

Le développement durable en BTP

Optimisation des ressources par la R&D

par **Christophe GOBIN**

GTM Construction

Directeur Recherche et Développement Bâtiment

1. Attentes des parties prenantes.....	C 3 056 - 3
1.1 Point de vue des utilisateurs finaux.....	— 3
1.2 Point de vue environnemental.....	— 5
1.3 Point de vue productif.....	— 6
1.4 Point de vue de la main-d'œuvre.....	— 8
1.5 Point de vue industriel.....	— 10
2. Itinéraires pour la recherche.....	— 11
2.1 Premier axe : promouvoir l'intégration.....	— 13
2.2 Deuxième axe : asseoir le « performanciel ».....	— 15
2.3 Troisième axe : partager une même modélisation.....	— 17
3. Conclusion.....	— 20
Pour en savoir plus.....	Doc. C 3 056

Au-delà des effets de mode, la prise en compte du **développement durable** apparaît comme incontournable. C'est sans doute moins la préoccupation des générations futures qui importe que le fait de considérer les effets actuels de la « mondialisation » comme n'allant plus de soi et appelant de nécessaires mesures d'accompagnement. En fait, pour les acteurs de la construction, il est intéressant de se référer au terme anglo-saxon (contraction de globalization et localization) de « glocalisation ». Si les échanges économiques se démultiplient et deviennent globaux, il n'en reste pas moins vrai que les objets échangés sont bien créés localement. Cette balance entre les flux marchands et l'inscription locale de la production est essentielle quant à l'avenir des métiers du BTP.

Au plan mondial, trois exigences sont désormais reconnues et considérées comme incontournables :

- le poids des utilisateurs finaux est de plus en plus prépondérant dans les décisions. Certes la construction n'est pas encore directement exposée, mais néanmoins les travaux en direct pour l'entretien du patrimoine privé ne cessent de croître ;

- les investisseurs commencent à introduire les critères de respect de l'environnement et de déontologie sociale pour sélectionner les entreprises dont ils sont susceptibles de prendre des participations ;

- les entreprises progressivement sont tenues de jouer un rôle social au sein de la collectivité et non plus d'être des acteurs économiques centrés uniquement sur la recherche du seul profit immédiat.

Au plan local, le statut du bâti (infrastructures et bâtiments) commence à évoluer. Un certain nombre d'industriels, tant des biens de consommation que des services, externalise leurs locaux et attend du cadre bâti un niveau de prestations assez précis plutôt que de devoir les immobiliser dans les bilans.

Peu à peu se dégage la notion de service. La construction doit d'abord permettre aux utilisateurs finaux de mener dans les meilleures conditions leurs activités. Le bâti devient ainsi un vecteur de la compétitivité économique. Cette évolution peut être qualifiée comme la généralisation d'une « économie

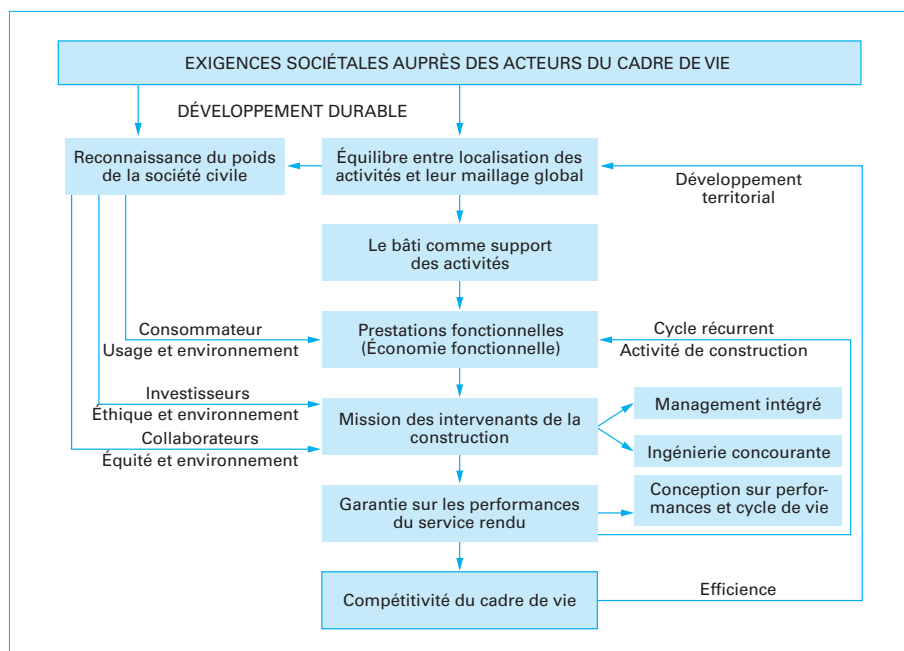


Figure A – Exigences sociétales vis-à-vis des acteurs du cadre de vie

fonctionnelle ». Ce qui compte, c'est le niveau des performances d'usage accessibles et non plus les moyens techniques retenus pour construire.

En ce sens le cadre de vie perd de sa valeur patrimoniale au profit d'une valeur d'usage.

Cette tendance qui se dessine n'est pas neutre pour les intervenants du secteur :

- fournir une performance d'usage suppose une maîtrise globale de la réponse vis-à-vis du marché. Cette intégration nécessite d'autres modes de travail, en particulier l'ingénierie concourante et la prise en compte du cycle de vie du produit ;

- garantir une performance, c'est reconnaître aussi les effets d'obsolescence et de vieillissement. Dès lors, sous la pression de la concurrence, il est probable que le niveau des exigences ira croissant rendant caduc un certain nombre de « produits ». La durée de vie devrait donc devenir un paramètre très fort des décisions.

Le dernier point qui apparaît comme central dans cette « nouvelle vision » introduite par le développement durable, est le poids des aires régionales et de leur capitale. La concurrence entre les différentes localisations de l'activité économique s'opère au plan de l'attractivité des métropoles. En quoi présentent-elles les meilleures capacités d'accueil, de formation, de culture ? La réponse réside dans l'effort consenti dans les équipements et leur mise à niveau permanente.

Toutes ces exigences sont résumées dans la figure A.

Dans une telle perspective, les métiers du BTP sont nécessairement revisités. Le poids de la technique n'est plus prégnant puisqu'elle devient un moyen au service d'une finalité collective et non plus la justification de toutes les procédures. La construction participe des services et comme telle accède au stade de l'économie postmoderne alors qu'elle est cantonnée actuellement au rang d'industrie secondaire à caractère vernaculaire.

Il est bien évident que la progression vers cet état demandera du temps. Mais peut être moins que prévu, du fait que la pression au changement vient de l'extérieur de la profession du BTP.

Pour se préparer à faire face à ces bouleversements qui sont avant tout d'ordre culturel, il est nécessaire de réfléchir aux infléchissements tant méthodologiques qu'organisationnels ou technologiques à engager.

C'est le but de ce dossier qui cherche à déterminer qu'elles seraient les meilleures voies de progrès possibles. Deux étapes seront successivement abordées : la première consiste à répertorier dans ce contexte les attentes des différentes parties prenantes et la seconde à organiser et à structurer ces éléments d'information sous la forme d'une feuille de route.

En ce sens, il s'agit donc d'une proposition pour orienter et optimiser les efforts de recherche développement.

1. Attentes des parties prenantes

Le fait d'envisager la « Recherche et Développement » au travers du prisme du développement durable introduit deux éléments méthodologiques qui n'ont pas cours en général dans ce genre d'exercice.

■ **Le premier est de déterminer les bornes d'une nécessaire progression**, c'est-à-dire de fixer intrinsèquement une dynamique.

Le point de départ est bien sur la situation actuelle. Toutefois cet état n'est pas considéré comme immuable ou comme justifié par quelques spécificités. Selon l'expression anglo-saxonne de « *business as usual* », l'état coutumier n'appelle pas de critique particulière mais est caractérisé comme un état sous-optimal. Certes il correspond à des pratiques que d'aucuns pensent déjà assez abouties. Vis-à-vis du développement durable, elles sont pourtant marquées d'un manque à gagner conséquent.

En effet, le point à rejoindre n'est pas une situation idéale au sens où elle correspondrait à la résolution inopinée de nombreuses difficultés. Elle se situe de manière décalée en introduisant un point de vue nouveau qui constitue un potentiel à conquérir. La construction durable n'est donc pas une utopie, mais elle est fondée sur une vision différente du rôle de la chose construite.

En désignant ainsi les deux jalons d'un parcours, la prise en compte du développement durable ouvre de nouvelles perspectives et surtout remet en cause les situations acquises.

■ **Le second élément méthodologique fort est d'introduire dans le débat des points de vue originaux.** L'avenir de la construction ne concerne pas seulement les professionnels mais mobilise nécessairement d'autres parties prenantes. Dans la vision d'un développement durable, cinq familles d'acteurs sont à considérer et ce à poids égal.

● Les utilisateurs finaux

Traditionnellement, ils sont réputés étrangers au processus de construction car non compétents. Ce sont eux pourtant qui sont *in fine* les vrais demandeurs, même s'ils ne sont pas institutionnellement les décideurs.

● La société civile

Au-delà des usagers, l'environnement construit concerne aussi l'ensemble de la collectivité. C'est d'ailleurs l'un des arguments avancés par les architectes pour défendre la spécificité de cette industrie. Cependant, il s'agit moins de traiter la valeur patrimoniale que l'impact collectif du construit.

● Le monde productif

Par cette expression, il faut entendre les diverses corporations ou professions impliquées dans l'acte de construire, et ce depuis les études de faisabilité jusqu'à la démolition. Tous les intervenants du processus sont concernés par le devenir de leurs métiers.

● La main d'œuvre

La construction est par nature une activité manuelle et cela depuis la nuit des temps. La prise en compte du point de vue de cette force de travail est donc indispensable et apparaît naturellement en décalage avec les préoccupations précédentes qui sont d'ordre plus capitalistique.

● Les industriels

Le monde de la construction ne s'arrête pas aux frontières des chantiers. Il mobilise en amont toute une industrie dite de la construction et dont le rôle est l'approvisionnement en matériaux ou en composants. Ces industriels eux aussi sont à associer à cette réflexion collective.

Ces différentes vues sur le devenir de la construction contribuent à la constitution d'une trame dont il faudra tirer parti afin d'organiser une feuille de route pour la « Recherche et Développement » en repérant les points de convergence ou d'opposition des opinions exprimées.

1.1 Point de vue des utilisateurs finaux

La figure 1 résume, du point de vue des utilisateurs, les étapes à franchir pour parvenir à une construction « durable » à partir de la construction « coutumière » actuelle. Ces différentes étapes sont analysées dans les paragraphes suivants.

1.1.1 Construction « coutumière »

■ Impossibilité de choisir un produit

Contrairement à toutes les observations relevées dans les autres secteurs industriels, la construction ne tient pas compte des utilisateurs finaux. Cela vient pour une bonne part du fait de l'éloignement entre l'utilisateur et le produit final créé par l'intervention de nombreux intermédiaires. Mais la raison essentielle tient à ce que l'ensemble des intervenants juge l'utilisateur inapte à participer au processus de conception et de réalisation. Ainsi reste-t-il étranger à la spécification et doit-il se contenter de ce qu'il lui est délivré.

■ Manque de culture architecturale

Même si la construction est le plus vieux métier du monde, son appropriation est loin d'être acquise.

De nombreuses raisons expliquent cette méconnaissance. Toutefois au centre des explications réside la difficulté à appréhender une construction en trois dimensions à partir de sa seule représentation par plan.

Dès lors, toutes les nuances apportées par l'architecture se révèlent inaccessibles au public qui, par ailleurs, n'est pas sensibilisé en la matière.

■ Non-participation au processus de construction

Dans le contexte actuel, le choix des utilisateurs finaux s'opère par une péréquation entre la localisation et les prestations du bâti.

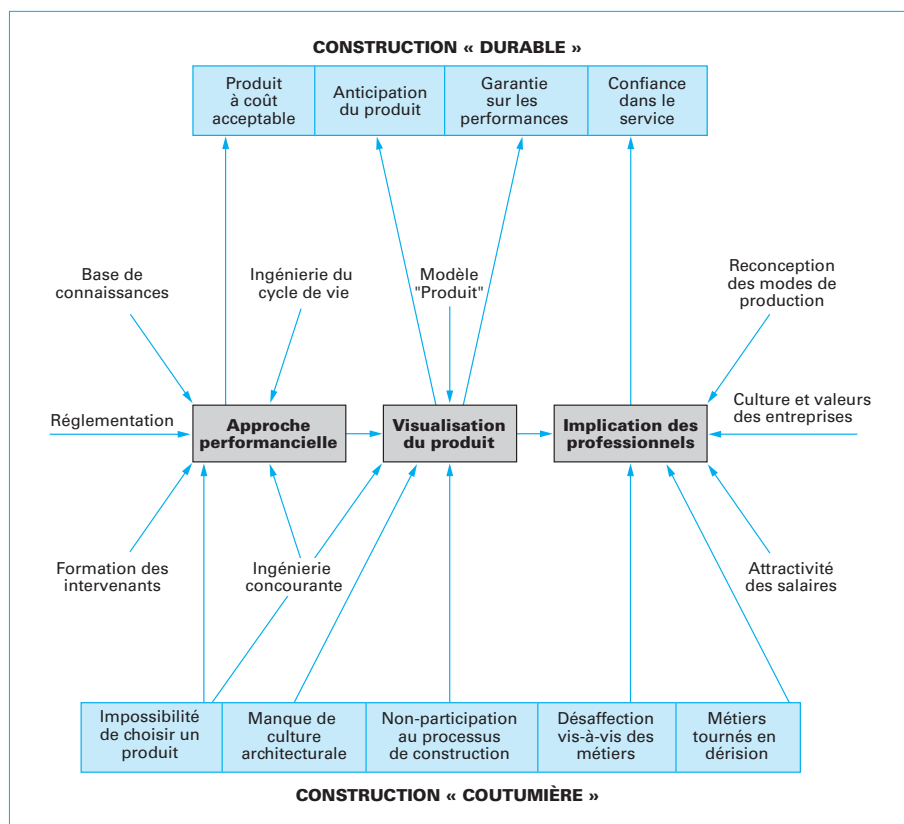


Figure 1 – Les différentes étapes présentées du point de vue des utilisateurs finaux

Ainsi le compromis réalisé ne traduit pas une prise en compte réelle des attentes d'usage.

