

## Calcul du Coût Global

### Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5

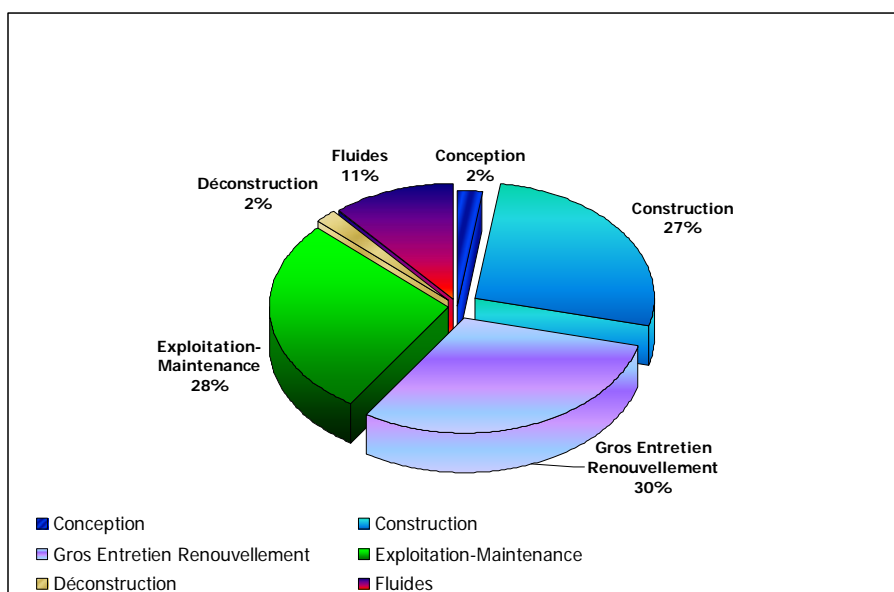
10/02/2009	<b>« Calcul du Coût Global » : Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5</b>	MEDDAT/CGDD/SEEI
		Page 1/23

## Sommaire

1. Enjeux et fondements de l'approche en coût global .....	3
2. Cadre général.....	4
2.1 Les principes du raisonnement en coût global .....	4
2.2 L'approche évolutive et itérative .....	6
2.3 Le champ d'application du raisonnement en coût global.....	8
3. Le calcul en coût global .....	13
3.1 Les hypothèses à préciser.....	13
3.2 La méthode de calcul .....	15
3.3 Le traitement de l'incertitude et des risques associés au calcul du coût global .....	16
3.4 Le contenu du rapport d'analyse .....	17
4. La pratique opérationnelle du raisonnement en coût global .....	17
4.1 Le processus et les différents niveaux d'analyse .....	17
4.2 La raisonnement en coût global au niveau stratégique .....	18
4.3 La raisonnement en coût global au niveau opérationnel .....	19
5. Techniques de calcul et indicateurs.....	20
5.1 Distinction entre valeur en monnaie courante ou constante.....	20
5.2 Coût actualisé.....	21
5.3 La valeur actualisée.....	21
5.4 La valeur actualisée nette (VAN) ou coût actualisé net (CAN).....	22
5.5 Divers indicateurs liés au coût global .....	22

## 1. Enjeux et fondements de l'approche en coût global

Une construction est un bien dont une des particularités est sa durée de vie particulièrement longue. Ainsi, **un bâtiment en fin de vie aura coûté plus dans sa phase d'utilisation qu'en coût initial**. Par ailleurs, l'impact environnemental de son usage et de sa déconstruction aura été plus significatif que celui de sa construction. La figure 1 explicite les gisements qu'un raisonnement appréhendant le cycle de vie complet peut traduire en économie. Ainsi, en prenant en compte toutes les dimensions de l'utilisation d'un ouvrage dès sa conception, il est possible d'en diminuer significativement ses coûts.



**Figure 1 : Répartition du coût global d'un bâtiment sur 50 ans, exemple d'un lycée<sup>1</sup>**

L'approche en coût global vise à proposer au maître d'ouvrage ou au gestionnaire **une méthode d'arbitrage évolutive permettant de mieux prendre en compte l'impact des coûts différés dans leur choix d'investissement, que ces charges futures soient supportées par l'utilisateur de la construction ou par des tiers**. Il s'agit donc d'explicitier plus clairement les conséquences des décisions d'investissement sur un horizon de temps couvrant le cycle de vie d'un ouvrage. Cela revient à définir une nouvelle méthode d'évaluation économique des projets capable de s'inscrire dans des échelles étendues de temps et d'espace. La maîtrise du coût global est ainsi un enjeu de développement durable.

Au-delà de la simple quantification monétaire des coûts différés, cette approche offre aux acteurs de l'immobilier et de la construction un éclairage supplémentaire à la prise de décision au sens où elle vient en complément d'autres processus d'évaluation (comme l'étude des impacts environnementaux, l'analyse des risques de toutes natures ou encore l'évaluation de la qualité d'usage de l'ouvrage).

<sup>1</sup> La répartition indiquée est par définition hors incidence éventuelle du calcul en coût global, notamment en conception

La norme ISO 15686-5 propose ainsi un cadrage et une méthode de calcul de l'approche en coût global.

## 2. Cadre général

### 2.1 Les principes du raisonnement en coût global

La pratique du coût global montre des approches différentes suivant les attentes et orientations des maîtres d'ouvrage. **Le coût global peut s'appliquer dans une grande variété de situations, construction, réhabilitation ou rénovation** et à différentes phases d'un projet suivant des modalités différentes. Le préalable à toute démarche en coût global est donc de définir ses objectifs et de préciser ses attentes. La norme ISO 15686-5 expose ainsi que « *l'approche en coût global comprend généralement une comparaison entre plusieurs variantes ou une estimation des coûts futurs au niveau du patrimoine, de l'ouvrage ou du composant* ».

#### A) Le raisonnement en coût global par comparaison de variantes

Le raisonnement en coût global n'a bien sûr d'intérêt que dans la comparaison de plusieurs variantes. Le coût global relatif est un outil d'aide à la décision cherchant à accumuler les choix vertueux. **Il s'agit, par un processus itératif, de classer les variantes en quantifiant leurs écarts de performances.** Ce type d'approche vise d'abord à fiabiliser les arbitrages en éclairant les décisions par des évaluations comparatives de plusieurs solutions impliquant des coûts différés, des durées de vie ou autres performances de différentes natures.

Elle peut, par exemple, aider à répondre aux questions suivantes : « Dans quels types de performances est-il pertinent de faire porter son effort ? », « Est-il efficient d'investir dans des solutions exemplaires de développement durable en lieu et place d'actions conventionnelles calées sur le niveau réglementaire ? », « Comment ajuster et optimiser le mix entre actions innovantes et maîtrisées ? », « Quel niveau optimal de performance viser et quelles solutions de construction durable privilégier compte tenu des impacts environnementaux et des objectifs de développement durable ? ».

Concrètement, il s'agit de recenser et de chiffrer les avantages les plus significatifs différenciant deux solutions pour déterminer laquelle sera plus avantageuse sur une période donnée. Ainsi, le graphique suivant compare deux options A et B. Le coût initial de A est plus élevé de 60000 € HT. Ce surinvestissement est amorti en 8 ans par des économies et cette solution dégage au final une économie de 100 000 € HT au bout de 20 ans. Par conséquent la solution A se révèle plus avantageuse en coût global.

## Graphique "Option B - Option A" en €HT cumulés

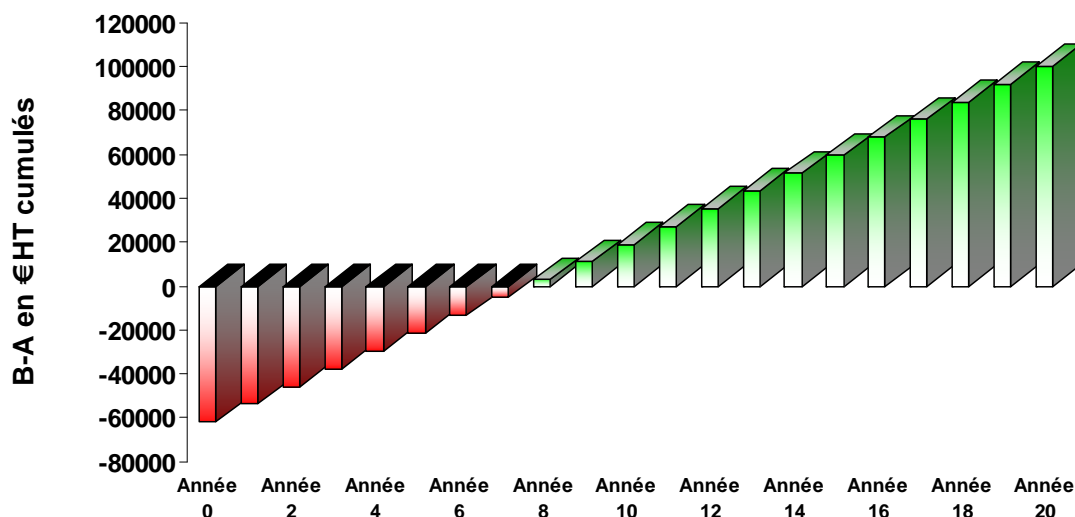


Figure 2 : Approche comparative du raisonnement en coût global, différence des flux de trésorerie cumulés entre 2 solutions A et B sur un horizon de temps de 20 ans

### B) Le raisonnement en coût global par l'estimation des coûts différés

L'approche par comparaison peut se combiner avec une volonté d'anticiper et d'estimer les coûts différés. **Il s'agit alors de continuer à favoriser les choix les plus vertueux tout en évaluant les coûts et leurs occurrences sur le cycle de vie de l'ouvrage.** Cela revient à adopter en complément une logique de planification budgétaire. Cette voie est notamment incontournable dans les contrats de partenariat.

