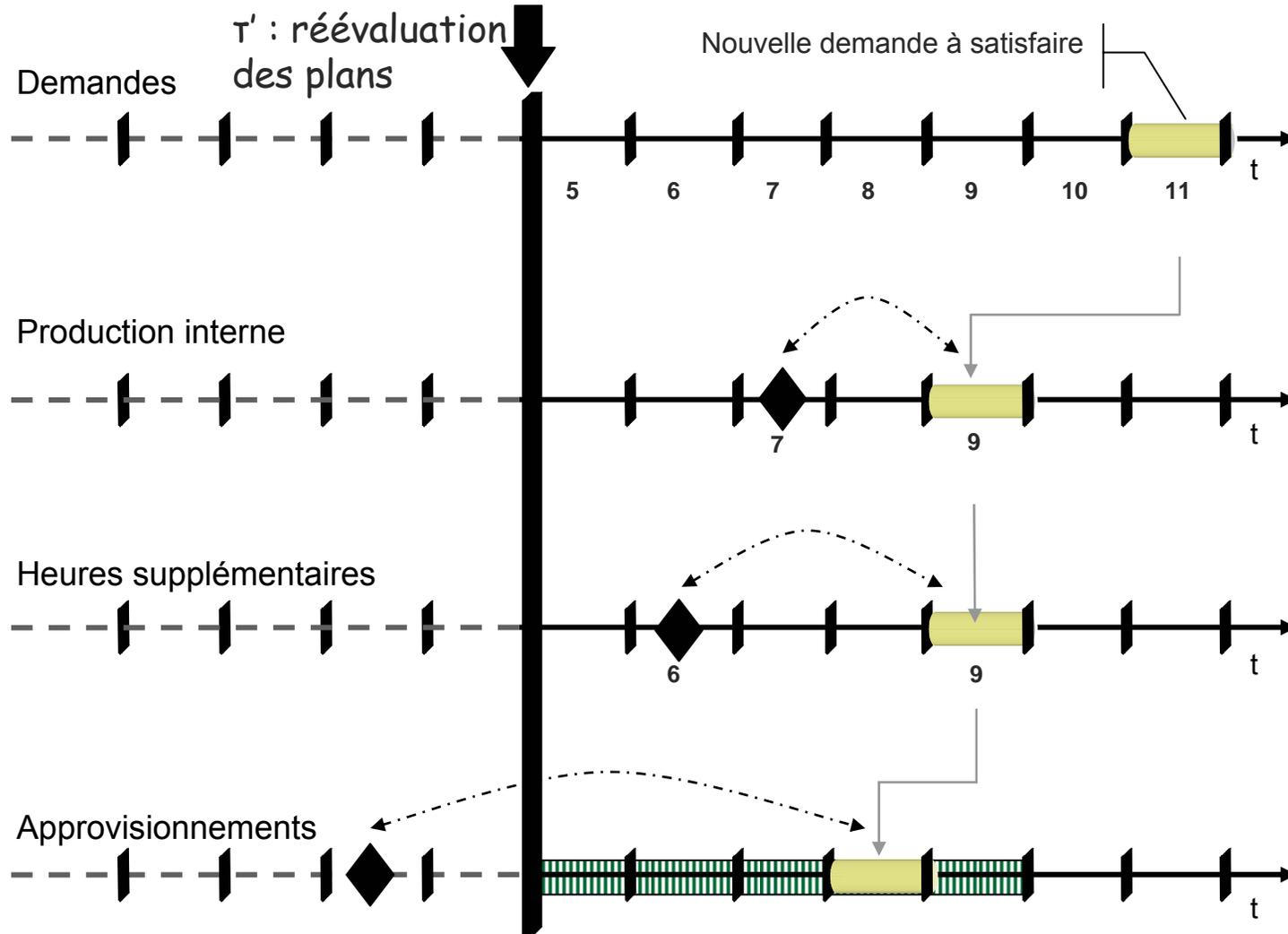
Interaction temporelles

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions



Interaction temporelles

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- **Principe de simulation**
- Éléments incertains
- Risques
- Conclusions



Intégration de la demande flexible

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

- On définit des « **stratégies de planification** » :

Modélisation du comportement du responsable de la planification permettant de définir, sur l'**horizon flexible**, la demande sur laquelle il base sa planification

- Exemples caractéristiques de stratégies :

- Myope : pas d'intégration de la demande flexible $T_{HL} = 0$

- Optimiste : on planifie à partir de la borne sup. de la demande

$$\widehat{D}_{p,t}^{\tau} = \overline{D}_{p,t}^{\tau} \quad \forall p \quad \forall t \in HL^{\tau}$$

- Moyenne : on planifie à partir de la moyenne des bornes de la demande

$$\widehat{D}_{p,t}^{\tau} = \frac{D_{p,t}^{\tau} + \overline{D}_{p,t}^{\tau}}{2} \quad \forall p \quad \forall t \in HL^{\tau}$$

- Pessimiste : on planifie à partir de la borne inf. de la demande

- Etc. $\widehat{D}_{p,t}^{\tau} = \underline{D}_{p,t}^{\tau} \quad \forall p \quad \forall t \in HL^{\tau}$

