

Efficiency of a construction

Contribution to a sustainable development

par Christophe GOBIN
Coordonnateur R&D, Vinci construction France

1.	Efficiency nominale	C 3 040 - 2
1.1	Référents.....	— 2
1.2	Utilisation.....	— 4
2.	Efficiency dans la durée	— 7
2.1	Appréhender sa dégradation	— 7
2.2	Valoriser sa maîtrise	— 9
2.3	Structuration - Dimensions produit et processus	— 12
3.	Conclusion.....	— 12
	Pour en savoir plus	Doc. C 3 040

Paul Valéry écrivait : « **Le temps d'un monde fini a commencé.** »

Ce début de XXI^e siècle marquera très certainement une inflexion majeure de la construction. En effet, le statut de la chose construite bascule, d'une situation d'objet uniquement physique, à celle de contributeur à un service. Ce passage est très important car il traduit une attitude différente des non professionnels vis-à-vis du bâti. Celui-ci n'est plus une charge, correspondant à une immobilisation financière importante, mais un potentiel. Un bâtiment de bureau est moins une dépense qu'un instrument de productivité des équipes au travail qui vont y trouver des lieux incitatifs et propices à une meilleure efficacité, compte tenu des éléments de confort offerts.

En parallèle au développement durable, dont la montée en puissance accompagne l'évolution du bâti, on constate non pas un changement profond de sa définition, mais, plutôt, la venue d'une autre perspective amenant, à terme, des modifications importantes du produit résultant de l'acte de construire. En effet, une vision en matière de service et, non plus, d'objet physique, introduit deux dimensions peu considérées jusqu'alors :

- fournir un service ;
- mobiliser les solutions technologiques les plus appropriées pour ce faire.

Ainsi, la technique n'est plus une fin, mais un moyen. Par ailleurs, un service s'entend à un instant donné, et peut être modifié dans le temps. Cette dimension temporelle introduit, **ipso facto**, la notion d'obsolescence, alors que le bâti a toujours été considéré comme un objet pérenne qui comptait, plus par sa valeur patrimoniale, que par ses valeurs d'usage.

Cette inflexion se trouve inscrite dans un paragraphe du fascicule SD 21000 qui s'adresse à tout responsable d'une entité économique désireux d'agir en conformité avec les principes d'un développement durable :

« ...La gestion des installations et des sites de réalisation (chantiers...) et d'exploitation (ateliers, usines, bureaux...) est une inscription forte de l'entreprise sur son territoire. La durée de vie des bâtiments et infrastructures dépasse, en général, celle de la plupart des technologies et procédés utilisés dans l'entreprise. La gestion de la conception/réalisation, de l'exploitation et de

la fin de vie (nettoyage du chantier, arrêt d'exploitation, démantèlement) est donc une composante à part entière de la politique de développement durable de l'entreprise responsable...»

La notion même de service introduit le besoin d'une mesure. Par ce terme il faut entendre la capacité à évaluer le service rendu et à en mesurer la disponibilité, l'efficacité, et la facilité d'emploi.

Toutes ces performances sont les caractérisations des attentes de l'utilisateur final et elles définissent « en creux » l'objet construit. Elles seront d'autant plus opératoires qu'elles pourront être mesurées. Or, il n'est pas si courant, actuellement, d'opérer des mesures. La construction se contente, le plus souvent, d'une conformité à une prescription technique qui ne garantit pas forcément un fonctionnement réel en ligne avec les calculs de dimensionnement. Il s'avère ainsi, aux dires de certains spécialistes, qu'entre la performance énergétique calculée d'un bâtiment (performance nominale) et la performance réelle constatée en usage, il pourrait y avoir un écart de 25 %.

C'est la raison pour laquelle ce fascicule a été organisé en deux chapitres :

- dans le premier, il est proposé d'analyser le concept d'efficacité comme nouvel indicateur de la performance d'un bâtiment en relation avec l'idée de fonctionnement ;
- au cours du second, il sera examiné comment l'efficacité peut être traitée sur la durée et comment en tirer parti.

Il s'agit donc d'un travail préparatoire qui a pour but de soumettre au débat collectif un nouvel outil professionnel.

Trois concepts : efficacité, efficacité et effectivité :

- l'efficacité correspond à un processus dont le produit est fourni avec un rendement élevé des moyens mobilisés ;
- l'effectivité caractérise, pour les Anglo-Saxons, un produit correspondant aux attentes à l'origine de sa demande ;
- l'efficacité est un concept plus global, et plus récent, qui oriente les deux précédents dans la perspective d'un développement durable.

L'efficacité peut donc être considérée comme une notion à inscrire au registre de l'économie dans son sens premier qui est de suppléer à la rareté des ressources. L'efficacité est la mesure de la contribution de toute activité à ce principe fondateur.

1. Efficacité nominale

L'efficacité n'a été envisagée dans les milieux industriels qu'après un travail d'appropriation au sein d'une commission du WBCSD(*) dans les années 90. L'émergence de ce concept sur la scène économique correspond à une prise en compte d'une nouvelle dimension de la technologie, car, jusqu'ici il n'était question que de rendement, c'est-à-dire du rapport entre les ressources mobilisées et celles incorporées dans un objet. Mais, ce calcul se faisait toutes choses égales par ailleurs. C'était sans compter avec les effets environnementaux et sans idée de mesure.

L'efficacité va conduire à considérer la recherche d'un rendement, non plus comme une optimisation des ressources, mais plutôt comme la **quête d'un compromis entre l'avantage tiré d'un produit et les inconvénients consécutifs à sa production** (déchets, coûts sociaux,...).

L'efficacité, d'un objet ou d'un service, est alors définie comme le rapport entre la somme des valeurs procurées et celle des impacts générés par sa mise à disposition.

Cette approche, d'abord appliquée au produit, s'est révélée d'une grande richesse. Pour s'en rendre compte, il est nécessaire

de détailler son principe c'est-à-dire ce que l'on peut qualifier de référents. A partir de cette analyse, il est possible de recenser ses utilisations, tout particulièrement pour la construction. Ce premier temps, dans l'examen du concept d'efficacité, constitue la caractérisation de cette démarche puisqu'il s'agit bien d'une nouvelle attitude face au progrès technique.

(*) Le World Business Council for Sustainable Development est un club de discussion et d'échange entre les principales firmes multinationales à vocation industrielle.

1.1 Référents

Définir l'efficacité d'une construction nécessite de préciser le contenu de chacun des éléments du rapport valeurs/impacts (figure 1) :

- au numérateur, sont regroupées toutes les performances d'usage (voir analyse fonctionnelle et construction) [1] ;
- au dénominateur, sont rassemblés tous les impacts générés au cours de son cycle de vie.

