

# 53<sup>es</sup> Journées d'études et de formation des Ingénieurs Hospitaliers de France

19 au 21 juin 2013

## Mise en œuvre du coût global

Gérard Seguin

Consultant / [Coutglobal.fr](http://Coutglobal.fr)

## **1 – Définitions**

## **2 – Utilisation**

### **2.1 - L'optimisation des choix (analyse économique)**

### **2.2 - La prévision des flux financiers (analyse financière)**

## **3 – Estimation**

### **3.1 – Modélisation et calcul des coûts**

### **3.2 - Intérêt de la modélisation**

## **4 – Analyse de risque**

### **4.1 - Représentation d'un risque**

## **5 – Exemple : Bâtiments hospitaliers**

### **5.1 - Le scénario**

### **5.2 - Les données**

### **5.3 - Coût global – Echancier des coûts moyens**

### **5.4 – Distribution de probabilité du coût global**

### **5.5 – Transport automatique**

# 1 - Définitions

Coût **global d'un système** =  
Ensemble des coûts générés par un système pendant son cycle de vie



Système = Système principal + Système de soutien (documentation et données, rechanges, équipements de test et de maintenance...)

Le **CG élémentaire** regroupe l'ensemble des coûts/bénéfices immobiliers portés par le propriétaire ou l'utilisateur. Il inclut les études, la conception, le foncier, la construction, l'exploitation (dont fluides et énergie), la maintenance (dont GER), la fin de vie et les recettes éventuelles.

Le **CG élargi** y ajoute les intangibles tels que la qualité d'usage, la productivité ou l'image qui ont un impact économique sur l'organisation du maître d'ouvrage.

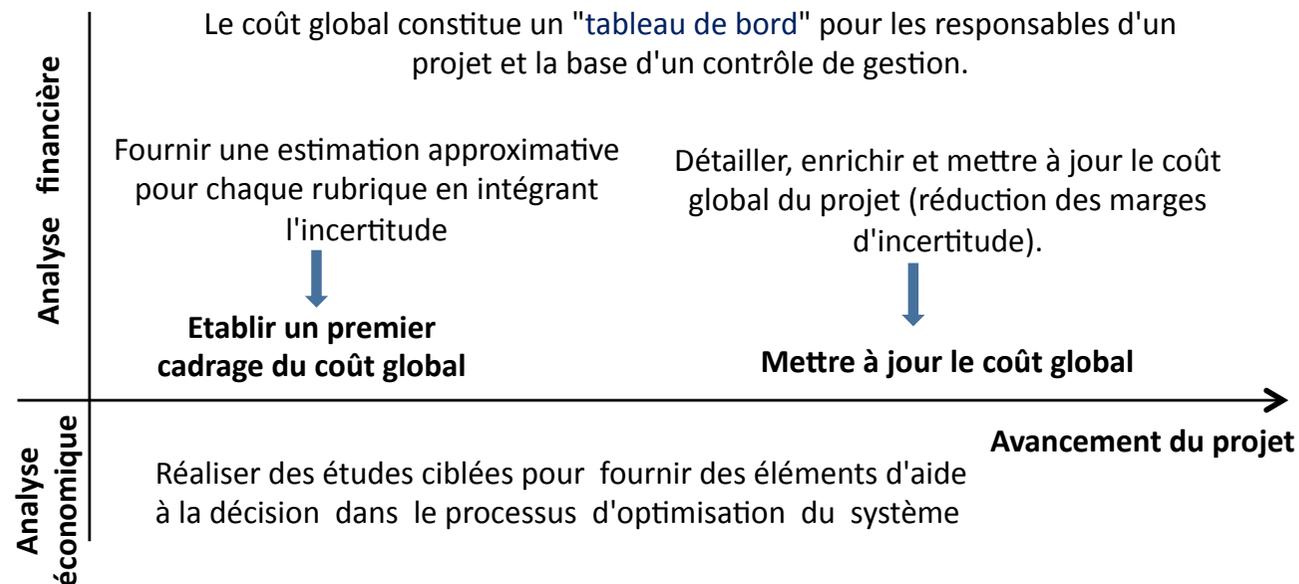
Le **CG partagé** ajoute au précédent les externalités (impact sur l'environnement).

Dans la pratique, le périmètre à retenir dépend de la finalité de l'étude.