Évaluation des plans du fournisseur

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

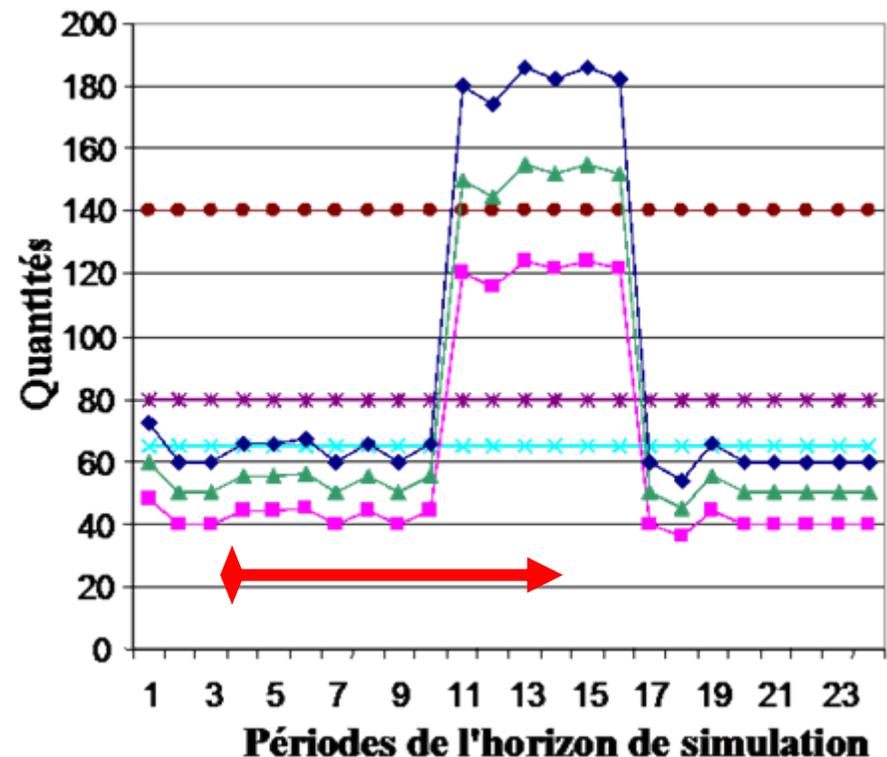
- Simulation, évaluation et comparaison de plusieurs paramétrages
 - Stratégies de planification
 - Paramètres temporels (longueurs des horizons fermes et flexibles)
 - Paramètres des fournisseurs du fournisseur
- Simuler le comportement du client
 - Définition de contexte d'évaluation
- Intégration de contraintes pour assurer la cohérence des décisions
 - Entre deux pas de planification
- Utilisation de critères d'aide à la décision
- Objectif : définir des paramétrages cibles

Exemple d'évaluations

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

- Objectif
Fournir une démarche d'aide à la décision pour définir la meilleure stratégie applicable
- Deux types de simulations
 - Évaluer l'impact sur les coûts de l'application d'une stratégie
 - Comparer les différentes stratégies / différents contextes
- Caractéristiques de l'exemple
 - 1 produit fini
 - 2 composants
 - 2 fournisseurs par composant
 - 1 profil de demande avec pic
 - Flexibilité sur la demande : +/-20%

