

# La chaîne critique pour réduire le “time to market” et accroître la productivité

P. Marris

La chaîne critique est une nouvelle approche de la gestion de projet qui a démontré ces dix dernières années sa capacité à réduire fortement la durée des projets, à faire en sorte que leurs délais soient beaucoup mieux respectés et à accroître la productivité des ressources. Elle a été utilisée avec succès pour réduire le “time to market” des nouveaux produits pharmaceutiques, surtout aux États-Unis. Aujourd’hui l’Europe se lance. Le développement d’un médicament coûte de l’ordre d’un milliard d’euros et prend environ dix ans. Les produits génériques reprennent le marché quelques années plus tard lorsque les brevets expirent. Nous dépensons plus et gagnons moins. Une approche comme celle que propose la chaîne critique, qui permet de réduire de 40 % les délais tout en augmentant la productivité des ressources, est donc particulièrement d’actualité.

Mots clefs : Recherche et développement, Gestion de projets, Portefeuille de projets, Chaîne critique, Théorie des contraintes, “Time to market”.

## LE CONSTAT

Dans le secteur pharmaceutique, les délais de développement des nouveaux produits sont devenus un sujet « stratégique ». D’une part, les délais des projets se rallongent du fait entre autres de l’accroissement des contraintes réglementaires. Les durées de « time to market » sont désormais souvent de huit à douze ans et chaque projet coûte environ un milliard d’euros. D’autre part, la durée pendant laquelle le produit peut être vendu avec une bonne marge sur le marché est de plus en plus réduite car les produits génériques s’imposent dès la fin de la protection apportée par les brevets. Il faut dépenser plus tout en ayant moins de temps pour récupérer sa mise. Pour aggraver encore les choses, les entreprises sont obligées de lancer de plus en plus de projets. Les ressources concernées par le développement des nouveaux produits se retrouvent en conséquence avec de plus fortes charges,

## The critical chain to reduce the time to market and increase productivity

Critical chain is a new approach to project management that has demonstrated over the past 10 years its ability to significantly reduce the duration of projects, to ensure that projects are completed on time, and to increase resource productivity. It has been successfully used to reduce the time to market of new pharmaceutical products especially in the United States. Today, Europe is beginning to implement this approach. Drug development costs are of the order of one billion euro and take about ten years. Generic products invade the initially captive market as soon as the patents expire. We spend more and earn less. An approach such as the critical chain, which can reduce the product development time by as much as 40 % while increasing the productivity of resources is therefore particularly relevant.

Key words: Research and development, Project management, Project portfolio, Critical chain – Theory of constraints, Time to market.

## THE CONTEXT

In the pharmaceutical sector the development times for new products has become a “strategic” subject. The duration of projects is increasing due to increased regulatory constraints in particular. The time to market of a new drug is now of the order of eight to twelve years and costs approximately 1 billion euro. At the same time the window of time during which a new drug can be sold at a reasonable margin is getting smaller and smaller since the generic manufacturers appear as soon as the developer loses his patent protection. We must spend more and yet we have less and less time to recover the investment. To make matters worse, companies are obliged to launch more and more projects to get one new viable drug onto the market. As a result the resources are overloaded even if they are reinforced since they are rarely increased in sufficient proportion. There are more

même si elles ont été renforcées. Il y a plus de projets, il faut essayer de réaliser chaque tâche plus vite et il y a une très forte pression de la part de la direction. Les délais de mise sur le marché dérapent, ce qui coûte très cher : en pertes de revenus surtout, mais aussi en renégociations permanentes avec les différentes entités concernées (usines, laboratoires, etc.). On dépense plus et on gagne moins.

Les projets ne sont plus sous contrôle. On constate que les entreprises du secteur pharmaceutique ne respectent les délais d'origine de leurs projets que dans 30 à 40 % des cas ; et elles n'y parviennent souvent qu'en déployant des moyens exceptionnels et non prévus qui génèrent des surcoûts très importants. Un défaitisme s'est installé. On se laisse aller à penser que c'est dans la nature des projets. Après tout il y a dans tout projet – de nouveaux produits pharmaceutiques par exemple – des prises de risques, des choses jamais tentées auparavant, parce que l'innovation est impossible sans échec, etc. La pression étant presque insupportable, on finit par ne plus respecter les bases du management de projet. Nous avons de nouveaux logiciels conviviaux et puissants mais ils ne servent qu'à accélérer nos erreurs et nos changements de priorités. Dans une organisation multiprojets, on devrait faire une planification puis un nivellement des surcharges. Mais on ne le fait pas ou mal et quand une tâche arrive devant une ressource, celle-ci est déjà occupée à réaliser une tâche plus urgente et déjà très en retard. On en arrive au management par les décibels : celui qui crie le plus fort s'imposera.

## II L'APPROCHE CHAÎNE CRITIQUE

Il est possible, en faisant courir moins de 1 % de ses ressources, de faire en sorte que toute l'entreprise aille vite.

L'approche chaîne critique est née en 1997 lorsque Eliyahu Goldratt, père de la théorie des contraintes (*theory of constraints*, TOC), publia *Critical Chain* [1]. Ce roman fut traduit en français en 2002 [2]. On utilise souvent l'acronyme CCPM (*critical chain project management*).

La chaîne critique a été mise en œuvre avec succès dans le secteur des produits pharmaceutiques par plusieurs entreprises : Novartis, Johnson & Johnson, Eli Lilly, Procter & Gamble, Dr. Reddy's Laboratories, Danisco. Elle est également utilisée par les fabricants d'équipements médicaux. L'utilisation de cette approche dans une entreprise pharmaceutique est décrite dans un livre récent, *Be Fast or Be Gone* [3], roman dans lequel le héros sauve son fils en accélérant le développement d'un nouveau médicament. Des entreprises d'autres secteurs se sont également converties à cette approche : Boeing, ABB, Delta Airlines Maintenance, Railcare (UK), e2v (France), SIAé (France), Siemens, US Air Force, etc.

L'approche chaîne critique peut se résumer en un certain nombre de principes directeurs.

and more projects in the portfolio, companies try to accomplish each task or stage faster while working under tremendous pressure from top management. Projects very often no longer finish on time which is very expensive in lost revenue but also because of increased costs due to the frequent renegotiations with the various organizations involved (factories, laboratories, etc.). We spend more and we earn less.

Projects are no longer under control. Pharmaceutical companies overrun their initial product launch date 30 to 40 % of the time. And often, when they do meet the deadline, they achieve this by resorting to exceptional and non budgeted extra costs. Organizations become cynical; defeatism spreads. People end up considering that being late is unavoidable... being late is normal. This mindset can prevail quite easily since one can convince oneself that this problem is inherent to projects – the development of a new drug for instance – that involve taking risks, doing things that have never been tried before, that it is normal consequence of innovation, etc. The pressure and the failure rate are such that companies begin to abandon basic project management best practises. We have new powerful and user-friendly software but it only serves to accelerate our mistakes and tempts us in to changing our priorities more frequently. In a multi-project organization we should carefully identify and resolve resource overloads. But we don't, or not very diligently, and when a new tasks appears in front of a resource it is already working on something else that is more important and already very late. This leads to "decibel management"; the person who shouts the loudest prevails.

