

TP N° 49

Programmation multi projets contrainte par des ressources financières calendaires

L'objet de ce TP est de montrer l'apport de la simulation et de l'optimisation à la gestion financière de plusieurs projets menés simultanément dans un cadre contraint de ressources calendaires, et à la prise de décision de lancement de nouveaux projets dans un tel contexte.

Une entreprise reçoit régulièrement de chacun de ses chefs de projets une estimation des coûts des tâches restant à réaliser telle que celle présentée ci-dessous :

Tâche 1	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Min</i>	5	14	87	168			
<i>Probable</i>	14	31	91	185			
<i>Max</i>	18	49	109	199			
Tâche 2							
<i>Min</i>	47	44	18		66		
<i>Probable</i>	56	62	26	37	73		
<i>Max</i>	62	73	28	42	84		
Tâche 3							
<i>Min</i>		12	63	140	90	34	
<i>Probable</i>		28	87	167	95	35	
<i>Max</i>		36	111	194	115	49	
Tâche 4							
<i>Min</i>			44	18		66	36
<i>Probable</i>			62	26	37	73	48
<i>Max</i>			73	28	42	84	57

Facteur d'échelle min :	1	Max :	1,3	(Δ Coût/coût)/(Δ T/T) :	20%
-------------------------	---	-------	-----	---	-----

Pour chacune des tâches, le coût probable annuel et son encadrement par des valeurs extrêmes font l'objet d'une estimation.

Sous la forme d'un facteur d'échelle (minimal et maximal) couvrant l'ensemble de la planification, les risques de retard sont évalués à partir d'un retour d'expérience sur des projets similaires.

De même le surcoût relatif généré par un retard uniformément reparti sur l'ensemble des tâches du projet est estimé en tenant compte d'un taux d'intérêt et en identifiant les activités récurrentes additionnelles propres au projet concerné.

1 – Simulation : Réaliser une simulation de 3 projets distincts et proposer une méthode d'élaboration de marges garantissant le non-dépassement des ressources allouées dans 99 % des cas.

2 – Optimisation : Proposer une aide à la décision de lancement de nouveaux projets.

1 – Simulation :

La répartition calendaire des coûts d'un projet peut se simuler de la manière suivante à partir des données estimées :

Programmation multi projets contrainte par des ressources financières calendaires

Projet 1 - Données

Tâche	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tâche 1										
Min	22	50	21	36						
Probable	32	70	44	55						
Max	36	74	66	87						
Tâche 2										
Min	47	34	12	48						
Probable	52	42	21	76						
Max	57	59	27	113						
Tâche 3										
Min		98	117	148	108					
Probable		102	132	170	130					
Max		111	136	201	153					
Tâche 4										
Min			9	28	135					
Probable			16	53	157					
Max			39	65	165					

Facteur d'échelle : Min : Max : ($\Delta\text{Coût/coût}$)/ $(\Delta T/T)$:

Projet 1 - Simu Facteur d'échelle :

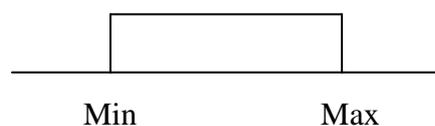
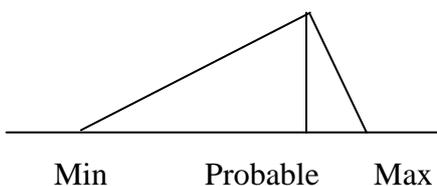
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tâche 1	30,91	70,28	34,53	45,77						
Tâche 2	53,15	37,54	15,96	78,33						
Tâche 3		104,34	121,14	169,01	132,28					
Tâche 4			28,35	46,78	156,00					
Total sans glissement	84,06	212,16	199,99	339,89	288,27					
Coûts avec glissement	90,22	227,72	214,66	364,83	309,42					
1	66,01	24,21								
2		105,49								
3			122,23							
4			41,83	157,05	15,79					
5					240,09	124,74				
6						120,58	188,84			
7										
8										
9										
10										
Total après glissement	66,01	129,70	164,06	157,05	255,87	245,32	188,84			

Répartition des coûts avant et après glissement



Feuille de calcul

Cliquer sur l'icône pour ouvrir le fichier :



