

## Étude de cas

# ACHETER UNE MACHINE: COMMENT DÉCRIRE LES USAGES ATTENDUS?

BRUNO  
DAILLE-  
LEFÈVRE  
INRS,  
département  
Ingénierie des  
équipements  
de travail

ÉLODIE  
DEQUAIRE,  
RÉMY  
ROIGNOT  
Centre  
technique des  
industries  
mécaniques  
(Cetim)

ÉLIE FADIER  
INRS,  
département  
Expertise  
et conseil  
technique

→ **LA PROBLÉMATIQUE:** Pour acheter une nouvelle ligne de production, un industriel français a effectué un appel d'offres. Pour ce faire, il a rédigé un cahier des charges, succinct, exprimant techniquement son besoin, et l'a envoyé aux fournisseurs potentiels. Mais la diversité des propositions reçues ne lui a pas permis de faire un choix. Au-delà de l'importance de l'investissement financier, il y avait un véritable risque pour l'avenir de son entreprise: cette ligne devait devenir son unique moyen de production. Il s'en est ouvert à la Carsat Bourgogne et Franche-Comté. Celle-ci a mis aussitôt l'industriel en relation avec l'INRS et le Cetim, car elle avait connaissance de leur étude commune en cours pour établir une méthode de rédaction des cahiers des charges intégrant la sécurité des opérateurs.

→ **LA RÉPONSE DE L'INRS ET DU CETIM:** Il a été proposé à l'industriel de tester la méthode de rédaction des cahiers des charges qui venait d'être élaborée. Celle-ci est simple. Elle repose sur l'analyse fonctionnelle du besoin, bien connue et utilisée par les concepteurs de machines [1]. Cette analyse « découpe » la machine en fonctions qui se rapprochent de la liste des besoins techniques exprimés par l'industriel: « un dévideur de bobine de tôles d'aluminium », « un redresseur de tôle », « une gaufreuse »... Puis, pour chacune de ces fonctions ou de ces besoins techniques, il suffit de se poser six questions:

- Pourquoi a-t-on besoin de cette fonction?
- Sur quoi agit cette fonction?
- Qui ou qu'est-ce qui réalise cette fonction?
- Comment se déroule-t-elle?
- Où a-t-elle lieu?
- Quand est-elle réalisée?

Comme nous allons le montrer, les réponses à ces questions étoffent le cahier des charges. Elles permettent en effet de dépasser les besoins techniques en précisant les usages attendus. Les fournisseurs ont ainsi toutes les informations nécessaires pour établir une proposition technique et commerciale adaptée.

Un exemple d'application de cette méthode a été présenté à l'industriel. Le niveau de détail obtenu et le formalisme ont convaincu l'industriel de réécrire son cahier des charges avec cette méthode. La première étape, qui a occupé la première réunion, a servi à établir la liste des fonctions techniques de la future machine, grâce aux outils simples de la méthode normalisée d'analyse fonctionnelle du besoin [1]. Les besoins techniques listés par l'industriel nécessitaient d'être affinés. Ainsi, le « dévideur de bobine de tôles d'aluminium » a été décrit par les fonctions: « recevoir les bobines d'aluminium », « dévider les bobines », « rembobiner les bobines entamées », « permettre la production en continu sur deux bobines consécutives ». Ces fonctions montrent plus de détails et s'appuient sur l'examen des différentes phases de vie de la machine (début de production, fin de production, changement de produit..).

Lors des réunions suivantes, chaque fonction a été caractérisée en posant les six questions de la méthode. Pour la première fonction « recevoir les bobines d'aluminium », la question « Pourquoi? » avait une réponse simple: approvisionner la ligne de production en matière première, la tôle d'aluminium, livrée sous forme de bobines. Ainsi, si le format de livraison venait à changer, sous forme de plaques d'aluminium par exemple, la réponse à la question « Pourquoi? » rappellerait que les solutions proposées pour cette fonction devraient être remises en cause.

La question « Sur quoi agit cette fonction? » appelait également une réponse rapide: des bobines d'aluminium neuves ou entamées. Cette précision ouvrait une discussion: si les bobines sont entamées, elles n'ont plus le même diamètre que les bobines neuves. Il faut donc préciser les diamètres minimum et maximum pour que le fournisseur puisse concevoir une machine apte à recevoir ces bobines.