Ces deux logiques, comparaison et prévision de budget, ne sont toutefois pas exclusives. Elles peuvent en effet se combiner et prendre le pas l'une sur l'autre suivant l'avancement du projet et la priorité des préoccupations du maître d'ouvrage.

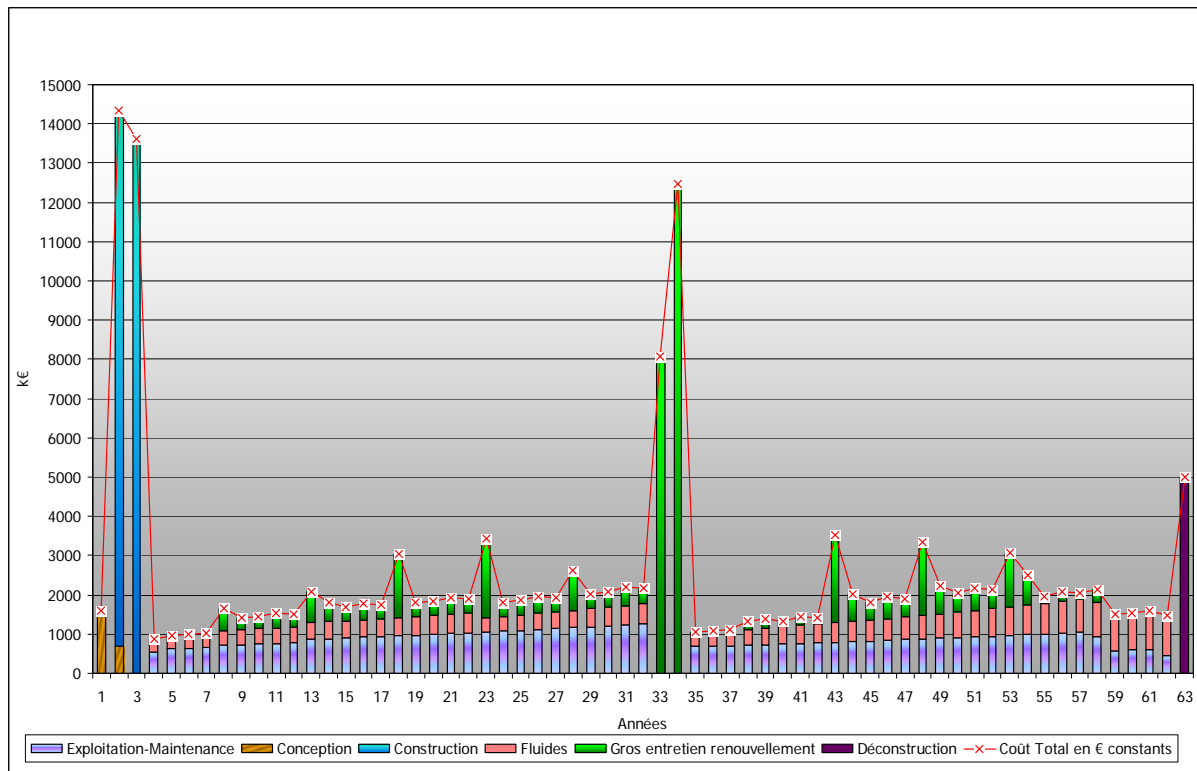


Figure 3 : Exemple d'une estimation des coûts initiaux et différés d'un projet sur 60 ans

## C) Le périmètre physique de l'analyse

L'étendue des ouvrages concernés par l'approche en coût global est un autre facteur distinguant les pratiques. Ainsi, **le coût global peut s'appliquer à différentes échelles physiques**: au niveau d'un patrimoine, au niveau d'une construction ou au niveau d'une partie d'ouvrage. Un maître d'ouvrage pourra dans le cadre d'une analyse 80/20 raisonner en coût global partiel en ciblant les systèmes ayant le poids socio-économique et environnemental le plus significatif sur le cycle de vie, tout en prenant la précaution de traiter les différences d'impacts des choix architecturaux et techniques sur les fonctions exclues du périmètre de l'étude.

### 2.2 L'approche évolutive et itérative

Compte tenu de la diversité des catégories de coûts affectant un ouvrage, la Norme ISO/DIS 15686 rappelle que « ...le chiffrage doit être effectué à un niveau de détail approprié aux phases clés du projet ». Ce chiffrage est réalisé (pour chaque phase) sur la base de la fixation préalable du champ d'application de l'approche en « Coût Global » avec le maître d'ouvrage. Il convient de raisonner en coût global dès les études préalables. La norme rappelle d'ailleurs que « 80% des coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement d'un bâtiment sont déterminés dans les premiers 20% du processus de conception ».

