

MAINTENANCE

La théorie de la chaîne critique accélère les opérations

Des avions qui encombrant les ateliers au lieu d'être disponibles pour l'armée de l'air. Voilà une des problématiques que le SIAé (Service industriel d'aéronautique) devait résoudre. Outre les en-cours trop importants, il devait faire face à la dérive des temps de cycles de maintenance. Il a fait appel à Realization pour trouver des solutions. Cette société californienne est spécialisée dans l'application de la théorie des contraintes, une méthode qui tend à identifier les ressources critiques et à organiser toute la production autour de celles-ci. Cela s'accompagne de changements radicaux dans la manière de gérer les hommes et de planifier les tâches.

L'AIA (Atelier industriel aéronautique) de Clermont-Ferrand est l'un des quatre ateliers de maintenance du SIAé (Service industriel d'aéronautique), une agence de l'armée de l'air française. Son métier est d'assurer le maintien en condition opérationnelle des avions

militaires. Or qui dit opération de maintenance dit aléas. Lorsqu'un avion arrive à l'atelier, impossible de savoir quelles opérations devront être effectuées avant de l'avoir complètement démonté. Et si certains défauts sont détectés tard dans le cycle de réparation, la durée d'immobilisation de l'appareil peut être nettement rallongée.

Le constat était encore plus inquiétant pour les équipes chargées de la maintenance des C160 Transall. Ces gros avions sont extrêmement coûteux, donc l'armée de l'air surveille de près leur disponibilité. Mais ils sont aussi âgés (plus de 40 ans pour la plupart), ce qui les rend plus sensibles aux problèmes de fatigue et de corrosion, et les adaptations effectuées au cours des ans font qu'aujourd'hui chaque appareil est pratiquement unique. Les ingénieurs affectés à cette "chaîne avion" (c'est ainsi que chaque ligne de maintenance est appelée) étaient donc confrontés à deux problèmes. Des délais de maintenance en augmentation, d'une part, car le parc est vieillissant, et des en-cours trop importants

d'autre part. Evidemment, chaque avion immobilisé dans les ateliers est un avion qui ne vole pas, et qui coûte cher à l'armée.

"Le but"

Pour résoudre ces problèmes, les responsables du SIAé ont essayé d'appliquer la plupart des méthodes traditionnelles d'organisation de la production. Sans succès. Julien Radkowski, chef de la division Transall au sein de l'AIA Clermont-Ferrand, explique que « ces méthodes n'ont rien donné car elles ne sont pas adaptées aux métiers de la maintenance. En effet, dans une chaîne de production linéaire, où chaque temps est mesuré et maîtrisé, il est possible de gagner du temps sur les temps de cycle en optimisant l'une ou l'autre des tâches. On s'attache à réduire au maximum la variabilité des tâches. C'est globalement le principe du Lean Manufacturing. Or ici, le problème est autrement plus complexe : on ne sait pas ce qu'il va falloir faire avant de commencer. Le plus souvent, les temps de cycles s'allongent car on n'a pas suffisamment examiné l'avion au début (ou car on n'était pas assez nombreux pour l'inspection). Les défauts sont donc détectés tardivement ». Les dirigeants de l'AIA finissent tout de même par identifier une méthode qui pourrait leur convenir. L'un d'eux a repéré un article à propos d'un atelier de l'armée de l'air américaine confronté au même problème. →

L'essentiel

- ▶ La théorie des contraintes est une méthode basée sur l'identification et l'optimisation d'une ressource critique à l'intérieur d'un processus.
- ▶ Le SIAé a appliqué la méthode à son atelier de maintenance d'avions de l'armée de l'air.
- ▶ Les en-cours ont été réduits de moitié et les temps de cycle de 15 %, sans incidence sur la qualité.
- ▶ La méthode élimine les pratiques de management qui aboutissent à des cercles vicieux.



L'Atelier industriel aéronautique de Clermont-Ferrand regroupe tous les métiers de la maintenance (mécanique, hydraulique, électricité, etc).

