

GUIDE

Optimiser un projet industriel : les leviers de l'Ingénierie

Octobre 2012



SYNTEC-INGÉNIERIE

Directeur de la publication :
Syntec-Ingénierie, Fédération professionnelle de l'ingénierie
de la construction et de l'industrie

Groupe de Travail :
Club Ingénierie Industrielle, animé par le
Bureau « Industrie » de Syntec-Ingénierie

Coordination :
Valentin HUEBER, Syntec-Ingénierie

© SYNTEC-INGENIERIE
La Fédération Professionnelle de l'Ingénierie
de la construction et de l'industrie

Un secteur représentant 350.000 emplois dont la moitié d'ingénieurs

Sommaire

Avant Propos

| | |
|---------------------|--------|
| Synthèse | page 4 |
| Pourquoi ce guide ? | page 6 |

1. Rôles, missions et responsabilités des acteurs d'un projet industriel

| | |
|--------------------------------|--------|
| 1.1. Les acteurs | page 7 |
| 1.2. L'ingénierie industrielle | page 9 |

2. L'ingénierie comme levier principal d'optimisation des projets industriels

| | |
|--|---------|
| 2.1. Pourquoi valoriser l'ingénierie | page 10 |
| 2.2. Pourquoi l'ingénierie doit intervenir dans les phases amont des projets | page 10 |
| 2.3. L'importance du rôle de l'ingénierie dans la maîtrise des projets | page 13 |

3. Comment optimiser des projets industriels

| | |
|---|---------|
| 3.1. Le phasage d'un projet | page 14 |
| 3.2. Les facteurs clés de succès d'un projet industriel | page 14 |
| 3.3. Les bonnes pratiques : | |
| - du donneur d'ordres industriel | page 17 |
| - de l'ingénierie | page 18 |
| - en matière de contractualisation | page 19 |

Conclusion

page 24

Annexes

| | |
|--|---------|
| 1. Illustrations de bonnes pratiques en matière de projets industriels | page 25 |
| 2. Fiches pratiques des phases d'un projet industriel | page 27 |
| 3. Comparaison des approches contractuelles entre la France et les pays anglo-saxons | page 31 |
| 4. Glossaire | page 34 |
| 5. Les membres du Club Ingénierie Industrielle de Syntec-Ingénierie | page 35 |

Synthèse

Le Club Ingénierie Industrielle de Syntec-Ingénierie, qui réunit des Responsables ingénierie d'industriels et des Dirigeants de sociétés d'ingénierie professionnelle, souligne le caractère déterminant d'une implication forte et le plus en amont possible de l'ingénierie au sein d'un projet industriel pour garantir ses meilleures chances de réussite et propose en ce sens des leviers d'optimisation de recours à l'ingénierie.

La fonction ingénierie est présente dans les secteurs industriels à deux niveaux distincts mais complémentaires :

- les services d'ingénierie intégrée aux équipes des donneurs d'ordres industriels,
- les sociétés d'ingénierie professionnelle indépendantes, qui interviennent pour différents donneurs d'ordres de secteurs industriels les plus variés.

S'il s'avère par nature très difficile de mesurer le poids économique des services d'ingénierie intégrée, celui de l'ingénierie industrielle indépendante est important : le secteur emploie plus de 20% des 350.000 personnes travaillant dans l'ingénierie professionnelle en France. Plus de la moitié des effectifs sont des ingénieurs et cadres, l'ingénierie industrielle indépendante réalisant un chiffre d'affaires d'environ 11 milliards d'euros en 2011, dont 40% à l'international. Proposant une offre de service complète, les sociétés d'ingénierie professionnelle intègrent performance technologique, contraintes environnementales et facteur social.

L'ingénierie des projets industriels dans son ensemble propose des prestations intellectuelles à haute valeur ajoutée pour le maître d'ouvrage pour lequel elle **assure les études, la conception et la supervision de la réalisation de ses unités de production et de ses process.**

Les crises économiques récentes et actuelles ont catalysé la généralisation et la pérennisation de pratiques dommageables au bon déroulement des projets (via par exemple une simplification outrancière de leur déroulement), modifiant les modes de recours à la fonction ingénierie et mettant gravement en cause ses apports de valeur ajoutée.

Parmi les évolutions structurelles dangereuses pour l'avenir des filières industrielles françaises, une dérive issue de la rationalisation des achats amène des donneurs d'ordres à privilégier la recherche d'une apparente rentabilité à court terme. Les effets induits sont une pression déraisonnable sur les prix d'ingénierie, la généralisation de pratiques destructrices de valeur et des modalités de contractualisation préoccupantes. Il s'ensuit des prestations limitées de l'ingénierie, au détriment de la maîtrise des projets industriels sur lesquels elle est mobilisée. **Si rien n'est fait aujourd'hui pour rectifier cette situation, l'industrie française sera confrontée à une perte de compétences spécifiques à certains métiers, irrémédiable et dommageable pour sa compétitivité.**

Soucieux de maintenir le lien conception-fabrication sur le territoire français et de sauvegarder les compétences clés de métiers à forte valeur ajoutée, le Club Ingénierie Industrielle de Syntec-Ingénierie propose, à travers ce guide, des principes d'intervention propices au développement d'une compétitivité durable de l'industrie française dans son ensemble.

Avant Propos

Ce guide a pour objet de proposer **des modalités efficaces de recours à l'ingénierie** :

- *via* une mobilisation de la fonction ingénierie au « juste moment » : **dès la première estimation de l'investissement et le lancement du projet** ;
- *via* la mise en œuvre d'une « juste méthode » : **mettre en place une gouvernance véritablement concertée de développement des projets**, par le biais de partenariats forts et durables entre maîtres d'ouvrages et services et/ou sociétés d'ingénierie.

L'appropriation des recommandations et des bonnes pratiques développées dans ce guide par chacune des parties prenantes d'un projet industriel, quel qu'il soit, constituera :

- un **gage de la qualité des projets industriels**, notamment selon les impératifs techniques, de coûts et de délais fixés par le donneur d'ordres industriel ;
- une **source d'optimisation des projets industriels**, du lancement à la conception et à la réalisation effective des différentes tâches qui concourent à leur mise en œuvre ;
- des **leviers de compétitivité pour les industriels** en particulier, et pour l'intégralité des chaînes industrielles françaises en général.

Considérant **les apports de l'ingénierie comme un outil de création de valeur et non comme un coût**, le développement d'un cadre d'exercice favorable à l'ingénierie lui permettra de donner la pleine mesure de sa valeur ajoutée *via* une qualité de service renforcée.

Donneurs d'ordres industriels, ingénieristes et pouvoirs publics ont les moyens de mettre en place un cadre d'exercice favorable au développement des services à l'industrie, essentiel à l'accroissement de la compétitivité de l'industrie française.

Pourquoi ce Guide ?

Ce guide - édité par Syntec-Ingénierie, la Fédération Professionnelle de l'Ingénierie - a pour but d'aider le lecteur à optimiser les conditions de réalisation de missions d'ingénierie, que celles-ci soient opérées par les services internes aux industriels (ingénierie intégrée) ou externes, car confiées à des sociétés d'ingénierie professionnelle de l'industrie (ingénierie externalisée).

Observant l'augmentation constante des contraintes inhérentes à tout projet industriel – qu'elles soient internes au projet (complexité technique, exigences économiques, etc.) ou externes (acceptabilité publique des projets, intégration des normes et règlements liés par exemple à la sécurité ou à l'environnement, etc.) – **les ingénieristes anticipent les différents risques qui en découlent et alertent sur la nécessaire sensibilisation de tous les acteurs parties prenantes d'un projet industriel afin d'utiliser à bon escient les ressources de l'ingénierie et parvenir, ainsi, à un résultat optimisé.**

Au-delà, ce guide se veut un outil concret de mise en œuvre de bonnes pratiques à promouvoir et à développer afin de maximiser l'apport de valeur ajoutée de l'ingénierie, qu'elle soit issue des services intégrés aux industriels ou de sociétés d'ingénierie professionnelle indépendantes.

Les éléments présentés ici, s'ils sont appréhendés avec pragmatisme et efficacité par toutes les parties prenantes d'un projet industriel, constituent des leviers d'efficacité profitables à tous, et *in fine* des **sources de compétitivité pour tous les acteurs des différentes filières industrielles.**

Ce guide s'adresse donc tout à la fois aux équipes des donneurs d'ordres industriels et des ingénieries internes et indépendantes, dont notamment :

- les directions générales, les services achats, projets et techniques des donneurs d'ordres industriels ;
- les équipes commerciales, projets et techniques des sociétés d'ingénierie.

Les préconisations proposées dans ce guide sont essentielles au **maintien du savoir-faire de l'ingénierie industrielle en France, indispensables au (re-)développement des secteurs industriels en recherche de compétitivité.** Elles doivent s'inscrire dans un cadre défini en partenariat étroit avec les industriels et les pouvoirs publics, dont l'adhésion et le soutien sont indispensables.

Un glossaire en fin de document (voir annexe 4 - page 34) reprend et explicite les acronymes et termes anglo-saxons qui sont utilisés dans ce guide.

Chapitre 1

Rôles, missions et responsabilités des acteurs d'un projet industriel

1.1. Les acteurs

Un projet industriel intègre un nombre important d'acteurs différents, tant par leurs rôles et les fonctions qu'ils tiennent au sein du projet que par les missions et les responsabilités qui leur sont confiées.

Ainsi, qu'ils soient industriels (directions stratégiques, marketing, techniques, travaux/projets, etc.), ingénieristes (intégrés aux équipes de l'industriel ou appartenant à des sociétés indépendantes d'ingénierie professionnelle), fournisseurs d'équipements, entreprises de construction ou plus largement acteurs de l'environnement global (réglementaire, normatif, politique, économique, etc.), tous ont des intérêts, des objectifs et des contraintes qui, bien qu'apparemment différents, n'en ont pour autant pas moins le même but : assurer la réussite du projet industriel sur les plans, techniques, coûts, délais, impacts sur l'environnement et/ou sur l'économie locale.

Tous ces acteurs interviennent, concomitamment ou non, dans les différentes phases du projet.

| Phases | Sous-phases | Business | Ingénierie | Exploitation |
|-----------------------------------|--|----------|------------|--------------|
| 0. Initiative | 0.1 Étude de marché | ●● | | |
| | 0.2 Dossier d'analyse | ●● | | |
| 1. Lancement | 1.1 Lancement du projet | ●●● | ● | |
| | 1.2 Étude de faisabilité | ●● | ●● | |
| | 1.3 Définition du projet | ●● | ●●● | |
| 2. Étude de conception | 2.1 Étude conceptuelle | ●● | ●●● | |
| | 2.2 Conception préliminaire et conception élaborée | ●● | ●●● | ● |
| | 2.3 Conception détaillée (ou FEED) | ● | ●●● | ●● |
| | 2.4 Études d'exécution | | ●●● | ●● |
| 3. Approvisionnement | 3.1 Approvisionnement | | ●●● | ● |
| | 3.2 Passation des marchés de travaux | | ●●● | |
| 4. Réalisation des travaux | 4.1 Préparation | | ●●● | ●● |
| | 4.2 Construction | | ●●● | ●● |
| | 4.3 Préparation à la mise en service | | ●●● | ●● |
| | 4.4 Réception | | ● | ●●● |
| | 4.5 Autorisation réglementaire de mise en service | ●● | | ●●● |
| 5. Utilisation | 5.1 Exploitation | | | ●●● |
| | 5.2 Maintenance | | ● | ●●● |
| 6. Fin de vie | 6.1 Réhabilitation | | | ●●● |
| | 6.2 Démontage | | | ●●● |

Cette phase étant considérée comme un projet à part entière, elle n'est pas détaillée distinctement dans ce guide.

Fig. 1 - Poids relatif des acteurs d'un projet lors des différentes phases.

