

TP SdF N° 27

Prise de décision dans l'incertain

Ce TP porte sur la problématique de la prise de décision dans un environnement aléatoire.

Il s'intéresse notamment à la prise en compte de contraintes dans un tel environnement en cherchant à répondre à la question : comment choisir au mieux parmi diverses alternatives ?

1 – Prise de décision dans un environnement déterministe

Plusieurs actions (projets) sont susceptibles d'apporter un gain à une entreprise mais chacune a un coût et nécessite des ressources en personnel. Comment choisir au mieux parmi celles-ci en respectant des contraintes de coût global et de limitation de l'ensemble du personnel employé ?

Choisir des hypothèses pour cet exemple puis le traiter en expliquant comment sont traités les critères et contraintes.

2 – Prise de décision dans un environnement aléatoire

Traiter à nouveau cet exemple en considérant que les gains attendus, coût, et ressources en personnel de chacune des actions sont des variables aléatoires.

Montrer les spécificités du traitement des contraintes dans un environnement aléatoire.

1 – Prise de décision dans un environnement déterministe

Les hypothèses suivantes ont été choisies pour illustrer cette problématique dans un cas très simple.

Le critère de choix est le bénéfice attendu (\sum gains - \sum coûts) que l'on cherche à maximiser tout en respectant deux contraintes, l'une sur l'ensemble du personnel et l'autre sur le coût global.

Prise de décision

	Ressources			Décision
	Gain	Personnel	Coût	
Action 1 :	6	3	2	1
Action 2 :	10	2	1	1
Action 3 :	6	3	2	1
Action 4 :	4	4	6	0
Action 5 :	6	2	2	1
Action 6 :	8	3	3	1
Σ :	36	13	10	5
Bénéfice :	26	20	25	

Critère (\uparrow)
Contraintes (\leq)

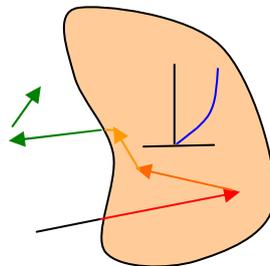


Feuille de calcul
Microsoft Excel

Fichier Excel disponible par un double clic sur l'icône :

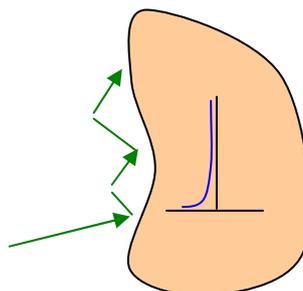
L'algorithme de traitement peut prendre en compte les contraintes de deux manières différentes, par :

- ajout à la fonction objectif (à minimiser) d'une pénalité fonction de l'amplitude du dépassement de la frontière délimitée par les contraintes (c'est la méthode utilisée dans GEN CAB),



$$f(x,y,\dots) \pm P * \Sigma \Delta C_i$$

- ajout à la fonction objectif d'une fonction barrière qui croît très rapidement lorsqu'on s'approche de la frontière délimitée par les contraintes (méthode dite du point intérieur puisque la recherche de l'optimum reste à l'intérieur de l'ensemble des solutions réalisables).



$$\text{Exemple : } f(x,y,\dots) \pm -\text{Log}(\Sigma dC_i)$$

2 – Prise de décision dans un environnement aléatoire

On remplace les gains attendus, coût, et ressources en personnel de chacune des actions par des variables aléatoires (lois normales, lognormales, triangulaires et uniformes considérées dans cet exemple) et on réitère la recherche de la configuration optimale en couplant un outil d'optimisation (GENCAB) à un outil de simulation de Monte-Carlo (GENCAB).

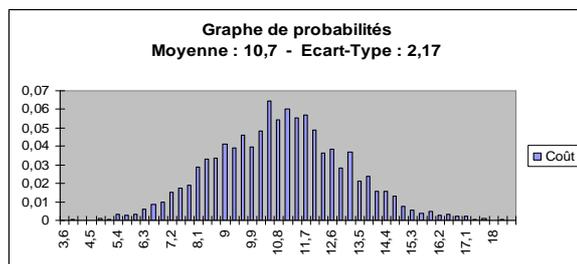
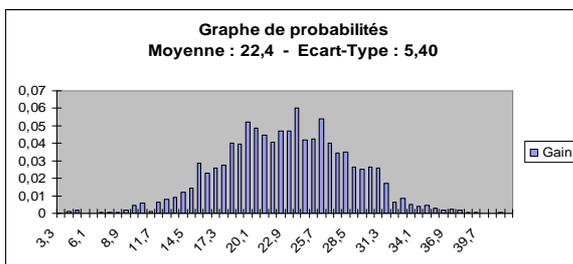
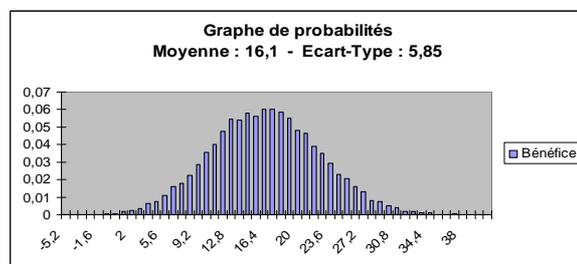
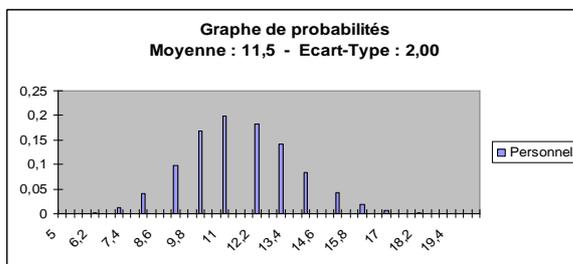
Le critère de décision choisi peut être l'espérance (valeur moyenne) du bénéfice escompté comme dans l'exemple ci-après.