■ **Les performances d'usage** caractérisent l'aptitude du bâti à fournir à l'utilisateur final le support adéquat pour l'activité qu'il entend y mener. Le caractère fonctionnel ne se réduit pas à un fonctionnalisme étroit, mais couvre l'ensemble des attentes, tant en surface, en ambiance, qu'en facilité d'accomplissement personnel, ce qui est traduit par le terme de « sémiologie » (*). En fait, il s'agit là de cer-

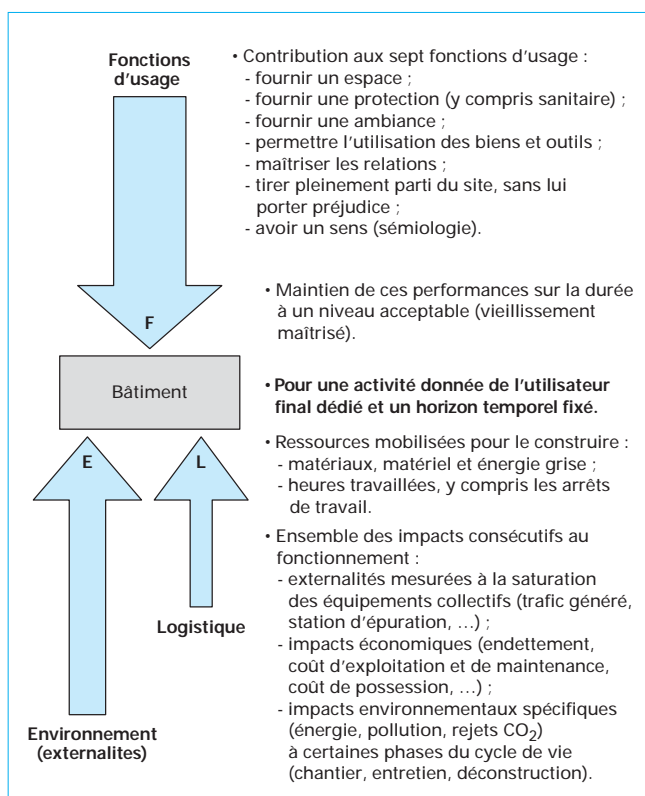


Figure 1 – Définition schématique de l'efficacité d'un bâtiment

ner la réponse aux attentes vis-à-vis du bâti, ce qui, par ailleurs, est la seule raison d'être de la construction. Ces performances sont facilement inventoriées, puisqu'elles résultent d'un mode de raisonnement du cadre de vie qui est l'analyse fonctionnelle.

(*) La sémiologie étudie les conditions dans lesquelles des signes (événement, objet, bâtiment, etc.) produisent du sens.

■ **Les impacts** couvrent plusieurs sous-catégories. Il s'agit, d'abord, de tenir compte des effets induits par la construction sur l'environnement (prélèvements, rejets de toute nature). Mais, dans la perspective d'un développement durable, le périmètre pris en compte doit être élargi. Les conditions de travail en phase de réalisation (site), les conséquences financières résultant de la possession de l'ouvrage, doivent être tout autant considérées.

D'une manière plus générique, il s'agit des externalités consécutives à l'apparition du bâtiment au sein de la collectivité et de son contexte socioprofessionnel. Les externalités sont certainement moins reconnues que les performances, mais elles sont conceptuellement appréhendables et peuvent être définies comme les dysfonctionnements associés à l'utilisation d'une construction (figure 1).

■ À ce stade, la question se pose de savoir dans quelles unités sont mesurées les classes qui viennent d'être définies. La réponse ne peut se faire que progressivement car la problématique de la mesure est un sujet très complexe qui, par ailleurs, est conditionné par l'objectif attaché à la mesure.

- Dans un premier temps, il est indispensable, puisqu'il s'agit d'entités multidimensionnelles de pouvoir, de s'assurer que chaque aspect est stable et autonome concernant :

- les fonctionnalités. Les performances sont indépendantes car elles résultent d'un service identifié en tant que tel et non corrélé à une autre dimension ;

Tableau 1 – Divers mécanismes de valorisation

	Cas n° 1			Cas n° 2			Cas n° 3		
Dimensions	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Appréciations	-	-	-	=	+	=	+	+	+
Notations	50	50	50	100	110	100	110	110	110
Valorisation	150/330 = 0,45			310/330 = 0,93			330/330 = 1		

- les externalités. Idem en cas de multiplicité des dimensions non encore totalement explorée.

• C'est en ce sens que le numérateur et le dénominateur de l'efficacité sont bien l'addition de mesures (mesures cumulatives). Reste alors à fixer le protocole autorisant la sommation. De manière pragmatique, la seule attitude responsable est de ne pas opérer une pondération entre les dimensions, mais plutôt de donner, sur chaque aspect, une appréciation vis-à-vis d'un niveau de pratique courante (+, =, -). Il est dès lors possible de calculer ces notes et de les rapporter à la somme maximale des points possibles. Ce mécanisme de valorisation peut être illustré par les trois configurations du tableau 1.

■ Cette définition doit être complétée, car le concept d'efficacité cristallise deux autres problématiques apparues depuis peu avec la montée des exigences environnementales :

- le concept d'échelle ;
- le caractère pérenne du cadre bâti.

• Concept d'échelle.

Il est intéressant de noter que ce dernier est assez familier aux architectes et urbanistes. Les économistes de la construction ne s'en sont emparés qu'à la suite des expérimentations sur les technologies innovantes relatives au génie sanitaire. Par exemple, le retraitement des eaux grises (eaux rejetées des cuisines et salles de bains) s'est avéré très difficile à fiabiliser sur un bâtiment. Ce recyclage est possible, mais la nécessité d'une continuité des flux traités ne s'entend qu'à la taille d'un quartier. Il en est de même pour l'énergie photovoltaïque qui n'est compétitive que mutualisée en zone urbaine.

Cette articulation entre périmètre et efficacité des procédés conduit à raisonner constamment en termes systémiques (figure 2). L'objectif est de tenir compte de toutes les interactions entre l'échelle examinée et celle de niveau supérieur.

Il est vrai que, jusqu'à présent, les externalités n'étaient pas prises en compte car elles étaient considérées comme hors champ et, de ce fait, neutralisées. Au plan méthodologique, il est donc indispensable, pour calculer l'efficacité, d'analyser très finement les interfaces entre les échelles, c'est-à-dire dresser une nomenclature et établir une quantification, même approximative.

• Caractère pérenne du cadre bâti.

Il s'est imposé, peu à peu, avec la mise à disposition des logiciels d'« analyse de cycle de vie » des bâtiments (ACV) qui autorisent, désormais, une évaluation des impacts du bâti au cours de son existence.

En effet, une construction affecte l'environnement bien plus au cours de son exploitation que dans sa phase de chantier. L'ordre de grandeur est dans le rapport de 1 à 10. Cette nouvelle approche du construit introduit la notion de durée de vie. Jusqu'à présent, cet aspect de la construction était occulté par les règlements de calcul calés sur une pérennité séculaire. L'évolution des attentes modifie par ailleurs, notablement, cet état considéré comme stable. Il n'est plus rare de voir un bâtiment tertiaire détruit au

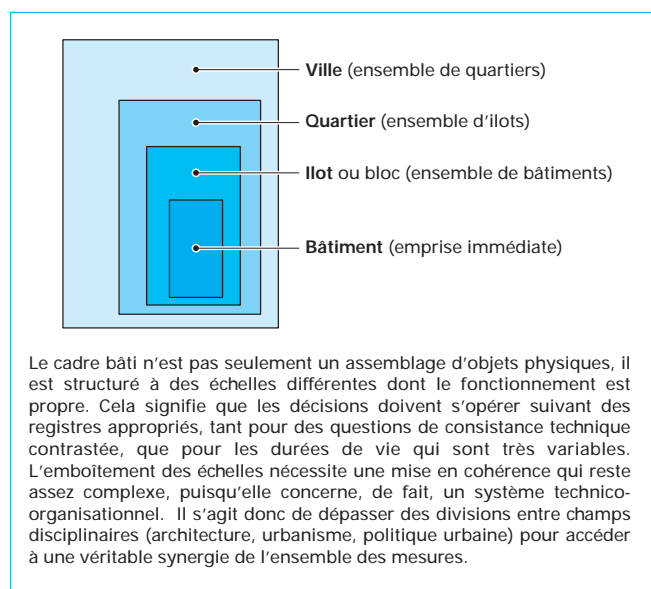


Figure 2 – Le périmètre pris en considération

Cet enrichissement des points de vue, mais aussi du nombre des parties prenantes, ira croissant. Il **correspond à une prise de conscience collective des limites de notre planète en termes de ressources.**

bout de trente ans, pour être remplacé par une autre construction plus adaptée aux usages du moment.