Si les équipes stratégie, marketing, techniques, travaux/projets (regroupées ci-dessus et dans ce guide sous le terme *Business*), et celles en charge de l'exploitation des unités, font, à ce jour, partie intégrante du personnel quotidiennement mobilisé par l'entreprise industrielle qui investit (le maître d'ouvrage du projet), il en va différemment de l'ingénierie, qui constitue une spécialité à laquelle l'industriel va faire appel le temps du projet. Le rôle de l'ingénierie est d'aider l'industriel à aller de l'idée à l'objet (au sens large).

Chapitre 1

Ainsi, l'industriel choisit, selon les ressources d'ingénierie sur lesquelles il peut s'appuyer en interne, d'externaliser tout ou partie des phases d'un projet. Cet arbitrage peut aussi bien résulter d'un choix politique structurel que d'un manque de compétences dans un domaine donné et/ou d'une conjoncture particulière (comme une surcharge d'activité par exemple). Les raisons, l'ampleur et le timing de l'externalisation de la fonction ingénierie varient donc d'un industriel à l'autre, mais aussi d'un projet à l'autre.

Pour autant, il est toujours nécessaire, pour l'industriel, d'avoir en son sein des équipes d'ingénieurs capables *a minima* de définir les données d'entrée qui pourront être traitées ensuite par l'ingénierie. A ce titre, notons que **mieux les données d'entrée sont définies, plus l'externalisation est possible et aisée**. Néanmoins, l'industriel peut faire appel à des ingénieurs et des techniciens extérieurs issus de sociétés d'ingénierie professionnelle dès cette phase de « défrichage » - qui correspond à la phase « 1. Lancement » de la figure 1. Mais pour engager ainsi des études sans définition précise de l'installation à réaliser, l'industriel a tout intérêt à avoir choisi **une forme contractuelle appropriée** et/ou à avoir développé **une relation partenariale de long terme** avec des acteurs de l'ingénierie professionnelle.

Lorsque les données d'entrée du projet sont suffisamment définies pour fournir un cahier des charges précis ou lorsque la relation partenariale entre un industriel et une ingénierie professionnelle est pleinement effective, le donneur d'ordres peut externaliser globalement le projet.

Quand les objectifs à atteindre et les réalisations attendues sont clairs, l'ingénierie professionnelle peut accepter une obligation de résultat. Mais dans ce cas, l'industriel a une obligation de moyens : il doit avoir la capacité à engager, en tant que de besoin, les personnels d'exploitation capables de dialoguer avec l'ingénierie professionnelle sur les éléments techniques du projet. A défaut, ce manque de moyens obèrera la réussite du projet en termes de qualité, de coût et/ou de délai. **Le donneur d'ordres industriel doit donc consacrer des moyens suffisants pour s'assurer que ses demandes ont été bien comprises.**

Différents types d'intervention de l'ingénierie professionnelle sont possibles :

- soit elle travaille avec ses méthodes et ses outils propres, dans le cadre de forfaits voire d'opérations clé en main, pour parvenir au résultat défini par/avec le donneur d'ordres industriel ;
- soit elle utilise les méthodes et les outils de son client industriel, en mobilisant les ressources humaines nécessaires pour la réalisation des tâches à effectuer.

L'implication, dès les phases amont du projet, d'une ingénierie professionnelle aux côtés des équipes de l'industriel permet de mieux sécuriser le budget et le planning des différentes options examinées. Le risque de remise en cause globale du projet dans des phases ultérieures, du fait de dérives budgétaires par exemple, est ainsi largement diminué.

Malgré tout, quel que soit le degré de sous-traitance des missions d'ingénierie, **le donneur d'ordres industriel garde toujours la responsabilité des résultats du projet**, ce qui n'exonère pas pour autant l'ingénierie professionnelle de sa responsabilité contractuelle et civile.

1.2. L'ingénierie industrielle

La fonction ingénierie d'un projet industriel étant externalisable pour tout ou partie, le recours à des sociétés d'ingénierie professionnelle, indépendantes et spécialisées dans ce type de missions, est devenu une pratique courante et qui ne cesse de se développer.

Différentes sociétés se sont ainsi développées, Syntec-Ingénierie - la Fédération professionnelle de l'Ingénierie – regroupant en son sein les principaux acteurs du marché français¹.

L'ingénierie professionnelle en France emploie près de 350.000 personnes, dont plus des deux tiers sont des ingénieurs et cadres. Elle a réalisé en 2011 un chiffre d'affaires de 40 milliards d'euros.

L'ingénierie professionnelle est un secteur d'activité économique à part entière, constitué de sociétés de service indépendantes proposant des prestations commercialisées sur le marché concurrentiel. Distinctes mais partenaires des services d'ingénierie intégrés aux entreprises clientes des secteurs industriels et de l'ingénierie publique, elles réalisent les études, la conception et supervisent la réalisation d'unités et/ou d'installations industrielles au sein desquelles elles intègrent équipements et *process* de l'industriel.

Partenaire des entreprises industrielles, l'ingénierie professionnelle participe de manière importante à la création de la valeur ajoutée de ces dernières et, de ce fait, représente un rouage essentiel du développement économique de notre pays.

A côté des sociétés d'ingénierie intervenant dans les secteurs de la construction (bâti-ments, infrastructures et géotechnique), on distingue habituellement deux types de sociétés d'ingénierie intervenant dans les domaines industriels :

- **L'Ingénierie Industrielle** : études, conception et réalisation d'installations industrielles – comprenant notamment les unités de fabrication, les utilités, les *process* – par exemple pour les industries des secteurs agro-alimentaire, chimie, métallurgie, énergie, pétrole/gaz, plasturgie, sciences de la vie, verre, etc. ;
- **L'Ingénierie et Conseil en Technologies (ICT)** : études, conception et réalisation de produits et de systèmes industriels, par exemple pour l'automobile, l'aéronautique, le spa-tial, le ferroviaire, le naval, etc.

Zoom sur l'ingénierie professionnelle en France

L'objectif de ce guide étant d'optimiser les projets industriels en utilisant au mieux les com-pétences et savoir-faire de l'ingénierie industrielle, il ne sera pas fait, dans la suite de ce document, de distinction entre ingénierie interne des industriels et ingénierie profes-sionnelle externalisée ; seule la « fonction » ingénierie dans le cadre d'un projet industriel est ainsi considérée.

1. La liste des sociétés adhérentes à Syntec-Ingénierie est régulièrement mise à jour et consultable dans la rubrique « Annuaire » de son site internet www.syntec-ingenierie.fr.

Chapitre 2

L'ingénierie comme levier principal d'optimisation des projets industriels

2.1. Pourquoi valoriser l'ingénierie

Les facteurs clés de succès d'un projet industriel résident aussi bien dans la pertinence des stratégies commerciale et industrielle du donneur d'ordres que dans **la qualité de l'expression de ses besoins** et dans le bon choix technico-économique réalisé en amont du projet.

Sur ces deux derniers critères, la valeur ajoutée de l'ingénierie est de première importance pour peu qu'elle soit sollicitée suffisamment tôt dans le projet. En effet, cet apport de l'ingénierie n'est pas toujours perçu à sa juste valeur par les maîtres d'ouvrages industriels, qui font parfois appel à l'ingénierie quand les solutions sont figées et dans le cadre d'un planning contraint ne permettant plus la moindre optimisation de conception : l'ingénierie n'est alors utilisée qu'en mode « exécution ».

Pourtant, l'intervention de l'ingénierie dès les phases amont permet au donneur d'ordres industriel d'être sensibilisé sur la nécessité de structurer la partie « maîtrise d'ouvrage » du projet, tant au niveau de son équipe projet que pour ce qui concerne les outils de gestion et de contrôle de projet (coût, planning, risques...) - outils qui peuvent être propres à la maîtrise d'ouvrage ou partagés avec l'ingénierie.

Au-delà de son apport dans les phases amont, par son professionnalisme et sa méthodologie, l'ingénierie a également pour mission de fiabiliser la maîtrise du déroulement du projet, notamment *via* la gestion des risques du projet, la rigueur dans le respect des différentes phases et la mise en œuvre des revues permettant de valider le passage aux phases suivantes.

2.2. Pourquoi l'ingénierie doit intervenir dans les phases amont des projets

2.2.1. Constat : le potentiel d'optimisation, donc de gain, sur les projets est décroissant au fur et à mesure de son avancement

Même s'il est important de maîtriser les coûts d'un projet durant tout son déroulement, l'expérience montre que les gains majeurs sont réalisés dans les phases amont du projet.

Ainsi, les ordres de grandeurs des gains potentiels au cours de la vie d'un projet sont les suivants :

- Politique industrielle : plusieurs dizaines de %
- Référentiel de cadrage du client : une dizaine de %
- Référentiel de réalisation : quelques %

La figure 2 ci-après, issue de statistiques réalisées par IPA (Independent Project Analysis) - cabinet d'analyse indépendant - exprime le fait que plus les études sont réalisées de manière rigoureuse et approfondie, meilleure sera la qualité du projet, notamment en termes de coûts et de délais de réalisation.

Chapitre 2

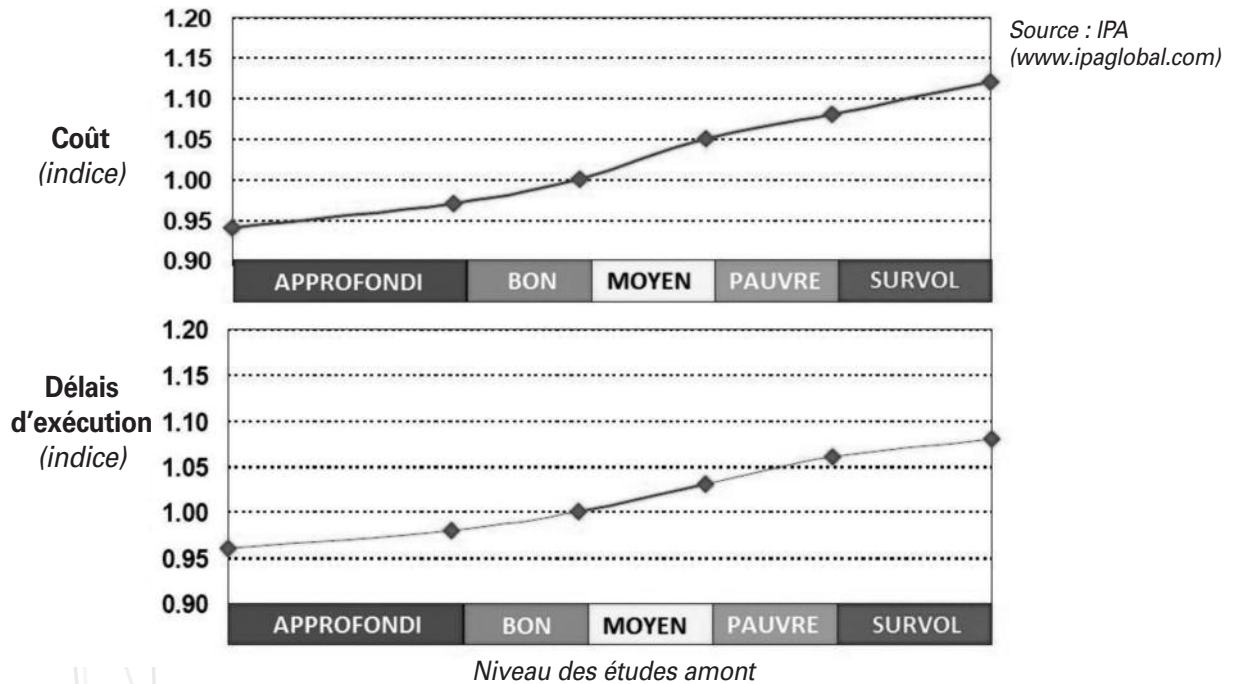


Fig. 2 - Rapport entre les coûts et les délais d'exécution finaux d'un projet industriel et le niveau des études amont de l'ingénierie.