En outre aucune garantie sur les performances du bâti n'est accessible, ce qui suppose une découverte progressive des capacités réelles et trop souvent une déconvenue. Par ailleurs la possibilité de variantes reste assez exceptionnelle.

■ Désaffection vis-à-vis des métiers de la construction

Les métiers de la construction n'ont pas la faveur du public. Certes la pénibilité des travaux explique en grande partie cette désaffection, mais il faut aussi tenir compte de la multiplicité des métiers qui rend inaccessibles les tours de main et les savoir-faire.

Par contre-coup, la construction est vécue comme fortement artisanale et n'est pas considérée comme relevant d'une technologie moderne. De ce fait la fiabilité des techniques est suspectée.

■ Métiers tournés en dérision

La construction fait l'objet de nombreuses plaisanteries auprès de la population, tant au plan de sa qualité que pour sa mise à disposition.

Le caractère artisanal est ressenti à la fois dans le manque d'homogénéité des prestations et dans la difficulté à obtenir un résultat préalablement négocié. La non-transparence et le non-respect des conditions contractuelles conduisent à une méfiance trop souvent fondée.

1.1.2 Construction « durable »

■ Produit à coût acceptable

La construction représente pour l'ensemble des européens l'investissement le plus important de leur vie active. Mais, pour

une part importante de la population, l'habitat reste encore un droit inaccessible.

Ces deux raisons conjuguées militent pour faire du prix de vente de la construction un objectif essentiel. La construction doit être accessible au plus grand nombre et son coût ne peut pas être prohibitif. Tous les gains de productivité doivent donc être recherchés et pérennisés.

■ Anticipation du produit

Néanmoins, au-delà de son accessibilité, la construction doit devenir un « produit » de droit commun, c'est-à-dire répondre aux attentes qui ont présidé à sa recherche (quête).

Il est donc nécessaire de pouvoir en anticiper le fonctionnement. Pour cela, il doit pouvoir être modélisé puis simulé de manière à prévenir son comportement dans le temps. Cette capacité à être anticipé repose sur une meilleure maîtrise du vieillissement, sur une connaissance approfondie des réactions aux diverses sollicitations extérieures et sur la possibilité d'une appropriation anticipée de ses volumes.

■ Garanties sur les performances

Mais pouvoir être anticipé suppose aussi que les performances réelles soient conformes aux résultats affichés. À cette fin, il importe que la construction développe un système de garantie non plus basé sur la durabilité globale mais sur le niveau de chacune des performances d'usage.

Les performances concernées sont les performances instantanées, c'est-à-dire celles qui ne sont pas dépendantes du comportement des utilisateurs. Elles correspondent aux réponses intrinsèques du bâti.

Pour ce qui concerne les performances d'exploitation, elles doivent se conformer à des classes indicatives justifiées par calcul.

■ Confiance dans le service

Comme le bâti a un cycle de vie assez long, le maintien de ses performances dans le temps suppose un accompagnement qui peut être qualifié de service.

Cette remise à niveau constante nécessite une expertise à la fois reconnue et contribuant à créer une relation de confiance à la base de la délégation.

En outre, ces interventions ne supportent pas de retard et doivent être engagées avec méthode et rigueur, participant ainsi à une vraie relation client-fournisseur.

1.1.3 Thématique R&D

■ Approche performancielle

Pour mieux servir l'utilisateur final, la seule solution est de ramener chacune des interventions des professionnels dans cette perspective finale, c'est-à-dire de mesurer chaque apport selon sa valeur ajoutée « fonctionnelle » (en quoi contribue-t-il à répondre aux attentes de l'utilisateur ?).

Cette approche, qui n'est pas entièrement nouvelle, est désignée du terme « **performanciel** ». Il s'agit de raisonner la totalité des choix constructifs comme contribution à des fonctions d'usage.

Le point essentiel de ce mode de raisonnement réside dans l'articulation entre performance des composants techniques et performances globales du « produit ». Il nécessite un management de projet intégré pour tirer parti de l'ensemble des compétences des intervenants (ingénierie concourante).

■ Visualisation du produit

Cette facette du développement doit s'entendre sous deux aspects : d'abord la capacité de montrer ce que sera le projet en cours à sa livraison, ensuite la possibilité d'observer le comportement du construit dans le temps. En effet, ce n'est que dans la mesure où l'utilisateur final pourra anticiper son cadre de vie et connaître les mécanismes de son vieillissement qu'il sera en mesure de s'approprier et d'infléchir les scénarios qui lui sont proposés.

Toutefois, pour aboutir à un tel résultat, il sera nécessaire de disposer d'une modélisation non seulement géométrique mais aussi renseignée sur les différents attributs des composants participant à la réalisation du construit.

Il s'agit donc d'une capitalisation dynamique des connaissances.

■ Implication des professionnels

Dans la mesure où les deux préalables précédents seront remplis, il y a tout lieu de penser que les acteurs de la filière construction bénéficieront alors d'un statut totalement renouvelé.

La capacité à visualiser un travail et à en maîtriser le déroulement passe obligatoirement par le biais des nouvelles technologies. La construction ne sera plus alors reléguée au stade d'industrie de second rang. Son recrutement sera de fait plus exigeant. La transition s'opérera par une formation active en simulateur, ce qui permettra des mises en situation répétées anticipant les pratiques. Cette requalification doit s'accompagner d'une revalorisation des salaires et d'un renouvellement des outillages de chantier.

À terme devrait s'opérer un réengineering de la production.

1.2 Point de vue environnemental

La figure 2 résume, du point de vue environnemental, les étapes à franchir pour parvenir à une construction « durable » à partir de la construction « coutumière » actuelle. Comme dans le paragraphe 1.1, ces différentes étapes sont analysées une par une.

1.2.1 Construction coutumière

■ Mauvaise utilisation des ressources

Chaque année, la construction mobilise environ 40 % des ressources naturelles extraites que ce soit sous la forme d'agrégats,

de minerais ou d'eau. En effet, la matérialisation du cadre de vie emploie une grande quantité de matériaux en direct ou après transformation (semi-produit). Par ailleurs, les procédés de fabrication, qui sont en règle générale manuels, génèrent un volume non négligeable de surquantités (chutes, casse, vols...).

■ Pollution et nuisances induites

L'activité de construction est doublement à l'origine de pollutions que ce soit au cours des activités foraines du chantier ou en phase d'exploitation. De manière globale, il est possible de considérer que le bâtiment est le support de 40 % de la production de déchets (chantiers de construction et résidus d'activités ménagères et autres).

En outre, la construction participe approximativement à hauteur de 25 % aux émissions de CO₂.

■ Consommations énergétiques élevées

Le secteur de la construction représente actuellement 40 % de la consommation annuelle d'énergie totale française, et ce malgré les programmes d'optimisation énergétiques qui ont été déployés depuis les premiers chocs pétroliers.

Il est à noter que, sous cet angle, le handicap de l'existant demeure extrêmement important.

■ Faible efficacité fonctionnelle

Au plan des usages et de la commodité offerte par les constructions qui en sont le support, il est possible de considérer que des progrès sensibles sont nécessaires. Cela apparaît très nettement dans l'appréciation du confort des lieux de travail pour les usagers et tend à se développer avec la notion d'obsolescence des techniques de communication. L'adaptabilité des bâtiments aux nouveaux standards est assez faible (bâtiments pérennes à caractère patrimonial plutôt que ressources en appui de l'activité).

■ Intégration urbaine insuffisante

La concentration urbaine, qui est un phénomène universel, se traduit principalement par un étalement des constructions (les urbanistes parlent alors de mitage). Les conséquences sont multiples. Elles se manifestent d'abord par un accroissement considérable des déplacements alternés (domicile-travail). Vient ensuite un relâchement des liens sociaux du fait de l'éloignement/dispersion aux équipements collectifs qui font la trame de l'urbanité.

En fait, le tissu urbain se distend et pose la question des valeurs collectives.

1.2.2 Construction « durable »

■ Efficience

D'un point de vue environnemental l'objectif dans l'idéal est de disposer d'un cadre de vie qui puisse fournir tous les services escomptés sans porter préjudice à l'environnement.

Sous une autre forme, la configuration idéale est celle qui apporte le maximum de valeurs tout en minimisant les impacts consécutifs à la mise à disposition. Chaque situation peut donc être caractérisée par le rapport dit d'« efficacité » tel que l'a défini le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

L'intérêt de ce protocole est de laisser le choix entre trois possibilités, à savoir accroître la valeur à impacts constants, diminuer les impacts à valeur constante ou agir sur les deux dimensions concomitamment.

Dans tous les cas, cette exigence suppose un souci permanent d'innovation afin de trouver de nouveaux process de production.

■ Responsabilité environnementale

Pour mettre en œuvre de telles démarches, il est nécessaire que chaque acteur économique se sente responsable des conséquences directes ou indirectes générées par son activité. Cette responsabilité n'est pas forcément le résultat du principe « pollueur-payeur », mais

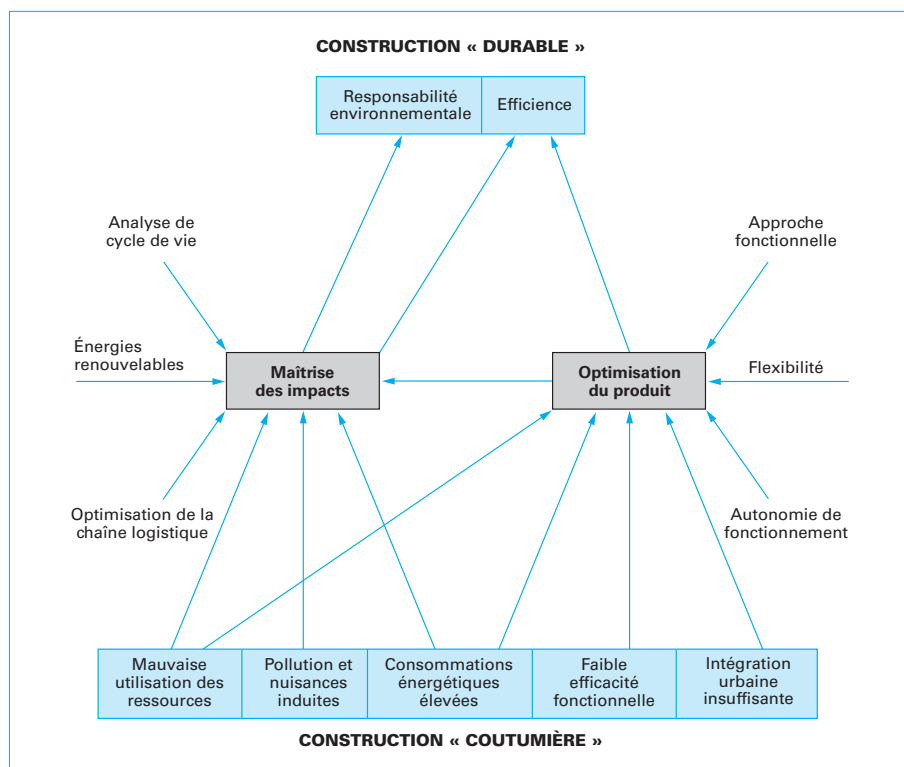


Figure 2 – Les différentes étapes présentées du point de vue environnemental

relève plus d'un sens civique qui peut être suppléé par une pression de la société civile (par exemple, action des riverains sur un chantier).

Il est clair que la réglementation traduit en général le niveau d'exigence de la collectivité. Toutefois, la responsabilité environnementale va au-delà et mobilise des comportements citoyens qui anticipent le niveau réglementaire du seul fait d'une discipline personnelle ou d'une culture d'entreprise affirmée.

La responsabilité environnementale peut aussi résulter d'un souci d'anticiper toute situation à risque à la fois sur le court terme (situation de crise) mais également sur le long terme (effets retardés sur la santé consécutifs à l'emploi de certains matériaux...). Il s'agit donc moins d'appliquer *stricto sensu* le principe de précaution que d'agir avec « prudence » en mesurant autant que faire se peut une prise de risque.

1.2.3 Thématique R&D

■ Optimisation du produit

Pour améliorer l'ensemble des performances d'usage du bâti à la fois au niveau d'un meilleur usage et avec une meilleure prise en compte des impacts, il est indispensable de généraliser l'intégration de trois problématiques.

- En premier lieu, **l'approche fonctionnelle doit être banalisée** de façon à focaliser chaque projet sur les vrais attentes des utilisateurs finaux (cahier des charges « fonctionnelles »).
- Dans un second temps, **il semble nécessaire d'introduire une nouvelle dimension** dans les choix techniques qui est celle de la flexibilité d'usage. Comment changer de destination les lieux au cours de leur cycle de vie afin de mieux coller aux évolutions urbaines (obsolescence d'usage).
- Enfin, **la question de l'autonomie** se pose de manière à éviter la saturation des équipements collectifs. De nouvelles techniques doivent être imaginées pour le recyclage de l'eau, de l'air ou la création d'énergie (bâtiment à énergie positive).