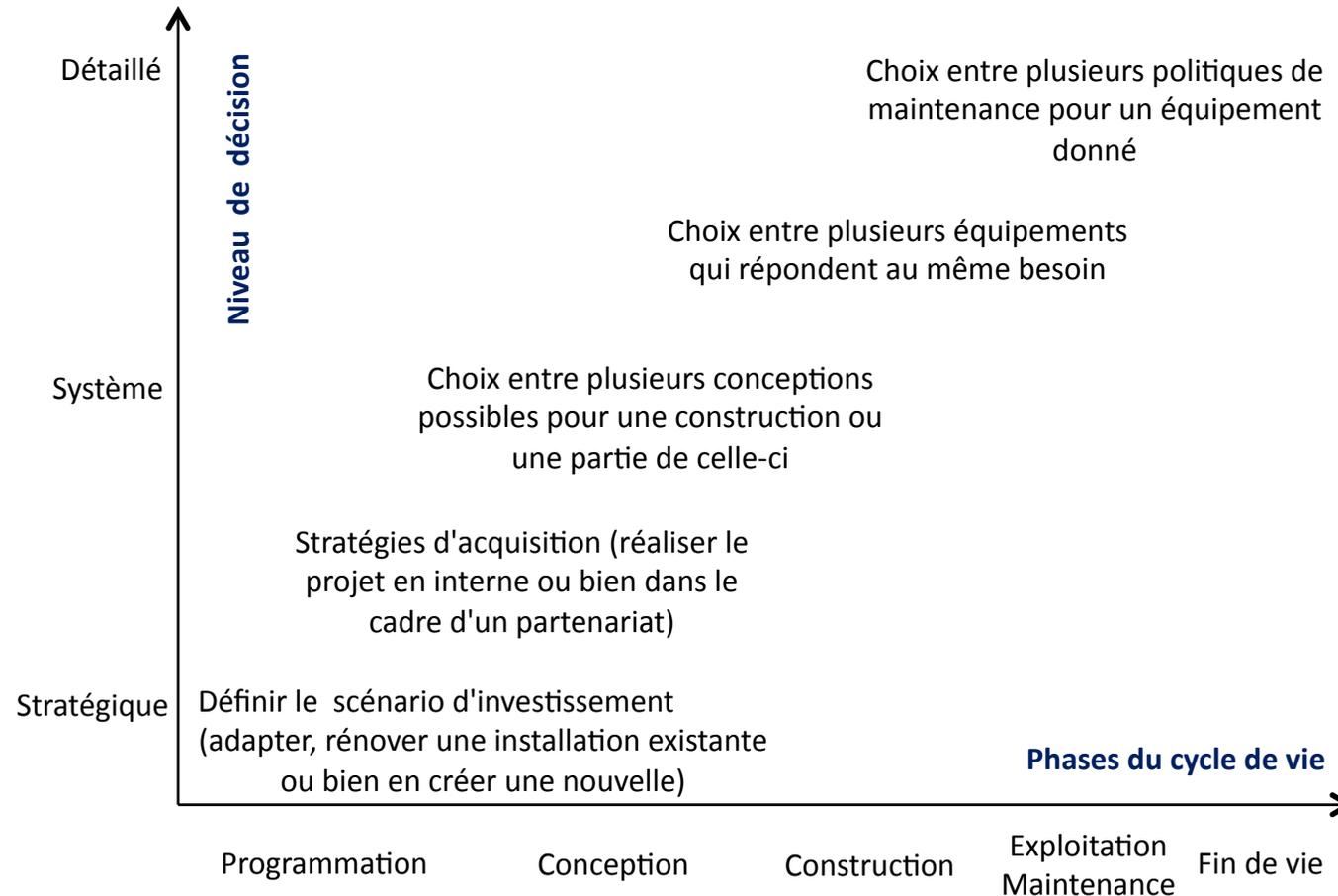
## 2 - Utilisation

Objectif : Maîtriser l'impact financier des décisions prises depuis la conception jusqu'au retrait de service.

- **Prévoir les coûts** à venir (par exemple pour préparer un échéancier de dépenses ou répondre à un appel d'offre)
- **Rechercher les options les plus économiques** qui satisfont aux exigences.