- **Gain maximal au niveau de la politique industrielle du donneur d'ordres et dans le cadre de la définition des exigences**

A titre d'exemple, l'analyse de risque de défaillance du *process* peut ou non conduire à la redondance des équipements : la qualité et la finesse de cette analyse impactent donc fortement la « macro-conception » de l'ouvrage et conditionnent fortement son coût.

- **Gain important en phase de faisabilité en gérant bien la définition du projet**

En début de projet, dans les phases de lancement et de faisabilité, il est important d'ouvrir le champ des solutions par une approche de *brainstorming* entre acteurs expérimentés. L'objectif est alors de faire ressortir plusieurs solutions qui seront ensuite comparées pour aboutir au choix de la solution présentant le meilleur résultat technico-économique.

- **Gain notable dans la qualité du lotissement des marchés et dans la maîtrise des prestations**

Une fois la solution de base déterminée et étudiée, il est important de ne pas en changer, ce qui est d'autant plus aisé que la phase amont aura été consolidée. Les gains principaux sont alors liés à la qualité des études et du lotissement ainsi qu'à la qualité des fournisseurs et des entreprises qui seront contractés.

- **Gain mineur au niveau des études d'exécution et de la réalisation**

En phase de réalisation (études d'exécution et réalisation), on parlera plus de maîtrise que de gain : la qualité des études, mais surtout du pilotage de l'ensemble des acteurs, devient alors majeure ; si le pilotage et la gestion des interfaces sont déficients, de forts surcoûts sont à redouter.

2.2.2. Le coût marginal d'ingénierie est négligeable pour le montant global du projet

Tout en restant vigilant sur le niveau du coût des prestations de l'ingénierie, il est important d'avoir à l'esprit l'impact faible d'une variation (même importante) de ces coûts d'ingénierie sur le montant total des projets.

Chapitre 2

A titre d'exemple, si les coûts d'ingénierie liés à un projet industriel sont en moyenne de 20% du montant total du projet, et si ces coûts d'ingénierie sont externalisés pour 75% à une seule société d'ingénierie professionnelle, une baisse de 10% du prix payé à l'ingénieur extérieur ne conduit qu'à un gain de 1,5% sur le montant total du projet pour le donneur d'ordres.

Sans vouloir minimiser cet impact, il est à comparer au gain potentiel exposé en 2.2.1. et aux gains possibles sur des postes comme les consommations d'énergie et/ou de matières premières utilisées dans le *process*, l'optimisation de l'unité industrielle (agencement, interactions *process*/utilités, etc.), la maîtrise du management de projet respectant les fondamentaux méthodologiques, etc.

2.2.3. L'importance de la qualité de l'expression des besoins

L'ingénierie doit aider le donneur d'ordres industriel à exprimer ses besoins fonctionnels, en le questionnant et en étant imaginatif et critique durant les phases amont, puis progressivement en l'aidant à converger sur la meilleure solution technico-économique, notamment en veillant à consolider les raisonnements pour éviter de diverger ultérieurement en cours de projet.

Par ailleurs, l'action amont de l'ingénierie permet également de mieux intégrer le cycle de vie des installations (constructibilité, maintenabilité, aspect sécurité et santé au travail, déconstructibilité...) dans la conception des ouvrages à réaliser. Ces éléments sont partie intégrante de l'expression des besoins dans une approche plus globale.

La figure 3 ci-dessous illustre l'importance de la nécessité :

- d'ouvrir la consultation, en amont, à tous les acteurs du projet pour envisager toutes les solutions possibles ;
- puis de gérer la convergence des besoins de chacun pour définir le projet ;
- avant d'approfondir les études et construire le projet et sur la base de la solution retenue qu'il ne faut pas perturber (ou à la marge).

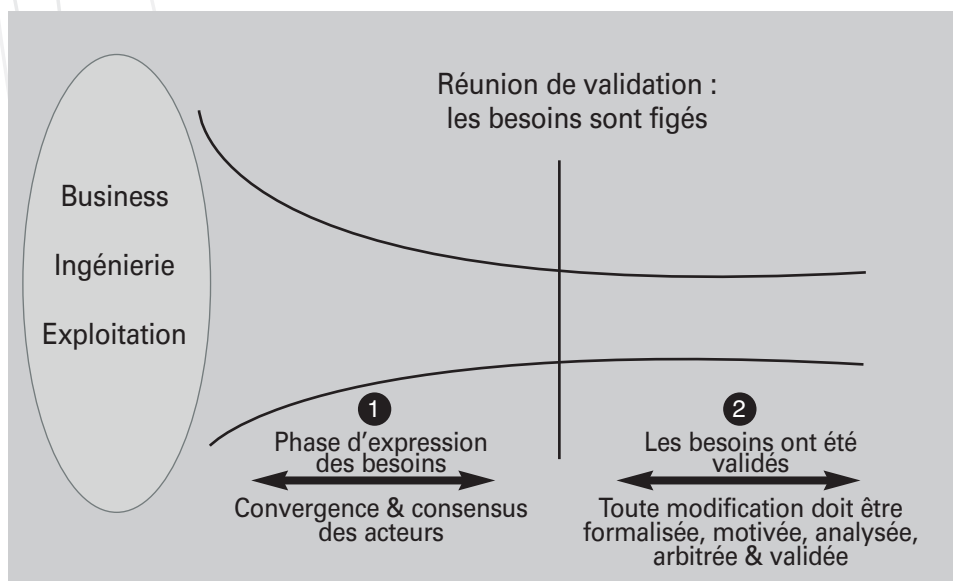


Fig. 3 - Schéma de convergence des besoins des différents acteurs : zoom sur la sous-phase « 2.2. Conception préliminaire et conception élaborée » d'un projet.

Chapitre 2

Le processus doit permettre d'organiser la convergence des besoins du donneur d'ordres industriel *via* les acteurs-clés, tout en inscrivant le projet dans le cadre plus large de la politique industrielle définie par la Direction Générale.

⇒ *L'exemple 1 d'une station d'interconnexion de transport de gaz naturel qui figure en annexe 1 illustre l'importance de l'expression des besoins et l'impact de l'analyse technico-économique de différentes solutions retenues sur les coûts du projet.*

2.2.4. Une approche globale permet au projet une plus grande efficacité

Intervenir le plus en amont possible dans la définition d'un projet donne une vision globale qui répond tout à la fois :

- aux exigences du développement durable,
- à la nécessité d'avoir une analyse des risques pertinente et porteuse d'un résultat optimal en termes de respect des exigences mises en œuvre sur la globalité d'un projet industriel,
- à la nécessité d'avoir un rôle transversal dans le cadre des projets industriels, à travers notamment la capacité à utiliser les méthodologies et les outils les plus pertinents selon les différents cas – et donc issus de pratiques parfois très diverses.

L'ingénierie se positionne comme l'acteur le mieux indiqué pour réaliser ces missions.

2.3. L'importance du rôle de l'ingénierie dans la maîtrise des projets

Par sa pratique permanente de projets variés (de par leur nature, leur taille, etc.) et par la consolidation de son retour d'expérience acquis auprès de différents clients/secteurs d'activité, l'ingénierie apporte ses savoir-faire techniques et méthodologiques qui permettent de structurer le projet, d'optimiser son pilotage et de mieux maîtriser les différents risques.

Le chapitre suivant explicite, entre autres bonnes pratiques, celles qui illustrent l'apport de l'expérience et du professionnalisme de l'ingénierie dans la maîtrise des projets, parmi lesquelles on peut mettre en exergue :

- ses apports pédagogiques auprès du donneur d'ordres afin, que celui-ci se structure également pour assurer son rôle de maître d'ouvrage ;
- ses apports méthodologiques : organisation du projet et description de cette organisation *via* un plan de management du projet (décomposition par phases, notion de « gate » permettant de fiabiliser le passage d'une phase à l'autre *via* notamment la tenue de revues, etc.) ;
- sa capacité à gérer les risques dès le lancement du projet, *via* un plan de management des risques, approche qui permet d'anticiper les difficultés potentielles tant en termes de qualité que de coûts, de délais, de ressources, etc. ;
- sa force de proposition, issue du retour d'expérience de différents projets et de sa pratique de clients/secteurs diversifiés, lui donnant une capacité de propositions techniques alternatives.

Chapitre 3

Comment optimiser des projets industriels

3.1. Le phasage d'un projet

Le séquençage d'un projet en phases permet la maîtrise de son déroulement. Chaque phase permet d'affiner les différents objectifs (commerciaux, industriels, techniques...) du projet ainsi que ses coûts et délais de réalisation finaux.

La décomposition des phases d'un projet retenue dans ce guide correspond à celle présentée dans la figure 1 (voir page 7) et issue de la norme européenne EN 16310² (en cours d'adoption au moment où est édité le présent guide).

L'excellence ne pourra pas être atteinte si les fondamentaux ne sont pas respectés.

Au-delà, le passage d'une phase à la suivante devra être autorisé par le *Gate keeper*, qui doit notamment s'assurer que la phase n est correctement et totalement achevée avant que le projet n'entre dans la phase n+1.

3.2. Les facteurs clés de succès d'un projet industriel

3.2.1. Éléments prépondérants à l'efficacité de l'investissement

Il n'y a pas de « bon » projet sans une vision claire des objectifs commerciaux et industriels. L'absence de cette vision conduit à des remises en causes tardives et donc à des reprises coûteuses en temps et en montants financiers.

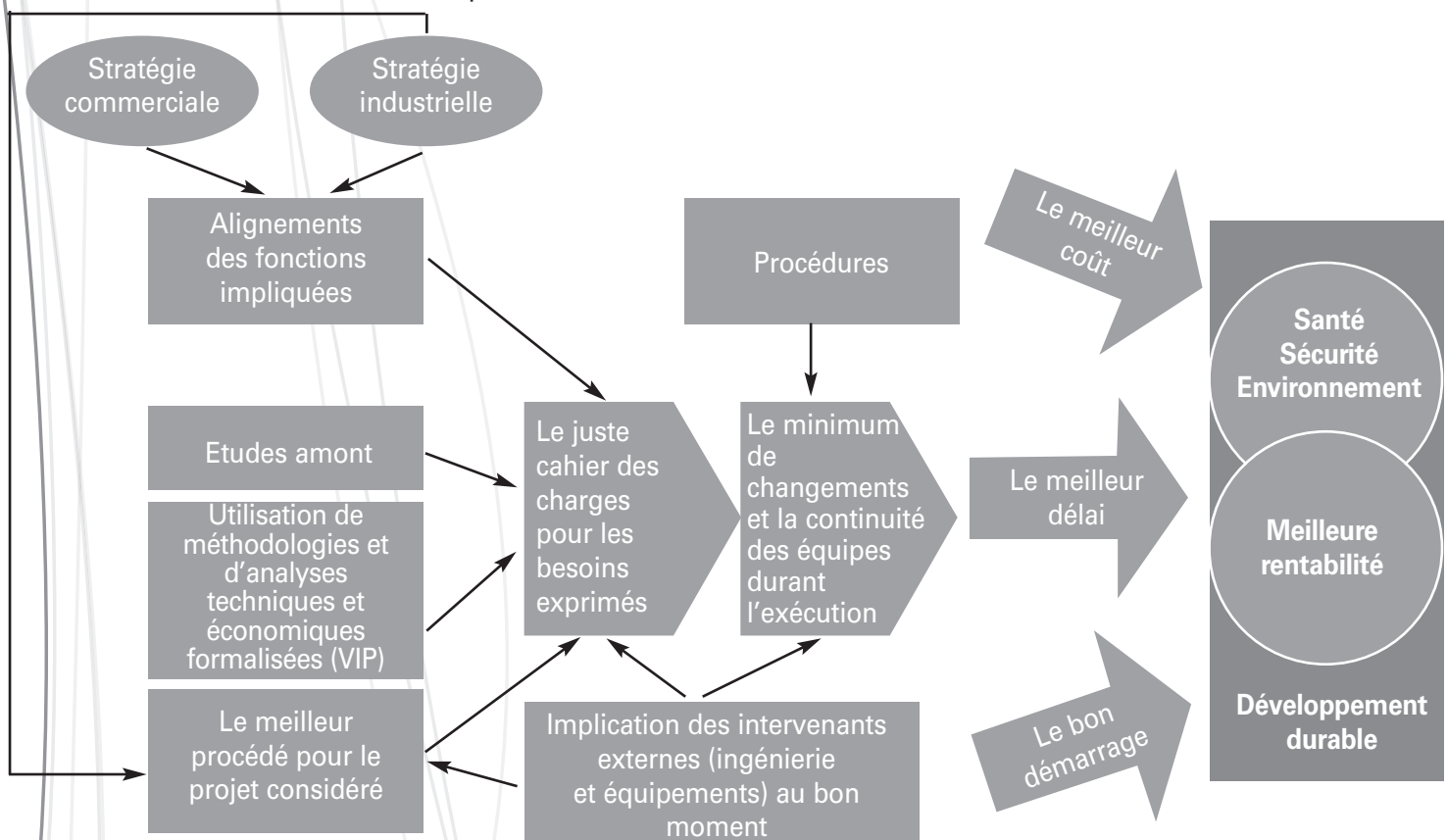


Fig. 4 – Processus d'un projet.