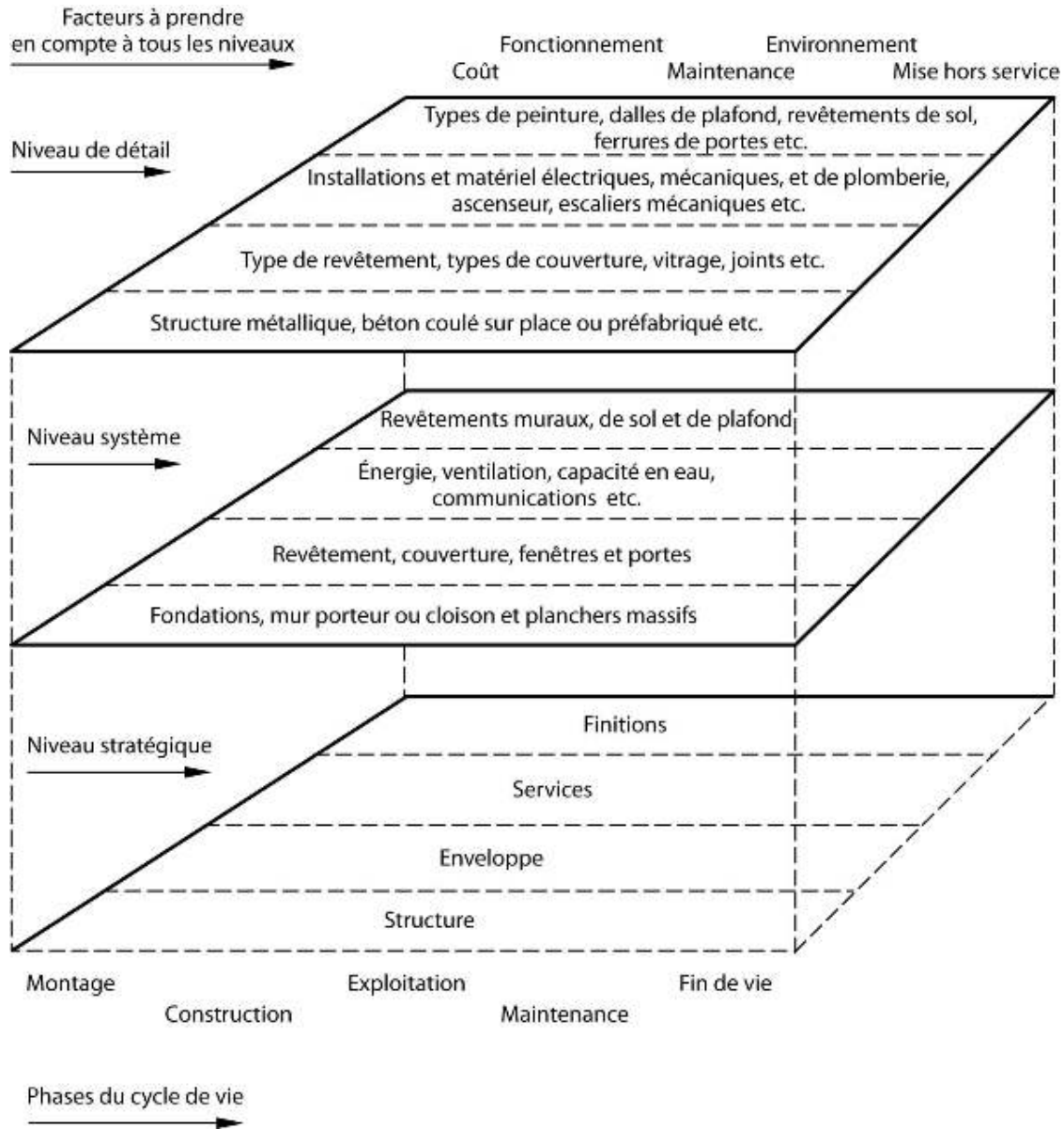


Figure 4 : Les différents niveaux d'analyse, © ISO 15686-5

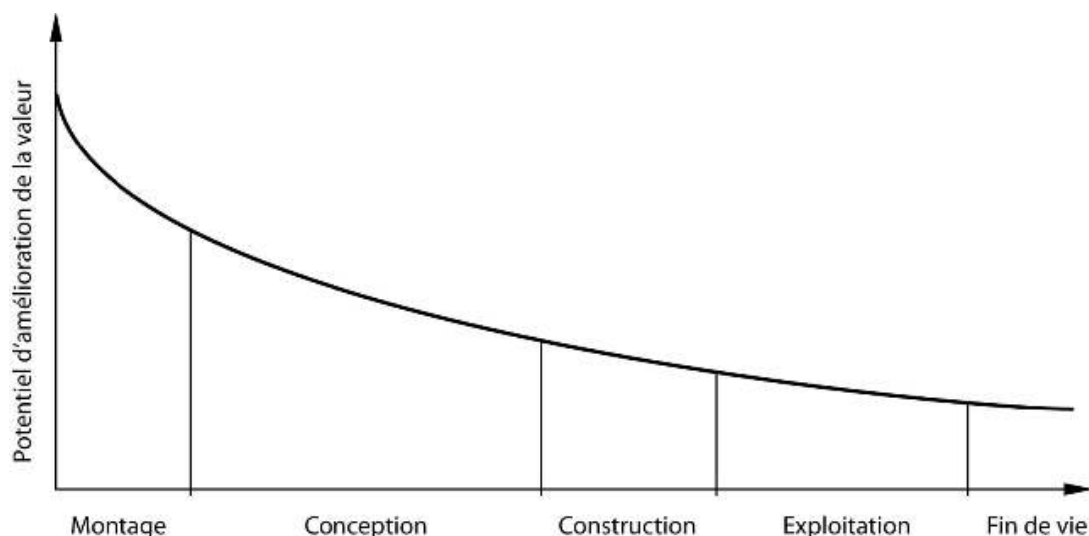


Figure 5 : Gisement d'amélioration en fonction de l'avancement de projet, © ISO 15686-5

## 2.3 Le champ d'application du raisonnement en coût global

### A) Distinction entre « coût global » et « coût global étendu »

Au-delà de l'intégration des coûts liés à la vie physique, technique et économique de l'ouvrage, les résultats de l'approche en Coût Global peuvent être influencés par d'autres paramètres : les moyens à mobiliser pour assurer sa qualité d'usage, l'activité des occupants, les politiques publiques et fiscales à différentes échelles territoriales, les facilités de financement, les externalités, etc.

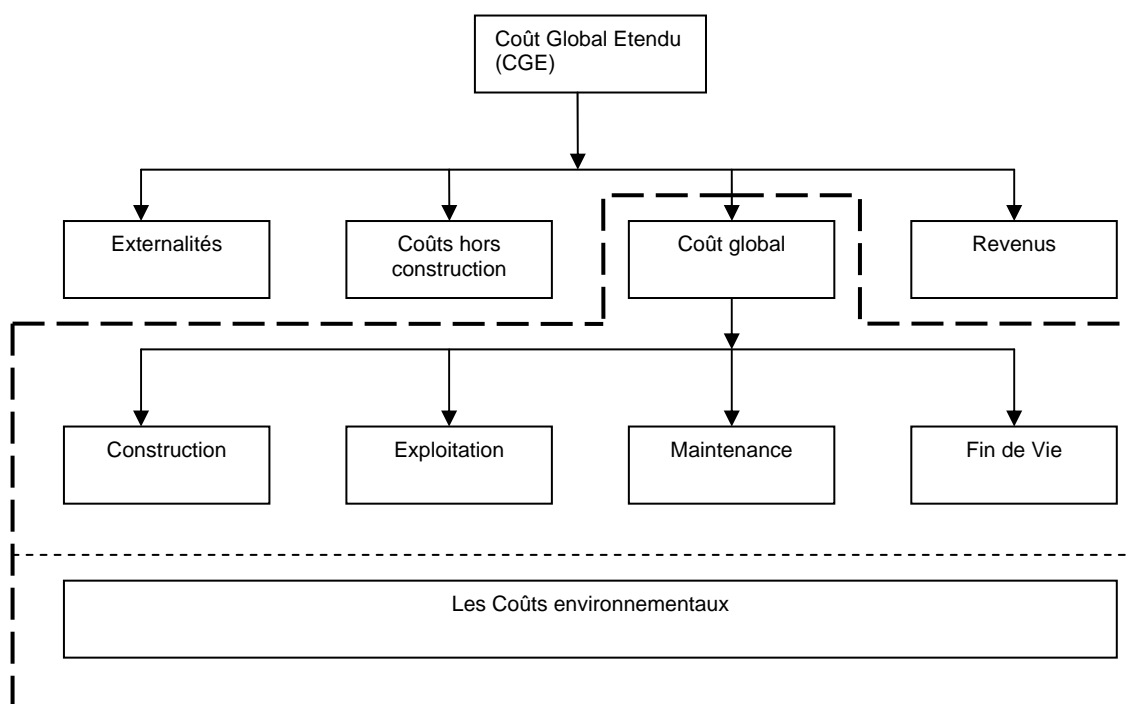
**Compte tenu de la diversité et de la multitude des postes de coûts, le calcul en « Coût Global » suppose de définir au préalable le périmètre des coûts éligibles à une telle évaluation sur la durée de vie de la construction.** Il s'agit alors de répondre à deux questions : quelles sont les catégories de coûts à inclure dans le calcul en « Coût Global » ? Et jusqu'à quel niveau de détails faut-il expliciter et retenir ces coûts ?

**La Norme ISO/DIS 15686-5 distingue deux concepts**, chacun d'eux étant associé à un périmètre de coûts : **le coût global** (traduction française de « life cycle cost ») et **le coût global étendu** (traduction française de « whole life cost »). Le coût global au sens de la norme comprend l'ensemble des coûts immobiliers techniques qui sont supportés par le maître d'ouvrage et l'utilisateur. Quant au coût global étendu défini par la norme, il comprend une liste plus large de coûts et de bénéfices, qui sont par ailleurs hétérogènes. Il inclut notamment le volet financier et fiscal, éventuellement les revenus, les éléments intangibles liés à la qualité d'usage ainsi que les externalités. On peut d'ailleurs parler d'économie globale plutôt que de coût global étendu.

- **Le coût global** (« life cycle cost ») tel qu'il est défini dans la norme ISO ne comprend en effet que **les coûts de conception et de construction, les coûts d'exploitation-maintenance et les coûts de déconstruction**. Cela revient à limiter le champ d'analyse à une sphère technico-économique de base.
- **Le périmètre du coût global étendu défini par la norme est quant à lui très large** si bien que ce concept peut relever de postures très différentes du maître d'ouvrage. En explorant en plus les **dimensions financière et citoyenne**, ce concept revient



- ✓ à prendre en compte la sphère technico financière de la fonction immobilière en ajoutant aux coûts techniques immobiliers **le financement et la fiscalité** comme c'est le cas dans les contrats de partenariat,
- ✓ à dépasser le périmètre de la fonction immobilière **en intégrant les intangibles** tels que les impacts de la construction sur l'image, sur la qualité d'usage et sur l'activité de l'organisation,
- ✓ à considérer les contraintes et bénéfices revenant à des tiers en explicitant **les externalités positives ou négatives** que le projet a entraînées.