## 2.1 - L'optimisation des choix (analyse économique)



- ✓ Périmètre des coûts à considérer : selon la question
- ✓ Critère de comparaison : VAN
- ✓ Valeur résiduelles : oui

## 2.2 - La prévision des flux financiers (analyse financière)

**Echéancier des dépenses** (et éventuellement des recettes) sur la période d'étude.

S'assurer que les dépenses induites par les décisions sont compatibles avec les ressources disponibles ou prévisibles à court, moyen et long termes.

Cette utilisation du coût global s'insère dans la planification des coûts à moyen et long terme.

- ✓ Périmètre des coûts à considérer : ensemble des rubriques pertinentes pour le projet
- ✓ Euros constants et/ou courants
- ✓ Valeur résiduelle : distinguer les dépenses réelles et la valeur résiduelle théorique du bien

Années	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	18	19	20
<b>Scénario 1</b>																	
Investissements	2200	1000	900									300					
Utilisation	1800			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Coût global																	
contants	4000	1000	900	100	100	100	100	100	100	100	100	400	100	100	100	100	100
courants	4511	1000	918	104	106	108	110	113	115	117	120	488	124	127	140	143	146

# 3 - Estimation

L'activité d'estimation des coûts comporte généralement les tâches suivantes :

1/ Définir le **besoin** auquel répond le calcul du coût global (prévision, choix entre options)

2/ Définir le périmètre du projet et les **scénarios** à évaluer

Un scénario décrit les études, les travaux et les investissements à réaliser, le mode de réalisation et de financement ainsi que le calendrier, les activités d'exploitation et de maintenance, les moyens et les ressources utilisés ainsi que l'évolution de ces facteurs dans le temps.

3/ Définir la **structure de coût** global appropriée couvrant tous les scénarios

La structure de coût global répertorie, définit et organise l'ensemble des rubriques de coût à prendre en compte

4/ Recueillir ou estimer les **données** nécessaires aux évaluations

Disponibles sur le marché ou dans l'entreprise (coût horaire de la main d'œuvre pour telle catégorie de technicien, coût d'un équipement...) ou dans des bases de données spécialisées (coûts de construction...)

Résultat d'une estimation réalisé par ailleurs à l'aide ou non d'un modèle spécifique.

5/ Réaliser une **analyse de risques**

6/ Développer ou adapter puis exploiter le ou **les modèle(s)** de calcul

7/ Présenter une analyse des **résultats**

Bonne visibilité sur les composantes du coût global et les éléments générateurs de coût

## 3.1 – Modélisation et calcul des coûts

**Estimation par analogie** avec des ouvrages, des équipements, des éléments ou des activités de même type, comparables mais pas nécessairement identiques

**Méthodes paramétriques** : équations mathématiques qui associent une variable à expliquer à des variables explicatives

Exemple : Le montant d'un contrat annuel de maintenance d'un ascenseur peut être estimé à partir de la charge en kg (CHARG), du nombre de niveau (NBNIV) et de la vitesse en m/s (VITESS)

$$\text{COUT} = 655,46 + 0,481 * \text{CHARG} + 38,56 * \text{NBNIV} + 522,68 * \text{VITESS}$$

**Méthodes analytiques** : Procède d'une analyse système intégrant les caractéristiques techniques du système (description statique) et/ou les activités associées (scénarios d'acquisition et d'utilisation; description dynamique).

Description du produit ou du service à évaluer (installation technique, équipement, etc.) et/ou du processus permettant d'y aboutir (maintenance, etc.).

**Simulation de Monte-Carlo** : reproduire un grand nombre de fois un calcul donné, généralement réalisé par un modèle analytique, en faisant varier de façon aléatoire une ou plusieurs variables à chaque exécution.