■ Maîtrise des impacts

En parallèle aux efforts précédents, un soin plus grand doit être porté aux impacts générés tant par la création du bâti que par son exploitation. Trois thématiques apparaissent comme incontournables.

- **La pratique de l'analyse du cycle de vie (ACV)** doit être étendue moins dans l'affichage des impacts que comme mode de choix entre différentes alternatives constructives. Il faut d'ailleurs remarquer que, dans l'esprit d'une responsabilité environnementale, l'explicitation des solutions devient une obligation.
- **Le recours aux énergies renouvelables** est également un sujet de première importance, d'une part en vue d'une plus grande autonomie, mais aussi pour tirer parti des apports gratuits (énergie solaire et aérodynamique).
- Enfin, **la question des déplacements générés par la construction** devra être abordée moins dans l'esprit d'utiliser des matériaux locaux que d'intégrer dans les ACV un périmètre significatif de transport.

1.3 Point de vue productif

La figure 3, quant à elle, résume, du point de vue productif, les différentes étapes présentées ci-dessous pour parvenir à une construction « durable » à partir de la construction « coutumière » actuelle.

1.3.1 Construction « coutumière »

■ Coûts cachés nombreux

Compte tenu des pratiques actuelles, un certain nombre de dysfonctionnements organisationnels sont considérés comme allant de soi et pris en charge par les différents intervenants au niveau de leurs prestations sans les désigner en tant que tels.

Exemple : il suffit de rappeler qu'à chaque stade de la production une ressaisie des données graphiques est opérée. Il est naturel d'obtenir un aval sur pièce des matériaux et non pas de se baser sur une spécification détaillée...

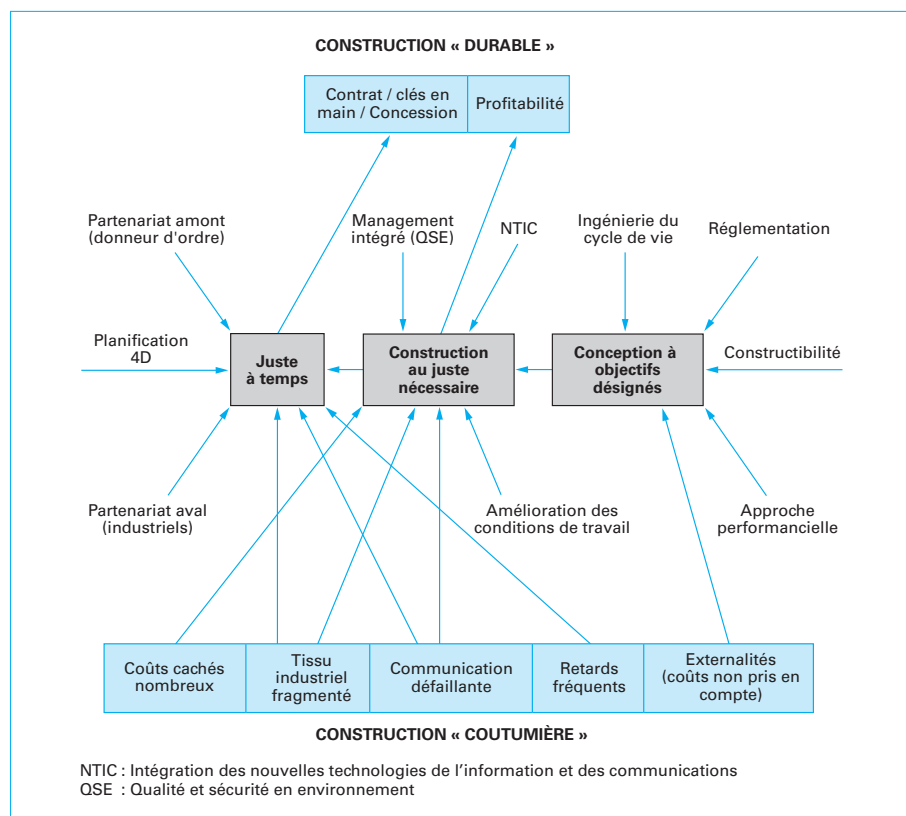


Figure 3 – Les différentes étapes présentées du point de vue productif

En fait, la majorité des décisions se fait *ex post* et non *ex ante*, et cela a un coût.

■ Tissu industriel fragmenté

La filière construction se caractérise surtout pour ce qui concerne le bâtiment par une double fragmentation.

- Tout d'abord, une fragmentation **dans la chaîne de production** qui est constituée d'une très grande quantité d'intervenants. Ces derniers correspondent à une spécialisation de plus en plus poussée.

- Fragmentation ensuite **dans la taille des entreprises** concernées. S'il existe quelques « majors », le tissu industriel est essentiellement composé de PME, voire même d'entreprises unipersonnelles (artisanat).

■ Communication défailante

L'éclatement de la filière en différents corps d'État conduit mécaniquement à la multiplication des interfaces, ce qui introduit une discontinuité dans le cheminement de l'information.

Cependant, le phénomène se double d'un cloisonnement de la sémantique. Chaque spécialité utilise ses codes et ses références sans chercher à les partager avec les autres. Ce manque de lisibilité se traduit par des incompréhensions qui souvent se constatent à la réception des ouvrages. Et cela ne va pas sans dégrader l'image de marque de la profession !

■ Retards fréquents

La ponctualité n'est certainement pas la qualité première de la profession et de trop nombreux chantiers se soldent par des dérives dans les dates de livraison.

Ce manque de rigueur est en général la marque finale d'une défaillance successive des différents intervenants à respecter les délais intermédiaires et ce, souvent, par défaut de décision ou de pré-

paration antérieure. La conséquence de ce relâchement collectif est un surenchérissement des travaux du fait de la part prépondérante de la main-d'œuvre dans la constitution des coûts techniques.

■ Externalités

La production est par définition foraine, c'est-à-dire qu'elle s'opère sur site à l'intérieur d'une zone déjà urbanisée et par conséquent qu'elle vient perturber. Le « chantier » va ainsi modifier le volume du trafic, engendrer un afflux de personnel... Et tout cela n'est jamais chiffré. Ces éléments perturbateurs ne sont pas comptabilisés à l'actif de la production, même si un certain retournement de tendance semble s'esquisser (constat de manque à gagner dans le cas de commerçants contigus).

Plus généralement, le projet construit peut être à même de générer des surcoûts dans les équipements collectifs et ce sans avoir à en porter le poids.

1.3.2 Construction « durable »

■ Profitabilité

Le système productif a toujours été considéré comme cyclique, et ce parce qu'il a été défini comme la conséquence du niveau d'activité général de l'économie. La croissance économique devait être à l'origine d'un volume d'affaire plus important. De ce fait, la construction n'a jamais été envisagée comme source de profits récurrents. Cela explique aussi la disparité des résultats des entreprises suivant les projets et le temps.

Dans la perspective d'un développement durable de la société, il apparaît nécessaire d'inverser cette lecture. La construction n'est plus la conséquence mais bien la cause d'un déploiement de l'économie générale en ce sens que la qualité de l'environnement construit est un facteur de compétitivité.

Dès lors, la production d'un « nouveau support » nécessite des moyens de production pérennes et justement rétribués.

La rentabilité est donc une caractéristique nouvelle qui se décline de deux manières : la production implique des coûts techniques qui ne sont pas compressibles au gré d'une conjoncture ; par ailleurs, chaque accroissement du niveau de performance demandé se traduit par un ajustement des moyens de production.

■ Contrat clés en main/concession

Cette nouvelle responsabilité assignée au système productif ne peut s'entendre que s'il y a concentration des centres de décision. Il est bien plus difficile d'obtenir d'un collectif de circonstance une garantie de résultat que du mandataire nominativement désigné d'un groupement.

La qualité (conformité à l'ensemble des attentes d'un donneur d'ordres) d'un système de production est inversement proportionnelle à son fractionnement entre divers responsables indépendants les uns des autres. Les conditions pour anticiper cette loi industrielle sont avant tout d'ordre contractuel.

En développement durable, l'efficacité économique du fournisseur passe par l'élaboration de contrats clés en main ou par la concession suivant l'horizon désigné par le demandeur (mise à disposition du produit pour exploitation ultérieure ou produit maintenu en condition d'exploitation pour une durée donnée).

Sous une autre forme, il est possible de dire que plus la relation client-fournisseur est intégrée, plus les partenaires du contrat sont amenés à en respecter les termes.

1.3.3 Thématique R&D

■ Conception à objectifs désignés

Pour mettre l'ensemble du système de production « en tension », il paraît indispensable d'organiser l'ensemble des intervenants autour d'objectifs communs et expressément désignés. Ce souci répond à deux préoccupations qui sont d'une part une meilleure définition des résultats attendus et, par ailleurs, une reconnaissance partagée par tous de ces finalités.

Dans cette perspective méthodologique, plusieurs thèmes de recherche sont à mettre en exergue : les moyens à mobiliser doivent pouvoir l'être de façon autonome, c'est-à-dire qu'ils doivent être définis comme des réponses à une spécification performancière ; en outre, ils doivent être considérés sur l'ensemble du cycle de vie du futur produit et pas uniquement pour la seule production.

En fait, tout cela est conditionné au déploiement d'une nouvelle science qui est la **constructibilité**, c'est-à-dire la compatibilité entre la spécification du produit et la connaissance des modes opératoires de la production.

■ Construction au juste nécessaire

Au-delà de l'organisation et de la mobilisation des moyens de production, il importe aussi de définir l'agencement de ces outils de façon à en améliorer l'efficacité.

La dénomination choisie ici fait référence à l'analyse de la valeur. L'objectif est d'utiliser les modes productifs les plus adaptés à la fois aux résultats attendus (performances, coûts, délais) et au contexte particulier du site dans lequel s'inscrit la construction.

Cette démarche de progrès qui tend à supprimer tout superflu passe certes par un usage intensif des technologies de l'information et un management intégré (qualité, sécurité, environnement), mais aussi par le souci d'offrir les meilleures conditions de travail aux hommes sur le terrain.

Il s'agit donc de conjuguer les moyens logistiques et leurs défaillances éventuelles dans une chaîne de valeurs acceptables par l'ensemble des parties prenantes.

■ Juste à temps

Un soin tout particulier doit être apporté à la gestion du temps. De façon à respecter les engagements contractuels, de nouveaux

outils de planification sont à prévoir mais en intégrant une dimension particulière qui est celle du couplage ressources/délais. En ce sens, il est possible **de parler de 4D**.

Cependant, l'optimisation de ces outils est conditionnée à deux préalables qui sont les partenariats aval et amont de la production.

- **En aval**, il est indispensable de pouvoir intégrer le plus rapidement possible les industriels fournisseurs de services de composants ou de semi-produits à incorporer dans le produit (optimisation de la chaîne des approvisionnements).

- **En amont**, les donneurs d'ordres de la filière doivent être associés plus étroitement à la définition des contraintes de temps à la fois en mode instantané (anticipation relative à un chantier) et en mode longue durée (fidélisation des contrats).

1.4 Point de vue de la main-d'œuvre

Comme dans les paragraphes précédents, la figure 4 présente les étapes pour parvenir à une construction « durable » à partir de la construction « coutumière » actuelle. Les paragraphes suivants commentent ces étapes.

1.4.1 Construction « coutumière »

■ Tâches sans intérêt

Par tradition, les métiers de la construction sont avant tout manuels. En effet, il s'agit de matérialiser en place et *ex nihilo* les plans des ouvrages.

Toutefois, cet énoncé pourrait laisser croire que les tâches d'exécution relèvent d'une large autonomie et soient d'un contenu assez riche. Ce n'est malheureusement pas le cas puisque l'éclatement des interventions en sous-tâches élémentaires est trop souvent conçu comme une taylorisation poussée à l'extrême, annulant tout intérêt du travail.

■ Travail itinérant

En outre, par nature, chaque chantier est localisé différemment. Ce caractère « forain » est souvent assimilé à des conditions précaires, c'est-à-dire temporaires et soumises aux divers aléas climatiques et géographiques.

Cette mobilité se traduit par des temps de déplacement importants et des recompositions d'équipe incessantes.

■ Travail difficile

L'exécution des travaux se faisant sur site, la pénibilité des tâches est assez élevée puisque la préfabrication est encore relativement absente des modes constructifs.

Le travail soumis aux intempéries est de ce fait assez dur par contraste avec des conditions de travail en atelier. Il est, par ailleurs composé de nombreux temps de manutention (coltinage des pièces pondéreuses) pour permettre une mise à pied d'œuvre.

■ Travail salissant

Pour ce qui concerne au moins les travaux de gros œuvre, les conditions de travail sont salissantes (boue lors des terrassements, poussières de sciage, huiles de décoffrage...).

Hormis les travaux dits de finition, les interventions relèvent en général de ce que les spécialistes appellent une filière humide (mise en place de matériaux plus ou moins liquides : béton frais, joints coulés...). Par opposition, une filière sèche se conçoit comme l'assemblage mécanique de pièces déjà usinées.

■ Travail dangereux

Les métiers du BTP sont parmi les plus dangereux, puisqu'ils sont la cause de nombreux accidents parfois mortels. Par ailleurs, le nombre de maladies professionnelles tend à augmenter (voir les conséquences de l'utilisation de l'amiante).