Quelques clés pour appliquer la théorie des contraintes

La théorie des contraintes et la méthode de la chaîne critique visent en priorité la réduction des délais. Cette dernière est jugée essentielle pour améliorer la compétitivité d'une entreprise, bien plus, d'ailleurs, que la réduction des coûts de fonctionnement ou des coûts de fabrication. Mais le plus souvent les délais ne sont pas faciles à réduire. Trois raisons principales à cela :

● Trop de tâches sont effectuées simultanément

La théorie des contraintes préconise d'arrêter le multitâche. Il faut certes trouver la charge de travail adaptée aux ressources, mais en règle générale quand on fait moins de choses en même temps, on va plus vite.

● Les temps annoncés ne sont que des estimations

Un planning devient obsolète à partir du moment où il est publié, car de nombreux paramètres sont susceptibles d'avoir changé. Il ne faut pas considérer une estimation de la fin de réalisation d'une tâche comme un engagement ferme. En effet, dès lors que l'on demande à une personne de s'engager sur un délai, elle aura tendance à prendre une marge de sécurité importante.

● Les outils de planification ne sont pas capables d'analyser les priorités

Les outils actuels rendent possible le suivi d'un enchaînement de tâches, mais pas l'affectation des bonnes personnes aux bons endroits. Cela se vérifie d'autant plus lorsque l'entreprise gère plusieurs projets en même temps. Conséquence : les responsables de production (ou responsables de projets) sont soumis à des pressions de la part des commerciaux, de la direction et des clients. Ils ont l'impression de "courir après le planning".

Pour répondre à ces problématiques, le système de management des exécutions de *Realization*, basé sur son logiciel Concerto, décline un plan d'action en trois points :

● Le "Pipelining" des flux

Il faut imaginer le projet comme un pipeline dans lequel le débit doit être optimisé pour un diamètre défini. Les tâches doivent suivre un ordre particulier en y affectant toutes les ressources nécessaires pour terminer chaque tâche au plus vite. Le manager doit non seulement s'assurer que toutes les ressources sont disponibles avant de lancer une opération, mais surtout il ne doit engager de nouvelles charges que lorsque c'est possible et utile pour l'avancement du projet.

● La mutualisation des marges

Il faut éviter à tout prix d'additionner des marges de manœuvre d'un à plusieurs jours pour l'exécution de chaque opération. L'approche de *Realization* consiste à regrouper toutes les marges dans un "buffer" commun, inférieur à la somme de toutes les marges. Chaque journée d'exécution "gagnée" profite à tout le projet, et chaque journée "perdue" consomme une partie de la marge commune.

● Le pilotage de la marge

Tout l'intérêt du logiciel tient dans l'aide qu'il procure au pilotage de cette marge commune. En fournissant l'état de consommation du buffer, il autorise la visualisation des tâches qui nécessitent une attention prioritaire et fournit des alertes si la situation tend vers une augmentation des délais prévus. Le logiciel facilite aussi l'affectation des ressources lorsque plusieurs projets sont menés en parallèles.

Au final, cette solution s'adresse à toutes les entreprises qui ont la charge de projets complexes et qui effectuent de la production à la demande ou sur de petites séries. La méthode est adaptée au secteur de la maintenance, et en règle générale à tous les processus de développement de nouveaux produits (matériels et logiciels).

→ Cet article traite de l'application de la "théorie des contraintes" et de la "théorie de la chaîne critique". Les spécialistes de la gestion de production connaissent déjà ces méthodes élaborées par Eliyahu Goldratt,

dont le livre *Le But* est bien connu dans la profession. Mais en 2008, *Realization*, la société américaine qui a réalisé l'application pour l'US Air Force, n'est pas encore implantée en France (elle ne le sera qu'en fin d'année).

Identifier une "chaîne critique"

L'AIA fait donc appel aux consultants de *Realization USA* pour appliquer à leur atelier les théories de Goldratt. Après un premier audit, pendant lequel ils estiment la pertinence de la méthode pour ce problème particulier, les consultants s'attaquent à identifier la ressource dite contrainte. C'est une ressource dont le retard influence directement l'avancement du projet. Il peut s'agir aussi bien d'une personne que d'une machine, d'un outil, voire d'un sous-traitant. Le principe de la méthode de la chaîne critique consiste à asservir le déroulement de toutes les tâches à l'avancement de cette ressource contrainte.