## II THE CRITICAL CHAIN APPROACH

It is possible, by making less than 1 % of its resources run, to make the entire company move much faster.

The critical chain approach appeared in 1997 when Eliyahu Goldratt, founder of the theory of constraints (TOC), published *Critical Chain* [1]. This novel was translated into dozens of languages including French in 2002 [2]. The acronym CCPM (*critical chain project management*) is often used.

Critical chain has been implemented successfully in the pharmaceutical sector by several companies: Novartis, Johnson & Johnson, Eli Lilly, Procter & Gamble, Dr. Reddy's Laboratories, Danisco. It is also used by manufacturers of medical equipment. The use of this approach in a pharmaceutical company is described in a recent book: *Be Fast or Be Gone* [3]. In this novel the hero saves his son by accelerating the development of a new drug. Companies in other sectors have also adopted CCPM: Boeing, ABB, Delta Airlines Maintenance, Railcare (UK), e2v (France), SIAE (France), Siemens, US Air Force, etc.

The critical chain approach can be summarized by a few guiding principles.

## 1. SÉCURISER LE PROJET ET NON LES TÂCHES INDIVIDUELLES

Le point clef et réellement original de l'approche chaîne critique est probablement de proposer de ne plus protéger chacune des tâches d'un projet mais plutôt le projet dans son ensemble. Quand on lance un nouveau projet, on estime le temps que vont prendre les différentes tâches. En faisant ces estimations, on se base largement sur les expériences du passé. On se rappelle que la dernière fois on avait promis de faire une tâche semblable en cinq mois et on avait été critiqué parce qu'on avait deux semaines de retard. Pour le projet suivant, on prévoira donc six mois. On justifie souvent ce genre de chiffre en évoquant la nature aléatoire car innovante et incertaine du travail : on n'a jamais fait ça. On inclut donc une marge de temps pour être relativement sûr de tenir son engagement.

En procédant ainsi on oublie deux choses. La première, c'est que si une tâche se termine en retard ce n'est pas grave en soi. Ce qui serait grave c'est que le projet se termine en retard. Deuxièmement, on oublie que les temps indiqués sont très souvent beaucoup plus importants que le temps qu'il faudrait pour réaliser la tâche. Ces délais sont donnés en tenant compte de l'environnement de travail, dans lequel il y a beaucoup d'autres choses à faire en même temps. On sait qu'on va travailler en multitâches et que ceci va démultiplier les temps de réalisation. Si une ressource s'occupe de trois projets en même temps, les durées moyennes seront multipliées par trois. En cumulant les deux phénomènes, on peut en arriver à prévoir une durée de deux mois quand le temps de réalisation n'est que de deux semaines.

Goldratt met en évidence le fait que les projets ont beaucoup de marges de sécurité mais qu'elles ne sont pas au bon endroit et qu'elles sont gaspillées par les comportements. Les deux exemples de gaspillage les plus commentés sont le « syndrome de l'étudiant » et l'« inutile perfectionnisme ».

Le syndrome de l'étudiant désigne le fait que quand on reçoit une charge de travail, on ne va pas souvent la commencer au plus tôt, mais au contraire au plus tard. Ainsi, si on rencontre un aléa dans l'exécution (c'est plus difficile que prévu ou on a imposé une autre tâche encore plus urgente au dernier moment), on terminera en retard. Ce comportement est omniprésent dans les organisations.

L'inutile perfectionnisme, également appelé « loi de Parkinson », est souvent décrit par l'exemple du programmeur dans un projet de développement d'un nouveau logiciel dont il doit écrire une partie du code. Imaginons qu'il y arrive plus vite que prévu. Que fera-t-il ? Va-t-il passer son programme à l'étape suivante ? Probablement pas. En effet, il n'y a aucun intérêt. Les systèmes de pilotage de projets ne récompensent pas ce genre d'attitude. Au contraire, s'il en parle on risque surtout de réduire ses futurs délais de travail. Il va donc retravailler, « perfectionner » son programme jusqu'au délai promis et terminera à la date prévue de son jalon. La loi de Parkinson affirme

## 1. SECURING THE PROJECT, NOT INDIVIDUAL TASKS

Probably the key really original and important point of the CCPM approach is to propose not to protect each of the individual tasks of a project but rather to protect the project as a whole. When launching a new project we estimate the time required for each of the different tasks. We essentially base these estimates on past experience. We remember that the last time we promised to do a similar task in five months and had been criticized because it was two weeks late. For the next project we will therefore "promise" to do it in six months. We often justify such figures by underlining the uncertain nature of the work; we have never done it before. We therefore include a margin of time – a time buffer – so as to be relatively sure of meeting the target date.

In doing so we forget two things. The first is that it is not really important if a task is late. What counts is that the project should be finished on time. Secondly we forget that the durations promised are often much larger than the time required to complete the task. These estimates take into account the working environment in which there are going to be many other things to do at the same time. We know we will be multitasking and that this will multiply the completion time. If a resource is responsible for three projects at the same time, the average length will be multiplied by three. By combining the two phenomena we will for example forecast a duration of two months when the actual production time is only two weeks.

Goldratt emphasizes the fact that projects have a lot of safety margins, but they are not in the right place and they are wasted by our behaviour. The two examples of waste that are the most discussed are the "student syndrome" and "unnecessary perfectionism".

The student syndrome refers to the fact that when we are given a new task we will rarely start it immediately, more often we will start at the latest possible moment. So if we encounter a problem in the execution (it is more difficult than expected or another even more urgent task appears at the last moment) we will finish late. This is quite pervasive in organizations.

Unnecessary perfectionism, also called "Parkinson's law", is often described by the example of the programmer in a project to develop new software in which he has to write some code. Imagine that he finishes sooner than expected. What will he do? Will he give his program to the next stage? Probably not. There is no encouragement to do so. Project management systems do not reward this kind of thing. Indeed if he talks about it the most likely result is that he will be given less time to develop the next piece of code in the next project. He will therefore "refine" and double check his program until the promised due date. Parkinson's law states that the work will spread

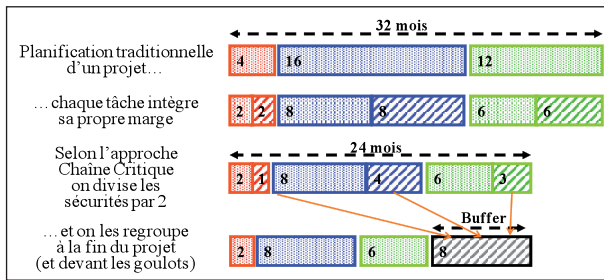


Figure 1. Transfert des sécurités locales en sécurité globale au niveau du projet.

que le travail s'étale de façon à occuper tout le temps disponible pour le terminer.

Les protections locales sont presque toutes gâchées. Ainsi, malgré toutes les marges de sécurité, les projets terminent rarement à l'heure. Pour un approfondissement de ces questions, on peut utilement se référer à un article récent d'Eric Robin [4].