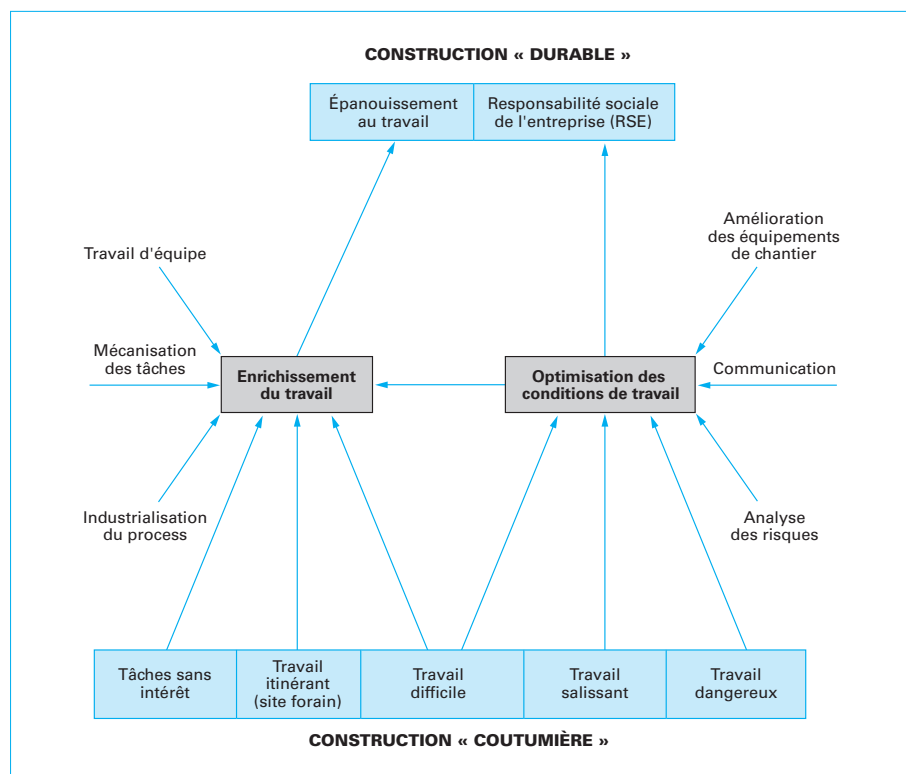


Figure 4 – Les différentes étapes présentées du point de vue de la main-d'œuvre

Cela tient à ce que le lieu de travail est sans cesse en transformation sur lui-même, créant ainsi des risques de chute, de chocs ou de collision.

1.4.2 Construction « durable »

■ Épanouissement au travail

Chaque intervenant de la construction ne peut jouer pleinement son rôle que dans la mesure où il trouve l'occasion d'exprimer ses « talents ». Cette valorisation au travail est le gage d'une continuité de l'action et elle garantit aussi de ne pas tomber dans le biais d'une pratique routinière.

En effet, la mobilisation de l'esprit d'initiative passe avant tout par un comportement individuel qui trouve intérêt et satisfaction dans les tâches à accomplir. Ce « cercle vertueux » n'est pas seulement théorique mais il traduit surtout une réelle motivation construite à partir d'une évaluation comparative avec les autres offres d'embauche du marché.

Il est bien évident que les conditions de rémunération entrent comme paramètre de cette relation contractuelle mais elles ne suffisent pas.

■ Responsabilité sociale de l'entreprise

Parallèlement à l'engagement de chaque membre de l'entreprise, il est indispensable que le corps social que représente ce collectif prenne aussi ses responsabilités. Le champ de compétence dépasse bien sûr celui de chaque individu.

Cette responsabilité (RSE) concerne les modes de fonctionnement interne et les seuils examinés et fixés à cet effet.

Pour ce qui concerne la force de travail, cela touche en premier lieu l'organisation du travail de manière à lui conférer un environnement propice tant au titre des conditions physiques qu'au titre

de la nature des tâches déléguées. Mais cela recouvre aussi la volonté de prendre en charge et de mettre en œuvre les moyens d'évolution de carrière au sein de l'entreprise ou le cas échéant à l'extérieur. Les spécialistes parlent alors d'« employabilité ».

Ces deux dimensions mobilisent pour être respectées une forte capacité à l'anticipation collective qui doit être, par ailleurs, inscrite dans les règles de gouvernance.

Le cas des PME n'est pas intrinsèquement différent, puisque la responsabilité relève alors du seul chef d'entreprise.

1.4.3 Thématique R&D

■ Optimisation des conditions de travail

Le premier souci réside dans une amélioration significative des conditions de travail. Par ce terme générique, il faut entendre toutes les mesures relatives à la sécurité, à l'hygiène et au cadre de travail.

Les recherches doivent porter à la fois sur l'équipement individuel et collectif du chantier, de façon à les rendre plus appropriables et plus performants. Cependant, pour obtenir une pleine efficacité de ces outils, il est nécessaire aussi de concevoir les conditions d'une véritable aide à l'analyse de risque de façon à anticiper les situations « pathogènes ».

Un stade plus avancé consiste à prévoir des moyens de communication autorisant un monitorat en ligne des compagnons impliqués sur le terrain. Ce résultat peut être accessible en tirant parti de toutes les possibilités offertes par l'informatique délocalisée.

Parallèlement, un soin plus grand devrait être accordé aux hébergements (cantonnements).

■ Enrichissement du travail

La question suivante consiste alors à s'interroger sur la nature même des tâches à accomplir sur site. Il s'agit d'engager une démarche de reconception (*re-engineering* de la production).

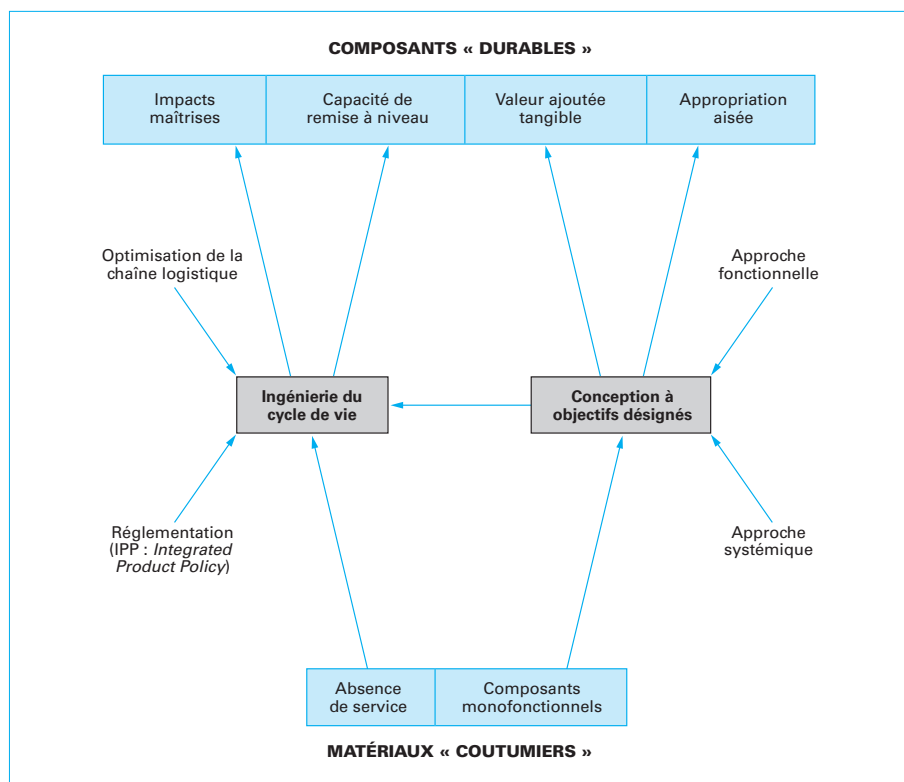


Figure 5 – Les différentes étapes présentées du point de vue industriel

Trois étapes peuvent être distinguées et elles demandent à être franchies successivement et dans l'ordre.

- La première consiste à **mettre au point de nouvelles méthodes** de coopération entre compagnons. Il s'agit de définir de véritables équipes autonomes qui n'agissent plus par habitude mais qui soient conscientes de leur interdépendance et sachent organiser ce travail collectif (*team building*).

- Le second temps est relatif à la **mécanisation des tâches les plus pénibles** en diminuant le taux d'effort et en réduisant les temps intermédiaires de manutention.

- Enfin, **le process de production lui-même doit être repensé** en introduisant une problématique industrielle qui consisterait à monter sur site des composants industrialisés à haute valeur ajoutée.

1.5 Point de vue industriel

Pour terminer, la figure 5 présente les différentes étapes nécessaires à mettre en œuvre pour passer des matériaux « coutumiers » à des composants « durables ».

1.5.1 Construction « coutumière »

■ Composants monofonctionnels

La plupart des produits de l'industrie de la construction résulte d'investissements importants consentis par les industriels. Cependant, ce sont en général des « semi-produits », c'est-à-dire qu'ils s'inscrivent dans le bâti.

En effet, en tant que produit intermédiaire, ils correspondent à des cahiers des charges détaillés mais leur incorporation dans la construction ne rentre pas dans le champ des spécifications. Il en résulte alors de nombreuses déconvenues du fait de cette non-maîtrise des interfaces constructives.

C'est d'ailleurs pour cette raison que beaucoup d'entre eux se cantonnent à répondre à une seule fonction, de manière à être mis en œuvre par une corporation dédiée. Mais cette spécialisation par corps d'état explique en partie le temps très long d'accès au marché des nouveaux composants, puisque cela suppose un apprentissage collectif préalable, forcément lent compte tenu de la fragmentation des intervenants.

■ Absence de service

Cette césure entre la production industrielle en série et une mise en œuvre à l'unité se manifeste avant tout par une absence de suivi.

Si la discontinuité dans la chaîne de valeur s'explique structurellement, elle se traduit auprès des utilisateurs finaux par une série de désagréments :

- les notices d'utilisation, quand elles existent, sont mal rédigées, voire incomplètes ou difficilement compréhensibles ;
- le réappareillage est souvent impossible, du fait de changement de gamme ou de rupture de stock ;
- le service après-vente est plutôt orienté vers les grossistes ou les poseurs que vers les particuliers.

En fait, le retour d'expérience est approximatif et n'est pas organisé pour tirer avantage de l'utilisation finale réelle, c'est-à-dire vécue. En ce sens, l'ensemble des industriels de la construction semble tourner le dos à l'évolution générale des pratiques commerciales qui, pour les autres biens de consommation, cherchent à fournir de plus en plus de services.

1.5.2 Construction « durable »

■ Valeur ajoutée tangible

Les attentes des utilisateurs finaux à l'instar de leurs pratiques pour les biens de consommation vont vers des usages de plus en plus tangibles et ciblés. Pour cela, il devient nécessaire de raisonner

par type d'utilisateur et non plus par comportement moyen standard. Cela est d'autant plus marqué avec le vieillissement démographique qui voit s'exprimer les seniors, du fait de leurs difficultés en termes de mobilité ou d'ergonomie.

■ Appropriation aisée

La construction ne peut plus être considérée que sous une dimension statique qui serait celle de sa valeur patrimoniale. Elle participe complètement aux activités des résidents et contribue à les valoriser. Elle entre donc dans une dynamique « sociétale ».

Cependant, pour tirer pleinement avantage de ces capacités, faut-il encore que les services « potentiels » soient appropriables. Cela implique une capacité à l'auto-apprentissage, un design plus poussé et un enrichissement des fonctionnalités. En particulier, tout ce qui concerne la modulation et l'ajustement à un contexte particulier doit être intégré.

■ Capacité de remise à niveau

Parallèlement aux performances instantanées, les performances de maintenance et d'exploitation (temps d'utilisation à performances constantes) deviennent prépondérantes.

Les solutions attendues ne passent pas forcément par une robustesse plus affirmée mais peuvent s'entendre par une plus grande aptitude au changement de standard du fait d'une conception modulaire facilitant le remplacement de composants.

Toutefois, ce résultat suppose un affichage très clair et précis des caractéristiques possibles et de leur durée de vie accompagnée d'un mode de garantie (label, certification, marquage...).

■ Impacts maîtrisés

Enfin, un « produit » responsable doit être envisagé sous toutes ses dimensions, en particulier celles de ses relations au contexte.

L'ensemble des impacts générés à la fois par sa production et par son exploitation doit être examiné et traité de manière optimale, compte tenu des protocoles collectifs (respect de la réglementation locale et surtout internationale).

En particulier, des choix techniques et industriels doivent être justifiés suivant des protocoles de calcul qui soient validés par la communauté scientifique et transparents pour le public.

La maîtrise des impacts passe ainsi par un souci de la communication.

1.5.3 Thématique R&D

■ Conception à objectifs désignés

Il apparaît désormais comme incontournable de concevoir des produits en tenant compte des attentes de toutes les parties prenantes. Cela suppose en particulier de considérer le résultat escompté comme la définition d'un système sur la durée. Dès lors, les différentes phases du cycle de vie doivent être anticipées et les hypothèses retenues affichées avec vigueur.

Le problème posé est alors celui de la caractérisation des parties retenues pour être concernées par l'introduction du futur produit. En effet, une omission volontaire correspond à une décision qui doit être justifiée par une analyse avantages/coûts. Après cette étape, la conception peut être déployée en tirant parti des pratiques de l'analyse fonctionnelle et des capacités à hiérarchiser les choix, en tenant compte des niveaux de flexibilité accordés à chaque fonctionnalité. Ainsi se dessine peu à peu une conception articulée autour du dialogue de deux ingénieries : celle de la définition du besoin et celle de la production d'une réponse maîtrisée.

Cet équilibre, pour être stable, demande le développement d'une instrumentation de plus en plus poussée des aides à la décision.