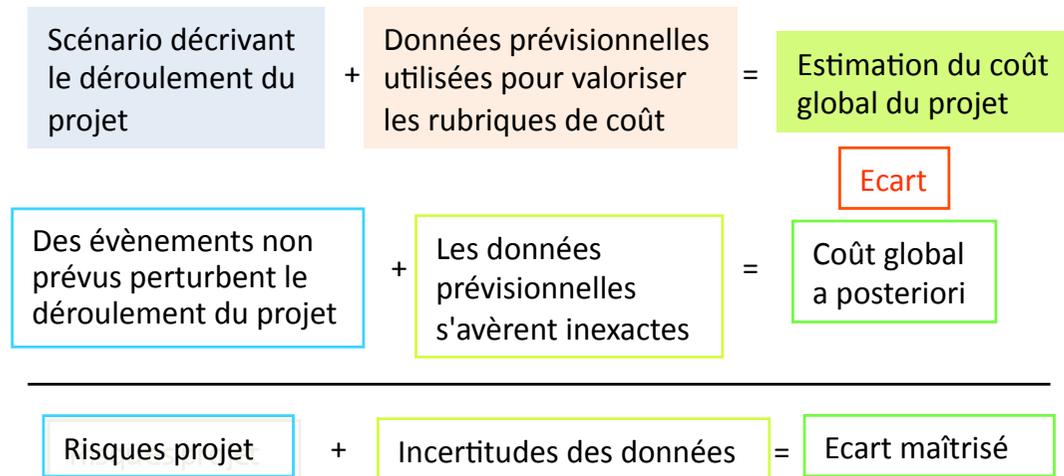
**Simulation évènementielle** : reproduire le comportement dynamique d'un système au cours d'une période donnée en tenant compte des phénomènes aléatoires auxquels il est soumis

## 3.2 - Intérêt de la modélisation

L'intérêt d'un modèle pour analyser le coût global est multiple.

- Il est une représentation rigoureuse de certaines caractéristiques statiques et dynamiques du système. Il intègre dans une même représentation des considérations architecturales, techniques, économiques, financières ainsi que le temps;
- L'élaboration du modèle et/ou son alimentation en données amènent les différentes parties prenantes d'un projet à collaborer à l'analyse et au recueil des informations pertinentes. C'est un lieu de synthèse et de coordination des actions menées par les différents métiers;
- Intégrer les éléments aléatoires liés à un projet;
- Evaluer et comparer différents choix à l'aide de scénarios et de données appropriés;
- Donne à tout instant du projet une prévision des dépenses à venir;
- Analyses de sensibilité et mise en évidence les éléments dont la contribution aux coûts est la plus importante (cost drivers);
- Fournir des informations sur la qualité du service, par exemple la disponibilité de certains équipements;
- Evolue au cours du projet avec le volume et la qualité des données disponibles pour répondre à des questions de plus en plus ciblées;
- Contribue à créer la confiance et peut être utilisé pour la négociation.

## 4 – Analyse de risque



### Les risques d'incertitude

Il est illusoire de considérer que les données prévisionnelles sont connues avec certitude. Il est donc indispensable d'intégrer des plages d'incertitudes raisonnables dans les calculs.

### Les risques projet

Retards dans les travaux, dans la mise en place des équipements, une évolution du besoin pendant la phase de conception-construction, une disponibilité des systèmes inférieure aux prévisions, des accidents, une évolution de l'environnement, etc.

Tous ces évènements peuvent se réaliser, avec une probabilité et un impact plus ou moins importants, et perturber ainsi le déroulement prévu du projet, entraînant une modification de son coût.

## 4.1 - Représentation d'un risque

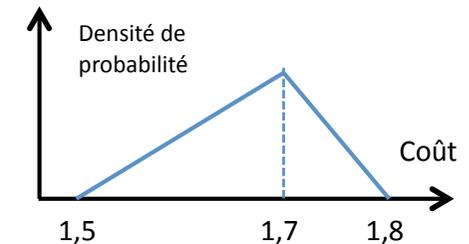
Un risque (d'incertitude ou projet) est généralement représenté par les valeurs **minimale**, **probable** et **maximal** de son impact ainsi que les probabilités associées.

### Exemple

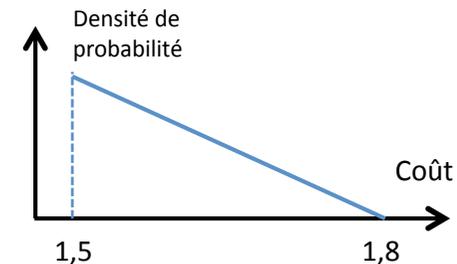
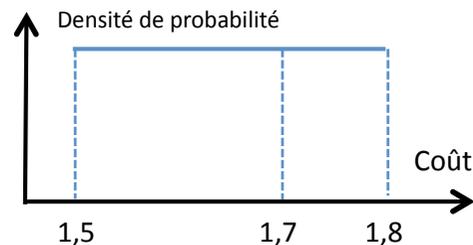
Le coût de rénovation d'un bâtiment est compris entre 1,5 et 1,8 M€ avec une valeur probable (valeur de référence) égale à 1,7 M€.