**Figure 6 : Périmètres du Coût Global Étendu et du Coût Global, © ISO 15686-5**

Ces deux notions peuvent être analysées par rapport aux trois concepts proposés par la MIQCP (Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques) dans le document « Ouvrages publics et coût global » :

- ✓ **le coût global élémentaire**, qui fait référence à l'ensemble des coûts/bénéfices immobiliers portés par le propriétaire et l'utilisateur,
- ✓ **le coût global élargi**, qui fait référence à l'ensemble des coûts/bénéfices impliquant directement les différentes entités de l'organisation propriétaire et utilisatrice (les facteurs supplémentaires à considérer sont les intangibles tels que l'image et l'efficacité de l'organisation, la qualité d'usage du bâtiment),
- ✓ **le coût global partagé** qui se place à l'échelle sociétale et qui tient compte des externalités et de l'impact d'un bâtiment sur son environnement.

Ainsi, le coût global étendu tel qu'il est défini par la norme est une notion équivalente au coût global partagé. Quant au coût global présenté dans le document ISO, il implique le volet technique du coût global élémentaire, le volet financier du coût global élémentaire faisant partie du coût global étendu.

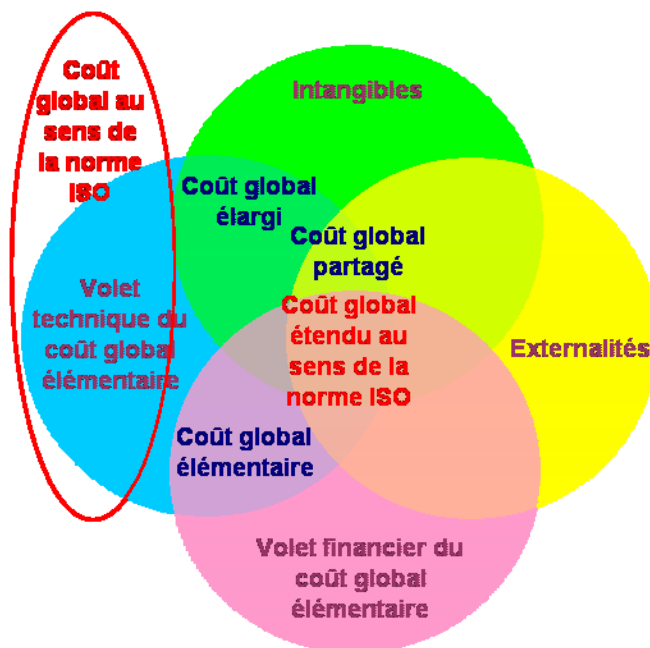


Figure 7 : Positionnement du coût global et du coût global étendu définis par la norme par rapport aux concepts de coût global élémentaire, élargi et partagé proposés par la MIQCP

## B) Identification et classification des coûts : la nomenclature proposée par la norme ISO/DIS 15686-5

Pour mieux définir le domaine d'application de l'analyse et permettre un cadre de lecture englobant l'ensemble des coûts, la norme propose une nomenclature à partir d'une arborescence générique par catégories de coûts. Cette arborescence relève davantage d'une base structurée offrant des lignes directrices aux utilisateurs que d'une structure exhaustive figée et non modulable.

En d'autres termes, il est rappelé d'une part qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de chaque élément inclus dans la figure (certains coûts peuvent être nécessaires à certains projets et facultatifs pour d'autres), et d'autre part qu'il convient d'adapter cette classification aux contraintes de codification nationales : « *Les coûts sont généralement classés dans la catégorie la plus appropriée ; il convient d'indiquer les écarts peu importants dus aux restrictions imposées par la codification nationale. Dans certains pays, il peut être difficile de ventiler les coûts en groupe de coûts. Dans ce cas, les groupes peuvent être combinés à des fins d'analyse.* »

Coût Global Etendu (CGE)		O/N
<b>Coûts Hors Construction</b>		
Terrain	<input type="checkbox"/>	Coûts du foncier (terrain et tout bâtiment existant)
Finances	<input type="checkbox"/>	Intérêt ou coûts de l'argent et impacts économiques plus étendus
Coûts de fonctions support à l'utilisateur (Gestion Immobilière Stratégique)	<input type="checkbox"/>	Inclut les ressources internes et l'immobilier/gestion immobilière/inspections générales, acquisition, cession et démolition
Coûts de fonctions support à l'utilisateur (Charges)	<input type="checkbox"/>	Charges individuelles, redevances de stationnement, charges imputables aux installations associées
Coûts de fonctions support à l'utilisateur (Administration)	<input type="checkbox"/>	Réception, centres d'assistance, standard téléphonique, Services postaux, Services de TI, Services de documentation, restauration, accueil, distributeur automatique, matériel, mobilier, plantes d'intérieur, fleurs, papeterie, collecte des ordures, services de conciergerie et de bagagerie, gardiennage et sécurité, TIC, déménagement
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes (Taxes hors connexion)
Autres	<input type="checkbox"/>	
<b>Revenus</b>		
Revenu tiré des ventes	<input type="checkbox"/>	Intérêts fonciers, biens immobiliers construits ou objets récupérés, y compris des subventions, etc.
Revenu tiers en cours d'exploitation	<input type="checkbox"/>	Loyers et frais de gestion
Impôts sur les revenus	<input type="checkbox"/>	Transactions foncières
Interruption	<input type="checkbox"/>	Temps d'indisponibilité, perte de revenu
Autre	<input type="checkbox"/>	
<b>Externalités</b>		
<b>Coût Global (CG)</b>		
<b>Construction</b>		
Honoraires	<input type="checkbox"/>	Etudes maîtrise d'œuvre, ingénierie, mandats
Travaux provisoires	<input type="checkbox"/>	Préparation du terrain, etc.
Construction d'un bien immobilier	<input type="checkbox"/>	Y compris l'infrastructure, les agencements, l'équipement, la mise en service, l'évaluation et la mise à disposition
Adaptation ou réhabilitation initiale du bien immobilier	<input type="checkbox"/>	Y compris l'infrastructure, les agencements, l'équipement, la mise en service, l'évaluation et la mise à disposition
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes sur les biens et les services de construction (par exemple TVA)
Autre	<input type="checkbox"/>	Impondérables liés au projet
<b>Exploitation</b>		
Loyer	<input type="checkbox"/>	
Assurance	<input type="checkbox"/>	Propriétaire et/ou occupant du bâtiment
Coûts réglementaires récurrents	<input type="checkbox"/>	Contrôle réglementaire incendie, accès
Fluides	<input type="checkbox"/>	Y compris le combustible pour le chauffage, le rafraîchissement, l'électricité, l'éclairage, l'eau et les coûts liés au réseau d'assainissement
Taxes	<input type="checkbox"/>	Contribution, redevances locales, taxes écologiques
Autres	<input type="checkbox"/>	Provisions pour mise en conformité réglementaire ultérieure
<b>Maintenance</b>		
Gestion de la maintenance	<input type="checkbox"/>	Contrôles récurrents, conception des travaux, gestion des contrats de services programmés
Adaptation ou réhabilitation du bien immobilier en cours d'utilisation	<input type="checkbox"/>	Y compris l'infrastructure, l'équipement, la mise en service, l'évaluation et la mise à disposition
Réparation et remplacements ponctuels de composants/petites surfaces	<input type="checkbox"/>	Défini par la valeur, le périmètre, de la surface, les conditions contractuelles
Remplacement des principaux systèmes et composants	<input type="checkbox"/>	Y compris la gestion de conception et de projets associés.
Nettoyage	<input type="checkbox"/>	Y compris un nettoyage cyclique régulier et un nettoyage spécifique périodique
Maintenance des terrains	<input type="checkbox"/>	Dans les limites de l'entreprise
Aménagement intérieur	<input type="checkbox"/>	Y compris la décoration régulière spécifique et périodique
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes sur les biens et services de maintenance
Autre	<input type="checkbox"/>	
<b>Fin de Vie</b>		
Contrôles pour mise hors service	<input type="checkbox"/>	Contrôles de l'état définitif
Mise hors service et démolition	<input type="checkbox"/>	Y compris la décommissionnement, la mise hors service des équipements et la dépollution
Remise en état contractuelle	<input type="checkbox"/>	Critères selon vérification de l'état pour la fin du bail
Taxes	<input type="checkbox"/>	Taxes sur les biens et services
Autre	<input type="checkbox"/>	

**Figure 8 : Domaine d'application, types de coûts (à sélectionner, en totalité ou en partie, par l'analyse du Coût Global). © ISO 15686-5**

## C) Point sur les intangibles et les externalités

Au-delà de cette classification, il convient d'expliciter quelques postes particuliers comme les intangibles ou les externalités. Généralement **les coûts immobiliers n'intègrent pas la totalité des dépenses et des bénéfices socio-économiques et environnementaux qu'occasionne un ouvrage**. La norme précise que « *certaines coûts et avantages à un investissement peuvent avoir un impact sur les autres individus dans la société, mais ne sont pas supportés financièrement par le donneur d'ordres* ». Suivant que ces impacts sont des contraintes ou des avantages, les externalités sont qualifiées de négatives ou de positives.