À la question « Qui? », la réponse a été immédiate:

- Le magasinier avec son chariot élévateur;
- Pourquoi précisez-vous « avec son chariot élévateur »?

FONCTION	CRITÈRES	NIVEAUX
(F1.1) recevoir la bobine d'aluminium	Pourquoi	Approvisionnement, chargement et déchargement du parement aluminium sur les dévidoirs de la machine. Approvisionnement en bobines scotchées. Les bobines sont soit complètes, soit entamées. Les bobines entamées non terminées sont rembobinées et scotchées (pour éviter le déroulement intempestif hors machine) sur le dévidoir.
	Quoi	Caractéristiques des bobines d'aluminium.
		Diamètre mini et maxi.
		Largeur.
		Poids mini et maxi.
		Nature du noyau et diamètre.
		Longueur de bobines: pour 2h maxi de production.
		Nombre de bobines: une pour la production, une pour le raccordement et une pour anticiper la production suivante.
	Qui	Magasinier avec chariot élévateur.
	Comment	Bobine amenée portée par le chariot élévateur (fourche à l'intérieur du noyau permettant le stockage côte à côte des bobines). Pas de pont roulant dans l'atelier.
Bobine mise en place et positionnée sur le dévidoir par la machine sans intervention manuelle de l'opérateur.		
Où	En tête de machine, côté droit - à situer sur le plan du bâtiment en fonction du flux de bobines et de produits, des stocks bobines et stocks panneaux finis.	
Quand	Fréquence de changement de bobine : minimum 30 secondes entre 2 bobines, 3h (bobine complète). Changement de bobine en 5 min maximum.	

←TABLEAU 1  
Fonction  
« recevoir  
la bobine  
d'aluminium »  
caractérisée avec  
les six questions.

- Parce que c'est le seul moyen: les bobines sont stockées dans l'atelier d'à côté, dans des racks;
- Et vous voulez charger la ligne avec le chariot élévateur?
- Oui, les bobines font entre 100 kg et une tonne;
- Et vous n'avez pas de pont roulant?
- Non. Nous prenons les bobines au chariot, en plaçant les fourches à l'intérieur du noyau de la bobine. Ça permet de les stocker l'une contre l'autre et de gagner de la place.

Ce dialogue allait bien au-delà de la réponse à « Qui? ». Il informait sur le poids des bobines (à mettre dans le « Quoi? ») et renseignait déjà le « Comment? »: « Avec un chariot élévateur (pas de pont roulant dans l'entreprise), la bobine étant maintenue par les fourches placées dans le noyau ».

À la question « Où? », une partie de la réponse était également exprimée: « Les bobines sont stockées dans un autre atelier, rangées dans des racks, l'une contre l'autre », l'industriel précisant que le chargement de la machine se fera par la droite, car l'atelier qui accueillera la ligne de production est étroit, obligeant à placer celle-ci contre le mur de gauche.

Enfin, en réponse à la question « Quand? », il a été précisé que le chargement de bobine aurait lieu à chaque changement de production et que l'industriel souhaitait que le temps de chargement soit inférieur à cinq minutes.

Le tableau des fonctions (Cf. Tableau 1) ainsi complété révèle les contraintes propres à cet industriel. Sans ces informations essentielles, les fournisseurs précédemment consultés ont proposé des offres « catalogues » avec des solutions inadaptées au contexte. Par exemple, sur une machine standard, le chargement des bobines nécessitait soit un pont roulant pour les placer par le dessus, soit leur fixation sur une broche passant dans leur noyau. Ces deux techniques ne sont pas compatibles avec le mode de chargement propre à l'industriel: un chariot élévateur manipulant les bobines par leur noyau et les chargeant par la droite.

L'industriel ne pouvait donc pas faire un choix parmi les premières offres reçues car, si elles répondaient bien à la description technique de son besoin (un dévidoir, un redresseur, une gaufreuse...), les fournisseurs ne savaient pas comment les éléments seraient utilisés et quel était le contexte spécifique chez cet industriel. Une machine « catalogue » ne convenait donc pas, il fallait concevoir une machine spéciale pour cet usage ou des adaptations.