Pour déterminer l'efficacité d'un bâtiment, il est alors indispensable de retenir un scénario temporel qui détaille les étapes d'utilisation sur un horizon probable. Cette démarche suppose, bien sûr, que le maître d'ouvrage assume ses hypothèses. Toutefois, même si tel n'est pas le cas, il suffit de retenir une période conventionnelle de l'ordre de trente ans. Dans ce laps de temps, les tâches de maintenance, voire une réhabilitation, sont susceptibles d'assurer une mise à niveau des performances de fonctionnement. Les logiciels d'ACV permettent une comptabilité assez fine des flux entrants et sortants (consommations et rejets) générés par l'usage du bâti.

L'efficacité mobilise ainsi l'emploi d'outils scientifiques beaucoup plus fins que ceux pratiqués pendant plusieurs décennies. Cela ne va pas sans poser la question d'un étalonnage de ces instruments, correspondant à une exigence de transparence vis-à-vis des tiers.

1.2 Utilisation

L'intérêt de l'efficacité réside, en premier lieu, dans la liberté de choix qu'elle laisse pour agir. En ce sens, c'est un outil politique qui facilite la prise d'initiative dans la perspective d'un progrès collectif.

■ **À l'heure actuelle**, toutes les problématiques qui veulent concourir à un développement durable sont trop rapidement instrumentalisées. Pour chaque aspect abordé, un label est mis en place : énergétique, environnemental, éthique,... Le résultat pratique est une superposition de référentiels, assez souvent contradictoires, et cette multiplication ne facilite pas leur appropriation.

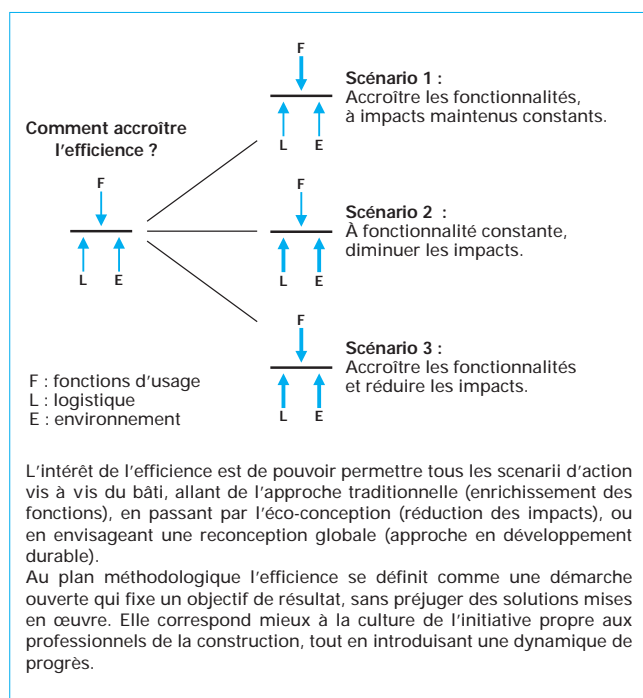


Figure 3 – L'efficacité comme mode d'action

L'efficacité étant, par définition, une combinatoire, elle autorise plusieurs voies de progrès. Les trois scénarii possibles sont autant de routes ouvertes à l'innovation et à l'initiative. Et ce constat n'est pas seulement un slogan. Il est clair que, face à une situation complexe, il serait illusoire de prétendre qu'une solution unique existe. En fait, toutes les questions soulevées sur l'environnement, la santé, la responsabilité sociétale sont encore à défricher et elles appellent des technologies beaucoup moins intuitives que les routines traditionnellement pratiquées.

Par ailleurs, dans le cadre d'une économie libérale, il est beaucoup plus cohérent de faciliter la multiplicité des cheminements, pour autant qu'ils puissent être comparés. Et c'est bien l'objectif de l'efficacité qui indique le niveau global obtenu par différentes voies d'action (figure 3). Cette liberté de choix est très importante, dans la phase contemporaine de l'art de construire, car c'est la condition d'une prise de risque pour établir, peu à peu, un corpus plus charpenté.

■ L'efficacité, en outre, introduit un **enrichissement notable des pratiques**, puisqu'elle traduit la balance faite entre valeurs et impacts. Cet aspect est particulièrement novateur pour les professionnels de la construction car, jusqu'à présent, ceux-ci agissaient du seul point de vue technico-économique. L'efficacité en appelle à leur responsabilité, vis-à-vis de critères trop souvent négligés : la préservation du milieu, les conséquences sociales d'un choix, les externalités créées. Et c'est d'ailleurs bien là que réside la difficulté majeure. Le périmètre, pris en considération pour opérer des choix, ne peut relever que de chaque acteur, et ce libre arbitre est assez dérangeant par rapport aux pratiques actuelles qui s'en remettent à des repères tacites.

■ Introduire une économie du CO₂ dans la construction c'est, en partie, redéfinir le cadre d'intervention de la plupart des acteurs de la filière. C'est aussi proposer une **nouvelle règle du jeu** dans laquelle chacun doit redéfinir ses marges et tester ses marges de manœuvre. Cela ne veut pas dire qu'un consensus collectif ne soit pas à rechercher, mais il devra être le fait de l'ensemble des inter-

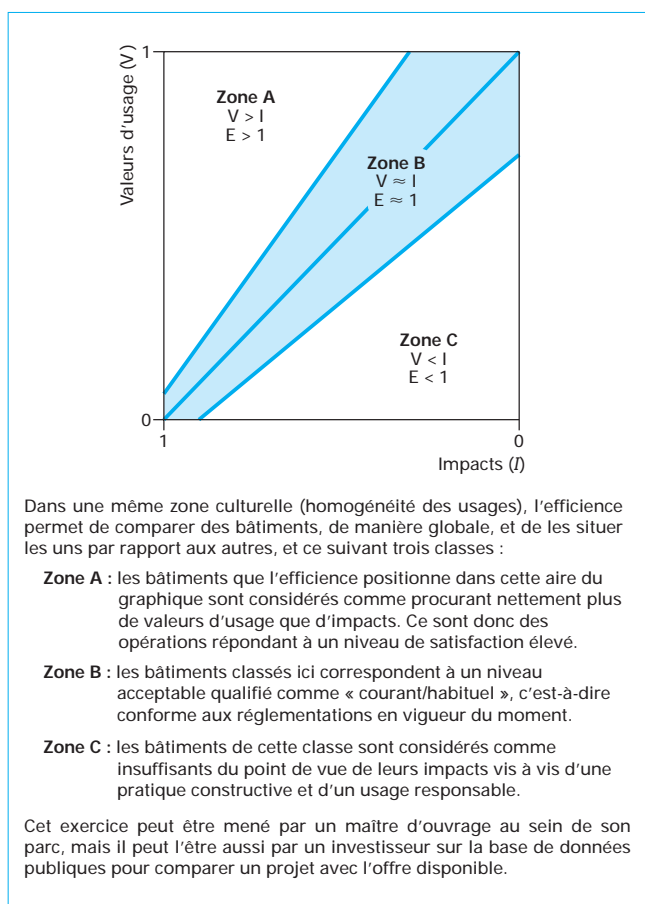


Figure 4 – Évaluation comparative

venants, et non pas le résultat d'une prise de pouvoir par quelques-uns. Il est assez clair que l'efficacité suppose une coopération beaucoup plus approfondie entre les disciplines scientifiques, mais aussi entre les corps de métier.

L'efficacité résultera d'une **pratique de l'ingénierie concourante** ([2] et [3]), seule garantie d'une cohérence d'ensemble et d'une progression coordonnée.