2. EN 16310 : Services de conseil en ingénierie - Terminologie destinée à décrire les services d'ingénierie dans la construction de bâtiments, d'infrastructures et d'installations industrielles.

Chapitre 3

- **Stratégie commerciale**

Quel produit (forme, qualité, etc.), quelle quantité à produire, dans quels délais... ?

- **Stratégie industrielle**

Quel site, quelle capacité de production, quel taux de disponibilité de l'installation, quelles externalisations de production, quelle équipe pour exploiter, quelles exigences SSE... ?

- **Alignement des fonctions impliquées**

S'assurer que les fonctions de l'industriel impliquées (stratégie, marketing, finances, industrielle, technique, exploitation, SSE...) ont bien la même compréhension des objectifs du projet.

- **Utilisation de méthodologies et d'analyses techniques et économiques formalisées (VIP)**

Différents types de méthodologies et d'analyses existent, qui seront utilisées successivement et/ou concomitamment selon les besoins et la nature du projet. Quelques exemples parmi les plus utilisées :

| VIP | Qui fait quoi ? |
|---|---|
| Sélection du procédé | Client leader et ingénierie en conseil |
| Simplification du procédé | Ingénierie propose et client valide |
| Modélisation de la fiabilité du procédé | Analyse par l'ingénierie |
| Optimisation énergétique <i>process</i> /utilités | Analyse et propositions par l'ingénierie |
| Minimisation des rejets | Conseil par l'ingénierie et validation par le client |
| Niveau de qualité de l'unité (durée de vie souhaitée) | Besoin exprimé par le client et propositions par l'ingénierie |
| Juste dimensionnement | Analyse par l'ingénierie et validation par le client |
| Adaptation des standards et spécifications | Proposition par l'ingénierie et validation par le client |
| Maintenance prédictive | Analyse conjointe avec l'exploitant |
| Modélisation 3D | Faite par l'ingénierie |
| Revue de constructibilité | Analyse par l'ingénierie et validation par le client |
| Analyse de la valeur | Pilotée par le client mais peut être faite par l'ingénierie |
| Analyse des risques | Faite par l'ingénierie |

Source : IPA et Club Ingénierie Industrielle

- **Procédures**

Le déroulement du projet doit suivre des procédures établies, incluant les retours d'expérience des projets précédents. Il ne s'agit pas d'un exercice d'improvisation mais bien d'un déroulement qualifié répondant à un système de management décrit explicitement.

- **Minimum de changements et continuité des équipes**

Les projets mettent en œuvre des relations complexes entre des acteurs nombreux et divers qui travaillent en parallèle sur le même objet. Tout changement doit être pris en compte au même moment par tous (ce qui n'est pas toujours le cas), sous peine de reprises pénalisantes. La communication et le partage des informations sont donc capitaux.

La continuité des équipes, et en particulier des postes clés, est indispensable à la réussite du projet. La séparation des fonctions et la capacité à faire valoir leurs différents points de vue est essentielle.

Chapitre 3

• **Qualité des besoins exprimés**

Une expression imprécise ou incomplète des besoins se traduira par exemple par un cahier des charges mal ajusté et sera source d'inefficacité sur les phases aval du projet. Seul un accompagnement du donneur d'ordres industriel par l'ingénierie dès le début du projet – *via* une participation active à la phase de convergence des besoins comme décrite en 2.2.3. - permet une définition optimale des résultats attendus pour le projet. C'est notamment ainsi que l'ingénierie peut augmenter la valeur ajoutée des projets par ses apports.

⇒ *L'exemple 2 de la simplification d'une installation de conditionnement de déchets donné en annexe 1 illustre ce point.*

3.2.2. Une répartition claire et explicite des rôles et des responsabilités des différents acteurs dans chaque phase

Les noms donnés ici aux différentes fonctions sont une convention de langage utilisée dans le présent guide. Les parties prenantes du projet pourront convenir entre elles d'autres appellations conformes à leurs organisations respectives.

• **Directeur de Projet (*business*)**

Une personne unique, dans l'organisation de l'industriel, qui a la **responsabilité globale** du projet, et en particulier de la politique SSE lors de la construction.

- Il est l'unique interlocuteur de l'équipe projet avec la hiérarchie de l'entreprise.
- Il doit avoir une compréhension des activités *business*, ingénierie, management de projet et construction, acquise par un parcours et des compétences adaptés.
- Il doit se donner les moyens d'être autant disponible que l'exige le projet.
- Il arbitre les conflits d'intérêts entre le Chef de Projet et le Responsable Projet du Site.

• **Chef de Projet (ingénierie)**

Une personne qui **pilote le projet**, en intervenant essentiellement sur les phases techniques, mais également sur d'autres volets organisationnels.

- Il est responsable de la sécurité du personnel, tout au long du projet.
- Il doit organiser l'intervention des différents acteurs, et en particulier des acteurs SSE.
- Il a la responsabilité globale de la qualité des études, des achats et la construction.
- C'est un professionnel de l'ingénierie (interne ou externe à l'organisation de l'industriel).
- Il est formé au management de projet.
- Il doit avoir une compréhension détaillée des principaux procédés, des points d'études de détails et de construction.
- Il doit avoir une bonne compréhension des relations contractuelles.
- Il doit avoir des compétences d'organisation, une bonne communication et un bon *leadership*.
- Il doit se donner les moyens d'être autant disponible que l'exige le projet.

• **Responsable Projet du Site (exploitation)**

La personne qui, sur le site, aura la **responsabilité de l'exploitation** de l'unité mise en œuvre par le projet.

- C'est une personne implantée sur le site d'accueil du projet, qui a la tâche d'assurer l'interface entre des intervenants extérieurs au site (ingénierie) et les différents services du site qui seront sollicités lors du développement du projet.
- Il est chargé de l'intégration du projet sur le site - en particulier en s'assurant que les services généraux du site seront à même de répondre à la demande de la nouvelle unité (utilités, effluents, etc.).

Chapitre 3

- Il est en charge de la constitution et de la formation des équipes qui assureront l'exploitation.
- Lorsqu'il n'est pas en charge du démarrage, il doit s'impliquer dans l'organisation de l'interface entre les équipes de démarrage et d'exploitation.

Comme l'illustre la figure 5 ci-après, des échanges réguliers entre le Directeur de Projet, le Chef de Projet et le Responsable Projet du Site sont essentiels pour éviter les dérives et les divergences du projet.

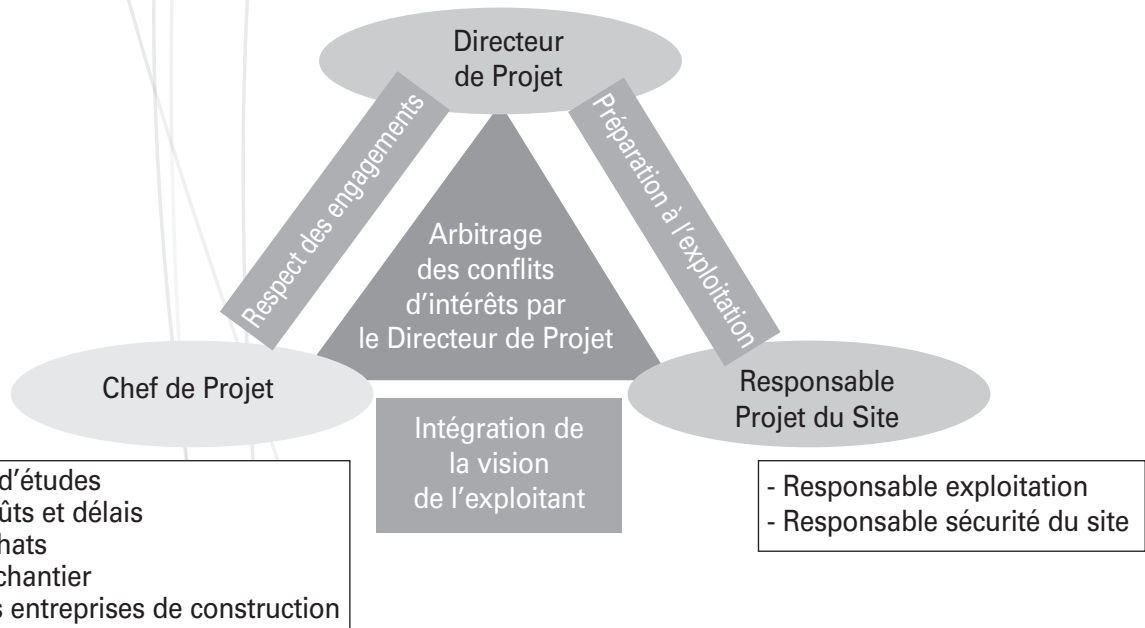


Fig. 5 – Rôles et interactions entre les acteurs d'un projet industriel.

⇒ L'annexe 2 détaille les objectifs, rôles et responsabilités des acteurs et les livrables propres à certaines phases décrites dans le schéma de la Fig. 1.

3.3. Les bonnes pratiques

3.3.1. Les bonnes pratiques du donneur d'ordres industriel

• **Manager le projet**

Il est indispensable de disposer d'un référentiel technique (politique industrielle) et d'un référentiel méthodologique en matière de management de projet.

Il est capital pour le projet d'établir et de partager un Plan de Management de Projet (PMP) qui précise l'organisation (le rôle et les responsabilités des différents acteurs), qui hiérarchise les enjeux du projet, qui liste les risques et les opportunités.

Au-delà, le donneur d'ordres industriel doit jouer son rôle d'arbitre, notamment vis-à-vis d'autres acteurs de l'entreprise maître d'ouvrage (exploitant, mainteneurs, experts...) et disposer d'un processus de décision efficace.

• **Recourir efficacement à l'ingénierie**

S'il ne dispose pas d'une ingénierie interne, l'industriel veillera à associer l'ingénierie professionnelle le plus en amont possible de son projet.

Chapitre 3

S'il dispose d'une ingénierie interne, l'industriel pourra associer ponctuellement une ingénierie extérieure pour :

- *challenger* son ingénierie interne et la stimuler ;
- bénéficier du retour d'expérience de l'ingénierie professionnelle ;
- disposer de ressources externes capables d'assurer une partie des études de définition (sous-phases 1.3) en cas de surcharge de l'ingénierie interne.