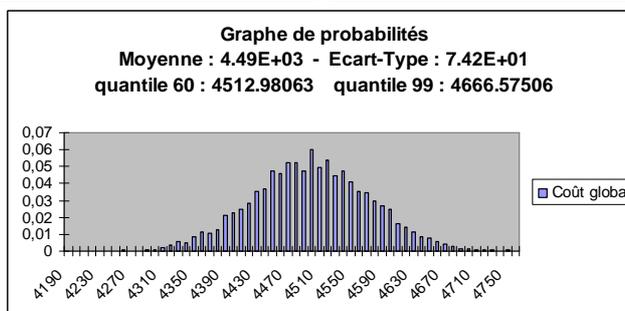
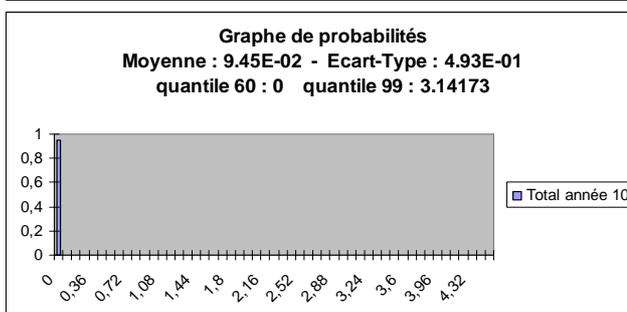
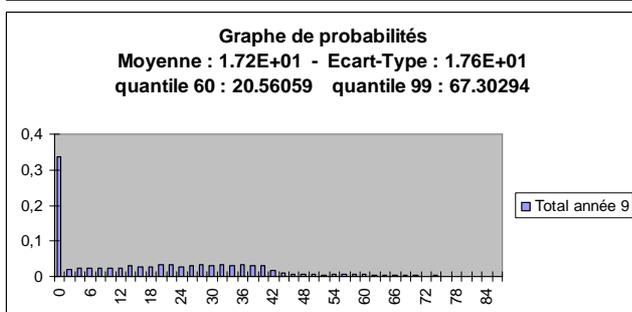
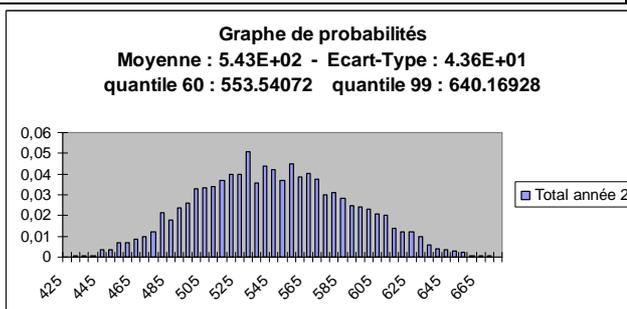
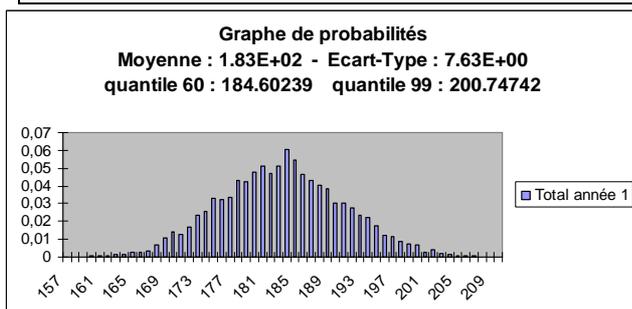
Les coûts des différentes tâches sont d'abord simulés à partir de distributions triangulaires et celle du facteur d'échelle à partir d'une distribution uniforme.

Les macro fonctions L_Tri(Probable;;;Min;Max) et L_Uni(;;;Min;Max) du logiciel SIMCAB peuvent être utilisées à cet effet.

Les coûts calendaires globaux, avant puis après la prise en compte du facteur d'échelle, sont alors calculés. Ces derniers font ensuite l'objet d'un glissement calendaire selon ce même facteur au moyen de fonctions du tableur (voir feuille de calcul).

Différents projets peuvent être ainsi simulés dans autant de feuilles de calcul d'un même fichier afin d'aboutir à une feuille de synthèse.

Synthèse		5000 simulations										
Année		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Projet 1		41,75	82,30	160,55	256,63	344,32	176,52	113,46	66,86	29,50	0,00	
Projet 2		84,08	304,76	162,32	444,99	400,57	341,56	229,42	59,29	0,00	0,00	
Projet 3		43,17	151,57	181,69	234,95	317,47	241,92	17,28	0,00	0,00	0,00	Coût global
Total		169,00	538,63	504,55	936,56	1062,37	760,00	360,16	126,16	29,50	0,00	4486,93
Quantile 60 %		184,60	553,54	570,25	990,41	1004,10	742,32	443,09	134,91	20,56	0,00	4512,98
Quantile 99 %		200,75	640,17	660,40	1223,35	1113,02	815,61	658,19	260,81	67,30	3,14	4666,58
										Quantile 60 %	4643,79	
										Quantile 99 %	5642,74	



Synthèse

Cliquer sur l'icône pour ouvrir le fichier :

Les coûts calendaires globalisant l'ensemble des projets peuvent alors être calculés et le lancement de simulations multiples permet d'estimer leur quantile afin de garantir le non-dépassement des ressources allouées correspondantes (notamment à 99 % pour limiter le risque à 1%).