Si l'enjeu professionnel de l'emploi collectif de l'efficacité semble majeur, il en est de même pour l'utilisateur final du cadre bâti. En effet, c'est la manière la plus probante pour lui de développer une approche comparative des bâtiments.

■ **L'affichage de l'efficacité** permet de comparer entre eux deux projets pour retenir celui qui apparaît le plus performant, suivant un même protocole multicritère de mesure. Cela permet également de situer un projet par rapport à un bâtiment de même usage, localisé au voisinage du futur emplacement retenu pour la construction.

Cette capacité est très importante, en terme de concertation avec les usagers, afin de visualiser rapidement les avantages d'une opération immobilière. Elle l'est tout autant pour les gestionnaires de parc qui peuvent ainsi disposer d'une cartographie de leur patrimoine (figure 4).

L'aptitude à s'inscrire dans une démarche de « benchmark », comme le désignent les Anglo-Saxons, correspond à un principe du développement durable qui est celui de la transparence.

• **La satisfaction** envers un produit immobilier ne doit plus être cantonnée à un ressenti, plus ou moins formalisé, et qui ouvre la porte à toute interprétation. Elle doit être progressivement étalonnée suivant des règles claires et connues de tous. L'annonce d'une efficacité constitue une première étape qui devra s'articuler avec le *commissioning* (1). Lors de cette tâche il sera possible de vérifier la conformité aux objectifs, inclus dans le calcul de l'efficacité, et de confirmer ainsi que la responsabilité de chacun a bien été mobilisée à bon escient.

• **Cet étiquetage** d'un bâtiment soulève, bien sûr, la question du millésime. Les niveaux de performances d'usage et d'impacts retenus correspondent à des choix qui, certes, sont assumés pour une certaine durée, mais qui ne préjugent pas de modifications sensibles résultant de nouvelles réglementations plus contraignantes. En particulier, les niveaux réglementaires sont amenés à varier dans le temps, compte tenu d'un consensus collectif. Ainsi, au phénomène de vieillissement physique d'un bâtiment, vient s'ajouter l'obsolescence sociale des performances.

Le benchmark, opéré au travers de l'efficacité, est donc, par définition, un exercice ponctuel qui opère une photographie à un moment donné. Mais, il est intéressant de savoir que cet exercice peut être actualisé, à tout moment, sur la base d'un diagnostic de l'état existant et d'un dossier de suivi de maintenance (traçabilité des opérations).

L'efficacité apparaît ainsi comme **un outil particulièrement utile pour avoir une lecture renseignée d'un bâtiment ou d'un projet à un instant t**. C'est donc une aide précieuse à la maîtrise d'un projet de construction, en ce sens qu'elle fournit une information qui a une signification et permet une prise de décision (2).

■ L'argumentation qui vient d'être développée contribue, suivant l'expression anglo-saxonne, à « l'élucidation du concept d'efficacité. » Elle a permis de dégager les caractéristiques et les attributs de cette notion encore étrangère aux praticiens européens de la construction (tableaux 2 et 3)

Cet inventaire des propriétés constitue, de fait, une définition assez précise pour permettre une utilisation sur le terrain. Ce que n'ont pas manqué de faire les Japonais avec la notation CASBEE, même si cette dernière est encore très incomplète vis-à-vis de la spécification proposée ici, puisqu'elle se limite au calcul de la seule efficacité environnementale.

La déclinaison du caractère opératoire de cette démarche, qui relève d'une temporalité de l'instant, justifie pleinement de qualifier cet exercice d'**analyse synchronique** (3) et appelle dès lors son pendant, à savoir une mise en perspective sur la durée (volet diachronique).

Nota :

(1) Mesure *in situ* des performances globales de fonctionnement d'un bâtiment, après sa période de rodage.

(2) Cette démarche retrouve les principes avancés, dans les années 70, par les tenants de la rationalisation des choix budgétaires (RCB).

(3) L'emploi d'un vocabulaire plus habituel à la philosophie s'explique par le fait que l'efficacité mobilise finalement tous les principes sur lesquels le développement durable s'articule (analyse systémique, transparence, responsabilité, durée de vie, précaution, amélioration continue, réversibilité,...).

Tableau 2 – Critères de l'efficacité (1)

POINT DE VUE ÉCONOMIQUE	
Aptitude à l'usage	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à satisfaire les 7 fonctions d'usage • <i>Caractérisation du bâti vis-à-vis des activités menées par l'utilisateur final (bâti comme support)</i> • Durée de vie/robustesse • <i>Caractérisation du comportement du bâti au cours d'un cycle de vie prévu</i>
Adaptation	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité d'adaptation (flexibilité) • <i>Évolution du bâti à des aménagements correspondant à une modification des attentes</i> • Capacité de mise à niveau • <i>Possibilité du bâti d'être porté à un niveau de performance plus élevé</i> • Capacité à changer d'utilisation • <i>Possibilité du bâti d'être utilisé pour une destination différente que celle initialement prévue</i>
Acceptabilité économique : « à un prix acceptable »	<ul style="list-style-type: none"> • Impact capitalistique • <i>Conséquences sur la capacité de financement de l'utilisateur final dues à la « possession » du bâti.</i>
POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL	
Durant la construction	<ul style="list-style-type: none"> • Nuisances de chantier • <i>Somme des impacts générés par la réalisation du bâti</i> • Prélèvement de matières premières • <i>Volume des matériaux d'origine non renouvelable utilisés pour réaliser le bâti.</i> • Prélèvement de ressources énergétiques • <i>Somme des consommations en énergie utilisées pour la production des composants et la production sur site (chantier)</i>
Durant l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Impact du bâtiment sur la biodiversité (milieu) • <i>Conséquences sur le milieu, du fait de l'inscription du bâti sur le site.</i> • Consommations et rejets • <i>Somme des flux entrants et sortants générés par l'exploitation du bâti.</i> • Consommables entretien et maintenance • <i>Somme des ressources physiques mobilisées pour tenir à niveau le bâti.</i>
Durant la déconstruction	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité de déconstruction • <i>Aptitude à déconstruire le bâti, de façon organisée et non destructive.</i> • Capacité au recyclage • <i>Possibilité de réemploi des composants de la construction.</i>
POINT DE VUE SOCIÉTAL	
Filière professionnelle	<ul style="list-style-type: none"> • Logistique de mise en œuvre • <i>Niveau d'industrialisation du mode constructif</i> • Conditions de travail • <i>Niveau de pénibilité et accidentologie</i> • Enrichissement des tâches • <i>Niveau de qualification du personnel de production</i>
(1) Un groupe de travail, constitué de représentants de l'ADEME, du CSTB et de VINCI Construction France, a proposé la nomenclature suivante (24 critères) qui constitue déjà un élargissement très important des critères de décision [Doc C 3 040].	

Tableau 2 – Critères de l'efficacité (1)

Équipement de la ville	<ul style="list-style-type: none"> • Accès aux services collectifs • <i>Capacité de bénéficier des avantages urbains (courrier, enseignement, propreté,...)</i> • Accès à l'intermodalité (déplacements) • <i>Capacité de choix sur les moyens de mobilité</i> • Sécurité des personnes • <i>Capacité à se déplacer en sécurité dans les abords du bâti</i> • Interactivité/communication • <i>Capacité à entrer en communication et à être informé</i>
Attractivité	<ul style="list-style-type: none"> • Services de proximité fournis • <i>Capacité de disposer, dans un périmètre rapproché, de services diversifiés</i> • Coûts sociaux évités • <i>État du climat social</i> • Valeur patrimoniale du lieu • <i>Incidence du bâti sur la côte immobilière du lieu</i>
(1) Un groupe de travail, constitué de représentants de l'ADEME, du CSTB et de VINCI Construction France, a proposé la nomenclature suivante (24 critères) qui constitue déjà un élargissement très important des critères de décision [Doc C 3 040].	