Les améliorations apportées à une construction peuvent bénéficier directement aux occupants ou à l'organisation : confort, productivité, image, etc. Ces facteurs intangibles, difficiles à quantifier, peuvent néanmoins avoir un poids décisif dans la décision finale.

Contrairement à une approche en Coût Global, une analyse en Coût Global Étendu (CGE) intégrant les notions d'externalités et d'intangibles permettra de mieux appréhender l'évolution de la fiscalité environnementale et/ou les possibilités de subventionnement futures ainsi que la qualité d'usage. Au niveau décisionnel, le choix de l'une ou l'autre des deux approches reste généralement tributaire de la stratégie de chaque maître d'ouvrage. Un décideur affichant une politique de construction durable doit être plus attentif aux critères environnementaux et sociaux. Il cherchera en conséquence à intégrer tout ou une partie des coûts externes dans son analyse (Analyse en Coût Global Étendu).

## D) Point sur les revenus et sur le financement

La norme admet que les revenus puissent être pris en compte dans le coût global étendu. Cette situation se rencontre habituellement dans l'immobilier de placement ou dans les contrats de partenariat. Ils peuvent alors être considérés comme des coûts négatifs.

Les coûts financiers et fiscaux sont également susceptibles d'être inclus dans une approche en coût global étendu.

## E) Fin de vie et valeur résiduelle

La législation en matière environnementale et réglementaire a évolué vers une prise en considération accrue des conséquences environnementales de la fin de vie d'un ouvrage. Les travaux de remise en l'état du site peuvent avoir un impact significatif sur les coûts. Il convient donc d'envisager dans l'analyse en Coût Global les hypothèses portant sur la déconstruction et sur la dépollution/décontamination.

Concernant la valeur résiduelle de l'ouvrage, la norme propose de l'estimer selon différentes méthodes. Quant il s'agit d'ouvrage ayant une valeur de marché, elle peut être estimée par sa valeur vénale obtenue par comparaison ou par expertise. Pour les équipements publics, la norme précise que la valeur résiduelle pourra être approchée par sa valeur comptable ou par sa valeur de remplacement.

Quand la démarche en coût global vise à comparer deux options qui ont des durées de vie sensiblement différentes, la prise en compte de la valeur résiduelle de la solution la plus pérenne permet un traitement équitable des deux variantes.

## 3. Le calcul en coût global

### 3.1 Les hypothèses à préciser

#### A) La période d'analyse

La période d'analyse représente la durée durant laquelle les coûts différés sont pris en compte. **La norme privilégie le cycle de vie complet de l'ouvrage**, c'est-à-dire de sa réalisation à sa déconstruction. Cet horizon de temps peut alors dépasser 100 ans. Néanmoins, par convention, l'analyse en Coût Global fixe une limite à 100 ans puisqu'une modification significative du résultat au-delà de cette période paraît peu probable.

L'incertitude des prévisions des coûts différés sur un horizon de temps aussi éloigné est également à considérer. Aussi, **la norme admet que la période d'analyse soit plus courte** à condition de le préciser et de le justifier. Ainsi la période d'analyse peut être fixée sur la base d'une échéance contractuelle: contrat de partenariat, bail à construction. Dans ce cas de figure, il convient de prendre en compte la valeur résiduelle de l'ouvrage dans le calcul en coût global.

L'apparition de coûts additionnels en dehors de la période d'analyse (comme par exemple les coûts de grosse maintenance engagés après la fin de cette période et/ou la perte de performance associée) peuvent occasionner des impacts significatifs sur les coûts de possession du maître d'ouvrage. Il est donc recommandé d'estimer le coût global sur une période allant jusqu'à la limite de l'obsolescence d'un ouvrage, par exemple 25-30 ans pour un bâtiment, ou de tenir compte de l'état dégradé dans la valeur résiduelle de l'ouvrage ou du système analysé.

Une analyse de sensibilité permettra d'affiner le niveau de précision des calculs et d'explicitier si le changement de période de calcul influence la décision.

#### B) Le taux d'actualisation

Le calcul doit s'effectuer à une date de référence qui est, en général, la date de livraison de la construction. **L'actualisation est l'opération mathématique qui permet de ramener les coûts différés à leur équivalent de date de référence.** En d'autres termes, la norme le définit par le concept de « valeur du temps », le taux d'actualisation étant ainsi un taux de substitution entre futur et présent. Ce taux varie suivant les organisations. Dans le secteur privé, ce taux d'actualisation représente le coût d'opportunité de l'investissement du capital. Pour la norme, il peut être estimé à partir :

- du coût du financement contracté par l'investisseur,
- du taux de rémunération de la trésorerie,
- du taux de rentabilité du cœur de métier,
- d'un taux de rentabilité exigé pour un investissement jugé comme risqué.

Le taux d'actualisation appliqué dans le secteur public est généralement celui établi par les autorités gouvernementales de tutelle. La norme distingue deux types de taux d'actualisation:

- Le **taux réel d'actualisation**: « *facteur ou taux utilisé pour ramener une valeur future à sa valeur présente, sans tenir compte du taux d'inflation générale ou spécifique dans le coût d'un*

10/02/2009	<b>« Calcul du Coût Global » : Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5</b>	MEDDAT/CGDD/SEEI
		Page 13/23

*bien particulier* », c'est-à-dire un taux différentiel qui prend déjà en compte l'inflation. Dans cette hypothèse, tous les coûts différés supportent le même taux d'inflation.

- Le **taux nominal d'actualisation**: "*facteur ou taux utilisé pour ramener une valeur future à sa valeur présente, en tenant compte du taux d'inflation/déflation générale* », c'est-à-dire un taux brut auquel il faudra appliquer des scénarios d'inflation.