La chaîne critique propose en conséquence d'extraire une bonne partie des marges de sécurité au niveau des tâches et de les mutualiser au niveau du projet. On place ce « *buffer projet* » à la fin du projet, avant l'engagement de fin de projet (figure 1). Attention, on divise ici empiriquement la marge de sécurité par deux. On part du principe qu'on va moins gaspiller les marges de sécurité et donc qu'on peut se permettre d'en prévoir moins.

## 2. UNE FOCALISATION SUR LA CHAÎNE CRITIQUE

Le point fondamental suivant est que, lors de l'exécution, on va se focaliser sur le déroulement des tâches tout au long du « chemin critique » (le plus long délai donné par l'addition des durées d'une suite de tâches). Mieux encore, on se focalisera sur la chaîne critique, qui est très proche du chemin critique sauf qu'elle prend en compte la charge des ressources. Dans l'approche classique, on retrouve la chaîne critique si on prend soin de réaliser un nivellement des tâches comme on le recommande dans tout bon livre de gestion de projet. Un chemin critique à capacité infinie peut être irréalisable même sans aléas, car il peut supposer qu'une ressource est capable de faire deux choses à la fois. La chaîne critique modifie donc si nécessaire le déroulement prévu du chemin critique pour prendre ce genre de situation en considération.

On va, lors de l'exécution du planning, se focaliser sur la suite des tâches sur la chaîne critique. Dans son roman, Scherer donne une excellente description de cette idée dans les projets de développement des produits pharmaceutiques [3]. Il utilise l'image du bâton d'une équipe de relayeur. Les idées semblent évidentes quand on les décrit : quand on a le bâton on court aussi vite que possible, quand on va recevoir le bâton, on arrête toute autre activité et on s'apprête à le prendre, quand le *top management* a le bâton il doit lui aussi aller très vite, etc. Ce qu'il faut noter, c'est que la tension sous-jacente à ce type de gestion ne concerne qu'une infime proportion des tâches en cours d'exécution à un moment donné.

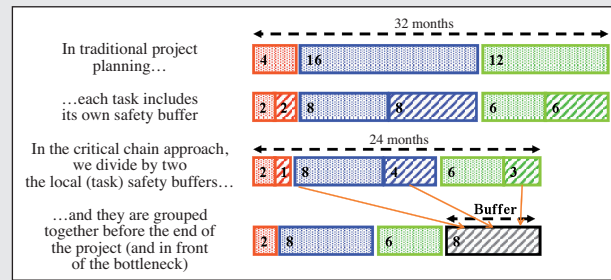


Figure 1. Transfer of the local task safety buffers so that they protect the overall project end date.

out so as to occupy all the available time.

Local protections are almost all wasted. So despite all the safety margins, projects rarely finish on time. For a more detailed description of these phenomena one can refer to a recent article in French by Eric Robin [4].

Critical chain therefore proposes to remove much of the safety margins at the task level and to pool them together at the project level. We place this "project buffer" at the end of the project before the end of project commitment date (Figure 1). It is important to note that when we do this we arbitrarily divide the safety margin by two; it is assumed that we will waste less of our safety margin and therefore we can afford to have less.

## 2. FOCUSING ON THE CRITICAL CHAIN

The next key point is that during execution we will focus on the sequence of tasks of the critical chain: the longest sequence of tasks (critical path) but taking into account the capacity of resources (a resource cannot do two tasks at the same time). A critical chain will therefore be longer than a critical path. Any good book on project management will recommend that once the infinite capacity schedule is calculated it should be amended by levelling the tasks according to the capacity and availability of the resources. The critical chain is therefore the longest sequence of tasks taking into account both the interdependence (task B after task A) and the capacities (resource R cannot do both A and B at the same time).

During the execution of the project, management must focus on the tasks that are on the critical chain. In his novel, Scherer gives an excellent description of this management approach when applied to projects that develop new pharmaceutical drugs [3]. He uses the analogy of the baton used in an athletics relay race. The rules are fairly self evident: when you have the baton you run as fast as you can, when you are about to receive the baton you must stop all other work and get ready to run, when the top management has the baton it must also act very fast, etc. What is noteworthy is that the above average effort of those that are running at any given time concerns only those that have the baton. Everybody else can work normally.

En faisant courir moins de 1 % de ses ressources, c'est en fait toute l'entreprise qui va vite.

### 3. LA MAÎTRISE DU NOMBRE DE PROJETS EN COURS...

Plus une organisation a de projets en cours, plus les délais moyens sont longs. Avec deux fois plus de projets, les délais sont deux fois plus longs.

Pour combattre cette réalité vicieuse, la chaîne critique propose trois actions. La première a été évoquée ci-dessus : on mutualise les marges de sécurité et ainsi la durée prévue des projets est écourtée et le nombre de projet en cours aussi. La deuxième est qu'on ne lance pas les nouveaux projets trop tôt. Il faut seulement les lancer en fonction de la capacité disponible des ressources critiques. La *figure 2* cherche à représenter le problème. Quand on impose un nouveau projet, on devrait accepter d'en arrêter un autre...

La troisième action consiste à réduire brutalement le nombre de projets dans le portefeuille. Elle n'est pas applicable dans tous les cas mais elle est pertinente à toutes les organisations qui auraient lancé trop de projets. Ceci semble assez fréquent dans le secteur pharmaceutique. Craignant de ne pas avoir assez de produits *blockbusters* à l'avenir, ils ont lancé beaucoup plus de projets que par le passé. La solution la plus brutale consiste à tuer ou mettre en attente une partie des projets. L'approche la plus souvent retenue est de repréciser les priorités avec un système simple de type : critique, important, pas important. Scherer expose bien cette stratégie dans son roman [3]. En fait, les deux tactiques ont à peu près le même effet si elles sont bien exécutées.

### 4. ...ET LA MINIMISATION DU MAUVAIS MULTITÂCHE

En dehors de gagner « facilement » du délai, ces réductions du nombre de projets en cours ont un autre effet positif très puissant : elles réduisent le mauvais multitâche. Le mauvais multitâche consiste à faire plusieurs choses simultanément. La rédaction d'un protocole, par exemple, peut prendre six fois 10 h de travail en mauvais multitâche (les ressources font autre chose dans les interstices) réparti sur plusieurs semaines. Ceci pourrait mener à un délai global de plus de 180 h. Mais en effectuant la rédaction en continu, la tâche ne prend que 30 h. Il s'ensuit que la productivité est deux fois meilleure (6 x 10 h vs. 30 h) en monotâche et que le délai est six fois plus court (180 h vs. 30 h). Le multitâche ne peut pas être éliminé mais il peut être réduit de manière significative dans de nombreuses organisations.

Quand on remarque que les entreprises ayant mis

It is possible, by making less than 1 % of its resources run, to make the entire company move faster.

### 3. CONTROL THE NUMBER OF LIVE PROJECTS...

The more live projects that an organization has the greater the average execution time. With twice as many projects they take twice as long.

To combat this vicious reality CCPM proposes three things. The first was mentioned above; the safety margins are cut in half and pooled and in this way the duration of projects is reduced and the number of projects in progress as well. The second is that we do not start new projects too early. A new project must only be launched when the critical resource(s) are available. *Figure 2* seeks to represent the problem. When we impose a new project we must accepted to stop another...