Tableau 3 – Évaluation de l'efficacité (1)

Critères	Numérateur (1)	Dénominateur (2)
1 – Capacité à satisfaire la fonctionnalité	A	
2 – Impact capitalistique		A
3 – Logistique de mise en œuvre		A
4 – Conditions de travail		A
5 – Impact sur la valorisation personnelle et l'emploi		A
6 – Nuisances de chantier		A
7 – Impact sur le prélèvement des matières premières		A
8 – Impact sur le prélèvement des ressources énergétiques		B
(1) Sur la base des critères définis dans le tableau 2 et listés suivant les étapes du cycle de vie d'un bâtiment, il est alors possible de distinguer les critères affectés au numérateur et au dénominateur du rapport d'efficacité.		
En colonne (1) apparaît la caractérisation des apports positifs qui constituent le numérateur : 1A : valeur d'usage 1B : valeur résiduelle 1C : externalités positives		
En colonne (2) sont définis les impacts négatifs qui constituent le dénominateur : 2A : prélèvements de ressources 2B : coûts d'exploitation 2C : externalités négatives		
L'efficacité d'un bâtiment est le rapport, après traitement, de colonne 1/colonne 2.		

Tableau 3 – Évaluation de l'efficacité (1)

Critères	Numérateur (1)	Dénominateur (2)
9 – Durée de vie – Robustesse	B	
10 – Entretien-Maintenance optimisée		B
11 – Consommation et rejets		B
12 – Coûts d'accès aux services collectifs	C	C
13 – Personnes : Sécurité – Santé	A	
14 – Immatériels : TV – Téléphone	A	
15 – Inter-modalité des moyens de transports	A	
16 – Incorporation des services de proximité	A	
17 – Intégration des coûts sociaux évités	A	
18 – Impact sur la valeur patrimoniale du lieu	C	C
19 – Impact du bâtiment sur le milieu	C	C
20 – Capacité d'adaptation	B	
21 – Capacité à changer d'utilisation finale	B	
22 – Opportunité d'amélioration des performances	B	
23 – Facilité de démolition	B	
24 – Déconstruction – Capacité de tri – Valorisation	B	
(1) Sur la base des critères définis dans le tableau 2 et listés suivant les étapes du cycle de vie d'un bâtiment, il est alors possible de distinguer les critères affectés au numérateur et au dénominateur du rapport d'efficacité.		
En colonne (1) apparaît la caractérisation des apports positifs qui constituent le numérateur : 1A : valeur d'usage 1B : valeur résiduelle 1C : externalités positives		
En colonne (2) sont définis les impacts négatifs qui constituent le dénominateur : 2A : prélèvements de ressources 2B : coûts d'exploitation 2C : externalités négatives		
L'efficacité d'un bâtiment est le rapport, après traitement, de colonne 1/colonne 2.		

2. Efficacité dans la durée

L'efficacité, telle qu'elle a été décrite dans le précédent paragraphe peut être qualifiée de concept en « état stable ». Cela correspond aux contextes habituels des procédés industriels. Dans le cas de la construction, cet état stable, dénommé « phase d'exploitation », est beaucoup plus complexe car il doit tenir compte du comportement des usagers vis-à-vis du bâtiment.

Cette interaction essentielle pose alors la question de la pérennité de l'efficacité dans le temps face aux aléas d'un environnement fluctuant. Dans le langage commun, il serait possible de dire que l'efficacité doit être assez « robuste » pour résister aux variations des différentes parties prenantes.

En fait, en se situant dans la perspective du développement durable il est impératif de s'interroger sur la relation « efficacité et durée » et ce, suivant deux directions :

- en quoi l'affichage d'une efficacité est-il une garantie de performance effective ?
- comment le niveau d'efficacité se dégrade-t-il au cours du temps ?

Les réponses à ces interrogations contribuent à établir le second volet de l'efficacité qui est celui de son analyse d'un point de vue diachronique. Cette remarque n'est pas simplement de style, mais elle transcrit une propriété spécifique de la construction : constituer, à la fois, un « produit » (le support d'une activité humaine), mais aussi un « processus » (« l'habitus », selon la désignation de Bourdieu), ce que de nombreux professionnels semblent encore ignorer.

2.1 Appréhender sa dégradation

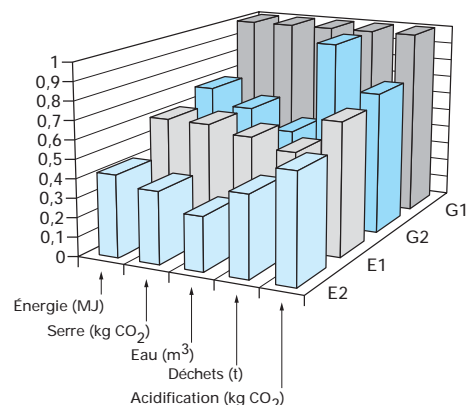
Pour mieux comprendre l'interaction entre l'utilisateur et le bâti, il faut désormais distinguer **deux paramètres qui ont des répercussions sur le calcul de l'efficacité**.

■ Le premier est relatif à la **responsabilité individuelle de l'utilisateur**. Celui-ci peut être gaspilleur et sur-consommateur dans ses pratiques quotidiennes. Des études exploratoires ont montré que la sensibilisation à des gestes économes (arrêt du chauffage hors présence, fermeture de l'éclairage à la sortie d'une pièce,...) pouvait infléchir de 10 % la consommation énergétique. En outre, il est désormais admis que cet effort doit être soutenu à intervalles réguliers, car l'utilisateur revient assez rapidement à des comportements laxistes.

• Jusqu'à présent, cette variation des usages n'était pas considérée et se trouvait forfaitisée dans une consommation moyenne associée au bâti. Dans le contexte actuel d'une tension sur le coût de l'énergie, il devient nécessaire de la prendre en considération. Le phénomène est encore accentué par une seconde modification des utilisations de l'énergie qui est celle due à l'emploi d'outils de plus en plus nombreux et consommateurs d'électricité (électroménager, bureautique, téléphonie,...). Cette consommation, dite « spécifique », prend une importance sans cesse croissante et, dans le résidentiel, elle dépasse désormais la consommation de chauffage.

Certains pourront considérer qu'il s'agit là de charges qui ne sont pas incluses dans le fonctionnement habituel d'un bâti. L'efficacité, qui s'inscrit dans la ligne d'un développement durable, ne peut pas ignorer cet aspect de la question et doit conduire à fournir, comme équipement de base du bâti, une capacité d'assistance à un meilleur usage (instrumentation et asservissement qui soient, néanmoins, ergonomiques et robustes). Ce *monitoring* prend corps, au plan technique, dans les systèmes embarqués qualifiés de GTB (Gestion technique du bâtiment). Mais, au-delà de l'apport correctif d'une solution technique, il importe de réfléchir à l'aspect macro-économique de la question (figure 5).

• Le recours au calcul de l'efficacité d'une construction coïncide avec des mouvements politiques prônant une démarche « facteur



G1 gaspilleur/réglementaire

G2 gaspilleur/haute qualité environnementale

E1 économe/réglementaire

E2 économe/haute qualité environnementale

Simulations ACV réalisées à l'aide du logiciel EQUER de l'ENSMP

Paramètres	Économe	Gaspilleur
Température	19 °C	21 °C
Eau chaude	40 l/j	60 l/j
Eau froide	80 l/j	150 l/j
Déchets	0,8 kg/j	1,5 kg/j

Les résultats figurés ici montrent bien qu'il ne suffit pas de fournir un cadre de vie plus performant, mais qu'il est indispensable de responsabiliser les utilisateurs.