• Choisir les modalités de réalisation du projet les plus pertinentes

Le choix du mode contractuel doit s'effectuer sur la base d'une analyse des risques partagée et d'une identification claire des enjeux du projet. Le paragraphe 3.3.3. qui suit détaille à ce titre des modalités innovantes de contractualisation qui aideront le donneur d'ordres industriel à faire le meilleur choix en fonction du projet.

L'importance du choix des méthodes et des outils, quelle qu'en soit l'origine (maître d'ouvrage ou ingénierie), ne doit pas être sous-estimée.

• Mobiliser des moyens adaptés

Il convient de ne pas chercher à minimiser déraisonnablement la dépense pour les phases amont, sous peine de pénaliser le projet avant même son lancement. En effet, il a été démontré – dans ce guide et à travers diverses études conduites par des cabinets d'étude indépendants – que les économies réalisées *via* une baisse de l'investissement en études amont sont non seulement négligeables au regard du montant global du projet, mais s'avèrent surtout contre-productives et risquent fortement de compromettre la réussite globale du projet industriel.

Il est donc primordial de disposer d'un budget suffisant dédié aux phases amont du projet, et ce, dès son émergence.

3.3.2. Les bonnes pratiques de l'ingénierie

• Inciter aux solutions développement durable

Une part importante de la valeur ajoutée de l'ingénierie consiste à présenter des solutions de conception et de mise en œuvre des projets qui marient les volets technique, environnemental, sociétal et économique.

A ce titre, Syntec-Ingénierie a signé avec le Ministère du Développement Durable une Convention d'Engagement Volontaire qui intègre les spécificités des secteurs industriels et qui :

- concerne l'exigence transversale et globale de la démarche développement durable, qui nécessite des réponses et des innovations diverses (méthodologiques, organisationnelles, techniques, etc.) ;
- concerne l'ingénierie, qui est force de proposition et de conseil dans la conception des ouvrages industriels ;
- propose une méthodologie durable et des indicateurs pour mesurer les performances ;
- se traduit par des engagements de l'ingénierie industrielle pour :
 - optimiser les unités et les process industriels tout au long de leur cycle de vie,
 - analyser de manière globale les risques,
 - mettre en œuvre une démarche SSE reconnue.

• Maîtriser les risques

La mise en œuvre d'une démarche de gestion des risques devient incontournable pour l'ingénierie qui doit faire partager cette pratique au maître d'ouvrage, afin qu'il l'intègre et gère aussi les risques dont il a la charge. Pour y parvenir, l'ingénierie doit :

- élaborer son propre Plan de Management de Projet (PMP) qui précise entre autre son organisation (rôle et responsabilités des acteurs) et qu'elle fait partager au maître d'ouvrage ;

Chapitre 3

- alerter le maître d'ouvrage le plus tôt possible en cas de difficulté (technique, achat, dérive coût, dérive planning) et ainsi assurer un niveau de transparence élevé ;
- mettre en œuvre un reporting de qualité (clair, représentatif de l'évolution du projet) avec des indicateurs pertinents ;
- ne pas sous-estimer l'importance du choix des méthodes et outils quelle qu'en soit l'origine (donneur d'ordres ou ingénierie).

Au-delà de la gestion des risques liés au projet lui-même, l'ingénierie professionnelle promeut la mise en œuvre d'analyses globales des risques qui appréhendent de manière systémique tous les aspects liés à l'opportunité, à la faisabilité, aux conditions de réalisation, etc. des projets industriels³.

• Gérer les ressources et les compétences

L'ingénierie, qu'elle soit interne aux donneurs d'ordres ou professionnelle, dispose des ressources indispensables à la bonne conduite des projets industriels. En outre, les transferts de compétences entre ces deux types d'ingénieristes contribuent à l'excellence de la filière et des pratiques de la profession.

L'ingénierie industrielle intègre notamment les contraintes suivantes :

- éviter la sur-qualification et la sous-qualification des intervenants ;
- pérenniser les compétences dans leur diversité ;
- fiabiliser les interfaces entre disciplines techniques ;
- répondre, *via un leadership* reconnu et avéré, au besoin fort de pilotage et de maîtrise de l'ensemble des parties prenantes (architecte, fournisseurs d'équipements, entreprises de construction, autres sous-traitants...) ;
- savoir s'adapter aux différents degrés d'externalisation qui varient d'une phase à l'autre, d'un projet à l'autre, d'un donneur d'ordres ou encore d'un secteur d'activité à l'autre ;
- créer un esprit d'équipe indispensable à la bonne réalisation du projet industriel.

• Convaincre par l'exemple

Une pédagogie s'appuyant sur les retours d'expérience de l'ingénierie, illustrés de réalisations concrètes, permettra de mieux faire prendre conscience au maître d'ouvrage industriel de la nécessité de mettre en œuvre les bonnes pratiques issues de ces expériences.

3.3.3. Méthodes innovantes de contractualisation

L'intérêt d'impliquer l'ingénierie au plus tôt dans les projets industriels a été largement développé et démontré, la capacité d'influer sur ses résultats décroissant avec le temps. Cette approche permet d'optimiser significativement les chances de succès mesurées selon les critères suivants (liste non exhaustive) :

- pertinence de l'investissement par rapport aux objectifs (commerciaux, industriels, etc.) du donneur d'ordres ;
- efficacité de l'investissement (produit-on en qualité et en quantités adaptées aux besoins commerciaux du client industriel ?) ;
- conformité au retour sur investissement défini (respect du budget et du planning).

3. Davantage d'information et de détails sur la démarche d'Analyse Globale des Risques portée par l'ingénierie professionnelle sont disponibles sur demande auprès de Syntec-Ingénierie ou de ses membres.

Chapitre 3

L'ingénierie professionnelle, impliquée dans les phases stratégiques de décisions d'investissement de l'industriel, abandonne ainsi son rôle de simple prestataire pour devenir un partenaire à part entière de l'industriel. Ce changement de position de sous-traitant à co-traitant nécessite une évolution des modes de contractualisation entre les acteurs.

⇒ Une analyse comparée des pratiques actuelles en France et dans les pays anglo-saxons de contractualisation entre ingénieristes et industriels figure en annexe 3 de ce guide. Elle permet de proposer ci-après des pistes d'évolutions en matière d'approche contractuelle, en cohérence avec les recommandations précédentes.

Dans une optique d'optimisation des projets industriels, source d'amélioration de la compétitivité du donneur d'ordres, et sur la base de l'expérience de sociétés à dimension internationale (industriels et ingénieries professionnelles) confortée par une étude de CII (Construction Industry Institute)⁴, ce guide suggère une approche alternative des modes de contractualisation assortie de quelques bonnes pratiques pour le marché français.

Il convient tout d'abord d'abandonner l'idée qu'il existerait une bonne approche contractuelle unique qui conviendrait à toutes les parties dans tous les cas de figures. Le choix d'une stratégie contractuelle est un élément de la stratégie d'exécution d'un projet. Le processus de sélection de la stratégie contractuelle à adopter pour un projet donné et de l'établissement des termes contractuels correspondants peut être schématisé comme le montre la figure 6 ci-après.

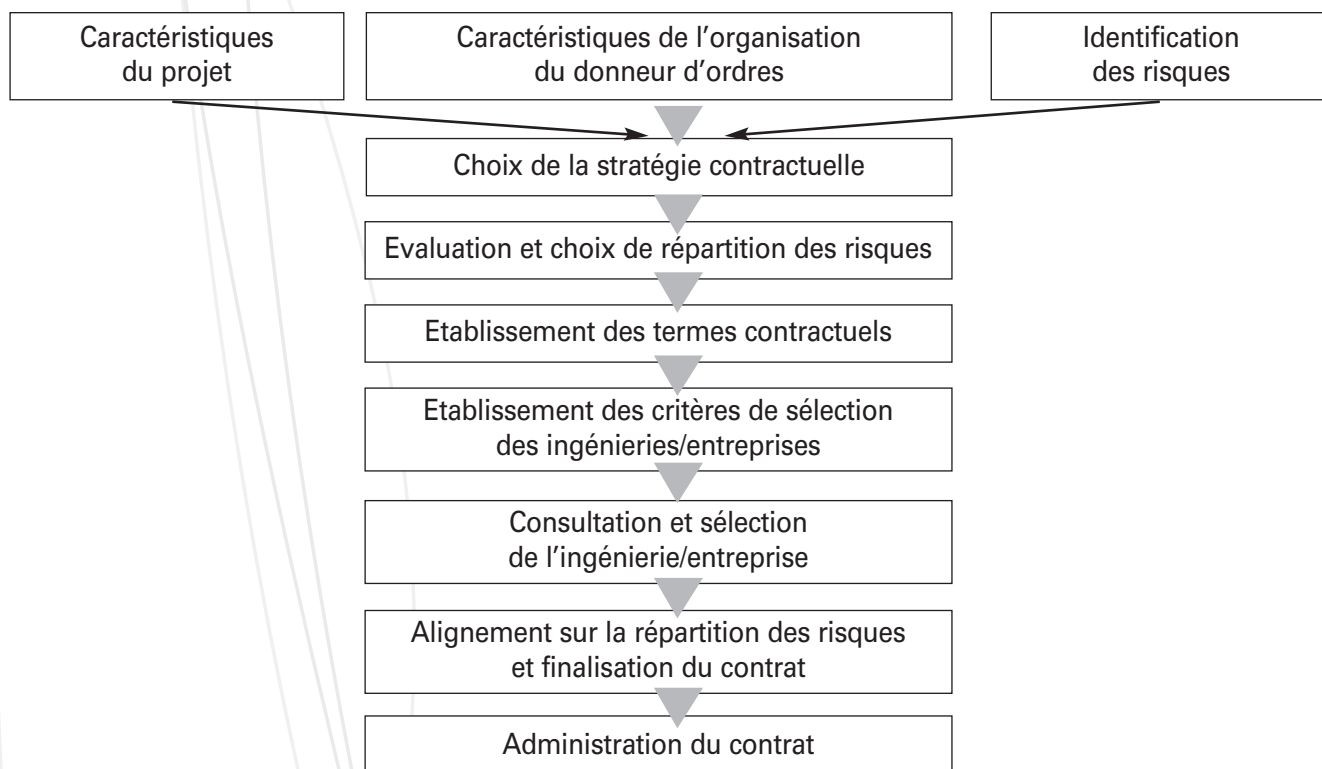


Fig. 6 - Processus de sélection de la stratégie contractuelle.

4. Etude conduite de 2008 à 2011, par une équipe de recherche qui a regroupé des représentants de maîtres d'ouvrage industriels (provenant des secteurs du pétrole/pétrochimie, de la chimie, de la pharmacie, de la production d'électricité, et du secteur hospitalier), des représentants de sociétés d'ingénierie professionnelle et d'entreprises de construction, ainsi que trois universitaires. Parmi les différents moyens utilisés pour conduire cette étude, l'équipe a analysé en profondeur 8 cas de projets réels, dans différents secteurs économiques, de différentes tailles, durées et complexités. Les résultats de cette étude sont publiés dans le rapport CII Research Report 260 du 11 Mars 2012.

Chapitre 3

• Les caractéristiques du projet et du donneur d'ordres industriel

La première étape pour déterminer l'approche contractuelle la plus appropriée à la réalisation d'un projet donné consiste à définir le plus objectivement et le plus complètement possible les caractéristiques du projet ainsi que celles de l'organisation du donneur d'ordre industriel.