■ Ingénierie du cycle de vie

Toutefois, sous-jacent à cette démarche, se profile un nouveau champ scientifique qui est celui de l'ingénieur du cycle de vie. Sous ce vocable, il faut entendre la constitution d'un savoir relatif à la durabilité, c'est-à-dire à la définition de systèmes robustes vis-à-vis des différentes sollicitations de l'environnement sur la durée.

Autant il est possible de caractériser les performances de nombreux composants unitaires, autant l'assemblage de composants reste complexe à anticiper de manière fiable vu la diversité des contextes de construction (situations et expositions différentes).

Deux paramètres doivent contribuer à asseoir toute cette démarche.

- Le premier est un **soin plus grand accordé à la chaîne logistique** qui permet la mise à disposition des produits industriels et par la suite participe à leur accompagnement. Cette nouvelle vision du rôle des industriels qui en étend les missions doit constituer un appui non négligeable pour conforter le bon fonctionnement des composants.

- Le second est une **incitation de la communauté européenne en faveur d'une approche plus verticale des composants** qui doit se substituer à une attitude horizontale trop limitée et restrictive, puisqu'elle est indifférente à la dimension système.

2. Itinéraires pour la recherche

À la lecture des attentes de chacune des parties prenantes, il est somme toute normal que plusieurs moyens souhaités soient communs. De façon à agréger ces données et obtenir une consolidation porteuse de sens, une nouvelle étape du traitement doit être franchie.

À cet effet, la méthode appropriée est celle de la décomposition d'un graphe en « composantes fortement connexes ». Le graphe (matrice carrée) traduit les interactions entre les éléments référencés dans l'inventaire des attentes et les composants correspondant aux regroupements de sujets qui sont plus étroitement corrélés.

Par définition, la matrice traduit une certaine appréciation de l'état des connaissances et elle pourrait être confortée en recueillant l'avis de plusieurs experts dans le cadre d'une démarche DELPHI (consultation itérative).

Mais plutôt que de transcrire pas à pas ces différentes étapes analytiques une représentation graphique des résultats permet de visualiser le regroupement obtenu (figure 6).

Les différents pôles de recherche à l'horizon de la décennie apparaissent donc au nombre de trois. Deux d'entre eux correspondent aux conditions organisationnelles nécessaires pour obtenir un cadre de vie plus conforme aux exigences d'un développement durable. Le troisième peut être qualifié de support aux deux précédents.

Il est possible de décliner les deux premiers en thèmes de recherche en s'appuyant sur la matrice suivante (tableau 1). Pour ce qui concerne la **modélisation** une déclinaison identique est à envisager (tableau 2).

Le détail de chacun de ces thèmes est donné ci-après et participe ainsi d'une cartographie de la R&D pour les prochaines années.

Tableau 1 – Conditions organisationnelles

	Produit	Process
Promouvoir l'intégration	Asseoir les garanties de résultats	Faciliter le redéploiement de la chaîne de valeur
Développer une démarche performancielle	Caractériser les différentes phases du cycle de vie	Permettre une spécification efficace

Tableau 2 – Modélisation

Disposer d'un modèle structuré	Capacité à modéliser le produit	Capacité à modéliser le process
--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

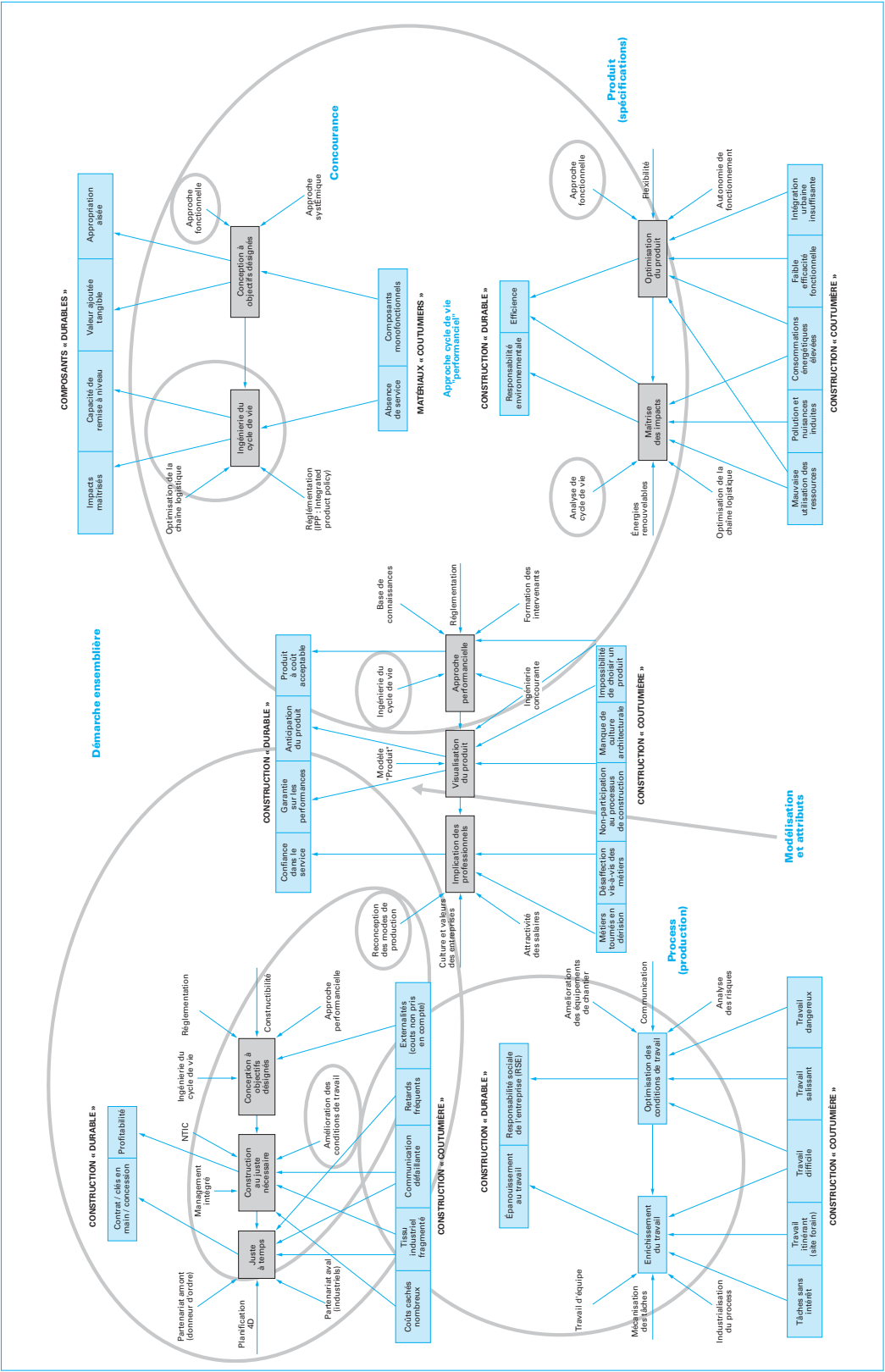


Figure 6 – Regroupement des points de vue

2.1 Premier axe : promouvoir l'intégration

« [Le développement durable] va conduire à aborder la construction non plus comme une addition de métiers et de tâches mais comme une démarche globale. Je n'ignore pas les difficultés que cela représente pour les entreprises soumises à une pression particulièrement forte, qu'il s'agisse des prix de la concurrence ou des délais. Il est certain aussi qu'une telle approche rencontre des freins culturels dans un secteur très fragmenté, constitué en majorité de petites entreprises. »
Alain JACQ, Directeur de la DGUHC, juillet 2004

Ce terme « d'intégration » est polysémique. Il signifie à la fois faire mais avec moins d'intervenants distinctifs et faire mieux en enrichissant le résultat collectif.

En fait, l'intégration est d'ordre qualitatif tout autant que quantitatif, ce qui ne simplifie pas son élicitation (énoncer les propriétés).

Son émergence en termes de champs de recherche apparaît comme le moyen de surmonter la fragmentation du monde professionnel de la construction. Cet état est doublement une barrière au progrès puisqu'il se manifeste par l'intervention d'un nombre trop élevé d'entreprises (plus de 350 000 en France) et que chaque opération immobilière mobilise une chaîne très longue d'acteurs (de l'ordre d'une trentaine de professions).

L'origine du concept se trouve dans l'analyse systémique. L'intégration signifie alors l'existence d'une véritable organisation qui partage des valeurs communes et œuvre pour une finalité affichée. Cette trame doit permettre de dresser une feuille de route pour engager de nouvelles recherches.

2.1.1 Une offre unique

Vis-à-vis de l'utilisateur final, l'intégration est avant tout la garantie d'obtenir une réponse complète à ses attentes et d'avoir un interlocuteur unique et responsable à qui s'adresser en cas de problème. Cette exigence peut s'illustrer par un graphique qui situe la filiation avec le concept de développement durable (figure 7).

D'un point de vue plus méthodologique, l'intégration se décline donc selon deux dimensions à savoir :

- une offre globale en termes de produit ;
- un management intégré en termes de prise en compte de la variété des paramètres.

L'offre globale est relative au résultat construit mais aussi à son mode de fonctionnement en phase d'exploitation, et ce en tenant compte de son inscription dans un territoire (environnement bâti et société civile).

Le management intégré porte lui sur le traitement simultané des différents aspects de l'opération de construction par les divers intervenants mobilisés pour donner corps au projet. La gestion des moyens utilisés ne s'opère pas par superposition des points de vue mais par une synthèse raisonnée qui recherche une solution acceptable par tous (en théorie des systèmes, il s'agit d'une solution dite satisfaisante).

Il est évident que ces deux objectifs appellent des recherches pour être confortés dans les pratiques professionnelles.

2.1.1.1 L'entreprise réseau

L'articulation entre un centre de décision (de niveau national) et des unités de production (de niveau local) relève de la théorie de l'entreprise réseau. Sa mise en pratique, pour ce qui concerne le BTP, ne peut s'envisager qu'à la suite de la résolution de plusieurs questions qui sont d'ordre essentiellement industriel.

La première est relative au type de partenariat lié entre les deux niveaux de compétences ? Faut-il développer des liens capitalistiques ou, au contraire, n'engager que des relations contractuelles. Comment valoriser la fidélisation ?

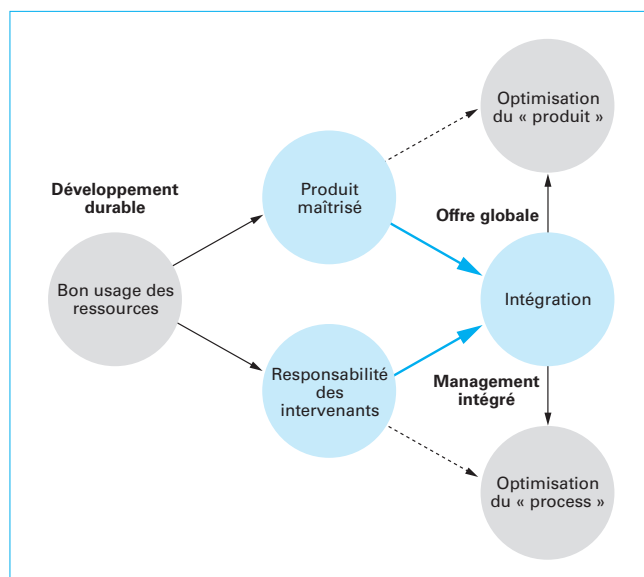


Figure 7 – Filiation dans le concept du développement durable

La seconde a trait à la fonction achat des semi-produits entrant dans la construction. À quelles conditions est-il possible d'obtenir des effets d'échelle ?

Ces points ne seront éclaircis que par une recherche en économie industrielle et il sera utile de tirer les enseignements des pratiques de la construction aéronautique.

2.1.1.2 Constructibilité et fonction logistique

Si le questionnement précédent est d'ordre organisationnel au plan strictement technique, l'intégration pose le problème de l'articulation entre la phase de conception et la phase de production.

Il est clair que ces deux étapes du processus de construction sont étroitement liées mais, pour autant que chacune d'entre elles soit spécifique et se distingue par un apport discernable en tant que tel.

La phase de chantier ne peut pas se contenter d'être définie comme un travail forain. C'est en fait un processus qui est modélisable quand il est considéré comme une « fonction logistique », c'est-à-dire la capacité à mobiliser les ressources pour réaliser l'objet projeté.

En symétrie, la phase de conception n'est pas seulement un acte de projection, elle doit être en mesure d'anticiper l'étape suivante et, pour cela, elle doit s'enrichir d'un savoir qui est la « constructibilité », c'est-à-dire la connaissance des modes de réalisation.

Ces deux sujets demandent pour l'heure à être complétés avant de constituer un véritable corpus.

2.1.1.3 Retour d'expérience (REX)

Le fonctionnement en entreprise réseau suppose enfin un soin tout particulier accordé à la remontée des informations et à leur traitement.

Les capacités informatiques permettent d'engager cet effort. Cependant, le résultat n'aura un sens que dans la mesure où une structuration des connaissances sera mise en place. Elle doit autoriser une vraie capitalisation qui enrichisse les pratiques. À l'heure actuelle, faute de cet effort, les retours d'expérience sont rares et surtout ils ne sont pas valorisés.

Pour créer les conditions d'un vrai partage des connaissances, il importe d'établir une modélisation commune à tous les intervenants de façon que chacun puisse se reconnaître comme contri-

buteur et bénéficiaire. Ce stade d'échange suppose un très grand effort de recherche sur l'analyse des contenus et l'analyse contextuelle des données.