Ce constat est encore plus incontournable si l'on remarque que les calculs retenus moyennent les différents comportements, alors qu'ils peuvent être beaucoup plus aléatoires et, de ce fait, bien plus pénalisants. Cette question rend encore plus difficile le respect des objectifs collectifs d'économie assignés au plan politique (protocole de Kyoto). Cette problématique ouvre donc un champ industriel nouveau qui est celui des outils de compensation des comportements (régulation intelligente).

Figure 5 – Interaction bâti/utilisateurs

4 ». L'objectif collectif, inscrit dans les accords de Kyoto, est de diviser par 4, à l'horizon 2050, la contribution à l'effet de serre. La question sous-jacente qui doit être abordée est alors celle de la prise en compte fine du comportement des usages. Ce n'est peut être pas suffisant de construire des bâtiments plus performants si, en parallèle, il n'y a pas un infléchissement des usagers. Le gisement de gain n'est pas négligeable, puisque, tout confondu entre la performance calculée et la performance réelle mesurée, il peut y avoir un gap de 25 %.

• Cette observation conduit alors à réfléchir sur le niveau de performance réglementaire qui, actuellement, est codifié par la NRT 2005 (règles de calcul des niveaux de performance thermique édictées en 2005.)

Est-il collectivement responsable et économiquement efficace de fixer des exigences qui ne tiennent pas compte des vrais enjeux énergétiques corrélés à des comportements individuels ? Le problème est encore plus sensible avec les progrès permis par des enveloppes très performantes qui minimisent les besoins de base et qui, du coup, mettent en lumière le poids des modes de consommation.

Du point de vue de l'efficacité, ce questionnement impose de **considérer le coût de possession (investissements et charges) et, non plus seulement, le coût de construction.**

■ Une démarche, en terme d'efficacité, conduit également à **considérer de façon nouvelle la phase de réalisation**, puisqu'il apparaît que la chose construite n'est pas aussi conforme que cela aux attentes initialement fixées.

Il s'avère, depuis quelques années, que la tolérance, tacitement acceptée par l'ensemble des professionnels sur la performance globale du bâti, n'est plus admissible. En reprenant l'exemple de la performance, énergétique, si le comportement d'usage peut dégrader, la performance nominale de 10 %, les non-qualités d'exécution pourraient aller jusqu'à 15 %. Ces chiffres sont à manipuler avec précaution, mais ils sont très vraisemblables.

• Une analyse plus fine des causes conduit à prendre en considération les facteurs suivants pour la phase chantier :

- défaut de performance des composants industriels ;
- mauvaise mise en œuvre de ces éléments ;
- solution de continuité entre différents ouvrages.

La combinaison de ces trois paramètres reste conditionnée au mode de management et, tout particulièrement, aux démarches de gestion de la qualité. Cependant, si chacun s'accorde sur ce principe, il faut néanmoins reconnaître que peu d'évaluations chiffrées sont disponibles.

• En fait, **l'efficacité fait apparaître un dysfonctionnement majeur de la construction** qui est le manque de mesure du résultat *in situ*. Toute la profession s'accorde pour relever le niveau de performance réglementaire, mais la validation de fait ne s'effectue, au mieux, que par sondage. Ce n'est que sous la pression de la Communauté européenne que l'étiquetage énergétique va être déployé à partir d'un diagnostic terrain. Mais, même si l'énergie constitue un poste important, d'autres aspects devront bientôt être pris en compte (économie des matériaux, recyclage,...).

• Au plan plus technique, la question qui se dessine, derrière la problématique précédente, est celle des interfaces. D'un point de vue énergétique, par exemple, la dégradation de la performance d'une enveloppe résulte, en partie, de sa perméabilité. Et cette dernière est fortement marquée par la nature des joints entre composants d'ouvrants et parties opaques.

• La construction est, en effet, « l'art de l'assemblage », mais cette définition a été peu à peu gommée par l'usage intensif du béton banché qui, du fait de sa malléabilité, a permis, en France, toutes sortes de jonctions. Cependant, avec la prise en considération de l'énergie, il apparaît que toutes ces jonctions sont autant de ponts thermiques linéiques à traiter. De ce point de vue, l'école française du béton est de nouveau confrontée à la gestion des interfaces (figure 6) qui est beaucoup plus habituelle pour les tenants de la « filière sèche » (construction par composants).

Ce traitement, qui ne peut être obtenu que par des études détaillées, suppose un souci plus attentif des conditions de mise en œuvre, et doit mobiliser une discipline trop négligée, la « constructibilité ». Il s'agit de réfléchir aux choix constructifs, en anticipant les difficultés d'exécution. Cela passe par la production de dessins de détail, souvent à l'échelle 1. Toutefois, ces études graphiques peuvent être génériques et faire l'objet d'une capitalisation après retour d'expérience.

Cet approfondissement, par ailleurs, ne peut pas, comme à l'accoutumée, être externalisé, c'est-à-dire délégué à un corps de métier d'exécution aval. Il est indispensable qu'il soit géré de manière collégiale, en amont, entre le concepteur architectural et le concepteur technique.

Ce mécanisme suppose un préalable qui est la mutualisation des données sur le comportement du bâti. Dans certains pays européens, les professionnels et les donneurs d'ordre se sont entendus pour créer ensemble un observatoire du cadre bâti. L'objectif est de partager une même base, constituant ainsi les fondements d'un système de connaissance utilisable par chacun des contributeurs. Cette attitude pro-active est un gage pour un progrès collectif. En France, une tentative* s'élabore, mais elle reste le fait de la puissance publique et n'a pas encore reçu l'assurance d'être utilisée et, surtout, actualisée par les acteurs privés de la filière.

* Projet de plate-forme sur les paramètres de la durée de vie des composants de construction, créée à la demande de la DGUHC par le CSTB.

■ Pour mettre en œuvre cette approche, il est nécessaire d'envisager des incitations collectives. Elles ne sont pas tant monétaires, qu'organisationnelles (figure 8). Comment engager l'ensemble de la filière construction dans un processus plus « vertueux » ?

À cet effet, deux mécanismes doivent être conjugués de manière à provoquer des effets cumulatifs :

- le « *commissioning* » ;
- les conditions de financement.

• Le « *commissioning* » déjà évoqué, consiste à vérifier, après rodage, que le fonctionnement réel du bâti n'a d'effet significatif que s'il est mis en œuvre après, au moins, une période de chauffe. Cependant, ce faisant, deux éléments complémentaires doivent être envisagés : son instrumentation, et la compensation des délais de paiement consécutifs (figure 8).

En effet, intervenir en site occupé doit pouvoir se faire sans perturber les usagers et selon un protocole capable de retracer leur comportement réel (traitement de données tracées). Actuellement,

ce sujet fait l'objet de programmes de recherche, tant en France qu'en Europe, étant donné l'importance des enjeux.

• Mais, il est aussi logique de **coupler cette mesure avec le paiement définitif de l'objet bâti**, car un résultat inférieur au cahier des charges initial doit induire une réfaction du marché. Toutefois, ce décalage dans le règlement final ne peut pas être supporté uniquement par les entreprises de construction. C'est la raison pour laquelle un nouveau système de financement doit être envisagé. Les entreprises doivent pouvoir obtenir, en fonction de la qualité et de la régularité qu'elles apportent à la réalisation des travaux (conformité aux performances affichées), des cautionnements leur permettant d'anticiper la vérification opérée au travers du « *commissioning*. »

■ La mise en place de ces deux mécanismes n'est pas insurmontable car ils se réfèrent, en fait, à une notion plus familière, celle de la gestion qualité ([4] et [5]).