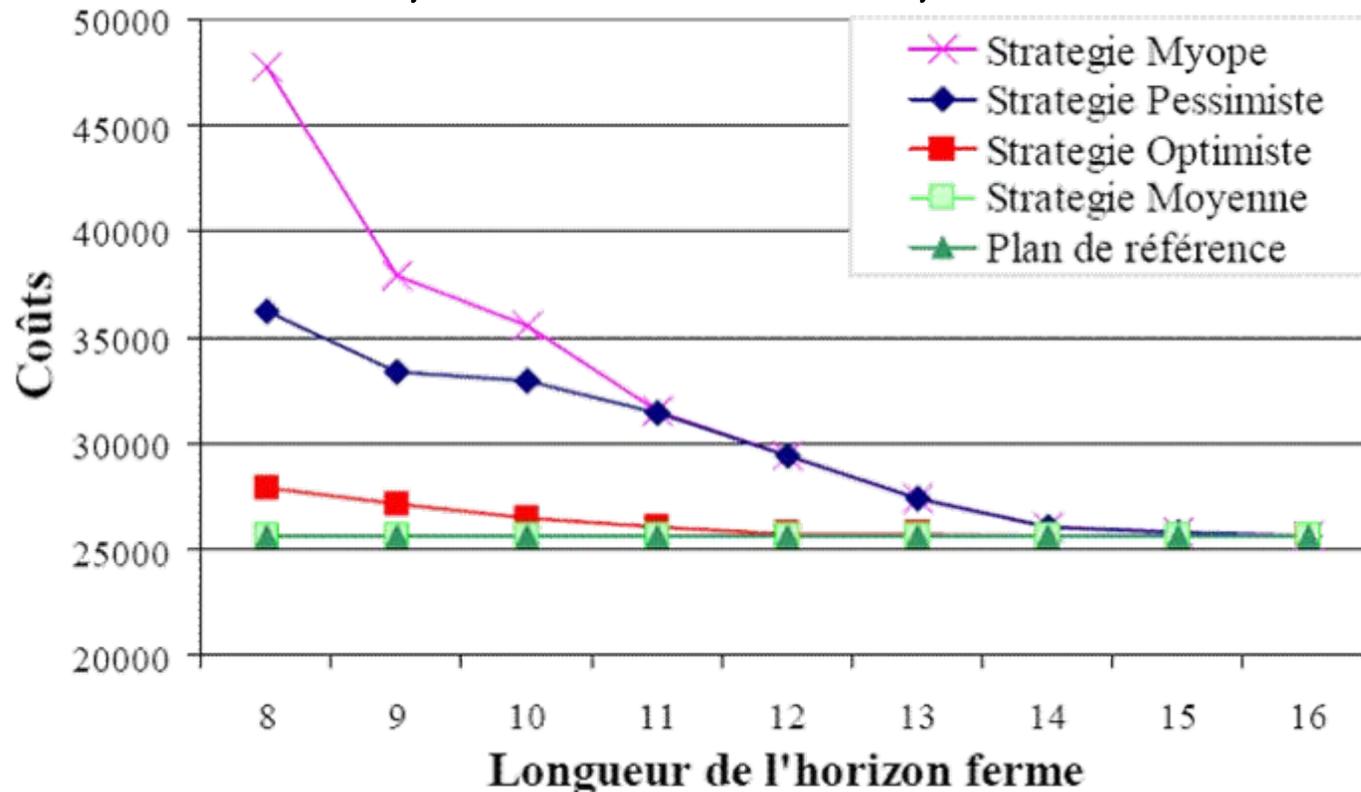
Tendance et flexibilité sont donnés
Processus d'affermissement est supposé



Besoin de visibilité

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

- *Le décideur souhaite analyser les stratégies dans un contexte d'évaluation donné (par ex : demande moyenne)*



Choix d'une stratégie : aversion au risque

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

- *Le décideur souhaite choisir une stratégie lorsqu'il n'a pas connaissance de la demande ferme ($HP = 8 + 4$)*

Contexte \ Stratégie	Demande réelle Minimale	Demande réelle Moyenne	Demande réelle Maximale
Stratégie Optimiste	143 604	177 207	195 210
Stratégie Moyenne	144 415	175 237	174 017
Stratégie Pessimiste	144 672	169 855	136 566

- Application d'un critère d'aide à la décision
 - **Critère de Wald** : Maximiser le gain minimum de chaque stratégie
 - Choix de la stratégie **Moyenne**

Choix d'une stratégie : Propension au risque

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- **Éléments incertains**
- Risques
- Conclusions

- *Le décideur souhaite choisir une stratégie lorsqu'il n'a pas connaissance de la demande ferme*

Demande Stratégie	Demande Réelle Minimale	Demande Réelle Moyenne	Demande Réelle Maximale
Stratégie Optimiste	143 604	177 207	195 210
Stratégie Moyenne	144 415	175 237	174 017
Stratégie Pessimiste	144 672	169 855	136 566

- Application d'un critère d'aide à la décision
 - **Critère d'Hurwicz** ($\alpha=1$) : **Maximiser** le gain **Maximum** de chaque stratégie
 - Choix de la stratégie **Optimiste**

Réactivités différentes des fournisseurs

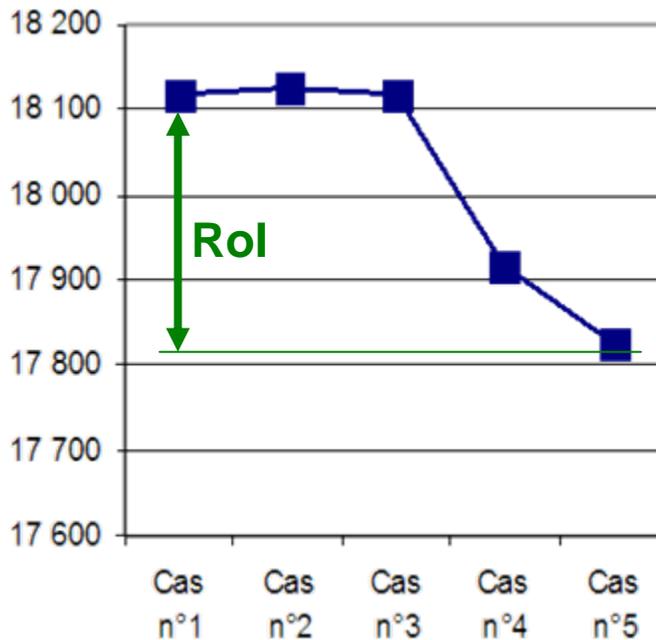
Paramètres		Cas				
		Cas n°1	Cas n°2	Cas n°3	Cas n°4	Cas n°5
Horizon Ferme	Frs 1	6	3	3	3	3
Horizon Flexible	Frs 1	0	3	3	3	0
Horizon Ferme	Frs 2	4	2	2	2	2
Horizon Flexible	Frs 2	0	2	2	2	0
<i>Pe</i>		0	10%	30%	50%	0