A l'issue des simulations, les paramètres « quantile_inf_nom » et « quantile_sup_nom », correspondant aux valeurs demandées (« quantile_inf » = 60 et « quantile_sup » = 99), sont fournis par SIMCAB pour chacune des cellules définies comme résultat.

La méthode d'élaboration des marges consistant à considérer les quantiles calendaires à 99 % comme valeurs à ne pas dépasser apparaît critiquable pour les raisons suivantes :

- Les marges intègres des pires cas liés à des glissements de tâches au-delà des surcoûts.
- Le risque de dépassement des ressources (1 %) est pris à chaque période calendaire et non pas sur l'horizon glissant,

Cette méthode conduit naturellement à une sous-programmation des projets de l'entreprise.

Aussi, apparaît-il plus pertinent de ne considérer ces quantiles à 99 % que sur une ou deux périodes calendaires à partir de l'instant courant et de se focaliser principalement sur le quantile à 99 % du coût global de l'ensemble des projets au terme de l'horizon glissant.

Remarque : Chaque projet peut également faire l'objet d'une simulation de Monte-Carlo du diagramme PERT, au moyen de l'outil CABPLAN (voir TP n° 47), en considérant les durées et les coûts de chacune des tâches élémentaires comme des variables aléatoires. La synthèse des différents projets est alors traitée de la même manière à partir des feuilles de calcul correspondantes.

2 – Aide à la décision de lancement de nouveaux projets

L'aide à la décision de lancement de nouveaux projets dépend évidemment de la souplesse de gestion de la trésorerie dans l'entreprise.

- Peut-on volontairement retarder certaines tâches prévues dans une période calendaire en cas de risque de dépassement des ressources disponibles durant celle-ci ?
- Peut-on récupérer des ressources non consommées d'une période sur l'autre ?

Aussi, à titre d'exemple, les hypothèses suivantes ont été considérées dans la suite de cette étude :

- Aucun réaménagement de l'ordonnancement des tâches n'est possible dans la période calendaire.
- Un reliquat de ressource non-consommée n'est récupérable sur la période calendaire suivante que dans la limite de 15 % de la ressource allouée.

De nouveaux projets peuvent être simulés dans des feuilles de calcul additionnelles puis ajoutés aux autres dans la feuille de synthèse comme indiqué sur la figure suivante. L'aide à la décision consiste alors à proposer une configuration optimale de leur période de démarrage respective.

Cette optimisation peut s'effectuer sur le critère de minimisation des ressources non consommées sur l'horizon glissant (qui seront en partie rendues selon la règle de déport toléré) avec prise en compte de contraintes limitant les risques de consommation excessive.

Ces dernières ne doivent pas être trop contraignantes pour éviter une sous-programmation systématique. Elles peuvent par exemple porter sur :

- Le respect d'un quantile à 1 % positif sur les ressources rendues en fin de la première période.
- Le respect d'un quantile à 40 % positif sur les ressources rendues pendant certaines, voire toutes les périodes suivantes.
- Le respect d'un quantile à 1% positif sur la différence entre la totalité des ressources allouées et la globalité des coûts sur l'horizon glissant.

Synthèse										
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Projet 1 :	55,57	88,62	165,99	264,09	359,56	173,85	115,85	67,25	27,69	
Projet 2 :	130,29	299,96	182,51	449,74	415,57	345,05	234,33	65,97		
Projet 3 :	64,80	143,81	168,75	168,33	263,77	227,78	106,09			
Nouveau 1 début :	3		61,77	88,87	182,75	275,72	295,70	180,74	96,23	54,47
Nouveau 2 début :	5				96,46	160,82	208,89	274,08	305,06	124,41
Total :	250,66	532,39	579,02	971,03	1318,11	1183,22	960,87	588,05	428,98	178,89
Coût global										
Déport max : 15%										
										Ressource globale
Ressources allouées :	300	700	750	1200	1300	1200	1200	1200	1200	10250
Ressources disponibles :	300	745	855	1313	1480	1362	1379	1380	1380	1380
Déport :	45	105	113	180	162	179	180	180	180	180
										Total rendu
Rendu :	4	108	163	161			238	612	771	1021
Quantile 1 % :			15,42	-25,35			-89,43	358,43	702,56	988,27
Quantile 40 % :		63,10	112,31	45,19			184,93	588,31	808,92	1050,42
										3079
										2865,56
										3041,96
										3259
										Quantile 1 % : 3045,56
										Quantile 40 % : 3221,96



Aide à la décision

Cliquer sur l'icône pour ouvrir le fichier :

Remarque : Le démarrage des nouveaux projets et le respect de la règle de déport sont mis en œuvre au moyen de formules du tableur (voir fichier joint).