Regroupées en catégories, les caractéristiques les plus déterminantes dans le choix d'une approche de type forfaitaire ou de type remboursable sont présentées dans le tableau ci-après.

| Caractéristiques | Favorable à l'approche forfaitaire | Favorable à l'approche remboursable |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|
| Niveau de Maturité | | |
| La définition du projet évolue, est incomplète, voire inexistante | | X |
| Le projet est clairement défini | X | |
| Peu de risque d'évolution de la définition du projet | X | |
| Risques | | |
| La plupart des risques inhérents au projet sont inconnus ou imprévisible | | X |
| Les risques peuvent être identifiés pour la plupart | X | |
| Environnement du projet instable | | X |
| Environnement stable | X | |
| Caractéristiques du projet | | |
| Le lieu d'exécution du projet est éloigné (des bases du Donneur d'Ordres), dans une zone instable ou présentant des risques particuliers (problème de main d'œuvre, d'accès au site, etc.) | | X |
| Le projet implique la mise en œuvre d'une nouvelle technologie | | X |
| Culture et implication du Donneur d'Ordres | | |
| Le Donneur d'Ordres souhaite être fortement impliqué | | X |
| Le Donneur d'Ordres ne souhaite pas s'impliquer | X | |
| Le Donneur d'Ordres dispose de ressources suffisantes pour contrôler le projet | | X |
| Le Donneur d'Ordres ne dispose pas de ressources pour contrôler le projet | X | |
| Relations Donneur d'Ordres/Ingénierie | | |
| Un climat de coopération est souhaité ainsi qu'une minimisation des conflits | | X |
| Autres caractéristiques | | |
| Un projet similaire a déjà été réalisé | X | |
| L'implantation du projet est complexe (site existant, congestionné) | | X |
| Le donneur d'ordre a des inquiétudes concernant la maîtrise du coût global | X | |
| Le donneur d'ordre a une relation de confiance avec l'ingénierie | | X |
| Le financement du projet est limité | | X |

Source : étude CII

• Choix de la stratégie contractuelle

La stratégie contractuelle (forfaitaire ou en remboursable) doit non seulement être définie selon les caractéristiques du projet et de l'organisation du donneur d'ordres industriel, mais également en fonction de la phase du projet.

Chapitre 3

Pour les phases amont, qui visent notamment à définir et à optimiser le projet, il est préférable d'utiliser un contrat de type « remboursable », qui offre un maximum de flexibilité aux deux parties tout en présentant un risque financier très faible par rapport aux enjeux globaux.

Pendant les phases d'études plus détaillées (ou plus généralement lorsque les options techniques ont été arrêtées) et les phases d'approvisionnement, un contrat de type « forfait » peut être facilement mis en place sans présenter de risque particulier pour la relation entre les deux parties.

Pour les phases de réalisation des travaux, un contrat de type « remboursable » avec clauses d'intéressement permet de préserver la relation de partenariat entre le donneur d'ordres et l'ingénierie, tout en responsabilisant les deux parties.

• L'identification, l'évaluation et la répartition des risques

La plupart des acteurs d'un projet répartit les risques selon le « principe d'aversion » : le donneur d'ordres va transférer la totalité du risque sur l'ingénierie, qui va transférer ce risque sur les fournisseurs d'équipements, sur les entreprises de construction et/ou sur d'autres sous-traitants, voire les assurances. En conséquence, les acteurs qui ont le moins de contrôle et d'influence sur les facteurs de risques portent souvent la majeure partie des coûts potentiels associés.

Une mauvaise allocation des risques conduit le plus souvent à une augmentation des coûts sans pour autant protéger le donneur d'ordres.

Il est donc recommandé au donneur d'ordres de procéder au plus tôt à une étude de risques, et d'en définir leur allocation dès la sélection de l'ingénierie. L'analyse de risques contribue notamment à la sélection du type d'ingénierie, voire à la sélection finale de l'ingénierie professionnelle.

Au moment des négociations, une session d'alignement sur la répartition des risques est recommandée (plutôt qu'un « passage en force ») : lors de cette session, les deux parties doivent considérer la capacité de l'entité portant un risque à survivre à l'avènement de celui-ci. De même, il convient d'évaluer le coût financier de la prise en charge de chaque risque par chacune des parties, afin de vérifier que l'allocation des risques ne conduit pas à un surcoût disproportionné.

• Les types de contrat

Les deux grandes familles de contrat sont les contrats forfaitaires et les contrats dit en remboursables. Il existe deux types de contrats forfaitaires :

- le forfaits de services,
- le clé en main (prix forfaitaire pour toute l'installation : ingénierie et construction).

Ces contrats sont largement utilisés en France.

Les contrats en remboursable sont beaucoup moins utilisés en France que les contrats forfaitaires (pour les raisons évoquées en annexe 3 / Comparaison des approches contractuelles entre la France et les pays anglo-saxons). Ces contrats, contrairement aux idées reçues, ne sont pas moins contraignants que les contrats forfaitaires. **Ils n'excluent pas la notion d'obligation de résultat** : ils ne sont pas un chèque en blanc. Il existe une grande variété de clauses incitatives reflétant le niveau d'engagement requis. Il est recommandé d'établir ces clauses en relation avec l'analyse des risques du projet (voir plus haut).

Chapitre 3

Parmi les différents types de contrats en remboursable, on peut citer :

- « Coût + Marge exprimée en pourcentage du coût » (« Cost Plus Percentage Fee ») : ce type de contrat est bien adapté lorsque le projet est mal défini au moment de la signature du contrat.
- « Coût + Marge variable selon performance » (« Cost plus incentive fee ») : la variation de la marge de l'ingénierie est inversement proportionnelle à la variation du coût du projet industriel.
- « Coût + Marge fixe » (« Cost plus fixed fee ») : ce contrat est adapté lorsque les risques sont élevés, mais il présente peu d'incitation à contrôler les coûts.
- « Coût avec Prix maximum garanti » (« Cost plus with a Guaranteed maximum price ») : il s'agit d'un contrat comparable au contrat « Coût + Marge fixe » mais avec un plafond qui (en théorie) présente une garantie pour le donneur d'ordres industriel. Ce type de contrat est souvent assorti d'une clause d'incitation positive : les économies réalisées (par rapport au coût maximum) sont partagées entre le donneur d'ordres et l'ingénierie.
- « Contrat remboursable convertible ». Il s'agit d'un contrat en deux étapes : une première étape en remboursable jusqu'à la définition détaillée du projet ; puis après estimation de l'ensemble du projet, transformation en contrat forfaitaire. Ce type de contrat est bien adapté lorsque le planning du projet est serré.

• L'administration du contrat

Quel que soit le type de contrat retenu, la gestion rigoureuse des modifications s'impose aux différentes parties. Celle-ci n'est possible qu'en s'appuyant sur une définition précise du projet à réaliser et d'une répartition claire des rôles et des responsabilités de chacun.

La charge de travail dédiée à l'administration du contrat par le donneur d'ordres industriel et par l'ingénierie professionnelle est plus importante dans les contrats en remboursable ; il est, par contre, généralement admis que le temps passé en négociation d'avenants est moins élevé.

Conclusion

L'ingénierie est un acteur indispensable au donneur d'ordres industriel pour assurer les missions de définition, de conception et de réalisation de ses projets. Elle lui permet également de mieux appréhender et d'optimiser la gestion des risques inhérents à toute opération et lui offre la possibilité d'identifier et de saisir d'importantes opportunités d'un projet (diminution du CAPEX, réduction des coûts d'exploitation *via* la baisse de consommations d'énergie et/ou de matières premières, optimisation des investissements...).

Devant déployer une vision globale des projets en intégrant toutes ses phases depuis l'expression des besoins de l'industriel et jusqu'à la fin de vie de l'installation, l'ingénierie occupe un rôle stratégique et porteur d'enjeux majeurs pour l'industriel et la réussite de ses projets.

Un donneur d'ordres a donc tout intérêt à considérer l'ingénierie comme un partenaire, source de gains pour peu qu'il sollicite toute sa valeur ajoutée, en l'associant, pour ce faire, le plus en amont possible du processus de tout projet.

Un projet ne peut être réussi et optimisé qu'en appliquant de bonnes pratiques reconnues.

Par essence, l'intégration de l'ingénierie est gage d'une approche méthodologique bénéfique à tous les acteurs d'un projet. Le donneur d'ordres et l'ingénierie doivent tous deux disposer d'un référentiel de management de projet et doivent les rendre compatibles et efficaces, projet par projet.

La souplesse apportée à l'industriel par l'ingénierie quant à l'utilisation mixte de ressources intégrées et/ou externes est une source d'enrichissement du savoir et d'évolutions technologiques valorisantes.

Le savoir-être des acteurs - leur ouverture d'esprit, leur *leadership*, etc. - est autant un facteur clés de succès de la collaboration entre un donneur d'ordres industriel et l'ingénierie que les modalités selon lesquelles ils contractualisent leur coopération. A ce titre, un guide de contractualisation dans l'industrie⁵ explicite des principes de mise en œuvre de la plupart des recommandations contenues ici.

5. La version 2 du document est téléchargeable sur le site www.syntec-ingenierie.fr, rubrique "Communication/publication" ou disponible sur demande.

Annexe 1

Illustrations de bonnes pratiques en matière de projets industriels

1. Exemple d'une station d'interconnexion de transport de gaz naturel

Optimisation de la conception en phase de faisabilité

Solution 1 : conformité au cahier des charges initial (96 M€)

- Phase 1 # 56 M€
- Phase 2 future et éventuelle # 40 M€
- Réalisation des deux phases en anticipant des besoins futurs

Solution 2 : conformité au cahier des charges

- Phase 1 uniquement en prévoyant une solution évolutive nécessitant une adaptation en cas de besoin supplémentaire ultérieur
- Solution évolutive # 56 M€

Solution 3 : conformité au cahier des charges

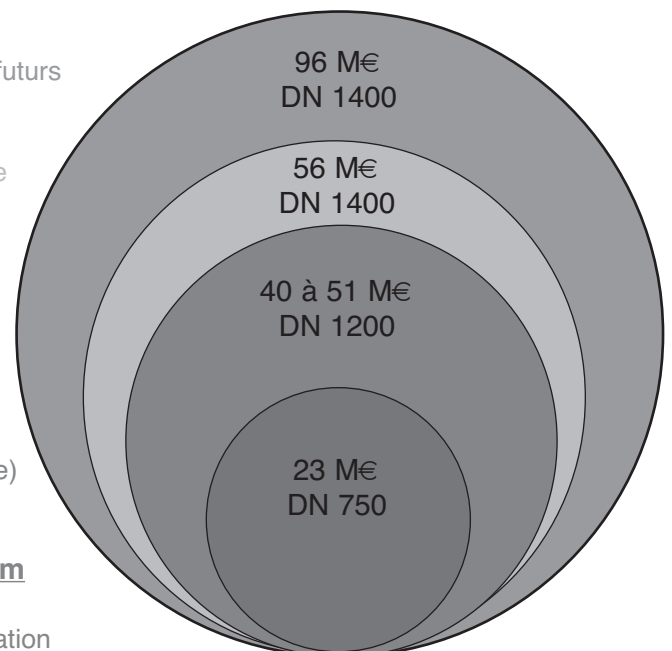
- Idem Solution 2 en analysant plus finement les contraintes liées au débit de pointe (affinement du référentiel de dimensionnement en admettant des vitesses plus élevées en situation extrême peu fréquente)
- Solution évolutive # 51 M€

Solution 4 : optimisation de la conception (optimum technico-économique)

- Légère pertes de fonctionnalités en matière d'automatisation de changement de schéma d'exploitation
- Solution évolutive # de 40 à 51M€

Solution 5 : solution minimale et non évolutive (23 M€)