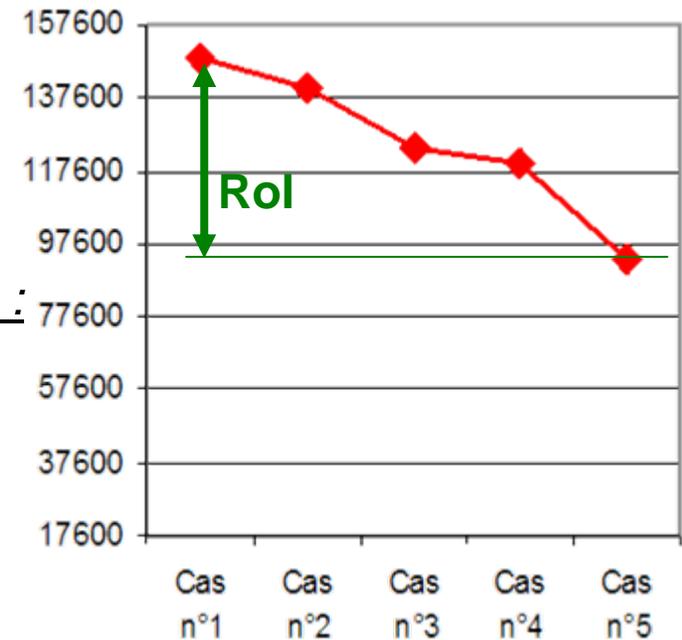
Réactivité +

- *Le décideur souhaite :*
 - *Connaître l'impact de ses stratégies de planification sur ses fournisseurs dans le **pire des cas***
 - *Définir un niveau de réactivité améliorant ses performances*

Stratégie Optimiste :



Stratégie Pessimiste :



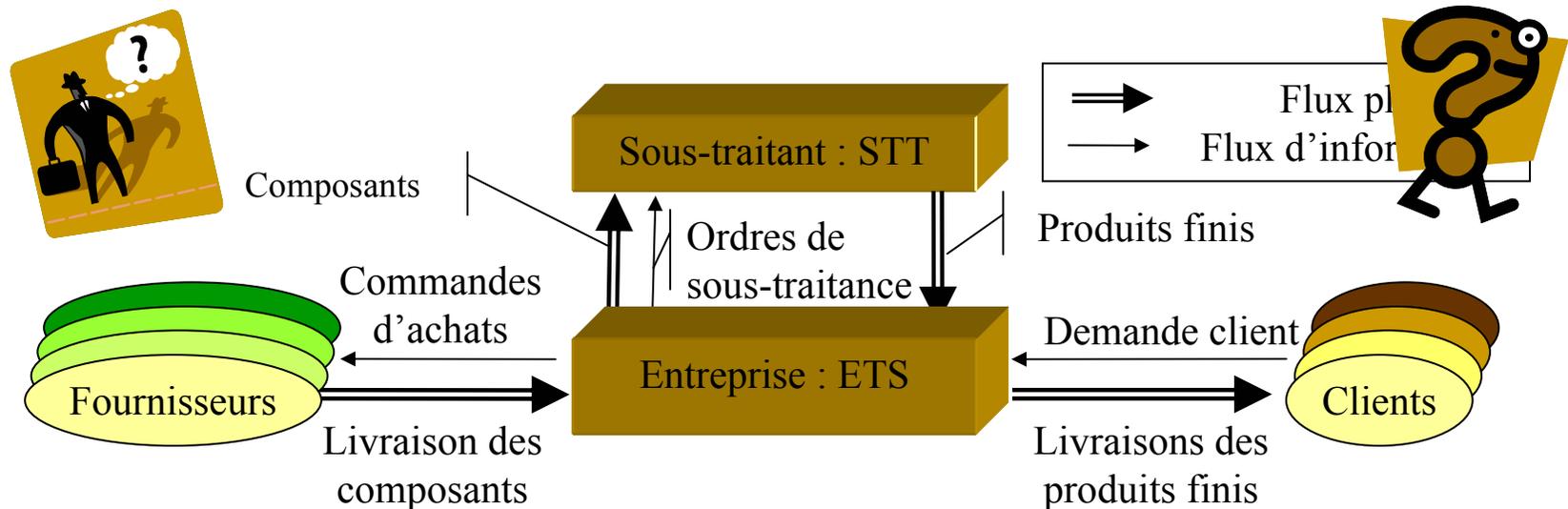
Évaluation des risques

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

- Le fournisseur seul ne peut que supposer les tendances
- Le client seul n'a pas de vision précise de l'impact de ses stratégies d'affermissement
- La demande client peut être partagée avec le fournisseur
- Chaque acteur conserve son autonomie dans un cadre collaboratif