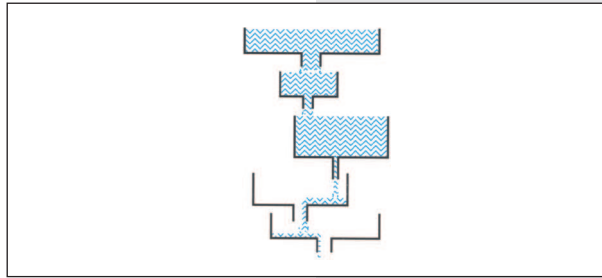


Figure 2. Ne pas lancer plus de projets que ce que peut traiter la ressource critique (le goulot).

Figure 2. Do not start more projects than can be handle by the critical resource (the bottleneck).

The third action is to reduce sharply the number of projects in the portfolio. It is not applicable in all cases but it is very pertinent to all companies that have started too many projects. At the time of writing this seems quite common in the pharmaceutical industry. Fearful of not having enough blockbuster drugs in the future firms have launched many more projects than usual. The most brutal solution is to kill or put on hold some projects. But the approach most often used is to (re)define the project priorities with a simple system such as: critical, important and not important. Scherer describes this strategy in his novel [3]. In fact the two tactics have about the same effect if well executed.

### 4. ...AND LIMIT BAD MULTITASKING

The reduction in the number of concurrent live projects has another very powerful positive effect: it reduces bad multitasking. Bad multitasking is to try and do too many things at the same time. The drafting of a protocol for instance can take six times 10 h spread over several weeks in poor multitasking mode. The task is completed after a long period of time because the resource is often occupied doing something else. So the drafting of the protocol from start to finish could take 180 h. But by doing the writing task continuously (without interruption) it might only take only 30 h. It follows that productivity is two times better (6 x 10h versus 30 h) in single task and that the time taken to finish the task is six times shorter (180 h versus 30 h). In the real world multitasking cannot be eliminated but it can – and should – be significantly reduced.

Companies that have implemented CCPM often

en œuvre la chaîne critique ont très souvent augmenté de manière significative le nombre de projets qu'elles réalisent par an sans ressources supplémentaires (voir les résultats ci-après), il est probable que ceci est dû notamment à la réduction du mauvais multitâche.

Bien sûr, la forte réduction du mauvais multitâche doit en premier lieu être obtenue sur la contrainte (goulot).

## 5. DES PLANNINGS AMBITIEUX MAIS RÉALISTES

Créer des plannings de projets ambitieux mais réalistes est bien évidemment aussi le but de la gestion de projets classique. On le fait par exemple en mettant des opérations en parallèle. Si nous en parlons quand même ici, c'est que malheureusement beaucoup d'entreprises ne se donnent plus le temps de faire de bons plannings. On se précipite dans la mise en œuvre en se disant que ça ne sert à rien de prévoir des raccourcis astucieux qui n'auront aucune chance de se réaliser comme prévu lors de l'exécution. Les pratiquants de la chaîne critique retrouvent apparemment suffisamment de contrôle de la situation pour reprendre les bonnes vieilles pratiques décrites dans la littérature.

## 6. UN PILOTAGE GÉRANT LES RISQUES ET LES RETARDS

Avant de détailler le système de pilotage, il est important de souligner que le lecteur doit imaginer qu'il pilote une organisation où plus de 80 % des projets sont à l'heure et que les projets en retard ne sont pas encore inquiétants parce qu'on a encore suffisamment de temps pour trouver une solution.

La technique de la chaîne critique commence par l'identification de trois statuts de projet. Le premier, présenté en vert, concerne les projets qui se déroulent sans problème. Le second, en jaune, regroupe les projets qui dérivent et nécessitent peut-être une action pour les recadrer. Le dernier statut est représenté en rouge et concerne les projets qui seront ou sont déjà en retard vis-à-vis de leur délai prévu de fin. Les managers doivent se concentrer sur les projets en rouge. Isabelle Icord de ProCC, qui a effectué la mise en œuvre de la chaîne critique chez e2v à Grenoble, souligne qu'« en pratique, si le système est bien implémenté, il ne devrait y avoir que 10 à 20 % de projets dans la zone rouge ».

Le statut d'un projet est déterminé par son « *indice buffer* » (IB) (figure 3). Il est calculé en divisant

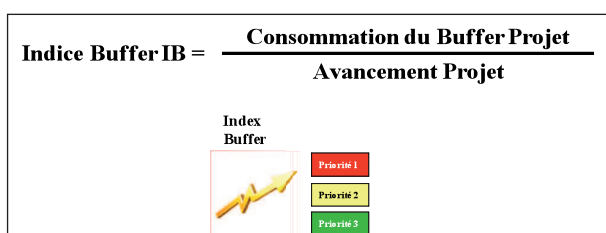


Figure 3. L'indice buffer et les trois statuts possibles d'un projet.

claim to have significantly increased the number of projects they finish annually without additional resources (see results below). It is likely that this is largely due to the reduction in bad multitasking.

Of course the reduction of bad multitasking must first be sought and obtained on the constraint (bottleneck).

## 5. AMBITIOUS BUT REALISTIC SCHEDULES

Creating project schedules that are ambitious but realistic is of course the goal of any form of project management. This is done for example by planning two tasks in parallel rather than in series. Concurrent or simultaneous engineering is probably the best known example of this practice. If we mention this sort of thing here it is because many companies don't bother to optimize their project planning in this way. They quite rightly consider that since execution will turn out to be so very different from what was initially planned there is no point in looking for unrealistic, theoretical, improvements at the planning stage. We rush the launch because we know that it is useless to design smart shortcuts that have next to no chance of occurring as planned. Practitioners of the critical chain regain better control of their operations and can therefore (re)use the optimization techniques described in the project management literature.

## 6. EXECUTION MANAGEMENT THAT MANAGES RISKS AND DELAYS

Before detailing the control system it is important to note that the reader should imagine that he is managing a portfolio where more than 80 % of projects are on or ahead of schedule and that there is still enough time to find a solution for the projects that are running late.

CCPM defines three project statuses. The first "green" status concerns projects that are running smoothly. The second "yellow" status covers projects that require some minor adjustments. Finally the projects that have a "red" status are very likely to finish late if nothing is done (they are not necessarily going to finish late though). Managers should focus on the red projects. Isabelle Icord of ProCC who implemented critical chain in e2v in Grenoble in France says that "in practice, if the system is well implemented, there should be only 10 to 20 % of projects in the red zone".

The project status is determined by the "buffer index" (Figure 3). It is calculated by dividing the

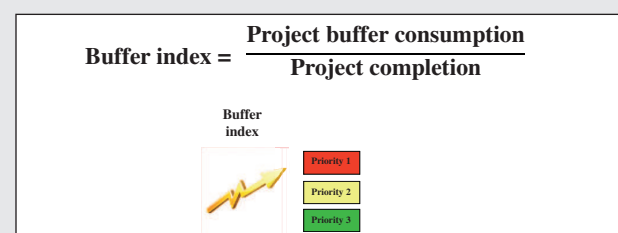


Figure 3. The buffer index and possible status' of a project.