Prise de décision dans l'incertain

	Ressources			Décision
	Gain	Personnel	Coût	
Action 1 :	7,92	2	12,36	0
Action 2 :	3,71	2	3,20	1
Action 3 :	5,19	2	3,40	1
Action 4 :	6,25	4	10,46	1
Action 5 :	4,61	3	3,75	0
Action 6 :	6,91	2	4,05	1
Σ :	22,06	10	21,11	4
Bénéfice :	0,95	20	25	

Critère (↑) Contraintes (≤)

	Moyenne	Ecart-type
Gain :	29,89	5,34
Personnel :	11,51	2,00
Coût :	13,78	2,42
Bénéfice :	16,10	5,85



Feuille de calcul
Microsoft Excel

L'outil GENCAB propose pour cela une méthode de couplage très efficace, entre simulation et optimisation, pour diminuer les temps de calcul (réduction dans un rapport 30 environ quand chacune des solutions est évaluée au moyen de 2000 simulations). Chacune des solutions fait l'objet d'une évaluation grossière, à partir d'un nombre limité de simulations (100 par exemple), qui est poursuivie plus ou moins longtemps en fonction des résultats obtenus.

Contrairement au cas déterministe, la prise en compte des contraintes peut poser problème car ces dernières peuvent n'être respectées que sur une partie des simulations effectuées pour évaluer chacune des configurations de décisions.

Le résultat des simulations ne respectant pas les contraintes est alors affecté d'une très forte pénalité dont la valeur a une influence directe sur le choix décisionnel. Certaines solutions attrayantes peuvent être rejetées, car susceptibles de ne pas satisfaire les contraintes en pire cas, ou, inversement, d'autres solutions peuvent présenter un risque significatif de dépassement des contraintes.

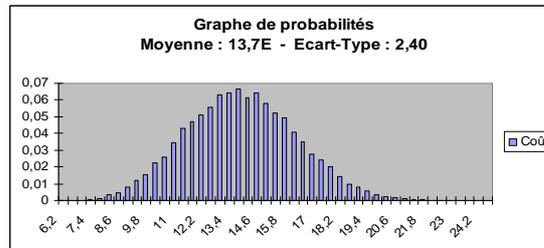
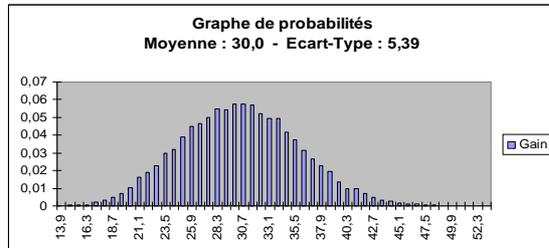
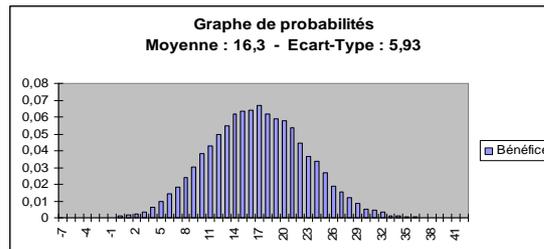
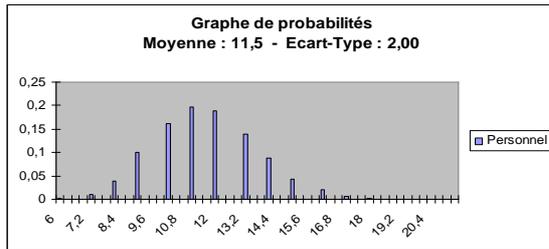
Cette difficulté peut être surmontée en affectant les contraintes à des valeurs moyennes (quantile, moyenne à n sigma...) et maîtriser ainsi le risque de dépassement en terme probabiliste comme dans l'exemple suivant (risque inférieur à 1%).

Prise de décision dans l'incertain

	Ressources			Décision
	Gain	Personnel	Coût	
Action 1 :	8,86	3	1,42	0
Action 2 :	3,08	5	1,64	1
Action 3 :	8,70	3	3,21	1
Action 4 :	6,74	4	5,05	1
Action 5 :	5,41	3	4,74	0
Action 6 :	6,55	4	2,82	1
Σ :	25,07	16	12,71	4
Bénéfice :	12,35			

Critère (↑)

	Moyenne	Ecart-type	Moyenne + 2 sigma	Contraintes (≤)
Gain :	30,02	5,39	40,8018585	
Personnel :	11,53	2,00	15,52603726	25
Coût :	13,74	2,40	18,5338477	20
Bénéfice :	16,28	5,93	28,13145948	



Feuille de calcul
Microsoft Excel

Remarque : les configurations optimales obtenues auraient pu être différentes selon les diverses manières d'exprimer les contraintes, notamment dans un cas moins trivial.