Le « *commissioning* » n'est, à bien y réfléchir, que l'étape ultime d'une véritable démarche qualité.

Le cautionnement est alors la contre partie d'une capacité à « bien travailler ». D'un point de vue technique, l'efficacité, qui implique la mesure du résultat, doit s'accompagner de la mise en place d'une certification.

Les entreprises capables de déployer, au travers de leurs différents marchés, des effets d'amélioration continue sont susceptibles d'entrer dans une économie de la reconnaissance.

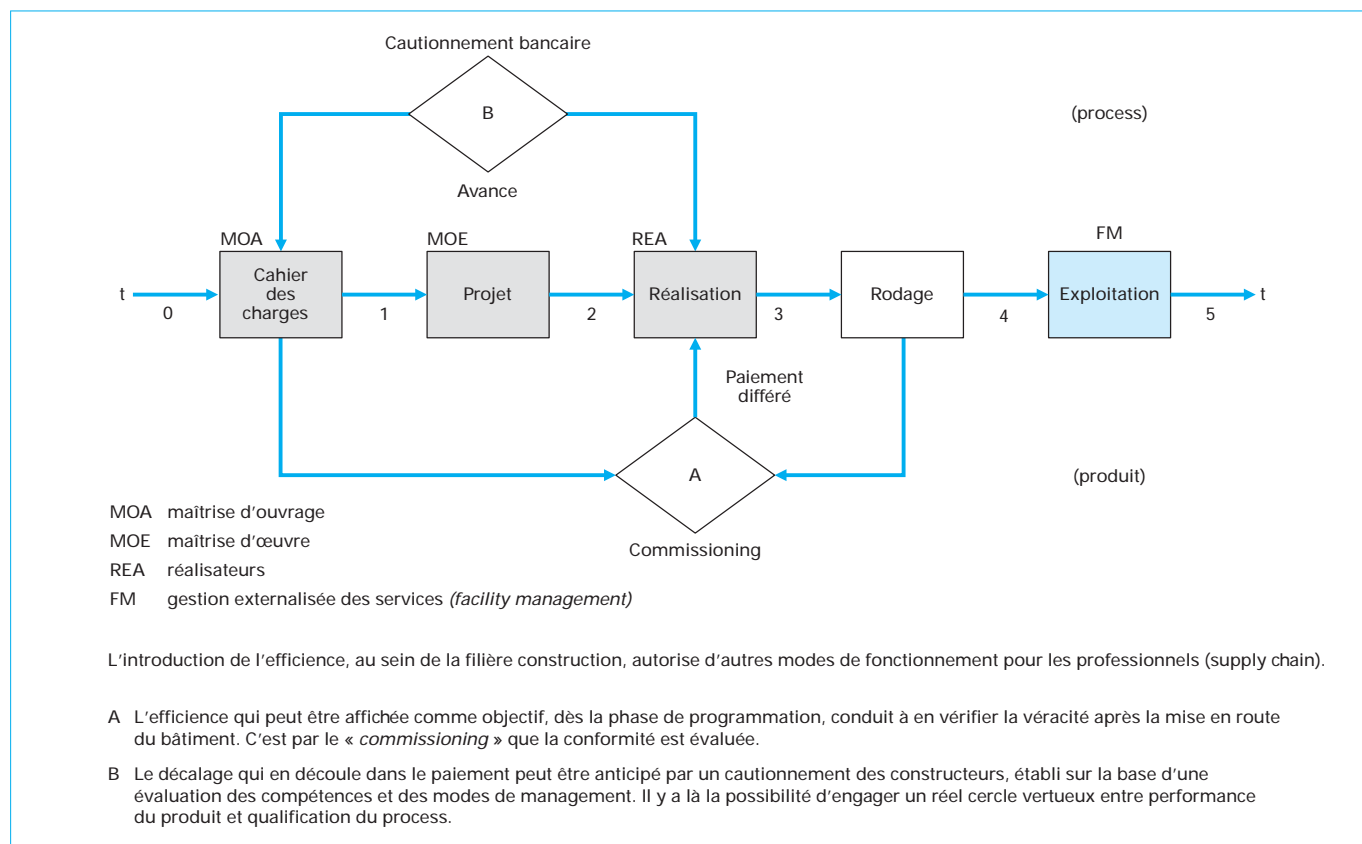


Figure 8 – Mise en œuvre de l'efficacité (affichage et mesure)

Tableau 4 – Matrice des 24 critères d'analyse destinés à une valorisation du référentiel

	Niveau nominal (1)	Conditions d'acquisition (mise en œuvre)						Capacités relatives à la disponibilité												Capacités de réversibilité				
Critères	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fonctions d'usage																								
• Espace	X	X	X	X	X	X	X		X	X										X	X		X	X
• Ambiance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X							X	X	X	X	X
• Sémiologie	X	X	X	X	X	X	X			X								X	X					
• Protection	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X							X	X	X		
• Breus et Outils	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X						X	X	X	X	X
• Relations	X	X	X	X	X	X	X			X		X		X	X	X	X	X						
• Site	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

- (1) performances nominales, c'est-à-dire la quantification de chaque fonction d'usage. Les autres colonnes renseignent les conditions du fonctionnement sur le cycle de vie.
- (1) En gris sont donc figurés les niveaux de performances immédiatement mesurables à la livraison. Les autres correspondent à des performances différées dans le temps, c'est-à-dire évaluables sur la durée.
- (1) X : chacune des croix symbolise une performance dont le libellé plus précis devra être détaillé.