2.1.2 Optimisation du travail collectif

L'intégration s'entend également comme l'optimisation du travail collectif des différents intervenants de la construction. Pour mieux comprendre les avantages attendus de cette réorganisation, deux analyses peuvent être résumées sous forme de graphiques.

■ La première concerne l'**articulation des différents acteurs dans le processus** (figure 8).

En (a) est figurée la situation actuelle où chaque intervenant (MOA, MOE et REA) cherche avant tout à optimiser ses contraintes sans s'occuper de l'œuvre collective.

La seule façon d'y remédier est d'introduire un sens collectif et une véritable reconnaissance des apports de chacun.

Mais cette configuration (b) suppose que les intervenants aient un même référentiel.

Ces deux diagrammes conduisent à une préconisation qui est celle de l'ingénierie concourante, c'est-à-dire un travail collaboratif des acteurs pour concourir à une meilleure production plus soucieuse des attentes des utilisateurs finaux.

■ La seconde analyse porte sur la **qualité des informations**.

La figure 9, proposée par Chr. Midler, explicite la raison intrinsèque de l'optimisation de fonctionnement résultant de ce nouveau mode de travail.

Dans une telle configuration, le retard voulu dans la prise de décision permet une instruction plus précise des choix, ce qui autorise une meilleure anticipation des phases ultérieures.

Toutefois, pour généraliser cette pratique dans le secteur du BTP, il importe de mettre au point les mesures d'accompagnement ci-dessous.

● Engagement de contribution

Si l'intégration est le moyen de fournir une offre plus proche des utilisateurs finaux, faut-il encore que les professionnels soient capables d'exprimer au mieux leurs apports.

Seule une analyse fonctionnelle est à même de caractériser cette contribution vis-à-vis de la « société civile ». Cet effort a été entrepris pour ce qui concerne le bâtiment. Un référentiel en sept niveaux a été défini et il permet d'expliquer la valeur ajoutée sur chacun de ces aspects. Mais sa pratique est encore restreinte, compte tenu de la fragmentation du secteur.

Un effort du même ordre doit être entrepris pour les autres activités de construction, c'est-à-dire les ouvrages de génie civil et les travaux linéaires (routes et infrastructures de communication). Pour l'heure, les prestations sont exprimées d'un point de vue technique sans jamais faire référence à l'usage qu'elles permettent. L'expression du service rendu n'est pas spécifique à chaque compétiteur sur le marché, elle doit être partagée de tous afin d'autoriser une comparaison naturelle entre les offres. Cette démarche ne relève pas à proprement parler de la recherche, mais elle s'inscrit dans un mouvement de diffusion qu'il est indispensable de favoriser et dont les moyens devront être mutualisés.

● Efficience du système de production

L'autre dimension de l'intégration concerne la responsabilité des professionnels quant à la garantie de leurs prestations et ce, non seulement pour chacune de leurs offres, mais plus globalement comme capacité à faire évoluer leurs pratiques.

Cette aptitude à l'adaptation « macroéconomique », c'est-à-dire une écoute attentive des évolutions du contexte « sociétal » passe par des outils de pilotage nouveaux. Pour l'heure, les entreprises utilisent des tableaux de bord qui leur permettent de réagir à des variations essentiellement économiques. Pour ce qui concerne leur

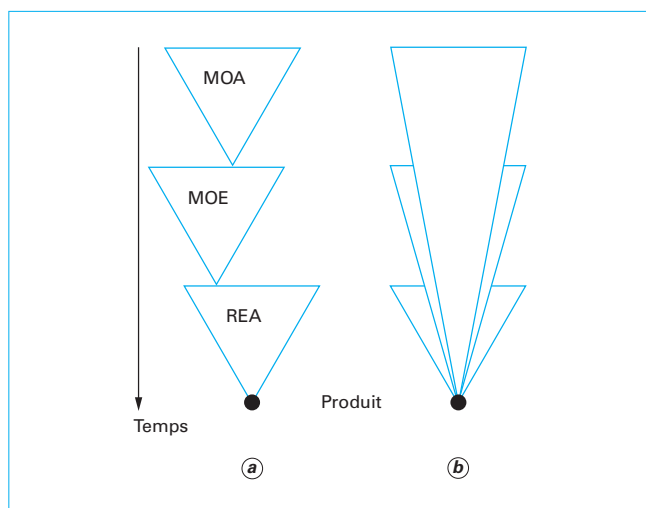


Figure 8 – Articulation des différents acteurs dans le processus

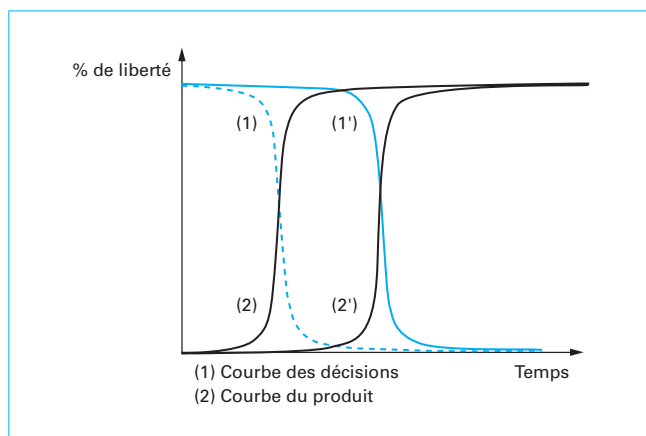


Figure 9 – Qualité des informations

niveau de technicité et la qualification de leur appareil productif les moyens font encore défaut.

Il existe néanmoins un concept qu'il serait intéressant de développer, c'est celui de l'efficience. Cette grandeur, qui est définie comme le rapport de la valeur du service à la somme des impacts générés pour sa mise en œuvre, permet de comparer entre eux des procédés. Cependant, le recours à un tel outil méthodologique suppose de savoir qualifier les deux termes de ce quotient : comment mesurer la valeur d'un service, comment sommer les effets des impacts d'une activité productive. Des recherches sont en cours dans d'autres secteurs industriels et il serait opportun d'engager des démarches similaires pour la construction.

■ Au total, il serait possible de lister les champs scientifiques concernés. Il semble plus opportun de vérifier que les thèmes de recherche concourent bien à créer les conditions d'une innovation au sens du modèle de M. Caillon (respect concomitant de quatre dimensions, tableau 3).

Ensemble les sujets de recherche proposés couvrent les quatre composants d'une situation de progrès. Cela signifie en outre qu'il y aurait un certain risque à dissocier ces engagements puisqu'ils sont en quelque sorte interdépendants.

Tableau 3 – Modèle de Caillon

Dimension	Correspondre à une demande	Être en accord avec la réglementation	Faire preuve d'ingéniosité	Autoriser une appropriation
Entreprise réseau				●
Constructibilité logistique	●		●	
Retour d'expérience			●	
Contribution engagement	●			
Efficience		●		

2.2 Deuxième axe : asseoir le « performanciel »

Performance : expression qualitative ou quantitative du niveau de fonctionnement d'un système vis-à-vis des fonctionnalités attendues par l'utilisateur final.

Démarche performancielle : dialogue compétitif engagé entre un donneur d'ordres et un fournisseur de prestations en termes de performances.

La démarche performancielle n'est pas en soi une nouveauté. Elle a été prônée dans les années 1980 comme mode de relâchement des contraintes dans le système d'appel d'offre, mais n'a pas eu d'écho réel faute d'efforts complémentaires pour en exprimer le vrai potentiel, c'est-à-dire celui d'une démarche globale.

Il n'est donc pas anormal de la retrouver comme moyen d'un renouveau de la construction. Toutefois, c'est au niveau d'une doctrine d'ensemble et d'un corpus de savoirs qu'il faut porter cet appareillage.

Ce changement de statut appelle des développements nouveaux qui sont recensés ci-après.

2.2.1 Développements nouveaux

■ **Au plan théorique**, cet effort peut prendre appui sur les avancées de l'analyse de la valeur obtenues dans le secteur industriel. Néanmoins, il ne s'agit pas seulement d'un transfert de savoir-faire, de nombreux aspects nécessitent des recherches spécifiques liées au caractère interactif de la construction avec ses usagers (comportements et espace vécu).

■ **Du point de vue de la caractérisation du produit final** qui doit résulter d'une opération immobilière, trois éléments récents demandent un traitement approprié. Ils résultent de l'élargissement du périmètre d'analyse pour déterminer les choix de solutions.

La prise en compte des critères de développement durable implique de raisonner l'objet construit dans un contexte plus large englobant (figure 10) :

- dans un premier temps, la relation à l'environnement physique, c'est-à-dire au site naturel mais aussi bâti ;
- ensuite, toutes les interactions avec la société civile (riverains, collectivité locale...) ;

et qui, de plus, est étendu à une dimension temporelle plus ample qu'habituellement puisque son horizon est volontairement porté à moyen terme.

■ **Dans le cadre d'un comportement responsable**, il n'est plus possible de se limiter à la phase d'investissement. C'est la totalité des phases du cycle de vie qui doit être considérée. En termes de performances, il est donc nécessaire de fixer les performances dites « instantanées », c'est-à-dire celles qui correspondent à chaque instant de l'utilisation et celles qui relèvent de la permanence dans le temps du niveau précédent, à savoir les conditions d'exploitation, d'entretien et de maintenance.

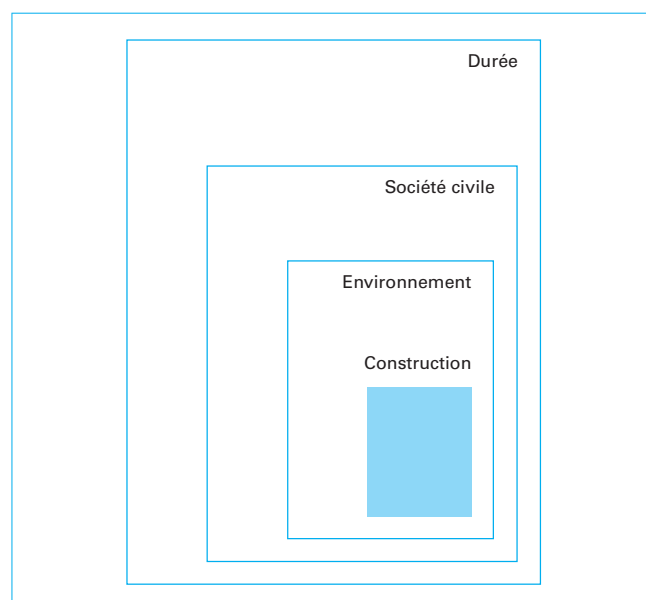


Figure 10 – Critères du développement durable

■ **Au plan strictement technique**, l'introduction de la durée de vie conduit à des questionnements plus complexes sur chacun des postes d'investissement. Au vu de l'accélération des changements de destination des constructions, est-il plus avantageux de disposer de structures adaptables dans le temps ou au contraire faut-il concevoir des structures à durée de vie plus courte ? Ces analyses avantages/coûts sur le gros œuvre par exemple pose le problème de la substitution des décisions du maître d'ouvrage aux réglementations techniques en cours sur la durabilité des constructions.

■ **Plus globalement**, l'extension du nombre des parties prenantes d'un projet implique progressivement de tenir compte, au-delà des conditions contractuelles, **de toutes les externalités**. Et c'est certainement là la plus importante innovation induite par la prise en compte du développement durable : l'irruption dans les relations marchandes de tiers sans lien « juridique » avec les opérateurs. Cette modification sensible des termes de référence de toute opération implique de revoir toutes les conventions venant justifier les prises de décision.

2.2.1.1 Analyse de cycle de vie dynamique

Les analyses de cycle de vie (ACV) sont d'une grande utilité pour comparer deux solutions techniques. Pourtant, elles vont nécessiter des aménagements sensibles pour faire face à de nouvelles configurations d'utilisation.

Jusqu'à maintenant, elles concernent des objets (simples ou composés) en mode de fonctionnement stable. Par cette expres-

sion, il faut entendre des situations à impacts cumulatifs générés par l'objet.

Progressivement des composants à effets d'impacts retardés apparaissent, par exemple des effets de dépollution, d'auto-nettoyance, d'apport énergétique. Comment en tenir compte ?

En fait, les ACV devront être enrichies de nouveaux protocoles pour tenir compte de configurations « dynamiques ».

2.2.1.2 Flexibilité des offres techniques

La prise en compte de nouveaux paramètres conduit également à repenser certaines technologies.

La notion de durée de vie ne relevant plus de la réglementation mais répondant à un usage pour une certaine durée contractuelle implique de revisiter les modes constructifs.

Comment permettre des changements d'affectation au cours du temps, comment autoriser une reconfiguration des équipements compte tenu de l'obsolescence technique ? Autant de questions qui vont devoir être traitées rapidement au vu des aléas conjoncturels de l'économie d'un territoire.

Cette flexibilité technologique appelle de nombreuses mises au point et elle n'est pas sans incidence sur le mode de projection architecturale.

2.2.1.3 Monétarisation des externalités

L'inscription de la construction dans un environnement plus large implique que peu à peu se déploient de nouvelles modalités de calcul des coûts.

Les coûts techniques directs sont pratiqués au cours des études de prix. L'incidence du fonctionnement du construit sur les équipements collectifs devra assez rapidement être annoncée. Cependant, pour répondre à cette exigence de la société civile il deviendra nécessaire de chiffrer ce que les économistes appellent les externalités, c'est-à-dire la prise en compte de coûts jusqu'alors supportés par la seule collectivité.