**La norme suggère d'appliquer un taux réel d'actualisation compris entre 0 et 4%.**

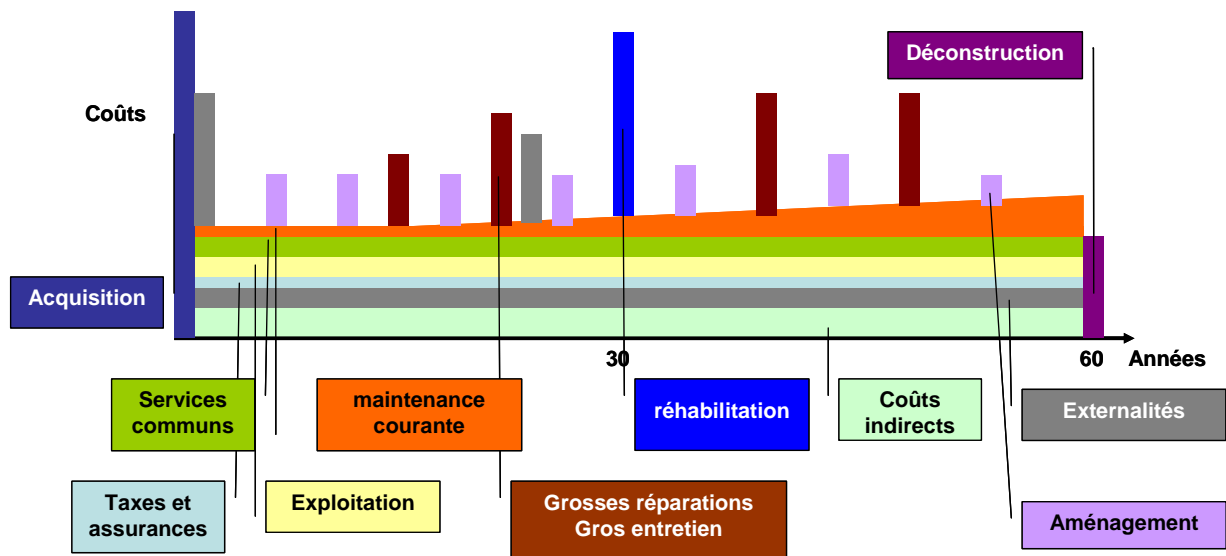


Figure 9 : Occurrence des coûts sur le cycle de vie d'une construction

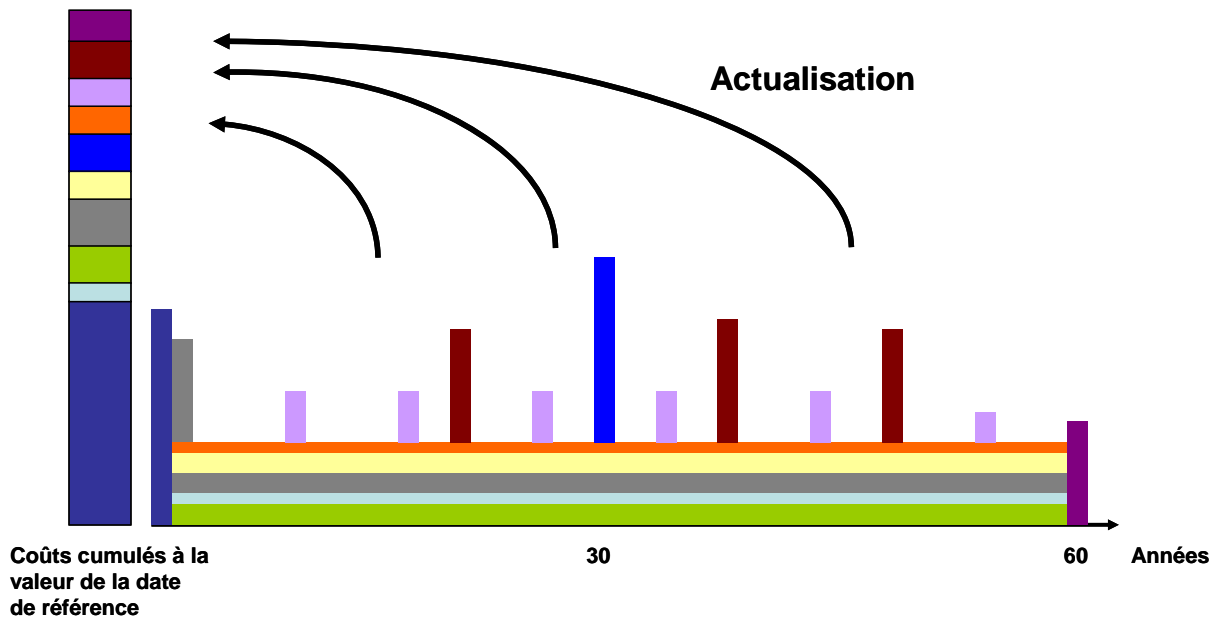


Figure 10 : Principe de l'actualisation

## C) L'inflation

La norme préconise de raisonner en valeur constante pour éviter des hypothèses aléatoires sur le taux d'inflation « *sauf s'il est prévisible que les coûts relatifs des différentes sources d'énergie vont augmenter* ». Elle précise aussi que « *l'indexation des prix de l'énergie est un facteur important* » du calcul en coût global. C'est pourquoi, **elle admet un taux d'inflation spécifique pour les fluides énergétiques.**

### 3.2 La méthode de calcul

Le coût global, qu'il soit relatif ou absolu, est obtenu par la formule suivante

$$\text{Coût global} = I_0 + \sum_{t=1}^N \frac{D_t - R_t}{(1+a)^t} - \frac{V_N}{(1+a)^N}$$

*I<sub>0</sub>* : montant (ou écart entre 2 options) de l'investissement à l'année 0

*D<sub>t</sub>* : dépenses (ou écart de dépenses entre 2 options) de l'année t

*R<sub>t</sub>* : revenus (ou écart de revenus entre 2 options) de l'année t

*V<sub>N</sub>* : valeur (ou écart de valeur) résiduelle

*a* : taux réel d'actualisation

*N* : horizon économique (en années)

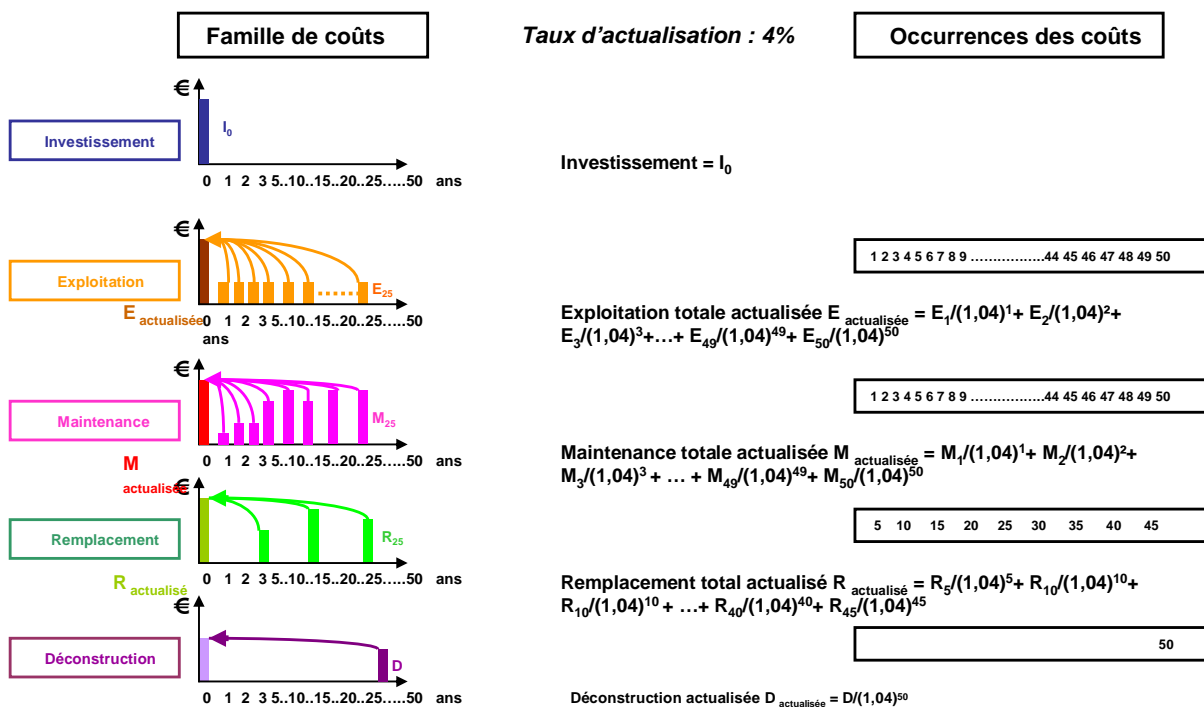


Figure 11 : Calcul du coût global par actualisation

### 3.3 Le traitement de l'incertitude et des risques associés au calcul du coût global

La norme souligne l'importance de fiabiliser les résultats. Les risques peuvent être quantifiés par une analyse de type Monte Carlo ou par une analyse de sensibilité. Cette dernière permet d'analyser la sensibilité des résultats aux hypothèses en mesurant comment la variation d'un paramètre se répercute en termes de hiérarchie des solutions. « *Cela permet d'identifier quelles données d'entrée ont le plus d'impacts sur le coût global et sur la fiabilité de la décision finale* ». Si le classement des solutions concurrentes reste le même, le choix du décideur est plus assuré. Si, au contraire, la hiérarchie des solutions est bouleversée, il convient d'affiner l'analyse en coût global ou de valider les choix suivant d'autres critères.

La norme propose quelques paramètres dont la sensibilité peut être testée:

- Le taux d'actualisation,
- La période d'analyse,
- Les durées de vie et les coûts incertains.



### 3.4 Le contenu du rapport d'analyse

La norme préconise au maître d'ouvrage d'exiger à chaque étape du projet les rapports de l'étude en coût global sous la forme suivante:

- a) Un résumé,
- b) Les objectifs et le domaine d'application,
- c) Les solutions envisagées,
- d) L'ensemble des hypothèses,
- e) Les contraintes et risques identifiés,
- f) Les variantes évaluées,
- g) Les commentaires et l'interprétation des résultats,
- h) Une représentation graphique des résultats,
- i) Le planning de maintenance et de remplacement de la solution retenue,
- j) Une conclusion.