Ici, les valeurs extrêmes 1,5 et 1,8 sont très peu probables et les probabilités évoluent de façon linéaire de 1,5 à 1,7 puis de 1,7 à 1,8.

Le coût de rénovation est représenté par une variable aléatoire de loi triangulaire sur l'intervalle [1,5 ; 1,7 ; 1,8]



Autres formes



Les rubriques de coûts (avec incertitude) et les risque projet étant définies par des variables aléatoires, leur somme, c'est-à-dire **le coût global, est aussi une variable aléatoire.**

Le coût global n'est **jamais** une valeur **déterministe**

## 5 – Exemple : Bâtiments hospitaliers

Cet exemple se situe dans le cadre de l'étude préliminaire d'un projet.

Il est demandé d'effectuer un **premier cadrage du coût global** d'un centre hospitalier **et** d'apporter des éléments économiques pour un **choix de conception**.

## 5.1 - Le scénario

Le **centre hospitalier** a une superficie approximative de 30 000 m<sup>2</sup> SDO (Surface dans Œuvre). L'étude de coût global est réalisée en janvier 2013 pour un projet qui démarre à la même date. Le calendrier est défini dans le tableau suivant.

	Début	Fin
Période d'étude	01/01/2013	31/12/2042 (30 ans)
Début du projet	01/01/2013	
Travaux de construction	01/07/2013	30/06/2015
Mise en service	01/07/2015	

Le coût global est ici limité à quelques rubriques qui concernent

- les investissements initiaux (études, construction, assurances),
- l'exploitation (fluides/énergie, quelques personnels d'exploitation) et la maintenance.

Il ne couvre pas entre autres l'équipement biomédical et les coûts de fonctionnement liés à l'activité.

Un choix de conception porte sur la mise en place de systèmes de **transport automatique**. L'étude devrait permettre de fournir des informations pour valider ou non ce choix.

## 5.2 - Les données

Elles proviennent d'un recueil de données fournissant des montants indicatifs de certains postes de coût pour les **bâtiments de santé**. Les valeurs sont définies par des coûts/m<sup>2</sup>

€ HT / m2	Santé		
	min	Moy	max
Construction	1 400	1 650	1 900
Transport automatique		53	
Etudes et accompagnement	180	240	300
Assurances	40	60	80
Exploitation - Fluides/Energie	5	8,5	12
Maintenance			
Gestion	3	5	7
Maintenance courante bâti	5	10	15
Maintenance courante équipements	6	16	26
Gros entretien - Remplacement	20	30	40
Transport automatique		8,37	
Nettoyage	20	30	40

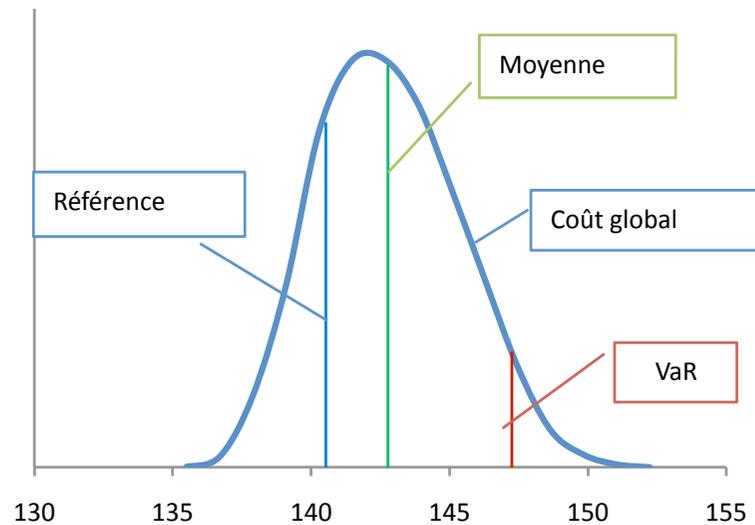
Les coûts des systèmes de **transport automatique** sont extraits d'une étude réalisée en 2006 par la Mission Nationale d'Appui à l'Investissement Hospitalier. Par hypothèse, les systèmes de transport ont une durée de vie de 40 ans.