Cette internalisation des coûts externes relève de simulations économétriques et d'arbitrages complexes. C'est un champ de recherche à défricher, même si les études d'impact en constituent les prémices.

2.2.1.4 Optimisation du système d'acquisition

En fait les évolutions précédentes devront s'inscrire dans un système d'acquisition renouvelé puisque l'on voit bien que les réponses produites dépendent directement de ce que les donneurs d'ordres sont prêts à envisager.

Il devient donc nécessaire d'accompagner le lancement d'opérations de construction d'outils de choix multicritères. Très certainement les études sur la rationalisation des choix budgétaires (RCB) sont à actualiser. Cependant, c'est plus vers des études de sensibilité que l'évolution va s'opérer, et ce par les capacités de l'informatique.

Dans tous les cas, des modalités opératoires devront être testées et conduiront à des conventions affichables sinon les risques de non-transparence préjudiciables pour tous se multiplieront.

2.2.2 Cycle de gestion d'un projet

En tant que processus de spécification, la démarche performancielle suppose des approfondissements relatifs aux trois étapes correspondantes du cycle de gestion d'un projet : établissement d'un programme, spécification technique de la solution et caractérisation du service rendu (figure 11).

Dans le cadre du respect d'un développement durable, le cycle construction n'est plus limité au cycle de mise sur le marché mais s'entend désormais de sa création jusqu'à sa démolition.

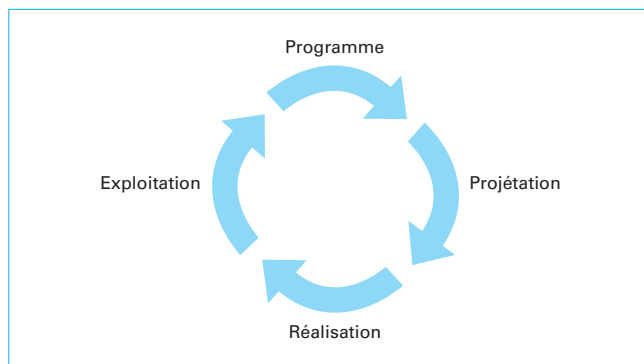


Figure 11 – Cycle de gestion d'un projet

La phase d'exploitation prend désormais toute son importance, ce qui est plus conforme à la destination d'une construction qui n'est jamais que le support des activités de l'utilisateur final.

Par ailleurs, il faut rappeler qu'au plan économique le chiffre d'affaires mobilisé à chaque étape est dans le rapport 1, 10, 500.

■ **Au stade de la programmation**, les spécifications constituent de fait un cahier des charges dont la qualité conditionne la totalité des résultats ultérieurs. Il est désormais admis que toute la réflexion consentie à cette étape est payée de retour du fait d'une meilleure anticipation des difficultés à surmonter. Toutefois, ce travail doit être entrepris avec méthode et relève d'un vrai professionnalisme pour dépasser la seule expression d'un besoin global qui souvent, si l'on s'en contente, recouvre beaucoup trop d'implicite entraînant ultérieurement de nombreuses déconvenues.

■ **Pour ce qui concerne la spécification de la solution correspondant au programme**, il est clair que l'énoncé des résultats attendus est moins aisé que la traditionnelle prescription de moyens. En effet, les pratiques habituelles privilégient pour l'heure la désignation des tâches à accomplir dans la tradition d'une démarche cartésienne. Ce mode de fonctionnement n'aboutit qu'à enfermer le contributeur suivant dans la recherche du coût unitaire le plus bas sans aucune liberté de repenser la tâche ou de faire preuve d'innovation. L'inversion du mode de relation que suppose la démarche performancielle demande une certaine remise en cause des routines établies.

■ **Enfin, la spécification des services**, c'est-à-dire des conditions de maintien des performances dans le temps appelle de nouvelles connaissances. La construction conditionne en partie le déploiement des activités dont elle est le support (lieu de travail, d'enseignement, de culture) mais elle est également fortement influencée par les comportements de ses utilisateurs (économe ou gaspilleur, respectueux ou brise fer...). Cette interaction, pour complexe qu'elle soit, doit pourtant être prise en compte.

Toutes ces attitudes professionnelles demandent à être confortées et pour cela des actions d'accompagnement sont nécessaires. Pour la plupart, elles s'inscrivent dans une perspective recherche.

2.2.2.1 Articulation composants/produit final

En termes de gestion du niveau de performance, la difficulté majeure réside dans le chaînage des choix successifs qui s'opèrent depuis la spécification du programme relatif à l'objet global, jusqu'à la désignation des éléments constitutifs (niveau de décomposition détaillée) de façon à ne pas altérer le résultat final.

L'emboîtement d'une nomenclature technique et le respect des performances d'ensemble demande de nombreux approfondissements. Pour le moment, le seul contrôle s'effectue au cours d'une démarche qualité. En fait, il serait utile d'entamer des recherches sur la robustesse des choix de manière à bénéficier d'une analyse de risque plus renseignée.

Tableau 4 – Instruments de la démarche performancielle

Démarche	Correspondre à une demande	Être en accord avec la réglementation	Faire preuve d'Ingéniosité	Autoriser une appropriation
ACV		●		●
Flexibilité des espaces	●		●	
Externalités		●		●
Système d'acquisition		●	●	
Composant/produit			●	●
Flexibilité performance	●		●	
Mesurage	●			●
Commissioning	●			●

2.2.2.2 Flexibilité des niveaux de performances

Dans le cadre d'une vraie démarche performancielle, il serait indispensable d'introduire un niveau de flexibilité sur chacune des spécifications fonctionnelles. Il serait alors possible de moduler les réponses techniques et d'introduire des variantes motivées.

Cependant, les connaissances actuelles n'autorisent pas de telles transactions, car les « taux d'échange » sont trop incertains pour instruire un vrai dialogue.

Néanmoins, tout un champ de recherche est à défricher. Il devra d'abord s'appuyer sur un mode de chiffrage plus détaillé qui puisse s'opérer assez en amont de la chaîne de valeur et ne pas être cantonné aux seules études d'exécution.

2.2.2.3 Mesurage des performances

Afin de maîtriser les performances d'une construction, il est nécessaire de disposer des protocoles et des appareillages de mesure des résultats. Tout cet arsenal est en place depuis plusieurs décennies.

Mais une situation nouvelle est en train de survenir avec la prise en compte de l'environnement. Autant les performances physiques de résistance mécanique ou d'emploi face aux variations climatiques sont désormais classiques, autant la mesure de certains impacts sont encore à cadrer.

La difficulté théorique qui est apparue est celle de combiner à la fois le composant à analyser et le contexte dans lequel il va devoir être utilisé. Cette interaction produit-milieu est d'autant plus difficile qu'elle est souvent invisible (non détectable par la vue) et qu'elle s'opère à des quantités infinitésimales.

2.2.2.4 Commissioning

Avec la montée en puissance du rôle de l'utilisateur final dans l'acte de construire, la mesure des performances ne peut plus se cantonner à celle des différents constituants, mais doit pouvoir être faite sur l'ensemble de l'objet livré.

Il s'avère qu'au-delà des tâches de réception, qui concernent surtout la conformité de la chose construite aux spécifications techniques, il faudra réaliser une évaluation de l'objet en fonctionnement.

Les anglo-saxons ont introduit le terme de **commissioning** pour ce qui concerne les équipements techniques (appareils de chauffage, réseaux divers). À terme, cette validation du mode de fonctionnement doit s'étendre à toutes les dimensions du vécu à savoir les termes de confort et la qualité perçue.

Tous ces axes demandent des recherches quantitatives et qualitatives.

2.2.3 Conclusion

Au vu du tableau 4, les recherches annoncées doivent surtout permettre aux professionnels de mieux s'approprier la démarche performancielle et d'en manier plus facilement les instruments.

2.3 Troisième axe : partager une même modélisation

Modélisation : mode collectif de représentation d'un phénomène et qui n'a de valeur que pour autant qu'il permette d'avoir progressivement prise sur lui.

Un modèle est donc contingent.

Derrière chacun des deux axes précédents, il est possible de discerner un même besoin de partager des connaissances. Cependant, pour y parvenir, il est évident qu'un traitement spécifique devra être entrepris.

Cette attitude traduit deux évolutions sensibles des métiers de la construction :

- d'une part, le contenu des savoir-faire ne se cantonne plus à des tours de main mais devient de moins en moins matériel et tend vers ce que certains appellent de l'immatériel, à savoir **l'information** ;
- d'autre part, cette transformation est rendue possible par les nouvelles capacités de **l'informatique** qui autorise une meilleure capitalisation mais aussi un traitement des données plus complexes.

La théorie de l'information, par ailleurs, indique que pour établir une bonne communication, c'est-à-dire permettre à deux intervenants d'opérer un transfert (un échange), il leur faut transmettre un contenant et un contenu véhiculés par un vecteur et que le sens du message soit intelligible des deux grâce à un protocole partagé. La construction n'échappe pas à cette règle.

Cette convention au plan pratique se définit par l'existence d'une modélisation qui doit rendre compte à la fois du produit et du processus.

2.3.1 Information et informatique

Pour autoriser l'exploitation complète du potentiel de l'information, une réflexion doit être lancée sur le contenu manipulé par ce vecteur et en premier lieu sur les informations relatives au produit.

Des travaux ont été entrepris à ce titre et sont plus connus sous le nom d'IFC (*Industrial Foundation Classe*). Cependant, à l'usage, il s'avère qu'une étape a été franchie mais qu'elle est avant tout de

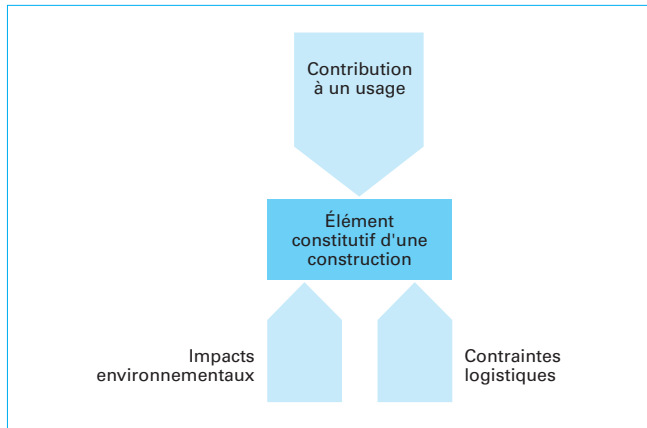


Figure 12 – Élément constitutif d'une construction ; fonctions d'usage et contraintes

l'ordre du formatage. Un standard a été introduit beaucoup plus sous l'aspect de capacité d'encapsulation de l'information que de nature intrinsèque de celle-ci.

Il devient de plus en plus nécessaire d'organiser une réflexion « métier » sur ce contenu qui peut désormais être véhiculé et partagé entre les différents intervenants de la chaîne de valeur.

La prise en compte du développement durable autorise une proposition qui n'est pas dénuée d'intérêt puisqu'elle rejoint cette autre notion soulevée par l'intégration qui est celle de l'efficacité.

Un diagramme permet de mieux visualiser ce point (figure 12).

La valeur apportée par un élément de construction se définit comme sa capacité propre à répondre aux différentes fonctions d'usage.

Les contraintes, c'est-à-dire l'ensemble des « inconvénients » inhérents à la mise en œuvre de cet élément, appartiennent à deux classes :

- les impacts environnementaux générés au cours du cycle de vie programmé ;
- les diverses conditions logistiques indispensables pour sa réalisation et sa maintenance dans le temps.

L'ensemble de ces informations permet d'envisager le calcul de ce que les industriels appellent le « coût de possession ».

Mais surtout ces indications constituent autant d'attributs de l'objet désigné.

Sur la base de cette proposition qui découle de l'analyse fonctionnelle tout un pan de développements est alors accessible.

2.3.1.1 Principes techniques

À partir du moment où chaque composant/élément de la construction est défini par les attributs qui renseignent l'ensemble du cycle de vie, toute l'attention des concepteurs peut alors porter sur les choix véritables, c'est-à-dire sur les principes techniques.

Ce concept est encore peu familier en France puisque trop de projets sont traités en conformité avec une monoculture dominante : celle du béton coulé en place.

En fait, dans chaque contexte, les paramètres étant variables, les choix définitifs devraient résulter d'une analyse comparative entre différentes filières constructives et ce à chaque niveau de détail. Cette gestion des principes techniques sera d'autant plus pratiquée qu'une nomenclature fonctionnelle des techniques sera mise à disposition des professionnels.

L'établissement de cette grille de lecture structurée doit être mutualisé puisqu'elle relève d'une connaissance partagée. Une première esquisse existe mais elle doit être enrichie et validée.

Pour en tirer le meilleur parti, elle devra être couplée avec une expertise permettant de gérer la transmission successive des performances à chaque bifurcation des choix.

C'est donc toute une ingénierie des connaissances qui doit se déployer.

2.3.1.2 Simulation des comportements

Sur la base du travail précédent, il sera désormais possible de piloter une suite de simulations autorisant l'observation du cycle d'utilisation selon différents points de vue (durabilité, respect de l'environnement, maintenance...).

Cependant, si le couplage avec des logiciels graphiques 3D est envisageable, le point dur à franchir est celui du chaînage des savoirs techniques qui sont encore cloisonnés et déconnectés de la dimension économique.

En outre, cette recherche devra très rapidement déboucher sur une application grand public de façon à associer les utilisateurs finaux aux différents stades d'une opération. Elle doit donc s'appliquer quelle que soit la typologie du projet.

Au-delà, la constitution d'une maquette virtuelle est certainement possible à l'image de ce qui se fait en aéronautique. Mais là encore la réalisation d'un tel outil suppose des efforts énormes pour constituer les banques de données cohérentes et fédératrices d'une information qui est pour l'heure très éclatée.