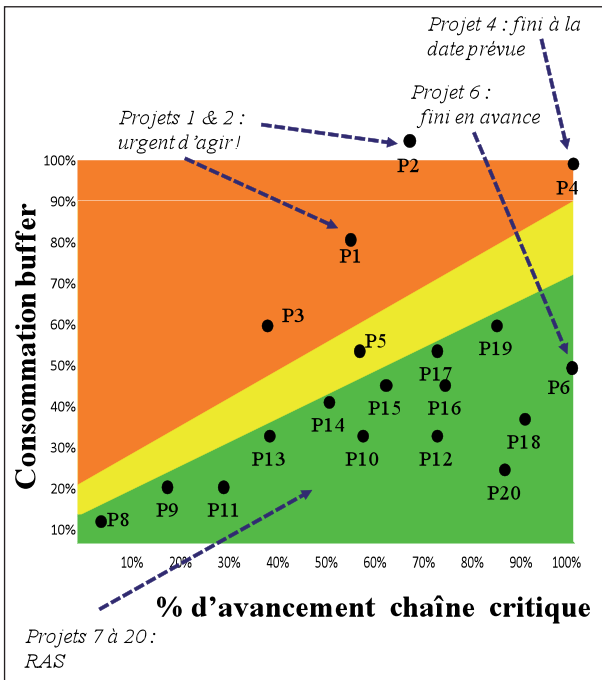


Figure 4. Tableau de pilotage du portefeuille de projets selon l'approche chaîne critique.

la consommation du « *buffer projet* » par le degré d'avancement du projet. L'avancement est mesuré par la proportion des tâches réalisées sur la chaîne critique. L'« *indice buffer* » est une indication de la probabilité de terminer le projet en retard.

LIB de chaque projet est régulièrement recalculé (par exemple chaque semaine) et tous les projets du portefeuille sont représentés sur un tableau de pilotage rouge, jaune et vert comme dans la figure 4.

Il suffit ensuite de prendre des actions managériales correctives pour les projets dans la zone rouge (surtout) et dans la zone jaune. Quand les projets qui dérivent sont l'exception, les choses deviennent beaucoup plus faciles à gérer.

Notez que dans la figure 4, le projet P4 termine à l'heure. Il n'est pas en retard, il a juste complètement consommé le « *buffer projet* ». Les projets P1 et P2 seront probablement en retard. Tous les autres projets seront très probablement à l'heure.

## 7. ACCEPTER L'INÉVITABILITÉ DES ALÉAS ET S'ORGANISER EN CONSÉQUENCE

Un des points qui transcende toute l'approche de la théorie des contraintes est le fait d'accepter l'existence d'aléas et de créer un système de gestion en conséquence. Pour être efficace, on ne protège pas toute l'organisation par des protections locales au niveau des tâches. Au contraire, on installe des protections aux points déterminants pour la performance globale. On crée un « *buffer projet* » pour permettre au projet dans son ensemble de terminer à l'heure. On crée aussi un « *constraints buffer* » devant la ressource critique, ou goulot, puisqu'elle détermine le rythme et le débit de l'ensemble de l'activité. Nous occulterons ici des détails concernant les « *feeding buffers* ».

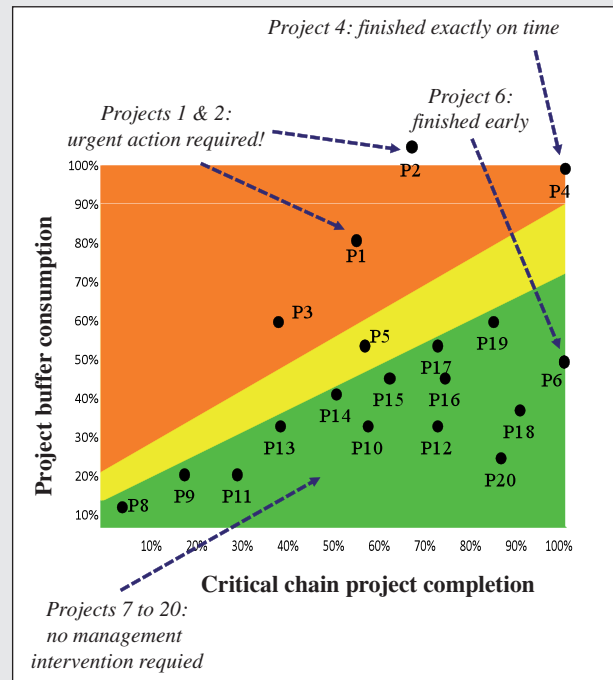


Figure 4. Project portfolio management using the critical chain fever chart.

consumption of the “project buffer” by the percentage of project completion. Progress is measured by the proportion of tasks performed on the critical chain. The “buffer index” is an indication of the probability of completing the project late.

The buffer index of each project is recalculated regularly (for instance weekly) and all projects in the portfolio are represented on a “fever chart” containing red, yellow and green zones (figure 4).

Management can then take corrective actions for projects in the red zone (especially) and eventually for those in the yellow zone. When projects that are in a delicate situation are the exception project execution management becomes quite simple.

Note that in Figure 4, project P4 finished on time. It is not late; it has just completely consumed its project buffer. Projects P1 and P2 are likely to be late. All other projects will most likely be on time.

## 7. ACCEPTING THE INEVITABILITY OF PROBLEMS AND PLANNING ACCORDINGLY

One ever present point of the theory of constraints approach is the acceptance of fluctuations and the design of the appropriate management system. To be effective we do not protect the entire organization by local protections at the task level. Instead protections are installed at points critical to overall performance. CCPM creates a “project buffer” to ensure that the project is completed on time. It also creates a “constraints buffer” in front of the critical resource or bottleneck since it determines the pace of the whole activity. We will not discuss the “feeding buffers” here.

### III LES RÉSULTATS CONSTATÉS

Si on s'intéresse d'abord à la réduction de la durée moyenne des projets, il faut noter que les améliorations ont deux sources distinctes. La première est que, comme nous l'avons détaillé ci-dessus, la longueur planifiée des projets est comprimée de l'ordre de 30 %. La deuxième est que les dépassements des durées prévues dans les plannings sont très fortement réduits. Il en résulte des réductions des délais de l'ordre de 40 %, comme le résume la figure 5.

Avec les risques que cela comporte, nous présentons dans le *tableau 1* les résultats annoncés par des entreprises de pharmacie, de biotechnologies et d'équipements médicaux. De même, le *tableau 2* répertorie quelques cas de gains obtenus dans d'autres secteurs industriels.

Notons que, selon nous, ces résultats ne sont pas seulement imputables à la méthode. Comme dans d'autres domaines de la théorie des contraintes, nous pensons que ces résultats sont en partie dus à la qualité des acteurs. Notre raisonnement est le suivant : la

### III RESULTS OBTAINED

When analysing the reductions brought about by the critical chain approach it must be noted that they have two distinct sources. The first is that, as we have detailed above, the estimated duration of a project is reduced by about 30 %. The second is that projects don't finish late as often or as much. The resulting impact is a reduction of about 40 % of the average project duration. This reduction mechanism is summarized in *Figure 5*.