Étude de la relation client-fournisseur

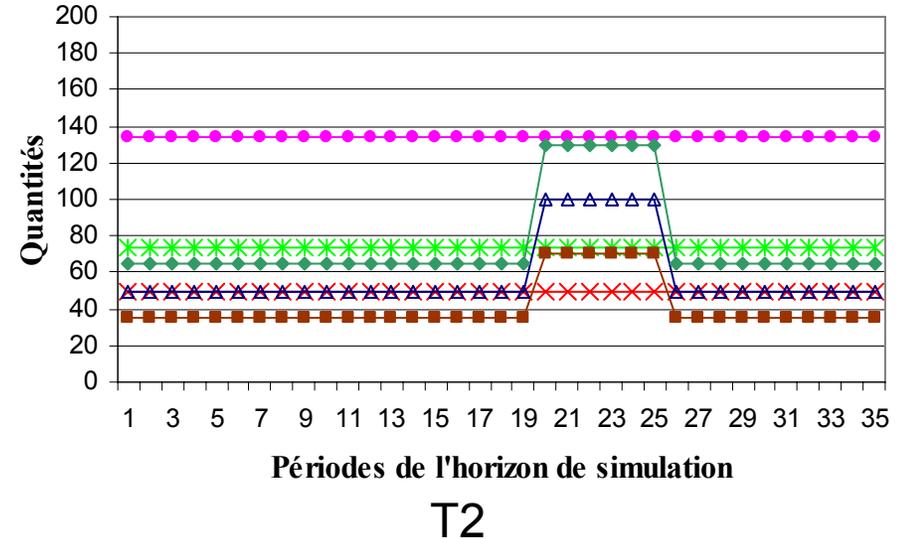
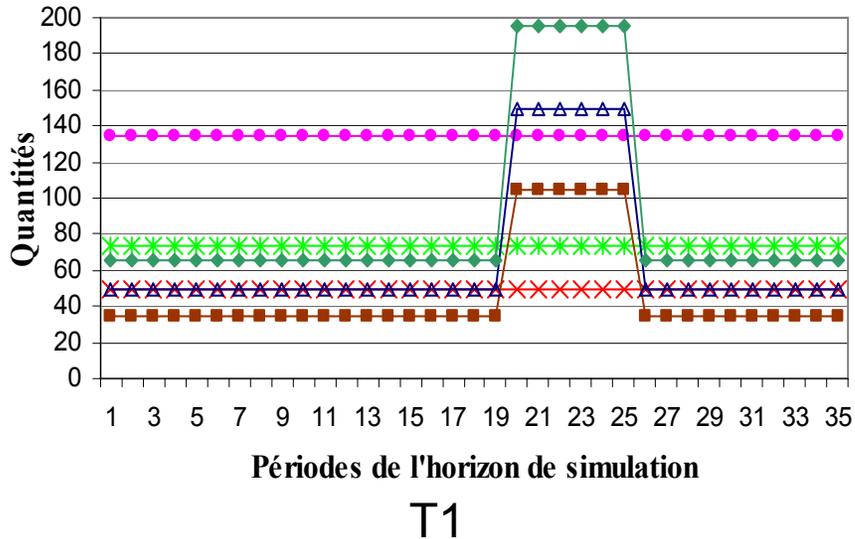
- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions



Intégration de plusieurs tendances (1)

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

- Le client dispose de plusieurs tendance (T1 et T2)
- Il souhaite **minimiser les ruptures**
- Il a plusieurs comportements « Min » et « Max »



Intégration de plusieurs tendances (2)

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

- Le fournisseur peut définir ses stratégies de planification en fonction de la tendance
 - S1 : il planifie sur la demande maximale
 - S2 : il planifie sur la demande minimale