Voyant cet écueil et les risques encourus, l'industriel s'est engagé plus encore dans cette démarche, profitant du temps entre les réunions de travail pour interroger son personnel et devancer les questions. La méthode de questionnement proposée (« Pourquoi? », « Quoi? », « Qui? », « Comment? », « Où? », « Quand? ») a facilité les



échanges et permis des remontées d'informations essentielles de la part du personnel de l'entreprise. Le formalisme a peu d'importance, la question « Qui ? » entraînant, comme nous l'avons vu, des réponses sur le « Comment ? ». Les questions ne sont là que pour relancer le dialogue et faire émerger le maximum d'informations pour acheter ou pour concevoir une machine adaptée à l'usage réel de l'industriel.

Ce dernier point est important. En effet, après sept réunions de trois heures et de nombreux échanges entre chaque réunion, l'industriel ayant beaucoup à dire pour décrire toutes les facettes de son activité, ce dernier a eu cette réflexion : « *Nous n'avons pas parlé de sécurité.* » Cela est effectivement vrai, car la méthode décrite ici repose sur une base théorique [2] (Cf. Figure 1) et un constat simple : pour qu'une machine soit sûre, il est nécessaire, mais pas suffisant, qu'elle soit adaptée aux usages. Ainsi, pour réaliser une tâche – un contrôle qualité par prélèvement par exemple – sur une machine qui n'a pas été conçue en prenant en compte cette opération ponctuelle, l'opérateur sera obligé de s'adapter, de « faire avec », de trouver le moyen de travailler « quand même ». Sa sécurité ne sera alors pas prise en compte à la conception de la machine, il devra l'assurer seul. Ce sont là des « situations anormales prévisibles » ou des « mauvais usages raisonnablement prévisibles » décrits dans la directive « Machines ». En conséquence, il est indispensable

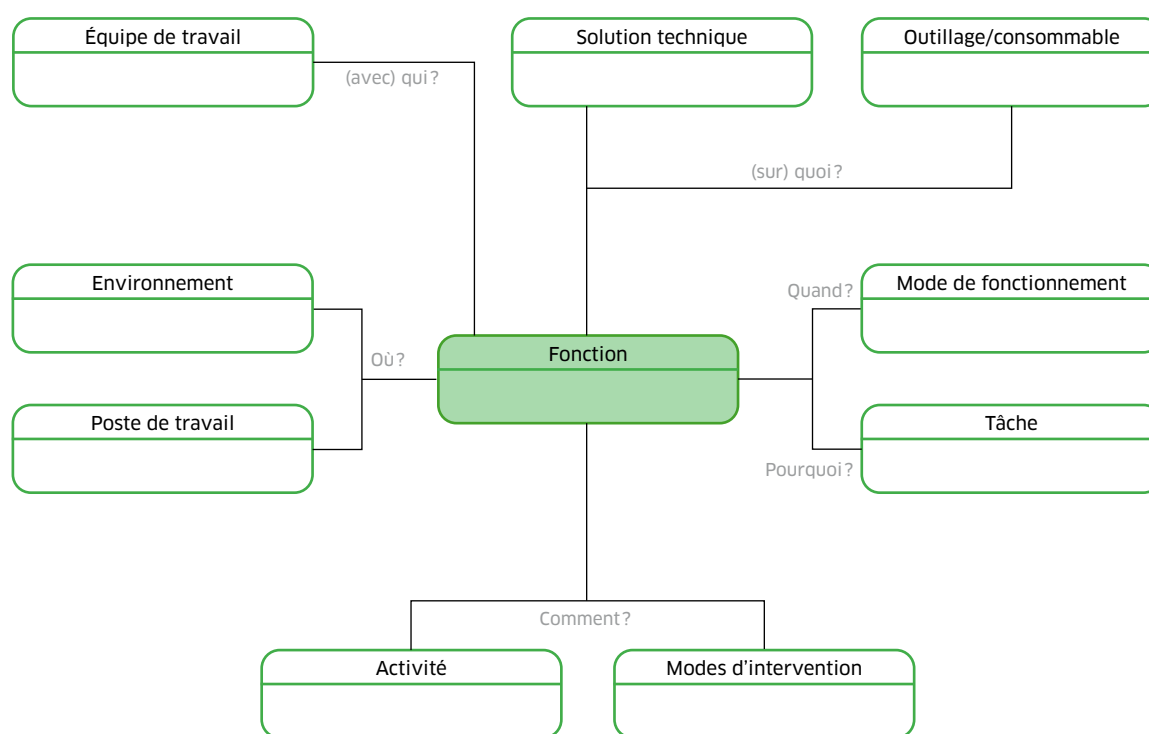
que ces usages soient décrits dans le cahier des charges. Le concepteur aura alors toutes les données nécessaires pour définir des principes et des solutions techniques sûres répondant aux fonctions demandées et aux usages prévus.