With all the usual risks involved we present in *Table 1* the results announced by pharmaceutical and biotechnology companies and manufacturers of medical equipment. Similarly, *Table 2* lists some cases of results obtained in other industries.

Note that we believe these results are not only attributable to the CCPM approach. As in other areas of the theory of constraints we believe that these results are partly due to the quality of the actors involved. Our reasoning is the following: critical chain is a new

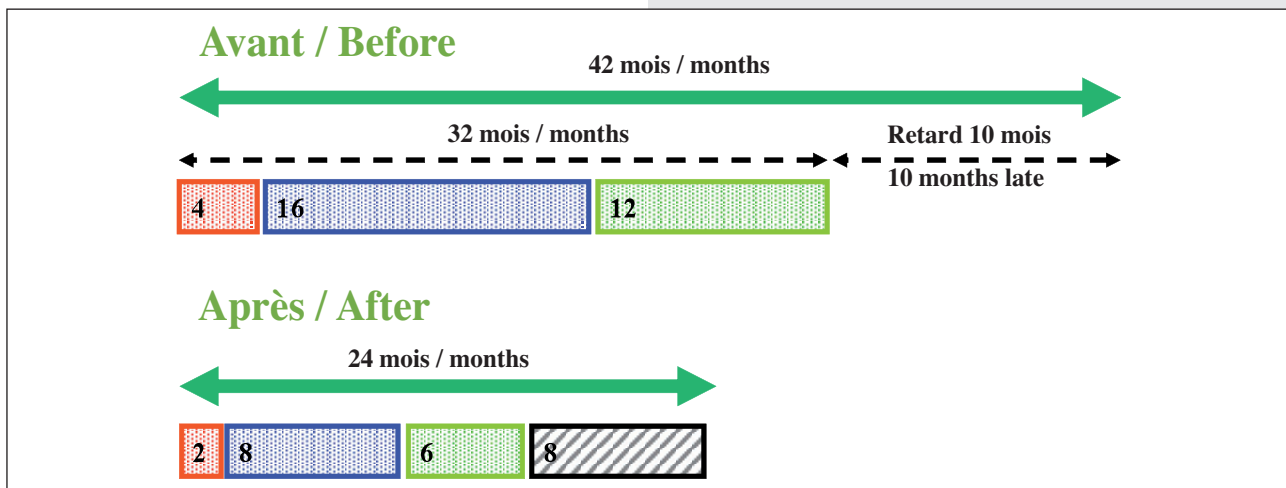


Figure 5. Réduction globale de la durée des projets : des planifications de projet plus courtes et moins de retard.

Figure 5. The overall reduction in the duration of projects: project planned duration is shorter and projects are more likely to finish on time.

Tableau 1. Résultats des entreprises de pharmacie, de biotechnologies et d'équipements médicaux.

	Avant	Après
Pharmaceutique		
Johnson & Johnson (pharmaceutique)	Réduction du temps de cycle de 28 % > 90 % de livraisons à temps	
Eli Lilly (pharmaceutique)	40 % des projets à temps	95 % des projets à temps
Procter & Gamble (pharmaceutique)	55 % des projets à temps 5 projets par trimestre (2005)	90 % des projets à temps 12 projets par trimestre (2008)
Dr. Reddy's Laboratories (développement de nouveaux produits)	20 % des projets à temps en 12 semaines 85 produits lancés (2009) 915 jours en temps de cycle (2008)	80 % des projets à temps (+ 60 %) 149ancements en 2010 (+ 75 %) 563 jours en temps de cycle (40 % + rapide, 2010)
Biotechnologique		
Danisco ( <i>biotech plant engineering</i> )	20 % des projets à temps	87 % des projets à temps 15 % d'augmentation immédiate du <i>throughput</i>
Médical		
Medtronic Europe (produits médicaux <i>high tech</i> )	Dispositif de développement projet : 18 mois Projets imprévisibles	Temps de cycle de développement réduit à 9 mois Amélioration de la livraison à temps de 90 %



Table 1. Results in pharmaceutical and biotechnology companies and manufacturers of medical equipment.

	Before	After
<b>Pharmaceuticals</b>		
Johnson & Johnson (pharmaceuticals)	28 % cycle time reduction > 90 % on-time delivery performance	
Eli Lilly (pharmaceuticals)	40 % of projects on time	95 % of projects on time
Procter & Gamble (pharmaceuticals)	55 % of projects on time 5 projects per quarter (2005)	90 % of projects on time 12 projects per quarter (2008)
Dr. Reddy's Laboratories (pharmaceuticals)	20 % of projects on time on 12 weeks 85 product launches (2009) 915 days cycle time (2008)	80 % of projects on time (+ 60 %) 149 launches in 2010 (+ 75 %) 563 days cycle time (40 % faster in 2010)
<b>Biotechnology</b>		
Danisco (biotech plant engineering)	20 % of projects on time	87 % of projects on time 15 % immediate increase in throughput
<b>Medical</b>		
Medtronic Europe (high tech medical products)	Device development projects took 18 months Unpredictable projects	Development cycle time reduced to 9 months On-time delivery increased to 90 %

Tableau 2. Résultats obtenus dans divers secteurs industriels avec l'approche chaîne critique.

Profil des sociétés et des projets	Avant déploiement de la chaîne critique	Après déploiement de la chaîne critique
High tech développement hard et soft	Durée réelle des projets : 38 mois en moyenne	Les durées réelles tombent en moyenne à 23 mois
Maintenance et réparation	En surcharge permanente	11 % de gain de "sortance" sur l'encours, 100 % à l'heure et un million de dollars de réduction de coûts sur les 4 premiers mois
Projets informatiques	La plupart des projets en retard	Plus de 80 % des projets à l'heure
Études cliniques-pharmacie	20 études/mois 8 semaines/étude 48 % à l'heure	50 études/mois 3 semaines/étude 95 % à l'heure
Construction	Temps de cycle prévu de 100 jours Temps de cycle réalisé de 141 jours	Temps de cycle prévu de 55 jours Temps de cycle réalisé de 55 ± 2 jours

Table 2. Results obtained in various industries using the critical chain approach.

Companies	Before	After
High tech development hard and soft	38 months of average duration of projects	23 months of average duration of projects
MRO (maintenance repair and overhaul) in aeronautics industry	Permanent overload	11 % increase in throughput 100 % due date performance \$ 1 million reduction in expenses in the first 4 months
Software development	Nearly all projects finished late	More than 80 % of projects finished on time
Clinical tests	20 studies per month 8 weeks per study 48 % due date performance	50 studies per month 3 weeks per study 95 % due date performance
Construction	Planned project duration 100 days Actual project duration 141 days	Planned project duration 55 days Actual project duration 55 ± 2 days

chaîne critique est une nouvelle approche de gestion qui va à l'encontre des idées reçues et nécessite une autre forme de management. Ceux qui ont mis en œuvre cette approche sont donc probablement plus audacieux et entreprenants que la moyenne. Une partie des résultats est probablement due à cela.

#### IV CONTEXTE ET ORIGINE DE LA CHAÎNE CRITIQUE

On l'a dit, la chaîne critique est une partie de la théorie des contraintes (*theory of constraints*, TOC) développée à partir des années 1980 par Eliyahu Gol-

management approach that goes against conventional wisdom and requires a different form of management. So those who have implemented this approach are likely to be bolder and more enterprising than average. A part of these results are probably due to this.