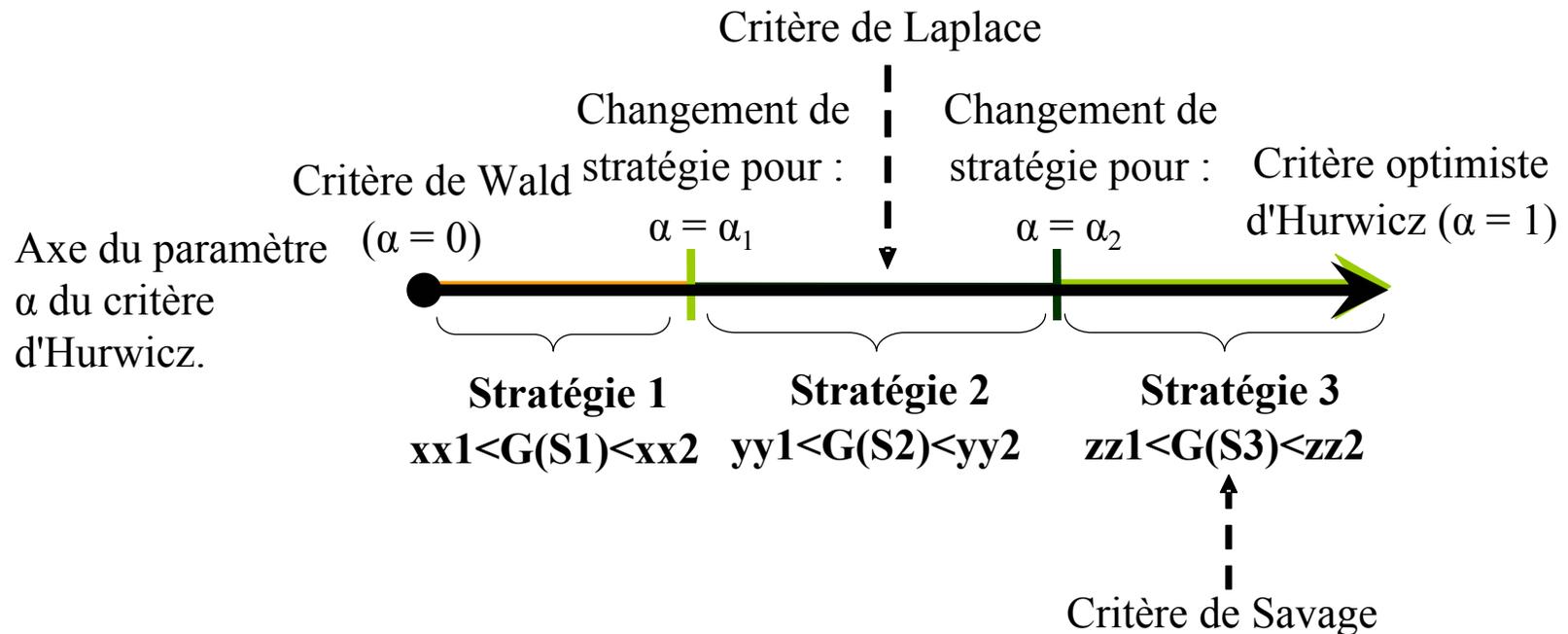
→2 tendances,
→2 scénarios
d'affermissement,
→2 stratégies de
planification
→8 expériences

	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

Évaluation des risques

- Introduction
- Éléments incertains
- Périmètre de l'étude
- **Risques**
- Principe de simulation
- Conclusions

- 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)



Calcul du critère d'Hurwicz

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

	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 $\alpha \approx 0,29$

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

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

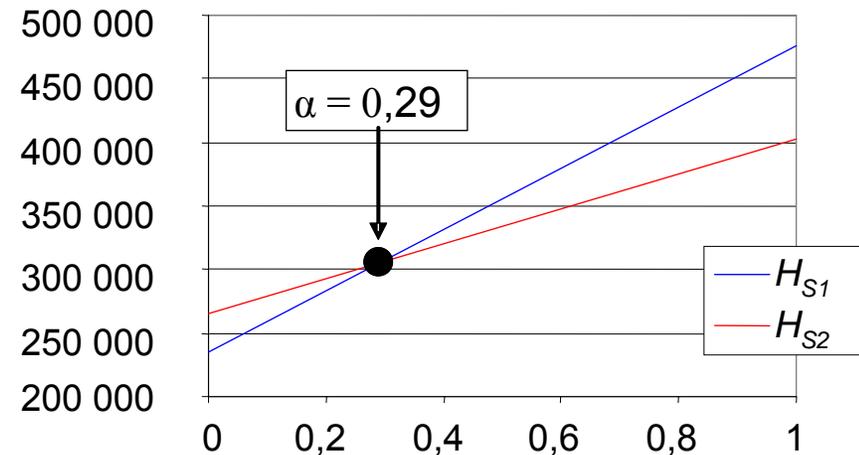
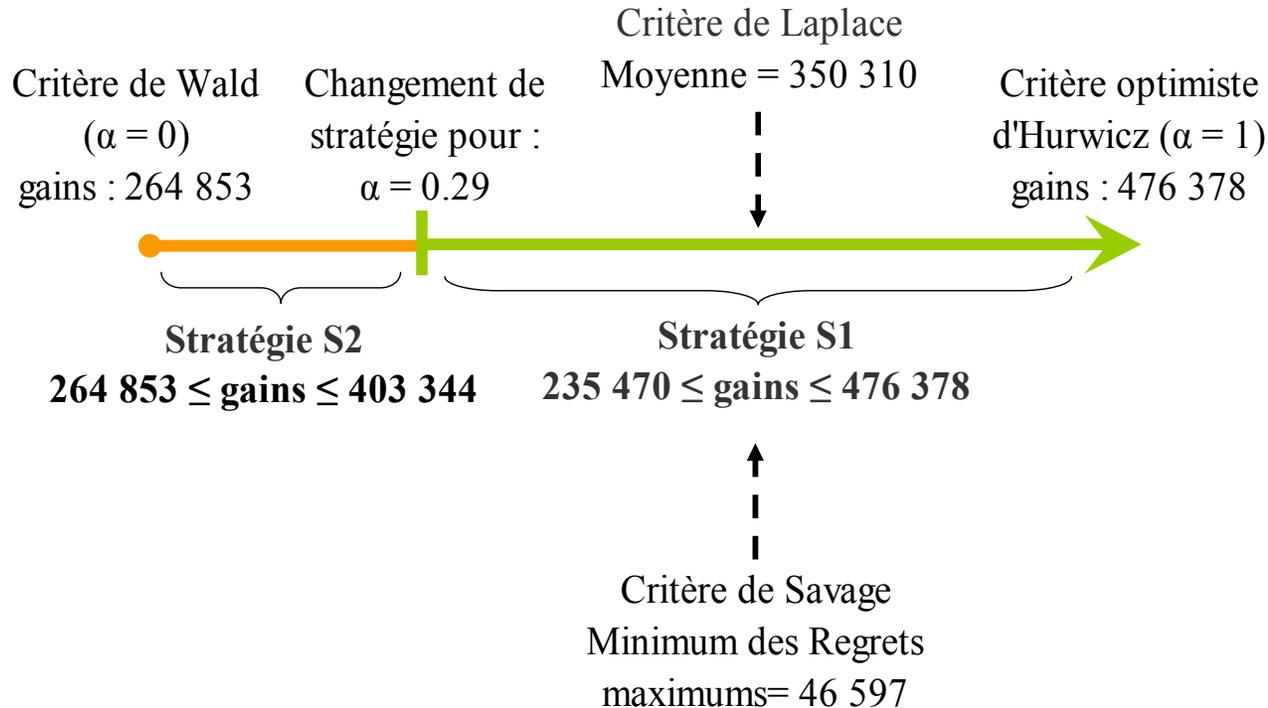