## 5.3 - Coût global – Echancier des coûts moyens

Les coûts sont en M€

<b>Echéancier</b>	SomC	SomI	SomA	2013	2014	2015	2016	2017	2024	2025	2026	2041	2042
Activité				0	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1
<b>Construction</b>	<b>60,1</b>	<b>61,3</b>	<b>59,0</b>	14,6	33,0	12,5							
Travaux de construction	49,5	50,5	48,6	9,9	29,7	9,9							
Transport automatique	1,6	1,6	1,5	0,0	0,8	0,8							
Etudes et accompagnement	7,2	7,3	7,1	4,3	1,4	1,4							
Assurances	1,8	1,8	1,8	0,4	1,1	0,4							
<b>Exploitation</b>	<b>7,0</b>	<b>13,6</b>	<b>7,0</b>			0,13	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Fluides/Energies	7,0	13,6	7,0			0,128	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255
Personnel d'exploitation	0,0	0,0	0,0										
<b>Maintenance</b>	<b>73,4</b>	<b>103,6</b>	<b>53,6</b>			1,04	2,081	2,081	2,081	2,981	2,981	2,981	2,981
Gestion	4,1	5,7	3,1			0,075	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Maint. courante bâti	8,3	11,4	6,1			0,15	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Maint. courante équipements	13,2	18,3	9,8			0,24	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Transport automatique	6,9	9,5	5,1			0,126	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Gros entretien - Remplacement	16,2	24,4	10,9						0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Nettoyage	24,8	34,2	18,4			0,45	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>Valeur résiduelle</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>										0
<b>Coût global</b>													
<b>Constants</b>													
Hors risques	<b>140,5</b>			14,58	33,02	13,66	2,34	2,34	2,34	3,24	3,24	3,24	3,24
Avec risques	142,8			14,77	33,45	13,85	2,38	2,38	2,38	3,29	3,29	3,29	3,29
<b>Courants</b>													
Hors risques		<b>178,5</b>		14,58	33,68	14,22	2,50	2,55	2,98	4,19	4,28	5,95	6,09
Avec risques		179,2		15,01	33,68	14,23	2,50	2,56	2,99	4,20	4,29	5,97	6,10
<b>Actualisés</b>													
Hors risques			<b>119,6</b>	14,58	32,38	13,15	2,22	2,18	1,94	2,62	2,57	1,99	1,95
Avec risques			121,4	14,77	32,81	13,33	2,26	2,22	1,97	2,66	2,62	2,02	1,99

## 5.4 – Distribution de probabilité du coût global



Les coûts sont en M€

<b>Référence</b>	140,5	Valeur du coût global sans prise en compte des incertitudes
<b>Moyenne</b>	142,8	Valeur moyenne obtenue en tenant compte des incertitudes
<b>Min</b>	134,9	Valeur minimale
<b>Max</b>	152,8	Valeur maximale
<b>VaR 95%</b>	147,3	Limite supérieur avec un risque de 5%. Dans 95% des cas, le coût global est inférieur à cette valeur

## 5.5 – Transport automatique

Pas de transport automatique => la fonction est assurée par des personnels d'exploitation

### Scénario 2

- Supprimer les coûts associés au transport automatique
- Ajouter le coût annuel du personnel d'exploitation chargé du transport pour obtenir un coût global équivalent.

Dans le cas présent où l'on compare 2 options, il faut :

- utiliser le **coût global actualisé**
- prendre en compte la **valeur résiduelle** du transport automatique à la fin de la période d'étude dans le scénario 1

Coût global du scénario 1 avec valeur résiduelle et en M€ actualisés

Référence = 119,4      Moyenne = 121,3      Var = 124,9

Coût global du scénario 2 avec un budget annuel de 315 k€ constants pour le personnel d'exploitation chargé du transport

Référence = 119,3      Moyenne = 121,3      Var = 124,8

Hypothèse : coût annuel d'une personne est égal à 38 k€

Charge de travail : **8,3 personnes (en équivalent temps plein)**

Si la charge de travail, évaluée par ailleurs, est supérieur à cette valeur, l'investissement dans un système de transport automatique est rentable.

Un système de transport automatique est disponible 24/24, 365 jours/an (sauf lorsqu'il est en panne ou en maintenance), ce qui n'est pas le cas d'un agent d'exploitation.