Par ailleurs l'immersion de l'utilisateur final dans ce modèle, qui est accessible actuellement en termes de rendu architectural, devra faire appel à des « avatars » pour obtenir de véritables interactions conformes aux comportements réalistes.

2.3.2 Modélisation spécifique

La construction est certes définie par la spécification de ses éléments mais également par les conditions de production. L'information de la phase réalisation telle qu'elle est pratiquée dans le secteur industriel suppose une adaptation au caractère particulier du chantier forain.

En effet, la construction n'est pas un processus fixe mais constitue un lieu de production qui se modifie à chaque instant.

Pour tirer parti du potentiel de l'« informatique de production », il semble indispensable de disposer d'une modélisation spécifique qui peut être illustrée par le diagramme de la figure 13 respectant les conventions de la symbolique IDEF0 (*Integrated Definition Method ; Function Modeling Method*).

Sur la base de cette modélisation, il devrait être possible d'organiser un suivi de production qui ne soit pas seulement d'ordre comptable mais qui autorise également des choix technologiques et conduise peu à peu vers un pilotage en temps réel des activités d'un chantier.

2.3.2.1 Simulateurs

Pour obtenir des capacités de simulation, les efforts portent actuellement sur la capitalisation de processus élémentaires à partir desquels il sera possible de recomposer des processus plus complexes par addition. Cette démarche de type analytique est nécessaire pour disposer d'une bibliothèque.

La comparaison entre différents modes d'exécution peut s'obtenir sur cette base mais elle restera le résultat d'un choix préalable dicté par l'expérience métier.

Il serait intéressant d'aller au-delà et d'accompagner les choix architectoniques d'une visualisation des conséquences en termes de cinématique sur chantier.

À cette fin, le développement d'un système expert est possible pour autant que les attributs logistiques de chaque composant physique soient renseignés. Ce n'est semble-t-il qu'à ce prix que la préparation de chantier deviendra plus complète et pourra s'accompagner d'une capacité de training des équipes locales face à des situations de risque potentiel.

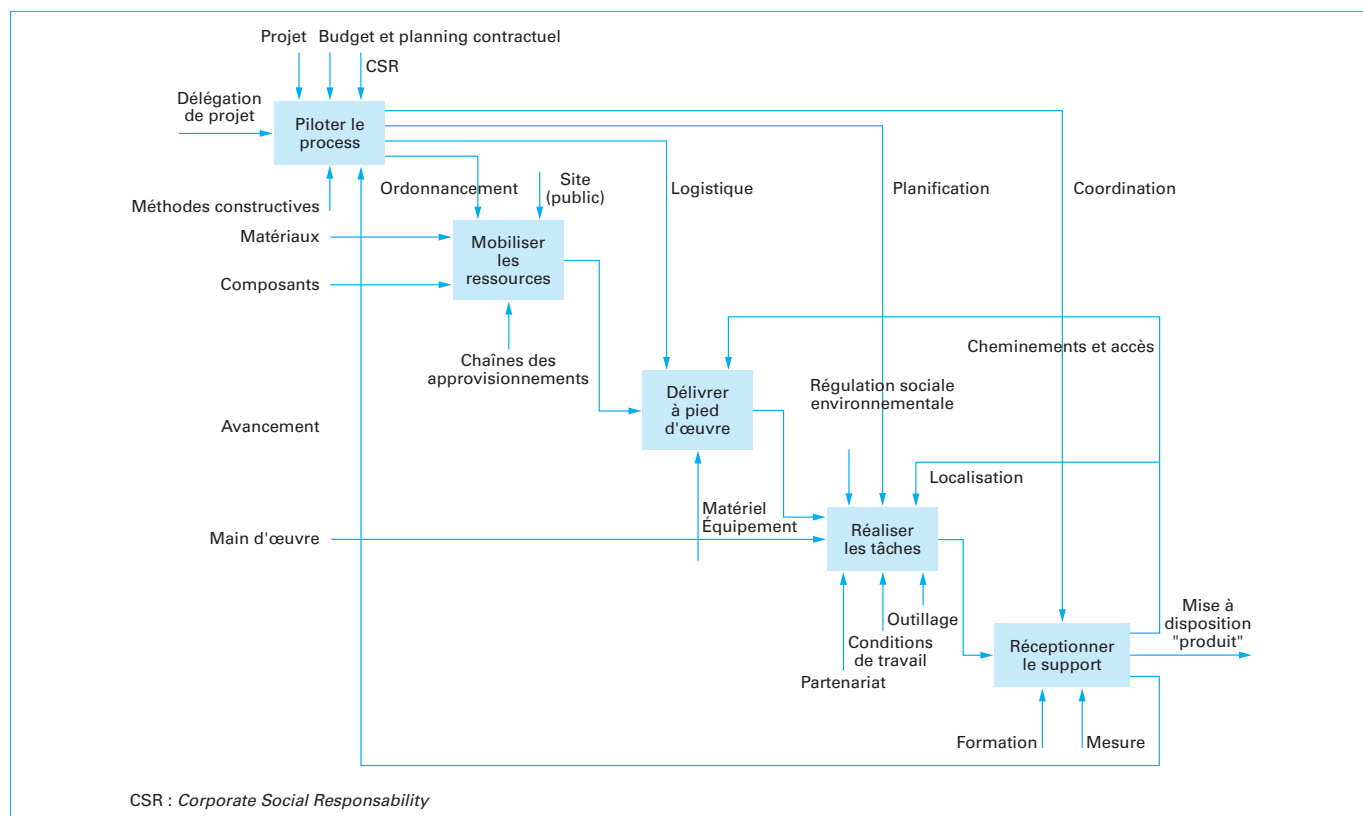


Figure 13 – Le process construction (activité foraine)

Tableau 5 – Impact des NTIC

Développements nouveaux	Correspondre à une demande	Être en accord avec la réglementation	Faire preuve d'Ingéniosité	Autoriser une appropriation
Principes techniques			●	
Simulation des comportements	●	●		
Simulateurs de situations			●	●
Informatique de terrain			●	

2.3.2.2 Informatique de terrain

Un autre volet de la recherche concerne l'« infrastructure » communicative.

Une informatique répartie est la seule configuration qui soit assez souple pour s'adapter aux différents contextes de travaux. Cependant il n'existe pas encore de réelles solutions pour mettre en réseau la totalité des compagnons d'un site, et ce de manière interactive et en temps réel.

En effet, l'obstacle actuel réside dans le coût unitaire des équipements mais aussi dans la discontinuité des informations, puisqu'elles nécessitent trop souvent des reports de fichiers pour traitement. De ce fait, il est très difficile d'obtenir une valeur ajoutée en retour pour les hommes de base.

Un chantier « digitalisé » devrait être en mesure d'instaurer les conditions d'un dialogue permanent : remontée des données sai-

sies à la source et, en réponse, assistance ou consignes après traitement (monitoring).

Il ne s'agit en aucun cas d'imaginer une mise sous contrôle de toutes les activités car, alors, une automatisation totale serait possible. C'est plutôt la recherche d'une capacité de mise en tension du collectif de production pour utiliser au mieux les ressources disponibles. À ce stade, qui peut être qualifié d'organisation « vigilante », l'entreprise sera en mesure d'opérer un reengineering permanent.

2.3.3 Conclusion

Cet axe de progrès (tableau 5) met logiquement l'accent sur une meilleure agilité des professionnels résultant de la possibilité d'utiliser tout le potentiel des NTIC (Intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications).

3. Conclusion

Au terme de la réflexion qui vient d’être déployée et mise à plat, il est nécessaire de reformuler les propositions et d’en dégager une règle plus générale.

La prise en compte des exigences d’un développement durable impose désormais de bien situer pour le BTP les différents types de R&D les uns par rapport aux autres.

Le secteur a, par tradition, un certain penchant pour développer des innovations techniques. Cependant leur dissémination est toujours lente. À la lumière du développement durable ce phénomène apparaît logique car, de fait, il y a inversion des priorités ; la recherche technique se doit d’être au service d’une attente du marché et non l’inverse. Cette observation peut être illustrée par le schéma du figure 14a.

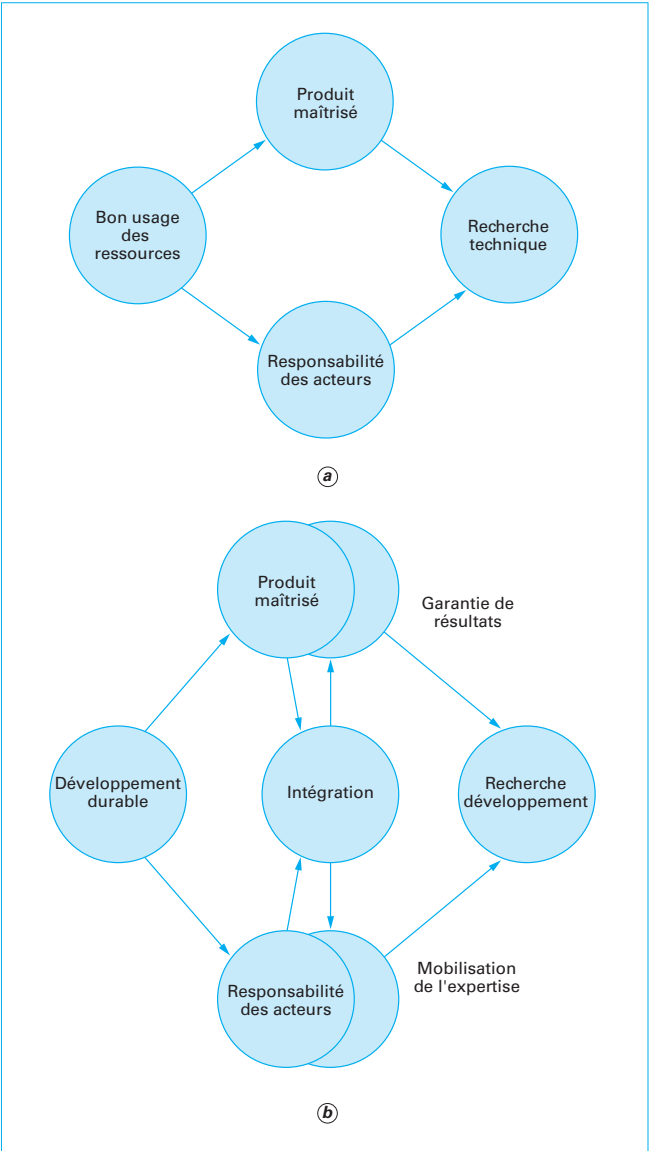


Figure 14 – La recherche technique au service du marché

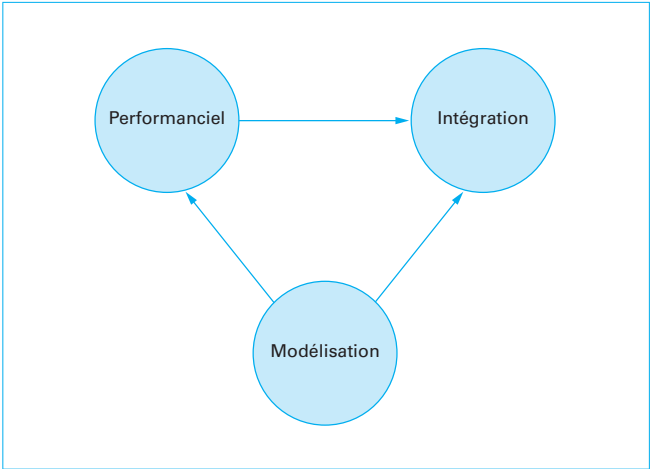


Figure 15 – Organisation des trois thématiques de recherche

La structure de ce diagramme (figure 14a) n’est pas sans rappeler les processus de créativité qui après une phase de divergence concentre les efforts (focalisation) sur des points précis.

Il faut remarquer également que la recherche technique n’est pas exclusivement dédiée au produit mais qu’elle peut également concerner les modes organisationnels de travail.

Mais ce schéma cache une dynamique plus complexe puisqu’elle ne prend effet qu’après une scansion qui correspond à un travail sur le contexte structurel de la profession (figure 14b).

Une économie des ressources suppose de réduire autant que faire se peut les discontinuités introduites par la gestion des interfaces. Une intégration des compétences est indispensable pour obtenir un rendement de production plus élevée du fait d’une cohérence collective qui se substitue à une addition d’intérêt particulier.

Dans les conditions précédentes, il apparaît qu’à l’échéance d’une dizaine d’années, les investissements en recherche et développement ne peuvent s’amplifier que si trois familles de recherches d’ordre sociotechnique sont articulées au préalable.

Ces recherches doivent apporter aux professionnels les éléments d’évaluation qui les confortent dans l’intégration de la filière, le recours aux outils du performancier et l’introduction d’une modélisation de l’activité BTP.

L’organisation de ces trois thématiques peut être symbolisée par une figure 15 qui en désigne les interactions.

En fait ce sont là les trois prérequis pour accéder au stade « industriel » de la construction, c’est-à-dire à un niveau organisationnel qui permette de tirer avantage d’actions de progrès et d’offrir aux utilisateurs finaux un meilleur service ; en somme de pouvoir bénéficier de l’avantage compétitif procuré par la recherche et le développement technologique.

« La difficulté n’est pas de comprendre les idées nouvelles. Elle est d’échapper aux idées anciennes qui ont poussé leurs ramifications dans tous les recoins de l’esprit des personnes ayant reçu la même formation. »
John Maynard KEYNES