#### IV THE FOUNDATIONS AND ORIGINS OF CCPM

As we saw, critical chain is a part of the theory of constraints (TOC) developed in the 1980's by Eliyahu Goldratt. This school of thought has two major components:

dratt. À la base de cette école de pensée on retrouve deux éléments fondateurs :

1) les charges des ressources ne peuvent plus être équilibrées. Certaines ressources vont se retrouver avec trop de travail (les goulots ou contraintes) tandis que les autres seront par définition en sous-charge. Ce sont les contraintes qui détermineront les performances d'ensemble. Les autres ressources doivent être asservies à l'activité des contraintes. On doit donc avoir des règles de gestion duales ; on ne gère pas les deux types de ressource de la même manière. Ce qui rend cette approche puissante, c'est qu'en pratique il y a très peu de contraintes. Si on se focalise donc sur ses points critiques, on aura un extraordinaire effet de levier. Certains schématisent ceci en disant qu'on peut aller bien au-delà du principe de Pareto des 80/20 et que la TOC permet de faire du 99/1. Une autre conséquence de ce point de vue est que la somme des optimums locaux n'est plus égale à l'optimum global. Ceci est assez dévastateur ; il n'est plus utile d'exiger d'une ressource qu'elle produise au maximum si elle est non-goulot. Le fouet fera donc plus de mal que de bien en forçant la vaste majorité des ressources à agir contre l'optimum global ;

2) notre manière de raisonner est régulièrement incohérente ou obsolète. Goldratt aborde ce problème à travers les *thinking processes*, ou processus de pensée. Il propose de décrire l'existant à l'aide de simples schémas détaillant les réalités, les règles et les conséquences. C'est un genre de réseau effet-cause-effet. Ensuite la cible est identifiée (par exemple « je veux réduire de moitié les délais de mes projets »). Les schémas sont ensuite modifiés, ce qui permet d'identifier ce qui doit être changé pour atteindre l'objectif. Cette partie de la TOC n'est nullement novatrice ; on retrouve des choses similaires dans différentes approches systémiques ou des techniques de résolution de problèmes. Mais apparemment la technique est plus accessible et moins absconse que celles qui l'ont précédée, à tel point que les connaisseurs sont de plus en plus nombreux à dire que ce deuxième volet est plus puissant et important que le volet « management par les contraintes » qui fut à l'origine de ce mouvement de pensée.

La théorie des contraintes a surtout quatre domaines d'application : la gestion de projet par la chaîne critique, qui est l'objet du présent article ; la gestion de la production par une méthode appelée « tambour-tampon-corde » (« *drum-buffer-rope* ») ; la logistique, ou *supply chain* ; et le « *throughput accounting* ».

L'aspect atypique de ce mouvement est renforcé par son exposition dans un roman d'Eliyahu Goldratt, *Le But (The Goal)* [5]. Ce *business thriller* écrit en 1984 a connu un succès sans pareil puisqu'il s'est vendu à ce jour à plus de 3,5 millions d'exemplaires en vingt-neuf langues. *Time Magazine* a choisi ce livre en septembre 2011 comme un des vingt-cinq livres de management les plus influents des temps modernes.

1) it is assumed that the workloads on the different resources can no longer be balanced. Some resources will have too much work (bottlenecks or constraints) while others will have a workload that is inferior to their capacity. The constraints will determine the overall performance. The "non-constraint" resources must serve the constraints and must not work to their full potential. We must therefore have dual management rules; we should not manage the two types of resources in the same way. What makes this approach so powerful is that in practice there are very few constraints. If we focus on these critical points there will be tremendous leverage. Some summarize this by saying that we can go beyond the Pareto principle of 80/20 and that theory of constraints is 99/1. Another consequence of this view is that the sum of local optima is not equal to the global optimum. This is quite devastating, it is no longer correct to force a non-bottleneck to produce all the time. The whip will do more harm than good by forcing the vast majority of resources to act against the global optimum;

2) Goldratt considers that our way of reasoning is regularly inconsistent or outdated. He addresses this through the "thinking processes". He proposes to describe the existing situation by using simple diagrams detailing the facts, rules and consequences in a kind of effect-cause-effect network. Then the target is identified ("I want to halve the time taken by my projects", for instance). The network is then modified, which identifies what needs to be changed to achieve the objective. This part of the TOC is not really an innovation; we find similar things in different systemic approaches or techniques of problem solving. But apparently Goldratt's technique is more accessible than that of predecessors to the point where many TOC experts say that this second component is more powerful and important than "constraints management" which was the historical origin of this school of thought.

The theory of constraints has four main areas of application: project management using the critical chain which is the subject of this article; production management with a technique called "drum-buffer-rope"; supply chain and throughput accounting.

One of the unusual things about this approach is a novel: *The Goal* by Eliyahu Goldratt [5]. This "business thriller" written in English in 1984 has had a truly exceptional success. To date it has sold more than 3.5 million copies in 29 languages. *Time Magazine* chose this book in September 2011 as one of the twenty-five most influential business books of modern times.

## V

**LES PROGICIELS PARFOIS NÉCESSAIRES**

Les cas pas trop compliqués peuvent être traités par de simples logiciels de gestion de projet de type MS-Project, avec des « add in » comme CC-MPulse, désormais librement disponible. Dès qu'on doit gérer un portefeuille de plus d'une quinzaine de projets moyens ou gros, avec une imbrication un peu complexe des tâches et des ressources, il est probablement nécessaire d'utiliser un des progiciels dédiés, malgré leur prix. Les deux fournisseurs leaders sont ProChain et Realization. Notons qu'avec la chaîne critique, il est plus que jamais nécessaire de rappeler : méfiez-vous, un progiciel ne résoudra pas vos problèmes.

## VI

**COMMENT METTRE EN ŒUVRE ?**

On le voit, cette approche requiert une importante rupture dans les modes de management. De surcroît, elle ne fonctionnera pas si elle n'est pas appliquée à tous les projets. Un projet de mise en œuvre doit être conçu en conséquence. La mobilisation et l'alignement du management est vraiment une condition clef de succès. Au niveau du comité de direction, tous les doutes, toutes les discussions, toutes les hésitations doivent être traités en amont. Dès le lancement, la direction doit montrer un front uni et appliquer de manière exemplaire les nouvelles manières de faire.

Avant le lancement du pilote, une étape de diagnostic et de conception du projet de mise en œuvre est nécessaire. On y définit notamment le périmètre pilote par lequel on va commencer, les équipes qui mèneront le travail, la redéfinition des plannings des projets. Le projet est ensuite lancé sur un périmètre pilote : une ligne de produits, une division, une géographie. Il doit être mené tambour battant et avec une équipe projet de haut vol. À ce stade, l'échec ou le demi-succès rendra la suite impossible ou tortueuse. Dès que l'intérêt de cette nouvelle manière de gérer est avéré et reconnu, il faut rapidement la déployer sur l'ensemble des projets. En effet, il est quasiment impossible de gérer simultanément des projets selon la chaîne critique et d'autres « à l'ancienne ».