Dans le cas de la chaîne C160 Transall, la ressource contrainte s'avère être l'équipe des hydrauliciens. « Etant donné que la contrainte est l'un des corps de métier, cela ne sert à rien de faire avancer les autres équipes (les électriciens, par exemple), explique Vincent Doblin, p.-d.g. de *Realization France*. Cela n'aurait rien changé à la date de fin du projet, et n'aurait fait qu'empêcher les hydrauliciens de finir à temps. Sans compter que ces électriciens ou ces mécaniciens auraient pu être affectés sur d'autres projets. C'est l'erreur que commettent la plupart des chefs de chantier, qui veulent à tout prix donner du travail à leurs employés : il ne faut surtout pas confondre ressource contrainte (donc utile à l'avancement du projet) et ressource occupée. »

La théorie des contraintes fonctionne comme toutes les autres méthodes basées sur l'amélioration continue. Une fois la contrainte identifiée, il s'agit de tout faire pour la soulager afin qu'elle ne soit plus une contrainte, puis on cherche à identifier une nouvelle contrainte et ainsi de suite...

A l'AIA, il n'était pas possible d'embaucher de nouveaux hydrauliciens ni de faire appel à des intérimaires : la ressource contrainte restera donc les hydrauliciens. Mais on s'attache tout de même à surveiller leur travail afin que chaque minute soit utilisée au mieux et transformée en activité utile à l'avancement du projet.

Bannir la "microplanification"

La décomposition des tâches, pourtant si chère aux méthodes dérivées du Lean Manufacturing, est vue comme un ennemi par les consultants de *Realization*. C'est pourquoi leur second travail, après l'identification de la contrainte, consiste à réduire le nombre de tâches pour gagner en visibilité. En collaboration avec les équipes de l'AIA Clermont-Ferrand, ils font passer de 1 200 à 300 le nombre d'étapes pour la maintenance des

Transall. Pourquoi ce chiffre de 300 ? Il n'y a pas de réponse toute faite : les consultants se sont basés sur leur expérience pour déterminer le bon dimensionnement. Toujours est-il qu'en divisant par quatre le nombre de tâches, les calculs de priorité sont énormément simplifiés. Restait à savoir comment gérer la variabilité des tâches.

Dans un projet industriel quel qu'il soit, la durée d'une étape est toujours accompagnée d'une marge d'erreur. Cela permet de décaler les tâches suivantes en cas d'avance ou de retard. Mais il était impensable de refaire ce travail d'estimation des marges pour chacune des 300 nouvelles tâches. C'est sur ce point que la théorie de la chaîne critique fait la différence. En effet, l'un des principes de base de la méthode est de fonctionner avec une marge unique. Une marge "mutualisée", qui est forcément plus faible que la somme des anciennes marges, mais qui se révèle suffisante. Du coup, les étapes sont toujours associées à un temps de référence, mais lorsque l'une d'entre elles dépasse ce temps elle ne fait que consommer une partie de la marge mutualisée. « Désormais, on ne passe plus



Le logiciel Concerto peut afficher l'état d'avancement des différents projets, ou présenter l'état des tâches à l'intérieur d'un projet (ainsi que leur criticité).

notre temps à retarder ou avancer les étapes, mais on pilote la vitesse à laquelle on consomme la marge, commente Julien Radkowski (SIAé / AIA). Et cela entraîne forcément des réductions dans les temps de cycles. »

En finir avec le multitâche

La mise en place de la chaîne critique dans une entreprise bouscule un grand nombre d'habitudes. Nous l'avons vu, le fait de

répartir les ressources entre plusieurs tâches ne peut que ralentir l'avancement du projet : on augmente la pression sur les collaborateurs afin qu'ils travaillent sur plusieurs projets simultanément, les délais s'allongent de plus en plus, et au final cela ne fait qu'augmenter la pression globale au sein de l'entreprise. « C'est un véritable cercle vicieux ! s'exclame Vincent Doblin (*Realization France*). La solution consiste à appliquer ce que nous →

→ appelons le "pipelining": le responsable d'atelier n'engage de nouvelles tâches que lorsqu'il est sûr qu'elles n'entreront pas en conflit avec la ressource contrainte. Pour chaque tâche, il doit affecter le maximum de ressources. Et chacune des équipes doit finir l'étape sur laquelle elle travaille avant d'en commencer une nouvelle. »

Le logiciel suit la chaîne critique

Bien entendu, une fois implantée, la méthode de la chaîne critique ne saurait continuer à vivre sans l'appui d'un logiciel approprié. Pour cela, Realization a développé la suite logicielle Concerto qui facilite la prise de décisions. Il affiche entre autres des conseils sur les tâches à lancer et sur la consommation de la marge. Il met surtout en avant l'influence de chacune des actions et des décisions sur la date de fin du projet.