Pour l'industriel, toutes les réponses collectées permettent, en filigrane, de décrire les usages réels de la machine par les opérateurs. Ces tableaux de questions-réponses (Cf. Tableau 1) sont ensuite inclus tels quels, fonction par fonction, dans le cahier des charges. Une quinzaine d'heures supplémentaires ont été nécessaires pour finaliser le cahier des charges sous la forme d'un document contractuel [3], avec un contexte général de projet (raison sociale de l'entreprise, description et plan de l'atelier, but de l'achat, planning et délais souhaités...), le formalisme des offres attendues, le cadre juridique, les exigences générales concernant la maintenance, les modes de marche, la qualification des personnels... Les étapes de validation souhaitées et l'échelonnement des paiements y sont également mentionnés. Un paragraphe « Réglementation, normes et sécurité » est ajouté pour rappeler le cadre réglementaire<sup>1</sup>, les obligations de chacun et pour préciser les règles internes à l'entreprise, un contexte particulier avec des règles de conception spécifiques (industrie agro-alimentaire, par exemple). Cela aboutit ici à un document de 45 pages servant de base à la consultation des fournisseurs.

Détail d'une ligne de production de 130 mètres, achetée à l'aide de la méthode de rédaction de cahier des charges.



© Gael Kerbaol/INRS



← FIGURE 1  
Illustration des liens entre un questionnaire simple et un modèle théorique de situations de travail (Mostra) [4].

Du point de vue des fournisseurs, le cahier des charges obtenu par cette méthode offre une meilleure compréhension des besoins spécifiques de l'industriel. Ils peuvent identifier les fonctions réclamant un développement particulier du fait du contexte ou des usages attendus. L'expression explicite du « Pourquoi ? » permet également au fournisseur de remettre en cause le besoin du client en lui proposant un autre procédé, une innovation, une simplification et de se démarquer ainsi de la concurrence en montrant son savoir-faire. Pour bâtir leurs offres, les fournisseurs peuvent se baser sur cette expression du besoin, fonction par fonction, pour détailler les coûts, les propositions techniques et les modes opératoires associés en prenant en compte, de manière explicite, le travail des opérateurs ainsi que les risques techniques et commerciaux pour les demandes spécifiques. Grâce à ce cadre de réponse, l'industriel acheteur a pu comparer les offres, évaluer la compréhension du besoin par chaque fournisseur et s'assurer de

leurs compétences techniques. Sur cette base, une phase de négociation technique et commerciale s'est engagée avec un des fournisseurs pour définir un équipement de travail adapté aux usages prévus. ●

1. La connaissance et le respect des normes relèvent du savoir-faire des concepteurs (fournisseurs). Cela n'interdit toutefois pas d'en rappeler certaines traitant des principaux risques connus (maintenance, atmosphère explosive...). Il est cependant illusoire d'en citer un trop grand nombre dont le respect deviendrait difficile à vérifier.

### Remerciements

Les auteurs remercient l'entreprise Myral, Renato Krizmanic, de la Carsat Bourgogne Franche-Comté, et le laboratoire LCFC de l'Ensam de Metz pour leur participation à l'étude. À noter qu'un article sur la réception de la machine achetée par l'entreprise Myral a été publié dans *Travail & Sécurité*, n°760, d'avril 2015 (consultable sur [www.travail-et-securite.fr](http://www.travail-et-securite.fr)).

## BIBLIOGRAPHIE

[1] NF EN 16271 - Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel. Paris, AFNOR, février 2013, 35 p.

[2] DAILLE-LEFEVRE B. ET AL. - Méthodologie d'aide à la rédaction d'un cahier des charges basé sur l'usage. Actes congrès Lambda mu 19, 21-23 octobre 2014, Dijon, communication 2D-1, 8 p.

[3] TIerno O., BLAISE J.C., WELITZ G. *Réussir l'acquisition d'une machine ou d'un équipement de production*. Fiche pratique de sécurité, ED 103, décembre 2012, 6 p.

[4] HASAN R., « Contribution à l'amélioration des performances des systèmes complexes par la prise en compte des aspects socio-techniques dès la conception :

proposition d'un modèle original de situation de travail pour une nouvelle approche de conception », thèse doctorat de l'Université Henri-Poincaré-Nancy I, 2002.