Dans le cas d'une entreprise qui développe des produits pharmaceutiques, on peut estimer les délais de 1 à 3 mois pour la phase diagnostic, de 6 à 18 mois pour la phase pilote, et de 1 à 3 ans pour la phase généralisation. Les estimations hautes ci-dessus concernent plutôt les très grandes sociétés pharmaceutiques avec des centaines de projets en cours dans de nombreux pays. Une entreprise plus petite sera plutôt dans le bas des fourchettes indiquées.

Dans de nombreux cas de mise en œuvre de la chaîne critique, on remarque que la stratégie de changement s'apparente en partie à une démarche de type « cheval de Troie ». On présente une nouvelle approche « révolutionnaire », on la fait entrer dans l'entreprise et ensuite on en profite pour lancer

## V

**SOFTWARE IS REQUIRED  
FOR COMPLEX CASES**

Simple project management situations can be treated with simple project management software like Microsoft Project with an "add in" such as CC-Mpulse now freely available. As soon as one has to manage a portfolio of more than fifteen medium or large projects, with a somewhat complex overlapping of tasks and resources, it is probably necessary to use a dedicated software package despite the price. The two leading suppliers are ProChain et Realization. Note that concerning critical chain it is even more true than usual to issue the following warning: beware, a software package will not solve your problems, it might even make them worse.

## VI

**HOW TO IMPLEMENT CCPM?**

As mentioned above, this approach requires significant changes in how projects are managed. Furthermore it will not work if it is not applied to all projects. Project implementation must be designed and executed accordingly. Mobilization and alignment of management is really a key success factor. Within the management committee all doubts, all discussions, all hesitations should be treated beforehand. From the implementation launch onwards management must show a united front and lead by example.

The first stage is an analysis of the current situation and the design of the implementation project. The pilot perimeter must be defined, the project team must be named, and the projects that are to be managed according to the principles of the critical chain must be modified (project buffer rather local buffers for instance). The project is then launched on the pilot perimeter (a product line, a division, a region). The pilot must be carried out quickly with a team of high quality people. Failure or partial success here will most likely mean that the roll out is impossible or tortuous. Once the value of this new way of managing is proven and recognized by all it must be quickly deployed to all the projects. It is almost impossible to manage correctly some projects according to the critical chain and others in the traditional way.

In the case of a company developing pharmaceutical products the analysis and design stage will last 1 to 3 months, the pilot phase will take 6 to 18 months and the generalization/roll out phase will take 1 to 3 years. The high estimates above are for big pharmaceutical companies with hundreds of projects in many countries. A smaller company can aim for the lower figures in the time estimates made above.

In many cases the implementation of the critical chain approach is in some ways a Trojan horse change management strategy. CCPM is presented as the new "revolutionary" way to run projects that is going to solve many problems. But quite a lot of the benefits will be due to the fact that traditional project

d'autres initiatives qui sont en réalité des idées tout à fait classiques de bonnes pratiques de la gestion de projets : les plannings des projets doivent être ambitieux mais réalistes, les charges sur les ressources doivent être prises en compte, il faut bien définir le phasage des projets, il faut un processus efficace de « go/no go » pour arrêter les projets si nécessaire, etc.

## VII CONCLUSION

La gestion de projet par la chaîne critique a fait ses preuves aux États-Unis dans le secteur pharmaceutique et ailleurs. On peut espérer que les entreprises européennes sont maintenant mûres pour se lancer. Il est temps ; les dix années de retard qu'on constate souvent dans les nouvelles pratiques de gestion entre les États-Unis et l'Europe sont écoulées.

Pour motiver ceux qui envisagent de mettre en œuvre la chaîne critique, soulignons la sérénité évidente de ceux qui ont réussi : leurs projets vont bien plus vite que ceux de la concurrence et ils sont à l'heure. Les responsables peuvent à nouveau se consacrer au choix des nouveaux projets et ne plus perdre trop de temps à arbitrer entre le projet crucial en retard et le projet très en retard mais seulement très important.

### Références/References

- 1/ Goldratt E.M. - *Critical Chain*. - North River Press, 1997.
- 2/ Goldratt E.M. - *Critical Chain - La Chaîne critique*. - Éditions Afnor, 2002.
- 3/ Scherer A. - *Be Fast or Be Gone*. - ProChain Press, 2011.
- 4/ Robin É. - *Fondamentaux de la chaîne critique*. - Ouvrage à feuillet mobile, *Management de Projet*, mise à jour N° 31, Afnor, 2011.
- 5/ Goldratt E.M. - *Le But, Un processus de progrès permanent*. - Éditions Afnor, 2009.

### Bibliographie/Bibliography

- Cox J.F., Schleier J.G. (dir.) - *Theory of Constraints Handbook*. - McGraw-Hill, 2010.
- Giard V. - *La chaîne critique : un concept novateur ?* - Revue *La Cible*, juin 2003.
- Icord I. - *Des projets développés deux fois plus vite*. - *Industrie et Technologies*, n° 914, 2009.
- Kerzner H. - *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. - Wiley, 2006.

management best practices will be (re)implemented or reinforced: project schedules should be ambitious but realistic, loads on resources must be taken into account and workloads must be correctly levelled, the project milestones should be honoured without cheating, an efficient "go/no go" process should stop projects when necessary, etc.

## VII CONCLUSION

Critical chain project management has proven its worth in the United States in the pharmaceutical industry and in other sectors. European companies are now probably ready to start using this new approach. The ten year lag that is often observed between management practices in the USA and Europe has elapsed.

To motivate those considering implementing the critical chain let us emphasize the serenity of those who have switched to CCPM: their projects are running much faster than those of their competitors and they finish on time. Top management can once again concentrate on the real issues and not waste too much time trying to choose which is more important, the crucially important project that is running late and the very important project that is very late.

Leach L.P. - *Critical Chain Project Management*. - Artech House, 2004.

Marris P. - *Quand le bon sens révolutionne le management de projet*. - *TechniquesIngenieur.fr*, mars 2011.

Marris P. - *Comment lancer régulièrement et rapidement de bons nouveaux produits ?* - *Qualitéonline.fr*, 2010.

Newbold R.C. - *Project Management in the Fast Lane; Applying the Theory of Constraints*. - St. Lucie Press, 1998.

Newbold R.C. - *The Billion Dollar Solution; Secrets of Prochain Project Management*. - ProChain Press, 2008.

Le site Internet [www.chaine-critique.com](http://www.chaine-critique.com) a pour vocation de proposer une bibliographie et des liens Internet mis à jour régulièrement. Il contient également une animation présentant la méthode chaîne critique.

The website [www.chaine-critique.com](http://www.chaine-critique.com) aims to supply a regularly updated bibliography (in English and in French) and to list the most pertinent internet links. It also contains a short animated presentation of the Critical Chain approach.

### Adresse de l'auteur/Author's address

■ Philip Marris, Marris Consulting, Tour Maine Montparnasse, 33 avenue du Maine, Paris 75015, France.  
[contact-pharma-2011@marris-consulting.com](mailto:contact-pharma-2011@marris-consulting.com)