« Auparavant, nous utilisions Microsoft Project pour notre gestion de production, explique Julien Radkowski (SIAé/AIA). Il nous était impossible de synchroniser nos 1 200 tâches sans indication de priorité. Prenons un exemple : imaginons que nous devions gérer quatre projets, avec autant de chefs de



Les cycles de maintenance ont subi une simplification agressive : de 1200 tâches, ils sont descendus à 300. Avec pour conséquence une réduction d'un tiers des temps de cycle. Ces derniers sont passés de 150 à moins de 100 jours (selon la consommation de la marge).

projet. Un logiciel de planification classique proposera à chacun d'entre eux une multitude de tâches à lancer, mais ne les aidera pas à distinguer ce qui est utile de ce qui ne l'est pas. Pire encore : si les ressources doivent être partagées, chaque responsable de projet va vouloir les accaparer, estimant que la tâche qu'il doit réaliser est prioritaire sur les autres. Dans tous les cas, on ne sait pas ce qui est critique du point de vue de l'atelier et ce qui ne l'est pas... Concrètement, avec les logiciels traditionnels, on voit ce qu'on a fait, mais on ne sait pas où on va. »

Le logiciel Concerto reprend donc toutes les tâches, associées à leur degré de criticité, et met en place la marge commune correspondant au projet. Il est aussi capable de déterminer les priorités entre les différents projets (ici les avions). Comme la ressource contrainte est commune, il s'agit de ne pas la faire travailler à mauvais escient. Les chefs d'ateliers sont avertis lorsqu'ils doivent laisser une ressource travailler sur un autre projet.

Une division par deux des en-cours

La mise en place de la théorie des contraintes chez SIAé affiche un bilan positif. L'avancée la plus flagrante étant la réduction conséquente des en-cours : « Auparavant, il pouvait y avoir jusqu'à cinq ou six avions simultanément dans les ateliers. Nous sommes maintenant descendus à moins de trois, se réjouit Julien Radkowski (SIAé/AIA). Pour l'armée de l'air, qui est à la fois notre employeur et notre client, le gain est énorme. Les militaires disposent en permanence de trois à quatre avions supplémentaires. Une avancée non négligeable quand on sait que chacun d'entre eux coûte plus de 300 millions d'euros. » Par ailleurs, cette diminution des en-cours libère de la place dans les ateliers de SIAé qui sera utilisée pour de nouveaux chantiers.

Parallèlement, les temps de cycles de maintenance des avions ont subi une baisse de 15 %. Il est à noter que ces résultats ont été atteints dès le premier avion. « Sur les trois premiers avions que nous avons réparés en utilisant la méthode, nous étions même arrivés à réduire de 25 % les temps de cycles, assure Julien Radkowski (SIAé/AIA), mais des décisions stra-

tégiques ont entraîné une baisse de nos effectifs. Aujourd'hui, même avec des ressources réduites, nous maintenons des temps de cycles bien inférieurs à ce qu'ils étaient auparavant. »

Au final, plus qu'une simple réduction des délais, c'est une augmentation du volume de production à ressources identiques (une augmentation de la productivité) que l'on a obtenu avec la chaîne critique.

Des changements radicaux dans le management

La mise en place de la méthode s'accompagne de profonds changements dans la manière d'organiser le travail. Les sentiments des différents corps de métier de l'AIA sont partagés. Certains ne cachent pas leur satisfaction, tandis que d'autres avouent avoir été quelque peu déstabilisés au début.