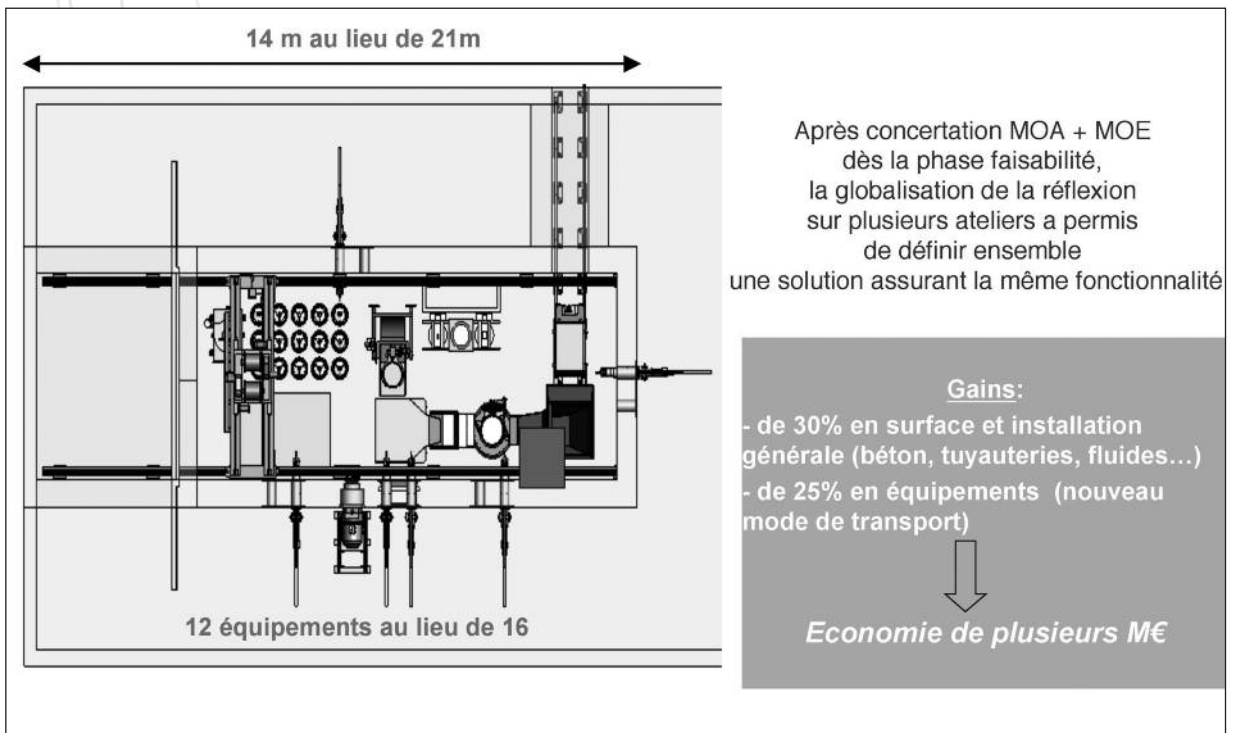
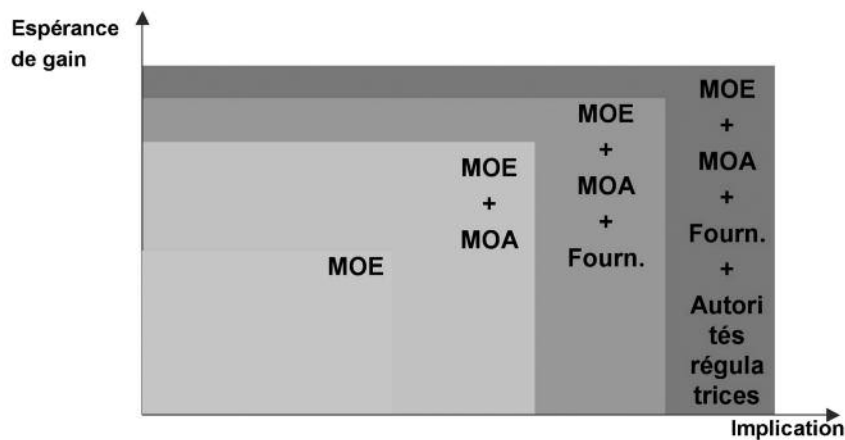
- Oblige à un démantèlement et à une nouvelle construction en cas d'évolution du besoin dans le futur



Annexe 1

2. Exemple de simplification d'installation de conditionnement de déchets

- L'ingénierie « seule » rencontre des limites à l'auto-optimisation ; l'implication de l'ensemble des parties prenantes d'un projet accroît l'espérance de gain en multipliant les leviers accessibles.
- L'optimisation des coûts d'installations « uniques » est essentiellement obtenue via le niveau de spécification de la conception :
 - affiner l'expression de besoin et les fonctions à mettre en œuvre ;
 - avoir la capacité de remettre en cause les données d'entrée et de dépasser le strict cadre des exigences initiales



Annexe 2

Fiches pratiques des phases d'un projet industriel

Lancement du projet – Phase 1

- **OBJECTIF**

Exprimer les objectifs et la stratégie commerciale de l'industriel et faire les premières vérifications techniques de faisabilité.

- **ROLES ET RESPONSABILITES**

- Le leader de la phase est la fonction *Business* du donneur d'ordres industriel, car c'est elle qui exprime le besoin initial.
- Équipe interne essentiellement marketing et commerciale, mais aussi R&D et technique.
- Définition du *Gate keeper*.

- **LIVRABLES**

- Analyses marketing, économique et financière.
- Listes des voies devant être évaluées en études préliminaires. Choix du site ou *short list* des sites candidats.

Conception préliminaire – Sous-phase 2.2

- **OBJECTIF**

Étudier les différentes options identifiées puis converger vers la solution retenue et mettre à jour les données économiques avant d'initier la préparation de l'exécution. Cette phase est centrée sur le procédé, mais les questions *Business* sont encore présentes.

- **ROLES ET RESPONSABILITES**

- Directeur de projet.
- Chef de projet.
- Équipe de projet interne étendue (juridique, technique, permitting, SSE, etc.).
- Ressources externes.
- Présence souhaitable de l'exploitant.

- **LIVRABLES**

- En tout début d'étude, le Cahier des Charges.
- Solution retenue parmi les options envisagées.
- Actualisation des analyses commerciale, financière et économique.
- Stratégie de conduite de l'installation et impact sur les ressources de l'exploitant (rythmes de travail, etc.).
- Constitution du dossier de décision pour la suite.
- Définition de la philosophie de projet (quelles sont les priorités).
- Plan préliminaire d'exécution et plan de validation.
- Actualisation analyse de risque et plan des VIP à mettre en œuvre.
- Identification des ressources à mobiliser pour le projet et estimation de coût de la sous phase « 2.3. Conception détaillée (ou FEED) ».
- Recommandation de développements complémentaires nécessaires.
- Dossier d'appui pour demande d'autorisation de la suite (tâches administratives).
- Initiation du dossier *permitting*.

Conception détaillée (ou FEED) – *Sous-phase 2.3*

• OBJECTIF

Développer un cadre détaillé du plan d'exécution du projet et estimer le coût de la solution retenue en conception préliminaire.

• ROLES ET RESPONSABILITES

Le leadership est transféré à l'équipe technique interne ou externe.

Augmentation significative des ressources.

Intervention nécessaire de l'exploitant.

• LIVRABLES

- En tout début : préparation du cahier des charges pour ISBL et OSBL (cœur de l'unité et utilités).
- Constitution du dossier de base qui permettra, par la suite, la rédaction sans ambiguïté des spécifications des ouvrages, des équipements et du système de contrôle commande de l'installation.
- Actualisation des données économiques.
- Actualisation du plan des VIP et rapports associés.
- Finalisation du plan d'exécution du projet.
- Décision sur les sous-traitances de réalisation et le plan des achats.
- Émission des dossiers d'autorisation.
- Actualisation des analyses de risques et plan de management des risques.
- Plan qualité du projet et plan SSE.
- Dossier de support pour demande d'autorisation de la suite.
- Plan préliminaire des tests et de l'organisation du démarrage.
- Intervention du coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) en constructibilité et anticipation du chantier.
- Constitution du Dossier d'Intervention Ulérieur sur Ouvrage (DIUO).

Préparation des travaux et construction – *Sous-phases 4.1 et 4.2*

• OBJECTIF

Réaliser une unité opérable et sûre qui soit conforme au cahier des charges émis en phase 2.

• ROLES ET RESPONSABILITES

La Sécurité du personnel de construction est de la responsabilité du Directeur de projet ou du Chef de projet selon les règles de délégation propres à l'entreprise.

Le *leadership* est transféré à l'équipe d'exploitation à la fin de cette phase.

La majorité des tâches est effectuée par des ressources externes, que ce soit en études de détail ou en construction. Certains plans de détail restent traités par le maître d'ouvrage, soit par confidentialité, soit pour pallier aux faiblesses des entreprises d'exécution. Tel est le cas par exemple de pièces issues de la recherche ou de progrès faits en maintenance sur site, révélant un savoir-faire à protéger.

• LIVRABLES

- Les livrables sont principalement constitués des équipements et des ouvrages réalisés.
- Une unité sûre qui correspond aux attentes en termes de qualité et de capacité. Cette capacité sera testée formellement lors d'un *test-run* ultérieur.
- Documentation pour acceptation finale.
- Clôture financière.
- Documentation *as-built*.
- Rapport de retour d'expérience sur projet.
- Manuels d'opération et formation du personnel d'exploitation.

Préparation à la mise en service et réception – *Sous-phases 4.3 à 4.5*

• OBJECTIF

Introduire les premières charges de produits et réaliser les premières productions. Déboguer l'unité et commander des modifications si nécessaires.

• ROLES ET RESPONSABILITES

La phase de démarrage peut être confiée à l'exploitant ou à une équipe spécialisée. Dans ce dernier cas il faut définir clairement qui mandate l'équipe spécialisée.

Il est probable qu'à cette phase, l'unité étant installée, le transfert global de responsabilité ait été fait à l'exploitant. Si une équipe extérieure, mandatée par d'autres, intervient, il sera nécessaire de formaliser les autorisations d'intervention et la délégation de responsabilité.

• LIVRABLES

- Une unité exploitable et déboguée.
- Des plans et schémas Tel Que Construit (en phase de réalisation) et même Tel Que Réalisé (après modification de démarrage).

Exploitation – Sous-phase 5.1

- **OBJECTIF**

Confirmer les objectifs *Business*, techniques et opérationnelles du projet et formaliser le retour d'expérience pour les projets futurs.

- **ROLES ET RESPONSABILITES**

Leadership à l'exploitation et intervention du *Business* pour évaluation finale.
Le Directeur de Projet est en charge des retours d'expérience.

- **LIVRABLES**

- Évaluation commerciale et technique qui doit être faite après 6 à 8 mois d'exploitation (test-run).
- Alimentation des procédures d'investissement avec les retours d'expérience.

Comparaison des approches contractuelles entre la France et les pays anglo-saxons

1. L'approche française : ses motivations et ses effets

En règle générale, les contrats conclus entre des acteurs français (donneur d'ordres industriel et ingénierie professionnelle) sont des contrats de service forfaitaires.

Or depuis quelques années, y compris dans le secteur public, on constate une évolution vers des contrats de type conception / construction forfaitaires - autrement appelés, dans le secteur privé, des contrats « clés en main ». Les contrats de types « régie », ou « remboursable », ne sont guère appréciés des industriels et ne sont pas envisageables pour des maîtres d'ouvrage publics.

Parmi les motivations qui conduisent les maîtres d'ouvrage à privilégier le forfait au remboursable, citons par exemple :

- avec le forfait de service, ou mieux le clé en main, l'ingénierie professionnelle est « plus responsabilisée » ;
- avec un forfait, il n'y a pas de surprise en termes de coûts et/ou de délais ;
- signer un contrat remboursable (ou régie), c'est signer un chèque en blanc ;
- avec un contrat remboursable, le prix total n'est connu qu'à la fin du projet.

En quelque sorte, le contrat au forfait (« tout compris ») est rassurant pour l'industriel : il s'apparente à une « assurance ». L'approche assurancielles des maîtres d'ouvrage est d'ailleurs très souvent renforcée par l'ensemble des clauses contractuelles (au-delà du modèle de rémunération) relatives aux responsabilités et aux indemnités des parties.