## 4. La pratique opérationnelle du raisonnement en coût global

### 14.1 Le processus et les différents niveaux d'analyse

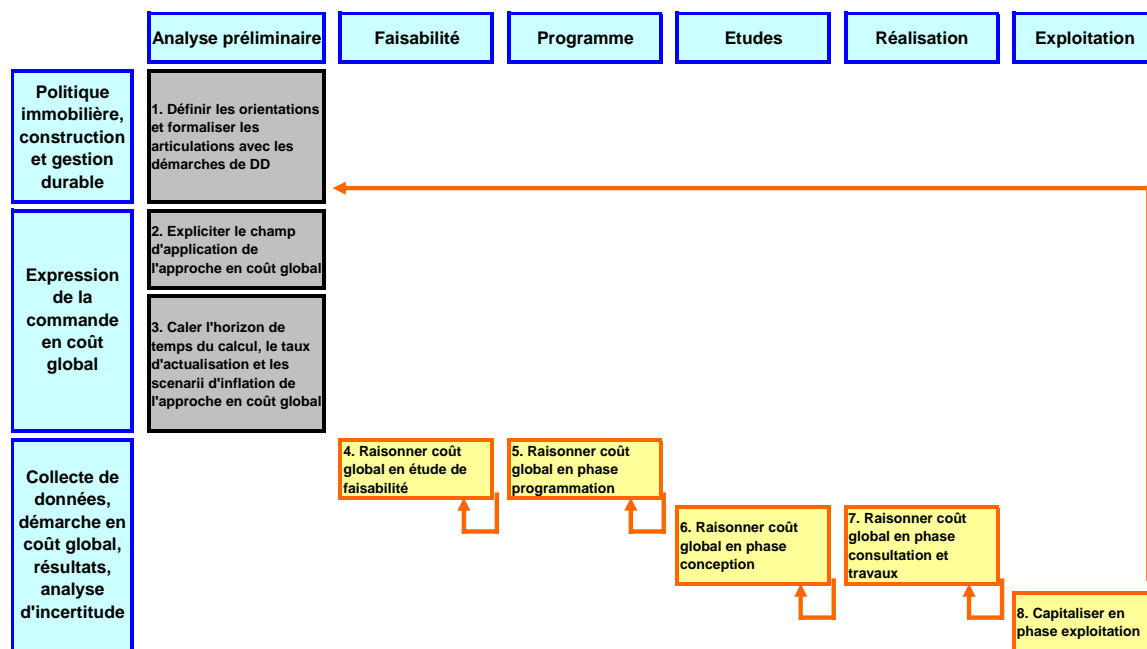


Figure 12 : Les étapes du raisonnement en coût global

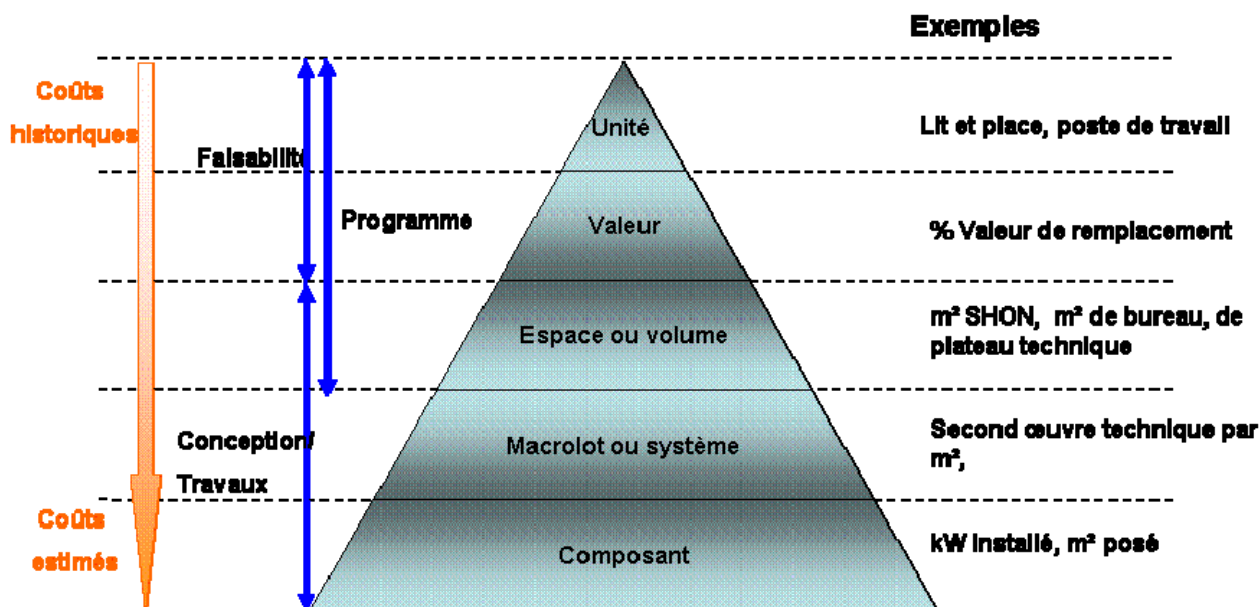


Figure 13 : Les niveaux d'analyse et les types d'indicateurs suivant les étapes du projet

## 4.2 La raisonnement en coût global au niveau stratégique

L'approche en coût global est particulière à chaque maître d'ouvrage. Il importe donc à chacun de préciser les objectifs et le cadre général, d'explicitier le champ et les modalités d'application:

### 1. Les objectifs et le cadre général :

- Préciser si le coût global est appréhendé seulement comme un outil d'aide à la décision ou s'il doit aussi éclairer le maître d'ouvrage sur la programmation des budgets de fonctionnement immobilier,
- Préciser les interfaces entre la démarche coût global et la politique de développement durable de l'organisation suivant les axes économique, environnemental et social,
- Préciser la politique de maintenance et de maîtrise de la qualité d'usage,
- Préciser comment la démarche en coût global s'articule avec la panoplie des outils de gestion patrimoniale (Schéma directeur immobilier, Plan de progrès d'efficacité énergétique, Analyse du cycle de vie, etc.),
- Clarifier les livrables à exiger pour chaque analyse en coût global,

### 2. Le champ et les modalités d'application :

- Identifier les postes de dépenses et les externalités à prendre en compte,
- Préciser si le financement et si la valeur résiduelle sont inclus dans les calculs,
- Pour chaque étape de projet impliquant un raisonnement en coût global, préciser les règles de définition du périmètre physique de la démarche (parties d'ouvrage et systèmes inclus),

- Préciser l'horizon de temps,
- Préciser le taux d'actualisation,
- Préciser les hypothèses de taux d'inflation générale, les scénarios pour l'énergie, etc...
- Préciser l'analyse de risques et les calculs de sensibilité exigés.

## 4.3 La raisonnement en coût global au niveau opérationnel

### A) Les phases préalables

La part du coût global déterminée dès les phases préalables est tout à fait importante à condition que les besoins soient exprimés par des objectifs performanciers explicités lors de la programmation. Sans disposer d'éléments précis, il est en effet possible d'apprécier à ce stade les coûts différés même si ces estimations sont réalisées à partir d'indicateurs macro : coût par poste de travail, par lit, % des coûts de construction, etc. Les sources de données sont en général des coûts historiques, provenant la plupart du temps d'équipements existants analogues pouvant servir de référence ou d'observatoires des coûts de fonctionnement. Les informations collectées doivent bien sûr être ajustées au contexte de l'opération : les attentes exprimées en matière de coûts différés, les contraintes, les choix techniques et architecturaux assumés, les activités spécifiques, l'évolution de la réglementation, de la réglementation thermique notamment, etc.

Type de bâtiment	Coût annuel de Maintenance et de renouvellement en fonction de la valeur de remplacement
Bureau non IGH	2.1%
Bureau IGH	1.9%
Supermarché	2.9%
Centre hospitalier	4.1%
Lycée d'enseignement général	3.1%
Logistique	3.8%
Hôtel	4.5%
Bibliothèque	2.9%

Figure 14 : Exemples de ratios constatés pouvant être exploités dès la phase de montage (les ratios moyens ne sont que des indications qui ne doivent pas masquer la diversité des situations)

### B) Les phases d'études

Dès que le parti architectural et les principes techniques sont esquissés sur la base d'un programme validé par le maître d'ouvrage, la valeur ajoutée de l'approche en coût global devient déterminante. A partir de l'avant-projet sommaire, il est en effet possible

- D'appréhender les risques de dégradation prématurée de certaines parties d'ouvrage en fonction des choix assumés : complexité ou simplicité de la conception et des formes du bâti, type de matériaux mis en œuvre, accessibilité des éléments à entretenir,
- D'esquisser les principes d'organisation de l'exploitation-maintenance,

C'est aussi à ce niveau que les consommations d'énergie pourront être approchées grâce à des simulations thermodynamiques. C'est pourquoi, l'approche en coût global en avant-projet sommaire permet déjà des comparaisons chiffrées entre plusieurs solutions techniques.

L'avant-projet détaillé permet de préciser les détails constructifs, les choix de matériaux et d'installations techniques. C'est notamment à ce stade que les coûts de gros entretien/remplacement sont évalués et qu'il devient possible de fiabiliser les arbitrages. Les étapes suivantes de conception permettent de consolider les résultats.

## C) La phase travaux

La fiabilité de l'évaluation des coûts différés dépend aussi de la qualité des travaux. Il est donc vital de procéder aux vérifications qui garantiront les performances attendues en fonctionnement. Les contrôles visent notamment à vérifier la conformité du matériel fourni, la qualité des mises au point de détail et de la mise en œuvre.