Les managers sont les plus enthousiastes vis-à-vis de la méthode puisqu'elle les aide à se concentrer pleinement sur leur métier. Ils ont désormais à disposition une liste de priorités claire. « Dans le milieu des responsables de production, on a souvent tendance à "jouer les pompiers", commente Vincent Doblin (Realization). D'ordinaire, les responsables de sites sont sans cesse sollicités par les chefs d'ateliers qui leur demandent de résoudre différents problèmes. Ils essaient d'en résoudre le maximum, mais n'ont aucune indication sur ce qui est le plus urgent, et plus important encore, si les problèmes ont un impact sur la date de fin du projet. Avec la théorie des contraintes, on a une visibilité sur l'avancement du projet, et on s'aperçoit que la plupart des problèmes peuvent attendre. On se concentre sur ce qui fait la valeur ajoutée du projet, en l'occurrence les temps de cycles. Avec Concerto, si les managers constatent qu'une tâche consomme de la marge, ils reportent tout le reste à plus tard. Comme le logiciel fait le tri dans les tâches, ils ont plus de temps le moment venu pour résoudre un problème. Ils sont donc satisfaits de cette visibilité, car désormais leurs actions contribuent réellement à l'amélioration de la production. »

En revanche, du côté des chefs d'équipes, la méthode s'est avérée plus déstabilisante car

La méthode de la chaîne critique

La méthode élaborée par Eliyahu Goldratt vise à identifier la ressource ou la tâche la plus critique parmi toutes celles qui constituent un projet. L'objectif étant ensuite d'organiser la production pour libérer au maximum cette contrainte.

Pour simplifier, la méthode peut être décomposée en quatre points :

1 - L'identification de la contrainte

Il peut s'agir d'un homme ou d'une équipe, d'un outil, d'une machine, d'un procédé, etc.

2 - L'asservissement de toutes les décisions à cette contrainte

Toutes les autres tâches deviennent secondaires, et s'obstiner à les optimiser ou à les démarrer au plus tôt n'aura aucun bénéfice pour l'avancement du projet final.

3 - L'optimisation du processus pour faire disparaître la contrainte

La contrainte peut être réduite en embauchant des personnes supplémentaires, en rajoutant des machines, en supprimant certains temps d'attente.

4 - L'identification d'une nouvelle contrainte

Comme beaucoup d'autres méthodes, la théorie des contraintes a pour objectif une amélioration continue de la production. La boucle d'identification et d'élimination des contraintes aboutira au bout d'un certain temps à un équilibre.

le logiciel se focalise sur ce qu'il reste à faire et non pas sur ce qui est fait. Le "reste à faire" est recalculé chaque jour. Les chefs d'équipes n'ont donc plus les supports visuels rassurants auxquels ils étaient habitués : de "beaux" graphiques d'état d'avancement sur lesquels tous les indicateurs sont au vert. Mais les consultants de Realization ont réussi à leur prouver que, du point de vue de l'avancement global du projet, on peut courir à la catastrophe même si tous les indicateurs d'avancement sont positifs. L'intérêt de la méthode est aujourd'hui compris et l'outil maîtrisé. Les chefs d'équipes reçoivent des propositions concernant les tâches à lancer et les ressources à affecter. Ils adaptent au jour le jour les conseils provenant de Concerto par rapport aux contraintes réelles. Prenons l'exemple des équipes chargées de la logistique. Puisque les étapes de diagnostic sont cruciales pour l'estimation du temps de maintenance, Concerto pousse toutes les équipes à inspecter simultanément certaines parties de l'avion. Mais cela est impossible dans la réalité lorsqu'il s'agit d'éléments autres que le fuselage : pour contrôler un moteur, par exemple, il est impensable de faire travailler en même temps les mécaniciens, les hydrauliciens et les électriciens. Pour les opérateurs, enfin, le travail ne change pas fondamentalement. A ceci près que les ressources sont mutualisées : ils découvrent le matin leur programme de la journée. Ils sont affectés à l'un ou l'autre des avions en fonction des priorités du jour. Désormais, ils ne suivent plus un avion du début jusqu'à la fin. Mais ils tirent une certaine satisfaction de constater que les processus se sont accélérés sans que la qualité n'ait en pâtir. Leur principale crainte était d'être obligés de travailler dans l'urgence, et donc moins bien. Mais au contraire, l'obligation de finir toute une tâche commencée les pousse à s'appliquer. De plus, puisque les tâches qui ne sont pas critiques doivent démarrer au plus tard, un opérateur qui ne fait rien n'est pas forcément mal vu, au contraire. Comme l'explique Vincent Doblin (Realization) : « Avec la méthode de la chaîne critique, on abandonne l'idée qu'un atelier efficace est forcément un atelier qui déborde d'activité. Rien ne sert de chercher à occuper tout le monde si cela ne contribue pas directement à l'avancement du projet. Nous travaillons toujours beaucoup avec nos clients pour qu'ils abandonnent des réflexes du type "lançons cette tâche, ça sera toujours ça de fait..." Une expression à bannir absolument ! En pensant de la sorte, c'est toute l'entreprise que l'on désorganise : en voulant bien faire, les opérateurs qui travaillent sur des tâches non critiques peuvent accaparer un outil ou une machine utile aux tâches cri-