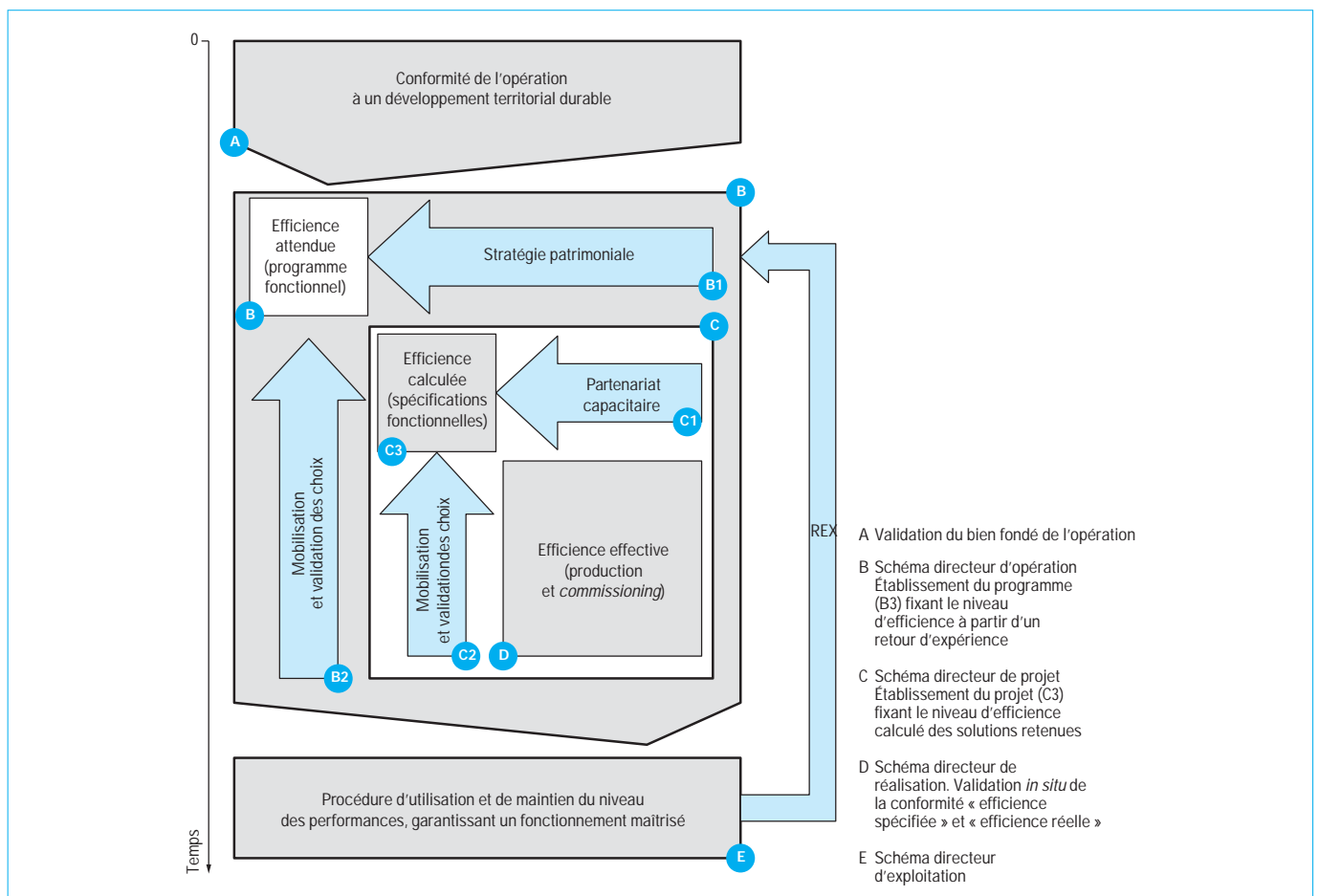


Figure 9 – Déploiement de l'efficacité (dimension processus)

Jusqu'à présent, la certification (qualité, environnementale ou sociale) est considérée comme un acte volontaire, mais qui n'est pas un moyen de différenciation dans le cadre des marchés publics. L'introduction de l'efficience permet d'inscrire cet effort dans le cycle économique et de valoriser, de manière réelle, ce « cercle vertueux de la qualité ».

Toutefois, il est assez clair que, plutôt que d'ajouter les modalités de certification, il sera préférable d'aller vers un système de management intégré. On retrouve là le principe du fascicule SD 21 000 qui prône une vision unifiée et cohérente de l'entreprise, face à sa responsabilité sociétale qui est celle de fournir un produit conforme aux attentes des différentes parties prenantes.

■ **Ce nouveau volet**, qui vient de situer l'efficience sur la durée, a permis de montrer que ce concept nécessitait une mise en œuvre beaucoup plus intrusive qu'il n'y paraît en première lecture. Le recours au concept d'efficience implique une pratique bien plus responsable de la part des professionnels. Il suppose, en particulier, d'envisager un usage dans le cadre d'un processus bouclé : affichage, choix techniques, vérification des performances réelles et suivi du retour d'expérience.

Cette exigence de professionnalisme signifie, d'abord, qu'il n'est plus question de se contenter d'outils statiques, mais plutôt d'engager une dynamique de progrès maîtrisée. Et, en cela, l'efficience s'inscrit pleinement dans la logique d'un développement durable qui cherche à créer un cadre de vie plus performant, mais aussi accessible au plus grand nombre.

Cette démarche d'élargissement du marché, par une meilleure solvabilité de la demande obtenue grâce à l'innovation, est qualifiée, par les spécialistes de l'économie du développement durable, de « *top growth* ».

Le concept est donc, à la fois, porteur d'une contrainte, et vecteur d'une opportunité pour la filière construction.

2.3 Structuration – Dimensions produit et processus

Pour instruire l'efficience d'un bâtiment, il est indispensable de réfléchir à chacune des 7 fonctions d'usage (constituant le référentiel d'opération), quant à la performance retenue vis à vis des 24 critères d'efficience définis au tableau 2, lesquels constituent autant de points de vue à renseigner.

La matrice du tableau 4 est une trame de travail qui permet de se poser les « bonnes questions » pour définir la consistance du projet, puisque les performances fixées quantifient le niveau de réponse du bâtiment.

L'efficience d'une opération immobilière est la mesure d'une organisation minutieuse qui articule différentes étapes au cours desquelles le produit résultat va être, peu à peu, défini, puis conforté. Ce processus, qui couvre l'ensemble du cycle de vie, peut être figuré par le schéma de la figure 9.

3. Conclusion

À la suite de sa présentation en deux volets (point de vue synchrone, puis diachronique), il apparaît bien que le concept d'efficience peut être une contribution importante au pilotage d'un projet immobilier.

La figure 10 montre, à partir d'une situation de départ (S1), les différentes voies possibles de progrès. Elle situe les avantages retirés par l'utilisateur final (niveau d'efficience), en fonction des efforts développés par les professionnels vis-à-vis des valeurs ou des impacts.

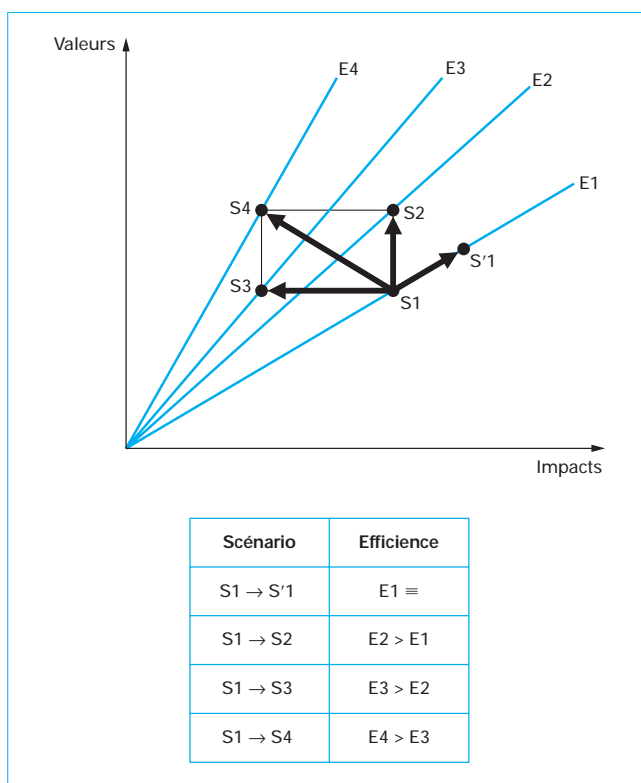


Figure 10 – Voies possibles de progrès en niveau d'efficience

Les premières recommandations, illustrées par cette figure 10, peuvent déjà s'exprimer assez simplement :

- S'1 : accroître la valeur d'un projet en proportion des impacts qui n'apportent aucun gain en terme d'efficience (reconduction du « *business as usual* ») ;
- S3 : agir prioritairement sur les impacts amène rapidement un bénéfice au plan de l'efficience (effet consécutif à une démarche d'éco-conception) ;
- S4 : articuler une progression sur chacun des axes environnement et usages reste la démarche la plus opérante (approche d'éco-innovation en développement durable).

Ceci dit, pour tirer tout l'avantage de cette démarche, il est nécessaire de renforcer l'effort de recherche et de mise au point relatif à trois méthodologies :

- mesure des performances d'usage ou d'impact (instrumentation du *commissioning*) ;
- évaluation des externalités (protocoles macro-économiques) ;
- agrégation des indicateurs (règles de *reporting*).

En ce sens, le déploiement du concept d'efficience participe des efforts à entreprendre dans le domaine de « l'économie de la connaissance » et s'inscrit dans les objectifs de la politique européenne, définis par l'agenda de Lisbonne.

Son effet levier sur le monde industriel de la construction est désormais incontournable.