Diagramme des risques appliqué

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions



- La stratégie S2 est à prendre en considération

Diagramme des risques en fonction de la visibilité

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

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

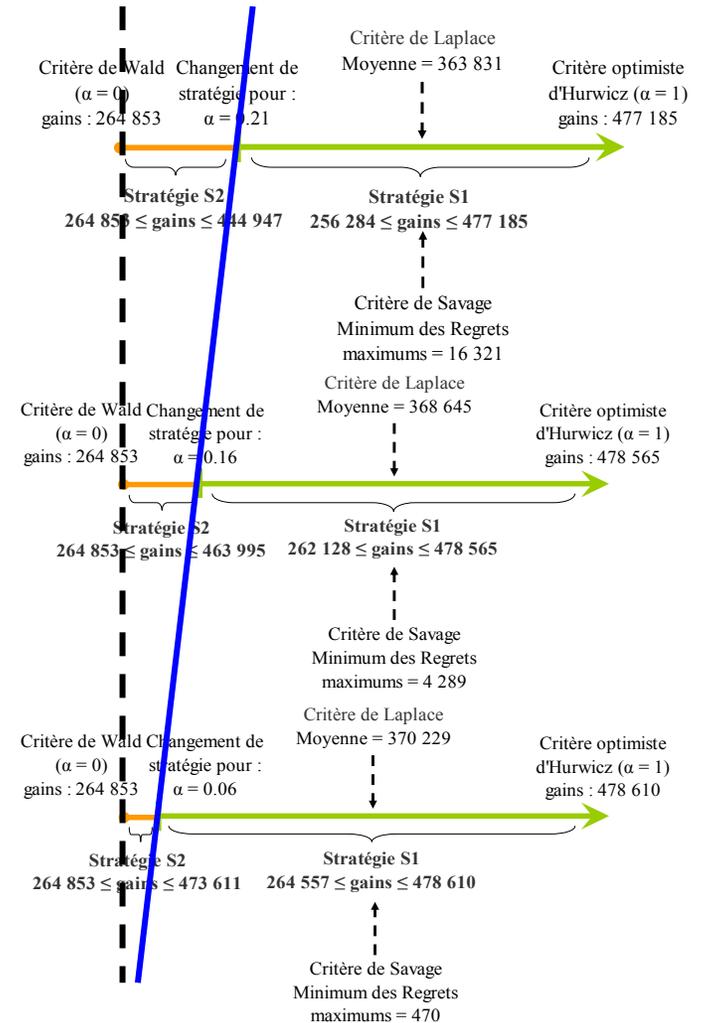
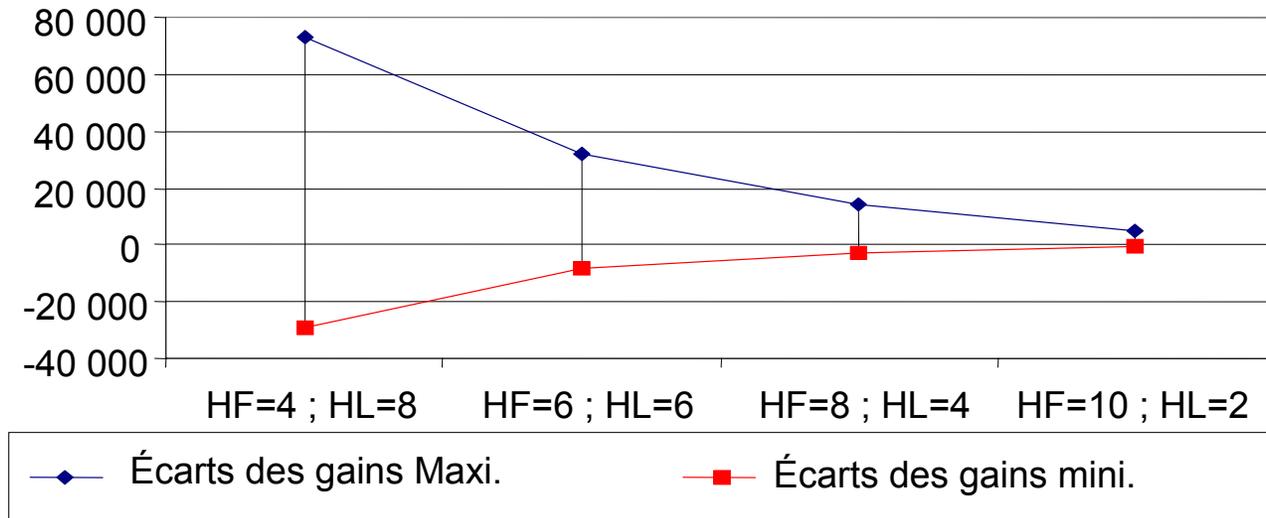