tiques. Au final, avec la théorie des contraintes, ce n'est plus mal vu de dire à un employé "désolé, mais aujourd'hui il n'y a pas de travail pour vous". L'opérateur ne restera pas vraiment inactif, bien entendu, mais il utilisera ce temps pour réfléchir à l'ergonomie de son poste de travail ou à l'optimisation de certains processus. Car c'est seulement en libérant du temps que l'on fait de la véritable amélioration continue. Et bien sûr, cela doit avoir un impact sur la manière dont le personnel est évalué. Dirigeants et financiers doivent penser avant tout à la productivité globale, plutôt que de ne voir que les coûts horaires des ateliers.

A noter que la mise en place d'un logiciel de ce type doit s'accompagner d'une synchronisation de tous les services de l'entreprise, c'est-à-dire pas seulement les ouvriers mais aussi la logistique, les services Méthodes et Qualité, l'ingénierie et les sous-traitants.

La gestion de la sous-traitance

En effet, la théorie des contraintes peut réduire notablement les temps de cycles, mais cela a aussi un impact sur les différents sous-traitants. Comment arriver à lancer des ordres de sous-traitance si toutes les tâches sont lancées au plus tard ? Julien Radkowski (SIAé/AIA) rapporte que « des contrats clairs ont été établis avec nos sous-traitants afin qu'ils soient informés de nos nouvelles pratiques d'organisation et qu'ils ne soient pas pris au dépourvu ». De toute

L'Atelier industriel aéronautique de l'armée de l'air

Le SIAé (Service industriel aéronautique) a été créé en 2007 par le ministère de la Défense. Sous la houlette du Commandant des forces aériennes françaises, il est en charge de tous les aspects industriels du maintien en condition opérationnelle des avions. Les AIA (Ateliers industriels aéronautiques) sont des entités du SIAé. Ces ateliers, implantés à Clermont-Ferrand, Cuers-Pierrefeu, Bordeaux et Ambérieu, prennent en charge la maintenance des avions Transall, Mirage et Alphajet, ainsi que des hélicoptères Gazelle. A noter que le Transall, l'avion pour lequel la méthode des contraintes a été mise en place, représente près de 30 % de l'activité de maintenance de l'AIA.



Grâce à la chaîne critique, ce sont à chaque instant deux à trois Transall supplémentaires qui sont disponibles pour l'armée.

façon, puisqu'il faut commencer par démonter complètement l'avion, les pièces à envoyer à un sous-traitant sont disponibles assez rapidement. Du coup, SIAé a mis en place la méthode sans trop rajouter de pression sur les sous-traitants.

« Parfois, il arrive que les relations avec les partenaires soient beaucoup plus délicates à gérer, commente Vincent Doblin (Realization). Pour certains industriels, lorsque toutes les tâches sont réellement lancées au plus tard, il est nécessaire de déployer la méthode chez les sous-traitants. Cela est réalisable quand on a affaire à de grands groupes, mais c'est toujours délicat : il est difficile de modifier les contrats de sous-traitance uniquement pour un projet pilote. » La marche à suivre sera le résultat d'une réflexion commune avec la société, ses sous-traitants et les consultants de Realization.

Une méthode qui ne s'applique pas sans conseil

D'ailleurs, la méthode tirée de la théorie des contraintes du livre d'Eliyahu Goldratt s'applique différemment selon le contexte, le métier du client, le type d'activité et le type de produits. Elle ne saurait donc être déployée sans l'appui d'experts. Chez SIAé, la phase de préétude a duré seulement un mois. « Les consultants américains ont su immédiatement s'adapter à certaines contraintes propres au marché français, se souvient Julien Radkowski (SIAé/AIA). Ils ont fait preuve de grandes qualités d'écoute et de compréhension. »

La méthode de la chaîne critique a donc prouvé son intérêt sur ce processus de maintenance soumis à des variations fortes. Mais elle a également fait ses preuves en recherche et développement, en développement logiciel et en gestion de projets.

Frédéric Parisot