Souvent - si ce n'est toujours - l'approche forfaitaire est associée à un processus de mise en concurrence large des ingénieristes professionnels, dans le but de diminuer à « marche forcée » le montant du contrat. Pourtant, les processus, les modalités et les règles d'évaluation qui prévalent à l'achat de prestations intellectuelles doivent être différents de ceux mis en œuvre pour l'achat de matériels. Dans le cas contraire, le donneur d'ordres industriel et l'ingénieur s'exposent tous deux à plusieurs dangers.

A court terme, c'est-à-dire pour un contrat donné, si la mission ou le projet ne sont pas parfaitement définis, la « garantie » offerte par un contrat forfaitaire passé après une intense phase de négociation commerciale (visant à réduire au maximum le montant de la prestation délivrée par l'ingénierie professionnelle) risque rapidement de s'avérer caduque. Le client industriel et l'ingénierie se trouvant face à face (et non côte à côte), chacun soucieux de protéger ses propres intérêts, perdent de vue l'objectif principal qui est le succès du projet. L'ingénieur professionnel n'a aucun intérêt à faire plus que ce qui est écrit dans le contrat, même s'il s'agit d'optimiser les coûts et/ou le planning du projet.

A moyen terme, le processus conduit presque inéluctablement à un appauvrissement du service rendu par l'ingénieur à l'industriel et renforce le sentiment d'une ingénierie « poste de coût » pour l'investisseur. Difficile, dans un tel contexte, d'attirer les meilleurs talents.

En pratique, pour l'industriel, le prix et les délais d'un projet ne sont connus qu'à la fin de l'opération, car un contrat - aussi bien rédigé soit-il (du point de vue du maître d'ouvrage) - ne peut contraindre la réalité ! Depuis une dizaine d'années, on constate en effet une dérive systématique des projets d'une certaine taille et/ou complexité. Si cette dérive n'est pas

intégralement imputable aux formes contractuelles qui lient les donneurs d'ordres industriels aux ingénieries (ou aux entreprises de construction), le cercle vicieux décrit ci-dessus rentre pratiquement toujours dans la liste des causes de dérive.

Sur un plan macro-économique, on peut parler d'un impact négatif certain sur la compétitivité industrielle française.

2. Les pratiques anglo-saxonnes

Aux Etats-Unis, au Royaume-Uni ou encore dans le Nord de l'Europe, les donneurs d'ordres industriels ont une approche contractuelle ouverte : il n'y pas de modèle unique, ni même dominant.

Les différentes approches contractuelles utilisées comprennent :

- une approche forfaitaire, pour les services ou pour l'intégralité de l'investissement (projet clé en main) ;
- des contrats de services (prestations d'ingénierie) en remboursable, avec ou sans clauses incitatives (respect du budget, du planning, de la sécurité, etc.) ;
- des Contrats d'Alliance, régissant une relation commerciale de long terme entre un industriel et une ingénierie professionnelle, pour la réalisation d'un ensemble de projets, ou pour la gestion d'un portefeuille de projets petits et moyens à réaliser sur un site industriel.

Certains secteurs industriels (les industries manufacturières par exemple) utilisent majoritairement l'approche forfaitaire. De nombreux autres secteurs (qu'ils soient privés ou publics) définissent le type de contrat en fonction de l'analyse des risques du projet et de son environnement.

Différents facteurs de risques sont pris en compte, tels que (liste non exhaustive) :

- le niveau de définition du projet (à quelle phase du projet contractualise-t-on ?) ;
- la complexité et la taille du projet ;
- le caractère unique ou « premier d'une série » du projet ;
- le type d'intervention : construction *Green Field* ou modification d'une installation existante ;
- la qualité et la disponibilité de la *Supply Chain* ;
- les contraintes sur le budget et sur les coûts ;
- la structure et la culture projet de l'industriel (a-t-il les capacités et la volonté d'être largement impliqué dans le projet ?) ;
- le site de construction du projet (proche des installations historiques de l'industriel ou dans un pays éloigné ?) ;
- le niveau de connaissance et de pratiques communes entre le maître d'ouvrage et l'ingénierie professionnelle.

De même, le type de contrat retenu peut varier selon la phase du projet et de son niveau de définition :

- pendant la phase de lancement (cf. Fig.1, page 7), lorsque les besoins sont mal ou pas définis, et lorsque le potentiel d'optimisation du projet industriel est le plus élevé, les maîtres d'ouvrage privilégient naturellement une approche en remboursable, le coût des services demeurant négligeable en regard des enjeux d'optimisation ;
- lorsque les options techniques sont levées et que les contours du projet sont bien définis (phase 2), les études peuvent être forfaitisées avec des risques réduits, mais l'approche en remboursable reste une option ;

Annexe 3

- pendant la phase de réalisation des travaux, alors que la relation maître d'ouvrage industriel / ingénierie est un facteur important de maîtrise du projet, il est rare que les missions soient forfaitisées. En effet, le temps perdu en discussions contractuelles entre l'industriel et son ingénierie pendant cette phase coûte très cher du point de vue du projet.

En mars 2012, CII (Construction Industry Institute), organisme indépendant d'étude des constructions industrielles, a publié les résultats d'une étude visant à :

- identifier les différences fondamentales entre un contrat en remboursable et un contrat forfaitaire (« *lump sum* ») pour des projets EPC (Engineering Procurement Construction) ;
- identifier les bonnes pratiques de contractualisation d'un contrat remboursable.

Les principales bonnes pratiques qui en sont issues sont mentionnées dans le paragraphe 3.3.3 de ce guide.

Le Contrat d'Alliance met en œuvre nombre de ces bonnes pratiques. Si le Contrat d'Alliance n'implique pas *a priori* la forme contractuelle qui sera employée par le maître d'ouvrage industriel avec son ingénierie professionnelle (on peut avoir une combinaison de multiples formes contractuelles au sein d'une Alliance), il implique par contre une relation de longue durée entre les deux acteurs devenus partenaires. Cette relation à long terme permet d'établir une confiance entre les équipes des deux parties prenantes, facteur particulièrement propice au succès de projets en remboursable, selon l'étude CII. Elle oblige par ailleurs l'ingénierie professionnelle à rechercher et à démontrer en permanence sa valeur ajoutée, exprimée en « contribution » aux résultats financiers de l'industriel.

De tels contrats sont assez largement utilisés depuis de nombreuses années dans les secteurs pétroliers, chimie et pharmacie, ainsi que plus récemment dans le secteur de la production d'électricité dans les pays anglo-saxons et récemment très timidement en France.

Annexe 4

Glossaire

AMO : assistance à maîtrise d'ouvrage

CAPEX : *capital expenditure* = dépenses d'investissement

Construction Green Field : construction neuve sur terrain vierge

EPC : *Engineering Procurement Construction* = type courant de projet clé en main

FEED : *Front-End Engineering Development* = conception détaillée

Gate keeper : individu ou instance qui, tout au long du projet, a la responsabilité de faire passer le projet d'une phase à la suivante.

ISBL : *inside battery limits* = installations/équipements liés au *process*

MOA : maître d'ouvrage

MOE : maîtrise d'œuvre

OPEX : *operating expenditure* = dépenses d'exploitation

OSBL : *outside battery limits* = installations/équipements liés aux utilités

Permitting : activités de dépôt et d'obtention des permis

SSE : Santé Sécurité Environnement

Supply Chain : chaîne d'approvisionnement. Dans le contexte de ce guide, il s'agit notamment des fournisseurs d'équipements, des entreprises de construction et tout autre tiers intervenant dans le projet industriel.

VIP : *Value Improving Practices* = méthodologies et analyses techniques et économiques formalisées

Annexe 5

Les membres du Club Ingénierie Industrielle de Syntec-Ingénierie

(liste au 1^{er} septembre 2012)

- Arcadis
- Areva
- Assystem
- Bérim
- Comex Nucléaire
- Direction Générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services
(Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie)
- Eras
- GRTgaz
- Ingérop
- Independant Project Analysis (IPA)
- Jacobs France
- Rhodia (groupe Solvay)
- Sanofi-Pasteur
- SNC-Lavalin
- Technip France

LES DERNIÈRES PUBLICATIONS DE SYNTEC-INGÉNIERIE

Livres blancs

- Ingénierie et Conseil en Technologies (février 2011)
- Engineering consultancy and innovation (mars 2009)
- L'ingénierie et l'innovation (mai 2008)
- Pour des investissements stratégiques (Christian Saint-Étienne, avril 2008)

Les Cahiers de l'Ingénierie de projet

- Créativité (juillet 2012)
- **Les risques (janvier 2012)**
- Ingénierie : quels métiers ? (septembre 2011)
- Mobilité (mai 2011)
- International (octobre 2010)
- Éco-conception (avril 2010)

Dans la collection "études"

- Perspectives économiques nationales, prévision pour les ingénieries (BIPE, septembre 2008)
- Pour des investissements stratégiques créateurs des emplois de demain. L'ingénierie facteur de croissance. (Christian Saint-Étienne, avril 2008)

Dans la collection "guides"

- **Guide des bonnes pratiques Développement Durable dans l'Industrie (à paraître en 2013)**
- Mission d'études et maîtrise d'œuvre pour les infrastructures (en cours d'édition)
- Synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique et de maîtrise d'œuvre pour la construction d'infrastructures (octobre 2010)
- Application à l'ingénierie de la norme ISO 9001 (octobre 2010)
- **La contractualisation dans l'industrie - Principes d'élaboration des clauses administratives générales contractuelles, version 2 (juin 2010)**
- Synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique et de maîtrise d'œuvre pour la construction de bâtiments - Loi MOP juillet 1985/Norme NF P94-500 (juillet 2009)
- Le contrat de maîtrise d'œuvre dans la loi MOP - Quelle flexibilité ? (juillet 2009)
- La contractualisation dans l'industrie (avril 2009)
- Maîtrise d'œuvre d'infrastructure : comment contracter les meilleures prestations d'ingénierie (février 2009)
- L'optimisation des choix par les donneurs d'ordre/ Choix des procédures, des prestataires, de partis généraux (juin 2008)

Autres publications avec la participation de Syntec-Ingénierie

- Les références sur le développement durable dans la construction - Dispositions législatives, réglementaires, normatives et référentiels). Un complément au CBDD®2012 (en préparation)
- Le PSL®2012, version en anglais du CBDD®2012, publication EFCA/FIDIC (disponible prochainement)
- Le CBDD®2012, révision du carnet de bord développement durable (juin 2012)
- Le Guide EFCA "Integrated contracts" publication 2012 disponible auprès d'EFCA
- EFCA position paper 2012 "The lowest price" disponible auprès d'EFCA
- "Rethink Cities" un livre blanc d'EFCA/FIDIC (juin 2012)
- "Taking hold of our Future" une publication 2012 d'EFCA ; "Prendre en main son avenir", sa traduction en français publiée par Syntec-Ingénierie
- Avenant à la Convention d'Engagement Volontaire des acteurs de l'Ingénierie (mai 2012)
- Guide pratique pour la Maîtrise et la Gestion des Risques (GERMA, janvier 2012)
- Mémento Le Maire et L'ingénierie (IDRRIM / AMF, janvier 2012)
- Supplément La Recherche / Construction Durable : un formidable défi (novembre 2011)
- Guide pratique pour la bonne application des procédures d'achats publics en traitement des eaux (mai 2010)
- Modèle de marché public de maîtrise d'œuvre, réutilisation ou réhabilitation d'ouvrages de bâtiment (juin 2008)

Tous ces ouvrages, ainsi que l'annuaire des adhérents de Syntec-Ingénierie, sont téléchargeables sur www.syntec-ingenierie.fr



SYNTEC-INGÉNIERIE

La Fédération Professionnelle de l'Ingénierie

3, rue Léon Bonnat - 75016 PARIS
Tél. : 01 44 30 49 60 - Fax : 01 45 24 23 54

www.syntec-ingenierie.fr
contact@syntec-ingenierie.fr