## D) La phase d'exploitation

Après la réception des ouvrages et la vérification de l'adéquation entre performances attendues et performances réelles, il est naturel de contrôler la cohérence des résultats obtenus avec les coûts différés prévus. Il s'agit alors de vérifier si les choix se révèlent aussi vertueux pendant le fonctionnement. Il convient donc de mettre en œuvre des moyens adaptés permettant de réaliser ce retour d'expérience, d'analyser les écarts constatés sur plusieurs exercices et de capitaliser. Les informations collectées permettront aussi d'alimenter les différentes panoplies d'outils.

Le coût global se traduit par des options prises dès les premières phases du projet et tout au long de l'opération. La traçabilité de ces décisions doit être organisée pour que les choix puissent être pérennisés et exploités dans la définition des obligations d'entretien et de maintenance.

## 5. Techniques de calcul et indicateurs

L'approche en coût global fait appel à plusieurs notions économiques et peut s'appuyer sur différents indicateurs.

### 5.1 Distinction entre valeur en monnaie courante ou constante

Une étape importante dans le calcul en Coût Global consiste à déterminer les types de coûts (en valeur réelle, courante ou actualisée) qu'il conviendrait d'employer.

L'emploi des coûts en valeur constante permet l'exploitation des données disponibles au moment de l'analyse. Il convient donc de retenir des dates de référence dans le passé récent ou le futur proche car les coûts correspondants sont connus de tous de même que l'environnement dans lequel ils apparaissent. Une valeur en coût constant correspond donc à la quantité monétaire qu'il faudrait payer si le coût apparaissait à la date de référence, indépendamment du moment réel d'apparition de ce coût.

Les coûts en valeur courante sont définis à partir des projections futures des facteurs économiques, technologiques et de performance. Pour obtenir le coût en valeur courante, il faut multiplier le coût en valeur constante par un taux d'inflation.

Pour convertir un coût constant en coût courant il faut lui appliquer le facteur d'inflation suivant :

$$q = (1 + a)^n$$

10/02/2009	« Calcul du Coût Global » : Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5	MEDDAT/CGDD/SEEI
		Page 20/23

Avec :

$q$  : Facteur d'inflation.

$a$  : pourcentage attendu d'augmentation générale des prix.

$n$  : nombre d'années entre la date de référence et la date d'apparition du coût.

## 5.2 Coût actualisé

Les coûts actualisés sont obtenus en appliquant aux coûts apparaissant dans les années futures un facteur de réduction défini à partir du taux d'actualisation. Lorsqu'il s'agit d'actualiser des coûts courants, il convient d'inclure un facteur d'inflation au taux d'actualisation appliqué. Par contre il convient de ne pas inclure de facteur d'inflation lorsqu'on cherche à actualiser des coûts constants.

- La conversion d'un coût en valeur constante en coût actualisé est effectuée par l'application du facteur d'actualisation suivant :

$$q = \frac{1}{(1 + d)^n} \quad \text{Avec :}$$

$q$  : le facteur d'actualisation.

$d$  : le taux annuel d'actualisation réel attendu.

$n$  : le nombre d'années entre la date de référence et la date d'apparition du coût.

- La conversion d'un coût en valeur courante en coût actualisé est effectuée par l'application du facteur d'actualisation suivant :

$$q = \frac{1}{(1 + d)^n (1 + a)^n} \quad \text{Avec :}$$

$q$  : le facteur d'actualisation.

$d$  : le taux annuel d'actualisation réel attendu.

$a$  : le pourcentage réel attendu de l'augmentation générale des prix.

$n$  : le nombre d'années entre la date de référence et la date d'apparition du coût.

## 5.3 La valeur actualisée

La valeur actualisée correspond aux coûts obtenus par actualisation des flux de trésorerie futurs à la date de référence. L'objectif étant de comparer des variantes sur la même période d'analyse.

10/02/2009	« Calcul du Coût Global » : Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5	MEDDAT/CGDD/SEEI
		Page 21/23

Partant du principe que l'argent varie au cours du temps et d'une préférence prononcée pour le présent par rapport au futur (en raison des incertitudes caractérisant l'environnement financiers, économiques, technologiques, réglementaires, etc.), les valeurs actualisées servent à estimer les valeurs monétaires actuelles qu'il conviendrait d'allouer pour les dépenses futures associées à un bien immobilier.

## 5.4 La valeur actualisée nette (VAN) ou coût actualisé net (CAN)

La valeur actualisée nette (VAN) exprime la différence actualisée entre les flux de trésorerie. Elle correspond à la somme des bénéfices actualisés d'une option moins la somme des coûts actualisés.

$$VAN = \sum (C_n \times q) = \sum_{n=1}^p \frac{C_n}{(1+d)^n} \quad \text{Avec :}$$

$C_n$  : le coût pour l'année  $n$ .

$q$  : le facteur d'actualisation.

$d$  : le taux annuel d'actualisation réel attendu.

$n$  : le nombre d'année entre la date de référence et la date d'apparition du coût.

$p$  : la période d'analyse.

Lorsque l'analyse porte uniquement sur les coûts, la valeur actualisée nette peut être qualifiée de Coût Actualisé Net (CAN). Cette valeur prend en compte tous les flux futurs (dépenses et revenus futurs actualisés) sur la totalité de la période d'analyse en Coût Global.

## 5.5 Divers indicateurs liés au coût global

D'autres indicateurs que le coût global peuvent également être utilisés :

- ❑ **Le Temps de Retour sur investissement (TR)** : le TR permet d'estimer la période nécessaire à couvrir les coûts d'investissement pour un projet donné. Calculé en années, ce Temps de Retour représente le délai écoulé entre les investissements initiaux (et les coûts d'exploitation qui s'ensuivent) et la date à laquelle les économies cumulées compensent cet investissement. Le Temps de Retour est généralement utilisé pour comparer les grands et les petits projets (en intégrant également le Taux de Rentabilité Interne de l'investissement). Il permet aussi d'estimer la période pendant laquelle l'investissement présente un risque (tant que les économies cumulées n'ont pas encore couvert les investissements).
- ❑ **Les Economies Nettes (NS)** : elles correspondent à la valeur actualisée des économies relatives à l'exploitation moins la valeur actualisée des coûts d'investissement supplémentaires. Cet indicateur permet le calcul des bénéfices réalisés sous la forme de réduction des coûts. L'estimation des économies nettes peut être utilisée pour comparer les options d'investissement et les coûts associés, puisque l'option permettant les économies nettes les plus élevées est celle qui conduit au CGE le plus faible.

- ❑ **Le Rapport économies sur investissement (SIR)** : Le SIR est calculé en divisant la valeur actualisée des économies relatives à l'exploitation par la valeur actualisée des coûts d'investissement supplémentaires attribuables à chaque option. En exprimant le rapport des économies du projet sur les coûts, cet indicateur permet d'évaluer si un projet est rentable (SIR est supérieur à 1) ou s'il ne l'est pas (SIR inférieur à 1). Il permet également de classer et de choisir les options d'investissement possibles (en fonction des priorités, du budget global et des rentabilités relatives).
- ❑ **Le Taux Interne de Rentabilité (TIR)** : le TIR correspond au taux d'intérêt actualisant les coûts et les bénéfices sur la période d'analyse et permettant une égalisation entre ces coûts et ces bénéfices lorsque les flux de trésorerie (Cash Flow) sont réinvestis à un taux spécifique. Le TIR est donc le taux d'actualisation qui annule la valeur actuelle nette d'une série de flux financiers (correspondant généralement à un projet avec investissement initial suivi de cash flow positifs). Il permet ainsi la classification d'investissements de tailles différentes et générant des flux de trésorerie de différents profils de temps. Un projet d'investissement ne sera généralement retenu que si son TRI prévisible est supérieur au taux bancaire appliqué (correspondant au coût du capital). Si tous les flux de trésorerie sont négatifs, le TIR ne peut pas être calculé.
- ❑ **Le Coût Annualisé ou Valeur Annualisée Equivalente (AEV)** : il correspond au coût annuel régulier qui une fois actualisé permet d'égaliser la VAN de l'investissement. Retenir l'option dont le coût annualisé est le plus faible revient à opter pour celle dont le coût total est le plus bas.

L'équation suivante permet de calculer la valeur Annualisée Equivalente :

$$AEV = \frac{Cn \times d}{(1+d)^n - 1} \quad \text{Avec :}$$

AEV : La valeur annualisée nette.

$Cn$  : le coût pour l'année  $n$ .

$d$  : le taux d'actualisation annuel estimé.

$n$  : le nombre d'années entre la date de référence et la date d'apparition du coût.

Par exemple  $AEV = \frac{100 \times 0.06}{(1+0.06)^{25} - 1}$

Un coût de 100 unités dans 25 ans avec un taux d'intérêt de 6% sera équivalent à un investissement annuel de 1.82 unités.