Diagramme des risques en fonction de la visibilité

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

■ Comparaison des écarts des gains

- Maximums et minimums
- Entre la stratégie S1 et la stratégie S2



■ L'importance du choix de la stratégie diminue

Tableau 6. Résultats obtenus pour un HF = 10 et HL = 2

- Le fournisseur connaît la meilleure stratégie
 - Selon un ensemble de tendance du marché
 - En fonction de son degré d'optimisme
- Définition d'éléments incitant à la collaboration vis-à-vis du client
 - Intérêt de partager ses informations sur la demande même incertaines (tendances)
 - Intérêt de « soulager » son fournisseur en lui donnant de la visibilité sur les demandes fermes
 - Impact moindre des « erreurs » de stratégie
 - Augmente la robustesse

Quid du client ?

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

- Les coûts de production
 - N'impactent pas le client
 - Sont supportés par le fournisseur qui voit ses gains diminuer
- Critère de performance : Ruptures
- Besoin d'adapter le mode de comparaison des plans
 - Définition de couples {gains minimum ; rupture maximale}
 - Instancié pour chaque visibilité du fournisseur et comportement du client

Apports de la théorie des jeux

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

■ Le fournisseur

- Choisit une stratégie d'utilisation de la demande flexible

■ Le client

- Surestimer la demande (demande min)
- Sous-estimer la demande (demande max)
- Donne une visibilité

■ Recherche d'une solution pour laquelle aucun acteur n'est perdant

- Équilibre de Nash

Synthèse des résultats

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

Stratégie du fournisseur		S1		S2	
		Gain minimal	Rupture maximale	Gain minimal	Rupture maximale
Visibilité Stratégie du client	4	235 470	14 260	264 853	96 040
	6	256 284	13 620	264 853	52 140
	8	262 128	12 300	264 853	30 700
	10	264 557	12 300	264 853	19 940

Jeu des acteurs

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- **Risques**
- Conclusions

- Le client joue : élimination des cas où les ruptures sont les plus fortes

Stratégie du fournisseur		S1		S2	
		Gain minimal	Rupture maximale	Gain minimal	Rupture maximale
Visibilité Stratégie du client	10	264 557	12 300	264 853	19 940
	2				

- Le fournisseur joue : élimination des cas où le gain est le plus faible

Stratégie du fournisseur		S2	
		Gain minimal	Rupture maximale
Visibilité Stratégie du client	10	264 853	19 940
	2		

Conclusion

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- **Conclusions**

- Approche centrée sur la relation client - fournisseur
- Définition de modèles de comportements
 - Pour le client
 - Pour le fournisseur
- Fournisseur modélisé par
 - Modèle de planification linéaire en variables mixtes
 - Résolution itérative avec Xpress-MP®
- Client modélisé par
 - Un ensemble de stratégies d'affermissement de la demande
 - Des possibilités d'attribution de niveaux de visibilité

Conclusion

- Introduction
- Périimètre de l'étude
- Principe de simulation
- Éléments incertains
- Risques
- **Conclusions**

- Cadre de simulation par résolution itérative
- Proposer un ensemble de décisions à chaque pas de planification
- Comparer différents paramétrages du fournisseur (et des acteurs qui y sont rattachés)
- Comparer les différentes stratégies du client
- Évaluation des risques selon différents critères (critère pondéré d'Hurwicz)
- Aide au choix des stratégies à différents niveaux
 - Pour le fournisseur selon ses paramètres
 - En fonction du jeu du client et du fournisseur

- Au niveau de la modélisation
 - Spécifications spécialisées des contraintes du fournisseurs
 - Définition de stratégies plus fines du comportement du client (si le marché le permet)
 - Intégrer des phénomènes d'agrégation et de désagrégation des décisions
- Au niveau de la conception du cadre de simulation
 - Développer une architecture multi-agent
 - Faciliter la saisie et le déroulement des scénarios